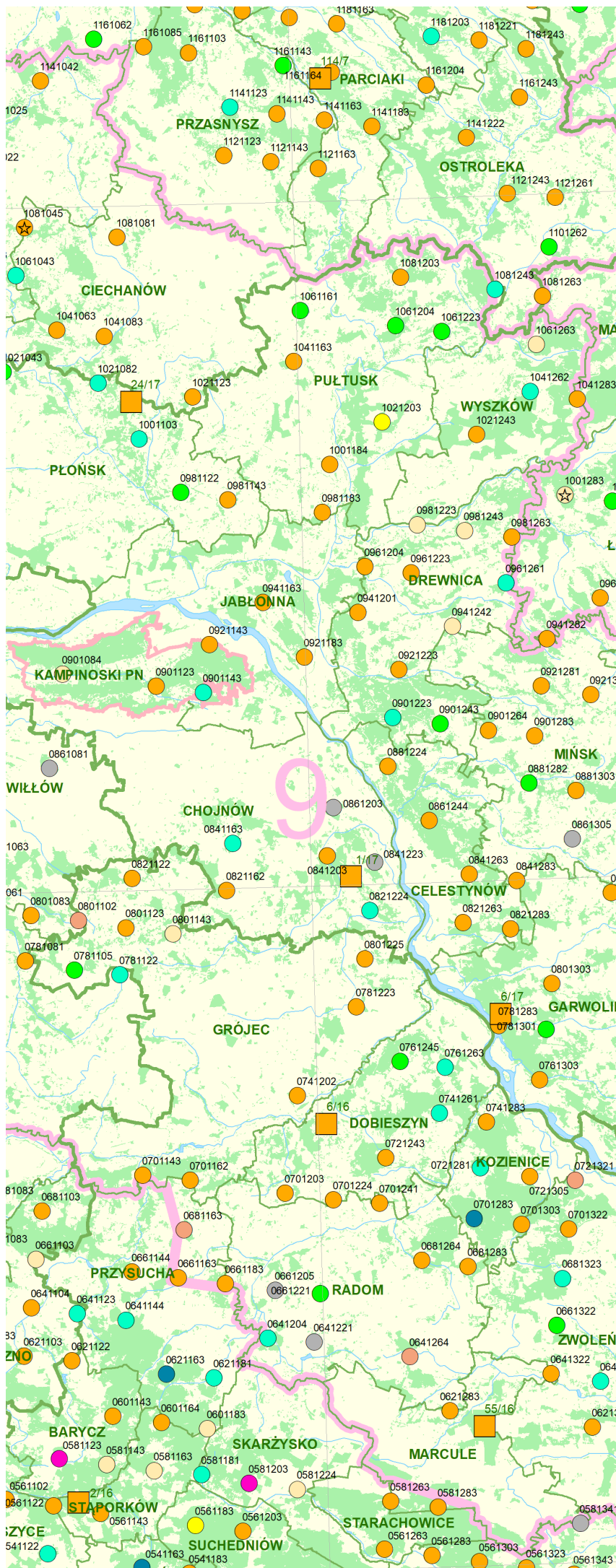


INSTYTUT BADAWCZY LEŚNICTWA



**STAN ZDROWOTNY
LASÓW W POLSCE
W 2023 ROKU
NA PODSTAWIE BADAŃ
MONITORINGOWYCH**

Sękocin Stary, sierpień 2024





INSTYTUT BADAWCZY LEŚNICTWA
ZAKŁAD ZARZĄDZANIA ZASOBAMI LEŚNYMI

Symbole: UKD 630* - 4

PKT 60.29.00

LKO 122;416.16

Rodzaj sprawozdania: **Sprawozdanie etapowe, etap IV**

Zleceniodawca: **Dyrekcja Generalna Lasów Państwowych**

Nr tematu: **500486**

Nr umowy: **MZ.271.3.3.2022 z dnia 02.08.2022 r.**

Tytuł tematu: **Monitoring lasów - ocena stanu lasów w Polsce w latach 2022-2024**



Kierownik projektu: **dr inż. Grzegorz Zajączkowski**

Wykonawcy: Andrzej Boczoń, Cecilia Cacciatori, Robert Hildebrand, Leszek Kluziński,
Anna Kowalska, Paweł Lech, Jadwiga Małachowska, Jerzy Solon, Grzegorz Zajączkowski

Kierownik Zakładu:

Dyrektor Instytutu:

Sękocin Stary, lipiec 2024

SPIS TREŚCI

Wstęp – <i>Paweł Lech</i>	5
Część I. Program monitoringu lasów i metodyka badań.....	8
1. Program monitoringu lasów w 2023 roku – <i>Paweł Lech, Grzegorz Zajączkowski</i>	8
2. Metodyka pomiarów i obserwacji wykonanych w 2023 r. – <i>Paweł Lech, Anna Kowalska, Grzegorz Zajączkowski</i>	11
2.1. Zakres i metodyka oceny stanu zdrowotnego drzewostanów na stałych powierzchniach obserwacyjnych I i II rzędu	12
2.2. Ocena roślinności runa leśnego i odnowień naturalnych na stałych powierzchniach obserwacyjnych II rzędu	20
2.3. Monitoring parametrów meteorologicznych i chemizmu środowiska leśnego na stałych powierzchniach obserwacyjnych monitoringu intensywnego	31
Część II. Monitoring lasów na stałych powierzchniach obserwacyjnych I rzędu.....	35
3. Ocena zdrowotności monitorowanych gatunków drzew w 2023 r. – <i>Jadwiga Małachowska, Paweł Lech, Grzegorz Zajączkowski</i>	37
3.1. Zróżnicowanie zdrowotności monitorowanych gatunków ogółem w kraju	37
3.2. Zróżnicowanie zdrowotności monitorowanych gatunków w zależności od formy własności lasu	38
3.3. Zróżnicowanie kondycji drzew w zależności od wieku	47
3.4. Rozkład powierzchniowy kondycji zdrowotnej monitorowanych gatunków drzew	49
4. Zmiany stanu zdrowotnego monitorowanych gatunków drzew w latach 2014–2023 – <i>Jadwiga Małachowska</i>	94
4.1. Trendy zmian stanu zdrowotnego drzew monitorowanych gatunków w okresie 2014-2023	94
4.2. Rozkład powierzchniowy kondycji zdrowotnej drzew w dziesięcioleciu 2014-2023 w układzie regionalnych dyrekcji Lasów Państwowych i krain przyrodniczo-leśnych	99
5. Ocena uszkodzeń drzew na stałych powierzchniach obserwacyjnych I rzędu monitoringu lasu w 2023 roku – <i>Paweł Lech</i>	126
5.1. Charakterystyka zebranych danych	126
5.2. Występowanie uszkodzeń drzew wg gatunków, rdLP i krain przyrodniczo-leśnych	126
5.3. Charakterystyka uszkodzeń pod względem lokalizacji w obrębie drzewa, występujących symptomów i głównych kategorii czynników sprawczych	129
5.4. Podsumowanie	133
6. Warunki wodne gleb na terenach leśnych Polski w 2023 r. i ich wpływ na stan zdrowotny lasów – <i>Andrzej Boczoń, Robert Hildebrand</i>	143
7. Stałe powierzchnie obserwacyjne monitoringu lasów na obszarach Natura 2000 – <i>Robert Hildebrand</i>	150
Część III Monitoring lasów na stałych powierzchniach obserwacyjnych II rzędu.....	157
8. Stan zdrowotny drzewostanów na SPO II rzędu w 2023 r. – <i>Jadwiga Małachowska</i> ..	157
9. Zmienność szaty roślinnej na SPO II rzędu – <i>Jerzy Solon</i>	169
9.1. Florystyczno-ekologiczna charakterystyka runa na Stałych Powierzchniach Obserwacyjnych II rzędu monitoringu lasów w roku 2023	169
9.2. Florystyczne i ekologiczne zmiany charakteru runa na Stałych Powierzchniach Obserwacyjnych II rzędu monitoringu lasów w latach 1998-2023	201
9.3. Poziome zróżnicowanie runa powierzchni monitoringu w roku 2023 oraz zmiany w latach 1998-2023	243
9.4. Dynamika występowania <i>Deschampsia flexuosa</i> i <i>Vaccinium myrtillus</i> w latach 1998-2023 na SPO II rzędu	262

9.5. Zmiany wartości wskaźników fitoindykacyjnych kwasowości (R) i zawartości azotu (N) w latach 1998-2023 na SPO II rzędu	283
10. Występowanie mchów, wątrobowców i porostów na stałych powierzchniach obserwacyjnych II rzędu monitoringu lasów w 2023 roku – <i>Cecilia Cacciatori</i>	302
10.1. Wprowadzenie	302
10.2. Materiał i metody	303
10.3. Wyniki	303
10.4. Dyskusja.....	304
11. Charakterystyka odnowienia naturalnego w latach 1998-2023 na SPO II rzędu monitoringu lasów – <i>Jadwiga Małachowska</i>	316
Część IV Badania na stałych powierzchniach obserwacyjnych monitoringu intensywnego (SPO MI)	343
12. Warunki pogodowe w 2023 roku na wybranych powierzchniach SPO MI – <i>Leszek Kluziński</i>	343
13. Poziom stężenia NO ₂ i SO ₂ w powietrzu na terenach leśnych – <i>Anna Kowalska</i>	359
13.1. Dwutlenek siarki	361
13.2. Dwutlenek azotu	362
13.3. Depozycja gazowych związków siarki i azotu	364
13.4. Podsumowanie	365
14. Wielkość depozytu wnoszonego z opadami atmosferycznymi w 2023 r. na terenach leśnych – <i>Anna Kowalska</i>	374
14.1. Skład chemiczny opadów	375
14.2. Depozycja roczna.....	375
14.3. Depozyt pierwiastków śladowych	376
14.4. Właściwości kwasowo-zasadowe wód opadowych.....	377
15. Opady podkoronowe w 2023 r. na terenach leśnych – <i>Anna Kowalska</i>	387
15.1. Skład chemiczny opadów podkoronowych	388
15.2. Depozyt podkoronowy	389
15.3. Depozyt pierwiastków śladowych w opadach podkoronowych	390
15.4. Właściwości kwasowo-zasadowe opadów podkoronowych	391
15.5. Spływ po pniu	392
16. Chemizm roztworów glebowych w 2023 r. – <i>Anna Kowalska</i>	407
17. Zmiany stężeń zanieczyszczeń gazowych, depozycji oraz składu roztworów glebowych po 2010 r. – <i>Anna Kowalska</i>	413
Część V Informacje ogólne i podsumowanie	430
18. Stan zdrowotny lasów w Polsce na tle stanu lasów w Europie – <i>Jadwiga Małachowska</i>	430
19. Podsumowanie wyników – <i>Paweł Lech</i>	439

WSTĘP – PAWEŁ LECH

Badania monitoringowe prowadzone są w Polsce w sieciach stałych powierzchni obserwacyjnych I i II rzędu (SPO I i II rzędu) oraz na powierzchniach monitoringu intensywnego (SPO MI). Dostarczają wiarygodnych informacji o głównych komponentach ekosystemów leśnych i procesach w nich zachodzących. Pozwalają na ocenę aktualnego stanu zdrowotnego drzewostanów oraz identyfikację kierunków zmian tego stanu w czasie i przestrzeni pod wpływem zmieniających się warunków środowiska, zwłaszcza pogody i zanieczyszczeń powietrza. Badania monitoringu lasów są wypełnieniem przez Polskę postanowień Air Convention (konwencja o transgranicznym rozprzestrzenianiu się zanieczyszczeń powietrza na dalekie odległości, Genewa 1979) i dostarczają niezbędnych informacji do raportowania do Unii Europejskiej w ramach dyrektywy o dopuszczalnych poziomach emisji gazowych zanieczyszczeń (NEC Directive).

Warunki pogodowe są głównym czynnikiem kształtującym stan zdrowotny lasów w Polsce. Dostępność wody na terenach leśnych w 2023 roku była dobra, niewielkie niedobory występowały jedynie w centralnej i północno-wschodniej Polsce. Wyższe od średnich wieloletnich były natomiast temperatury, osiągając maksymalnie ponad 37°C. Warunki pogodowe w 2023 r. były tym samym znacznie korzystniejsze w porównaniu z latami ekstremalnie suchymi i gorącymi: 2015 i 2018, tym nie mniej nieco gorszymi w porównaniu do roku 2021 i 2022. Kontynuacja w roku 2023 względnie dobrych warunków pogodowych na terenie większej części Polski skutkowałą utrzymaniem się dobrej kondycji zdrowotnej drzewostanów. Średnia defoliacja wszystkich gatunków razem (21,9%) w 2023 r. była tylko nieznacznie wyższa niż w roku 2022 (21,2%), również odnotowany wzrost uszkodzeń drzew nie był znaczący. Należy jednak zauważyć wyraźny (skokowy) wzrost średniej defoliacji świerka – z 25,0% w roku 2022 do 27,2% w roku 2023. Świadczy to o pogarszaniu się kondycji świerczyn, co niepokoi, tym bardziej że gatunek ten od wielu lat wykazuje zły stan zdrowotny. Z drugiej strony w przypadku buka i olszy odnotowano w 2023 r. niewielkie obniżenie średniej defoliacji drzew w porównaniu do roku poprzedniego – odpowiednio o 0,6 pp. i 0,4 pp. Zwraca również uwagę sukcesywny wzrost udziału ilościowego drzew gatunków liściastych i zmniejszanie się udziału drzew gatunków iglastych. Od 2010 r udział drzew iglastych w ogólnej liczbie drzew ocenianych na SPO I rzędu monitoringu lasów zmniejszył się o ponad 4 pp. (z 65,8% do 61,6% w roku 2023). Świadczy to o aktywnym dostosowywaniu struktury gatunkowej drzewostanów gospodarczych do zmieniających się warunków środowiska przyrodniczego powodowanych przez zmiany klimatyczne.

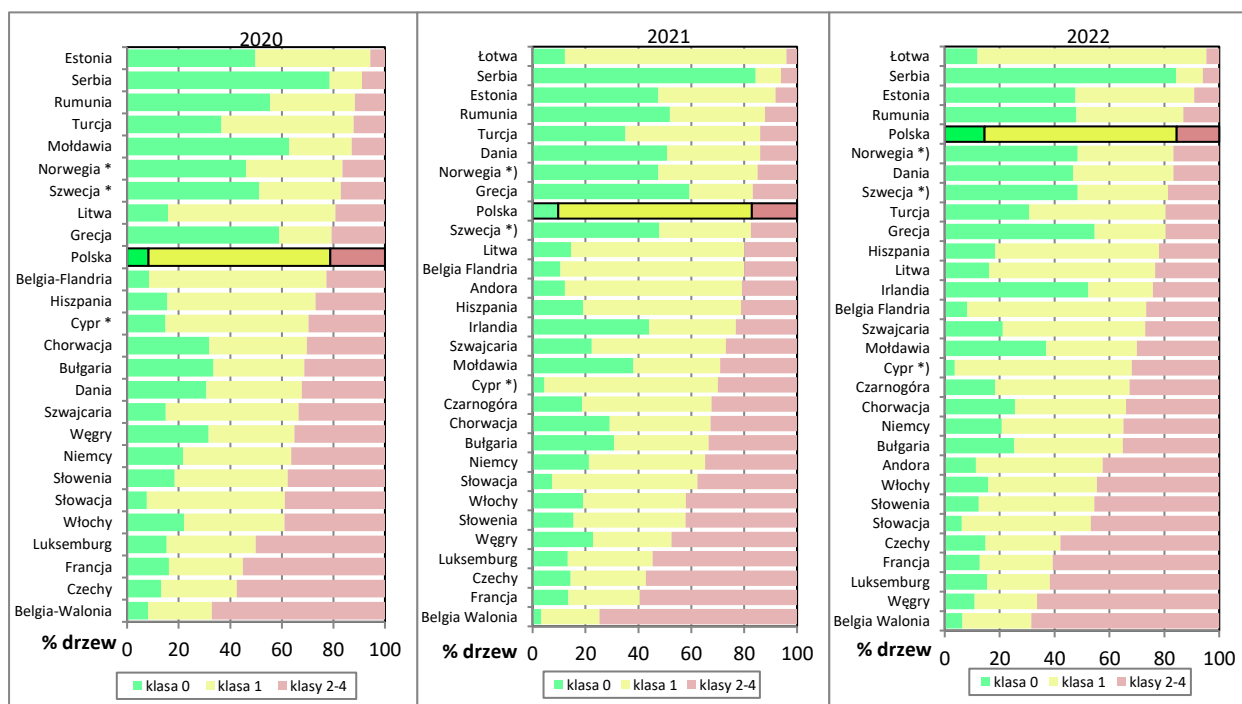
Takich zmian nie jesteśmy w stanie jednoznacznie stwierdzić w odniesieniu do florystycznych i ekologicznych zmian charakteru runa leśnego (wyrażonego różnorodnością gatunkową, różnorodnością form życiowych i różnorodnością syntaksonomiczną). Badania prowadzone od 25 lat na SPO II rzędu wskazują na dominujący udział zmian o charakterze fluktuacyjnym, trudnych do jednoznacznej interpretacji. Tym nie mniej nie wyklucza się i w tym przypadku wpływu zmian klimatu.

Badania monitoringowe prowadzone na powierzchniach monitoringu intensywnego (SPO MI) w 2023 roku potwierdziły trend zmniejszania się koncentracji zanieczyszczeń powietrza. Na każdej z badanych SPO MI w okresie 2010–2023 zanotowano spadek stężenia dwutlenku siarki. Największe spadki wystąpiły w rejonach górskich. W rejonach o niższym poziomie zanieczyszczeń gazowych (Polska północno-wschodnia) spadek stężenia SO_2 był mniejszy, ale również statystycznie istotny. Również stężenia dwutlenku azotu w powietrzu w badanym okresie wykazywały trend spadkowy na wszystkich badanych powierzchniach SPO MI. Był on najsilniejszy na obszarach o najwyższych jego koncentracjach – w Polsce centralnej i na Górnym Śląsku (Chojnów, Łąck, Zawadzkie). Niższym koncentracjom zanieczyszczeń powietrza towarzyszył w okresie 2011–2023 wzrost wartości pH opadów oraz depozycji siarki w formie siarczanów. Depozycja mineralnych związków azotu w mniejszym stopniu niż S-SO_4^{2-} podlegała trendom i choć przeważnie ulegała zmniejszeniu na terenie Polski, zdarzały się lokalizacje o wzrastającej depozycji azotu (Białowieża). Warunki w glebie w okresie ostatnich 10 lat były na większości SPO MI stabilne, trendy wielkości depozycji w niewielkim stopniu znajdowały odzwierciedlenie w zmianach składu chemicznego roztworów glebowych. W roztworach glebowych kwasowość zmniejszała się na obu głębokościach jedynie w Szklarskiej Porębie (świerk), co można powiązać z istotnie malejącymi trendami depozycji związków siarki (S-SO_4^{2-}) i azotu (N-NO_3^-) oraz rosnącą zasadowością opadów. Wielkość depozycji znajduje odzwierciedlenie w zmianach zachodzących w roślinności runa leśnego wyrażanych wskaźnikami kwasowości i eutrofizacji Ellenberga (wskaźniki K i N). W okresie 1998-2023 na SPO II rzędu dominują zmiany o charakterze fluktuacyjnym. W przypadku wskaźnika N stwierdzono jednakże regionalizację występujących trendów – wykazano przewagę powierzchni z silniejszymi wzrostami w północno-wschodniej i południowo-wschodniej części Polski, podczas gdy większość powierzchni z silniejszymi spadkami wartości wskaźnika N występuje w Polsce zachodniej.

Prowadzone na SPO MI pomiary służą ocenie stopnia antropogenicznego zagrożenia ekosystemów zakwaszeniem i eutrofizacją, jako pochodną depozycji związków siarki o

działaniu zakwaszającym oraz związków azotu, działających zarówno zakwaszająco, jak i eutrofizująco. Wyniki prowadzonych badań monitoringu leśnego wskazują zwłaszcza na to drugie zjawisko jako obecnie realne zagrożenie dla stabilności lasów w Polsce. Ryzyko eutrofizacji wyrażone przekraczaniem tzw. ładunków krytycznych azotu (wynoszących dla Polski od 7 do 15 kg N ha⁻¹) występowało w minionych latach na większości SPO MI, wskazując na nadmierną podaż tego pierwiastka. W konsekwencji, a także wskutek rosnących stężeń CO₂ w powietrzu oraz wydłużonego sezonu wegetacyjnego, następuje z jednej strony przyspieszony przyrost drzew, ale z drugiej zakłócone są symbiotyczne układy mykoryzowe w systemach korzeniowych drzew, co z kolei może powodować w dłuższej perspektywie niedobory w zaopatrzeniu drzew w związki odżywcze i być przyczyną ich niestabilności.

Zmiany klimatu w Polsce są faktem. Nie można przewidzieć, czy uda się je powstrzymać i, ewentualnie, kiedy to nastąpi. W tej sytuacji jedynym racjonalnym działaniem podejmowanym w celu utrzymania stabilności drzewostanów i podniesienia ich odporności na stresy w dłuższym okresie są zabiegi hodowlane prowadzące do minimalizacji ryzyka ekologicznego przez zwiększenie różnorodności gatunkowej drzewostanów. Z punktu widzenia zwiększania akumulacji CO₂ w biomase korzystne byłoby szersze wykorzystanie odnowień naturalnych i podsadzeń oraz ograniczenie zrębów zupełnych, które powodują uwalnianie CO₂ z szybko rozkładającej się materii organicznej.



*) kraje, w których oceniano defoliację tylko gatunków iglastych

Stan lasów w Polsce na tle krajów Europy w latach 2020-2022 wyrażony udziałem drzew w klasach defoliacji (uszeregowanie wg rosnącego udziału drzew w klasach 2-4)

CZEŚĆ I. PROGRAM MONITORINGU LASÓW I METODYKA BADAŃ

1. PROGRAM MONITORINGU LASÓW W 2023 ROKU – *PAWEŁ LECH, GRZEGORZ ZAJĄCZKOWSKI*

Badania Monitoringu lasów (ML) mają na celu określenie zróżnicowania stanu zdrowotnego lasów w przestrzeni i czasie oraz kierunków zmian i ich dynamiki zachodzących w ekosystemach leśnych Polski. W 2023 roku kontynuowano realizację długookresowych celów monitoringu lasów, takich jak:

- określenie rozkładu przestrzennego stanu zdrowotnego drzewostanów,
- porównanie stanu zdrowotnego lasów wyróżnionych kategoriami własności,
- analiza związków przyczynowo skutkowych pomiędzy zdrowotnością lasów a czynnikami środowiska,
- identyfikacja głównych symptomów i przyczyn (biotycznych i abiotycznych) uszkodzeń drzew,
- określenie trendów zmian stanu zdrowotnego lasów w dziesięcioleciu 2014–2023.

W ramach programu ML w 2023 roku realizowano następujące badania, analizy, pomiary i obserwacje:

Stałe Powierzchnie Obserwacyjne I rzędu:

1. **Monitoring stanu zdrowotnego drzewostanów na stałych powierzchniach obserwacyjnych I rzędu (SPO I rzędu)** – przeprowadzony został na 2071 SPO I rzędu w drzewostanach w wieku powyżej 20 lat, założonych w sieci 8×8 km. Zarejestrowano gatunek, wiek, pierśnicę, status oraz stanowisko biosocjalne 20 drzew próbnych. Obserwacje cech morfologicznych koron drzew dotyczyły następujących parametrów: defoliacji, odbarwienia, ocienienia korony, liczby roczników igliwia, długości igliwia lub wielkości liści, struktury przyrostu pędów, typu przerzedzenia korony, udziału martwych gałęzi, występowania pędów wtórnych, urodzaju nasion i intensywności kwitnienia.
2. **Monitoring symptomów i przyczyn uszkodzeń drzew** – przeprowadzono na 2071 SPO I rzędu, określając następujące parametry na 20 drzewach próbnych: miejsce uszkodzenia na drzewie (w tym lokalizację uszkodzenia w obrębie korony), rodzaj symptomu uszkodzenia, kategorię i klasę czynnika sprawczego oraz rozmiar uszkodzenia.

Stałe Powierzchnie Obserwacyjne II rzędu:

- 3. Monitoring stanu zdrowotnego drzewostanów na stałych powierzchniach obserwacyjnych II rzędu (SPO II rzędu)** – przeprowadzony został na 133 czynnych powierzchniach. Zakres obserwacji był zgodny z programem pomiarów realizowanych na SPO I rzędu.
- 4. Monitoring symptomów i przyczyn uszkodzeń drzew** – przeprowadzono na 133 SPO II rzędu, określając następujące parametry na 20 drzewach próbnych: miejsce uszkodzenia na drzewie (w tym lokalizację uszkodzenia w obrębie korony), rodzaj symptomu uszkodzenia, kategorię i klasę czynnika sprawczego oraz rozmiar uszkodzenia.
- 5. Monitoring roślinności runa leśnego i odnowień naturalnych w 2023 r.** - wykonane zostały na 148 SPO II rzędu, w tym na powierzchniach pozbawionych okresowo drzewostanu lub z odnowieniami w fazie uprawy. Na powierzchniach liściastych inwentaryzację roślinności runa leśnego, mchów i porostów wykonano dwukrotnie (tzw. aspekt wiosenny i letni), na powierzchniach z drzewostanami iglastymi – ocenę przeprowadzono jeden raz w okresie letnim. Inwentaryzacja ta polegała na wykonaniu zdjęć fitosocjologicznych o areale 400 m² zgodnie z metodyką ICP Forests stosowaną w badaniach monitoringowych w całej Europie.

Stałe Powierzchnie Obserwacyjne Monitoringu Intensywnego:

- 6. Monitoring parametrów meteorologicznych** – obejmował pomiary w pobliżu 12 stałych powierzchni obserwacyjnych monitoringu intensywnego (SPO MI) następujących parametrów: temperatury powietrza [°C] na wysokości 2 m i 0,5 m oraz przy gruncie (na wysokości 5 cm), temperatury gleby [°C] na głębokości 5 cm, 10 cm, 20 cm i 50 cm, wilgotności względnej powietrza [%] na wysokości 2 m, wilgotności gleby [dm³/m³] (poza SPO MI w Białowieży, Krotoszynie i Zawadzkiem), promieniowania całkowitego [W/m²], prędkości wiatru [m/s], kierunku wiatru [°] oraz opadu atmosferycznego [mm]. Pomiary były wykonywane przez automatyczne stacje meteorologiczne w cyklu ciągłym.
- 7. Monitoring jakości powietrza atmosferycznego** – przeprowadzono na 12 SPO MI. Obejmował pomiar koncentracji w powietrzu SO₂, NO₂ metodą pasywną z miesięczną ekspozycją próbników.
- 8. Monitoring depozytu zanieczyszczeń na otwartej przestrzeni** – przeprowadzono na 12 SPO MI. Określono objętość, przewodność elektrolityczną, pH oraz skład

chemiczny opadów atmosferycznych: zawartość Ca, DOC, Nog, K, Mg, Na, NH_4^+ , Cl^- , NO_3^- , SO_4^{2-} , PO_4^{3-} , Al, Mn, Fe oraz metali ciężkich (Cd, Pb, Cu, Zn) i zasadowość w próbkach o pH wyższym niż 5.

- 9. Monitoring chemizmu opadów podkoronowych (w tym spływu po pniu)** – obejmował pomiary na 12 SPO MI. Wykonano pobór próbek i analizy chemiczne z 25 chwytników podkoronowych w cyklu miesięcznym. Na dwóch SPO MI w drzewostanach bukowych pobrano próbki, określono ilość opadu i wykonano analizy chemiczne spływu po pniu. Analizy obejmowały określenie przewodności elektrolitycznej, pH, Ca, DOC, Nog, Mg, K, Na, NH_4^+ , Cl^- , NO_3^- , SO_4^{2-} , PO_4^{3-} , Fe, Mn, Al, Cd, Cu, Pb, Zn i zasadowości w próbkach o pH wyższym niż 5.
- 10. Monitoring chemizmu roztworów glebowych** – obejmował pomiary na 12 SPO MI i obejmował pobór próbek z 20 lizymetrów z głębokości 25 i 50 cm (po 10 na każdej głębokości) w cyklu miesięcznym oraz określenie ilości roztworów glebowych i analizy chemiczne. Podobnie jak w przypadku pozostałych próbek wody obejmowały one określenie przewodności elektrolitycznej, pH, Ca, DOC, Nog, Mg, K, Na, NH_4^+ , Cl^- , NO_3^- , SO_4^{2-} , PO_4^{3-} , Fe, Mn, Al, Cd, Cu, Pb, Zn i zasadowości w próbkach o pH wyższym niż 5.

2. METODYKA POMIARÓW I OBSERWACJI WYKONANYCH W 2023 R. – PAWEŁ LECH, ANNA KOWALSKA, GRZEGORZ ZAJĄCZKOWSKI

Program i metodyka monitoringu lasów w Polsce, w swoich podstawowych założeniach, oparte są na metodyce rekomendowanej przez International Co-operative Programme on Assessment and Monitoring of Air Pollution Effects on Forests (ICP Forests) („Międzynarodowy Program Koordynujący Ocenę i Monitoring Wpływu Zanieczyszczeń Powietrza na Lasy”) (Manual... 2020).

Monitoring lasów funkcjonuje w sieci stałych powierzchni obserwacyjnych (SPO). Wyróżniono: stałe powierzchnie obserwacyjne I rzędu, rozmieszczone w regularnej sieci 8×8 km, stałe powierzchnie obserwacyjne II rzędu, reprezentujące drzewostany głównych gatunków lasotwórczych (sosny zwyczajnej, świerka pospolitego, dębów i buka) wszystkich krain przyrodniczo-leśnych oraz stałe powierzchnie obserwacyjne, z rozszerzonym programem badawczym (monitoring intensywny, SPO MI), wybrane spośród SPO II rzędu.

Sieć powierzchni wielkoobszarowej inwentaryzacji, stanowiąca bazę dla systemu powierzchni krajowego monitoringu lasów, powstała w oparciu o układ powierzchni ICP Forests – europejskiej sieci leśnych powierzchni badawczych, obowiązujący w Unii Europejskiej dla oceny uszkodzeń lasów (Commission Regulation (EEC) No. 1969/87). Ma on stały punkt odniesienia o współrzędnych: szerokość geograficzna $50^{\circ}15'15''$ N i długość geograficzna $09^{\circ}47'06''$ E. Jest to punkt wyjściowy, od którego wyznaczono wszystkie powierzchnie w sieci 16×16 km. Sieć tę dla potrzeb wielkoobszarowej inwentaryzacji stanu lasu zagęszczono do układu 4×4 km, a dla monitoringu krajowego do układu 8×8 km.

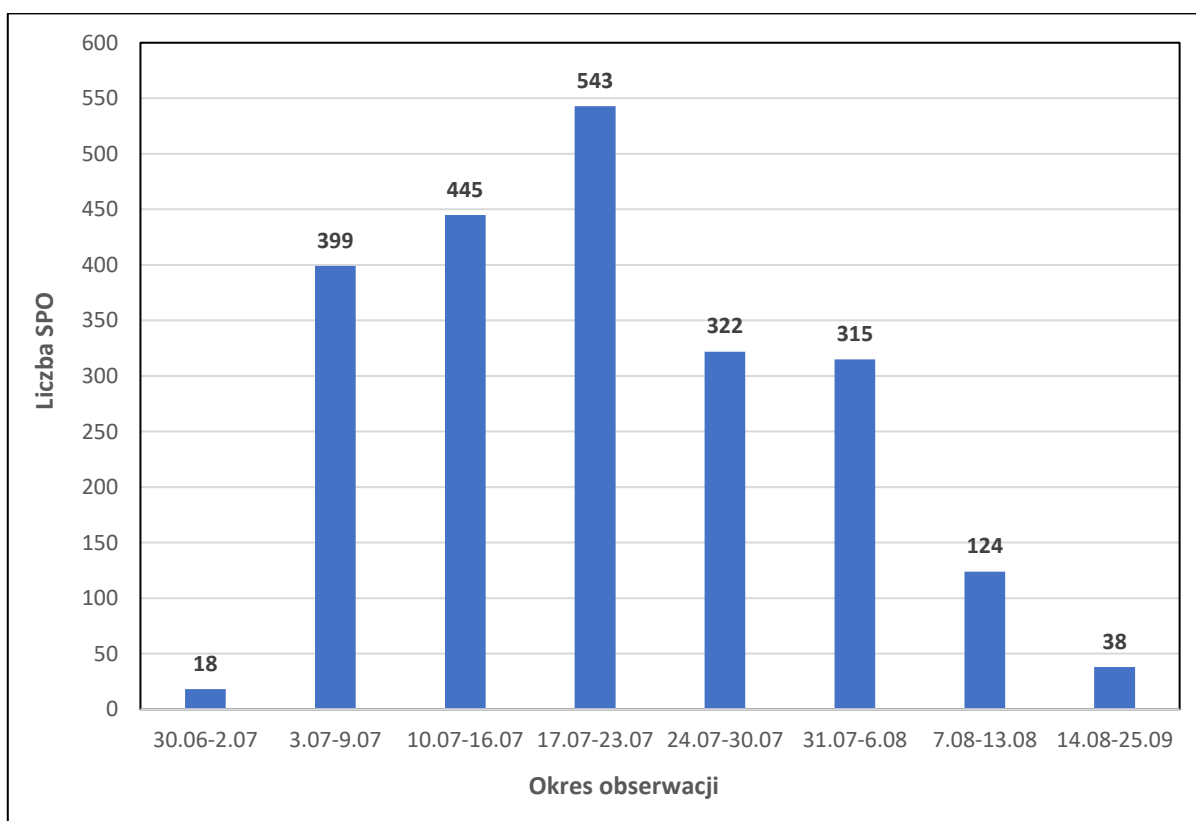
W 1994 roku założono 122 stałe powierzchnie obserwacyjne II rzędu w drzewostanach iglastych (100 powierzchni sosnowych i 22 powierzchnie świerkowe), a w 1996 roku założono 26 takich powierzchni w drzewostanach liściastych (15 powierzchni dębowych i 11 powierzchni bukowych). Zostały one zlokalizowane w drzewostanach w wieku 41–90 lat, po 2 w każdej dzielnicy przyrodniczo-leśnej Polski, będącej w tym czasie podstawową jednostką regionalizacji¹. W niektórych dzielnicach, ze względu na ich rozległy obszar, założono 3 powierzchnie. Na powierzchniach tych, poza corocznymi obserwacjami stanu zdrowotnego

¹ Od roku 2012 obowiązuje nowy system regionalizacji przyrodniczo-leśnej Polski, obejmujący 8 krain przyrodniczo-leśnych i 183 mezoregiony, wyodrębniane na podstawie informacji o dominujących warunkach siedliskowych (typy gleb, typy siedliskowe lasu, zróżnicowanie zbiorowisk roślinnych), drzewostanowych (poziom lesistości, gatunki panujące i wielkość zasobów drzewnych) oraz sposobach użytkowania ziemi.

drzew oraz symptomów i przyczyn uszkodzeń, prowadzone są następujące badania okresowe: glebowe (co 10 lat), chemizmu igliwia lub liści (co 4 lata), roślinności runa (co 5 lat), dendrometryczne (co 5 lat). W latach 2008–2019 na 15 SPO II rzędu (11 ze świerkiem, 3 z sosną i 1 z dębem) usunięto drzewostan i od tej pory nie przeprowadza się na tych powierzchniach pomiarów i obserwacji odnoszących się do drzewostanu.

2.1. Zakres i metodyka oceny stanu zdrowotnego drzewostanów na stałych powierzchniach obserwacyjnych I i II rzędu

Ocenę stanu zdrowotnego wykonuje się dla 20 drzew próbnych wybranych z drzewostanu panującego. Przedmiotem oceny są cechy morfologiczne koron oraz występujące, widoczne uszkodzenia drzew. Szczególną uwagę przywiązuje się do szacunków defoliacji i odbarwienia aparatu asymilacyjnego, które przeprowadza się w 5-procentowym odstopniowaniu. Około 5% powierzchni podlega powtórnej ocenie przez kontrolną grupę obserwatorów. Zebrane wyniki służą do porównania zgodności szacunków defoliacji i innych parametrów drzew wykonanych przez taksatorów oraz przez grupę kontrolną. Podobnie jak to miało miejsce w latach poprzednich wyniki kontroli potwierdziły wysoką zgodność i poprawność przeprowadzonych ocen defoliacji i uszkodzeń drzew próbnych.



Rycina 2.1. Liczba ocenionych SPO I i II rzędu w kolejnych tygodniach w okresie 30.06-13.08.2023 r. oraz pomiędzy 14.08 i 25.09.2023 r.

Niniejsze sprawozdanie prezentuje wyniki obserwacji defoliacji i odbarwień aparatu asymilacyjnego przeprowadzonych w okresie od 30 czerwca do 25 września 2023 roku (ryc. 2.1) z 2071 SPO I rzędu w drzewostanach w wieku powyżej 20 lat, 133 SPO II rzędu, w tym 12 SPO monitoringu intensywnego, przy czym dla 38 powierzchni ocenę tę wykonano po 14 sierpnia 2023 r. w tym dla 21 powierzchni we wrześniu 2023 r. W 2023 roku nie było powierzchni niedostępnych.

Metodyka oceny stanu zdrowotnego drzew próbnych

Wyniki szacowania defoliacji i odbarwień pogrupuje się w następujące klasy:

- klasa 0 – od 0 do 10% – bez defoliacji/odbarwień,
- klasa 1 – od 11 do 25% – lekka defoliacja/odbarwienia (poziom ostrzegawczy),
- klasa 2 – od 26 do 60% – średnia defoliacja/odbarwienia,
- klasa 3 – powyżej 60% – duża defoliacja/odbarwienia,
- klasa 4 – drzewa martwe,

oraz grupy klas: klasy 1–3, klasy 2–3, klasy 2–4 i klasy 3–4. Powyższy podział obowiązuje w Międzynarodowym Programie Wpływu Zanieczyszczeń na Lasy – ICP Forests (Manual... 2020).

Ponadto wyróżnia się klasy stanu zdrowotnego drzewostanów, przyjmując, że są one kombinacją klasy defoliacji i klasy odbarwienia wg poniższego schematu:

Klasa defoliacji	Klasa odbarwienia				
	0	1	2	3	4
0	0	0	1	2	
1	1	1	2	2	
2	2	2	3	3	
3	3	3	3	3	
4					4

gdzie:

- 0 – klasa drzew zdrowych,
- 1 – klasa ostrzegawcza,
- 2 – klasa lekkiego i średniego obniżenia stanu zdrowotnego,
- 3 – klasa silnego obniżenia stanu zdrowotnego,
- 4 – drzewa martwe.

Obserwacje drzew próbnych obejmują ponadto następujące cechy drzew oraz ich koron:

- Stanowisko biosocjalne (klasa Krafta):
 - 1 – drzewa górujące,
 - 2 – drzewa panujące,
 - 3 – drzewa współpanujące,
 - 4 – drzewa opanowane,
 - 5 – drzewa przygłuszone.

W roku zakładania powierzchni wszystkie drzewa próbne były dobierane spośród drzew 1–3 klas Krafta. Również drzewa dobierane w zastępstwie drzew zamarłych/usuniętych muszą spełniać ten warunek. W kolejnych latach drzewa mogą zmienić swoje stanowisko biosocjalne.

Pomimo to podlegają ocenom do momentu stwierdzenia ich zamarcia bądź usunięcia z powierzchni.

- Defoliacja – z dokładnością do 5%,
- Odbarwienie – z dokładnością do 5%,
- Pomiar pierśnicy drzew – z dokładnością do 1 mm,
- Ocienienie korony:
 - 1 – korona znacząco ocieniona (lub w fizycznym kontakcie) z jednej strony,
 - 2 – korona znacząco ocieniona (lub w fizycznym kontakcie) z dwóch stron,
 - 3 – korona znacząco ocieniona (lub w fizycznym kontakcie) z trzech stron,
 - 4 – korona znacząco ocieniona (lub w fizycznym kontakcie) z czterech stron,
 - 5 – korona z otwartą przestrzenią rozwoju, bez śladów oddziaływania ocienienia,
 - 6 – drzewa przygłuszone.
- Widoczności korony:
 - 10 – pełna widoczność korony,
 - 20 – częściowa widoczność korony,
 - 21 – większa część korony widoczna,
 - 22 – mniejsza część korony widoczna,
 - 30 – widoczny zarys korony,
 - 40 – korona niewidoczna.
- Liczba roczników igliwia – podano dominującą liczbę roczników igliwia w środkowej części korony,
- Długość igliwia lub wielkość liści – oceniono dominującą długość igliwia lub wielkość liści w środkowej części korony, wyróżniając:
 - 1 – skrócone lub zmniejszone,
 - 2 – normalne,
 - 3 – wydłużone lub powiększone.
- Proporcje przyrostu pędów – oceniono przeważające proporcje przyrostu pędów w górnej części korony:
 - 1 – przyrost pędu głównego większy od przyrostu pędów bocznych,
 - 2 – przyrost pędu głównego równy przyrostowi pędów bocznych,
 - 3 – przyrost pędu głównego mniejszy od przyrostu pędów bocznych.
- Typ przerzedzenia korony:
 - 0 – w przypadku defoliacji poniżej 10%,
 - 1 – peryferyjny,
 - 2 – odśrodkowy,
 - 3 – oddolny,
 - 4 – odgórny,
 - 5 – podwierzchołkowy,
 - 6 – równomierny,
 - 7 – lukowatość,
 - 8 – ulistnienie kępowe.
- Udział martwych gałęzi – oceniono górną połowę korony, wyróżniając:

- 0 – brak martwych gałęzi,
- 1 – pojedyncze martwe gałęzie (do 10%),
- 2 – od 11 do 50% martwych gałęzi,
- 3 – powyżej 50% martwych gałęzi.

- Występowanie pędów wtórnych, urodzaju nasion i kwitnienia – cechy te określa się, podając:

- 0 – nie występuje,
- 1 – występuje,
- 2 – występuje obficie.

Istotnym elementem oceny drzew próbnych jest opis symptomów uszkodzeń, określenie ich lokalizacji, rozmiaru i możliwie dokładne wskazanie przyczyny wystąpienia. Ocena symptomów uszkodzeń oparto na systemie kodów – zestawienia poniżej. Istnieje możliwość wpisania maksymalnie 3 symptomów uszkodzenia odnoszących się do jednego drzewa w kolejności wg znaczenia danego uszkodzenia dla zdrowotności drzewa.

Lokalizacja uszkodzeń:

<i>Miejsce uszkodzenia</i>	<i>Dokładniejsze określenie miejsca występowania uszkodzenia</i>	<i>Kod (2 znaki)</i>	<i>Lokalizacja w obrębie korony</i>	<i>Kod (1 znak)</i>
Liście lub igliwie	bieżący rocznik igieł	11	górną część korony dolną część korony niejednolita cała korona	1 2 3 4
	starsze igły	12		
	igły wszystkich roczników	13		
	liście (w tym gatunki zimozielone)	14		
Gałęzie, pędy, pączki	pędy tegoroczne	21	górną część korony dolną część korony niejednolita cała korona	1 2 3 4
	gałęzie o grubości < 2 cm	22		
	gałęzie o grubości 2–10 cm	23		
	gałęzie o grubości > 10 cm	24		
	pędy o zróżnicowanej grubości	25		
	pęd wierzchołkowy	26		
	pączki	27		
Pień, szyja korzeniowa	strzała w obrębie korony	31		0
	pień pomiędzy szyją korz. a koroną	32		
	korzenie i szyja korz. (<25 cm)	33		
	cała strzała	34		
Martwe drzewo		04		0
Brak uszkodzeń		00		0
Brak oceny		09		0

Symptomy uszkodzenia:

<i>Uszkodzona część</i>	<i>Symptomy</i>	<i>Kod (2 znaki)</i>	<i>Specyfikacja symptomów</i>	<i>Kod (2 znaki)</i>
Liście lub igliwie	liście częściowo lub całkowicie zjedzone/brakujące	01	dziurawe, częściowo zjedzone, brakujące	31
			nadgryzienie brzegowe (liście, igły)	32
			całkowicie zjedzone, brakujące	33
			szkieletyzacja	34

			minowane	35
			przedwczesne opadanie	36
	przebarwienie liści jasnozielone do żółtego	02	ogólne	37
			plamy	38
	przebarwienie liści czerwone do brązowego (włączając nekrozy)	03	przebarwienia brzegowe	39
			przebarwienia taśmowe	40
			przejaśnienia	41
	zbrązowienie liści inne kolory	04	przebarwienia wierzchołkowe	42
		05	częściowe	43
			wzdłuż naczyń	44
	mikrofilmia (nienaturalnie drobne)	06		00
	inne nienaturalne rozmiary liści	07		00
	deformacje	08	pofalowane	45
			zawijanie	46
			zwijanie	47
			skręcenie	48
			zginanie	49
			galasówki	50
			więdnienie	51
			inne deformacje	52
inne symptomy	09		00	
oznaki występowania owadów	10	czarny nalot na liściach	53	
		gniazda	54	
		imago, larwy, poczwarki, nimfy, grupy jaj	55	
oznaki występowania grzybów	11	biały nalot na liściach	56	
		owocniki na liściach	57	
inne oznaki	12		00	
Gałęzie, pędy, pączki	zjedzone, utracone	01		00
	złamane	13		00
	martwe/obumierające	14		00
	zrzucone	15		00
	nekrozy	16		
	rany (obdarcie kory, szczeliny)	17	obdarcie kory	58
			szczeliny, pęknięcia	59
			inne rany	60
	wycieki żywicy (iglaste)	18		00
	wycieki (liściaste)	19		00
	zgnilizna	20		00
	deformacja	08	więdnienie	51
			zaginanie, zrzuwanie, zakrzywienie	61
			narośle	62
			zrakowacenia	63
			czarcia miotła	64
inne deformacje			52	
inne symptomy	09		00	
oznaki owadów	10	otwory, trociny w otworach	65	
		gniazda	54	

			białe kropki lub nalot	66
			imago, larwy, nimfy, poczwarka, grupy jaj	55
	oznaki grzybów	11	owocniki grzybów	57
	inne oznaki	12		00
Strzała, pień	rany (obdarcia kory, szczeliny)	17	obdarcie kory	58
			szczeliny, pęknięcia (od mrozu)	59
			inne rany	60
	wycieki żywicy (iglaste)	18		00
	wycieki (liściaste)	19		00
	zgnilizna	20		00
	deformacja	08	narośle	62
			zrakowacenia	63
			podłużne grzbiety	00
			inne deformacje	52
	pochylone	21		00
	przewrócone (z korzeniami)	22		00
	złamane	13		00
	części nekrotyczne	16		00
	inne symptomy	09		00
	oznaki owadów	10	otwory, trociny w otworach	65
			białe kropki lub nalot	66
imago, larwa, poczwarka, nimfa, grupa jaj			55	
oznaki grzybów	11	owocniki grzybów	57	
		pęcherze żółto-pomarańczowe	67	
inne oznaki	12		00	

Kategorie czynnika sprawczego:

<i>Kategoria czynników sprawczych</i>	<i>Kod</i>
Kręgowce	100
Owady	200
Grzyby	300
Czynniki abiotyczne	400
Bezpośrednie działanie człowieka	500
Pożary	600
Zanieczyszczenia powietrza	700
Konkurencja i inne czynniki	800
(Badane, ale) Niezidentyfikowane	999

Dwa zera w kodzie czynnika sprawczego zastępuje się kodami z załączonego poniżej katalogu, dokładniej identyfikując (jeżeli to możliwe) dany czynnik.

Lista kodów określających klasę czynnika sprawczego:

<i>Czynnik</i>	<i>Kod</i>	<i>Klasa czynnika</i>	<i>Kod</i>	<i>Uwagi (gatunek)*</i>
KREGOWCE	100	jeleniowate	110	
		dziki	120	
		gryznie	130	
		ptaki	140	
		zwierzęta domowe	150	

		inne kręgowce	190	
--	--	---------------	-----	--

*wpisuje się w formularzu nazwę gatunkową w języku łacińskim lub polskim, jeżeli jest możliwe jej poprawne określenie

<i>Czynnik</i>	<i>Kod</i>	<i>Klasa czynnika</i>	<i>Kod</i>	<i>Uwagi (gatunek owada)*</i>
O W A D Y	200	liściożerne	210	
		uszkodzające pień, gałęzie, pędy	220	
		uszkodzające pączki	230	
		uszkodzające kwiatostany, owoce	240	
		owady ssące	250	
		owady minujące	260	
		galasówki	270	
		inne owady	290	

* wpisuje się w formularzu nazwę gatunkową owada w języku łacińskim lub polskim, jeżeli jest możliwe jej poprawne określenie

<i>Czynnik</i>	<i>Kod</i>	<i>Klasa czynnika</i>	<i>Kod</i>	<i>Uwagi (gatunek grzyba)*</i>
G R Z Y B Y	300	osutki i rdze	301	
		rdze pędów i pni	302	
		więdnienie	303	
		Rozkład drewna i zgnilizna korzeni	304	
		plamiastość liści	305	
		antraknozy	306	
		mączniaki	307	
		więdnienie naczyniowe	308	
		zamieranie i rakowacenie	309	
		deformacje	310	
		inne grzyby	390	

* wpisuje się w formularzu nazwę gatunkową grzyba w języku łacińskim lub polskim, jeżeli jest możliwe jej poprawne określenie

<i>Czynnik</i>	<i>Kod</i>	<i>Klasa czynnika</i>	<i>Kod</i>	<i>Typ czynnika</i>	<i>Kod</i>
A B I O T Y C Z N E	400	czynniki chemiczne	410	zakłócenia pokarmowe – deficyt biogenów	411
		czynniki fizyczne	420	lawiny	421
				susza	422
				zalewy	423
				mróz	424
				szron, sadź	425
				oparzenia słoneczne	426
				pioruny	427
				osunięcia terenu	429
				śnieg, lód	430
				wiatry	431
				uszkodzenia zimowe	432
		płytkość, uboga gleba	433		
inne czynniki abiotyczne	490				

<i>Czynnik</i>	<i>Kod</i>	<i>Klasa czynnika</i>	<i>Kod</i>	<i>Typ czynnika</i>	<i>Kod</i>
B E Z P O S R E D N I E O D D	500	obiekty białe	510		
		niewłaściwe techniki sadzenia	520		

		konserwacja terenu	530		
		zabiegi hodowlane lub pozyskanie	540	zranienia	541
				podkrzesywanie	542
				pozyskanie żywicy	543
				zdzieranie kory	544
				operacje hodowlane	545
		mechaniczne uszkodzenia przez pojazdy	550		
		budowa dróg	560		
		ubicie gleby	570		
		niewłaściwe użycie środków chemicznych	580	pestycydy	581
				sól do odsalania	582
		inne bezpośrednie działanie człowieka	590		

<i>Czynnik</i>	<i>Kod</i>
POŻARY	790

<i>Czynnik</i>	<i>Kod</i>	<i>Klasa czynnika</i>	<i>Kod</i>
ZANIECZY- SZCZENIA POWIETRZA	700	SO ₂	701
		H ₂ S	702
		O ₃	703
		PAN	704
		F	705
		HF	706
		Inne	790

<i>Czynnik</i>	<i>Kod</i>	<i>Klasa czynnika</i>	<i>Kod</i>	<i>Uwagi (gatunek)*</i>
KONKURENCJA I INNE CZYNNIKI	800	parazyty, epifity	810	
		bakterie	820	
		wirusy	830	
		nicienie	840	
		konkurencja	850	
		mutacje	860	
		inne (znane przyczyny, ale niewskazane na liście)	890	

*wpisuje się w formularzu nazwę gatunkową w języku łacińskim lub polskim, jeżeli jest możliwe jej poprawne określenie

Rozmiar uszkodzenia:

<i>Klasa [%]</i>	<i>Opis</i>	<i>Kod</i>
0	brak	0
1–10	nieznaczne	1
11–20	słabe	2
21–40	umiarkowane	3
41–60	silne	4
61–80	bardzo silne	5
81–99	ekstremalne	6
100	martwe drzewo	7

Metodyka i procedury oceny drzew próbnych na stałych powierzchniach obserwacyjnych monitoringu lasów zostały omówione na corocznym szkoleniu wykonawców,

poprzedzającym prace terenowe. Do lokalizacji powierzchni, identyfikacji drzew oraz rejestracji danych obserwacyjnych i pomiarowych wykorzystano tablety SAMSUNG S2 TAB, pracujące w systemie Android, stosując do tego celu specjalne oprogramowanie: AutoMapa XL oraz mLas Inżynier Pro z zainstalowaną dodatkową warstwą punktową, pokazującą lokalizację poszczególnych powierzchni. Wykorzystywano również aplikację „Monitoring”, dedykowaną do identyfikacji drzew na SPO oraz rejestracji danych obserwacyjnych i pomiarowych, w tym danych obrazowych (zdjęcia powierzchni i stwierdzonych uszkodzeń). Oprogramowanie to obejmowało również uproszczony klucz do oznaczania symptomów i przyczyn uszkodzeń drzew oraz zdjęcia przykładowych uszkodzeń i ich sprawców. Po zakończeniu prac terenowych zapisane na urządzeniach mobilnych wyniki wykonanych obserwacji i pomiarów zostały skopiowane do Bazy Danych Monitoringu Lasów. Przebieg prac terenowych podlegał wewnętrznej kontroli, polegającej na powtórnym wykonaniu pełnej oceny drzew próbnych na około 5% SPO. Odnotowane różnice dotyczyły zarówno zawyżania, jak i zaniżania poziomu defoliacji w porównaniu do oceny grupy kontrolnej. Stwierdzony przeciętny poziom tych różnic w roku 2023 wynosił 1,2 punktu procentowego. Wyniki kontroli wykorzystywane są przy wyborze wykonawców terenowych oraz do doskonalenia metod ich corocznego szkolenia.

Do oceny stanu zdrowotnego drzewostanów na SPO I i II rzędu stosowano taką samą metodykę.

2.2. Ocena roślinności runa leśnego i odnowień naturalnych na stałych powierzchniach obserwacyjnych II rzędu

Badania fitosocjologiczne prowadzono w 2023 roku na 148 SPO II rzędu (również na powierzchniach pozbawionych drzewostanu) wg poniżej podanych zasad, zgodnie z obowiązującą w europejskim monitoringu lasów metodyką ICP Forests.

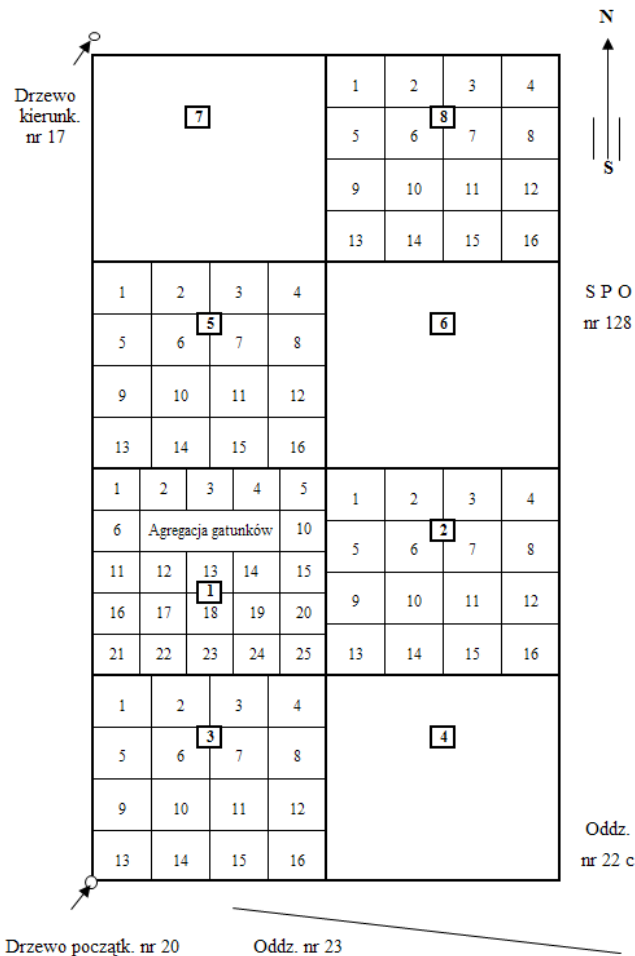
Zakładanie (odnawianie) powierzchni próbnych

1. Powierzchnie monitoringu szaty roślinnej zbiorowisk leśnych są położone na stałych powierzchniach obserwacyjnych II rzędu w drzewostanach iglastych – sosnowych i świerkowych oraz liściastych – dębowych i bukowych. Stałą powierzchnię obserwacyjną szaty roślinnej stanowi prostokąt o powierzchni 800 m² i wymiarach 20x40 m, podzielony na osiem kwadratów o wymiarach 10x10 m każdy (fot. 2.1, ryc. 2.2). Wyznaczona jest ona w dowolnym miejscu stałej powierzchni obserwacyjnej, charakteryzującym się niezniszczonym runem, przeciętnym drzewostanem oraz przeciętnym zadrzewieniem. Musi być jak najbardziej reprezentatywna dla całego wydzielenia drzewostanowego.

2. Pierwszym etapem jest sprawdzenie powierzchni po monitoringu wykonanym w 2019 roku. Znalezienie drzewa kierunkowego i początkowego, określenie położenia powierzchni względem kierunków świata, sprawdzenie wcześniej wbitych palików bądź wbicie nowych. W przypadku braku śladów po poprzedniej inwentaryzacji, zostaje założona nowa powierzchnia w reprezentatywnym miejscu dla całej SPO II rzędu, z zachowaniem następujących zasad:
- a) spośród drzew trwale zanumerowanych na powierzchni SPO II rzędu wybiera się dwa drzewa, jedno z tych drzew wyznacza wierzchołek prostokąta, drugie (w zasadzie) kierunek północny do drugiego wierzchołka prostokąta,
 - b) u podnóża pierwszego (zanumerowanego) drzewa na korze zaznacza się trwałą, białą farbą pionową linię o długości 30 cm od ziemi. Linia ta wyznacza pierwszy wierzchołek prostokąta. W uzasadnionych przypadkach (np. bardzo nierówny pień) zamiast pionowej namalowanej linii można tuż przy pniu wkopać na stałe palik drewniany,
 - c) od namalowanej linii (lub wbitego palika) odmierza się za pomocą taśmy mierniczej odcinek 40 m w kierunku drugiego, wcześniej wybranego, zanumerowanego drzewa,
 - d) odmierzony 40-metrowy odcinek dzieli się na 4 równe części (10 m każdy), końce wyznaczonych 10-metrowych odcinków zaznacza się trwale wkopanymi palikami,
 - e) tak wyznaczony i oznakowany odcinek jest w zasadzie zachodnią krawędzią (bokiem) powierzchni,



Fot. 2.1. Powierzchnia do badań runa leśnego w drzewostanie sosnowym



Rycina 2.2. Szkic powierzchni monitoringu szaty roślinnej runa leśnego i odnowień naturalnych.

- f) od każdego wbitego na stałe palika przeprowadza się prostopadle odcinek o długości 20 m, każdy z wyznaczonych odcinków dzieli się na dwie części po 10 m, końce poszczególnych odcinków 10-metrowych oznacza się trwale za pomocą wbitych palików,
- g) w ten sposób powstaje 8 kwadratów o powierzchni 100 m^2 każdy, z których cztery oznaczone na szkicu numerami 1, 2, 3, 4 tworzą podstawową powierzchnię obserwacyjną runa, a kwadraty o numerach 2, 3, 5, 8 stanowią powierzchnię służącą do obserwacji odnowień naturalnych,
- h) kwadraty oznaczone na szkicu numerami 2, 3, 5, 8 należy podzielić na 16 kwadratów (pól) o boku 2,5 m każdy, kwadrat oznaczony na szkicu numerem 1 należy podzielić na 25 kwadratów o boku 2,0 m każdy. Rogi tak wyznaczonych małych kwadratów (pól) o boku 2,5 m oraz o boku 2,0 m należy na czas opisywania oznaczyć wbitymi w ziemię szpilkami.
3. Na powierzchni monitoringowej prowadzi się jedynie obserwacje i badania nieniszczące, tzn. nie pobiera się prób gleby, ściółki, roślin zielnych czy drzew.
 4. Po założeniu powierzchni wykonuje się podstawowy opis dokumentacyjny, na który składa się szkic położenia powierzchni monitoringu szaty roślinnej z numerami drzew kierunkowych (w obwódkach), pomiarami do punktów charakterystycznych, z numerem powierzchni SPO II rzędu oraz z numerami oddziałów i literami pododdziałów. W

dokumentacji zamieszcza się również fragment mapy drzewostanowej i siedlisk w skali 1 : 10 000 z powierzchnią monitoringową zaznaczoną w części centralnej.

Opis florystyczno-fitosocjologiczny

1. Opis florystyczno-fitosocjologiczny polega na wykonaniu zdjęcia fitosocjologicznego uzupełnionego pomiarem wysokości drzew.
2. Zdjęcie fitosocjologiczne wykonuje się na wyznaczonej powierzchni 400 m² (20 x 20 m) obejmującej kwadraty: 1, 2, 3 i 4 (patrz szkic powierzchni, rycina 1).
3. Najlepszą porą do wykonania zdjęcia fitosocjologicznego jest okres od połowy maja do końca sierpnia.
4. W opisie zdjęcia fitosocjologicznego umieszcza się następujące informacje:
 - a) nr powierzchni obserwacyjnej runa (przyjmuje się nr SPO II rzędu);
 - b) datę wykonania zdjęcia;
 - c) tymczasową nazwę zespołu wg ujęcia W. Matuszkiewicza i J.M. Matuszkiewicza; niedopuszczalne jest stosowanie innych lokalnych systemów syntaksonomicznych;
 - d) formy degeneracji (nie wypełnia się w terenie); wyróżnia się następujące formy degeneracji:
 - monotypizacja (forma degeneracji fitocenozy leśnej polegająca na ujednoceniu wiekowym i gatunkowym jej drzewostanu);
 - fruticetyzacja (forma degeneracji fitocenozy leśnej polegająca na masowym rozroście warstwy krzewów, np. masowym rozroście jeżyn lub malin pod drzewostanami sosnowymi na żyznych siedliskach);
 - cespityzacja (forma degeneracji fitocenozy leśnej polegająca na masowym rozroście traw w runie, np. trzcinnika piaskowego lub śmiałka darniowego pod drzewostanami sosnowymi);
 - juwenalizacja (forma degeneracji fitocenozy leśnej polegająca na utrzymywaniu zespołu roślinnego w młodym stadium rozwojowym, np. przez rytmiczne zręby zupełne i odnowienia);
 - neofityzacja (forma degeneracji fitocenozy leśnej polegająca na wnikaniu do niej i zadomawianiu się gatunków obcych geograficznie, np. czeremchy amerykańskiej, robinii akacjowej, klonu jesionolistnego, niecierpka drobnokwiatowego, dębu czerwonego i innych);
 - pinetyzacja (forma degeneracji fitocenozy leśnej polegająca na zjawiskach zachodzących pod wpływem uprawy drzewostanu gatunków iglastych (sosna, świerk) na siedliskach żyzniejszych niż odpowiadające im w naturze);
 - e) imię i nazwisko osoby wykonującej zdjęcie.
6. Zwarcie lub pokrycie poszczególnych warstw (A – drzew, z ewentualnym rozbiem na podwarstwy A1, A2, A3; B – krzewów; C – roślinności zielnej; D – mchów i porostów) oraz udział powierzchni nie pokrytej roślinnością należy podawać w procentach z dokładnością do 5%, a dla pokrycia powierzchni mniejszego niż 5% przyjmuje się znak +.

7. Średnią wysokość drzew w poszczególnych podwarstwach drzewostanu określa się na podstawie pomiaru 2-3 drzew każdego gatunku.
8. W zdjęciu fitosocjologicznym uwzględnia się wszystkie gatunki roślin naczyniowych, mszaki i porosty naziemne występujące na założonej powierzchni obserwacyjnej runa (zdjęcie ma wartość tylko wtedy, gdy spis gatunków jest kompletny).
9. W stosunku do roślin naczyniowych obowiązuje nazewnictwo gatunków według opracowania Mirka i in. (Mirek Z., Piękoś-Mirkowa H. Zając A, Zając M.). Krytyczna lista roślin naczyniowych Polski. Polish Botanical Studies, Guidebook Service 15.IB PAS Krakow, 1995). Nazwy mchów obowiązują z opracowania Ochyry i Szmajdy "An annotated list of Polish mosses". Frgm. Flor. Et Geobot.1978. W stosunku do porostów obowiązuje opracowanie Fołtynowicza "A preliminary check - list of Polish lichen forming and lichenicolous fungi". Uniwersytet Gdański 1991.
10. Ilościowość gatunków należy podawać w skali 12-to stopniowej, przedstawionej poniżej:

Stopień skali	pokrycie powierzchni zdjęcia w procentach
r	< 1
+	1 – 5
1	6 – 10
2	11 – 20
3	21 – 30
4	31 – 40
5	41 – 50
6	51 – 60
7	61 – 70
8	71 – 80
9	81 – 90
10	91 – 100

11. Poza ilościowością należy określić żywotność gatunków wskazującą na złe lub bardzo dobre warunki bytowania (dotyczy wyłącznie gatunków runa). W zdjęciu takie gatunki wyróżnia się dodatkowymi oznaczeniami w rubryce "żywotność": w przypadku bardzo bujnego rozwoju (wyjątkowo silnej żywotności) należy umieścić literę "b", natomiast w przypadku obniżonej żywotności (rośliny słabe, niższe niż zazwyczaj, nie kwitnące lub kwitnące i owocujące słabo) umieścić literę "s". Dla roślin o normalnym rozwoju nie podaje się żadnego oznaczenia.
12. Porosty występujące na martwym drewnie, na pniach i gałęziach drzew oraz na skałach i kamieniach zamieszcza się poniżej głównego spisu. Ich ilościowość określa się w stosunku do powierzchni dostępnego substratu, a nie całej powierzchni monitoringowej.

13. Po wykonaniu zdjęcia fitosocjologicznego na powierzchni monitoringowej runa wykonuje się spis uzupełniający, obejmujący dodatkowe gatunki występujące w najbliższym otoczeniu (do 5 m od granic powierzchni). Ich ilościowość podaje się w nawiasach, np. *Oxalis acetosella* (+).
14. Należy zebrać egzemplarze tych gatunków roślin, których w terenie nie udało się zidentyfikować, w celu oznaczenia w terminie późniejszym choć najlepiej tego samego dnia. Gdy nie jest to możliwe, należy przygotować egzemplarze zielnikowe w celu przesłania do specjalisty.
15. Mchy i porosty w sytuacjach wątpliwych obowiązkowo musi oznaczać specjalista.
16. Egzemplarze gatunków roślin do oznaczeń należy zbierać na zewnątrz powierzchni monitoringowej.
17. Zbierając rośliny do oznaczenia powinno się zbierać okazy dobrze rozwinięte, nie uszkodzone, w miarę możliwości małych rozmiarów oraz posiadające korzeń, łodygę, liście, kwiaty lub owoce. Należy unikać zbierania roślin zroszonych deszczem, gdyż schną powoli i łatwo czernieją. Takie okazy osuszamy przed włożeniem do bibuły lub gazety. Wybrane rośliny wykopujemy łopatką lub nożem wraz z korzeniami poza powierzchnią obserwacyjną (8 kwadratów). Z drzew i krzewów zbiera się kwitnące i owocujące gałązki z liśćmi. Siewki zbiera się w całości.
18. Zebrane okazy roślin naczyniowych konserwuje się przez zasuszenie w złożonych gazetach lub specjalnych bibułach. Rośliny wysokie zginamy w ten sposób, żeby zmieściły się na arkuszu. Każdy okaz (egzemplarz roślin) musi posiadać etykietę zawierającą następujące informacje:
 - datę zebrania,
 - nr powierzchni monitoringowej,
 - nazwę opisową (taką samą jak w terenowej, brudnopisowej wersji zdjęcia fitosocjologicznego) oraz ilościowość,
 - nazwisko i podpis osoby zbierającej.Ułożone w stos arkusze gazet (bibuły) umieszcza się w odpowiednich praskach (druciane siatki lub teczki z grubego kartonu) i związuje sznurkiem.
19. Mchy i porosty (całe, nie uszkodzone, ze wszystkimi częściami morfologicznymi) wraz z fragmentami podłoża (np. kora, martwe drewno) należy zbierać do torebek papierowych. W przypadku silnego wysuszenia porostów można je delikatnie skropić wodą, co zapobiega kruszeniu się. Każdą torebkę należy zaopatrzyć w etykietkę obejmującą następujące informacje:
 - datę zebrania,
 - nr powierzchni monitoringowej,

- nazwę opisową taką samą jak w terenowej, brudnopisowej wersji zdjęcia fitosocjologicznego) oraz ilościowość,
- rodzaj podłoża, na którym występuje zebrany porost.
- nazwisko i podpis osoby zbierającej

20. Zebrane rośliny zielne oraz mchy i porosty należy jak najszybciej przekazać do oznaczenia na adres osoby uzgodnionej z Instytutem Badawczym Leśnictwa.

Ilościowa ocena występowania porostów na korze drzew

1. Drzewa do obserwacji porostów wybiera się:

- a) w drzewostanach jednogatunkowych - 3 żywe drzewa o nieuszkodzonej korze,
- b) w drzewostanach wielogatunkowych - 3 drzewa z gatunku panującego oraz po jednym drzewie z gatunków domieszkowych (występujących w składzie). W obu przypadkach drzewa mogą być zróżnicowane pod względem wieku, wysokości, pierśnicy i pozycji biosocjalnej. W przypadku obumarcia wybranego drzewa należy je pozostawić w serii pomiarowej, z zaznaczeniem w protokole obserwacyjnym.

2. Wybrane drzewa należy trwale oznakować farbą, nadając im kolejne duże litery alfabetu A, B, C itd. Drzewa te należy wybierać z pominięciem drzew dotychczas zanumerowanych.

3. Na wybranych drzewach, na wysokości 170 cm od ziemi wbija się na stałe dwa bolce z twardego plastiku (uwaga! nie wolno stosować gwoździ ani bolców metalowych). Odległość pozioma między bolcami wynosi 15 cm.

4. Do ilościowej oceny porostów na pniach służy ramka zawieszana (tylko na czas pomiaru) na wyznaczonych drzewach (fot.2.2). Ramka ma być wykonana z białego elastycznego tworzywa. Pole obserwacyjne ramki ma wymiary 20 cm (poziomo) na 30 cm (pionowo).

5. Ocena polega na określeniu z dokładnością do 5% powierzchni kory zajętej przez porosty w obrębie pola obserwacyjnego ramki. Ponadto określa się również gatunek dominujący oraz ogólną liczbę gatunków porostów w obrębie pola obserwacyjnego.

6. Ogólną liczbę gatunków przedstawia się za pomocą następującej skali uproszczonej:

- 1 = jeden gatunek;
- 2 = 2-5 gatunków;
- 3 = ponad 5 gatunków.

7. Ogólną liczbę gatunków przedstawia się za pomocą następującej skali uproszczonej:

- 1 = jeden gatunek;
- 2 = 2-5 gatunków;
- 3 = ponad 5 gatunków.

8. Wyniki oceny wpisuje się do specjalnego formularza.

9. Porosty do oznaczenia należy brać z tego samego drzewa, ale z miejsca poza ramką. Na etykietce należy zaznaczyć numer drzewa, z którego pobrano próbę.

10. Niezbędną dokumentację stanowią zdjęcia fotograficzne. Zdjęcia należy wykonywać z odległości nie większej niż 150 cm prostopadle do powierzchni objętej tak, aby w kadrze znalazła się cała ramka oraz fragmenty pnia powyżej i poniżej ramki.
11. Przed wykonaniem każdego zdjęcia w dolnej części ramki należy czytelnie napisać (najlepiej ścieralnym czarnym flamastrem): a) datę, b) nr powierzchni monitoringowej, c) nr drzewa.



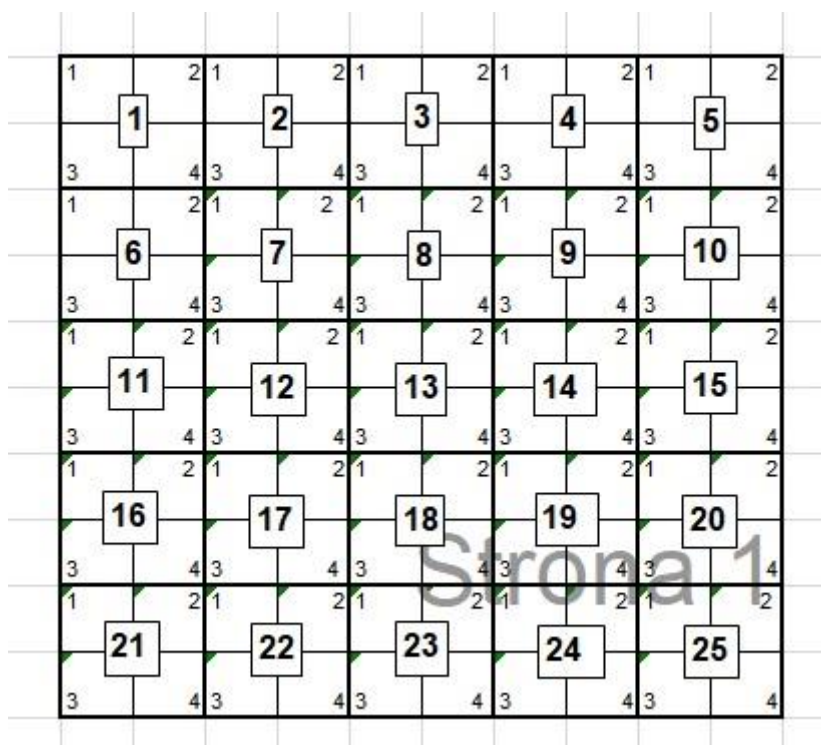
Fot. 2.2. Ramka do ilościowej oceny występowania porostów na korze drzew

Struktura pozioma runa

A. Wykonanie zdjęć fitosocjologicznych na kwadratach 2x2 m (ryc. 2.3)

1. Strukturę poziomą runa analizuje się na powierzchni 100 m² (podpowierzchnia nr 1, 10x10 m,) głównej powierzchni monitoringowej runa wielkości 400 m².
2. Lewy górny róg podpowierzchni jest jednocześnie lewym górnym rogiem powierzchni głównej. Granice podpowierzchni zostały trwale oznakowane wbitymi kołkami drewnianymi w trakcie wytyczania powierzchni głównej.
3. Oznakowaną podpowierzchnię dzieli się na 25 kwadratów wielkości 4 m² (2x2 m).

4. Podział przeprowadza się za pomocą szpilek metalowych (lub plastikowych), sznurka i taśmy mierniczej a każdym boku podpowierzchni wbija się szpilki co 2 m. Odpowiednie szpilki na przeciwległych bokach łączy się sznurkiem.



Rycina 2.3. Schemat podziału podpowierzchni 1 na 25 kwadratów 2 x 2 m oraz każdego z kwadratów na 4 mniejsze kwadraty o boku 1 m

5. Kwadraty numeruje się następująco: kwadrat w lewym górnym rogu otrzymuje nr 1, kolejny w prawo - numer 2 aż do 5, pierwszy z lewej w następnym rzędzie - nr 6, ostatni w prawym dolnym rogu - nr 25 (patrz rycina 1, szkic powierzchni).
6. Dla każdego z kwadratów wykonuje się "mini" zdjęcie fitosocjologiczne, uwzględniając krzewy, rośliny runa i warstwę mchów i porostów (natomiast bez uwzględnienia gatunków drzewostanu).
7. W przypadku wystąpienia gatunków nieznanych (nie oznaczonych w terenie) wpisuje się nazwę opisową, tymczasową, taką samą jak w podstawowym zdjęciu fitosocjologicznym i na (ewentualnym) arkuszu zielnikowym do oznaczenia.
8. Ponadto określa się następujące informacje: a) datę opisu, b) informacje o wykonawcy, c) procent powierzchni kwadratu zajęty przez pnie drzew, d) procent powierzchni kwadratu zajęty przez krzewy, e) procent powierzchni kwadratu zajęty przez rośliny runa, f) procent powierzchni kwadratu zajęty przez warstwę mchów, g) procent powierzchni nie pokryty roślinnością, h) czy kwadrat jest pod koroną drzewa (znak +) czy w luce między koronami (znak -). Następnie wpisuje się gatunki występujące w danym kwadracie. Stosuje się 12-to

stopniową skalę ilościowości (odniesioną do powierzchni: 1m²). Dodatkowo - w uwagach - można wpisać informację o bujności i żywotności gatunków, szczególnie w przypadku gdy odbiegają one od normy.

B. Agregacja form gatunków

1. Każdy z wytyczonych kwadratów o boku 2 m należy podzielić wizualnie na 4 kwadraty o boku 1 m w celu określenia na ich powierzchni agregacji form gatunków dominujących.

Agregację: form gatunków dokonuje się na podstawie obserwacji wizualnych i zaznacza się za pomocą kodów literowych. Kwadraty numeruje się następująco: kwadrat w lewym górnym rogu każdego kwadratu o boku 2 m otrzymuje nr 1, w prawym górnym rogu - numer 2, w lewym dolnym rogu - numer 3 i w prawym dolnym rogu - numer 4 (np. pełny zapis numeru kwadratu 1 m² w dolnym prawym rogu kwadratu 16 powinien być 16.4).

2. Przyjmuje się następujące kody dla poszczególnych form gatunków:

kod	forma gatunku .
A	brak roślin (powierzchnia bez roślin powyżej 95%)
B	mchy
C	porosty
D	trawiaste
E	dwuliścienne zielne
F	krzewinki
G	siewki drzew

3. W przypadku występowania w jednym kwadracie dwóch dominujących form (np. mchy i krzewinki) stosuje się podwójne oznaczenia (np. BF).

4. Wyróżnia się agregacje zwarte i luźne. Agregacje zwarte pokrywają ponad 50% powierzchni kwadratu. Oznacza się je literami dużymi/ Agregacje luźne pokrywają od 5 do 50% powierzchni kwadratu. Oznacza się je odpowiednimi małymi literami.

Ocena odnowienia naturalnego

1. Ocenę odnowień naturalnych drzewostanów dokonuje się na SPO II rzędu w drzewostanach sosnowych i świerkowych dębowych i bukowych.

2. Obserwację odnowienia naturalnego prowadzi się na kwadratach nr 2, 3, 5, 8. Kwadraty te podzielona są na 16 poletek o wymiarach 2,5x2,5 m. Poletka oznaczone są kolejnymi numerami od 1 do 16 poczynając od górnego lewego rogu do prawego dolnego rogu, zaczynając numerację każdego rzędu od lewej strony. Numer poletka składa się z pierwszej cyfry oznaczającej numer kwadratu i dwu kolejnych cyfr oznaczającej numer poletka np. 312 lub 802.

a) Ocena liczebności występowania nalotu i podrostu

- odnowienie naturalne dzieli się na nalot, młodszy podrost, starszy podrost,
- nalot stanowią drzewka do 0,5 m wysokości, młodszy podrost stanowią drzewka od 0,5 m do 1,3 m wysokości, starszy podrost stanowią drzewka o wysokości ponad 1,3 m do grubości piersnicy 7 cm,
- w grupie drzewek do 1,3 m wysokości należy wyróżnić w odrębnej kategorii podsadzenia,
- ocenę liczebności i strukturę powierzchniową rozkładu przeprowadza się indywidualnie na każdym poletku w czterech wyznaczonych uprzednio kwadratach, .
- na każdym poletku określa się ilościowość nalotu w skali 12-to stopniowej, oddzielnie dla każdego występującego gatunku drzewa wg poniższej skali:

Stopień skali	pokrycie terenu w procentach
r	< 1
+	1 – 5
1	6 – 10
2	11 – 20
3	21 – 30
4	31 – 40
5	41 – 50
6	51 – 60
7	61 – 70
8	71 – 80
9	81 – 90
10	91 – 100

- dla każdego poletka podaje się liczbę drzewek podrostu młodszego i starszego, podsadzeń oraz drzew rosnących na poletku wg gatunku w

b) ocena zakresu wiekowego i żywotności odnowień naturalnych

- na każdym poletku określamy średni wiek nalotu oraz młodszego i starszego podrostu z 10-ciu losowo wybranych drzewek. W przypadku gatunków iglastych wiek określamy licząc okółki i dodając 2 lata dla odnowienia sosnowego i 3 lata dla odnowienia świerkowego. Wiek drzewek gatunków liściastych określamy szacunkowo.
- klasę żywotności nalotu, podrostu i podsadzeń określamy na podstawie cech wzrokowych takich jak pokrój korony, jej długość, barwa igliwia oraz stosunek długości pędu głównego do długości pędów bocznych. Podobne cechy wykorzystuje się przy ocenie żywotności drzewek liściastych;
- wyróżnia się cztery klasy żywotności:
 - 1 klasa żywotności - drzewka bujnie rosnące o pędzie głównym co najmniej tak długim jak pędy boczne;
 - 2 klasa żywotności - drzewka normalnie rozwinięte o pędzie głównym wynoszącym od $\frac{1}{2}$ do $\frac{1}{4}$ długości pędu bocznego;
 - 3 klasa żywotności - drzewka osłabione o pędzie głównym wynoszącym $\frac{1}{4}$ do $\frac{1}{2}$ długości pędu bocznego; ,

4 klasa żywotności - drzewka zamierające, zahamowane we wzroście, o pędzie głównym wynoszącym do ¼ długości pędów bocznych. Do tej klasy zalicza się drzewka pozbawione przyrostu na wysokość oraz bez pędu głównego zniszczonego w wyniku uszkodzeń mechanicznych.

- klasę żywotności określa się dla nalotu jako średnią określoną na 10-ciu losowo wybranych drzewkach zaokrąglając wartość klasy do jednej dziesiątej,
- klasę żywotności dla młodszego i starszego podrostu oraz podsadzeń określa się w taki sam sposób. Jeżeli liczba drzewek jest mniejsza od 10-ciu w poletku, średnią klasę żywotności określa się na podstawie oceny wszystkich rosnących drzewek

c) opis parametrów drzewostanu. Na każdym poletku określa się liczbę drzew każdego gatunku o pierśnicy powyżej 7 cm. Dla każdego poletka oddzielnie określa się pokrycie (rzut koron na powierzchnię), dla całego kwadratu określa się zwarcie drzewostanu w procentach z dokładnością do 10%.

d) typ pokrywy gleby określa się jak w instrukcji urządzania lasu to jest:

- 1 - naga
- 2 - ściółka
- 3 - zazieleniona
- 4 - mszysta
- 5 - zadarniona
- 6 - silnie zadarniona
- 7 - zdziczała

Wyniki badań z wypełnionymi formularzami oraz odbitkami fotograficznymi dla każdej powierzchni monitoringu należy włożyć do teczki tekturowej z następującą etykietką:

Oddział:

RDLP:

N-ctwo:

Obręb:

Oddział i pododdział:

Nr powierzchni SPO:

2.3. Monitoring parametrów meteorologicznych i chemizmu środowiska leśnego na stałych powierzchniach obserwacyjnych monitoringu intensywnego

W 2023 r. na 12 SPO MI (monitoringu intensywnego) położonych w nadleśnictwach: Gdańsk, Suwałki, Strzałowo, Krucz, Białowieża, Łąck, Chojnów, Krotoszyn, Zawadzkie, Szklarska Poręba, Bircza i Piwniczna, kontynuowano pomiary parametrów meteorologicznych, jakości powietrza (SO₂, NO₂ metodą pasywną), depozytu zanieczyszczeń na otwartej przestrzeni, pod okapem drzewostanów (w drzewostanach bukowych również spływu po pniu) oraz chemizmu roztworów glebowych.

Monitoring meteorologiczny obejmował pomiary w pobliżu 12 SPO MI (monitoringu intensywnego) następujących parametrów: temperatury powietrza [°C] na wysokości 2 m i 0,5

m oraz przy gruncie (na wysokości 5 cm), temperatury gleby [°C] na głębokości 5 cm, 10 cm, 20 cm i 50 cm, wilgotności względnej powietrza [%] na wysokości 2 m, wilgotności gleby [dm³/m³] (z wyłączeniem stacji w Białowieży, Krotoszynie i Zawadzkiem), promieniowania całkowitego [W/m²], prędkości wiatru [m/s], kierunku wiatru [°] oraz opadu atmosferycznego [mm]. Pomiary były wykonywane przy wykorzystaniu automatycznych stacji meteorologicznych w cyklu ciągłym.

Na każdej z 12 SPO MI, w miejscu instalacji stacji meteorologicznych, na otwartej przestrzeni, zlokalizowano punkty pomiarowe koncentracji w powietrzu zanieczyszczeń gazowych oraz depozytu jonów zawartych w opadzie atmosferycznym. Punkty te zlokalizowane są na terenach leśnych, ale w miejscach oddalonych od ściany lasu o co najmniej 50 m. Maksymalna odległość punktu od powierzchni, do której punkt jest przypisany, w zasadzie nie przekracza 4 km.

Wyposażenie punktów pomiaru **zanieczyszczeń gazowych SO₂ i NO₂** stanowią 3 zmodyfikowane pasywne próbki Amaya-Krochmala umieszczone około 2,0 m nad powierzchnią gruntu, wymieniane po okresie ekspozycji wynoszącym 30 ± 3 dni, w ostatnim lub w pierwszym dniu każdego miesiąca, przez przeszkolone osoby. Określenie stężenia NO₂ i SO₂ [µg m⁻³] następuje po dostarczeniu próbników do laboratorium, metodą chromatografii jonowej.

Pomiary **chemizmu wód opadowych na otwartej przestrzeni** wykonuje się w okresie letnim z wykorzystaniem 3 kolektorów o pojemności 5 litrów wyposażonych w lejek z sitkiem o średnicy 15 cm, umieszczonych w specjalnych osłonach chroniących przed nagrzewaniem i dostępem światła słonecznego na wysokości około 2,0 m nad gruntem. W okresie zimowym do pozyskiwania próbek stosowane są otwarte pojemniki plastikowe o pojemności 10 litrów i średnicy 25 cm. Punkty poboru próbek opadów zlokalizowane są w punktach pomiaru zanieczyszczeń gazowych w powietrzu. Zarówno w okresie zimowym, jak i letnim kolektory wymieniane są co miesiąc. Po przewiezieniu do laboratorium próbki opadów podlegały analizom fizyko-chemicznym polegającym na określeniu ich objętości, oraz następujących parametrów:

- koncentracji kationów: Ca²⁺, Mg²⁺, K⁺, Na⁺, Al³⁺, Fe²⁺, Mn²⁺, [mg*l⁻¹] – metodą emisyjnej spektrometrii atomowej ICP-OES;
- koncentracji jonów: NO³⁻, SO^{4 2-}, Cl⁻, NH⁴⁺, PO^{4 3-} [mg*l⁻¹] – metodą chromatografii jonowej;
- pH opadów atmosferycznych – metodą potencjometryczną;
- zasadowość w próbkach o pH ≥ 5 – metodą miareczkowania potencjometrycznego;

- przewodność elektryczną właściwą – metodą konduktometryczną;
- koncentracje metali ciężkich Pb, Cu, Zn, Cd - ICP – metodą emisyjnej spektrometrii atomowej ICP-OES;
- stężenie RWO – metodą spektrofotometrii w zakresie podczerwieni IR;
- stężenie azotu związanego – metodą chemiluminescencji.

Pomiary **chemizmu wód opadowych pod okapem drzewostanu** wykonuje się na wszystkich 12 SPO MI. Ponadto na 2 SPO MI w drzewostanach bukowych (nadleśnictwa Bircza i Gdańsk) dodatkowo wykonuje się pomiary **splywu po pniu**. Próbki opadów podkoronowych pobierane są na każdej powierzchni w okresie letnim (opad deszczu, temp $>0^{\circ}\text{C}$) do 25 pojemników równomiernie rozmieszczonych na powierzchni na wysokości 1 m nad poziomem gruntu. W okresie letnim analizy chemiczne wykonywane są dla próbek wody łączonych z 5 kolektorów, a w okresie zimowym (opady śniegu) dla próbek z 6 pojedynczych chwytników (wiader na śnieg). W okresie letnim analizom poddawane są również próbki wody spływającej po pniach 6 buków, na każdej z powierzchni z tym gatunkiem drzewa. Pobór wszystkich prób i analizy chemiczne wykonywane są w cyklu miesięcznym, w identycznym zakresie i z wykorzystaniem tych samych metod, jak w przypadku opadów na otwartej przestrzeni.



Fot. 2.3. Kolektory podokapowe do pomiaru depozytu mokrego zainstalowane na powierzchni monitoringu intensywnego nr 326 w Nadleśnictwie Łąck (drzewostan dębowy)

Na 12 SPO MI pobierane były również próbki **roztworów glebowych**. Do tego celu wykorzystane zostało się na każdej powierzchni 20 lizymetrów – po 10 umieszczonych w gruncie na głębokości około 25 cm i 50 cm. W laboratorium łączy się próbki z 5 lizymetrów i analizuje po dwie próbki z każdej głębokości. Do pobierania próbek stosuje się lizymetry teflonowo-kwarcowe (firmy PRENART) połączone z 2-litrowymi butlami PE za pomocą rurek teflonowych. Butle gromadzące wodę z lizymetrów zamknięto w pojemnikach z tworzywa, zakopanych równo z powierzchnią gleby. W butlach jeden raz w miesiącu (pod koniec każdego miesiąca), co najmniej na trzy doby przed pobraniem próbek, wykonuje się podciśnienie o wartości ok. 700 milibarów (ok. 0,7 atm). Pobór roztworów glebowych i analizy chemiczne wykonywane były w cyklu miesięcznym, w identycznym zakresie i z wykorzystaniem tych samych metod, jak w przypadku opadów na otwartej przestrzeni i opadów podkoronowych.

Nadzór nad prawidłowym funkcjonowaniem sieci powierzchni i punktów pomiarowych, zabezpieczenie oprzyrządowania dla zapewnienia ciągłości obserwacji, gromadzenie w bazie i przetwarzanie danych uzyskanych na SPO I i II rzędu oraz na powierzchniach monitoringu intensywnego należy do zadań Zakładu Zarządzania Zasobami Leśnymi IBL. Wszystkie analizy chemiczne pozyskanych próbek opadów na otwartej przestrzeni, pod okapem drzewostanów i roztworów glebowych wykonane zostały w Laboratorium Chemii Środowiska Przyrodniczego IBL.

Prezentacja kartograficzna rozkładu przestrzennego poziomu defoliacji lasów na terenie Polski jest wykonywana metodą krigingu.

CZEŚĆ II. MONITORING LASÓW NA STAŁYCH POWIERZCHNIACH OBSERWACYJNYCH I RZĘDU

Liczba SPO I rzędu w układzie gatunku panującego na powierzchni, form własności lasu i jednostek terytorialnych przyrodniczych oraz administracyjnych w 2023 r.

W 2023 roku przeprowadzono obserwacje na 2071 SPO I rzędu (ryc. 3.1–3.2), oceniając łącznie 41 420 drzew próbnych. Większość powierzchni znajdowała się w lasach będących w zarządzie Lasów Państwowych (1402 pow.) oraz w lasach będących własnością osób fizycznych (535 pow.). Powierzchnie założone w lasach parków narodowych (37 pow.) oraz pozostałych kategorii własności (łącznie 97 pow.) reprezentowane były mniej licznie (tab. 3.1).

Liczba powierzchni w lasach wszystkich form własności zawierała się w przedziale: 1) w układzie krain przyrodniczo-leśnych: od 41 w Krainie Sudeckiej do 485 w Krainie Wielkopolsko-Pomorskiej, 2) w układzie rdLP: od 69 w RDLP w Pile do 192 w RDLP w Białymstoku, 3) w układzie województw: od 40 w województwie opolskim do 214 w województwie mazowieckim (tab. 3.1–3.3).

Liczba powierzchni w lasach będących w zarządzie Lasów Państwowych wahała się: 1) od 33 w Krainie Sudeckiej do 416 w Krainie Wielkopolsko-Pomorskiej, 2) od 30 w RDLP w Warszawie do 129 w RDLP w Szczecinie, 3) od 32 w województwie opolskim do 164 w województwie zachodniopomorskim (tab. 3.1–3.3).

Lasy będące własnością osób fizycznych reprezentowane były we wszystkich krainach przyrodniczo-leśnych (od 2 powierzchni w Krainie Sudeckiej do 170 w Krainie Mazowiecko-Podlaskiej), w szesnastu rdLP (od 4 powierzchni w RDLP w Pile i w RDLP w Szczecinie do 76 w RDLP w Lublinie, brak powierzchni tej kategorii własności w RDLP w Zielonej Górze) oraz w 15 województwach (od 4 powierzchni w woj. zachodniopomorskim i opolskim do 125 w woj. mazowieckim, brak powierzchni tej kategorii własności w woj. lubuskim) (tab. 3.1–3.3).

W lasach parków narodowych powierzchnie monitoringowe zlokalizowane były w siedmiu krainach przyrodniczo-leśnych (od jednej powierzchni w Krainie Sudeckiej do czternastu w Krainie Karpackiej, brak powierzchni tej kategorii w Krainie Śląskiej), w jedenastu rdLP (od jednej powierzchni w rdLP w Katowicach, Szczecinku, Wrocławiu i Radomiu do 9 w RDLP w Krośnie, brak powierzchni tej kategorii własności w rdLP w Łodzi,

Olsztynie, Pile, Toruniu, Zielonej Górze i Gdańsku) oraz w jedenastu województwach (od jednej powierzchni w województwach: dolnośląskim, lubuskim, pomorskim i świętokrzyskim do dziewięciu w województwie podkarpackim, brak powierzchni tej kategorii własności w województwach: kujawsko-pomorskim, łódzkim, opolskim, śląskim i warmińsko-mazurskim) (tab. 3.2–3.3).

Liczby powierzchni w lasach wszystkich form własności oraz w lasach będących w zarządzie Lasów Państwowych, według gatunku panującego w drzewostanie, wynosiły odpowiednio: dla powierzchni z dominacją sosny – 1221 i 860, świerka – 81 i 55, jodły – 50 i 34, innych iglastych – 23 i 17, buka – 80 i 60, dębu – 151 i 119, brzozy – 193 i 117, olszy – 158 i 86 oraz innych liściastych – 114 i 54 (tab. 3.4).

Wśród powierzchni w zarządzie Lasów Państwowych powierzchnie sosnowe i brzozowe są reprezentowane we wszystkich rdLP; powierzchnie dębowe i olszowe występują w szesnastu rdLP; powierzchnie, na których panuje gatunek z kategorii ‘inne liściaste’ – w piętnastu rdLP; powierzchnie świerkowe i bukowe – w jedenastu rdLP; powierzchnie z gatunkiem panującym z kategorii ‘inne iglaste’ – w siedmiu rdLP, powierzchnie jodłowe – tylko w pięciu rdLP, (tab. 3.5).

Liczby powierzchni, wg gatunków drzew dominujących w drzewostanie, w układzie krain przyrodniczo-leśnych oraz w układzie województw przedstawiono w tabelach 3.6 i 3.7. Powierzchnie sosnowe, dębowe, brzozowe, olszowe oraz z gatunkiem panującym z kategorii ‘inne liściaste’ są reprezentowane we wszystkich krainach i we wszystkich województwach. Powierzchnie świerkowe występują we wszystkich krainach i w jedenastu województwach. Powierzchnie jodłowe występują w dwóch krainach i w pięciu województwach. Powierzchnie, na których panuje gatunek z kategorii ‘inne iglaste’, występują w pięciu krainach i w jedenastu województwach. Powierzchnie bukowe występują w pięciu krainach oraz w dwunastu województwach.

Liczby powierzchni wg gatunków drzew dominujących w drzewostanie w układzie parków narodowych prezentuje tabela 3.8. Wśród powierzchni iglastych: sosnowe znajdowały się w ośmiu parkach, świerkowe – w czterech parkach, jodłowe – w trzech parkach, z gatunkiem panującym z kategorii ‘inne iglaste’ – tylko w jednym parku. Wśród powierzchni liściastych: olszowe występowały w pięciu parkach, bukowe – w czterech parkach, brzozowe – w dwóch parkach, z gatunkiem panującym z kategorii ‘inne liściaste’ – tylko w jednym parku, powierzchni dębowych – brak.

3. OCENA ZDROWOTNOŚCI MONITOROWANYCH GATUNKÓW DRZEW W 2023 R. – *Jadwiga Małachowska, Paweł Lech, Grzegorz Zajączkowski*

Parametrami oceny kondycji zdrowotnej gatunków drzew są następujące charakterystyki: procentowy udział drzew zdrowych (klasa 0, defoliacja 0–10%), procentowy udział drzew z klas defoliacji 2 do 4 (defoliacja > 25% i drzewa martwe) oraz średnia defoliacja. Klasa ostrzegawcza (klasa 1, lekka defoliacja, od 11 do 25% defoliacji), będąca dopełnieniem dającym w sumie 100% drzew (po zsumowaniu klas 0, 1 i 2 do 4), w większości przypadków nie jest omawiana.

Wartości określane jako najmniejsze, małe, średnie, duże, największe (najniższe, niskie, średnie, wysokie, najwyższe) odnoszą się do zakresu wartości w obrębie omawianego gatunku lub grupy gatunków.

W podrozdziale 2.1 przedstawiono schemat tworzenia klas zdrowotności, które są kombinacją klas defoliacji oraz klas odbarwienia. Udziały drzew w utworzonych w ten sposób klasach nie wykazują większych różnic w porównaniu z klasami defoliacji, gdyż stosunkowo rzadko notuje się odbarwienie liści/igieł (tab. 3.10). W związku z tym, podstawą przedstawionej poniżej analizy kondycji zdrowotnej drzew były klasy defoliacji oraz średnia defoliacja, odbarwienie aparatu asymilacyjnego pominięto.

3.1. Zróżnicowanie zdrowotności monitorowanych gatunków ogółem w kraju

W 2023 roku średnia defoliacja wszystkich gatunków razem wynosiła 21,9%, iglastych razem – 22,1%, liściastych razem – 21,5% (tab. 3.9). Udział drzew zdrowych (do 10% defoliacji) gatunków razem wynosił 10,7%, udział drzew z klas defoliacji 2 do 4 (powyżej 25% defoliacji) – 16,5%. Gatunki liściaste charakteryzowały się większym udziałem drzew zdrowych (14,2%) oraz większym udziałem drzew o osłabionej kondycji (17,2%), niż gatunki iglaste (odpowiednio: 8,5% i 16,1%). Udział drzew w klasie ostrzegawczej (drzewa o defoliacji od 11 do 25%) wynosił: gatunków razem – 72,8%, gatunków iglastych – 75,4%, a gatunków liściastych – 68,6% (tab. 3.9).

Gatunki o niskiej średniej defoliacji (od 16,8% do 19,0%) to buk, olsza i jodła. Średnią wartość tego parametru (od 21,3% do 22,5%) wykazywały sosna, brzoza, gatunki zaliczane do grup ‘inne liściaste’ oraz ‘inne iglaste’. Wysoką wartością średniej defoliacji charakteryzowały się dąb (25,2%) i świerk (27,2%) (tab. 3.9, ryc. 3.3).

Podobną kolejność monitorowanych gatunków drzew uzyskano, porównując udział drzew w klasach defoliacji 2-4. Niskim udziałem takich drzew (od 6,2% do 11,1%)

charakteryzowały się buk, olsza i jodła, średni udział (od 15,0% do 18,0%) zanotowano u sosny, brzozy, w grupach gatunków 'inne liściaste' i 'inne iglaste' oraz wysoki – u dębu (29,7%) i świerka (33,6%) (tab. 3.9 i ryc. 3.3).

Porównanie udziału drzew zdrowych (klasa 0, do 10% defoliacji) szereguje gatunki następująco: najwyższy udział drzew w tej klasie (27,2%) odnotowano u buka, wysoki udział (od 21,8% do 21,1%) – u jodły, olszy oraz w grupie gatunków 'inne liściaste', średni udział (14,0%) – w grupie gatunków 'inne iglaste', niski udział – u sosny (8,0%) i brzozy (7,8%), bardzo niski udział – u dębu (3,8%) i świerka (3,3%) (tab. 3.9 i ryc. 3.3).

Kolejność gatunków od najzdrowszych do najmniej zdrowych (ustalona na podstawie analizy trzech parametrów określających zdrowotność: średniej defoliacji, udziału drzew zdrowych i udziału drzew w klasach defoliacji 2-4) jest następująca: buk << olsza, jodła < inne liściaste, inne iglaste < sosna, brzoza << dąb < świerk.

Gatunkiem o najlepszej kondycji zdrowotnej był buk, u którego występował najwyższy udział drzew zdrowych (27,2%), najniższy udział drzew w klasach defoliacji 2-4 (6,2%), średnia defoliacja (16,8%) była również najniższa. Dobrą kondycją charakteryzowały się olsza i jodła (odpowiednio: 21,1% i 21,8% drzew zdrowych, 8,9% i 11,1% drzew w klasach defoliacji 2-4, średnia defoliacja równa 18,8% i 19,0%). Kondycję na średnim poziomie zanotowano w grupie gatunków 'inne liściaste', 'inne iglaste', u sosny i u brzozy (odpowiednio: 21,1%, 14,0%, 8,0% i 7,8% drzew zdrowych, 18,0%, 15,7%, 15,0% i 16,4% drzew w klasach defoliacji 2-4, średnia defoliacja równa 21,3%, 21,7%, 21,9% i 22,5%). Osłabioną kondycją zdrowotną charakteryzował się dąb, najslabszą – świerk (odpowiednio: 3,8% i 3,3% drzew zdrowych, 29,7% i 33,6% drzew w klasach defoliacji 2-4, średnia defoliacja równa 25,2% i 27,2%) (tab. 3.9).

3.2. Zróżnicowanie zdrowotności monitorowanych gatunków w zależności od formy własności lasu

Porównanie stanu zdrowotności monitorowanych gatunków drzew (wiek powyżej 20 lat) wykonano w układzie czterech form własności: lasy w zarządzie Lasów Państwowych, lasy będące własnością osób fizycznych, lasy w parkach narodowych oraz lasy innych form własności razem (tab. 3.12, ryc. 3.4–3.8). Wartości określone jako najmniejsze, największe lub średnie (najwyższe, najniższe, średnie) odnoszą się do zakresu wartości w obrębie omawianego gatunku lub grupy gatunków.

Dąb w parkach narodowych, ze względu na małą liczebność próby (poniżej 30 drzew), został pominięty w przedstawionym poniżej omówieniu wyników.

Ogółem (gatunki łącznie) najlepszą kondycją charakteryzowały się drzewa na powierzchniach zlokalizowanych w lasach zarządzanych przez PGL Lasy Państwowe. Zanotowano tam 10,5% drzew zdrowych, najniższy udział drzew w klasach defoliacji 2-4 (15,5%) oraz najniższą średnią defoliację (21,6%). Słabszą kondycją, niewiele różniącą się od siebie, charakteryzowały się drzewa w lasach pozostałych form własności: udział drzew zdrowych zawierał się w przedziale od 10,9% do 13,6%, udział drzew w klasach 2-4 – w przedziale od 17,8% do 23,5%, a średnia defoliacja przyjmowała wartości od 22,4% do 23,0%.

Najsłabszą kondycją charakteryzowały się drzewa w lasach parków narodowych. Zarejestrowano tam 13,6% drzew zdrowych, najwięcej drzew w klasach defoliacji 2-4 (23,5%) oraz najwyższą średnią defoliację (23,0%).

Najzdrowsze **sosny** występowały na powierzchniach w lasach zarządzanych przez Lasy Państwowe (8,8% drzew zdrowych, 13,1% drzew w klasach defoliacji 2-4, śr. def. = 21,2%). Gorszą kondycją charakteryzowały się sosny w lasach 'innych własności' oraz w lasach będących własnością osób fizycznych (odpowiednio: 5,8% i 6,3% drzew zdrowych, 17,2% i 19,7% drzew w klasach defoliacji 2-4, 23,3% i 23,6% średniej defoliacji). Sosny o najslabszej kondycji zdrowotnej występowały w lasach parków narodowych. Zanotowano tam najniższy udział drzew zdrowych (5,0%), najwyższy udział drzew w klasach defoliacji 2-4 (28,3%) oraz najwyższą średnią defoliację (25,5%) w porównaniu z innymi własnościami.

Najzdrowsze **świerki**, podobnie jak w przypadku sosny, występowały na powierzchniach w lasach zarządzanych przez Lasy Państwowe. Było tam najwięcej drzew zdrowych (4,1%), udział drzew w klasach defoliacji 2-4 (26,8%) oraz średnia defoliacja (26,1%) były najniższe w zestawieniu. Gorszą kondycją charakteryzowały się świerki w lasach parków narodowych oraz w lasach będących własnością osób fizycznych (odpowiednio: 0,9% i 1,4% drzew zdrowych, 44,0% i 51,2% drzew w klasach defoliacji 2-4, 28,0% i 30,3% średniej defoliacji). Świerki o najslabszej kondycji zdrowotnej występowały w lasach 'innych własności'. Zanotowano tam 1,1% drzew zdrowych, najwyższy udział drzew w klasach defoliacji 2-4 (58,6%) oraz najwyższą średnią defoliację (32,0%) w porównaniu z innymi własnościami.

Najlepszą kondycją charakteryzowały się **jodły** w lasach 'innych własności'. Zarejestrowano tam najwyższy w zestawieniu udział drzew zdrowych (27,4%), najniższy udział drzew w klasach defoliacji 2-4 (4,8%), średnia defoliacja wynosiła 18,7%. Niewiele gorszą kondycję jodeł zanotowano w lasach zarządzanych przez Lasy Państwowe oraz w lasach będących własnością osób fizycznych (odpowiednio: 24,6% i 11,3% drzew zdrowych, 10,7% i

9,3% drzew w klasach defoliacji 2-4, 18,6% i 19,5% średniej defoliacji). Jodły o najslabszej kondycji występowały w lasach parków narodowych. Zanotowano tam 21,6% drzew zdrowych, najwyższy w zestawieniu udział drzew w klasach defoliacji 2-4 (35,3%) oraz najwyższą średnią defoliację (23,2%).

Buki o najlepszej kondycji zdrowotnej występowały na powierzchniach zlokalizowanych parkach narodowych. Zanotowano tam najwyższy w zestawieniu udział drzew zdrowych (35,3%), brak drzew w klasach defoliacji 2-4 oraz najniższą średnią defoliację (14,3%). Niewiele gorszą kondycją charakteryzowały się buki w lasach 'innych własności' (25,0% drzew zdrowych, brak drzew w klasach defoliacji 2-4, średnia defoliacja równa 15,1%). Buki w lasach państwowych i lasach prywatnych charakteryzowały się słabszą kondycją (odpowiednio: 26,9% i 23,5% drzew zdrowych, 7,0% i 8,0% drzew w klasach defoliacji 2-4, 17,1% i 17,7% średniej defoliacji).

Zdrowsze **dęby** występowały w lasach będących własnością osób fizycznych: zarejestrowano tam najwyższy w zestawieniu udział drzew zdrowych (6,1%), najniższy udział drzew w klasach defoliacji 2-4 (18,8%) oraz najniższą średnią defoliację (22,4%). Gorszą kondycją charakteryzowały się dęby w lasach państwowych, najgorszą – w lasach 'innych własności' (odpowiednio: 3,4% i 4,1% drzew zdrowych, 31,0% i 35,2% drzew w klasach defoliacji 2-4 oraz 25,5% i 26,6% średniej defoliacji). W parkach narodowych nie ma powierzchni badawczych z drzewostanem dębowym.

Brzozy o najslabszej kondycji zdrowotnej występowały w lasach parków narodowych. Zanotowano tam najniższy udział drzew zdrowych (2,2%), najwyższy udział drzew w klasach defoliacji 2-4 (37,0%) oraz najwyższą średnią defoliację (30,8%) w porównaniu z innymi własnościami. Kondycja drzew tego gatunku w lasach pozostałych form własności nie wykazywała znaczących różnic: udział drzew zdrowych zawierał się w przedziale od 9,2% do 7,5%, udział drzew w klasach defoliacji 2-4 wynosił od 15,1% do 19,0%, średnia defoliacja przyjmowała wartości od 21,9% do 22,5%.

Najzdrowsze **olsze** występowały w lasach 'innych własności': zarejestrowano tam najwyższy w zestawieniu udział drzew zdrowych (29,7%), najniższy udział drzew w klasach defoliacji 2-4 (2,7%) oraz najniższą średnią defoliację (15,1%). Nieco słabszą kondycję drzew tej grupy gatunków zanotowano w lasach parków narodowych oraz w lasach prywatnych (odpowiednio: 17,9% i 26,4% drzew zdrowych, 3,6% i 8,2% drzew w klasach defoliacji 2-4, 17,1% i 17,9% średniej defoliacji). Najslabszą kondycją charakteryzowały się olsze w lasach

państwowych: (17,2% drzew zdrowych, 10,2% drzew w klasach defoliacji 2-4, średnia defoliacja równa 19,8%).

Kondycja zdrowotna drzew (gatunki razem) wg form własności w układzie krain przyrodniczo-leśnych

Udziały drzew w klasach defoliacji oraz średnią defoliację monitorowanych gatunków w układzie krain przyrodniczo-leśnych i form własności zamieszczono w tabeli 3.13 i na rycinie 3.9 (gatunki razem). Wartości określane jako najmniejsze, największe lub średnie (najwyższe, najniższe, średnie) odnoszą się do zakresu wartości w obrębie omawianej krainy.

Ogółem drzewa w lasach **Krainy Bałtyckiej** charakteryzowały się najlepszą kondycją zdrowotną w porównaniu z innymi krainami przyrodniczo-leśnymi. Drzewa w lasach państwowych oraz w lasach będących własnością osób fizycznych charakteryzowały się dobrą kondycją zdrowotną (odpowiednio: 11,8% i 14,8% drzew zdrowych, 11,2% i 7,6% drzew w klasach defoliacji 2-4, 20,3% i 19,7% średniej defoliacji). Gorszą kondycję drzew odnotowano w lasach kategorii 'inne własności' (14,4% drzew zdrowych, 25,0% drzew w klasach defoliacji 2-4, śr. def. = 23,4%). W najgorszej kondycji, w porównaniu z innymi formami własności, były drzewa w lasach parków narodowych (Słowińskiego PN i Wolińskiego PN łącznie), odnotowano tu najniższy udział drzew zdrowych (3,3%), udział drzew w klasach defoliacji 2-4 (43,3%) i średnia defoliacja (28,7%) były najwyższe. Kondycja drzew ocenionych w Słowińskim PN (powierzchnia brzoza z domieszką olszy) była znacznie lepsza, niż drzew ocenionych w Wolińskim PN (dwie powierzchnie sosnowe z domieszką dębu), średnia defoliacja w tych parkach wynosiła odpowiednio: 22,0% i 32,0% (por. podrozdział 3.4, tab. 3.17, ryc. 3.21).

W Krainie Bałtyckiej w lasach porównywanych form własności poszczególne grupy gatunków w liczbie co najmniej 30 drzew były reprezentowane następująco: sosna i brzoza – na powierzchniach trzech form własności (z wyjątkiem parków narodowych), buk i olsza na powierzchniach w lasach państwowych oraz w lasach prywatnych, świerk i dąb – jedynie na powierzchniach w lasach państwowych. Kondycja sosny była najlepsza w lasach państwowych, słabsza – w lasach prywatnych, a najslabsza – w lasach 'innych własności', średnia defoliacja wynosiła odpowiednio: 19,1%, 20,2% i 26,3%. Kondycja brzozy była najlepsza w lasach 'innych własności', słabsza – w lasach państwowych, a najslabsza – w lasach prywatnych, średnia defoliacja wynosiła odpowiednio: 16,5%, 21,1% i 24,5%. Kondycja buka była lepsza w lasach państwowych, a kondycja olszy w lasach prywatnych, średnia defoliacja wynosiła odpowiednio: 18,3% i 19,7% w przypadku buka oraz 17,3% i 20,5% w przypadku olszy.

Średnia defoliacja świerka i dębu w lasach państwowych wynosiła odpowiednio: 27,5% i 23,5%.

W **Krainie Mazursko-Podlaskiej** drzewa w lasach parków narodowych oraz w lasach kategorii 'inne własności' charakteryzowały się dobrą kondycją zdrowotną (odpowiednio: 18,0% i 17,8% drzew zdrowych, 7,2% i 6,4% drzew w klasach defoliacji 2-4, 19,2% i 19,3% średniej defoliacji). Gorszą kondycję drzew odnotowano w lasach będących własnością osób fizycznych (8,2% drzew zdrowych, 11,9% drzew w klasach defoliacji 2-4, śr. def. = 21,9%). W najgorszej kondycji zdrowotnej, w porównaniu z innymi formami własności, były drzewa w lasach państwowych (7,5% drzew zdrowych, 21,3% drzew w klasach defoliacji 2-4, śr. def. = 25,3%). W omawianej krainie zlokalizowane są trzy parki narodowe: Białowiecki, Wigierski i Biebrzański. Kondycja drzew w Białowieckim PN (powierzchnia olszowa) była znacznie lepsza, niż w Wigierskim PN (powierzchnia sosnowa) i Biebrzańskim PN (po jednej powierzchni sosnowej, świerkowej, olszowej i olszowo-brzozowej oraz dwie powierzchnie brzozowe), średnia defoliacja w tych parkach wynosiła odpowiednio: 18,3%, 28,0% i 26,0%.

W Krainie Mazursko-Podlaskiej w lasach porównywanych form własności poszczególne grupy gatunków w liczbie co najmniej 30 drzew były reprezentowane następująco: sosna i olsza – na powierzchniach czterech form własności, brzoza – na powierzchniach trzech form własności (z wyjątkiem kategorii 'inne własności'), świerk – na powierzchniach w lasach państwowych oraz w lasach prywatnych, dąb – jedynie na powierzchniach w lasach państwowych. Kondycja sosny była najlepsza w lasach prywatnych, słabsza – w lasach państwowych, a najslabsza – w lasach parków narodowych oraz w lasach 'innych własności', średnia defoliacja wynosiła odpowiednio: 21,5%, 23,5%, 25,4% i 25,4%. Kondycja olszy była najlepsza w lasach prywatnych, niewiele gorsza w lasach 'innych własności', słabsza – w lasach parków narodowych, a najslabsza – w lasach państwowych, średnia defoliacja wynosiła odpowiednio: 14,4%, 14,9%, 16,9%, 19,0%. Kondycja świerka była lepsza w lasach prywatnych niż w lasach państwowych (odpowiednio: 21,4% i 23,2% średniej defoliacji). Średnia defoliacja dębu w lasach państwowych wynosiła 21,0%.

W **Krainie Wielkopolsko-Pomorskiej** nie odnotowano znaczących różnic w kondycji zdrowotnej ocenianych drzew w zależności od formy własności lasów. Udział drzew zdrowych zawierał się w przedziale od 9,2% do 11,7%, udział drzew w klasach 2-4 – od 14,6% do 23,5%, a średnia defoliacja – od 21,3% do 23,8%. W tej krainie zlokalizowane są dwa parki narodowe: Drawieński PN (powierzchnia sosnowa) i Wielkopolski PN (powierzchnia sosnowa i

powierzchnia liściasta mieszana). Kondycja drzew w obu parkach była podobna, średnia defoliacja była jednakowa, wynosiła 23,8%.

W Krainie Wielkopolsko-Pomorskiej w lasach porównywanych form własności poszczególne grupy gatunków w liczbie co najmniej 30 drzew były reprezentowane następująco: sosna – na powierzchniach czterech form własności, olsza – na powierzchniach trzech form własności (z wyjątkiem parków narodowych), brzoza – na powierzchniach w lasach państwowych oraz w lasach prywatnych, świerk, buk i dąb – jedynie na powierzchniach w lasach państwowych. Sosna charakteryzowała się najslabszą kondycją w lasach parków narodowych (23,9% średniej defoliacji), w lasach pozostałych kategorii własności kondycja sosny nie wykazywała dużych różnic, średnia defoliacja przyjmowała wartości od 20,9% do 22,1%. Kondycja olszy była najlepsza w lasach ‘innych własności’, slabsza – w lasach państwowych, a najslabsza – w lasach prywatnych, średnia defoliacja wynosiła odpowiednio: 16,8%, 17,8% i 20,5%. Kondycja brzozy była lepsza w lasach państwowych niż w lasach prywatnych (odpowiednio: 22,2% i 24,6% średniej defoliacji). Średnia defoliacja buka, świerka i dębu w lasach państwowych wynosiła odpowiednio: 16,9%, 23,1% i 27,1%.

W **Krainie Mazowiecko-Podlaskiej** drzewa o najlepszej kondycji zdrowotnej występowały w lasach parków narodowych (Kampinoskim PN i Poleskim PN łącznie), było tam najwięcej drzew zdrowych (11,7%), udział drzew w klasach defoliacji 2-4 (14,6%) i średnia defoliacja (21,3%) były najniższe. Kondycja drzew w Poleskim PN (powierzchnia brzozowo-olszowa) była lepsza, niż w Kampinoskim PN (trzy powierzchnie sosnowe i jedna powierzchnia brzozowa), średnia defoliacja w tych parkach wynosiła odpowiednio: 18,8%, i 25,5%. W lasach pozostałych trzech kategorii własności kondycja zdrowotna drzew nie wykazywała dużych różnic. Udział drzew zdrowych zawierał się w przedziale od 4,0% do 7,8%, udział drzew w klasach 2-4 – od 19,0% do 23,0%, a średnia defoliacja – od 23,1% do 24,2%.

W Krainie Mazowiecko-Podlaskiej w lasach porównywanych form własności poszczególne grupy gatunków w liczbie co najmniej 30 drzew były reprezentowane następująco: sosna – na powierzchniach czterech form własności, dąb, brzoza i olsza – na powierzchniach w lasach państwowych oraz w lasach prywatnych. Kondycja sosny była lepsza w lasach ‘innych własności’ i w lasach państwowych, natomiast gorsza w lasach parków narodowych i w lasach prywatnych, średnia defoliacja nie wykazywała dużych różnic, wynosiła odpowiednio: 23,1%, 23,5%, 24,6% i 25,1%. Kondycja brzozy w lasach państwowych oraz w lasach prywatnych nie wykazywała znaczących różnic, średnia defoliacja wynosiła odpowiednio: 22,3% i 22,5%. Kondycja dębu i olszy była lepsza w lasach prywatnych, niż w

lasach państwowych, średnia defoliacja wynosiła odpowiednio: 21,9% i 24,3% w przypadku dębu oraz 17,3% i 20,2% w przypadku olszy.

Ogółem drzewa w lasach **Krainy Śląskiej** charakteryzowały się słabą kondycją zdrowotną w porównaniu z innymi krainami przyrodniczo-leśnymi. Najzdrowsze w tej krainie okazały się drzewa w lasach państwowych (8,7% drzew zdrowych, 22,6% drzew w klasach defoliacji 2-4, śr. def. = 23,7%). Średnią kondycją charakteryzowały się drzewa w lasach będących własnością osób fizycznych (3,0% drzew zdrowych, 27,5% drzew w klasach defoliacji 2-4, 25,8% średniej defoliacji). W najgorszej kondycji były drzewa w lasach kategorii 'inne własności', było tam 5,0% drzew zdrowych, udział drzew w klasach defoliacji 2-4 (40,0%) i średnia defoliacja (27,6%) były najwyższe w zestawieniu. W tej krainie parki narodowe nie występują.

W Krainie Śląskiej w lasach porównywanych form własności poszczególne grupy gatunków w liczbie co najmniej 30 drzew były reprezentowane następująco: sosna – na powierzchniach trzech form własności (z wyjątkiem parków narodowych), dąb – na powierzchniach w lasach państwowych oraz w lasach 'innych własności', świerk, buk, brzoza i olsza – jedynie na powierzchniach w lasach państwowych. Kondycja sosny była najlepsza w lasach państwowych, słabsza – w lasach prywatnych, a najslabsza – w lasach 'innych własności', średnia defoliacja wynosiła odpowiednio: 20,8%, 24,7% i 28,2%. Kondycja dębu była lepsza w lasach 'innych własności' niż w lasach państwowych (odpowiednio: 27,5% i 30,3% średniej defoliacji). Kondycja sosny była lepsza w lasach 'innych własności' i w lasach państwowych, natomiast gorsza w lasach parków narodowych i w lasach prywatnych, średnia defoliacja nie wykazywała dużych różnic, wynosiła odpowiednio: 23,1%, 23,5%, 24,6% i 25,1%. Kondycja brzozy w lasach państwowych oraz w lasach prywatnych nie wykazywała znaczących różnic, średnia defoliacja wynosiła odpowiednio: 22,3% i 22,5%. Kondycja dębu i olszy była lepsza w lasach prywatnych, niż w lasach państwowych, średnia defoliacja wynosiła odpowiednio: 21,9% i 24,3% w przypadku dębu oraz 17,3% i 20,2% w przypadku olszy. Średnia defoliacja olszy, buka, brzozy i świerka w lasach państwowych wynosiła odpowiednio: 20,1%, 22,1%, 26,9% i 29,4%.

W **Krainie Małopolskiej** najlepszą kondycją zdrowotną charakteryzowały się drzewa w lasach parków narodowych (Świątokrzyskim PN, Ojcowskim PN i Roztoczańskim PN łącznie). Średnio na powierzchnię zanotowano tam najwięcej drzew zdrowych (41,7%), najmniej drzew w klasach defoliacji 2-4 (11,7%) oraz najniższą średnią defoliację (16,3%) w porównaniu z innymi własnościami. W każdym z parków oceniono po jednej powierzchni,

odpowiednio: bukową, bukową z domieszką sosny i świerka oraz jodłowo-sosnową, średnia defoliacja wynosiła odpowiednio: 10,0%, 18,8% oraz 20,0%. Kondycja drzew w lasach trzech pozostałych form własności w tej krainie nie wykazywała znaczących różnic: udział drzew zdrowych zawierał się w przedziale od 9,3% do 14,1%, udział drzew w klasach defoliacji 2-4 zawierał się w przedziale od 17,2% do 18,3%, średnia defoliacja przyjmowała wartości od 21,7% do 22,6%.

W Krainie Małopolskiej w lasach porównywanych form własności poszczególne grupy gatunków w liczbie co najmniej 30 drzew były reprezentowane następująco: sosna, dąb i brzoza – na powierzchniach trzech form własności (z wyjątkiem parków narodowych), buk i olsza – na powierzchniach w lasach państwowych oraz w lasach prywatnych, świerk i jodła – jedynie na powierzchniach w lasach państwowych. Kondycja sosny była lepsza w lasach państwowych niż w lasach ‘innych własności’ oraz w lasach prywatnych, średnia defoliacja wynosiła odpowiednio: 21,0%, 22,5%, 23,4%. Kondycja dębu i brzozy była lepsza w lasach prywatnych, niż w lasach państwowych i lasach ‘innych własności’, średnia defoliacja wynosiła odpowiednio: 21,1%, 24,6%, 25,2% dla dębu oraz 19,8%, 23,9% i 23,2% dla brzozy. Kondycja buka i olszy była lepsza w lasach prywatnych, niż w lasach państwowych, średnia defoliacja wynosiła odpowiednio: 11,0%, 15,6% dla buka oraz 19,9% i 22,8% dla olszy. Średnia defoliacja jodły i świerka w lasach państwowych wynosiła odpowiednio: 20,4% i 35,7%.

Ogółem drzewa w lasach **Krainy Sudeckiej** charakteryzowały się najslabszą kondycją zdrowotną w porównaniu z innymi krainami przyrodniczo-leśnymi. Najzdrowsze w tej krainie okazały się drzewa w lasach parku narodowego (Karkonoskiego PN – jedna powierzchnia świerkowa), nie zanotowano tam drzew zdrowych, natomiast udział drzew w klasach defoliacji 2-4 (10,0%) oraz średnia defoliacja (22,0%) były najniższe w zestawieniu. Kondycja drzew w lasach trzech pozostałych form własności nie różniła się znacząco: udział drzew zdrowych zawierał się w przedziale od 2,5% do 6,6%, udział drzew w klasach defoliacji 2-4 zawierał się w przedziale od 25,0% do 29,8%, średnia defoliacja przyjmowała wartości od 23,8% do 24,2%.

W Krainie Sudeckiej w lasach porównywanych form własności poszczególne grupy gatunków w liczbie co najmniej 30 drzew były reprezentowane następująco: świerk – na powierzchniach w lasach państwowych oraz w lasach ‘innych własności’, buk, dąb i brzoza – jedynie na powierzchniach w lasach państwowych. Kondycja świerka była lepsza w lasach państwowych niż w lasach ‘innych własności’, średnia defoliacja wynosiła odpowiednio: 26,4% i 27,6%. Średnia defoliacja buka, dębu i brzozy w lasach państwowych wynosiła odpowiednio: 17,4%, 23,8% i 26,3%.

W **Krainie Karpackiej** najlepszą kondycją zdrowotną charakteryzowały się drzewa w lasach państwowych, zarejestrowano tam najwięcej drzew zdrowych (18,6%), udział drzew w klasach defoliacji 2-4 (6,7%) oraz średnia defoliacja (19,3) były najniższe. Słabszą kondycję drzew obserwowano w lasach parków narodowych (Bieszczadzkim PN, Magurskim PN, Gorczańskim PN, Babiogórskim PN i Tatrzańskim PN łącznie) oraz w lasach 'innych własności' (odpowiednio: 18,2% i 17,2% drzew zdrowych, 24,6% i 22,2% drzew w klasach defoliacji 2-4, 21,4% i 22,7% średniej defoliacji). W najgorszej kondycji były drzewa w lasach prywatnych: udział drzew zdrowych był najniższy (7,6%), udział drzew w klasach defoliacji 2-4 wynosił 22,5%, średnia defoliacja (23,7%) była najwyższa w porównaniu z innymi kategoriami własności w tej krainie. Również w tej krainie kondycja drzew na powierzchniach badawczych zlokalizowanych w poszczególnych parkach była różna, średnia defoliacja wynosiła odpowiednio: 16,1%, 16,9%, 20,8%, 31,0% i 33,5%. W Krainie Karpackiej w granicach parków narodowych znajduje się najwięcej powierzchni obserwacyjnych (14) w porównaniu z innymi krainami. Sześć powierzchni zlokalizowanych jest w Bieszczadzkim PN (cztery powierzchnie bukowe, jedna bukowo-jodłowa i jedna osikowo-brzozowa), po trzy powierzchnie – w Magurskim PN (modrzewiowa, jodłowo-bukowa i liściasta z przewagą buka) i Tatrzańskim PN (dwie powierzchnie świerkowe i jedna jodłowa) oraz po jednej powierzchni w Gorczańskim PN (powierzchnia bukowo-świerkowa) i Babiogórskim PN (powierzchnia świerkowa).

W Krainie Karpackiej w lasach porównywanych form własności poszczególne grupy gatunków w liczbie co najmniej 30 drzew były reprezentowane następująco: świerk, jodła i buk – na powierzchniach czterech form własności, sosna, dąb i olsza – na powierzchniach w lasach państwowych oraz w lasach prywatnych, brzoza – jedynie na powierzchniach w lasach państwowych. Kondycja świerka była najlepsza w lasach państwowych, słabsza – w lasach parków narodowych oraz w lasach prywatnych, a najslabsza – w lasach 'innych własności', średnia defoliacja wynosiła odpowiednio: 28,3%, 31,8%, 32,3% i 37,9%. Kondycja zdrowotna jodły była słabsza w lasach parków narodowych (24,6% średniej defoliacji) w porównaniu z trzema pozostałymi formami własności (od 17,8% do 19,8% średniej defoliacji). Buk charakteryzował się słabszą kondycją w lasach prywatnych (18,9% średniej defoliacji) w porównaniu z trzema pozostałymi formami własności (od 14,1% do 15,9% średniej defoliacji). Kondycja sosny i olszy była lepsza w lasach państwowych, niż w lasach prywatnych, średnia defoliacja wynosiła odpowiednio: 21,0% i 23,9% dla sosny oraz 22,9% i 23,9% dla olszy. Kondycja dębu była lepsza w lasach prywatnych niż w lasach państwowych, średnia defoliacja

wynosiła odpowiednio: 25,7% i 28,9%. Średnia defoliacja brzozy w lasach państwowych wynosiła 26,8%.

Przeciętnie wyższy poziom defoliacji drzew w lasach parków narodowych w porównaniu z lasami pozostałych własności, związany jest z tym, że w tych lasach nie prowadzi się działalności gospodarczej, polegającej na wykonywaniu trzebieży i cięć sanitarnych, podczas których usuwa się drzewa uszkodzone i o obniżonej zdrowotności. Niekiedy drzewa na monitorowanych powierzchniach w parkach narodowych wykazywały lepszą kondycję w porównaniu z innymi własnościami. Może to wynikać z faktu, że oceniane drzewa reprezentowały gatunki drzew charakteryzujące się ogólnie wysokim poziomem zdrowotności, w porównaniu z innymi gatunkami (np. powierzchnie na których występował buk, jodła czy olsza).

3.3. Zróżnicowanie kondycji drzew w zależności od wieku

Analizowane parametry oceny poziomu zdrowotności monitorowanych gatunków pogrupowane zostały w dwie kategorie wieku: od 21 do 60 lat i powyżej 60 lat. Porównano kondycję zdrowotną (wyrażoną poziomem defoliacji) drzew młodszych (do 60 lat) i starszych (powyżej 60 lat) na tle stanu drzew w całym zakresie wiekowym (powyżej 20 lat). Wykonano również analizę regresji defoliacji drzew w zależności od ich wieku dla 7 głównych lasotwórczych gatunków drzew (sosna, świerk, jodła, buk, dąb, brzoza i olsza) oraz dla wszystkich drzew łącznie.

Ogółem dla wszystkich drzew objętych obserwacjami udział drzew zdrowych (do 10% defoliacji) wynosił 10,7%, udział drzew w klasach defoliacji 2-4 (powyżej 25% defoliacji i drzewa martwe) – 16,5%, a średnia defoliacja – 21,9%. Wśród drzew młodszych zanotowano 10,8% drzew zdrowych, 14,8% drzew w klasach defoliacji 2-4, a średnia defoliacja wynosiła 21,7%. Wśród drzew starszych udział drzew zdrowych wynosił 10,6%, udział drzew w klasach defoliacji 2-4 – 17,5%, a średnia defoliacja – 22,0%. Taki układ udziału drzew zdrowych i drzew w klasach defoliacji 2-4 oraz średniej defoliacji w grupach wiekowych w zestawieniu ‘gatunki razem’ wskazuje na istnienie bardzo słabej pozytywnej zależności pomiędzy defoliacją drzew, a ich wiekiem. Podobne wyniki dała analiza regresji pomiędzy defoliacją i wiekiem drzew ($r=0,066$) (ryc. 3.12) W grupie gatunków ‘liściastych razem’ wystąpiła słaba zależność pogarszania się kondycji zdrowotnej drzew wraz z wiekiem. Udziały drzew zdrowych, drzew w klasach defoliacji 2-4 oraz średnia defoliacja wynosiły odpowiednio: dla gatunków ‘iglastych razem’: 7,8%, 15,6%, 22,3% u drzew młodszych i 8,8%, 16,4%, 22,0% u drzew starszych oraz dla gatunków ‘liściastych razem’: 14,6%, 13,9%, 20,9% u drzew

młodszych i 13,9%, 19,5%, 22,0% u drzew starszych (tab. 3.9) (ryc. 3.10 i 3.11). Analiza zależności defoliacji drzew od wieku dla większości głównych gatunków lasotwórczych wykazała pozytywną zależność. Największą stwierdzono w przypadku dębów ($r=0,264$), jodeł ($r=0,199$) i brzozy ($r=0,175$) oraz wyraźnie mniejszą dla świerków ($r=0,124$), olsz ($r=0,079$) i sosen ($r=0,017$). Jedynie w przypadku buków zależność ta była negatywna, to znaczy wraz z wiekiem defoliacja malała (ryc. 3.12). Wartość współczynnika regresji ($r=0,001$) wskazuje jednak, że zależność ta była jedynie statystyczna, praktycznie bez znaczenia.

Młodsze **świerki** były w lepszej kondycji niż starsze drzewa tego gatunku. Nie było różnic w udziale drzew zdrowych (3,5% i 3,2%), natomiast udział drzew w klasach defoliacji 2-4 oraz średnia defoliacja wśród drzew młodszych były znacznie niższe w porównaniu z drzewami starszymi (odpowiednio: 21,3%, 24,7% i 41,2% i 28,7%).

Młodsze **jodły** również były zdrowsze niż jodły starsze. Wśród młodszych jodeł występował dużo wyższy udział drzew zdrowych (40,6%), niższy udział drzew w klasach defoliacji 2-4 (6,3%) oraz niższa średnia defoliacja (15,8%) w porównaniu ze starszymi drzewami tego gatunku (odpowiednio: 16,9%, 12,4% i 19,8%).

Młodsze **sosny** nie różniły się kondycją w porównaniu ze starszymi drzewami tego gatunku. Udziały drzew zdrowych, drzew w klasach defoliacji 2-4 oraz średnia defoliacja wynosiły odpowiednio: 6,9%, 15,4% i 22,3% u drzew młodszych oraz 8,6%, 14,8% i 21,7% u drzew starszych.

Podobnie w grupie gatunków '**inne iglaste**' nie zarejestrowano znaczących różnic kondycji między drzewami młodszymi i starszymi. Udziały drzew zdrowych, drzew w klasach defoliacji 2-4 oraz średnia defoliacja wynosiły odpowiednio: 12,8%, 13,8% i 21,5% u drzew młodszych oraz 15,2%, 17,5% i 21,9% u drzew starszych.

Wśród **gatunków liściastych** wyraźny spadek kondycji wraz ze wzrostem wieku zanotowano u dębu, mniejszy – u brzozy, nieznaczny – u olszy. W przypadku buka obserwowano nieznacznie lepszą kondycję wśród drzew starszych (ryc. 3.10 i 3.11). Podobne wyniki dała analiza regresji – pozytywną zależność defoliacji od wieku stwierdzono dla dębu i brzozy, słabszą, ale wciąż pozytywną dla olszy, natomiast dla buka zależność pomiędzy wiekiem i defoliacją nie występowała ($r=0,001$) (ryc. 3.12).

Młodsze **brzozy** były w lepszej kondycji niż starsze drzewa tej grupy gatunków. Charakteryzowały się wyższym udziałem drzew zdrowych (10,0%), niższym udziałem drzew w klasach defoliacji 2-4 (14,1%) oraz niższą średnią defoliacją (21,4%) w porównaniu ze

starszymi brzożami (5,2% drzew zdrowych, 19,1% drzew w klasach defoliacji 2-4 i 23,9% średniej defoliacji).

Młodsze **dęby** również były zdrowsze niż starsze drzewa tej grupy gatunków. Wśród młodszych dębów występował wyższy udział drzew zdrowych (5,4%), dużo niższy udział drzew w klasach defoliacji 2-4 (19,7%) oraz niższa średnia defoliacja (22,9%) w porównaniu ze starszymi dębami (3,0% drzew zdrowych, 34,8% drzew w klasach defoliacji 2-4 oraz 26,3% średniej defoliacji).

Młodsze **olsze** były w nieco lepszej kondycji, w porównaniu ze starszymi drzewami tej grupy gatunków. Wśród młodszych olsz zanotowano wyższy udział drzew zdrowych, udział drzew w klasach defoliacji 2-4 oraz średnia defoliacja były trochę niższe. Udziały drzew zdrowych, drzew w klasach defoliacji 2-4 oraz średnia defoliacja wynosiły odpowiednio: 24,6%, 7,2% i 18,1% u drzew młodszych oraz 18,8%, 10,0% i 19,2% u drzew starszych.

W przypadku **buka** pomiędzy drzewami młodszymi a starszymi nie zanotowano znaczących różnic w udziale drzew w klasach defoliacji 2-4 oraz średniej defoliacji. Wartości te wynosiły odpowiednio: 7,0% i 17,6% oraz 5,9% i 16,6%. Natomiast udział zdrowych buków był o 5,5 punktów procentowych niższy wśród drzew młodszych (23,1%) niż wśród drzew starszych (28,6%).

Drzewa należące do grupy gatunków '**inne liściaste**' nie wykazywały większych różnic w poziomie defoliacji w zależności od wieku. Drzew zdrowych było 18,9% i 23,0%, drzew w klasach defoliacji 2-4 było 16,7% i 19,1%, a średnia defoliacja wynosiła 21,6% i 21,1%.

Podsumowując: w 2023 roku spadek kondycji drzew związany z wiekiem (wyrażony wzrostem defoliacji wraz ze wzrostem wieku) był największy u gatunków iglastych w przypadku jodły i świerka, niewielki u sosny, a w przypadku gatunków liściastych – u dębu i brzoży, niewielki u olszy. U buka zaobserwowano słabą poprawę kondycji wraz ze wzrostem wieku. W przypadku domieszkowych gatunków iglastych i domieszkowych gatunków liściastych – poszukiwana zależność nie wystąpiła.

3.4. Rozkład powierzchniowy kondycji zdrowotnej monitorowanych gatunków drzew

Analizę powierzchniowego zróżnicowania kondycji zdrowotnej drzew oparto na porównaniu wartości procentowego udziału drzew zdrowych (do 10% defoliacji, klasa defoliacji 0), procentowego udziału drzew w klasach defoliacji 2 do 4 (powyżej 25% defoliacji i drzewa martwe) oraz średniej defoliacji. W analizie stanu zdrowotnego poszczególnych

gatunków nie uwzględniono tych rdLP, krain oraz województw, w których obserwacjom poddano nie więcej niż 30 drzew (wyniki w tabelach oznaczone niebieskim kolorem). Analiza stanu zdrowotnego drzew w parkach narodowych uwzględnia wszystkie wyniki, gdyż dotyczy znacznie mniejszych obszarów.

Wartości określane jako najmniejsze, największe lub średnie (najwyższe, najniższe, średnie) odnoszą się do zakresu wartości w obrębie omawianej jednostki terytorialnej (rdLP, kraina przyrodniczo-leśna, województwo) lub w obrębie omawianego gatunku lub grupy gatunków.

Kondycja zdrowotna drzew w układzie regionalnych dyrekcji Lasów Państwowych

Udział drzew zdrowych (gatunki razem) w układzie rdLP zawierał się w przedziale od 2,9% w RDLP w Katowicach do 24,7% w RDLP w Krośnie. Udział drzew w klasach defoliacji 2-4 zawierał się w przedziale od 5,8% w RDLP w Gdańsku do 23,4% w RDLP we Wrocławiu. Średnia defoliacja zawierała się w przedziale od 18,0% w RDLP w Krośnie do 24,9% w RDLP w Katowicach (tab. 3.14, ryc. 3.13).

Powiązanie ze sobą udziału drzew zdrowych i drzew w klasach defoliacji 2-4 oraz wartości średniej defoliacji w lasach poszczególnych rdLP pozwoliło na uszeregowanie ich grupami od najzdrowszych do najmniej zdrowych: Krosno < Gdańsk << Radom, Szczecinek << Białystok, Łódź < Olsztyn, Toruń, Zielona Góra, Piła << Kraków, Poznań, Warszawa < Lublin, Szczecin, Wrocław << Katowice.

Najzdrowsze okazały się drzewa w lasach w RDLP w Krośnie, gdzie zanotowano najwyższy udział drzew zdrowych (24,7%), niski udział drzew w klasach defoliacji 2-4 (9,5%) oraz najniższą w zestawieniu średnią defoliację (18,0%).

Wysokim poziomem zdrowotności charakteryzowały się drzewa w lasach w rdLP w Gdańsku, Radomiu u Szczecinku (od 8,6% do 19,6% drzew zdrowych, od 5,8% do 15,3% drzew w klasach defoliacji 2-4, od 18,9% do 20,3% średniej defoliacji).

Średnią kondycję zdrowotną drzew zanotowano w lasach w rdLP w Białymstoku, Łodzi, Olsztynie, Pile, Toruniu i Zielonej Górze (od 6,5% do 15,6% drzew zdrowych, od 10,9% do 15,8% drzew w klasach defoliacji 2-4 oraz od 20,9% do 21,8% średniej defoliacji).

Lasy w rdLP w Krakowie, Poznaniu, Warszawie, Lublinie, Szczecinie i Wrocławiu charakteryzowały się osłabioną kondycją drzew. Udział drzew zdrowych zawierał się w przedziale od 5,5% do 13,9%, udział drzew w klasach defoliacji 2-4 – od 15,9% do 23,4%, a średnia defoliacja – od 22,1% do 23,3%.

Najgorszą kondycją charakteryzowały się drzewa w lasach w RDLP w Katowicach, gdzie zanotowano najmniej drzew zdrowych (2,9%), wysoki udział drzew w klasach defoliacji 2-4 (23,0%) oraz najwyższą w zestawieniu średnią defoliację – 24,9%.

Kondycja zdrowotna drzew monitorowanych gatunków w układzie regionalnych dyrekcji Lasów Państwowych

Najzdrowsze sosny występowały na powierzchniach obserwacyjnych zlokalizowanych w lasach w RDLP w Szczecinku, zarejestrowano tam 13,8% drzew zdrowych, najmniej drzew w klasach defoliacji 2-4 (2,4%) oraz najniższą w zestawieniu średnią defoliację (16,8%). Dobrą kondycję drzew tego gatunku obserwowano w lasach w rdLP we Wrocławiu, Zielonej Górze, Poznaniu, Łodzi, Radomiu i Gdańsku (od 3,9% do 17,8% drzew zdrowych, od 5,9% do 14,6% drzew w klasach defoliacji 2-4 oraz od 19,7% do 20,7% średniej defoliacji). Kondycję na średnim poziomie zanotowano w lasach w rdLP w Krośnie, Pile, Toruniu, Białymstoku i Warszawie (od 5,1% do 9,6% drzew zdrowych, od 11,9% do 13,7% drzew w klasach defoliacji 2-4 oraz od 20,4% do 22,4% średniej defoliacji). Sosny o osłabionej kondycji występowały w rdLP w Katowicach, Szczecinie i Lublinie (od 0,2% do 8,8% drzew zdrowych, od 10,8% do 22,7% drzew w klasach defoliacji 2-4 oraz od 22,6% do 23,4% średniej defoliacji). Najśłabszą kondycją charakteryzowały się sosny na powierzchniach w lasach w rdLP w Olsztynie i Krakowie, gdzie zanotowano niski udział drzew zdrowych (1,6% i 0,0%), wysoki udział drzew w klasach defoliacji 2-4 (19,1% i 21,6%) oraz najwyższą w zestawieniu średnią defoliację (24,1% i 24,9%) (tab. 3.14, ryc. 3.14).

W siedmiu rdLP liczba świerków poddanych obserwacjom nie przekraczała 30 sztuk (wyniki wyłączono z analizy), w RDLP w Warszawie nie było żadnej powierzchni świerkowej. Świerk charakteryzuje się niskim poziomem zdrowotności na tle innych gatunków drzew leśnych. Podobnie jak to ma miejsce w przypadku olszy, jodły i dębu kondycja świerka jest mocno zróżnicowana między poszczególnymi rdLP. Spośród dziewięciu porównywanych rdLP najlepszą kondycją charakteryzował się świerk na powierzchniach w RDLP w Krośnie, gdzie odnotowano najwięcej (17,4%) drzew zdrowych, 13,0% drzew w klasach defoliacji 2-4 oraz najniższą średnią defoliację (21,4%). Świerki o średniej kondycji zdrowotnej występowały w rdLP w Olsztynie, Białymstoku i Pile (od 2,0% do 5,6% drzew zdrowych, od 9,0% do 13,5% drzew w klasach defoliacji 2-4 oraz od 22,2% do 22,8%, średniej defoliacji). Drzewa tego gatunku o osłabionej kondycji występowały w lasach w rdLP we Wrocławiu, w Zielonej Górze, Szczecinie i Szczecinku (od 2,8% do 12,1% drzew zdrowych, od 25,7% do 35,8% drzew w klasach defoliacji 2-4 oraz od 24,3% do 31,7% średniej defoliacji). Świerki o najśłabszej

kondycji występowały w lasach w RDLP w Katowicach, gdzie nie zanotowano drzew zdrowych, udział drzew w klasach defoliacji 2-4 (67,8%) oraz średnia defoliacja (38,6%) były najwyższe w zestawieniu (tab. 3.14, ryc. 3.14).

Powierzchnie **jodłowe** oraz z domieszką jodły występują jedynie w ośmiu rdLP, w tym w trzech rdLP liczba drzew poddanych obserwacjom nie przekraczała 30 (wyniki z tych rdLP wyłączono z analizy). Jodła charakteryzuje się dobrą kondycją zdrowotną w porównaniu z innymi gatunkami drzew. Spośród pięciu porównywanych rdLP najlepszą kondycję jodły odnotowano w RDLP w Krośnie, gdzie występowało najwięcej (46,7%) drzew zdrowych, najmniej (6,1%) drzew w klasach defoliacji 2-4 oraz najniższą w zestawieniu (14,4%) średnią defoliację. Dobrą kondycją charakteryzowały się jodły w lasach RDLP w Radomiu, słabszą – w rdLP w Krakowie i Katowicach (odpowiednio: 26,1%, 1,3% i 3,2% drzew zdrowych, 16,5%, 8,0% i 14,5% drzew w klasach defoliacji 2-4 oraz 19,3%, 21,3% i 22,3% średniej defoliacji). Jodły o najslabszej kondycji występowały w RDLP w Lublinie, gdzie zanotowano niski udział drzew zdrowych (10,4%), udział drzew w klasach defoliacji 2-4 (31,3%) oraz średnia defoliacja (25,3%) były najwyższe w zestawieniu (tab. 3.14, ryc. 3.14).

Powierzchnie **bukowe** oraz z domieszką buka występują w piętnastu rdLP (brak powierzchni tego gatunku w RDLP w Białymstoku i Warszawie), w tym w siedmiu rdLP liczba drzew poddanych obserwacjom nie przekraczała 30 (wyniki wyłączono z analizy). Buk charakteryzuje się najlepszą kondycją zdrowotną w porównaniu z innymi gatunkami drzew. Wśród ośmiu poddanych analizie rdLP najzdrowsze drzewa tego gatunku występowały w RDLP w Gdańsku i Olsztynie, gdzie zanotowano najwyższy udział drzew zdrowych (73,3% i 72,1%), najniższy udział drzew w klasach defoliacji 2-4 (1,2% i 1,5%) oraz najniższą średnią defoliację (12,1% i 12,3%). Buki o najslabszej kondycji występowały w RDLP w Szczecinku, gdzie zanotowano najmniej (3,5%) drzew zdrowych, 8,8% drzew w klasach defoliacji 2-4 oraz średnią defoliację równą 20,5%. (tab. 3.14, ryc. 3.15).

Dąb jest gatunkiem o najslabszej kondycji w porównaniu z innymi gatunkami. Podobnie jak to ma miejsce w przypadku świerka, olszy i jodły kondycja dębu jest mocno zróżnicowana między poszczególnymi rdLP. Najlepszą kondycją charakteryzowały się dęby w lasach w RDLP w Gdańsku, gdzie zarejestrowano 11,3% drzew zdrowych, udział drzew w klasach defoliacji 2-4 (1,3%) oraz średnia defoliacja (16,1%) były najniższe w zestawieniu. Dobrą kondycję drzew tej grupy gatunków obserwowano w lasach w rdLP w Radomiu, Olsztynie, Krośnie i Białymstoku (od 1,5% do 21,5% drzew zdrowych, od 7,3% do 22,2% drzew w klasach defoliacji 2-4 oraz od 19,2% do 21,7% średniej defoliacji). Kondycję na

średnim poziomie zanotowano w lasach w rdLP w Toruniu, Lublinie i Warszawie (od 0,9% do 2,4% drzew zdrowych, od 17,8% do 27,6% drzew w klasach defoliacji 2-4 oraz od 23,3% do 24,6% średniej defoliacji). Dęby o osłabionej kondycji występowały w rdLP w Łodzi, Szczecinie, Szczecinku, Wrocławiu i Poznaniu (od 0,7% do 4,8% drzew zdrowych, od 39,7% do 41,8% drzew w klasach defoliacji 2-4 oraz od 26,1% do 29,7% średniej defoliacji). Złą kondycję dębów obserwowano w Krakowie, Zielonej Górze i Katowicach (od 0,0% do 2,0% drzew zdrowych, od 50,5% do 53,8% drzew w klasach defoliacji 2-4 oraz od 27,5% do 30,7% średniej defoliacji). Najsłabszą kondycją charakteryzowały się dęby w lasach w rdLP w Pile, gdzie nie zanotowano drzew zdrowych, udział drzew w klasach defoliacji 2-4 (66,7%) oraz średnia defoliacja (32,6%) były najwyższe w zestawieniu (tab. 3.14, ryc. 3.15).

W RDLP w Krakowie liczba **brzoź** poddanych obserwacjom nie przekraczała 30 sztuk (wyniki wyłączone z analizy). Brzoza charakteryzuje się słabą kondycją zdrowotną na tle innych gatunków drzew leśnych oraz nie wykazuje dużego zróżnicowania kondycji między poszczególnymi regionalnymi dyrekcjami LP. Spośród szesnastu analizowanych rdLP najzdrowsze brzozy występowały na powierzchniach badawczych w RDLP w Radomiu, gdzie zanotowano najwyższy udział drzew zdrowych (17,0%), udział drzew w klasach defoliacji 2-4 (6,4%) oraz średnia defoliacja (18,9%) były najniższe. Dobrą kondycję drzew tej grupy gatunków obserwowano w rdLP w Białymstoku, Gdańsku, Lublinie, Łodzi, Olsztynie, Toruniu, Szczecinie, Szczecinku i Pile (od 2,7% do 15,0% drzew zdrowych, od 7,8% do 19,0% drzew w klasach defoliacji 2-4 oraz od 19,6% do 22,3% średniej defoliacji). Osłabioną kondycję brzozy odnotowano w rdLP w Poznaniu, Warszawie, Wrocławiu, Zielonej Górze i Krośnie (od 2,4% do 12,6% drzew zdrowych, od 22,9% do 33,3% drzew w klasach defoliacji 2-4 oraz od 24,6% do 27,0% średniej defoliacji). Brzozy o najslabszej kondycji występowały w RDLP w Katowicach, gdzie udział drzew zdrowych był najniższy (1,0%), natomiast udział drzew w klasach defoliacji 2-4 (35,7%) oraz średnia defoliacja (27,6%) były najwyższe (tab. 3.14, ryc. 3.15).

W czterech rdLP (w Gdańsku, Radomiu, Łodzi i Krakowie) liczba **olszy** poddanych obserwacjom nie przekraczała 30 (wyniki wyłączone z analizy). Ta grupa charakteryzuje się wysoką zdrowotnością na tle innych gatunków drzew leśnych. Podobnie jak to ma miejsce w przypadku świerka, jodły i dębu kondycja olszy jest mocno zróżnicowana między poszczególnymi rdLP. Spośród czternastu analizowanych rdLP najlepszą kondycję zdrowotną olszy zanotowano w lasach RDLP w Lublinie, gdzie zanotowano najwyższy udział drzew zdrowych (35,0%), brak drzew w klasach defoliacji 2-4 oraz najniższą w zestawieniu średnią

defoliację (14,8%). Bardzo dobrą kondycją charakteryzowały się olsze w rdLP w Zielonej Górze, Toruniu i Białymstoku (od 27,6% do 31,1% drzew zdrowych, od 2,0% do 5,2% drzew w klasach defoliacji 2-4 i od 22,4% do 28,9% średniej defoliacji). Dobrą kondycją charakteryzowały się olsze w lasach w rdLP: w Olsztynie, Poznaniu, Wrocławiu i Krośnie (od 6,7% do 17,0% drzew zdrowych, od 6,2% do 9,5% drzew w klasach defoliacji 2-4 oraz od 19,2% do 19,6% średniej defoliacji). Kondycję drzew tej grupy gatunków na średnim poziomie zanotowano w lasach w rdLP w Warszawie, Szczecinku i Szczecinie (od 2,9% do 24,0% drzew zdrowych, od 8,9% do 24,5% drzew w klasach defoliacji 2-4 oraz od 20,9% do 22,1% średniej defoliacji). Słabszą kondycją charakteryzowały się olsze w lasach w RDLP w Pile, najslabszą – w lasach w RDLP w Katowicach (odpowiednio: 12,1% i 0,0% drzew zdrowych, 36,4% i 33,8% drzew w klasach defoliacji 2-4 oraz 25,5% i 35,1% średniej defoliacji (tab. 3.14, ryc. 3.15).

Kondycja zdrowotna drzew w układzie województw

Udział drzew zdrowych, o defoliacji do 10% (gatunki razem) w układzie województw zawierał się w przedziale od 1,4% w województwie opolskim do 22,4% w województwie świętokrzyskim. Udział drzew w klasach defoliacji 2-4 zawierał się w przedziale od 5,8% w województwie pomorskim do 26,5% w województwie opolskim. Średnia defoliacja zawierała się w przedziale od 18,8% w województwie pomorskim do 25,7% w województwie opolskim (tab. 3.15, ryc. 3.16).

Powiązanie ze sobą udziałów drzew zdrowych, drzew w klasach defoliacji 2-4 oraz wartości średniej defoliacji w lasach poszczególnych województw pozwoliło na uszeregowanie ich grupami od najzdrowszych do najmniej zdrowych: podkarpackie, pomorskie < świętokrzyskie, podlaskie << łódzkie, warmińsko-mazurskie << kujawsko-pomorskie < lubelskie, wielkopolskie, zachodniopomorskie < lubuskie << mazowieckie < dolnośląskie, małopolskie, śląskie << opolskie.

Najzdrowsze okazały się drzewa w lasach województw: podkarpackiego i pomorskiego (odpowiednio: 19,9% i 12,0% drzew zdrowych, 11,4% i 5,8% drzew w klasach defoliacji 2-4 oraz 19,1% i 18,8% średniej defoliacji). Dobrą kondycją charakteryzowały się drzewa w lasach województw: świętokrzyskiego i podlaskiego (odpowiednio: 22,4% i 13,6% drzew zdrowych, 14,8% i 8,8% drzew w klasach defoliacji 2-4 oraz 20,2% i 20,6% średniej defoliacji). Średnią kondycją charakteryzowały się drzewa w lasach województw: łódzkiego i warmińsko-mazurskiego (odpowiednio: 15,6% i 9,7% drzew zdrowych, 16,1% i 11,5% drzew w klasach defoliacji 2-4 oraz 21,0% i 21,4% średniej defoliacji). Osłabioną kondycję drzew obserwowano

w lasach województw: kujawsko-pomorskiego, lubelskiego, wielkopolskiego, zachodniopomorskiego i lubuskiego (od 6,7% do 11,3% drzew zdrowych, od 13,9% do 20,1% drzew w klasach defoliacji 2-4 oraz od 21,7% do 22,8% średniej defoliacji).

Złą kondycją charakteryzowały się drzewa w lasach województw: mazowieckiego, dolnośląskiego, małopolskiego i śląskiego (od 4,9% do 9,6% drzew zdrowych, od 20,6% do 24,9% drzew w klasach defoliacji 2-4 oraz od 23,6% do 24,1% średniej defoliacji).

Najgorszą kondycję zdrowotną drzew obserwowano w lasach województwa opolskiego, gdzie zanotowano najniższy udział drzew zdrowych (1,4%), najwyższy udział drzew w klasach defoliacji 2-4 (26,5%) oraz najwyższą średnią defoliację (25,7%).

Zdrowotność drzew monitorowanych gatunków w układzie województw

Najzdrowsze **sosny** występowały na powierzchniach zlokalizowanych w lasach województwa pomorskiego, gdzie zanotowano 9,2% drzew zdrowych, udział drzew w klasach defoliacji 2-4 (4,9%) oraz średnia defoliacja (18,6%) były najniższe. Dobrą kondycję drzew tego gatunku obserwowano w województwach: świętokrzyskim, zachodniopomorskim, dolnośląskim i łódzkim (od 8,5% do 18,5% drzew zdrowych, od 10,5% do 15,0% drzew w klasach defoliacji 2-4 oraz od 19,8% do 20,7% średniej defoliacji). Sosny o średniej kondycji zdrowotnej występowały w wielkopolskim, podkarpackim, kujawsko-pomorskim, lubuskim i podlaskim (od 5,2% do 12,2% drzew zdrowych, od 8,9% do 15,9% drzew w klasach defoliacji 2-4 oraz od 21,2% do 21,9% średniej defoliacji). Sosny o osłabionej kondycji występowały w warmińsko-mazurskim, śląskim, opolskim, małopolskim i mazowieckim (od 0,0% do 4,8% drzew zdrowych, od 14,4% do 22,2% drzew w klasach defoliacji 2-4 oraz od 23,5% do 24,5% średniej defoliacji). Najśłabszą kondycją charakteryzowały się sosny lubelskim, gdzie zanotowano 5,7% drzew zdrowych, najwyższy udział (25,9%) drzew w klasach defoliacji 2-4 oraz najwyższą w zestawieniu (24,9%) średnią defoliację (tab. 3.15).

W pięciu województwach liczba **świerków** poddanych obserwacjom nie przekraczała 30 (wyniki wyłączono z analizy). Świerk jest gatunkiem charakteryzującym się słabą kondycją zdrowotną w porównaniu z innymi gatunkami, zróżnicowaną regionalnie. Dobrą kondycją charakteryzowały się świerki w województwach: warmińsko-mazurskim, podlaskim i pomorskim (od 2,2% do 6,7% drzew zdrowych, od 10,8% do 12,9% drzew w klasach defoliacji 2-4 oraz od 22,5% do 22,9% średniej defoliacji). W średniej kondycji były świerki w lasach województw: podkarpackim, wielkopolskim i lubuskim (od 5,1% do 14,6% drzew zdrowych, od 19,5% do 28,2% drzew w klasach defoliacji 2-4 oraz od 23,4% do 24,2% średniej defoliacji). Słabą kondycję drzew tego gatunku odnotowano w województwie dolnośląskim (2,5% drzew

zdrowych, 35,6% drzew w klasach defoliacji 2-4 oraz 26,4% średniej defoliacji). Złą kondycję odnotowano w województwach: małopolskim, zachodniopomorskim i świętokrzyskim (od 0,0% do 4,9% drzew zdrowych, od 33,0% do 58,7% drzew w klasach defoliacji 2-4 oraz od 31,4% do 34,7% średniej defoliacji). W najgorszej kondycji były świerki w województwie śląskim, gdzie zarejestrowano 1,2% drzew zdrowych, udział drzew w klasach defoliacji 2-4 (86,0%) i średnia defoliacja (39,2%) były najwyższe w zestawieniu.

Powierzchnie **jodłowe** oraz z domieszką jodły występują jedynie w ośmiu województwach, w tym w dwóch województwach liczba drzew poddanych obserwacjom nie przekraczała 30 (wyniki wyłączono z analizy). Jodła charakteryzuje się najlepszą wśród gatunków iglastych kondycją zdrowotną, wartości średniej defoliacji w sześciu porównywanych województwach zawierają się w przedziale od 15,5% do 22,8%. Najzdrowsze jodły występowały w podkarpackim, zanotowano tu najwyższy udział (44,5%) drzew zdrowych, niski udział (9,0%) drzew w klasach defoliacji 2-4 oraz najniższą średnią defoliację (15,5%). Dobrą kondycją charakteryzowały się jodły w lasach województw lubelskiego i świętokrzyskiego (26,5% i 29,8% drzew zdrowych, 2,9% i 14,9% drzew w klasach defoliacji 2-4 oraz 16,8% i 18,4% średniej defoliacji). Niewiele gorszą kondycją charakteryzowały się jodły w lasach województw mazowieckiego i małopolskiego (22,2% i 5,1% drzew zdrowych, 16,7% i 10,6% drzew w klasach defoliacji 2-4 oraz 20,6% i 21,1% średniej defoliacji). W najłabszej kondycji były jodły w województwie śląskim, gdzie zarejestrowano najmniej drzew zdrowych (3,4%), udział drzew w klasach defoliacji 2-4 (17,2%) i średnia defoliacja (22,8%) były najwyższe w zestawieniu. (tab. 3.15).

Powierzchnie **bukowe** oraz z domieszką buka występują w piętnastu województwach, w tym w siedmiu województwach liczba drzew poddanych obserwacjom nie przekraczała 30 (wyniki wyłączono z analizy). Ogółem buki charakteryzują się wysokim poziomem zdrowotności wśród monitorowanych gatunków. Spośród ośmiu porównywanych województw najlepszą kondycję buków obserwowano w warmińsko-mazurskim, występowało tam najwięcej drzew zdrowych (70,4%), mało drzew w klasach defoliacji 2-4 (1,4%), średnia defoliacja była najmniejsza (12,4%). Bardzo dobrą kondycję buków obserwowano również w świętokrzyskim, śląskim, podkarpackim i pomorskim (od 29,5% do 50,0% drzew zdrowych, od 0,9% do 12,5% drzew w klasach defoliacji 2-4 oraz od 14,7% do 16,5% średniej defoliacji). W pozostałych województwach (małopolskim, zachodniopomorskim i dolnośląskim) kondycja buków była niewiele gorsza (od 13,0% do 26,7% drzew zdrowych, od 5,9% do 16,7% drzew w klasach defoliacji 2-4, od 17,5% do 20,5% średniej defoliacji) (tab. 3.15).

Dąb jest gatunkiem o najslabszej kondycji zdrowotnej, wykazującej duże zróżnicowanie regionalne. Najzdrowsze dęby występowały w województwie świętokrzyskim: gdzie zanotowano najwięcej drzew zdrowych (36,4%), udział drzew w klasach defoliacji 2-4 (4,1%) oraz średnia defoliacja (15,2%) były najniższe. Niewiele gorszą kondycją cechowały się drzewa tej grupy gatunków w pomorskim (10,8% drzew zdrowych, 7,2% drzew w klasach defoliacji 2-4 oraz 18,5% średniej defoliacji). Dęby o średniej kondycji zdrowotnej występowały w warmińsko-mazurskim, podkarpackim, podlaskim, mazowieckim, kujawsko-pomorskim i lubelskim (od 1,1% do 6,4% drzew zdrowych, od 4,8% do 24,7% drzew w klasach defoliacji 2-4, od 20,1% do 24,7% średniej defoliacji). Silnie osłabioną kondycją charakteryzowały się dęby w lasach województw: zachodniopomorskiego, małopolskiego, śląskiego, łódzkiego i dolnośląskiego (od 0,0% do 5,7% drzew zdrowych, od 40,5% do 49,6% drzew w klasach defoliacji 2-4 oraz od 27,6% do 28,1% średniej defoliacji). Dęby o najslabszej kondycji występowały w wielkopolskim, opolskim i lubuskim (od 0,6% do 1,9% drzew zdrowych, od 43,5% do 52,9% drzew w klasach defoliacji 2-4 oraz od 29,3% do 31,1% średniej defoliacji) (tab. 3.15).

Brzoza, podobnie jak dąb, jest gatunkiem o słabej kondycji zdrowotnej, wykazującej duże zróżnicowanie regionalne. Wartości średniej defoliacji tej grupy gatunków na powierzchniach badawczych w porównywanych województwach zawierają się w przedziale od 18,2% do 28,6%. Najzdrowsze brzozy występowały w świętokrzyskim, gdzie odnotowano najwięcej drzew zdrowych (24,5%), najmniej (7,1%) drzew w klasach defoliacji 2-4 oraz najniższą w zestawieniu (18,2%) średnią defoliację. Dobrą kondycją charakteryzowały się brzozy w lasach województw: warmińsko-mazurskiego, lubelskiego, kujawsko-pomorskiego, pomorskiego, zachodniopomorskiego, łódzkiego, i podlaskiego (od 5,0% do 10,7% drzew zdrowych, od 9,5% do 14,3% drzew w klasach defoliacji 2-4 oraz od 20,4% do 22,4% średniej defoliacji). Osłabioną kondycją charakteryzowały się brzozy w lasach województw: mazowieckiego, podkarpackiego, lubuskiego, wielkopolskiego, śląskiego i dolnośląskiego (od 4,9% do 11,6% drzew zdrowych, od 19,2% do 28,7% drzew w klasach defoliacji 2-4, od 23,1% do 25,7% średniej defoliacji). Brzozy o najslabszej kondycji obserwowano w lasach województw: małopolskiego i opolskiego (0,8% i 1,0% drzew zdrowych, 30,8% i 36,9% drzew w klasach defoliacji 2-4 oraz 28,0% i 28,6% średniej defoliacji) (tab. 3.15).

Powierzchnie **olszowe** oraz z domieszką olszy występują we wszystkich województwach, w śląskim liczba drzew poddanych obserwacjom nie przekraczała 30 (wyniki wyłączono z analizy). Najlepszą kondycję zdrowotną olszy zarejestrowano w kujawsko

pomorskim i podlaskim, zanotowano tam najwięcej drzew zdrowych (37,0% i 41,5%), mało drzew w klasach defoliacji 2-4 (4,3% i 3,7%) oraz najniższą średnią defoliację (14,3% i 14,9%). W niewiele gorszej kondycji były olsze w województwach: lubuskim, łódzkim i lubelskim (od 2% do 26,1% drzew zdrowych, od 2,9% do 4,4% drzew w klasach defoliacji 2-4 oraz od 15,7% do 17,4% średniej defoliacji). Dobrą kondycją charakteryzowały się olsze w lasach województw: mazowieckiego, warmińsko-mazurskiego, pomorskiego, podkarpackiego, wielkopolskiego i dolnośląskiego (od 13,5% do 20,2% drzew zdrowych, od 4,3% do 12,4% drzew w klasach defoliacji 2-4 oraz od 18,5% do 19,6% średniej defoliacji). Słabszą kondycją zdrowotną charakteryzowały się olsze w lasach województw: opolskiego, zachodniopomorskiego i małopolskiego (od 0,0% do 17,0% drzew zdrowych, od 2,6% do 20,3% drzew w klasach defoliacji 2-4 oraz od 20,4% do 24,5% średniej defoliacji). Olsze o najslabszej kondycji występowały w lasach województwa świętokrzyskiego, gdzie zanotowano mało (14,5%) drzew zdrowych, najwięcej drzew (38,2%) w klasach defoliacji 2-4 oraz najwyższą w zestawieniu (36,2%) średnią defoliację (tab. 3.15).

Kondycja zdrowotna drzew w układzie krain przyrodniczo-leśnych

Udział drzew zdrowych, o defoliacji do 10% (gatunki razem) w układzie krain przyrodniczo-leśnych zawierał się w przedziale od 5,7% w Krainie Sudeckiej do 14,1% w Krainie Karpackiej. Udział drzew o defoliacji powyżej 25% zawierał się w przedziale od 10,9% w Krainie Mazursko-Podlaskiej do 27,8% w Krainie Sudeckiej. Średnia defoliacja zawierała się w przedziale od 20,4% w Krainie Bałtyckiej do 24,1% w Krainie Sudeckiej (tab. 3.16, ryc. 3.17).

Powiązanie ze sobą udziałów drzew zdrowych, drzew o defoliacji powyżej 25% oraz wartości średniej defoliacji w lasach poszczególnych krain przyrodniczo-leśnych pozwoliło na uszeregowanie ich grupami od najzdrowszych do najmniej zdrowych: Bałtycka < Mazursko-Podlaska < Karpacka, Małopolska, Wielkopolsko-Pomorska < Mazowiecko-Podlaska < Śląska < Sudecka.

Najzdrowsze okazały się drzewa w lasach Krainy Bałtyckiej, zanotowano tam 12,0% drzew zdrowych, 11,7% drzew w klasach defoliacji 2-4 oraz najniższą w zestawieniu średnią defoliację – 20,4%. Dobrą kondycję drzew zanotowano w lasach krain: Mazursko-Podlaskiej, Karpackiej, Małopolskiej i Wielkopolsko-Pomorskiej, gdzie udział drzew zdrowych przyjmował wartości od 9,3% do 14,1%, udział drzew w klasach defoliacji 2-4: od 10,9% do 17,6%, a średnia defoliacja: od 21,4% do 21,8%. Słabszą kondycją drzew w lasach charakteryzowały się krainy: Mazowiecko-Podlaska i Śląska (7,5% i 8,1% drzew zdrowych,

19,0% i 23,0% drzew w klasach defoliacji 2-4 oraz 23,2% i 24,0% średniej defoliacji). Najlepszą kondycją zdrowotną charakteryzowały się drzewa w lasach Krainy Sudeckiej, gdzie zarejestrowano najmniej drzew zdrowych (5,7%), najwięcej drzew w klasach defoliacji 2-4 (27,8%) oraz najwyższą w zestawieniu średnią defoliację (24,1%).

Analiza map (ryc. 3.18, 3.19) prezentujących wyniki obserwacji defoliacji drzew na SPO I rzędu w 2023 roku również pozwala na wydzielenie obszarów zróżnicowanych pod względem zdrowotności lasów w kraju. Dane źródłowe, na podstawie których sporządzone zostały mapy to średnie wartości defoliacji z powierzchni badawczych dla wszystkich monitorowanych gatunków łącznie.

Najzdrowsze lasy (do 20% średniej defoliacji) występowały:

- w Krainie Bałtyckiej w części zachodniej (pomiędzy Łobzem, Połczynem, Szczecinkiem, Czaplinkiem i Drawskiem Pomorskim – Puszcza Drawska), w części środkowej (pomiędzy Miastkiem, Jarosławcem, Władysławowem i Tczewem, Lasy Oliwsko-Darżlubskie, w części wschodniej – pomiędzy Kwidzynem, Miłomłynem, Górowem Hławieckim i Braniewem).
- w Krainie Wielkopolsko-Pomorskiej w części zachodniej (Bory Lubuskie), w części północnej wzdłuż granicy z Krainą Bałtycką (Bory Tucholskie, lasy okolic Szczecinka i Drawska Pomorskiego), w części środkowej (okolice Szubina i Bydgoszczy) oraz na krańcach południowych krainy (Lasy Doliny Baryczy i Lasy Rychtaleskie).
- w Krainie Mazursko-Podlaskiej w części południowo-wschodniej (Puszcza Białowieska i Puszcza Knyszyńska) oraz w części zachodniej wzdłuż granicy z Krainą Bałtycką (las pomiędzy Olsztynkiem, Hławą, Starymi Jabłonkami i Miłomłynem).
- w Krainie Mazowiecko-Podlaskiej lasy pomiędzy Wyszkowem, Łochowem i Ostrowią Mazowiecką (Puszcza Biała), punktowo w części południowo-zachodniej (Grotniki i Brzeziny).
- w Krainie Małopolskiej – w części północno-zachodniej (Lasy Spalsko-Rogowskie), w części centralnej (Puszcza Świętokrzyska i Puszcza Sandomierska) oraz w części południowo-wschodniej (Puszcza Solska).
- w Krainie Karpackiej w części wschodniej (okolice Rymanowa i Brzozowa oraz Lasy Birczańskie i Lasy Bieszczadzkie).
- w Krainie Śląskiej punktowo przy granicy zachodniej (okolice Wymiarek) oraz w części północno-wschodniej przy granicy z Krainą Wielkopolsko-Pomorską (Lasy Rychtaleskie).

W Krainie Sudeckiej nie było lasów, gdzie średnia defoliacja nie przekraczała 20%.

Znacznie osłabioną kondycję drzew (30 – 35% średniej defoliacji) zanotowano punktowo w lasach Krainy Małopolskiej (okolice Konięcpola).

Kompleksy leśne o słabszej kondycji (średnia defoliacja na poziomie 25,1% – 30%) występowały we wszystkich krainach przyrodniczo-leśnych:

- w Krainie Bałtyckiej na południowo-zachodnim jej krańcu (Pojezierze Myśliborskie, Puszcza Gorzowska),
- w Krainie Wielkopolsko-Pomorskiej w północno-zachodniej części (lasy między Kostrzynem nad Odrą, Dębniem a Gorzowem Wielkopolskim), punktowo wzdłuż pasa ciągnącego się przez środek krainy z północnego zachodu na południowy wschód – wschodnia część w Puszczy Noteckiej oraz lasy między Obornikami a Sieradzem, na granicy z Krainą Sudecką w okolicach Głogowa i Rawicza oraz punktowo w okolicach Tucholi,
- w części południowo-zachodniej Krainy Mazursko-Podlaskiej (lasy pomiędzy Szczytnem, Chorzelami i Piszem),
- w Krainie Mazowiecko-Podlaskiej w części północnej przy granicy z Krainą Mazurską (lasy pomiędzy Pułtuskim, Ostrołęką i Ciechanowem), w części centralnej – lasy okolic Warszawy, Chojnowa i Kozienc, oraz punktowo w okolicach Lublina,
- w Krainie Śląskiej – przy granicy z Krainą Wielkopolsko-Pomorską (lasy okolic Szprotawy, Głogowa i Lubina), lasy pomiędzy Legnicą, Opolem i Strzelcami Opolskimi oraz w części środkowo-wschodniej (lasy pomiędzy Częstochową, Opolem i Katowicami),
- w południowo-wschodniej części Krainy Sudeckiej (lasy Ziemi Kłodzkiej),
- w Krainie Małopolskiej punktowo w części północnej (fragmenty Puszczy Kozienskiej) i w części środkowo-zachodniej (Złoty Potok, Gidle, Włoszczowa),
- w południowo zachodniej części Krainy Karpackiej (Beskid Śląski, Beskid Sądecki i Podhale).

Stan zdrowotny drzew monitorowanych gatunków w układzie krain przyrodniczo-leśnych (tab. 3.16, ryc. 3.20)

Wśród sosen najlepszą kondycją zdrowotną charakteryzowały się drzewa tego gatunku w lasach Krainy Bałtyckiej, gdzie zarejestrowano 8,1% drzew zdrowych, najniższy udział drzew w klasach defoliacji 2-4 (7,5%) i najniższą średnią defoliację (19,5%). Sosny o słabej kondycji zdrowotnej występowały w lasach krain: Karpackiej, Mazursko-Podlaskiej i Mazowiecko-Podlaskiej, zanotowano tam: od 3,4% do 6,5% drzew zdrowych, od 14,1% do 21,4% drzew w klasach defoliacji 2-4 oraz od 22,5% do 24,4% średniej defoliacji.

Świerk jest gatunkiem charakteryzującym się niskim poziomem zdrowotności w porównaniu z innymi gatunkami. Dobrą kondycją zdrowotną charakteryzowały się świerki w lasach krain: Mazursko-Podlaskiej i Wielkopolsko-Pomorskiej, gdzie udział drzew zdrowych wynosił odpowiednio: 1,7% i 7,4%, udział drzew w klasach 2-4 – 12,0% i 20,4%, a średnia defoliacja – 23,0% i 23,1%. Najsłabszą kondycją charakteryzowały się świerki w lasach krain: Karpackiej i Małopolskiej, gdzie zanotowano odpowiednio: 3,9% i 0,0% drzew zdrowych, 57,7% i 57,1% drzew w klasach defoliacji 2-4 oraz 31,7% i 32,4% średniej defoliacji.

Jodła, w porównaniu z innymi ocenianymi gatunkami, charakteryzuje się dobrą kondycją zdrowotną ogółem w kraju. Gatunek ten został oceniony w wystarczającej liczbie na powierzchniach dwóch krain. Zdrowsze jodły występowały w Krainie Karpackiej, jodły o słabszej kondycji zanotowano w Krainie Małopolskiej. Udziały drzew zdrowych wynosiły odpowiednio: 21,1% i 25,6%, udziały drzew w klasach defoliacji 2-4 – 9,4% i 16,9%, średnia defoliacja – 18,6% i 19,9%.

Buk, w porównaniu z innymi monitorowanymi gatunkami drzew, charakteryzuje się najlepszą kondycją zdrowotną w skali kraju. Liczba **buków** poddanych obserwacjom nie przekraczała 30 sztuk w krainach: Mazowiecko-Podlaskiej i Mazursko-Podlaskiej, wyniki z tych krain wyłączono z analizy. Wśród sześciu porównywanych krain najzdrowsze buki występowały w Krainie Małopolskiej, gdzie zanotowano najwyższy udział drzew zdrowych (40,3%), niski udział drzew w klasach defoliacji 2-4 (5,5%) oraz najniższą średnią defoliację (14,4%). W pozostałych pięciu krainach kondycja buków była bardzo dobra lub dobra, wśród nich najslabszą kondycję drzew tego gatunku zanotowano w Krainie Śląskiej (28,8% drzew zdrowych, 21,9% drzew w klasach defoliacji 2-4, średnia defoliacja równa 21,6%).

Dęby to grupa gatunków o najslabszej kondycji w skali kraju, co znajduje odzwierciedlenie w ich kondycji w poszczególnych krainach. Najzdrowsze dęby występowały w lasach Krainy Mazursko-Podlaskiej, najgorszą kondycją charakteryzowały się dęby w Krainie Śląskiej. Udziały drzew zdrowych wynosiły odpowiednio: 1,6% i 1,3%, udziały drzew w klasach defoliacji 2-4 – 5,3% i 49,5%, średnia defoliacja – 21,1% i 29,9%.

Dobrą kondycją zdrowotną charakteryzowały się **brzozy** w lasach krain: Bałtyckiej, Mazursko-Podlaskiej i Małopolskiej (od 6,3% do 12,2% drzew zdrowych, od 11,4% do 15,5% drzew w klasach 2-4 oraz od 21,1% do 21,6% średniej defoliacji). Najslabszą kondycją charakteryzowały się brzozy w lasach Krainy Śląskiej (3,2% drzew zdrowych, 31,1% drzew w klasach defoliacji 2-4, średnia defoliacja równa 27,3%).

Liczba **olszy** poddanych obserwacjom nie przekraczała 30 w Krainie Sudeckiej i wyniki z tej krainy wyłączono z analizy. Wśród siedmiu porównywanych krain najlepszą kondycją charakteryzowały się drzewa tej grupy gatunków w lasach Krainy Mazursko-Podlaskiej, gdzie zanotowano najwyższy udział drzew zdrowych (26,3%), najniższy udział drzew w klasach defoliacji 2-4 (4,7%) oraz najniższą średnią defoliację (17,2%). Olsze o najslabszej kondycji występowały w lasach Krainy Karpackiej, gdzie zarejestrowano najniższy udział drzew zdrowych (3,5%), najwyższy udział drzew w klasach defoliacji 2-4 (17,7%) oraz najwyższą średnią defoliację (23,5%).

Kondycja zdrowotna drzew w układzie parków narodowych

Ogółem w osiemnastu parkach narodowych poddano obserwacjom 740 drzew (na 37 powierzchniach), w tym 180 sosen (w 9 parkach), 116 świerków (w 9 parkach), 51 jodeł (w 5 parkach), 18 modrzewi (kategoria 'inne iglaste') (w 2 parkach), 156 buków (w 6 parkach), 12 dębów (w 1 parku), 92 brzozy (w 5 parkach), 84 olsze (w 6 parkach) i 31 drzew z kategorii 'inne liściaste' (5 gatunków, najwięcej – 16 sztuk – osik) (w 3 parkach).

Udział drzew zdrowych wśród wszystkich drzew poddanych obserwacjom wynosił 13,6%, udział drzew w klasach defoliacji 2-4 – 23,5%, średnia defoliacja – 23,0% (tab. 3.17, ryc. 3.21). Gatunki 'iglaste razem' charakteryzowały się gorszą kondycją zdrowotną niż gatunki 'liściaste razem'. Wśród 'iglastych razem' udział drzew zdrowych wynosił 7,7%, udział drzew w klasach defoliacji 2-4 – 34,2%, a średnia defoliacja – 25,7%. Wśród 'liściastych razem' wartości porównywanych parametrów wynosiły odpowiednio: 19,5%, 13,1% i 20,3%.

Porównano stan zdrowotny monitorowanych gatunków ogółem w parkach (tab. 3.17). Dąb i gatunki z kategorii 'inne iglaste' ze względu na małą liczebność próby (poniżej 30 drzew we wszystkich parkach łącznie) zostały pominięte w przedstawionym poniżej omówieniu wyników. Gatunkiem o najlepszej kondycji zdrowotnej był buk, u którego występował najwyższy w zestawieniu udział drzew zdrowych (35,3%) oraz najniższa średnia defoliacja (14,3%), drzew w klasach defoliacji 2-4 nie zanotowano. Dobrą kondycją charakteryzowała się olsza (17,9% drzew zdrowych, 3,6% drzew w klasach defoliacji 2-4 oraz 17,1% średniej defoliacji). Słabszą kondycją charakteryzowały się: jodła, sosna i domieszkowe gatunki liściaste. Wśród jodeł zanotowano wysoki udział drzew zdrowych (21,6%) oraz wysoki udział drzew w klasach 2-4 (35,3%), średnia defoliacja wynosiła 23,2%. Wśród sosen oraz domieszkowych gatunków liściastych udział drzew zdrowych był niski (5,0% i 3,2%), udział drzew w klasach 2-4 zróżnicowany (28,3% i 16,1%), średnia defoliacja wynosiła odpowiednio: 25,5% i 23,7%. Najsłabszą kondycją charakteryzowały się świerk i brzoza (odpowiednio: 0,9%, i 2,2% drzew zdrowych, 44,0%, i 37,0% drzew w klasach defoliacji 2-4 oraz 28,0% i 30,8% średniej defoliacji).

Porównano również kondycję zdrowotną drzew w poszczególnych parkach narodowych (tab. 3.17, ryc. 3.21). W jedenastu parkach obserwacje przeprowadzono tylko na jednej powierzchni (na 20 drzewach) i wyjątkowo tak małe liczebności prób uwzględniono w opisie, jednak należy ostrożnie podchodzić do uzyskanych wyników. Po jednej powierzchni monitoringowej znajduje się w parkach: Drawieńskim i Wigierskim (powierzchnie sosnowe), Babiogórskim i Karkonoskim (powierzchnie świerkowe), Roztoczańskim (powierzchnia

jodłowo-sosnowa), Gorczańskim (powierzchnia bukowo-świerkowa), Świętokrzyskim (powierzchnia bukowa), Ojcowskim (powierzchnia bukowa z domieszką sosny i świerka), Białowieskim (powierzchnia olszowa), Poleskim i Słowińskim (powierzchnie brzożowo-olszowe). Po dwie powierzchnie znajdują się w parkach: Wielkopolskim (powierzchnia sosnowa i powierzchnia liściasta mieszana) i Wolińskim (powierzchnie sosnowe z domieszką dębu). Po trzy powierzchnie znajdują się w parkach: Magurskim (powierzchnia modrzewiowa, jodłowo-bukowa i liściasta z przewagą buka) i Tatrzańskim (dwie powierzchnie świerkowe i jedna powierzchnia jodłowa). Cztery powierzchnie zlokalizowane są w Kampinoskim PN (trzy powierzchnie sosnowe i jedna powierzchnia brzożowa), sześć powierzchni – w Biebrzańskim PN (dwie powierzchnie brzożowe oraz po jednej powierzchni sosnowej, świerkowej, olszowej i olszowo-brzożowej) i w Bieszczadzkim PN (cztery powierzchnie bukowe, jedna bukowo-jodłowa i jedna osikowo-brzożowa).

Najlepszą kondycją zdrowotną charakteryzowały się drzewa na powierzchni Świętokrzyskiego PN, gdzie zanotowano wysoki udział drzew zdrowych (75,0%), brak drzew w klasach 2-4 oraz najniższą średnią defoliację (10,0%). Wysoki poziom zdrowotności drzew odnotowano w parkach: Bieszczadzkim i Magurskim (odpowiednio: 18,3%, i 43,3% drzew zdrowych, 1,7%, i 10,0% drzew w klasach defoliacji 2-4 oraz 16,1% i 16,9% średniej defoliacji). Dobrą kondycją charakteryzowały się drzewa w lasach parków: Białowieskiego, Ojcowskiego i Poleskiego (odpowiednio: 10,0%, 35,0% i 10,0% drzew zdrowych, 5,0%, 5,0% i 20,0% drzew w klasach defoliacji 2-4 oraz 18,3%, 18,8% i 18,8% średniej defoliacji).

Średnim poziomem zdrowotności charakteryzowały się drzewa w lasach parków: Gorczańskiego, Karkonoskiego, Roztoczańskiego, Słowińskiego i Wielkopolskiego (od 17,5% do 0,0% drzew zdrowych, od 10,0% do 20,0% drzew w klasach defoliacji 2-4 oraz od 20,0% do 23,8% średniej defoliacji). Słabą kondycją charakteryzowały się drzewa w parkach: Biebrzańskim, Drawieńskim, Kampinoskim i Wigierskim (od 8,3% do 0,0% drzew zdrowych, od 21,7% do 35,0% drzew w klasach defoliacji 2-4 oraz od 23,8% do 28,0% średniej defoliacji).

Drzewa o bardzo słabej kondycji występowały w parkach: Babiogórskim i Wolińskim (brak drzew zdrowych, odpowiednio: 60,0% i 57,5% drzew w klasach defoliacji 2-4 oraz 31,0% i 32,0% średniej defoliacji) Najsłabszą kondycją drzew charakteryzowały się powierzchnie w Tatrzańskim PN, gdzie zarejestrowano 1,7% drzew zdrowych, najwyższy w zestawieniu udział drzew w klasach defoliacji 2-4 (75%) oraz najwyższą średnią defoliację (33,5%).

Tabela 3.1. Liczba SPO I rzędu wg form własności (RDLP i Parki Narodowe) – 2023 r.

RDLP	W zarządzie Lasów Państwowych	Osób fizycznych	W granicach parków narodowych	Inne formy własności razem	Formy własności razem
Białystok	115	66	8	3	192
Katowice	89	35	1	15	140
Kraków	39	50	5	6	100
Krosno	76	27	9	8	120
Lublin	77	76	2	8	163
Łódź	60	52	0	3	115
Olsztyn	122	53	0	4	179
Piła	63	4	0	2	69
Poznań	87	24	2	10	123
Szczecin	129	4	3	6	142
Szczecinek	126	6	1	1	134
Toruń	86	14	0	2	102
Wrocław	100	7	1	9	117
Zielona Góra	87	0	0	1	88
Gdańsk	65	10	0	3	78
Radom	51	51	1	10	113
Warszawa	30	56	4	6	96
Razem	1402	535	37	97	2071

Tabela 3.2. Liczba SPO I rzędu wg form własności w układzie krain – 2023 r.

Kraina przyrodniczo-leśna	W zarządzie Lasów Państwowych	Osób fizycznych	W granicach parków narodowych	Inne formy własności razem	Formy własności razem
Bałtycka	251	23	3	9	286
Mazursko-Podlaska	156	45	8	7	216
Wielkopolsko-Pomorska	416	51	3	15	485
Mazowiecko-Podlaska	120	170	5	9	304
Śląska	136	10	0	8	154
Małopolska	201	160	3	35	399
Sudecka	33	2	1	5	41
Karpacka	89	74	14	9	186
Razem	1402	535	37	97	2071

Tabela 3.3. Liczba SPO I rzędu wg form własności w układzie województw – 2023 r.

Województwo	W zarządzie Lasów Państwowych	Osób fizycznych	W granicach parków narodowych	Inne formy własności razem	Formy własności razem
Dolnośląskie	104	7	1	9	121
Kujawsko-pomorskie	78	15	0	2	95
Lubelskie	67	68	2	6	143
Lubuskie	132	0	1	2	135
Łódzkie	48	48	0	4	100
Małopolskie	49	56	6	7	118
Mazowieckie	79	125	4	6	214
Opolskie	32	4	0	4	40
Podkarpackie	89	38	9	10	146
Podlaskie	79	60	8	2	149
Pomorskie	126	15	1	2	144
Śląskie	44	18	0	9	71
Świętokrzyskie	35	25	1	10	71
Warmińsko-mazurskie	141	24	0	6	171
Wielkopolskie	135	28	2	11	176
Zachodniopomorskie	164	4	2	7	177
Razem	1402	535	37	97	2071

Tabela 3.4. Liczba SPO I rzędu wg form własności w układzie gatunków drzew panujących w drzewostanie – 2023 r.

Gatunek panujący drzewostanu	W zarządzie Lasów Państwowych	Osób fizycznych	W granicach parków narodowych	Inne formy własności razem	Formy własności razem
Sosna	860	305	11	45	1221
Świerk	55	16	5	5	81
Jodła	34	12	3	1	50
Inne iglaste	17	3	1	2	23
Buk	60	10	7	3	80
Dąb	119	21	0	11	151
Brzoza	117	63	4	9	193
Olsza	86	57	5	10	158
Inne liściaste	54	48	1	11	114
Iglaste razem	966	336	20	53	1375
Liściaste razem	436	199	17	44	696
Gatunki razem	1402	535	37	97	2071

Tabela 3.5. Liczba SPO I rzędu w lasach zarządzanych przez Lasy Państwowe, zestawienie według gatunku panującego w drzewostanie, w układzie RDLP – 2023 r.

RDLP w zarządzie LP	Sosna	Świerk	Jodła	Inne iglaste	Buk	Dąb	Brzoza	Olsza	Inne liściaste	Iglaste razem	Liściaste razem	Gatunki razem
Białystok	64	13	0	0	0	6	16	12	4	77	38	115
Katowice	45	5	1	4	9	11	7	3	4	55	34	89
Kraków	9	1	9	2	8	5	1	1	3	21	18	39
Krosno	24	4	17	3	10	3	2	5	8	48	28	76
Lublin	51	0	1	0	0	13	9	2	1	52	25	77
Łódź	48	0	0	1	1	4	5	0	1	49	11	60
Olsztyn	68	4	0	0	3	14	13	17	3	72	50	122
Piła	55	1	0	0	0	1	4	2	0	56	7	63
Poznań	59	0	0	0	0	10	9	6	3	59	28	87
Szczecin	85	1	0	3	7	11	8	9	5	89	40	129
Szczecinek	71	6	0	0	16	4	15	13	1	77	49	126
Toruń	74	0	0	1	1	4	5	1	0	75	11	86
Wrocław	35	17	0	0	0	22	6	6	14	52	48	100
Zielona Góra	69	0	0	0	2	6	4	2	4	69	18	87
Gdańsk	47	2	0	3	2	1	6	3	1	52	13	65
Radom	33	1	6	0	1	4	3	2	1	40	11	51
Warszawa	23	0	0	0	0	0	4	2	1	23	7	30
Razem	860	55	34	17	60	119	117	86	54	966	436	1402

Tabela 3.6. Liczba SPO I rzędu w lasach wszystkich form własności, zestawienie według gatunku panującego w drzewostanie, w układzie krain przyrodniczo-leśnych – 2023 r.

Kraina przyrodniczo-leśna	Sosna	Świerk	Jodła	Inne iglaste	Buk	Dąb	Brzoza	Olsza	Inne liściaste	Iglaste razem	Liściaste razem	Gatunki razem
Bałtycka	147	10	0	5	25	25	32	30	12	162	124	286
Mazursko-Podlaska	117	15	0	0	0	9	28	38	9	132	84	216
Wielkopolsko-Pomorska	386	3	0	4	7	23	26	23	13	393	92	485
Mazowiecko-Podlaska	206	1	0	0	0	14	45	32	6	207	97	304
Śląska	80	2	0	3	4	28	14	7	16	85	69	154
Małopolska	257	3	9	3	9	41	39	19	19	272	127	399
Sudecka	1	19	0	0	0	7	4	1	9	20	21	41
Karpacka	27	28	41	8	35	4	5	8	30	104	82	186
Razem	1221	81	50	23	80	151	193	158	114	1375	696	2071

Tabela 3.7. Liczba SPO I rzędu w lasach wszystkich form własności, zestawienie według gatunku panującego w drzewostanie, w układzie województw – 2023 r.

Województwo	Sosna	Świerk	Jodła	Inne iglaste	Buk	Dąb	Brzoza	Olsza	Inne liściaste	Iglaste razem	Liściaste razem	Gatunki razem
Dolnośląskie	39	20	0	1	0	24	8	6	23	60	61	121
Kujawsko-pomorskie	77	0	0	2	1	5	8	1	1	79	16	95
Lubelskie	82	0	0	1	2	21	19	10	8	83	60	143
Lubuskie	108	0	0	1	3	9	5	3	6	109	26	135
Łódzkie	83	0	0	1	1	4	8	2	1	84	16	100
Małopolskie	23	17	20	3	16	10	7	4	18	63	55	118
Mazowieckie	151	0	2	0	0	9	27	19	6	153	61	214
Opolskie	19	1	0	2	1	7	4	2	4	22	18	40
Podkarpackie	57	4	20	4	19	6	7	12	17	85	61	146
Podlaskie	87	10	0	0	0	4	20	25	3	97	52	149
Pomorskie	102	5	0	3	9	2	12	10	1	110	34	144
Śląskie	41	8	2	2	6	4	6	1	1	53	18	71
Świętokrzyskie	43	2	6	0	2	3	8	3	4	51	20	71
Warmińsko-mazurskie	86	9	0	0	3	16	20	27	10	95	76	171
Wielkopolskie	130	1	0	0	0	13	13	15	4	131	45	176
Zachodniopomorskie	93	4	0	3	17	14	21	18	7	100	77	177
Razem	1221	81	50	23	80	151	193	158	114	1375	696	2071

Tabela 3.8. Liczba SPO I rz. w parkach narodowych, zestawienie według gatunku panującego w drzewostanie – 2023 r.

Park narodowy	Sosna	Świerk	Jodła	Inne iglaste	Buk	Dąb	Brzoza	Olsza	Inne liściaste	Iglaste razem	Liściaste razem	Gatunki razem
Babiogórski	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
Białowiecki	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1
Biebrzański	1	1	0	0	0	0	3	1	0	2	4	6
Bieszczadzki	0	0	1	0	4	0	0	0	1	1	5	6
Drawieński	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
Gorczański	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1
Kampinoski	3	0	0	0	0	0	1	0	0	3	1	4
Karkonoski	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
Magurski	0	0	1	1	1	0	0	0	0	2	1	3
Ojcowski	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
Poleski	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1
Roztoczański	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
Słowiński	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1
Świętokrzyski	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1
Tatrzański	0	2	1	0	0	0	0	0	0	3	0	3
Wielkopolski	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	2
Wigierski	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
Woliński	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2
Razem	11	5	3	1	7	0	4	5	1	20	17	37

Tabela 3.9. Udział procentowy drzew (3 grupy wiekowe) w klasach defoliacji oraz średnia defoliacja według gatunków na SPO I rzędu – wszystkie formy własności – 2023 r.

Wiek drzew	Klasy defoliacji	Procent defoliacji	Sosna	Świerk	Jodła	Inne iglaste	Iglaste razem	Buk	Dąb	Brzoza	Olsza	Inne liściaste	Liściaste razem	Gatunki razem	
Powyżej 20 lat (wszystkie drzewa razem)	0 - bez defoliacji	0 - 10%	8,0	3,3	21,8	14,0	8,5	27,2	3,8	7,8	21,1	21,1	14,2	10,7	
	1 - lekka defoliacja	11 - 25%	77,0	63,1	67,1	70,3	75,4	66,6	66,5	75,8	70,0	60,9	68,6	72,8	
	Klasy 2 - 4 (średnia i duża defoliacja oraz drzewa martwe)	> 25%	15,0	33,6	11,1	15,7	16,1	6,2	29,7	16,4	8,9	18,0	17,2	16,5	
	Średnia defoliacja			21,9	27,2	19,0	21,7	22,1	16,8	25,2	22,5	18,8	21,3	21,5	21,9
	Liczba drzew próbnych			22042	1722	1157	613	25534	1771	3672	4281	3100	3062	15886	41420
Od 21 do 60 lat	0 - bez defoliacji	0 - 10%	6,9	3,5	40,6	12,8	7,8	23,1	5,4	10,0	24,6	18,9	14,6	10,8	
	1 - lekka defoliacja	11 - 25%	77,7	75,2	53,1	73,5	76,6	70,0	74,9	75,9	68,1	64,5	71,5	74,4	
	Klasy 2 - 4 (średnia i duża defoliacja oraz drzewa martwe)	> 25%	15,4	21,3	6,3	13,8	15,6	7,0	19,7	14,1	7,2	16,7	13,9	14,8	
	Średnia defoliacja			22,3	24,7	15,8	21,5	22,3	17,6	22,9	21,4	18,1	21,6	20,9	21,7
	Liczba drzew próbnych			7255	657	239	298	8449	446	1252	2349	1243	1421	6711	15160
Powyżej 60 lat	0 - bez defoliacji	0 - 10%	8,6	3,2	16,9	15,2	8,8	28,6	3,0	5,2	18,8	23,0	13,9	10,6	
	1 - lekka defoliacja	11 - 25%	76,6	55,6	70,7	67,3	74,8	65,5	62,2	75,7	71,2	57,9	66,6	71,9	
	Klasy 2 - 4 (średnia i duża defoliacja oraz drzewa martwe)	> 25%	14,8	41,2	12,4	17,5	16,4	5,9	34,8	19,1	10,0	19,1	19,5	17,5	
	Średnia defoliacja			21,7	28,7	19,8	21,9	22,0	16,6	26,3	23,9	19,2	21,1	22,0	22,0
	Liczba drzew próbnych			14787	1065	918	315	17085	1325	2420	1932	1857	1641	9175	26260

Tabela 3.10. Udział procentowy drzew (3 grupy wiekowe) w klasach odbarwienia według gatunków na SPO I rzędu – wszystkie formy własności – 2023 r.

Wiek drzew	Klasy odbarwienia	Procent odbarwienia	Sosna	Świerk	Jodła	Inne iglaste	Iglaste razem	Buk	Dąb	Brzoza	Olsza	Inne liściaste	Liściaste razem	Gatunki razem
Powyżej 20 lat (wszystkie drzewa razem)	0 - bez odbarwienia	0 - 10%	99,0	96,7	99,0	99,0	98,8	98,7	94,0	98,3	99,1	98,2	97,5	98,3
	1 - lekkie odbarwienie	11 - 25%	0,5	1,0	0,8	0,3	0,5	1,0	4,5	0,5	0,4	0,9	1,5	0,9
	Klasy 2 - 4 (średnie i duże odbarwienie oraz drzewa martwe)	powyżej 25% i drzewa martwe	0,6	2,3	0,2	0,7	0,7	0,3	1,5	1,2	0,5	0,9	1,0	0,8
	Liczba drzew próbnych			22042	1722	1157	613	25534	1771	3672	4281	3100	3062	15886
Od 21 do 60 lat	0 - bez odbarwienia	0 - 10%	99,1	97,3	99,2	98,7	98,9	99,8	95,7	98,7	99,4	98,0	98,2	98,6
	1 - lekkie odbarwienie	11 - 25%	0,2	0,9	0,0	0,7	0,3	0,0	3,3	0,3	0,2	0,8	0,9	0,6
	Klasy 2 - 4 (średnie i duże odbarwienie oraz drzewa martwe)	powyżej 25% i drzewa martwe	0,6	1,8	0,8	0,7	0,7	0,2	1,0	1,0	0,4	1,2	0,9	0,8
	Liczba drzew próbnych			7255	657	239	298	8449	446	1252	2349	1243	1421	6711
Powyżej 60 lat	0 - bez odbarwienia	0 - 10%	98,9	96,4	99,0	99,4	98,8	98,3	93,1	97,8	98,9	98,3	96,9	98,1
	1 - lekkie odbarwienie	11 - 25%	0,6	1,0	1,0	0,0	0,6	1,3	5,1	0,8	0,5	1,0	2,0	1,1
	Klasy 2 - 4 (średnie i duże odbarwienie oraz drzewa martwe)	powyżej 25% i drzewa martwe	0,5	2,5	0,0	0,6	0,6	0,4	1,8	1,4	0,6	0,7	1,1	0,8
	Liczba drzew próbnych			14787	1065	918	315	17085	1325	2420	1932	1857	1641	9175

Tabela 3.11. Udział procentowy drzew (3 grupy wiekowe) w klasach zdrowotności wg gatunków na SPO I rzędu – wszystkie formy własności – 2023 r.

Wiek drzew	Klasy zdrowotności	Sosna	Świerk	Jodła	Inne iglaste	Iglaste razem	Buk	Dąb	Brzoza	Olsza	Inne liściaste	Liściaste razem	Gatunki razem
Powyżej 20 lat (wszystkie drzewa razem)	0 - drzewa zdrowe	8,0	3,3	21,8	14,0	8,5	27,2	3,8	7,8	21,1	21,1	14,2	10,7
	1 - klasa ostrzegawcza	76,9	63,1	67,1	70,3	75,4	66,6	66,4	75,8	69,8	60,9	68,6	72,8
	Klasy 2 - 4 (drzewa o obniżonej zdrowotności oraz drzewa martwe)	15,0	33,6	11,1	15,7	16,1	6,2	29,8	16,4	9,0	18,0	17,2	16,5
	Liczba drzew próbnych	22042	1722	1157	613	25534	1771	3672	4281	3100	3062	15886	41420
Od 21 do 60 lat	0 - drzewa zdrowe	6,9	3,5	40,6	12,8	7,8	23,1	5,4	10,0	24,6	18,9	14,6	10,8
	1 - klasa ostrzegawcza	77,7	75,2	53,1	73,5	76,6	70,0	74,8	75,9	68,1	64,4	71,4	74,3
	Klasy 2 - 4 (drzewa o obniżonej zdrowotności oraz drzewa martwe)	15,4	21,3	6,3	13,8	15,6	7,0	19,9	14,1	7,2	16,7	14,0	14,9
	Liczba drzew próbnych	7255	657	239	298	8449	446	1252	2349	1243	1421	6711	15160
Powyżej 60 lat	0 - drzewa zdrowe	8,6	3,2	16,9	15,2	8,8	28,6	3,0	5,2	18,8	23,0	13,9	10,6
	1 - klasa ostrzegawcza	76,6	55,6	70,7	67,3	74,8	65,5	62,1	75,7	71,0	57,9	66,5	71,9
	Klasy 2 - 4 (drzewa o obniżonej zdrowotności oraz drzewa martwe)	14,8	41,2	12,4	17,5	16,4	5,9	34,9	19,1	10,2	19,1	19,6	17,5
	Liczba drzew próbnych	14787	1065	918	315	17085	1325	2420	1932	1857	1641	9175	26260

Tabela 3.12. Udział procentowy drzew w klasach defoliacji: 0 (do 10% def.), 1 (11-25% def.) i 2-4 (> 25% def. i drzewa martwe) oraz średnia defoliacja [%] według gatunków w układzie własności na SPO I rzędu, wiek drzew: powyżej 20 lat – 2023 r.

Forma własności	Klasy defoliacji	Sosna	Świerk	Jodła	Inne iglaste	Iglaste razem	Buk	Dąb	Brzoza	Olsza	Inne liściaste	Liściaste razem	Gatunki razem
W zarządzie Lasów Państwowych	0 - bez defoliacji	8,8	4,1	24,6	12,5	9,3	26,9	3,4	7,5	17,2	22,2	12,7	10,5
	1 - lekka defoliacja	78,2	69,0	64,7	74,4	76,8	66,1	65,6	76,4	72,5	61,0	69,0	74,0
	Klasy 2 - 4 (średnia i duża defoliacja oraz drzewa martwe)	13,1	26,8	10,7	13,1	13,9	7,0	31,0	16,2	10,2	16,9	18,3	15,5
	Średnia defoliacja	21,2	26,1	18,6	21,2	21,4	17,1	25,5	22,5	19,8	20,9	22,0	21,6
	Liczba drzew próbnych	15491	1234	797	488	18010	1348	2931	2571	1774	1386	10010	28020
Własność osób fizycznych	0 - bez defoliacji	6,3	1,4	11,3	25,4	6,5	23,5	6,1	8,7	26,4	21,4	16,8	10,9
	1 - lekka defoliacja	74,0	47,4	79,4	55,9	72,8	68,4	75,1	76,3	65,4	62,6	69,3	71,3
	Klasy 2 - 4 (średnia i duża defoliacja oraz drzewa martwe)	19,7	51,2	9,3	18,6	20,7	8,0	18,8	15,1	8,2	16,1	13,9	17,8
	Średnia defoliacja	23,6	30,3	19,5	21,3	23,7	17,7	22,4	22,0	17,9	21,4	20,7	22,4
	Liczba drzew próbnych	5594	285	247	59	6185	187	510	1455	1057	1330	4539	10724
W granicach parków narodowych	0 - bez defoliacji	5,0	0,9	21,6	38,9	7,7	35,3	0,0	2,2	17,9	3,2	19,5	13,6
	1 - lekka defoliacja	66,7	55,2	43,1	33,3	58,1	64,7	41,7	60,9	78,6	80,6	67,5	62,8
	Klasy 2 - 4 (średnia i duża defoliacja oraz drzewa martwe)	28,3	44,0	35,3	27,8	34,2	0,0	58,3	37,0	3,6	16,1	13,1	23,5
	Średnia defoliacja	25,5	28,0	23,2	20,0	25,7	14,3	32,1	30,8	17,1	23,7	20,3	23,0
	Liczba drzew próbnych	180	116	51	18	365	156	12	92	84	31	375	740
Pozostałe kategorie własności	0 - bez defoliacji	5,8	1,1	27,4	6,3	6,8	25,0	4,1	9,2	29,7	16,8	15,8	11,3
	1 - lekka defoliacja	77,0	40,2	67,7	60,4	72,3	75,0	60,7	71,8	67,6	52,1	62,3	67,3
	Klasy 2 - 4 (średnia i duża defoliacja oraz drzewa martwe)	17,2	58,6	4,8	33,3	20,9	0,0	35,2	19,0	2,7	31,1	21,9	21,4
	Średnia defoliacja	23,3	32,0	18,7	27,8	24,0	15,1	26,6	21,9	15,1	22,8	21,4	22,7
	Liczba drzew próbnych	777	87	62	48	974	80	219	163	185	315	962	1936

^{*)}czcionka w kolorze niebieskim – wyniki uzyskane z co najwyżej 30 drzew (dotyczy wszystkich tabel)

Tabela 3.13. Procentowy udział drzew w klasach defoliacji: 0 (do 10% def.), 1 (11-25% def.) i 2-4 (> 25% def. i drzewa martwe) oraz średnia defoliacja [%] wg gatunków w układzie własności w krainach przyrodniczo-leśnych, wiek > 20 lat – 2023 r. (LP – Lasy Państwowe, PN – parki narodowe)

Kraina, własność	Kl.def., śr.def.	Sosna	Świerk	Jodła	Inne iglaste	Iglaste razem	Buk	Dąb	Brzoza	Olsza	Inne liśc.	Liśc. razem	Gat. razem
Bałtycka w zarządzie LP	0	8,5	6,4	0,0	24,6	9,1	29,4	3,5	5,8	20,2	27,4	14,7	11,8
	1	85,1	72,8	100,0	69,0	83,4	62,7	72,0	82,0	64,8	54,8	70,1	77,0
	2-4	6,5	20,8	0,0	6,3	7,5	8,0	24,5	12,2	15,0	17,8	15,2	11,2
	śr.def.	19,1	27,5	20,0	17,2	19,7	18,3	23,5	21,1	20,5	21,2	21,0	20,3
Bałtycka własność osób fizycznych	0	8,0	14,3	-	-	8,1	8,6	0,0	4,9	24,3	47,1	23,3	14,8
	1	84,1	85,7	-	-	84,1	82,9	84,2	82,9	75,7	47,1	69,3	77,6
	2-4	8,0	0,0	-	-	7,8	8,6	15,8	12,2	0,0	5,7	7,4	7,6
	śr.def.	20,2	19,3	-	-	20,2	19,7	23,7	24,5	17,3	15,3	19,1	19,7
Bałtycka w granicach PN	0	0,0	-	-	-	0,0	0,0	0,0	0,0	33,3	-	6,1	3,3
	1	40,7	-	-	-	40,7	100,0	41,7	78,6	66,7	-	63,6	53,3
	2-4	59,3	-	-	-	59,3	0,0	58,3	21,4	0,0	-	30,3	43,3
	śr.def.	32,2	-	-	-	32,2	25,0	32,1	24,6	15,8	-	25,8	28,7
Bałtycka inne własności	0	0,0	-	-	0,0	0,0	-	43,8	18,9	52,9	7,0	23,0	14,4
	1	80,0	-	-	0,0	77,6	-	25,0	75,7	35,3	44,2	50,4	60,6
	2-4	20,0	-	-	100,0	22,4	-	31,3	5,4	11,8	48,8	26,5	25,0
	śr.def.	26,3	-	-	40,0	26,7	-	21,3	16,5	14,4	28,4	21,4	23,4
Mazursko-Podl. w zarządzie LP	0	3,6	2,0	-	13,3	3,3	92,9	1,3	11,7	15,9	36,0	16,0	8,2
	1	80,3	85,4	-	86,7	81,3	7,1	94,2	81,7	77,8	55,4	77,7	79,9
	2-4	16,2	12,6	-	0,0	15,4	0,0	4,5	6,6	6,3	8,6	6,3	11,9
	śr.def.	23,5	23,2	-	18,0	23,4	9,3	21,0	19,9	19,0	18,3	19,4	21,9
Mazursko-Podl. własność osób fizycznych	0	3,8	0,0	-	0,0	3,4	-	4,8	4,4	49,0	35,8	32,4	17,8
	1	90,6	91,7	-	66,7	90,5	-	81,0	84,2	47,5	57,5	60,8	75,8
	2-4	5,6	8,3	-	33,3	6,0	-	14,3	11,4	3,5	6,7	6,8	6,4
	śr.def.	21,5	21,4	-	26,7	21,5	-	22,6	20,8	14,4	17,2	17,1	19,3
Mazursko-Podl. w granicach PN	0	0,0	0,0	-	-	0,0	-	-	4,3	18,9	-	12,0	7,5
	1	77,8	91,7	-	-	83,3	-	-	48,9	77,4	-	64,0	71,3
	2-4	22,2	8,3	-	-	16,7	-	-	46,8	3,8	-	24,0	21,3
	śr.def.	25,4	22,1	-	-	24,1	-	-	36,2	16,9	-	26,0	25,3
Mazursko-Podl. inne własności	0	0,0	-	-	-	0,0	-	-	-	28,0	80,0	31,3	18,0
	1	83,1	-	-	-	83,1	-	-	-	72,0	20,0	68,8	74,8
	2-4	16,9	-	-	-	16,9	-	-	-	0,0	0,0	0,0	7,2
	śr.def.	25,4	-	-	-	25,4	-	-	-	14,9	10,0	14,6	19,2
Wielkopolsko- Pomorska w zarządzie LP	0	9,2	7,4	-	3,0	9,1	19,5	1,9	8,8	19,0	12,0	9,8	9,2
	1	77,9	72,2	-	79,1	77,8	75,8	64,7	76,0	73,7	65,2	70,3	76,1
	2-4	13,0	20,4	-	17,9	13,1	4,7	33,4	15,2	7,4	22,8	19,9	14,6
	śr.def.	20,9	23,1	-	22,6	21,0	16,9	27,1	22,2	17,8	22,7	22,6	21,3
Wielkopolsko- Pomorska własność osób fizycznych	0	9,8	-	-	0,0	9,6	-	0,0	8,7	19,6	0,0	9,3	9,5
	1	71,2	-	-	50,0	70,7	-	70,0	69,6	60,7	22,2	59,9	68,3
	2-4	19,0	-	-	50,0	19,7	-	30,0	21,7	19,6	77,8	30,8	22,2
	śr.def.	22,1	-	-	34,4	22,4	-	22,5	24,6	20,5	41,3	26,0	23,2
Wielkopolsko- Pomorska w granicach PN	0	15,0	-	-	-	15,0	-	-	-	11,1	0,0	5,0	11,7
	1	60,0	-	-	-	60,0	-	-	-	88,9	72,7	80,0	66,7
	2-4	25,0	-	-	-	25,0	-	-	-	0,0	27,3	15,0	21,7

Kraina, własność	Kl.def., śr.def.	Sosna	Świerk	Jodła	Inne iglaste	Iglaste razem	Buk	Dąb	Brzoza	Olsza	Inne liśc.	Liśc. razem	Gat. razem
	śr.def.	23,9	-	-	-	23,9	-	-	-	16,7	29,1	23,5	23,8
Wielkopolsko- Pomorska inne własności	0	7,1	-	-	0,0	6,4	20,0	0,0	0,0	21,1	8,9	13,1	10,2
	1	75,9	-	-	38,5	72,0	80,0	32,1	0,0	73,7	58,9	61,9	66,2
	2-4	17,0	-	-	61,5	21,6	0,0	67,9	100,0	5,3	32,1	25,0	23,5
	śr.def.	21,7	-	-	34,2	23,0	16,0	35,9	35,0	16,8	24,9	22,8	22,9
Mazowiecko- Podlaska w zarządzie LP	0	5,4	3,4	-	40,0	5,9	100,0	1,3	7,4	13,2	21,3	7,4	6,4
	1	74,8	75,9	-	60,0	74,6	0,0	73,2	77,2	79,3	61,3	74,4	74,5
	2-4	19,8	20,7	-	0,0	19,5	0,0	25,5	15,4	7,4	17,5	18,2	19,0
	śr.def.	23,5	24,3	-	14,6	23,3	10,0	24,3	22,3	20,2	20,4	22,6	23,1
Mazowiecko- Podlaska własność osób fizycznych	0	3,7	0,0	-	0,0	3,7	-	2,2	5,7	25,1	18,6	13,9	7,8
	1	73,6	50,0	-	100,0	73,6	-	83,0	78,3	69,0	57,4	72,7	73,2
	2-4	22,8	50,0	-	0,0	22,8	-	14,8	16,0	6,0	24,0	13,4	19,0
	śr.def.	25,1	30,0	-	15,0	25,1	-	21,9	22,5	17,3	25,0	21,0	23,4
Mazowiecko- Podlaska w granicach PN	0	3,2	-	-	-	3,2	-	-	0,0	15,4	-	5,3	4,0
	1	74,2	-	-	-	74,2	-	-	68,0	76,9	-	71,1	73,0
	2-4	22,6	-	-	-	22,6	-	-	32,0	7,7	-	23,7	23,0
	śr.def.	24,6	-	-	-	24,6	-	-	26,2	18,1	-	23,4	24,2
Mazowiecko- Podlaska inne własności	0	1,9	-	-	0,0	1,8	-	0,0	33,3	44,8	72,2	45,0	17,1
	1	81,1	-	-	100,0	81,8	-	30,0	33,3	55,2	27,8	41,7	67,6
	2-4	17,0	-	-	0,0	16,4	-	70,0	33,3	0,0	0,0	13,3	15,3
	śr.def.	23,1	-	-	21,3	23,0	-	29,0	23,3	12,1	10,8	15,1	20,2
Śląska w zarządzie LP	0	10,9	7,3	-	5,0	10,5	31,8	1,3	3,3	13,1	9,9	6,5	8,7
	1	76,9	61,5	-	73,3	75,8	43,9	46,9	67,1	77,7	66,3	59,6	68,6
	2-4	12,1	31,3	-	21,7	13,7	24,2	51,7	29,6	9,1	23,8	33,9	22,6
	śr.def.	20,8	29,4	-	25,4	21,5	22,1	30,3	26,9	20,1	23,5	26,5	23,7
Śląska własność osób fizycznych	0	2,6	-	-	-	2,6	0,0	0,0	0,0	-	4,3	3,3	3,0
	1	79,2	-	-	-	79,2	100,0	63,6	37,5	-	65,2	63,4	69,5
	2-4	18,2	-	-	-	18,2	0,0	36,4	62,5	-	30,4	33,3	27,5
	śr.def.	24,7	-	-	-	24,7	15,0	27,7	38,1	-	25,3	26,5	25,8
Śląska w granicach PN	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2-4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	śr.def.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Śląska inne własności	0	10,3	-	-	5,9	8,9	0,0	1,6	0,0	-	6,3	2,9	5,0
	1	43,6	-	-	76,5	53,6	100,0	60,7	20,0	-	43,8	55,8	55,0
	2-4	46,2	-	-	17,6	37,5	0,0	37,7	80,0	-	50,0	41,3	40,0
	śr.def.	28,2	-	-	25,3	27,3	17,5	27,5	37,0	-	28,4	27,7	27,6
Małopolska w zarządzie LP	0	12,6	0,0	24,7	8,3	13,1	31,0	7,9	9,2	18,7	36,5	15,0	13,8
	1	73,5	37,0	56,0	80,6	71,8	61,3	60,9	69,8	67,3	47,3	62,2	68,3
	2-4	13,9	63,0	19,2	11,1	15,1	7,7	31,2	21,0	14,0	16,2	22,8	17,9
	śr.def.	21,0	35,7	20,4	24,0	21,3	15,6	24,6	23,9	22,8	19,7	22,7	21,8
Małopolska własność osób fizycznych	0	8,6	0,0	41,2	43,8	9,1	67,7	11,3	15,0	18,2	34,1	21,2	14,1
	1	70,4	52,6	52,9	56,3	69,9	32,3	73,0	73,9	68,7	55,8	67,1	68,7
	2-4	21,1	47,4	5,9	0,0	21,0	0,0	15,7	11,1	13,1	10,1	11,7	17,2
	śr.def.	23,4	28,2	16,2	13,4	23,3	11,0	21,1	19,8	19,9	18,0	19,4	21,7
Małopolska w granicach PN	0	0,0	0,0	27,3	100,0	13,3	70,0	-	-	-	-	70,0	41,7
	1	76,9	40,0	63,6	0,0	63,3	30,0	-	-	-	-	30,0	46,7

Kraina, własność	Kl.def., śr.def.	Sosna	Świerk	Jodła	Inne iglaste	Iglaste razem	Buk	Dąb	Brzoza	Olsza	Inne liśc.	Liśc. razem	Gat. razem
	2-4	23,1	60,0	9,1	0,0	23,3	0,0	-	-	-	-	0,0	11,7
	śr.def.	22,7	29,0	18,2	0,0	21,3	11,2	-	-	-	-	11,2	16,3
Małopolska inne własności	0	8,1	0,0	11,1	25,0	8,2	14,3	0,0	6,9	0,0	21,2	10,8	9,3
	1	78,1	50,0	88,9	50,0	76,8	85,7	75,0	72,3	100,0	52,2	66,2	72,4
	2-4	13,8	50,0	0,0	25,0	15,0	0,0	25,0	20,8	0,0	26,5	23,0	18,3
	śr.def.	22,5	28,6	18,3	25,0	22,7	13,6	25,2	23,2	19,3	20,8	22,4	22,6
Sudecka W zarządzie LP	0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,8	30,2	3,4	5,6	10,0	19,4	13,2	6,6
	1	71,4	61,1	33,3	80,5	63,3	55,8	73,6	70,4	85,0	62,2	67,5	65,2
	2-4	28,6	37,9	66,7	19,5	35,9	14,0	23,0	24,1	5,0	18,4	19,2	28,2
	śr.def.	24,3	26,4	36,7	22,3	26,0	17,4	23,8	26,3	17,8	21,2	22,1	24,2
Sudecka własność osób fizycznych	0	-	0,0	-	-	0,0	-	-	0,0	-	2,6	2,6	2,5
	1	-	0,0	-	-	0,0	-	-	100,0	-	73,7	74,4	72,5
	2-4	-	100,0	-	-	100,0	-	-	0,0	-	23,7	23,1	25,0
	śr.def.	-	30,0	-	-	30,0	-	-	15,0	-	23,9	23,7	23,9
Sudecka w granicach PN	0	-	0,0	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-	0,0
	1	-	90,0	-	-	90,0	-	-	-	-	-	-	90,0
	2-4	-	10,0	-	-	10,0	-	-	-	-	-	-	10,0
	śr.def.	-	22,0	-	-	22,0	-	-	-	-	-	-	22,0
Sudecka inne własności	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	25,0	4,2	0,0	-	4,3	4,8	2,9
	1	50,0	54,1	0,0	100,0	53,7	75,0	83,3	91,7	-	60,9	76,2	67,3
	2-4	50,0	45,9	100,0	0,0	46,3	0,0	12,5	8,3	-	34,8	19,0	29,8
	śr.def.	30,0	27,6	35,0	15,0	27,6	17,5	20,6	19,2	-	23,7	21,3	23,8
Karpacka W zarządzie LP	0	8,8	10,9	25,0	8,5	18,8	21,5	0,0	4,8	6,1	20,1	18,5	18,6
	1	78,5	46,4	67,4	73,2	67,9	75,3	50,0	57,1	75,8	69,9	71,5	69,5
	2-4	12,7	42,7	7,6	18,3	13,4	3,2	50,0	38,1	18,2	10,0	10,0	11,9
	śr.def.	21,0	28,3	17,8	22,7	20,0	15,9	28,9	26,2	22,9	19,7	18,5	19,3
Karpacka własność osób fizycznych	0	4,4	1,4	9,1	34,8	6,0	16,7	1,6	0,0	2,6	11,0	9,0	7,6
	1	72,1	38,6	81,3	56,5	64,1	73,3	66,7	75,6	79,2	75,9	75,1	69,9
	2-4	23,5	60,0	9,6	8,7	29,9	10,0	31,7	24,4	18,2	13,1	15,9	22,5
	śr.def.	23,9	32,3	19,8	17,2	24,9	18,9	25,7	26,8	23,9	22,0	22,5	23,7
Karpacka w granicach PN	0	50,0	1,5	20,0	35,3	12,7	27,2	-	0,0	0,0	5,0	22,7	18,2
	1	50,0	32,8	37,5	35,3	34,9	72,8	-	83,3	100,0	85,0	75,3	57,1
	2-4	0,0	65,7	42,5	29,4	52,4	0,0	-	16,7	0,0	10,0	1,9	24,6
	śr.def.	17,5	31,8	24,6	21,2	27,9	15,0	-	21,7	21,7	20,8	16,1	21,4
Karpacka inne własności	0	0,0	2,8	30,8	0,0	16,7	34,2	0,0	0,0	-	4,0	17,9	17,2
	1	81,8	22,2	65,4	66,7	52,0	65,8	75,0	100,0	-	76,0	71,8	60,6
	2-4	18,2	75,0	3,8	33,3	31,4	0,0	25,0	0,0	-	20,0	10,3	22,2
	śr.def.	24,1	37,9	18,5	26,7	26,2	14,1	25,0	21,7	-	20,6	18,1	22,7

Tabela 3.14. Udział procentowy drzew w klasach defoliacji 0 (do 10% def.), 1 (11-25% def.) i 2-4 (> 25% def. i drzewa martwe) oraz średnia defoliacja [%] wg gatunków w układzie RDLP, w kolejności malejących wartości średniej defoliacji w kolumnie "Gatunki razem" – wiek > 20 lat, lasy w zarządzie Lasów Państwowych – 2023 r.

RDLP	Kl.def., śr.def.	Sosna	Świerk	Jodła	Inne iglaste	Iglaste razem	Buk	Dąb	Brzoza	Olsza	Inne liśc.	Liśc. razem	Gat. razem
Katowice	0	0,2	0,0	3,2	2,5	0,6	24,1	0,0	1,0	0,0	4,1	6,0	2,9
	1	89,0	32,2	82,3	81,0	84,7	65,1	46,2	63,3	66,2	76,7	59,9	74,1
	2-4	10,8	67,8	14,5	16,5	14,7	10,8	53,8	35,7	33,8	19,2	34,1	23,0
	śr.def.	22,6	38,6	22,3	23,5	23,6	17,5	30,5	27,6	35,1	25,3	26,7	24,9
Wrocław	0	17,1	2,9	0,0	1,7	11,4	26,8	2,1	5,6	16,7	16,4	10,2	10,8
	1	70,1	61,3	33,3	76,3	67,3	55,4	57,5	71,5	73,8	62,2	64,0	65,7
	2-4	12,8	35,8	66,7	22,0	21,2	17,9	40,4	22,9	9,5	21,3	25,9	23,4
	śr.def.	19,7	26,6	36,7	25,5	22,4	20,7	28,0	26,2	19,6	22,0	24,4	23,3
Lublin	0	8,8	0,0	10,4	0,0	8,6	6,7	0,9	11,5	35,0	33,3	8,9	8,7
	1	68,6	41,7	58,3	80,0	67,4	86,7	78,5	71,6	65,0	45,8	74,0	70,0
	2-4	22,7	58,3	31,3	20,0	24,0	6,7	20,6	16,9	0,0	20,8	17,1	21,3
	śr.def.	23,4	34,4	25,3	33,0	23,8	19,7	24,3	22,3	14,8	20,4	22,5	23,3
Szczecin	0	4,8	12,1	-	4,7	4,9	36,4	2,1	9,5	24,0	12,8	15,7	8,4
	1	77,3	57,6	-	78,1	76,9	52,7	58,1	75,7	51,4	66,7	59,9	71,4
	2-4	17,9	30,3	-	17,2	18,1	10,9	39,7	14,9	24,5	20,5	24,4	20,2
	śr.def.	23,0	24,7	-	22,0	23,0	18,8	27,0	20,9	22,1	22,6	22,8	22,9
Poznań	0	17,8	11,8	-	0,0	17,5	66,7	1,6	12,6	8,8	10,1	7,7	13,9
	1	67,7	47,1	-	61,5	67,3	33,3	56,6	62,9	84,5	47,2	63,0	65,7
	2-4	14,6	41,2	-	38,5	15,2	0,0	41,8	24,5	6,8	42,7	29,3	20,4
	śr.def.	20,1	25,6	-	26,2	20,3	12,5	29,7	27,0	19,2	28,5	26,3	22,5
Warszawa	0	5,9	-	-	0,0	5,8	-	1,7	8,8	13,3	12,5	8,0	6,4
	1	80,4	-	-	100,0	80,7	-	70,7	64,9	77,8	68,8	70,5	77,7
	2-4	13,7	-	-	0,0	13,5	-	27,6	26,3	8,9	18,8	21,6	15,9
	śr.def.	21,8	-	-	19,2	21,8	-	24,6	24,6	20,9	21,9	23,4	22,2
Kraków	0	0,0	0,0	1,3	0,0	0,8	9,4	2,0	0,0	0,0	28,0	10,3	5,5
	1	78,4	31,3	90,7	82,1	83,8	86,2	47,5	73,7	96,2	61,0	70,8	77,4
	2-4	21,6	68,8	8,0	17,9	15,4	4,4	50,5	26,3	3,8	11,0	18,9	17,1
	śr.def.	24,9	32,5	21,3	27,5	23,3	17,4	27,5	26,8	20,4	18,1	20,9	22,1
Olsztyn	0	1,6	5,6	-	10,5	2,1	72,1	2,2	5,5	17,0	36,8	15,1	8,2
	1	79,4	85,4	-	89,5	80,2	26,5	89,9	86,7	76,9	49,6	77,3	78,9
	2-4	19,1	9,0	-	0,0	17,7	1,5	7,9	7,8	6,2	13,7	7,6	13,0
	śr.def.	24,1	22,5	-	18,4	23,8	12,3	20,6	20,6	19,4	18,0	19,5	21,8
Białystok	0	5,1	2,0	-	33,3	4,6	-	1,5	15,0	27,6	29,2	19,3	10,0
	1	82,9	84,5	-	66,7	83,2	-	91,2	74,5	67,2	59,0	72,1	79,1
	2-4	11,9	13,5	-	0,0	12,2	-	7,3	10,5	5,2	11,8	8,6	10,9
	śr.def.	22,4	22,8	-	18,3	22,5	-	21,7	20,7	16,7	20,5	19,6	21,5
Toruń	0	5,4	0,0	-	7,1	5,5	28,6	2,4	6,1	31,1	22,2	9,8	6,5
	1	82,4	0,0	-	85,7	82,3	52,4	79,9	84,4	66,7	69,4	77,8	81,2
	2-4	12,2	100,0	-	7,1	12,2	19,0	17,8	9,5	2,2	8,3	12,4	12,3
	śr.def.	21,5	45,0	-	18,6	21,5	19,8	23,3	19,6	14,9	17,2	20,4	21,2
Piła	0	8,9	5,4	-	0,0	8,6	10,3	0,0	9,5	12,1	16,7	8,2	8,6
	1	78,3	81,1	-	87,5	78,5	89,7	33,3	71,4	51,5	16,7	60,0	76,0

RDLP	Kl.def., śr.def.	Sosna	Świerk	Jodła	Inne iglaste	Iglaste razem	Buk	Dąb	Brzoza	Olsza	Inne liśc.	Liśc. razem	Gat. razem
	2-4	12,8	13,5	-	12,5	12,8	0,0	66,7	19,0	36,4	66,7	31,8	15,4
	śr.def.	20,6	22,2	-	20,6	20,7	16,0	32,6	21,8	23,5	30,0	23,9	21,1
Zielona Góra	0	11,6	5,3	-	0,0	11,4	40,0	1,9	4,5	28,6	9,2	8,8	10,8
	1	77,5	65,8	-	100,0	77,2	60,0	45,9	68,5	69,4	76,3	60,6	73,5
	2-4	10,9	28,9	-	0,0	11,4	0,0	52,2	27,0	2,0	14,5	30,7	15,7
	śr.def.	20,0	24,3	-	22,5	20,1	12,3	30,7	24,6	15,3	20,2	24,6	21,1
Łódź	0	15,4	0,0	33,3	31,3	16,0	68,4	4,8	9,2	0,0	39,3	14,2	15,6
	1	70,6	50,0	66,7	65,6	70,3	26,3	54,0	80,5	100,0	57,1	62,5	68,6
	2-4	14,0	50,0	0,0	3,1	13,7	5,3	41,1	10,3	0,0	3,6	23,2	15,8
	śr.def.	20,7	33,8	18,3	15,6	20,5	11,6	26,1	21,4	18,9	14,8	22,1	20,9
Radom	0	17,2	0,0	26,1	62,5	18,7	34,6	21,5	17,0	26,7	16,7	22,0	19,6
	1	68,3	26,7	57,4	37,5	65,4	42,3	66,4	76,6	73,3	43,3	64,2	65,1
	2-4	14,5	73,3	16,5	0,0	15,9	23,1	12,1	6,4	0,0	40,0	13,8	15,3
	śr.def.	20,3	41,3	19,3	12,5	20,5	18,5	19,2	18,9	16,5	27,6	19,7	20,3
Szczecinek	0	13,8	2,8	0,0	10,5	12,9	3,5	0,7	2,7	2,9	2,4	2,7	8,6
	1	83,8	71,6	100,0	81,6	82,9	87,7	59,6	85,8	87,5	73,8	82,4	82,7
	2-4	2,4	25,7	0,0	7,9	4,2	8,8	39,7	11,5	9,6	23,8	14,9	8,7
	śr.def.	16,8	31,7	20,0	19,3	17,9	20,5	27,3	21,5	21,2	27,1	22,2	19,7
Gdańsk	0	3,9	7,1	-	55,6	6,6	73,3	11,3	7,9	46,4	51,2	28,5	13,8
	1	90,3	71,4	-	44,4	87,3	25,6	87,5	82,6	46,4	48,8	66,4	80,5
	2-4	5,9	21,4	-	0,0	6,1	1,2	1,3	9,5	7,1	0,0	5,2	5,8
	śr.def.	20,0	25,9	-	12,8	19,8	12,1	16,1	20,5	15,5	13,9	17,0	18,9
Krosno	0	9,6	17,4	46,7	12,3	25,2	30,6	16,0	2,4	6,7	29,6	24,2	24,7
	1	78,4	69,6	47,3	71,9	64,9	67,2	61,7	64,3	84,0	62,8	66,8	65,7
	2-4	12,0	13,0	6,1	15,8	10,0	2,2	22,2	33,3	9,3	7,6	9,0	9,5
	śr.def.	20,4	21,4	14,4	21,9	18,2	14,7	21,1	25,2	19,5	18,0	17,7	18,0
Razem LP	0	8,8	4,1	24,6	12,5	9,3	26,9	3,4	7,5	17,2	22,2	12,7	10,5
	1	78,2	69,0	64,7	74,4	76,8	66,1	65,6	76,4	72,5	61,0	69,0	74,0
	2-4	13,1	26,8	10,7	13,1	13,9	7,0	31,0	16,2	10,2	16,9	18,3	15,5
	śr.def.	21,2	26,1	18,6	21,2	21,4	17,1	25,5	22,5	19,8	20,9	22,0	21,6

Tabela 3.15. Udział procentowy drzew w klasach defoliacji 0 (do 10% def.), 1 (11-25% def.) i 2-4 (> 25% def. i drzewa martwe) oraz średnia defoliacja [%] wg gatunków w układzie województw, w kolejności malejących wartości średniej defoliacji w kolumnie "Gatunki razem" – wiek > 20 lat, wszystkie własności – 2023 r.

Województwo	Kl.def., śr.def.	Sosna	Świerk	Jodła	Inne iglaste	Iglaste razem	Buk	Dąb	Brzoza	Olsza	Inne liśc.	Liśc. razem	Gat. razem
Opolskie	0	0,0	0,0	-	5,3	0,5	3,4	0,6	1,0	0,0	7,1	2,2	1,4
	1	83,7	47,1	-	78,9	81,6	55,2	50,0	62,1	97,4	76,5	63,3	72,1
	2-4	16,3	52,9	-	15,8	17,9	41,4	49,4	36,9	2,6	16,5	34,5	26,5
	śr.def.	23,7	44,1	-	21,8	24,5	27,6	29,7	28,6	20,4	22,1	26,8	25,7
Śląskie	0	0,7	1,2	3,4	0,0	0,9	33,3	0,0	0,6	0,0	45,8	12,8	4,9
	1	84,9	12,8	79,3	82,5	77,8	65,8	58,5	70,7	72,4	43,8	63,8	73,2
	2-4	14,4	86,0	17,2	17,5	21,3	0,9	41,5	28,7	27,6	10,4	23,4	22,0
	śr.def.	23,6	39,2	22,8	25,1	25,0	14,8	27,9	25,5	23,3	15,1	22,4	24,1
Małopolskie	0	0,5	1,3	5,1	11,3	3,0	13,0	1,5	0,8	0,0	10,7	7,9	5,4
	1	79,6	39,9	84,3	73,6	71,3	81,2	56,8	68,4	88,8	73,7	73,3	72,3
	2-4	19,9	58,7	10,6	15,1	25,6	5,9	41,7	30,8	11,3	15,6	18,8	22,3
	śr.def.	24,3	31,4	21,1	23,5	24,7	17,5	27,6	28,0	24,5	22,8	22,9	23,8
Dolnośląskie	0	16,4	2,5	0,0	2,6	10,6	26,7	2,0	4,9	14,9	11,3	8,6	9,6
	1	69,3	61,9	28,6	76,6	67,0	56,7	57,5	72,3	76,3	61,5	64,1	65,5
	2-4	14,2	35,6	71,4	20,8	22,4	16,7	40,5	22,8	8,8	27,3	27,3	24,9
	śr.def.	20,2	26,4	36,4	25,3	22,8	20,5	28,1	25,7	19,6	23,9	24,7	23,8
Mazowieckie	0	4,8	0,0	22,2	32,0	5,3	100,0	4,5	5,0	20,2	16,8	10,6	7,1
	1	72,9	33,3	61,1	68,0	72,7	0,0	73,0	75,8	70,6	60,0	71,6	72,3
	2-4	22,2	66,7	16,7	0,0	22,0	0,0	22,5	19,2	9,2	23,2	17,8	20,6
	śr.def.	24,5	31,7	20,6	15,4	24,4	10,0	22,9	23,1	18,5	24,4	22,0	23,6
Lubelskie	0	5,7	0,0	26,5	33,3	6,4	63,3	1,1	10,7	20,4	40,9	16,4	11,3
	1	68,4	50,0	70,6	61,9	68,1	36,7	74,1	76,4	75,2	48,9	69,1	68,6
	2-4	25,9	50,0	2,9	4,8	25,5	0,0	24,7	12,9	4,4	10,1	14,5	20,1
	śr.def.	24,9	30,6	16,8	18,1	24,7	11,5	24,7	20,7	17,4	17,9	20,7	22,8
Wielkopolskie	0	12,2	6,1	-	0,0	12,0	47,1	1,4	11,6	13,5	6,5	8,9	11,1
	1	71,9	69,4	-	66,7	71,8	52,9	55,1	64,0	74,2	43,5	61,1	68,9
	2-4	15,9	24,5	-	33,3	16,2	0,0	43,5	24,4	12,4	50,0	30,0	20,0
	śr.def.	21,2	23,9	-	25,4	21,3	13,2	29,3	25,4	19,4	30,8	25,4	22,4
Lubuskie	0	8,2	5,1	-	0,0	8,0	40,0	1,9	5,3	26,1	10,1	9,7	8,4
	1	76,6	66,7	-	50,0	76,2	56,7	45,2	69,9	71,0	77,7	62,1	73,3
	2-4	15,2	28,2	-	50,0	15,7	3,3	52,9	24,8	2,9	12,2	28,3	18,3
	śr.def.	21,6	24,2	-	32,5	21,7	13,7	31,1	24,0	15,7	20,1	24,1	22,2
Zachodnio- pomorskie	0	8,5	4,9	-	4,2	8,1	13,2	1,8	5,9	17,0	15,2	10,0	9,0
	1	81,1	62,1	-	80,6	80,1	78,3	54,7	79,9	62,7	55,5	68,3	74,7
	2-4	10,5	33,0	-	15,3	11,8	8,5	43,5	14,3	20,3	29,3	21,7	16,3
	śr.def.	20,1	33,3	-	21,3	20,9	19,7	27,6	21,4	21,9	24,7	22,7	21,7
Kujawsko- pomorskie	0	5,8	0,0	-	3,4	5,8	28,6	2,3	6,3	37,0	13,3	9,5	6,7
	1	81,4	0,0	-	65,5	81,1	52,4	79,7	82,3	58,7	55,0	74,6	79,4
	2-4	12,7	100,0	-	31,0	13,2	19,0	18,1	11,5	4,3	31,7	15,9	13,9
	śr.def.	21,6	45,0	-	27,1	21,7	19,8	23,2	20,8	14,3	24,4	21,5	21,7
Warmińsko- mazurskie	0	1,9	3,2	-	9,1	2,2	70,4	2,4	9,4	18,2	37,5	18,2	9,7
	1	81,3	86,0	-	90,9	82,1	28,2	92,8	80,7	77,1	52,2	74,9	78,7

Województwo	Kl.def., śr.def.	Sosna	Świerk	Jodła	Inne iglaste	Iglaste razem	Buk	Dąb	Brzoza	Olsza	Inne liśc.	Liśc. razem	Gat. razem
	2-4	16,8	10,8	-	0,0	15,7	1,4	4,8	9,9	4,7	10,3	6,9	11,5
	śr.def.	23,5	22,5	-	19,1	23,3	12,4	20,1	20,4	18,5	19,0	19,2	21,4
Łódzkie	0	16,1	20,0	33,3	15,0	16,1	68,4	5,7	7,5	22,0	32,5	13,7	15,6
	1	69,0	40,0	66,7	80,0	69,0	26,3	44,7	82,5	74,0	57,5	66,0	68,4
	2-4	15,0	40,0	0,0	5,0	14,9	5,3	49,6	10,0	4,0	10,0	20,4	16,1
	śr.def.	20,7	29,0	18,3	18,0	20,7	11,6	28,0	21,7	16,8	17,9	22,1	21,0
Podlaskie	0	5,2	2,2	-	33,3	4,8	-	2,5	10,5	41,5	34,2	26,5	13,6
	1	85,9	84,8	-	33,3	85,7	-	90,9	77,1	54,7	54,9	65,6	77,6
	2-4	8,9	12,9	-	33,3	9,4	-	6,6	12,3	3,7	10,9	7,9	8,8
	śr.def.	21,9	22,7	-	21,7	22,0	-	22,2	22,4	14,9	17,8	18,5	20,6
Świętokrzyskie	0	18,5	0,0	29,8	75,0	19,6	50,0	36,4	24,5	14,5	18,1	26,5	22,4
	1	69,9	45,2	55,3	25,0	67,0	37,5	59,5	68,4	47,3	48,3	56,6	62,8
	2-4	11,6	54,8	14,9	0,0	13,4	12,5	4,1	7,1	38,2	33,6	16,9	14,8
	śr.def.	19,8	34,7	18,4	10,0	20,1	14,7	15,2	18,2	36,2	23,6	20,4	20,2
Podkarpackie	0	8,6	14,6	44,5	19,3	19,2	29,5	6,4	10,2	19,3	22,4	20,6	19,9
	1	76,4	65,9	46,5	61,4	66,9	67,9	79,8	66,5	69,6	71,1	70,6	68,7
	2-4	15,0	19,5	9,0	19,3	13,9	2,7	13,8	23,4	11,1	6,5	8,8	11,4
	śr.def.	21,3	23,4	15,5	21,9	19,9	15,1	21,1	24,0	18,9	18,0	18,4	19,1
Pomorskie	0	9,2	6,7	0,0	36,3	10,2	37,9	10,8	5,0	14,2	38,5	16,0	12,0
	1	85,9	81,3	100,0	60,0	84,7	56,6	82,0	85,4	81,6	55,8	76,7	82,2
	2-4	4,9	12,0	0,0	3,8	5,1	5,5	7,2	9,5	4,3	5,8	7,3	5,8
	śr.def.	18,6	22,9	20,0	15,6	18,7	16,5	18,5	21,2	18,9	16,2	19,2	18,8
Kraj	0	8,0	3,3	21,8	14,0	8,5	27,2	3,8	7,8	21,1	21,1	14,2	10,7
	1	77,0	63,1	67,1	70,3	75,4	66,6	66,5	75,8	70,0	60,9	68,6	72,8
	2-4	15,0	33,6	11,1	15,7	16,1	6,2	29,7	16,4	8,9	18,0	17,2	16,5
	śr.def.	21,9	27,2	19,0	21,7	22,1	16,8	25,2	22,5	18,8	21,3	21,5	21,9

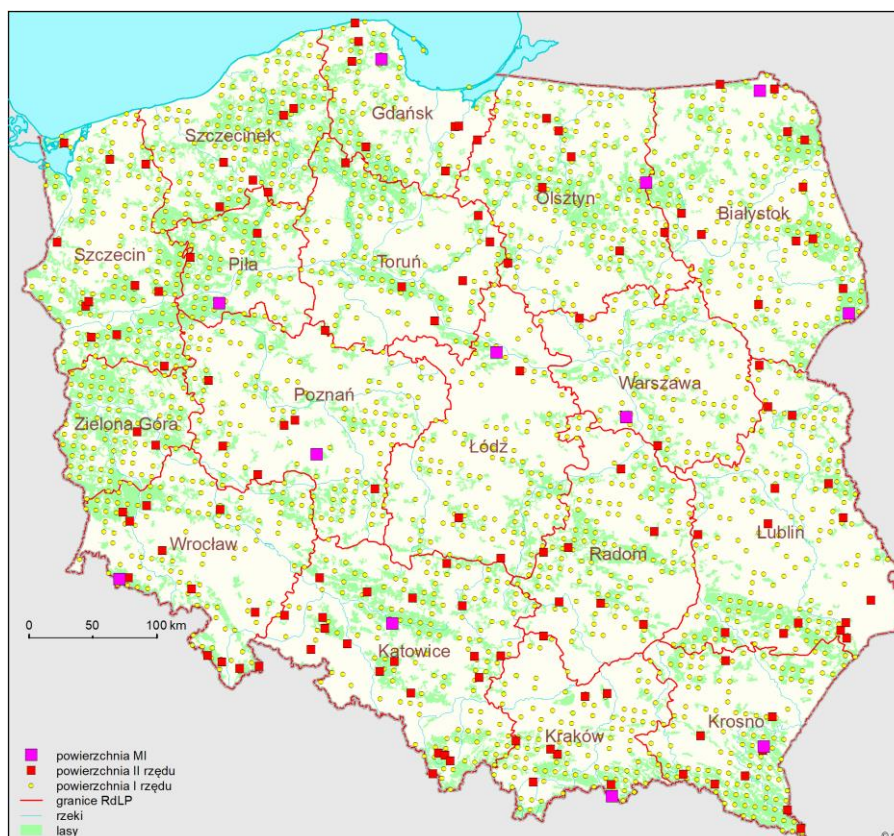
Tabela 3.16. Udział procentowy drzew w klasach defoliacji 0 (do 10% def.), 1 (11-25% def.) i 2-4 (> 25% def. i drzewa martwe) oraz średnia defoliacja [%] wg gatunków w układzie krain, w kolejności malejących wartości średniej defoliacji w kolumnie "Gatunki razem" – wiek > 20 lat, wszystkie formy własności – 2023 r.

Kraina	Kl.def., śr.def.	Sosna	Świerk	Jodła	Inne iglaste	Iglaste razem	Buk	Dąb	Brzoza	Olsza	Inne liśc.	Liśc. razem	Gat. razem
Sudecka	0	0,0	0,9	0,0	0,0	0,7	29,8	3,6	4,5	10,0	13,2	10,9	5,7
	1	68,8	61,8	28,6	81,0	63,5	57,4	75,7	74,6	85,0	64,8	69,6	66,5
	2-4	31,3	37,3	71,4	19,0	35,8	12,8	20,7	20,9	5,0	22,0	19,6	27,8
	śr.def.	25,0	26,3	36,4	22,1	26,0	17,4	23,1	24,9	17,8	22,2	22,1	24,1
Śląska	0	10,5	7,3	-	5,2	10,1	28,8	1,3	3,2	13,1	7,8	5,9	8,1
	1	76,2	61,5	-	74,0	75,2	49,3	49,2	65,7	77,7	63,5	59,6	68,0
	2-4	13,3	31,3	-	20,8	14,7	21,9	49,5	31,1	9,1	28,7	34,4	23,9
	śr.def.	21,2	29,4	-	25,4	21,8	21,6	29,9	27,3	20,1	24,6	26,6	24,0
Mazowiecko- Podlaska	0	4,3	3,2	-	33,3	4,6	100,0	1,5	6,2	23,5	22,8	12,2	7,5
	1	74,3	74,2	-	66,7	74,2	0,0	75,2	77,5	70,5	56,6	72,5	73,6
	2-4	21,4	22,6	-	0,0	21,2	0,0	23,3	16,3	6,0	20,6	15,3	19,0
	śr.def.	24,4	24,7	-	15,5	24,3	10,0	23,7	22,6	17,7	22,8	21,4	23,2
Małopolska	0	10,5	0,0	25,6	16,5	11,2	40,3	8,2	12,2	18,1	32,3	17,8	13,7
	1	72,6	42,9	57,5	73,2	71,4	54,2	64,8	72,3	68,6	53,1	64,3	68,7
	2-4	16,8	57,1	16,9	10,3	17,4	5,5	27,0	15,5	13,3	14,6	17,9	17,6
	śr.def.	22,1	32,4	19,9	22,1	22,2	14,4	23,8	21,6	21,2	18,9	21,1	21,8
Wielkopolsko- Pomorska	0	9,2	7,4	-	2,1	9,1	19,6	1,8	8,8	19,2	10,0	10,0	9,3
	1	77,0	72,2	-	68,8	76,9	76,5	63,4	74,5	72,4	60,4	68,7	75,0
	2-4	13,7	20,4	-	29,2	14,0	3,9	34,9	16,7	8,4	29,6	21,3	15,7
	śr.def.	21,1	23,1	-	26,1	21,2	16,7	27,3	22,7	17,9	25,0	23,0	21,6
Karpacka	0	6,5	3,9	21,1	16,8	13,6	22,3	0,8	0,8	3,5	13,5	14,7	14,1
	1	75,2	38,3	69,5	64,8	63,5	74,1	60,6	73,3	78,8	74,2	73,4	68,3
	2-4	18,2	57,7	9,4	18,4	22,9	3,6	38,6	25,8	17,7	12,3	11,9	17,6
	śr.def.	22,5	31,7	18,6	21,6	22,6	16,2	27,0	26,3	23,5	21,1	20,1	21,4
Mazursko- Podlaska	0	3,4	1,7	-	11,1	3,2	92,9	1,6	9,4	26,3	36,7	20,5	10,5
	1	82,4	86,3	-	83,3	83,1	7,1	93,0	79,3	69,0	55,6	72,3	78,5
	2-4	14,1	12,0	-	5,6	13,7	0,0	5,3	11,4	4,7	7,7	7,1	10,9
	śr.def.	23,2	23,0	-	19,4	23,1	9,3	21,1	21,6	17,2	17,7	19,0	21,4
Bałtycka	0	8,1	6,7	0,0	24,2	8,7	27,9	4,4	6,3	21,6	29,0	15,6	12,0
	1	84,4	73,2	100,0	68,0	82,9	64,1	70,5	81,6	64,7	51,6	69,1	76,3
	2-4	7,5	20,1	0,0	7,8	8,4	8,0	25,1	12,1	13,7	19,4	15,3	11,7
	śr.def.	19,5	27,2	20,0	17,6	20,0	18,4	23,6	21,1	20,0	20,9	20,9	20,4
Kraj	0	8,0	3,3	21,8	14,0	8,5	27,2	3,8	7,8	21,1	21,1	14,2	10,7
	1	77,0	63,1	67,1	70,3	75,4	66,6	66,5	75,8	70,0	60,9	68,6	72,8
	2-4	15,0	33,6	11,1	15,7	16,1	6,2	29,7	16,4	8,9	18,0	17,2	16,5
	śr.def.	21,9	27,2	19,0	21,7	22,1	16,8	25,2	22,5	18,8	21,3	21,5	21,9

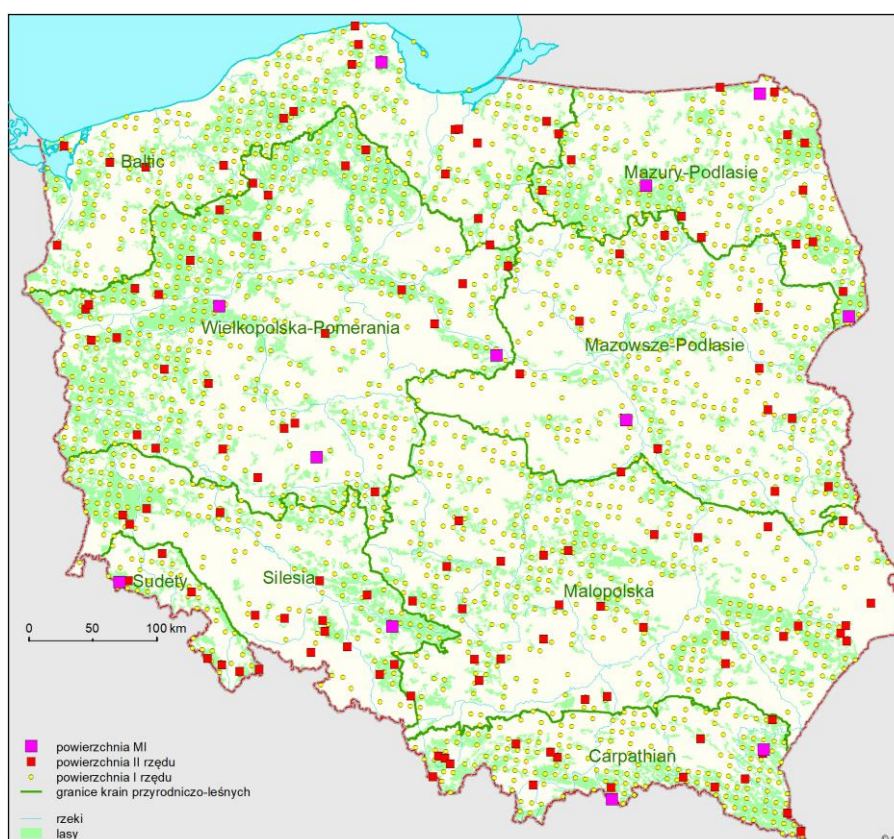
Tabela 3.17. Udział procentowy drzew w klasach defoliacji 0 (do 10% def.), 1 (11-25% def.) i 2-4 (> 25% def. i drzewa martwe) oraz średnia defoliacja [%] wg gatunków w parkach narodowych, w kolejności malejących wartości średniej defoliacji w kolumnie "Gatunki razem" – wiek > 20 lat – 2023 r.

Park Narodowy	Kl.def., śr.def.	Sosna	Świerk	Jodła	Inne iglaste	Iglaste razem	Buk	Dąb	Brzoza	Olsza	Inne liśc.	Liśc. razem	Gat. razem
Tatrzański 3 pow.	0	-	2,6	0,0	-	1,7	-	-	-	-	-	-	1,7
	1	-	21,1	27,3	-	23,3	-	-	-	-	-	-	23,3
	2-4	-	76,3	72,7	-	75,0	-	-	-	-	-	-	75,0
	śr.def.	-	33,3	33,9	-	33,5	-	-	-	-	-	-	33,5
Woliński 2 pow.	0	0,0	-	-	-	0,0	0,0	0,0	-	-	-	0,0	0,0
	1	40,7	-	-	-	40,7	100,0	41,7	-	-	-	46,2	42,5
	2-4	59,3	-	-	-	59,3	0,0	58,3	-	-	-	53,8	57,5
	śr.def.	32,2	-	-	-	32,2	25,0	32,1	-	-	-	31,5	32,0
Babiogórski 1 pow.	0	-	0,0	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-	0,0
	1	-	40,0	-	-	40,0	-	-	-	-	-	-	40,0
	2-4	-	60,0	-	-	60,0	-	-	-	-	-	-	60,0
	śr.def.	-	31,0	-	-	31,0	-	-	-	-	-	-	31,0
Wigierski 1 pow.	0	0,0	0,0	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-	0,0
	1	58,8	100,0	-	-	65,0	-	-	-	-	-	-	65,0
	2-4	41,2	0,0	-	-	35,0	-	-	-	-	-	-	35,0
	śr.def.	29,1	21,7	-	-	28,0	-	-	-	-	-	-	28,0
Biebrzański 6 pow.	0	0,0	0,0	-	-	0,0	-	-	4,3	24,2	-	12,5	8,3
	1	94,7	90,5	-	-	92,5	-	-	48,9	72,7	-	58,8	70,0
	2-4	5,3	9,5	-	-	7,5	-	-	46,8	3,0	-	28,8	21,7
	śr.def.	22,1	22,1	-	-	22,1	-	-	36,2	16,1	-	27,9	26,0
Kampinoski 4 pow.	0	3,2	-	-	-	3,2	-	-	0,0	-	-	0,0	2,5
	1	74,2	-	-	-	74,2	-	-	55,6	-	-	55,6	70,0
	2-4	22,6	-	-	-	22,6	-	-	44,4	-	-	44,4	27,5
	śr.def.	24,6	-	-	-	24,6	-	-	28,6	-	-	28,6	25,5
Drawieński 1 pow.	0	0,0	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-	0,0
	1	75,0	-	-	-	75,0	-	-	-	-	-	-	75,0
	2-4	25,0	-	-	-	25,0	-	-	-	-	-	-	25,0
	śr.def.	23,8	-	-	-	23,8	-	-	-	-	-	-	23,8
Wielkopolski 2 pow.	0	30,0	-	-	-	30,0	-	-	-	11,1	0,0	5,0	17,5
	1	45,0	-	-	-	45,0	-	-	-	88,9	72,7	80,0	62,5
	2-4	25,0	-	-	-	25,0	-	-	-	0,0	27,3	15,0	20,0
	śr.def.	24,0	-	-	-	24,0	-	-	-	16,7	29,1	23,5	23,8
Karkonoski 1 pow.	0	-	0,0	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-	0,0
	1	-	90,0	-	-	90,0	-	-	-	-	-	-	90,0
	2-4	-	10,0	-	-	10,0	-	-	-	-	-	-	10,0
	śr.def.	-	22,0	-	-	22,0	-	-	-	-	-	-	22,0
Słowiński 1 pow.	0	-	-	-	-	-	-	-	0,0	33,3	-	10,0	10,0
	1	-	-	-	-	-	-	-	78,6	66,7	-	75,0	75,0
	2-4	-	-	-	-	-	-	-	21,4	0,0	-	15,0	15,0
	śr.def.	-	-	-	-	-	-	-	24,6	15,8	-	22,0	22,0
Gorczański 1 pow.	0	-	0,0	0,0	-	0,0	15,4	-	-	-	-	15,4	10,0
	1	-	50,0	0,0	-	42,9	84,6	-	-	-	-	84,6	70,0
	2-4	-	50,0	100,0	-	57,1	0,0	-	-	-	-	0,0	20,0

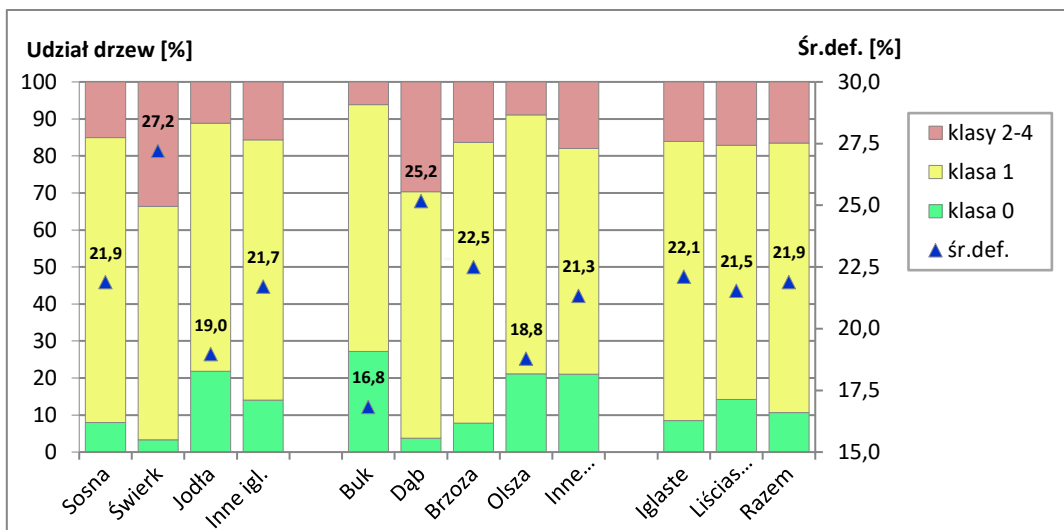
Park Narodowy	Kl.def., śr.def.	Sosna	Świerk	Jodła	Inne iglaste	Iglaste razem	Buk	Dąb	Brzoza	Olsza	Inne liśc.	Liśc. razem	Gat. razem
	śr.def.	-	28,3	30,0	-	28,6	16,5	-	-	-	-	16,5	20,8
Roztoczański	0	0,0	-	27,3	-	15,0	-	-	-	-	-	-	15,0
1 pow.	1	77,8	-	63,6	-	70,0	-	-	-	-	-	-	70,0
	2-4	22,2	-	9,1	-	15,0	-	-	-	-	-	-	15,0
	śr.def.	22,2	-	18,2	-	20,0	-	-	-	-	-	-	20,0
Ojcowski	0	0,0	0,0	-	-	0,0	63,6	-	-	-	-	63,6	35,0
1 pow.	1	75,0	40,0	-	-	55,6	36,4	-	-	-	-	36,4	45,0
	2-4	25,0	60,0	-	-	44,4	0,0	-	-	-	-	0,0	20,0
	śr.def.	23,8	29,0	-	-	26,7	12,3	-	-	-	-	12,3	18,8
Poleski	0	-	-	-	-	-	-	-	0,0	15,4	-	10,0	10,0
1 pow.	1	-	-	-	-	-	-	-	100,0	76,9	-	85,0	85,0
	2-4	-	-	-	-	-	-	-	0,0	7,7	-	5,0	5,0
	śr.def.	-	-	-	-	-	-	-	20,0	18,1	-	18,8	18,8
Białowiecki	0	-	-	-	-	-	-	-	-	10,0	-	10,0	10,0
1 pow.	1	-	-	-	-	-	-	-	-	85,0	-	85,0	85,0
	2-4	-	-	-	-	-	-	-	-	5,0	-	5,0	5,0
	śr.def.	-	-	-	-	-	-	-	-	18,3	-	18,3	18,3
Magurski	0	50,0	0,0	58,3	35,3	42,4	63,2	-	-	0,0	0,0	44,4	43,3
3 pow.	1	50,0	100,0	41,7	35,3	42,4	36,8	-	-	100,0	80,0	51,9	46,7
	2-4	0,0	0,0	0,0	29,4	15,2	0,0	-	-	0,0	20,0	3,7	10,0
	śr.def.	17,5	25,0	11,7	21,2	17,7	12,1	-	-	21,7	27,0	15,9	16,9
Bieszczadzki	0	-	0,0	20,0	-	16,7	21,5	-	0,0	-	6,7	18,4	18,3
6 pow.	1	-	100,0	80,0	-	83,3	78,5	-	83,3	-	86,7	79,8	80,0
	2-4	-	0,0	0,0	-	0,0	0,0	-	16,7	-	6,7	1,8	1,7
	śr.def.	-	25,0	14,0	-	15,8	15,4	-	21,7	-	18,7	16,1	16,1
Świętokrzyski	0	-	-	-	100,0	100,0	73,7	-	-	-	-	73,7	75,0
1 pow.	1	-	-	-	0,0	0,0	26,3	-	-	-	-	26,3	25,0
	2-4	-	-	-	0,0	0,0	0,0	-	-	-	-	0,0	0,0
	śr.def.	-	-	-	0,0	0,0	10,5	-	-	-	-	10,5	10,0
Parki razem	0	5,0	0,9	21,6	38,9	7,7	35,3	0,0	2,2	17,9	3,2	19,5	13,6
37 pow.	1	66,7	55,2	43,1	33,3	58,1	64,7	41,7	60,9	78,6	80,6	67,5	62,8
	2-4	28,3	44,0	35,3	27,8	34,2	0,0	58,3	37,0	3,6	16,1	13,1	23,5
	śr.def.	25,5	28,0	23,2	20,0	25,7	14,3	32,1	30,8	17,1	23,7	20,3	23,0



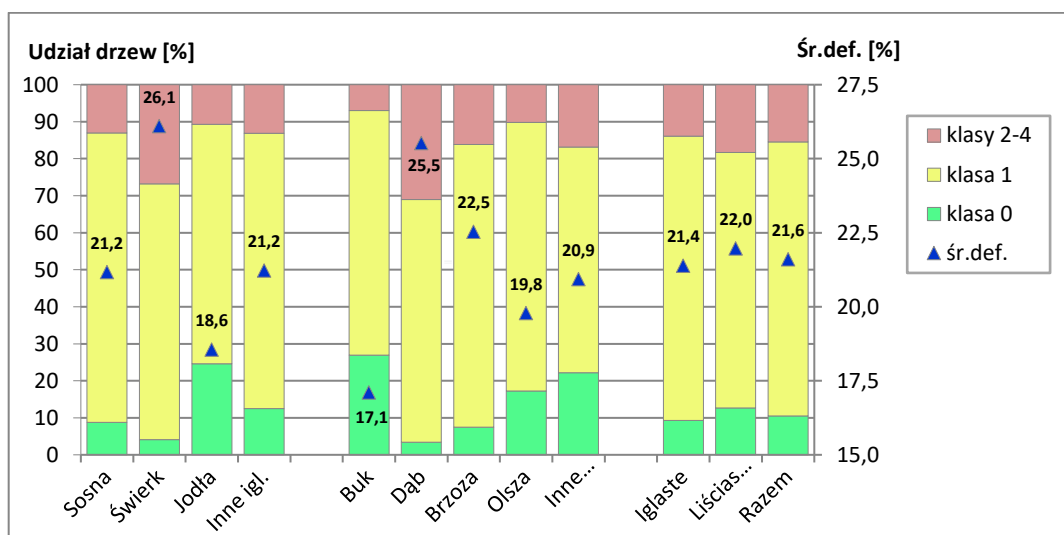
Rycina 3.1. Rozmieszczenie stałych powierzchni obserwacyjnych I i II rzędu w RDLP w 2023 r.



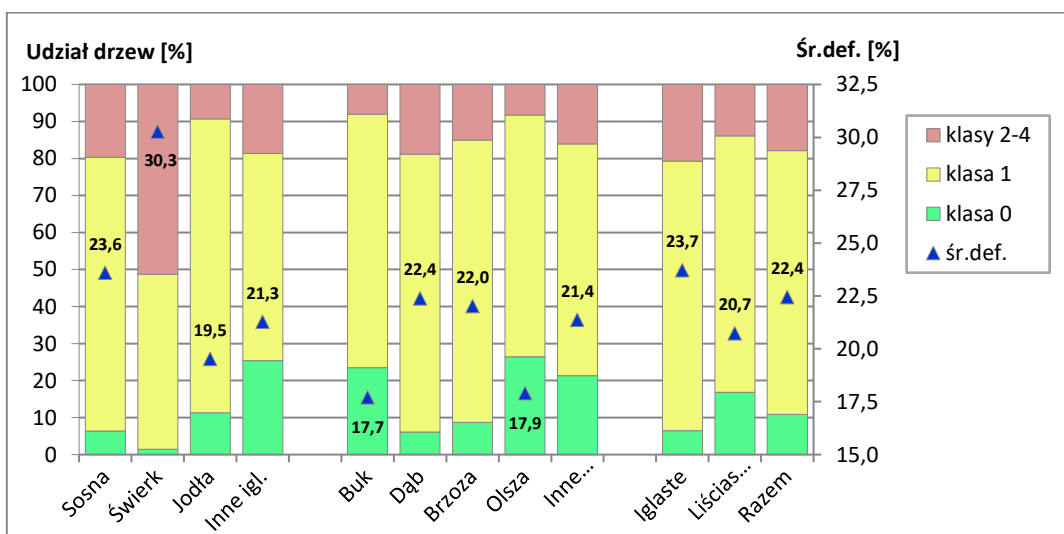
Rycina 3.2. Rozmieszczenie stałych powierzchni obserwacyjnych I i II rzędu w krainach przyrodniczo-leśnych w 2023 r.



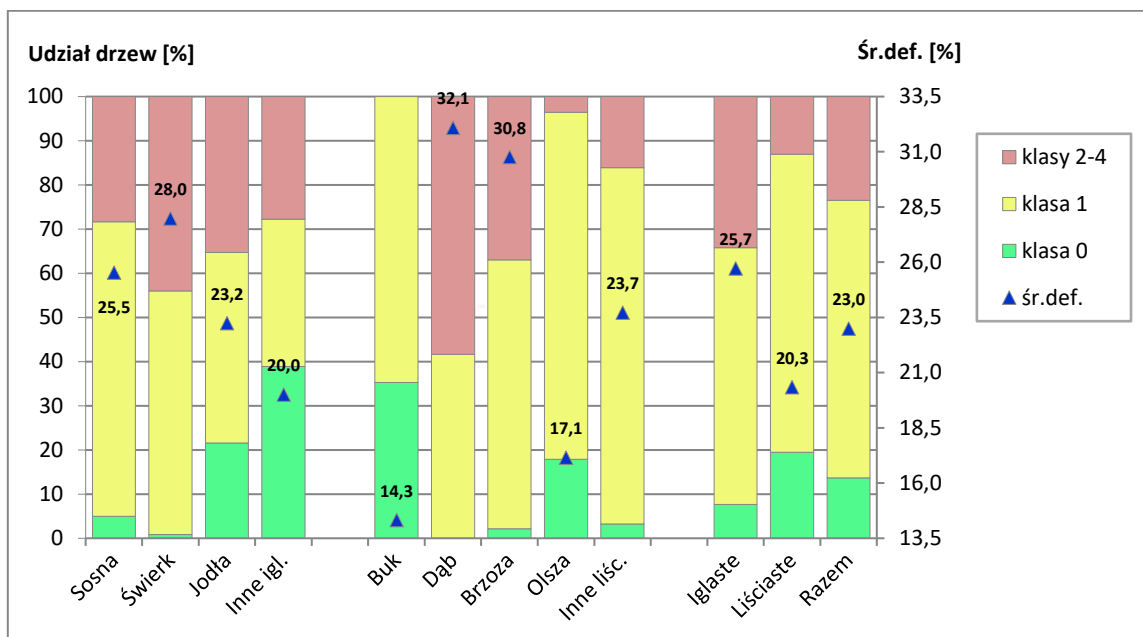
Rycina 3.3. Udział drzew [%] monitorowanych gatunków w klasach defoliacji oraz średnia defoliacja [%] w 2023 r. Wiek drzew powyżej 20 lat. Wszystkie formy własności



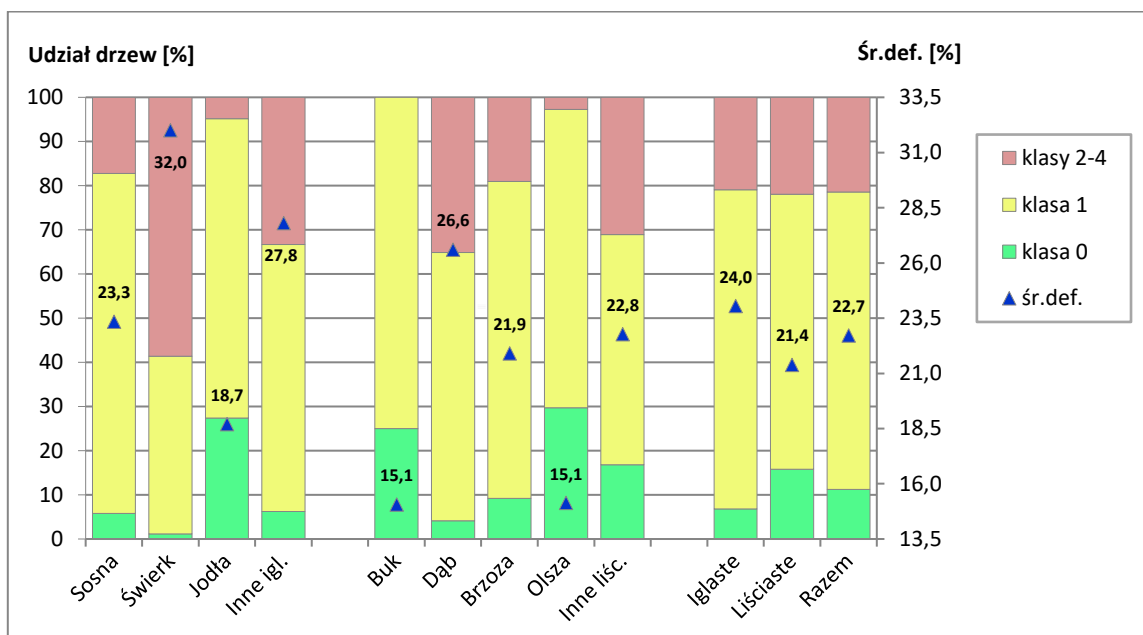
Rycina 3.4. Udział drzew [%] monitorowanych gatunków w klasach defoliacji oraz średnia defoliacja [%] w 2023 r. Wiek powyżej 20 lat. Lasy w zarządzie Lasów Państwowych



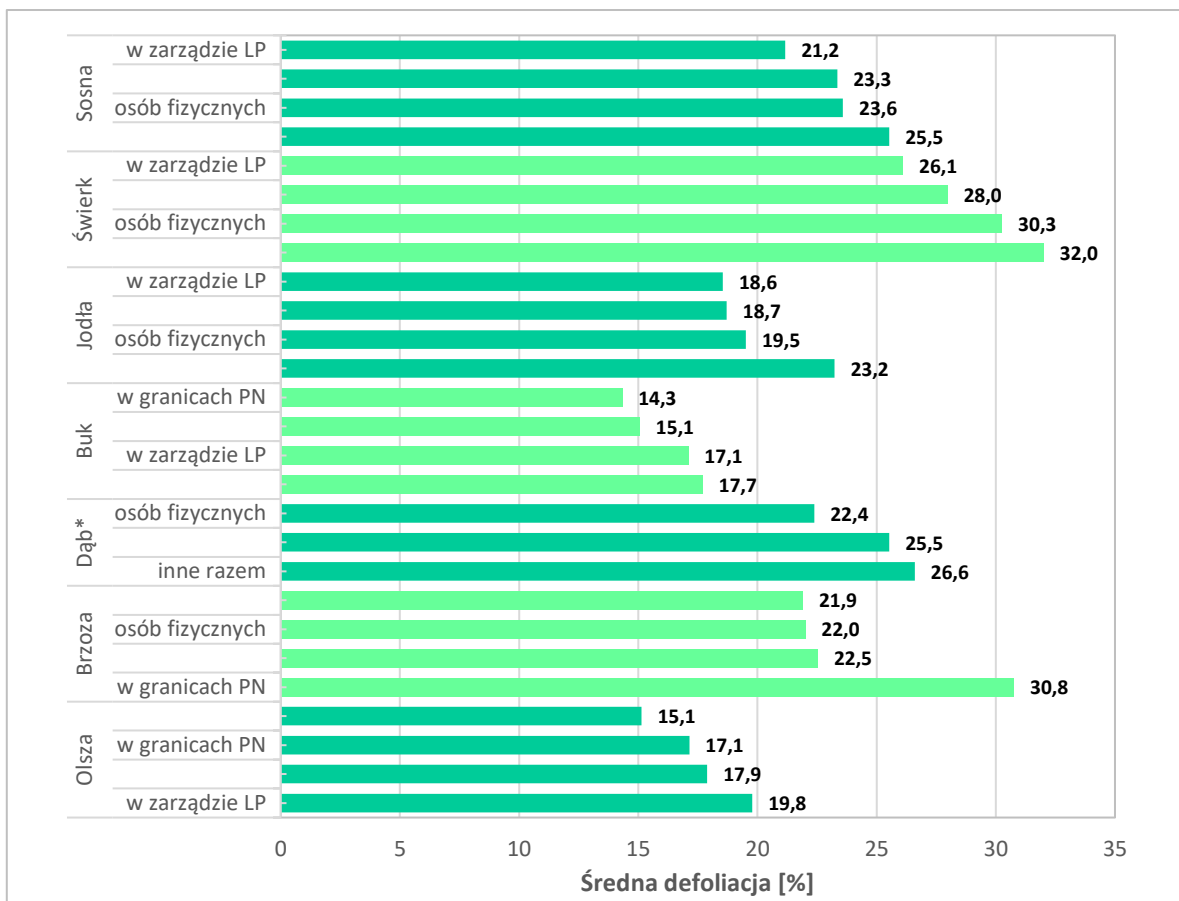
Rycina 3.5. Udział drzew [%] monitorowanych gatunków w klasach defoliacji oraz średnia defoliacja [%] w 2023 r. Wiek powyżej 20 lat. Lasy będące własnością osób fizycznych



Rycina 3.6. Udział drzew [%] monitorowanych gatunków w klasach defoliacji oraz średnia defoliacja [%] w 2023 r. Wiek powyżej 20 lat. Lasy w granicach parków narodowych

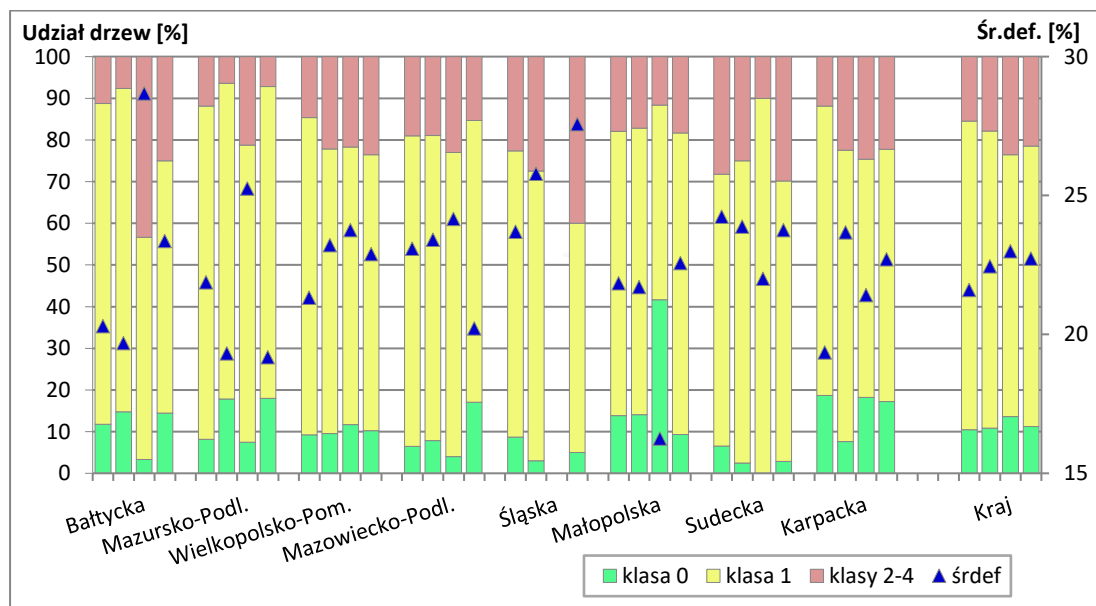


Rycina 3.7. Udział drzew [%] monitorowanych gatunków w klasach defoliacji oraz średnia defoliacja [%] w 2023 r. Wiek powyżej 20 lat. Lasy pozostałych form własności

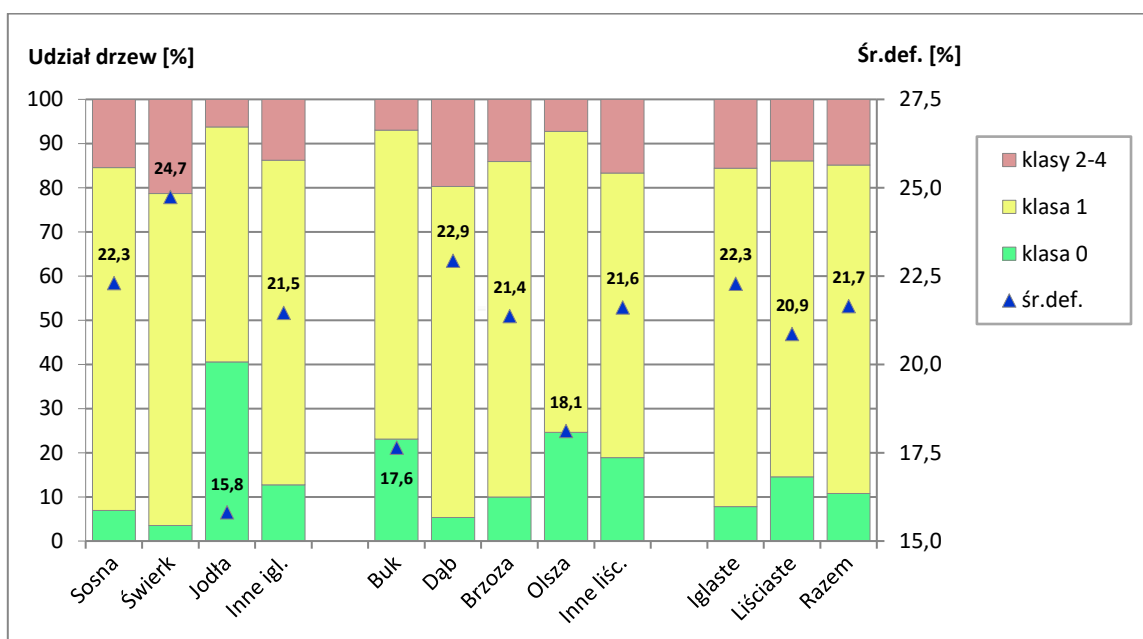


Rycina 3.8. Średnie wartości defoliacji wg grup gatunków w układzie form własności (LP – lasy w zarządzie Lasów Państwowych, PN – lasy w granicach parków narodowych) – 2023 r.

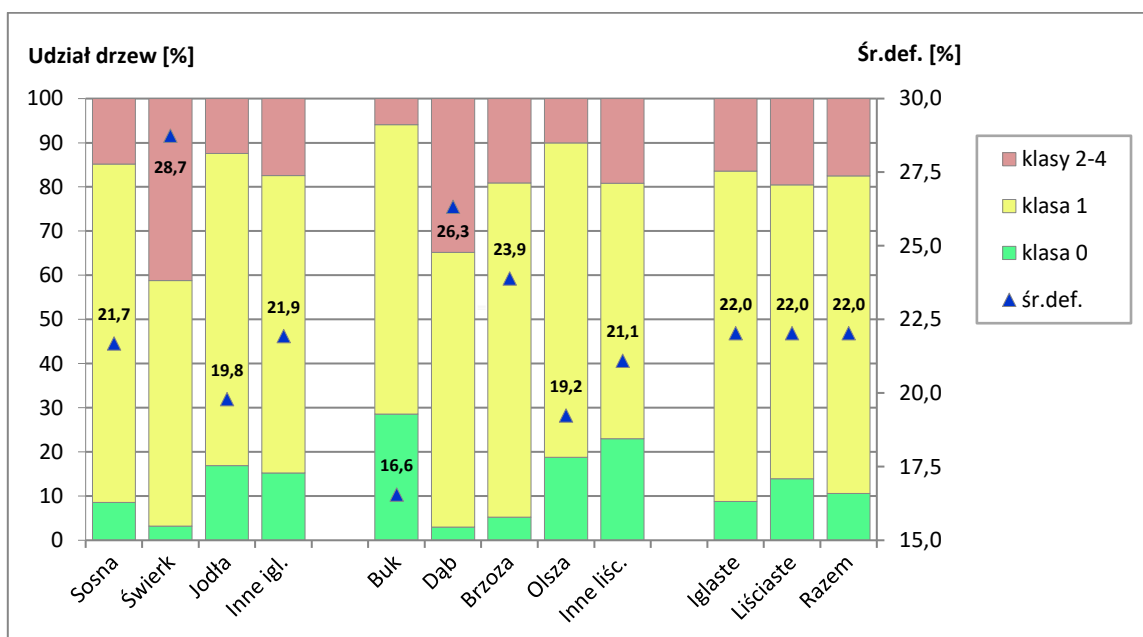
*Dąb w parkach narodowych został pominięty, ze względu na małą liczbę (12) drzew próbnych.



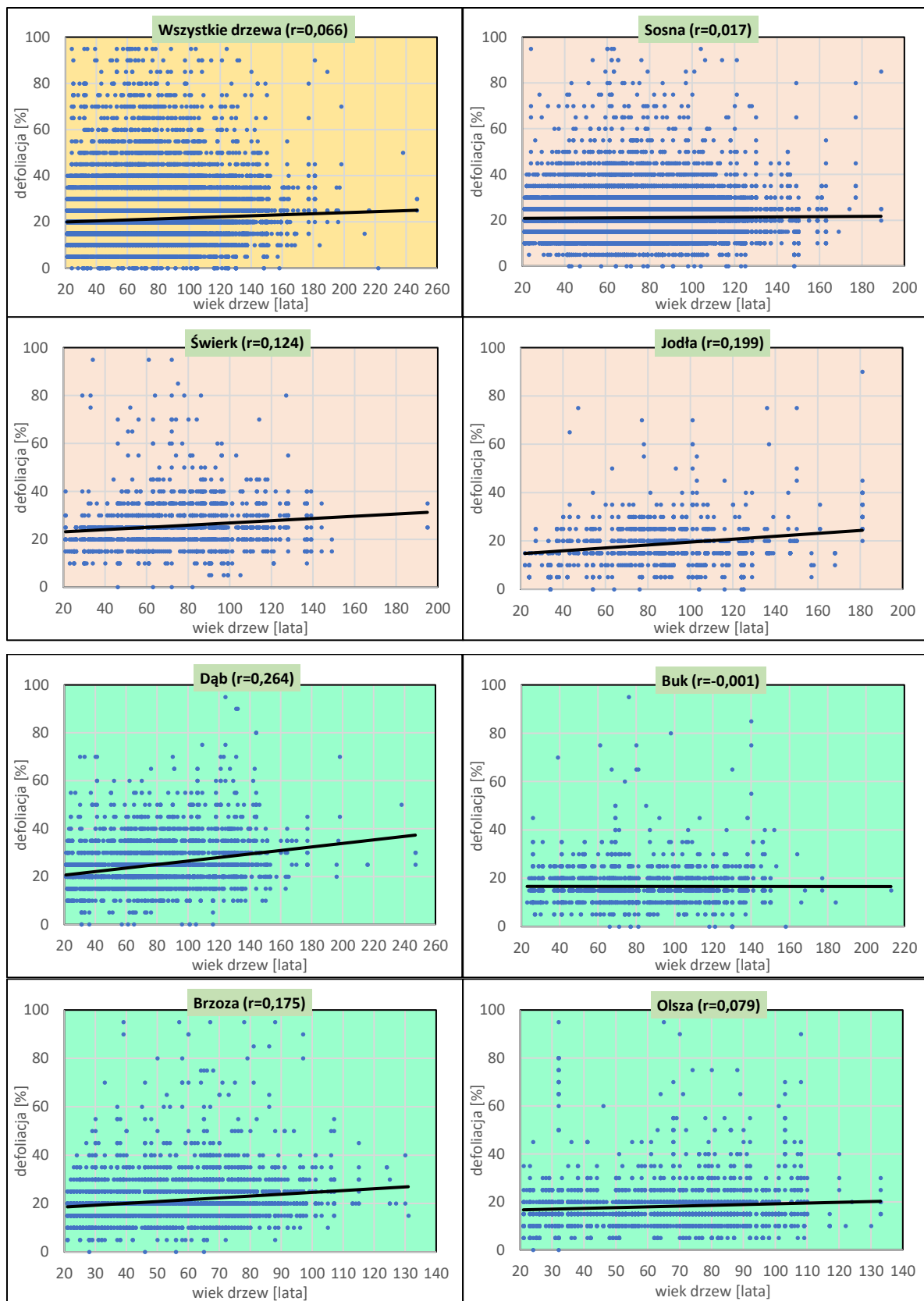
Rycina 3.9. Udział drzew [%] (gatunki razem) w klasach defoliacji oraz średnia defoliacja [%] w układzie krain przyrodniczo-leśnych i form własności lasów – słupki od lewej: lasy w zarządzie Lasów Państwowych, lasy będące własnością osób fizycznych, lasy w granicach parków narodowych, inne formy własności razem – 2023 r. (parki narodowe w Krainie Sudeckiej – wyniki z próby 20 drzew)



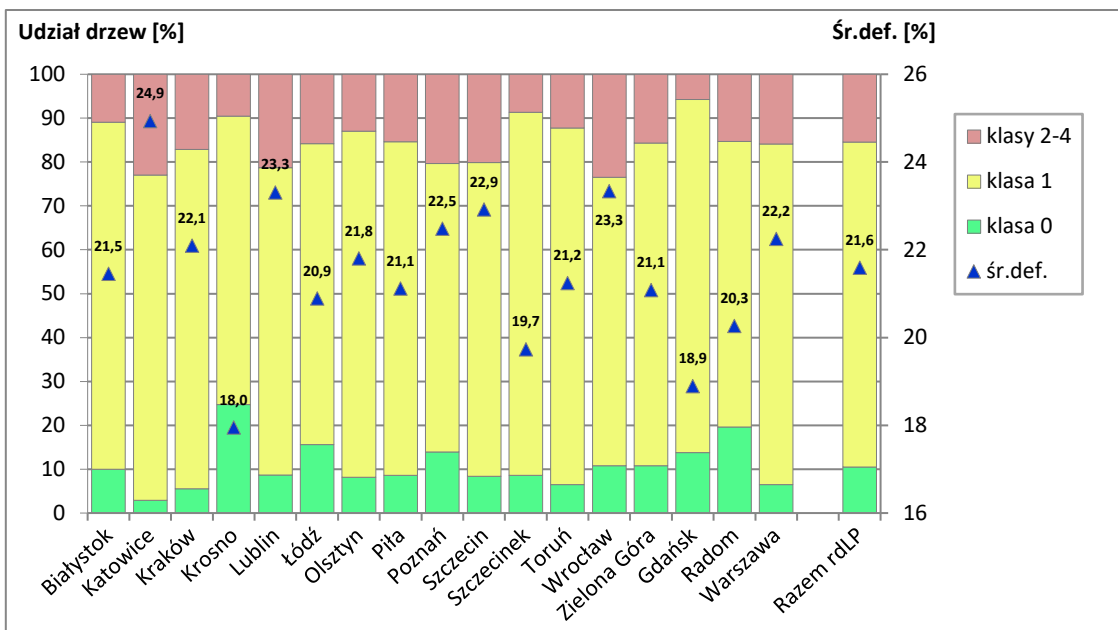
Rycina 3.10. Udział drzew [%] monitorowanych gatunków w klasach defoliacji oraz średnia defoliacja [%] w 2023 r. Wiek od 21 do 60 lat. Wszystkie formy własności



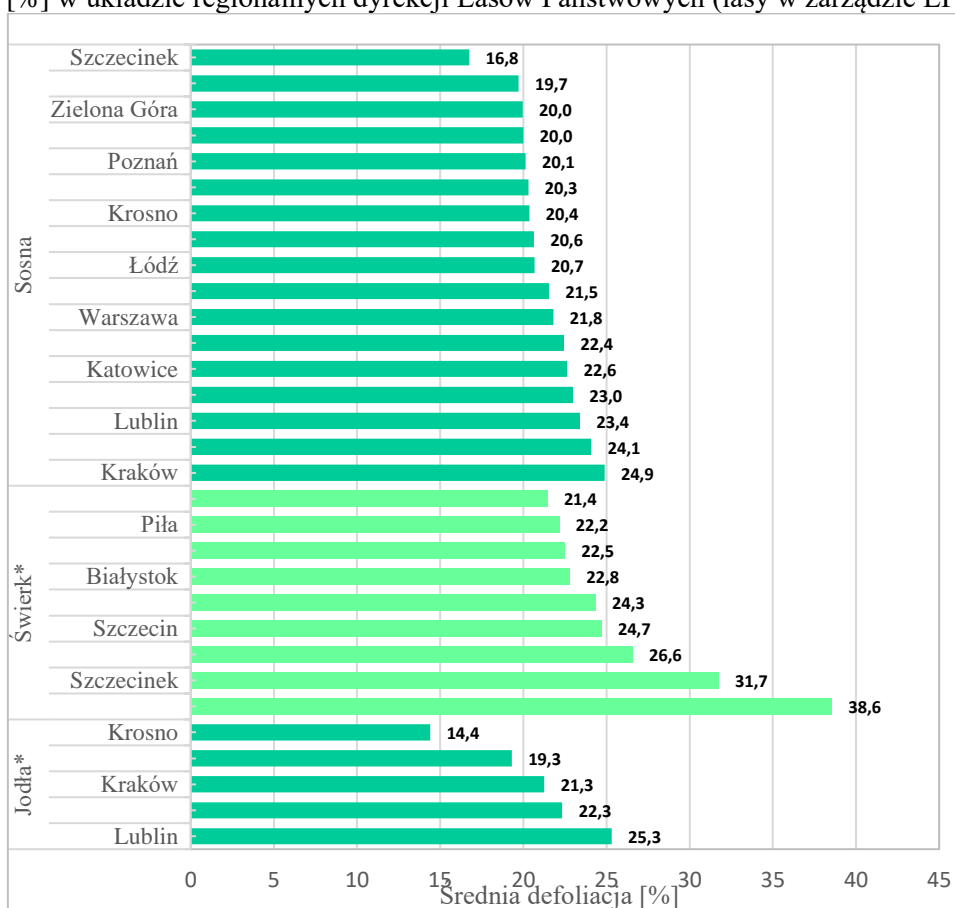
Rycina 3.11. Udział drzew [%] monitorowanych gatunków w klasach defoliacji oraz średnia defoliacja [%] w 2023 r. Wiek powyżej 60 lat. Wszystkie formy własności



Rycina 3.12. Zależność defoliacji sosen, świerków, jodeł, dębów, buków, brzoź, olsz i wszystkich drzew łącznie z klas Krafta 1, 2 oraz 3 od wieku drzew w 2023 r.

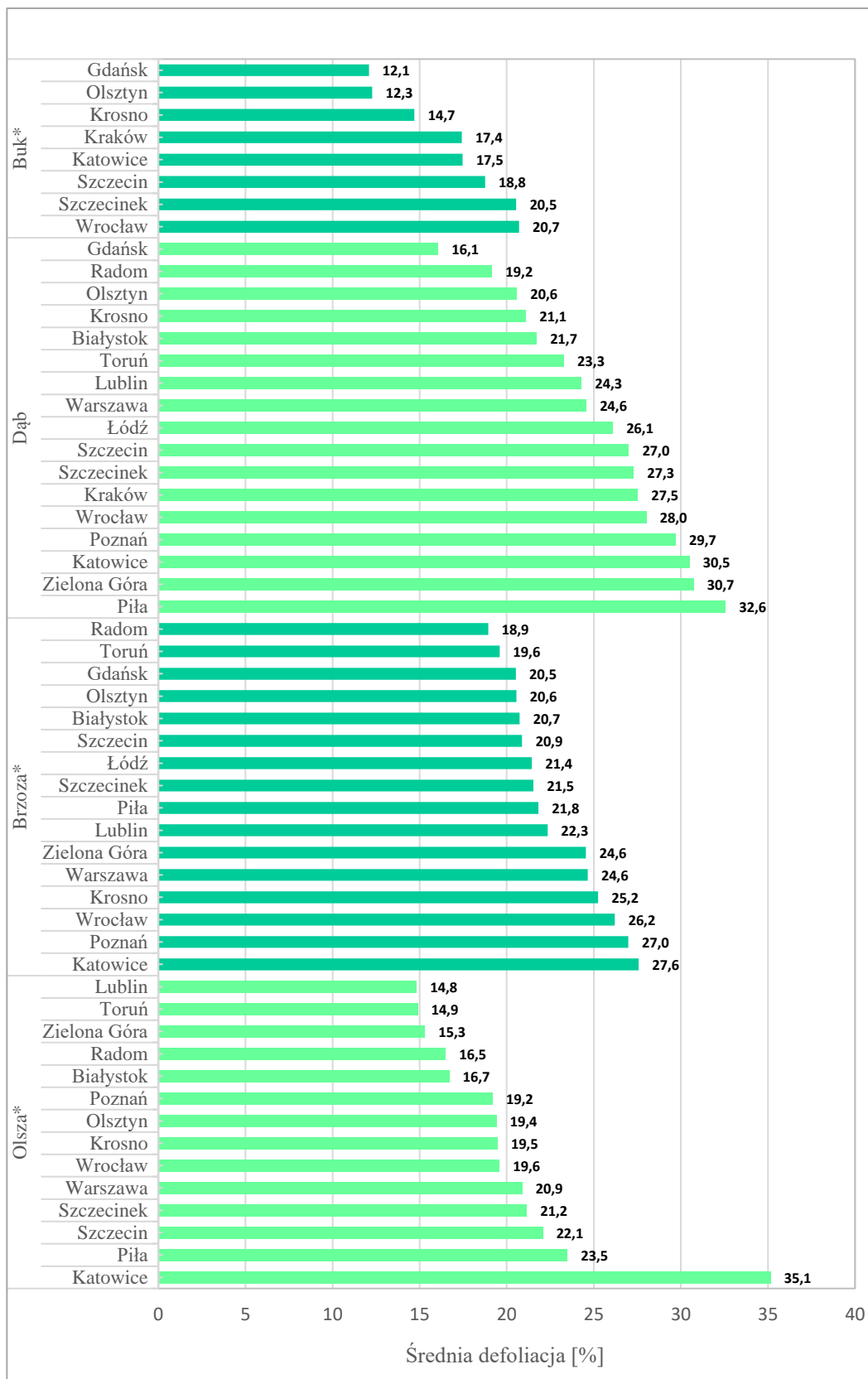


Rycina 3.13. Udział drzew [%] monitorowanych gatunków łącznie w klasach defoliacji oraz śr. defoliacja [%] w układzie regionalnych dyrekcji Lasów Państwowych (lasy w zarządzie LP) w 2023 r.



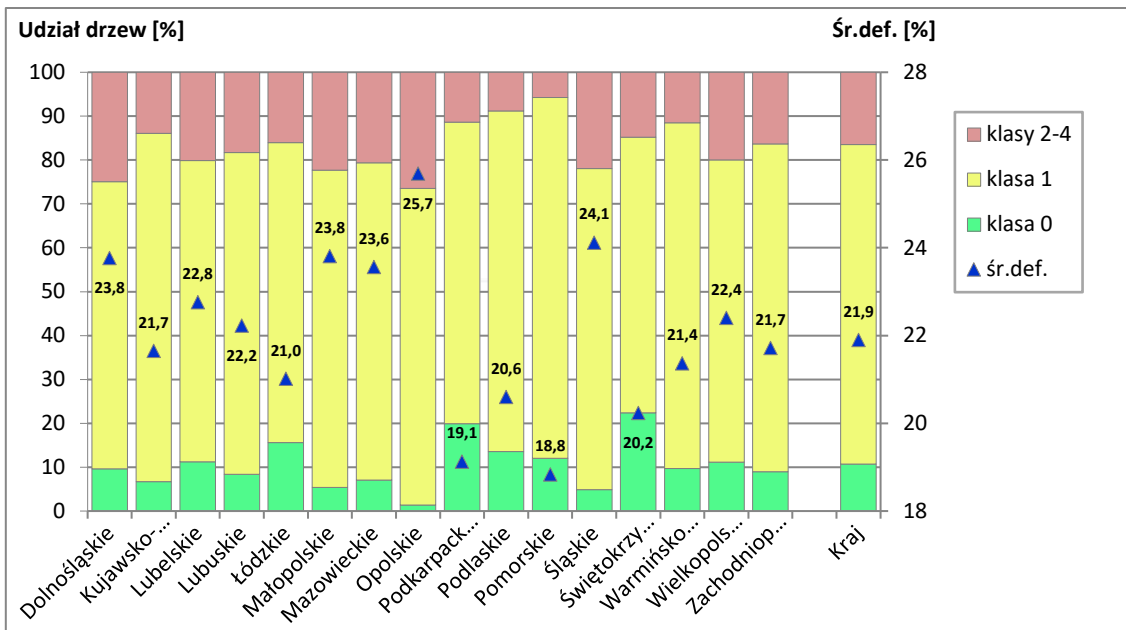
Rycina 3.14. Średnie wartości defoliacji [%] gatunków iglastych w regionalnych dyrekcjach Lasów Państwowych (lasy w zarządzie Lasów Państwowych) – 2023 r.

*Świerk w siedmiu rdLP oraz jodła w trzech rdLP zostały pominięte ze względu na małą liczbę drzew próbnych, poniżej 30 sztuk. Ponadto świerk w jednej RDLP oraz jodła w dziewięciu rdLP nie występują na powierzchniach monitorujących.

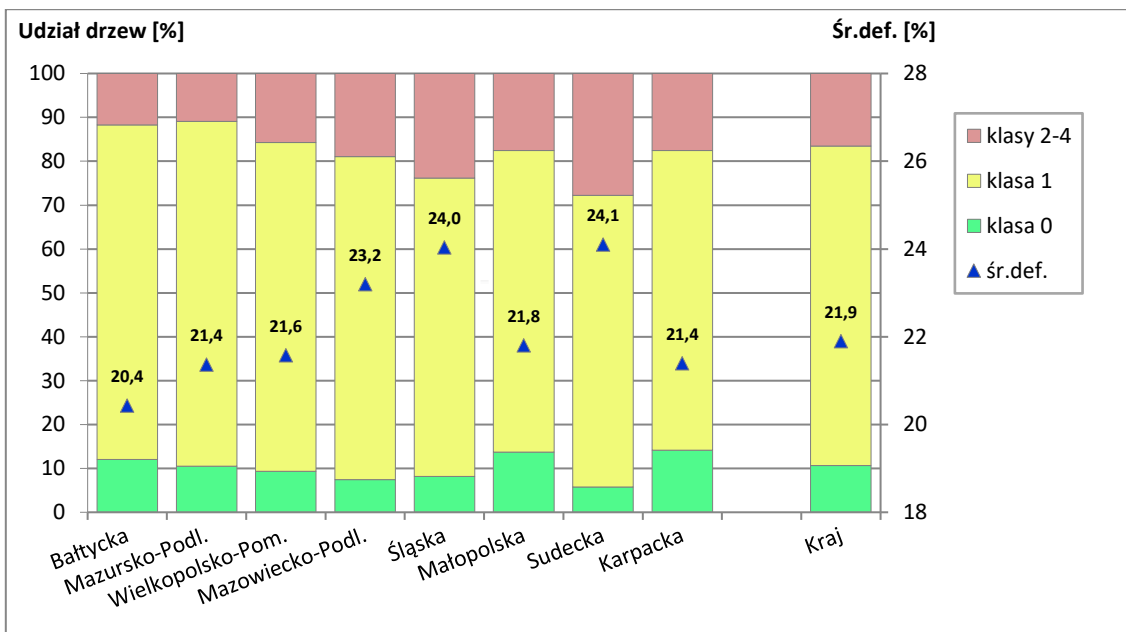


Rycina 3.15. Średnie wartości defoliacji [%] gatunków liściastych w regionalnych dyrekcjach Lasów Państwowych (lasy w zarządzie Lasów Państwowych) – 2023 r.

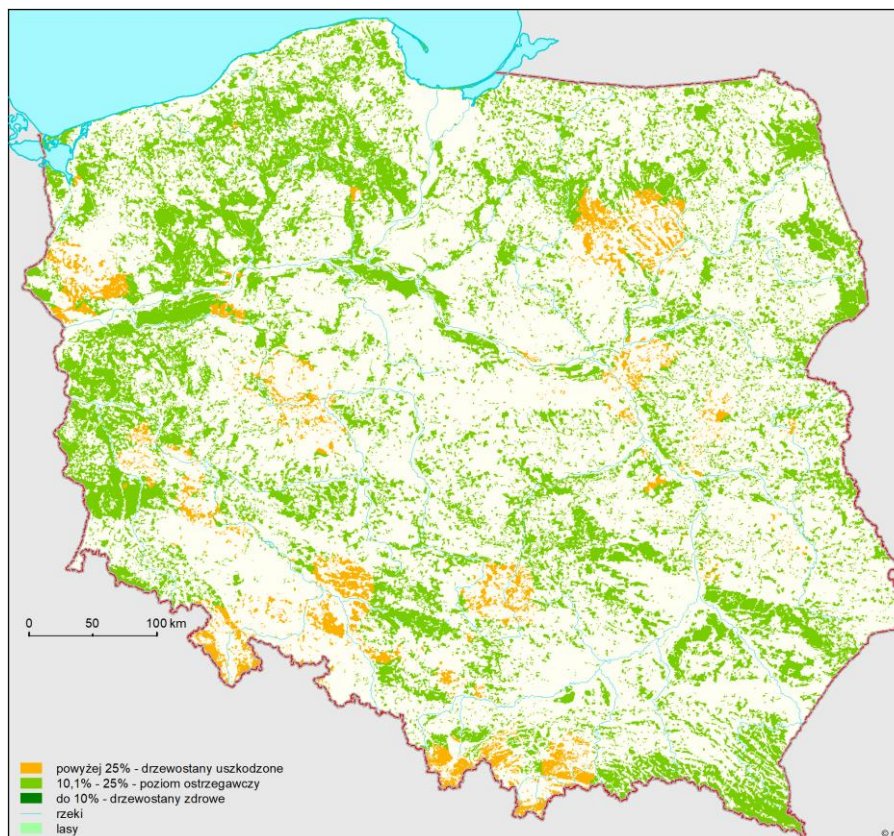
*Buk w siedmiu rdLP, olsza – w trzech rdLP oraz brzoza – w jednej RDLP zostały pominięte ze względu na małą liczbę drzew próbnych, poniżej 30 sztuk. Ponadto buk w dwóch rdLP nie występuje na powierzchniach monitoringowych.



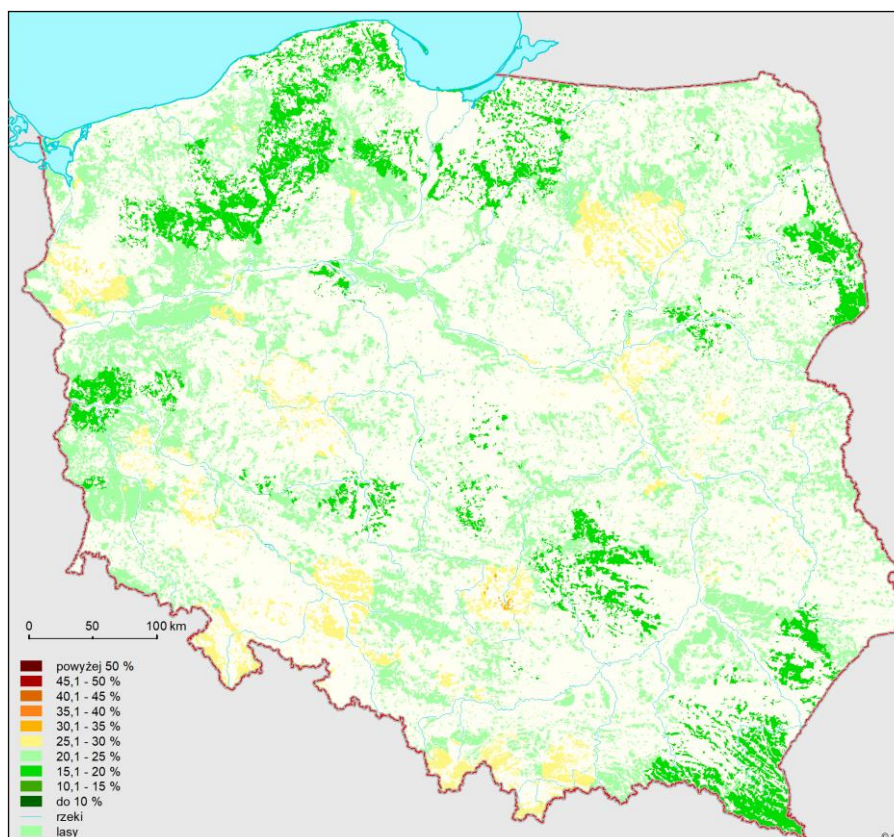
Rycina 3.16. Udział drzew [%] monitorowanych gatunków łącznie w klasach defoliacji oraz średnia defoliacja [%] w układzie województw w 2023 r.



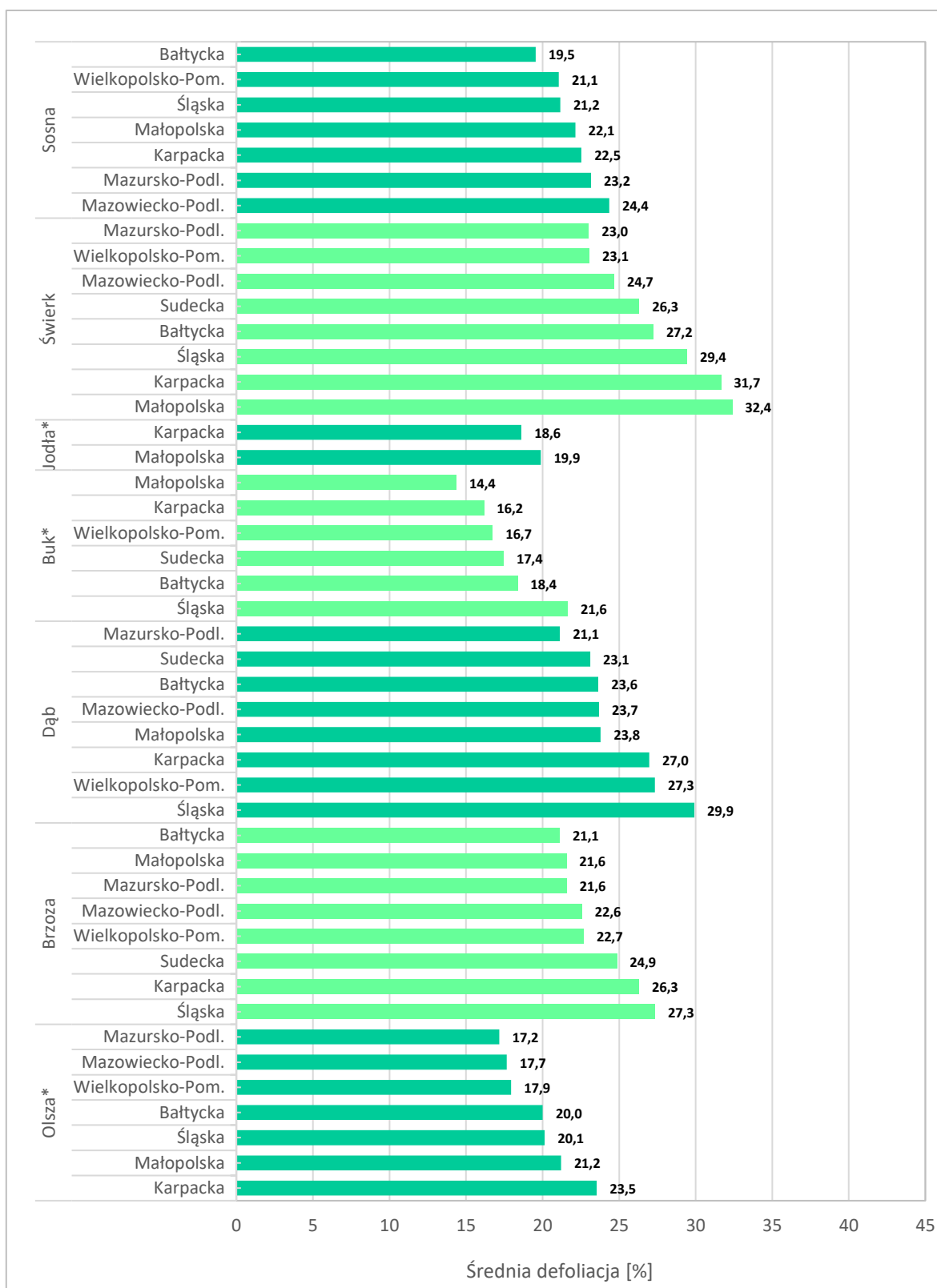
Rycina 3.17. Udział drzew [%] monitorowanych gatunków łącznie w klasach defoliacji oraz średnia defoliacja [%] w układzie krain przyrodniczo-leśnych w 2023 r.



Rycina 3.18. Defoliacja drzew na stałych powierzchniach obserwacyjnych z wyróżnieniem 3 klas defoliacji w 2023 r.

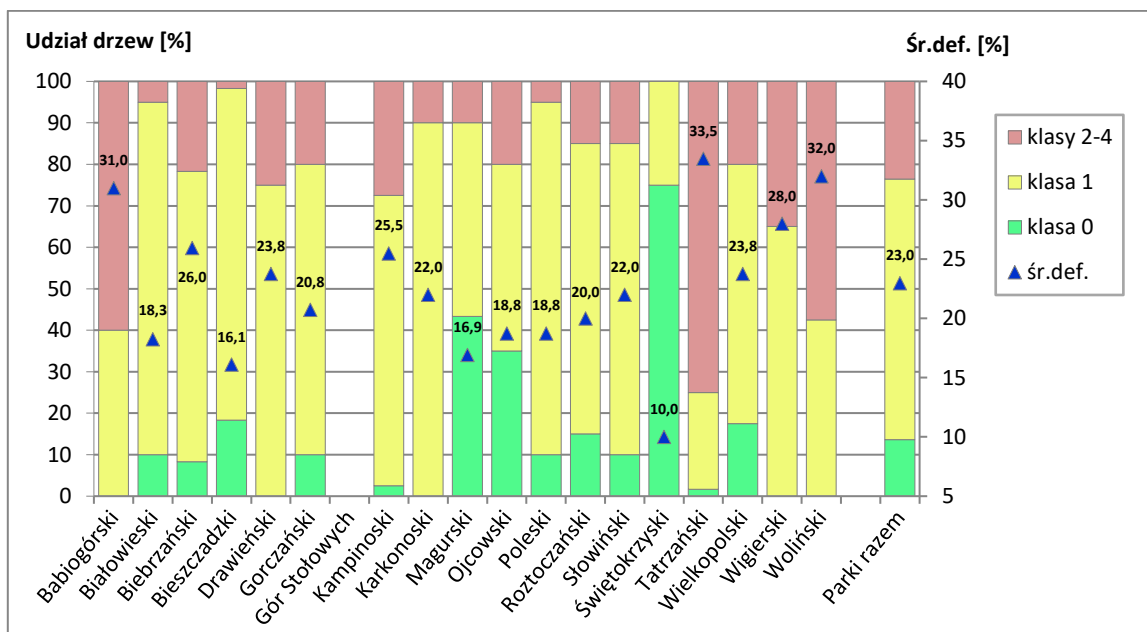


Rycina 3.19. Defoliacja drzew na stałych powierzchniach obserwacyjnych z wyróżnieniem 5% przedziałów defoliacji w 2023 r.



Rycina 3.20. Średnie wartości defoliacji [%] wg grup gatunków w krainach przyrodniczo-leśnych – 2023 r.

*Sosna i olsza w Krainie Sudeckiej, jodła - w krainach: Bałtyckiej i Sudeckiej oraz buk w krainach: Mazursko-Podl. i Mazowiecko-Podl. zostały pominięte ze względu na małą liczbę drzew próbnych, poniżej 30 sztuk. Ponadto jodła w czterech krainach nie występuje na powierzchniach monitoringowych.



Rycina 3.21. Udział drzew [%] monitorowanych gatunków łącznie w klasach defoliacji oraz średnia defoliacja [%] drzew w układzie parków narodowych w 2023 r.

4. ZMIANY STANU ZDROWOTNEGO MONITOROWANYCH GATUNKÓW DRZEW W LATACH 2014–2023 – JADWIGA MAŁACHOWSKA

4.1. Trendy zmian stanu zdrowotnego drzew monitorowanych gatunków w okresie 2014-2023

Zróznicowanie poziomu defoliacji drzew na stałych powierzchniach obserwacyjnych I rzędu ogółem w kraju w latach 2014–2023 przeanalizowano, porównując średnią defoliację oraz udział drzew w klasach defoliacji: klasie 0 (drzewa zdrowe, do 10% defoliacji) i klasach 2–4 (powyżej 25% defoliacji i drzewa martwe). Policzono średnie wartości wyżej wymienionych parametrów w kolejnych latach dziesięciolecia. Znaleziono ich minimalne i maksymalne wartości, policzono różnice między wartościami maksymalnymi i minimalnymi. Uzyskane wyniki pozwoliły na uszeregowanie poszczególnych gatunków drzew i grup gatunków w kolejności od najmniej do najsilniej zdefoliowanych oraz ocenę zmienności kondycji zdrowotnej w czasie.

Uśredniona dla dziesięciolecia 2014-2023 wartość średniej defoliacji ‘gatunków razem’ wynosiła 22,4%, gatunków iglastych – 22,3%, a gatunków liściastych – 22,4%. Średni udział drzew o defoliacji do 10% dla ‘gatunków razem’ wynosił 10,2%, a średni udział drzew o defoliacji powyżej 25% – 18,4%. Gatunki liściaste charakteryzowały się wyższym średnim udziałem drzew zdrowych (13,9%) oraz wyższym średnim udziałem drzew w klasach defoliacji 2-4 (20,8%) niż gatunki iglaste (odpowiednio: 8,0% i 17,0%). Średni udział drzew w klasie ostrzegawczej (drzewa o defoliacji od 11 do 25%) wynosił: ‘gatunków razem’ – 71,4%, gatunków iglastych – 75,0%, a gatunków liściastych – 65,3% (ryc. 4.1).

Ogółem w ciągu dziesięciolecia 2014-2023 poziom zdrowotności lasów nie wykazywał dużych różnic w skali kraju. Lepszą kondycję drzew ‘gatunków razem’ obserwowano w latach 2014-2015 i 2022-2023, słabszą – w latach 2016-2021. Udział drzew zdrowych zawierał się w przedziale od 8,0% w 2020 r. do 12,2% w 2022 r., udział drzew w klasach defoliacji 2-4 – od 15,9% w 2022 r. do 21,1% w 2019 r., a średnia defoliacja – od 21,5% w 2015 r. do 23,4% w 2019 r.

W każdym z kolejnych lat dziesięciolecia udział drzew zdrowych wśród gatunków liściastych był wyższy niż wśród gatunków iglastych, różnica zawierała się w przedziale od 4,5 punktu procentowego w 2016 roku do 7,5 p.p. w 2021 roku. Również udział drzew w klasach defoliacji 2-4 w kolejnych latach był wyższy wśród gatunków liściastych, różnica zawierała się w przedziale od 1,1 punktu procentowego w 2023 roku do 6,9 p.p. w 2016 roku. Przez

większość porównywanych lat nie wykazano dużych różnic pomiędzy średnią defoliacją gatunków iglastych i liściastych (tab. 4.2, ryc. 4.2).

Kolejność gatunków od najzdrowszych do najmniej zdrowych (ustalona na podstawie analizy trzech parametrów określających zdrowotność: średniej defoliacji, udziału drzew zdrowych i udziału drzew w klasach defoliacji 2-4) średnio w dziesięcioleciu 2014–2023 jest następująca: **buk << olsza, jodła < ‘inne iglaste’, ‘inne liściaste’, sosna < świerk, brzoza << dąb.**

W latach 2014-2023 najbardziej stabilną kondycją zdrowotną charakteryzowała się sosna, największą zmiennością kondycji charakteryzował się dąb.

U buka, gatunku charakteryzującego się najwyższą zdrowotnością średni w dziesięcioleciu udział drzew zdrowych wynosił 28,4%, średni udział drzew w klasach defoliacji 2-4 był równy 8,2%, a uśredniona wartość średniej defoliacji – 17,2%. U olszy i jodły, gatunków o wysokiej zdrowotności, średni w dziesięcioleciu udział drzew zdrowych wynosił 18,4% i 20,0%, średni udział drzew w klasach defoliacji 2-4 był równy 11,1% i 13,6%, a uśredniona wartość średniej defoliacji – 19,7%. Dobłą kondycją zdrowotną charakteryzowały się gatunki ‘inne iglaste’, ‘inne liściaste’ oraz sosna, u których średnie wartości porównywanych parametrów wynosiły odpowiednio: 13,3%, 21,6% i 7,2% (drzewa zdrowe), 16,1%, 19,1% i 16,5% (drzewa z klas defoliacji 2-4) oraz 21,5%, 21,7% i 22,3% (średnia defoliacja). U świerka i brzozy, gatunków o osłabionej kondycji zdrowotnej średnie wartości porównywanych parametrów wynosiły odpowiednio: 9,6% i 7,7% (drzewa zdrowe), 25,6% i 22,8% (drzewa z klas defoliacji 2-4) oraz 24,6% i 23,8% (średnia defoliacja). Najsłabszą, znacznie różniącą się od pozostałych gatunków, kondycją zdrowotną charakteryzował się dąb, u którego porównywane średnie z dziesięciolecia wynosiły: 4,0% drzew zdrowych (najniższy udział), 34,5% drzew w klasach defoliacji 2-4 (najwyższy udział), oraz 26,2% średniej defoliacji (najwyższa średnia w porównaniu z innymi gatunkami) (ryc. 4.1).

Udział drzew zdrowych, udział drzew w klasach 2-4 oraz średnia defoliacja charakteryzowały się różną zmiennością w dziesięcioleciu w zależności od monitorowanej grupy gatunków. Małą zmienność udziału drzew zdrowych zanotowano u dębu, sosny i brzozy (od 3,0 do 4,4 punktu procentowego różnicy między wartościami maksymalnymi i minimalnymi), umiarkowaną zmienność – u ‘innych iglastych’, ‘innych liściastych’ i olszy (od 8,1 do 10,4 punktu procentowego), dużą zmienność – u świerka i jodły (12,9 i 13,0 p.p.), największą zmienność – u buka (19,6 p.p.). Małą zmienność udziału drzew w klasach defoliacji 2-4 zanotowano u olszy, sosny i ‘innych liściastych’ (od 4,9 do 5,7 p.p.), umiarkowaną

zmiennosc – u buka, ‘innych iglastych’ i jodly (od 6,1 do 7,7 p.p.), duza zmiennosc – u swierka i brzozy (11,2 i 14,3 p.p.), najwieksza zmiennosc – u dębu (18,2 p.p.). Malą zmiennosc sredniej defoliacji zanotowano u sosny (1,7 p.p.), umiarkowaną zmiennosc – u olszy, ‘innych iglastych’, ‘innych liściastych’, brzozy i jodly (od 2,1 do 2,9 p.p.), duza zmiennosc – u buka i swierka (3,6 i 4,2 p.p.), najwieksza zmiennosc – u dębu (5,9 p.p.) (ryc. 4.3, 4.4 i 4.5).

Zmiennosc kondycji zdrowotnej drzew w kolejnych latach dziesieciolecia wedlug grup gatunkow

Średnio w dziesiecioleciu 2014-2023 gatunkiem o najlepszej kondycji zdrowotnej był **buk**. Jest to również gatunek, u którego występowała duza zmiennosc w czasie zarówno udziału drzew zdrowych jak i sredniej defoliacji. Udział zdrowych buków zawierał się w przedziale od 18,7% (w 2019 r.) do 38,3% (w 2015 r.), udział drzew w klasach defoliacji 2-4 – w przedziale od 5,2% (w 2015 r.) do 11,3% (w 2022 r.), a srednia defoliacja – od 15,7% (w 2015 r.) do 19,3% (w 2020 r.). W 2015 roku kondycja buka była bardzo dobra (38,3% drzew zdrowych, 5,2% drzew w klasach 2-4 oraz 15,7% sredniej defoliacji). Dobrą kondycją charakteryzował się buk w latach 2014, 2017-2018 i 2021-2023 (od 27,2% do 33,8% drzew zdrowych, od 6,2% do 7,6% drzew w klasach 2-4 oraz od 16,3% do 17,3% sredniej defoliacji). Gorszą kondycję tego gatunku zanotowano w latach 2016, 2019-2020 (od 18,7% do 24,3% drzew zdrowych, od 8,8% do 10,8% drzew w klasach 2-4 oraz od 17,8% do 19,3% sredniej defoliacji). Buk, w porównaniu z innymi grupami gatunkow, charakteryzował się najlepszą kondycją do roku 2018. W latach 2019-2020, na skutek stopniowego pogarszania się kondycji drzew tego gatunku, oraz poprawy w tym okresie stanu koron jodeł i olszy nastąpiło zrównanie poziomu zdrowotności buka z poziomem zdrowotności olszy i jodly. W latach 2021-2022 buk ponownie uzyskał najlepszą lokatę w tym rankingu, jednak różnice jego poziomu zdrowotnego w porównaniu ze zdrowotnością olszy i jodly nie były tak duze jak w latach 2014-2018. (tab. 4.2, ryc. 4.3).

Olsze w dziesiecioleciu charakteryzowały się dobrą kondycją wśród monitorowanych gatunkow. Jest to grupa gatunkow, u której udział drzew zdrowych oraz srednia defoliacja wykazywały umiarkowaną zmiennosc w czasie. Udział drzew zdrowych zawierał się w przedziale od 13,0% (w 2016 r.) do 21,1% (w 2018 r.), udział drzew w klasach defoliacji 2-4 – w przedziale od 8,7% (w 2020 r.) do 13,6% (w 2016 r.), a srednia defoliacja – od 18,8% (w 2023 r.) do 20,9% (w 2016 r.). W latach 2016 -2017 stan koron olszy był najgorszy w dziesiecioleciu (odpowiednio: 20,9% i 20,8% sredniej defoliacji). (tab. 4.2, ryc. 4.3).

Kondycja **jodly** w dziesiecioleciu była porównywalna z kondycją olszy. Jodla charakteryzowała się umiarkowaną zmiennością kondycji zdrowotnej (udział drzew zdrowych

wykazywał dużą zmienność w czasie, natomiast udział drzew w klasach defoliacji 2-4 oraz średnia defoliacja charakteryzowały się umiarkowaną zmiennością). Udział drzew zdrowych zawierał się w przedziale od 12,7% (w 2019 r.) do 25,7% (w 2022 r.), udział drzew w klasach defoliacji 2-4 – w przedziale od 9,8% (w 2020 r.) do 17,5% (w 2016 r.), a średnia defoliacja – od 18,2% (2022 r.) do 21,1% (w 2016 r.). W latach 2021 i 2022 kondycja jodły była bardzo dobra (21,4% i 25,7% drzew zdrowych, 10,1% i 9,9% drzew w klasach 2-4 oraz 18,4% i 18,2% średniej defoliacji). W latach 2014-2015, 2018-2020 i 2023 kondycja jodły była dobra. Gorszą kondycję drzew tego gatunku zanotowano w latach 2016 i 2017 (16,3% i 21,2% drzew zdrowych, 17,5% i 17,4% drzew w klasach 2-4 oraz 21,1% i 20,7% średniej defoliacji) (tab. 4.2, ryc. 4.3).

Gatunki **‘inne iglaste’** wraz z sosną i gatunkami **‘inne liściaste’** zaliczone zostały do grupy gatunków o średnim poziomie defoliacji. W dziesięcioleciu 2014-2023 **‘inne iglaste’** charakteryzowały się umiarkowaną zmiennością kondycji zdrowotnej (umiarkowana zmienność udziału drzew zdrowych, udziału drzew w klasach defoliacji 2-4 oraz średniej defoliacji). Udział drzew zdrowych zawierał się w przedziale od 9,0% (w 2016 r.) do 17,1% (w 2014 r.), udział drzew w klasach defoliacji 2-4 – w przedziale od 13,1% (w 2015 r.) do 19,7% (w 2019 r.), a średnia defoliacja – od 20,2% (w latach 2014 i 2015) do 22,5% (w 2017 r.). W latach 2014, 2015 kondycja drzew tej grupy gatunków była lepsza, w porównaniu z pozostałymi latami dziesięciolecia (17,1% i 14,5% drzew zdrowych, 13,9% i 13,1% drzew w klasach 2-4 oraz 20,2% średniej defoliacji). W latach 2016, 2018, 2020-2023 kondycja drzew utrzymywała się na średnim poziomie. W latach 2017 i 2019 kondycja drzew tej grupy gatunków była gorsza (9,8% i 12,7% drzew zdrowych, 18,5% i 19,7% drzew w klasach 2-4 oraz 22,5% i 22,2% średniej defoliacji) (tab. 4.2, ryc. 4.4).

Grupa gatunków **‘inne liściaste’** charakteryzowała się umiarkowaną zmiennością kondycji zdrowotnej (umiarkowana zmienność udziału drzew w klasach defoliacji 2-4 oraz średniej defoliacji). Udział drzew zdrowych zawierał się w przedziale od 15,9% (w 2019 r.) do 26,3% (w 2022 r.), udział drzew w klasach defoliacji 2-4 – w przedziale od 16,0% (w 2022 r.) do 21,7% (w 2016 r.), a średnia defoliacja – od 20,6% (w 2022 r.) do 23,2% (w 2019 r.). Najlepszą kondycją zdrowotną charakteryzowały się drzewa tej grupy gatunków w 2022 roku (najwyższy w zestawieniu udział drzew zdrowych – 26,3%, najniższy udział drzew w klasach 2-4 oraz najniższa średnia defoliacja, odpowiednio: 16,0% i 20,6%). Dobrą kondycją charakteryzowały się drzewa tej grupy gatunków w latach 2014–2015, 2017-2018, 2021 i 2023, gorszą – w latach 2016 i 2020. Najsłabszą kondycję odnotowano w 2019 roku (najniższy udział

drzew zdrowych – 15,9%, duży udział drzew w klasach 2-4 – 21,4% oraz najwyższa w zestawieniu średnia defoliacja – 23,2%) (tab. 4.2, ryc. 4.4).

Sosna charakteryzowała się średnim poziomem defoliacji, jej kondycja była najmniej zmienna w kolejnych latach dziesięciolecia. Udział drzew zdrowych zawierał się w przedziale od 5,1% (w 2020 r.) do 8,8% (w latach 2015 i 2022), udział drzew w klasach defoliacji 2-4 – w przedziale od 13,7% (w 2022 r.) do 19,4% (w 2019 r.), a średnia defoliacja – od 21,6% (w latach 2015 i 2022) do 23,3% (w 2019 r.). (tab. 4.2, ryc. 4.4).

Defoliacja **świerka** w dziesięcioleciu była wysoka w porównaniu z innymi gatunkami. Jest to również gatunek, który charakteryzował się dużą zmiennością kondycji zdrowotnej (duża zmienność zarówno udziału drzew zdrowych, udziału drzew w klasach defoliacji 2-4 jak i średniej defoliacji w kolejnych latach obserwacji). Udział drzew zdrowych zawierał się w przedziale od 3,3% (w 2023 r.) do 16,2% (w 2014 r.), udział drzew w klasach defoliacji 2-4 – od 22,4% (w 2020 r.) do 33,6% (w 2023 r.), a średnia defoliacja – od 23,0% (w 2015 r.) do 27,2% (w 2023 r.). Niższa defoliacja drzew tego gatunku utrzymywała się w latach 2014–2015 (16,2% i 12,2% drzew zdrowych, 25,1% drzew w klasach 2-4 oraz od 23,1% i 23,0% średniej defoliacji), umiarkowana – w latach 2016-2018 i 2020, wyższa – w latach 2019, 2021 i 2022, najwyższa – w 2023 roku (3,3% drzew zdrowych, 33,6% drzew w klasach 2-4 oraz 27,2% średniej defoliacji) (tab. 4.2, ryc. 4.5).

Brzoza również charakteryzowała się wysokim poziomem defoliacji (osłabioną kondycją zdrowotną) w porównaniu z innymi gatunkami. Zmienność kondycji tego gatunku w ciągu kolejnych lat obserwacji była umiarkowana (mała zmienność udziału drzew zdrowych, duża zmienność udziału drzew w klasach 2-4 oraz umiarkowana zmienność średniej defoliacji). Udział drzew zdrowych zawierał się w przedziale od 4,9% (w 2020 r.) do 9,3% (w 2022 r.), udział drzew w klasach defoliacji 2-4 – w przedziale od 16,4% (w 2023 r.) do 30,7% (w 2016 r.), a średnia defoliacja – od 22,5% (w latach 2015 i 2023) do 25,3% (w 2016 r.). Lepszą, w porównaniu z innymi latami, kondycję brzoź odnotowano w latach 2015, 2021-2023 (od 7,8 do 9,3% drzew zdrowych, od 16,4 do 20,7% drzew w klasach 2-4 oraz od 22,5% do 22,8% średniej defoliacji), średnią – w latach 2014, 2018 i 2019 (od 7,5 do 8,1% drzew zdrowych, od 22,3 do 26,7% drzew w klasach 2-4 oraz od 24,0% do 24,1% średniej defoliacji), gorszą – w latach 2016, 2017 i 2020 (od 4,9 do 7,3% drzew zdrowych, od 24,3 do 30,7% drzew w klasach 2-4 oraz od 24,9 do 25,3% średniej defoliacji) (tab. 4.2, ryc. 4.5).

Dąb to gatunek o najsłabszej kondycji zdrowotnej w dziesięcioleciu. Jest to również gatunek, u którego występowała największa (w porównaniu z innymi gatunkami) zmienność w

czasie zarówno udziału drzew w klasach defoliacji 2-4, jak i średniej defoliacji. Udział drzew zdrowych był stale niski, zawierał się w przedziale od 2,2% (w 2020 r.) do 5,2% (w 2015 r.). Udział drzew w klasach defoliacji 2-4 zawierał się w przedziale od 28,1% (w latach 2015 i 2022) do 46,3% (w 2019 r.), a średnia defoliacja – od 24,5% (w 2015 r.) do 30,1% (w 2019 r.). Lepszą, w porównaniu z innymi latami, kondycję dębów odnotowano w latach 2015 i 2022 (odpowiednio: 5,2% i 5,1% drzew zdrowych, 28,1% drzew w klasach 2-4 oraz 24,5% i 24,7% średniej defoliacji). W latach 2014, 2016–2018 oraz 2021 i 2023 kondycja dębów była gorsza (od 3,4 do 4,7% drzew zdrowych, od 29,7% do 36,3% drzew w klasach 2-4 oraz od 25,2% do 26,1% średniej defoliacji). Znacznie gorszą kondycję dębów odnotowano w 2020 roku, najslabszą – w 2019 roku (odpowiednio: 2,2% i 2,9% drzew zdrowych, 40,6% i 46,3% drzew w klasach 2-4 oraz 28,2% i 30,1% średniej defoliacji). Dąb, w porównaniu z innymi grupami gatunków, charakteryzował się najslabszą kondycją do roku 2021. W latach 2022-2023, z uwagi na poprawę kondycji dębu oraz pogorszenie się w tym czasie stanu koron świerka, świerk był gatunkiem o najslabszej kondycji zdrowotnej. (tab. 4.2, ryc. 4.5).

4.2. Rozkład powierzchniowy kondycji zdrowotnej drzew w dziesięcioleciu 2014-2023 w układzie regionalnych dyrekcji Lasów Państwowych i krain przyrodniczo-leśnych

Kondycję zdrowotną drzew w lasach w układzie regionalnych dyrekcji Lasów Państwowych oraz krain przyrodniczo-leśnych w dziesięcioleciu 2013-2022 omówiono porównując średnią defoliację gatunków łącznie w poszczególnych jednostkach terytorialnych na osi czasu.

Kondycja zdrowotna drzew (gatunki razem) w dziesięcioleciu w układzie regionalnych dyrekcji Lasów Państwowych

W lasach rdLP w Białymstoku, Gdańsku i Toruniu kondycja zdrowotna drzew była stabilna, różnica między zanotowaną w kolejnych latach dziesięciolecia maksymalną i minimalną wartością średniej defoliacji wynosiła od 2,5 do 2,6 punktu procentowego (tab. 4.1, ryc. 4.6). W rdLP w Toruniu oraz w Gdańsku kondycja drzew była bardzo dobra, wartość średniej defoliacji pozostawała stale poniżej średniej krajowej, natomiast w RDLP w Białymstoku kondycja utrzymywała się na średnim poziomie – wartość ocenianego parametru w latach 2019-2020 i 2023 była niższa od średniej krajowej, a w latach 2014-2018 i 2021-2022 – wyższa. Dość stabilna była również kondycja drzew w lasach w rdLP w Olsztynie, Radomiu i Lublinie, różnica między maksymalną i minimalną wartością średniej defoliacji wynosiła od 3,7 do 3,9 punktu procentowego. W dwóch pierwszych rdLP kondycja oprócz tego, że dość stabilna, była również raczej dobra – w ciągu dziesięciolecia przez pięć lat średnia defoliacja

przyjmowała wartości poniżej średniej krajowej (w latach 2017-2021 w RDLP w Olsztynie, w latach 2017-2019, 2021 i 2023 – w RDLP w Radomiu), a przez pięć pozostałych lat – przyjmowała wartości powyżej średniej krajowej. W RDLP w Lublinie kondycja drzew była dość stabilna, ale jednocześnie znacznie osłabiona, średnia defoliacja utrzymywała się stale powyżej średniej krajowej, a w latach 2014, 2021 i 2022 – przyjmowała wartości najwyższe w porównaniu z kondycją drzew w pozostałych rdLP w tych latach.

W lasach w rdLP w Łodzi, Krakowie, Warszawie, Szczecinku, Poznaniu i Pile zmienność kondycji była większa, różnica między zanotowaną w kolejnych latach dziesięciolecia maksymalną i minimalną wartością średniej defoliacji wynosiła od 4,1 do 4,8 punktu procentowego (tab. 4.1, ryc. 4.7). W rdLP w Szczecinku, Krakowie, Pile i Łodzi przez osiem do dziewięciu lat średnia defoliacja przyjmowała wartości poniżej średniej krajowej. W latach 2015, 2017-2019 w RDLP w Szczecinku wartości średniej defoliacji były najniższe w porównaniu z kondycją drzew w pozostałych rdLP w tych latach. W lasach w RDLP w Poznaniu przez osiem lat, a w RDLP w Warszawie – przez dziewięć lat, wartość średniej defoliacji drzew utrzymywała się powyżej średniej krajowej. W latach 2016 i 2017 w RDLP w Poznaniu oraz w latach 2015 i 2020 w RDLP w Warszawie wartość średniej defoliacji była najwyższa w porównaniu z pozostałymi rdLP.

W lasach w rdLP w Szczecinie, Katowicach, Krośnie zmienność kondycji drzew była duża, a w rdLP we Wrocławiu i w Zielonej Górze – bardzo duża (tab. 4.1, ryc. 4.8). Różnica między zanotowaną w kolejnych latach dziesięciolecia maksymalną i minimalną wartością średniej defoliacji w trzech pierwszych rdLP zawierała się w przedziale od 5,8 do 6,4 punktu procentowego, a w rdLP we Wrocławiu i Zielonej Górze była najwyższa, wynosiła odpowiednio: 8,5 i 9,5 punktu procentowego. W RDLP w Szczecinie, Krośnie i Zielonej Górze przez pięć do siedmiu lat średnia defoliacja przyjmowała wartości poniżej średniej krajowej. W latach 2014, 2016 w RDLP w Szczecinie i w latach 2020-2023 w RDLP w Krośnie wartości średniej defoliacji były najniższe w porównaniu z kondycją drzew w pozostałych rdLP w tych latach. W lasach w RDLP we Wrocławiu wartość średniej defoliacji drzew charakteryzowała się bardzo wysoką zmiennością oraz utrzymywała się stale powyżej średniej krajowej, a w latach 2018-2019 była najwyższa w porównaniu z pozostałymi rdLP. W lasach w RDLP w Zielonej Górze kondycja zdrowotna drzew była najbardziej zmienna, wartość średniej defoliacji drzew zawierała się w przedziale od 19,9% do 29,4%, w latach 2014-2016, 2018 i 2022-2023 utrzymywała się poniżej średniej krajowej, w pozostałych latach – powyżej tej średniej.

Zmienność poziomu defoliacji drzew w poszczególnych regionalnych dyrekcjach Lasów Państwowych w kolejnych latach dziesięciolecia (zmianę wartości średniej defoliacji wynoszącą 0,7 punktu procentowego i więcej uznano jako poprawę lub pogorszenie kondycji drzew w rdLP) (ryc. 4.6 – 4.8) przedstawiała się następująco:

- w RDLP w Białymstoku: poprawa kondycji w latach 2018-2019 i 2022, pogorszenie – w 2017 roku,
- w RDLP w Katowicach: poprawa kondycji w latach 2014, 2020-2021, pogorszenie – w latach 2016-2017, 2019 i 2022-2023,
- w RDLP w Krakowie: poprawa kondycji w latach 2018 i 2021-2022, pogorszenie – w latach 2017, 2019-2020 i 2023,
- w RDLP w Krośnie: poprawa kondycji w latach 2019-2021, pogorszenie – w latach 2016 i 2022,
- w RDLP w Lublinie: poprawa kondycji w latach 2015 i 2021-2023, pogorszenie – w latach 2014, 2016, 2018-2019,
- w RDLP w Łodzi: poprawa kondycji w 2021 roku, pogorszenie – w latach 2016 i 2019-2020,
- w RDLP w Olsztynie: poprawa kondycji w latach 2015 i 2018, pogorszenie – w latach 2016 i 2020,
- w RDLP w Pile: poprawa kondycji w latach 2015, 2017 i 2022, pogorszenie – w latach 2016 i 2019-2021.
- w RDLP w Poznaniu: poprawa kondycji w latach 2018, 2020 i 2022, pogorszenie – w latach 2015-2017, 2019 i 2023,
- w RDLP w Szczecinie: poprawa kondycji w 2021 roku, pogorszenie – w latach 2015, 2017-2019 i 2022-2023,
- w RDLP w Szczecinku: poprawa kondycji w latach 2015, 2017 i 2023, pogorszenie – w latach 2016, 2019 i 2021-2022,
- w RDLP w Toruniu: poprawa kondycji w latach 2018 i 2021-2022, pogorszenie – w latach 2015, 2019 i 2023
- w RDLP we Wrocławiu: poprawa kondycji w latach 2020-2022, pogorszenie – w latach 2015-2016, 2019 i 2023,
- w RDLP w Zielonej Górze: poprawa kondycji w latach 2018, 2020 i 2022, pogorszenie – w latach 2015, 2017, 2019 i 2023,
- w RDLP w Gdańsku: poprawa kondycji w latach 2015-2016 i 2022,
- w RDLP w Radomiu: poprawa kondycji w latach 2021 i 2023, pogorszenie – w 2020 roku,
- w RDLP w Warszawie: poprawa kondycji w latach 2017 i 2021-2022, pogorszenie – w latach 2016 i 2020.

Kondycja zdrowotna drzew (gatunki razem) w dziesięcioleciu w układzie krain przyrodniczo-leśnych

Wśród krain przyrodniczo-leśnych dobrą, względnie wyrównaną kondycją, pozostającą stale poniżej średniej krajowej, charakteryzowały się drzewa w lasach **Krain: Bałtyckiej** (w latach 2014-2020 oraz w 2023 kondycja drzew najlepsza na tle innych krain) i **Karpackiej** (w latach 2021-2022 kondycja drzew najlepsza na tle innych krain). Również wyrównaną kondycją, ale gorszą, pozostającą zwykle powyżej średniej krajowej (z wyjątkiem lat 2021 i 2023, gdy średnia defoliacja była o odpowiednio: 0,5 i 0,1 punktu procentowego niższa od średniej krajowej) charakteryzowały się drzewa w lasach **Krainy Małopolskiej** (tab. 4.2, ryc. 4.9).

Najbardziej stabilną, utrzymującą średni poziom, kondycją drzew w lasach charakteryzowała się **Kraina Mazursko-Podlaska**. Średnia defoliacja drzew w tej krainie wynosiła od 21,4% w latach 2019 i 2023 do 23,2% w 2017 r., a różnica między wartością minimalną i maksymalną była najniższa wśród krain, równa 1,8 punktu procentowego. Wartość tego parametru utrzymywała się w latach 2014-2017 powyżej średniej krajowej, a w latach 2018-2023 – poniżej średniej krajowej (różnica pomiędzy średnią defoliacją w krainie i ogółem w kraju zawierała się w przedziale od -2,0 do 1,2 punktu procentowego).

W lasach **Krainy Wielkopolsko-Pomorskiej** bardzo dobrą kondycję drzew obserwowano w 2014 roku (porównywalną ze stanem notowanym w Krainie Bałtyckiej), dobrą oraz umiarkowaną dobrą kondycję notowano w latach 2015-2018 oraz w latach 2022-2023, natomiast gorszą – w latach 2019-2021. W latach 2015-2023 średnia defoliacja przyjmowała wartości zbliżone do średniej krajowej (różnica pomiędzy średnią defoliacją w krainie i ogółem w kraju zawierała się w przedziale od -0,5 do 0,6 punktu procentowego).

Oslabioną, względnie wyrównaną kondycją zdrowotną, pozostającą stale powyżej średniej krajowej, charakteryzowały się drzewa w lasach **Krainy Mazowiecko-Podlaskiej**. W latach 2014-2015 oraz w latach 2020-2022 kondycja drzew w lasach tej krainy była najgorsza na tle innych krain. W latach 2015-2019 oraz w roku 2023 średnia defoliacja była wyższa od średniej krajowej o 0,7 do 1,5 punktu procentowego, natomiast w latach 2014, 2020-2022 różnica wynosiła 2,0 do 2,8 punktu procentowego.

Oslabioną, ale też bardziej zróżnicowaną kondycją zdrowotną charakteryzowały się drzewa w lasach **Krainy Sudeckiej**. W 2023 roku kondycja drzew w lasach tej krainy była najgorsza na tle innych krain. W latach 2014, 2020 oraz 2022 średnia defoliacja była niższa od

średniej krajowej o 0,8 do 1,0 punktu procentowego, natomiast w latach 2015-2019, 2021-2023 średnia defoliacja była wyższa od średniej krajowej o 0,4 do 3,1 punktu procentowego.

Najsłabszą oraz najbardziej zróżnicowaną kondycją zdrowotną charakteryzowały się drzewa w lasach **Krainy Śląskiej**. Średnia defoliacja drzew ocenionych w tej krainie wynosiła od 22,2% w latach 2014 i 2022 do 30,9% w 2019 roku, a różnica między wartością minimalną i maksymalną tego parametru była najwyższa wśród krain, równa 8,7 punktu procentowego. W latach 2016-2019 kondycja drzew w lasach tej krainy była najgorsza na tle innych krain. W latach 2014-2016 oraz latach 2021-2022 średnia defoliacja była wyższa od średniej krajowej o 0,3 do 1,5 punktu procentowego, w latach 2017, 2018, 2020 i 2023 różnica wynosiła 2,1 do 2,6 p.p., natomiast w 2019 osiągnęła wartość 7,5 p.p.

Podsumowując: najlepszą kondycją drzew w lasach w porównaniu z innymi krainami charakteryzowały się: Kraina Bałtycka – w latach 2014-2020 i 2023 oraz Kraina Karpacka – w latach 2021-2022, natomiast najgorszą kondycją drzew w lasach w porównaniu z innymi krainami charakteryzowały się: Kraina Mazowiecko-Podlaska – w latach 2014-2015 i 2020-2022, Kraina Śląska – w latach 2016-2019 oraz Kraina Sudecka – w 2023 roku (ryc. 4.9).

Zmienność poziomu defoliacji drzew w poszczególnych krainach przyrodniczo-leśnych w kolejnych latach dziesięciolecia (zmianę wartości średniej defoliacji wynoszącą 0,7 punktu procentowego i więcej uznano jako poprawę lub pogorszenie kondycji drzew w krainie) (ryc. 4.9) przedstawiała się następująco:

- w Krainie Bałtyckiej: poprawa kondycji w latach 2015, 2023, pogorszenie – w latach 2016 i 2019,
- w Krainie Mazursko-Podlaskiej: poprawa kondycji w latach 2015, 2018 i 2019, pogorszenie – w 2016 roku,
- w Krainie Wielkopolsko-Pomorskiej: poprawa kondycji w 2022 roku, pogorszenie – w latach 2015, 2016 i 2019,
- w Krainie Mazowiecko-Podlaskiej: poprawa kondycji w latach 2015, 2021, 2023, pogorszenie – w latach 2016 i 2020,
- w Krainie Śląskiej: poprawa kondycji w latach 2020, 2021 i 2022, pogorszenie – w latach 2016, 2017, 2019 i 2023,
- w Krainie Małopolskiej: poprawa kondycji w latach 2015 i 2021, pogorszenie – w 2016 roku,
- w Krainie Sudeckiej: poprawa kondycji w latach 2020, 2022, pogorszenie – w latach 2015, 2016, 2019, 2021 i 2023,
- w Krainie Karpackiej: poprawa kondycji w latach 2018 i 2021, pogorszenie – w latach 2016 i 2023.

Tabela 4.1. Udział procentowy drzew w klasach defoliacji 0 (do 10% def.), 1 (11–25% def.) i 2–4 (> 25% def. i drzewa martwe) oraz średnia defoliacja [%] według gatunków w układzie RDLP – wiek > 20 lat, lasy w zarządzie Lasów Państwowych, lata 2014–2023

RDLP	Kl.def., śr.def.	Sosna					Świerk					Jodła					Inne iglaste				
		2014	2015	2016	2017	2018	2014	2015	2016	2017	2018	2014	2015	2016	2017	2018	2014	2015	2016	2017	2018
Białystok	0	6,7	5,5	4,8	3,2	1,6	20,4	8,2	15,4	11,8	10,6	-	-	-	-	-	50,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	1	74,1	76,7	80,3	81,9	86,2	32,1	45,8	61,1	67,5	73,9	-	-	-	-	-	50,0	100,0	100,0	100,0	100,0
	2–4	19,2	17,8	15,0	14,9	12,2	47,5	46,1	23,5	20,8	15,5	-	-	-	-	-	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Średnia	23,1	23,2	22,4	23,4	23,2	26,3	26,6	22,6	23,3	24,2	-	-	-	-	-	15,0	15,0	17,5	22,5	22,5
Katowice	0	4,1	2,8	1,9	1,7	1,1	1,5	7,5	0,0	0,0	3,3	16,7	17,4	16,1	22,8	58,6	11,9	8,9	6,5	1,7	2,4
	1	86,0	84,5	83,0	81,8	85,1	51,5	46,9	50,0	56,9	60,7	74,1	71,9	75,0	63,2	36,2	78,6	82,2	82,6	86,4	87,8
	2–4	9,9	12,7	15,0	16,5	13,7	47,1	45,6	50,0	43,1	36,1	9,3	10,7	8,9	14,0	5,2	9,5	8,9	10,9	11,9	9,8
	Średnia	20,9	21,8	22,9	23,5	22,5	30,0	29,7	28,9	29,5	28,0	18,6	18,8	18,3	17,6	13,9	19,8	20,8	21,6	22,8	21,1
Kraków	0	8,4	5,4	8,2	3,3	2,7	3,6	5,2	6,3	12,5	0,0	25,6	26,6	27,2	36,5	40,2	0,0	0,0	0,0	0,0	15,6
	1	59,1	67,7	57,5	62,9	70,5	64,3	69,2	62,5	68,8	87,5	66,4	66,2	63,4	55,7	54,3	58,1	54,6	60,6	50,0	62,5
	2–4	32,5	26,9	34,3	33,8	26,7	32,1	25,6	31,3	18,8	12,5	8,1	7,2	9,4	7,8	5,5	41,9	45,5	39,4	50,0	21,9
	Średnia	25,1	24,4	25,7	26,7	25,4	24,5	24,3	23,4	22,5	21,9	17,1	16,8	17,1	16,1	15,8	26,3	27,0	25,8	28,2	23,0
Krosno	0	3,4	3,2	1,8	3,0	2,2	13,2	12,2	9,5	10,8	6,3	14,6	14,4	8,3	9,6	8,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	1	72,3	71,0	74,4	75,1	74,6	65,8	62,2	62,2	67,7	73,4	69,1	69,5	71,2	70,4	72,7	80,6	81,4	85,0	87,8	90,5
	2–4	24,4	25,8	23,9	21,9	23,2	21,1	25,7	28,4	21,5	20,3	16,4	16,1	20,5	19,9	19,0	19,4	18,6	15,0	12,2	9,5
	Średnia	25,8	26,0	25,6	25,1	25,3	22,5	23,0	24,3	24,4	22,9	21,0	21,7	23,4	22,7	22,7	23,3	22,9	23,1	22,8	22,1
Lublin	0	3,5	5,5	6,7	6,4	6,3	26,7	21,4	25,0	11,8	5,6	2,9	5,7	5,6	4,8	2,3	100,0	33,3	100,0	100,0	100,0
	1	64,9	69,1	71,5	71,7	68,7	20,0	28,6	12,5	17,6	27,8	60,0	74,3	72,2	69,0	70,5	0,0	66,7	0,0	0,0	0,0
	2–4	31,6	25,3	21,8	21,9	25,0	53,3	50,0	62,5	70,6	66,7	37,1	20,0	22,2	26,2	27,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Średnia	25,3	23,9	22,6	23,0	23,9	30,7	26,4	30,6	37,1	38,9	24,4	20,7	21,5	23,7	26,0	10,0	18,3	10,0	10,0	10,0
Łódź	0	14,6	18,6	15,1	18,1	19,2	18,2	23,1	0,0	10,0	9,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	19,4	18,2	12,9	18,8	18,8
	1	74,7	65,7	69,1	66,0	63,3	72,7	53,8	45,5	30,0	36,4	75,0	75,0	50,0	50,0	75,0	61,3	61,4	74,2	65,6	65,6
	2–4	10,7	15,7	15,8	15,9	17,5	9,1	23,1	54,5	60,0	54,5	25,0	25,0	50,0	50,0	25,0	19,4	20,5	12,9	15,6	15,6
	Średnia	20,1	20,7	21,6	20,9	21,5	18,6	21,9	28,2	29,0	32,7	23,8	23,8	26,3	26,3	23,8	22,6	19,9	20,0	19,8	19,2
Olsztyn	0	1,3	2,8	2,0	1,3	4,5	47,7	18,7	12,7	9,9	35,5	-	-	-	-	-	7,1	7,4	0,0	4,3	47,8
	1	68,5	82,5	84,4	89,3	85,9	34,6	69,3	78,9	78,0	58,7	-	-	-	-	-	89,3	88,9	100,0	91,3	52,2
	2–4	30,2	14,7	13,6	9,4	9,6	17,7	12,0	8,5	12,1	5,8	-	-	-	-	-	3,6	3,7	0,0	4,3	0,0
	Średnia	25,1	22,4	23,2	22,7	21,4	18,4	19,2	18,6	20,6	16,7	-	-	-	-	-	17,7	17,6	18,4	18,5	13,7
Piła	0	8,3	14,4	4,6	7,6	7,5	17,7	35,3	0,0	11,8	5,9	-	-	-	-	-	57,1	73,3	26,7	20,0	13,3
	1	84,6	79,8	82,1	83,9	84,2	82,4	64,7	94,1	82,4	88,2	-	-	-	-	-	42,9	26,7	73,3	66,7	80,0
	2–4	7,1	5,9	13,3	8,5	8,3	0,0	0,0	5,9	5,9	5,9	-	-	-	-	-	0,0	0,0	0,0	13,3	6,7
	Średnia	19,9	18,7	21,5	20,2	20,2	16,2	14,7	20,0	17,6	18,2	-	-	-	-	-	12,5	12,3	16,0	18,0	18,0
Poznań	0	2,5	2,7	0,6	3,6	5,6	18,8	12,5	4,5	9,1	4,3	-	-	-	-	-	14,3	7,7	7,7	0,0	7,1
	1	89,6	85,5	81,8	65,7	72,7	75,0	79,2	59,1	40,9	69,6	-	-	-	-	-	71,4	76,9	76,9	71,4	64,3
	2–4	7,9	11,9	17,5	30,7	21,7	6,3	8,3	36,4	50,0	26,1	-	-	-	-	-	14,3	15,4	15,4	28,6	28,6
	Średnia	20,5	22,3	23,6	25,5	23,3	18,8	20,2	27,3	33,2	28,0	-	-	-	-	-	21,8	24,2	23,8	28,9	30,0

Tabela 4.1. – cd.

RDLP	Kl.def., śr.def.	Sosna					Świerk					Jodła					Inne iglaste				
		2014	2015	2016	2017	2018	2014	2015	2016	2017	2018	2014	2015	2016	2017	2018	2014	2015	2016	2017	2018
Szczecin	0	28,0	23,0	13,7	10,5	10,5	43,1	47,2	23,5	15,7	11,5	-	-	-	-	-	56,4	42,4	42,4	27,8	31,7
	1	60,7	63,0	77,3	76,5	73,8	52,9	50,9	74,5	76,5	76,9	-	-	-	-	-	32,7	45,5	45,5	64,8	60,3
	2-4	11,3	14,0	9,0	13,0	15,7	3,9	1,9	2,0	7,8	11,5	-	-	-	-	-	10,9	12,1	12,1	7,4	7,9
	Średnia	17,8	19,2	19,2	20,8	21,6	13,3	14,3	16,0	18,6	19,8	-	-	-	-	-	16,6	15,7	15,7	17,0	17,1
Szczecinek	0	12,1	18,5	7,3	12,9	11,0	10,9	16,3	4,7	4,0	3,4	-	-	-	0,0	6,5	6,5	6,5	0,0	2,7	
	1	77,9	75,7	82,7	82,2	83,7	80,4	78,9	79,9	84,6	84,2	-	-	-	100,0	77,4	80,7	80,7	84,8	86,5	
	2-4	10,1	5,8	10,0	4,9	5,2	8,7	4,8	15,4	11,4	12,3	-	-	-	0,0	16,1	12,9	12,9	15,2	10,8	
	Średnia	19,4	17,6	20,4	18,0	18,2	19,6	17,1	21,7	21,2	23,0	-	-	-	17,5	19,7	19,7	19,7	23,3	21,5	
Toruń	0	6,5	3,5	3,6	5,5	9,0	75,0	28,6	0,0	33,3	50,0	-	-	-	-	15,4	0,0	0,0	7,7	14,3	
	1	87,3	87,5	85,0	81,8	79,9	25,0	57,1	33,3	0,0	50,0	-	-	-	-	84,6	92,3	92,3	92,3	71,4	
	2-4	6,2	9,0	11,4	12,7	11,1	0,0	14,3	66,7	66,7	0,0	-	-	-	-	0,0	7,7	7,7	0,0	14,3	
	Średnia	19,6	21,6	21,6	22,0	21,6	10,0	17,9	72,7	70,0	12,5	-	-	-	-	16,5	20,4	20,4	18,1	21,1	
Wrocław	0	8,8	3,2	1,7	4,4	10,9	17,3	13,9	9,0	21,3	14,2	16,7	15,4	25,0	33,3	33,3	4,8	11,1	11,1	1,6	3,2
	1	80,2	81,3	79,1	63,8	66,1	72,7	74,5	71,9	58,2	62,5	66,7	69,2	58,3	55,6	66,7	87,3	79,0	79,0	71,9	50,8
	2-4	11,0	15,5	19,3	31,7	23,0	10,0	11,6	19,1	20,5	23,3	16,7	15,4	16,7	11,1	0,0	7,9	9,9	9,9	26,6	46,0
	Średnia	20,1	21,8	23,1	25,4	23,4	19,3	19,7	22,7	21,4	22,6	19,2	19,2	24,2	18,3	18,3	19,4	20,6	20,6	25,8	27,5
Zielona Góra	0	10,7	5,9	3,3	6,9	17,4	36,0	37,5	37,0	44,4	59,3	-	-	-	-	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
	1	74,5	79,3	83,6	66,5	60,2	52,0	54,2	55,6	51,9	37,0	-	-	-	-	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	
	2-4	14,8	14,9	13,1	26,6	22,4	12,0	8,3	7,4	3,7	3,7	-	-	-	-	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
	Średnia	20,7	21,5	21,2	24,4	21,8	15,4	15,4	16,5	14,3	12,4	-	-	-	-	20,0	25,0	25,0	20,0	20,0	
Gdańsk	0	1,8	2,5	8,0	5,9	4,9	3,9	0,0	0,0	7,0	2,6	-	-	-	-	7,5	2,6	2,6	2,6	5,1	
	1	87,1	86,5	85,3	89,4	90,3	62,8	53,5	46,5	46,5	52,6	-	-	-	-	82,5	97,4	97,4	89,7	92,3	
	2-4	11,1	11,0	6,7	4,7	4,9	33,3	46,5	53,5	46,5	44,7	-	-	-	-	10,0	0,0	0,0	7,7	2,6	
	Średnia	21,3	21,1	19,8	19,6	19,5	25,8	28,0	29,5	28,6	33,4	-	-	-	-	21,0	19,5	19,5	20,0	19,5	
Radom	0	12,9	17,7	16,2	20,3	21,6	9,1	10,2	0,0	0,0	0,0	19,8	24,2	6,9	11,7	9,7	25,0	50,0	50,0	25,0	75,0
	1	67,5	63,3	67,7	64,7	63,5	42,4	38,8	19,0	23,8	14,3	48,5	47,5	57,8	50,5	50,5	75,0	50,0	50,0	75,0	25,0
	2-4	19,6	19,0	16,1	15,0	15,0	48,5	51,0	81,0	76,2	85,7	31,7	28,3	35,3	37,9	39,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Średnia	21,1	21,1	20,1	19,5	19,6	29,4	33,1	40,5	41,2	44,3	25,0	23,9	29,4	29,3	30,7	15,0	13,8	13,8	15,0	11,3
Warszawa	0	7,2	4,6	4,8	5,2	4,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	28,6	9,1	9,1	14,3	14,3	
	1	76,6	73,8	77,1	77,0	79,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	71,4	81,8	81,8	85,7	85,7	
	2-4	16,2	21,6	18,1	17,8	15,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	9,1	9,1	0,0	0,0	
	Średnia	21,3	23,0	22,3	22,7	21,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15,7	20,5	20,5	17,1	16,4	
Razem	0	9,3	8,9	6,2	7,3	8,9	19,8	13,1	10,6	13,3	13,2	18,2	20,4	14,5	19,0	21,9	16,7	14,9	14,9	7,9	12,5
	1	76,2	76,2	79,7	76,7	76,4	56,7	62,2	66,5	64,8	66,7	65,2	65,9	66,9	62,2	61,1	70,5	72,2	72,2	78,0	72,6
	2-4	14,5	15,0	14,1	16,0	14,7	23,5	24,7	22,8	21,9	20,1	16,6	13,6	18,6	18,8	17,0	12,8	13,0	13,0	14,1	14,9
	Średnia	21,1	21,6	21,7	22,1	21,7	21,8	22,7	22,9	23,0	23,3	20,4	19,6	21,9	21,3	21,2	19,8	19,9	19,9	21,4	21,0

Tabela 4.1. – cd.

RDLP	Kl.def., śr.def.	Buk					Dąb					Brzoza					Olsza					Inne liściaste				
		2014	2015	2016	2017	2018	2014	2015	2016	2017	2018	2014	2015	2016	2017	2018	2014	2015	2016	2017	2018	2014	2015	2016	2017	2018
Białystok	0	-	-	-	-	-	3,2	0,0	0,8	0,8	0,9	8,6	8,6	7,1	5,8	4,5	28,3	23,0	19,6	11,1	7,7	24,3	19,3	14,9	8,3	10,3
	1	-	-	-	-	-	61,4	66,7	64,1	68,6	75,2	55,6	66,1	60,8	65,7	74,9	62,4	66,5	64,7	77,9	82,8	62,5	70,1	67,9	73,5	75,7
	2-4	-	-	-	-	-	35,4	33,3	35,2	30,5	23,9	35,9	25,3	32,1	28,5	20,6	9,3	10,5	15,7	11,1	9,4	13,2	10,7	17,2	18,2	14,0
	Średnia	-	-	-	-	-	25,6	25,2	26,3	25,2	24,1	26,6	24,2	27,3	28,3	24,9	18,3	18,8	21,0	22,2	21,1	19,0	18,7	21,2	22,5	21,5
Katowice	0	23,2	22,3	20,2	45,6	18,6	0,0	0,3	0,0	0,5	0,5	0,9	0,0	0,0	1,0	2,7	19,6	18,9	6,7	0,0	0,0	5,8	17,8	5,8	7,0	1,2
	1	63,9	71,1	74,8	49,0	74,3	70,2	57,1	54,8	49,3	35,4	59,1	60,5	37,4	32,5	46,6	67,4	71,6	64,4	46,8	51,6	62,1	63,9	55,8	44,2	46,4
	2-4	12,9	6,6	4,9	5,4	7,2	29,8	42,6	45,2	50,2	64,2	40,0	39,5	62,6	66,5	50,7	13,0	9,5	28,9	53,2	48,4	32,2	18,3	38,4	48,8	52,4
	Średnia	19,0	17,8	18,4	15,9	17,4	25,7	27,7	28,3	29,5	32,2	27,8	27,1	31,3	32,5	30,5	20,0	19,1	23,0	35,3	32,3	26,2	21,2	26,9	30,9	31,0
Kraków	0	38,9	41,8	32,4	40,0	27,5	4,0	3,9	4,3	1,1	0,0	33,3	20,6	30,0	5,6	5,6	29,7	17,1	28,6	29,6	37,0	36,8	38,4	36,7	40,2	35,3
	1	56,2	54,6	61,6	52,2	65,4	55,6	64,5	47,9	37,2	48,5	47,6	59,8	50,0	55,6	66,7	35,1	68,4	57,1	55,6	48,1	46,1	47,1	39,2	36,8	49,4
	2-4	4,9	3,6	5,9	7,8	7,1	40,4	31,6	47,9	61,7	51,5	19,1	19,6	20,0	38,9	27,8	35,1	14,5	14,3	14,8	14,8	17,1	14,6	24,1	23,0	15,3
	Średnia	15,0	14,6	15,9	16,2	17,4	28,8	26,3	27,8	31,5	29,4	18,8	21,0	19,3	26,7	23,9	30,0	21,0	21,1	20,4	17,8	19,0	19,0	21,5	22,4	20,5
Krosno	0	42,0	43,7	27,8	32,1	33,0	0,0	1,4	0,0	0,0	0,0	7,0	8,7	0,0	0,0	4,3	6,8	7,6	6,0	3,6	4,8	38,7	43,1	25,1	28,5	30,4
	1	49,4	47,9	59,7	58,5	58,0	67,4	70,3	58,5	56,1	52,4	44,2	59,8	51,1	53,3	53,2	62,5	65,2	64,3	60,2	64,3	51,0	51,0	56,0	57,0	57,0
	2-4	8,6	8,4	12,5	9,4	9,1	32,6	28,4	41,5	43,9	47,6	48,8	31,5	48,9	46,7	42,6	30,7	27,3	29,8	36,1	31,0	10,3	5,9	18,8	14,5	12,6
	Średnia	15,7	16,2	18,5	17,6	16,4	25,9	25,7	28,7	30,0	30,6	28,3	25,5	29,8	29,9	31,1	29,2	25,8	26,0	31,2	28,5	17,2	15,7	21,5	20,2	19,5
Lublin	0	44,4	44,2	22,2	22,2	21,1	1,7	10,3	6,7	4,1	1,6	11,1	20,9	18,8	17,2	17,3	0,0	41,8	0,0	0,0	0,0	22,7	36,8	24,2	26,7	29,0
	1	27,8	48,8	61,1	55,6	57,9	31,5	59,1	57,2	55,4	56,3	58,4	63,1	58,0	66,1	66,5	81,1	53,3	64,1	61,5	66,7	50,0	44,8	24,2	26,7	25,8
	2-4	27,8	7,0	16,7	22,2	21,1	66,8	30,7	36,1	40,5	42,1	30,5	15,9	23,2	16,7	16,2	18,9	4,9	35,9	38,5	33,3	27,3	18,4	51,5	46,7	45,2
	Średnia	20,8	15,9	20,8	22,8	23,7	32,8	24,3	25,6	26,8	27,5	24,2	20,3	23,3	22,2	22,0	22,3	15,3	24,9	25,8	25,6	27,1	19,9	33,3	29,3	28,9
Łódź	0	61,1	38,9	27,8	22,2	33,3	5,2	3,4	0,0	0,0	0,0	16,5	12,2	1,7	0,0	0,0	37,5	21,4	0,0	0,0	25,0	14,0	10,5	6,9	17,9	25,9
	1	38,9	61,1	61,1	66,7	66,7	71,4	74,0	64,0	62,3	67,1	73,1	69,8	63,9	59,0	61,6	37,5	67,9	75,0	75,0	50,0	66,0	70,2	79,3	67,9	59,3
	2-4	0,0	0,0	11,1	11,1	0,0	23,4	22,7	36,0	37,7	32,9	10,4	18,0	34,5	41,0	38,4	25,0	10,7	25,0	25,0	25,0	20,0	19,3	13,8	14,3	14,8
	Średnia	10,8	13,1	16,9	16,9	15,3	23,2	23,9	26,3	26,0	26,3	20,1	21,8	25,7	26,7	28,1	24,4	19,5	31,9	36,9	27,5	21,0	21,7	20,3	20,7	20,4
Olsztyn	0	31,4	42,9	22,5	21,3	41,2	0,9	0,4	0,9	1,7	9,5	0,3	2,6	4,5	3,9	7,5	24,9	14,0	5,1	7,1	38,3	22,8	22,5	23,7	25,7	44,2
	1	62,8	53,8	74,2	75,3	57,4	60,2	78,2	67,9	75,1	77,1	46,4	74,1	65,0	74,5	78,6	63,5	78,0	85,0	87,9	55,6	58,4	65,8	64,5	58,1	43,3
	2-4	5,9	3,3	3,4	3,4	1,5	38,9	21,4	31,3	23,2	13,4	53,4	23,4	30,5	21,7	13,9	11,6	8,0	9,9	5,0	6,1	18,8	11,7	11,8	16,2	12,5
	Średnia	16,1	15,4	16,3	17,1	15,0	25,3	23,9	24,9	24,2	21,3	29,3	24,6	25,0	23,0	21,7	19,7	19,5	20,8	19,0	17,0	20,3	18,6	18,7	20,4	18,7
Piła	0	14,3	57,1	0,0	28,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,5	16,2	5,8	9,3	9,2	0,0	21,2	0,0	12,1	9,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	1	85,7	42,9	100,0	71,4	100,0	61,3	63,6	29,0	40,6	36,4	80,2	55,6	43,0	61,6	60,9	97,0	78,8	90,9	84,8	87,9	100,0	50,0	50,0	66,7	100,0
	2-4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	38,7	36,4	71,0	59,4	63,6	16,3	28,3	51,2	29,1	29,9	3,0	0,0	9,1	3,0	3,0	0,0	50,0	50,0	33,3	0,0
	Średnia	14,3	12,1	15,7	13,6	15,0	28,1	27,0	32,1	29,2	30,2	22,7	21,9	28,1	22,3	24,8	19,7	16,4	22,0	18,5	18,5	19,2	27,1	35,0	33,3	20,0
Poznań	0	0,0	57,1	25,0	25,0	60,0	0,9	0,4	1,2	2,8	5,6	1,8	1,3	0,0	2,1	4,9	5,0	12,0	0,0	10,8	30,4	1,8	16,4	13,7	24,6	24,2
	1	100,0	42,9	75,0	75,0	40,0	81,8	80,3	75,0	63,5	58,1	85,1	66,7	53,1	49,2	55,1	89,1	84,2	90,5	75,5	62,3	66,1	52,1	49,0	43,1	50,0
	2-4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	17,3	19,3	23,8	33,7	36,3	13,2	32,0	46,9	48,7	40,0	5,9	3,8	9,5	13,7	7,2	32,1	31,5	37,3	32,3	25,8
	Średnia	22,5	12,9	15,0	16,3	10,0	22,9	23,8	24,4	25,4	25,6	22,5	26,1	30,2	30,2	28,4	19,7	18,1	22,0	20,8	16,9	34,8	29,5	30,6	27,3	25,2

Tabela 4.1. – cd.

RDLP	Kl.def., śr.def.	Buk					Dąb					Brzoza					Olsza					Inne liściaste				
		2014	2015	2016	2017	2018	2014	2015	2016	2017	2018	2014	2015	2016	2017	2018	2014	2015	2016	2017	2018	2014	2015	2016	2017	2018
Szczecin	0	60,5	58,4	50,0	53,8	57,1	23,7	24,3	13,8	13,1	11,6	17,4	16,8	8,4	21,4	24,5	41,4	27,2	27,2	36,4	36,2	56,9	45,3	42,9	56,1	32,5
	1	30,7	34,5	42,4	42,0	34,5	58,6	60,3	75,2	68,2	56,3	66,2	68,9	80,3	65,9	56,1	48,4	58,8	58,6	45,1	44,2	41,5	44,7	48,7	34,2	44,7
	2-4	8,8	7,1	7,6	4,2	8,4	17,7	15,4	11,0	18,7	32,1	16,4	14,3	11,2	12,7	19,4	10,2	14,0	14,2	18,5	19,6	1,5	10,0	8,4	9,6	22,8
	Średnia	13,3	13,9	14,4	13,8	14,2	19,2	19,3	19,3	20,8	23,7	21,0	19,6	20,2	20,1	20,3	15,9	18,9	18,1	18,7	19,8	12,5	17,3	15,3	13,9	21,5
Szczecinek	0	19,3	34,5	6,6	21,2	20,7	1,1	1,0	0,0	0,0	0,0	5,2	14,6	3,9	9,8	12,0	0,8	10,6	0,7	2,7	3,6	2,7	17,4	4,9	9,5	9,3
	1	74,6	63,3	86,5	75,7	76,6	43,0	59,2	36,7	57,7	64,6	70,2	75,3	72,0	79,8	78,9	83,2	83,7	82,1	91,3	93,4	64,9	69,6	78,0	85,7	86,0
	2-4	6,2	2,2	7,0	3,1	2,8	55,9	39,8	63,3	42,3	35,4	24,6	10,1	24,1	10,4	9,1	16,0	5,7	17,1	6,0	3,0	32,4	13,0	17,1	4,8	4,7
	Średnia	16,8	15,0	19,1	16,1	16,2	30,7	26,1	31,9	26,1	24,7	22,8	18,8	23,1	19,6	19,2	23,2	18,8	23,0	19,6	18,6	26,0	18,9	22,6	18,7	19,3
Toruń	0	66,7	55,6	30,0	30,0	45,0	7,5	2,9	3,5	5,9	10,9	6,5	9,5	12,8	12,8	19,1	22,7	16,9	2,5	9,1	22,7	40,0	9,1	17,1	11,4	34,4
	1	33,3	44,4	70,0	65,0	50,0	73,3	81,2	75,4	61,8	74,1	92,6	81,9	69,9	79,1	75,2	72,7	80,0	95,0	86,4	75,0	60,0	45,5	65,7	65,7	53,1
	2-4	0,0	0,0	0,0	5,0	5,0	19,2	15,9	21,1	32,2	15,0	0,9	8,6	17,3	8,1	5,7	4,6	3,1	2,5	4,5	2,3	0,0	45,5	17,1	22,9	12,5
	Średnia	11,7	11,9	13,8	17,0	14,8	21,7	23,0	24,2	25,5	21,1	18,4	19,3	20,8	19,2	18,4	16,4	16,6	19,5	19,5	15,2	14,4	30,1	20,7	22,4	17,0
Wrocław	0	54,9	56,7	27,9	40,0	26,2	3,7	2,1	0,7	0,3	4,8	5,0	4,6	2,5	5,8	14,5	21,3	17,4	10,3	32,6	24,3	9,7	7,0	2,6	16,3	13,1
	1	43,1	41,7	57,4	45,0	52,5	65,8	62,8	61,3	55,3	36,9	71,9	73,5	69,3	59,0	51,3	71,7	70,5	76,2	54,3	58,8	59,0	61,7	62,4	51,5	51,5
	2-4	2,0	1,7	14,8	15,0	21,3	30,5	35,2	38,0	44,4	58,4	23,1	21,9	28,2	35,3	34,2	7,1	12,1	13,5	13,2	16,9	31,4	31,3	35,0	32,2	35,4
	Średnia	12,4	13,4	19,4	18,3	21,9	24,7	25,7	27,3	28,5	30,5	25,9	23,4	27,0	28,3	27,5	18,7	19,3	19,7	17,7	19,3	27,5	27,0	27,3	25,5	28,6
Zielona Góra	0	36,4	50,0	57,1	92,9	85,7	7,7	3,5	3,9	14,7	9,2	24,8	13,5	14,7	23,5	17,5	25,0	12,5	12,2	24,5	35,3	29,2	29,9	27,6	47,4	47,2
	1	54,6	42,9	42,9	7,1	14,3	67,5	64,1	79,7	51,9	52,3	68,3	78,9	76,5	63,7	55,3	75,0	85,4	77,6	53,1	45,1	58,3	58,4	63,2	44,7	47,2
	2-4	9,1	7,1	0,0	0,0	0,0	24,8	32,4	16,4	33,3	38,5	6,9	7,7	8,8	12,7	27,2	0,0	2,1	10,2	22,4	19,6	12,5	11,7	9,2	7,9	5,6
	Średnia	15,5	17,9	12,1	8,6	8,6	22,9	27,2	22,3	23,4	24,0	17,9	18,0	19,2	19,0	22,2	15,2	17,7	18,6	20,3	19,0	18,3	18,8	18,7	17,8	14,9
Gdańsk	0	13,4	12,6	18,9	18,9	21,1	0,0	0,0	0,0	0,0	1,5	4,4	5,2	15,7	14,7	9,2	0,0	0,0	3,8	3,7	37,0	8,0	10,0	25,0	17,4	27,3
	1	82,9	86,2	81,1	81,1	78,9	84,8	76,4	81,5	83,1	83,3	78,3	87,2	78,4	78,9	80,5	92,3	88,9	92,3	96,3	63,0	80,0	76,7	66,7	73,9	63,6
	2-4	3,7	1,2	0,0	0,0	0,0	15,3	23,6	18,5	16,9	15,2	17,2	7,6	5,9	6,4	10,3	7,7	11,1	3,8	0,0	0,0	12,0	13,3	8,3	8,7	9,1
	Średnia	18,4	17,8	16,9	16,2	15,8	23,7	24,0	22,9	22,5	23,0	22,0	19,6	17,7	18,0	19,6	20,6	20,2	19,2	18,3	14,8	21,6	19,7	19,0	18,3	17,3
Radom	0	14,3	26,7	3,7	7,7	7,7	20,0	16,5	6,4	6,3	6,4	10,5	9,3	0,0	0,0	6,5	38,7	26,7	12,5	12,1	18,2	13,5	6,3	2,9	0,0	0,0
	1	71,4	60,0	77,8	73,1	76,9	59,1	67,7	69,1	66,7	70,9	66,7	68,6	59,7	59,0	69,4	45,2	45,0	62,5	69,7	69,7	59,5	61,0	76,5	75,8	81,8
	2-4	14,3	13,3	18,5	19,2	15,4	21,0	15,8	24,5	27,0	22,7	22,8	22,1	40,3	41,0	24,2	16,1	28,3	25,0	18,2	12,1	27,0	32,7	20,6	24,2	18,2
	Średnia	20,0	18,3	23,7	23,3	22,1	20,6	19,7	22,9	23,4	22,6	22,5	22,8	27,3	26,1	22,7	18,2	23,8	25,8	21,7	22,1	26,2	28,2	26,0	26,1	25,8
Warszawa	0	-	-	-	-	-	1,8	2,0	0,0	0,0	0,0	1,4	6,4	1,3	1,4	2,8	2,2	12,6	9,2	14,9	12,8	4,6	14,6	28,6	28,6	28,6
	1	-	-	-	-	-	50,0	63,7	52,7	57,6	58,6	70,8	76,9	51,3	51,4	64,8	54,4	69,9	58,5	72,3	61,7	81,8	70,7	71,4	71,4	71,4
	2-4	-	-	-	-	-	48,2	34,3	47,3	42,4	41,4	27,8	16,7	47,4	47,1	32,4	43,5	17,5	32,3	12,8	25,5	13,6	14,6	0,0	0,0	0,0
	Średnia	-	-	-	-	-	29,5	26,4	28,2	28,2	26,6	25,6	21,9	31,0	29,0	29,3	35,8	24,1	31,1	20,5	27,1	20,2	19,9	16,4	16,2	16,2
Razem	0	34,0	38,5	24,2	33,1	29,3	5,1	5,1	3,2	3,6	4,8	6,9	8,9	6,6	8,4	9,9	20,4	18,4	9,7	13,4	21,6	23,5	24,9	18,4	24,2	23,7
	1	58,5	56,5	68,2	60,5	64,1	61,4	66,7	64,2	60,2	57,8	66,2	70,7	63,3	65,0	67,0	66,7	70,6	74,8	72,3	65,0	57,4	57,0	59,1	53,9	55,0
	2-4	7,6	4,9	7,6	6,4	6,7	33,5	28,2	32,6	36,2	37,5	26,9	20,4	30,1	26,6	23,1	12,9	10,9	15,5	14,3	13,3	19,1	18,1	22,5	21,9	21,3
	Średnia	16,2	15,6	17,6	16,5	16,6	25,3	24,5	25,4	26,0	26,0	24,1	22,4	25,0	24,2	23,7	20,4	19,6	21,7	21,2	20,1	21,6	21,0	22,7	22,3	22,6

Tabela 4.1. – cd.

RDLP	Kl.def., śr.def.	Iglaste razem					Liściaste razem					Gatunki razem				
		2014	2015	2016	2017	2018	2014	2015	2016	2017	2018	2014	2015	2016	2017	2018
Białystok	0	9,5	5,9	6,9	4,8	3,4	16,0	15,1	10,8	7,0	6,0	11,6	9,2	8,2	5,5	4,3
	1	65,7	72,1	76,4	79,2	83,7	59,6	66,9	63,6	71,0	77,5	63,7	70,2	72,2	76,4	81,6
	2-4	24,8	22,0	16,7	16,0	12,8	24,3	18,0	25,6	22,0	16,6	24,7	20,6	19,6	18,1	14,1
	Średnia	23,7	23,7	22,4	23,4	23,4	22,8	21,3	24,4	25,1	23,0	23,4	22,8	23,1	24,0	23,3
Katowice	0	4,8	4,4	2,7	2,7	4,4	8,0	8,3	5,7	10,9	5,2	6,1	5,9	3,9	5,9	4,8
	1	83,2	80,3	80,7	79,7	81,3	64,3	62,8	55,2	43,8	50,0	75,7	73,4	70,7	65,7	68,5
	2-4	12,0	15,3	16,5	17,5	14,2	27,8	28,9	39,1	45,4	44,8	18,3	20,7	25,4	28,4	26,7
	Średnia	21,3	22,3	23,0	23,4	22,2	24,3	24,1	26,4	28,1	28,3	22,5	23,0	24,3	25,3	24,7
Kraków	0	16,0	13,4	17,7	20,9	23,5	29,2	29,6	26,4	28,8	22,2	22,6	21,2	22,1	24,8	22,9
	1	63,0	67,0	61,1	58,4	62,0	51,9	55,4	53,2	45,8	57,0	57,5	61,4	57,1	52,2	59,5
	2-4	21,0	19,6	21,2	20,7	14,5	18,9	15,1	20,4	25,4	20,8	20,0	17,4	20,8	23,0	17,6
	Średnia	21,2	21,5	21,0	21,0	20,0	20,5	19,5	20,3	21,8	21,2	20,9	20,5	20,6	21,4	20,6
Krosno	0	8,0	6,8	4,8	5,9	4,6	30,9	31,8	20,3	22,9	24,2	18,1	18,7	11,7	13,5	13,4
	1	70,9	70,4	72,6	73,5	74,6	52,6	54,3	58,4	57,7	57,8	62,8	62,8	66,3	66,5	67,1
	2-4	21,1	22,9	22,6	20,7	20,7	16,5	13,9	21,3	19,3	18,0	19,1	18,6	22,0	20,1	19,5
	Średnia	23,7	24,5	24,6	24,1	24,0	19,6	19,0	21,9	21,9	21,0	21,9	21,9	23,4	23,1	22,6
Lublin	0	4,0	5,9	7,1	6,5	6,2	6,9	23,1	11,5	9,6	8,4	5,1	13,2	8,8	7,7	7,0
	1	63,9	68,5	70,4	70,5	67,9	44,5	56,3	56,2	57,6	58,5	56,3	63,3	64,9	65,6	64,3
	2-4	32,2	25,6	22,5	22,9	25,9	48,6	20,6	32,4	32,8	33,1	38,6	23,5	26,3	26,7	28,7
	Średnia	25,4	23,8	22,6	23,3	24,3	28,6	21,1	25,1	25,3	25,7	26,6	22,7	23,6	24,0	24,8
Łódź	0	14,7	18,6	14,8	18,0	19,0	16,4	11,4	3,6	3,6	6,1	15,1	17,1	12,5	15,1	16,4
	1	74,3	65,6	68,9	65,5	63,1	67,9	70,5	65,9	62,1	63,1	72,9	66,6	68,3	64,8	63,1
	2-4	11,0	15,9	16,3	16,5	17,9	15,7	18,2	30,5	34,3	30,7	12,0	16,4	19,3	20,1	20,5
	Średnia	20,2	20,7	21,6	20,9	21,6	20,7	21,8	24,8	25,4	25,7	20,3	20,9	22,3	21,9	22,4
Olsztyn	0	5,8	4,1	3,1	2,2	8,3	12,9	11,1	7,1	7,9	22,4	8,9	7,1	4,8	4,7	14,5
	1	65,8	81,6	84,1	88,2	82,6	57,0	73,5	72,8	77,1	67,0	61,9	78,1	79,1	83,3	75,8
	2-4	28,5	14,4	12,8	9,6	9,0	30,2	15,3	20,2	15,0	10,6	29,2	14,8	16,0	12,0	9,7
	Średnia	24,3	22,1	22,6	22,4	20,8	23,5	21,5	22,3	21,3	19,6	24,0	21,8	22,5	21,9	20,3
Piła	0	9,1	15,5	4,8	7,9	7,6	2,5	13,8	3,1	8,5	6,7	8,2	15,2	4,6	8,0	7,5
	1	84,0	78,8	82,2	83,6	84,2	81,0	59,7	52,8	62,8	64,2	83,5	75,9	78,2	80,8	81,5
	2-4	6,9	5,7	13,0	8,5	8,2	16,6	26,5	44,2	28,7	29,1	8,3	8,9	17,3	11,2	11,1
	Średnia	19,8	18,6	21,4	20,1	20,1	22,6	22,1	27,3	22,9	24,0	20,2	19,1	22,2	20,5	20,7
Poznań	0	3,1	2,9	0,8	3,6	5,6	1,9	5,3	1,8	6,7	13,1	2,7	3,6	1,1	4,7	8,3
	1	89,0	85,3	81,3	65,3	72,5	82,9	73,8	68,4	59,9	57,2	86,9	81,6	76,9	63,4	67,0
	2-4	7,9	11,8	17,9	31,1	21,9	15,2	21,0	29,8	33,4	29,8	10,4	14,7	22,0	31,9	24,7
	Średnia	20,4	22,3	23,7	25,6	23,5	23,3	23,8	26,3	26,0	24,4	21,4	22,8	24,6	25,8	23,8

Tabela 4.1. – cd.

RDLP	Kl.def., śr.def.	Iglaste razem					Liściaste razem					Gatunki razem				
		2014	2015	2016	2017	2018	2014	2015	2016	2017	2018	2014	2015	2016	2017	2018
Szczecin	0	29,3	24,4	14,4	11,2	11,3	36,3	31,5	25,2	32,2	29,6	31,5	26,7	17,7	17,7	16,9
	1	59,6	62,0	76,8	76,2	73,4	51,7	55,7	64,0	54,0	48,6	57,2	60,0	72,9	69,4	65,9
	2-4	11,1	13,6	8,7	12,6	15,3	12,0	12,8	10,8	13,8	21,8	11,4	13,3	9,4	13,0	17,2
	Średnia	17,6	18,9	19,0	20,6	21,4	17,1	18,2	17,9	18,1	20,4	17,5	18,7	18,7	19,8	21,1
Szczecinek	0	11,8	18,1	6,9	11,8	10,0	8,0	18,9	3,7	10,8	11,8	10,5	18,4	5,8	11,5	10,7
	1	78,1	76,1	82,5	82,4	83,9	70,3	70,8	74,1	78,4	79,6	75,3	74,2	79,5	80,9	82,3
	2-4	10,1	5,8	10,7	5,8	6,0	21,7	10,3	22,2	10,8	8,6	14,2	7,4	14,7	7,6	7,0
	Średnia	19,5	17,6	20,6	18,4	18,8	22,1	18,5	22,9	19,2	18,7	20,4	17,9	21,4	18,7	18,7
Toruń	0	6,8	3,5	3,7	5,6	9,1	14,7	9,9	9,0	10,5	19,0	8,3	5,0	4,8	6,6	11,4
	1	87,1	87,4	84,9	81,6	79,8	76,3	76,3	74,4	71,4	71,8	85,0	84,8	82,7	79,4	78,0
	2-4	6,1	9,1	11,4	12,8	11,1	9,1	13,9	16,5	18,0	9,3	6,7	10,2	12,5	14,0	10,7
	Średnia	19,5	21,5	21,7	22,1	21,6	18,9	21,1	21,7	21,8	18,7	19,4	21,4	21,7	22,0	20,9
Wrocław	0	12,0	8,0	4,6	10,6	11,8	11,1	9,0	4,7	13,2	13,2	11,6	8,5	4,6	11,8	12,4
	1	77,5	78,4	75,8	61,6	63,9	64,3	64,1	64,8	54,0	47,9	71,5	71,6	70,7	58,1	56,5
	2-4	10,5	13,6	19,6	27,8	24,3	24,7	27,0	30,4	32,8	38,9	16,9	20,0	24,6	30,1	31,1
	Średnia	19,7	20,9	23,1	24,0	23,3	24,3	24,3	25,7	25,3	27,1	21,8	22,5	24,3	24,6	25,1
Zielona Góra	0	11,1	6,4	4,0	7,6	18,2	20,3	14,2	14,9	28,1	25,4	13,0	8,1	6,3	12,0	19,7
	1	74,1	78,8	83,0	66,3	59,8	66,5	68,8	73,7	52,2	49,7	72,6	76,7	81,1	63,3	57,6
	2-4	14,7	14,7	13,0	26,1	22,0	13,2	17,0	11,4	19,7	24,9	14,4	15,2	12,7	24,8	22,6
	Średnia	20,6	21,4	21,1	24,2	21,6	19,2	21,6	19,8	20,1	20,5	20,3	21,4	20,9	23,3	21,4
Gdańsk	0	2,2	2,4	7,3	5,9	4,8	5,6	5,8	13,7	12,7	13,5	3,3	3,5	9,4	8,1	7,5
	1	85,4	85,5	83,6	87,4	88,8	81,3	84,9	79,7	80,9	78,5	84,1	85,3	82,3	85,4	85,5
	2-4	12,4	12,1	9,1	6,6	6,5	13,2	9,3	6,6	6,4	8,0	12,6	11,2	8,3	6,5	7,0
	Średnia	21,6	21,3	20,3	20,0	20,1	21,4	19,9	18,6	18,4	18,9	21,5	20,8	19,7	19,5	19,7
Radom	0	13,6	18,1	14,7	18,9	19,7	18,6	12,8	4,9	4,9	7,2	14,7	16,5	12,4	15,5	16,6
	1	64,4	61,2	65,3	61,8	60,3	60,5	63,8	67,9	67,0	72,3	63,5	62,0	65,9	63,1	63,3
	2-4	22,0	20,7	20,0	19,4	20,0	20,9	23,4	27,2	28,0	20,5	21,8	21,5	21,7	21,5	20,1
	Średnia	21,8	21,7	21,7	21,3	21,7	21,5	23,3	24,8	24,1	22,9	21,8	22,2	22,5	22,0	22,0
Warszawa	0	7,6	4,6	4,9	5,4	4,9	2,0	8,6	5,9	7,1	7,1	5,8	6,1	5,3	5,9	5,6
	1	76,5	73,9	77,2	77,1	79,9	62,3	72,1	55,7	60,4	62,9	71,9	73,2	69,9	71,8	74,6
	2-4	15,9	21,5	17,8	17,5	15,2	35,7	19,3	38,4	32,5	29,9	22,3	20,7	24,8	22,2	19,8
	Średnia	21,2	23,0	22,2	22,6	21,6	28,5	23,0	28,9	25,4	26,6	23,6	23,0	24,5	23,5	23,2
Razem	0	10,6	9,7	6,9	8,2	9,8	14,9	16,1	10,4	13,7	15,2	12,0	11,9	8,0	10,1	11,6
	1	74,2	74,7	78,2	75,2	75,0	62,7	65,6	65,5	62,7	62,1	70,4	71,5	73,9	71,0	70,6
	2-4	15,3	15,6	14,9	16,6	15,2	22,5	18,3	24,1	23,6	22,7	17,7	16,5	18,0	18,9	17,7
	Średnia	21,1	21,5	21,8	22,2	21,8	22,4	21,4	23,2	22,8	22,5	21,5	21,5	22,3	22,4	22,0

Tabela 4.1. – cd.

RDLP	Kl.def., śr.def.	Sosna					Świerk					Jodła					Inne iglaste				
		2019	2020	2021	2022	2023	2019	2020	2021	2022	2023	2019	2020	2021	2022	2023	2019	2020	2021	2022	2023
Białystok	0	2,0	2,0	2,7	3,9	5,1	5,6	3,6	1,3	1,7	2,0	-	-	-	-	-	0,0	50,0	50,0	0,0	33,3
	1	89,8	90,1	88,6	86,7	82,9	74,8	83,6	85,5	85,6	84,5	-	-	-	-	-	50,0	50,0	50,0	66,7	66,7
	2-4	8,3	8,0	8,7	9,5	11,9	19,5	12,8	13,2	12,7	13,5	-	-	-	-	-	50,0	0,0	0,0	33,3	0,0
	Średnia	22,2	22,0	22,8	22,1	22,4	25,9	22,6	23,5	22,8	22,8	-	-	-	-	-	25,0	15,0	15,0	21,7	18,3
Katowice	0	0,8	5,3	8,2	7,1	0,2	3,3	1,7	3,1	1,7	0,0	0,0	0,0	18,0	19,7	3,2	1,2	12,0	7,4	4,9	2,5
	1	79,7	86,5	88,5	89,8	89,0	65,0	61,7	57,8	46,7	32,2	95,1	96,7	77,0	70,5	82,3	77,1	73,5	80,2	77,8	81,0
	2-4	19,5	8,2	3,4	3,1	10,8	31,7	36,7	39,1	51,7	67,8	4,9	3,3	4,9	9,8	14,5	21,7	14,5	12,3	17,3	16,5
	Średnia	23,3	20,5	18,5	18,6	22,6	27,2	28,0	30,9	30,7	38,6	17,5	20,9	17,2	18,8	22,3	24,3	24,4	21,9	23,1	23,5
Kraków	0	0,0	0,0	0,0	7,8	0,0	0,0	0,0	6,3	0,0	12,2	7,6	7,2	21,3	1,3	0,0	0,0	0,0	3,4	0,0	
	1	88,3	79,6	82,4	75,8	78,4	93,8	81,3	81,3	62,5	31,3	83,8	89,7	85,6	71,1	90,7	90,6	78,1	86,7	79,3	82,1
	2-4	11,7	20,4	17,6	16,4	21,6	6,3	18,8	18,8	31,3	68,8	4,1	2,7	7,2	7,6	8,0	9,4	21,9	13,3	17,2	17,9
	Średnia	24,4	25,1	24,0	20,8	24,9	20,0	23,8	22,5	25,3	32,5	17,6	19,3	18,3	18,4	21,3	22,3	27,2	24,0	20,7	27,5
Krosno	0	0,5	8,1	19,5	12,4	9,6	6,2	11,4	20,3	25,7	17,4	23,9	35,4	43,6	37,1	46,7	11,9	25,6	20,9	27,9	12,3
	1	80,0	75,3	73,1	71,5	78,4	69,2	67,1	56,3	60,0	69,6	63,9	58,6	49,4	57,8	47,3	81,0	62,8	67,4	60,5	71,9
	2-4	19,5	16,7	7,4	16,1	12,0	24,6	21,4	23,4	14,3	13,0	12,3	6,1	7,0	5,1	6,1	7,1	11,6	11,6	11,6	15,8
	Średnia	25,0	21,1	18,2	20,4	20,4	24,2	22,5	22,3	20,3	21,4	18,9	15,8	15,4	15,6	14,4	18,6	18,4	17,2	19,4	21,9
Lublin	0	1,8	1,0	2,0	3,4	8,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,3	10,4	0,0	0,0	20,0	20,0	0,0	
	1	75,1	72,0	70,6	71,1	68,6	41,7	41,7	29,2	33,3	41,7	65,1	67,4	64,4	61,7	58,3	100,0	80,0	60,0	60,0	80,0
	2-4	23,1	26,9	27,4	25,5	22,7	58,3	58,3	70,8	66,7	58,3	34,9	32,6	35,6	34,0	31,3	0,0	20,0	20,0	20,0	20,0
	Średnia	25,4	25,9	25,7	25,2	23,4	37,7	40,6	39,4	36,0	34,4	28,0	27,0	29,0	27,8	25,3	17,5	23,0	21,0	30,0	33,0
Łódź	0	12,6	9,3	15,3	15,5	15,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	20,0	20,0	0,0	20,0	33,3	9,4	25,0	6,7	18,8	31,3
	1	69,6	69,0	69,9	72,2	70,6	60,0	50,0	50,0	50,0	50,0	60,0	60,0	80,0	80,0	66,7	81,3	68,8	80,0	68,8	65,6
	2-4	17,8	21,8	14,8	12,3	14,0	40,0	50,0	50,0	50,0	50,0	20,0	20,0	20,0	0,0	0,0	9,4	6,3	13,3	12,5	3,1
	Średnia	22,1	23,7	20,7	20,3	20,7	27,5	32,5	37,5	28,8	33,8	20,0	19,0	21,0	20,0	18,3	18,8	18,0	19,3	18,8	15,6
Olsztyn	0	3,5	1,1	0,6	2,7	1,6	17,5	5,1	5,7	15,8	5,6	-	-	-	-	-	8,7	4,2	0,0	10,5	10,5
	1	87,1	87,7	86,3	83,1	79,4	77,3	81,5	78,6	79,1	85,4	-	-	-	-	-	82,6	83,3	80,0	84,2	89,5
	2-4	9,4	11,1	13,1	14,2	19,1	5,2	13,4	15,7	5,0	9,0	-	-	-	-	-	8,7	12,5	20,0	5,3	0,0
	Średnia	22,2	22,5	23,3	23,2	24,1	18,8	23,1	23,8	19,6	22,5	-	-	-	-	-	18,0	21,7	24,2	19,5	18,4
Piła	0	3,6	3,5	4,4	6,9	8,9	10,3	12,8	5,1	7,9	5,4	-	-	-	-	-	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	1	82,6	82,4	76,2	83,6	78,3	89,7	84,6	82,1	68,4	81,1	-	-	-	-	-	93,3	92,9	85,7	71,4	87,5
	2-4	13,8	14,1	19,5	9,5	12,8	0,0	2,6	12,8	23,7	13,5	-	-	-	-	-	6,7	7,1	14,3	28,6	12,5
	Średnia	22,0	22,3	23,7	20,2	20,6	17,1	18,1	20,6	21,1	22,2	-	-	-	-	-	23,0	20,4	21,8	22,9	20,6
Poznań	0	2,1	5,5	12,0	15,6	17,8	4,5	4,5	23,5	23,5	11,8	-	-	-	-	-	14,3	7,7	7,7	0,0	0,0
	1	73,6	75,5	62,8	74,5	67,7	50,0	45,5	41,2	76,5	47,1	-	-	-	-	-	42,9	92,3	76,9	100,0	61,5
	2-4	24,3	19,0	25,2	9,9	14,6	45,5	50,0	35,3	0,0	41,2	-	-	-	-	-	42,9	0,0	15,4	0,0	38,5
	Średnia	24,5	22,9	23,0	19,4	20,1	28,0	45,7	21,8	15,9	25,6	-	-	-	-	-	32,1	19,2	21,2	16,4	26,2

Tabela 4.1. – cd.

RDLP	Kl.def., śr.def.	Sosna					Świerk					Jodła					Inne iglaste				
		2019	2020	2021	2022	2023	2019	2020	2021	2022	2023	2019	2020	2021	2022	2023	2019	2020	2021	2022	2023
Szczecin	0	9,4	8,7	10,5	9,4	4,8	9,6	9,6	7,7	11,5	12,1	-	-	-	-	-	23,8	25,4	30,2	23,7	4,7
	1	70,4	68,7	69,6	71,7	77,3	78,8	73,1	71,2	65,4	57,6	-	-	-	-	-	65,1	57,1	49,2	66,1	78,1
	2-4	20,2	22,6	19,8	18,9	17,9	11,5	17,3	21,2	23,1	30,3	-	-	-	-	-	11,1	17,5	20,6	10,2	17,2
	Średnia	22,5	23,5	22,4	22,8	23,0	20,9	22,9	24,9	24,5	24,7	-	-	-	-	-	18,7	19,7	20,6	19,2	22,0
Szczecinek	0	7,9	5,8	3,9	8,0	13,8	1,4	0,8	0,0	0,0	2,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,4	5,3	10,0	2,7	10,5
	1	88,2	88,0	87,3	87,5	83,8	75,2	83,7	77,6	56,4	71,6	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	89,2	92,1	75,0	67,6	81,6
	2-4	3,9	6,1	8,8	4,5	2,4	23,4	15,5	22,4	43,6	25,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,4	2,6	15,0	29,7	7,9
	Średnia	18,7	19,9	20,9	18,3	16,8	27,4	24,2	25,9	28,1	31,7	17,5	17,5	16,3	18,8	20,0	20,3	19,7	20,6	26,2	19,3
Toruń	0	5,2	2,7	5,3	8,1	5,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-	-	-	-	-	15,4	28,6	7,1	7,1	7,1
	1	78,0	85,6	85,2	84,0	82,4	50,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-	-	-	-	-	53,8	64,3	85,7	85,7	85,7
	2-4	16,8	11,7	9,5	7,9	12,2	50,0	100,0	100,0	100,0	100,0	-	-	-	-	-	30,8	7,1	7,1	7,1	7,1
	Średnia	22,5	21,8	21,1	20,0	21,5	30,0	40,0	40,0	70,0	45,0	-	-	-	-	-	20,8	18,6	19,3	18,9	18,6
Wrocław	0	8,2	8,5	9,0	20,7	17,1	35,7	29,1	5,4	10,1	2,9	11,1	20,0	20,0	0,0	0,0	23,3	1,7	0,0	5,2	1,7
	1	54,1	75,6	77,6	70,3	70,1	33,4	55,2	77,7	71,4	61,3	44,4	40,0	80,0	100,0	33,3	23,3	79,3	81,7	79,3	76,3
	2-4	37,7	15,9	13,4	9,0	12,8	30,9	15,7	16,9	18,5	35,8	44,4	40,0	0,0	0,0	66,7	53,3	19,0	18,3	15,5	22,0
	Średnia	26,9	21,8	21,9	19,2	19,7	21,9	19,0	22,5	22,6	26,6	25,6	22,0	20,0	18,3	36,7	26,0	24,6	23,4	22,1	25,5
Zielona Góra	0	2,6	7,2	0,9	16,6	11,6	44,4	63,0	4,3	8,7	5,3	-	-	-	-	-	-	-	0,0	0,0	0,0
	1	55,1	70,3	81,9	73,7	77,5	48,1	33,3	73,9	65,2	65,8	-	-	-	-	-	-	-	0,0	100,0	100,0
	2-4	42,3	22,5	17,2	9,7	10,9	7,4	3,7	21,7	26,1	28,9	-	-	-	-	-	-	-	100,0	0,0	0,0
	Średnia	28,6	23,2	24,2	19,0	20,0	15,6	12,0	22,8	22,0	24,3	-	-	-	-	-	-	-	40,0	22,5	22,5
Gdańsk	0	5,0	4,8	1,6	4,9	3,9	5,7	11,8	3,2	12,1	7,1	-	-	-	-	-	2,4	39,0	11,9	33,3	55,6
	1	87,4	89,4	89,1	88,8	90,3	62,9	58,8	74,2	54,5	71,4	-	-	-	-	-	92,7	61,0	88,1	66,7	44,4
	2-4	7,6	5,8	9,3	6,3	5,9	31,4	29,4	22,6	33,3	21,4	-	-	-	-	-	4,9	0,0	0,0	0,0	0,0
	Średnia	19,8	20,0	21,6	20,4	20,0	33,0	30,3	23,7	26,5	25,9	-	-	-	-	-	18,9	13,5	16,5	13,9	12,8
Radom	0	19,3	12,5	18,2	13,7	17,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	17,1	16,2	20,0	29,0	26,1	33,3	33,3	50,0	50,0	62,5
	1	62,6	64,7	64,5	69,2	68,3	18,8	18,8	25,0	26,7	26,7	50,5	51,4	60,0	55,1	57,4	50,0	33,3	33,3	37,5	37,5
	2-4	18,1	22,8	17,3	17,1	14,5	81,3	81,3	75,0	73,3	73,3	32,4	32,4	20,0	15,9	16,5	16,7	33,3	16,7	12,5	0,0
	Średnia	20,5	23,3	20,5	21,6	20,3	43,8	45,9	48,4	43,0	41,3	25,8	26,0	22,4	19,3	19,3	19,2	17,5	16,7	13,8	12,5
Warszawa	0	3,0	0,7	2,4	7,2	5,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	0,0	0,0	16,7	0,0
	1	82,8	78,4	79,2	78,6	80,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100,0	100,0	100,0	83,3	100,0
	2-4	14,2	20,9	18,4	14,2	13,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Średnia	22,2	24,5	22,7	21,1	21,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	17,5	20,8	20,0	17,5	19,2
Razem	0	5,4	5,2	6,5	9,4	8,8	15,4	12,6	4,6	8,1	4,1	15,7	19,3	24,4	27,3	24,6	10,4	15,4	10,9	13,7	12,5
	1	76,4	79,1	78,7	79,0	78,2	61,1	69,3	75,2	70,1	69,0	70,6	70,4	65,2	63,3	64,7	71,5	72,6	75,0	72,7	74,4
	2-4	18,2	15,7	14,9	11,5	13,1	23,4	18,2	20,2	21,8	26,8	13,8	10,2	10,4	9,4	10,7	18,0	12,0	14,1	13,5	13,1
	Średnia	23,0	22,4	22,2	20,8	21,2	24,1	23,0	24,4	23,7	26,1	20,0	19,4	18,2	18,0	18,6	21,6	20,9	20,8	20,5	21,2

Tabela 4.1. – cd.

RDLP	Kl.def., śr.def.	Buk					Dąb					Brzoza					Olsza					Inne liściaste				
		2019	2020	2021	2022	2023	2019	2020	2021	2022	2023	2019	2020	2021	2022	2023	2019	2020	2021	2022	2023	2019	2020	2021	2022	2023
Białystok	0	-	-	-	-	-	0,8	0,8	0,0	0,7	1,5	6,9	5,9	8,0	13,6	15,0	15,5	11,4	7,7	19,7	27,6	16,3	14,5	18,4	37,3	29,2
	1	-	-	-	-	-	83,1	77,5	80,6	85,2	91,2	76,7	74,0	77,0	73,1	74,5	80,5	86,0	88,7	73,9	67,2	71,6	75,4	72,1	51,6	59,0
	2-4	-	-	-	-	-	16,1	21,7	19,4	14,1	7,3	16,3	20,1	15,0	13,3	10,5	4,0	2,6	3,6	6,4	5,2	12,1	10,1	9,6	11,1	11,8
	Średnia	-	-	-	-	-	24,0	24,8	25,0	23,5	21,7	23,8	23,9	22,8	22,4	20,7	18,0	18,2	18,6	18,1	16,7	20,1	19,9	20,8	19,2	20,5
Katowice	0	3,1	25,8	44,8	28,8	24,1	0,0	0,0	3,1	0,0	0,0	0,0	3,5	12,4	4,7	1,0	0,0	4,6	7,6	7,6	0,0	0,0	11,0	11,3	1,3	4,1
	1	77,3	68,7	49,7	66,3	65,1	20,4	46,5	56,4	55,4	46,2	46,4	66,2	74,8	80,2	63,3	37,5	76,9	77,3	60,6	66,2	46,3	53,7	66,3	68,4	76,7
	2-4	19,6	5,5	5,5	4,9	10,8	79,6	53,5	40,4	44,6	53,8	53,6	30,3	12,8	15,1	35,7	62,5	18,5	15,2	31,8	33,8	53,7	35,4	22,5	30,4	19,2
	Średnia	20,7	17,5	14,9	16,2	17,5	37,9	31,8	27,5	29,4	30,5	31,7	26,7	21,3	22,0	27,6	33,7	23,8	22,2	26,5	35,1	32,7	28,4	25,5	25,3	25,3
Kraków	0	0,6	2,8	13,8	59,1	9,4	0,0	1,0	5,1	6,9	2,0	0,0	0,0	0,0	25,0	0,0	0,0	0,0	33,3	0,0	2,3	5,7	37,0	63,0	28,0	
	1	97,2	87,3	80,1	35,8	86,2	71,1	74,2	66,7	66,3	47,5	76,5	80,0	80,0	56,3	73,7	85,2	81,5	74,1	48,1	96,2	82,6	78,4	54,3	28,4	61,0
	2-4	2,2	9,9	6,1	5,0	4,4	28,9	24,7	28,3	26,7	50,5	23,5	20,0	20,0	18,8	26,3	14,8	18,5	25,9	18,5	3,8	15,1	15,9	8,6	8,6	11,0
	Średnia	17,9	22,7	18,2	14,2	17,4	27,3	25,0	25,4	22,9	27,5	32,4	24,0	25,3	20,6	26,8	21,7	24,8	24,6	17,6	20,4	23,0	22,4	18,2	15,5	18,1
Krosno	0	20,1	18,1	40,1	40,1	30,6	0,0	2,4	14,6	25,4	16,0	0,0	0,0	14,3	0,0	2,4	15,7	19,3	31,1	2,7	6,7	12,9	15,1	25,0	23,7	29,6
	1	73,5	69,8	54,3	56,5	67,2	69,0	68,3	70,7	65,1	61,7	70,5	66,7	73,8	80,5	64,3	67,5	62,7	56,8	78,4	84,0	76,2	68,8	65,3	67,4	62,8
	2-4	6,4	12,1	5,6	3,4	2,2	31,0	29,3	14,6	9,5	22,2	29,5	33,3	11,9	19,5	33,3	16,9	18,1	12,2	18,9	9,3	11,0	16,1	9,7	8,8	7,6
	Średnia	17,7	19,3	14,8	14,6	14,7	26,3	24,3	19,5	17,7	21,1	29,1	26,8	19,5	23,7	25,2	23,5	21,7	17,0	23,6	19,5	21,4	20,1	17,6	18,1	18,0
Lublin	0	41,2	23,5	33,3	13,3	6,7	0,0	0,0	0,3	0,0	0,9	5,3	2,4	4,4	7,1	11,5	24,1	13,6	10,2	6,7	35,0	18,8	23,3	23,1	32,0	33,3
	1	23,5	41,2	53,3	66,7	86,7	47,8	47,2	62,7	66,9	78,5	81,3	81,1	77,0	77,5	71,6	60,3	78,0	88,1	93,3	65,0	37,5	50,0	46,2	48,0	45,8
	2-4	35,3	35,3	13,3	20,0	6,7	52,2	52,8	37,0	33,1	20,6	13,5	16,6	18,6	15,4	16,9	15,5	8,5	1,7	0,0	0,0	43,8	26,7	30,8	20,0	20,8
	Średnia	20,9	28,2	20,0	21,7	19,7	30,1	29,5	27,7	26,2	24,3	22,8	24,1	22,8	22,5	22,3	20,9	21,1	18,1	17,4	14,8	34,7	26,2	27,3	24,2	20,4
Łódź	0	11,1	11,1	88,9	88,9	68,4	3,8	8,8	4,3	5,7	4,8	0,0	0,9	4,7	6,1	9,2	0,0	12,5	37,5	22,2	0,0	19,2	11,1	48,1	57,1	39,3
	1	77,8	77,8	5,6	5,6	26,3	50,5	44,2	59,5	55,7	54,0	59,5	50,0	67,9	78,8	80,5	75,0	87,5	62,5	77,8	100,0	69,2	81,5	44,4	35,7	57,1
	2-4	11,1	11,1	5,6	5,6	5,3	45,7	46,9	36,2	38,5	41,1	40,5	49,1	27,4	15,2	10,3	25,0	0,0	0,0	0,0	0,0	11,5	7,4	7,4	7,1	3,6
	Średnia	21,1	19,2	8,3	8,6	11,6	27,5	27,8	25,4	26,2	26,1	28,7	31,2	27,0	23,3	21,4	29,4	18,8	16,9	15,6	18,9	18,3	18,5	17,0	16,4	14,8
Olsztyn	0	34,8	43,5	44,3	41,2	72,1	5,6	1,5	7,5	6,5	2,2	16,6	3,9	7,4	9,4	5,5	24,6	29,3	15,3	18,0	17,0	26,7	39,1	35,7	43,6	36,8
	1	56,5	50,7	52,5	54,4	26,5	78,4	83,3	84,4	87,3	89,9	77,5	89,3	86,8	82,8	86,7	69,2	64,2	79,1	72,4	76,9	61,0	45,5	50,4	45,5	49,6
	2-4	8,7	5,8	3,3	4,4	1,5	16,0	15,2	8,1	6,2	7,9	5,9	6,8	5,8	7,8	7,8	6,3	6,5	5,5	9,6	6,2	12,4	15,5	13,9	10,9	13,7
	Średnia	16,4	14,9	14,1	14,6	12,3	21,9	22,9	20,6	19,6	20,6	18,8	20,3	20,4	19,9	20,6	17,7	18,8	19,3	20,4	19,4	20,0	20,7	20,6	20,0	18,0
Piła	0	56,5	44,0	10,3	6,9	10,3	2,9	2,6	0,0	0,0	0,0	3,9	6,7	4,5	1,5	9,5	33,3	12,1	3,0	9,1	12,1	16,7	16,7	0,0	0,0	16,7
	1	43,5	52,0	86,2	82,8	89,7	35,3	56,4	30,8	38,5	33,3	72,4	61,1	70,1	72,7	71,4	66,7	87,9	87,9	72,7	51,5	83,3	83,3	33,3	33,3	16,7
	2-4	0,0	4,0	3,4	10,3	0,0	61,8	41,0	69,2	61,5	66,7	23,7	32,2	25,4	25,8	19,0	0,0	0,0	9,1	18,2	36,4	0,0	0,0	66,7	66,7	66,7
	Średnia	12,0	14,0	17,9	19,5	16,0	29,7	27,1	36,8	31,5	32,6	26,8	35,1	23,9	24,4	21,8	14,5	16,1	22,1	22,4	23,5	15,8	18,3	30,0	29,2	30,0
Poznań	0	40,0	50,0	71,4	20,0	66,7	2,0	0,0	2,3	3,8	1,6	7,5	6,1	17,2	14,5	12,6	16,5	10,9	15,4	13,5	8,8	16,7	11,9	17,9	13,1	10,1
	1	60,0	50,0	28,6	80,0	33,3	46,8	52,8	45,0	60,0	56,6	68,8	66,7	57,1	64,2	62,9	73,4	82,0	71,1	83,1	84,5	51,5	52,4	36,9	59,5	47,2
	2-4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	51,2	47,2	52,7	36,2	41,8	23,7	27,2	25,8	21,4	24,5	10,1	7,0	13,4	3,4	6,8	31,8	35,7	45,2	27,4	42,7
	Średnia	16,0	13,3	10,7	14,0	12,5	31,4	30,7	32,7	27,9	29,7	24,5	24,5	23,3	23,9	27,0	19,8	18,4	18,9	17,4	19,2	27,2	26,7	26,8	26,4	28,5

Tabela 4.1. – cd.

RDLP	Kl.def., śr.def.	Buk					Dąb					Brzoza					Olsza					Inne liściaste				
		2019	2020	2021	2022	2023	2019	2020	2021	2022	2023	2019	2020	2021	2022	2023	2019	2020	2021	2022	2023	2019	2020	2021	2022	2023
Szczecin	0	34,2	35,0	55,6	55,0	36,4	7,3	4,1	14,0	5,4	2,1	16,9	18,8	29,7	23,2	9,5	31,3	32,6	52,0	47,3	24,0	28,9	30,7	50,4	27,8	12,8
	1	45,0	48,3	35,7	32,1	52,7	49,8	51,1	57,6	61,5	58,1	58,1	60,2	48,8	56,7	75,7	47,2	45,7	29,9	25,6	51,4	37,7	41,2	34,2	51,3	66,7
	2-4	20,8	16,7	8,7	13,0	10,9	42,9	44,8	28,4	33,1	39,7	25,0	21,0	21,5	20,1	14,9	21,5	21,7	18,1	27,1	24,5	33,3	28,1	15,4	20,9	20,5
	Średnia	19,9	19,7	14,7	16,0	18,8	28,6	29,3	23,3	25,3	27,0	23,5	23,8	21,5	20,3	20,9	20,3	19,8	16,4	20,5	22,1	24,7	20,4	16,2	20,0	22,6
Szczecinek	0	24,8	19,2	6,3	0,3	3,5	1,8	2,5	0,0	0,0	0,7	13,6	10,9	7,1	3,2	2,7	12,8	10,2	8,8	1,0	2,9	8,7	21,7	0,0	0,0	2,4
	1	67,0	73,8	84,3	61,3	87,7	69,1	72,0	67,2	34,0	59,6	81,1	83,1	80,0	64,0	85,8	79,1	82,8	78,0	75,5	87,5	80,4	69,6	80,4	44,4	73,8
	2-4	8,2	7,0	9,4	38,3	8,8	29,1	25,4	32,8	66,0	39,7	5,3	6,0	12,9	32,9	11,5	8,0	7,0	13,2	23,5	9,6	10,9	8,7	19,6	55,6	23,8
	Średnia	17,9	18,4	20,9	26,5	20,5	23,9	23,9	26,1	31,8	27,3	19,0	19,4	21,6	25,8	21,5	18,3	18,5	21,5	24,9	21,2	18,8	18,8	24,0	34,3	27,1
Toruń	0	21,1	25,0	28,6	38,1	28,6	5,4	1,2	2,4	3,0	2,4	21,4	3,9	7,2	12,2	6,1	36,4	59,1	48,9	33,3	31,1	11,8	11,8	34,3	34,3	22,2
	1	57,9	60,0	66,7	52,4	52,4	62,2	69,0	72,9	77,5	79,9	72,3	85,7	85,0	82,3	84,4	59,1	40,9	48,9	64,4	66,7	73,5	85,3	57,1	57,1	69,4
	2-4	21,1	15,0	4,8	9,5	19,0	32,4	29,8	24,7	19,5	17,8	6,3	10,4	7,8	5,4	9,5	4,5	0,0	2,2	2,2	2,2	14,7	2,9	8,6	8,6	8,3
	Średnia	20,0	21,0	17,9	17,6	19,8	25,8	26,7	24,2	23,9	23,3	16,9	20,4	18,6	17,8	19,6	14,8	12,3	13,3	14,1	14,9	19,4	18,7	16,4	15,7	17,2
Wrocław	0	33,9	38,8	23,6	40,4	26,8	0,3	0,0	2,8	4,9	2,1	5,3	3,1	5,5	14,4	5,6	24,3	27,1	11,2	10,8	16,7	13,2	19,3	15,7	27,0	16,4
	1	32,1	44,9	61,8	51,9	55,4	11,4	38,5	53,1	68,8	57,5	29,1	49,1	73,2	69,6	71,5	44,9	62,1	76,9	79,0	73,8	43,0	49,6	60,6	56,6	62,2
	2-4	33,9	16,3	14,5	7,7	17,9	88,3	61,5	44,0	26,3	40,4	65,6	47,9	21,3	16,0	22,9	30,9	10,7	11,9	10,2	9,5	43,8	31,1	23,7	16,4	21,3
	Średnia	22,9	19,2	20,8	17,1	20,7	44,5	34,3	29,1	24,7	28,0	36,8	31,0	25,9	21,8	26,2	21,7	17,8	19,7	19,2	19,6	32,9	28,6	26,2	21,3	22,0
Zielona Góra	0	86,7	80,0	26,7	33,3	40,0	1,5	3,8	0,0	4,7	1,9	1,0	6,9	0,0	8,8	4,5	26,5	44,9	8,2	32,7	28,6	15,3	19,4	0,0	27,5	9,2
	1	13,3	20,0	73,3	66,7	60,0	6,9	22,0	55,0	51,7	45,9	47,1	42,6	66,3	62,6	68,5	57,1	53,1	91,8	67,3	69,4	69,4	66,7	81,7	65,2	76,3
	2-4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	91,6	74,2	45,0	43,6	52,2	52,0	50,5	33,7	28,6	27,0	16,3	2,0	0,0	0,0	2,0	15,3	13,9	18,3	7,2	14,5
	Średnia	11,0	8,0	15,0	12,7	12,3	45,1	35,8	29,7	27,4	30,7	35,7	32,5	28,9	26,8	24,6	19,1	13,7	16,1	14,1	15,3	22,0	18,5	23,2	17,0	20,2
Gdańsk	0	15,6	17,8	31,2	54,8	73,3	0,0	7,1	5,9	9,1	11,3	16,9	3,1	11,5	12,7	7,9	51,9	32,1	10,7	46,4	46,4	22,7	18,2	34,9	32,6	51,2
	1	81,1	74,4	67,7	45,2	25,6	74,2	88,2	94,1	90,9	87,5	77,9	86,5	80,6	80,4	82,6	48,1	60,7	85,7	50,0	46,4	72,7	77,3	58,1	62,8	48,8
	2-4	3,3	7,8	1,1	0,0	1,2	25,8	4,7	0,0	0,0	1,3	5,1	10,4	7,9	6,9	9,5	0,0	7,1	3,6	3,6	7,1	4,5	4,5	7,0	4,7	0,0
	Średnia	17,7	17,2	14,4	12,4	12,1	25,7	19,4	18,9	18,9	16,1	17,8	21,8	20,5	19,5	20,5	13,0	17,0	15,5	15,5	15,5	16,8	17,0	16,2	19,4	13,9
Radom	0	8,0	8,0	23,1	23,1	34,6	11,3	9,6	12,4	18,3	21,5	0,0	1,6	19,6	30,8	17,0	9,4	21,9	12,5	9,4	26,7	3,2	3,2	0,0	22,6	16,7
	1	48,0	44,0	38,5	57,7	42,3	66,9	65,2	71,5	64,1	66,4	66,1	75,4	66,7	59,6	76,6	71,9	65,6	68,8	78,1	73,3	71,0	64,5	56,7	41,9	43,3
	2-4	44,0	48,0	38,5	19,2	23,1	21,8	25,2	16,1	17,6	12,1	33,9	23,0	13,7	9,6	6,4	18,8	12,5	18,8	12,5	0,0	25,8	32,3	43,3	35,5	40,0
	Średnia	27,0	27,0	24,0	22,1	18,5	22,3	22,4	20,9	20,2	19,2	24,9	24,3	19,3	18,8	18,9	27,8	21,7	24,8	23,6	16,5	27,1	30,6	28,0	27,7	27,6
Warszawa	0	-	-	-	-	-	0,0	1,7	0,0	1,7	1,7	3,4	0,0	1,7	3,4	8,8	8,9	2,2	2,2	2,2	13,3	18,5	22,2	3,7	31,3	12,5
	1	-	-	-	-	-	55,9	18,6	51,6	55,2	70,7	61,0	27,1	54,2	58,6	64,9	73,3	64,4	71,1	75,6	77,8	81,5	51,9	92,6	68,8	68,8
	2-4	-	-	-	-	-	44,1	79,7	48,4	43,1	27,6	35,6	72,9	44,1	37,9	26,3	17,8	33,3	26,7	22,2	8,9	0,0	25,9	3,7	0,0	18,8
	Średnia	-	-	-	-	-	26,9	36,5	27,8	27,3	24,6	27,9	35,8	32,9	29,1	24,6	22,4	27,8	28,9	25,2	20,9	15,9	22,2	20,0	16,9	21,9
Razem	0	20,1	21,9	29,8	34,0	26,9	2,7	2,1	4,3	4,7	3,4	9,5	5,8	9,6	10,3	7,5	20,3	21,0	17,5	18,0	17,2	14,7	18,4	23,0	28,9	22,2
	1	68,6	67,5	62,9	53,0	66,1	48,8	55,9	63,4	65,8	65,6	68,0	71,7	74,1	72,4	76,4	65,9	69,2	72,3	68,7	72,5	61,0	60,4	59,3	55,0	61,0
	2-4	11,3	10,5	7,3	13,0	7,0	48,5	42,0	32,4	29,5	31,0	22,6	22,5	16,3	17,2	16,2	13,8	9,8	10,2	13,3	10,2	24,2	21,2	17,7	16,2	16,9
	Średnia	18,6	19,0	17,0	17,7	17,1	30,7	28,5	26,1	25,0	25,5	24,1	24,6	22,5	22,3	22,5	19,8	19,1	19,3	20,2	19,8	24,8	22,9	21,6	20,6	20,9

Tabela 4.1. – cd.

RDLP	Kl.def., śr.def.	Iglaste razem					Liściaste razem					Gatunki razem				
		2019	2020	2021	2022	2023	2019	2020	2021	2022	2023	2019	2020	2021	2022	2023
Białystok	0	2,7	2,4	2,5	3,4	4,6	10,2	8,3	8,4	17,6	19,3	5,3	4,4	4,6	8,7	10,0
	1	86,7	88,7	87,9	86,4	83,2	77,9	78,4	80,2	71,4	72,1	83,7	85,2	85,1	80,8	79,1
	2-4	10,6	8,9	9,7	10,2	12,2	11,9	13,3	11,3	11,0	8,6	11,1	10,4	10,3	10,5	10,9
	Średnia	23,0	22,1	22,9	22,2	22,5	21,4	21,6	21,6	20,7	19,6	22,5	21,9	22,4	21,7	21,5
Katowice	0	0,9	5,3	8,4	7,4	0,6	0,7	8,4	16,1	8,4	6,0	0,8	6,6	11,6	7,8	2,9
	1	79,5	84,6	85,3	85,2	84,7	44,8	60,4	63,2	66,5	59,9	65,2	74,7	76,0	77,2	74,1
	2-4	19,5	10,1	6,4	7,5	14,7	54,5	31,2	20,7	25,1	34,1	33,9	18,8	12,4	15,0	23,0
	Średnia	23,3	21,2	19,5	19,7	23,6	31,4	26,1	22,3	23,8	26,7	26,6	23,2	20,7	21,4	24,9
Kraków	0	6,5	4,1	4,0	15,1	0,8	0,7	2,7	14,9	43,0	10,3	3,6	3,4	9,5	28,8	5,5
	1	86,3	85,0	84,5	72,9	83,8	86,2	81,6	71,2	44,0	70,8	86,3	83,3	77,8	58,7	77,4
	2-4	7,2	10,9	11,5	12,1	15,4	13,0	15,7	13,9	13,0	18,9	10,1	13,3	12,7	12,5	17,1
	Średnia	20,5	22,1	20,8	19,6	23,3	22,1	23,4	20,7	17,3	20,9	21,3	22,7	20,7	18,5	22,1
Krosno	0	10,2	19,9	29,1	24,0	25,2	14,5	15,1	30,6	26,6	24,2	12,1	17,7	29,8	25,1	24,7
	1	73,2	67,4	62,1	64,6	64,9	73,1	68,3	60,6	64,9	66,8	73,2	67,8	61,5	64,7	65,7
	2-4	16,6	12,7	8,8	11,4	10,0	12,4	16,6	8,8	8,5	9,0	14,7	14,5	8,8	10,1	9,5
	Średnia	22,3	19,1	17,4	18,5	18,2	21,0	20,7	16,6	17,6	17,7	21,7	19,8	17,0	18,1	18,0
Lublin	0	1,7	1,0	2,0	3,4	8,6	6,0	3,8	4,3	4,5	8,9	3,4	2,1	2,9	3,8	8,7
	1	73,8	71,1	69,2	69,6	67,4	57,4	59,8	68,6	71,9	74,0	67,5	66,7	69,0	70,5	70,0
	2-4	24,5	27,9	28,8	27,0	24,0	36,6	36,4	27,1	23,6	17,1	29,2	31,2	28,1	25,6	21,3
	Średnia	25,8	26,3	26,1	25,6	23,8	27,1	26,9	25,1	24,0	22,5	26,3	26,6	25,7	25,0	23,3
Łódź	0	12,4	9,9	14,9	15,6	16,0	4,1	6,2	15,3	17,0	14,2	10,6	9,0	15,0	15,9	15,6
	1	69,9	68,9	70,3	72,0	70,3	58,6	53,6	57,8	59,4	62,5	67,4	65,4	67,5	69,2	68,6
	2-4	17,8	21,3	14,8	12,4	13,7	37,3	40,2	26,9	23,6	23,2	22,0	25,6	17,5	14,9	15,8
	Średnia	22,1	23,5	20,7	20,3	20,5	26,7	27,4	23,9	22,7	22,1	23,1	24,4	21,4	20,8	20,9
Olsztyn	0	5,1	1,6	1,2	4,2	2,1	18,4	17,2	14,7	16,3	15,1	11,0	8,4	7,3	9,8	8,2
	1	86,0	87,0	85,3	82,7	80,2	72,4	73,2	78,2	75,8	77,3	80,0	81,0	82,1	79,5	78,9
	2-4	8,9	11,4	13,5	13,1	17,7	9,2	9,6	7,0	8,0	7,6	9,1	10,6	10,6	10,7	13,0
	Średnia	21,8	22,6	23,4	22,8	23,8	19,2	20,2	19,8	19,6	19,5	20,6	21,5	21,8	21,3	21,8
Piła	0	3,7	3,8	4,3	6,8	8,6	16,9	11,9	4,0	3,5	8,2	5,6	5,0	4,3	6,4	8,6
	1	83,0	82,6	76,5	83,0	78,5	60,5	64,2	66,1	65,3	60,0	79,8	79,8	75,1	80,6	76,0
	2-4	13,3	13,6	19,2	10,2	12,8	22,7	23,8	29,9	31,2	31,8	14,6	15,2	20,6	13,0	15,4
	Średnia	21,9	22,1	23,6	20,3	20,7	22,6	27,0	25,7	25,0	23,9	22,0	22,9	23,9	20,9	21,1
Poznań	0	2,3	5,5	12,1	15,6	17,5	8,5	5,8	11,6	9,9	7,7	4,6	5,6	11,9	13,5	13,9
	1	72,8	75,1	62,6	74,8	67,3	59,5	62,3	52,6	66,3	63,0	68,0	70,4	58,9	71,7	65,7
	2-4	24,9	19,4	25,3	9,6	15,2	32,0	31,9	35,7	23,8	29,3	27,5	23,9	29,2	14,8	20,4
	Średnia	24,6	23,3	22,9	19,3	20,3	26,4	25,9	26,3	24,3	26,3	25,3	24,2	24,2	21,1	22,5

Tabela 4.1. – cd.

RDLP	Kl.def., śr.def.	Iglaste razem					Liściaste razem					Gatunki razem				
		2019	2020	2021	2022	2023	2019	2020	2021	2022	2023	2019	2020	2021	2022	2023
Szczecin	0	9,9	9,3	11,1	9,9	4,9	21,6	22,0	37,3	29,6	15,7	13,5	13,2	19,6	16,3	8,4
	1	70,5	68,4	69,0	71,4	76,9	48,6	50,1	42,8	46,0	59,9	63,8	62,7	60,5	63,1	71,4
	2-4	19,6	22,3	19,9	18,7	18,1	29,8	28,0	19,9	24,4	24,4	22,8	24,0	19,9	20,6	20,2
	Średnia	22,4	23,3	22,4	22,7	23,0	23,9	23,3	19,0	21,0	22,8	22,8	23,3	21,3	22,2	22,9
Szczecinek	0	7,2	5,4	3,7	7,2	12,9	15,1	12,7	6,0	1,4	2,7	10,3	8,3	4,6	4,8	8,6
	1	87,0	87,8	86,2	84,7	82,9	75,2	78,4	79,1	60,4	82,4	82,4	84,0	83,3	74,7	82,7
	2-4	5,7	6,8	10,1	8,1	4,2	9,6	8,9	14,9	38,3	14,9	7,3	7,7	12,1	20,5	8,7
	Średnia	19,5	20,3	21,3	19,2	17,9	19,1	19,4	22,1	27,0	22,2	19,4	20,0	21,6	22,5	19,7
Toruń	0	5,3	3,0	5,3	8,1	5,5	16,3	10,2	13,0	13,9	9,8	7,8	4,7	7,2	9,5	6,5
	1	77,7	85,2	85,0	83,9	82,3	66,6	73,1	73,1	74,8	77,8	75,2	82,3	82,2	81,7	81,2
	2-4	17,0	11,8	9,7	8,0	12,2	17,1	16,7	13,9	11,3	12,4	17,0	13,0	10,7	8,8	12,3
	Średnia	22,5	21,8	21,1	20,1	21,5	20,3	21,9	20,1	19,7	20,4	22,0	21,8	20,8	20,0	21,2
Wrocław	0	18,6	15,4	7,3	16,1	11,4	10,6	12,0	9,3	14,9	10,2	14,9	13,8	8,2	15,5	10,8
	1	45,1	68,4	77,9	71,4	67,3	29,8	47,3	62,9	66,9	64,0	38,0	58,3	70,8	69,2	65,7
	2-4	36,3	16,1	14,8	12,5	21,2	59,6	40,7	27,9	18,2	25,9	47,1	27,9	21,0	15,2	23,4
	Średnia	25,1	21,0	22,2	20,5	22,4	35,1	28,8	25,8	22,0	24,4	29,7	24,7	23,9	21,2	23,3
Zielona Góra	0	3,4	8,3	1,0	16,5	11,4	10,8	16,3	2,1	14,7	8,8	5,0	10,0	1,2	16,1	10,8
	1	55,0	69,6	81,6	73,6	77,2	37,1	40,4	68,3	59,5	60,6	51,2	63,3	78,7	70,6	73,5
	2-4	41,6	22,1	17,4	9,9	11,4	52,0	43,4	29,6	25,7	30,7	43,8	26,7	20,1	13,3	15,7
	Średnia	28,4	23,0	24,2	19,1	20,1	33,2	27,5	26,0	23,0	24,6	29,4	24,0	24,6	19,9	21,1
Gdańsk	0	4,9	6,7	2,1	6,5	6,6	16,5	9,8	16,8	24,7	28,5	8,5	7,7	6,9	12,4	13,8
	1	86,7	86,9	88,6	86,5	87,3	75,8	82,1	78,6	71,5	66,4	83,3	85,4	85,3	81,6	80,5
	2-4	8,4	6,4	9,3	7,1	6,1	7,8	8,1	4,5	3,8	5,2	8,2	7,0	7,8	6,0	5,8
	Średnia	20,2	20,1	21,5	20,3	19,8	18,7	19,8	18,2	17,7	17,0	19,8	20,0	20,4	19,5	18,9
Radom	0	18,7	12,9	18,3	16,0	18,7	7,5	8,5	13,4	20,5	22,0	15,8	11,7	17,0	17,2	19,6
	1	60,0	61,7	62,8	66,1	65,4	66,1	65,5	65,6	61,8	64,2	61,6	62,7	63,6	64,9	65,1
	2-4	21,3	25,4	18,8	18,0	15,9	26,4	26,1	21,0	17,7	13,8	22,6	25,6	19,4	17,9	15,3
	Średnia	21,6	24,1	21,3	21,6	20,5	24,4	24,0	22,1	21,3	19,7	22,4	24,1	21,5	21,5	20,3
Warszawa	0	3,0	0,7	2,3	7,4	5,8	5,8	4,2	1,5	5,1	8,0	3,8	1,7	2,1	6,7	6,4
	1	83,0	78,7	79,5	78,7	80,7	65,3	36,8	62,6	62,7	70,5	77,6	66,4	74,2	73,8	77,7
	2-4	14,0	20,7	18,1	14,0	13,5	28,9	58,9	35,9	32,2	21,6	18,6	31,9	23,7	19,5	15,9
	Średnia	22,1	24,4	22,7	21,1	21,8	24,6	32,2	28,5	26,4	23,4	22,8	26,7	24,5	22,7	22,2
Razem	0	6,7	6,6	7,2	10,2	9,3	11,7	11,4	14,1	15,8	12,7	8,4	8,3	9,6	12,2	10,5
	1	74,9	77,9	77,8	77,6	76,8	61,6	64,7	67,2	64,9	69,0	70,3	73,3	74,0	73,1	74,0
	2-4	18,4	15,5	15,0	12,2	13,9	26,7	23,9	18,7	19,4	18,3	21,3	18,4	16,3	14,7	15,5
	Średnia	22,9	22,3	22,2	20,8	21,4	24,5	23,7	22,1	21,9	22,0	23,4	22,8	22,1	21,2	21,6

Tabela 4.2. Udział procentowy drzew w klasach defoliacji 0 (do 10% def.), 1 (11–25% def.) i 2–4 (> 25% def. i drzewa martwe) oraz średnia defoliacja [%] według gatunków w układzie krain przyrodniczo-leśnych – wiek powyżej 20 lat, wszystkie formy własności, lata 2014–2023.

Kraina przyr.– leśna	Kl.def., śr.def.	Sosna					Świerk					Jodła					Inne iglaste				
		2014	2015	2016	2017	2018	2014	2015	2016	2017	2018	2014	2015	2016	2017	2018	2014	2015	2016	2017	2018
Bałtycka	0	17,0	17,8	10,1	10,4	10,3	20,9	15,4	7,7	7,3	12,1	-	-	-	-	0,0	29,1	23,0	12,1	13,7	16,4
	1	71,7	73,7	81,2	82,0	82,5	61,9	69,3	71,3	72,4	71,8	-	-	-	-	100,0	58,9	68,4	78,7	77,4	76,2
	2–4	11,2	8,5	8,7	7,7	7,2	17,2	15,4	21,0	20,3	16,1	-	-	-	-	0,0	12,1	8,6	9,2	8,9	7,4
	Średnia	19,4	18,6	19,7	19,4	19,2	20,4	19,9	22,2	22,5	23,0	-	-	-	-	17,5	18,6	17,7	19,5	19,1	18,9
Mazursko– Podlaska	0	5,4	5,5	3,9	3,0	2,6	25,7	12,0	14,3	10,9	15,6	-	-	-	-	-	8,0	8,3	0,0	5,0	45,0
	1	72,3	80,2	80,9	82,9	85,4	35,6	51,9	62,4	67,1	66,7	-	-	-	-	-	88,0	87,5	100,0	90,0	55,0
	2–4	22,4	14,3	15,2	14,1	12,0	38,8	36,1	23,3	22,0	17,8	-	-	-	-	-	4,0	4,2	0,0	5,0	0,0
	Średnia	23,6	22,4	23,1	23,5	22,9	24,4	24,4	22,5	23,5	23,4	-	-	-	-	-	17,0	16,9	18,2	18,5	13,8
Wielkopolsko– Pomorska	0	7,4	6,8	3,9	6,0	8,2	22,7	28,7	13,7	18,1	15,1	-	-	-	-	-	20,8	20,8	13,2	11,2	11,4
	1	82,9	80,9	82,0	76,4	75,5	70,9	65,4	71,6	68,1	74,8	-	-	-	-	-	66,0	64,2	71,7	64,0	58,0
	2–4	9,7	12,3	14,1	17,6	16,3	6,4	5,9	14,7	13,8	10,1	-	-	-	-	-	13,2	15,1	15,1	24,7	30,7
	Średnia	20,2	21,3	21,9	22,4	22,0	17,2	16,7	21,6	20,3	19,6	-	-	-	-	-	19,5	20,9	22,9	25,1	26,1
Mazowiecko– Podlaska	0	3,5	4,0	3,6	3,5	3,5	14,3	14,3	17,9	7,1	3,2	-	-	-	-	-	38,5	30,8	23,1	29,6	29,6
	1	70,4	74,8	74,5	74,3	73,9	28,6	35,7	60,7	64,3	77,4	-	-	-	-	-	53,9	65,4	73,1	66,7	66,7
	2–4	26,1	21,2	21,9	22,1	22,7	57,1	50,0	21,4	28,6	19,4	-	-	-	-	-	7,7	3,9	3,8	3,7	3,7
	Średnia	24,5	23,2	23,8	24,2	24,4	28,2	26,6	20,5	28,9	26,8	-	-	-	-	-	19,2	16,4	16,7	16,9	16,5
Śląska	0	6,3	2,6	1,5	3,9	11,0	19,0	11,7	4,3	27,8	36,6	0,0	-	-	-	-	18,2	15,6	13,6	11,3	13,6
	1	84,2	86,0	83,7	73,4	71,0	75,8	79,8	74,5	58,2	48,8	0,0	-	-	-	-	74,0	71,4	70,4	71,3	64,2
	2–4	9,5	11,4	14,8	22,7	17,9	5,3	8,5	21,3	13,9	14,6	100,0	-	-	-	-	7,8	13,0	16,0	17,5	22,2
	Średnia	20,2	21,3	22,5	24,3	22,6	18,6	19,2	23,6	18,6	17,9	40,0	-	-	-	-	18,8	20,5	21,9	22,6	22,6
Małopolska	0	9,7	13,6	10,6	12,1	13,3	7,8	10,0	3,9	4,0	3,9	15,0	18,3	8,5	10,4	8,8	4,2	8,3	4,2	5,7	14,3
	1	68,3	66,5	67,6	66,7	65,9	48,3	46,4	38,2	39,0	33,3	56,7	57,2	62,8	57,5	57,5	77,1	75,0	79,2	69,8	73,6
	2–4	22,1	20,0	21,8	21,1	20,9	44,0	43,6	57,8	57,0	62,7	28,3	24,5	28,7	32,1	33,7	18,8	16,7	16,7	24,5	12,1
	Średnia	23,1	22,3	23,0	22,8	22,7	30,2	28,8	31,6	34,4	37,5	23,7	22,7	25,8	26,2	27,6	22,1	20,4	22,3	23,4	20,1
Sudecka	0	6,3	6,3	0,0	0,0	12,5	16,0	13,7	9,8	18,3	7,6	15,4	15,4	23,1	30,0	30,0	6,7	2,2	2,2	4,3	4,4
	1	81,3	81,3	76,9	52,9	56,3	72,6	73,5	72,5	60,7	70,2	69,2	69,2	61,5	60,0	70,0	84,4	93,3	76,1	60,9	55,6
	2–4	12,5	12,5	23,1	47,1	31,3	11,3	12,8	17,7	21,0	22,2	15,4	15,4	15,4	10,0	0,0	8,9	4,5	21,7	34,8	40,0
	Średnia	20,9	21,9	25,4	26,5	23,4	19,3	19,9	22,2	22,0	23,5	19,2	19,2	23,8	18,5	19,0	19,6	21,0	25,1	26,0	26,1
Karpacka	0	6,0	5,8	5,1	4,7	3,9	6,1	6,1	5,6	8,1	6,7	19,5	19,9	18,0	23,6	27,8	1,3	1,3	1,2	2,2	8,8
	1	73,9	76,1	76,5	78,6	82,0	62,0	60,9	60,5	58,0	66,4	67,1	66,9	67,0	62,4	60,4	69,3	70,1	75,3	75,8	79,6
	2–4	20,1	18,1	18,4	16,7	14,1	32,0	32,9	33,9	33,9	26,9	13,4	13,3	15,0	14,1	11,8	29,3	28,6	23,5	22,0	11,5
	Średnia	23,2	23,1	23,5	23,1	22,7	26,9	26,8	27,8	27,9	25,9	19,1	19,4	20,0	19,4	18,6	25,5	25,4	24,9	24,9	20,8
Kraj	0	8,3	8,8	6,0	6,9	8,3	16,2	12,2	9,2	12,0	11,4	18,6	19,5	16,3	21,2	24,2	17,1	14,5	9,0	9,8	14,1
	1	75,0	76,1	77,6	75,2	74,8	58,7	62,7	65,0	62,4	66,0	65,2	65,2	66,1	61,4	60,1	69,0	72,4	76,4	71,7	69,3
	2–4	16,7	15,0	16,4	17,9	16,9	25,1	25,1	25,7	25,6	22,6	16,2	15,3	17,5	17,4	15,7	13,9	13,1	14,6	18,5	16,5
	Średnia	21,8	21,6	22,3	22,7	22,3	23,1	23,0	24,2	24,4	24,3	20,0	20,0	21,1	20,7	20,3	20,2	20,2	21,8	22,5	21,3

Tabela 4.2. – cd.

Krajina przyr.– leśna	Kl.def., śr.def.	Buk					Dąb					Brzoza					Olsza					Inne liściaste				
		2014	2015	2016	2017	2018	2014	2015	2016	2017	2018	2014	2015	2016	2017	2018	2014	2015	2016	2017	2018	2014	2015	2016	2017	2018
Bałtycka	0	28,6	38,8	19,6	27,8	30,1	9,6	10,4	5,6	5,2	30,1	7,8	11,4	8,7	12,8	12,6	17,7	15,5	11,9	11,8	21,5	23,4	25,8	18,9	28,3	35,9
	1	65,1	58,0	75,2	69,3	66,9	61,0	67,0	69,2	71,0	66,9	71,3	78,0	77,7	78,0	76,9	72,0	75,2	76,4	77,7	68,8	59,1	62,0	65,9	59,0	58,1
	2–4	6,4	3,2	5,2	2,9	3,0	29,4	22,6	25,2	23,9	3,0	20,9	10,7	13,6	9,2	10,5	10,3	9,3	11,7	10,5	9,7	17,5	12,2	15,2	12,7	6,0
	Średnia	16,2	15,2	17,3	15,8	15,7	23,8	22,5	23,5	23,1	15,7	22,4	19,5	20,5	19,3	19,7	19,0	18,7	20,0	19,5	18,5	21,7	19,1	21,4	19,7	17,2
Mazursko– Podlaska	0	46,7	56,7	50,0	30,0	80,0	3,1	0,0	0,5	0,5	80,0	3,1	4,2	3,7	4,6	4,4	30,7	24,1	16,5	11,2	20,4	31,9	28,3	24,3	22,2	25,1
	1	53,3	43,3	50,0	70,0	20,0	60,7	75,9	62,8	73,6	20,0	43,5	69,8	54,2	63,4	73,7	60,3	66,4	73,2	80,3	72,1	56,0	61,0	59,8	60,5	64,8
	2–4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	36,1	24,1	36,7	25,9	0,0	53,4	26,1	42,1	31,9	21,9	9,0	9,5	10,3	8,5	7,6	12,0	10,8	15,9	17,3	10,1
	Średnia	12,7	11,8	12,5	15,5	10,5	24,9	24,0	26,4	25,1	10,5	30,2	25,8	29,0	26,7	24,4	17,8	18,6	19,5	20,4	19,5	17,7	17,5	19,4	20,4	18,8
Wielkopolsko– Pomorska	0	23,6	36,3	9,9	21,3	25,4	4,2	1,7	2,1	4,6	25,4	7,5	7,4	4,7	8,2	11,0	14,8	17,7	7,3	21,3	32,9	24,7	24,1	18,5	28,4	22,3
	1	72,2	61,3	79,0	75,6	68,3	72,2	73,9	68,6	56,9	68,3	80,7	72,6	62,7	65,4	64,5	82,6	80,3	87,5	70,7	61,1	59,8	50,7	58,5	51,2	54,9
	2–4	4,2	2,5	11,1	3,1	6,3	23,6	24,4	29,3	38,4	6,3	11,8	20,0	32,6	26,3	24,5	2,7	2,0	5,3	7,9	6,0	15,5	25,2	22,9	20,4	22,9
	Średnia	16,9	14,8	19,6	16,1	16,6	23,5	24,8	26,1	27,0	16,6	21,0	22,2	26,0	24,0	23,8	17,4	17,1	19,4	18,7	16,2	20,4	22,6	23,1	21,0	21,6
Mazowiecko– Podlaska	0	0,0	33,3	0,0	50,0	66,7	0,8	6,8	4,3	3,2	66,7	7,8	10,6	9,8	7,1	6,3	16,8	17,1	14,6	12,7	16,7	11,7	13,5	16,6	12,3	14,6
	1	100,0	66,7	100,0	50,0	33,3	56,5	63,9	63,7	64,3	33,3	66,2	69,2	64,3	70,2	74,6	66,0	67,6	70,9	76,6	73,0	73,1	71,3	63,8	63,9	62,1
	2–4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	42,7	29,4	32,0	32,4	0,0	26,0	20,1	25,9	22,7	19,2	17,2	15,4	14,4	10,7	10,3	15,2	15,2	19,6	23,8	23,4
	Średnia	20,0	16,7	17,5	12,5	10,0	27,5	24,4	25,3	25,3	10,0	23,9	22,3	24,3	24,4	23,5	21,9	22,0	21,8	20,2	20,2	20,7	20,6	21,8	23,5	23,4
Śląska	0	15,3	17,4	15,2	19,2	16,5	2,5	1,8	1,2	4,2	16,5	5,6	4,5	3,4	8,2	7,8	22,0	13,1	7,2	20,4	19,1	9,7	8,1	6,1	15,6	9,9
	1	65,8	73,9	78,3	69,2	62,0	65,7	63,5	60,7	53,8	62,0	66,6	65,6	53,0	46,9	47,9	72,6	77,4	76,0	58,5	65,8	55,6	57,9	56,0	49,1	48,3
	2–4	18,9	8,7	6,5	11,5	21,5	31,8	34,7	38,1	42,0	21,5	27,9	30,0	43,6	44,9	44,4	5,5	9,5	16,8	21,1	15,1	34,7	34,1	37,9	35,3	41,8
	Średnia	21,0	19,7	19,9	19,9	20,4	25,4	25,6	26,7	26,7	20,4	25,2	24,4	28,3	29,8	30,8	17,9	19,4	20,9	20,6	20,0	28,9	28,8	27,7	26,2	30,1
Małopolska	0	42,4	44,3	37,9	47,1	32,5	7,0	7,6	5,4	3,9	32,5	10,9	9,6	3,4	3,6	5,2	21,7	22,0	15,2	14,3	20,3	22,5	30,8	24,8	23,5	22,9
	1	49,5	49,5	53,2	44,3	59,6	50,9	63,2	59,2	55,6	59,6	61,1	65,8	52,4	54,8	62,9	67,3	67,0	65,0	62,9	61,0	54,8	47,7	52,0	50,0	56,4
	2–4	8,1	6,2	8,9	8,6	7,9	42,1	29,2	35,4	40,6	7,9	28,0	24,6	44,2	41,6	32,0	11,1	11,0	19,7	22,8	18,7	22,7	21,6	23,3	26,5	20,6
	Średnia	16,2	15,6	17,1	16,2	17,1	27,5	24,5	26,0	27,0	17,1	24,1	23,7	28,4	28,4	26,2	19,3	19,2	22,2	23,7	22,1	22,5	22,0	23,2	24,0	22,4
Sudecka	0	54,6	47,7	28,3	43,5	27,7	3,6	1,8	0,0	0,0	27,7	4,3	9,9	3,5	0,0	16,0	5,0	5,3	0,0	6,7	38,9	13,1	6,5	3,8	13,2	22,9
	1	43,2	50,0	54,3	41,3	57,4	60,9	67,3	56,6	51,0	57,4	71,4	69,0	84,2	76,0	68,0	70,0	52,6	57,9	40,0	11,1	65,2	62,5	62,1	54,7	50,3
	2–4	2,3	2,3	17,4	15,2	14,9	35,5	30,9	43,4	49,0	14,9	24,3	21,1	12,3	24,0	16,0	25,0	42,1	42,1	53,3	50,0	21,7	31,0	34,1	32,1	26,9
	Średnia	12,3	14,2	20,5	19,1	21,9	26,1	25,6	27,8	28,7	21,9	23,6	21,9	21,5	22,9	21,9	25,0	25,5	26,6	28,3	22,8	23,1	25,6	26,5	25,6	24,0
Karpacka	0	36,3	37,8	25,2	34,8	26,4	1,4	1,4	0,7	2,3	26,4	11,1	15,5	5,2	6,6	11,8	10,2	10,2	11,0	3,9	3,1	36,6	37,2	22,4	29,2	26,0
	1	56,2	55,7	63,5	55,6	66,1	60,4	66,9	60,1	55,8	66,1	65,8	62,8	71,3	57,9	78,0	51,7	60,2	52,5	53,1	62,8	54,9	53,8	62,3	58,2	63,4
	2–4	7,6	6,5	11,2	9,6	7,5	38,1	31,7	39,1	41,9	7,5	23,1	21,7	23,5	35,5	10,2	38,1	29,7	36,4	43,0	34,1	8,6	9,1	15,3	12,6	10,5
	Średnia	16,0	15,9	17,9	17,2	17,1	27,6	26,7	26,5	26,6	17,1	22,4	22,1	23,8	27,8	19,1	33,1	26,2	28,2	30,9	28,4	16,9	17,3	20,4	19,4	18,8
Kraj	0	33,4	38,3	24,3	32,7	28,2	4,7	5,2	3,4	3,8	4,4	7,5	8,9	6,3	7,3	8,0	20,9	18,5	13,0	13,8	21,1	23,5	24,8	18,7	23,3	22,7
	1	59,0	56,5	66,9	60,2	64,9	60,3	66,7	63,4	60,0	59,3	65,8	70,4	63,0	65,0	68,9	67,4	70,3	73,4	72,9	67,5	58,8	56,9	59,7	55,5	58,2
	2–4	7,6	5,2	8,8	7,1	6,9	35,0	28,1	33,2	36,2	36,3	26,7	20,7	30,7	27,6	23,1	11,8	11,2	13,6	13,3	11,4	17,8	18,3	21,7	21,2	19,1
	Średnia	16,3	15,7	17,8	16,7	16,9	25,8	24,5	25,7	26,1	26,0	24,1	22,5	25,3	25,0	24,0	19,8	19,7	20,9	20,8	19,7	21,1	21,1	22,5	22,0	21,6

Tabela 4.2. – cd.

Kraina przyrodniczo-leśna	Kl. def., śr. def.	Iglaste razem					Liściaste razem					Gatunki razem				
		2014	2015	2016	2017	2018	2014	2015	2016	2017	2018	2014	2015	2016	2017	2018
Bałtycka	0	17,8	17,9	10,0	10,2	10,7	15,6	18,6	11,8	15,9	19,1	16,9	18,2	10,7	12,8	14,6
	1	70,5	73,2	80,4	80,9	81,4	66,9	69,8	74,0	72,8	70,1	69,1	71,8	77,8	77,3	76,2
	2-4	11,7	9,0	9,6	8,8	7,9	17,5	11,6	14,2	11,3	10,8	14,1	10,1	11,4	10,0	9,2
	Średnia	19,4	18,7	19,9	19,7	19,5	20,8	19,1	20,5	19,4	19,0	20,0	18,8	20,1	19,6	19,3
Mazursko- Podlaska	0	8,4	6,6	5,6	4,2	5,0	19,4	16,4	12,4	9,8	14,5	12,6	10,3	8,2	6,4	8,8
	1	67,0	75,7	78,1	80,5	82,1	54,5	67,3	63,7	71,0	71,8	62,3	72,5	72,5	76,8	78,0
	2-4	24,6	17,7	16,4	15,3	12,8	26,1	16,3	23,9	19,2	13,7	25,2	17,2	19,3	16,8	13,2
	Średnia	23,6	22,7	22,9	23,5	22,9	22,4	21,1	23,1	22,9	21,3	23,1	22,1	23,0	23,2	22,2
Wielkopolsko- Pomorska	0	7,7	7,2	4,2	6,2	8,3	11,5	11,6	6,9	13,8	17,1	8,5	8,1	4,7	7,9	10,3
	1	82,6	80,6	81,7	76,1	75,3	75,0	70,3	68,8	62,7	60,6	81,1	78,4	79,0	73,2	72,0
	2-4	9,7	12,2	14,1	17,6	16,4	13,5	18,1	24,3	23,6	22,4	10,5	13,5	16,2	18,9	17,7
	Średnia	20,2	21,3	21,9	22,4	22,0	20,7	21,7	24,1	22,8	22,0	20,3	21,4	22,4	22,5	22,0
Mazowiecko- Podlaska	0	3,9	4,3	3,9	3,7	3,7	9,1	11,8	10,6	8,4	9,2	5,8	7,1	6,5	5,5	5,8
	1	70,0	74,5	74,4	74,2	73,8	65,0	68,0	65,8	69,9	70,6	68,1	72,0	71,1	72,6	72,6
	2-4	26,2	21,3	21,8	22,1	22,5	25,9	20,2	23,6	21,7	20,2	26,1	20,9	22,5	21,9	21,6
	Średnia	24,5	23,2	23,8	24,1	24,4	23,7	22,4	23,6	23,4	23,1	24,2	22,9	23,7	23,9	23,9
Śląska	0	7,4	3,5	2,1	5,4	12,4	7,9	6,1	4,4	10,5	9,0	7,7	4,6	3,1	7,6	10,9
	1	83,3	85,2	82,7	72,6	69,6	64,6	65,3	60,5	52,4	47,6	75,2	76,7	73,2	63,8	59,9
	2-4	9,3	11,3	15,2	22,0	18,0	27,5	28,6	35,1	37,1	43,4	17,1	18,7	23,7	28,6	29,2
	Średnia	20,1	21,1	22,6	23,9	22,4	24,9	24,8	26,3	26,3	28,4	22,2	22,7	24,2	25,0	25,0
Małopolska	0	9,8	13,6	10,3	11,8	12,9	16,0	17,9	12,6	12,2	11,9	11,8	15,0	11,0	11,9	12,5
	1	67,4	65,8	66,9	65,8	65,0	56,1	59,7	55,8	54,2	59,5	63,9	63,8	63,3	61,8	63,0
	2-4	22,8	20,6	22,8	22,3	22,1	27,8	22,4	31,7	33,6	28,7	24,4	21,2	25,7	26,3	24,4
	Średnia	23,2	22,4	23,3	23,2	23,2	23,7	22,4	24,9	25,6	24,5	23,4	22,4	23,8	24,0	23,7
Sudecka	0	14,9	12,5	9,1	16,4	8,0	13,1	9,9	5,4	11,4	18,6	14,0	11,3	7,3	14,1	13,0
	1	73,9	75,4	72,7	60,4	68,1	63,1	63,1	62,7	54,3	52,7	68,8	69,6	67,9	57,7	60,7
	2-4	11,2	12,1	18,2	23,1	23,9	23,8	27,0	32,0	34,3	28,8	17,1	19,2	24,8	28,2	26,2
	Średnia	19,4	20,0	22,6	22,5	23,7	23,0	23,9	25,5	25,4	24,0	21,1	21,9	24,0	23,8	23,8
Karpacka	0	11,7	11,9	10,8	13,9	15,5	29,9	30,9	19,9	26,0	21,6	20,5	21,1	15,2	19,8	18,5
	1	67,5	67,8	68,1	66,2	68,6	56,4	56,8	62,6	56,6	66,3	62,2	62,4	65,4	61,5	67,5
	2-4	20,8	20,4	21,1	19,9	15,9	13,7	12,3	17,6	17,4	12,2	17,4	16,5	19,4	18,7	14,1
	Średnia	22,5	22,6	23,1	22,7	21,5	18,9	18,5	20,7	20,5	19,3	20,8	20,6	21,9	21,6	20,4
Kraj	0	9,5	9,6	6,7	7,9	9,3	15,4	16,2	11,2	13,7	14,8	11,6	11,9	8,3	10,0	11,3
	1	73,3	74,7	76,3	73,7	73,5	62,8	65,5	64,8	63,1	64,1	69,6	71,4	72,2	69,8	70,0
	2-4	17,2	15,8	17,1	18,4	17,2	21,9	18,4	24,0	23,3	21,1	18,9	16,7	19,5	20,2	18,6
	Średnia	21,8	21,6	22,4	22,7	22,4	22,2	21,4	23,2	22,9	22,4	21,9	21,5	22,7	22,8	22,4

Tabela 4.2. – cd.

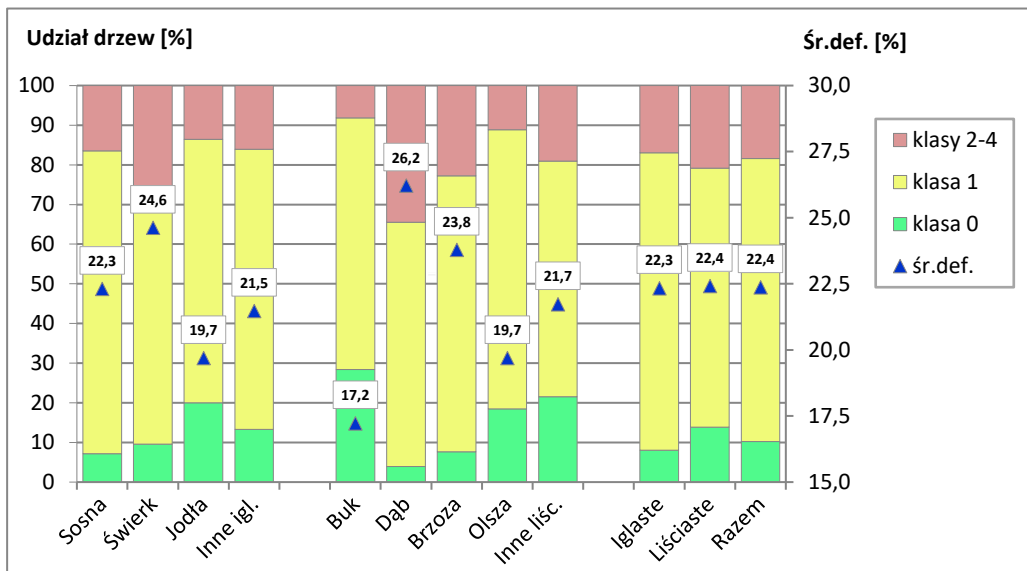
Kraina przyrodniczo-leśna	Kl.def., śr.def.	Sosna					Świerk					Jodła					Inne iglaste				
		2019	2020	2021	2022	2023	2019	2020	2021	2022	2023	2019	2020	2021	2022	2023	2019	2020	2021	2022	2023
Bałtycka	0	8,8	7,5	6,1	9,4	8,1	10,9	6,5	5,1	13,4	6,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	10,5	23,4	19,5	23,1	24,2
	1	81,7	82,7	82,3	82,6	84,4	69,4	75,1	72,6	54,2	73,2	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	82,3	70,2	70,3	64,5	68,0
	2-4	9,5	9,8	11,6	8,0	7,5	19,8	18,4	22,4	32,4	20,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,3	6,5	10,2	12,4	7,8
	Średnia	20,2	20,8	21,7	19,8	19,5	25,5	25,2	25,2	24,9	27,2	17,5	17,5	16,3	18,8	20,0	19,3	17,3	18,7	19,0	17,6
Mazursko-Podlaska	0	2,3	1,5	1,4	3,0	3,4	6,2	3,2	2,1	1,8	1,7	-	-	-	-	-	10,0	0,0	0,0	11,1	11,1
	1	89,2	89,2	87,2	85,1	82,4	75,4	82,1	85,3	88,5	86,3	-	-	-	-	-	85,0	90,0	77,3	83,3	83,3
	2-4	8,5	9,3	11,4	11,9	14,1	18,4	14,7	12,5	9,8	12,0	-	-	-	-	-	5,0	10,0	22,7	5,6	5,6
	Średnia	22,1	22,2	23,2	22,7	23,2	25,1	22,8	23,4	22,7	23,0	-	-	-	-	-	17,3	22,0	24,8	20,3	19,4
Wielkopolsko-Pomorska	0	4,5	4,2	5,8	9,5	9,2	13,2	14,9	4,6	7,9	7,4	-	-	-	-	-	10,1	12,2	4,3	2,2	2,1
	1	74,1	78,2	76,3	78,6	77,0	70,5	73,1	76,9	76,4	72,2	-	-	-	-	-	53,9	55,6	58,7	68,8	68,8
	2-4	21,4	17,6	17,9	11,8	13,7	16,3	11,9	18,5	15,7	20,4	-	-	-	-	-	36,0	32,2	37,0	29,0	29,2
	Średnia	23,4	22,7	22,8	20,7	21,1	20,7	20,2	22,1	21,2	23,1	-	-	-	-	-	29,7	28,8	28,9	25,5	26,1
Mazowiecko-Podlaska	0	2,3	1,4	2,6	4,6	4,3	0,0	0,0	0,0	2,6	3,2	-	-	-	-	-	7,4	32,1	10,7	26,7	33,3
	1	74,9	73,4	75,0	73,7	74,3	74,3	82,1	73,7	69,2	74,2	-	-	-	-	-	81,5	50,0	82,1	63,3	66,7
	2-4	22,8	25,2	22,4	21,7	21,4	25,7	17,9	26,3	28,2	22,6	-	-	-	-	-	11,1	17,9	7,1	10,0	0,0
	Średnia	24,8	26,0	24,7	24,5	24,4	26,3	23,3	27,0	25,9	24,7	-	-	-	-	-	18,7	20,0	20,0	16,8	15,5
Śląska	0	4,4	7,4	6,4	13,3	10,5	39,5	36,8	21,2	22,2	7,3	-	-	-	-	-	16,0	11,0	10,0	10,3	5,2
	1	59,7	75,9	82,1	78,6	76,2	55,8	44,8	67,1	54,3	61,5	-	-	-	-	-	53,1	63,4	75,0	71,8	74,0
	2-4	36,0	16,7	11,6	8,1	13,3	4,7	18,4	11,8	23,5	31,3	-	-	-	-	-	30,9	25,6	15,0	17,9	20,8
	Średnia	27,0	22,1	21,5	19,7	21,2	16,7	22,5	19,5	21,5	29,4	-	-	-	-	-	25,3	27,6	22,6	22,6	25,4
Małopolska	0	9,4	8,7	11,4	11,0	10,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	15,3	11,7	16,3	23,8	25,6	11,8	10,5	6,5	12,4	16,5
	1	71,6	71,3	72,0	72,5	72,6	41,1	36,0	40,0	41,9	42,9	56,6	60,2	63,4	58,6	57,5	74,2	81,1	83,9	74,2	73,2
	2-4	19,0	20,0	16,6	16,5	16,8	58,9	64,0	60,0	58,1	57,1	28,1	28,1	20,3	17,6	16,9	14,0	8,4	9,7	13,4	10,3
	Średnia	23,0	23,1	21,6	21,9	22,1	37,1	40,1	39,7	36,2	32,4	24,7	24,5	22,6	20,6	19,9	20,9	20,7	20,4	20,6	22,1
Sudecka	0	6,3	6,3	6,3	18,8	0,0	28,7	21,9	1,7	5,1	0,9	10,0	16,7	16,7	0,0	0,0	28,6	5,1	0,0	7,3	0,0
	1	31,3	68,8	75,0	81,3	68,8	37,3	63,3	79,7	75,3	61,8	40,0	33,3	66,7	85,7	28,6	19,0	84,6	82,9	80,5	81,0
	2-4	62,5	25,0	18,8	0,0	31,3	34,0	14,7	18,6	19,6	37,3	50,0	50,0	16,7	14,3	71,4	52,4	10,3	17,1	12,2	19,0
	Średnia	30,9	23,8	24,7	18,4	25,0	23,1	19,8	23,2	23,5	26,3	27,0	25,8	23,3	20,7	36,4	24,5	20,8	22,3	20,6	22,1
Karpacka	0	0,4	7,2	11,6	15,4	6,5	1,2	2,1	3,2	7,1	3,9	12,2	20,2	22,7	26,5	21,1	11,5	22,4	21,6	17,7	16,8
	1	83,0	78,3	79,6	73,6	75,2	72,8	62,9	59,4	47,5	38,3	79,2	74,3	69,6	65,4	69,5	78,8	63,8	66,4	61,9	64,8
	2-4	16,6	14,5	8,8	11,0	18,2	26,0	34,9	37,4	45,4	57,7	8,6	5,5	7,8	8,2	9,4	9,7	13,8	12,1	20,4	18,4
	Średnia	24,4	22,1	20,0	19,5	22,5	26,3	27,6	28,9	28,7	31,7	18,6	18,2	17,4	17,6	18,6	19,5	20,0	18,5	21,7	21,6
Kraj	0	5,4	5,1	6,2	8,8	8,0	11,9	9,5	3,6	6,6	3,3	12,7	18,6	21,4	25,7	21,8	12,7	16,2	11,8	14,0	14,0
	1	75,2	77,4	77,4	77,6	77,0	63,1	68,0	72,3	66,2	63,1	74,7	71,6	68,5	64,4	67,1	67,6	68,2	72,2	68,9	70,3
	2-4	19,4	17,5	16,4	13,7	15,0	25,0	22,4	24,0	27,3	33,6	12,6	9,8	10,1	9,9	11,1	19,7	15,7	16,0	17,1	15,7
	Średnia	23,3	23,0	22,6	21,6	21,9	25,0	24,3	25,5	25,2	27,2	19,8	19,4	18,4	18,2	19,0	22,2	22,1	21,5	21,3	21,7

Tabela 4.2. – cd.

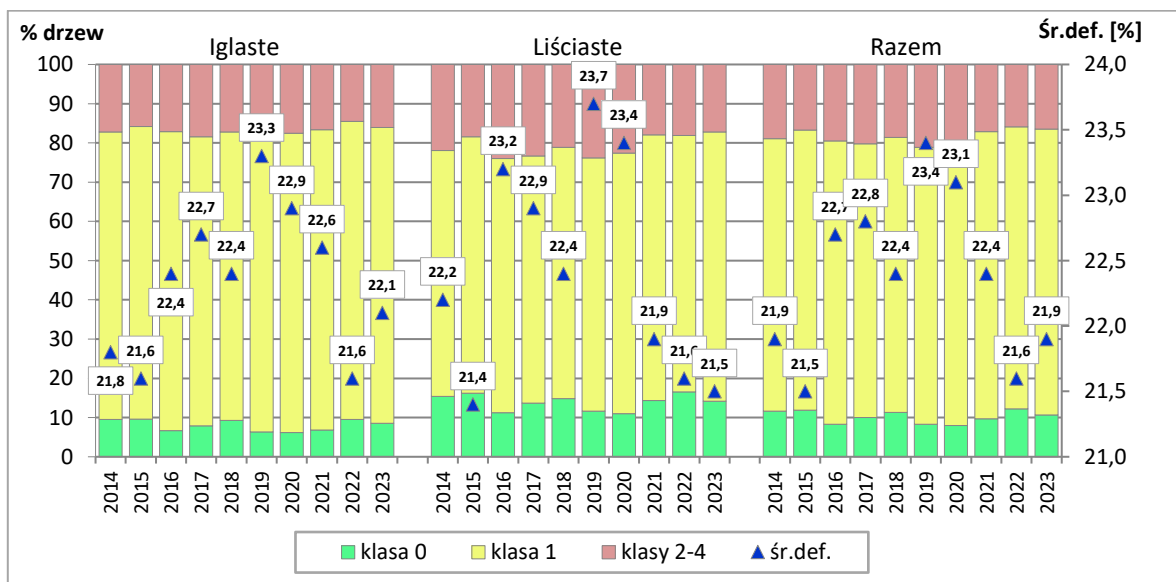
Kraina przyrodniczo-leśna	Kl.def., śr.def.	Buk					Dąb					Brzoza					Olsza					Inne liściaste				
		2019	2020	2021	2022	2023	2019	2020	2021	2022	2023	2019	2020	2021	2022	2023	2019	2020	2021	2022	2023	2019	2020	2021	2022	2023
Bałtycka	0	23,9	25,2	24,9	24,8	27,9	6,3	3,3	8,0	5,5	4,4	16,1	9,0	11,4	10,9	6,3	22,5	25,1	23,7	25,7	21,6	23,8	35,6	35,2	30,0	29,0
	1	65,4	65,5	67,0	50,9	64,1	65,6	74,0	74,7	67,4	70,5	75,5	80,4	75,9	68,0	81,6	66,0	62,9	63,5	53,5	64,7	62,3	52,3	50,5	46,9	51,6
	2-4	10,7	9,3	8,1	24,2	8,0	28,1	22,7	17,3	27,0	25,1	8,4	10,6	12,7	21,1	12,1	11,5	12,0	12,8	20,7	13,7	13,8	12,1	14,3	23,1	19,4
	Średnia	18,5	18,1	18,0	21,2	18,4	25,2	24,6	22,3	23,9	23,6	19,4	21,3	21,7	22,4	21,1	18,5	18,6	19,0	21,2	20,0	20,4	18,6	18,9	23,0	20,9
Mazursko-Podlaska	0	40,0	50,0	40,0	35,7	92,9	1,5	0,5	2,2	1,7	1,6	9,8	6,3	5,7	10,5	9,4	17,4	13,8	10,8	24,2	26,3	21,5	15,9	22,9	33,8	36,7
	1	60,0	50,0	60,0	64,3	7,1	88,8	82,2	85,5	88,0	93,0	78,3	81,5	81,4	75,2	79,3	78,9	82,8	85,3	69,3	69,0	69,4	73,4	68,4	57,1	55,6
	2-4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	9,8	17,3	12,3	10,4	5,3	11,9	12,3	12,9	14,2	11,4	3,7	3,4	3,9	6,6	4,7	9,0	10,7	8,7	9,1	7,7
	Średnia	12,5	14,5	14,0	13,9	9,3	22,5	23,5	23,3	22,2	21,1	21,9	21,8	22,4	22,3	21,6	17,3	18,3	18,5	18,3	17,2	19,1	19,9	19,7	18,8	17,7
Wielkopolsko-Pomorska	0	33,3	18,6	17,2	17,8	19,6	3,2	0,8	2,3	4,3	1,8	12,4	6,7	11,2	10,9	8,8	25,9	25,6	25,8	24,9	19,2	14,2	13,0	18,8	17,1	10,0
	1	56,7	75,2	79,5	68,4	76,5	45,5	54,5	53,6	64,9	63,4	68,0	69,0	69,7	73,0	74,5	64,8	69,1	62,9	67,6	72,4	59,8	61,6	52,6	61,7	60,4
	2-4	9,9	6,2	3,3	13,8	3,9	51,3	44,7	44,0	30,8	34,9	19,6	24,2	19,1	16,1	16,7	9,3	5,3	11,3	7,5	8,4	25,9	25,4	28,6	21,2	29,6
	Średnia	17,3	18,1	17,6	19,0	16,7	31,3	30,6	29,6	26,5	27,3	23,2	25,5	22,1	22,0	22,7	17,7	16,4	17,6	17,5	17,9	23,4	23,4	23,9	22,1	25,0
Mazowiecko-Podlaska	0	33,3	33,3	100,0	100,0	100,0	0,9	2,7	2,0	0,5	1,5	5,6	2,7	5,7	4,8	6,2	13,2	17,2	17,9	16,8	23,5	13,2	15,5	15,3	21,8	22,8
	1	66,7	66,7	0,0	0,0	0,0	53,2	44,0	60,3	67,8	75,2	74,4	63,0	71,9	71,6	77,5	78,7	72,6	72,0	72,9	70,5	64,6	53,2	61,9	59,8	56,6
	2-4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	45,9	53,3	37,7	31,8	23,3	20,0	34,2	22,4	23,7	16,3	8,1	10,2	10,0	10,3	6,0	22,1	31,3	22,8	18,4	20,6
	Średnia	15,0	15,0	8,3	10,0	10,0	27,9	30,4	26,4	25,5	23,7	23,4	27,0	24,4	24,3	22,6	19,3	20,5	20,5	19,5	17,7	23,1	25,8	24,6	22,9	22,8
Śląska	0	26,0	30,8	35,1	12,5	28,8	0,4	1,2	2,5	1,9	1,3	1,9	3,5	9,0	6,1	3,2	22,7	29,5	7,4	11,2	13,1	6,0	19,3	14,3	13,6	7,8
	1	33,8	48,7	50,6	77,8	49,3	9,2	37,3	56,1	56,7	49,2	36,2	53,9	69,4	72,0	65,7	42,9	58,2	81,9	79,4	77,7	36,4	48,3	57,8	59,8	63,5
	2-4	40,3	20,5	14,3	9,7	21,9	90,4	61,5	41,4	41,4	49,5	61,8	42,6	21,6	21,9	31,1	34,4	12,3	10,7	9,4	9,1	57,7	32,4	28,0	26,6	28,7
	Średnia	23,9	20,1	18,2	20,1	21,6	43,9	33,2	28,7	27,8	29,9	35,5	29,6	24,7	24,3	27,3	23,4	18,1	19,6	19,0	20,1	36,1	28,4	26,7	25,2	24,6
Małopolska	0	14,5	25,0	51,3	51,1	40,3	3,9	3,6	6,7	9,4	8,2	3,3	2,8	10,1	12,1	12,2	17,0	16,5	21,1	14,0	18,1	17,5	12,6	25,6	30,3	32,3
	1	70,5	62,5	42,3	44,2	54,2	57,4	57,9	64,3	65,2	64,8	67,0	71,0	73,0	73,3	72,3	68,8	74,0	68,1	73,0	68,6	62,8	68,5	58,3	54,6	53,1
	2-4	15,0	12,5	6,4	4,7	5,5	38,8	38,5	29,0	25,4	27,0	29,7	26,2	16,9	14,6	15,5	14,2	9,5	10,8	13,0	13,3	19,7	18,9	16,0	15,0	14,6
	Średnia	19,2	18,6	14,6	14,5	14,4	27,3	26,5	24,8	23,6	23,8	26,1	25,4	22,1	21,4	21,6	20,8	19,8	19,9	20,8	21,2	22,7	22,5	20,8	19,7	18,9
Sudecka	0	36,6	50,0	24,4	48,8	29,8	0,9	0,0	0,0	8,1	3,6	1,9	4,3	2,0	26,1	4,5	11,1	15,8	10,5	15,0	10,0	20,9	17,1	7,9	27,5	13,2
	1	46,3	41,2	65,9	48,8	57,4	26,2	49,5	71,6	83,8	75,7	46,2	66,0	90,0	69,6	74,6	61,1	78,9	78,9	85,0	85,0	45,9	52,0	76,2	61,3	64,8
	2-4	17,1	8,8	9,8	2,3	12,8	72,9	50,5	28,4	8,1	20,7	51,9	29,8	8,0	4,3	20,9	27,8	5,3	10,5	0,0	5,0	33,1	30,9	15,9	11,3	22,0
	Średnia	18,2	14,9	17,8	13,1	17,4	39,1	29,0	24,8	19,5	23,1	30,1	24,0	21,5	17,8	24,9	23,1	18,4	19,2	15,5	17,8	27,4	24,7	23,2	18,7	22,2
Karpacka	0	11,3	10,1	25,1	39,5	22,3	0,8	0,8	0,8	7,9	0,8	0,8	0,8	4,2	1,7	0,8	3,9	12,6	6,0	7,1	3,5	14,9	15,6	25,1	29,7	13,5
	1	83,3	78,5	67,5	56,3	74,1	75,6	83,2	84,0	69,0	60,6	87,5	82,5	85,0	80,2	73,3	75,0	65,4	70,9	66,4	78,8	76,5	73,1	63,9	60,6	74,2
	2-4	5,4	11,4	7,3	4,2	3,6	23,6	16,0	15,2	23,0	38,6	11,7	16,7	10,8	18,2	25,8	21,1	22,0	23,1	26,5	17,7	8,6	11,3	11,0	9,7	12,3
	Średnia	17,9	20,7	16,9	15,2	16,2	25,4	23,2	23,4	21,5	27,0	23,5	23,2	22,3	24,0	26,3	26,4	24,8	24,9	26,7	23,5	19,3	19,8	18,6	18,1	21,1
Kraj	0	18,7	19,2	28,5	33,8	27,2	2,9	2,2	4,2	5,1	3,8	8,1	4,9	8,6	9,3	7,8	18,3	19,4	17,9	20,4	21,1	15,9	17,1	22,3	26,3	21,1
	1	70,9	70,0	64,1	54,9	66,6	50,8	57,3	64,6	66,8	66,5	69,6	70,7	74,0	72,2	75,8	71,0	71,9	72,1	68,0	70,0	62,6	63,2	60,3	57,7	60,9
	2-4	10,4	10,8	7,4	11,3	6,2	46,3	40,6	31,2	28,1	29,7	22,3	24,3	17,4	18,5	16,4	10,7	8,7	9,9	11,6	8,9	21,4	19,7	17,4	16,0	18,0
	Średnia	18,5	19,3	17,0	17,3	16,8	30,1	28,2	25,9	24,7	25,2	24,1	24,9	22,8	22,7	22,5	19,2	19,0	19,4	19,6	18,8	23,2	22,4	21,5	20,6	21,3

Tabela 4.2. – cd.

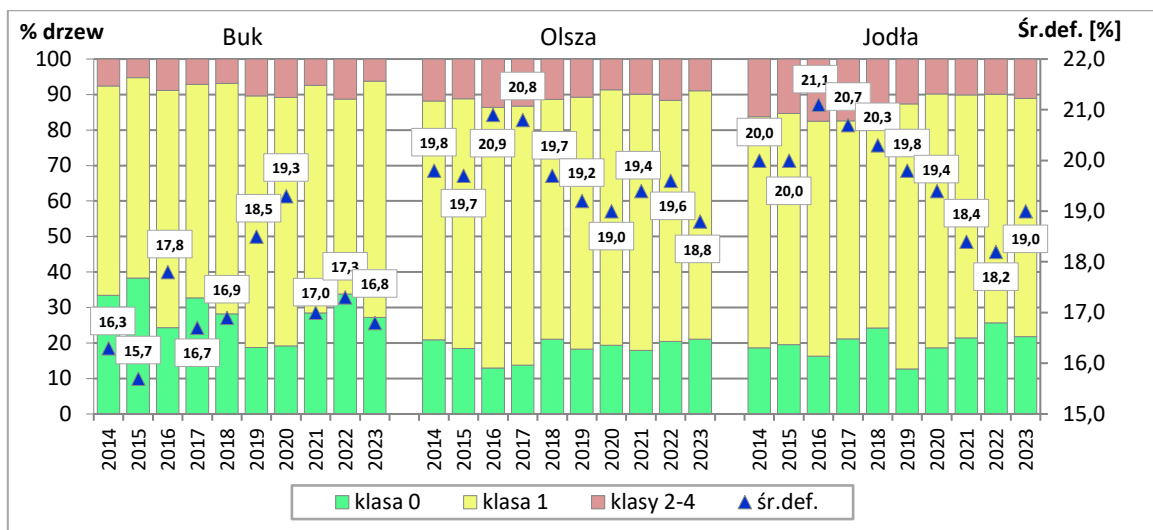
Krajna przyrodniczo-leśna	Kl. def., śr. def.	Iglaste razem					Liściaste razem					Gatunki razem				
		2019	2020	2021	2022	2023	2019	2020	2021	2022	2023	2019	2020	2021	2022	2023
Baltycka	0	9,0	8,1	6,6	10,2	8,7	17,6	16,9	18,4	17,4	15,6	13,0	12,2	12,2	13,7	12,0
	1	80,7	81,6	81,0	79,9	82,9	68,4	69,9	68,6	59,5	69,1	75,0	76,1	75,1	70,0	76,3
	2-4	10,2	10,4	12,4	9,9	8,4	14,0	13,2	13,0	23,1	15,3	12,0	11,7	12,7	16,3	11,7
	Średnia	20,6	21,0	21,8	20,2	20,0	20,3	20,6	20,3	22,3	20,9	20,5	20,8	21,1	21,2	20,4
Mazursko- Podlaska	0	3,0	1,8	1,5	2,8	3,2	13,9	10,4	10,3	19,1	20,5	7,4	5,2	5,1	9,7	10,5
	1	87,0	88,0	86,8	85,6	83,1	78,2	80,6	81,2	71,3	72,3	83,4	85,1	84,5	79,6	78,5
	2-4	10,0	10,2	11,7	11,5	13,7	7,9	9,0	8,4	9,6	7,1	9,2	9,7	10,4	10,7	10,9
	Średnia	22,6	22,3	23,3	22,7	23,1	19,7	20,3	20,5	20,0	19,0	21,4	21,5	22,1	21,5	21,4
Wielkopolsko- Pomorska	0	4,8	4,5	5,8	9,4	9,1	14,4	10,7	13,4	13,4	10,0	6,9	5,9	7,5	10,3	9,3
	1	73,8	77,8	76,1	78,5	76,9	59,3	64,2	61,6	67,4	68,7	70,5	74,7	72,8	75,9	75,0
	2-4	21,5	17,6	18,1	12,1	14,0	26,4	25,1	25,0	19,2	21,3	22,6	19,3	19,7	13,7	15,7
	Średnia	23,4	22,8	22,9	20,7	21,2	23,9	24,3	23,3	22,1	23,0	23,5	23,1	23,0	21,1	21,6
Mazowiecko- Podlaska	0	2,3	1,6	2,7	4,7	4,6	7,6	7,9	9,5	9,2	12,2	4,4	4,0	5,3	6,5	7,5
	1	74,9	73,3	75,1	73,6	74,2	70,4	60,6	68,4	69,8	72,5	73,2	68,5	72,5	72,2	73,6
	2-4	22,7	25,1	22,3	21,7	21,2	21,9	31,4	22,1	20,9	15,3	22,4	27,5	22,2	21,4	19,0
	Średnia	24,7	26,0	24,7	24,5	24,3	23,2	25,8	23,8	23,0	21,4	24,1	25,9	24,4	23,9	23,2
Śląska	0	6,7	9,1	7,3	13,6	10,1	6,0	10,7	9,1	7,1	5,9	6,4	9,8	8,1	10,6	8,1
	1	59,1	73,7	81,0	77,1	75,2	27,7	46,8	62,2	64,9	59,6	45,0	61,5	72,3	71,5	68,0
	2-4	34,1	17,2	11,7	9,3	14,7	66,3	42,5	28,7	28,0	34,4	48,6	28,7	19,5	18,0	23,9
	Średnia	26,4	22,4	21,4	19,9	21,8	36,5	28,9	25,7	24,9	26,6	30,9	25,3	23,4	22,2	24,0
Małopolska	0	9,5	8,7	11,3	11,4	11,2	8,8	8,5	16,8	18,1	17,8	9,3	8,6	13,4	14,0	13,7
	1	70,4	70,4	71,3	71,4	71,4	63,8	66,4	64,4	64,8	64,3	68,0	68,9	68,7	68,9	68,7
	2-4	20,1	20,9	17,4	17,2	17,4	27,4	25,1	18,8	17,0	17,9	22,8	22,5	17,9	17,1	17,6
	Średnia	23,3	23,4	21,9	22,1	22,2	24,6	23,9	21,8	21,1	21,1	23,8	23,6	21,9	21,7	21,8
Sudecka	0	27,4	19,7	1,9	5,7	0,7	14,1	13,4	6,8	23,6	10,9	21,1	16,8	4,3	14,3	5,7
	1	35,3	65,1	79,6	76,2	63,5	41,3	53,5	75,7	68,7	69,6	38,2	59,7	77,8	72,6	66,5
	2-4	37,2	15,2	18,5	18,1	35,8	44,6	33,1	17,5	7,7	19,6	40,7	23,5	18,0	13,1	27,8
	Średnia	23,6	20,1	23,2	23,0	26,0	29,8	24,6	22,7	18,0	22,1	26,5	22,2	23,0	20,6	24,1
Karpacka	0	6,6	13,1	15,5	18,9	13,6	10,7	11,1	20,8	28,7	14,7	8,6	12,1	18,1	23,6	14,1
	1	78,7	72,2	69,4	63,1	63,5	79,8	76,1	68,7	61,2	73,4	79,3	74,1	69,1	62,1	68,3
	2-4	14,7	14,7	15,0	18,0	22,9	9,5	12,8	10,6	10,1	11,9	12,1	13,8	12,9	14,2	17,6
	Średnia	21,9	21,4	20,7	20,8	22,6	20,0	21,0	18,9	18,1	20,1	20,9	21,2	19,8	19,5	21,4
Kraj	0	6,3	6,2	6,8	9,5	8,5	11,6	11,0	14,3	16,5	14,2	8,3	8,0	9,7	12,2	10,7
	1	74,2	76,3	76,5	76,0	75,4	64,6	66,4	67,8	65,4	68,6	70,6	72,6	73,2	72,0	72,8
	2-4	19,6	17,5	16,6	14,5	16,1	23,8	22,6	17,9	18,1	17,2	21,1	19,4	17,1	15,9	16,5
	Średnia	23,3	22,9	22,6	21,6	22,1	23,7	23,4	21,9	21,6	21,5	23,4	23,1	22,4	21,6	21,9



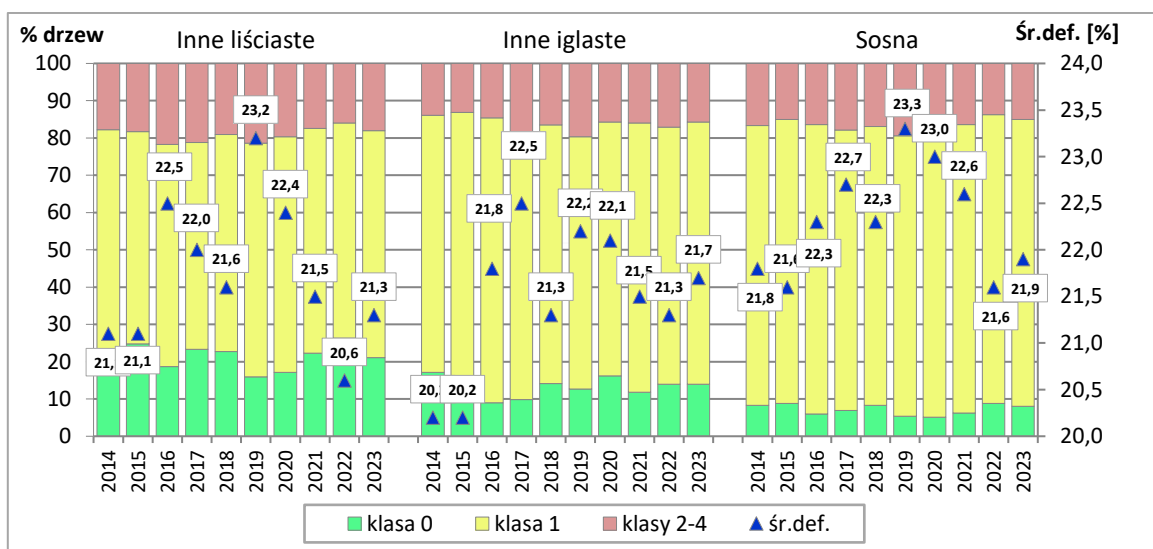
Rycina 4.1. Średni udział [%] drzew monitorowanych gatunków w klasach defoliacji oraz średnia wartość średniej defoliacji [%] w dziesięcioleciu 2014–2023. Wiek drzew > 20 lat. Wszystkie formy własności.



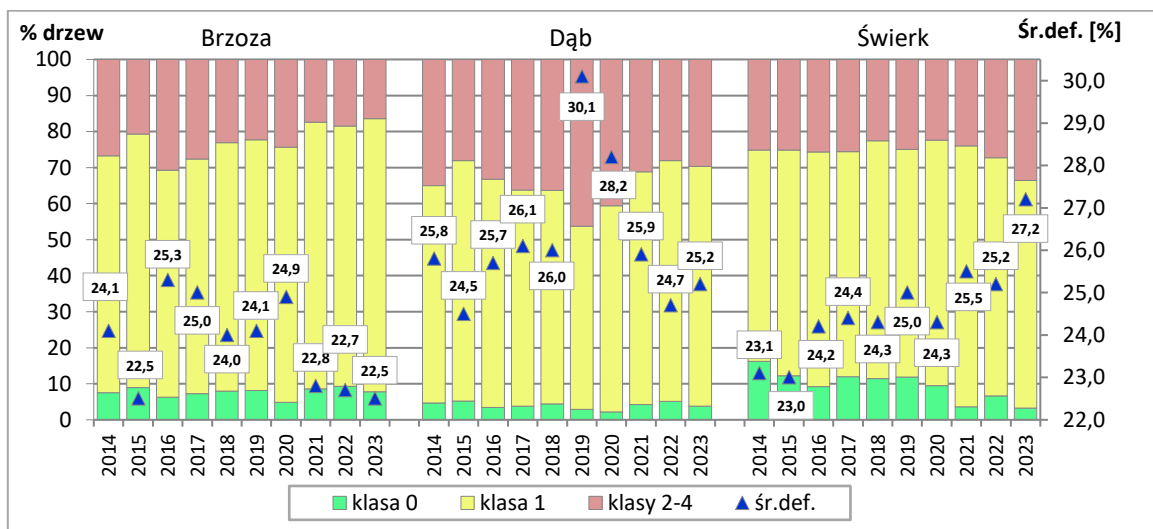
Rycina 4.2. Udział drzew [%] gatunków iglastych, liściastych i razem w klasach defoliacji oraz średnia defoliacja [%] w latach 2014–2023. Wiek powyżej 20 lat. Wszystkie formy własności.



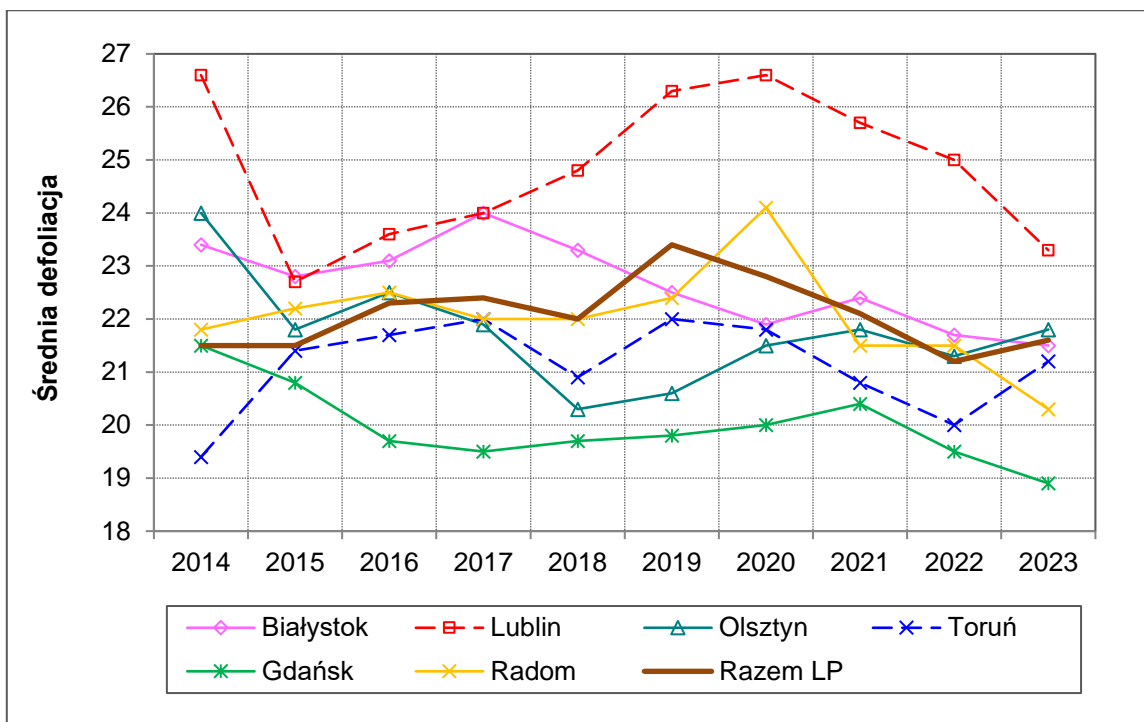
Rycina 4.3. Udział [%] buka, olszy i jodły w klasach defoliacji oraz średnia defoliacja [%] w latach 2014–2023. Wiek powyżej 20 lat. Wszystkie formy własności.



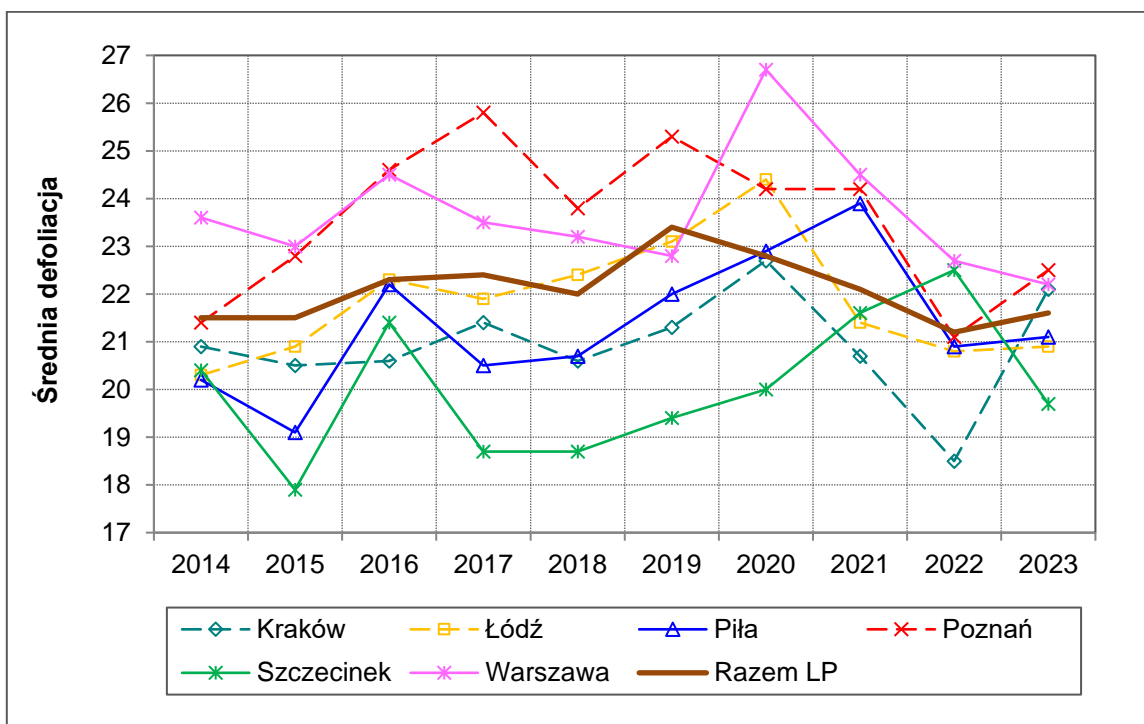
Rycina 4.4. Udział [%] ‘innych liściastych’, ‘innych iglastych’ i sosny w klasach defoliacji oraz śr. defoliacja [%] w latach 2014–2023. Wiek powyżej 20 lat. Wszystkie formy własności.



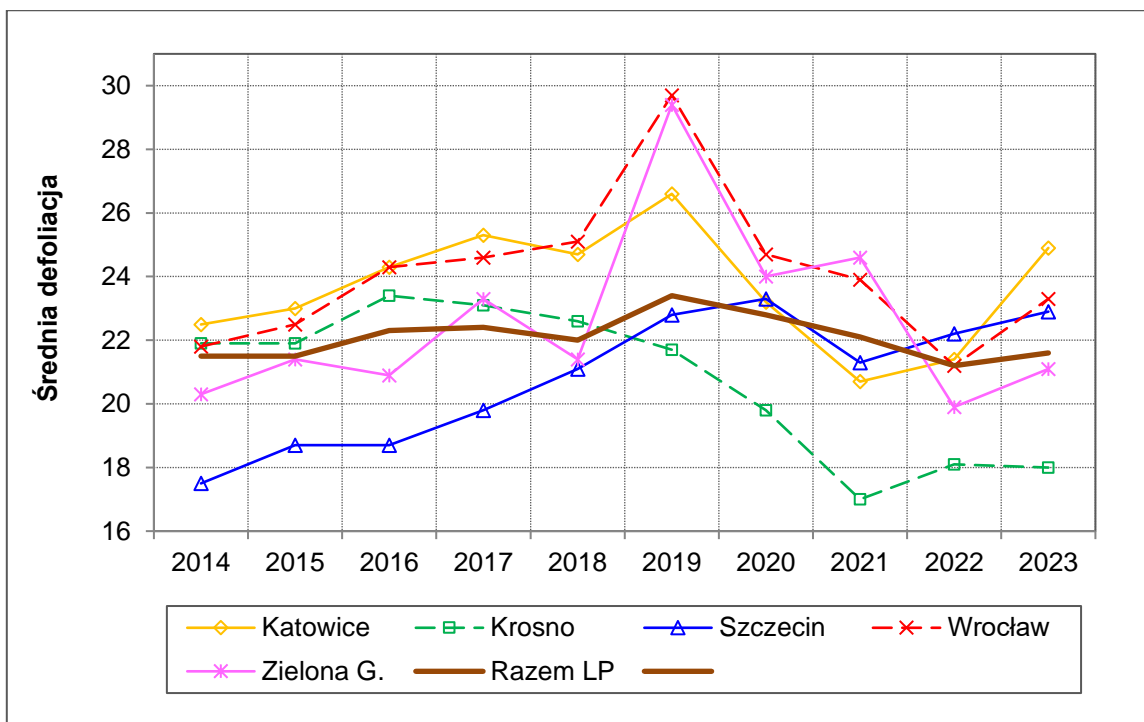
Rycina 4.5. Udział [%] brzozy, dębu i świerka w klasach defoliacji oraz śr. defoliacja [%] w latach 2014–2023. Wiek powyżej 20 lat. Wszystkie formy własności.



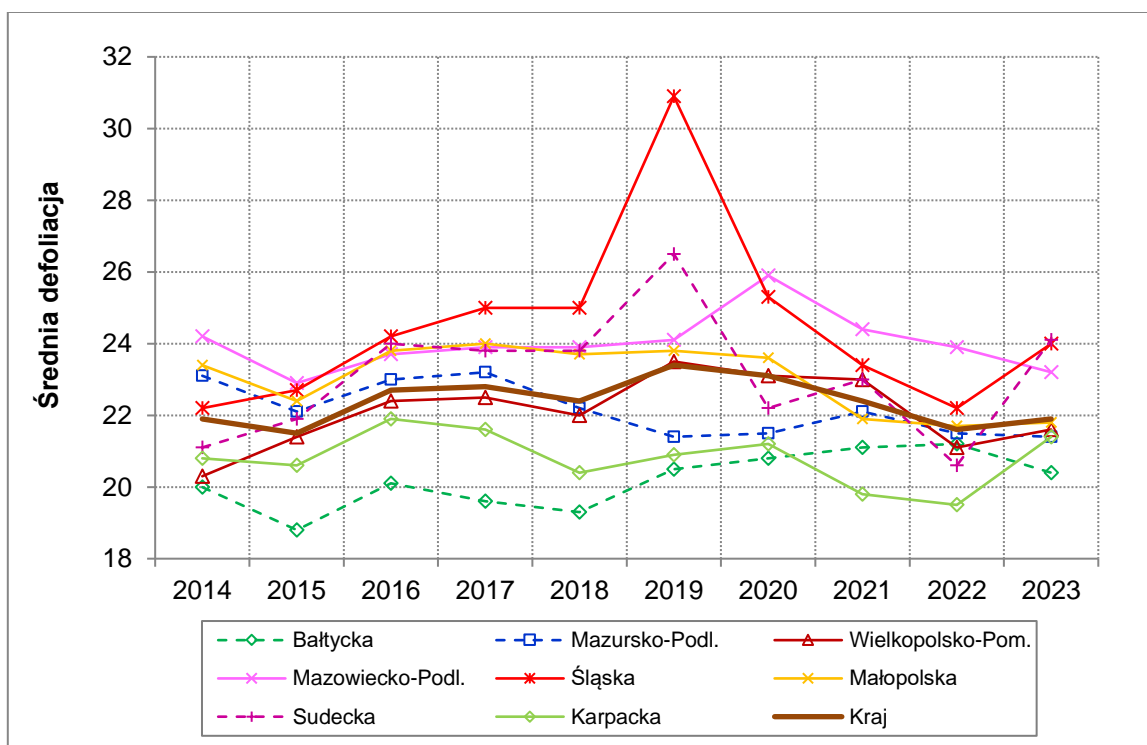
Rycina 4.6. Średnia defoliacja (gatunki razem) w latach 2014-2023. RDLP, w których różnica między minimum i maksimum średniej defoliacji w dziesięcioleciu zawiera się w przedziale 2,5 – 4,0 punkty procentowe. Wiek drzew powyżej 20 lat. Lasy w zarządzie Lasów Państwowych.



Rycina 4.7. Średnia defoliacja (gatunki razem) w latach 2014-2023. RDLP, w których różnica między minimum i maksimum średniej defoliacji w dziesięcioleciu zawiera się w przedziale 4,1 – 4,8 punktów procentowych. Wiek drzew powyżej 20 lat. Lasy w zarządzie Lasów Państwowych.



Rycina 4.8. Średnia defoliacja (gatunki razem) w latach 2014-2023. RDLP, w których różnica między minimum i maksimum średniej defoliacji w dziesięcioleciu zawiera się w przedziale 6,4 – 10,0 punktów procentowych. Wiek drzew powyżej 20 lat. Lasy w zarządzie Lasów Państwowych.



Rycina 4.9. Średnia defoliacja drzew monitorowanych gatunków łącznie w krainach przyrodniczo-leśnych w latach 2014-2023. Wiek powyżej 20 lat. Wszystkie formy własności.

5. OCENA USZKODZEŃ DRZEW NA STAŁYCH POWIERZCHNIACH OBSERWACYJNYCH I RZĘDU MONITORINGU LASU W 2023 ROKU – PAWEŁ LECH

5.1. Charakterystyka zebranych danych

W 2023 roku ocenę symptomów uszkodzeń i przyczyn ich powstawania wykonano na 2071 SPO I rzędu, łącznie na 41 420 drzewach 41 gatunków. Najliczniej reprezentowany był rodzaj sosna, a w nim sosna zwyczajna (21 990 drzew i 53,09% wszystkich drzew), następnie brzoza, głównie brzoza brodawkowata (4 167 drzew i 10,06%), dąb – przede wszystkim rodzime gatunki dębów (3 562 drzewa i 8,60%), olsza – głównie olsza czarna (2963 drzewa i 7,15%), buk (1783 drzewa i 4,40%), świerk pospolity (1 707 drzew i 4,12%) oraz jodła (1159 drzew i 2,80% wszystkich drzew). Łącznie było 25 517 drzew 8 gatunków iglastych (w tym 66 drzew 4 gatunków obcych), co stanowiło 61,61% wszystkich ocenianych drzew oraz 15 903 (38,39%) drzew 33 gatunków liściastych. Liczba drzew 8 gatunków (So, Św, Jd, Dbsz, Dbb, Bk, Brzb i Olcz) przekraczała jeden tysiąc, a kolejnych 4 (Gb, Tpo, Md, Jw) zawierała się w przedziale 500–1000 drzew. W przypadku 22 gatunków (4 iglastych i 18 liściastych) liczba drzew nie przekraczała 100, przy czym dla 9 gatunków była mniejsza niż 10 drzew.

Łącznie na SPO I rzędu stwierdzono 51 248 uszkodzeń, które występowały na 32 130 drzewach, co stanowiło 77,57% ocenianych drzew. W porównaniu do roku 2022 nastąpił wzrost udziału drzew uszkodzonych o blisko 0,73 punktu procentowego. Uszkodzeń o nasileniu przekraczającym 40% było 3636 (w roku 2022 uszkodzeń o podobnym nasileniu było 3483, a w roku 2021 – 3397), co stanowiło 7,09% wszystkich odnotowanych uszkodzeń drzew, i oznaczało wzrost względem roku poprzedniego o 0,12 punktu procentowego. Na 16 610 drzewach stwierdzono występowanie jednego uszkodzenia, na 11 922 – dwóch uszkodzeń, a na 3 598 drzewach – trzech. Nieuszkodzonych było łącznie 9 290 drzew, co stanowiło 22,43% drzew ocenianych. W roku 2022 na SPO I rzędu udział drzew nieuszkodzonych wynosił 23,16%, w 2021 roku 22,47% oraz w roku 2020 – 21,72%. Spośród głównych lasotwórczych gatunków iglastych najwięcej drzew bez uszkodzeń cechowało sosnę zwyczajną (29,93%) i jodłę (29,08%), a znacznie mniej świerka (19,57%). Spośród gatunków liściastych największym udziałem drzew bez uszkodzeń cechował się buk (14,92%), następnie brzoza brodawkowata (12,79%), olsza czarna (9,85%), i najmniejszym – rodzime dęby (5,50%). Oznacza to, że w porównaniu do roku 2022, zmiany udziału drzew nieuszkodzonych były niewielkie.

5.2. Występowanie uszkodzeń drzew wg gatunków, rdLP i krain przyrodniczo-leśnych

Przeciętna liczba uszkodzeń przypadających na jedno drzewo wyróżnionych gatunków i grup gatunków w 2023 roku zawierała się w przedziale od 0,90 (dla domieszkowych gatunków iglastych) do 1,50 (dla dębu) (tab. 5.1). Średnia wartość tego parametru dla drzew wszystkich gatunków wynosiła 1,24 i była taka wyższa niż w latach poprzednich. Na drzewach wszystkich głównych lasotwórczych gatunków liściastych na jedno drzewo przypadało powyżej jednego uszkodzenia. W przypadku gatunków iglastych

taka sytuacja miała miejsce dla świerka, jodły i sosny, natomiast dla domieszkowych gatunków iglastych wartość tego parametru była mniejsza od jedności. W porównaniu do roku 2022 nastąpił nieznaczny spadek częstości występowania uszkodzeń u dwóch wyróżnionych gatunków (buka i olszy), a u pozostałych gatunków i grup gatunków drzew – wzrost. Przeprowadzona analiza trendów zmian nasilenia występowania uszkodzeń na drzewach w dziesięcioleciu 2014–2022 (test Mann-Kendall’a) wykazała wzrost nasilenia częstości występowania uszkodzeń u wszystkich wyróżnionych gatunków drzew (tab. 5.1).

Dla sosny, świerka, dębu, brzozy i olszy wraz z wiekiem następował wzrost średniej liczby uszkodzeń występujących na jednym drzewie. W przypadku domieszkowych gatunków liściastych liczba uszkodzeń występująca na jednym drzewie była podobna we wszystkich wyróżnionych klasach wieku. W przypadku jodły i buka drzewa najmłodsze (21–40 lat) i najstarsze (powyżej 80 lat) cechowały się wyższym nasileniem występowania uszkodzeń niż drzewa z przedziału wieku 41–80 lat, natomiast odwrotna prawidłowość cechowała domieszkowe gatunki iglaste (tab. 5.1).

Zróznicowanie pomiędzy krainami przyrodniczo-leśnymi pod względem średniej liczby uszkodzeń przypadającej na jedno drzewo w roku 2023 zawierało się w przedziale od 0,90 (Kraina Mazursko-Podlaska) do 1,55 (Kraina Sudecka) (tab. 5.2). Największe różnice pomiędzy krainami przyrodniczo-leśnymi pod względem liczby uszkodzeń na jednym drzewie stwierdzono dla świerka oraz dla olszy. Wyróżnione główne gatunki drzew najwyższe wartości wskaźnika średniej liczby uszkodzeń występujących na jednym drzewie osiągały dla różnych krain przyrodniczo-leśnych: sosna – w Krainie Mazowiecko-Podlaskiej (1,12 uszkodzenia/drzewo), świerk – w Krainie Sudeckiej (1,61), dąb – w Krainie Śląskiej (2,16), buk – w Krainie Karpackiej (1,56), brzoza – w Krainie Karpackiej (1,76) i olsza – w Krainie Bałtyckiej (1,93 uszkodzenia/drzewo). Dla wielu krain przyrodniczo-leśnych liczebności drzew niektórych gatunków były niewielkie (poniżej 50).

W porównaniu do roku 2022 odnotowano wzrost średniej liczby uszkodzeń przypadających na jedno drzewo w 5 krainach przyrodniczo-leśnych, spadek w jednej, zaś w dwóch krainach nie uległ on zmianie. Wykonana za pomocą testu Mann-Kendall’a analiza trendów dla dziesięciolecia 2014–2023 wykazała wzrost nasilenia występowania uszkodzeń w 7 krainach oraz brak trendu w jednej – Krainie Mazursko-Podlaskiej (tab. 5.2).

Średnia liczba uszkodzeń przypadająca na jedno drzewo w rdLP zawierała się w przedziale od 0,84 (RDPL w Gdańsku) do 1,79 (RDLP w Szczecinie). Mniejsza niż przeciętna dla całej Polski liczba uszkodzeń na 1 drzewie (1,24 uszkodzenia/drzewo) wystąpiła w 7 rdLP (w Białymstoku, Lublinie, Olsztynie, Pile, Poznaniu, Toruniu i Gdańsku), w Łodzi była taka sama, a w pozostałych rdLP oraz w parkach narodowych była wyższa. W 10 rdLP (w Katowicach, Krośnie, Łodzi, Pile, Poznaniu, Szczecinie, Toruniu, Wrocławiu, Zielonej Górze i Radomiu) oraz w parkach narodowych w roku 2023 w porównaniu

do roku 2022 odnotowano wzrost średniej liczby uszkodzeń występujących na 1 drzewie. Spadek wystąpił w 4 RDLP, a w RDLP w Białymstoku, Olsztynie i Warszawie nie uległ zmianie (tab. 5.2).

Największą średnią liczbą uszkodzeń na jednym drzewie w 2023 roku cechowały się sosny w RDLP w Szczecinie oraz w parkach narodowych (odpowiednio 1,62 i 1,54 uszkodzenia/drzewo). Spośród gatunków iglastych najwyższymi wartościami wskaźnika cechowały się świerki w rdLP w Katowicach i Szczecinku i Krakowie (odpowiednio 1,74 i 1,60 uszkodzenia/drzewo), a w przypadku gatunków liściastych – dęby – w 4 RDLP (w Zielonej Górze, Szczecinie, Szczecinku i Katowicach) oraz w parkach narodowych przekraczała wartość 2 uszkodzeń/drzewo, w kolejnych 10 zawierała się w przedziale 1,5-2,0 i w 3 RDLP (w Białymstoku, Olsztynie i Gdańsku) była niższa niż 1,5 uszkodzenia/drzewo (tab. 5.2). Wykonana analiza trendów wykazała, że w 14 rdLP (Katowice, Kraków, Lublin, Łódź, Olsztyn, Piła, Poznań, Szczecin, Szczecinek, Toruń, Wrocław, Zielona Góra, Radom i Warszawa) oraz w parkach narodowych następował wzrost średniej liczby uszkodzeń na jednym drzewie w okresie 2014–2023, w RDLP w Krośnie występował w tym okresie prawdopodobny spadek, a w RDLP w Białymstoku i w Gdańsku nie stwierdzono trendu zmian nasilenia występowania uszkodzeń drzew (tab. 5.2).

Na charakter występujących zagrożeń wskazuje zestawienie najczęściej stwierdzanych symptomów i lokalizacji uszkodzeń zarejestrowanych dla danego drzewa oraz związanych z nimi czynników sprawczych w układzie poszczególnych gatunków drzew (tab. 5.3). Odsetek drzew, dla których pomimo wykonanej oceny nie udało się określić czynnika sprawczego, wynosił w 2023 roku 31,8% i był o 0,2 punktu procentowego mniejszy niż w roku 2022. Dla świerka, jodły domieszkowych gatunków iglastych oraz buka największym udziałem cechowały się uszkodzenia, dla których nie można było wskazać jednoznacznej przyczyny, tj. „badane niezidentyfikowane”. W przypadku sosny dominującą kategorią czynników sprawczych była „konkurencja i inne czynniki”, natomiast dla dębu, brzozy, olszy i domieszkowych gatunków liściastych najczęściej wskazywanym czynnikiem sprawczym rejestrowanych uszkodzeń były „owady”. Odpowiadały one za od 51,5% uszkodzeń olszy do 28,7% uszkodzeń domieszkowych gatunków liściastych. Najczęściej identyfikowanymi symptomami uszkodzeń w przypadku wszystkich gatunków razem, świerka, dębu, brzozy, olszy oraz domieszkowych gatunków liściastych był „ubytek igieł/liści” (29,9% wszystkich stwierdzonych uszkodzeń). W przypadku sosny, jodły i domieszkowych gatunków iglastych oraz buka dominowały „deformacje” – odpowiednio 27,7%, 34,0%, 23,2% i 31,6%. Częścią drzewa, którego najczęściej dotyczyły uszkodzenia na drzewach iglastych oraz na buku i domieszkowych gatunkach liściastych była strzała, a na pozostałych gatunkach liściastych – liście (tab. 5.3).

5.3. Charakterystyka uszkodzeń pod względem lokalizacji w obrębie drzewa, występujących symptomów i głównych kategorii czynników sprawczych

Lokalizacja uszkodzeń w obrębie drzewa

Uwzględniając podział na części morfologiczne drzew (strzała razem z szczył korzeniową, gałęzie wraz z pędami i pączkami oraz igły bądź liście), najczęściej wskazywanym miejscem położenia symptomów zarejestrowanych w roku 2023, podobnie jak w latach poprzednich, była strzała (47,92% wszystkich wskazanych lokalizacji uszkodzeń), w tym przede wszystkim pień pomiędzy szczył korzeniową i koroną (25,14%), oraz liście bądź igły – 33,68% (tab. 5.4). Udział gałęzi, pędów i pączków jako miejsc występowania uszkodzeń był znacząco mniejszy – odpowiednio 18,40% lokalizacji uszkodzeń.

Wśród wszystkich wyróżnionych gatunków iglastych oraz u buka i domieszkowych gatunków liściastych najczęściej występującą lokalizacją uszkodzeń była strzała, zaś u dębów, brzozy i olszy – liście (tab. 5.4). W przypadku sosny poza strzałą uszkodzenia występowały znacząco mniej licznie na gałęziach, pędach i pączkach (21,82%) oraz na igłach (18,47% uszkodzeń sosny). Podobnie, u jodły i iglastych gatunków domieszkowych uszkodzenia częściej występowały na gałęziach, pędach i pączkach niż na igłach. U świerka większym udziałem cechowały się igły (27,56%), a gałęzie nieco mniejszym (17,23%). Strzała była drugim pod względem udziału miejscem występowania uszkodzeń u dębów, brzozy i olszy. U buków i domieszkowych gatunków liściastych, drugim po strzale, najwyższym udziałem lokalizacji uszkodzeń były liście (odpowiednio 36,13% oraz 40,62% uszkodzeń tych gatunków), najniższym zaś – gałęzie pędy i pączki (odpowiednio 12,95% i 14,54%) (tab. 5.4).

Symptomy uszkodzeń

Wśród symptomów uszkodzenia największym udziałem w roku 2023 wyróżniał się ubytek igieł/liści (29,9% wszystkich symptomów uszkodzeń), który dominował u świerka i wszystkich, z wyjątkiem buka, gatunków liściastych (tab. 5.5). Znaczący był również udział deformacji (21,7% wszystkich uszkodzeń), które przeważały u sosny, jodły, domieszkowych gatunków iglastych i buka (odpowiednio 27,7%, 34,0%, 23,2% i 31,6,5% wszystkich symptomów dla danego gatunku). W przypadku pozostałych wyróżnionych gatunków liściastych udział deformacji zawierał się w przedziale 9,4% (dęby) – 21,2% (domieszkowe gatunki liściaste). Wśród wyróżnionych symptomów uszkodzenia mniejszymi udziałami cechowały się rany (9,2%), których udział był wysoki w przypadku świerka, jodły i buka (odpowiednio 18,1%, 16,3% i 15,4%), następnie drzewa pochylone (8,9%), martwe, obumierające gałęzie (8,5%) oraz przebarwienia liści/igieł (5,4% wszystkich symptomów uszkodzeń). W przypadku świerka dużym udziałem cechowały się ponadto wycieki żywicy (16,5% symptomów uszkodzenia drzew tego gatunku). Udział pozostałych symptomów był wyraźnie niższy i zawierał się w przedziale od 3,5% (zgnilizna) do 0,2% (nienaturalne rozmiary liści/igieł). Pojedynczo (łącznie 8 przypadków) wystąpiły w 2023 roku takie symptomy jak drzewa przewrócone (tab. 5.5).

Czynniki sprawcze

Spółród wyróżnionych kategorii czynników sprawczych uszkodzeń drzew najwyższy udział, poza kategorią badane, niezidentyfikowane (31,8% wszystkich przypadków), miały w 2023 roku konkurencja i inne czynniki oraz owady (odpowiednio: 26,14% i 18,62%) (tab. 5.6). Znacznie rzadziej wskazywano na czynniki abiotyczne (10,16%), grzyby (6,3%) oraz bezpośrednio oddziaływanie człowieka (5,65%) (tab. 5.6).

Konkurencja i inne czynniki odpowiadały za 36,40% wszystkich uszkodzeń sosny, 20,49% uszkodzeń świerka, 23,58% uszkodzeń jodły oraz 24,41% uszkodzeń domieszkowych gatunków iglastych. W przypadku drzew gatunków liściastych, poza bukiem, najczęściej wskazywanym czynnikiem sprawczym uszkodzeń były owady. Odpowiadały one za 51,52% uszkodzeń olszy czarnej, 36,69% uszkodzeń dębów, 34,19% uszkodzeń brzozy brodawkowatej oraz 26,93% domieszkowych gatunków liściastych. U buków najczęściej wskazywanym czynnikiem sprawczym uszkodzeń były czynniki abiotyczne (20,18% uszkodzeń tego gatunku drzewa). W przypadku jodły i dębów znaczny udział, jako przyczyna uszkodzeń drzew, miały także grzyby (odpowiednio 14,04% i 13,76%). Czynniki abiotyczne, poza bukiem, stanowiły znaczącą przyczynę uszkodzeń występujących na domieszkowych gatunkach liściastych i iglastych oraz brzozach (odpowiednio 12,40%, 12,04% i 11,77% uszkodzeń danego gatunku/grupy gatunków), natomiast bezpośrednio działanie człowieka – domieszkowych gatunków iglastych (8,70%), buka (8,63%), jodły (8,52%), sosny i świerka (odpowiednio 8,09% i 7,44%). Pozostałe kategorie czynników sprawczych nie miały znaczącego udziału w powstawaniu uszkodzeń poszczególnych gatunków drzew. Na podkreślenie zasługuje fakt całkowitego braku uszkodzeń spowodowanych przez bezpośrednio oddziaływanie zanieczyszczeń powietrza oraz bardzo mała liczba uszkodzeń (16 przypadków), których przyczyną były pożary (tab. 5.6).

Udział uszkodzeń, dla których nie zidentyfikowano czynnika sprawczego w 2023 roku w przypadku gatunków iglastych, zawierał się w przedziale 34,99–47,18%, zaś w odniesieniu do gatunków liściastych – od 17,41% do 32,97% (tab. 5.6). Największym udziałem niezidentyfikowanych czynników sprawczych cechował się świerk i domieszkowe gatunki iglaste, najmniejszym zaś – olsza. W roku 2023, w porównaniu do roku poprzedniego, udział uszkodzeń, dla których nie określono czynnika sprawczego zwiększył się dla 4 gatunków/grup gatunków (domieszkowych gatunków iglastych, buka, brzozy i domieszkowych gatunków liściastych). Zmiany te były niewielkie, największa cechowała domieszkowe gatunki iglaste – 3,32 punktu procentowego. Analiza trendów w okresie 2010–2023 wykazała poprawę identyfikowalności przyczyn uszkodzeń dla 3 gatunków drzew (sosny, dębu i brzozy) oraz wszystkich drzew łącznie i brak statystycznie istotnego trendu dla 6 gatunków/grup gatunków drzew – świerka, jodły, domieszkowych gatunków iglastych, buka, olszy i domieszkowych gatunków liściastych (tab. 5.6).

Owady oraz konkurencja i inne czynniki

W 2023 roku na SPO I rzędu stwierdzono 9540 przypadków uszkodzeń spowodowanych przez owady, co stanowiło przyczynę 18,62% wszystkich uszkodzeń (tab. 5.6). Najliczniejszymi wśród owadów sprawcami szkód, podobnie jak w latach poprzednich, były owady liściożerne (foliofagi) – stanowiły one 79,14% wszystkich przypadków uszkodzeń tej kategorii sprawców. Udział powyżej 5% cechował ponadto owady uszkadzające pień, gałęzie i pędy oraz owady ssące (tab. 5.7). Udział wyróżnianych grup owadów powodujących uszkodzenia w roku 2023 był podobny do tego z lat poprzednich.

Spośród wszystkich uszkodzeń spowodowanych przez owady w roku 2023 na drzewach iglastych występowało łącznie 11,96%, w tym na sośnie 9,34%, świerku – 1,83%, jodle – 0,55% oraz na domieszkowych gatunkach iglastych – 0,24% (tab. 5.7). Uwzględniając liczbę drzew poszczególnych gatunków, największym udziałem uszkodzeń spowodowanych przez owady cechował się świerk, następnie iglaste gatunki domieszkowe, sosna, a najmniejszym – jodła. W przypadku sosny dominującymi grupami owadów powodujących uszkodzenia drzew były kambiofagi (uszkadzające pień, gałęzie, pędy) i foliofagi, w przypadku świerka – kambiofagi, a w przypadku jodły – owady ssące. Na gatunkach liściastych występowało łącznie 88,04% uszkodzeń spowodowanych przez owady. U wszystkich wyróżnionych gatunków liściastych dominującą grupą owadów powodującą uszkodzenia były foliofagi. Udział innych grup owadów był wielokrotnie mniejszy (tab. 5.7).

Konkurencja i inne czynniki były najczęściej wskazywaną grupą czynników sprawczych uszkodzeń drzew na SPO I rzędu w 2023 roku – stwierdzono 13 394 uszkodzeń tej kategorii, co stanowiło 26,14% wszystkich uszkodzeń (tab. 5.6). Udział uszkodzeń spowodowanych przez tę grupę czynników na drzewach iglastych wynosił 68,66%, a na liściastych – 31,34% (tab. 5.7), co w przybliżeniu odpowiada proporcji liczby drzew obydwu kategorii. Konkurencja charakteryzowała się największym udziałem (84,37%) wśród wyróżnionych podkategorii tej grupy sprawców i dominowała w przypadku wszystkich wyróżnionych gatunków i grup gatunków drzew. Udziałem powyżej 1% cechowały się również takie podkategorie, jak: epifity, pasożyty (8,78%) i inne znane, ale niepodane (1,65%). Względnie wysoki był również udział uszkodzeń, dla których wskazano ogólną nazwę kategorii, bez dalszej specyfikacji (4,55%, tab. 5.7).

Występowanie uszkodzeń spowodowanych przez jemiolę

W ostatnich latach obserwuje się nasilenie występowania jemioli na terenach leśnych. Dlatego też, podobnie jak miało to miejsce w latach poprzednich, przeanalizowano najważniejsze aspekty tego zjawiska, wykorzystując do tego celu wyniki obserwacji monitoringowych i oceny występowania uszkodzeń drzew na SPO I rzędu z lat 2008–2023.

Udział jemioli wśród wyróżnianych czynników sprawczych uszkodzeń w roku 2023 był relatywnie niewielki. Łącznie stwierdzono 1172 uszkodzeń spowodowanych przez tę grupę czynników, co stanowiło jedynie 2,29% wszystkich zarejestrowanych. Również relatywnie niewielka była przeciętna liczba uszkodzeń tej kategorii przypadająca na jedno drzewo. Dlatego w zestawieniu (tab. 5.8) i na rycinie (ryc.

5.1) posługiwano się wartościami zmodyfikowanymi, pomnożonymi przez 100. Oznacza to, że jeżeli wartość tego wskaźnika równa się 1, to statystycznie jedno uszkodzenie spowodowane przez jemiolę przypadało na 100 ocenianych drzew.

Występowanie uszkodzeń spowodowanych przez jemiolę w roku 2023, podobnie jak w kilku poprzednich latach, dotyczyło 11 następujących gatunków drzew: sosny zwyczajnej (*Pinus sylvestris* L.), jodły (*Abies alba* Mill.), brzozy brodawkowatej (*Betula pendula* Roth), brzozy omszonej (*Betula pubescens* Ehrh.), klonu zwyczajnego (*Acer platanoides* L.), klonu jaworu (*Acer pseudoplatanus* L.), wierzby białej (*Salix alba* L.), robinii akacjowej (*Robinia pseudoacacia* L.), topoli białej (*Populus alba* L.), topoli osiki (*Populus tremula* L.), wierzby (*Salix* oraz lipy drobnolistnej (*Tilia cordata* Mill.). W 2023 roku jemiola występowała najczęściej na 2 gatunkach drzew: jodle (7,77 uszkodzeń/100 drzew) oraz sośnie zwyczajnej (4,35 uszkodzeń/100 drzew). Rzadziej była rejestrowana na brzozach (1,50 uszkodzeń/100 drzew) oraz domieszkowych gatunkach liściastych (2,10 uszkodzeń/100 drzew). W przypadku sosny i domieszkowych gatunków liściastych w 2023 roku odnotowano niewielki wzrost nasilenia uszkodzeń powodowanych przez jemiolę w porównaniu do roku 2022, natomiast w przypadku jodły i brzozy – niewielki spadek. Gatunkami wolnymi od uszkodzeń spowodowanych przez jemiolę był świerk, domieszkowe gatunki iglaste, buk, rodzime dęby, olsza czarna (tab. 5.8).

W okresie 2008–2022 występowanie jemioli wykazywało wyraźną tendencję wzrostową. Była ona statystycznie istotna dla wszystkich gatunków i grup gatunków drzew, na których ten pasożyt występował (tab. 5.8). Zauważyć jednak należy, że w ostatnich 2 latach zaobserwowano wyraźnie wolniejsze tempo narastania liczby uszkodzeń spowodowanych przez jemiolę. W roku 2022 wynosił on 5,1% w porównaniu do roku 2021, zaś w roku 2023 już tylko 1,5% względem roku 2022. W latach wcześniejszych wzrost ten był znacząco większy, przeważnie około 20% rok do roku (ryc. 5.1). Zachodzi zatem pytanie, czy zaobserwowane zmniejszenie dynamiki rozprzestrzeniania się jemioli w lasach jest efektem osiągnięcia kulminacji wzrostu liczby uszkodzeń, czy też działań gospodarczych polegających na usuwaniu drzew porażonych. Przeprowadzona analiza wykazała, że na 1203 drzewach zamartwych bądź usuniętych pomiędzy rokiem 2022 i rokiem 2023 występowało łącznie 68 uszkodzeń spowodowanych przez jemiolę, w tym 19 (około 28%) o znacznym rozmiarze – ponad 40%. 52 uszkodzenia występowało na drzewach usuniętych w ramach trzebieży i cięć sanitarnych, a tylko 16 na drzewach martwych pozostających na powierzchniach. Oznacza to, że zmniejszenie dynamiki wzrostu występowania uszkodzeń spowodowanych przez jemiolę jest przede wszystkim skutkiem podejmowanych zabiegów sanitarnych, polegających na usuwaniu drzew silnie porażonych przez pasożyta. Gdyby drzewa usunięte pozostawały na powierzchniach i były uwzględnione w ocenie to przyrost liczby uszkodzeń w roku 2023 względem roku 2022 byłby na poziomie 6%. Zaznaczyć tu również należy, że wykonywanie oceny stanu zdrowotnego drzew w okresie największego rozwoju aparatu asymilacyjnego drzew i podszytu utrudnia prawidłowe wykonanie oceny

występowania patogenu i może prowadzić do uzyskiwanych wskaźników zaniżonych względem rzeczywistych.

5.4. Podsumowanie

Przeprowadzona w Polsce w 2023 roku w ramach monitoringu lasów ocena uszkodzeń drzew wykazała, że 77,57% spośród nich było uszkodzonych. W porównaniu do roku poprzedniego nastąpił niewielki wzrost udziału uszkodzonych drzew i zmniejszenie udziału drzew nieuszkodzonych, co odnosiło się do większości wyróżnionych gatunków i grup gatunków drzew. Wzrost ten spowodował niewielkie zwiększenie nasilenia występowania uszkodzeń na jednym drzewie, z 1,21 w roku 2022 do 1,24 uszkodzenia/drzewo w roku 2023. W 2023 r. dla wszystkich wyróżnionych gatunków i grup gatunków drzew potwierdzono statystycznie wzrost nasilenia występowania uszkodzeń w dziesięcioleciu 2014–2023.

Najczęściej uszkodzonymi częściami drzew wszystkich gatunków iglastych oraz buka była strzała, zaś gatunków liściastych (z wyłączeniem buka) – liście. Udział pierwszej wymienionej lokalizacji, wśród wszystkich uszkodzeń zarejestrowanych w trakcie prac terenowych, wynosił 47,92%, a drugiej – obejmującej również igły w odniesieniu do gatunków iglastych – 33,68%. Udział uszkodzeń gałęzi, pędów i pączków wynosił 18,40% wszystkich uszkodzeń odnotowanych w 2023 roku na SPO I rzędu.

Największy udział wśród wyróżnionych symptomów uszkodzeń stanowił ubytek igieł/liści (29,9%), który to symptom dominował u wszystkich, poza bukiem, wyróżnionych liściastych gatunków drzew oraz u świerka. U sosny, jodły, domieszkowych gatunków iglastych i buka przeważały deformacje. Zwraca również uwagę niewielki odsetek (poniżej 1%) takich symptomów uszkodzenia, jak: oznaki występowania owadów, oznaki występowania grzybów, nekrozy, nienaturalne rozmiary liści/igieł, wycieki na drzewach liściastych oraz drzewa przewrócone.

Wśród zidentyfikowanych czynników sprawczych największym udziałem charakteryzowały się konkurencja i inne czynniki (26,14%) oraz owady (18,62%). Wśród owadów największy udział stanowiły foliofagi (79,14% uszkodzeń spowodowanych przez owady), które dominowały wśród uszkodzeń wywołanych przez tę kategorię sprawców u wszystkich gatunków liściastych. W przypadku gatunków iglastych, sosny, świerka i domieszkowych gatunków iglastych przeważały owady uszkadzające pień, gałęzie i pędy (kambiofagi), zaś u jodły – owady ssące. W kategorii czynników sprawczych konkurencja i inne czynniki zdecydowanie dominowała podkategoria konkurencja, jako przyczyna występowania uszkodzeń (84,37% uszkodzeń kategorii). Wykonane analizy wykazały również trend wzrostu w okresie 2008–2023 występowania uszkodzeń spowodowanych przez jemiolę, co odnosiło się do jodły, sosny, brzozy i domieszkowych gatunków liściastych. W 2023 r. nastąpiło wyhamowanie dynamiki rozprzestrzeniania się tego pasożyta – wzrost liczby zarejestrowanych uszkodzeń spowodowanych przez *Viscum album* w porównaniu do roku 2022 wyniósł jedynie 1,5%. Najbardziej narażone na uszkodzenia ze strony tej grupy sprawców były drzewa najstarsze i największe. Występowanie jemioli w 2023 roku stwierdzono łącznie na 11 gatunkach drzew: sośnie, jodle, brzozie brodawkowatej, brzozie omszonej,

klonie zwyczajnym, jesionie wyniosłym, robinii akacjowej, topoli białej, topoli osice, topoli czarnej i lipie drobnolistnej.

Udział nieokreślonych czynników sprawczych (kod 999) w roku 2023 zmniejszył się w porównaniu do roku poprzedniego o 0,2 pp. i wynosił 31,8%. Najwyższy wzrost odnotowano dla domieszkowych gatunków iglastych – o około 3,3 pp., a spadek dla sosny – o 0,7 pp. Dla 3 gatunków drzew (sosny, dębu i brzozy) w okresie 2010-2023 stwierdzono poprawę oznaczania przyczyn uszkodzeń. W przypadku pozostałych gatunków nie stwierdzono ani trendu wzrostowego, ani malejącego.

Tabela 5.1. Wskaźnik występowania uszkodzeń na drzewach poszczególnych gatunków w klasach wieku w roku 2023 oraz trend zmian wskaźnika tego wskaźnika w okresie 2014 – 2023 określony za pomocą testu Mann-Kendall’a

Gatunki	Liczba uszkodzeń na 1 drzewie w przedziale wieku (lata)				Średnia liczba uszkodzeń na drzewie w okresie 2014-2023										Trend 2014-2023
	21-40	41-60	61-80	>80	2023	2022	2021	2020	2019	2018	2017	2016	2015	2014	
Sosna	0,81	0,96	1,02	1,18	1,04	1,00	1,01	1,01	0,97	0,89	0,77	0,74	0,71	0,67	W
Świerk	1,10	1,19	1,31	1,37	1,28	1,26	1,26	1,29	1,22	1,13	1,03	1,04	0,99	1,01	W
Jodła	1,13	1,04	0,93	1,18	1,09	1,08	0,97	1,00	1,09	1,01	0,94	1,00	0,97	0,95	W
Inne igl.	0,51	1,02	1,06	0,95	0,90	0,89	0,89	0,91	0,82	0,80	0,69	0,66	0,62	0,56	W
Dęby	1,70	1,70	1,73	1,93	1,80	1,72	1,77	1,89	1,99	1,69	1,60	1,37	1,30	1,47	W
Buk	1,38	1,26	1,33	1,49	1,40	1,41	1,31	1,44	1,32	1,29	1,13	1,20	1,01	1,04	W
Brzoza br.	1,26	1,36	1,47	1,72	1,41	1,39	1,40	1,46	1,56	1,41	1,31	1,24	1,15	1,13	W
Olsza cz.	1,44	1,48	1,49	1,65	1,52	1,53	1,54	1,49	1,45	1,54	1,47	1,33	1,26	1,17	W
Inne liśc.	1,46	1,47	1,49	1,53	1,49	1,46	1,46	1,56	1,52	1,53	1,43	1,45	1,32	1,22	W
Razem	1,15	1,16	1,20	1,37	1,24	1,21	1,21	1,23	1,21	1,13	1,01	0,97	0,91	0,87	W

W – wzrost; NT – brak trendu

Tabela 5.2. Liczba uszkodzeń przypadająca w 2023 roku na 1 drzewo danego gatunku w krainach przyrodniczo-leśnych i RDLP oraz trend zmian tego wskaźnika w okresie 2014 – 2023 określony za pomocą testu Mann-Kendall'a

Kraina przyrodniczo-leśna RDLP	Gatunki iglaste				Gatunki liściaste					Średnia dla KP-L i RDLP w latach									Trend 2014-2023	
	Sosna	Świerk	Jodła	Inne igl.	Dąb	Buk	Brzoza br.	Olsza cz.	Inne liśc.	2023	2022	2021	2020	2019	2018	2017	2016	2015		2014
Bałtycka	1,09	1,26	1,75	1,04	1,79	1,52	1,48	1,93	1,72	1,38	1,50	1,43	1,39	1,29	1,30	1,09	0,89	0,80	0,86	W
Mazursko-Podlaska	0,69	0,75		0,33	1,44	1,00	1,15	1,13	1,09	0,90	0,89	0,95	0,95	1,03	1,05	0,96	0,95	0,96	0,72	NT
Wielkopolsko-Pomorska	1,03	1,44		1,03	1,88	1,09	1,37	1,79	1,54	1,17	1,11	1,15	1,16	1,15	1,03	0,85	0,75	0,67	0,69	W
Mazowiecko-Podlaska	1,12	1,09		0,97	1,58	0,00	1,27	1,31	1,35	1,21	1,21	1,21	1,22	1,13	1,10	1,02	0,99	0,97	0,89	W
Śląska	1,06	1,18		0,79	2,16	1,25	1,63	1,63	1,67	1,40	1,17	1,16	1,23	1,28	1,09	1,08	1,01	0,91	0,96	W
Małopolska	1,10	1,38	1,11	0,80	1,76	1,06	1,49	1,57	1,38	1,26	1,21	1,17	1,22	1,15	1,09	1,09	1,07	1,02	1,01	W
Sudecka	1,31	1,61	2,29	0,88	1,85	0,91	1,70	2,05	1,44	1,55	1,24	1,45	1,47	1,56	1,23	1,17	1,23	1,19	1,22	W
Karpacka	1,08	1,49	1,08	0,89	1,71	1,56	1,76	1,84	1,65	1,39	1,39	1,35	1,48	1,49	1,36	1,15	1,33	1,17	1,14	W
Białystok	0,84	0,79		0,67	1,31		1,10	1,13	1,05	0,95	0,95	1,03	1,07	1,15	1,18	1,16	1,14	1,12	0,93	NT
Katowice	1,13	1,74	0,72	0,75	2,09	1,26	1,64	1,79	1,33	1,35	1,13	1,11	1,18	1,08	0,97	0,95	0,96	0,94	0,98	W
Kraków	1,36	1,41	0,93	1,31	1,59	1,42	1,75	1,72	1,54	1,36	1,41	1,44	1,51	1,32	1,26	0,99	1,05	0,89	0,83	W
Krosno	0,91	1,19	1,35	0,84	1,70	1,65	2,03	1,86	1,70	1,41	1,38	1,27	1,44	1,79	1,55	1,44	1,70	1,48	1,52	PS
Lublin	0,99	1,29	1,08	0,74	1,70	0,68	1,22	1,36	1,23	1,17	1,18	1,11	1,10	1,09	1,04	1,01	0,81	0,77	0,83	W
Łódź	1,17	1,50	0,83	0,66	1,89	1,16	1,48	1,62	1,09	1,24	1,21	1,15	1,19	1,11	1,09	1,05	1,16	1,13	1,11	W
Olsztyn	0,80	0,76		0,32	1,42	1,09	1,21	1,27	1,34	1,01	1,01	1,06	1,04	0,98	0,97	0,82	0,87	0,89	0,69	W
Piła	0,95	1,42		0,53	1,56	1,08	1,37	1,64	1,87	1,03	0,99	1,01	1,18	1,11	0,96	0,70	0,60	0,49	0,50	W
Poznań	0,98	1,29		0,82	1,80	0,58	1,33	1,69	1,47	1,20	1,09	1,17	1,30	1,22	1,15	0,99	0,84	0,62	0,70	W
Szczecin	1,62	1,91		1,38	2,41	1,69	2,02	2,30	1,96	1,79	1,67	1,63	1,56	1,41	1,51	1,09	0,74	0,74	0,72	W
Szczecinek	0,90	1,60	1,75	1,30	2,11	1,56	1,61	1,98	1,81	1,30	1,48	1,33	1,25	1,18	1,15	0,97	0,65	0,62	0,62	W
Toruń	0,91	2,00		0,43	1,97	0,90	1,35	2,17	1,47	1,10	1,05	1,05	1,04	1,08	0,80	0,78	0,72	0,66	0,66	W
Wrocław	1,10	1,54	2,29	0,92	1,90	1,05	1,69	1,54	1,65	1,47	1,21	1,32	1,42	1,50	1,23	1,19	1,14	1,03	1,05	W
Zielona Góra	1,04	1,18		1,50	2,44	0,47	1,70	1,67	1,63	1,25	1,18	1,25	1,07	1,16	0,99	0,91	0,86	0,88	0,91	W
Gdańsk	0,70			0,58	0,82		1,18	1,31	1,24	0,84	1,14	1,14	1,05	1,16	1,06	0,90	1,05	0,91	1,08	NT
Radom	1,16	1,30	1,24	0,71	1,52	0,92	1,26	1,37	1,56	1,25	1,22	1,19	1,25	1,08	1,05	1,06	1,08	1,00	0,93	W
Warszawa	1,20	0,00		1,74	1,63		1,38	1,31	1,67	1,29	1,29	1,31	1,31	1,15	1,08	1,01	1,01	1,04	0,97	W
Parki Narodowe	1,54	1,32	1,25	1,11	2,25	1,46	1,69	1,19	1,67	1,45	1,43	1,48	1,55	1,46	1,45	1,25	1,21	1,19	1,11	W

W – wzrost; PW – prawdopodobny wzrost; PS – prawdopodobny spadek, NT – brak trendu
 Kolorem żółtym oznaczono krainy p-l, rdLP i PN, w których liczba drzew danego gatunku <50

Tabela 5.3. Najczęściej występujące lokalizacje, symptomy i czynniki sprawcze uszkodzeń występujących na drzewach poszczególnych gatunków w 2023 roku na SPO I rzędu

Gatunki	Liczba uszkodzeń	Najczęściej występująca lokalizacja			Najczęściej występujący symptom			Najczęściej występujący czynnik sprawczy			
		Miejsce	Liczba	Udział	Symptom	Liczba	Udział	Czynnik	Liczba	Udział 2023	Udział 2022
Sosna	22815	Strzała	13411	59,7%	Deformacje	6322	27,7%	Konkurencja i inne czynniki	8305	36,4%	37,4%
Świerk	2177	Strzała	1149	55,2%	Ubytek igieł	668	30,7%	Badane niezidentyfikowane	1027	47,2%	47,2%
Jodła	1268	Strzała	598	48,8%	Deformacje	431	34,0%	Badane niezidentyfikowane	542	42,7%	42,8%
Inne iglaste	598	Strzała	375	63,7%	Deformacje	139	23,2%	Badane niezidentyfikowane	277	46,3%	43,0%
Dęby	6411	Liście	3772	58,8%	Ubytek liści	2719	42,4%	Owady	2352	36,7%	33,5%
Buk	2502	Strzała	1244	50,9%	Deformacje	791	31,6%	Badane niezidentyfikowane	825	33,0%	32,1%
Brzoza br.	5864	Liście	2816	48,0%	Ubytek liści	2207	37,6%	Owady	2005	34,2%	33,7%
Olsza cz.	4515	Liście	2619	58,0%	Ubytek liści	2561	56,7%	Owady	2326	51,5%	53,1%
Inne liściaste	5098	Strzała	2271	44,8%	Ubytek liści	1756	34,4%	Badane niezidentyfikowane	1463	28,7%	28,5%
Łącznie	51248	Strzała	24164	47,9%	Ubytek igieł/liści	15326	29,9%	Badane niezidentyfikowane	16298	31,8%	32,0%

Tabela 5.4. Udział procentowy wskazanych lokalizacji występowania uszkodzeń na drzewach wyróżnionych gatunków i grup gatunków w 2023 roku na SPO I rzędu

Lokalizacja uszkodzeń na drzewie	Gatunki drzew									Wszystkie drzewa
	Sosna	Świerk	Jodla	Inne igł.	Buk	Dęby	Brzoza br.	Olsza cz.	Inne liśc.	
Liście, górna cz. korony	0,52	2,39	0,87	0,67	19,06	2,01	4,20	1,62	5,36	2,70
Liście, dolna cz. korony	6,76	5,74	5,36	3,18	2,64	4,63	1,82	4,01	2,47	4,94
Liście, poł. niejednolite	3,07	5,70	2,29	3,51	10,03	8,36	10,44	11,65	6,04	6,06
Liście, cała korona	8,13	13,73	5,13	7,53	4,40	43,83	31,57	40,73	26,76	19,98
Liście bądź igły	18,47	27,56	13,64	14,88	36,13	58,84	48,02	58,01	40,62	33,68
Gałęzie, pędy, pączki	21,82	17,23	37,54	21,40	12,95	20,57	12,33	8,06	14,54	18,40
Strzała w obrębie korony	14,84	9,00	9,70	7,53	5,76	2,56	3,33	3,21	3,37	8,92
Pień pomiędzy szyją korzeniową i koroną	30,51	38,31	32,73	30,77	28,58	10,76	20,67	15,48	23,09	25,14
Korzenie i szyja korzeniowa <25 cm	2,79	5,56	5,36	6,86	7,99	2,01	3,34	7,18	4,37	3,78
Cała strzała	11,57	2,34	1,03	18,56	8,59	5,26	12,31	8,06	14,01	10,08
Razem strzała	59,70	55,21	48,82	63,71	50,92	20,59	39,65	33,93	44,84	47,92
Udział gatunku w uszkodzeniach ogółem	44,52	4,25	2,47	1,17	4,88	12,51	11,44	8,81	9,95	100,00

Udziały poszczególnych lokalizacji dla wyróżnionych gatunków drzew liczone względem uszkodzeń występujących na danym gatunku drzewa

Tabela 5.5. Liczba wyróżnionych typów symptomów uszkodzenia i ich udział w łącznej liczbie uszkodzeń drzew poszczególnych gatunków w 2023 roku na SPO I rzędu

Kod	Symptomy uszkodzenia	Jedn.	Sosna	Świerk	Jodła	Inne igl.	Dęby	Buk	Brzoza br	Olsza cz.	Inne liśc.	Razem uszkodzeń
1	Ubytek liści/igieł	szt.	4598	668	141	117	2719	559	2207	2561	1756	15326
		%	20,2	30,7	11,1	19,6	42,4	22,3	37,6	56,7	34,4	29,9
2-5	Przebarwienia liści/igieł	szt.	646	99	75	12	946	90	673	9	208	2758
		%	2,8	4,5	5,9	2,0	14,8	3,6	11,5	0,2	4,1	5,4
6-7	Nienaturalne rozmiary liści/igieł	szt.	8	0	0	3	5	4	49	11	7	87
		%	0,0	0,0	0,0	0,5	0,1	0,2	0,8	0,2	0,1	0,2
8	Deformacje	szt.	6322	258	431	139	604	791	920	565	1083	11113
		%	27,7	11,9	34,0	23,2	9,4	31,6	15,7	12,5	21,2	21,7
9	Inne symptomy	szt.	786	8	51	3	32	21	47	39	67	1054
		%	3,4	0,4	4,0	0,5	0,5	0,8	0,8	0,9	1,3	2,1
10	Oznaki wyst. owadów	szt.	69	21	48	6	13	25	23	12	16	233
		%	0,3	1,0	3,8	1,0	0,2	1,0	0,4	0,3	0,3	0,5
11	Oznaki wyst. grzybów	szt.	101	3	17	4	283	14	12	6	33	473
		%	0,4	0,1	1,3	0,7	4,4	0,6	0,2	0,1	0,6	0,9
12	Inne oznaki	szt.	287	13	34	0	51	86	52	71	81	675
		%	1,3	0,6	2,7	0,0	0,8	3,4	0,9	1,6	1,6	1,3
13	Złamane gałęzie	szt.	863	88	49	17	58	55	104	18	72	1324
		%	3,8	4,0	3,9	2,8	0,9	2,2	1,8	0,4	1,4	2,6
14	Martwe/obumierające gałęzie	szt.	2212	140	103	56	784	154	281	198	451	4379
		%	9,7	6,4	8,1	9,4	12,2	6,2	4,8	4,4	8,8	8,5
15	Zrzucone gałęzie, pędy, pączki	szt.	341	16	31	18	213	5	116	109	61	910
		%	1,5	0,7	2,4	3,0	3,3	0,2	2,0	2,4	1,2	1,8
16	Nekrozy	szt.	113	6	7	1	15	18	12	5	15	192
		%	0,5	0,3	0,6	0,2	0,2	0,7	0,2	0,1	0,3	0,4
17	Rany	szt.	2565	394	207	66	275	385	277	157	372	4698
		%	11,2	18,1	16,3	11,0	4,3	15,4	4,7	3,5	7,3	9,2
18	Wycieki żywicy	szt.	1098	360	41	58	0	0	0	0	0	1557
		%	4,8	16,5	3,2	9,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,0
19	Wycieki na drzewach liściastych	szt.	0	0	0	0	32	4	45	5	10	96
		%	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,2	0,8	0,1	0,2	0,2
20	Zgnilizna	szt.	441	85	27	13	149	178	219	345	362	1819
		%	1,9	3,9	2,1	2,2	2,3	7,1	3,7	7,6	7,1	3,5
21	Pochylone	szt.	2363	18	6	84	231	113	825	404	502	4546
		%	10,4	0,8	0,5	14,0	3,6	4,5	14,1	8,9	9,8	8,9
22	Przewrócone	szt.	2	0	0	1	1	0	2	0	2	8
		%	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Łączna liczba symptomów		szt.	22815	2177	1268	598	6411	2502	5864	4515	5098	51248

Tabela 5.6. Liczba wyróżnionych kategorii czynników sprawczych uszkodzeń i ich udział w łącznej liczbie uszkodzeń drzew poszczególnych gatunków w 2023 roku oraz trendy zmian identyfikowania czynników sprawczych uszkodzeń na SPO I rzędu w okresie 2010-2023

Kod	Czynniki sprawcze	Jedn.	Sosna	Świerk	Jodła	Inne igł.	Dąb	Buk	Brzoza br.	Olsza cz.	Inne liśc.	Razem	
100	Kręgowce	szt.	268	191	35	2	65	27	16	31	33	668	
		%	1,17	8,77	2,76	0,33	1,01	1,08	0,27	0,69	0,65	1,30	
200	Owady	szt.	891	175	52	23	2352	343	2005	2326	1373	9540	
		%	3,91	8,04	4,10	3,85	36,69	13,71	34,19	51,52	26,93	18,62	
300	Grzyby	szt.	1060	55	178	26	882	209	190	237	393	3230	
		%	4,65	2,53	14,04	4,35	13,76	8,35	3,24	5,25	7,71	6,30	
400	Czynniki abiotyczne	szt.	2446	121	54	72	286	505	690	399	632	5205	
		%	10,72	5,56	4,26	12,04	4,46	20,18	11,77	8,84	12,40	10,16	
500	Bezpośrednie działanie człowieka	szt.	1846	162	108	52	125	216	153	64	171	2897	
		%	8,09	7,44	8,52	8,70	1,95	8,63	2,61	1,42	3,35	5,65	
600	Pożary	szt.	15						1			16	
		%	0,07						0,02			0,03	
700	Zanieczyszczenia powietrza	szt.										0	
		%										0,00	
800	Konkurencja i inne czynniki	szt.	8305	446	299	146	874	377	1242	672	1033	13394	
		%	36,40	20,49	23,58	24,41	13,63	15,07	21,18	14,88	20,26	26,14	
999	Badane niezidentyfikowane	2023	szt.	7984	1027	542	277	1827	825	1567	786	1463	16298
			%	34,99	47,18	42,74	46,32	28,50	32,97	26,72	17,41	28,70	31,80
		2022		35,7	47,2	42,8	43,0	28,9	32,1	26,4	17,7	28,4	32,0
		2021		38,4	47,2	35,0	47,1	28,8	39,2	27,7	18,5	30,2	33,9
		2020		39,4	44,2	38,6	48,1	28,9	34,4	25,4	17,6	31,1	33,9
		2019		39,9	39,2	35,6	47,3	26,5	30,9	22,0	16,4	29,8	32,5
		2018		36,2	31,9	32,5	40,8	24,8	19,1	21,7	14,3	25,1	28,7
		2017		37,3	31,2	31,4	43,1	22,7	20,2	21,1	14,9	23,7	28,6
		2016	%	38,6	32,1	32,8	41,2	27,4	22,2	25,6	17,5	25,6	31,1
		2015		39,1	32,7	30,2	41,8	28,2	23,4	26,8	18,3	27,1	32,0
		2014		41,7	36,8	31,4	45,9	28,8	28,4	29,0	23,1	27,9	34,5
		2013		42,7	36,9	30,2	44,0	35,1	23,5	32,3	19,9	26,6	35,7
		2012		42,3	43,1	39,6	46,5	33,4	29,1	37,6	16,8	28,6	36,8
		2011		46,7	54,4	45,9	60,4	30,9	27,7	29,4	14,0	30,8	38,4
		2010		46,9	57,2	34,4	44,7	37,3	36,8	43,4	13,3	33,4	40,4
Trend wg testu Mann-Kendall'a			SP	NT	NT	NT	SP	NT	SP	NT	NT	SP	

SP – spadek; NT – brak trendu

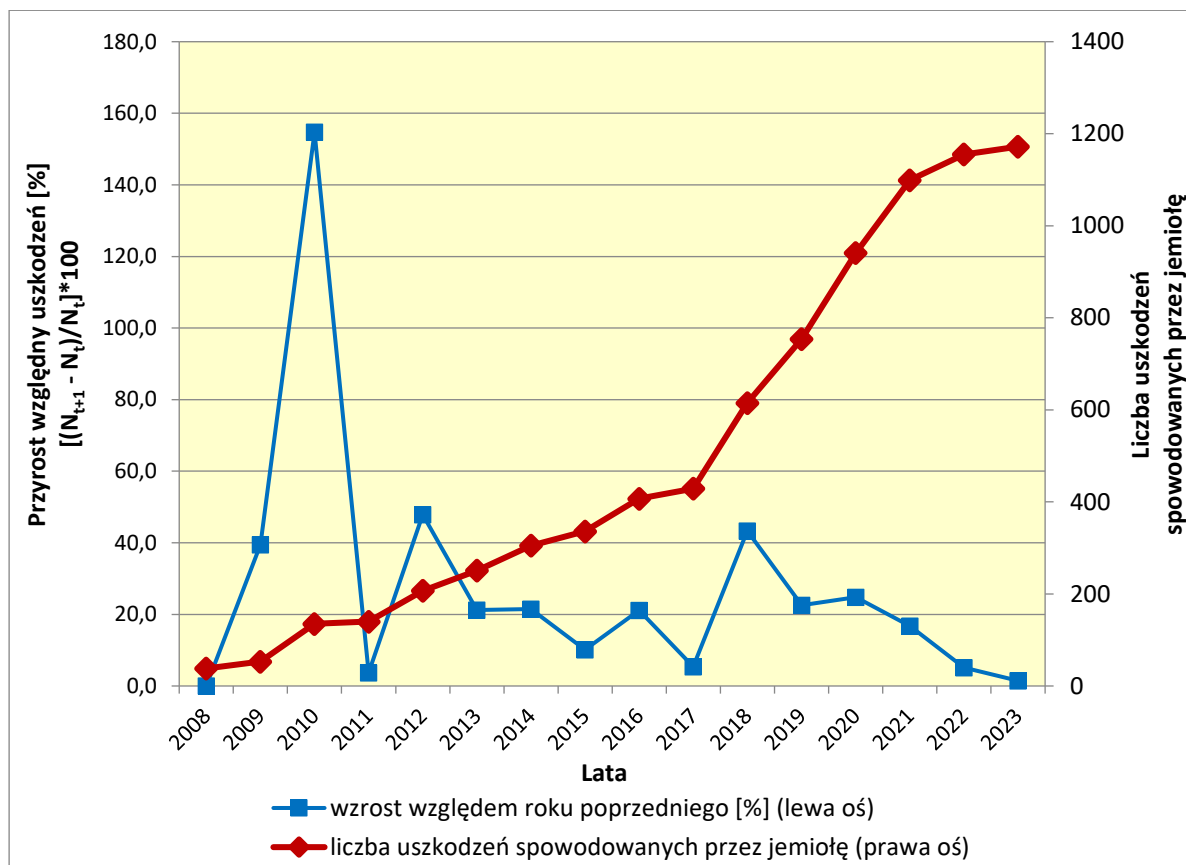
Tabela 5.7. Udział procentowy uszkodzeń drzew spowodowanych przez wyróżnione grupy owadów oraz kategorie innych czynników i konkurencji na drzewach poszczególnych gatunków na SPO I rzędu w 2023 roku

Grupy owadów Kategorie konkurencji i innych czynników		Gatunki drzew									Razem
		Sosna	Świerk	Jodła	Inne iglaste	Dąb	Buk	Brzoza	Olsza	Inne liśc.	
OWADY	Liściożerne	2,14	0,03	0,00	0,03	22,21	2,95	15,20	23,08	13,50	79,14
	Uszkodzające pień, gałęzie, pędy	6,32	1,50	0,05	0,18	0,42	0,08	0,31	0,12	0,23	9,21
	Ssące	0,00	0,23	0,47	0,00	0,25	0,00	5,18	0,03	0,09	6,26
	Minujące	0,00	0,00	0,00	0,00	0,87	0,40	0,20	0,94	0,29	2,70
	Bez specyfikacji	0,69	0,04	0,01	0,03	0,85	0,04	0,13	0,20	0,25	2,24
	Galasówki	0,00	0,01	0,00	0,00	0,04	0,13	0,00	0,00	0,01	0,19
	Uszkodzające pączki	0,17	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,18
	Owady inne	0,02	0,01	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,01	0,07
	Razem dla gatunku drzewa	9,34	1,83	0,55	0,24	24,65	3,60	21,02	24,38	14,39	100,00
	Razem iglaste/liściaste	11,96				88,04					
KONKURENCJA I INNE CZYNNIKI	Konkurencja	51,33	3,08	1,41	1,04	5,94	2,52	7,91	4,55	6,60	84,37
	Epifity/parazyty	7,14	0,00	0,67	0,00	0,03	0,00	0,40	0,00	0,54	8,78
	Bez specyfikacji	2,28	0,18	0,04	0,04	0,46	0,14	0,79	0,30	0,31	4,55
	Inne znane ale nie podane	0,90	0,05	0,10	0,01	0,07	0,14	0,10	0,09	0,19	1,65
	Mutacje	0,34	0,02	0,00	0,01	0,02	0,01	0,02	0,07	0,04	0,55
	Wirusy	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,03	0,01	0,01	0,07
	Niczenie	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,02	0,04
	Bakterie	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Razem dla gatunku drzewa	62,01	3,33	2,23	1,09	6,53	2,81	9,27	5,02	7,71	100,00
	Razem iglaste/liściaste	68,66				31,34					100,00

Tabela 5.8. Uszkodzenia drzew wyróżnionych gatunków i grup gatunków spowodowane przez jemiolę na SPO I rzędu w latach 2008-2023 wyrażone bezwzględną liczbą uszkodzeń (szt.) oraz wskaźnikiem liczby uszkodzeń przypadających na 1 drzewo [wg formuły: (liczba uszk./liczba drzew)*100] oraz trend określony za pomocą testu Mann-Kendall'a

Rok	Jedn.	Sosna	Świerk	Jodla	Inne igl.	Dęby	Buk	Brzozy	Olsza cz.	Inne liśc.	Razem
2008	szt.	29						5		4	38
	(szt./l.drz)*100	0,13						0,13		0,22	0,07
2009	szt.	38		4				7		4	53
	(szt./l.drz)*100	0,17		0,42				0,18		0,18	0,14
2010	szt.	110		8				15		2	135
	(szt./l.drz)*100	0,49		0,83				0,38		0,08	0,35
2011	szt.	111		10				13		6	140
	(szt./l.drz)*100	0,50		1,05				0,33		0,24	0,36
2012	szt.	182		11				8		6	207
	(szt./l.drz)*100	0,82		1,12				0,20		0,24	0,53
2013	szt.	213		11				5	3	19	251
	(szt./l.drz)*100	0,96		1,11				0,12	0,12	0,74	0,64
2014	szt.	250		13				15	2	25	305
	(szt./l.drz)*100	1,11		1,31				0,35	0,08	0,94	0,76
2015	szt.	283		16				23	1	13	336
	(szt./l.drz)*100	1,25		1,60				0,54	0,04	0,48	0,84
2016	szt.	337		20				27	1	22	407
	(szt./l.drz)*100	1,51		1,97				0,64	0,04	0,82	1,02
2017	szt.	363		21				29		16	429
	(szt./l.drz)*100	1,63		2,02				0,67		0,58	1,07
2018	szt.	521		36				42		16	615
	(szt./l.drz)*100	2,35		3,46				0,97		0,56	1,52
2019	szt.	655		41				33		25	754
	(szt./l.drz)*100	2,96		3,89				0,75		0,80	1,85
2020	szt.	801		56				51		33	941
	(szt./l.drz)*100	3,61		5,10				1,19		1,04	2,29
2021	szt.	914		76				52		57	1099
	(szt./l.drz)*100	4,13		6,80				1,22		1,69	2,67
2022	szt.	934		91				63		67	1155
	(szt./l.drz)*100	4,23		8,05				1,50		1,99	2,80
2023	szt.	956		90				54		72	1172
	(szt./l.drz)*100	4,35		7,77				1,30		2,10	2,83
Trend		W		W				W		W	W

W – wzrost



Rycina 5.1. Wzrost liczby uszkodzeń spowodowanych przez jęmieć wyrażony w liczbach bezwzględnych oraz przyrost tych uszkodzeń względem roku poprzedniego [%] w latach 2008-2023

6. WARUNKI WODNE GLEB NA TERENACH LEŚNYCH POLSKI W 2023 R. I ICH WPLYW NA STAN ZDROWOTNY LASÓW – ANDRZEJ BOCZOŃ, ROBERT HILDEBRAND

Wstęp

Zmiany klimatu powodują występowanie susz glebowych na terenach leśnych obejmujące duże obszary Polski. Wpływają one niekorzystnie na drzewostany z czego wynika konieczność wyznaczenia zasięgu, częstotliwości i nasilenia susz zarówno w skali globalnej jak i w krajowej. Takie działania mogą stanowić podstawę do opracowania strategii łagodzenia skutków suszy (Wang i inni, 2014). W ostatnich latach intensywne susze wystąpiły na terenie Europy w latach 2015 i 2018. Wskaźnik anomalii wilgotności gleby (Soil Moisture Anomaly - SMA), określający warunki suszy rolniczej opracowany przez Europejskie Obserwatorium Suszy JRC (EDO) pokazuje, że susze rozpoczynające się w lipcu 2015 i 2018 roku dotknęły Niemcy, Grecję, zachodnią Polskę i Skandynawię (Masante i Vogt 2018; Masante i inni, 2018). W 2018 roku Europa Środkowa doświadczyła jednej z najbardziej dotkliwych i długotrwałych letnich susz i fal upałów, jakie kiedykolwiek odnotowano. Przed 2018 r. za suszę tysiąclecia uznawano warunki panujące w 2003 r. Susza ta była sklasyfikowana jako najcięższe wydarzenie w Europie w ciągu ostatnich 500 lat (Schuldt i inni, 2020). Badania potwierdzają obecnie, że susza w 2018 roku była klimatycznie bardziej ekstremalna i miała większy wpływ na ekosystemy leśne niż susza w 2003 roku (Schuldt i inni, 2020). Susze w latach 2018-2019 spowodowały zniszczenie lub obumarcie drzewostanów iglastych i liściastych na dużych obszarach Europy (Braun et al. 2020, Schuldt i inni, 2020). Uważa się nawet, że susze w latach 2018-2020 w Europie Środkowej, były prawdopodobnie najgorsze od 2000 lat (Büntgen i inni, 2021).

Metodyka

Wyznaczanie suszy glebowej w skali kraju oparto na określeniu dostępności wody glebowej dla roślin w referencyjnym ekosystemie leśnym, za który uznano najliczniej reprezentowany w lasach Polski średniowiekowy bór sosnowy rosnący na słabych glebach piaszczystych – rdzawych bielicowych.

Obliczenia przeprowadzono na podstawie pomiarów na stacjach meteorologicznych Instytutu Badawczego Leśnictwa zlokalizowanych w nadleśnictwach: Bircza, Hajnówka, Łąck, Suwałki, Szklarska Poręba, Zawadzkie i PGL Lasy Państwowe w nadleśnictwach: Bydgoszcz, Cewice, Cybinka, Dobieszyn, Gościno, Kalisz, Łągów, Ostrów Mazowiecka, Piaski, Pisz, Spała, Susz, Włodawa, Wronki. Okresowy brak danych uzupełniano z najbliższego punktu pomiarowego tworzącego leśną sieć stacji meteorologicznych.

Moment wystąpienia suszy glebowej wyznaczono jako całkowite wyczerpanie wody dostępnej dla roślin ($2,0 < pF < 3,7$). Aktualny zapas wody glebowej (SWS) obliczono w ujęciu dobowym, na

podstawie bilansu odpływu wody w procesie ewapotranspiracji i przychodu wody z opadami atmosferycznymi. Ewapotranspiracja ekosystemu została obliczona wzorem Penmana-Monteitha.

Opad docierający do gleby w drzewostanie został zmniejszony o intercepcje drzewostanów, która została obliczana stosując model Liu (1997, 2001). Pojemność wodną koron określono metodą użytą w modelu Kondo (2001) (Smax wg Komatsu et al., 2008).

Liczbę dni z deficytem wody glebowej przedstawiono w ujęciu lat kalendarzowych (LDR) i dla miesięcy, w których następuje największy przyrost drzew tj. w miesiącach kwiecień-lipiec - LDL.

Zgodnie z zasadami retencjonowania wody w glebie obliczenia przeprowadzono przy warunkach brzegowych:

1. SWS przy $pF=2,0$ – górna granica ilości wody, jaka może zostać zatrzymana w glebie,
2. SWS przy $pF=4,2$ – dolna granica ilości wody dostępnej.

Określono klimatyczny bilans wodny KBW, który jest różnicą przychodu wody z opadami i rozchodem wody w procesie ewapotranspiracji (BP-EVT). Wskaźnik został obliczony na podstawie ewapotranspiracji dobowej wzorem Penmana-Monteitha. Wskaźnik obliczono dla półrocza letniego KBWL i dla całego roku KBWR

Wyznaczenie izolinii zasięgu suszy wykonano w programie SURFER 22, z wykorzystaniem warstwy granic Polski udostępnianej przez Centralny Ośrodek Dokumentacji Geodezyjnej i Kartograficznej (<http://www.codgik.gov.pl/index.php/darmowe-dane.html>).

Wpływ suszy na stan drzewostanów określono posługując się różnicą defoliacji poszczególnych drzew między latami 2023 i 2022 na powierzchniach monitoringu lasu, w poszczególnych strefach wystąpienia suszy i zróżnicowania klimatycznego bilansu wodnego w 2022 r.

Wyniki badań

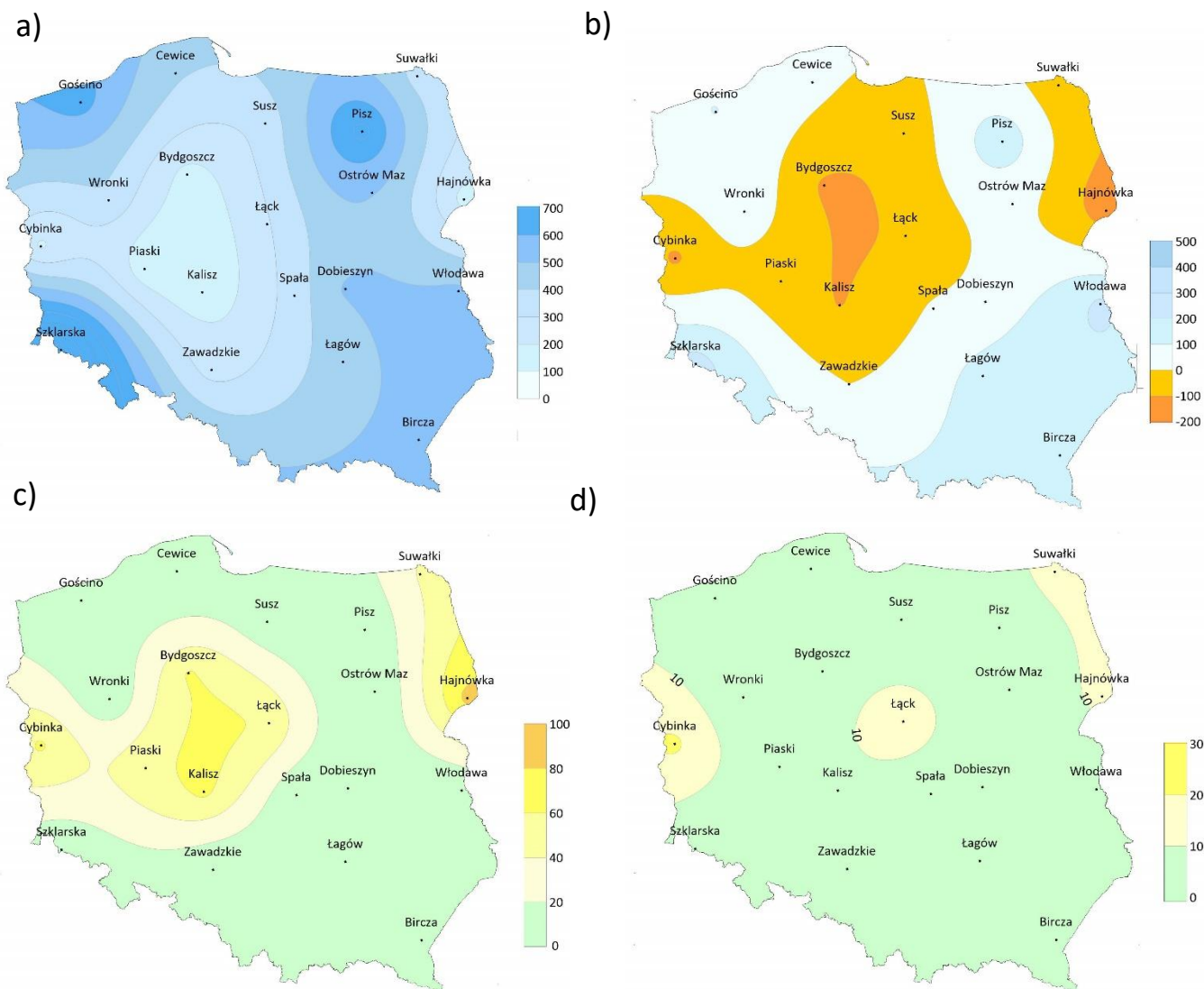
W 2022 r. wszystkie zastosowane wskaźniki identyfikacji susz wskazywały na problem deficytu wilgoci w zachodnich rejonach kraju głównie w województwach lubuskim i wielkopolskim oraz w południowej części województwa zachodniopomorskiego. W 2023 r. zasięg niedoborów wody przesunął się w kierunku centrum kraju, obejmując głównie województwa kujawsko-pomorskie, łódzkie i wielkopolskie oraz lubuskie. Niedobór wilgoci objął także północno-wschodnie rejony kraju, mieszcząc się w granicach województwa podlaskiego (ryc. 6.1.) Jakkolwiek na problem susz wskazywały tylko dwa zastosowane wskaźniki: klimatyczny bilans wodny półrocza letniego (KBWL) oraz liczba dni z niedoborem wody w ujęciu rocznym (LDR). Dwa pozostałe wskaźniki roczny klimatyczny bilans wodny (KBWR) i liczba dni niedoborów wody w miesiącach maksymalnego wzrostu drzew (LDL) nie wykazały problemu zagrożenia suszami (ryc. 6.1).

W warunkach klimatu umiarkowanego można wyróżnić dwa wyraźne okresy zasilania i odpływu wody z gleby. W półroczu zimowym (od listopada do kwietnia) mamy do czynienia z dopływem i retencjonowaniem wody w glebie, która jest wykorzystywana przez roślinność w półroczu letnim (maj-październik), w którym odpływ wody przeważa nad przychodem, co stwarza warunki do powstawania okresowych niedoborów wody glebowej. Na taką sytuację wskazuje ujemny klimatyczny bilans wodny okresu letniego na znacznych rejonów kraju w 2023 r. Jest to sytuacja normalna wynikająca z uwarunkowań klimatycznych. W wielu rejonach kraju KBWL wskazywał na większy przychód wody niż jej rozchód. Było to spowodowane bardzo dużymi opadami burzowymi, które odnotowano na znacznych obszarach kraju w lipcu i sierpniu. Suma opadów tych dwóch miesięcy większa od 200 mm została zmierzona w: Birczy, Cewicach, Dobieszynie, Gościnie, Łagowie, Ostrowi Mazowieckiej, Piszcu, Spale, Suwałkach, Szklarskiej Porębie, Włodawie i Wronkach (ryc. 6.2).

Wykazanie dni, w których występował niedobór wody glebowej w roku kalendarzowym (LDR) i nieznaczne liczby takich dni w miesiącach największego przyrostu drzew (LDL) wskazuje, że warunki pogodowe inicjujące brak wody dostępnej miały miejsce po okresie analizy LDL. Początek roku charakteryzuje dobre warunki wilgotnościowe będące wynikiem znacznej przewagi przychodu wody nad rozchodem w okresie zimy. Największy wpływ na pojawienie się dni z niedoborem wody po okresie maksymalnego przyrostu drzew miały niskie opady września. W ośmiu punktach pomiarowych suma opadu września nie przekroczyła 15 mm (ryc. 6.3).

Reasumując należy stwierdzić, że warunki wilgotnościowe panujące w glebach na terenach leśnych w 2023 r. można uznać za dobre. Wystąpienie niedoborów wody poza okresem maksymalnego wzrostu nie powinno przynieść negatywnego efektu w ulistnieniu drzew. Efekt ten będzie jednak można zaobserwować podczas szacowania defoliacji w 2024 r.

Zmiany ulistnienia drzew występujące między latami 2023 i 2022 determinowane były warunkami wilgotnościowymi panującymi na terenie kraju w 2022 r., kiedy zagrożenie suszą objęło głównie zachodnie rejony kraju. Na tych terenach sytuacja doprowadziła do zwiększenia defoliacji drzew w 2023 r. (ryc. 6.4.). Średnio w strefach najbardziej zagrożonych suszą defoliacja drzew wzrosła o ponad 3%. Natomiast należy wskazać, że w wąskim pasie przygranicznych biegnącym od Sudetów przez Karpaty także doszło do wzrostu defoliacji drzew, pomimo że wskaźniki susz nie wskazały na możliwość wystąpienia zagrożenia. Szczególnie w rejonie Sudetów defoliacja osiągała wartości najwyższe. Brak susz jako czynnika pogarszającego stan zdrowotny drzew na tym terenie może być spowodowany brakiem leśnych stacji meteorologicznych na terenie gór. Wyższa defoliacja drzew może być także powodowana innymi czynnikami wynikającymi z ocieplania klimatu, na które są narażone drzewostany górskie.



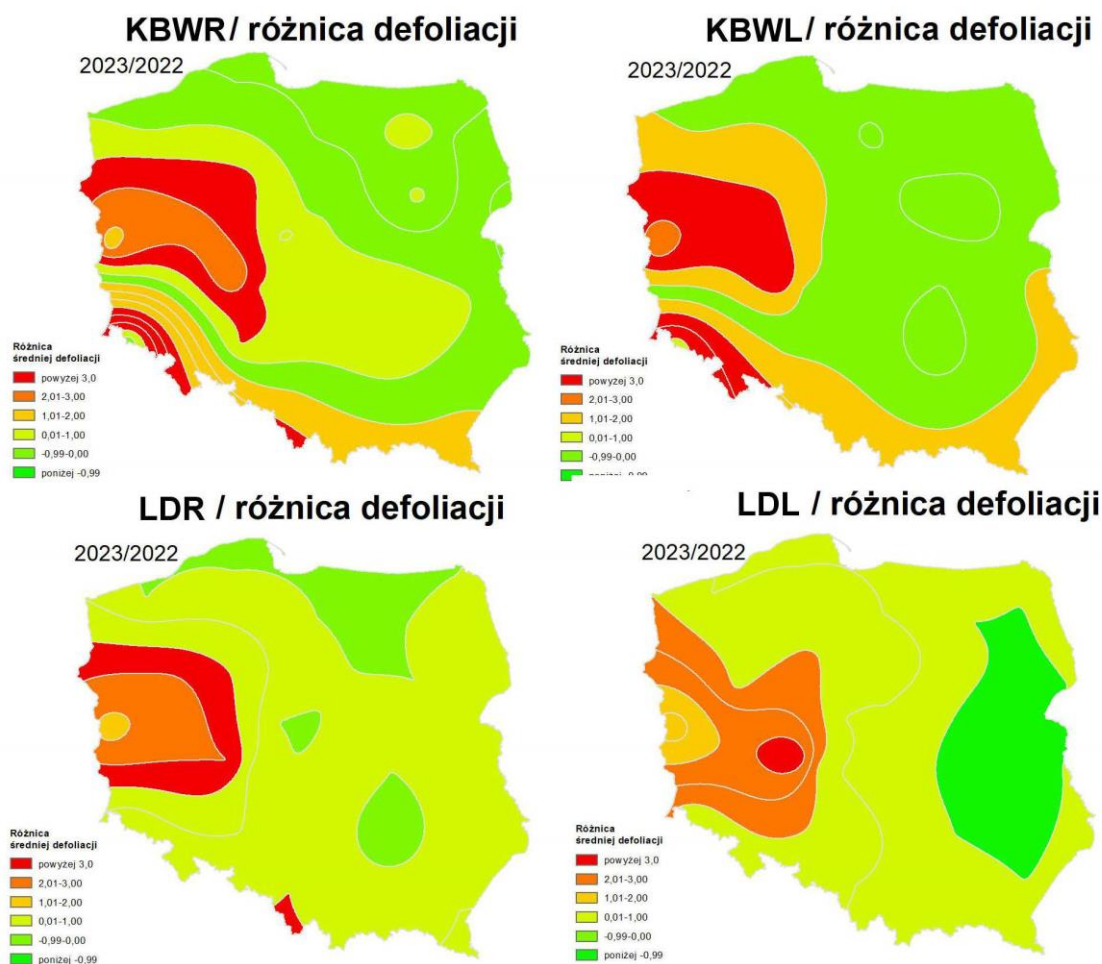
Rycina 6.1. Warunki klimatyczno-wodne w 2023 r.: a) roczny klimatyczny bilans wodny (KBWR), b) klimatyczny bilans wodny półrocza letniego (KBWL), c) liczba dni ograniczonej dostępności wody dla roślinności w roku (LDR), d) liczba dni ograniczonej dostępności wody dla roślin w miesiącach kwiecień – lipiec (LDL)



Rycina 6.2. Suma opadów atmosferycznych w lipcu i sierpniu 2023 r.



Rycina 6.3. Suma opadów atmosferycznych we wrześniu 2023 r.



Rycina 6.4. Zmiany defoliacji drzewostanów w 2023 r. w stosunku do 2022 r w strefach zagrożenia wystąpienia suszy wyznaczonych na podstawie: rocznego klimatycznego bilansu wodnego KBWR, klimatycznego bilansu wodnego półrocza letniego KBWL, c) liczby dni zagrożenia suszą glebową w roku LDR, d) liczby dni zagrożenia suszą w miesiącach największego wzrostu drzew LDL

Literatura

- Braun S, de Witte LC, Hopf SE (2020) Auswirkungen des Trockensommers 2018 auf Flächen der Interkantonalen Walddauerbeobachtung. Schweiz Z Forstwes 171:270–280
- Büntgen, U., Urban, O., Krusic, P.J. *et al.* Recent European drought extremes beyond Common Era background variability. *Nat. Geosci.* 14, 190–196 (2021). <https://doi.org/10.1038/s41561-021-00698-0>
- Liu, S., 1997. A new model for the prediction of rainfall interception in forest canopies. *Ecological Modelling* 99, 151–159.
- Liu, S., 2001. Evaluation of the Liu model for predicting rainfall interception in forests world-wide. *Hydrological Processes*, 15, 2341-2360. Kondo (2001) (Smax wg Komatsu *et al.*, 2008).
- Komatsu, H., Shinohara, Y., Kume, T., Otsuki, K., 2008. Relationship between annual rainfall and interception ratio for forests across Japan. *Journal of Hydrology* 256, 1189-1197.
- Kondo, J., Nakazono, M., Watanabe, T., 1992. Hydrological climate in Japan (2): forest rainfall interception. *J. Jpn. Soc. Hydrol. Water Resour.* 5 (2), 29–36 (in Japanese with English summary).
- Masante D, Vogt J (2018) Drought in Central-Northern Europe – August 2018. https://edo.jrc.ec.europa.eu/documents/news/EDODroughtNews201807_Central_North_Europe.pdf. Accessed 20 Feb 2020
- Masante D, Vogt J, Cammalleri C, Spinoni J, Barbosa P (2018) Drought in Central-Northern Europe – September 2018 EDO Analytical Report Copernicus EMS – European Drought Observatory (EDO).

https://edo.jrc.ec.europa.eu/documents/news//EDODroughtNews201809_Central_North_Europe.pdf.
Accessed 20 Feb 2020

- Schuldt B, Buras A, Arend M, Vitasse Y, Beierkuhnlein C, Damm A, Gharun M, Grams TEE, Hauck M, Hajek P, Hartmann H, Hilbrunner E, Hoch G, Holloway-Phillips M, Körner H, Larysch E, Lübke T, Nelson DB, Rammig A, Rigling A, Rose L, Ruehr NK, Schumann K, Weiser F, Werner Ch, Wohlgemuth T, Zang ChS, Kahmen A (2020) A first assessment of the impact of the extreme 2018 summer drought on Central European forests, *Basic and Applied Ecology* DOI: <https://doi.org/10.1016/j.baae.2020.04.003>
- Wang Q., Wu J., Lei T., He B., Wu Z, Liu M, Mo X., Geng G., Li X., Zhou H., Liu D., 2014. Temporal-spatial characteristics of severe drought events and their impact on agriculture on a global scale. *Quaternary International* 349, 10-21.

7. STAŁE POWIERZCHNIE OBSERWACYJNE MONITORINGU LASÓW NA OBSZARACH NATURA 2000 – ROBERT HILDEBRAND

Sieć Natura 2000 obejmuje Unię Europejską i składa się z obszarów ochrony środowiska wyznaczonych w poszczególnych krajach wspólnoty, na podstawie dwóch dyrektyw Komisji Europejskiej:

Dyrektywa Ptasia 79/409/EEC z 2.04.1979 o ochronie dziko żyjących ptaków (Directive on the conservation of wild birds), wersja skodyfikowana 2009/147/EC z 30.11.2009: (<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PL/TXT/HTML/?uri=CELEX:32009L0147&from=EN>).

Dyrektywa Siedliskowa (Habitatowa) 92/43/EEC z 21.05.1992 w sprawie ochrony siedlisk naturalnych oraz dzikiej fauny i flory (Directive on the conservation of natural habitats and of wild fauna and flora), wersja skonsolidowana 2013/17/EU z 13.05.2013: (<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PL/TXT/HTML/?uri=CELEX:32013L0017&from=EN>).

Sieć Natura 2000 została utworzona dla zapewnienia przetrwania najcenniejszych i najbardziej zagrożonych europejskich gatunków i siedlisk. Jest to jeden z podstawowych elementów systemu ochrony przyrody i bioróżnorodności w Unii Europejskiej. Tworzy ona system uzupełniający i wzbogacający wcześniejsze, funkcjonujące dotychczas w państwach europejskich systemy obszarów ochrony przyrody w postaci ustawowo przyjętych form ochrony przyrody, takich jak: parki narodowe, rezerваты przyrody, parki krajobrazowe, obszary chronionego krajobrazu, pomniki przyrody itp.

Na obszarach zakwalifikowanych do sieci Natura 2000 wyróżnia się:

- SPECIAL PROTECTION AREAS (SPAs) – Birds Directive – obszary specjalnej ochrony ptaków (OSO),
- SITES OF COMMUNITY IMPORTANCE (SCIs) – Habitats Directive – specjalne obszary ochrony siedlisk (SOO).

Na gruncie prawa krajowego podstawą funkcjonowania Sieci Natura 2000 w Polsce jest ustawa o ochronie przyrody z dnia 16 kwietnia 2004 r. oraz towarzyszący jej szereg rozporządzeń (z 13.04.2010, z 12.01.2011, z 17.02.2010 i z 30.03.2010) ustanawiających obszary specjalnej ochrony ptaków Natura 2000.

Według bazy <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps> (którą prowadzi Europejska Agencja Środowiska Komisji Europejskiej) zaktualizowanej na koniec 2023 roku liczba obszarów sieci Natura 2000 w Polsce wynosi 1003. Na koniec 2022 roku łączna powierzchnia zajmowana przez obszary Natura 2000 wynosiła 68 504 km², co jest równe obecnie 19,6% powierzchni kraju.

W ostatnich latach proces zmian obszarów Natura 2000 przerodził się w proces modyfikacji przebiegu granic istniejących już obszarów Natura 2000. Wykonywane i planowane zmiany dotyczą

tak powiększenia, jak i pomniejszenia niektórych obszarów specjalnej ochrony siedlisk oraz obszarów specjalnej ochrony ptaków. W 2023 roku Generalna Dyrekcja Ochrony Środowiska opracowała propozycje zmian w 3 obszarach Natura 2000. Nie powstaną nowe obszary, zwiększy się powierzchnia 3 specjalnych obszarów ochrony siedlisk (SOO) o około 396 ha, a jedna powierzchnia (SOO) zostanie zmniejszona o około 763 ha.

W roku 2023 na obszarach Sieci Natura 2000 znalazło się 676 czynnych (na których wykonywane były obserwacje i pomiary) powierzchni obserwacyjnych monitoringu leśnego. Stanowi to około 30,7% wszystkich aktywnych SPO.

Lądowe obszary specjalnej ochrony ptaków (OSO) zajmują 48 443 km². Znalazło się na nich 6 czynnych SPO Monitoringu Intensywnego, 31 czynnych SPO II rzędu oraz 485 czynnych powierzchni I rzędu (ryc. 7.1).

868 lądowych specjalnych obszarów ochrony siedlisk (SOO) zajmuje 34 311 km². Znalazło się na nich 8 czynnych SPO Monitoringu Intensywnego, 24 czynne powierzchnie II rzędu i 373 czynnych SPO I rzędu (ryc. 7.1).

Należy zwrócić uwagę, że ogólna liczba powierzchni nie jest sumą SPO znajdujących się w poszczególnych typach ochrony, możliwa jest sytuacja, w której jedna powierzchnia monitoringowa znajduje się na dwóch zachodzących na siebie obszarach Natura 2000.

Na 145 obszarach specjalnej ochrony ptaków (OSO) lasy zajmują około 2,470 miliona hektarów (na 86 OSO znajdują się powierzchnie monitoringowe I rzędu) i przeważająca większość z nich uszkodzona jest w stopniu umiarkowanym. Większość powierzchni leśnej (90%) znajduje się w 1 – lekkiej klasie defoliacji (defoliacja 15–25%), pozostała część (10%) lasów znajduje się w 2 – średniej klasie defoliacji (defoliacja 26–60%). W roku 2023 nastąpiło zwiększenie (z 8% do 10%) powierzchni leśnej, na której defoliacja drzew przyjmowała wartości z klasy 2. Większość tych zmian związana jest z zwiększeniem się poziomu defoliacji w środkowej i środkowo-zachodniej Polsce (ryc. 7.2). Nie stwierdzono obecności kompleksów leśnych bez defoliacji, jak również z dużą defoliacją.

Na 865 specjalnych obszarach ochrony siedlisk (SOO) kompleksy leśne zajmują około 1,917 miliona hektarów (na 170 SOO znajdują się monitoringowe SPO I rzędu). Większość powierzchni leśnej (87%) znajduje się w 1 – lekkiej klasie defoliacji (defoliacja 10–25%), pozostała część lasów znajduje się w 2 – średniej klasie defoliacji (defoliacja 26–60%). W porównaniu do ubiegłego roku nastąpiło zwiększenie powierzchni leśnej z defoliacją na poziomie średnim z 8% do 13% (ryc. 7.2). Podobnie jak na OSO nie występują kompleksy leśne bez defoliacji, jak również z dużą defoliacją.

Struktura i rozmieszczenie zmian uszkodzeń lasów na obszarach Natura 2000 przedstawione są na rycinie 7.3.

Tabela 7.1 prezentuje średnią defoliację drzew na 171 specjalnych obszarach ochrony siedlisk (SOO) obszarów Natura 2000, na których obecne znajduje się 373 stałych powierzchni obserwacyjnych I rzędu monitoringu lasów.

Uśrednione wartości defoliacji w lasach znajdujących się odpowiednio na obszarach ochrony siedlisk (SOO) i obszarach ochrony ptaków (OSO) wynoszą około 21-22% i mieszczą się w klasie 1 (lekkiej defoliacji) – tabela 7.2.

W perspektywie najbliższych lat struktura obszarów Sieci Natura 2000 będzie się zmieniać w niewielkim stopniu, natomiast będą modyfikacje wielkości i zasięgu istniejących obszarów Natura 2000. Należy zwrócić uwagę, że w niewielkim stopniu zmienia się również liczba stałych powierzchni obserwacyjnych monitoringu lasów i wynika ona z naturalnych zmian rozwojowych lasów. Gdzie stałe powierzchnie obserwacyjne (SPO) przechodzą ze statusu powierzchni czynnych do oczekujących, gdy drzewa w lesie zostają wycięte i odwrotnie, gdy młode drzewostany dorastają.

Literatura

- Directive on the conservation of natural habitats and of wild fauna and flora. Dyrektywa Siedliskowa z 1 lipca 2013, wersja skonsolidowana dyrektywy 92/43/EEC z 21 maja 1992.
- Directive on the conservation of wild birds. Dyrektywa o ochronie dzikiego ptactwa 2009/147/EC z 30 listopada 2009, wersja skonsolidowana dyrektywy EWG 79/409/EWG z 2 kwietnia 1979.
- Natura 2000. Biuletyn o przyrodzie i różnorodności biologicznej. Dyrekcja Generalna ds. Środowiska Komisji Europejskiej. Numer 49. Grudzień 2020, ISSN 2443-776X.
- Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 12 stycznia 2011 r. w sprawie obszarów specjalnej ochrony ptaków. Dz. U. 2011 nr 25, poz. 133.
- Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 13 kwietnia 2010 r. w sprawie siedlisk przyrodniczych oraz gatunków będących przedmiotem zainteresowania Wspólnoty, a także kryteriów wyboru obszarów kwalifikujących się do uznania lub wyznaczenia jako obszary Natura 2000. Dz. U. 2010 nr 77, poz. 510.
- Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 17 lutego 2010 r. w sprawie sporządzania projektu planu zadań ochronnych dla obszaru natura 2000. Dz. U. 2010 nr 34 poz. 186.
- Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 30 marca 2010 r. w sprawie sporządzania projektu planu ochrony dla obszaru Natura 2000. Dz. U. 2010 nr 64 poz. 401.
- Uchwała nr 5 Rady Ministrów z dnia 5 stycznia 2021 r. w sprawie wyrażenia zgody na przekazanie Komisji Europejskiej dokumentu „Lista zmian w sieci obszarów Natura 2000” Monitor Polski Warszawa, dnia 15 stycznia 2021 r. poz. 45
- Ustawa o ochronie przyrody z dnia 16 kwietnia 2004 r. Dz. U. 2004 nr 92 poz. 880.

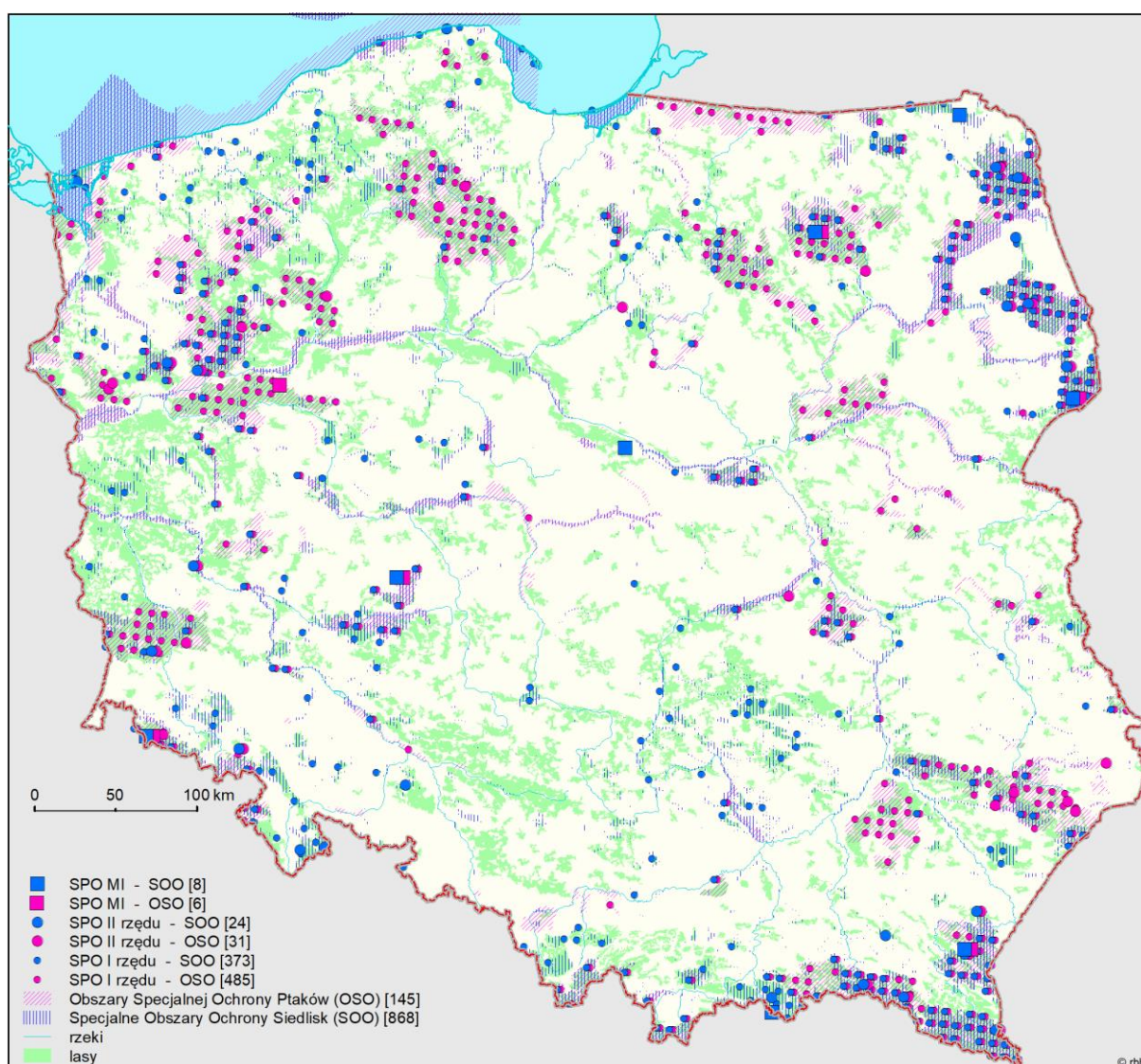
Tabela 7.1. Średnia defoliacja na stałych powierzchniach obserwacyjnych (SPO) I rzędu znajdujących się na specjalnych obszarach ochrony siedlisk (SOO) Natura 2000 w 2021 roku.

Kod obszaru	Nazwa obszaru	Liczba drzew	Średnia defoliacja
PLC020001	Karkonosze	40	26,50
PLC020002	Łęgi Odrzańskie	60	31,17
PLC120001	Tatry	60	33,50
PLC120003	Torfowiska Orawsko-Nowotarskie	20	22,25
PLC140001	Puszcza Kampinowska	80	25,50
PLC180001	Bieszczady	360	16,49
PLC200004	Puszcza Białowieska	220	19,09
PLH020003	Dolina Łachy	20	15,25
PLH020004	Góry Stołowe	20	28,75
PLH020015	Wrzosowisko Przemkowskie	20	19,50
PLH020016	Góry Białskie i Grupa Śnieżnika	40	25,00
PLH020017	Grądy w Dolinie Odry	20	25,25
PLH020037	Góry i Pogórze Kaczawskie	40	23,88
PLH020038	Góry Kamienne	20	22,00
PLH020041	Ostoja nad Baryczą	140	20,75
PLH020047	Torfowiska Gór Izerskich	20	26,50
PLH020054	Ostoja nad Bobrem	20	20,75
PLH020060	Góry Orlickie	20	30,25
PLH020062	Góry Bardzkie	20	28,50
PLH020071	Ostoja Nietoperzy Gór Sowich	40	27,13
PLH020072	Uroczyska Borów Dolnośląskich	20	18,75
PLH020074	Wzgórz Strzeleńskie	20	21,25
PLH020082	Wzgórz Niemczańskie	20	26,75
PLH020083	Dolina Bystrzycy Łomnickiej	20	19,75
PLH020084	Dolina Dolnej Baryczy	40	23,00
PLH020086	Pieńska Dolina Nysy Łużyckiej	20	23,50
PLH020091	Dolina Oleśnicy i Potoku Boguszyckiego	20	29,50
PLH020096	Góry Złote	20	21,75
PLH020103	Łęgi nad Bystrycą	20	26,50
PLH040007	Jezioro Gopło	20	21,00
PLH040017	Sandr Wdy	20	20,00
PLH040023	Doliny Brdy i Stążki w Borach Tucholskich	20	20,00
PLH060005	Dolina Środkowego Wieprza	20	25,25
PLH060013	Ostoja Poleska	20	18,75
PLH060015	Płaskowyż Nałęczowski	20	18,50
PLH060017	Roztocze Środkowe	20	20,00
PLH060031	Uroczyska Lasów Janowskich	40	29,63
PLH060034	Uroczyska Puszczy Solskiej	60	17,83
PLH060043	Lasy Sobiborskie	20	23,00
PLH060045	Przełom Wisły w Małopolsce	20	34,00
PLH060051	Dolny Wieprz	20	27,00
PLH060074	Putnowice	20	28,25
PLH060093	Uroczyska Roztocza Wschodniego	20	24,00
PLH060099	Uroczyska Lasów Strzeleckich	20	25,50
PLH080001	Dolina Leniwej Obry	20	21,25
PLH080002	Rynna Jezior Obrzańskich	60	19,75
PLH080004	Torfowisko Chłopy	20	30,75
PLH080014	Nowosolska Dolina Odry	20	31,00
PLH080036	Jeziora Gościńskie	20	26,50
PLH080037	Lasy Dobrosułowskie	40	18,63
PLH080044	Wilki nad Nysą	20	20,25
PLH080060	Uroczyska Borów Zasięckich	20	23,00
PLH080070	Las Żarski	20	18,25
PLH080071	Ostoja Barlinecka	100	26,30
PLH100007	Załęczański Łuk Warty	40	23,75
PLH100008	Dolina Środkowej Pilicy	20	19,50
PLH100016	Buczyna Gałkowska	20	12,75
PLH100024	Lasy Smardzewickie	20	26,50
PLH120001	Ostoja Babiogórska	20	31,00
PLH120004	Dolina Prądnika	20	18,75
PLH120008	Koło Grobli	20	12,75
PLH120018	Ostoja Gorczańska	40	20,38
PLH120019	Ostoja Popradzka	180	22,17
PLH120036	Łabowa	40	22,88
PLH120052	Ostoje Nietoperzy Beskidu Wyspowego	20	26,00
PLH120077	Rudniańskie Modraszki - Kajasówka	20	31,25
PLH120094	Ostoje Nietoperzy Powiatu Gorlickiego	20	18,50
PLH140010	Olszyny Rumockie	20	23,25
PLH140011	Ostoja Nadbużańska	40	21,13
PLH140016	Dolina Dolnej Pilicy	20	36,50
PLH140029	Kampinowska Dolina Wisły	20	30,25
PLH140030	Łękawica	20	19,50
PLH140035	Puszcza Kozienicka	80	23,31
PLH140046	Bory bagienne i torfowiska Karaska	20	18,25
PLH140049	Myszynieckie Bory Sasankowe	20	26,25
PLH160007	Góry Opawskie	20	27,50
PLH160014	Opolska Dolina Nysy Kłodzkiej	20	22,75
PLH180001	Ostoja Magurska	80	16,94
PLH180012	Ostoja Przemyska	100	16,15
PLH180013	Ostoja Góry Słonne	160	19,09
PLH180014	Ostoja Jaślicka	120	13,08
PLH180015	Łysa Góra	20	20,75
PLH180017	Horyniec	40	16,50
PLH180018	Trzciana	20	24,00
PLH180020	Dolina Dolnego Sanu	20	19,75
PLH180054	Lasy Sieniawskie	60	20,17
PLH180055	Enklawy Puszczy Sandomierskiej	20	25,25
PLH200004	Ostoja Wigierska	20	28,00
PLH200005	Ostoja Augustowska	300	22,67
PLH200006	Ostoja Knyszyńska	440	18,61
PLH200007	Pojezierze Sejneńskie	40	18,63

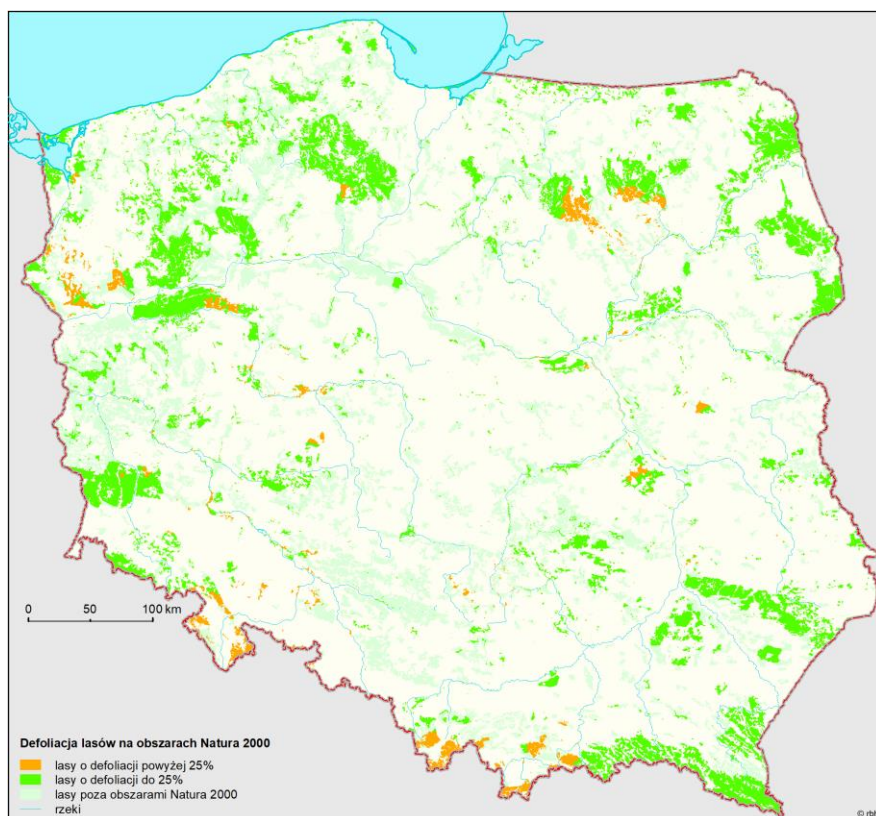
Kod obszaru	Nazwa obszaru	Liczba drzew	Średnia defoliacja	Kod obszaru	Nazwa obszaru	Liczba drzew	Średnia defoliacja
PLH200008	Dolina Biebrzy	180	23,81	PLH300010	Ostoja Wielkopolska	40	23,75
PLH200010	Ostoja w Dolinie Górnej Narwi	40	16,00	PLH300011	Puszcza Bieniszewska	20	16,50
PLH200019	Jelonka	20	17,50	PLH300026	Pojezierze Gnieźnieńskie	40	19,50
PLH200021	Ostoja w Dolinie Górnego Nurca	20	15,75	PLH300032	Ostoja Międzychodzko-Sierakowska	40	22,75
PLH200022	Dolina Górnej Rospudy	20	22,25	PLH300038	Dolina Cybiny	20	19,75
PLH220014	Kurze Grzędy	20	23,50	PLH300041	Ostoja Przemęcka	20	21,50
PLH220018	Mierzeja Sarbska	20	20,50	PLH300046	Dolina Bukówki	20	23,00
PLH220020	Pełcznica	20	18,50	PLH320001	Bobolickie Jeziora Lobeliowe	40	25,00
PLH220021	Piaśnickie Łąki	20	15,25	PLH320003	Dolina Grabowej	20	23,75
PLH220023	Ostoja Słowińska	20	22,00	PLH320006	Dolina Płoni i Jezioro Miedwie	20	16,50
PLH220026	Sandr Brdy	20	19,75	PLH320007	Dorzecze Parsęty	60	24,17
PLH220029	Trzy Młyny	20	15,00	PLH320008	Janiewickie Bagno	20	23,50
PLH220032	Zatoka Pucka i Półwysep Helski	40	20,38	PLH320013	Ostoja Goleniowska	20	23,75
PLH220034	Jeziora Wdzydzkie	40	22,25	PLH320014	Pojezierze Myśluborskie	20	25,00
PLH220038	Dolina Wieprzy i Studnicy	20	20,75	PLH320017	Trzebiatowsko-Kołobrzski Pas Nadmorski	40	17,50
PLH220041	Miasteczkie Jeziora Lobeliowe	20	19,00	PLH320019	Wolin i Uznam	60	27,25
PLH240001	Cieszyńskie Źródła Tufowe	20	24,25	PLH320020	Wzgórza Bukowe	40	18,38
PLH240005	Beskid Śląski	40	35,13	PLH320022	Dolina Radwi, Chocieli i Chotli	60	21,33
PLH240006	Beskid Żywiecki	60	28,67	PLH320023	Jezioro Lubie i Dolina Drawy	60	20,58
PLH240023	Beskid Mały	60	23,67	PLH320037	Dolna Odra	20	25,75
PLH260002	Łysogóry	20	10,00	PLH320038	Gogolice-Kosa	20	45,00
PLH260003	Ostoja Nidziańska	20	28,75	PLH320039	Jeziora Czaplineckie	60	19,42
PLH260004	Ostoja Przedborska	20	25,00	PLH320040	Jezioro Bobięcińskie	20	18,25
PLH260010	Lasy Suchedniowskie	80	22,00	PLH320044	Lasy Bierzwnickie	40	17,25
PLH260011	Lasy Skarżyskie	20	13,75	PLH320045	Mirosławiec	20	15,25
PLH260015	Dolina Czarnej	20	21,75	PLH320046	Uroczyńska Puszczy Drawskiej	240	21,25
PLH260018	Dolina Górnej Pilicy	40	28,88	PLH320047	Warnie Bagno	20	26,25
PLH260024	Krzemionki	20	15,25	PLH320049	Dorzecze Regi	60	20,92
PLH260027	Ostoja Gaj	20	18,75	PLH320052	Ostoja Golczewska	20	28,00
PLH260028	Ostoja Jeleniowska	20	12,00	PLH320060	Dziczy Las	20	30,50
PLH260029	Ostoja Kozubowska	20	17,00	PLH320067	Pojezierze Ińskie	60	18,58
PLH260034	Ostoja Szaniecko-Solecka	40	23,50				
PLH260040	Lasy Cisowsko-Orłowińskie	20	12,25				
PLH280001	Dolina Drwęcy	80	21,50				
PLH280005	Puszcza Romincka	20	25,75				
PLH280006	Rzeka Pasłęka	20	21,00				
PLH280007	Zalew Wiślany i Mierzeja Wiślana	20	23,75				
PLH280012	Ostoja Lidzbarska	40	18,00				
PLH280016	Ostoja Borecka	100	21,30				
PLH280029	Doliny Erozyjne Wysoczyzny Elbląskiej	20	12,25				
PLH280033	Warmińskie Buczyny	20	14,00				
PLH280044	Ostoja nad Oświnem	20	16,25				
PLH280048	Ostoja Piska	140	23,18				
PLH280052	Ostoja Napiwodzko-Ramucka	100	24,90				
PLH280053	Ostoja Iławska	60	18,33				
PLH300001	Biedrusko	20	20,25				
PLH300002	Uroczyńska Płyty Krotoszyńskiej	60	32,75				
PLH300009	Ostoja Nadwarciańska	20	16,25				

Tabela 7.2. Średnia defoliacja na obszarach Natura 2000 z powierzchniami monitoringu leśnego w 2023 roku

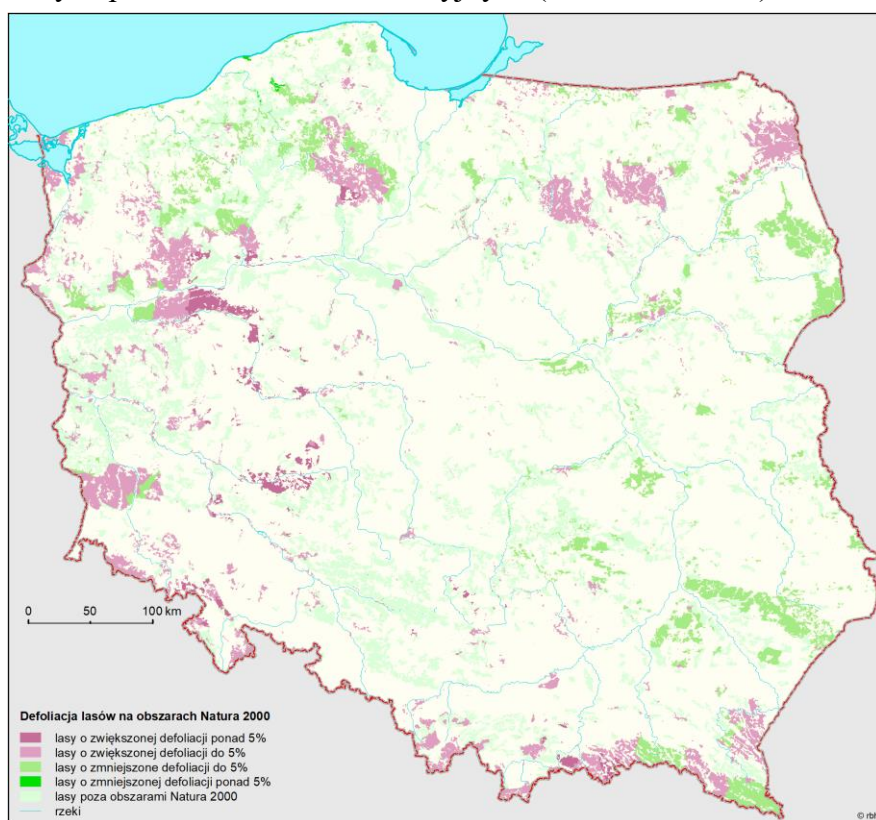
Rodzaj obszaru	Liczba obszarów Natura 2000	Liczba SPO I	Średnia defoliacja w 2023 roku	Średnia defoliacja w 2022 roku	Zmiana średniej defoliacji
Obszary ochrony ptaków (OSO)	86	485	21,6	21,3	0,3
Obszary ochrony siedlisk (SOO)	170	373	21,6	21,3	0,3



Rycina 7.1. Rozmieszczenie SPO I i II rzędu oraz powierzchni Monitoringu intensywnego na obszarach Natura 2000 (stan na koniec 2023 r.)



Rycina 7.2. Poziom defoliacji lasów na obszarach Natura 2000 na podstawie oceny defoliacji na stałych powierzchniach obserwacyjnych (stan na 2023 rok)



Rycina 7.3. Różnica w poziomie defoliacji lasów na obszarach Natura 2000 pomiędzy latami 2023 i 2022 na podstawie zmiany defoliacji na stałych powierzchniach obserwacyjnych

CZEŚĆ III MONITORING LASÓW NA STAŁYCH POWIERZCHNIACH OBSERWACYJNYCH II RZĘDU

8. STAN ZDROWOTNY DRZEWOSTANÓW NA SPO II RZĘDU W 2023 R. – JADWIGA MAŁACHOWSKA

W 2023 roku wśród 148 SPO II rzędu były 133 powierzchnie czynne, na których prowadzono ocenę stanu koron drzew oraz 15 powierzchni oczekujących, na których stary drzewostan został usunięty, a wiek młodego drzewostanu nie przekraczał 20 lat. Cztery powierzchnie przeszły z czynnych do oczekujących w 2015 r., po trzy powierzchnie zmieniło swój charakter w latach 2008 i 2018, po jednej powierzchni – w latach 2009, 2014, 2016, 2019 i 2020. Wśród powierzchni czynnych było 97 powierzchni sosnowych, 11 powierzchni świerkowych, 14 powierzchni dębowych i 11 powierzchni bukowych. Wśród powierzchni oczekujących były trzy powierzchnie sosnowe, jednaście powierzchni świerkowych oraz jedna powierzchnia dębowa.

Czynne powierzchnie sosnowe są reprezentowane w siedmiu krainach przyrodniczo-leśnych, we wszystkich regionalnych dyrekcjach Lasów Państwowych oraz we wszystkich województwach. Powierzchnie świerkowe występują w trzech krainach, w czterech regionalnych dyrekcjach LP i w czterech województwach, powierzchnie bukowe występują w sześciu krainach, w dziewięciu regionalnych dyrekcjach LP oraz w dziesięciu województwach. Powierzchnie dębowe są reprezentowane we wszystkich krainach, w dwunastu regionalnych dyrekcjach LP oraz w jedenastu województwach (tab. 8.1 – 8.3).

Na czynnych SPO II rzędu przeprowadza się corocznie ocenę stanu zdrowotnego drzewostanów, według tej samej metodyki co na SPO I rzędu. Wyniki tej oceny wraz z wynikami rozszerzonego zakresu obserwacji i pomiarów prowadzonych na tych powierzchniach w cyklach kilkuletnich stanowią pulę informacji, które mogą być wykorzystywane do zaawansowanych analiz.

Zróznicowanie kondycji zdrowotnej drzew monitorowanych gatunków w kraju

Ogółem na SPO II rzędu średnia defoliacja drzew w roku 2023 wynosiła 23,4%. Udział drzew zdrowych (klasa 0, do 10% defoliacji) wynosił 7,9%, udział drzew w klasie ostrzegawczej (klasa 1, drzewa o defoliacji od 11% do 25%) – 71,7%, a udział drzew o osłabionej kondycji (klasy 2-4, powyżej 25% defoliacji) – 20,4% (tab. 8.4). Kondycja zdrowotna drzew gatunków łącznie uległa niewielkiemu pogorszeniu w porównaniu z rokiem

2022. Udział drzew zdrowych zmniejszył się o 4,0 punkty procentowe, udział drzew w klasach defoliacji 2-4 wzrósł o 4,1 p.p., średnia defoliacja była wyższa o 1,3 p.p.

Gatunkiem charakteryzującym się najlepszą kondycją zdrowotną w 2023 roku był buk, u którego udział drzew zdrowych wynosił 32,6%, udział drzew w klasach defoliacji 2-4 – 4,0%, a średnia defoliacja – 16,4%. Najgorszą kondycją cechował się dąb, u którego udział drzew zdrowych wynosił jedynie 0,3%, udział drzew osłabionych – 44,4%, a średnia defoliacja – 30,1%. Pozostałe dwa gatunki, sosna i świerk, zajmowały w tej klasyfikacji miejsca pośrednie, charakteryzowały się podobnym poziomem stanu zdrowotnego. Udział drzew zdrowych wynosił odpowiednio: 6,3% i 6,5%, udział drzew w klasach defoliacji 2-4: 18,9% i 19,0%, średnia defoliacja była jednakowa, wynosiła 23,3% (tab. 8.4).

Kolejność gatunków występujących na SPO II rzędu od najzdrowszych do najmniej zdrowych była następująca: buk << sosna, świerk << dąb.

W porównaniu z 2022 rokiem kondycja zdrowotna sosny uległa niewielkiemu pogorszeniu, zmniejszył się udział drzew zdrowych (o 4,7 punktu procentowego), wzrosły: udział drzew w klasach defoliacji 2-4 (o 3,5 p.p.) oraz średnia defoliacja (o 1,3 p.p.). Świerk również charakteryzował się nieco gorszą kondycją, wzrosły: udział drzew w klasach defoliacji 2-4 (o 5,1 p.p.) oraz średnia defoliacja (o 0,7 p.p.). Zdecydowane pogorszenie kondycji zdrowotnej wystąpiło u dębu, w przypadku którego zanotowano znaczny wzrost udziału drzew w klasach defoliacji 2-4 (o 13,1 p.p.) oraz wzrost średniej defoliacji (o 3,4 p.p.). Kondycja buka, biorąc pod uwagę średnie wartości ocenianych parametrów na wszystkich powierzchniach poddanych obserwacjom, nie uległa zmianie.

Rozkład powierzchniowy kondycji zdrowotnej drzew monitorowanych gatunków

Analiza rozkładu powierzchniowego kondycji zdrowotnej drzew na SPO II rzędu jest trudna ze względu na nierównomierne rozmieszczenie powierzchni badawczych w poszczególnych jednostkach terytorialnych oraz niewielką liczbę powierzchni reprezentujących te jednostki (tab. 8.1 – 8.3).

Bardziej szczegółowo przeprowadzono analizę kondycji zdrowotnej drzew w krainach przyrodniczo-leśnych: porównano udziały drzew w klasach defoliacji oraz ich średnią defoliację. Analizę kondycji drzew w regionalnych dyrekcjach Lasów Państwowych oraz w województwach, ze względu na gorszą reprezentatywność, przeprowadzono jedynie na podstawie średnich defoliacji.

Wartości określane jako najmniejsze, największe lub średnie (najwyższe, najniższe, średnie) odnoszą się do zakresu wartości w obrębie omawianej jednostki terytorialnej lub w obrębie omawianego gatunku lub grupy gatunków.

Kondycja zdrowotna drzew w układzie krain przyrodniczo-leśnych

Udziały drzew w klasach defoliacji oraz średnią defoliację monitorowanych gatunków na SPO II rzędu w układzie krain przyrodniczo-leśnych zamieszczono w tabeli 8.4 oraz na rycinach 8.1 – 8.5.

Drzewa **monitorowanych gatunków łącznie** okazały się najzdrowsze na powierzchniach krain: Bałtyckiej i Karpackiej (odpowiednio: 10,7% i 13,8% drzew zdrowych, 13,1% i 13,8% drzew w klasach defoliacji 2-4 oraz 21,0% i 22,3% średniej defoliacji). Dobrą kondycję drzew zarejestrowano w krainach: Mazursko-Podlaskiej i Sudeckiej (5,7% i 8,8% drzew zdrowych, 13,9% i 20,6% drzew w klasach defoliacji 2-4 oraz 22,4% i 22,5% średniej defoliacji). Słabszą kondycję odnotowano w krainach: Małopolskiej, Wielkopolsko-Pomorskiej i Mazowiecko-Podlaskiej (od 2,3% do 8,7% drzew zdrowych, od 22,5% do 25,4% drzew w klasach defoliacji 2-4 oraz od 23,8% do 24,8% średniej defoliacji). Najśłabszą kondycją w zestawieniu charakteryzowały się drzewa na powierzchniach Krainy Śląskiej, gdzie zanotowano 3,5% drzew zdrowych, najwyższy udział drzew w klasach defoliacji 2-4 (27,3%) oraz najwyższą średnią defoliację (26,8%) (ryc. 8.1). W porównaniu z 2022 rokiem niewielkie pogorszenie kondycji drzew na SPO II rzędu zanotowano w krainach: Bałtyckiej, Wielkopolsko-Pomorskiej, Małopolskiej, Sudeckiej i Karpackiej, znaczne pogorszenie – w Krainie Śląskiej.

Powierzchnie z drzewostanem sosnowym występują w siedmiu krainach przyrodniczo-leśnych, brak takich powierzchni w Krainie Sudeckiej (ryc. 8.2). Sosna charakteryzowała się najlepszą kondycją zdrowotną w Krainie Bałtyckiej, gdzie zanotowano 7,2% drzew zdrowych, najniższy udział drzew w klasach defoliacji 2-4 (10,3%) oraz najniższą średnią defoliację (20,4%). Dobrą kondycję drzew tego gatunku zarejestrowano w krainach: Mazursko-Podlaskiej, Wielkopolsko-Pomorskiej i Karpackiej (od 4,1% do 10,0% drzew zdrowych, od 13,3% do 18,0% drzew w klasach defoliacji 2-4 oraz od 22,4% do 24,6% średniej defoliacji). Słabszą kondycję zdrowotną sosny zanotowano w krainach: Śląskiej i Małopolskiej (3,4% i 5,7% drzew zdrowych, 23,3% i 23,6% drzew w klasach defoliacji 2-4 oraz 25,9% i 23,9% średniej defoliacji). Najśłabszą w tym zestawieniu kondycją zdrowotną cechowały się drzewa w Krainie Mazowiecko-Podlaskiej (2,3% drzew zdrowych, 24,5% drzew w klasach defoliacji 2-4 oraz 25,2% średniej defoliacji) (ryc. 8.2). W porównaniu z 2022 rokiem

niewielkie pogorszenie kondycji sosen na SPO II rzędu zanotowano w krainach: Wielkopolsko-Pomorskiej i Małopolskiej, znaczne pogorszenie – w krainach: Śląskiej i Karpackiej.

Powierzchnie z drzewostanem świerkowym występują tylko w trzech krainach przyrodniczo-leśnych: Mazursko-Podlaskiej, Sudeckiej i Karpackiej (ryc. 8.3). W Krainie Mazursko-Podlaskiej nie zaobserwowano zdrowych świerków, ale jednocześnie zanotowano najniższy udział drzew w klasach defoliacji 2-4 (4,9%) oraz najniższą w zestawieniu średnią defoliację (20,5%). W dwóch pozostałych krainach udział drzew zdrowych wynosił odpowiednio: 6,7% i 10,9%, udział drzew w klasach defoliacji 2-4 był równy 23,3% i 20,0%, a średnia defoliacja – 23,5% i 25,2%. W porównaniu z 2022 rokiem niewielkie pogorszenie kondycji świerków na SPO II rzędu zanotowano w krainach: Sudeckiej i Karpackiej.

Powierzchnie z drzewostanem bukowym występują w sześciu krainach (brak takich powierzchni w krainach: Mazursko-Podlaskiej i Mazowiecko-Podlaskiej), ich reprezentacja jest jednak niewielka. W Krainach Karpackiej i Bałtyckiej występują po trzy takie powierzchnie, w Krainie Śląskiej – dwie, w pozostałych trzech krainach – po jednej powierzchni, w związku z czym wiarygodność porównań jest wysoce niepewna (ryc. 8.4). Najzdrowsze buki występowały w Krainie Małopolskiej, w której wszystkie oceniane drzewa tego gatunku zostały zaliczone do klasy drzew zdrowych (klasa 0), a średnia defoliacja była najniższa w zestawieniu i wynosiła 6,8%. Dobrą kondycją charakteryzowały się drzewa tego gatunku w krainach: Sudeckiej i Karpackiej (30,0% i 37,3% drzew zdrowych, 0,0% i 1,7% drzew w klasach defoliacji 2-4, 15,0% i 14,8% średniej defoliacji) oraz w krainach: Bałtyckiej i Śląskiej (36,7% i 6,8% drzew zdrowych, 8,3% i 4,5% drzew w klasach defoliacji 2-4, 18,2% średniej defoliacji). Buki o słabszej kondycji zdrowotnej występowały w Krainie Wielkopolsko-Pomorskiej, gdzie nie odnotowano drzew zdrowych, udział drzew w klasach defoliacji 2-4 wynosił 5,0%, a średnia defoliacja (22,8%) była najwyższa w zestawieniu. W porównaniu z 2022 rokiem znaczną poprawę kondycji buków na SPO II rzędu zanotowano w krainach: Wielkopolsko-Pomorskiej i Małopolskiej, pogorszenie – w krainach: Bałtyckiej, Śląskiej i Sudeckiej.

Powierzchnie z drzewostanem dębowym występują we wszystkich krainach przyrodniczo-leśnych, jednak podobnie jak to ma miejsce w przypadku powierzchni bukowych – ich reprezentacja jest bardzo mała: w sześciu krainach występują po dwie powierzchnie tego gatunku, w dwóch krainach (Sudeckiej i Karpackiej) – po jednej powierzchni (wiarygodność porównań jest wysoce niepewna) (tab. 8.1). Dąb charakteryzował się najgorszą kondycją zdrowotną w skali kraju, również w poszczególnych krainach na SPO II rzędu jego kondycja

była osłabiona (ryc. 8.5). Dobrą kondycją w porównaniu z innymi krainami charakteryzowały się dęby na powierzchniach w Krainie Sudeckiej, niewiele gorszą kondycję zanotowano w Krainie Mazursko-Podlaskiej (odpowiednio: 2,4% i 0,0% drzew zdrowych, 9,8% i 16,7% drzew w klasach defoliacji 2-4 oraz 22,6% i 23,8% średniej defoliacji). Kondycję na średnim poziomie zanotowano w krainach: Sudeckiej i Karpackiej (brak drzew zdrowych, 25,0% i 35,0% drzew w klasach defoliacji 2-4 oraz 24,0 i 25,5% średniej defoliacji). Silnie osłabione dęby występowały w krainach: Bałtyckiej i Małopolskiej (brak drzew zdrowych, 42,5% i 53,1% drzew w klasach defoliacji 2-4 oraz 29,5% i 29,7% średniej defoliacji). dęby o najłabszej kondycji – w krainach: Wielkopolsko-Pomorskiej i Śląskiej (brak drzew zdrowych, 85,0% i 70,0% drzew w klasach defoliacji 2-4 oraz 39,6% i 40,6% średniej defoliacji). . W porównaniu z 2022 rokiem niewielką poprawę kondycji dębów na SPO II rzędu zanotowano w Krainie Mazursko-Podlaskiej, niewielkie pogorszenie – w Krainie Mazowiecko-Podlaskiej, znaczne pogorszenie – w sześciu pozostałych krainach.

Kondycja zdrowotna drzew w układzie regionalnych dyrekcji LP

Średnią defoliację monitorowanych gatunków na SPO II rzędu w układzie regionalnych dyrekcji Lasów Państwowych zamieszczono w tabeli 8.5.

W 2023 roku wartości średniej defoliacji drzew **monitorowanych gatunków łącznie** zawierały się w przedziale od 18,6% w RDLP w Szczecinku do 29,1% w RDLP w Zielonej Górze. Niską wartość tego parametru (19,1%) zanotowano w RDLP w Gdańsku. Średnimi wartościami średniej defoliacji (od 21,4% do 23,2%) charakteryzowały się drzewa na powierzchniach w rdLP w Pile, Toruniu, Olsztynie, Białymstoku, Lublinie, Radomiu i Krośnie. Podwyższone wartości średniej defoliacji (od 24,1% do 25,5%) zarejestrowano na powierzchniach w rdLP w Katowicach, Łodzi, Warszawie, Szczecinie i Wrocławiu. Wysokimi wartościami średniej defoliacji (od 26,7% do 27,0%) charakteryzowały się drzewa na powierzchniach w rdLP w Krakowie i Poznaniu.

Powierzchnie z drzewostanem sosnowym występują we wszystkich regionalnych dyrekcjach LP. Wartości średniej defoliacji sosny zawierały się w przedziale od 17,8% w RDLP w Szczecinku do 30,8% w RDLP w Krakowie. Niskie wartości tego parametru (od 20,5% do 21,4%) zanotowano w rdLP: w Pile, Łodzi i Gdańsku; średnie (od 22,0% do 22,7%) w rdLP w Szczecinie i Toruniu. Podwyższone wartości średniej defoliacji (od 23,1% do 24,1%) zarejestrowano na powierzchniach w rdLP w Białymstoku, Olsztynie, Warszawie, Poznaniu, Radomiu, Lublinie i Krośnie, wysokie wartości (od 25,0% do 25,2%) – w rdLP we Wrocławiu, Zielonej Górze i Katowicach.

Powierzchnie z drzewostanem świerkowym występują jedynie w czterech regionalnych dyrekcjach LP: w Białymstoku (2 powierzchnie), Krakowie (2 powierzchnie), Krośnie (1 powierzchnia) i Wrocławiu (6 powierzchni). Wartości średniej defoliacji świerka zawierały się w przedziale od 20,5% w RDLP w Białymstoku do 26,6% w RDLP w Krakowie.

Powierzchnie z drzewostanem bukowym występują nielicznie (po jednej lub dwie powierzchnie) w dziewięciu regionalnych dyrekcjach LP (tab. 8.2). Ze względu na małą reprezentatywność wiarygodność porównań jest wysoce niepewna. Najzdrowsze buki występowały na powierzchniach w rdLP w Lublinie i Olsztynie, gdzie średnia defoliacja wynosiła 6,8% i 11,7%. Niskie wartości średniej defoliacji (od 14,3% do 15,1%) zanotowano w rdLP: w Gdańsku, Krakowie, Krośnie i Wrocławiu. Podwyższoną wartość tego parametru (18,2% i 22,8%) zarejestrowano w rdLP w Katowicach i Szczecinku, najwyższą (28,3%) – w RDLP w Szczecinie.

Powierzchnie z drzewostanem dębowym występują w dwunastu regionalnych dyrekcjach LP, jednak podobnie jak to ma miejsce w przypadku powierzchni bukowych – ich reprezentacja jest bardzo mała (tab. 8.2) i wiarygodność porównań jest wysoce niepewna. Dąb charakteryzował się najgorszą kondycją zdrowotną w skali kraju, również w większości regionalnych dyrekcji LP jego kondycja była osłabiona. Najniższą średnią defoliacją (17,0%) charakteryzowały się dęby na powierzchni w RDLP w Gdańsku. Niską wartość tego parametru (20,9%) zanotowano w RDLP w Lublinie; średnią (od 22,5% do 25,5%) – w rdLP w Olsztynie, Białymstoku i Krośnie; wysoką (od 27,6% do 33,3%) – w rdLP w Łodzi, Katowicach i Zielonej Górze, bardzo wysoką (37,6% i 42,0%) – w rdLP we Wrocławiu i Szczecinie. Najwyższą w tym zestawieniu średnią defoliacją (46,0%) charakteryzowały się dęby na powierzchni w RDLP w Poznaniu.

Kondycja zdrowotna drzew w układzie województw

Średnią defoliację monitorowanych gatunków na SPO II rzędu w układzie województw zamieszczono w tabeli 8.6.

Najlepszą kondycją zdrowotną charakteryzowały się drzewa monitorowanych gatunków łącznie na powierzchniach województwa pomorskiego (śr. def. = 18,9%). Dobrą kondycję drzew zanotowano w województwach: świętokrzyskim i zachodniopomorskim (20,4% i 20,6% średniej defoliacji). Kondycję drzew na średnim poziomie obserwowano na powierzchniach województw: warmińsko-mazurskiego, kujawsko-pomorskiego, podkarpackiego, podlaskiego, lubelskiego i śląskiego (od 21,3% do 23,5% średniej defoliacji). Osłabioną kondycją zdrowotną charakteryzowały się drzewa na powierzchniach województw:

łódzkiego, dolnośląskiego, małopolskiego, wielkopolskim, mazowieckiego i opolskiego (od 25,0% do 26,3% średniej defoliacji). Najslabszą kondycją drzew zarejestrowano na powierzchniach województwa lubuskiego (27,0% średniej defoliacji).

Powierzchnie z drzewostanem sosnowym występują we wszystkich województwach. Wartości średniej defoliacji sosny zawierały się w przedziale od 17,5% w łódzkim do 27,4% w opolskim. Niskie wartości tego parametru (od 19,6% do 20,3%) zanotowano w województwach: pomorskim, zachodniopomorskim i świętokrzyskim; średnie (od 21,4% do 23,3%) – w kujawsko-pomorskim, podlaskim, warmińsko-mazurskim, wielkopolskim, podkarpackim i lubuskim. Podwyższone wartości średniej defoliacji (od 24,2% do 25,2%) zarejestrowano na powierzchniach w lubelskim, śląskim i dolnośląskim, wysokie wartości (27,1%) – w małopolskim i mazowieckim.

Powierzchnie z drzewostanem świerkowym występują jedynie w czterech województwach: podlaskim, podkarpackim, małopolskim i dolnośląskim. Wartości średniej defoliacji świerka zawierały się w przedziale od 20,5% w podlaskim do 26,6% w małopolskim.

Powierzchnie z drzewostanem bukowym występują nielicznie (po jednej lub dwie powierzchnie) w dziesięciu województwach (tab. 8.3). Ze względu na małą reprezentatywność wiarygodność porównań jest wysoce niepewna. Najzdrowsze buki występowały na powierzchni w lubelskim, gdzie średnia defoliacja wynosiła 6,8%. Niskie wartości średniej defoliacji (od 11,7% do 15,1%) zanotowano na powierzchniach w warmińsko-mazurskim, małopolskim, pomorskim, dolnośląskim i podkarpackim, średnie wartości (18,1% i 18,3%) – w śląskim i opolskim. Podwyższoną wartość tego parametru (22,8%) zarejestrowano w zachodniopomorskim, najwyższą (28,3%) – w lubuskim.

Powierzchnie z drzewostanem dębowym występują w jedenastu województwach, jednak podobnie jak to ma miejsce w przypadku powierzchni bukowych – ich reprezentacja jest bardzo mała (tab. 8.2 i 8.3) i wiarygodność porównań jest wysoce niepewna. Dąb charakteryzował się najgorszą kondycją zdrowotną w skali kraju, również w większości województw jego kondycja była osłabiona. Najniższą średnią defoliacją (17,0%) charakteryzowały się dęby na powierzchni w pomorskim. Niską wartość tego parametru (22,5% i 22,6%) zanotowano w warmińsko-mazurskim i mazowieckim, średnią (od 24,8% do 27,6%) – w podlaskim, podkarpackim i małopolskim, wysoką (od 30,0% do 37,6%) – w opolskim, łódzkim, dolnośląskim i lubuskim. Najwyższą w tym zestawieniu średnią defoliacją (46,0%) charakteryzowały się dęby na powierzchni w wielkopolskim.

Tabela 8.1. Liczba SPO II rzędu poddanych obserwacjom w 2023 r., zestawienie wg gatunku panującego w drzewostanie, w układzie krain przyrodniczo-leśnych

Gatunek panujący w drzewostanie	Bałtycka	Mazursko-Podlaska	Wielkopolsko-Pomorska	Mazowiecko-Podlaska	Śląska	Małopolska	Sudecka	Karpacka	Kraj
Sosna	16	10	20	13	9	24	0	5	97
Świerk	0	2	0	0	0	0	6	3	11
Buk	3	0	1	0	2	1	1	3	11
Dąb	2	2	2	2	2	2	1	1	14
Gatunki razem	21	14	23	15	13	27	8	12	133

Tabela 8.2. Liczba SPO II rzędu poddanych obserwacjom w 2023 r., zestawienie wg gatunku panującego w drzewostanie, w układzie regionalnych dyrekcji Lasów Państwowych

Gatunek panujący w d-stanie	Białystok	Katowice	Kraków	Krosno	Lublin	Łódź	Olszyn	Piła	Poznań	Szczecin	Szczecinek	Toruń	Wrocław	Zielona G.	Gdańsk	Radom	Warszawa	Kraj
Sosna	11	12	3	5	12	2	6	3	5	8	5	6	3	1	5	7	3	97
Świerk	2	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	11
Buk	0	2	1	2	1	0	1	0	0	1	1	0	1	0	1	0	0	11
Dąb	1	1	1	1	1	2	1	0	1	1	0	0	2	1	1	0	0	14
Razem	14	15	7	9	14	4	8	3	6	10	6	6	12	2	7	7	3	133

Tabela 8.3. Liczba SPO II rzędu poddanych obserwacjom w 2023 r., zestawienie wg gatunku panującego w drzewostanie, w układzie województw

Gatunek panujący w d-stanie	Dolnośląskie	Kujawsko-pom.	Lubelskie	Lubuskie	Łódzkie	Małopolskie	Mazowieckie	Opolskie	Podkarpackie	Podlaskie	Pomorskie	Śląskie	Świętokrzyskie	Warmińsko-maz.	Wielkopolskie	Zachodniopom.	Kraj
Sosna	3	4	11	6	1	5	9	4	6	9	8	6	5	7	7	6	97
Świerk	6	0	0	0	0	2	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	11
Buk	1	0	1	1	0	1	0	1	2	0	1	1	0	1	0	1	11
Dąb	2	0	0	2	1	1	2	1	1	1	1	0	0	1	1	0	14
Razem	12	4	12	9	2	9	11	6	10	12	10	7	5	9	8	7	133

Tabela 8.4. Udział drzew [%] w klasach defoliacji oraz średnia defoliacja [%] monitorowanych gatunków na SPO II rzędu *) w układzie krain przyrodniczo-leśnych w 2023 r.

Gatunek panujący w drzewostanie	Kl.def., śr.def.	Bałycka	Mazursko- Podlaska	Wielkopolsko- Pomorska	Mazowiecko- Podlaska	Śląska	Małopolska	Sudecka	Karpacka	Kraj
Sosna	0	7,2	7,9	10,0	2,3	3,4	5,7	-	4,1	6,3
	1	82,5	76,7	72,0	73,2	73,3	70,7	-	82,7	74,7
	2-4	10,3	15,3	18,0	24,5	23,3	23,6	-	13,3	18,9
	śr.def.	20,4	22,5	22,4	25,2	25,9	23,9	-	24,6	23,3
Świerk	0	-	0,0	-	-	-	-	6,7	10,9	6,5
	1	-	95,1	-	-	-	-	70,0	69,1	74,5
	2-4	-	4,9	-	-	-	-	23,3	20,0	19,0
	śr.def.	-	20,5	-	-	-	-	23,5	25,2	23,3
Buk	0	36,7	-	0,0	-	6,8	100,0	30,0	37,3	32,6
	1	55,0	-	95,0	-	88,6	0,0	70,0	61,0	63,4
	2-4	8,3	-	5,0	-	4,5	0,0	0,0	1,7	4,0
	śr.def.	18,2	-	22,8	-	18,2	6,8	15,0	14,8	16,4
Dąb	0	0,0	0,0	0,0	2,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3
	1	57,5	83,3	15,0	87,8	30,0	46,9	75,0	65,0	55,2
	2-4	42,5	16,7	85,0	9,8	70,0	53,1	25,0	35,0	44,4
	śr.def.	29,5	23,8	39,6	22,6	40,6	29,7	24,0	25,5	30,1
Gatunki razem	0	10,7	5,7	8,7	2,3	3,5	8,7	8,8	13,8	7,9
	1	76,2	80,4	68,0	75,2	69,2	65,9	70,6	72,4	71,7
	2-4	13,1	13,9	23,3	22,5	27,3	25,4	20,6	13,8	20,4
	śr.def.	21,0	22,4	23,9	24,8	26,8	23,8	22,5	22,3	23,4

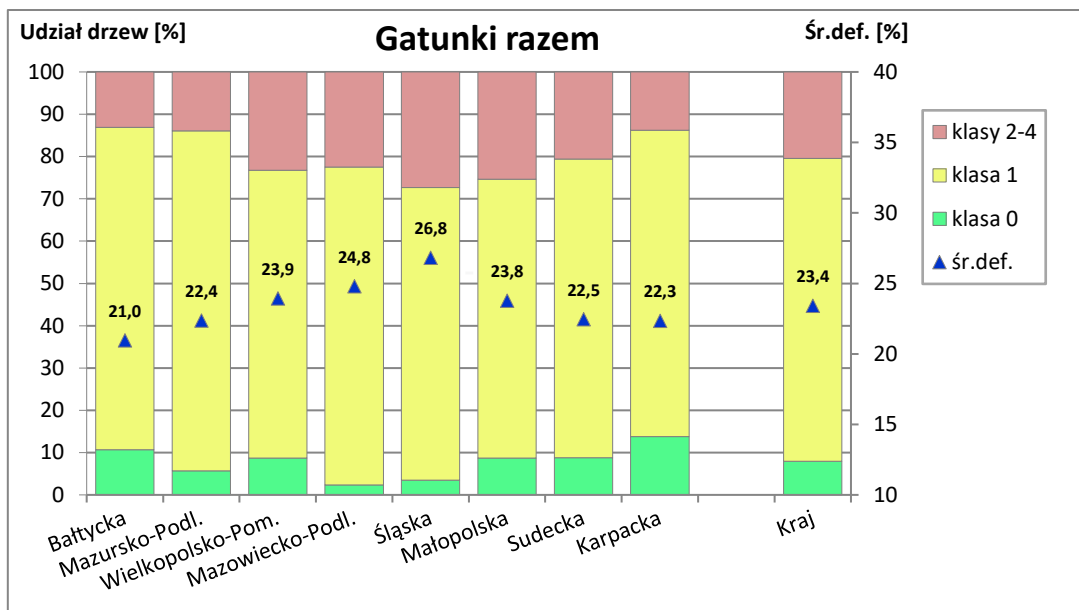
Tabela 8.5. Średnia defoliacja [%] monitorowanych gatunków drzew na SPO II rzędu *) w układzie regionalnych dyrekcji Lasów Państwowych w 2023 r.

Gatunek panujący w drzewostanie	Białystok	Katowice	Kraków	Krosno	Lublin	Łódź	Olszyn	Piła	Poznań	Szczecin	Szczecinek	Toruń	Wrocław	Zielona Góra	Gdańsk	Radom	Warszawa	Kraj
Sosna	23,4	25,1	30,8	23,6	24,0	21,3	23,1	21,4	23,3	22,7	17,8	22,0	25,2	25,0	20,5	23,2	24,1	23,3
Świerk	20,5	-	26,6	22,8	-	-	20,0	-	-	-	-	-	23,5	-	-	-	-	23,3
Buk	-	18,2	14,3	15,1	6,8	-	11,7	-	-	28,3	22,8	-	15,0	-	14,8	-	-	16,4
Dąb	24,8	30,0	27,6	25,5	20,9	29,2	22,5	-	46,0	42,0	-	-	37,6	33,3	17,0	-	-	30,1
Razem	23,1	24,4	26,7	21,8	22,5	25,2	21,5	21,4	27,0	25,2	18,6	22,0	25,5	29,1	19,1	23,2	24,1	23,4

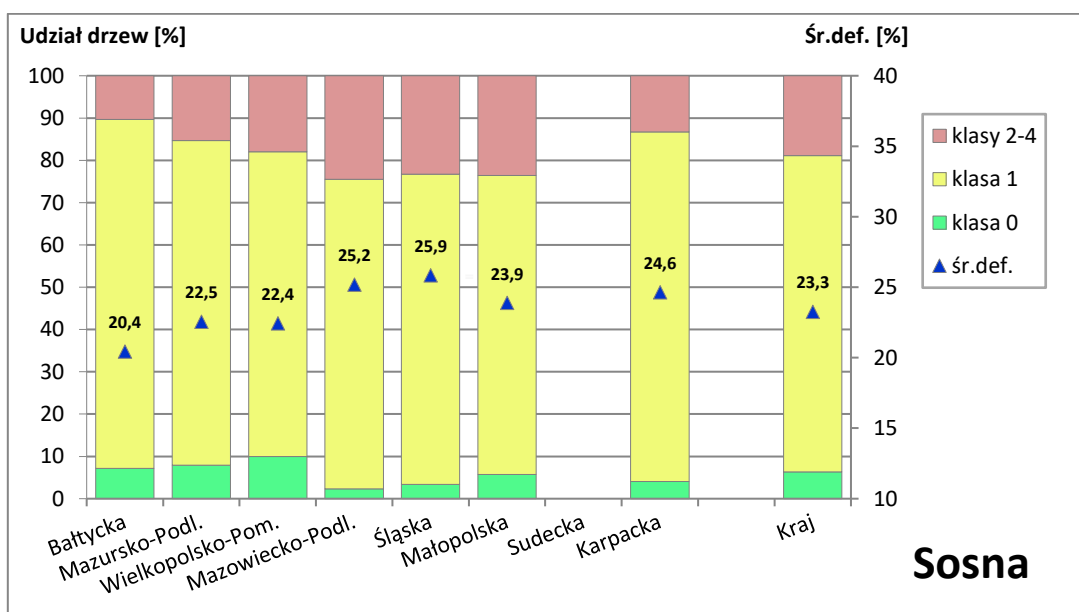
Tabela 8.6. Średnia defoliacja [%] monitorowanych gatunków drzew na SPO II rzędu *) w układzie województw w 2023 r.

Gatunek panujący w drzewostanie	Dołnośląskie	Kujawsko- pomorskie	Lubelskie	Lubuskie	Łódzkie	Małopolskie	Mazowieckie	Opolskie	Podkarpackie	Podlaskie	Pomorskie	Śląskie	Świętokrzyskie	Warmińsko- mazurskie	Wielkopolskie	Zachodnio- pomorskie	Kraj
Sosna	25,2	21,4	24,2	23,3	17,5	27,1	27,1	27,4	23,2	22,2	19,6	24,6	20,3	22,6	23,0	20,2	23,3
Świerk	23,5	-	-	-	-	26,6	-	-	22,8	20,5	-	-	-	-	-	-	23,3
Buk	15,0	-	6,8	28,3	-	14,3	-	18,3	15,1	-	14,8	18,1	-	11,7	-	22,8	16,4
Dąb	37,6	-	-	37,6	34,2	27,6	22,6	30,0	25,5	24,8	17,0	-	-	22,5	46,0	-	30,1
Razem	25,5	21,4	22,8	27,0	25,0	25,6	26,2	26,3	21,8	22,1	18,9	23,5	20,4	21,3	25,8	20,6	23,4

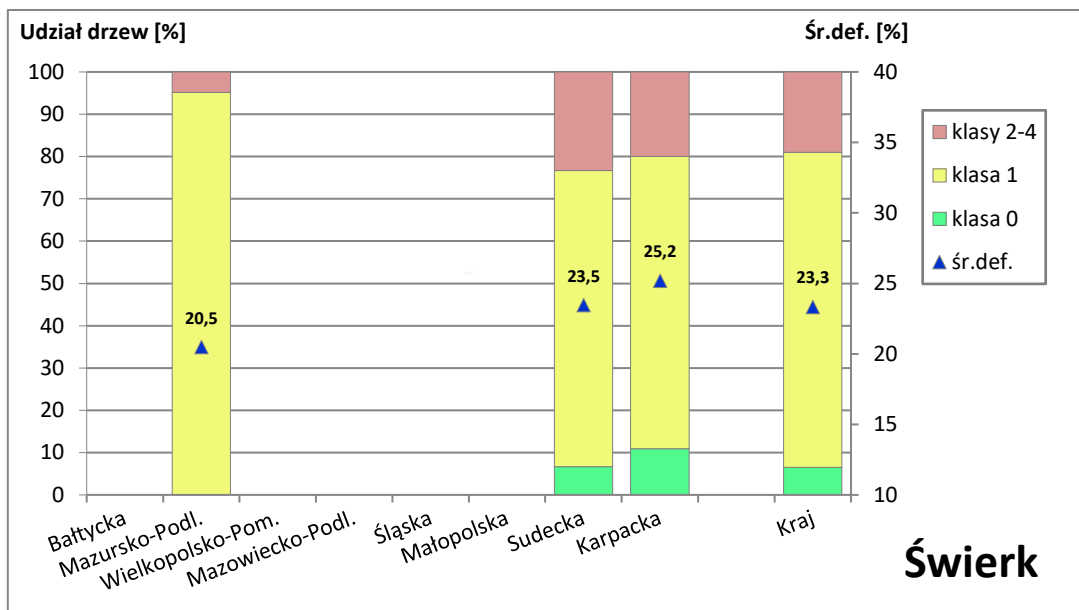
*) tab. 8.4–8.6 – czcionka w kolorze niebieskim - wyniki uzyskane z jednej powierzchni



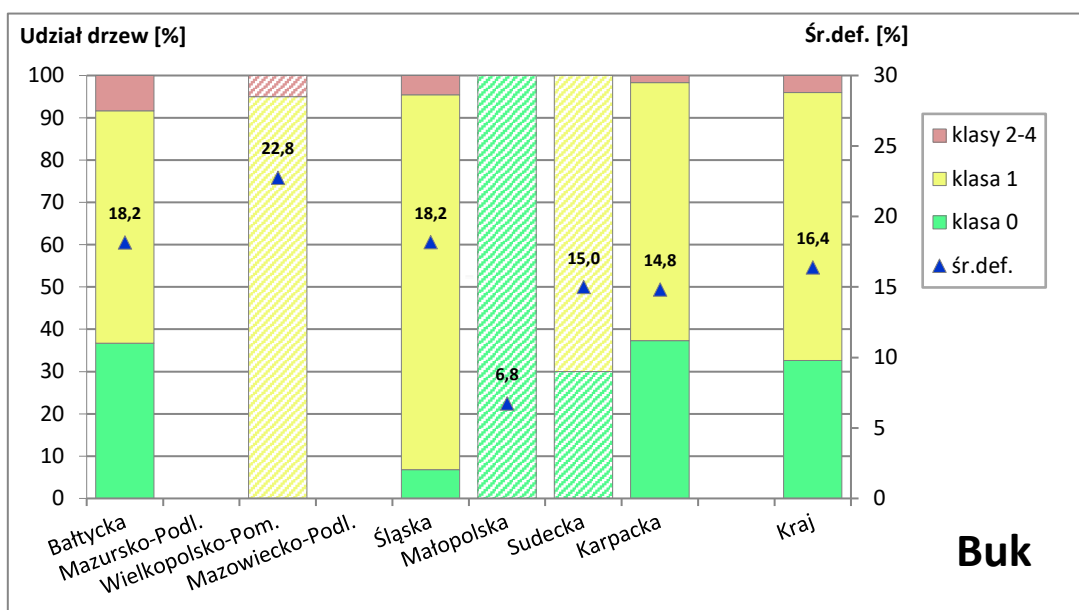
Rycina 8.1. Udział drzew monitorowanych gatunków łącznie w klasach defoliacji oraz średnia defoliacja w układzie krain przyrodniczo-leśnych – SPO II rzędu, 2023 r.



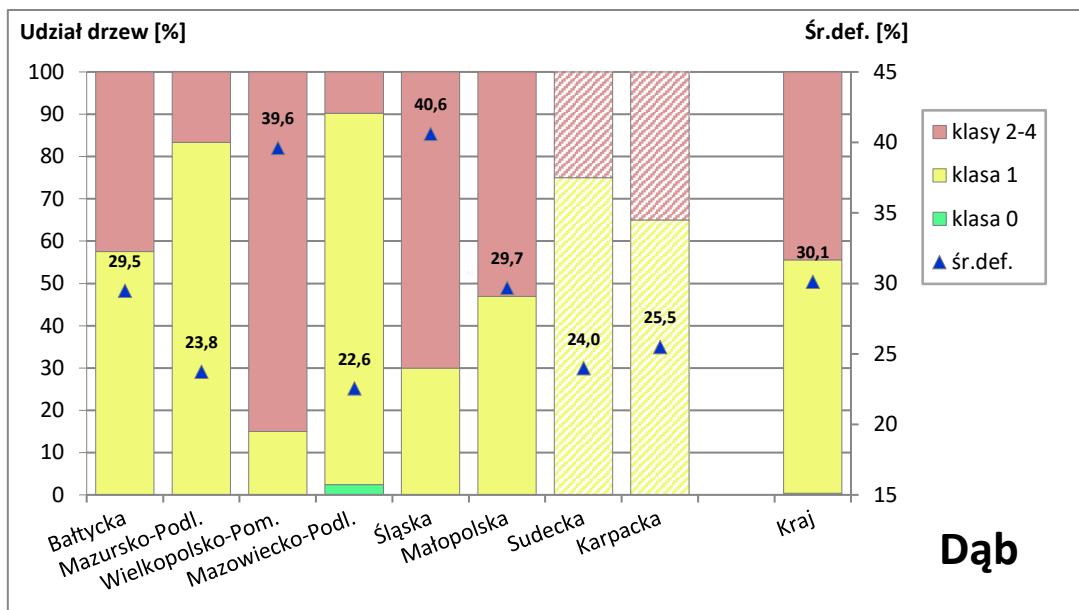
Rycina 8.2. Udział sosny w klasach defoliacji oraz średnia defoliacja w układzie krain przyrodniczo-leśnych – SPO II rzędu, 2023 r.



Rycina 8.3. Udział świerka w klasach defoliacji oraz średnia defoliacja w układzie krain przyrodniczo-leśnych – SPO II rzędu, 2023 r.



Rycina 8.4. Udział buka w klasach defoliacji oraz średnia defoliacja w układzie krain przyrodniczo-leśnych – SPO II rzędu, 2023 r. (jaśniejszym kolorem zaznaczono krainy reprezentowane przez jedną powierzchnię)



Rycina 8.5. Udział dębu w klasach defoliacji oraz średnia defoliacja w układzie krain przyrodniczo-leśnych – SPO II rzędu, 2023 r. (jaśniejszym kolorem zaznaczono krainy reprezentowane przez jedną powierzchnię)

9. ZMIENNOŚĆ SZATY ROŚLINNEJ NA SPO II RZĘDU – *JERZY SOLON*

9.1. Florystyczno-ekologiczna charakterystyka runa na Stałych Powierzchniach Obserwacyjnych II rzędu monitoringu lasów w roku 2023

9.1.1. Wprowadzenie

Celem niniejszego opracowania jest przedstawienie wybranych charakterystyk florystycznych i ekologicznych runa powierzchni monitoringowych, określonych w wyniku analizy danych zebranych w 2023 roku na 148 Stałych Powierzchniach Obserwacyjnych II rzędu.

W szczególności w opracowaniu przedstawiono:

- identyfikację syntaksonomiczną powierzchni;
- bogactwo gatunkowe i różnorodność gatunkową;
- strukturę fitosocjologiczną składu gatunkowego;
- strukturę ekologiczną składu gatunkowego;
- stopień synantropizacji składu gatunkowego;
- zróżnicowanie geograficzne występowania gatunków runa;
- udział gatunków rzadkich i chronionych.

Szczegółowej analizie poddano jedynie rośliny naczyniowe runa, gdyż charakterystyka mszaków i porostów stanowi przedmiot odrębnego opracowania.

9.1.2. Zakres i metody obserwacji terenowych. Kierunki analizy materiału

Podstawą analizy florystycznej i geobotanicznej jest zdjęcie fitosocjologiczne, obejmujące powierzchnię 400 m kw., i wykonywane według ogólnie przyjętych zasad (por. Szafer, Zarzycki [red.] 1972). W zdjęciach fitosocjologicznych uwzględniono wszystkie gatunki roślin naczyniowych, mszaki i porosty naziemne. Zdjęcie fitosocjologiczne jest jednym z elementów znacznie szerzej zakrojonych obserwacji terenowych. Szczegółowe omówienie zakresu i metodyki tych prac przedstawiono w opracowaniu Solona i Wawrzoniaka (1999).

Analiza kameralna zebranych materiałów objęła m.in.:

(a) określenie wskaźnika różnorodności H , obliczanego według wzoru $H = - \sum p_i \log_2 p_i$, gdzie p_i oznacza udział powierzchniowy (wyrażony ułamkiem dziesiętnym) i -tego gatunku (Shannon, Weaver 1949). Wskaźnik różnorodności określa się zarówno w odniesieniu do gatunków, jak i odrębnie wyróżnionych klas wymagań ekologicznych, form życiowych oraz struktury syntaksonomicznej.

(b) analizę wewnętrznej struktury runa, na którą składa się określenie (na podstawie udziału procentowego liczby i /lub pokrycia gatunków z poszczególnych klas wymagań): struktury fitosocjologicznej; dominującego typu strategii rozwoju; spektrum form życiowych Raunkiaera; i in. Przy określaniu struktury fitosocjologicznej stosowano wykaz gatunków charakterystycznych W. Matuszkiewicza (2001). Typ strategii rozwoju gatunków określono na podstawie opracowania Franka i Klotza (1988), zawierającego zestawienie właściwości 2265 gatunków. Charakterystyki gatunków pod względem form życiowych, trwałości liści i struktury anatomicznej określono na podstawie wykazu Ellenberga (1979).

Nie wdając się w szczegółowe rozważania, tu należy przypomnieć, że typ strategii rozwoju oznacza zakres odporności gatunków na stres. Wyróżnia się następujące kategorie podstawowe:

- typ c - typ konkurencyjny, występujący w warunkach niskiego stresu oraz słabych i rzadkich zakłóceń. Należy tu większość drzew i krzewów z wysoką siłą konkurencyjną dzięki uwarunkowaniom morfologicznym i fizjologicznym.
- typ s - typ stresu, występujący w silnych warunkach stresowych natomiast przy niskim poziomie zakłóceń. Należą tu gatunki szczególnie odporne na działanie niekorzystnych warunków siedliskowych (stałe niedostateczne lub nadmierne uwilgocenie, wysokie koncentracje pierwiastków w glebie etc.), dzięki odpowiednim strukturom morfologicznym lub fizjologii.
- typ r - typ ruderalny, występujący w warunkach częstych i silnych zakłóceń przy niewielkim poziomie stresu. Są to najczęściej jednoroczne rośliny zielne, które ze względu na krótki okres życia a wysoką produkcję nasion zajmują wolne nisze ekologiczne powstałe po zniszczeniu wcześniej istniejącej pokrywy roślinnej.
- Występują również typy mieszane, np. cs, cr, csr.

Formy życiowe Raunkiaera wyróżnia się przede wszystkim na podstawie położenia i ochrony organów przetrwalnikowych w niekorzystnej dla gatunku porze roku. W odniesieniu do roślin naczyniowych wyróżnia się następujące kategorie główne:

- P - fanerofity, czyli drzewa osiągające normalnie wysokość ponad 5 m;
- N - nanofanerofity, krzewy i niskie drzewa, o wysokości 0.5-5 m;
- Z- zdrewniałe chamefity, czyli półkrzewy i krzewinki;
- C - chamefity zielne, czyli rośliny zielne mające pączki nad powierzchnią ziemi;
- H - hemikryptofity, rośliny których organy zimujące leżą na powierzchni ziemi;
- G - geofity, czyli rośliny z organami zimującymi ukrytymi w ziemi, często zaopatrzonymi w materiały zapasowe;

- T - terofity, czyli gatunki jednoroczne; zimuja jedynie nasiona.

Zaleznosci o charakterze geograficznym okreslano na podstawie analizy korelacji i regresji, przyjmujac za zmienne niezalezne dlugosc i szerokosc geograficzna SPO II rzędu.

Wykaz gatunkow chronionych przyjeta wg rozporzadzenia Ministra Środowiska z dnia 9 października 2014 r. w sprawie ochrony gatunkowej roślin (Dz.U. z dnia 16 października 2014 r., poz. 1409).

9.1.3. Wyniki analizy

Zróznicowanie syntaksonomiczne

Stałe powierzchnie obserwacyjne reprezentują różne zbiorowiska roślinne, należące do trzech klas zniorowisk leśnych: *Vaccinio-Piceetea*, *Quercetea roboris-petreae* i *Querceto-Fagetea*. Najwięcej powierzchni (86) reprezentuje zbiorowiska borowe z klasy *Vaccinio-Piceetea*, a w jej obrębie głównie związek *Dicrano-Pinion* (w tym *Leucobryo-Pinetum* – 31, *Peucedano-Pinetum* – 8, *Molinio-Pinetum* – 2, *Querceto roboris-Pinetum* – 31, *Serratulo-Pinetum* – 1). Kolejne 6 powierzchni również reprezentuje obecnie związek *Dicrano-Pinion*, ale są to zbiorowiska o charakterze przejściowym, lub reprezentujące płaty o niejasnym stanowisku syntaksonomicznym (często młode stadia regeneracyjne lub zbiorowiska kadłubowe). Pięć powierzchni borowych reprezentuje związek *Vaccinio-Piceion*.

W obrębie lasów z klasy *Querceto-Fagetea* (54 powierzchnie) reprezentowane są trzy związki: *Fagion sylvaticae* (26 powierzchni – w tym 11 ze zbiorowiskami zastępczymi), *Carpinion* (26 powierzchni – w tym 5 to zbiorowiska zastępcze) i *Alno-Ulmion* (2 powierzchnie).

Klasa *Quercetea roboris-petreae* jest reprezentowana przez 6 powierzchni.

Ostatnie dwie powierzchnie (nr. 110 i 111) pozbawione są obecnie drzewostanu w wyniku zjawisk losowych.

Należy zwrócić uwagę, że w porównaniu ze stanem z 2019 roku na 30 powierzchniach zaszły zmiany w identyfikacji fitosocjologicznej, co wiąże się głównie ze zmianami drzewostanu i regeneracją składu gatunkowego runa w poszczególnych płatach lasu. Poszczególne krainy różnią się wyraźnie pod względem udziału powierzchni z różnych klas. Szczegółowy rozkład wygląda następująco (na pierwszym miejscu liczba powierzchni reprezentujących zbiorowiska z klasy *Vaccinio-Piceetea*, na drugim – z klasy *Querceto-Fagetea*, na trzecim – z klasy *Quercetea roboris-petreae*):

Kraina 1 Bałtycka – 10, 8 i 3;

Kraina 2 Mazursko-Podlaska – 10, 5 i 0;

Kraina 3 Wielkopolsko-Pomorska – 20, 4 i 1, dodatkowo jedna powierzchnia po utracie drzewostanu została zakwalifikowana jako Sambuco-Salicion z klasy Epilobietea;

Kraina 4 Mazowiecko-Podlaska – 10, 5 i 0;

Kraina 5 Śląska – 7, 8 i 1;

Kraina 6 Małopolska – 22, 5 i 0;

Kraina 7 Sudecka – 1, 6 i 1;

Kraina 8 Karpacka – 6, 13 i 0.

Szczegółowe informacje o przynależności fitosocjologicznej powierzchni przedstawiono w tabeli 1.

Bogactwo gatunkowe i wskaźniki różnorodności runa

W sumie na 148 powierzchniach zanotowano we wszystkich warstwach łącznie obecność 548 gatunków (wliczając porosty). W warstwie drzew wystąpiły 33 gatunki, a w warstwie krzewów 65 gatunków. W obrębie roślin naczyniowych runa zarejestrowano wystąpienie 353 gatunków, a w warstwie mchów i porostów – zidentyfikowano 177 gatunków.

Częstotliwość występowania gatunków była bardzo zróżnicowana. W obrębie warstwy krzewów 18 gatunków wystąpiło tylko na 1 powierzchni (ryc. 9.1.1a). Natomiast na więcej niż 30 powierzchniach napotkano jedynie 8 gatunków a mianowicie: *Corylus avellana*, *Picea abies*, *Fagus sylvatica*, *Betula pendula*, *Quercus robur*, *Frangula alnus*, *Sorbus aucuparia* oraz *Padus serotina*. Siedem pierwszych gatunków z tej grupy również w poprzednich okresach należały do najczęściej występujących, a jedynie czeremcha amerykańska była wcześniej obserwowana na mniejszej liczbie powierzchni. Natomiast grab, występujący na ponad 30 powierzchniach w obserwacjach z roku 2019, obecnie został zarejestrowany na 29 powierzchniach.

W obrębie warstwy runa 105 gatunków zarejestrowano tylko na jednej powierzchni, natomiast kolejne 110 gatunków wystąpiło od 2 do 5 razy (ryc. 9.1.1b). Na ponad 30 powierzchniach wystąpiły jedynie 23 gatunki roślin zielnych (w tym: *Agrostis capillaris*, *Athyrium filix-femina*, *Calamagrostis arundinacea*, *Calamagrostis epigejos*, *Calluna vulgaris*, *Carex pilulifera*, *Deschampsia flexuosa*, *Dryopteris carthusiana*, *Dryopteris dilatata*, *Dryopteris filix-mas*, *Luzula pilosa*, *Maianthemum bifolium*, *Melampyrum pratense*, *Moehringia trinervia*, *Oxalis acetosella*, *Rubus idaeus*, *Trientalis europaea*, *Vaccinium myrtillus*, *Vaccinium vitis-idaea* – które we wszystkich okresach pomiarowych występowały

na ponad 30 powierzchniach, oraz *Convallaria majalis*, *Impatiens parviflora*, *Milium effusum*, *Rubus hirtus* – które wcześniej były rejestrowane nieco rzadziej), oraz siewki i postaci młodociane 14 gatunków drzew i krzewów (*Betula pendula*, *Corylus avellana*, *Fagus sylvatica*, *Frangula alnus*, *Picea abies*, *Pinus sylvestris*, *Prunus serotina*, *Quercus petraea*, *Quercus robur*, *Sorbus aucuparia* – które również w latach 2013, 2008 i 2003 wchodziły do grupy gatunków najpospolitszych., oraz *Acer pseudoplatanus*, *Carpinus betulus*, *Cerasus avium* i *Quercus rubra*).

W warstwie przyziemnej obejmującej mchy i porosty, 55 gatunków wystąpiło tylko raz, a kolejne 64 gatunki napotkano na 2-5 powierzchniach. Na ponad 30 powierzchniach zarejestrowano obecność 21 taksonów (ryc. 9.1.1c), z czego 16 (*Atrichum undulatum*, *Brachythecium rutabulum*, *Dicranella heteromalla*, *Dicranum polysetum*, *Dicranum scoparium*, *Hylocomium splendens*, *Hypnum cupressiforme*, *Hypogymnia physodes*, *Lecanora conizaeoides*, *Lepraria incana*, *Lophocolea heterophylla*, *Plagiomnium affine*, *Pleurozium schreberi*, *Pohlia nutans*, *Polytrichastrum formosum*, *Pseudoscleropodium purum*) były najpospolitsze we wcześniejszych okresach obserwacyjnych, kolejne 4 taksony (*Cladonia coniocraea*, *Cladonia digitata*, *Herzogiella seligeri* oraz *Lepraria jackii*) weszły do tej grupy dopiero w 2019 roku, a w roku 2023 do grupy dołączył także *Orthodicranum montanum*.

Zróznicowane jest także bogactwo gatunkowe poszczególnych powierzchni (tab. 9.1.1). Zależy ono w znacznym stopniu od typu fitosocjologicznego lasu. W przypadku warstwy krzewów przeciętnie najwięcej gatunków występuje w grądach *Tilio-Carpinetum* i *Stellario-Carpinetum* (niezależnie od fazy rozwojowej), a najmniej w borach świeżych *Leucobryo-Pinetum* i *Peucedano-Pinetum*. Najbogatsze w gatunki runa (pod względem wartości średnich i maksymalnych) są powierzchnie grądowe oraz żyzne buczyny *Dentario glandulosae-Fagetum*, natomiast średnio najuboższe – powierzchnie borów świeżych *Leucobryo-Pinetum* (tab.9.1.2).

Szczegółowa analiza, uwzględniająca wszystkie powierzchnie, wskazuje na istnienie słabego związku między położeniem geograficznym a bogactwem gatunkowym roślin naczyniowych warstwy runa (ryc. 9.1.2). Taka korelacja dla wszystkich powierzchni ujmowanych łącznie, jest silniejsza (wsp. korelacji = 0,366) niż w przypadku borów sosnowych świeżych (*Leucobryo-Pinetum* i *Peucedano-Pinetum*) oraz grądów (*Stellario-Carpinetum*, *Galio-Carpinetum* i *Tilio-Carpinetum*) traktowanych jako oddzielne grupy (wskaźniki korelacji odpowiednio 0,295 i 0,291). Określone wskaźniki korelacji i parametry linii regresji wskazują na słabą tendencję wzrostu bogactwa gatunkowego w kierunku z zachodu na wschód.

Z odmienną liczbą gatunków, zróżnicowaniem ich budowy i wymagań życiowych wiąże się zmienność wskaźnika różnorodności. Na rycinie 9.1.3 przedstawiono różnorodność powierzchniową runa liczoną trzema różnymi sposobami. W pierwszym ujęciu wartość wskaźnika odpowiada klasycznej różnorodności gatunkowej. W drugim podstawą określenia różnorodności był udział powierzchniowy poszczególnych form życiowych w podziale Raunkiaera. W ujęciu trzecim określono różnorodność na podstawie pokrywania gatunków charakterystycznych dla zbiorowisk z różnych klas syntaksonomicznych.

Szczegółowa analiza nie wskazuje na istnienie istotnego związku między wartością wskaźników różnorodności a krainą przyrodniczo-leśną (tab. 9.1.3a) lub fitosocjologicznym typem lasu (tab. 9.1.3b). Obserwuje się natomiast przestrzenne zróżnicowanie wartości tych wskaźników; choć nie znajduje ono odzwierciedlenia w istotnych statystycznie różnicach między poszczególnymi krainami (ryc. 9.1.3, tab. 9.1.3a, 9.1.3b). Występują natomiast związki z długością geograficzną: współczynnik korelacji dla zależności między różnorodnością gatunkową a długością wynosi 0,29, oraz 0,37 dla związku między różnorodnością form życiowych i długością (oba istotne statystycznie przy $p < 0.05$) i 0,16 dla korelacji między różnorodnością syntaksonomiczną i długością geograficzną (nieistotny). Związki z szerokością geograficzną są słabsze (choć również istotne statystycznie) i wynoszą odpowiednio 0,24; 0,19; 0,20. Określone wskaźniki korelacji i parametry linii regresji wskazują na powolny wzrost różnorodności w obrębie runa w kierunku z zachodu na wschód oraz z północy na południe, przy czym związki te są prawie identyczne, jak te obserwowane dla danych z roku 2019.

Poziom antropogenicznego odkształcenia runa

Poziom antropogenicznego odkształcenia runa został wyrażony za pomocą trzech wskaźników: (a) obecności gatunków związanych z wysoką zawartością azotu, (b) obecności gatunków charakterystycznych dla zbiorowisk ruderalnych, (c) obecności gatunków o tzw. ruderalnej strategii rozwoju. Na rycinie 9.1.4 przedstawiono udział tych grup w ogólnej liczbie gatunków, natomiast na rycinie 9.1.5 - udział w ogólnym pokryciu.

Biorąc pod uwagę, że jedynie kilka powierzchni reprezentuje zbiorowiska w sposób naturalny związane ze stosunkowo wysoką zawartością azotu (np. niektóre postaci grądów i buczyn) można przyjąć, że udział poszczególnych grup gatunków dobrze odzwierciedla różne aspekty odkształceń antropogenicznych runa.

Ogólnie rzecz biorąc jedynie 27 powierzchni charakteryzują się brakiem gatunków z wymienionych grup, co świadczy o bardzo niskim poziomie pośrednich i bezpośrednich

oddziaływań antropogenicznych. Są to przede wszystkim ubogie bory sosnowe *Leucobryo-Pinetum* (16 powierzchni) oraz niektóre płaty *Peucedano-Pinetum* i *Quercu-Pinetum*. Niskim poziomem odkształcenia antropogenicznego charakteryzuje się także siedem powierzchni, na których tylko jedna z trzech grup gatunków stanowi mniej niż 10 % wszystkich gatunków, a pozostałe grupy nie są reprezentowane.

Na podstawie udziału w ogólnej liczbie gatunków można stwierdzić, że 12 powierzchni jest stosunkowo bogate w gatunki świadczące o presji antropogenicznej, gdyż udział co najmniej dwóch grup gatunków przekracza 20 % w ogólnej liczbie gatunków.

Nieco inny obraz rysuje się na podstawie analizy bazującej na udziale określonych gatunków w ogólnym pokrywaniu. W takim ujęciu 26 powierzchni (spadek z liczby 47 powierzchni w roku 2019) charakteryzuje się udziałem każdej z analizowanych grup niższym niż 5%. Natomiast 23 powierzchni ma skład gatunkowy wyraźnie przekształcony antropogenicznie, gdyż co najmniej dwie grupy gatunków (z trzech analizowanych) charakteryzują się pokryciem powyżej 20%. Należy przy tym podkreślić, że powierzchnie o najwyższym udziale gatunków azotolubnych, związanych ze zbiorowiskami ruderalnymi oraz o ruderalnej strategii rozwoju obejmują przede wszystkim zbiorowiska z klasy *Quercu-Fagetea* (co jest – w przypadku obecności i obfitości występowania gatunków azotolubnych zupełnie zrozumiałe), natomiast co najmniej w 8 przypadkach dotyczy to zbiorowisk borowych, głównie borów mieszanych *Quercu-Pinetum*. Ogólne zróżnicowanie powierzchni pod względem stopnia odkształcenia prezentują ryciny 9.1.6 i 9.1.7.

Główne formy życiowe gatunków runa

Pośród wielu form życiowych gatunków roślin w runie powierzchni monitoringowych przeważają zdrewniałe chamefity (półkrzewy i krzewinki), hemikryptofity, czyli rośliny których organy zimujące leżą na powierzchni ziemi oraz geofity, czyli rośliny z organami zimującymi ukrytymi w ziemi, często zaopatrzonymi w materiały zapasowe. Łączny udział tych form życiowych przekraczający 50 % ogólnej liczby gatunków występuje na 92 powierzchniach, natomiast ponad 50 % ogólnego pokrywania jest charakterystyczny dla 134 powierzchni. Ich udział w ogólnej liczbie gatunków oraz w ogólnym pokrywaniu na poszczególnych powierzchniach przedstawiono na rycinach 9.1.8 i 9.1.9.

Związek między dominacją określonej formy życiowej a typem lasu jest wyraźny: Można stwierdzić, że zdrewniałe chamefity dominują w obrębie borów świeżych i częściowo - borów mieszanych, geofity są najsilniej silnie związane z grądami i żyznymi buczynami, a na

większości pozostałych powierzchni dominują hemikryptofity. To zróżnicowanie jest wyraźne jeśli chodzi o pokrywanie, natomiast nieco mniej widoczne przy analizie liczby gatunków (tab. 4).

Udział gatunków grądowych i borowych

Proporcje między udziałem w liczbie i udziałem w pokryciu gatunków charakterystycznych dla klas *Quercus-Fagetum* i *Vaccinio-Piceetum* są bardzo zróżnicowane (ryc. 9.1.10). Na jednej powierzchni, zakwalifikowanej jako bór mieszany, brakuje gatunków z obu grup, na kolejnych pięciu nie występują gatunki charakterystyczne dla zbiorowisk z klasy *Quercus-Fagetum*, oraz na dwóch (*Ficario-Ulmetum* i *Galio odorati-Fagetum*) brak gatunków charakterystycznych dla zbiorowisk z klasy *Vaccinio-Piceetum*. Na pozostałych 140 powierzchniach obie grupy gatunków są reprezentowane.

Jest rzeczą oczywistą, że w borach świeżych udział gatunków charakterystycznych dla klasy *Vaccinio-Piceetum* jest zasadniczo wyższy niż udział gatunków związanych z klasą *Quercus-Fagetum*, natomiast przy rozpatrywaniu łącznie zbiorowisk z klas *Quercus-Fagetum*, *Quercetum roboretum* oraz *Vaccinio-Piceetum* sytuacja jest bardziej złożona. Udział gatunków charakterystycznych dla obu klas fitosocjologicznych w ogólnej liczbie gatunków zmienia się stosunkowo równomiernie i dobrze rozdziela powierzchnie z trzech analizowanych klas (ryc. 9.1.11A). Natomiast znacznie mniej jednoznaczna sytuacja dotyczy udziału w pokrywaniu gatunków. Na większości (57 z 87) powierzchni reprezentujących zbiorowiska z klasy *Vaccinio-Piceetum* udział w pokrywaniu gatunków charakterystycznych dla *Quercus-Fagetum* nie przekracza 10%, podczas gdy na powierzchniach reprezentujących zbiorowiska z klasy *Quercus-Fagetum* udział w pokrywaniu gatunków klasy *Vaccinio-Piceetum* jest wyraźnie wyższy i jedynie na 19 powierzchniach z 53 nie przekracza 10%. Wyższe udziały powierzchniowe gatunków borowych w lasach liściastych dotyczą najczęściej kwaśnych buczyn, niektórych ubogich postaci grądu oraz przede wszystkim zbiorowisk zastępczych z litymi drzewostanami sosnowymi (ryc. 9.1.11B).

Gatunki chronione

Na powierzchniach monitoringowych II rzędu nie występują gatunki, których ochrona jest niezbędna na podstawie „Dyrektywy siedliskowej”, natomiast reprezentowane były w roku 2023 taksony podlegające ochronie gatunkowej na mocy rozporządzenia z 2014 roku (bez grzybów i porostów).

Napotkano mianowicie 5 gatunków roślin naczyniowych objętych ochroną całkowitą (tab. 9.1.5) oraz 19 gatunków roślin naczyniowych i 28 gatunków mszaków podlegających ochronie częściowej (tab. 9.1.6 i tab. 9.1.7).

W porównaniu do roku 2019 nastąpiły pewne zmiany w liście zidentyfikowanych gatunków pod ochroną ścisłą. Do czterech poprzednio występujących gatunków roślin naczyniowych doszedł jeszcze *Arctostaphylos uva-ursi*, zarejestrowany na jednej powierzchni. Nie zidentyfikowano natomiast trzech gatunków mszaków, wcześniej obecnych. Zmieniło się także nieco rozmieszczenie tych gatunków. W sumie w 2019 cztery gatunki chronione wystąpiły na 12 powierzchniach, a obecnie te same gatunki na 13, ale jedynie na 9 powierzchniach gatunki te wystąpiły w obu terminach obserwacyjnych.

W roku 2023 nie zarejestrowano obecności 6 gatunków pod ochroną częściową, obecnych na powierzchniach w roku 2019 (*Epipactis atrorubens*, *Galium rotundifolium*, *Huperzia selago*, *Listera ovata*, *Neottia nidus-avis*, *Pyrola rotundifolia*), natomiast pojawiły się następujące 4 gatunki: *Aquilegia vulgaris*, *Centaureum erythraea*, *Ledum palustre* i *Pyrola chlorantha*, nie obserwowane w poprzednim terminie. Pozostałe 15 gatunków wystąpiło w 2023 roku łącznie 33 razy (na 25 powierzchniach), a w roku 2019 obserwowano je na 24 powierzchniach (również 33 wystąpienia). Należy tu podkreślić, że powtarzające się obserwacje występowania gatunków na tych samych powierzchniach dotyczyły jedynie 20 powierzchni i 27 wystąpień gatunków.

W roku 2023 28 gatunków mszaków pod ochroną częściową wystąpiło 440 razy na 131 powierzchniach. Natomiast w roku 2019 zaobserwowano 388 wystąpień 24 gatunków na 121 powierzchniach. Różnice między tymi dwoma terminami są niewielkie i najprawdopodobniej mają charakter przypadkowy. W obu terminach zarejestrowano obecność 20 tych samych gatunków, co wynika z ubytku 4 gatunków oraz pojawieniu się w spisie 8 gatunków wcześniej nie obserwowanych.

W ujęciu ogólnym, bez podziału na gatunki pod ochroną ścisłą bądź częściową, na 12 powierzchniach nie występuje żaden z gatunków chronionych, na 52 powierzchniach występuje jeden lub dwa gatunki, a jedynie na 11 powierzchniach występuje od 7 do 11 gatunków (ryc. 9.1.12).

9.1.4. Podsumowanie

Przeprowadzona analiza wskazuje na wyraźne zróżnicowanie ekologiczne i florystyczne stałych powierzchni obserwacyjnych. Zróżnicowanie to trzeba rozpatrywać w dwóch płaszczyznach: lokalnosiedliskowej oraz wielkoprzestrzennej - geograficznej.

Wyrazem zmienności lokalnosiedliskowej jest m.in. zróżnicowanie typologiczne powierzchni, wśród których przeważają zbiorowiska borowe z klasy *Vaccinio-Piceetea* (87 SPO II rzędu). Zbiorowiska z klasy *Quercu-Fagetea* są reprezentowane przez 53 powierzchnie, natomiast klasa *Quercetea robori-petrae* obejmuje 6 powierzchni. Dwie powierzchnie, w wyniku zdarzeń losowych mają obecnie charakter bezleśny. Należy zwrócić uwagę, że w porównaniu ze stanem z 2019 roku na 30 powierzchniach zaszły zmiany w identyfikacji fitosocjologicznej, co wiąże się głównie ze zmianami drzewostanu i regeneracją składu gatunkowego runa w poszczególnych płatach lasu.

Pośród wielu form życiowych gatunków roślin w runie powierzchni monitoringowych przeważają zdrewniałe chamefity (półkrzewy i krzewinki), hemikryptofity, czyli rośliny których organy zimujące leżą na powierzchni ziemi oraz geofity, czyli rośliny z organami zimującymi ukrytymi w ziemi, często zaopatrzonymi w materiały zapasowe. Łączny udział tych form życiowych przekraczający 50% ogólnej liczby gatunków występuje na 92 powierzchniach, natomiast ponad 50% ogólnego pokrywania jest charakterystyczny dla 134 powierzchni. Zdrewniałe chamefity dominują w obrębie borów świeżych i częściowo - borów mieszanych, geofity są najsilniej silnie związane z grądami i żyznymi buczynami, a na większości pozostałych powierzchni dominują hemikryptofity. To zróżnicowanie jest wyraźne jeśli chodzi o pokrywanie, natomiast nieco mniej widoczne przy analizie liczby gatunków.

Wyrazem zmienności geograficznej jest m.in. wzrost bogactwa gatunkowego oraz różnorodności w obrębie runa w kierunku z zachodu na wschód oraz – słabiej zarysowana tendencja - z północy na południe.

Analizowane powierzchnie charakteryzują się zróżnicowanym poziomem oddziaływań antropogenicznych. Jedynie 27 powierzchni, głównie ubogie bory sosnowe *Leucobryo-Pinetum* (16 powierzchni) oraz niektóre płyty *Peucedano-Pinetum* i *Quercu-Pinetum* można uznać za słabo przekształcone i mało narażone na pośrednie i bezpośrednie antropogeniczne oddziaływania o charakterze degradacyjnym. Natomiast 12 powierzchni (wg liczby gatunków) lub 23 powierzchnie (wg udziału w pokryciu) ma skład gatunkowy charakteryzujący się dużym udziałem gatunków o charakterze ruderalnym. Należy przy tym podkreślić, że powierzchnie o najwyższym udziale gatunków azotolubnych, związanych ze zbiorowiskami ruderalnymi oraz o ruderalnej strategii rozwoju obejmują przede wszystkim zbiorowiska z klasy *Quercu-Fagetea*

(co jest – w przypadku obecności i obfitości występowania gatunków azotolubnych zupełnie zrozumiałe), natomiast co najmniej w 8 przypadkach dotyczy to zbiorowisk borowych, głównie borów mieszanych *Quercus-Pinetum*, a to już świadczy o procesach degradacyjnych.

Analizowane powierzchnie są relatywnie ubogie w rzadkie i chronione gatunki roślin naczyniowych. W trakcie obserwacji zarejestrowano mianowicie 5 gatunków roślin naczyniowych objętych ochroną całkowitą oraz 19 gatunków roślin naczyniowych i 28 gatunków mszaków podlegających ochronie częściowej.

W ujęciu ogólnym, bez podziału na gatunki pod ochroną ścisłą bądź częściową, na 12 powierzchniach nie występuje żaden z gatunków chronionych, na 52 powierzchniach występują jeden lub dwa gatunki, a jedynie na 11 powierzchniach występuje od 7 do 11 gatunków.

Literatura

- Ellenberg H. 1979, Zeigerwerte der Gefasspflanzen Mitteleuropas, Scr. Geobot. 9:5-982, Gottingen.
- Frank D., Klotz S. 1988, Biologisch-Ökologische Daten zur Flora der DDR, 5-103, Halle.
- Krajowa Polityka Leśna. 1997, Ministerstwo Ochrony Środowiska Zasobów Naturalnych i Leśnictwa. Warszawa.
- Matuszkiewicz W. 2001, Przewodnik do oznaczania zbiorowisk roślinnych Polski, Wydawnictwo Naukowe PWN Warszawa.
- Pawlaczyk P. 2012. 9190 Kwaśne dąbrowy (*Quercetea roboret-petraeae*). W: Mroz W. (red.) Monitoring siedlisk przyrodniczych. Przewodnik metodyczny. Część trzecia, Str. 272-291. GIOŚ Biblioteka Monitoringu Środowiska.
- Shannon C.E., Weaver W. 1949, The mathematical theory of communication. Univ. of Illinois Press. Urbana. :117 pp.
- Solon J., Wawrzoniak J. 1999, Monitoring runa i odnowienia naturalnego w systemie monitoringu lasu, Prace IBL, seria A, 877, s. 93-108.
- Szafer W., Zarzycki K., (red.) 1972, Szata roślinna Polski. t.1.PWN, Warszawa.

Tabela 9.1.1. Identyfikacja fitosocjologiczna i liczby gatunków w poszczególnych warstwach na stałych powierzchniach obserwacyjnych w roku 2023.

Kraina p-l	Nr SPO II rzędu	Obecne zbiorowisko leśne 2023 r.	Liczba gatunków w warstwie											Uwagi	
			A1	A2	A3	A razem	B	C	D1	D2	D3	D4	D razem		A,B,C,D razem
Bałtycka	101	<i>Leucobryo-Pinetum</i>	4	0	1	4	2	13	5	1	1	0	6	22	
	102	<i>Fago-Quercetum</i>	2	0	0	2	5	20	6	11	13	0	19	41	
	103	* <i>bór sosnowy świeży ze związku Dicrano-Pinion</i>	1	0	1	2	2	12	5	2	1	0	6	20	
	104	* <i>Stellario holostea-Carpinetum (deschampsietosum)</i>	1	0	2	3	6	27	9	2	2	0	10	38	Drzewostan po wykonanych zabiegach trzebieżowych.
	105	<i>Quercu roboris-Pinetum</i>	1	1	1	2	7	30	3	2	2	0	4	34	
	106	<i>Quercu roboris-Pinetum</i>	1	0	0	1	6	21	8	2	3	0	10	32	
	107	<i>Galio odorati-Fagetum</i>	1	1	1	1	1	35	0	7	6	0	10	45	
	108	<i>Calamagrostio arundinaceae-Quercetum</i>	2	1	2	4	3	25	3	7	8	0	11	38	
	109	<i>Leucobryo-Pinetum</i>	1	0	0	1	0	6	8	4	3	0	11	17	
	110	* <i>Epilobietea angustifolii</i>	0	0	0	0	0	56	5	0	6	0	9	65	Stary drzewostan wycięty w roku 2020. Powierzchnię wytyczono na nowo.
	111	* <i>Calluno-Sarothamnetum</i>	1	1	0	2	9	36	7	10	17	0	22	59	
	112	<i>Leucobryo-Pinetum</i>	1	0	0	1	0	14	7	10	12	0	23	37	
	113	<i>Leucobryo-Pinetum</i>	1	0	0	1	0	12	9	12	6	0	21	33	
	114	<i>Leucobryo-Pinetum</i>	1	0	0	1	2	12	5	6	3	0	12	24	
	115	<i>Fago-Quercetum</i>	1	1	0	1	2	40	4	15	5	1	22	62	Drzewostan po wykonanych zabiegach trzebieżowych.
	116	<i>Galio odorati-Fagetum</i>	2	1	0	2	1	12	6	18	5	0	23	36	
	117	* <i>Ficario-Ulmetum minoris</i>	1	3	0	4	12	25	4	7	10	0	17	45	
	118	<i>Stellario-Carpinetum</i>	1	6	0	7	11	27	4	8	7	0	15	47	
	119	<i>Stellario-Carpinetum</i>	1	0	4	5	6	18	6	4	9	0	15	35	
	120	* <i>Quercu roboris-Pinetum</i>	2	0	1	3	5	19	5	5	5	0	13	32	
	121	<i>Galio odorati-Fagetum</i>	2	1	0	2	1	34	3	3	2	0	7	41	
	122	<i>Stellario-Carpinetum</i>	1	2	0	3	12	39	10	9	3	0	16	59	
	123	<i>Quercu roboris-Pinetum</i>	1	2	0	3	5	9	8	3	2	0	12	27	
Mazursko-Podlaska	201	<i>Tilio-Carpinetum calamagrostietosum</i>	3	3	0	5	5	29	2	2	4	0	7	38	
	202	<i>Tilio-Carpinetum</i>	1	0	1	2	9	69	9	0	5	0	12	83	
	203	<i>Tilio-Carpinetum</i>	3	2	2	6	11	13	10	2	4	1	13	30	Szlaki zrywkowe na części powierzchni.
	204	<i>Quercu roboris-Pinetum</i>	1	3	4	6	7	38	12	3	7	0	16	57	
	205	<i>Quercu roboris-Pinetum</i>	1	0	4	5	10	19	5	8	8	0	16	38	
	206	<i>Tilio-Carpinetum</i>	1	3	3	6	3	38	8	3	6	0	12	51	
	207	* <i>Serratulo-Pinetum</i>	3	2	2	4	3	61	8	0	9	0	16	79	
	208	<i>Peucedano-Pinetum</i>	1	3	1	3	4	22	11	0	11	0	17	41	
	209	<i>Tilio-Carpinetum</i>	1	3	3	5	7	43	3	12	1	1	15	61	
210	<i>Peucedano-Pinetum</i>	1	0	1	2	4	20	10	0	6	0	14	34		
211	* <i>Quercu roboris-Pinetum coryletosum</i>	1	1	5	6	13	55	8	1	2	0	10	73		
Wielkop	212	<i>Quercu roboris-Pinetum coryletosum</i>	2	2	1	3	4	34	9	3	3	0	14	52	
	213	<i>Peucedano-Pinetum</i>	1	2	2	3	9	24	12	5	6	0	18	47	
	214	* <i>Leucobryo-Pinetum</i>	1	0	0	1	5	15	6	0	7	0	12	28	
	215	<i>Quercu roboris-Pinetum</i>	2	1	4	6	12	35	5	0	6	0	10	52	
Wielkop	301	<i>Galio odorati-Fagetum</i>	2	1	0	2	1	9	2	6	9	3	17	27	
	302	* <i>Peucedano-Pinetum</i>	1	0	0	1	0	7	14	6	6	0	19	26	
	303	* <i>Peucedano-Pinetum</i>	1	0	0	1	0	5	4	2	6	0	11	17	
	304	* <i>Quercu roboris-Pinetum</i>	1	3	1	5	4	5	6	5	5	0	10	18	

	305	<i>Quercus roboris-Pinetum</i>	1	0	1	2	7	14	5	4	5	0	11	28		
	306	<i>Leucobryo-Pinetum</i>	1	0	0	1	1	10	6	4	4	0	10	20		
	307	* <i>Stellario-Carpinetum</i>	1	1	0	2	5	25	7	8	9	0	17	45		
	309	* <i>Quercus roboris-Pinetum</i>	2	1	7	8	13	32	3	4	9	0	14	50		
	310	<i>Leucobryo-Pinetum</i>	1	0	0	1	0	5	10	8	2	0	15	20		
	311	<i>Quercus roboris-Pinetum</i>	1	0	0	1	4	18	4	2	1	0	5	24		
	312	<i>Leucobryo-Pinetum</i>	1	0	0	1	0	6	7	5	2	0	10	17		
	313	<i>Peucedano-Pinetum</i>	1	0	0	1	1	19	6	6	2	0	11	30	Drzewostan po wykonanych zabiegach trzebieżowych.	
	314	<i>Peucedano-Pinetum</i>	1	0	2	3	7	19	8	11	7	0	20	40		
	315	<i>Leucobryo-Pinetum</i>	1	0	0	1	1	9	11	9	3	0	19	29		
	316	<i>Leucobryo-Pinetum</i>	1	0	0	1	4	11	6	4	5	0	11	23		
	317	<i>Ficario-Ulmetum minoris</i>	2	2	5	8	13	47	0	3	3	0	4	53		
	318	<i>Leucobryo-Pinetum</i>	2	0	0	2	4	15	4	2	4	0	7	22		
	319	* <i>Quercus roboris-Pinetum</i>	2	0	0	2	0	11	1	0	0	0	1	13	Drzewostan zniszczony z powodu wichury. Powierzchnia ponownie wyznaczona w miejscu najbardziej zbliżonym do jej lokalizacji z poprzedniej inwentaryzacji.	
	320	<i>Quercus roboris-Pinetum</i>	1	0	2	3	4	12	5	8	4	0	13	28		
	321	<i>Quercus roboris-Pinetum</i>	2	0	0	2	0	17	1	0	0	0	1	19	Drzewostan zniszczony z powodu wichury. Powierzchnia ponownie wyznaczona w miejscu najbardziej zbliżonym do jej lokalizacji z poprzedniej inwentaryzacji.	
	322	<i>Galio sylvatici-Carpinetum</i>	1	1	2	3	3	32	3	5	2	0	8	41		
	323	<i>Quercus roboris-Pinetum</i>	2	2	2	4	6	16	8	7	3	0	14	32		
	324	<i>Quercus roboris-Pinetum</i>	1	0	3	4	6	25	4	6	4	0	11	37		
	325	<i>Quercus roboris-Pinetum</i>	1	0	1	2	4	12	9	8	4	0	18	31		
	326	<i>Calamagrostio arundinaceae-Quercetum</i>	1	1	0	1	6	30	10	1	1	0	11	44		
Mazowiecko-Podlaska	401	<i>Leucobryo-Pinetum</i>	1	0	1	2	8	19	7	4	6	0	15	38		
	402	<i>Leucobryo-Pinetum</i>	1	0	0	1	6	17	3	3	3	0	7	25		
	403	zbiorowisko zastępcze <i>Pinus-Rubus</i> (na siedlisku <i>Tilio-Carpinetum calamagrostietosum</i>)	1	4	3	6	14	45	4	8	4	0	13	64		
	405	<i>Quercus roboris-Pinetum</i>	2	0	1	2	4	10	8	3	6	0	15	27		
	406	<i>Leucobryo-Pinetum</i>	2	0	0	2	0	13	6	1	4	0	9	22		
	407	<i>Peucedano-Pinetum</i>	1	1	0	1	4	33	10	3	6	0	17	50		
	410	<i>Leucobryo-Pinetum</i>	2	1	0	2	2	11	5	4	5	0	10	22		
	411	<i>Quercus roboris-Pinetum</i>	1	0	5	6	13	33	7	0	5	0	11	50		
	412	<i>Tilio-Carpinetum</i>	2	0	1	3	11	55	3	2	4	1	7	71		
	413	<i>Tilio-Carpinetum</i>	2	0	2	4	5	27	3	1	6	0	7	37		
	414	<i>Tilio-Carpinetum</i>	1	0	0	1	8	49	4	1	3	1	8	59		
	415	<i>Leucobryo-Pinetum</i>	1	0	1	2	3	17	5	2	7	1	12	29		
	416	* <i>Quercus roboris-Pinetum</i>	3	0	0	3	8	41	10	9	7	0	18	62		
	417	* <i>Quercus roboris-Pinetum</i>	1	0	3	4	12	43	6	4	8	0	13	60		
	418	<i>Tilio-Carpinetum</i>	1	3	1	4	3	23	3	1	5	0	6	30		
	Śląska	501	*bór sosnowy świeży ze związku <i>Dicrano-Pinion</i>	1	0	0	1	1	8	3	1	1	0	3	11	
		502	<i>Leucobryo-Pinetum</i>	1	0	0	1	3	10	3	1	4	0	6	16	
		503	<i>Calamagrostio arundinaceae-Quercetum</i>	2	1	1	2	6	33	3	4	6	0	11	45	
504		<i>Quercus roboris-Pinetum</i>	1	1	4	4	1	17	7	9	7	0	21	39		
505		* <i>Carpinion</i>	2	1	2	4	2	22	4	4	5	0	10	34		
506		<i>Galio sylvatici-Carpinetum</i> juvenilne	1	0	2	3	6	24	7	0	6	0	11	36		
507		* <i>Carpinion</i> - zbiorowisko z kręgu <i>Galio sylvatici-Carpinetum</i>	4	0	4	7	14	38	3	0	7	0	9	55		
508		*Zbiorowisko zastępcze z <i>Fagetalia</i>	1	4	5	7	4	23	6	1	7	0	10	33		
509		* <i>Leucobryo-Pinetum</i>	1	1	0	1	7	9	8	9	4	0	14	26		
510		<i>Luzulo pilosae-Fagetum</i>	1	0	0	1	2	27	9	4	6	0	10	37		

	511	<i>Galio sylvatici-Carpinetum</i>	1	2	0	2	3	34	6	4	6	0	11	45	
	512	*Zbiorowisko z <i>Dicrano-Pinion</i>	1	1	2	3	6	35	6	4	9	0	12	48	
	513	<i>Quercro roboris-Pinetum</i>	1	1	0	1	10	23	8	4	4	0	13	39	
	514	<i>Quercro roboris Pinetum</i>	3	1	5	8	9	31	6	6	5	0	13	44	
	515	<i>Luzulo pilosae-Fagetum</i>	1	0	0	1	0	13	3	4	8	0	11	24	
	516	*Zbiorowisko zastępcze z kręgu <i>Fagetalia</i>	1	1	1	2	2	26	5	2	6	0	10	36	
Matopolska	601	<i>Leucobryo-Pinetum</i>	2	0	0	2	9	25	7	9	4	0	15	41	
	602	<i>Tilio-Carpinetum calamagrostitetosum</i>	4	1	4	6	2	8	11	5	8	0	16	27	
	603	<i>Leucobryo-Pinetum</i>	1	0	0	1	1	8	7	4	4	0	12	20	
	604	<i>Leucobryo-Pinetum</i>	1	0	2	3	6	19	4	3	2	0	9	28	
	605	zbiorowisko zastępcze <i>Pinus-Pleurozium</i>	1	0	0	1	12	35	4	3	5	0	11	53	
	606	* <i>Leucobryo-Pinetum</i>	1	0	1	2	5	14	6	3	4	0	11	25	
	607	<i>Quercro roboris -Pinetum</i>	1	2	1	3	10	37	3	2	4	0	7	50	
	608	zbiorowisko zastępcze <i>Pinus-Rubus</i>	2	0	2	4	15	30	3	1	3	0	6	44	
	609	<i>Leucobryo-Pinetum</i>	1	0	0	1	2	13	5	2	5	0	11	24	
	610	zbiorowisko zastępcze <i>Pinus-Rubus</i>	2	2	3	7	6	36	10	4	14	0	20	58	
	611	<i>Tilio-Carpinetum</i>	2	1	8	9	15	61	10	4	6	0	13	79	
	612	<i>Dentario glandulosae-Fagetum</i>	1	1	0	1	0	32	4	2	5	0	7	39	
	613	<i>Quercro roboris-Pinetum</i>	2	1	1	3	1	6	0	2	3	0	5	12	
	614	<i>Quercro roboris-Pinetum</i>	2	0	2	4	3	19	6	6	5	0	15	35	
	615	<i>Leucobryo-Pinetum</i>	1	0	0	1	15	49	5	0	6	0	9	63	
	616	<i>Leucobryo-Pinetum</i>	1	0	1	2	14	57	7	0	10	0	13	75	
	617	<i>Leucobryo-Pinetum</i>	1	0	0	1	4	27	7	3	4	0	10	37	
	618	<i>Leucobryo-Pinetum</i>	1	0	0	1	1	13	6	0	2	0	7	20	
	619	<i>Molinio-Pinetum</i>	1	0	0	1	6	20	5	4	4	0	12	34	
	620	<i>Tilio-Carpinetum</i>	1	0	2	2	1	53	1	0	4	0	5	58	
	621	<i>Quercro roboris-Pinetum</i>	2	1	2	3	2	16	4	4	5	0	11	29	
	622	<i>Molinio-Pinetum</i>	1	0	0	1	2	17	4	3	4	0	7	25	
	623	<i>Leucobryo-Pinetum</i>	1	0	2	3	1	11	9	0	7	0	13	26	
	624	<i>Leucobryo-Pinetum</i>	1	0	0	1	0	13	6	1	8	0	13	26	
	625	<i>Quercro roboris-Pinetum molinietosum</i>	1	1	0	2	6	26	5	0	6	0	10	36	
	626	*zbiorowisko zastępcze z <i>Fagetalia</i>	1	2	2	4	1	15	3	0	7	0	8	25	
	627	<i>Leucobryo Pinetum</i>	1	0	2	3	1	13	5	1	4	0	8	21	
Sudecka	701	<i>Calamagrostio villosae-Piceetum</i>	1	0	0	1	1	11	7	1	4	0	10	21	
	702	drzewostan świerkowy (na siedlisku <i>Luzulo luzuloidis-Fagetum?</i>)	1	0	0	1	1	7	7	1	1	0	7	14	
	703	<i>Calamagrostio arundinaceae-Quercetum</i>	4	1	3	6	5	31	3	4	2	1	6	39	
	704	<i>Luzulo luzuloidis-Fagetum</i>	1	0	1	1	3	26	4	0	1	3	5	31	
	705	drzewostan świerkowy (na siedlisku <i>Luzulo luzuloidis-Fagetum?</i>)	2	1	0	2	0	13	11	10	4	3	18	31	
	706	drzewostan świerkowy (na siedlisku <i>Luzulo luzuloidis-Fagetum?</i>)	1	0	0	1	2	26	21	18	17	2	33	59	
707	drzewostan świerkowy (na siedlisku <i>Luzulo luzuloidis-Fagetum?</i>)	1	1	1	3	5	18	10	18	11	16	30	49		
708	drzewostan świerkowy (na siedlisku <i>Luzulo luzuloidis-Fagetum?</i>)	1	0	0	1	1	31	10	15	10	5	25	57		
Karpacka	801	<i>Abieti-Piceetum</i>	1	1	1	3	6	24	15	23	4	3	32	56	Powierzchnia po trzebieży, drzewa młode.
	802	monokultura sosnowa na siedlisku zbiorowiska należącego do rzędu <i>Fagetalia sylvaticae</i>	2	1	2	3	3	18	9	10	12	0	21	41	
	803	<i>Tilio-Carpinetum typicum</i>	2	0	4	5	3	15	3	9	4	0	15	35	
	804	<i>Dentario glandulosae-Fagetum</i>	1	1	0	1	2	22	2	8	6	0	14	36	
	805	Zdegradowana postać żywej buczyny karpackiej <i>Dentario glandulosae-Fagetum</i>	3	2	4	6	8	62	11	11	12	0	20	87	

806	zbiorowisko zastępcze ze świerkiem na siedlisku <i>Dentario glandulosae-Fagetum</i>	2	0	5	6	7	76	22	24	19	0	40	119	
807	Młodnik jodłowy na siedlisku <i>Dentario glandulosae-Fagetum</i>	3	0	0	3	10	51	18	17	6	0	25	79	
808	<i>Dentario glandulosae-Fagetum</i>	1	0	0	1	4	49	5	0	5	1	10	60	
809	* <i>Dentario glandulosae-Fagetum</i>	3	0	0	3	3	18	7	10	4	9	22	41	
810	<i>Abieti-Piceetum</i>	4	0	0	4	7	34	18	15	3	0	29	64	
811	* <i>Abieti-Piceetum</i>	1	0	0	1	11	66	21	11	1	0	26	95	
812	<i>Dentario glandulosae-Fagetum</i>	1	0	1	2	2	22	3	3	9	4	15	38	
813	* <i>Abieti-Piceetum</i>	1	0	1	2	10	29	9	11	2	2	18	48	
814	<i>Abieti-Piceetum</i>	2	0	0	2	6	15	9	8	1	0	15	31	Ślady bytowania zwierząt na powierzchni.
815	<i>Dentario glandulosae-Fagetum</i>	4	1	0	4	7	68	7	8	7	0	17	89	
816	<i>Luzulo luzuloidis-Fagetum</i>	1	0	0	1	11	41	16	9	1	0	21	64	
817	monokultura sosnowa na siedlisku zbiorowiska należącego do rzędu <i>Fagetalia sylvaticae</i>	1	3	2	5	8	35	5	10	11	0	18	53	
818	* <i>Dentario glandulosae-Fagetum</i>	1	1	1	2	2	34	6	15	9	0	21	55	
819	<i>Calamagrostio villosae-Pinetum</i>	1	2	1	4	5	23	13	8	5	0	21	46	

* zmiana identyfikacji fitosocjologicznej w stosunku do opracowania z 2019 roku

Kody warstw oznaczają odpowiednio:

A1 - drzewostan, warstwa najwyższa

A2 - drzewostan, warstwa średnia

A3 - drzewostan, warstwa najniższa

B - warstwa krzewów

C - warstwa runa

D1 - mchy i porosty naziemne

D2 - mchy i porosty na martwym drewnie

D3 - mchy i porosty na pniach drzew

D4 - mchy i porosty na skałach i kamieniach

Tabela 9.1.2. Liczba gatunków w warstwie krzewów i warstwie runa w typach fitosocjologicznych lasu reprezentowanych przynajmniej przez 5 SPO II rzędu

Obecne zbiorowisko leśne, rok 2023	Liczba powierzchni	Warstwa krzewów			Warstwa runa		
		min	średnia	max	min	średnia	max
<i>Abieti-Piceetum</i>	5	6	8	11	15	33.6	66
<i>Leucobryo-Pinetum</i>	31	0	3.5	15	5	15.7	57
<i>Peucedano-Pinetum</i>	8	0	3.6	9	5	18.6	33
<i>Quercu roboris-Pinetum</i>	31	0	6.3	13	5	23.4	55
<i>Luzulo luzuloidis-Fagetum(?)</i> - drzewostan świerkowy	5	0	1.8	5	7	19	31
<i>Dentario glandulosae-Fagetum</i>	7	0	2.9	7	18	35	68
<i>Stellario-Carpinetum</i>	5	5	8	12	18	27.2	39
<i>Tilio-Carpinetum</i>	13	1	6.4	15	8	37.2	69

Tabela 9.1.3a. Wskaźniki różnorodności runa na SPO II rzędu w krainach przyrodniczo-leśnych.

Kraina przyrodniczo-leśna	Liczba SPO	Różnorodność								
		Gatunkowa			Form życiowych			Syntaksonomiczna		
		min.	mediana	max.	min.	mediana	max.	min.	mediana	max.
Bałtycka	23	1.213	3.029	4.973	0.991	1.742	2.14	0.292	1.743	3.135
Mazursko-Podlaska	15	1.924	4.003	5.166	0.89	1.835	2.54	0.759	1.917	2.811
Wielkopolsko-Pomorska	25	0.621	2.07	4.52	0.422	1.432	2.14	0.091	0.985	2.681
Mazowiecko-Podlaska	15	2.122	3.599	4.534	1.435	1.84	2.438	0.474	1.896	2.595
Śląska	16	1.591	3.628	4.319	0.9	1.717	2.226	0.689	2.177	2.977
Małopolska	27	1.553	2.944	4.846	0.827	1.751	2.411	0.459	1.527	2.801
Sudecka	8	2.612	3.401	3.86	1.333	1.814	2.182	0.773	1.517	2.495
Karpacka	19	2.502	3.807	5.619	1.288	1.983	2.239	0.87	1.84	2.921

Tabela 9.1.3b. Wskaźniki różnorodności runa w typach lasu reprezentowanych przynajmniej przez 5 SPO II rzędu.

Obecne zbiorowisko leśne	Liczba SPO	Różnorodność								
		gatunkowa			form życiowych			syntaksonomiczna		
		min.	mediana	max.	min.	mediana	max.	min.	mediana	max.
<i>Abieti-Piceetum</i>	5	2.502	3.746	5.06	1.288	1.74	1.983	1.321	2.124	2.803
<i>Leucobryo-Pinetum</i>	31	1.213	2.173	4.74	0.9	1.619	2.411	0.292	0.985	2.801
<i>Peucedano-Pinetum</i>	8	1.242	2.014	4.14	0.95	1.306	2.54	0.091	0.834	1.917
<i>Quercu roboris-Pinetum</i>	31	0.621	2.719	4.637	0.422	1.733	2.451	0.294	1.818	2.845
<i>Luzulo luzuloidis-Fagetum(?)</i> - drzewostan świerkowy	5	2.612	3.263	3.7	1.333	1.805	1.944	1.344	1.596	2.032
<i>Dentario glandulosae-Fagetum</i>	7	3.038	3.807	5.619	1.476	2.015	2.239	0.733	1.516	2.638
<i>Stellario-Carpinetum</i>	5	2.931	3.542	4.562	1.37	1.995	2.14	1.559	2.324	2.746
<i>Tilio-Carpinetum</i>	13	1.553	3.925	5.166	0.827	1.932	2.385	1.229	1.896	2.639

Tabela 9.1.4. Udział wybranych form życiowych gatunków runa w typach lasu reprezentowanych przynajmniej przez 5 SPO II rzędu

Obecne zbiorowisko leśne	Liczba powierzchni	Udział w ogólnej liczbie gatunków								
		Geofity			Hemikryptofity			Krzewinki (zdrewniałe chamefity)		
		min	srednia	max	min	srednia	max	min	srednia	max
<i>Abieti-Piceetum</i>	5	0	5.51	12.5	44.83	49.85	56.06	3.03	6.66	13.33
<i>Leucobryo-Pinetum</i>	31	0	5.08	21.05	0	21.62	40	0	14.63	33.33
<i>Peucedano-Pinetum</i>	8	5.26	13.48	27.27	14.29	27.86	42.42	5.26	13.57	40
<i>Quercu roboris-Pinetum</i>	31	0	11.68	25	0	30.24	54.55	0	10.67	40
<i>Luzulo luzuloidis-Fagetum(?)</i> - drzewostan świerkowy	5	0	8.22	16.67	23.08	41.11	50	3.23	6.92	14.29
<i>Dentario glandulosae-Fagetum</i>	7	5.56	17.1	26.47	29.41	43.82	55.56	2.04	5.53	11.11
<i>Stellario-Carpinetum</i>	5	3.7	14.54	24	27.78	34.4	44.44	0	4.99	12
<i>Tilio-Carpinetum</i>	13	0	12.9	24.14	0	32.86	53.06	0	3.28	13.33
Obecne zbiorowisko leśne	Liczba powierzchni	Udział w ogólnym pokrywaniu								
		Geofity			Hemikryptofity			Krzewinki (zdrewniałe chamefity)		
		min	srednia	max	min	srednia	max	min	srednia	max
<i>Abieti-Piceetum</i>	5	0	2.56	7.57	37.7	48.36	64.49	12.16	35.01	52.88
<i>Leucobryo-Pinetum</i>	31	0	1.97	22.16	0	28.05	81.58	0	46.32	80.36
<i>Peucedano-Pinetum</i>	8	0.94	3.12	7.06	7.21	41.15	82.08	0.69	36.72	77.48
<i>Quercu roboris-Pinetum</i>	31	0	15.24	60.16	0	26.5	64.71	0	33.27	93.18
<i>Luzulo luzuloidis-Fagetum(?)</i> - drzewostan świerkowy	5	0	4.72	10	23.08	44.33	76.92	5.49	16.82	26.32
<i>Dentario glandulosae-Fagetum</i>	7	3.85	22.01	47.56	18.67	42.34	53.85	1.7	13.45	36.96
<i>Stellario-Carpinetum</i>	5	0.57	9.99	25.83	24.17	38.05	53.14	0	14.64	37.04

Tabela 9.1.5. Gatunki pod ochroną ścisłą występujące na SPO II rzędu.

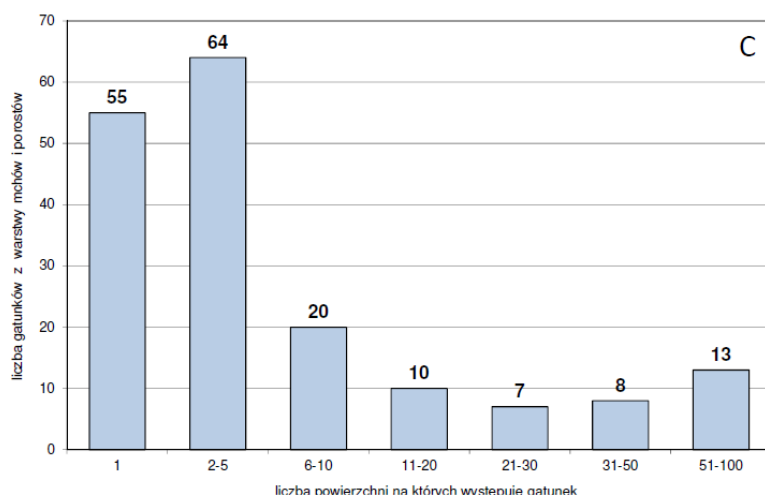
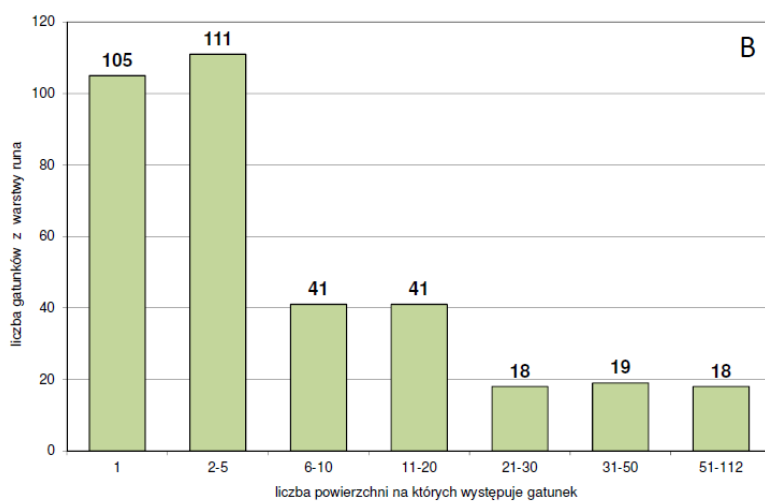
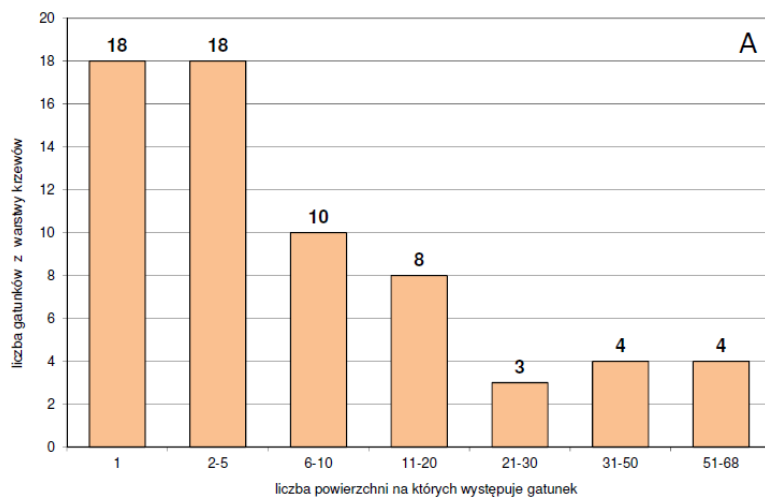
Numer SPO	<i>Arctostaphylos uva-ursi</i>	<i>Goodyera repens</i>	<i>Lilium martagon</i>	<i>Sorbus intermedia</i>	<i>Polystichum aculeatum</i>	Liczba gatunków
120	X					1
204				X		1
207			X			1
208		X				1
210		X				1
212			X			1
213		X				1
303		X				1
313				X		1
403				X		1
509				X		1
607			X			1
616				X		1
808					X	1
Suma wystąpień	1	4	3	5	1	

Tabela 9.1.6. Gatunki roślin naczyniowych pod ochroną częściową występujące w warstwie runa na SPO II rzędu

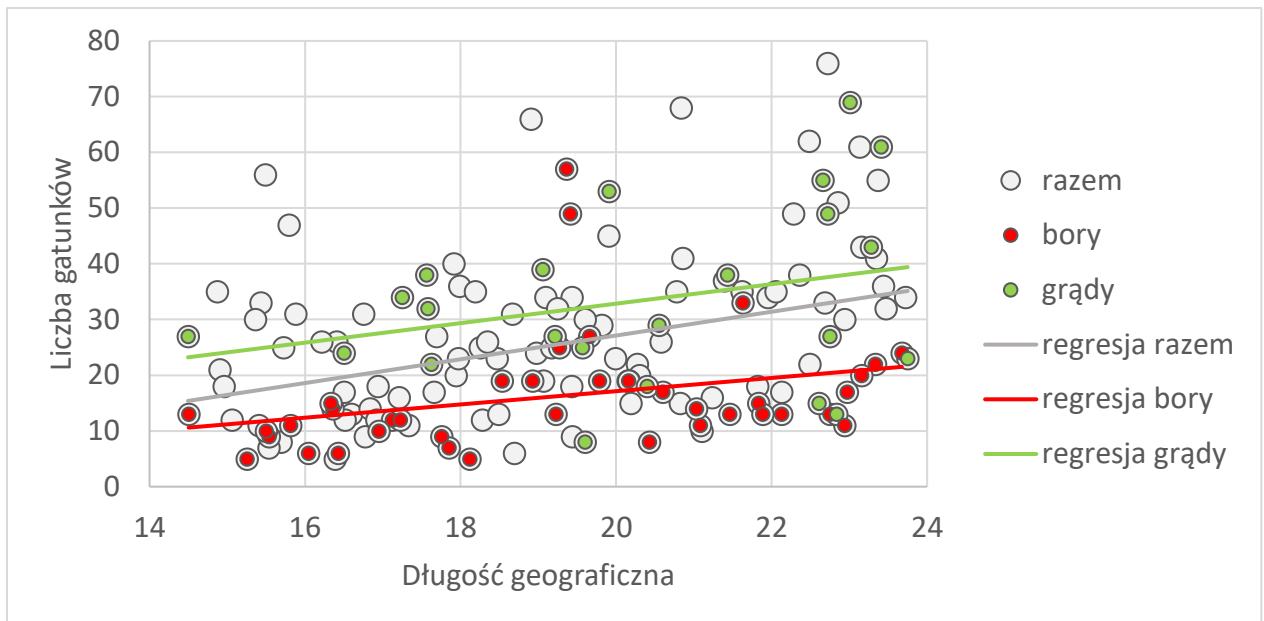
Numer SPO	<i>Aquilegia vulgaris</i>	<i>Aruncus sylvestris</i>	<i>Blechnum spicant</i>	<i>Carex arenaria</i>	<i>Centaurium erythraea</i>	<i>Chimaphila umbellata</i>	<i>Daphne mezereum</i>	<i>Digitalis grandiflora</i>	<i>Epipactis helleborine</i>	<i>Galanthus nivalis</i>	<i>Gentiana asclepiadea</i>	<i>Ledum palustre</i>	<i>Lycopodium annotinum</i>	<i>Lycopodium clavatum</i>	<i>Melittis melissophyllum</i>	<i>Moneses uniflora</i>	<i>Platanthera bifolia</i>	<i>Pyrola chlorantha</i>	<i>Pyrola minor</i>	Liczba gatunków	
101				X																1	
110					X																1
112													X								1
205				X																	1
206							X														1
207	X																				1
210						X															1
212							X								X						2
213						X								X					X		3
215															X						1
324				X																	1
401													X								1
412							X														1
416								X													1
605														X							1
612																	X				1
615						X															1
616									X												1
617						X							X			X		X			4
619												X									1
701			X																		1
806		X									X		X				X				4
807											X										1
810			X																		1
812										X											1
813											X										1
815											X										1
816											X										1
Suma wystąpień	1	1	2	3	1	4	3	1	1	1	5	1	4	2	2	1	2	1	1		

Tabela 9.1.7. Gatunki pod ochroną częściową występujące w warstwie mszystej na SPO II rzędu.

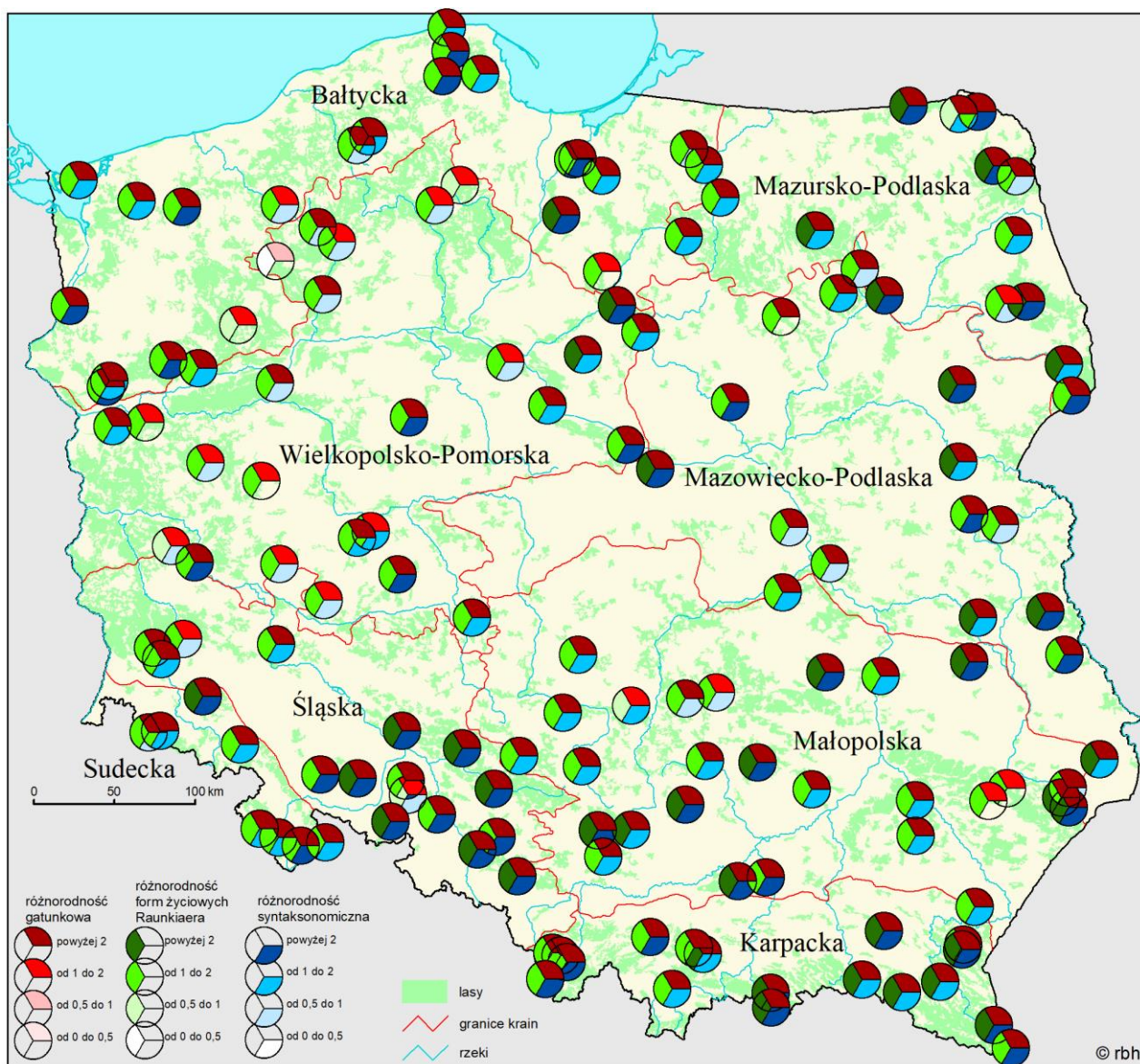
Numer SPO	<i>Andreaea rupestris</i>	<i>Aulacomnium palustre</i>	<i>Bazzania trilobata</i>	<i>Buckiella undulata</i>	<i>Calliergonella cuspidata</i>	<i>Dicranum polysetum</i>	<i>Dicranum scoparium</i>	<i>Eurhynchium angustirete</i>	<i>Eurhynchium striatum</i>	<i>Homalia trichomanoides</i>	<i>Hylacomium splendens</i>	<i>Leucobryum glaucum</i>	<i>Plagiochila asplenoides</i>	<i>Pleurozium schreberi</i>	<i>Polytrichum commune</i>	<i>Pseudoscleropodium purum</i>	<i>Ptilidium ciliare</i>	<i>Ptilium crista-castrensis</i>	<i>Rhytidiadelphus squarrosus</i>	<i>Rhytidiadelphus triquetrus</i>	<i>Sphagnum fallax</i>	<i>Sphagnum fimbriatum</i>	<i>Sphagnum girgensohnii</i>	<i>Thuidium delicatulum</i>	<i>Thuidium recognitum</i>	<i>Thuidium tamariscinum</i>	<i>Uloa bruchii</i>	<i>Uloa crispa</i>	Liczba gatunków
101						X	X				X			X															4
102						X	X									X			X										4
103						X	X							X															3
104														X	X														2
105														X	X														2
106						X					X			X	X														4
108						X																							1
109						X	X				X			X															4
110							X																						1
111							X																						1
112						X	X							X	X	X													5
113						X	X				X				X	X													5
114						X					X			X				X											4
115						X	X																						2
116						X																							1
117								X							X														2
118								X							X														2
119						X					X			X	X														4
120						X					X			X	X			X											5
121																											X		1
122							X							X	X														3
123		X				X					X			X	X			X											6
201																										X			1
202						X		X			X			X											X				5
203					X			X			X								X										4
204						X	X				X			X	X			X											6
205						X					X			X				X											4
206								X							X										X				3
207						X	X				X			X	X				X										6
208						X	X				X			X				X											5
210						X	X				X			X	X														5
211						X					X			X	X														4
212						X					X	X	X	X	X														5
213						X	X				X			X				X											5
214						X	X				X			X															4
215							X							X	X														3
301						X																							1
302		X				X	X				X			X			X												6
303						X	X				X			X															4
304						X	X				X			X															4
305						X					X			X	X														4
306						X					X			X	X														4
307								X			X			X	X														4
309							X	X	X						X														3
310						X	X				X			X															4



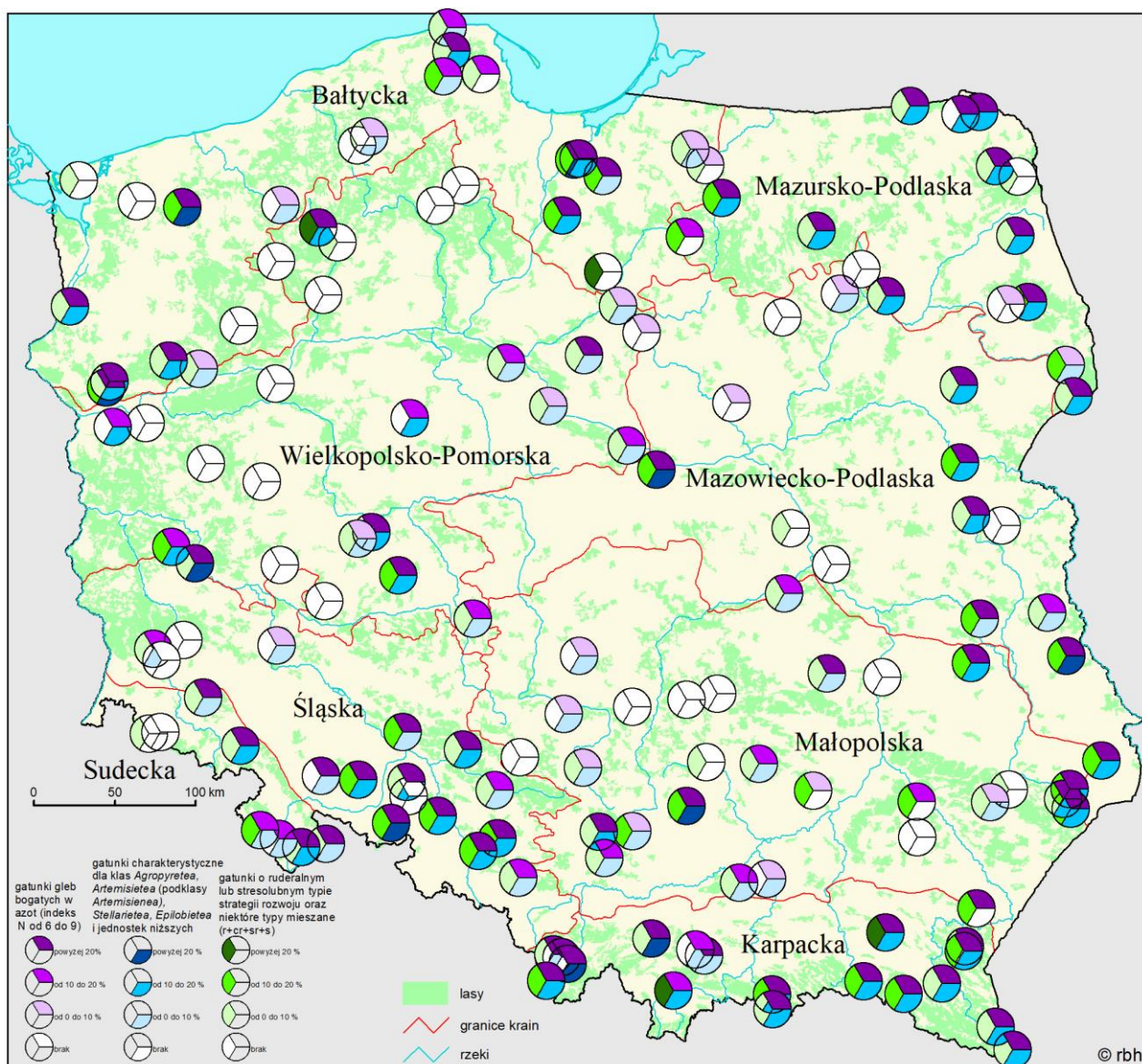
Rycina 9.1.1. Histogram częstotliwości występowania gatunków na stałych powierzchniach obserwacyjnych II rzędu: A - warstwa krzewów, B – warstwa runa, C – warstwa mchów i porostów.



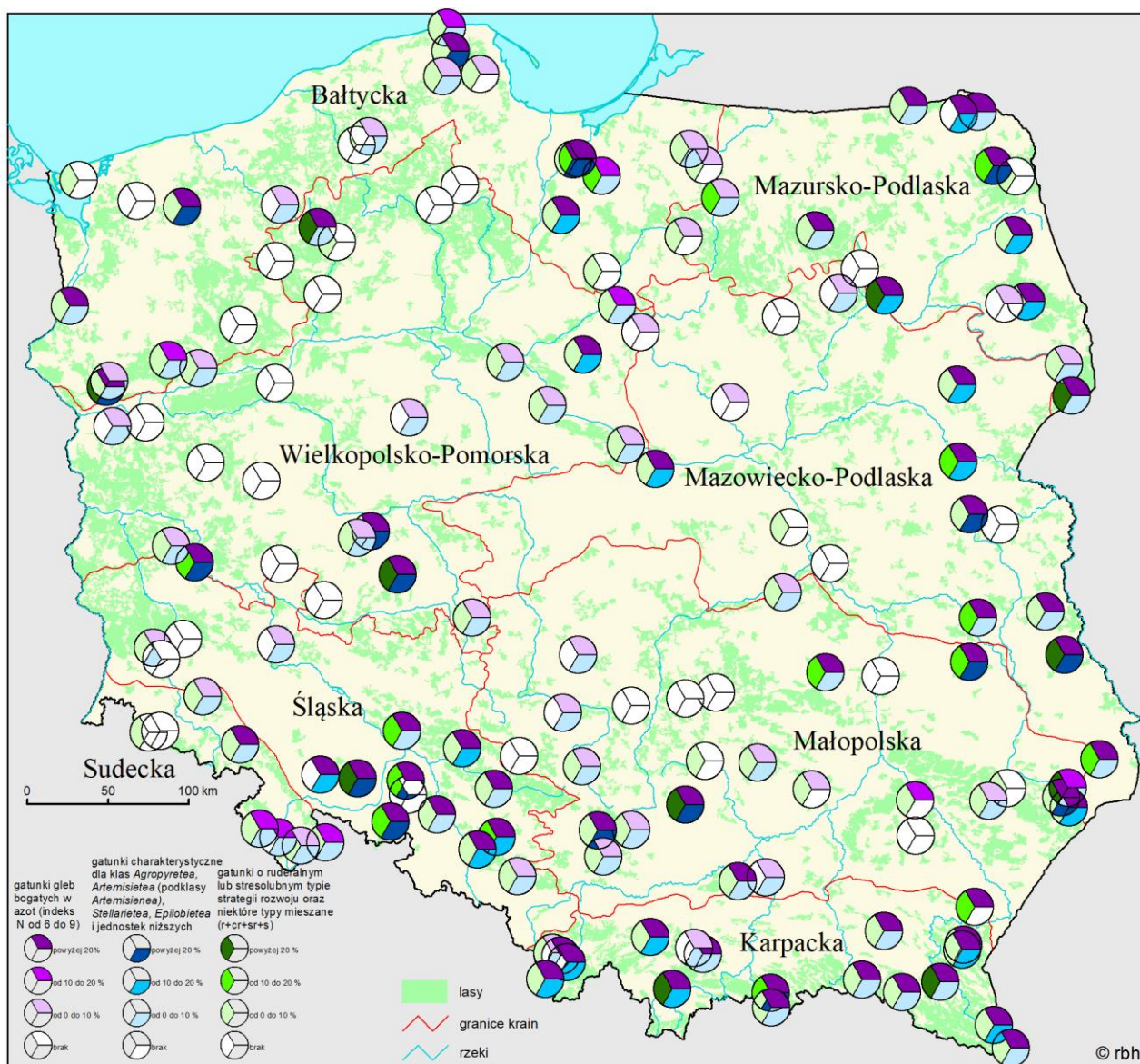
Rycina 9.1.2. Związek między długością geograficzną (zmienna niezależna) a liczbą gatunków runa na powierzchniach monitoringowych. Parametry linii regresji wg modelu $y=a+bx$: dla wszystkich powierzchni łącznie $a = -15,522$; $b = 2,132$; wsp. korelacji 0,366; błąd standardowy 14,312; tylko dla borów $a = -6,634$; $b = 1,188$ wsp. korelacji 0,295; błąd standardowy 10,347; tylko dla grądów i buczyn $a = -2,132$; $b = 1,749$; wsp. korelacji 0,291; błąd standardowy 15,436.



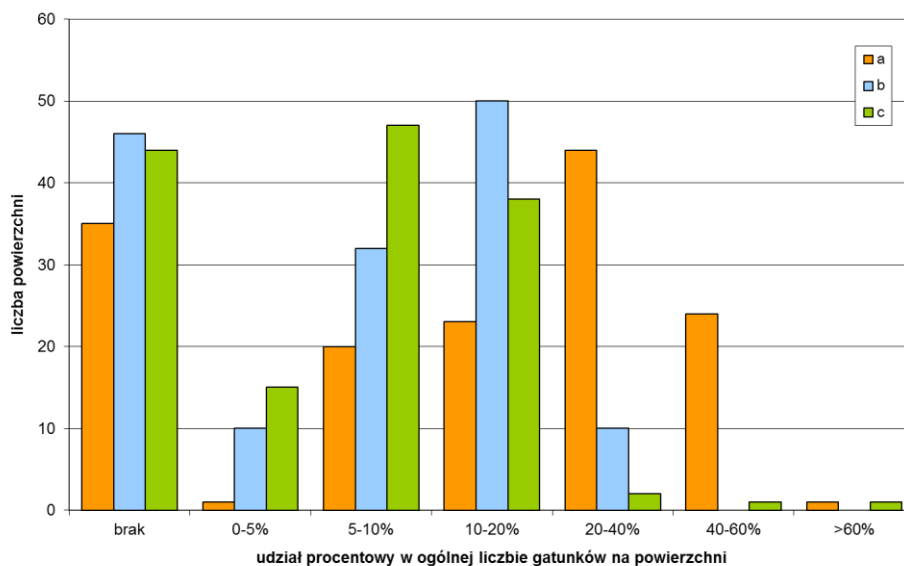
Rycina 9.1.3. Różnorodność runa wyrażona trzema wskaźnikami.



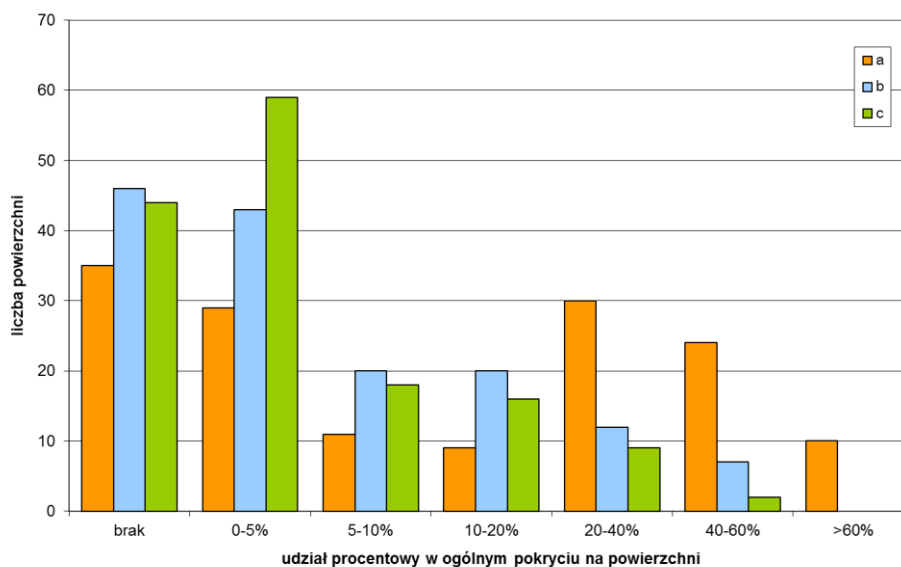
Rycina 9.1.4. Ocena stopnia antropogenicznego odkształcenia runa (na podstawie liczby gatunków z poszczególnych grup).



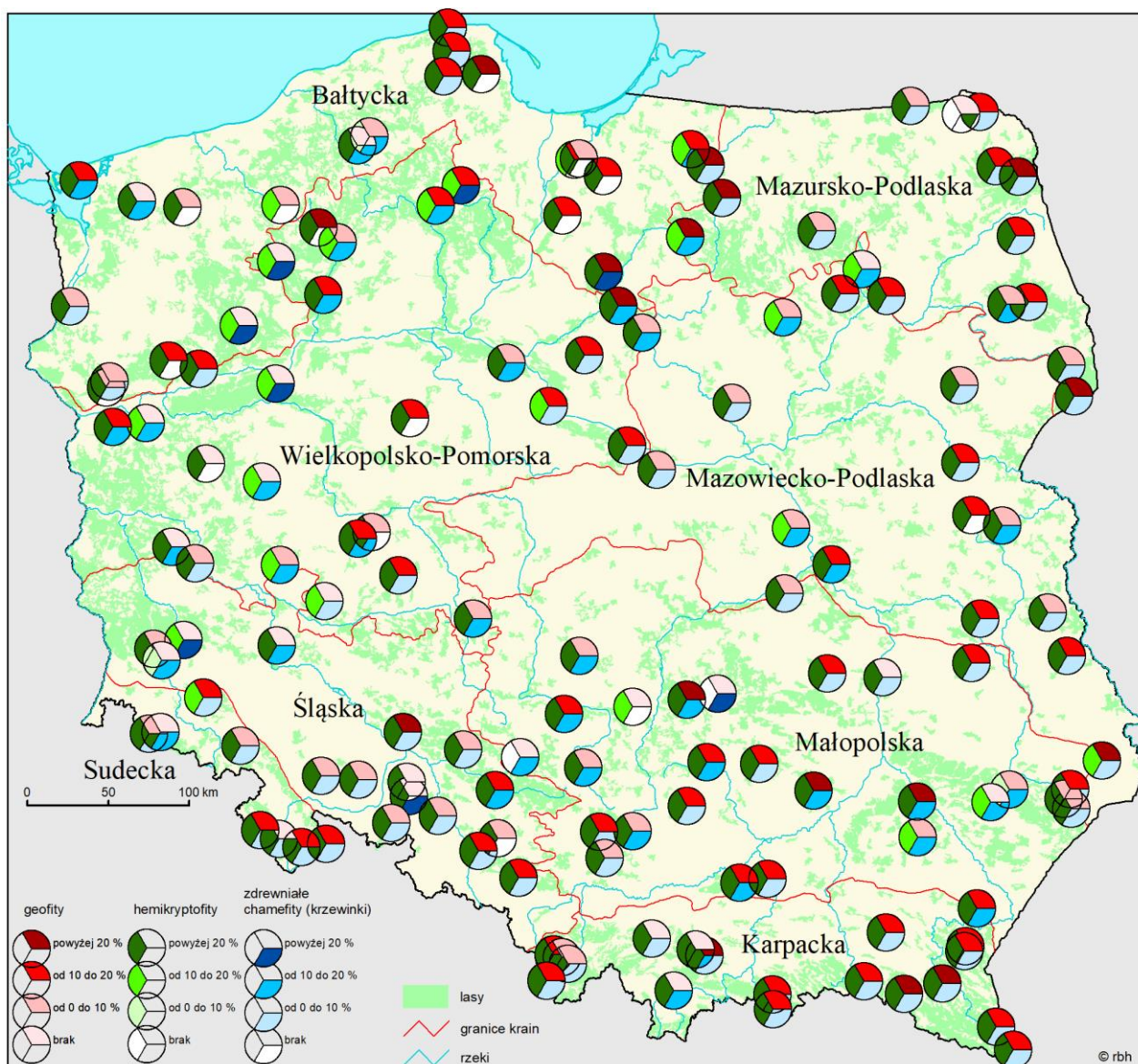
Rycina 9.1.5. Ocena stopnia antropogenicznego odkształcenia runa (na podstawie ilościowości gatunków z poszczególnych grup).



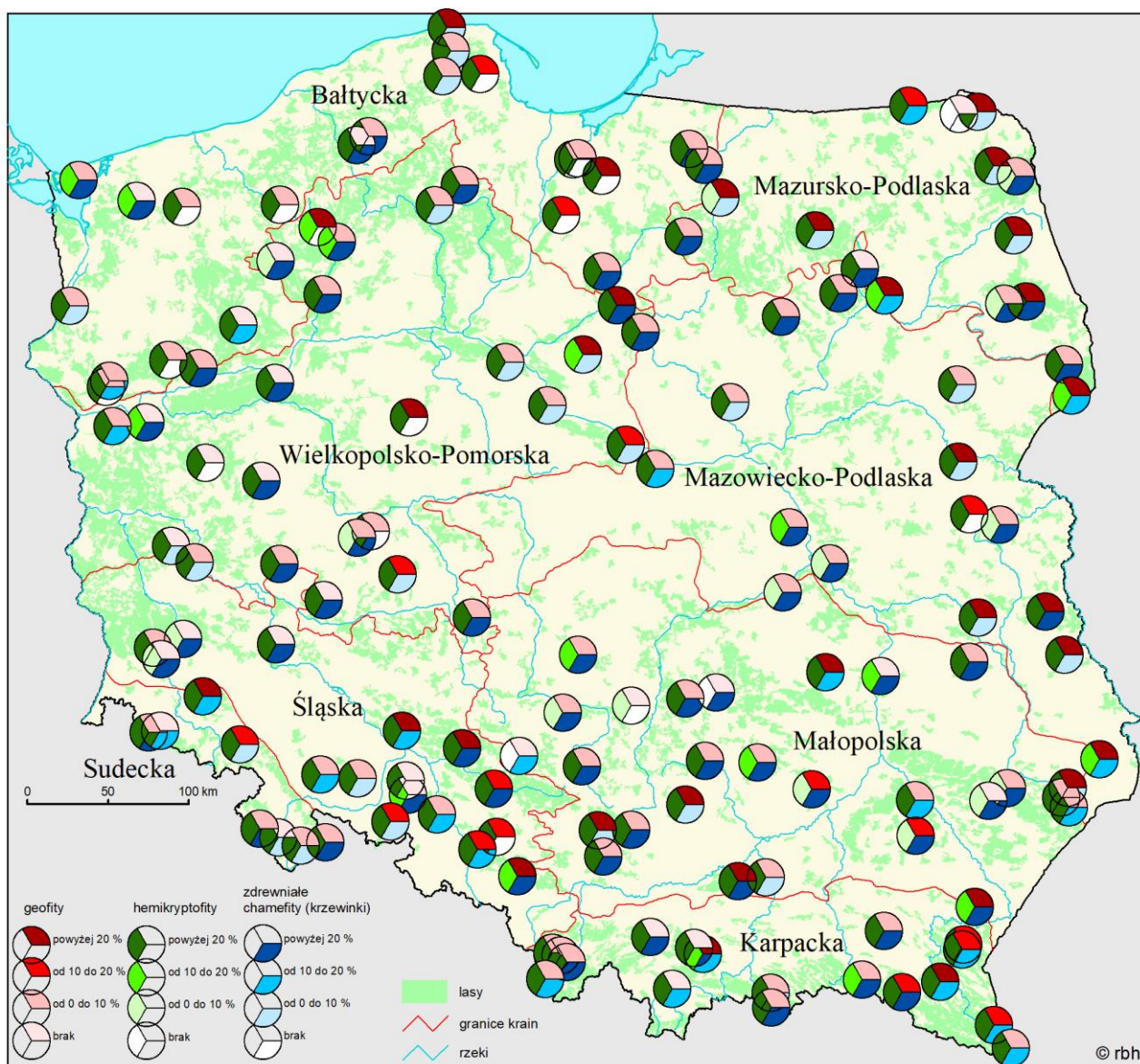
Rycina 9.1.6. Histogram frekwencji różnych grup gatunków wskazujących na odkształcenie antropogeniczne runa – na podstawie udziału w ogólnej liczbie gatunków. Grupy gatunków: a - gatunki gleb bogatych w azot (indeks N od 6 do 9); b - gatunki charakterystyczne dla klas *Agropyreteae*, *Artemisietea* (podklasy *Artemisienea*), *Stellarietea*, *Epilobietea* i jednostek niższych; c - gatunki o ruderalnym lub stresolubnym typie strategii rozwoju oraz niektóre typy mieszane (r+cr+sr+s).



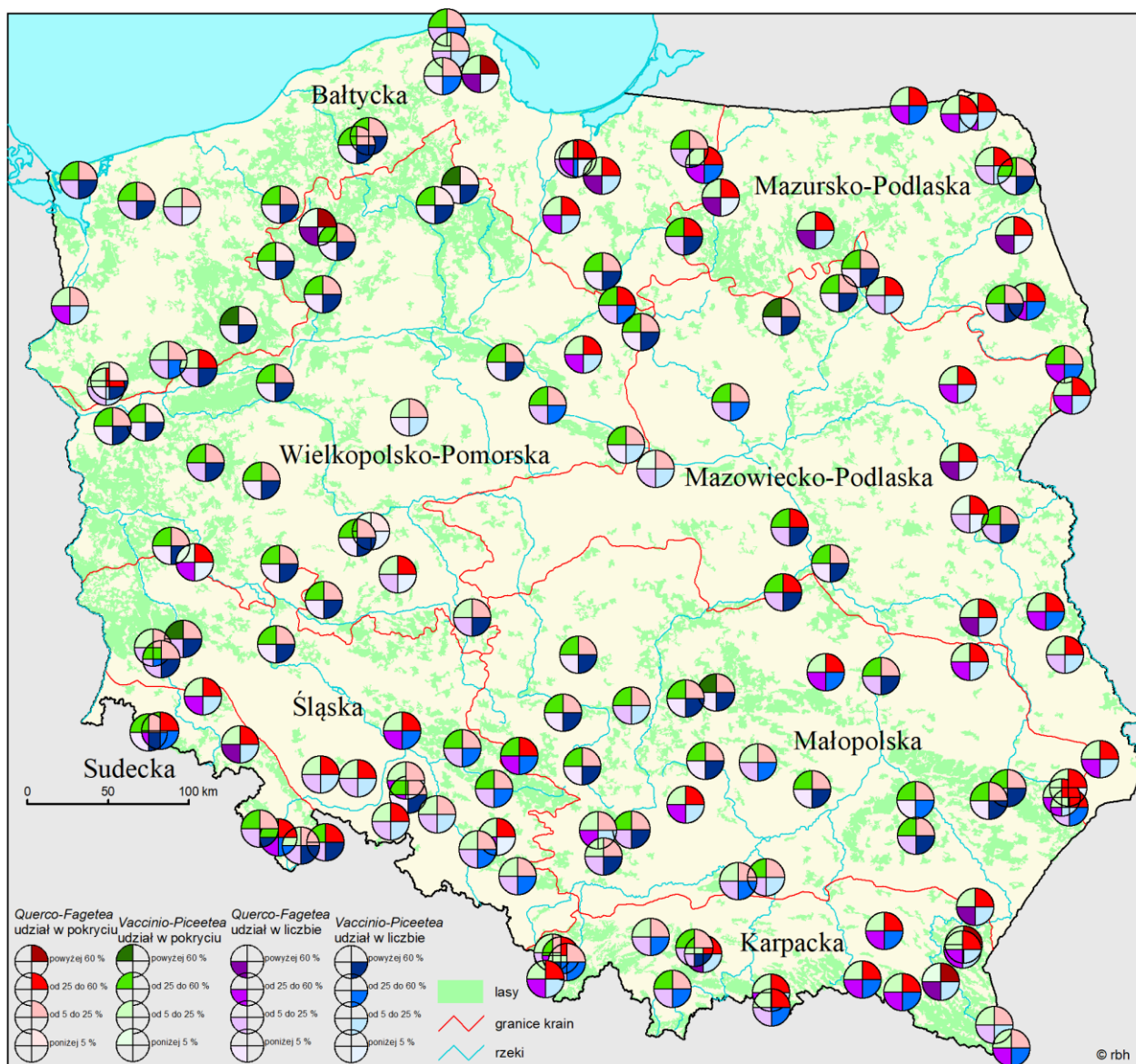
Rycina 9.1.7. Histogram frekwencji różnych grup gatunków wskazujących na odkształcenie antropogeniczne runa – na podstawie udziału w ogólnym pokryciu. Grupy gatunków jak na fig. 6.



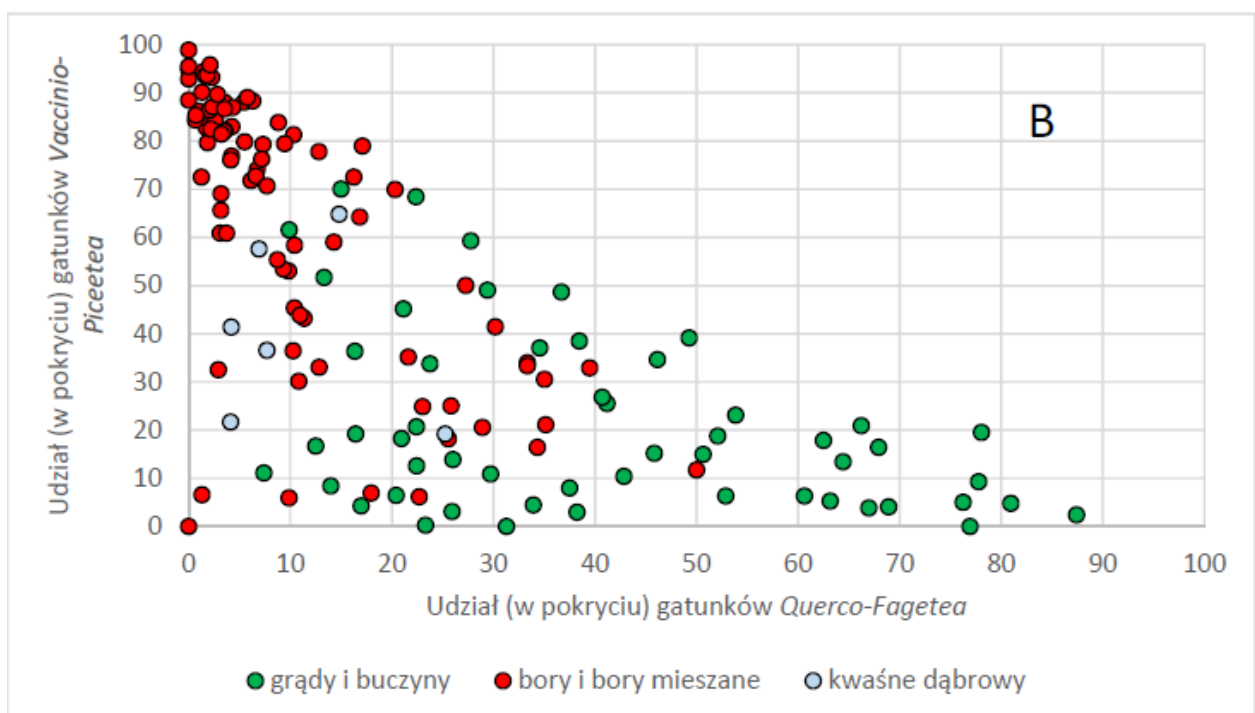
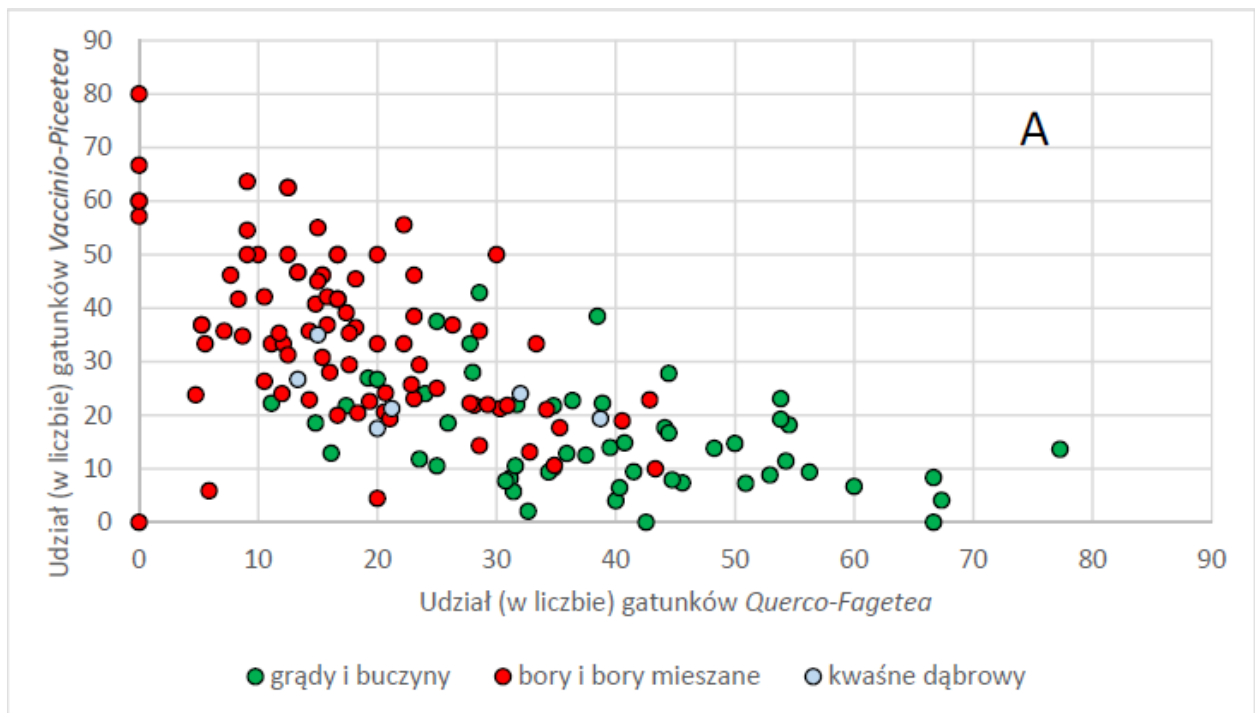
Rycina 9.1.8. Struktura form życiowych runa (określona na podstawie liczby gatunków z poszczególnych grup).



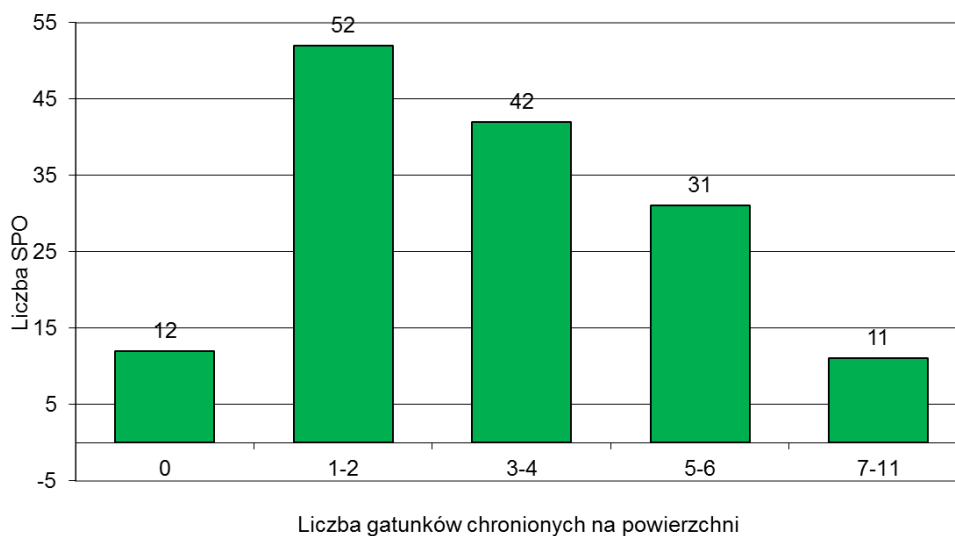
Rycina 9.1.9. Struktura form życiowych runa (określona na podstawie ilościowości gatunków z poszczególnych grup).



Rycina 9.1.10. Udział gatunków charakterystycznych klas *Quercus-Fagetea* i *Vaccinio-Piceetea* w runie.



Rycina 9.1.11 AB. Udział gatunków charakterystycznych klas *Quercus-Fagetea* i *Vaccinio-Piceetea* w runie (A – na podstawie liczby gatunków; B – na podstawie pokrycia).



Rycina 9.1.12. Liczba gatunków chronionych na powierzchniach monitoringowych.

9.2. Florystyczne i ekologiczne zmiany charakteru runa na Stałych Powierzchniach Obserwacyjnych II rzędu monitoringu lasów w latach 1998-2023

9.2.1. Wprowadzenie

W ramach programu monitoringu lasów w roku 1998 przeprowadzono po raz pierwszy obserwacje stanu runa na Stałych Powierzchniach Obserwacyjnych II rzędu (SPO II rzędu) Objęły one 121 powierzchni z drzewostanami iglastymi. W 1999 r. dodatkowe obserwacje wykonano na 27 powierzchniach z drzewostanami liściastymi (Solon 1999, 2000a). Drugą serię obserwacji na wszystkich 148 powierzchniach przeprowadzono w 2003 r. (Solon 2004), trzecią w 2008 roku (Solon 2010a, 2010b), czwartą w 2013 roku (Solon 2014), piątą w 2019 roku (Solon 2020) i szóstą serię obserwacji wykonano w roku 2023.

Celem niniejszego opracowania jest określenie zmian, jakie zaszły w runie powierzchni monitoringowych w ciągu 25 lat (okres obejmujący sześć terminów pomiarowych), oraz próba identyfikacji czynników i procesów o charakterze lokalnym, regionalnym i ogólnopolskim, które spowodowały zarejestrowane zmiany.

9.2.2. Metody i zakres analizy

Podstawą analizy florystycznej i geobotanicznej jest zdjęcie fitosocjologiczne, obejmujące powierzchnię 400 m kw., i wykonywane według ogólnie przyjętych zasad (por. Szafer, Zarzycki [red.] 1972). W zdjęciach fitosocjologicznych uwzględniono wszystkie

gatunki roślin naczyniowych, mszaki i porosty naziemne. Zdjęcie fitosocjologiczne jest jednym z elementów znacznie szerzej zakrojonych obserwacji terenowych. Szczegółowe omówienie zakresu i metodyki tych prac przedstawiono w opracowaniu Solona i Wawrzoniaka (1999). Metody kameralnej analizy i interpretacji zawartości zdjęć fitosocjologicznych omówiono w opracowaniu Solona (2004).

Ocena zmian charakteru runa opiera się na porównaniu składu gatunkowego opisanego w sześciu kolejnych zdjęciach fitosocjologicznych oraz na interpretacji zmian w wartościach wybranych wskaźników bioindykacyjnych. We wszystkich przypadkach zmiany wskaźników określano jako różnicę między wartością wskaźnika z późniejszego terminu obserwacji a wartością obliczoną dla zdjęcia wykonanego w okresie wcześniejszym o jeden okres pomiarowy.

9.2.3. Wyniki

Zmiany charakteru fitosocjologicznego powierzchni

Spośród 148 powierzchni w ciągu sześciu terminów pomiarowych (25 lat) na 94 powierzchniach nie zmieniła się diagnoza fitosocjologicznego typu zbiorowiska roślinnego (choć w kilku przypadkach nastąpiła zmiana nazwy z powodów formalnych). Pośród tych 94 powierzchni 9 reprezentuje dobrze utrwalone zbiorowiska zastępcze z drzewostanami iglastymi na potencjalnych siedliskach zbiorowisk lasów liściastych, natomiast pozostałe to średnio lub dobrze wykształcone zbiorowiska leśne o rozpoznawalnej charakterystycznej kombinacji gatunków diagnostycznych.

Natomiast na 54 powierzchniach nastąpiły zmiany w identyfikacji. Zmiany te miały różny zakres i nastąpiły z różnych powodów. Na 18 powierzchniach nastąpiły w ciągu ostatnich 10 lat (tzn. zarejestrowane w latach 2023 i 2019) silne zmiany w drzewostanie (trzebieże, śniegołomy, wichury, wycinka), co spowodowało wyraźne zmiany w dynamice gatunków runa, co w efekcie dało nie tylko juvenalizację fazy rozwojowej, ale także (w 9 przypadkach) nastąpiła zmiana typu zbiorowiska roślinnego.

Z pozostałych procesów wpływających na zmianę identyfikacji fitosocjologicznej najważniejszy był proces regeneracji składu gatunkowego runa po wcześniejszych zaburzeniach, spowodowanych przede wszystkim przez wprowadzenie jednogatunkowych drzewostanów niezgodnych z siedliskiem. Taka sytuacja miała miejsce w przypadku 9 stanowisk zlokalizowanych w zbiorowiskach zastępczych, nazwanych początkowo według dominantów, a które obecnie zidentyfikowano jako stadia regeneracyjne zespołów (5 grądów i

4 bory świeże). Podobne przyczyny spowodowały przekwalifikowanie (jeszcze w roku 2019) 5 przypadków *Leucobryo-Pinetum* do borów mieszanych *Quercus roboris-Pinetum* oraz przekwalifikowanie 7 płatów *Quercus roboris-Pinetum* w inne zbiorowiska. Regeneracja runa oraz zmiana sposobu użytkowania lasu spowodowały zanik *Cladonio-Pinetum* (regeneracja do *Leucobryo-Pinetum*) oraz *Potentillo albae-Quercetum* (przejście do *Tilio-Carpinetum calamagrostietosum* lub *Serratulo-Pinetum*).

Inne zmiany w ciągu 25 lat były mniej liczne choć równie ważne: obejmowały one m.in. zmiany w wyróżnianiu liczby powierzchni kwaśnych dąbrów (identyfikowanych także jako bory mieszane, a nawet jako postaci zbiorowisk z klasy *Quercus-Fagetea*), przekwalifikowania między buczynami i gładami oraz przejścia między borem dolnoregłowym a buczynami górskimi. Wszystkie powyższe zmiany mieszczą się albo w schemacie przejścia od siedlisk mniej żyznych do żyźniejszych, albo w schemacie zmiany zbiorowiska w ramach tego samego poziomu żyzności siedlisk i w obrębie jednej klasy fitosocjologicznej. Jednak w dziewięciu przypadkach obecna identyfikacja (z roku 2023), wskazująca na zespół należący do klasy *Vaccinio-Piceetea* jest odmienna od identyfikacji przynajmniej we dwóch wcześniejszych terminach pomiarowych, co może sugerować przejście do siedlisk uboższych (typu od *Tilio-Carpinetum* do *Quercus-Pinetum*). Za zbiorowiskami borowymi na tych powierzchniach przemawia nie tylko drzewostan budowany głównie przez sosnę (lub świerk i jodłę), ale także obfite występowanie *Vaccinium myrtillus* oraz *Trientalis europaea* w runie. Jednak stała obecność (choć z niewielką ilościowością) licznych gatunków lasów liściastych może jednak wskazywać na fazy degeneracyjne innych zespołów leśnych.

Zmiany bogactwa i różnorodności gatunkowej

Na powierzchniach monitoringowych w ciągu pięciu okresów pięcioletnich zaszły wielokierunkowe zmiany charakteru runa, przejawiające się zarówno w zmieniającej się liczbie zarejestrowanych gatunków (tab. 9.2.1), jak i odmiennych wartościach wskaźników różnorodności runa.

Zmiany liczby gatunków w warstwie runa były zróżnicowane (tab. 9.2.1). W pierwszym analizowanym pięcioleciu na 58 powierzchniach nie przekraczały dwóch gatunków. Jedynie na 30 powierzchniach przybyło lub ubyło co najmniej 7 gatunków. Mniejsze zmiany nastąpiły w drugim pięcioleciu; na 71 powierzchniach nie przekraczały dwóch gatunków, natomiast jedynie na 25 powierzchniach przybyło lub ubyło co najmniej 7 gatunków. W trzecim pięcioleciu zmiany w runie nie przekraczające dwóch gatunków miały miejsce na 75 powierzchniach, podczas gdy zmiany duże, obejmujące ubytek lub wzbogacenie o co najmniej 7 gatunków

wystąpiły na 31 powierzchniach. Okres sześciolatekni (2013-2019) miał podobny charakter. Zmiany w runie nie przekraczające dwóch gatunków miały miejsce na 70 powierzchniach, natomiast na 26 powierzchniach przybyło lub ubyło siedem lub więcej gatunków. W ostatnim okresie pomiarowym (2019-2023) nastąpiły wyraźne zmiany w liczbie gatunków. Na 51 powierzchniach gatunków w runie ubyło, przy czym na 12 powierzchniach ubytki dotyczyły siedmiu lub więcej gatunków. Interesujące jest przy tym, że dotyczyło to zarówno zbiorowisk lasów liściastych jak i powierzchni borowych. Wzrost liczby gatunków nastąpił na 79 powierzchniach, przy czym na 29 wynosił 7 gatunków lub więcej.

Należy jednak podkreślić, że te zmiany w wymiarze 25-lecia miały raczej charakter fluktuacji niż zdecydowanego trendu (tab. 9.2.1). Jedyne na jednej powierzchni wystąpił systematyczny, z okresu na okres, przez 25 lat, spadek liczby gatunków. Na trzech powierzchniach spadek obejmował cztery okresy, tj. lata 1998-2019. Na kolejnych siedmiu powierzchniach spadek obserwowano w trzech kolejnych okresach, w różnej kombinacji czasowej.

Na żadnej powierzchni ze zaobserwowano wzrostu liczby gatunków runa z okresu na okres przez 25 lat, natomiast na siedmiu powierzchniach obserwowano systematyczny, przez cztery okresy wzrost liczby gatunków. Na 22 powierzchniach obserwowano wzrost z okresu na okres, ale tylko w trzech kolejnych terminach (tzn. albo między rokiem 1998 a 2013 - 8 powierzchni; albo między rokiem 2003 a 2019 - 8 powierzchni, albo między rokiem 2008 a 2023 - 6 powierzchni). Pozostałe powierzchnie wykazywały mniejszą lub większą fluktuację w liczbie gatunków, i charakteryzowały się brakiem wyraźnego procesu kierunkowego (podobne kierunki zmian wystąpiły najwyżej przez dwa okresy pomiarowe). Należy tu podkreślić, że powierzchnie wykazujące trzy-, cztero- lub pięciookresowe stałe tendencje zmian liczby gatunków charakteryzowały się znacznie mniejszym rozrzutem liczby gatunków ubywających lub przybywających w jednym okresie w porównaniu do powierzchni charakteryzujących się fluktuacyjnym typem zmian. W przypadku tej pierwszej grupy powierzchni zakres zmian liczby gatunków wynosił w kolejnych okresach: od -14 do 12; od -10 do 11; od -9 do 9; od -9 do 12; od -26 do 28 (okres z najsilniejszymi zmianami). Natomiast dla powierzchni z fluktuacją zakresy były znacznie większe i wynosiły w kolejnych okresach pomiarowych: od -23 do 17; od -16 do 22; od -23 do 21, od -37 do 29 oraz od -26 do 28.

Choć na większości powierzchni we wszystkich okresach przeważały zmiany fluktuacyjne w liczbie gatunków, to z perspektywy wszystkich powierzchni rozpatrywanych łącznie obserwuje się pewną prawidłowość. W określonym przedziale czasowym gatunków

przybywało najczęściej w płatach ubogich w gatunki, natomiast bogactwo florystyczne malało na powierzchniach, które początkowo charakteryzowały się wysoką liczbą gatunków. Zależności te były najsilniej wyrażone w przypadku zbiorowisk z klasy *Querc-Fagetea*, a słabiej – klasy *Vaccinio-Piceetea* (ryc. 9.2.1). Trzecie pięciolecie charakteryzowało się osłabieniem lub nawet zanikiem powyższych trendów, co świadczy – najprawdopodobniej – o zmianie procesów kształtujących składy gatunkowe płatów. Czwarte pięciolecie wskazuje - w przypadku zbiorowisk z klasy *Querc-Fagetea* - na słabo zarysowaną kontynuację tendencji zmniejszania liczby gatunków w płatach wcześniej bogatych florystycznie. Natomiast brak takiej zależności (lub nawet słabo zarysowana tendencja odwrotna) charakteryzuje powierzchnie borowe. W ostatnim pięcioleciu taka zależność w obu grupach zbiorowisk ponownie występuje (silniejsza w lasach liściastych).

Znacznie trudniejsze w interpretacji są zmiany liczby gatunków w grupie mszaków i porostów. Zaobserwowane kierunki zmian wynikają jedynie częściowo z rzeczywistego ubywania lub przybywania gatunków na powierzchni, a częściowo są wynikiem różnic w interpretacji obecności gatunków bezpośrednio na powierzchni gleby lub na martwym drewnie. Jedynie na powierzchni nr 121 (płat *Galio odorati-Fagetum*) występował systematyczny (przez trzy pierwsze pięciolecia) spadek liczby gatunków we wszystkich segmentach warstwy mchów i porostów (oraz w warstwie runa). Trend ten został odwrócony lub zahamowany w dwóch ostatnich okresach.

Jeśli potraktować oddzielnie poszczególne okresy, to w pierwszym jedynie w krainie Karpackiej wyraźnie przeważała liczba powierzchni ze wzrostem liczby gatunków. W pozostałych krainach albo przeważały powierzchnie ze spadkiem liczby gatunków, albo też ich udziały były zbliżone. W drugim okresie jedynie w krainach Mazursko-Podlaskiej i Śląskiej przeważała liczba powierzchni ze spadkiem liczby gatunków, a w pozostałych krainach udziały powierzchni ze spadkiem i ze wzrostem były zbliżone. Trzeci okres charakteryzował się wyraźną przewagą powierzchni ze wzrostem liczby gatunków we wszystkich krainach. Okres czwarty charakteryzował się bardziej wyrównanym udziałem powierzchni o różnej dynamice zmian liczby gatunków we wszystkich krainach przyrodniczo-leśnych. W okresie piątym w krainach: Śląskiej, Mazowiecko-Podlaskiej i Małopolskiej bardzo zdecydowanie przeważały powierzchnie ze wzrostem liczby gatunków runa. Natomiast w krainie Karpackiej dominowały powierzchnie ze spadkiem. W pozostałych krainach udziały powierzchni o odmiennej dynamice zmian liczby gatunków były zbliżone.

Jeśli natomiast potraktować wszystkie okresy łącznie, to trzeba stwierdzić, że we wszystkich krainach wyraźnie dominowały powierzchnie o fluktuacyjnym typie zmiany liczby gatunków (tab. 9.2.2). W krainach: Mazursko-Podlaskiej, Mazowiecko-Podlaskiej i Śląskiej na żadnej z powierzchni nie zarejestrowano sekwencji co najmniej 4 kolejnych wzrostów lub zmniejszeń liczby gatunków runa. W pozostałych krainach takie powierzchnie występowały jedynie pojedynczo.

Jeszcze mniej wyraźne są zmiany liczby gatunków w warstwie krzewów. Zasadniczo nie obserwuje się systematycznego spadku, natomiast powierzchnie ze wzrostem liczby gatunków krzewów przez pięć lub cztery okresy dotyczą głównie zbiorowisk zastępczych w krainie Karpackiej.

Jednocześnie trzeba stwierdzić, że również grupy typów zbiorowisk nie różnią się istotnie pod względem udziału powierzchni o różnym typie zmian liczby gatunków (tab. 9.2.3).

Niezależnie od zachodzących kierunków zmian przez cały analizowany okres 25 lat utrzymuje się podobne zróżnicowanie makrogeograficzne bogactwa gatunkowego, zgodnie z którym przeciętna liczba gatunków jest wyższa na wschodzie niż na zachodzie. Zależność ta jest istotna, choć stosunkowo słaba w sensie statystycznym, o czym świadczą następujące parametry linii regresji wg modelu $y=a+bx$:

rok 1998: $a = -0,809$; $b = 1,312$; wsp. korelacji $0,235$; błąd standardowy $14,372$;

rok 2003: $a = -13,861$; $b = 1,945$; wsp. korelacji $0,346$; błąd standardowy $13,914$;

rok 2008: $a = -15,287$; $b = 1,976$; wsp. korelacji $0,382$; błąd standardowy $12,634$;

rok 2013: $a = -1,466$; $b = 2,048$; wsp. korelacji $0,382$; błąd standardowy $13,070$;

rok 2019: $a = -10,220$; $b = 1,779$; wsp. korelacji $0,328$; błąd standardowy $13,547$;

rok 2023: $a = -15,522$; $b = 2,132$; wsp. korelacji $0,366$; błąd standardowy $14,312$.

Zupełnie inny charakter wykazywały zmiany wskaźników różnorodności runa. Pierwsze pięciolecie charakteryzowało się przeciętnym (dla wszystkich powierzchni razem) wzrostem wartości analizowanych wskaźników różnorodności, podczas gdy w drugim pięcioleciu przeciętna różnorodność gatunkowa nie uległa zmianie, a zmalała różnorodność form życiowych i syntaksonomiczna. Natomiast w trzecim pięcioleciu bardzo wyraźnie spadła przeciętna różnorodność gatunkowa (rzeczywisty spadek miał miejsce na 136 powierzchniach), minimalnie wzrosła przeciętna różnorodność form życiowych i nieco spadła różnorodność syntaksonomiczna powierzchni. W czwartym okresie sumarycznie spadła (choć słabiej niż w okresach poprzednich) różnorodność gatunkowa i form życiowych, natomiast wzrosła różnorodność syntaksonomiczna. Okres piąty charakteryzuje się przewagą wzrostów

różnorodności. Różnorodność gatunkowa spadła jedynie na 6 powierzchniach, różnorodność form życiowych na 16 powierzchniach, a syntaksonomiczna na 17. (tab. 9.2.4).

W sumie, w całym okresie obserwacyjnym, obejmującym 25 lat, łącznie różnorodność gatunkowa spadła jedynie na 19 powierzchniach, przy czym na 9 powierzchniach o ponad jedną jednostkę (wzrosty o ponad 1 jednostkę dotyczyły aż 93 powierzchni, przy czym ten wzrost nastąpił głównie w ostatnim pięcioleciu). Łącznie ujmowana różnorodność form życiowych spadła na 27 powierzchniach (na dwóch powierzchniach ponad jedną jednostkę. Wśród powierzchni ze wzrostem różnorodności form życiowych aż na 57 wzrost przekraczał jedną jednostkę. Sumaryczny, w ciągu 25 lat, spadek różnorodności syntaksonomicznej wystąpił na 29 powierzchniach, przy czym na 8 przekraczał jednostkę. Natomiast na 67 powierzchniach wzrosty przekraczały jedną jednostkę.

Bardzo interesująca jest relacja między bezwzględnymi wartościami spadku/wzrostu wartości wskaźników różnorodności, a sekwencjami zmian tych wartości w poszczególnych okresach. Otóż na żadnej powierzchni w odniesieniu do żadnego wskaźnika nie wystąpiła seria systematycznych wzrostów lub spadków przez pięć okresów. Trendy spadku różnorodności gatunkowej wystąpiły na 6 powierzchniach przez 4 okresy pomiarowe i na 46 powierzchniach przez kolejne 3 okresy pomiarowe. Dla różnorodności form życiowych liczba powierzchni o różnym charakterze trendu spadkowego wynosi odpowiednio 5 i 19, podczas gdy dla różnorodności syntaksonomicznej – 1 i 38. Słabiej były reprezentowane trwałe tendencje wzrostowe. Jedynie na jednej powierzchni występował przez 4 okresy, wzrost różnorodności form życiowych (na 17 powierzchniach – przez 3 okresy), natomiast na 25 powierzchniach wystąpił wzrost różnorodności syntaksonomicznej, ale tylko przez trzy kolejne okresy obserwacyjne (tab. 9.2.4).

Wydaje się zatem, że te spadki/wzrosty (a szczególnie wzrosty różnorodności) w mniejszym stopniu były spowodowane naturalnym, stopniowym rozwojem fitocenozy leśnych (gdyby tak było, to sekwencje wzrostów byłyby dłuższe i występowałyby na większej liczbie powierzchni), lecz raczej były reakcją na zjawiska jednostkowe o charakterze zaburzeń (naturalnych lub antropogenicznych).

Warto przy tym podkreślić, że zmiany poszczególnych kategorii różnorodności były w znacznym stopniu niezależne. Nie ma przy tym istotnych różnic co do rozkładu tendencji dynamicznych między poszczególnymi krainami przyrodniczo-leśnymi (tab. 9.2.5), natomiast jest różnica pomiędzy grupami zbiorowisk. Na powierzchniach reprezentujących klasę

Vaccinio-Piceetea znacznie częściej występowały sekwencje (trzy- lub czterookresowe) wzrostu różnorodności form życiowych (tab. 9.2.6).

Zmiany stopnia synantropizacji runa

Zmiany stopnia synantropizacji runa obserwuje się zarówno w odniesieniu do liczby gatunków, jak i do ich pokrywania, przy czym zmiany w pokrywaniu są znacznie silniej wyrażone. Największe zmiany w pierwszym pięcioleciu wystąpiły w przypadku udziału powierzchniowego gatunków azotolubnych, od zmniejszenia pokrycia o ok. 50% na niektórych powierzchniach do ok. 30% wzrostu; nieco mniejsza amplituda charakteryzowała w tym okresie zmiany ilościowości gatunków charakterystycznych dla zbiorowisk ruderalnych (od 10% spadku do 40% wzrostu) oraz gatunków o ruderalnej i stresolubnej strategii rozwoju (od niecałych 40% spadku do 20% wzrostu). W drugim pięcioleciu rozpiętość zmian była w zasadzie podobna: od spadku pokrycia o ok. 45% do wzrostu o ponad 40% (dla gatunków azotolubnych), od spadku o około 60% do wzrostu poniżej 10% (dla gatunków ruderalnych) i od spadku poniżej 20% pokrycia do wzrostu sięgającego niecałe 30% (gatunki o ruderalnej i stresolubnej strategii rozwoju). Trzecie pięciolecie miało wyraźnie odmienny charakter, gdyż zmiany w pokryciu gatunków azotolubnych były relatywnie mniejsze (spadki pokrywania nie przekraczające 30% powierzchni i wzrost sięgający 60%) niż zmiany dotyczące dwóch pozostałych kategorii gatunków, dla których spadki również nie przekraczały 30% ale wzrost pokrycia wynosił nawet ponad 80%. W czwartym okresie obserwacyjnym zmiany w udziale liczby gatunków dla wszystkich trzech grup mieściły się w przybliżeniu w przedziale od -25% do +25%, choć generalnie przeważały zmiany znacznie mniejsze, w zakresie od -5% do plus 5%. Wystąpiły one odpowiednio na 108, 124 i 129 powierzchniach. Silniejsze były zmiany w pokrywaniu. W przypadku wszystkich trzech grup gatunków wynosiły one od zmniejszenia pokrycia o ok. 60-70% na niektórych powierzchniach do ok. 60% wzrostu. Przeważały jednak zmiany mniejsze, w zakresie od pięcioprocentowych spadków do pięcioprocentowych wzrostów udziałów danych grup gatunków w pokrywaniu. Zmiany tego typu zaszły na 80 powierzchniach w przypadku udziału powierzchniowego gatunków azotolubnych, 105 powierzchniach w przypadku udziału powierzchniowego gatunków charakterystycznych dla zbiorowisk ruderalnych oraz na 112 powierzchniach w przypadku udziału powierzchniowego gatunków o ruderalnej i stresolubnej strategii rozwoju. W ostatnim okresie analizy, obejmującym lata 2019-2023 rozpiętość zmian była w zasadzie podobna: od spadku liczby gatunków o ok. 39% do wzrostu o ponad 30% (dla gatunków azotolubnych), od spadku o około 15% do wzrostu około 20% (dla gatunków ruderalnych) i od spadku poniżej 20% liczby

gatunków do wzrostu przekraczającego aż 70% (gatunki o ruderalnej i stresolubnej strategii rozwoju). W przypadku pokrycia wartości maksymalne i minimalne zmian były inne: od spadku pokrycia o ok. 45% do wzrostu o ponad 40% (dla gatunków azotolubnych), od spadku o około 40% do wzrostu powyżej 40% (dla gatunków ruderalnych) i od spadku poniżej 30% pokrycia do wzrostu sięgającego niecałe 25% (gatunki o ruderalnej i stresolubnej strategii rozwoju) (tab. 9.2.7). Duże wartości zmian udziału w liczbie i w pokrywaniu określonych grup gatunków występowały w ostatnim okresie stosunkowo rzadko, gdyż generalnie przeważały zmiany znacznie mniejsze, w zakresie od -5% do plus 5%. Wystąpiły one odpowiednio na 88, 106 i 112 powierzchniach (w przypadku liczby gatunków) i 79, 94 i 113 powierzchniach (biorąc pod uwagę pokrywanie).

Bardziej szczegółowa analiza wskazuje, że tempo i natężenie zmian synantropizacji runa nie było równomierne. Jedynie na niewielkiej liczbie powierzchni kierunki zmian w pięciu lub czterech okresach między obserwacjami były takie same.

Biorąc pod uwagę liczby gatunków dotyczy to 1 powierzchni ze stałą, przez 5 okresów, tendencją wzrostową w przypadku udziału gatunków azotolubnych oraz 3 powierzchni ze wzrostem przez 4 kolejne okresy; 7 powierzchni ze wzrostem przez cztery okresy w przypadku gatunków właściwych dla siedlisk ruderalnych i zaburzonych oraz 1 powierzchni ze wzrostem przez cztery okresy w przypadku gatunków z ruderalną i stresolubną strategią rozwoju. Mnie widoczne były systematyczne spadki: dwie powierzchnie ze spadkiem przez 4 okresy dla gatunków azotolubnych i po jednej powierzchni ze spadkiem przez cztery okresy dla obu pozostałych grup gatunków.

Oczywiście liczniejsze były powierzchnie na których zarejestrowano serie krótsze kierunkowe – trzyokresowe. Dla gatunków azotolubnych było to 6 powierzchni ze wzrostem i 13 ze spadkiem, dla gatunków właściwych dla siedlisk ruderalnych i zaburzonych odpowiednio 16 i 5, a dla gatunków z ruderalną i stresolubną strategią rozwoju - 4 i 10 (tab. 9.2.7).

Biorąc jednak pod uwagę pokrywanie gatunków z odpowiednich grup sytuacja wygląda nieco inaczej: stały, przez pięć okresów, kierunek zmian z tendencją wzrostową występował na jednej powierzchni w przypadku udziału gatunków azotolubnych i jednej – w przypadku gatunków z ruderalną i stresolubną strategią rozwoju. Serie cztero-okresowe dotyczyły gatunków azotolubnych na 8 powierzchniach - w tym 7 z tendencją spadkową i 1 ze wzrostową; na 8 powierzchniach w przypadku gatunków właściwych dla siedlisk ruderalnych i zaburzonych (6 ze spadkiem i 2 ze wzrostem) oraz na 4 powierzchniach w przypadku gatunków z ruderalną strategią rozwoju (2 ze spadkiem i 2 ze wzrostem).

Nieco więcej powierzchni charakteryzowało się stałą tendencją przez trzy okresy (tzn. albo w latach 1998-2013 albo 2003-2019, albo 2008-2023). W przypadku gatunków azotolubnych dotyczyło to 15 powierzchni ze spadkiem i 10 ze wzrostem. W przypadku gatunków właściwych dla siedlisk ruderalnych i zaburzonych – 16 powierzchni ze spadkiem i 5 ze wzrostem. Natomiast w przypadku gatunków z ruderalną i stresolubną strategią rozwoju na 16 powierzchniach występował spadek przez trzy kolejne okresy, a na 12 wzrost (tab. 9.2.7). Pozostałe powierzchnie charakteryzowały się fluktuacyjnymi zmianami, tzn. ten sam kierunek zmian utrzymywał się maksymalnie w ciągu dwóch okresów.

Biorąc pod uwagę niewielką liczbę powierzchni na których utrzymały się te same kierunki zmian przez pięć, cztery lub trzy analizowane okresy nie można stwierdzić istotnych różnic międzyregionalnych (tab. 9.2.8). We wszystkich krainach przeważają powierzchnie ze zmianami fluktuacyjnymi (bez dłuższych zmian kierunkowych). Jedynie w krainie Karpackiej udział takich powierzchni jest nieco niższy niż w pozostałych krainach.

Nie obserwuje się również silnego zróżnicowania między zbiorowiskami należącymi do różnych klas fitosocjologicznych, choć należy zwrócić uwagę, że dłuższe serie zmian kierunkowych występują częściej w obrębie lasów liściastych klasy *Quercus-Fagetea* (tab. 9.2.9).

Należy tu podkreślić, że zmiany wyżej omówionych, poszczególnych aspektów synantropizacji, nie były ze sobą skorelowane w sposób istotny statystycznie.

Zmiany udziału gatunków charakterystycznych dla klas *Quercus-Fagetea* i *Vaccinio-Piceetea*

Gatunki charakterystyczne dla klas *Quercus-Fagetea* i *Vaccinio-Piceetea* (i jednostek niższych: rzędów, związków i zespołów) odgrywają decydującą rolę w składzie florystycznym większości zbiorowisk roślinnych na SPO II rzędu. Dynamika liczby i pokrywania tych gatunków świadczy jednoznacznie o dynamice całych fitocenoz. W pierwszym pięcioleciu na większości powierzchni wzrastała liczba gatunków z obu klas (gatunków charakterystycznych dla zbiorowisk klasy *Quercus-Fagetea* [w skrócie: *Q-F*] na 95 powierzchniach, a gatunków charakterystycznych dla zbiorowisk klasy *Vaccinio-Piceetea* [w skrócie: *V-P*] na 140 powierzchniach). Również przeważały wzrosty w pokryciu obu grup gatunków (odpowiednio 116 i 86 powierzchni dla gatunków charakterystycznych dla *Q-F* i *V-P*). Drugie pięciolecie miało nieco inny charakter. Liczba gatunków *Q-F* wzrosła jedynie na 45 powierzchniach, a *V-P* na 60, przy czym wielość tych wzrostów były dla *Q-F* podobne jak w pierwszym pięcioleciu, natomiast dla *V-P* wyraźnie niższe. Również pod względem zmian w pokryciu gatunkami

drugie pięciolecie różniło się od pierwszego. Pokrycie *Q-F* wzrosło na 56 powierzchniach, a *V-P* na 77, przy czym w przypadku obu grup gatunków wzrosty w pokryciu na powierzchniach były przeciętnie dwukrotnie niższe niż w pierwszym pięcioleciu. Trzecie pięciolecie miało charakter pośredni, choć nieco bliższy pierwszemu. Liczba gatunków *Q-F* wzrosła na 122 powierzchniach, przy czym wzrosty były podobne jak w obu okresach poprzednich. Liczba gatunków *V-P* wzrosła na 31 powierzchniach, ale te wzrosty były jeszcze niższe niż w drugim pięcioleciu. Pokrycie gatunkami *Q-F* wzrosło na 72 powierzchniach, a gatunkami *V-P* na 78, przy czym wielkość tych wzrostów była porównywalna z pierwszym pięcioleciem. W czwartym okresie liczba gatunków *Q-F* wzrosła na 62 powierzchniach, a *V-P* na 66, przy czym wielkości tych wzrostów były wyraźnie niższe niż w poprzednich okresach. Również pod względem zmian w pokryciu gatunkami ten okres różnił się od poprzednich. Pokrycie *Q-F* wzrosło na 73 powierzchniach, a *V-P* na 59, przy czym w przypadku *Q-F* wzrosty w pokryciu na powierzchniach są wyższe niż w drugim okresie, ale niższe niż w pierwszym i trzecim, a w przypadku *V-P* – przeciętnie niższe niż w poprzednich okresach. Ostatni okres (lata 2019-2023) charakteryzował się wzrostem liczby gatunków *Q-F* na 71 powierzchniach, a *V-P* na 62. W tym okresie pokrycie gatunkami *Q-F* wzrosło na 97 powierzchniach, a gatunkami *V-P* na 46 (tab. 9.2.10).

Analizując łącznie cały okres 25 lat (sześć terminów obserwacyjnych) można stwierdzić, że na większości powierzchni występowała fluktuacja liczby i pokrycia gatunków charakterystycznych dla obu klas. Jedynie na 3 powierzchniach utrzymywał się stały, przez wszystkie pięć okresów, trend zmiany udziału liczby gatunków *Q-F* (na jednej malejący, na dwóch rosnący), oraz na jednej powierzchni - stały trend rosnący udziału gatunków *V-P*. Nieco więcej powierzchni charakteryzowało się stałą tendencją przez cztery okresy (tzn. albo w latach 1998-2019 albo 2003-2023). W przypadku gatunków *Q-F* dotyczyło to 6 powierzchni ze spadkiem i 8 ze wzrostem, a w przypadku gatunków *V-P* - 15 powierzchni ze spadkiem i trzech ze wzrostem. Oczywiście jeszcze więcej powierzchni charakteryzowało się stałą tendencją przez trzy okresy. W przypadku gatunków *Q-F* dotyczyło to 6 powierzchni ze spadkiem i 42 ze wzrostem, a w przypadku gatunków *V-P* - 26 powierzchni ze spadkiem i sześciu ze wzrostem.

Nieco inny obraz rysuje się przy analizie udziału gatunków z wymienionych grup w ogólnym pokrywaniu. Na czterech powierzchniach utrzymywał się stały, przez wszystkie pięć okresów, trend zmiany udziału w pokryciu gatunków *Q-F* (na 2 malejący, na 2 rosnący), natomiast na 4 powierzchniach - stały trend malejący udziału w pokryciu gatunków *V-P*. Nieco

więcej powierzchni charakteryzowało się stałą tendencją przez cztery okresy (tzn. albo w latach 1998-2019 albo 2003-2023). W przypadku gatunków *Q-F* dotyczyło to 8 powierzchni ze spadkiem i 13 ze wzrostem, a w przypadku gatunków *V-P* - 8 powierzchni ze spadkiem i 12 ze wzrostem. Oczywiście jeszcze więcej powierzchni charakteryzowało się stałą tendencją udziału gatunków z wymienionych grup w ogólnym pokrywaniu przez trzy okresy. W przypadku gatunków *Q-F* dotyczyło to 24 powierzchni ze spadkiem i 27 ze wzrostem, a w przypadku gatunków *V-P* - 23 powierzchni ze spadkiem i 22 ze wzrostem (tab. 9.2.10).

Analizując rozmieszczenie przestrzenne powierzchni na których utrzymały się te same kierunki zmian przez pięć, cztery lub trzy analizowane okresy nie można stwierdzić istotnych statystycznie różnic międzyregionalnych (tab. 9.2.11). We wszystkich krainach przeważają powierzchnie ze zmianami fluktuacyjnymi (bez dłuższych zmian kierunkowych). Ale jednak, jeśli spojrzymy łącznie na krainy „północne” (Bałtycka, Mazursko-Podlaska, Wielkopolsko-Pomorska i Mazowiecko-Podlaska) oraz „południowe” (Śląska, Małopolska, Sudecka i Karpacka) to okazuje się, że na południu nieco częściej występują powierzchnie na których gatunki *Q-F* charakteryzują się dłuższymi (3-5 okresowymi) kierunkowymi zmianami (zarówno w liczbie jak i pokrywaniu). Zależności takiej nie ma (lub jest bardzo słaba) dla gatunków *V-P*.

Interesująca jest dynamika zmian i różnice między zbiorowiskami należącymi do różnych klas fitosocjologicznych (tab. 9.2.12). Otóż niezależnie od tego, którą grupę zbiorowisk analizujemy, okazuje się, że zarówno pod względem liczby gatunków jak i pokrywania gatunki *Q-F* charakteryzują się liczniejszymi i dłuższymi okresami wzrostu w stosunku do gatunków *V-P* (także w obrębie zbiorowisk borowych). Natomiast gatunki *V-P* wykazują nieco więcej okresów spadków (także w zbiorowiskach borowych) – choć te różnice są stosunkowo małe i dotyczą raczej liczby gatunków niż pokrywania.

Zmiany liczby gatunków chronionych²

² Uwzględniono tylko gatunki według obowiązującego rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 9 października 2014 r. w sprawie ochrony gatunkowej roślin (Dz.U. z dnia 16 października 2014 r., poz. 1409), które wprowadziło bardzo duże zmiany w wykazie i statusie gatunków w porównaniu do wcześniejszych rozporządzeń (rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 5 stycznia 2012 r. w sprawie ochrony gatunkowej roślin, Dz. U. z 2012 r. nr 14 poz. 81 oraz rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 9 lipca 2004 r. w sprawie gatunków dziko występujących roślin objętych ochroną, Dziennik Ustaw nr 168 poz. 1764), według których określano występowanie gatunków chronionych na SPO II w raportach do 2013 r. włącznie.

Z gatunków uwzględnianych w obecnie obowiązującym rozporządzeniu we wszystkich terminach obserwacyjnych zarejestrowano łącznie 40 gatunków (pod ochroną całkowitą a częściową). Spośród nich obecność 11 gatunków (*Arctostaphylos uva-ursi*, *Centaureum erythraea*, *Cephalanthera rubra*, *Dianthus arenarius*, *Epipactis purpurata*, *Lonicera periclymenum*, *Moneses uniflora*, *Pulsatilla pratensis*, *Pyrola chlorantha*, *Pyrola minor*, *Trollius europaeus*) stwierdzono tylko w jednym terminie pomiarowym. W sumie w kolejnych terminach obserwacyjnych zarejestrowano obecność odpowiednio 23, 19, 23, 25, 21 i 26 gatunków, dających łącznie 44, 33, 46, 61, 48 i 53 wystąpienia.

W roku 1998 najczęściej spotykanym gatunkiem była *Chimaphila umbellata* (wystąpienie na 9 powierzchniach), natomiast w roku 2019 najczęstsze gatunki chronione to *Gentiana asclepiadea* i *Sorbus intermedia* (po 5 wystąpień) (tab. 9.2.13).

Gatunki chronione charakteryzowały się stosunkowo niską trwałością występowania na tych samych powierzchniach. Z 35 analizowanych gatunków jedynie 10 zarejestrowano w ciągu pięciu terminów pomiarowych na tych samych 10 powierzchniach (tab. 9.2.14), czyli tylko na około połowie powierzchni z gatunkami chronionymi występującymi w każdym terminie pomiarowym.

W roku 2023 zarejestrowano jedynie 7 gatunków trwale występujących na tych samych sześciu powierzchniach od 1998 roku (sześć terminów pomiarowych). Były to: *Blechnum spicant*, *Chimaphila umbellata*, *Daphne mezereum*, *Goodyera repens*, *Lilium martagon*, *Lycopodium annotinum* i *Sorbus intermedia*. W porównaniu do roku 2019 z wykazu ubyły trzy gatunki (*Epipactis atrorubens*, *E. helleborine* i *Huperzia selago*) oraz 4 powierzchnie.

9.2.4. Podsumowanie

Ogólny obraz zmian, jakie zaszły w latach 1998-2023 w runie powierzchni monitoringowych można przedstawić następująco:

- Na 54 powierzchniach zmieniła się identyfikacja fitosocjologiczna zbiorowiska roślinnego, co – niezależnie od szczegółowych przyczyn – świadczy o zmianach składu gatunkowego i zachodzeniu procesów regeneracji/degeneracji w wymiarze lokalnym.
- Poszczególne okresy między pomiarami różniły się wyraźnie pod względem tendencji zmian liczby gatunków na powierzchniach, a różnice te miały także wymiar regionalny. Przez pierwszy okres tendencje spadkowe liczby gatunków runa przeważały nad wzrostowymi we wszystkich (poza Karpacką) krainach przyrodniczo-leśnych. W drugim okresie jedynie w krainach Mazursko-Podlaskiej i Śląskiej przeważała liczba

powierzchni ze spadkiem liczby gatunków, a w pozostałych krainach udziały powierzchni ze spadkiem i ze wzrostem były zbliżone. Trzeci okres charakteryzował się wyraźną przewagą powierzchni ze wzrostem liczby gatunków we wszystkich krainach. Czwarty okres charakteryzował się bardziej wyrównanym udziałem powierzchni o różnej dynamice zmian liczby gatunków we wszystkich krainach przyrodniczo-leśnych. W okresie piątym w krainach: Śląskiej, Mazowiecko-Podlaskiej i Małopolskiej bardzo zdecydowanie przeważały powierzchnie ze wzrostem liczby gatunków runa. Natomiast w krainie Karpackiej dominowały powierzchnie ze spadkiem. W pozostałych krainach udziały powierzchni o odmiennej dynamice zmian liczby gatunków były zbliżone.

Jeśli natomiast potraktować wszystkie okresy łącznie, to trzeba stwierdzić, że we wszystkich krainach wyraźnie dominowały powierzchnie o fluktuacyjnym typie zmiany liczby gatunków.

- Dobrze zarysowana zależność, występująca przez dwa pierwsze okresy, zgodnie z którą gatunków przybywało najczęściej w płatach ubogich w gatunki, natomiast bogactwo florystyczne malało na powierzchniach, które początkowo charakteryzowały się wysoką liczbą gatunków, prawie całkowicie zanikła w trzecim okresie pomiarowym, natomiast w czwartym okresie pomiarowym dotyczyła (choć w słabiej wyrażony sposób) jedynie zbiorowisk z klasy *Querc-Fagetea*. W ostatnim pięcioleciu taka zależność w obu grupach zbiorowisk ponownie występuje (choć jest silniej widoczna w lasach liściastych).
- Niezależnie od zachodzących kierunków zmian przez cały analizowany okres 25 lat utrzymuje się podobne zróżnicowanie makrogeograficzne bogactwa gatunkowego, zgodnie z którym przeciętna liczba gatunków jest wyższa na wschodzie niż na zachodzie.
- W ujęciu ogólnopolskim zmiany trzech odmiennych wskaźników różnorodności runa (różnorodność gatunkowa, różnorodność form życiowych, różnorodność syntaksonomiczna) miały charakter głównie fluktuacyjny i niezależny dla poszczególnych wskaźników oraz nie wykazywały wyraźnego zróżnicowania regionalnego i nie były związane z określonym typem lasu. Obserwowano natomiast odmienności kolejnych pięcioleci pod względem przeważających tendencji spadku lub wzrostu w odniesieniu do różnych wskaźników różnorodności. Choć na żadnej powierzchni w odniesieniu do żadnego wskaźnika nie wystąpiła seria systematycznych wzrostów lub spadków przez całe 25 lat obserwacji to występowały okresy dwudziestoletnie (pięć terminów obserwacji), zarejestrowane na 13 powierzchniach (12

powierzchni ze spadkiem przynajmniej jednego wskaźnika i jedna powierzchnia ze wzrostem).

- Zmiany stopnia synantropizacji runa (zarówno w odniesieniu do liczby gatunków, jak i do ich pokrywania) miały na większości powierzchni charakter fluktuacyjny i wykazywały niewielkie amplitudy. W wymiarze 25 lat nie obserwuje się przy tym różnic między poszczególnymi krainami przyrodniczo-leśnymi i typami zbiorowisk. Jedynie na niewielkiej liczbie powierzchni kierunki zmian pojedynczych wskaźników w pięciu lub czterech pięcioleciach były takie same. Biorąc pod uwagę liczby gatunków dotyczy to 16 powierzchni (jedna z tendencją wzrostową przez 25 lat, jednaście ze wzrostem przez 20 lat i cztery ze spadkiem przez 20 lat), natomiast biorąc pod uwagę pokrywanie gatunków - 22 powierzchnie (dwie z tendencją wzrostową przez 25 lat, pięć ze wzrostem przez 20 lat i 15 ze spadkiem przez 20 lat).
- Zmiany udziału gatunków charakterystycznych dla klas *Quercus-Fagetum* i *Vaccinio-Piceetum* (i jednostek niższych) - zarówno w liczbie gatunków jak i w pokrywaniu - miały, w ujęciu ogólnopolskim, charakter głównie fluktuacyjny (bez dłuższych zmian kierunkowych). Ale przy łącznym ujęciu krain „północnych” (Bałtycka, Mazursko-Podlaska, Wielkopolsko-Pomorska i Mazowiecko-Podlaska) oraz „południowych” (Śląska, Małopolska, Sudecka i Karpacka) okazuje się, że na południu nieco częściej występują powierzchnie na których gatunki *Q-F* charakteryzują się dłuższymi (3-5 okresowymi) kierunkowymi zmianami (zarówno w liczbie jak i pokrywaniu). Zależności takiej nie ma (lub jest bardzo słaba) dla gatunków *V-P*. Zmiany udziału gatunków charakterystycznych dla klas *Quercus-Fagetum* i *Vaccinio-Piceetum* (i jednostek niższych) miały nieco inny przebieg w zbiorowiskach lasów liściastych (klasa *Quercus-Fagetum*) i borach (klasa *Vaccinio-Piceetum*). Otóż niezależnie od tego, którą grupę zbiorowisk analizujemy, okazuje się, że zarówno pod względem liczby gatunków jak i pokrywania gatunki *Q-F* charakteryzują się liczniejszymi i dłuższymi okresami wzrostu w stosunku do gatunków *V-P* (także w obrębie zbiorowisk borowych). Natomiast gatunki *V-P* wykazują nieco więcej okresów spadków (także w zbiorowiskach borowych) – choć w tym drugim przypadku różnice są stosunkowo małe i dotyczą raczej liczby gatunków niż pokrywania.

W ujęciu ogólnym zmiany struktury i charakteru ekologicznego runa, jakie zaszły w ciągu pięciu okresów pięcioletnich na powierzchniach monitoringowych są łącznym rezultatem wielu różnych procesów, kierunkowych i bezkierunkowych, zachodzących w różnych skalach przestrzennych i czasowych.

Okres 25 lat jest zbyt krótki, aby zmiany o charakterze kierunkowym mogły się w pełni ujawnić. Co więcej, zróżnicowanie dominujących kierunków zmian w poszczególnych pięcioleciach wskazuje, że tworzenie prognoz na podstawie krótkich serii obserwacji jest obarczone dużą niepewnością (Solon 2000b, 2003, 2014). Niemniej jednak możliwa jest próba identyfikacji głównych przyczyn wywołujących zmiany oraz tworzenie hipotez dotyczących dynamiki powierzchni monitoringowych.

Przy takich ograniczeniach zmiany runa można zaliczyć do następujących grup:

a) zmiany fluktuacyjne, bezkierunkowe, odzwierciedlające zmiany zachodzące z roku na rok w sposób przypadkowy. Mają one zarówno przyczyny wewnętrzne, specyficzne dla każdej powierzchni oddzielnie (np. dynamika populacji poszczególnych gatunków, wpływ zwierząt, przypadkowe uszkodzenia, itd.), jak i zewnętrzne, przejawiające się w skali regionalnej, jak np. warunki pogodowe. Procesy te dominują bezwzględnie na powierzchniach monitoringowych i są w większości przypadków odpowiedzialne za różnice w wynikach otrzymanych w każdym dwóch kolejnych terminach pomiarowych oddzielonych okresem pięcioletnim.

b) zmiany związane z jednostkowymi zdarzeniami o charakterze katastrofalnym (pożar, wiatrołom, wycięcie powierzchni). Zasadniczo mieszczą się one w zakresie zmian fluktuacyjnych, ale ich przejawem są relatywnie bardzo duże zmiany w identyfikacji fitosocjologicznej, bogactwie gatunkowym, różnorodności i charakterze ekologicznym runa.

c) procesy sukcesyjne i regeneracyjne, o charakterze kierunkowym, związane z dojrzewaniem fitocenozy i obecnie stosowanymi praktykami leśnymi. Tu niewątpliwie należy m.in. większość zmian w stanowisku syntaksonomicznym powierzchni oraz wzrost liczby gatunków krzewów. Częściowo do tej grupy należą zmiany w liczbie i pokrywaniu gatunków charakterystycznych dla klas *Quercus-Fagetum* i *Vaccinio-Piceetum*. Mniej oczywisty – choć prawdopodobny – jest związek z procesami sukcesyjnymi zmian liczby gatunków runa oraz zmiany różnorodności gatunkowej, form życiowych i syntaksonomicznej runa.

d) reakcja na oddziaływanie człowieka, przejawiające się przede wszystkim zmianami stopnia synantropizacji runa. Z perspektywy sześciu terminów pomiarowych wydaje się, że we wszystkich lub prawie wszystkich przypadkach mają one charakter lokalny, i nie są związane z procesami wielkoobszarowymi.

e) zmiany o charakterze ogólnopolskim, które, jak zwracano uwagę w opracowaniu z 2010 r. (Solon 2010b), można – być może – wiązać z globalnymi zmianami klimatycznymi lub wielkoobszarowymi zmianami żyzności gleb leśnych, po sześciu terminach obserwacyjnych w dalszym ciągu są trudne do jednoznacznego uchwycenia i zinterpretowania. Na razie ich występowanie należy raczej traktować jako hipotezę roboczą do dalszych badań i analiz, niż

jako wyraźnie stwierdzony proces. Obecność tego typu zmian była sugerowana m.in. przez występujący przez dwa pierwsze pięciolecia większy spadek liczby gatunków runa borów świeżych (*Leucobryo-Pinetum* i *Peucedano-Pinetum*) oraz borów mieszanych na wschodzie niż na zachodzie, co jest zgodne z modelem prognostycznym przemian runa lasów pod wpływem postępującego ocieplenia (Solon 2000b, 2003). Jednak w pozostałych pięcioleciach takiej zależności nie zaobserwowano. Z drugiej strony, przy łącznym rozpatrywaniu okresu 25 lat, okazuje się, że zarówno pod względem liczby gatunków jak i pokrywania gatunki *Q-F* charakteryzują się liczniejszymi i dłuższymi okresami wzrostu w stosunku do gatunków *V-P* (także w obrębie zbiorowisk borowych). Natomiast gatunki *V-P* wykazują nieco więcej okresów spadków (także w zbiorowiskach borowych) – choć te różnice są stosunkowo małe i dotyczą raczej liczby gatunków niż pokrywania.

Takie zmiany można z jednej strony tłumaczyć zmianami klimatyczno-siedliskowymi o charakterze ogólnopolskim, ale także przyjąć, że są związane z regeneracją siedlisk i specyfiką biogeograficzną zbiorowisk. Sugerowana wcześniej słabo zaznaczona, odmiennosc dynamiki zmian runa między zachodnią częścią kraju (krainy Bałtycka, Wielkopolsko-Pomorska, Śląska i częściowo Małopolska) oraz częścią wschodnią (kraina Mazursko-Podlaska i częściowo Mazowiecko-Podlaska), nie znalazła potwierdzenia w trzech ostatnich pięcioleciach, natomiast – po sześciu terminach obserwacji - rysuje się różnica między Polską północną a południową, co może jednak być tylko efektem fluktuacji długookresowych.

Literatura

- Solon J. 1999. Florystyczno-ekologiczna charakterystyka runa w drzewostanach iglastych na powierzchniach obserwacyjnych monitoringu lasu. (w:) Stan uszkodzenia lasów w Polsce w 1998 roku na podstawie badań monitoringowych, Biblioteka monitoringu środowiska, Inspekcja Ochrony Środowiska, Warszawa, s. 36-47 (oraz 10 tabel i 12 figur).
- Solon J., Wawrzoniak J. 1999, Monitoring runa i odnowienia naturalnego w systemie monitoringu lasu, Prace IBL, seria A, 877, s. 93-108.
- Solon J. 2000a. Florystyczno-ekologiczna charakterystyka runa w drzewostanach liściastych na SPO II rzędu. (w:) Stan uszkodzenia lasów w Polsce w 1999 roku na podstawie badań monitoringowych, Biblioteka monitoringu środowiska, Inspekcja Ochrony Środowiska, Warszawa, s. 35-47 (oraz tabele 32-42 i figury 23-32).
- Solon J., 2000b, The influence of possible climate change on species richness and structural features of the herb layer of the pine and mixed pine forests in Poland (in:) W.M. Kotljakov (ed.), Globalnyje i regionalnyje izmienenija klimata i ich prirodnyje i socjalno-ekonomiczeskije posledstwija, GEOS, Moskwa, s. 247-260.
- Solon J., 2003, Wpływ przewidywanych zmian klimatycznych na skład i strukturę runa borów sosnowych i sosnowo-dębowych borów mieszanych w Polsce. Przegląd Geograficzny 75.2.:213-229.
- Solon J., 2004, Florystyczno-ekologiczna charakterystyka runa na powierzchniach obserwacyjnych SPO II rzędu w roku 2003. w: Wawrzoniak J., Małachowska J. (red.) Stan uszkodzenia lasów w Polsce w 2003 roku na podstawie badań monitoringowych: 21-26 (tab. 30-36; ryc. 29-39), Inspekcja Ochrony Środowiska, Biblioteka Monitoringu Środowiska, Warszawa.
- Solon J. 2010a. Florystyczno-ekologiczna charakterystyka runa na powierzchniach obserwacyjnych monitoringu lasu w roku 2008. w: Wawrzoniak J. (red.) Stan uszkodzenia lasów w Polsce w 2008 roku na podstawie badań monitoringowych. str. 38-43, tab. 55-62, rys. 28- 38. Biblioteka Monitoringu Środowiska.
- Solon J. 2010b. Florystyczne i ekologiczne zmiany charakteru runa na powierzchniach obserwacyjnych w latach 2003-2008. w: Wawrzoniak J. (red.) Stan uszkodzenia lasów w Polsce w 2008 roku na podstawie badań monitoringowych. str. 44-48, tab. 63-76, rys. 39- 42. Biblioteka Monitoringu Środowiska.
- Solon J. 2014. Florystyczne i ekologiczne zmiany charakteru runa na stałych powierzchniach obserwacyjnych II rzędu w latach 2008-2013. w: Wawrzoniak J. (red.) Stan uszkodzenia lasów w Polsce w 2013 roku na podstawie badań monitoringowych, s. 87-152. Wyd. Instytut Badawczy Leśnictwa.
- Solon J. 2020. Zmienność szaty roślinnej na SPO II rzędu. w: Stan zdrowotny lasów w Polsce w 2019 roku na podstawie badań monitoringowych, str. 81-116, tabele 10.1 - 10.31, ryc. 10.1-10.24. Sękocin Stary, https://monitoring.ibles.pl/raporty/raport_SUL_2019.pdf.
- Szafer W., Zarzycki K., (red.) 1972, Szata roślinna Polski. t.1.PWN, Warszawa.

Tabela 9.2.1. Zmiana bogactwa gatunkowego w latach 1998-2023

Kraina przyrodniczo-leśna	Nr SPO II rzędu	Zbiorowisko leśne wg identyfikacji z 2023 r.	zmiana liczby gatunków (2003-1998)									zmiana liczby gatunków (2008-2003)									zmiana liczby gatunków (2013-2008)									zmiana liczby gatunków (2019-2013)									zmiana liczby gatunków (2023-2019)									kierunki zmian przez pięć okresów**								
			A1	A2	A3	B	C	D1	D2	D3	A1	A2	A3	B	C	D1	D2	D3	A1	A2	A3	B	C	D1	D2	D3	A1	A2	A3	B	C	D1	D2	D3	A1	A2	A3	B	C	D1	D2	D3	A1	A2	A3	B	C	D1	D2	D3						
Bałtycka	101	<i>Leucobryo-Pinetum</i>	0	0	0	0	3	-1	0	0	0	0	0	0	1	3	0	0	1	0	0	0	1	2	2	1	-2	0	2	1	1	1	0	-1	0	0	-1	-1	-7	-5	-2	-1	O			w										
	102	<i>Fago-Quercetum</i>	0	0	0	0	1	-1	3	0	0	0	0	1	-5	4	6	-1	0	0	0	-1	1	0	2	-3	0	0	0	1	-5	-3	-1	10	0	0	0	0	1	0	1	3	O	O	O											
	103	*bór sosnowy świeży ze związku <i>Dicrano-Pinion</i>	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	2	0	2	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	-1	-6	-2	-1	-1	O	O				o								
	104	* <i>Stellario holosteeae-Carpinetum (deschampsietosum)</i>	0	0	0	2	1	-3	0	1	-1	0	0	-1	-3	3	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	-1	-1	2	1		O					o							
	105	<i>Quercu roboris-Pinetum</i>	-1	0	0	-1	-9	0	1	2	0	0	0	0	2	2	2	0	0	0	0	1	9	0	0	0	0	0	0	2	0	3	0	1	0	0	1	-1	-1	-5	-1	-2	0	o	o				o							
	106	<i>Quercu roboris-Pinetum</i>	0	0	0	1	5	-5	1	0	0	0	0	0	0	7	0	-1	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	1	2	1	2	1	0	0	0	0	-4	0	-1	1	O	O	O										
	107	<i>Gallo odorati-Fagetum</i>	0	0	0	0	-1	1	1	1	0	0	0	0	1	-1	-3	0	0	0	0	0	3	0	0	2	0	0	1	0	5	0	2	0	0	0	0	1	10	-4	-1	0	O	O			o	w								
	108	<i>Calamagrostio arundinaceae-Quercetum</i>	0	0	0	0	-5	-1	1	1	0	-1	0	0	0	2	2	-3	0	0	0	1	3	0	-1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2	0	-2	-2	2	-3	O			o										
	109	<i>Leucobryo-Pinetum</i>	0	0	0	0	-3	-6	1	2	0	0	0	0	-2	6	3	3	0	0	0	0	3	-3	-3	-3	-3	0	0	0	0	-5	-2	2	0	0	0	0	-2	0	0	1	O	O	O	O										
	110	* <i>Epilobietea angustifolii</i>	0	-1	0	2	-3	2	-3	5	0	0	0	2	4	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	2	1	5	0	1	0	-1	0	-2	-11	-1	-6	-1	1	O	o											
	111	* <i>Calluno-Sarothamnetum</i>	0	0	0	0	9	4	5	-2	0	0	0	2	4	-2	0	1	0	0	1	4	1	0	0	-1	0	1	-1	-2	6	3	4	10	0	0	0	0	3	-2	-3	1	7	O				w								
	112	<i>Leucobryo-Pinetum</i>	0	0	0	0	0	2	3	0	0	0	0	0	2	1	9	1	0	0	0	4	2	-1	-1	0	0	0	0	-3	-5	-4	4	0	0	0	0	6	0	3	8	O	O	O	O											
	113	<i>Leucobryo-Pinetum</i>	0	0	0	0	1	-2	4	2	0	0	0	0	0	9	3	6	0	0	0	1	0	0	-8	0	0	0	0	0	0	0	-2	2	8	0	0	0	0	2	-7	3	-2	O	O	O	O									
	114	<i>Leucobryo-Pinetum</i>	0	0	0	0	-2	-2	4	4	0	0	0	0	4	6	1	2	0	0	0	3	0	5	-6	0	0	0	0	-3	-7	-1	5	0	0	0	2	0	-1	-3	-2	O	O	O	o											
	115	<i>Fago-Quercetum</i>	0	0	0	0	-2	3	8	1	-1	0	0	0	-9	10	0	5	-1	0	0	0	1	0	-6	0	0	0	0	7	-12	-8	14	0	1	0	2	10	-5	15	-9		O	O	o											
	116	<i>Gallo odorati-Fagetum</i>	0	0	0	1	-5	3	7	3	0	0	0	0	-2	10	-3	2	0	0	0	-1	1	0	-5	0	0	0	0	-2	-4	6	19	1	0	0	0	1	-7	8	-14	o	O	O	o	s										
	117	* <i>Ficario-Ulmetum minoris</i>	0	0	0	2	-3	0	2	1	0	0	3	2	3	3	1	0	0	0	0	0	0	0	-3	0	3	-3	1	3	-4	4	11	0	0	0	-1	4	0	0	-1	O														
	118	<i>Stellario-Carpinetum</i>	0	0	0	3	5	3	3	-1	0	0	2	1	14	0	1	0	0	0	1	-1	-16	0	0	-1	0	6	-3	2	10	-4	4	5	0	0	0	0	-3	0	0	2	O													
119	<i>Stellario-Carpinetum</i>	0	0	0	2	-3	-2	3	2	0	0	3	-1	6	11	2	-2	0	0	-2	-1	-10	-15	-16	-4	0	3	-2	0	-2	2	0	3	0	-3	4	-1	-1	-4	4	6	O														
120	* <i>Quercu roboris-Pinetum</i>	0	0	0	2	0	-2	-3	4	0	0	0	-2	-1	1	-3	-10	0	0	0	3	0	-5	-5	-6	0	0	0	1	0	3	0	4	0	0	1	-1	3	-2	5	1	O	O	o												
121	<i>Gallo odorati-Fagetum</i>	1	0	0	-2	-6	-4	-5	-3	2	0	0	0	-1	-1	-2	-1	-2	0	0	-2	-10	-5	-3	-3	-1	0	-1	-1	9	3	0	3	1	0	0	0	1	-3	3	-1	O														
122	<i>Stellario-Carpinetum</i>	0	0	0	3	-5	-1	2	1	0	0	0	0	7	0	4	1	0	0	0	2	-10	1	0	-2	0	2	0	1	17	2	2	3	0	0	0	-2	-2	2	1	0	O			O											
123	<i>Quercu roboris-Pinetum</i>	0	0	0	-1	0	2	0	2	0	0	1	0	-2	11	5	2	0	0	0	0	0	0	3	-4	0	2	-3	-1	2	-7	-6	2	0	0	0	0	0	-1	1	0	O														
Mazursko-Podlaska	201	<i>Tilio-Carpinetum calamagrostietosum</i>	0	0	1	0	-6	5	2	1	1	0	0	1	6	-2	-6	-3	-1	-3	-1	1	-3	-5	-7	-11	-2	1	-3	-4	-10	3	-1	12	1	1	0	0	11	-6	2	-8														
	202	<i>Tilio-Carpinetum</i>	0	0	0	1	5	-5	-9	-8	0	0	0	5	-4	4	0	1	0	0	0	-4	18	-3	0	-1	0	0	0	2	-11	4	2	2	0	0	1	1	28	0	-2	3	O	O	o											
	203	<i>Tilio-Carpinetum</i>	-2	1	0	1	-16	-9	-2	-5	2	-1	0	2	-4	0	0	1	0	1	2	2	6	-1	0	-1	-1	0	2	0	11	2	0	1	0	1	-2	1	-26	3	2	3														
	204	<i>Quercu roboris-Pinetum</i>	0	0	0	0	-5	0	-8	-7	0	0	0	1	-2	0	0	1	0	3	0	-1	6	-1	0	-1	0	1	0	2	1	3	2	3	0	-1	4	-3	4	2	1	4	O			o										
	205	<i>Quercu roboris-Pinetum</i>	0	0	0	4	3	0	7	-2	0	0	0	-1	-5	1	-9	0	0	0	0	-1	-5	-2	-2	0	1	0	0	6	2	0	3	0	-1	4	2	-1	-2	8	5	O			o											
	206	<i>Tilio-Carpinetum</i>	0	0	0	2	3	4	2	-1	0	0	0	1	-13	-3	4	1	0	1	2	0	-2	-2	-8	-5	0	0	1	-1	0	-2	0	3	0	2	0	-3	0	4	3	3	O													
	207	* <i>Serratulo-Pinetum</i>	-1	0	-1	-1	4	-3	-7	-5	1	0	0	3	-12	2	0	2	0	0	1	-2	12	-2	0	-2	0	0	0	-5	4	1	5	1	1	1	1	10	-3	-1	4			o												
	208	<i>Peucedano-Pinetum</i>	0	0	0	0	-12	-6	-9	-9	0	1	-2	2	-6	0	0	1	0	1	0	-3	6	-4	0	-1	1	0	1	0	-6	3	2	-1	1	0	1	8	4	-2	9															
	209	<i>Tilio-Carpinetum</i>	-1	1	-1	0	-37	-5	-10	-13	0	-1	0	1	-7	2	0	2	0	0	2	-1	7	-5	0	-2	1	1	0	-2	4	1	0	3	-1	0	1	-1	-2	0	12	-2														
	210	<i>Peucedano-Pinetum</i>	0	0	0	1	-5	-3	-4	-4	0	0	0	0	0	1	0	2	0	0	0	7	0	0	-2	0	0	1	2	-1	2	0	3	0	0	0	-1	2	3	0	3	O	O				o									
	211	* <i>Quercu roboris-Pinetum coryletosum</i>	0	0	0	6	-7	-7	-3	-7	0	0	0	2	-2	1	0	2	0	2	0	-5	-8	-3	0	-2	0	-1	4	-1	0	4	0	3	0	0	1	2	21	0	1	-1	O													
	212	<i>Quercu roboris-Pinetum coryletosum</i>	0	1	0	4	-4	-3	-8	-9	0	0	0	-1	-4	2	0	1	0	1	0	-1	0	-6	0	-1	1	0	0	0	2	5	2	1	0	0	0	1	4	2	1	2														
213	<i>Peucedano-Pinetum</i>	0	0	0	2	-9	-5	-4	-9	-1	0	0	3	-5	2	0	1	1	1	2	-6	17	2	0	-1	0	0	0	5	-1	-1	1	2	-1	1	0	0	-5	4	4	4															
214	* <i>Leucobryo-Pinetum</i>	0	0	0	1	-2	-5	-5	-6	0	0	0	4	-2	-1	0	1	0	0	0	-4	6	-4	0	-1	0	0	0	2	-3	0	2	1	0	0	0	0	2	1	-2	6	O	O	O												
215	<i>Quercu roboris-Pinetum</i>	-1	-1	0	-3	1	-2	-5	-5	0	0	-1	1	-7	1	0	2	1	1	3	4	7	-1	0	-2	0	0	0	4	0	2	3	1	0	0	1	-6	-2	-1	-3	5															
301	<i>Gallo odorati-Fagetum</i>	0	0	0	0	2	2	2	3	0	0	0	0	-2	2	3	1	0	0	0	0	1																																		

Tabela 9.2.2. Liczebność powierzchni o określonej dynamice zmian liczby gatunków w latach 1998-2023 w krainach przyrodniczo-leśnych

Kraina p-1	Proces						
	brak zmian - 5 okresów	brak zmian - 4 okresy	wzrost - 5 okresów	wzrost - 4 okresy	spadek - 5 okresów	spadek - 4 okresy	fluktuacje
	Warstwa runa						
Bałtycka		1		3		1	18
Mazursko-Podlaska							15
Wielkopolsko-Pomorska				1			24
Mazowiecko-Podlaska							13
Śląska							16
Małopolska						2	25
Sudecka				1			7
Karpacka				1	1		17
	Warstwa krzewów						
Bałtycka	3	4					16
Mazursko-Podlaska							15
Wielkopolsko-Pomorska	3	2					20
Mazowiecko-Podlaska	2						13
Śląska							16
Małopolska		3					24
Sudecka	1	1					6
Karpacka			1	1			17

Tabela 9.2.3. Liczebność powierzchni o określonej dynamice zmian liczby gatunków w podziale na grupy zbiorowisk

Grupy zbiorowisk	Proces						
	brak zmian - 5 okresów	brak zmian - 4 okresy	wzrost - 5 okresów	wzrost - 4 okresy	spadek - 5 okresów	spadek - 4 okresy	fluktuacje
	Warstwa runa						
<i>Vaccinio-Piceetea</i> razem		1		3		2	81
<i>Quercetea robri-petraeae</i> razem				1			5
<i>Quercu-Fagetea</i> razem				2	1	1	49
	Warstwa krzewów						
<i>Vaccinio-Piceetea</i> razem	7	5	1	1			73
<i>Quercetea robri-petraeae</i> razem		1					5
<i>Quercu-Fagetea</i> razem	2	4					47

Tabela 9.2.4. Kierunki zmian różnorodności runa na powierzchniach obserwacyjnych w latach 1998-2023

SPO	różnica 2003-1998			różnica 2008-2003			różnica 2013-2008			różnica 2019-2013			różnica 2023-1919			różnica 2023-1998			kierunki zmian przez pięć okresów pomiarowych		
	różnorodność gatunkowa	różnorodność form zyciowych Raunkiaera	różnorodność syntaksonomiczna	różnorodność gatunkowa	różnorodność form zyciowych Raunkiaera	różnorodność syntaksonomiczna	różnorodność gatunkowa	różnorodność form zyciowych Raunkiaera	różnorodność syntaksonomiczna	różnorodność gatunkowa	różnorodność form zyciowych Raunkiaera	różnorodność syntaksonomiczna	różnorodność gatunkowa	różnorodność form zyciowych Raunkiaera	różnorodność syntaksonomiczna	różnorodność gatunkowa	różnorodność form zyciowych Raunkiaera	różnorodność syntaksonomiczna	różnorodność gatunkowa	różnorodność form zyciowych Raunkiaera	różnorodność syntaksonomiczna
101	1,18	0,73	0,57	-0,09	-0,99	-0,20	-0,95	0,28	-0,35	-0,02	0,02	0,00	1,67	0,74	1,07	1,80	0,78	1,10	s	w	s
102	2,03	0,61	1,24	-0,18	-0,41	-0,67	-0,61	0,17	-0,04	-0,90	-0,18	-0,32	1,02	0,46	0,52	1,35	0,65	0,73	s		s
103	1,16	0,50	0,60	0,05	-0,82	-0,08	-1,09	0,37	-0,58	-0,15	-0,05	0,00	1,17	0,53	0,98	1,14	0,54	0,93			
104	1,76	0,46	1,49	-0,35	-0,38	-0,67	-1,43	0,04	-0,23	-0,04	-0,28	0,39	0,85	0,26	0,50	0,79	0,10	1,49	s		
105	1,22	0,30	0,63	0,54	-0,37	-0,41	-0,76	0,18	0,53	-0,58	0,28	-0,35	1,65	0,08	0,80	2,07	0,47	1,19		w	
106	1,96	1,15	1,07	1,50	-0,15	0,38	-1,68	0,24	-0,93	-0,16	0,15	0,15	0,82	0,31	0,66	2,44	1,71	1,33		w	
107	0,02	0,13	-0,12	0,21	0,01	-0,79	-1,53	-0,97	-0,27	0,18	0,41	1,15	2,06	0,68	1,00	0,37	-0,54	0,46			s
108	0,01	0,19	-0,21	0,18	-0,64	-0,34	-2,24	-0,42	-0,87	-0,08	0,14	0,27	1,56	0,60	0,51	0,85	0,14	0,58			s
109	-2,49	0,43	-1,53	-0,28	-0,86	0,06	0,37	0,70	-0,30	-3,01	-1,71	-0,95	0,97	0,80	0,20	-1,06	-0,74	-1,59			
110	2,27	0,51	1,30	0,51	-0,36	-0,79	-1,85	0,11	0,11	-0,07	-0,20	0,27	1,94	0,28	1,08	4,73	1,79	2,95			w
111	1,89	0,40	0,69	-0,15	-0,50	-0,29	-0,95	0,16	0,00	-0,13	-0,60	0,07	0,55	0,49	0,14	3,11	1,34	2,27	s		
112	1,09	0,88	0,50	-0,25	-0,51	-0,10	-0,60	-0,30	-0,29	-0,17	-0,02	-0,13	1,37	1,05	0,70	0,98	0,70	0,50	s	s	s
113	1,61	1,26	0,61	0,00	-0,52	0,00	-1,48	-0,67	-0,64	0,08	0,09	-0,04	1,47	1,10	0,70	-0,31	-0,34	-0,69			
114	1,33	1,11	0,41	0,58	-0,40	0,40	-0,82	-0,18	-0,26	-0,39	0,09	-0,56	1,00	0,61	0,66	-0,29	0,31	-0,52			
115	0,57	0,88	0,27	-0,42	-0,42	-0,69	-1,16	0,00	-0,33	-0,90	-0,93	-0,35	1,52	0,68	0,90	1,38	0,61	0,95	s		s
116	-0,14	-0,07	0,06	-0,03	-0,07	-1,56	-0,35	-0,11	1,45	0,32	0,27	-0,27	-0,32	-0,17	-0,48	1,04	0,20	0,67	s	s	
117	0,37	0,03	0,94	0,56	0,00	-0,94	-0,49	0,28	0,61	-0,43	0,01	0,11	0,83	-0,70	0,09	0,23	-0,44	0,56			w
118	0,89	0,17	0,88	0,69	-0,11	-0,22	-1,63	0,29	-0,25	-0,15	-0,03	0,12	1,38	0,10	0,49	1,47	1,10	1,86			
119	1,66	1,09	0,73	0,75	-0,17	-0,43	-3,24	-0,70	-1,11	-0,07	-0,04	0,08	2,06	1,23	0,98	1,08	0,51	0,17		s	
120	1,17	0,70	0,85	0,24	-0,61	-0,08	-1,87	-0,69	-1,11	0,40	0,23	0,04	0,65	0,66	0,58	-0,28	0,03	-1,01			
121	-0,43	0,36	0,62	-0,16	-0,05	-1,24	-2,09	-0,79	-0,32	0,21	0,06	0,77	1,50	0,71	0,38	2,43	0,69	1,49	s		
122	0,95	-0,07	0,87	0,24	-0,29	-0,85	-0,85	0,46	0,63	-0,18	-0,08	-0,08	1,39	0,12	0,11	1,68	0,63	1,04			
123	0,78	0,25	0,48	-0,20	-0,82	-0,28	-0,61	0,57	-0,26	-0,02	-0,01	0,03	0,68	0,37	0,25	-0,70	0,00	-0,54	s		
201	-0,71	-0,29	0,36	0,63	-0,08	-1,09	-3,01	-0,73	-0,03	-0,04	-0,38	-0,20	2,21	1,15	0,77	1,50	1,09	0,81		S	s
202	2,09	1,25	1,79	-0,12	-0,51	-1,46	-1,93	-0,05	0,22	1,13	-0,04	0,59	1,62	0,43	0,55	4,11	1,06	1,79		s	w
203	2,09	0,69	1,12	-0,37	-0,47	-2,07	-1,01	0,18	0,59	0,59	-0,20	0,72	0,38	-0,80	-0,08	1,42	-0,74	0,96			
204	1,34	0,22	0,91	-0,40	-0,50	-1,40	-1,23	0,40	0,22	0,56	-0,40	0,36	1,70	0,96	0,36	2,54	1,32	1,37			w
205	1,30	0,62	0,96	-0,16	-0,80	-0,23	-1,40	0,09	-0,92	0,63	0,49	0,24	0,82	0,26	0,82	-1,96	-0,79	-1,05		w	
206	1,80	0,86	1,04	-0,03	-0,58	-1,17	-3,13	-0,85	-1,07	1,09	0,69	0,43	1,70	0,59	1,01	1,73	0,29	0,49			
207	2,72	0,41	2,20	-0,65	-0,23	-1,26	-1,91	-0,11	0,43	0,55	0,37	0,36	0,92	0,36	0,24	1,50	0,36	2,64			w
208	1,57	1,41	1,13	-0,99	-1,82	-0,45	-1,25	0,11	-1,14	-0,74	-0,07	0,02	1,78	1,32	0,80	1,86	1,34	0,85	s		
209	1,37	-0,50	0,85	-1,13	-0,02	-1,50	-1,42	-0,23	-0,25	0,15	-0,18	-0,39	1,43	0,44	1,12	2,13	0,76	0,76		S	s
210	1,80	0,93	0,28	-0,92	-1,65	-0,23	-1,11	0,60	-0,50	-0,49	-0,52	-0,03	1,58	1,02	0,65	0,73	0,17	0,65	s		s
211	2,58	0,59	2,20	-0,82	-0,56	-1,56	-1,46	-0,04	0,88	-0,10	-0,03	-0,49	2,16	0,86	0,73	2,02	1,33	1,63	s	s	
212	2,27	1,13	1,67	-1,02	-0,74	-1,16	-3,02	-1,09	-1,03	2,11	1,00	1,47	1,32	0,38	0,63	2,85	0,65	2,31			
213	-0,89	-0,05	-1,01	-0,92	-1,53	-0,41	1,85	1,46	1,03	-0,15	0,07	0,09	-0,27	-0,01	0,05	2,43	1,10	0,62			w
214	-1,15	-0,08	-0,47	-0,18	-1,15	-0,41	-1,18	-0,05	-0,64	-0,12	-0,03	0,05	1,64	0,83	0,73	0,18	0,38	-0,58	S	S	s
215	2,77	0,85	1,45	-0,87	-0,74	-1,35	-1,47	0,49	0,12	0,13	-0,25	0,65	1,54	0,57	0,49	2,75	1,24	1,49			w
301	0,67	0,31	0,50	-0,74	-0,29	-2,25	0,16	0,00	-0,44	-0,30	-0,13	0,93	0,22	0,25	-0,26	-0,33	-0,39	-0,54			
302	-0,50	-0,63	-0,02	-0,16	-0,17	-0,20	-1,46	-0,78	-1,01	0,07	0,10	0,07	0,84	0,86	0,39	0,82	0,94	0,31	s	s	s

SPO	różnica 2003-1998			różnica 2008-2003			różnica 2013-2008			różnica 2019-2013			różnica 2023-1919			różnica 2023-1998			kierunki zmian przez pięć okresów pomiarowych		
	różnorodność gatunkowa	różnorodność form Życiowych Raunkiera	różnorodność syntaksonomiczna	różnorodność gatunkowa	różnorodność form Życiowych Raunkiera	różnorodność syntaksonomiczna	różnorodność gatunkowa	różnorodność form Życiowych Raunkiera	różnorodność syntaksonomiczna	różnorodność gatunkowa	różnorodność form Życiowych Raunkiera	różnorodność syntaksonomiczna	różnorodność gatunkowa	różnorodność form Życiowych Raunkiera	różnorodność syntaksonomiczna	różnorodność gatunkowa	różnorodność form Życiowych Raunkiera	różnorodność syntaksonomiczna	różnorodność gatunkowa	różnorodność form Życiowych Raunkiera	różnorodność syntaksonomiczna
303	0,54	0,55	0,55	-0,38	-1,21	-0,42	-0,23	0,68	-0,25	-0,75	-0,17	-0,03	0,41	0,19	0,07	0,25	0,69	-0,78	s		s
304	1,18	0,78	0,37	-0,08	-1,28	-0,06	-0,63	0,34	-0,30	-0,47	-0,47	0,03	0,38	0,22	0,22	-1,70	-0,55	-1,06	s		
305	0,95	0,69	0,54	-0,25	-0,92	-0,74	0,02	0,87	0,34	-1,30	-0,58	-0,91	0,99	0,34	0,69	-1,83	-0,72	-0,69			
306	0,87	0,43	0,29	-0,25	-1,15	-0,03	-0,32	0,62	-0,30	-0,75	-0,31	-0,01	0,90	0,58	0,70	0,08	0,64	0,40	s		s
307	1,30	0,99	1,46	0,04	-0,73	-1,11	-0,96	0,55	0,54	-1,43	-0,71	-0,62	1,97	0,86	1,00	1,09	0,54	0,65			
309	1,91	1,06	0,86	-0,29	-1,07	-1,15	-1,11	0,52	0,51	-0,88	-1,03	-0,61	2,11	1,22	1,04	1,43	0,33	0,87	s		
310	-1,15	-0,31	-0,37	0,45	-0,77	-0,49	-0,11	-0,50	0,00	0,00	0,00	0,00	1,01	0,86	0,35	-0,81	-0,76	-1,08		s	s
311	1,32	0,47	0,35	0,24	-0,37	-0,14	-0,57	0,60	0,16	-0,16	0,06	0,06	0,54	-0,09	0,21	0,49	0,28	0,47			w
312	-0,41	-0,38	0,08	0,52	-0,62	0,08	0,12	0,79	0,19	-2,60	-1,39	-1,48	1,30	0,91	0,37	0,55	0,78	0,00			w
313	1,69	0,92	0,63	-1,04	-0,67	-0,51	-0,96	-0,45	-0,42	0,04	0,04	0,03	1,46	0,87	0,57	0,45	-0,10	0,44			
314	1,33	1,26	0,45	-0,55	-0,75	-0,30	-0,19	-0,50	-0,45	-0,30	-0,12	1,67	0,91	1,34	1,19	0,55	1,03	1,03	s	s	s
315	-0,77	-0,16	-0,07	0,61	0,07	0,27	-1,23	-0,37	-1,16	-0,69	-0,37	-0,19	1,14	0,76	0,77	-0,16	-0,20	-0,04			
316	-0,62	-0,23	0,68	-0,14	-0,44	-0,70	0,10	0,39	-0,07	-2,75	-1,44	-1,21	0,89	0,64	0,53	0,82	0,59	0,63			s
317	0,34	0,18	0,45	0,25	-0,13	-0,62	-0,88	0,04	-0,14	0,11	-0,58	0,33	0,68	0,36	0,50	0,80	-0,50	0,79			
318	1,38	1,59	0,74	0,00	-0,85	-0,15	-1,10	-0,20	-0,82	-0,34	-0,21	-0,01	0,41	0,39	0,29	-1,37	-1,10	-1,44		s	s
319	0,90	0,38	0,79	0,08	-0,25	0,01	-1,37	-0,23	-1,08	-0,50	-0,64	0,29	0,39	0,24	0,34	-2,37	-1,32	-0,60		s	
320	1,02	0,38	0,50	-0,12	-0,89	-0,28	-1,25	0,03	-0,06	-0,11	0,13	-0,58	0,28	0,11	0,19	-1,91	-0,75	-0,78	s		s
321	1,37	0,01	0,87	-0,06	-0,69	-0,43	-0,61	0,90	-0,50	-0,96	-0,66	-0,12	1,22	0,09	1,23	1,28	0,16	1,40	s		s
322	-0,35	-0,18	-0,22	1,48	0,15	-0,06	-1,81	-0,03	-0,05	-0,10	0,17	0,47	1,38	0,26	0,82	2,48	1,08	2,23			s
323	1,30	0,63	0,85	0,22	-0,76	-0,39	-1,73	-0,54	-1,09	-0,86	-0,47	-0,34	1,15	1,09	0,82	0,97	0,64	0,35		s	s
324	0,65	0,41	0,30	0,10	-1,18	-0,13	-1,33	0,31	-0,67	-0,62	-0,10	-0,08	2,61	1,60	1,41	1,21	0,85	0,75			s
325	1,35	0,89	1,02	-0,16	-0,95	-0,29	-1,10	0,08	-0,79	-0,22	-0,06	-0,10	0,68	0,51	0,55	1,16	1,13	0,19	s		s
326	-0,01	0,15	0,49	-0,11	-0,22	-0,89	-1,79	-0,05	-0,12	0,85	-0,21	0,77	0,58	0,38	0,25	1,95	0,59	1,54	s	s	
401	2,70	1,37	1,76	-0,50	-0,92	-0,81	-2,96	-0,99	-1,52	0,77	0,68	0,25	1,10	0,71	0,62	0,68	0,62	0,26			
402	1,88	1,00	0,77	0,21	-0,53	-0,21	-0,17	0,37	0,09	-1,85	-0,48	-1,24	2,04	0,30	1,68	1,92	0,39	1,73			
403	2,44	1,57	2,08	0,79	-0,39	-0,26	-1,33	0,13	-0,11	0,37	0,29	-0,08	1,35	0,37	0,72	3,34	2,24	2,41			s
405	-0,37	-0,10	0,35	0,08	-1,01	-0,58	-2,08	-0,42	-0,98	-0,40	-0,06	0,08	1,31	0,72	0,70	0,70	0,68	0,77		S	
406	-0,14	-0,20	-0,16	-0,04	-0,43	0,22	-1,70	-1,36	-0,85	-0,04	0,86	-0,08	0,92	0,45	-0,02	0,41	0,51	-0,10	S	s	s
407	-0,63	0,04	-0,58	-0,60	-1,32	-0,43	-1,28	0,07	-1,22	-0,05	0,22	0,30	1,59	0,47	0,96	0,66	-0,30	-0,09	S	w	s
410	1,66	1,17	0,31	-0,38	-1,13	0,09	-1,11	0,27	-0,71	0,55	0,17	0,13	0,71	0,57	0,29	0,38	0,04	-0,69		w	
411	2,97	1,76	1,53	-0,22	-0,54	-0,39	-2,97	-1,31	-1,43	1,31	1,06	1,32	2,15	0,62	0,38	2,37	0,81	0,86			
412	-0,04	0,19	-0,11	-0,11	-0,50	-1,35	-0,59	0,52	1,14	0,13	-0,31	0,01	0,59	0,41	0,54	4,05	1,90	1,45	s		w
413	1,61	0,74	0,86	0,11	0,10	-1,01	-0,83	-0,07	0,36	0,57	0,24	0,78	0,42	0,03	0,05	2,96	1,56	1,51			w
414	-0,17	-0,65	0,15	0,99	0,80	-0,07	0,27	0,13	0,51	-0,61	-0,53	0,75	0,40	0,12	-0,28	1,39	-0,63	1,41			
415	1,91	1,46	0,99	-1,02	-1,91	-0,68	-0,27	0,44	-0,27	-0,13	0,17	0,18	0,95	0,90	0,34	0,26	-0,10	0,13	s		w
416	1,84	0,96	0,97	0,16	-0,96	-0,53	-0,78	0,43	0,78	-0,08	0,29	-0,14	0,85	0,30	0,09	1,28	0,30	0,76		w	
417	2,32	1,07	1,32	-0,03	-0,49	-1,51	-1,29	-0,04	0,40	0,62	0,26	1,21	0,10	0,16	0,30	-0,38	-0,21	-0,05			w
418	1,18	0,67	1,35	0,00	-0,96	-0,83	-0,63	0,14	-0,04	-0,12	-0,08	0,51	1,77	1,11	0,55	2,47	0,92	0,76			
501	0,52	0,52	0,17	0,29	-0,66	0,45	-1,02	0,08	-0,68	-0,04	0,09	-0,02	0,99	0,81	0,57	-0,09	0,23	-0,02		w	
502	0,24	0,17	0,26	0,39	-0,29	0,34	-0,22	0,19	-0,12	-0,72	0,16	-0,26	1,16	0,36	0,73	1,65	0,83	0,39		w	
503	-0,60	-0,23	-1,05	-0,18	-0,15	-0,59	-0,36	0,17	-0,14	0,36	0,35	0,44	0,71	-0,01	0,94	1,71	0,22	0,33	s		s
504	0,66	0,24	0,09	-0,58	-1,11	-0,66	-0,98	0,50	-0,42	0,00	0,00	0,05	1,74	0,76	0,98	0,08	0,27	-0,21			

SPO	różnica 2003-1998			różnica 2008-2003			różnica 2013-2008			różnica 2019-2013			różnica 2023-1919			różnica 2023-1998			kierunki zmian przez pięć okresów pomiarowych		
	różnorodność gatunkowa	różnorodność form Życiowych Raunkiera	różnorodność syntaksonomiczna	różnorodność gatunkowa	różnorodność form Życiowych Raunkiera	różnorodność syntaksonomiczna	różnorodność gatunkowa	różnorodność form Życiowych Raunkiera	różnorodność syntaksonomiczna	różnorodność gatunkowa	różnorodność form Życiowych Raunkiera	różnorodność syntaksonomiczna	różnorodność gatunkowa	różnorodność form Życiowych Raunkiera	różnorodność syntaksonomiczna	różnorodność gatunkowa	różnorodność form Życiowych Raunkiera	różnorodność syntaksonomiczna	różnorodność gatunkowa	różnorodność form Życiowych Raunkiera	różnorodność syntaksonomiczna
505	0,52	-0,06	0,64	0,63	-0,24	-0,72	-1,57	-0,40	-0,11	-0,48	-0,03	0,04	2,09	0,78	0,66	2,00	0,75	0,71		S	
506	1,28	-0,10	0,83	-0,56	-0,01	-0,59	-0,54	0,24	0,11	-0,05	-0,51	0,16	1,72	0,18	0,73	2,71	0,61	1,63	s		w
507	1,69	0,82	0,90	-0,07	-0,46	-0,15	-0,04	0,33	0,48	-0,92	-0,53	-0,58	1,65	0,50	1,06	2,59	0,82	2,25	s		
508	3,31	1,71	2,57	-1,04	-0,85	-0,99	-0,80	0,13	-1,56	-0,53	-0,25	0,90	2,58	0,67	1,68	2,22	0,32	1,39	s		
509	1,84	0,96	0,73	-0,28	-1,07	-0,66	-0,75	0,58	-0,35	-0,64	-0,16	-0,05	0,77	0,15	0,83	0,82	0,34	0,52	s		s
510	-1,00	0,16	0,24	0,23	-0,21	-0,41	-2,27	-0,65	-1,02	2,21	0,53	1,70	-0,14	0,15	-0,11	1,92	1,07	2,00			
511	-0,37	0,33	0,27	-0,84	-0,34	-0,59	-0,36	0,33	0,08	0,35	0,35	0,09	1,33	0,36	1,18	1,36	1,30	1,00	s		
512	0,63	-0,10	0,79	-0,06	-0,62	0,03	-0,46	0,81	0,32	-0,28	-0,29	-0,03	1,88	0,34	0,42	2,34	1,00	1,52	s		w
513	1,96	0,53	1,67	-0,63	-1,08	-0,96	-1,03	0,58	-0,54	-0,79	-0,52	-0,26	2,27	0,91	1,40	1,71	0,86	1,78	s		s
514	nieokreślone	nieokreślone	nieokreślone	0,03	-0,69	-0,38	-0,70	0,50	0,43	-0,19	-0,18	-0,01	1,19	0,29	0,36	3,20	1,88	2,00			
515	-0,14	0,18	1,00	1,29	-0,55	-1,25	-1,47	0,11	1,29	0,00	-0,14	0,31	-0,83	-0,29	-0,08	1,49	0,49	1,08			
516	1,05	0,13	0,84	-0,04	-0,65	-0,97	-1,49	-0,08	-0,30	1,68	1,06	1,44	0,45	-0,14	-0,25	2,91	1,21	1,39			
601	0,09	0,02	0,11	0,29	-0,42	-0,36	-1,94	-0,59	-1,86	-0,05	-0,09	0,01	1,31	0,76	1,24	1,41	0,79	0,37		s	
602	0,16	0,40	0,15	0,03	-0,86	-0,81	-1,08	0,64	0,48	-0,08	-0,50	-0,20	-1,12	-0,68	-0,53	0,36	-0,04	0,53			
603	0,36	0,37	-0,02	0,09	-0,88	-0,11	-0,76	-0,64	-0,07	0,00	0,97	0,27	0,42	0,25	-0,06	0,74	0,87	0,52		s	
604	1,15	1,20	0,77	-0,12	-1,00	-0,14	-0,78	-0,02	-0,39	-0,74	-0,08	-0,75	1,18	0,92	0,69	1,84	1,23	0,55	s	s	s
605	2,99	1,76	1,66	-0,10	-0,99	-0,43	-0,90	0,49	-0,27	-0,66	-0,24	0,29	1,36	0,51	0,24	2,50	1,37	1,85	s		
606	1,28	0,92	0,57	0,16	-0,81	-0,19	-0,85	-0,07	-0,36	-0,99	-0,38	-0,44	0,93	0,62	0,32	0,00	-0,03	-0,47		s	s
607	1,45	0,61	0,78	-0,59	-0,82	-1,08	-0,55	0,53	0,41	-0,33	-0,22	0,28	1,53	0,82	0,49	3,78	2,11	2,16	s		
608	1,40	0,64	0,78	-0,37	-0,10	-0,98	-0,31	0,03	0,46	-0,47	-0,27	-0,08	1,67	0,49	0,84	0,51	0,68	0,50	s		
609	1,14	1,02	0,34	0,31	-0,63	0,02	-0,25	0,55	0,14	-0,43	-0,07	-0,57	0,56	-0,03	0,33	-1,55	-0,11	-1,06			w
610	1,82	0,63	1,59	-0,03	-1,07	-0,71	-0,37	0,55	0,16	-0,04	0,19	0,50	0,78	0,36	-0,09	2,49	1,67	1,19	s	w	
611	1,87	0,45	0,96	-0,22	-0,15	-1,32	-0,87	0,13	0,55	0,27	0,01	0,12	2,02	0,48	0,84	3,13	0,96	2,08		w	w
612	-0,32	-0,12	0,11	0,64	0,10	-0,67	-0,69	-0,04	-0,08	0,12	0,36	0,82	0,51	0,09	-0,40	2,31	1,24	0,06			
613	-0,13	0,09	-0,37	1,26	0,15	0,48	0,41	0,57	0,49	-0,74	0,21	-0,05	1,00	-0,33	1,00	0,74	-0,36	1,69		W	
614	0,82	0,80	0,59	0,43	-0,57	0,17	-1,36	-0,19	-0,77	-0,01	0,01	-0,02	1,43	1,38	0,93	0,31	0,26	-0,49			
615	2,64	1,26	1,20	-0,52	-0,78	-0,93	-1,55	0,34	-0,59	0,10	0,06	0,36	0,03	0,04	-0,11	0,81	0,17	0,15			
616	2,95	1,03	1,62	-0,47	-0,81	-1,05	-1,59	0,57	-0,28	0,56	-0,06	0,68	1,40	0,49	0,80	1,33	0,70	0,69			
617	1,66	0,74	1,15	-0,02	-0,71	-0,25	-1,39	0,19	-0,53	0,08	-0,04	-0,03	1,49	0,72	0,73	0,18	0,20	-0,38			s
618	1,72	1,23	0,62	0,52	-0,28	0,02	-1,28	-0,02	-0,61	-0,24	-0,22	0,02	1,58	0,72	0,91	0,71	0,77	-0,07		w	
619	1,34	0,77	-0,03	-0,57	-0,94	-0,73	-0,37	0,49	0,41	-0,41	-0,42	0,03	1,35	0,95	0,64	1,08	1,17	0,22	s		w
620	-0,10	0,07	0,44	-0,45	-0,58	-1,08	-1,02	0,25	0,37	0,46	-0,05	0,38	0,84	0,49	0,09	2,47	1,19	1,16	s		w
621	1,05	0,44	0,56	-0,32	-1,04	-0,28	-0,44	0,98	0,18	-0,14	-0,11	-0,10	0,76	0,26	0,11	0,02	0,34	0,11	s		
622	0,98	0,50	0,39	-0,43	-0,54	-0,59	0,05	0,47	0,64	-0,14	-0,01	0,29	0,16	0,14	-0,12	0,40	0,94	0,38			
623	1,71	1,13	1,06	0,32	-0,43	-0,08	-2,15	-1,42	-1,15	0,20	0,73	-0,06	0,40	0,23	-0,02	-1,38	-0,71	-1,32			S
624	1,07	0,63	0,41	-0,14	-1,29	-0,26	-0,20	0,11	0,05	-0,28	0,97	-0,13	0,70	-0,24	-0,07	0,00	-0,40	-0,44	s		
625	2,19	1,32	1,16	-0,14	-0,46	-0,39	-0,35	0,09	0,46	-0,67	-0,23	-0,02	2,03	0,72	0,73	2,09	0,72	1,20	s		
626	2,72	1,53	1,64	0,39	-0,75	-0,36	-2,17	-0,30	0,51	-0,11	-0,19	-0,79	1,44	0,65	0,94	0,68	0,21	0,89		s	
627	1,78	0,36	0,73	-0,23	-0,84	-0,20	-1,51	-0,10	-0,96	0,45	0,36	0,20	0,22	0,19	0,06	2,46	1,49	1,36			
701	1,42	0,55	0,09	0,45	-0,02	0,07	-0,29	0,47	-0,13	-0,05	0,19	-0,01	0,87	0,31	0,70	2,78	1,66	0,77		w	
702	-0,78	0,12	-1,30	-0,09	-1,12	0,21	-1,16	0,60	0,19	-0,59	-0,61	-0,56	1,94	0,99	1,22	2,61	1,52	1,60	S		
703	-0,80	0,06	0,49	-0,05	-0,26	-0,43	-0,04	0,38	0,45	-0,53	-0,36	-0,28	2,06	0,59	0,89	3,86	2,18	2,49	S		

SPO	różnica 2003-1998			różnica 2008-2003			różnica 2013-2008			różnica 2019-2013			różnica 2023-1919			różnica 2023-1998			kierunki zmian przez pięć okresów pomiarowych		
	różnorodność gatunkowa	różnorodność form życiowych Raunkiaera	różnorodność syntaksonomiczna	różnorodność gatunkowa	różnorodność form życiowych Raunkiaera	różnorodność syntaksonomiczna	różnorodność gatunkowa	różnorodność form życiowych Raunkiaera	różnorodność syntaksonomiczna	różnorodność gatunkowa	różnorodność form życiowych Raunkiaera	różnorodność syntaksonomiczna	różnorodność gatunkowa	różnorodność form życiowych Raunkiaera	różnorodność syntaksonomiczna	różnorodność gatunkowa	różnorodność form życiowych Raunkiaera	różnorodność syntaksonomiczna	różnorodność gatunkowa	różnorodność form życiowych Raunkiaera	różnorodność syntaksonomiczna
704	-0,74	0,01	-0,39	-1,32	-0,91	-2,07	0,92	0,17	-0,76	-1,06	-0,24	0,19	2,89	1,67	0,92	3,54	1,93	1,27			s
705	-0,95	-0,80	-0,20	0,38	0,22	-0,71	0,19	0,61	-0,22	-0,24	-0,31	0,71	0,24	0,15	0,08	3,70	1,82	1,76			s
706	1,19	1,01	-0,10	0,23	-0,36	-0,18	-0,55	0,43	0,00	-0,19	0,00	-0,06	1,18	0,36	0,79	3,26	1,81	1,44			
707	1,13	0,53	0,95	0,69	-0,62	-0,66	-1,63	0,10	-0,51	-0,44	-0,29	0,20	1,75	0,80	0,81	3,21	1,94	1,34			
708	2,06	0,98	1,15	0,19	-0,67	-0,81	-1,16	-0,25	-0,43	0,17	0,04	0,38	1,27	0,72	1,07	3,56	1,33	2,03			
801	0,96	0,17	0,50	0,01	-0,58	-0,03	-0,96	0,33	-0,46	0,46	0,04	0,18	0,77	0,17	1,03	3,09	1,74	1,45		w	
802	1,37	0,77	0,50	0,40	-0,21	-0,28	-1,41	-0,16	-0,44	-0,48	-0,17	-0,12	1,90	0,61	0,98	3,70	2,19	2,19		s	s
803	-0,29	0,19	0,07	0,17	-0,46	-0,87	-0,95	0,51	0,23	-1,33	-1,12	0,20	1,44	0,74	0,21	3,11	1,91	1,32			w
804	-0,05	0,09	0,06	-0,14	-0,34	-1,62	-1,61	0,12	0,51	-0,67	-0,25	-0,33	1,72	0,56	0,60	3,89	1,93	0,87	S		
805	3,12	0,65	1,69	-0,40	-0,39	-1,30	-1,86	0,31	-0,37	-0,05	-0,18	-0,06	1,95	0,16	1,13	5,03	2,11	2,37	s		s
806	1,91	0,48	0,86	-0,13	-0,42	-1,29	-1,73	0,50	0,04	-0,67	-0,50	0,05	2,37	0,38	1,15	5,16	2,15	2,92	s		w
807	1,48	0,39	1,04	0,18	-0,77	-0,94	-1,89	-0,08	0,05	-0,71	-0,17	0,04	2,02	0,52	0,49	4,67	1,86	2,51		s	w
808	0,04	0,22	0,56	-0,14	-0,42	-1,16	-1,20	0,11	0,15	-0,55	-0,23	0,34	1,50	0,46	0,44	4,45	2,09	1,52	s		w
809	2,11	1,02	1,16	-0,31	-1,02	-1,36	-1,41	0,12	0,58	1,58	0,62	0,35	-0,16	-0,21	-0,18	3,81	1,48	1,77			
810	1,85	0,93	1,02	-0,41	-0,84	-1,19	-1,34	0,23	-0,07	0,11	0,02	0,39	1,75	0,40	1,08	3,81	1,51	2,54		w	
811	2,09	0,79	1,20	0,28	-0,44	-0,76	-1,02	1,17	0,69	1,13	-0,29	0,41	0,44	-0,24	0,24	5,06	1,98	2,80			w
812	-0,65	0,33	0,01	0,55	-0,69	-1,19	-1,43	0,26	0,31	-0,11	-0,38	0,13	0,41	0,45	0,36	3,04	2,01	1,40			w
813	0,97	0,30	0,43	0,72	-0,46	-0,24	-1,32	0,91	-0,43	0,60	-0,06	1,00	0,69	-0,17	0,06	3,75	1,74	2,12			
814	0,75	0,99	-0,09	0,13	-0,71	-0,49	-1,59	0,34	-0,86	0,70	-0,17	0,59	0,41	0,16	0,65	2,50	1,29	1,32			s
815	2,26	0,14	0,46	0,01	-0,28	-1,36	-1,61	0,87	0,93	0,66	-0,18	0,46	1,24	-0,14	0,37	5,62	2,24	2,64			w
816	2,02	0,67	1,02	0,13	-0,77	-0,88	-1,18	0,49	-0,08	0,05	-0,35	0,52	1,60	0,42	0,80	4,61	2,06	2,28			
817	2,36	1,22	1,31	-0,13	-0,54	-0,96	-2,19	-0,50	-0,36	0,34	0,29	0,10	1,34	0,37	0,60	3,45	2,17	1,78			
818	1,94	0,85	0,88	-0,31	-0,87	-1,08	-1,35	0,38	-0,03	-0,43	-0,20	0,04	0,98	0,40	0,47	3,35	2,06	1,65	s		
819	1,56	0,84	0,73	0,41	-0,01	-0,05	-0,68	0,10	-0,05	0,76	0,36	0,93	1,09	0,39	0,07	3,47	1,91	1,84		w	

Tabela 9.2.5. Liczebność powierzchni o określonej dynamice zmian różnorodności runa w latach 1998-2023 w krainach przyrodniczo-leśnych

Kraina p-l	Różnorodność	Proces				fluktuacje
		wzrost - 4 okresy	wzrost - 3 okresy	spadek - 4 okresy	spadek - 3 okresy	
Bałtycka	gatunkowa				9	14
	form życiowych		3		3	17
	syntaksonomiczna		2		6	15
Mazursko-Podlaska	gatunkowa			1	3	11
	form życiowych		1	3	2	9
	syntaksonomiczna		5		4	6
Wielkopolsko-Pomorska	gatunkowa				10	15
	form życiowych				7	18
	syntaksonomiczna		2		13	10
Mazowiecko-Podlaska	gatunkowa			2	2	11
	form życiowych		4	1	1	9
	syntaksonomiczna		3		3	9
Śląska	gatunkowa				8	8
	form życiowych		2	1		13
	syntaksonomiczna		2		3	11
Małopolska	gatunkowa				10	17
	form życiowych	1	3		4	19
	syntaksonomiczna		4	1	4	18
Sudecka	gatunkowa			2		6
	form życiowych		1			7
	syntaksonomiczna				2	6
Karpacka	gatunkowa			1	4	14
	form życiowych		3		2	14
	syntaksonomiczna		7		3	9

Tabela 9.2.6. Liczebność powierzchni o określonej dynamice zmian różnorodności runa w latach 1998-2023 w podziale na grupy zbiorowisk

Grupy zbiorowisk	Różnorodność	Proces				fluktuacje
		wzrost - 4 okresy	wzrost - 3 okresy	spadek - 4 okresy	spadek - 3 okresy	
<i>Vaccinio-Piceetea</i> razem	gatunkowa			3	28	56
	form życiowych	1	16	2	12	56
	syntaksonomiczna		11	1	26	49
<i>Quercetea roboripetraeae</i> razem	gatunkowa			1	4	1
	form życiowych				1	5
	syntaksonomiczna				4	2
<i>Querco-Fagetea</i> razem	gatunkowa			2	14	37
	form życiowych		1	3	6	43
	syntaksonomiczna		14		8	31

Tabela 9.2.7. Kierunki zmian udziału wybranych grup gatunków runa na powierzchniach obserwacyjnych w latach 1998-2023

SPO II rzędu	na podstawie liczby gatunków															na podstawie pokrywania gatunków															na podstawie liczby gatunków			na podstawie pokrywania gatunków				
	różnica 2003-1998			różnica 2008-2003			różnica 2013-2008			różnica 2019-2013			różnica 2023-2019			różnica 2003-1998			różnica 2008-2003			różnica 2013-2008			różnica 2019-2013			różnica 2023-2019			kierunki zmian przez pięć okresów pomiarowych			kierunki zmian przez pięć okresów pomiarowych				
	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b
101	6,25	6,25	-9,13	-0,69	-6,25	0,42	-0,30	0,00	-1,41	-0,26	0,00	-0,26	-5	0	2,692	0,77	0,77	3,65	0,04	-0,77	-3,00	-0,70	0,00	-0,74	0,01	0,00	0,01	-0,121	0	0,692	S							
102	-7,13	3,30	-0,40	-4,82	-6,36	-1,62	-0,54	-0,18	-0,76	3,29	1,09	2,20	-0,789	-0,526		18,22	3,35	8,01	-5,89	-7,12	0,87	-2,63	-1,40	1,74	-11,18	-0,12	-3,45	13,9	2,329	-3,063	s		s	s	s	w		
103	0,00	0,00	-0,65	0,00	0,00	0,65	0,00	0,00	-0,65	0,00	0,00	0,00	0	0	-11,11	0,00	0,00	0,77	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	-1,02	0,00	0,00	0,03	0	0	-0,275								
104	5,15	11,38	3,71	-2,13	-6,98	0,28	-3,02	2,75	-0,55	0,00	-3,58	0,00	-2,249	4,101	-3,439	-29,93	30,10	4,35	-21,55	-33,55	-2,11	-12,43	-0,30	-2,82	2,29	-7,54	0,04	13,37	3,62	0,052	S			s	s			
105	-0,47	4,29	-3,45	-3,73	-5,59	0,00	1,50	6,93	6,25	-0,63	-1,34	2,32	-3,333	-0,952	-1,905	13,31	31,34	-0,18	-27,20	-36,23	0,00	7,92	13,38	0,62	-7,73	2,58	0,94	-8,044	-19,29	0,847						w		
106	19,44	20,09	2,78	-11,11	-22,22	-11,11	5,80	7,48	8,70	-3,13	-1,04	-0,70	-2,667	2,286	1,524	10,81	8,19	1,75	16,43	2,45	-1,85	-26,05	-13,88	0,18	-0,11	-0,29	0,03	4,404	2,161	1,44						w		
107	-4,41	0,37	6,25	19,44	-0,69	4,86	-4,44	9,44	-1,11	8,00	1,00	-2,00	3,429	9,714	9,143	-0,23	-1,61	1,96	11,35	-0,35	1,27	7,16	0,46	-1,45	21,58	58,03	58,08	-12,07	-14,93	-17,92		w		w				
108	-0,65	4,55	0,70	0,00	-4,55	0,21	1,74	0,00	-0,91	-0,57	3,70	3,56	-6,815	0,296	-3,407	-0,08	1,10	0,64	-1,21	-1,10	-0,64	-4,34	0,00	-4,58	-1,22	0,23	0,19	2,78	1,621	1,39			S					
109	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	11,11	15,38	7,69	-3,42	-15,38	-7,69	-7,69	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,88	8,00	4,00	-1,88	-8,00	-4,00	-4,00	0	0	0							
110	4,17	7,58	0,56	-2,09	-7,98	-1,05	-4,79	1,74	-0,15	-1,13	-1,20	0,93	-3,818	20,01	2,094	-31,76	21,71	4,45	-2,76	-26,78	3,46	6,33	11,68	11,98	-18,20	18,99	17,54	-20,93	-11,43	-31,2	S					W		
111	-11,12	3,70	-3,71	18,41	0,82	2,59	-6,25	-9,38	-3,75	-10,06	-0,99	1,64	3,453	5,848	0,439	-12,27	2,45	4,31	-5,82	-7,96	-3,32	2,61	-1,73	2,62	-7,04	-0,11	8,367	22,82	1,004				w		s			
112	0,00	0,00	20,00	0,00	0,00	-20,00	0,00	0,00	0,00	12,50	12,50	0,00	-5,357	-5,357	0	0,00	0,00	2,38	0,00	0,00	-2,38	0,00	0,00	0,00	0,48	0,48	0,00	1,009	1,009	0								
113	0,00	-12,50	0,00	0,00	0,00	0,00	10,00	0,00	0,00	-10,00	0,00	0,00	0	0	0	0,00	-7,14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,31	0,00	0,00	-0,31	0,00	0,00	0	0	0							
114	0,00	-10,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	8,333	8,333	8,333	0,00	-6,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,862	0,862	0,862								
115	-2,65	0,29	-0,10	-3,23	-3,23	2,03	0,00	0,00	-0,91	3,33	0,00	2,32	11,67	10	5,833	-1,81	-0,93	4,82	-0,52	-0,52	-1,36	0,00	0,00	-3,33	0,23	0,00	-0,07	2,916	2,094	4,262					s			
116	-3,27	-4,76	1,25	8,04	0,00	0,89	1,09	7,69	8,24	2,80	-7,69	-6,29	-1,515	0	-0,758	-4,52	-2,22	11,71	-4,59	0,00	-11,33	3,85	16,05	11,23	-2,88	-16,05	-10,18	-3,81	0	-1,905	w		w					
117	-1,11	-1,11	-7,79	-15,56	-15,56	-8,89	0,00	11,11	0,00	7,94	1,59	3,18	-0,381	4,19	-2,286	-5,86	2,03	5,32	-10,78	-9,89	0,49	5,67	21,90	0,41	-3,50	-3,19	8,44	3,933	-16,57	-24,75		w				W		
118	4,82	23,26	-4,00	-4,18	-21,99	-2,83	-9,46	6,08	4,19	-3,33	-5,00	-1,67	1,481	-1,481	-2,222	8,77	24,10	-10,28	-7,68	-23,98	1,78	9,42	47,28	17,55	-17,22	-4,90	-2,36	-15,93	-38,94	-19,31	s							
119	-1,25	-3,14	-2,71	-2,67	2,67	2,00	0,96	-1,91	-5,24	-14,29	-4,76	0,50	5,556	0	0,292	7,30	-2,70	4,51	-2,40	-1,82	0,65	-6,07	-0,80	-6,32	-1,29	-0,43	0,00	1,852	0	1,417				s	S			
120	0,32	5,88	0,00	0,37	-5,88	0,79	0,00	0,00	-0,42	0,00	0,00	0,00	-0,987	5,263	-0,987	-0,17	0,95	-0,17	-0,08	-0,95	3,60	-0,77	0,00	-4,45	0,00	0,00	0,48	0,578	0,48					S				
121	-5,16	6,55	3,44	6,81	3,28	6,58	-17,41	-10,54	-6,82	6,44	1,89	-2,27	8,021	2,763	5,704	-12,37	-1,12	9,71	9,33	3,01	8,15	-24,93	-6,49	-4,87	5,71	1,28	-17,50	11,61	1,29	7,44								
122	3,81	7,75	-0,83	-13,19	-23,57	-5,43	18,75	18,94	11,45	-8,54	-5,49	-8,63	-8,13	-1,563	-1,939	-4,61	26,26	7,02	-1,07	-36,40	-8,18	6,78	22,33	7,53	-19,78	-10,73	-12,47	-17,22	-8,61	3,846								
123	-11,11	0,00	0,00	0,00	0,00	3,18	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-3,18	0	0	11,11	-0,08	0,00	2,57	0,00	0,00	0,89	0,00	0,00	-3,78	0,00	-0,35	0	0	6,175									
201	-12,13	-5,68	-9,33	6,00	-0,77	2,45	4,29	0,34	4,26	-8,73	1,99	5,96	18,58	8,238	0,575	-1,41	-3,24	-5,51	-1,41	-2,61	2,74	-1,41	-0,50	-5,66	0,05	0,34	2,77	8,313	4,563	8,193		w	W	s	s			
202	8,91	2,05	2,05	6,96	0,71	-2,05	-2,85	2,72	-0,29	-4,83	-1,78	-0,89	0,177	1,838	2,368	1,89	7,56	-34,87	0,58	-2,83	-0,33	34,86	19,85	-3,45	-35,32	-21,20	-9,91	-2,345	-3,149	4,629		w	s	w		S		
203	7,81	10,48	-0,76	20,73	-1,82	5,09	-4,87	6,82	-1,95	-6,32	5,77	0,55	-30,77	-15,38	-7,692	-17,85	18,91	4,22	9,68	1,71	0,40	-0,04	-5,26	8,88	-11,02	-3,25	-5,85	-43,47	-10,15	-8,41	s			s	s	w		
204	-0,71	8,41	-1,05	4,63	-3,18	4,67	-8,42	-2,02	-3,26	2,32	-0,27	-6,24	0,155	4,334	2,012	-48,92	13,68	4,45	8,72	-6,43	-1,22	25,35	-5,73	-3,27	-19,86	-8,62	10,94	-28,8	5,353	-2,495		s		s	s			
205	-6,12	4,12	-0,88	8,33	3,33	2,14	-6,19	-13,33	7,15	-2,14	0,00	-4,29	5,526	0	0,526	0,23	-3,38	2,90	0,52	-0,23	-0,55	-1,17	-1,27	-2,62	0,01	0,00	10,14	1,005	0	-5,178				s				
206	0,00	7,46	-0,31	6,41	-0,64	0,42	-4,19	5,60	-0,22	-2,63	0,00	-2,63	7,895	-5,263	0,142	-29,40	12,20	5,99	1,21	-4,37	2,16	34,78	-8,50	-8,58	-8,99	4,29	2,68	-19,64	1,582	-0,35								
207	8,68	-2,35	-4,17	9,57	1,82	4,07	-5,39	3,19	-2,50	0,20	1,45	0,82	-0,868	1,029	-1,286	-17,64	1,98	3,06	-5,22	-2,15	2,33	22,13	9,30	5,81	3,47	10,87	2,69	0,452	11,47	0,897		W		w	w	WW		
208	-1,26	5,00	-12,50	9,29	2,14	15,38	-9,29	-7,14	-10,38	-5,00	0,00	2,14	0	0	-2,597	2,20	3,29	-0,72	-1,46	-2,37	1,85	-1,64	-0,92	-1,66	-0,19	0,00	0	0	0,983			s						
209	4,59	0,91	-6,01	11,36	-1,26	13,69	-0,63	6,44	-11,13	-3,64	1,14	1,82	5,497	2,643	0,159	10,77	8,06	-5,25	24,99	-7,89	11,73	-5,96	5,11	-2,19	-36,94	-8,17	25,54	26,1	10,43	-30,73		w						
210	0,00	-5,88	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,26	0,00	0,00	-5,26	5	0	0	0,00	-4,17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,12	0,00	0,00	-0,12	0,901	0	0								
211	7,15	8,44	1,46	3,80	-4,38	3,20	-2,30	2,81	-0,74	0,00	-2,95	-2,94	-3,957	-0,856	2,086	-16,06	16,49	9,05	-1,28	-7,34	0,46	22,97	6,77	-7,72	-21,00	-23,13	0,09	-7,953	14,9	5,092								
212	6,07	4,17	1,04	0,00	-5,36	-2,24	-7,14	3,57	0,00	8,81	-0,71	-0,27	-0,196	1,765	2,157	-55,31	1,17	7,80	13,81	-0,63	-6,20	60,53	-6,44	-5,46	-53,09	0,57	13,09	-8,58	2,205	6,515								
213	2,31	2,18	-11,11	9,50	-5,88	27,27	-12,05	3,33	-20,60	0,12	0,12	0,23	4,885	4,885	5,603	-0,97	-1,74	-7,69	2,11	-1,59	6,98	-1,32	2,38	-2,22	-0,49	-0,49	-0,99	2,659	2,659	3,045		w						
214	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0	0								
215	-2,02	5,55	-0,01	12,93	-1,11	8,91	-8,20	0,81	-9,13	2,70	5,41	2,70	-1,004	-4,788	-2,239	-22,11	12,59	7,29	4,77	-7,91	1,55	7,94	3,00	-9,36	7,65													

SPO II rzędu	na podstawie liczby gatunków															na podstawie pokrywania gatunków															na podstawie liczby gatunków			na podstawie pokrywania gatunków			
	różnica 2003-1998			różnica 2008-2003			różnica 2013-2008			różnica 2019-2013			różnica 2023-2019			różnica 2003-1998			różnica 2008-2003			różnica 2013-2008			różnica 2019-2013			różnica 2023-2019			kierunki zmian przez pięć okresów pomiarowych			kierunki zmian przez pięć okresów pomiarowych			
	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	
512	2,98	14,22	-2,44	6,35	-17,46	3,96	-3,57	2,38	1,19	2,27	-1,08	-1,62	-1,558	8,225	-0,519	-14,13	43,11	0,33	-41,13	-50,54	2,98	14,23	6,74	-2,74	-9,13	-11,98	-0,15	14,92	11,88	4,277							
513	-0,91	-5,31	-9,47	-6,54	-3,57	5,35	0,00	0,00	0,00	1,50	0,50	1,01	1,602	3,432	-1,831	-2,29	11,52	1,04	-15,71	-16,51	0,11	1,64	7,96	-0,68	-16,33	-8,21	0,19	24,68	8,792	3,405							
514	6,74	4,15	3,44	-1,74	-4,70	-4,70	-5,71	-0,43	-0,43	4,23	0,13	0,13	-5,615	-0,478	2,748	11,34	7,72	0,08	-5,82	-6,97	-2,23	-6,20	-2,45	-0,25	0,37	0,01	0,01	6,864	0,059	3,4025							
515	9,09	0,00	0,00	-27,27	0,00	7,58	26,67	6,67	-10,00	-1,67	-1,67	-1,67	5,769	10,38	10,38	6,67	0,00	0,00	-20,00	0,00	-16,66	26,67	6,67	-10,00	-11,05	-3,55	8,96	7,904	14,52	2,022							
516	-1,82	-3,64	-8,18	8,10	-5,24	-5,24	-1,26	5,77	5,77	4,34	1,23	-4,65	-6,561	0,235	5,656	31,81	-0,85	1,77	-18,15	0,49	-0,91	-13,50	-9,34	0,33	10,76	5,49	2,04	17,84	6,853	5,194	w				w		
601	5,56	5,56	5,56	-1,01	-5,56	-0,80	0,00	0,00	-4,76	0,21	0,00	0,00	3,238	4	0	1,56	1,56	7,81	-0,40	-1,56	-1,23	-0,93	0,00	-6,58	-0,08	0,00	0,00	1,433	0,794	0				s			
602	1,17	3,70	-1,68	-3,70	-0,13	0,28	1,01	-0,54	-1,63	-12,12	-3,03	-0,80	0	0	-5,263	-1,97	2,92	-2,58	1,06	-0,46	-0,77	-7,23	-1,93	5,68	-0,85	-0,53	-0,04	0	0	-10,72	s	s				s	
603	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0	0							
604	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0	0							
605	11,54	15,38	11,54	-1,54	-12,05	-1,20	0,71	0,24	0,37	-1,19	1,19	-5,95	1,905	3,81	0,952	2,70	3,60	2,70	-1,01	-3,04	-1,00	3,82	4,84	-0,89	1,05	1,10	-0,75	1,204	-1,158	0,906		w			w	s	
606	0,00	0,00	-6,67	0,00	0,00	6,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,08	14,29	7,143	-1,19	0,00	0,00	-0,23	0,00	0,00	1,41	0,00	0,00	-0,62	0,00	0,00	-0,60	2,5	1,25	1,061							
607	-1,65	-1,48	-0,04	1,08	3,27	-3,88	2,94	3,11	2,94	5,88	-2,94	-2,94	0,318	2,226	2,226	-15,96	-0,23	8,18	-11,65	2,58	-3,04	12,16	-0,73	-2,39	12,71	0,51	-3,88	-12,8	1,963	9,766	W					s	
608	2,94	-1,40	-7,28	2,62	-7,12	-1,23	-5,56	6,14	-2,20	0,00	6,06	0,76	3,333	-2,727	10,91	2,14	-0,06	-23,48	-3,48	-14,87	-11,90	-7,12	30,65	8,91	-21,03	-16,18	-8,00	33,9	15,31	-8,762			s	s			
609	0,00	0,00	12,50	8,33	0,00	-3,41	-0,64	0,00	-9,09	-7,69	0,00	0,00	0	0	0	0,00	0,00	1,59	1,49	0,00	0,54	-1,33	0,00	-2,13	-0,16	0,00	0,00	0	0	0							
610	-8,93	-6,55	-10,71	8,33	-8,50	-4,16	-5,50	4,00	3,83	-2,37	-0,59	-0,59	-4,63	3,704	6,481	-57,46	-7,14	1,68	17,34	-6,13	-1,40	-16,51	0,93	-1,85	21,39	1,08	-0,11	-20,71	5,251	4,245	s				w	s	
611	5,49	4,55	-11,51	-7,38	-6,32	-3,22	0,71	6,79	-0,59	2,86	-0,92	2,55	-0,234	0,177	-2,072	-33,78	15,24	-22,24	-5,53	-16,73	-0,85	9,40	5,47	-2,49	-17,66	-4,28	0,17	13,81	16,94	0,656			s			s	
612	4,44	7,77	1,57	-1,38	-7,08	-3,33	-6,62	1,75	2,00	4,00	4,00	0,00	-2,875	3,625	0,5	-5,00	-1,33	-1,66	-0,01	1,17	12,95	-8,13	-1,85	3,33	10,20	11,05	11,91	-5,419	-9,611	-2,886		w		s		w	
613	0,00	0,00	-9,09	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0	0	0,00	0,00	-0,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0	0							
614	-2,02	9,09	0,00	-9,09	-9,09	0,00	7,14	0,00	0,00	0,55	0,00	0,00	-2,429	5,263	0	0,73	0,83	0,00	-0,83	-0,83	0,00	0,12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,52	0,641	0					w		
615	-6,57	5,29	0,00	-0,53	-4,84	-3,20	1,02	-1,30	0,56	0,12	-0,31	-0,48	-4,358	2,733	-1,003	-4,21	3,35	4,82	2,46	-3,92	-0,01	-3,04	-1,93	-5,12	1,07	0,25	0,22	-6,414	0,972	0,077		s					
616	5,23	5,88	3,40	-4,19	-3,19	-2,96	-4,11	1,73	-0,62	14,18	0,64	-0,75	-5,263	5,263	5,263	15,44	21,10	6,76	-6,88	-7,28	-2,99	19,61	30,61	2,32	7,31	3,69	-5,79	1,38	-24,51	4,302		w	s	w			
617	-0,17	-4,70	3,30	0,17	0,17	2,29	-4,17	-4,17	-6,29	0,00	0,00	-0,59	7,407	3,704	3,704	2,06	-1,22	4,95	-1,92	-1,92	3,07	-0,56	-0,56	-7,73	0,00	0,00	-0,41	1,653	0,826	5,402					s		
618	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,64	0,00	0,00	4,17	0,00	0,00	0,00	7,692	7,692	-4,808	0,00	0,00	5,01	0,00	0,00	-4,19	0,00	0,00	-0,72	0,00	0,00	0,00	1,852	1,852	1,611							
619	1,66	5,00	1,67	-10,00	-5,00	1,76	0,00	0,00	-0,65	0,00	0,00	4,27	0	0	-5,385	0,93	0,85	4,35	-1,71	-0,85	-3,81	0,00	0,00	-0,97	0,00	0,00	0,04	0	0	2,32							
620	-8,25	4,08	0,34	2,36	-1,31	-3,15	-0,04	6,49	2,45	1,80	0,75	1,36	8,977	6,512	2,191	-6,28	-1,70	4,36	-3,83	-3,12	-2,68	-4,02	-0,22	11,38	25,55	15,53	23,39	11,96	14,19	-16,8		w	w	s	s		
621	0,00	0,00	-2,05	0,00	0,00	4,85	0,00	0,00	4,04	20,00	0,00	-2,22	-13,75	0	-7,5	0,00	0,00	6,87	0,00	0,00	0,56	0,00	0,00	-7,80	0,50	0,00	-0,65	0,126	0	1,077							
622	-0,39	5,00	4,62	7,22	0,26	-8,89	-7,93	-0,50	3,18	7,14	2,38	7,14	-3,782	-7,143	-3,782	-5,43	2,01	2,90	1,25	-1,56	-2,29	-3,75	-0,41	-0,80	11,94	0,00	0,00	-8,739	-0,04	1,131					S	s	
623	1,25	6,25	2,96	0,42	-6,25	-11,61	-6,67	0,00	9,53	0,00	0,00	-16,67	0	0	9,091	2,64	3,36	4,52	-1,80	-3,36	-5,53	-1,56	0,00	-1,65	0,00	0,00	-0,20	0	0	1,136						s	
624	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	29,41	11,76	17,65	-29,41	-11,76	-17,65	7,692	7,692	7,692	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,57	0,24	0,85	-1,57	-0,24	-0,85	0,909	0,909	0,909							
625	0,59	5,56	0,00	-5,23	-5,56	0,65	2,45	0,00	-3,43	0,00	0,00	3,205	3,846	-0,641	8,83	5,43	9,85	0,76	-5,43	12,39	-4,75	0,00	-9,65	61,81	0,00	-12,76	-43,69	1,136	5,965	w							
626	-2,24	0,00	-2,24	4,77	0,00	0,00	-3,76	0,00	1,01	5,26	0,00	0,00	-9,123	6,667	-10,53	10,88	0,00	4,44	14,47	0,00	3,12	-22,32	0,00	-3,65	-2,11	0,00	-2,86	1,928	4,167	-1,493						s	
627	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	8,70	0,00	4,35	-8,696	0	-4,348	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,19	0,00	0,09	-0,188	0	-0,094							
701	10,00	0,00	-2,50	0,00	0,00	1,11	6,67	0,00	5,56	-2,38	0,00	-2,38	-14,29	0	-5,195	0,83	0,00	0,64	3,72	0,00	0,09	-4,35	0,00	-0,72	-0,02	0,00	-0,02	-0,18	0	3,342					s		
702	-1,83	0,00	0,00	15,15	0,00	0,00	-22,22	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-11,11	0	0	-5,43	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-13,32	0,00	0,00	0,13	0,00	0,00	-0,455	0	0							
703	6,36	8,78	0,00	-1,25	-7,08	0,00	-2,08	-0,69	5,56	1,51	-1,01	-4,399	1,906	1,906	-3,92	-1,46	0,00	0,00	-2,66	0,00	-3,43	-0,43	0,10	0,79	0,58	0,04	5,988	1,344	1,885		s				s	w	
704	12,00	-1,54	-3,33	-6,67	-10,00	-5,00	-2,08	0,00	6,25	-3,98	9,09	-6,25	18,88	2,448	3,846	-8,19	-6,03	3,55	-9,94	-2,30	-5,75	0,20	0,00	0,45	-2,67	0,46	-0,45	37,51	5,097	1,852	s						
705	12,11	3,89	-7,14	-12,12	-11,51	0,00	-17,95	-6,67	0,00	2,80	0,00	0,00	-2,797	7,692	0	24,29	0,00	-7,14	-38,26	-8,98	0,00	-6,36	-4,35	0,00	2,80	0,00	0,00	-2,797	7,692	0							
706	3,62	0,00	2,88	6,05	7,14	0,00	-7,14	0,00	-1,09	-0,96	-0,47	-0,96	5,897	1,026	-1,795	7,43	0,00	4,05	1,59	0,65	-0,86	6,25	-0,57	-3,74													

SPO II rzędu	na podstawie liczby gatunków															na podstawie pokrywania gatunków															na podstawie liczby gatunków			na podstawie pokrywania gatunków					
	różnica 2003-1998			różnica 2008-2003			różnica 2013-2008			różnica 2019-2013			różnica 2023-2019			różnica 2003-1998			różnica 2008-2003			różnica 2013-2008			różnica 2019-2013			różnica 2023-2019			kierunki zmian przez pięć okresów pomiarowych			kierunki zmian przez pięć okresów pomiarowych					
	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c			
807	1,59	4,98	3,14	-1,29	-2,51	-2,55	-6,60	0,13	0,63	-0,40	1,25	0,63	4,031	2,832	-1,525	6,73	15,92	3,18	-6,28	-13,67	-1,64	-18,68	-5,88	-2,77	39,93	-5,27	0,22	-13,55	5,814	1,103	s	w				s			
808	5,35	3,70	0,15	1,86	2,18	4,97	-11,35	2,63	-2,02	9,99	5,78	-0,35	0	-4,082	0	-0,20	2,08	-3,97	13,00	-0,34	4,67	-10,10	-1,58	-4,41	20,41	0,49	4,38	-9,964	2,63	10,95		W							
809	-2,25	4,10	0,00	-1,75	-9,25	0,00	-7,51	0,00	0,00	2,22	-0,56	0,00	-2,222	-5	0	11,50	-2,44	0,00	7,91	0,84	0,00	-24,74	-4,88	0,00	27,58	0,74	0,00	4,615	-1,667	0	s								
810	10,02	7,55	1,84	-6,62	-14,71	-8,82	-11,18	15,17	5,26	3,31	-6,24	-1,56	5,664	5,773	-0,763	-30,82	35,72	2,32	-1,32	-38,83	-2,79	8,05	-7,69	0,07	-38,39	0,30	0,43	14,33	9,09	0,439							w		
811	-1,85	-1,40	-1,33	1,35	0,20	-2,35	-7,18	3,02	6,31	5,30	2,52	2,85	-2,261	3,234	-1,334	-23,18	-3,76	0,85	-11,38	3,29	-0,75	-11,51	12,34	0,01	0,08	-12,15	7,25	6,851	8,488	-4,021		W		s					
812	0,00	0,28	-0,15	7,70	3,42	0,15	-1,85	4,89	0,00	3,56	-4,89	3,41	3,535	-2,02	-2,862	-7,54	-2,91	-0,09	18,56	3,48	3,76	-16,09	1,24	-6,12	11,75	-0,08	0,47	3,752	-0,208	3,883		w							
813	17,08	25,00	0,00	-5,29	-9,62	3,85	-6,20	-2,48	-0,62	0,00	0,00	0,00	5,673	7,786	0,222	-4,84	11,11	0,00	-30,58	-1,03	0,84	-15,36	-8,61	-0,75	10,25	-0,51	-0,03	14,49	9,427	0,487	s			s	s				
814	-11,69	-6,79	0,00	16,54	-0,69	0,00	-10,29	-0,56	0,00	3,57	-0,24	0,00	-8,571	1,905	0	-29,33	-4,62	0,00	3,55	-0,51	0,00	-10,57	-2,79	0,00	15,24	0,29	0,00	-8,919	0,594	0		S			s				
815	0,51	0,77	0,75	-0,12	-0,48	0,00	-3,73	6,38	-0,14	2,05	-1,60	0,50	0,886	2,579	2,176	-20,31	2,53	5,32	0,88	-2,22	0,19	-4,22	16,32	3,88	16,76	-12,77	-1,23	-16,58	8,987	1,445								w	
816	-9,38	3,12	-0,10	2,08	-1,07	-0,19	-5,12	1,39	-0,38	1,06	-3,06	-0,12	2,439	2,439	0	0,60	0,88	1,84	6,83	-2,93	0,72	-16,75	-5,45	-2,66	45,29	0,02	0,02	-29,15	8,745	0,268				S					
817	1,67	-1,61	-7,45	-5,95	-3,54	0,00	-8,10	8,33	-0,78	15,34	-3,32	-0,61	-12,72	-1,475	-1,475	23,12	-4,68	12,35	20,70	-0,94	8,56	-36,20	-4,06	-22,91	61,11	-0,17	-0,09	-18,48	6,656	6,656							S		
818	-2,43	3,47	3,46	2,60	-1,14	2,23	-4,82	4,65	-1,05	7,41	-6,91	1,68	-3,309	2,39	-0,919	18,33	-0,55	7,75	22,96	-2,67	-0,18	-27,80	-4,73	-8,92	50,10	-0,05	0,18	-9,441	2,202	2,547							S		
819	15,59	-5,71	-2,86	1,58	-3,76	-1,58	-2,77	1,97	-1,39	4,48	2,88	3,52	-26,8	2,468	72,03	12,16	-3,64	0,58	2,79	2,16	-0,05	-1,05	0,94	-0,56	9,62	10,45	0,27	19,28	-3,317	21,4		w	s				w		

- a gatunki gleb bogatych w azot (indeks N od 6 do 9)
- b gatunki charakterystyczne dla klas *Agropyreteae*, *Artemisietea* (podklasy *Artemisienea*), *Stellarieteae*, *Epilobietea* i jednostek niższych
- c gatunki o ruderalnym lub stresolubnym typie strategii rozwoju oraz niektóre typy mieszane (r+cr+sr+s)

** zaznaczono jedynie wzrost (WW, W, w) lub spadek (SS, S, s) przez 5 okresów (podwójne duże litery), oraz przez kolejne 4 (duże litery) lub kolejne 3 (małe litery) okresy.

Tabela 9.2.8. Liczebność powierzchni o określonej dynamice udziału wybranych grup gatunków w latach 1998-2023 w krainach przyrodniczo-leśnych

Kraina p-I	Udział gatunków	Proces (wg liczby gatunków)							Proces (wg pokrywania gatunków)						
		wzrost - 5 okresów	wzrost - 4 okresy	wzrost - 3 okresy	spadek - 5 okresów	spadek - 4 okresy	spadek - 3 okresy	brak lub fluktuacje	wzrost - 5 okresów	wzrost - 4 okresy	wzrost - 3 okresy	spadek - 5 okresów	spadek - 4 okresy	spadek - 3 okresy	brak lub fluktuacje
Bałtycka	azotolubnych			1		3	2	17			2		2	3	16
	siedlisk zaburzonych			2				21					1	2	20
	strategii r,s			1			1	21		2	3			2	16
Mazursko-Podlaska	azotolubnych						1	14			3			3	9
	siedlisk zaburzonych		1	4			1	9			1			4	10
	strategii r,s		1				1	13	1		1		1		12
Wielkopolsko-Pomorska	azotolubnych		1				2	22		1			2	2	20
	siedlisk zaburzonych		1	1				23		1	1				23
	strategii r,s						1	24			1		1	3	20
Mazowiecko-Podlaska	azotolubnych	1	1	2			1	10	1						14
	siedlisk zaburzonych		1	1				13		1	1		1		12
	strategii r,s			2			1	12						2	13
Śląska	azotolubnych							16					2		14
	siedlisk zaburzonych		1	1				14							16
	strategii r,s							16			2			1	13
Małopolska	azotolubnych		1	1			1	24			3			4	20
	siedlisk zaburzonych			4			2	21			1		1	3	22
	strategii r,s			1			4	22			1			7	19
Sudecka	azotolubnych						1	7			1			1	6
	siedlisk zaburzonych						1	7					1	2	5
	strategii r,s						1	7			2				6
Karpacka	azotolubnych			2			5	12			1		1	2	15
	siedlisk zaburzonych			3	3	1	1	11			1		2	5	11
	strategii r,s					1	1	17			2			1	16

gatunki azotolubne - gatunki gleb bogatych w azot (indeks N od 6 do 9)

gatunki siedlisk zaburzonych - gatunki charakterystyczne dla klas *Agropyreteae*, *Artemisietea* (podklasy *Artemisienea*), *Stellarieteae*, *Epilobietea* i jednostek niższych

gatunki o strategii r,s - gatunki o ruderalnym lub stresolubnym typie strategii rozwoju oraz niektóre typy mieszane (r+cr+sr+s)

Tabela 9.2.9. Liczebność powierzchni o określonej dynamice udziału wybranych grup gatunków w latach 1998-2023 w podziale na grupy zbiorowisk

Grupy zbiorowisk	Udział gatunków	Proces (wg liczby gatunków)							Proces (wg pokrywania gatunków)						
		wzrost - 5 okresów	wzrost - 4 okresy	wzrost - 3 okresy	spadek - 5 okresów	spadek - 4 okresy	spadek - 3 okresy	brak lub fluktuacje	wzrost - 5 okresów	wzrost - 4 okresy	wzrost - 3 okresy	spadek - 5 okresów	spadek - 4 okresy	spadek - 3 okresy	brak lub fluktuacje
<i>Quercus-Fagetea</i> razem	azotolubnych	1	2	2		1	8	39		1	4		2	6	40
	siedlisk zaburzonych		4	12			2	35		1			5	9	38
	strategii r,s		1	2		1	5	44		1	7		1	3	41
<i>Quercetea robur-petraeae</i> razem	azotolubnych						1	5					2	1	3
	siedlisk zaburzonych						1	5			1			2	3
	strategii r,s						1	5			2			2	2
<i>Vaccinio-Piceetea</i> razem	azotolubnych		1	4		1	4	77	1		5		3	8	70
	siedlisk zaburzonych		3	4		1	2	77	0	1	4		1	5	76
	strategii r,s			2			4	81	1	0	3		1	10	72

Tabela 9.2.10. Zmiany udziału gatunków charakterystycznych klas *Quercus-Fagetea* i *Vaccinio-Piceetea* w latach 1998-2023 na SPO II rzędu

SPO II rzędu	zmiana w latach 2003-1998				zmiana w latach 2008-2003				zmiana w latach 2013-2008				zmiana w latach 2019-2013				zmiana w latach 2023-2019				kierunki zmian w latach 1998-2023				
	udział w liczbie		udział w pokryciu		udział w liczbie		udział w pokryciu		udział w liczbie		udział w pokryciu		udział w liczbie		udział w pokryciu		udział w liczbie		udział w pokryciu		udział w liczbie		udział w pokryciu		
	<i>Quercus-Fagetea</i>	<i>Vaccinio-Piceetea</i>	<i>Quercus-Fagetea</i>	<i>Vaccinio-Piceetea</i>	<i>Quercus-Fagetea</i>	<i>Vaccinio-Piceetea</i>	<i>Quercus-Fagetea</i>	<i>Vaccinio-Piceetea</i>	<i>Quercus-Fagetea</i>	<i>Vaccinio-Piceetea</i>	<i>Quercus-Fagetea</i>	<i>Vaccinio-Piceetea</i>	<i>Quercus-Fagetea</i>	<i>Vaccinio-Piceetea</i>	<i>Quercus-Fagetea</i>	<i>Vaccinio-Piceetea</i>	<i>Quercus-Fagetea</i>	<i>Vaccinio-Piceetea</i>	<i>Quercus-Fagetea</i>	<i>Vaccinio-Piceetea</i>	<i>Quercus-Fagetea</i>	<i>Vaccinio-Piceetea</i>	<i>Quercus-Fagetea</i>	<i>Vaccinio-Piceetea</i>	
101	-1,39	5,34	0,70	-8,82	4,81	-4,91	0,81	1,13	9,94	-2,05	-0,76	6,74	1,05	1,84	0,37	-0,56	3,08	11,15	19,84	-28,51					
102	10,49	20,88	16,10	-29,04	-9,20	3,43	-5,15	7,17	3,80	-1,63	4,13	-0,75	-3,29	5,92	14,46	0,41	-0,79	3,42	6,87	-1,47		w			
103	-0,28	26,19	0,52	-9,92	5,51	-5,60	0,65	-0,62	5,56	-5,56	-0,89	10,50	0,00	0,00	-0,05	-0,70	0	5,56	5,09	-18,26	w	s			
104	-0,01	22,19	7,73	20,85	0,29	-6,38	-0,76	-8,02	3,02	1,65	8,43	-13,79	0,00	0,00	-1,50	-8,36	0,4	-6,35	11,55	0,91			s		
105	0,51	20,35	3,69	-29,30	3,09	-6,41	4,49	8,05	1,36	-1,76	-6,61	0,03	-1,25	1,34	0,72	-13,66	-3,33	5,71	9,28	-15,42	w				
106	0,03	8,30	2,60	-20,92	-0,03	-5,52	7,34	-45,92	5,07	2,65	-9,00	47,98	5,74	6,43	0,29	-5,90	-11,24	-0,19	3,28	-9,73					
107	8,50	6,30	38,50	2,00	-10,47	10,37	-6,76	9,29	6,67	-11,67	26,34	-10,99	0,00	-3,00	67,80	0,06	-8,57	-2,29	-5,85	6,21		s			
108	22,10	12,00	5,90	9,70	-13,67	0,03	-1,86	-3,28	8,04	-7,35	-9,31	36,16	1,14	0,57	3,66	13,40	2,37	9,19	12,04	-5,16	w				
109	0,00	29,73	0,00	38,64	0,00	1,70	0,00	-19,44	0,00	-13,85	0,00	16,44	0,00	-3,85	0,00	-27,03	0	16,67	0	-4,15					
110	-4,19	6,93	23,25	5,70	-1,93	-1,30	6,63	6,18	5,17	-0,18	12,58	9,58	3,78	1,00	39,82	18,35	-22,04	-1,48	2,39	0,08			WW	WW	
111	-0,02	12,94	17,26	7,90	-12,82	-2,87	-10,70	-8,06	6,25	-3,13	-6,91	-13,42	-2,79	-0,66	-0,18	6,25	1,02	3,51	8,72	-1,79	s	s			
112	20,00	40,00	2,40	-11,70	-5,71	-17,14	0,38	3,19	-5,20	2,59	-1,21	6,71	9,09	-4,55	1,57	-2,47	14,29	-14,29	2,99	-11,5					
113	0,00	18,10	0,00	-13,14	0,00	-0,04	0,00	0,00	0,00	-5,56	0,00	13,20	0,00	-10,00	0,00	-0,96	16,67	-18,33	1,94	-13,69	S				
114	-10,00	32,50	-0,45	-12,54	8,33	-20,83	1,89	-12,69	11,67	-1,67	-1,17	4,23	3,33	-10,00	0,10	-21,61	0	-8,33	1,1	-12,89	w	S			
115	5,00	10,80	15,40	7,40	-9,56	3,49	-4,37	8,22	13,05	0,00	-12,66	6,96	2,76	6,09	-0,21	-5,19	-3,33	-2,5	1,71	-6,61			s	w	
116	13,70	15,50	9,30	-2,40	5,36	-10,71	16,84	7,84	10,99	-6,60	-18,46	-10,44	-0,70	-1,40	-16,59	-5,87	12,12	-0,76	14,29	-1,9	w	S		s	
117	4,48	13,30	15,13	15,40	1,08	-2,19	4,37	-11,07	0,00	0,00	-2,03	0,19	-19,84	6,35	-8,33	4,45	-7,62	-0,76	-10,4	36,3			s	w	
118	-5,33	7,72	-8,92	10,15	-1,98	-2,79	-5,25	0,45	3,78	9,19	-0,27	-9,39	-3,33	3,33	4,71	-0,20	2,59	1,85	29,56	3,01	w	s			
119	9,29	22,14	8,81	-2,87	0,00	-13,33	5,55	-13,13	8,57	-2,86	-13,36	45,49	-3,01	-7,77	-3,50	-1,21	7,31	-9,36	21,69	-31,61	S				
120	5,90	5,93	1,00	-18,99	0,35	-9,60	3,35	-4,77	6,25	12,50	-4,15	28,39	6,25	0,00	0,10	0,00	4,28	-7,89	5,68	-9,8	WW				
121	-12,80	11,90	-17,50	20,30	-10,41	3,35	12,32	-6,83	27,21	-5,15	19,55	-4,52	10,98	-2,65	60,21	-61,17	1,43	-6,33	45,14	-54,37	w	s	W	S	
122	3,45	11,67	9,72	-0,55	-4,02	0,35	3,55	8,65	-1,51	1,52	1,88	-12,24	-10,16	2,04	-4,20	5,26	9,07	-1,81	17,57	4,81	s	W	w		
123	b.d.	b.d.	b.d.	b.d.	3,19	15,83	0,15	2,97	0,00	0,00	-0,75	4,54	-7,93	4,76	-0,18	-0,17	0	-11,11	1,82	-3,79				w	
201	-1,90	13,50	4,30	10,20	8,39	-3,87	-3,53	-1,45	-1,96	5,30	24,96	1,16	-9,13	4,76	-12,74	17,15	-7,28	-2,87	-15,02	1,94	s			w	
202	-2,25	4,74	27,08	9,27	-2,02	0,96	4,97	-2,14	-6,56	-4,07	12,43	-6,64	-9,28	-4,51	-3,91	-1,08	-9,12	-2,05	-5,14	4,42	SS	s	w	s	
203	-3,72	13,62	28,41	14,77	18,00	-11,45	21,18	-13,61	-3,57	2,59	2,34	-1,65	7,97	-3,12	-0,29	-0,47	15,38	12,82	-3,26	22,47			w	s	
204	10,29	6,69	5,74	11,99	-10,19	0,82	10,89	-1,34	18,52	-1,01	30,25	-0,56	3,92	-2,32	9,58	-3,16	4,8	-2,48	-19,39	18,74	w	s	W	s	
205	9,12	10,59	2,21	-18,27	-8,33	-6,67	-1,66	-1,13	14,76	2,38	-0,34	22,04	-3,57	5,71	-1,08	2,72	1,32	6,84	8,06	-16,94	w	s			
206	4,90	9,50	34,49	10,25	11,56	-3,81	0,25	-4,26	3,65	2,84	50,52	-4,48	-10,52	5,27	5,25	0,35	-7,89	2,63	-22,46	3,96	w	w	W		
207	7,82	8,46	24,91	15,96	-5,90	-1,82	-3,87	6,70	1,32	-2,39	13,85	-23,17	-5,05	0,10	6,04	-1,54	1,41	-2,57	-10,44	3,78					
208	1,87	13,12	0,52	-23,44	-5,00	0,71	-0,70	7,05	5,00	19,29	0,19	22,11	-9,29	-2,14	-0,20	-0,58	-5,19	-7,14	1,97	-11,78	w				
209	b.d.	b.d.	b.d.	b.d.	-8,09	0,55	14,85	-1,44	13,79	-5,15	26,21	1,27	-1,36	-1,36	-14,78	8,87	3,17	2,59	-22,82	3,19		w	w		
210	8,30	31,41	6,30	-4,90	-8,30	-0,03	-6,30	4,94	10,53	-3,51	0,73	8,44	-6,14	7,60	0,32	-0,72	-1,67	-0,56	5,89	-10,61		w			
211	13,83	18,43	18,52	23,72	-6,55	-6,39	-0,64	8,59	7,42	-0,28	17,36	-20,85	-8,82	2,94	-3,04	-24,96	-4,39	1,23	-4,93	-7,6				s	
212	26,39	22,97	31,44	25,67	-16,07	0,84	-2,65	-5,01	10,71	-7,14	65,17	-23,40	-4,53	5,00	53,11	-27,09	-1,37	-2,35	-7,16	-7,29				S	
213	11,80	29,17	15,90	35,18	-11,80	-4,95	-15,90	12,69	13,33	-13,85	19,05	-41,27	-3,91	-4,83	-5,48	-7,10	-0,57	-3,16	2,74	-4,72	S			s	
214	b.d.	b.d.	b.d.	b.d.	-8,30	10,00	-2,30	7,05	6,25	-10,00	0,24	14,35	-1,44	3,85	0,00	-0,21	5,64	0,51	4,01	-15,33				w	
215	b.d.	b.d.	b.d.	b.d.	-0,60	2,20	2,82	11,27	7,84	-8,38	27,15	-10,14	-2,70	5,40	23,04	-1,43	2,32	6,64	-14,6	0,59			W		
301	-3,10	9,10	7,60	9,10	14,18	-9,10	24,64	-9,10	2,22	0,00	0,65	0,00	13,33	0,00	22,22	0,00	0	0	10,26	0	w		WW		
302	14,30	-4,73	5,00	21,67	-0,01	-0,03	1,25	13,75	0,00	0,00	-5,31	26,53	14,29	-21,43	0,94	-0,98	0	7,14	0	-7,8				w	
303	0,00	14,24	0,00	-11,24	0,00	22,90	0,00	7,99	0,00	0,00	0,00	4,66	0,00	0,00	0,00	-0,35	0	0	0	-0,95					
304	10,00	14,44	0,90	-6,11	-0,91	-24,55	0,07	0,77	10,91	-5,45	-0,69	4,98	-5,00	-10,00	-0,21	0,12	-25	10	-0,49	-3,57	s	s		w	
305	6,30	21,30	1,51	-0,80	-2,54	-3,89	2,44	9,44	1,88	2,41	-3,62	-9,29	2,53	-1,51	0,28	-29,17	-3,97	2,38	0,46	-11,8				s	
306	9,10	21,17	1,00	-3,68	0,90	-14,50	-0,07	-0,71	6,67	-6,67	-0,71	4,30	5,56	-22,23	0,08	-0,75	-1,11	-5,56	0,85	-13,3	W	S			

SPO II rzędu	zmiana w latach 2003-1998				zmiana w latach 2008-2003				zmiana w latach 2013-2008				zmiana w latach 2019-2013				zmiana w latach 2023-2019				kierunki zmian w latach 1998-2023				
	udział w liczbie		udział w pokryciu		udział w liczbie		udział w pokryciu		udział w liczbie		udział w pokryciu		udział w liczbie		udział w pokryciu		udział w liczbie		udział w pokryciu		udział w liczbie		udział w pokryciu		
	Quercus-Fageteta	Vaccinio-Piceeteta	Quercus-Fageteta	Vaccinio-Piceeteta	Quercus-Fageteta	Vaccinio-Piceeteta	Quercus-Fageteta	Vaccinio-Piceeteta	Quercus-Fageteta	Vaccinio-Piceeteta	Quercus-Fageteta	Vaccinio-Piceeteta	Quercus-Fageteta	Vaccinio-Piceeteta	Quercus-Fageteta	Vaccinio-Piceeteta	Quercus-Fageteta	Vaccinio-Piceeteta	Quercus-Fageteta	Vaccinio-Piceeteta	Quercus-Fageteta	Vaccinio-Piceeteta	Quercus-Fageteta	Vaccinio-Piceeteta	
307	12,86	15,26	30,96	14,25	3,27	4,67	-8,98	15,61	6,83	-5,67	-1,35	1,44	2,67	6,83	-4,24	-21,89	-5,33	-1,17	-11,78	-19,37	W	S	S	w	
309	21,04	21,07	37,77	-20,27	-6,30	-6,60	1,69	6,48	8,57	-1,19	1,88	-2,91	4,57	-4,19	-42,95	24,19	4,13	-6,13	-35,42	7,15	w	S	w		
310	0,00	6,67	0,00	45,27	0,00	26,67	0,00	10,87	20,00	-6,67	0,48	9,57	0,00	0,00	0,00	0,00	-20	0	-0,48	-6,18				W	
311	-0,77	16,07	0,52	-10,45	-0,02	0,01	-0,15	-0,90	5,88	5,88	-0,12	0,62	0,65	1,96	-0,04	-6,42	-5,56	0	2,74	-0,67		W	s		
312	0,00	8,04	0,00	-0,04	7,69	-5,94	3,45	1,52	7,69	0,00	1,43	-7,40	-17,95	5,13	2,20	-43,42	-16,67	16,67	1,67	-7,69			W	s	
313	0,00	21,17	0,00	-15,49	14,29	-11,64	2,41	11,26	0,00	0,00	-2,13	8,52	5,96	-7,14	0,09	0,05	7,46	-7,89	2,64	-9,21				w	
314	7,70	23,12	4,20	-7,44	10,48	-20,32	1,80	2,70	-2,80	12,59	-1,69	14,22	3,62	1,36	3,69	-5,78	-1,24	-3,1	9,79	-36,67					
315	0,00	30,00	0,00	5,00	0,00	-16,67	0,00	35,00	11,11	0,00	0,86	31,38	-13,89	8,33	-0,11	-5,71	-13,89	8,33	1,66	-12,88					w
316	6,54	24,14	11,52	19,41	-11,80	6,31	-14,30	-3,30	6,67	-2,38	16,13	11,94	0,00	0,00	15,67	-53,47	11,52	3,03	8,36	-11,59	w		w		
317	17,00	1,80	23,70	2,10	-6,31	-0,01	-19,03	-1,72	-3,70	-0,10	-1,94	-0,22	-6,96	-0,44	-3,28	0,11	0	-2,13	-5,52	-0,05	s	S	S		
318	6,70	24,73	5,40	-16,56	-0,03	-6,63	-0,02	-1,08	4,44	-2,23	-4,43	19,73	-0,65	3,26	0,71	-1,63	1,57	5,49	1,16	-4,41					
319	-10,00	9,30	-10,87	6,94	-15,32	5,05	-9,07	1,20	7,71	-1,96	-3,53	-0,50	-0,47	10,25	-1,23	7,46	-17,86	-7,14	-1,53	-0,24			SS		
320	10,85	17,16	5,84	1,78	-10,40	9,20	-3,44	2,65	9,29	-11,43	-0,50	-15,06	3,18	0,79	1,43	-33,79	-2,78	13,89	2,99	-2,06				s	
321	2,74	4,13	4,84	-14,57	-4,30	-4,80	-0,29	1,20	2,45	0,13	0,85	7,19	-5,31	-1,52	-6,66	-17,96	-5,88	-11,76	-10,81	-65,57					
322	19,20	22,50	10,20	61,20	-14,07	-12,78	5,69	-26,85	9,55	-12,54	13,63	-42,93	0,86	1,99	7,67	0,36	-0,24	1,68	-8,78	3,78			W		
323	6,30	18,75	5,60	3,04	-1,04	-5,92	-0,45	-3,09	4,26	1,75	-2,99	36,45	-9,23	-4,17	1,20	-6,93	-6,25	12,5	1,24	-14,57					
324	3,44	11,92	4,93	-1,62	-4,70	-7,50	-4,17	1,07	6,34	-8,41	-0,09	12,61	-0,19	1,27	0,50	-1,74	1,47	-2,32	7,45	-27,15					
325	7,10	26,92	8,30	-21,53	1,23	-8,33	0,32	-0,86	5,96	-5,96	-8,14	21,81	-7,93	-8,73	0,15	-3,23	-5,56	-2,78	0,99	-9,05	w	S			
326	19,40	15,91	11,40	-56,00	-0,05	-4,27	0,63	9,17	2,27	-7,41	2,33	-39,62	6,62	-0,88	1,82	-10,74	-1,67	4,17	-8,42	8,76		s	W		
401	7,70	8,10	4,20	-44,45	-3,15	4,17	-0,60	18,82	0,45	-7,27	-3,48	41,94	-0,26	-6,32	-0,01	2,65	0	10,53	0,52	-11,1			s	w	
402	3,77	32,37	14,89	57,60	-7,63	-9,57	-6,00	-16,72	13,33	0,00	12,78	0,76	-10,77	2,56	20,75	-52,12	-7,24	-1,36	19,8	-58,93			w		
403	-11,00	11,30	-6,90	-0,10	-0,80	-1,61	2,15	5,17	8,95	-2,68	2,81	-10,26	-2,35	8,04	-6,13	0,45	0	-2,22	2,58	6,65					
405	15,95	13,90	10,10	13,60	-4,55	2,28	-3,13	8,19	0,00	0,00	-8,29	26,84	-1,10	-2,57	-0,83	0,96	11,25	6,25	15,6	-18,72			s	W	
406	9,10	20,50	6,70	14,55	-1,96	-9,79	-3,00	-14,78	0,00	7,15	-3,39	46,79	-2,86	-17,14	0,00	-2,50	5,38	-13,85	1,99	13,8			s		
407	14,30	26,17	3,00	24,79	-14,30	-0,54	-3,00	14,00	13,33	-10,39	0,48	22,91	-2,05	-1,79	-0,24	2,78	-3,26	-5,13	3,49	-16,68		S			W
410	5,90	20,34	1,40	-4,45	1,79	-4,95	-0,47	-3,48	1,40	9,79	-0,77	12,43	0,00	0,00	-0,53	1,55	0	0	0,93	-4,25	w		s		
411	19,79	18,78	30,91	14,17	-19,69	-1,67	-27,90	3,27	18,52	-5,10	-1,71	-16,28	3,70	-1,39	-1,21	-21,86	0,67	-1,01	30,72	-8,13	w	S	s	s	
412	10,40	12,30	23,30	8,20	-7,74	-5,27	2,68	-2,81	0,56	-4,21	-7,21	-8,79	-1,47	2,25	-8,38	-2,26	1,82	0	-10,49	1,28			s	s	
413	-7,61	11,71	53,41	1,68	10,18	-3,41	-16,19	1,52	6,52	-2,01	17,41	-6,61	2,00	7,38	13,08	0,29	-7,26	6,81	10,69	6,18	w		w		
414	-16,70	0,00	-29,70	0,00	-4,27	0,00	16,00	0,00	-0,36	3,33	10,51	0,03	4,45	3,33	29,24	0,03	10,43	2,04	5,35	0,26	s	w	W	w	
415	7,70	5,80	4,70	-23,13	2,30	19,20	-3,90	14,80	6,67	-16,67	-0,63	5,24	-3,33	6,66	-9,13	2,59	-2,35	2,75	1,02	-6,96	w		w	s	w
416	10,37	24,64	18,35	-27,14	-3,95	-8,08	-6,01	-2,41	12,28	-7,27	7,47	-14,62	6,50	-2,90	-6,70	-1,84	2,44	0	5,27	-4,42	w	s			SS
417	7,13	6,44	56,12	1,74	1,08	0,40	-2,05	4,81	7,38	-1,47	13,21	-2,69	11,15	-0,77	24,95	4,96	-3,14	2,09	-35,33	4,97	W				
418	22,45	17,25	47,96	23,51	-5,91	-5,85	-9,41	10,46	6,82	8,67	16,44	-11,33	-4,04	3,24	-0,07	3,03	-11,37	-1,34	-6,72	-1,75					
501	0,00	33,90	0,00	-3,43	0,00	-4,73	0,00	-15,85	16,67	0,00	0,81	20,03	16,67	0,00	0,81	-0,23	12,5	-4,17	5,43	-10,57	w		w		
502	-9,09	29,83	-0,11	-4,58	0,00	-7,10	0,00	-6,47	12,50	0,00	14,04	-2,66	12,50	0,00	14,04	-10,34	20	0	12,82	-17,53	w		w		SS
503	-7,00	19,10	-11,50	24,80	22,71	-3,39	0,02	8,02	-11,71	-11,71	-2,17	5,02	0,19	-4,57	0,96	8,60	-2,6	-7,36	5,13	-27,87		S			W
504	5,45	21,36	0,99	4,25	-0,91	10,45	3,40	8,69	4,24	-5,45	-4,28	11,20	0,00	0,00	0,00	-1,57	-4,71	3,27	-16,61					w	
505	-5,77	23,46	33,13	8,71	11,84	-13,95	-8,21	-12,92	2,29	-3,66	7,64	-17,28	12,46	-2,61	22,14	-3,87	9,7	2,73	29,58	20,42	W	s	w	s	
506	-12,04	9,99	7,87	3,19	-4,35	-2,90	10,59	-0,39	16,96	1,79	5,50	-1,51	10,71	1,79	17,72	-69,98	12,5	0	14,75	-51,09	w		WW	S	
507	5,40	18,37	30,26	27,13	-6,53	-4,73	-18,80	-8,17	0,24	-1,96	-6,98	1,76	-8,52	4,37	-25,92	18,16	-6,35	0,18	-20,26	5,66			S	w	
508	17,40	17,40	9,90	6,30	1,35	-4,90	-3,71	-0,99	12,50	-6,25	-4,60	-5,19	4,93	6,25	-0,87	0,12	-8,92	21,74	13,98	19,18	W		s		
509	2,75	26,66	3,38	-13,93	9,57	-7,10	-2,01	8,25	-1,29	3,85	-0,84	8,51	7,69	0,00	0,56	-1,40	14,53	-20,51	3,48	-17,32					
510	0,80	19,00	24,80	8,80	-4,02	3,06	-38,79	21,34	3,25	-22,07	-4,24	-43,54	2,91	-4,23	-20,41	-2,66	-3,7	0	2,35	-0,49			s	s	
511	3,60	17,40	0,30	21,90	1,16	-3,15	-0,49	-28,38	8,86	-5,26	11,20	-6,92	-3,45	0,00	-24,73	-0,24	-11,05	3,85	-42,2	10,81	w	s			s
512	-0,90	20,40	13,99	13,84	3,19	-11,07	-13,30	23,64	-3,58	-4,76	10,54	-6,94	-7,47	4,33	4,18	-6,39	4,68	1,47	2,9	5,74			w		

SPO II rzędu	zmiana w latach 2003-1998				zmiana w latach 2008-2003				zmiana w latach 2013-2008				zmiana w latach 2019-2013				zmiana w latach 2023-2019				kierunki zmian w latach 1998-2023			
	udział w liczbie		udział w pokryciu		udział w liczbie		udział w pokryciu		udział w liczbie		udział w pokryciu		udział w liczbie		udział w pokryciu		udział w liczbie		udział w pokryciu		udział w liczbie		udział w pokryciu	
	Quercus-Fageteta	Vaccinio-Piceeteta	Quercus-Fageteta	Vaccinio-Piceeteta	Quercus-Fageteta	Vaccinio-Piceeteta	Quercus-Fageteta	Vaccinio-Piceeteta	Quercus-Fageteta	Vaccinio-Piceeteta	Quercus-Fageteta	Vaccinio-Piceeteta	Quercus-Fageteta	Vaccinio-Piceeteta	Quercus-Fageteta	Vaccinio-Piceeteta	Quercus-Fageteta	Vaccinio-Piceeteta	Quercus-Fageteta	Vaccinio-Piceeteta	Quercus-Fageteta	Vaccinio-Piceeteta	Quercus-Fageteta	Vaccinio-Piceeteta
513	12,15	10,23	12,12	16,95	-7,18	-8,93	-3,87	0,96	9,53	-4,76	29,03	3,26	-2,51	8,26	-15,02	-7,09	8,47	8,58	-32,52		s	w	w	
514	b.d.	b.d.	b.d.	b.d.	-1,40	0,50	2,89	-2,80	1,86	-11,86	-5,35	-9,69	-0,66	-1,19	-0,07	-2,23	0,84	-10,75	9,09	6,12		s	s	
515	9,10	27,30	6,70	20,00	6,03	-10,63	13,33	-3,33	-6,66	-3,34	-6,66	-3,34	6,67	-1,67	1,67	3,96	10,77	-7,31	13,24	-6,43	S			
516	1,82	21,36	26,52	6,09	-0,95	-6,43	-18,60	27,81	7,27	-7,52	6,19	-45,98	-3,09	3,40	-2,45	-18,51	-5,41	6,35	6,51	9,61				
601	5,22	4,55	14,13	3,07	-6,75	8,23	-9,85	11,33	9,29	-3,16	-5,05	55,57	4,12	-1,30	0,39	-1,08	6,48	-0,57	2,87	-25,53	w	s	w	
602	4,90	18,80	15,60	14,00	-0,64	2,29	-3,42	1,14	6,38	-8,99	-9,78	-10,51	-7,34	-1,28	-0,71	-21,12	-6,58	5,92	-4,7	-43,34		S	s	
603	12,50	10,00	1,70	11,35	-1,39	5,56	-0,06	0,60	0,00	0,00	-1,44	-2,03	-5,56	5,56	0,00	0,50	-4,17	12,5	1,05	12,73				
604	5,95	23,16	1,68	-20,42	-4,94	2,09	-1,07	4,53	7,77	1,11	0,06	8,18	-0,96	4,29	0,31	-17,05	1,5	1,13	1,46	-11,57	WW	w		
605	-13,50	18,30	9,01	-51,99	-4,83	-4,13	-6,53	-8,25	4,04	5,47	-2,78	10,01	-3,58	17,85	-6,30	-20,21	0	8,57	1,85	-3,53	w	s		
606	1,63	19,97	1,57	8,17	-2,42	7,88	-0,57	5,09	6,62	-9,93	-0,28	3,91	-12,50	-10,42	-1,13	-13,34	3,57	-5,95	14,17	-5,24	s	s	w	
607	7,73	18,52	22,28	23,03	-0,73	4,17	-2,78	10,13	12,61	-5,04	11,04	-9,18	0,00	2,94	-9,52	7,38	-0,64	-1,67	-12,7	-0,93				
608	12,63	11,80	31,91	1,90	-4,36	-6,54	10,73	-1,26	8,99	-1,09	-12,43	-0,60	0,38	4,17	7,00	0,04	-2,12	10	-1,88	25				
609	2,50	32,50	7,49	-12,23	-4,17	-20,83	-0,44	-4,45	7,05	-3,21	9,04	-3,81	6,29	2,10	2,44	-18,19	6,29	-5,59	-6,75	-5,26	w		SS	
610	20,24	20,24	22,23	41,37	-5,00	7,00	-11,14	-3,05	8,00	-8,00	5,87	1,67	5,78	-1,93	5,63	5,22	5,56	-3,7	0,24	-2,38	w	s	w	
611	11,82	0,64	38,23	0,95	4,48	3,64	3,00	0,49	-0,19	-1,77	5,64	-1,48	-8,95	-2,24	12,12	-0,47	-12,1	-2,61	-11,01	13,2	s	s	W	
612	4,40	0,00	-12,60	0,00	-0,62	12,50	1,51	7,75	8,62	-4,50	26,55	-3,44	12,00	-4,00	9,87	0,33	0,25	-2,63	10,53	-1,6	w	s	W	
613	-9,09	63,64	-0,30	5,76	20,00	-40,00	7,69	-15,38	20,00	0,00	32,31	-24,62	6,67	6,67	-6,67	0	-33,33	0	-33,33	w		w	S	
614	7,09	1,06	1,60	-9,84	-18,20	4,50	-1,70	-4,19	7,14	-7,14	0,61	13,85	7,14	-3,29	0,61	-0,60	5,26	1,31	3,21	-17,25	w	s	w	
615	8,19	4,95	5,51	-26,77	-3,80	2,80	-10,41	9,60	1,02	-2,13	-0,28	25,96	-1,82	1,73	-0,87	4,14	-1,97	1,76	-2,89	4,62		S	W	
616	5,72	7,95	11,83	-42,84	-4,90	-2,57	-1,85	8,75	6,93	-1,78	-8,56	-2,89	-6,05	-0,15	-3,59	12,78	-10,53	0	19,89	-9,5	s	s		
617	12,00	0,17	5,90	-21,83	-7,83	6,17	-5,34	-1,23	7,83	-2,17	-0,01	9,99	6,89	3,85	-0,15	-3,06	3,7	-7,41	5,91	-12,39	w	s		
618	7,70	30,73	5,20	-10,55	-0,01	0,04	-0,61	-5,87	11,06	-24,04	-3,76	16,18	0,25	0,00	0,11	-0,44	-4,81	8,65	1,13	-17,72				
619	5,83	25,00	4,97	13,59	-4,44	5,56	-2,50	10,47	5,55	0,00	-2,25	-15,79	3,42	-5,98	0,02	2,70	7,31	-16,54	2,84	-7,56	w			
620	10,40	7,80	0,60	12,50	-3,02	-3,19	0,95	-4,44	2,60	0,43	-9,91	22,08	1,67	1,86	-15,86	18,42	2,8	-0,24	-8,76	-0,87	w	s		
621	5,61	23,62	8,30	-4,92	-4,21	-19,43	-0,28	-2,18	13,13	6,06	16,17	-7,37	2,22	-6,67	8,19	-8,16	-7,5	-8,75	-12,87	-5,44			SS	
622	12,31	27,31	18,04	63,03	-4,21	-8,68	-0,07	-2,07	3,26	2,25	-2,83	-33,35	11,91	-14,29	8,04	-4,09	10,5	-7,56	-5,05	0,33	w		s	
623	12,50	16,45	6,70	-22,33	-5,83	-4,17	-5,14	-11,55	1,66	8,34	-1,46	32,93	-13,89	-2,77	-0,07	-1,89	-4,04	1,01	2,11	2,11		s		
624	14,30	19,60	5,40	-9,94	-0,01	0,04	-4,26	3,76	-8,41	-33,61	-1,02	-0,89	-4,12	-26,47	-0,37	-3,89	5,38	-3,85	1,33	4,28	s	s	s	
625	11,09	27,73	10,79	66,96	-11,09	-5,51	-2,88	-1,95	9,72	-13,89	-0,35	-4,69	0,00	0,00	6,72	-7,35	2,24	-1,92	9,91	-26,53			S	
626	6,15	26,34	13,94	44,98	-5,62	-1,74	6,65	-11,30	8,14	-4,78	-14,73	-24,86	5,27	5,26	0,55	3,42	-1,05	0,35	6,53	9,95				
627	3,14	14,99	7,79	-3,85	0,82	-2,29	-3,50	2,10	4,77	4,76	-3,32	38,59	-3,10	-6,21	-26,85	10,22	5,69	3,68	-11,49	6,24	w		S	
701	0,00	5,00	0,00	-1,32	0,00	-10,00	0,00	-1,03	16,67	-11,67	0,20	1,84	9,53	8,33	0,11	-0,26	1,95	4,55	3,43	-11,34	w		w	
702	-3,23	35,03	-5,38	36,66	-7,09	-8,04	0,25	-9,68	11,11	0,00	27,51	-15,79	0,00	0,00	29,33	-28,52	6,35	-12,7	26,68	-45,53			W	
703	10,60	8,50	1,00	-7,00	4,20	4,55	-0,57	4,80	1,39	-9,03	7,95	-0,83	-6,56	-5,05	17,74	-3,88	-6,74	-7,92	22,82	4,44	w	s	w	
704	6,00	14,00	14,50	-1,90	14,44	-18,89	14,29	-5,62	11,81	1,39	3,26	-0,38	10,80	-5,68	1,44	-1,85	8,39	1,05	-17,64	6,51	WW		W	
705	-10,37	7,83	-15,27	24,73	8,47	3,60	4,09	-9,82	4,10	6,15	13,38	2,67	-5,59	0,70	-5,59	0,70	2,1	-6,99	2,1	-6,99		W		
706	4,35	8,70	9,15	19,40	-8,81	-3,34	-2,40	-2,94	7,14	-7,15	9,55	-3,37	1,43	2,38	5,17	-12,20	-0,77	-6,41	3,52	-16,89		w	S	
707	-0,02	11,08	8,93	-23,24	5,58	5,59	11,27	-8,42	5,55	-11,11	-18,97	33,10	3,33	2,78	-0,05	1,11	-2,22	8,33	19,72	-24,35	w			
708	2,07	10,80	3,29	40,58	1,27	10,87	6,34	14,12	6,86	-12,26	-7,30	27,26	1,31	1,63	1,77	3,16	-6,09	-14,87	6,72	-23,78	W		W	
801	-1,50	9,15	3,57	-10,53	0,31	-10,04	-1,35	-1,88	-5,06	-17,86	-2,75	10,97	-3,13	0,00	-0,97	1,19	3,13	0	4,07	-22,62		s		
802	8,69	7,24	32,48	39,17	-5,84	-2,87	-9,77	-0,90	4,41	-2,80	8,38	12,80	-6,81	-4,06	-10,61	-1,26	0,97	-0,72	-9,55	-16,22	S			
803	6,20	8,60	5,50	26,10	-14,30	1,40	-4,27	1,38	15,26	-4,74	9,23	-1,22	-3,36	1,81	35,93	-40,85	1,38	3,22	34,9	-53,69		w	s	
804	-1,00	7,20	3,20	8,60	4,29	2,86	4,65	-1,24	7,89	-2,63	11,13	3,95	1,81	-1,97	-10,63	11,28	5,4	1,14	-18,36	16,98	W		w	
805	-1,72	8,20	10,01	18,80	1,72	-0,62	4,02	7,43	2,96	-0,33	16,84	9,92	-1,39	-1,26	-7,08	6,39	4,15	-2,06	-13,79	-14,83	S	w	W	
806	0,60	8,28	15,83	13,79	-2,78	1,61	3,00	9,09	11,58	-1,25	5,50	-0,19	4,63	0,14	-13,36	-3,78	-4,17	0,8	-21,31	-8,54		w	s	
807	2,49	6,04	21,64	12,81	-8,19	-1,15	-1,49	6,93	5,82	-0,28	-3,61	7,58	1,51	-0,94	-1,47	-17,38	1,31	0,65	15,56	-18,98	w	s	s	

SPO II rzędu	zmiana w latach 2003-1998				zmiana w latach 2008-2003				zmiana w latach 2013-2008				zmiana w latach 2019-2013				zmiana w latach 2023-2019				kierunki zmian w latach 1998-2023			
	udział w liczbie		udział w pokryciu		udział w liczbie		udział w pokryciu		udział w liczbie		udział w pokryciu		udział w liczbie		udział w pokryciu		udział w liczbie		udział w pokryciu		udział w liczbie		udział w pokryciu	
	Quercus-Fagetea	Vaccinio-Piceetea	Quercus-Fagetea	Vaccinio-Piceetea	Quercus-Fagetea	Vaccinio-Piceetea	Quercus-Fagetea	Vaccinio-Piceetea	Quercus-Fagetea	Vaccinio-Piceetea	Quercus-Fagetea	Vaccinio-Piceetea	Quercus-Fagetea	Vaccinio-Piceetea	Quercus-Fagetea	Vaccinio-Piceetea	Quercus-Fagetea	Vaccinio-Piceetea	Quercus-Fagetea	Vaccinio-Piceetea	Quercus-Fagetea	Vaccinio-Piceetea	Quercus-Fagetea	Vaccinio-Piceetea
808	-0,10	2,90	-2,30	17,50	-0,09	2,24	1,31	1,94	7,63	-1,46	20,81	-1,85	7,03	0,26	17,61	-16,45	2,04	-2,04	5,41	-19,53	w		W	s
809	-0,02	11,08	-47,84	31,85	5,58	12,99	-17,18	15,59	11,11	-11,11	5,33	-13,53	-1,11	2,78	-19,55	4,96	4,44	2,78	6,15	-0,38				
810	-3,91	14,87	6,29	23,68	2,95	14,68	2,08	14,53	8,67	-20,13	-5,13	-11,45	4,10	-1,17	5,17	-1,57	-1,63	-1,63	7,7	4,7	w	s		
811	-4,16	8,22	-47,91	33,80	3,74	-2,11	-6,48	-11,19	-1,10	-4,88	-2,50	7,71	6,33	1,95	-6,95	8,91	-2,46	1,65	-2,96	-4,87			SS	
812	0,00	7,70	-2,10	24,10	-1,76	3,02	4,71	-10,74	11,56	-2,22	28,85	-13,85	4,15	1,48	1,77	-1,14	2,69	-0,34	-12,17	10,04	w		w	s
813	-16,92	17,01	-33,65	15,33	0,43	-4,38	-16,20	-0,20	0,12	-7,57	-2,91	-8,83	0,00	0,00	-5,94	-0,74	1,33	4,78	2,61	4,8	s		S	s
814	-1,14	19,32	-29,46	18,65	-1,39	1,39	-1,05	0,99	3,89	-8,89	-5,50	23,56	0,71	1,43	-0,85	9,87	5,71	4,76	5,63	-14,94	w		S	W
815	-7,75	5,81	2,21	6,09	-3,39	4,04	-0,29	5,65	8,77	-4,15	-4,36	9,47	4,64	-1,87	1,32	-0,07	1,75	-3,61	-4,48	-11,4	w	s		w
816	-1,21	9,12	11,17	45,48	-6,07	4,06	-7,30	5,70	9,60	-4,91	2,93	14,88	6,88	-4,00	2,95	5,10	-2,44	0	-0,43	-17,04				W
817	18,16	8,60	12,98	32,20	-1,23	4,56	-2,29	2,62	3,98	-2,35	1,98	25,27	-0,26	-2,09	-8,51	8,60	2,67	-1,47	-9,5	-2,87	s			W
818	3,06	8,15	12,03	31,07	-5,39	3,48	-9,18	13,61	4,65	-2,33	8,14	-0,30	-5,02	1,45	-9,97	0,48	3,13	2,21	-3,35	-5,9				
819	7,10	20,00	0,70	-17,27	-1,84	-2,63	-0,08	-10,83	11,41	-9,87	6,60	1,35	1,29	2,88	-4,42	18,00	2,01	4,52	2,65	6,06	w			w

Uwaga: zaznaczono jedynie wzrost (WW, W, w) lub spadek (SS, S, s) przez 5 okresów (podwójne duże litery), oraz przez kolejne 4 (duże litery) lub kolejne 3 (małe litery) okresy.

Tabela 9.2.11. Liczebność powierzchni o określonej dynamice zmian udziału gatunków charakterystycznych klas *Quercus-Fagetea* i *Vaccinio-Piceetea* w latach 1998-2023 w krainach przyrodniczo-leśnych

Kraina p-I	Udział gatunków charakterystycznych dla	Proces (wg liczby gatunków)							Proces (wg pokrywania gatunków)						
		wzrost - 5 okresów	wzrost - 4 okresy	wzrost - 3 okresy	spadek - 5 okresów	spadek - 4 okresy	spadek - 3 okresy	brak lub fluktuacje	wzrost - 5 okresów	wzrost - 4 okresy	wzrost - 3 okresy	spadek - 5 okresów	spadek - 4 okresy	spadek - 3 okresy	brak lub fluktuacje
Bałtycka	<i>Quercus-Fagetea</i>	1	1	6			1	14	1	1	2			4	15
	<i>Vaccinio-Piceetea</i>		1	1		4	4	13	1		3		1	2	16
Mazursko-Podlaska	<i>Quercus-Fagetea</i>			2	1		1	11		3	4			1	7
	<i>Vaccinio-Piceetea</i>			3		1	2	9			3		1	5	6
Wielkopolsko-Pomorska	<i>Quercus-Fagetea</i>		2	4			1	18	1	3	2	1	2	2	14
	<i>Vaccinio-Piceetea</i>		1			4	2	18		1	5			3	16
Mazowiecko-Podlaska	<i>Quercus-Fagetea</i>		1	5			1	8		1	2			7	5
	<i>Vaccinio-Piceetea</i>			1		2	1	11		2	3	1		2	7
Śląska	<i>Quercus-Fagetea</i>		2	4				10	1		5		1	2	7
	<i>Vaccinio-Piceetea</i>					2	4	10		2	2	1	1	4	6
Małopolska	<i>Quercus-Fagetea</i>			11			2	14		2	4		3	7	11
	<i>Vaccinio-Piceetea</i>	1		1			8	17		2	2	2	2	2	17
Sudecka	<i>Quercus-Fagetea</i>	1	1	3				3		2	3				3
	<i>Vaccinio-Piceetea</i>		1				1	6		1			3		4
Karpacka	<i>Quercus-Fagetea</i>		1	7				11		1	5	1	2	2	8
	<i>Vaccinio-Piceetea</i>					2	5	12		4	4			5	6

Tabela 9.2.12. Liczebność powierzchni o określonej dynamice zmian udziału gatunków charakterystycznych klas *Quercus-Fagetea* i *Vaccinio-Piceetea* w latach 1998-2023 w podziale na grupy zbiorowisk

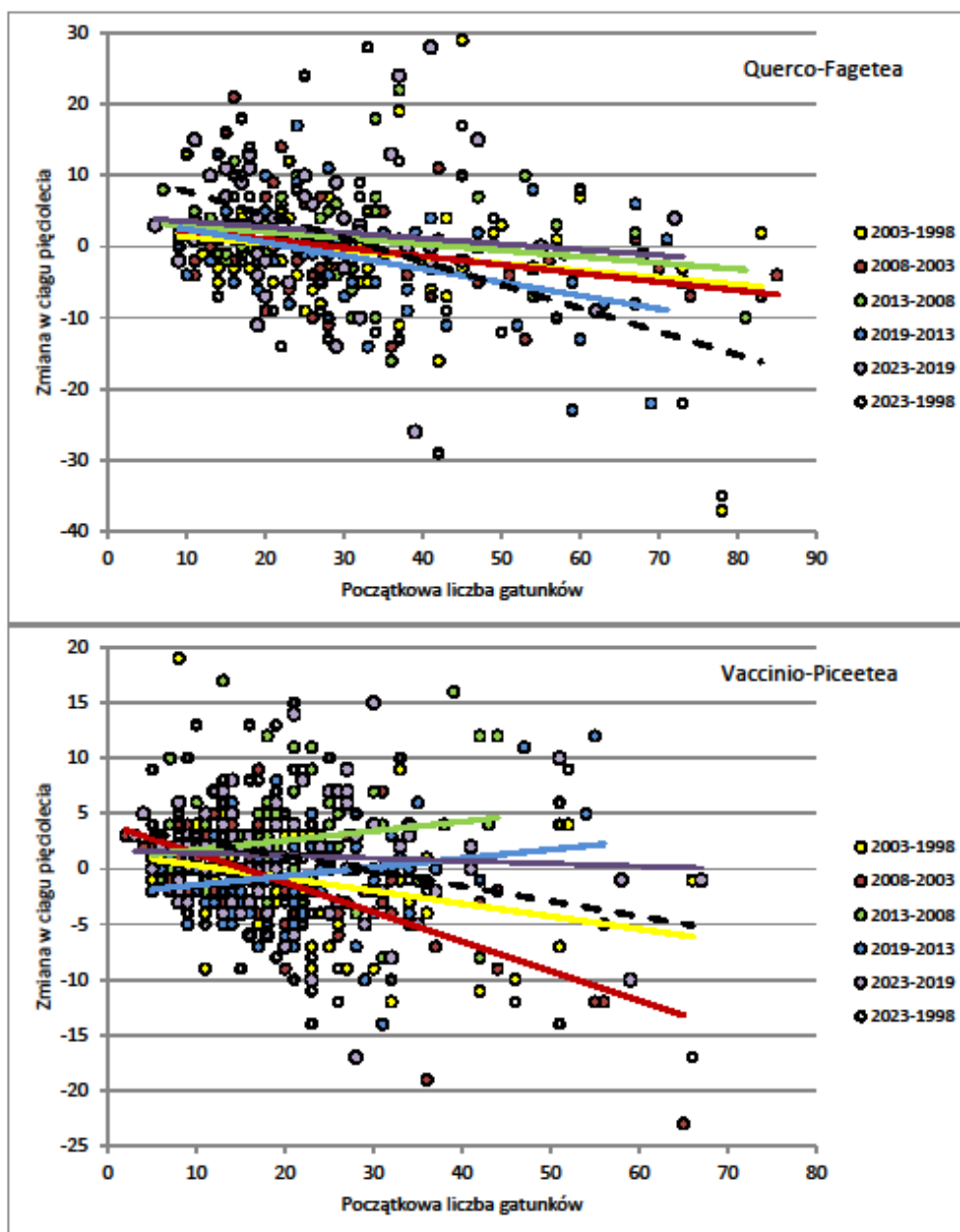
Grupy zbiorowisk	Udział gatunków charakterystycznych dla klas	Proces (wg liczby gatunków)							Proces (wg pokrywania gatunków)						
		wzrost - 5 okresów	wzrost - 4 okresy	wzrost - 3 okresy	spadek - 5 okresów	spadek - 4 okresy	spadek - 3 okresy	brak lub fluktuacje	wzrost - 5 okresów	wzrost - 4 okresy	wzrost - 3 okresy	spadek - 5 okresów	spadek - 4 okresy	spadek - 3 okresy	brak lub fluktuacje
<i>Quercus-Fagetea</i> razem	<i>Quercus-Fagetea</i>	1	5	14	1		5	27	2	9	12		4	7	19
	<i>Vaccinio-Piceetea</i>		2	3		6	10	32		4	9		5	13	22
<i>Quercetea roboretraeae</i> razem	<i>Quercus-Fagetea</i>			2				4		1	2			1	2
	<i>Vaccinio-Piceetea</i>					1	2	3		1	1				4
<i>Vaccinio-Piceetea</i> razem	<i>Quercus-Fagetea</i>	1	3	26			1	56		3	13	2	4	16	49
	<i>Vaccinio-Piceetea</i>	1	1	3		8	14	60		7	12	4	3	10	51

Tabela 9.2.13. Liczba wystąpień gatunków chronionych (tylko rośliny naczyniowe) w poszczególnych latach

Gatunek	1998	2003	2008	2013	2019	2023
<i>Aquilegia vulgaris</i>	1	0	0	0	0	1
<i>Arctostaphylos uva-ursi</i>	0	0	0	0	0	1
<i>Aruncus sylvestris</i>	1	0	0	1	1	1
<i>Blechnum spicant</i>	3	3	2	2	2	2
<i>Carex arenaria</i>	0	1	1	1	1	3
<i>Centaurium erythraea</i>	0	0	0	0	0	1
<i>Cephalanthera rubra</i>	0	0	1	0	0	0
<i>Chimaphila umbellata</i>	9	4	5	6	4	4
<i>Daphne mezereum</i>	1	2	3	3	2	3
<i>Dianthus arenarius</i>	1	0	0	0	0	0
<i>Digitalis grandiflora</i>	0	0	1	1	1	1
<i>Diphasiastrum complanatum</i>	2	2	1	0	0	0
<i>Epipactis atrorubens</i>	3	3	2	2	2	0
<i>Epipactis helleborine</i>	1	1	1	3	3	1
<i>Epipactis purpurata</i>	0	0	0	1	0	0
<i>Galanthus nivalis</i>	1	1	1	0	1	1
<i>Gentiana asclepiadea</i>	0	0	5	6	6	5
<i>Goodyera repens</i>	2	1	2	4	3	4
<i>Huperzia selago</i>	2	1	1	1	1	0
<i>Ledum palustre</i>	1	1	1	1	0	1
<i>Lilium martagon</i>	1	2	2	3	3	3
<i>Listera ovata</i>	0	0	0	1	1	0
<i>Lonicera periclymenum</i>	1	0	0	0	0	0
<i>Lycopodium annotinum</i>	1	3	4	5	5	4
<i>Lycopodium clavatum</i>	2	3	2	4	2	2
<i>Melittis melissophyllum</i>	2	0	4	3	1	2
<i>Moneses uniflora</i>	0	0	0	0	0	1
<i>Neottia nidus-avis</i>	1	1	1	3	1	0
<i>Platanthera bifolia</i>	3	1	0	3	2	2
<i>Polystichum aculeatum</i>	0	0	0	1	1	1
<i>Polystichum braunii</i>	0	1	1	0	0	0
<i>Primula elatior</i>	0	1	1	0	0	0
<i>Pulsatilla pratensis</i>	1	0	0	0	0	0
<i>Pyrola chlorantha</i>	0	0	0	0	0	1
<i>Pyrola minor</i>	0	0	0	0	0	1
<i>Rubus chamaemorus</i>	2	0	0	0	0	1
<i>Scilla bifolia</i>	0	0	0	1	0	1
<i>Sorbus intermedia</i>	2	1	3	3	5	5
<i>Sorbus torminalis</i>	0	0	1	1	0	0
<i>Trollius europaeus</i>	0	0	0	1	0	0

Tabela 9.2.14. Chronione rośliny naczyniowe, zarejestrowane w latach 1998, 2003, 2008, 2013, 2019 i 2023 na tych samych powierzchniach

Gatunki	Numer SPO II rzędu					
	206	212	213	509	617	701
<i>Blechnum spicant</i>						X
<i>Chimaphila umbellata</i>			X		X	
<i>Daphne mezereum</i>	X					
<i>Goodyera repens</i>			X			
<i>Lilium martagon</i>		X				
<i>Lycopodium annotinum</i>					X	
<i>Sorbus intermedia</i>				X		



Rycina 1. Zależność między wyjściową liczbą gatunków runa (zmienna niezależna) a zmianą liczby gatunków w pięciu okresach pięcioletnich (zmienna zależna) dla grup powierzchni reprezentujących dwie grupy zbiorowisk: z klasy *Querco-Fagetum* (rycina górna) i z klasy *Vaccinio-Piceetum* (rycina dolna). Model liniowy $y=ax+b$. Parametry modeli poniżej:

	<i>Querco-Fagetum</i>			<i>Vaccinio-Piceetum</i>		
	a	b	R ²	a	b	R ²
2003-1998	-0.0964	2.4263	0.0329	-0.1361	3.8927	0.037
2008-2003	-0.1199	3.4437	0.0981	-0.2658	4.0734	0.4181
2013-2008	-0.0875	3.8424	0.0462	0.0849	0.8819	0.0309
2019-2013	-0.1864	4.3093	0.1599	0.0798	-2.2305	0.0479
2023-2019	-0.0789	4.3332	0.0181	-0.0239	1.6881	0.0029
razem 2023-1998	-0.3278	11.037	0.169	-0.1361	3.8927	0.037

9.3. Poziome zróżnicowanie runa powierzchni monitoringowych w roku 2023 oraz zmiany w latach 1998-2023

9.3.1. Wprowadzenie

W obrębie zbiorowisk leśnych runo nie jest jednorodne, lecz zróżnicowane na fragmenty tworzące układ odrębnych mikropowierzchni różniących się dominacją poszczególnych gatunków i form życiowych. Takie poziome zróżnicowanie runa jest jedną z ważniejszych charakterystyk strukturalnych fitocenz leśnych. Z jednej strony wpływa ono na przestrzenne zróżnicowanie przebiegu różnych procesów, takich jak m.in. produkcja materii organicznej i jej rozkład, a z drugiej zależy od struktury drzewostanu, wpływającej na ilość światła dochodzącego do dna lasu. Może być także indykatorem mikrozmóżnicowania siedliskowego (w szczególności topograficznego, żyznościowego i wilgotnościowego). Jednym ze sposobów opisu poziomego zróżnicowania runa jest wyróżnianie, analiza i typologia synuzjów. Pod terminem synuzjum rozumie się zgrupowanie w obrębie jednej warstwy zbiorowiska, gatunków charakteryzujących się zbliżoną formą życiową i podobnymi wymaganiami ekologicznymi. Synuzja uważa się czasem za podstawowe jednostki przestrzenne oraz funkcjonalno-czasowe w obrębie fitocenozy (Mavriscev 1980; Gillet 1986; Julve, Gillet 1994).

9.3.2. Zakres i metody obserwacji terenowych. Kierunki analizy materiału

Strukturę poziomą runa analizowano na powierzchni 100 m kw. (10 m x 10 m), podzielonej na 25 kwadratów wielkości 4 m kw. Dla każdego z kwadratów wykonano uproszczone zdjęcie fitosocjologiczne, uwzględniając krzewy, rośliny runa i warstwę mchów i porostów. Na tej samej powierzchni 100 m kw., podzielonej na 100 kwadratów jednometrowych określano dodatkowo (za pomocą prostych kodów literowych) dominujące formy gatunków, stosując przy tym następujące oznaczenia: A - brak roślin (powierzchnia bez roślin powyżej 95 %); B - mchy; C - porosty; D - gatunki o pokroju trawiastym; E - dwuliścienne zielne; F - krzewinki; G - siewki drzew; H – paprocie i widłaki.

Analiza zebranego materiału obejmowała określenie zróżnicowania poszczególnych powierzchni oraz dominującego typu synuzjum w roku 2023 i porównania z wartościami z lat 1998, 2003, 2008, 2013 i 2019.

9.3.3. Wyniki

Zróźnicowanie poziome runa w roku 2023

W roku 2023 pośród 148 analizowanych powierzchni na 61 dominowały synuzja z przewagą mchów lub mszysto-krzewinkowe (wzrost o 10 w porównaniu do roku 2019, ale o 7 mniej niż w roku 1998), na 32 - budowane przez dwuliścienne rośliny zielne (niewielki spadek o 3 w porównaniu do roku 2019 i wzrost o jedną powierzchnię w porównaniu do roku 1998), na 24 – z całkowitą dominacją krzewinek (wzrost o 4 w porównaniu do poprzedniego okresu i silny wzrost o 16 w porównaniu do roku 1998), na 12 – synuzja trawiaste (spadek o 2 w stosunku do roku 2019 i spadek o 14 w stosunku do roku 1998). Tylko 13 powierzchni (wobec 24 w 2019 r. i 14 w 1998 r.) charakteryzowało się prawie całkowitym brakiem runa. Pozostałe powierzchnie miały odmienny charakter; na dwóch z nich dominowały siewki drzew, a na czterech – paprotniki (tab. 9.3.1). Liczba typów synuzjów (przy uwzględnieniu typów pośrednich), występujących na powierzchni 100 m kw. wahała się od 1 do 28, średnio prawie 8, choć najczęściej występowały wartości 6 i 7 (razem 38 wystąpień). Reprezentowały one od 1 do 7 (z 8 możliwych) typów głównych, przy czym dominowały powierzchnie, na których wystąpiło 3 typy główne (38) oraz jeden lub dwa typy (odpowiednio 33 i 35 powierzchni).

W roku 2023, podobnie jak w roku 2019, zróźnicowanie poziome runa wykazywało niewielkie odmienności o charakterze regionalnym. Nie obserwuje się – podobnie jak pięć lat wcześniej - żadnego kierunkowego zróźnicowania liczby typów, ani z północy na południe, ani ze wschodu na zachód. Warto tu podkreślić zmianę w udziale synuzjów mszystych. Obecnie są słabo reprezentowane jedynie w krainy Karpackiej, podczas gdy we wcześniejszych terminach obserwacyjnych odgrywały niewielką rolę w krainach: Karpackiej, Sudeckiej i Śląskiej. Obecnie udział synuzjów z bardzo ubogą pokrywą roślinną przekracza 20 % jedynie w krainie Sudeckiej, podczas gdy w roku 2019 przekraczał w krainach: Sudeckiej, Bałtyckiej i Śląskiej. Najbardziej podobne pod względem struktury zróźnicowania synuzjalnego w roku 2019 były krainy Małopolska i Mazowiecko-Podlaska, w których współdominowały synuzja mszyste oraz dwuliścienne zielne, a także Śląska i Bałtycka, charakteryzujące się współdominacją synuzjów mszystych oraz synuzjów bez roślinności. Najbardziej odrębne pod względem udziału powierzchniowego były krainy Sudecka i Karpacka. Obecnie, w roku 2023 obraz jest nieco inny. W dalszym ciągu najbardziej podobne są krainy Bałtycka i Śląska, natomiast pozostałe dzielą się na dwie grupy. Pierwsza obejmuje krainy Wielkopolsko-Pomorską, Małopolską i Sudecką i charakteryzuje się największym (przekraczającym 50%) udziałem synuzjów

mszystych. Druga grupa obejmuje pozostałe trzy krainy, charakteryzujące się bardziej wyrównanym udziałem różnych typów synuzjów (ryc. 9.3.1, tab. 9.3.2).

Szczegółowa analiza wskazuje na występowanie wyraźnych powiązań między dominującym typem synuzjów a grupami zbiorowisk roślinnych. Jak było do przewidzenia wśród zbiorowisk borowych runo ma głównie charakter mszysty (średnio 55% analizowanych kwadratów), przy znaczącym udziale synuzjów krzewinkowych (17%) i dwuliściennych zielnych (prawie 12%). Udział tych ostatnich przewyższa udział synuzjów trawiastych, które zajmowały trzecie miejsce w roku 2019. Inny charakter ma runo lasów liściastych z klasy *Querc-Fagetea*. Dominują w nich synuzja dwuliściennych roślin zielnych (39%), przy znacznym udziale powierzchni o rozrzedzonej pokrywie roślinnej (prawie 21% kwadratów). Jednocześnie wzrosła rola synuzjów mszystych (z 7% w 2019 r. do ponad 13% obecnie). Inny charakter mają powierzchnie reprezentujące zbiorowiska z klasy *Quercetea robori-petreae*. W ich obrębie dominują synuzja trawiaste (41%) oraz mszyste (23%) (tab. 9.3.3).

Zmiany struktury poziomej runa w latach 1998-2003, 2003-2008, 2008-2013, 2013-2019 i 2019-2023

W ciągu pięciu analizowanych pięcioleci struktura pozioma runa uległa różnokierunkowym zmianom. W roku 2003 jedynie 7942 kwadraty (53%) reprezentowały ten sam typ synuzjów (w wąskim ujęciu) co w roku 1998. W wyniku zmian w kolejnym pięcioleciu w roku 2008 7197 kwadratów jednometrowych (czyli 49%) reprezentowało ten sam typ synuzjum co pięć lat wcześniej. Okres 2008-2013 charakteryzował się znacznie mniejszymi zmianami, gdyż aż 10309 (prawie 70%) kwadratów zachowało swój charakter. Natomiast w okresie 2013-2019 zmiany się nasiliły, gdyż jedynie 7759 kwadratów (52%) reprezentowało w 2019 roku ten sam typ, co w roku 2013. Kontynuacją zmian był także okres ostatni, gdyż w roku 2023 jedynie 6235 (42%) kwadratów reprezentowało ten sam typ co w roku 2019.

W sumie w całym rozpatrywanym okresie 1998-2023 niezmienny typ synuzjum wystąpił na 3463 kwadratach – czyli 23% powierzchni (tab. 9.3.4). Jest to najniższa wartość w całym okresie 25 lat, choć nieco tylko niższa niż zgodność w roku 2013, kiedy jedynie 3882 kwadraty wykazywały ten sam charakter synuzjum co w 1998 roku. Taki wynik świadczy o fluktuacyjnym typie zmian poziomego zróżnicowania runa.

W ciągu 25 lat na 49 SPO II rzędu zmiany typu synuzjów w stosunku do roku 1998 objęły co najmniej 95 % całej powierzchni. Najwięcej takich płatów wystąpiło w krainach: Sudeckiej (4 z 8 SPO), Śląskiej (7 z 16 SPO) i Bałtyckiej (10 z 23). Należy tu zauważyć, że w

roku 2013 zidentyfikowano 60 takich powierzchni, a w 2019 r – 30. Wzrosty i spadki ich liczby w ciągu kolejnych okresów obserwacyjnych również świadczą o fluktuacyjnych zmianach struktury runa i częstych powrotach do stanów wcześniejszych.

W okresie 15 lat, między 1998 r. a 2013 r. występowała wyraźna tendencja spadkowa w liczbie powierzchni z dominacją synuzjów mszystych różnego rodzaju, z 68 w 1998 r. poprzez 61, 54 do 43 w roku 2013. Towarzyszył temu wzrost liczby powierzchni z dominacją synuzjów krzewinkowych (z 8 w roku 1998, poprzez 13 i 20 w kolejnych terminach pomiarowych do 26 w roku 2013). Ten, jak się wydawało dobrze zarysowany trend długookresowy, został odwrócony w dwóch ostatnich okresach, gdyż obserwacje z roku 2019 wskazują na obecność 51 powierzchni z dominacją synuzjów mszystych, a z roku 2023 – 61 takich powierzchni. Przez cały rozpatrywany okres 25 lat występowała stale tendencja spadkowa liczby powierzchni z dominacją synuzjów o charakterze trawiastym, z 26 w roku 1998, poprzez 25, 21, 19, 14 do 12 w roku 2023 (ryc. 9.3.2).

Trwałość struktury poziomej runa (zarówno w kolejnych okresach pięcioletnich jak i w całym okresie 1998-2023), wyrażona w kategoriach głównych grup synuzjów, była nieco odmienna w poszczególnych częściach kraju. Największe zmiany nastąpiły w krainach Sudeckiej i Bałtyckiej (trwałość ogólna w stosunku do 1998 r. wynosiła w roku 2023 odpowiednio 14% i 15%) natomiast najmniejsze w krainach Mazowiecko-Podlaskiej, Małopolskiej i Karpackiej (26%, 28% i 31%) (tab. 9.3.5).

Szczegółowa analiza kierunku i natężenia zmian wskazuje na występowanie jedynie niewielkich i nieistotnych różnic między grupami zbiorowisk roślinnych. Na podstawie danych z lat 1998-2019 wydawało się (Solon 2020), że wszystkie zbiorowiska z klasy *Vaccinio-Piceetea* charakteryzowały się nieco mniejszymi zmianami liczby typów synuzjów w porównaniu ze zbiorowiskami klasy *Quercio-Fagetea*, a trwałość struktury poziomej runa (łącznie w dwudziestoleciu) była nieco wyższa w zbiorowiskach klas *Vaccinio-Piceetea* niż w lasach liściastych klasy *Quercio-Fagetea* i wyraźnie wyższa w porównaniu do powierzchni reprezentujących *Quercetea robori-petraeae*. Ostatnia seria obserwacji (rok 2023) nie potwierdza tych sugestii, a raczej wskazuje na zmiany o charakterze fluktuacyjnym (tab. 9.3.6).

9.3.4. Podsumowanie

Zmiany struktury poziomej runa, jakie zaszły w latach 1998-2023 na powierzchniach monitoringowych można podzielić na dwa, nieco odrębne okresy. Pierwszy obejmujący lata 1998-2013 charakteryzował się spadkiem udziału powierzchniowego synuzjów mszystych i

jednoczesnym wzrostem roli synuzjów krzewinkowych i wynikał z odbudowy składu gatunkowego i wkraczania głównie borówki czernicy na powierzchnie leśne siedlisk borów i borów mieszanych, powstałe częściowo na gruntach porolnych oraz częściowo na innych gruntach, na których w sposób oczywisty wzrósł wiek drzewostanu dominującego (Solon 2010, 2014). W drugim okresie (obejmującym lata 2013-2019 oraz lata 2019-2023) trend ten został odwrócony, przede wszystkim w wyniku wzrostu udziału synuzjów mszystych, co może być przypadkową fluktuacją bez określonych przyczyn, ale może też wynikać z naturalnego starzenia się populacji krzewinek i ich lokalnego obumierania.

Jednocześnie przez cały okres dwudziestopięciolecia następowało powolne, ale systematyczne zmniejszanie się roli synuzjów trawiastych, co może być naturalnym procesem regeneracji runa w warunkach zwiększającego się zacienienia dna lasu. Drugi proces, słabiej zarysowany, ale również występujący w całym okresie badań, przejawiał się upraszczaniem struktury synuzjalnej części powierzchni i wyrównywaniem początkowo bardzo rozbudowanej drobnopowierzchniowej struktury mozaikowej runa. Proces ten obejmuje jak się zdaje regenerację runa w warunkach mniejszej presji antropogenicznej na powierzchnie leśne.

Ogólne porównanie zmian, jakie zaszły w pięciu pięcioleciach nie upoważniają jednak do wyciągnięcia końcowych wniosków co do trwałości kierunków zmian. Można przypuszczać, że przynajmniej część obserwowanych zmian wynika raczej z długookresowych fluktuacji struktury poziomej runa, co jest normalnym procesem zarówno w lasach naturalnych jak i gospodarczych.

Nie obserwuje się przy tym większych różnic w dynamice zmian w obrębie poszczególnych typów fitosocjologicznych powierzchni, choć zachowane są wyraźne odmienności w strukturze dominacyjnej synuzjów między zbiorowiskami borowymi z klasy *Vaccinio-Piceetea* i lasowymi z klasy *Quercio-Fagetea*.

W odcinkach dziesięcioletnich występują różnice w trwałości struktury poziomej runa między poszczególnymi regionami Polski (co tylko częściowo odpowiada zróżnicowaniu typologicznemu zbiorowisk leśnych). Natomiast w dłuższej perspektywie (odcinków 15- i 20-letnich) różnice te nie mają istotnego charakteru i świadczą raczej o niezależnych fluktuacjach niż o odmiennościach regionalnych. Należy tu podkreślić, że po dwudziestu latach (czyli według obserwacji z 2019 r.) zgodność typu synuzjum na kwadratach jednometrowych ze stanem z roku 1998 była wyższa niż po piętnastu latach (czyli według obserwacji z 2013 r.) (Solon 2020), natomiast w roku 2023 zgodność jest wyraźnie niższa niż w 2019 r. i nieco niższa

niż w roku 2013. Taki wynik sugeruje wyraźnie, że w ramach naturalnej dynamiki lasu procesy fluktuacyjne odgrywają ważną rolę.

Literatura

- Gillet F. 1986, Les phytocoenoses forestieres du Jura nord-occidental, Essai de phytosociologie integree. These, Besoncon, pp. 604.
- Julve P., Gillet F. 1994, III. Experiences of french authors (Map 3). (w:) Faliński J.B. (red.), Vegetation under the diverse anthropogenic impact as object of basic phytosociological map. Results of the international cartographical experiment organized in the Białowieża Forest, Phytocoenosis 6 (N.S.), Suppl. Cartogr. Geobot. 4.:45-66.
- Mavriscev V.V. 1980, Sinuzialnaja struktura fitocenozev kislicnoj seri tipov lesa, avtoreferat, Instytut Eksperimentalnoj Botaniki AN BSSR, Minsk.
- Solon J. 2010. Poziome zróżnicowanie runa powierzchni monitoringowych w roku 2008 oraz zmiany w latach 1998-2008. w: Wawrzoniak J. (red.) Stan uszkodzenia lasów w Polsce w 2008 roku na podstawie badań monitoringowych. str. 49-52, tab. 77-84, rys. 43- 44. Biblioteka Monitoringu Środowiska.
- Solon J. 2014. Florystyczne i ekologiczne zmiany charakteru runa na stałych powierzchniach obserwacyjnych II rzędu w latach 2008-2013. w: Wawrzoniak J. (red.) Stan uszkodzenia lasów w Polsce w 2013 roku na podstawie badań monitoringowych, s. 87-152. Wyd. Instytut Badawczy Leśnictwa.
- Solon J. 2020. Zmienność szaty roślinnej na SPO II rzędu. w: Stan zdrowotny lasów w Polsce w 2019 roku na podstawie badań monitoringowych, str. 81-116, tabele 10.1 - 10.31, ryc. 10.1-10.24. Sękocin Stary, https://monitoring.ibles.pl/raporty/raport_SUL_2019.pdf.

Tabela 9.3.1. Liczebności kwadratów o określonym typie synuzjum w poszczególnych terminach pomiarowych na SPO II rzędu (typy pośrednie zgeneralizowano)

Kraina p-I	SPO	Liczby kwadratów w 1988 roku								Liczby kwadratów w 2003 roku								Liczby kwadratów w 2008 roku								Liczby kwadratów w 2013 roku								Liczby kwadratów w 2019 roku								Liczby kwadratów w 2023 roku								Typ dominujący						
		A	B	C	D	E	F	G	H	A	B	C	D	E	F	G	H	A	B	C	D	E	F	G	H	A	B	C	D	E	F	G	H	A	B	C	D	E	F	G	H	A	B	C	D	E	F	G	H	1998	2003	2008	2013	2019	2023	
Bałtycka	101	26	18	0	24	0	32	0	0	24	14	0	26	0	36	0	0	22	24	0	22	0	32	0	0	18	43	0	26	0	13	0	0	14	58	0	22	0	6	0	0	0	2	0	0	0	2	0	96	F	F	F	B	B	H	
	102	0	74	0	18	8	0	0	0	0	12	0	47	16	2	0	23	5	44	0	39	0	12	0	0	1	24	0	33	31	11	0	0	0	16	0	0	1	9	0	74	0	20	0	0	0	80	0	0	B	D	B	D	H	F	
	103	7	21	0	40	1	31	0	0	14	34	0	37	0	15	0	0	15	18	0	37	0	30	0	0	35	27	0	0	0	38	0	0	33	29	0	0	0	38	0	0	0	14	0	0	52	0	0	34	D	D	D	F	F	E	
	104	0	1	0	44	55	0	0	0	0	11	0	26	49	2	0	12	2	32	0	8	0	15	0	43	1	26	0	4	0	15	0	54	2	15	0	3	31	0	0	49	24	72	0	2	1	0	0	1	E	E	H	H	H	B	
	105	12	65	0	21	2	0	0	0	12	73	0	9	5	1	0	0	62	26	0	9	2	0	0	1	64	20	0	7	0	8	0	1	72	13	0	7	8	0	0	0	0	79	0	12	1	8	0	0	B	B	A	A	A	B	
	106	0	99	0	1	0	0	0	0	5	12	0	83	0	0	0	0	1	25	0	72	0	0	0	2	12	32	0	54	0	1	0	1	5	53	0	37	1	4	0	0	34	1	0	0	65	0	0	0	B	D	D	D	B	E	
	107	100	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0	93	4	0	0	0	0	3	0	A	A	A	A	A	A		
	108	88	0	0	1	9	2	0	0	85	0	0	1	6	8	0	0	100	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0	A	A	A	A	A	B		
	109	0	99	0	1	0	0	0	0	0	99	0	1	0	0	0	0	5	95	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0	0	42	0	58	0	0	0	0	1	63	0	6	0	30	0	0	B	B	B	B	D	B	
	110	1	12	0	7	80	0	0	0	7	44	0	12	36	0	0	1	56	31	0	2	9	0	0	2	48	16	0	1	34	0	0	1	70	0	0	18	12	0	0	0	2	0	0	95	3	0	0	0	E	B	A	A	A	D	
	111	0	91	0	0	9	0	0	0	1	95	0	1	3	0	0	0	4	2	0	57	37	0	0	0	1	0	0	56	43	0	0	0	4	0	0	34	60	2	0	0	0	0	0	21	0	79	0	0	B	B	D	D	E	F	
	112	0	98	0	2	0	0	0	0	11	89	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0	0	93	0	7	0	0	0	0	0	92	0	8	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0	B	B	B	B	B	B		
	113	0	99	0	1	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0	3	97	0	0	0	0	0	0	1	99	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0	B	B	B	B	B	B	
	114	0	90	0	6	0	4	0	0	1	90	0	8	0	1	0	0	9	90	0	1	0	0	0	0	3	91	0	5	0	1	0	0	0	92	0	1	0	7	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0	B	B	B	B	B	B	
	115	0	0	0	99	0	1	0	0	5	0	0	75	0	20	0	0	100	0	0	0	0	0	0	0	44	6	0	45	0	5	0	0	14	3	0	72	0	11	0	0	0	9	0	91	0	0	0	0	D	D	A	D	D	D	
	116	0	0	0	50	49	0	1	0	86	0	0	9	3	0	2	0	100	0	0	0	0	0	0	0	99	0	0	0	1	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0	0	90	0	0	5	4	0	1	0	D	A	A	A	A	A	
	117	0	12	0	0	88	0	0	0	0	19	0	0	81	0	0	0	26	70	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	92	0	0	8	2	0	0	0	89	0	0	9	1	0	0	0	51	0	0	48	E	E	B	E	E	E
	118	0	17	0	13	70	0	0	0	0	0	0	29	67	0	0	4	12	10	0	50	25	0	0	3	1	0	0	0	93	0	0	6	21	0	0	0	54	0	0	25	11	0	0	0	44	0	0	45	E	E	D	E	E	H	
	119	0	79	0	17	4	0	0	0	1	33	0	62	0	2	0	2	42	49	0	9	0	0	0	0	59	5	1	8	1	26	0	0	98	2	0	0	0	0	0	0	98	0	0	0	0	0	1	1	B	D	B	A	A	A	
	120	0	100	0	0	0	0	0	0	0	96	0	4	0	0	0	0	0	47	0	11	0	42	0	0	0	21	0	4	0	75	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	B	B	B	F	B	F	
121	1	44	0	4	49	0	2	0	36	11	0	4	48	0	1	0	17	17	0	1	41	0	24	0	14	2	0	0	52	1	31	0	66	0	0	0	25	0	9	0	24	3	0	0	32	0	41	0	E	E	E	E	A	G		
122	0	0	0	91	9	0	0	0	0	5	0	95	0	0	0	0	3	11	0	86	0	0	0	0	0	0	0	29	70	1	0	0	12	6	0	3	70	0	0	9	6	2	0	0	89	0	0	3	D	D	D	E	E	E		
123	0	27	0	72	0	1	0	0	0	73	0	26	0	1	0	0	3	25	0	71	0	1	0	0	0	5	0	62	0	33	0	0	1	82	0	13	0	4	0	0	0	96	0	0	0	4	0	0	D	B	D	D	B	B		
Mazursko-Podlaska	201	28	2	0	39	30	1	0	0	21	0	0	47	30	2	0	0	100	0	0	0	0	0	0	55	1	0	10	14	20	0	0	50	0	0	0	36	14	0	0	40	2	0	13	22	18	5	0	D	D	A	A	A	A		
	202	4	77	0	0	19	0	0	0	0	15	0	17	68	0	0	0	1	99	0	0	0	0	0	0	55	0	0	38	4	0	3	0	78	0	0	19	1	0	2	0	74	0	0	26	0	0	0	B	E	B	B	B	B		
	203	0	28	0	0	72	0	0	0	0	0	0	0	98	0	0	2	0	5	0	0	6	49	0	40	0	0	0	9	14	0	77	0	1	0	0	15	3	0	81	0	0	0	37	0	0	63	E	E	F	H	H	H			
	204	0	53	0	34	13	0	0	0	0	39	0	51	7	0	0	3	4	96	0	0	0	0	0	6	67	0	1	15	2	0	9	2	52	0	0	32	6	0	8	12	52	0	1	20	13	0	2	B	D	B	B	B	B		
	205	0	12	0	76	0	12	0	0	0	13	0	86	0	1	0	0	7	9	0	82	0	2	0	0	11	0	0	68	0	21	0	0	17	54	0	2	0	27	0	0	5	19	0	31	0	45	0	0	D	D	D	E	B	F	

Kraina p-l	SPO	Liczby kwadratów w 1988 roku								Liczby kwadratów w 2003 roku								Liczby kwadratów w 2008 roku								Liczby kwadratów w 2013 roku								Liczby kwadratów w 2019 roku								Liczby kwadratów w 2023 roku								Typ dominujący					
		A	B	C	D	E	F	G	H	A	B	C	D	E	F	G	H	A	B	C	D	E	F	G	H	A	B	C	D	E	F	G	H	A	B	C	D	E	F	G	H	A	B	C	D	E	F	G	H	1998	2003	2008	2013	2019	2023
		206	0	19	0	68	12	1	0	0	0	5	0	15	80	0	0	0	96	0	0	4	0	0	0	0	25	0	0	0	75	0	0	0	30	0	0	0	70	0	0	0	16	0	0	0	84	0	0	0	D	E	A	E	E
207	0	67	0	10	23	0	0	0	0	82	0	16	1	1	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0	91	0	1	7	0	0	1	0	45	0	1	36	0	0	18	0	0	0	77	0	0	23	B	B	B	B	B	E	
208	3	94	0	1	0	2	0	0	0	98	0	0	2	0	0	0	3	97	0	0	0	0	0	0	2	98	0	0	0	0	0	3	97	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0	B	B	B	B	B	B			
209	0	4	0	80	16	0	0	0	0	0	0	11	82	7	0	0	0	0	0	2	98	0	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0	1	96	3	0	0	1	0	0	0	99	0	0	0	D	E	E	E	E	E
210	8	91	0	0	0	1	0	0	7	89	0	0	3	1	0	0	0	90	0	10	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0	0	99	0	1	0	0	0	0	B	B	B	B	B	B		
211	0	88	0	8	4	0	0	0	0	46	0	2	52	0	0	4	13	0	0	81	0	0	2	0	0	0	3	97	0	0	0	8	0	0	90	2	0	0	1	0	0	0	79	20	0	0	B	E	E	E	E	E			
212	19	73	0	0	8	0	0	0	22	49	0	0	29	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	3	27	0	0	61	2	0	7	2	2	0	0	92	3	0	1	B	B	B	E	E	E		
213	0	100	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0	B	B	B	B	B	B		
214	2	98	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0	64	0	0	14	22	0	0	0	99	0	0	0	1	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0	B	B	B	B	B	B		
215	0	73	0	0	27	0	0	0	0	13	0	0	86	1	0	0	100	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	93	1	0	3	1	0	0	0	74	25	0	0	5	0	0	0	30	60	0	5	B	E	A	E	E	F		
301	98	0	0	0	2	0	0	0	99	1	0	0	0	0	0	1	99	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0	99	0	0	0	0	1	0	A	A	B	A	A	A					
302	30	64	6	0	0	0	0	3	94	3	0	0	0	0	14	86	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0	B	B	B	B	B	B					
303	0	97	0	3	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0	57	43	0	0	0	0	0	4	94	0	1	0	1	0	0	100	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0	B	B	A	B	B	B						
304	4	83	0	3	0	10	0	0	26	30	0	0	0	44	0	0	59	0	39	0	2	0	0	31	29	0	0	0	40	0	0	71	11	0	0	0	18	0	0	39	8	0	0	53	0	0	B	F	B	F	A	F			
305	0	97	0	3	0	0	0	0	95	0	5	0	0	0	0	57	0	41	0	2	0	0	0	15	0	24	0	61	0	0	0	0	0	0	38	0	62	0	0	99	0	1	0	0	0	0	B	B	B	F	F	B			
306	0	44	0	54	0	2	0	0	90	0	2	0	8	0	0	82	0	6	0	12	0	0	2	9	0	0	0	89	0	0	1	97	0	0	0	2	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0	D	B	B	F	B	B			
307	0	100	0	0	0	0	0	16	62	0	3	11	8	0	0	100	0	0	0	0	0	0	13	15	0	0	36	36	0	0	7	54	0	0	17	21	0	1	2	10	0	0	19	64	0	5	B	B	A	F	B	F			
309	70	14	0	1	13	2	0	0	51	9	0	1	36	3	0	98	2	0	0	0	0	0	2	0	0	0	98	0	0	22	11	0	0	60	2	3	2	0	13	0	0	87	0	0	0	A	A	A	E	E	E				
310	9	91	0	0	0	0	0	3	96	0	0	0	1	0	1	98	0	0	0	1	0	0	0	99	0	0	0	1	0	0	99	0	0	0	1	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0	B	B	B	B	B	B				
311	5	73	0	20	2	0	0	2	58	0	17	20	3	0	0	7	0	82	0	11	0	0	0	0	69	22	9	0	1	17	0	50	2	30	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0	B	B	D	D	D	B					
312	13	87	0	0	0	0	0	3	97	0	0	0	0	0	11	89	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0	95	0	5	0	0	0	0	2	97	0	0	0	1	0	0	B	B	B	B	B	B					
313	0	93	0	7	0	0	0	0	97	0	3	0	0	0	0	92	0	5	0	0	3	0	0	100	0	0	0	0	0	98	0	1	0	1	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0	B	B	B	B	B	B					
314	8	89	0	3	0	0	0	12	83	0	5	0	0	0	45	52	0	3	0	0	0	0	35	58	0	7	0	0	17	81	0	2	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0	B	B	B	B	B	B					
315	88	12	0	0	0	0	0	49	48	0	3	0	0	0	42	54	0	4	0	0	0	10	83	0	7	0	0	0	99	0	1	0	0	0	0	0	99	0	1	0	0	0	0	A	A	B	B	B	B						
316	70	30	0	0	0	0	0	53	47	0	0	0	0	0	30	70	0	0	0	0	0	4	96	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0	A	A	B	B	B	B						
317	2	0	0	0	98	0	0	2	0	0	0	98	0	0	14	0	0	0	86	0	0	7	0	0	4	63	0	26	0	0	0	0	96	0	4	0	1	0	0	0	99	0	0	0	E	E	E	E	E	E					
318	2	97	0	1	0	0	0	1	96	0	0	0	3	0	4	41	0	3	0	52	0	0	19	0	9	0	71	1	0	0	0	0	0	22	0	78	0	0	0	45	0	7	0	48	0	0	B	B	F	F	F	F			
319	0	4	0	4	63	29	0	0	11	1	0	0	0	88	0	27	0	0	0	0	71	0	2	17	0	0	0	20	61	0	2	58	0	0	0	42	0	0	0	0	0	53	47	0	0	E	F	F	F	A	D				
320	1	61	0	24	8	6	0	0	1	0	0	70	0	29	0	2	2	0	12	0	84	0	2	30	0	60	0	5	0	3	1	19	0	28	0	52	0	0	6	0	22	0	72	0	0	B	D	F	D	F	F				

Kraina p-1	SPO	Liczby kwadratów w 1988 roku								Liczby kwadratów w 2003 roku								Liczby kwadratów w 2008 roku								Liczby kwadratów w 2013 roku								Liczby kwadratów w 2019 roku								Liczby kwadratów w 2023 roku								Typ dominujący					
		A	B	C	D	E	F	G	H	A	B	C	D	E	F	G	H	A	B	C	D	E	F	G	H	A	B	C	D	E	F	G	H	A	B	C	D	E	F	G	H	A	B	C	D	E	F	G	H	1998	2003	2008	2013	2019	2023
		321	0	71	0	26	1	2	0	0	5	44	0	39	1	11	0	0	26	6	0	42	0	24	0	2	11	2	0	38	5	43	0	1	24	0	0	56	9	11	0	0	5	80	0	15	0	0	0	0	B	B	D	F	D
322	26	0	0	73	0	1	0	0	33	0	0	67	0	0	0	0	29	0	0	70	0	1	0	0	46	0	0	54	0	0	0	0	62	0	0	25	13	0	0	0	0	0	0	24	75	0	1	0	D	D	D	D	A	E	
323	0	100	0	0	0	0	0	0	9	84	0	0	2	5	0	0	8	59	0	0	0	33	0	0	5	25	0	0	0	70	0	0	16	12	0	0	0	72	0	0	4	95	0	0	0	1	0	0	B	B	B	F	F	B	
324	0	94	0	0	0	6	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0	23	0	0	0	77	0	0	0	5	0	0	0	95	0	0	0	12	0	0	0	88	0	0	0	99	0	1	0	0	0	0	B	B	F	F	F	B		
325	8	85	0	3	0	4	0	0	2	96	0	0	0	2	0	0	10	42	0	35	0	13	0	0	3	50	0	43	0	4	0	0	1	15	0	61	0	23	0	0	2	98	0	0	0	0	0	B	B	B	B	D	B		
326	0	2	0	39	50	0	9	0	0	2	0	34	60	0	4	0	25	0	0	3	70	0	2	0	49	1	0	4	38	6	2	0	7	14	0	36	9	0	34	0	36	8	0	36	12	0	7	1	E	E	E	A	D	D	
Mazowiecko-Podlaska	401	0	95	0	0	0	5	0	0	0	91	0	0	0	9	0	0	28	67	0	2	0	3	0	0	0	31	0	4	0	65	0	0	0	78	0	0	0	22	0	0	0	96	0	3	0	1	0	0	B	B	B	F	B	B
	402	3	87	0	0	0	10	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0	B	B	B	B	B	B		
	403	0	1	0	0	99	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	8	0	0	92	0	0	0	0	9	0	0	90	0	0	0	13	9	0	0	3	29	23	23	0	7	0	2	90	0	1	0	E	E	E	E	F	E	
	405	3	97	0	0	0	0	0	0	3	95	0	1	0	1	0	0	4	95	0	0	0	1	0	0	3	92	0	0	0	5	0	0	0	91	0	5	1	3	0	0	0	10	0	12	0	77	1	0	B	B	B	B	B	F
	406	0	100	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0	0	99	0	0	0	1	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0	17	83	0	0	0	0	0	B	B	B	B	B	B	
	407	0	100	0	0	0	0	0	0	0	97	0	1	0	1	0	1	0	100	0	0	0	0	0	0	0	96	0	4	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0	0	85	0	0	0	15	0	0	B	B	B	B	B	B
	410	0	100	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0	5	95	0	0	0	0	0	0	0	94	0	3	0	3	0	0	0	86	0	10	0	4	0	0	0	100	0	0	0	0	0	B	B	B	B	B	B	
	411	0	100	0	0	0	0	0	0	0	97	0	0	1	2	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0	45	11	0	0	42	0	1	1	32	7	0	1	49	1	0	10	34	1	0	0	64	0	0	1	B	B	B	A	E	E
	412	7	0	0	0	93	0	0	0	20	0	0	0	80	0	0	0	15	0	0	0	79	2	1	2	0	0	0	0	100	0	0	0	10	0	0	0	89	0	0	1	6	0	0	0	94	0	0	0	E	E	E	E	E	E
	413	27	0	0	0	73	0	0	0	15	0	0	0	84	0	0	1	0	0	0	0	99	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0	0	83	0	0	17	3	0	0	0	91	0	1	5	E	E	E	E	E	E
	414	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0	D	D	D	D	D	D
	415	0	100	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0	0	99	0	0	0	1	0	0	0	3	0	0	1	96	0	0	B	B	B	B	B	F
	416	0	58	0	0	11	31	0	0	1	24	0	9	7	57	0	2	0	9	0	22	38	30	0	1	0	6	0	4	69	20	0	1	0	3	0	15	79	3	0	0	0	1	0	3	64	29	2	1	B	F	E	E	E	E
	417	0	16	0	0	84	0	0	0	0	0	0	5	95	0	0	0	6	1	0	4	87	0	0	2	0	0	0	0	100	0	0	0	1	0	0	27	69	3	0	0	0	0	0	34	2	63	0	1	E	E	E	E	E	F
418	4	0	0	0	96	0	0	0	0	0	0	0	72	26	0	2	11	0	0	0	80	6	0	3	7	0	0	0	85	6	0	2	77	0	0	0	16	1	0	6	23	0	0	0	70	0	1	6	E	E	E	E	A	E	
Śląska	501	13	86	0	0	0	1	0	0	9	88	0	2	0	1	0	0	99	0	0	0	1	0	0	0	44	0	0	0	56	0	0	0	49	0	0	0	51	0	0	0	51	0	0	0	49	0	0	B	B	B	F	F	B	
	502	0	98	0	0	0	2	0	0	0	92	0	4	0	4	0	0	37	0	10	0	53	0	0	3	72	0	0	0	25	0	0	1	98	0	0	0	1	0	0	0	30	0	16	0	54	0	0	B	B	B	B	B	F	
	503	0	1	0	99	0	0	0	0	0	11	0	89	0	0	0	0	0	0	95	5	0	0	0	2	2	0	96	0	0	0	6	0	0	80	14	0	0	0	0	1	0	99	0	0	0	0	D	D	D	D	D	D		
	504	1	61	0	36	0	2	0	0	2	81	0	12	0	5	0	0	1	21	0	1	0	77	0	0	2	0	0	0	98	0	0	7	4	0	15	0	74	0	0	0	78	0	17	0	5	0	0	B	B	F	F	F	B	
	505	17	3	0	0	65	15	0	0	9	0	0	0	91	0	0	0	15	0	0	0	74	11	0	0	25	0	0	0	70	5	0	0	41	0	0	0	55	4	0	0	35	2	0	3	26	25	1	8	E	E	E	E	E	A
	506	1	2	0	11	83	3	0	0	2	22	0	13	48	0	15	0	0	8	0	0	92	0	0	0	55	2	0	0	42	0	1	0	85	0	0	0	15	0	0	0	12	38	0	2	0	46	2	0	E	E	E	A	A	F
	507	82	0	0	0	9	8	1	0	73	0	0	0	27	0	0	0	0	0	0	0	96	0	4	0	0	0	0	6	92	0	2	0	25	0	0	8	67	0	0	0	0	0	26	59	0	15	0	A	A	E	E	E	E	
	508	6	0	0	23	19	52	0	0	0	0	0	0	98	0	2	0	0	0	0	0	2	98	0	0	0	1	1	0	0	98	0	0	8	0	0	0	72	0	20	0	0	5	0	14	0	49	31	1	F	E	E	E	E	F

Kraina p-l	SPO	Liczby kwadratów w 1988 roku								Liczby kwadratów w 2003 roku								Liczby kwadratów w 2008 roku								Liczby kwadratów w 2013 roku								Liczby kwadratów w 2019 roku								Liczby kwadratów w 2023 roku								Typ dominujący					
		A	B	C	D	E	F	G	H	A	B	C	D	E	F	G	H	A	B	C	D	E	F	G	H	A	B	C	D	E	F	G	H	A	B	C	D	E	F	G	H	A	B	C	D	E	F	G	H	1998	2003	2008	2013	2019	2023
509	0	84	0	14	0	2	0	0	2	97	0	0	0	1	0	0	2	93	0	2	2	1	0	0	1	1	0	0	0	98	0	0	1	1	0	0	0	97	0	0	0	98	0	0	0	2	0	0	B	B	B	F	F	B	
510	0	1	0	99	0	0	0	0	93	7	0	0	0	0	0	0	81	2	0	0	14	0	3	0	87	0	0	10	0	0	3	0	60	0	0	34	1	0	5	0	3	0	0	96	0	0	1	0	D	A	A	A	A	D	
511	0	1	0	41	44	13	1	0	0	2	0	15	74	9	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	96	0	0	3	E	E	E	E	E	E					
512	1	42	0	52	2	3	0	0	0	98	0	2	0	0	0	1	21	0	4	25	38	0	11	5	16	0	0	49	30	0	0	1	77	0	1	5	16	0	0	0	96	0	0	0	4	0	D	B	F	E	B	B			
513	0	29	0	67	3	1	0	0	0	81	0	11	0	3	5	0	0	0	0	24	0	74	2	0	0	93	0	0	6	1	0	0	93	0	1	0	6	0	0	1	97	0	2	0	0	0	D	B	F	B	B	B			
514	0	0	0	2	85	13	0	0	0	0	0	35	0	29	0	36	1	1	0	26	0	41	0	31	6	1	0	9	0	47	0	37	17	0	0	0	75	0	8	15	0	0	4	9	67	0	5	E	H	F	F	F	F		
515	98	2	0	0	0	0	0	0	97	2	0	1	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0	0	99	1	0	0	0	0	0	0	54	4	0	17	0	0	25	0	A	A	A	A	A	A		
516	1	53	0	22	3	21	0	0	6	49	0	0	45	0	0	50	1	0	14	3	11	3	18	57	0	0	0	43	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0	15	0	0	5	7	13	29	31	B	B	A	A	A	H			
601	0	100	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0	B	B	B	B	B	B			
602	0	0	0	18	15	67	0	0	0	0	0	13	15	72	0	0	6	0	0	2	0	92	0	0	6	0	0	2	0	92	0	0	27	0	0	0	11	62	0	0	18	3	0	0	1	73	5	0	F	F	F	F	F	F	
603	0	100	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0	B	B	B	B	B	B			
604	0	100	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0	98	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0	B	B	B	B	B	B			
605	0	100	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0	B	B	B	B	B	B			
606	0	97	0	0	0	0	3	0	0	100	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0	99	0	0	0	1	0	0	B	B	B	B	B	B			
607	0	91	0	0	9	0	0	0	0	53	0	1	45	1	0	0	2	0	2	96	0	0	0	0	1	0	2	97	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	84	12	1	3	B	B	E	E	E	E			
608	13	5	0	0	82	0	0	0	10	3	0	0	87	0	0	1	0	0	0	97	2	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	4	0	0	0	49	46	0	0	0	0	0	24	69	0	7	E	E	E	E	E	F		
609	0	100	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0	B	B	B	B	B	B			
610	0	50	0	4	46	0	0	0	1	50	0	16	0	11	0	22	0	83	0	9	1	6	0	1	0	95	0	1	0	3	0	1	0	95	0	5	0	0	0	0	76	0	0	6	0	0	18	B	B	B	B	B	B		
611	20	17	0	0	63	0	0	0	22	0	0	0	78	0	0	23	0	0	0	76	1	0	0	2	0	0	0	98	0	0	0	25	0	0	0	70	5	0	0	4	0	0	0	92	0	1	2	E	E	E	E	E	E		
612	0	0	0	0	100	0	0	0	3	0	0	0	96	0	0	1	3	0	0	0	96	0	0	1	2	0	0	0	98	0	0	0	3	0	0	0	97	0	0	0	1	1	0	0	98	0	0	0	E	E	E	E	E	E	
613	54	37	0	0	0	9	0	0	100	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0	98	0	0	0	0	2	0	A	A	A	A	A	A				
614	4	95	0	0	0	1	0	0	4	95	0	0	0	1	0	0	2	5	0	0	0	93	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	B	B	F	F	F	B		
615	0	1	0	96	0	3	0	0	4	4	0	86	0	5	1	0	0	5	0	77	1	17	0	0	0	9	0	57	0	34	0	0	0	4	0	80	0	16	0	0	0	8	0	43	0	49	0	0	D	D	D	D	D	F	
616	0	24	0	4	0	72	0	0	0	29	0	53	11	7	0	0	5	0	30	10	55	0	0	0	29	0	4	9	58	0	0	0	96	0	1	0	3	0	0	0	5	0	1	0	94	0	0	F	D	F	F	B	F		
617	0	59	0	41	0	0	0	0	0	45	0	54	0	1	0	0	40	0	50	0	10	0	0	0	58	0	30	0	12	0	0	1	47	0	31	0	21	0	0	0	99	0	1	0	0	0	B	D	D	B	B	B			
618	0	96	0	4	0	0	0	0	0	97	0	3	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0	0	73	0	3	0	24	0	0	0	88	0	3	0	9	0	0	0	96	0	2	0	2	0	0	B	B	B	B	B	B		
619	0	100	0	0	0	0	0	0	0	98	0	2	0	0	0	0	98	0	1	0	1	0	0	0	98	0	1	0	1	0	0	0	87	0	10	0	3	0	0	0	97	0	1	0	2	0	0	B	B	B	B	B	B		
620	27	0	0	53	7	10	3	0	0	0	0	3	93	1	0	3	2	0	0	7	90	0	0	1	18	0	0	0	70	0	12	0	3	0	0	0	96	0	0	0	2	0	0	0	98	0	0	0	D	E	E	E	E	E	
621	0	84	0	0	0	16	0	0	0	88	0	0	0	12	0	0	71	0	0	0	29	0	0	1	56	0	0	0	43	0	0	0	16	0	0	0	84	0	0	0	63	0	0	0	37	0	0	B	B	B	B	F	B		

Kraina p-l	SPO	Liczby kwadratów w 1988 roku								Liczby kwadratów w 2003 roku								Liczby kwadratów w 2008 roku								Liczby kwadratów w 2013 roku								Liczby kwadratów w 2019 roku								Liczby kwadratów w 2023 roku								Typ dominujący							
		A	B	C	D	E	F	G	H	A	B	C	D	E	F	G	H	A	B	C	D	E	F	G	H	A	B	C	D	E	F	G	H	A	B	C	D	E	F	G	H	A	B	C	D	E	F	G	H	1998	2003	2008	2013	2019	2023		
	622	0	0	0	100	0	0	0	0	0	3	0	96	1	0	0	0	0	28	0	72	0	0	0	0	0	0	9	0	91	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0	0	D	D	D	D	D	D				
	623	1	83	0	0	0	14	2	0	7	85	0	0	0	8	0	0	1	89	0	0	0	9	1	0	1	89	0	0	0	9	1	0	0	100	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0	B	B	B	B	B	B			
	624	0	100	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0	2	98	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0	B	B	B	B	B	B				
	625	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0	0	4	0	1	92	3	0	0	0	0	0	99	0	0	1	F	F	F	F	E	E						
	626	4	0	0	0	8	83	5	0	11	0	0	2	0	55	30	2	96	0	0	1	0	0	2	1	98	0	0	1	0	0	1	0	100	0	0	0	0	0	44	2	0	1	0	0	53	0	F	F	A	A	A	G				
	627	12	57	0	21	2	8	0	0	4	86	0	1	0	9	0	0	4	80	0	0	0	16	0	0	0	98	0	0	0	2	0	0	1	77	0	0	1	21	0	0	4	8	0	1	0	84	3	0	B	B	B	B	B	F		
	701	16	20	0	61	0	2	1	0	16	8	0	74	0	2	0	0	6	0	66	0	26	2	0	15	6	0	57	0	22	0	0	2	12	0	32	0	54	0	0	0	44	0	18	0	33	5	0	D	D	D	D	F	B			
	702	73	14	0	6	0	7	0	0	68	10	1	7	0	13	1	0	78	6	0	7	0	9	0	68	13	0	3	0	16	0	0	70	13	0	3	0	14	0	0	13	74	0	4	0	9	0	0	A	A	A	A	A	B			
	703	0	0	0	97	3	0	0	0	0	1	0	91	8	0	0	0	2	0	0	78	0	0	0	20	7	0	0	41	1	0	1	50	28	0	0	43	0	0	0	29	48	1	0	20	0	0	1	30	D	D	D	H	D	A		
	704	7	12	0	0	3	0	78	0	12	2	0	0	2	0	84	0	3	3	0	0	1	0	93	0	14	0	0	0	0	0	86	0	13	0	0	0	0	87	0	58	0	0	0	0	42	0	G	G	G	G	G	A				
	705	94	6	0	0	0	0	0	0	90	8	0	2	0	0	0	84	13	0	0	3	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0	22	76	0	2	0	0	0	0	A	A	A	A	A	B				
	706	0	41	0	57	0	2	0	0	5	42	0	51	0	2	0	0	3	33	0	31	0	33	0	13	14	0	36	7	30	0	0	13	50	0	14	3	20	0	0	0	49	0	40	0	11	0	0	D	D	F	D	B	B			
	707	12	39	0	4	6	22	17	0	28	21	0	4	0	30	15	2	1	17	0	0	2	48	32	0	0	31	0	4	0	40	25	0	1	12	0	6	0	41	40	0	0	100	0	0	0	0	0	0	B	F	F	F	F	B		
	708	69	7	0	0	0	24	0	0	86	4	0	0	0	8	0	2	82	0	0	0	11	7	0	0	51	4	0	32	4	9	0	0	49	3	0	40	3	5	0	0	1	1	0	96	0	2	0	0	A	A	A	A	A	D		
	801	24	15	0	15	0	46	0	0	17	18	0	14	0	51	0	0	20	0	0	29	1	50	0	0	0	0	0	46	0	54	0	0	0	0	0	11	0	89	0	0	6	0	0	26	0	68	0	0	F	F	F	F	F	F		
	802	3	0	1	0	96	0	0	0	1	0	0	0	99	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	6	0	0	0	94	0	0	0	16	0	0	0	84	0	0	0	60	0	0	0	40	0	0	0	E	E	E	E	E	A
	803	3	0	0	8	89	0	0	0	4	0	0	14	82	0	0	0	6	0	0	0	94	0	0	14	0	0	2	84	0	0	0	24	0	0	2	74	0	0	0	30	2	0	5	63	0	0	0	E	E	E	E	E	E			
	804	0	5	0	87	8	0	0	0	0	4	0	79	12	0	3	2	4	0	0	79	5	0	3	9	1	0	0	27	71	0	1	0	26	0	0	12	59	0	3	0	21	0	0	40	2	0	37	0	D	D	D	E	E	D		
	805	0	0	0	6	93	1	0	0	0	0	0	1	90	0	0	9	0	0	0	0	89	0	0	11	0	0	0	9	91	0	0	0	0	0	0	34	66	0	0	0	0	0	0	28	72	0	0	0	E	E	E	E	E	E		
	806	2	61	1	24	12	0	0	0	0	67	0	6	26	0	1	0	0	37	0	3	60	0	0	0	0	1	0	8	91	0	0	0	4	0	0	16	79	0	0	1	6	41	0	34	19	0	0	0	B	B	E	E	E	B		
	807	0	29	0	15	56	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	1	0	0	38	61	0	0	0	0	0	0	76	22	0	0	2	0	2	0	8	87	0	0	3	0	65	0	0	15	6	0	14	E	E	E	D	E	B		
	808	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0	0	91	0	1	8	0	0	0	1	91	0	0	8	3	0	0	0	96	0	0	1	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0	99	0	0	1	E	E	E	E	E	E			
	809	47	23	0	29	0	0	1	0	13	28	0	48	0	0	11	0	33	3	0	57	0	0	6	1	42	0	0	57	0	1	0	0	100	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0	A	D	D	D	A	A				
	810	0	19	0	79	2	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0	78	0	22	0	0	29	0	0	65	0	6	0	0	47	2	0	42	9	0	0	0	D	D	D	D	D	A			
	811	78	3	0	0	17	2	0	0	24	14	0	1	43	2	0	16	4	69	0	1	8	2	0	16	0	8	0	13	13	45	0	21	0	0	0	53	0	47	0	0	0	0	0	100	0	0	0	A	E	B	F	D	D			
	812	4	0	0	0	91	0	5	0	19	0	0	0	23	55	3	0	70	0	0	0	6	16	7	1	77	0	0	0	7	8	7	1	58	0	0	0	30	5	6	1	27	0	0	0	61	0	12	0	E	F	A	A	A	E		
	813	4	30	0	0	3	62	1	0	3	24	0	0	9	63	1	0	20	0	0	0	0	80	0	0	0	0	0	3	0	94	3	0	10	0	0	2	0	88	0	0	5	0	0	3	11	81	0	0	F	F	F	F	F	F		
	814	29	25	0	32	1	8	5	0	4	6	0	89	0	1	0	0	5	0	0	94	0	1	0	0	6	0	0	85	0	8	1	0	35	1	0	12	0	52	0	0	34	0	0	2	0	64	0	0	D	D	D	D	F	F		
	815	0	0	0	0	81	0	19	0	0	0	0	0	30	56	14	0	0	0	0	0	0	0	86	14	0	0	0	0	45	55	0	0	0	0	0	0	46	54	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	E	F	F	F	F	E		

Kraina p-l	SPO	Liczby kwadratów w 1988 roku								Liczby kwadratów w 2003 roku								Liczby kwadratów w 2008 roku								Liczby kwadratów w 2013 roku								Liczby kwadratów w 2019 roku								Liczby kwadratów w 2023 roku								Typ dominujący					
		A	B	C	D	E	F	G	H	A	B	C	D	E	F	G	H	A	B	C	D	E	F	G	H	A	B	C	D	E	F	G	H	A	B	C	D	E	F	G	H	A	B	C	D	E	F	G	H	1988	2003	2008	2013	2019	2023
		816	5	3	0	0	47	45	0	0	3	3	0	3	2	79	1	9	5	1	0	7	0	72	4	11	10	2	0	5	0	77	5	1	24	40	0	1	0	35	0	0	13	64	0	0	23	0	0	0	E	F	F	F	B
817	0	0	0	0	100	0	0	0	1	0	0	0	99	0	0	0	2	0	0	0	98	0	0	0	1	0	0	0	99	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	E	E	E	E	E	E
818	0	0	0	2	98	0	0	0	0	0	0	0	89	0	0	11	0	0	0	0	76	0	0	24	0	0	0	0	100	0	0	0	24	0	0	0	76	0	0	0	26	0	0	0	71	0	0	3	E	E	E	E	E	E	
819	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0	0	98	0	0	0	2	0	0	0	97	0	1	0	2	0	0	0	83	0	16	1	0	0	1	0	85	10	0	4	0	D	D	D	D	D	D	

Tabela 9.3.2. Zróznicowanie liczby kwadratów o określonym typie synuzjum w roku 2023 na SPO II rzędu (typy pośrednie zgeneralizowano) w krainach przyrodniczo-leśnych

Kraina p-l	Wielkość	Typ synuzjum							
		A	B	C	D	E	F	G	H
Bałtycka	min	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	średnia	16,7	33,3	0,0	10,1	14,9	13,2	2,0	9,9
	odch.std.	31,2	41,6	0,0	26,1	25,8	29,2	8,3	23,3
	max	98,0	100,0	0,0	95,0	89,0	100,0	41,0	96,0
Mazursko-Podlaska	min	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	średnia	5,5	36,5	0,0	3,1	37,7	10,6	0,3	6,3
	odch.std.	10,4	43,5	0,0	8,1	36,5	18,0	1,2	16,2
	max	40,0	100,0	0,0	31,0	99,0	60,0	5,0	63,0
Wielkopolsko-Pomorska	min	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	średnia	7,6	62,3	0,0	6,4	13,6	9,6	0,4	0,2
	odch.std.	21,2	44,4	0,0	13,3	29,1	22,0	1,4	1,0
	max	99,0	100,0	0,0	53,0	99,0	72,0	7,0	5,0
Mazowiecko-Podlaska	min	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	średnia	5,5	32,4	0,0	10,3	31,7	18,7	0,4	0,9
	odch.std.	10,2	43,0	0,0	25,5	39,3	31,5	0,6	1,8
	max	34,0	100,0	0,0	100,0	94,0	96,0	2,0	6,0
Śląska	min	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	średnia	8,4	31,3	0,0	18,9	12,3	19,6	6,5	3,0
	odch.std.	15,0	38,5	0,0	30,7	26,3	23,7	11,1	7,6
	max	54,0	98,0	0,0	99,0	96,0	67,0	31,0	31,0
Małopolska	min	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	średnia	6,3	50,3	0,0	5,6	18,6	15,7	2,4	1,1
	odch.std.	20,0	47,1	0,0	20,2	36,4	29,4	10,0	3,6
	max	98,0	100,0	0,0	100,0	99,0	94,0	53,0	18,0
Sudecka	min	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	średnia	17,8	43,1	0,0	22,5	0,0	6,9	6,0	3,8
	odch.std.	21,8	36,6	0,0	30,6	0,0	10,7	13,7	9,9
	max	58,0	100,0	0,0	96,0	0,0	33,0	42,0	30,0
Karpacka	min	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	średnia	19,7	9,2	0,0	19,2	36,6	11,5	2,8	0,9
	odch.std.	25,7	21,0	0,0	29,2	36,5	25,9	8,5	3,2
	max	100,0	65,0	0,0	100,0	100,0	81,0	37,0	14,0

Tabela 9.3.3. Zróżnicowanie liczby kwadratów o określonym typie synuzjum w roku 2023 na SPO II rzędu (typy pośrednie zgeneralizowano) w poszczególnych typach zbiorowisk

Grupa zbiorowisk	Wielkość	Typ synuzjum							
		A	B	C	D	E	F	G	H
<i>Vaccinio-Piceetea</i> razem	min	0	0	0	0	0	0	0	0
	średnia	4,29	56,3	0	7,69	11,8	17,4	0,22	2,28
	odch.std.	13,6	44,7	0	19,6	26,4	28,8	0,81	11,2
	max	98	100	0	100	99	100	5	96
<i>Quercetea robori-petraeae</i> razem	min	0	1	0	0	0	0	0	0
	średnia	14	23,2	0	41	2	13,3	1,33	5,17
	odch.std.	20,1	34,9	0	40,2	4,47	29,8	2,56	11,1
	max	48	100	0	99	12	80	7	30
<i>Quercu-Fagetea</i> razem	min	0	0	0	0	0	0	0	0
	średnia	20,8	13,1	0	10,5	39,2	5,96	5,83	4,53
	odch.std.	28,9	26,4	0	23,7	39	15,9	12,8	12,7
	max	100	100	0	100	100	73	53	63

Tabela 9.3.4. Liczba kwadratów na których typ synuzjum (z uwzględnieniem typów pośrednich) nie uległ zmianie

Kraina p-I	SPO II rządu	1998-2003	2003-2008	2008-2013	2013-2019	2019-2023	1998-2023
Bałtycka	101	75	21	56	53	10	5
	102	10	23	38	9	18	0
	103	65	30	48	67	34	7
	104	38	11	69	28	20	8
	105	30	20	76	31	26	2
	106	6	38	71	35	35	12
	107	100	100	100	33	6	34
	108	90	85	100	91	86	81
	109	96	86	95	34	1	1
	110	43	16	65	21	5	3
	111	37	1	64	28	3	0
	112	67	36	93	61	69	18
	113	75	59	98	72	88	26
	114	31	24	84	64	67	23
	115	58	3	44	38	46	59
	116	1	84	99	74	87	3
	117	72	12	4	40	37	20
	118	40	15	23	43	45	29
	119	24	13	46	58	96	0
	120	26	32	52	17	0	0
	121	17	19	60	41	49	13
	122	48	44	29	28	59	9
	123	37	41	54	12	67	1
Mazursko-Podlaska	201	57	20	55	44	49	31
	202	24	14	55	36	58	34
	203	65	1	45	27	46	9
	204	23	22	69	40	45	12
	205	20	56	68	15	15	4
	206	20	3	25	73	79	11
	207	25	43	91	31	18	16
	208	5	0	99	5	91	76
	209	20	27	98	85	84	14
	210	19	2	16	41	89	21
	211	56	14	90	82	36	1
	212	44	33	78	52	36	9
	213	54	9	0	41	62	63
	214	87	21	100	82	65	34
	215	69	1	63	74	29	5
301	16	0	0	29	99	97	
Wielkopolsko-Pomorska	302	97	1	1	100	76	31
	303	61	24	86	82	82	53
	304	58	5	42	55	55	7
	305	62	46	18	65	0	0
	306	19	73	20	12	97	16
	307	6	12	13	30	17	2
	309	51	30	2	58	40	3
	310	87	89	99	93	54	80
	311	19	8	69	9	4	3
	312	90	90	89	88	74	72

Kraina p-l	SPO II rządu	1998-2003	2003-2008	2008-2013	2013-2019	2019-2023	1998-2023
	313	57	82	92	95	95	54
	314	77	54	73	35	47	74
	315	60	87	63	71	84	2
	316	81	51	74	64	80	15
	317	6	80	62	59	3	1
	318	54	32	67	49	41	16
	319	27	77	73	13	1	0
	320	9	12	16	26	24	11
	321	40	35	47	11	5	11
	322	88	92	82	46	2	12
	323	68	64	49	44	11	16
	324	93	23	80	65	11	0
	325	56	41	57	39	1	7
	326	74	13	57	6	9	6
Mazowiecko-Podlaska	401	46	64	31	48	74	43
	402	70	100	100	96	81	56
	403	99	88	98	2	0	27
	405	75	84	96	51	9	1
	406	98	99	99	86	63	57
	407	38	10	96	49	65	12
	410	81	68	90	57	64	31
	411	64	58	11	52	37	0
	412	86	77	79	87	79	83
	413	71	76	99	38	24	25
	414	100	1	100	81	68	0
	415	99	69	100	91	2	3
	416	40	23	64	31	14	0
	417	74	71	87	39	5	0
418	50	38	95	8	33	58	
Śląska	501	69	74	45	37	40	20
	502	47	23	51	34	7	15
	503	1	83	91	54	27	94
	504	33	4	77	59	2	27
	505	14	63	81	63	50	4
	506	13	46	41	64	11	1
	507	67	26	88	58	34	2
	508	5	97	96	66	3	26
	509	47	85	2	98	1	48
	510	0	76	79	67	32	5
	511	9	67	100	100	60	6
	512	24	8	33	8	46	15
	513	9	3	2	96	86	4
	514	4	18	60	26	43	5
	515	98	97	100	99	55	54
	516	8	7	41	57	15	5
Małopolska	601	100	84	100	70	39	7
	602	93	69	100	50	38	21
	603	90	70	100	72	72	29
	604	55	68	98	94	100	5
	605	68	49	100	52	89	7
	606	66	74	100	88	93	33
	607	40	38	99	74	60	1

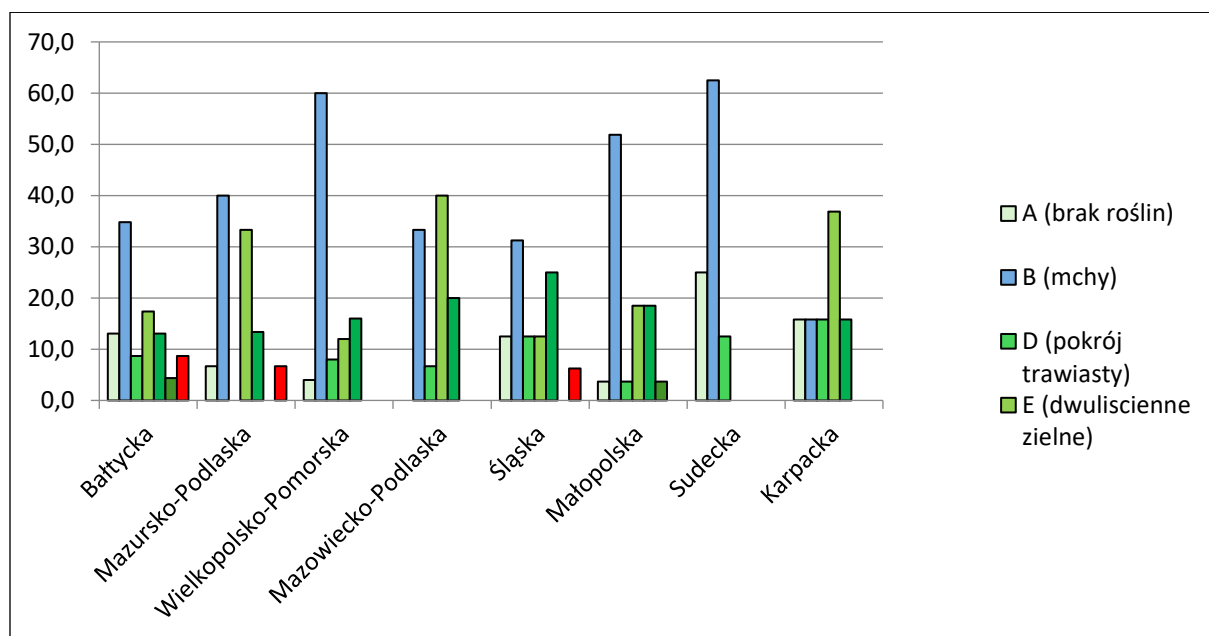
Kraina p-l	SPO II rządu	1998-2003	2003-2008	2008-2013	2013-2019	2019-2023	1998-2023
	608	79	18	97	49	33	9
	609	95	66	100	71	55	43
	610	8	28	86	40	39	2
	611	72	73	78	53	16	35
	612	82	93	96	87	89	85
	613	54	100	100	100	98	52
	614	75	2	93	98	0	36
	615	34	53	72	24	26	6
	616	16	7	61	17	5	6
	617	81	69	71	52	12	23
	618	91	89	73	56	36	17
	619	78	87	100	80	86	92
	620	10	56	66	68	60	6
	621	88	80	77	51	34	57
	622	50	41	79	54	0	68
	623	85	88	100	89	95	72
	624	97	74	98	61	58	35
	625	100	100	100	0	29	0
	626	49	14	96	98	44	4
	627	31	75	81	61	22	2
	701	71	57	68	42	2	3
	702	78	72	71	92	24	27
	703	63	26	55	37	49	1
	704	78	82	83	89	43	36
	705	91	85	84	100	22	24
	706	52	31	49	41	11	15
	707	39	36	58	10	1	5
	708	79	75	53	81	38	1
	801	85	64	68	63	66	42
	802	92	97	94	69	55	38
	803	76	75	85	56	44	53
	804	61	51	28	46	14	10
	805	58	82	83	15	64	49
	806	50	39	59	51	8	4
	807	53	16	49	10	4	5
	808	81	82	89	50	35	35
	809	47	47	75	41	100	47
	810	23	76	78	29	33	6
	811	31	14	25	7	2	0
	812	15	37	82	66	45	45
	813	52	36	75	80	66	42
	814	25	69	89	9	64	5
	815	10	39	47	6	35	43
	816	45	73	84	38	14	3
	817	95	97	99	93	99	99
	818	43	74	76	17	54	42
	819	93	97	99	60	17	20

Tabela 9.3.5. Zróznicowanie liczby kwadratów o niezmienionym typie synuzjum w kolejnych okresach pomiarowych na SPO II rzędu (typy pośrednie zgeneralizowano) w poszczególnych krainach przyrodniczo-leśnych

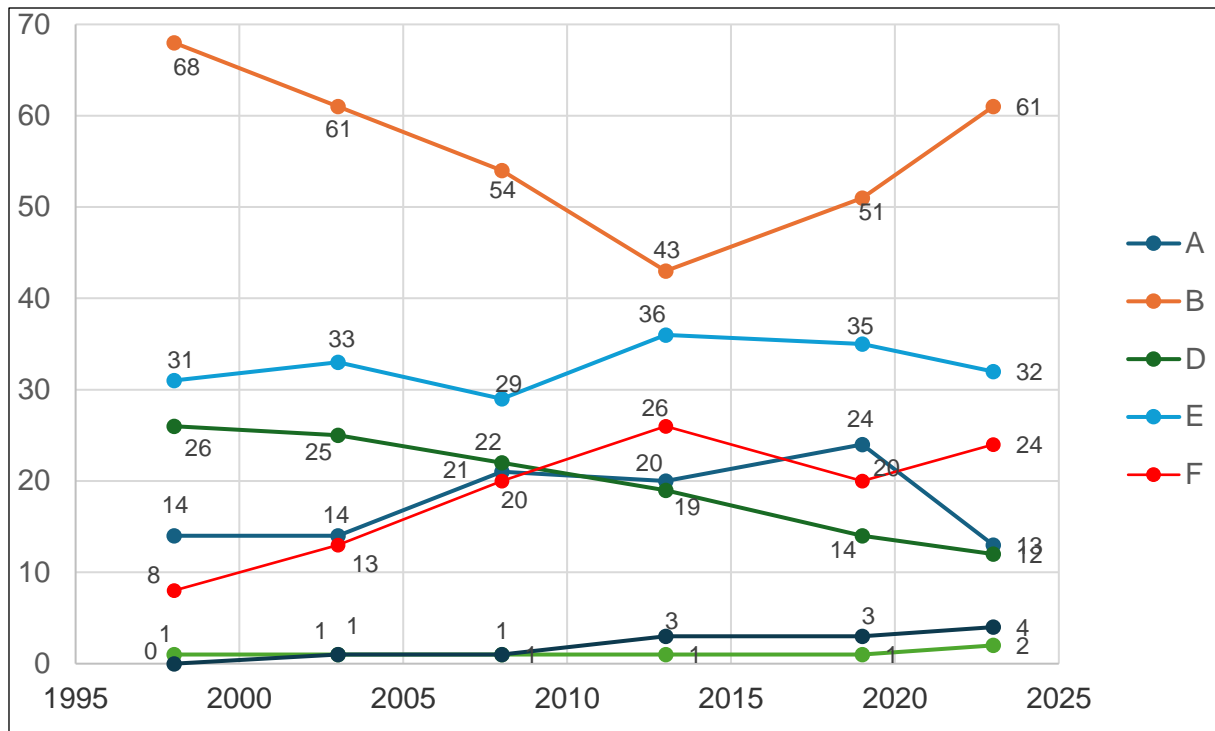
Kraina p-I	Wielkość	Trwałość w latach					
		1998-2003	2003-2008	2008-2013	2013-2019	2019-2023	1998-2023
Bałtycka	min	1,0	1,0	4,0	14,0	0	0
	średnia	47,2	35,3	63,8	63,5	41,48	15,39
	odch.std.	28,6	28,6	26,9	26,6	30,53	19,86
	max	100,0	100,0	100,0	100,0	96	81
Mazursko-Podlaska	min	5,0	0,0	0,0	19,0	15	1
	średnia	39,0	17,6	62,4	71,9	53,47	22,67
	odch.std.	24,2	16,8	33,3	25,2	23,91	21,09
	max	87,0	56,0	100,0	100,0	91	76
Wielkopolsko-Pomorska	min	6,0	1,0	1,0	10,0	0	0
	średnia	54,4	44,9	53,9	63,1	40,48	23,56
	odch.std.	29,0	31,8	30,0	28,8	35,43	28,86
	max	97,0	92,0	99,0	100,0	99	97
Mazowiecko-Podlaska	min	38,0	1,0	11,0	4,0	0	0
	średnia	72,7	61,7	83,0	73,0	41,2	26,4
	odch.std.	21,7	30,6	27,3	30,2	29,52	26,46
	max	100,0	100,0	100,0	100,0	81	83
Śląska	min	0,0	3,0	2,0	20,0	1	1
	średnia	28,0	48,6	61,7	73,2	32	20,69
	odch.std.	29,5	35,3	32,4	21,0	23,74	24,51
	max	98,0	97,0	100,0	100,0	86	94
Małopolska	min	8,0	2,0	61,0	3,0	0	0
	średnia	66,2	61,7	89,7	81,0	49,19	27,89
	odch.std.	28,1	28,3	12,8	24,3	31,25	26,92
	max	100,0	100,0	100,0	100,0	100	92
Sudecka	min	39,0	26,0	49,0	48,0	1	1
	średnia	68,9	58,0	65,1	72,0	23,75	14
	odch.std.	16,8	24,0	13,5	21,2	17,2	12,72
	max	91,0	85,0	84,0	100,0	49	36
Karpacka	min	10,0	14,0	25,0	18,0	2	0
	średnia	54,5	61,3	72,8	62,6	43,11	30,95
	odch.std.	26,8	26,1	21,9	23,3	28,66	24,57
	max	95,0	97,0	99,0	99,0	100	99

Tabela 9.3.6. Zróznicowanie liczby kwadratów o o niezmienionym typie synuzjum w kolejnych okresach pomiarowych na SPO II rzędu (typy pośrednie zgeneralizowano) w poszczególnych typach zbiorowisk

Grupa zbiorowisk	Wielkość	Trwałość w latach					
		1998-2003	2003-2008	2008-2013	2013-2019	2019-2023	1998-2023
<i>Vaccinio-Piceetea</i> razem	min	4,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	średnia	56,9	48,7	70,7	52,7	42,9	21,7
	odch.std.	27,8	30,4	29,1	27,3	31,5	23,3
	max	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	92,0
<i>Quercetea robori-petraeae</i> razem	min	1,0	3,0	38,0	6,0	9,0	0,0
	średnia	49,3	38,8	64,2	39,2	39,2	40,2
	odch.std.	32,7	32,8	23,2	28,6	25,3	39,2
	max	90,0	85,0	100,0	91,0	86,0	94,0
<i>Quercu-Fagetea</i> razem	min	0,0	0,0	0,0	6,0	1,0	0,0
	średnia	49,3	51,2	68,8	54,5	42,6	25,1
	odch.std.	31,3	31,9	27,1	26,0	28,2	25,2
	max	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	99,0



Rycina 9.3.1. Udział procentowy poszczególnych typów synuzjów na SPO II rzędu w krainach przyrodniczo-leśnych w roku 2023



Rycina 9.3.2. Liczba SPO II o określonym typie dominującego typu synuzjum w poszczególnych terminach obserwacyjnych. Oznaczenia typów synuzjów: A - brak roślin (powierzchnia bez roślin powyżej 95 %); B - mchy; C - porosty; D - gatunki o pokroju trawiastym; E - dwuliścienne zielne; F - krzewinki; G - siewki drzew; H – paprocie i widłaki

9.4. Dynamika występowania *Deschampsia flexuosa* i *Vaccinium myrtillus* w latach 1998-2023 na SPO II rzędu

9.4.1. Wprowadzenie

W obrębie zbiorowisk roślinnych rozmieszczenie osobników i populacji poszczególnych gatunków roślin ulega ciągłym zmianom. Zmiany te mają najczęściej charakter fluktuacji wynikającej z fluktuacji warunków siedliskowo-klimatycznych bądź konkurencji międzygatunkowej. W wielu jednak przypadkach związane są z ekspansją gatunku lub obumieraniem starszych części polikormonów. Szczególnie ważną rolę odgrywają zmiany obfitości występowania i rozmieszczenia w przestrzeni gatunków, które mogą stanowić dominanty w runie i wpływać na cały charakter dna lasu oraz na liczne procesy w nim zachodzące. Do grupy takich gatunków należą m.in. *Deschampsia flexuosa* oraz *Vaccinium myrtillus*. Pierwszy z nich, jak wynika z licznych badań i obserwacji, jest w Polsce w ekspansji terytorialnej i przesuwa się od zachodu na wschód. Zmiany zasięgu i obfitości występowania związane są najczęściej z ponadregionalnymi zaburzeniami i wzrostem zawartości azotu w

glebie (por. Matuszkiewicz [red.] 2007). Drugi z wymienionych gatunków należy do grupy tzw. gatunków starych lasów, a jego wkraczanie w obręb kolejnych płatów leśnych jest funkcją czasu i odległości od najbliższych dobrze wykształconych populacji występujących w dojrzałych drzewostanach na odpowiednim siedlisku (Matuszkiewicz i in. 2013). Obserwacja dynamiki tych dwóch gatunków dostarcza nam pośrednio informacji o wielkoobszarowych procesach regeneracji zbiorowisk leśnych.

9.4.2. Zakres i metody obserwacji terenowych. Kierunki analizy materiału

Analiza występowania *D. flexuosa* i *V. myrtillus* stanowiła część badań nad strukturą poziomą runa. Strukturę poziomą runa analizowano na powierzchni 100 m kw. (10 m x 10 m), podzielonej na 25 kwadratów wielkości 4 m kw. Dla każdego z kwadratów wykonano uproszczone zdjęcie fitosocjologiczne, uwzględniając krzewy, rośliny runa i warstwę mchów i porostów. Na podstawie tych danych określano zmiany rozmieszczenia na kwadratach obu gatunków roślin i oceniano ich dynamikę w całym płacie.

9.4.3. Wyniki

Dynamika występowania *Deschampsia flexuosa*

Biorąc pod uwagę jedynie analizowane kwadraty na poletku 100 m kw. śmiałek pogięty został zarejestrowany w kolejnych latach pomiarowych na – odpowiednio – 66, 76, 77, 78, 80 i 85 powierzchniach. Obserwuje się zatem powolny, ale systematyczny wzrost powierzchni, na których występuje ten gatunek. Należy dodatkowo podkreślić, że w części przypadków osobniki tego gatunku występowały sporadycznie na powierzchni 400 m kw. zdjęcia fitosocjologicznego i nie zawsze zostały zarejestrowane na kwadratach składających się na powierzchnię 100 m kw.

D. flexuosa wykazywała nieco odmienną dynamikę w czterech pięcioleciach. W pierwszym liczba kwadratów, na których się pojawiła była wyraźnie większa niż liczba kwadratów, na których zanikła (co dało w efekcie wzrost liczby SPO z obecnością tego gatunku). Jednocześnie liczba kwadratów, na których nastąpił wzrost obfitości występowania była wyższa niż liczba kwadratów ze spadkiem obfitości. W drugim pięcioleciu nastąpiło wyraźne odwrócenie trendów. Spadła liczba nowo zajętych kwadratów i wzrosła liczba kwadratów, na których nie zaobserwowano osobników śmiałka. Jednocześnie liczba kwadratów ze spadkiem obfitości występowania była wyraźnie wyższa niż kwadratów ze wzrostem. W trzecim pięcioleciu ponownie (podobnie jak w pierwszym pięcioleciu) liczba

kwadratów, na których pojawił się śmiałek była wyższa niż liczba kwadratów, na których zanikł. Natomiast podobnie jak w drugim pięcioleciu, liczba kwadratów ze spadkiem obfitości występowania była wyraźnie wyższa niż kwadratów ze wzrostem. Czwarty okres (lata 2013-2019) miał identyczny charakter jak okres poprzedzający - liczba kwadratów, na których pojawił się śmiałek była wyższa niż liczba kwadratów, na których zanikł, natomiast liczba kwadratów ze spadkiem obfitości występowania była wyraźnie wyższa niż kwadratów ze wzrostem. Ostatnie pięciolecie to kolejne odwrócenie zależności. Liczba kwadratów, na których pojawił się śmiałek była trzykrotnie niższa niż liczba kwadratów, na których zanikł, natomiast liczba kwadratów ze spadkiem obfitości występowania była prawie taka sama jak liczba kwadratów ze wzrostem (ryc. 9.4.1, tab. 9.4.1).

Łączna analiza danych dla sześciu terminów pomiarowych wskazuje, że systematyczny, przez wszystkie pięć okresów między pomiarami, spadek obfitości występowania śmiałka miał miejsce na 1 powierzchni, natomiast na 9 powierzchniach obserwowano spadki przez cztery okresy (tzn. albo w latach 1998-2019, albo też 2003-2023). Wzrost obfitości występowania śmiałka przez cały czas pomiarów wystąpił na 5 powierzchniach, natomiast na 1 powierzchni obserwowano wzrosty przez cztery okresy. Należy także zauważyć, że łącznie w terminach obserwacyjnych 2003, 2008, 2013, 2019, 2023 *D. flexuosa* pojawiła się po raz pierwszy na 23 powierzchniach, i była na nich obserwowana przez wszystkie kolejne terminy. Natomiast zanikła na 6 powierzchniach. Ponadto 13 powierzchni charakteryzuje się okresowym występowaniem śmiałka, tzn. terminy, w których był rejestrowany, są przedzielane terminami, w których go nie notowano. Przykłady powierzchni charakteryzujących się systematycznym wzrostem i systematycznym spadkiem przedstawiono na rycinie 9.4.2.

Wnioski przedstawione w poprzednich raportach, na podstawie krótszej serii obserwacji (Solon 2020) znajdują swoje potwierdzenie także w wynikach z roku 2023. Zmiany ilościowości śmiałka pociętego na SPO II rzędu mają dobrze określony wydźwięk geograficzny (ryc. 9.4.3). Udział powierzchni z obecnością *D. flexuosa* jest wyraźnie wyższy na zachodzie Polski niż na wschodzie, przy czym różnice te nie są związane z istotną odmiennością typów zbiorowisk roślinnych w obu częściach kraju. Ponadto istotnie częściej zaobserwowano pojaw śmiałka w Polsce północno-wschodniej i (południowo)-wschodniej niż na zachodzie. Co więcej, spadki pokrywania (generalnie rzadkie), wystąpiły głównie w Polsce północno-zachodniej.

Dynamika występowania *Vaccinium myrtillus*

Biorąc pod uwagę jedynie analizowane kwadraty na poletku 100 m kw. borówka czernica została zarejestrowana w kolejnych latach pomiarowych na – odpowiednio – 98, 101, 102, 102, 99 i 108 powierzchniach. Należy tu jednak podkreślić, że w części przypadków osobniki tego gatunku występowały sporadycznie na powierzchni 400 m kw. zdjęcia fitosocjologicznego i nie zawsze zostały zarejestrowane na kwadratach składających się na powierzchnię 100 m kw.

V. myrtillus wykazywał bardzo zbliżoną, choć nieidentyczną dynamikę w pięciu pięcioleciach. Przede wszystkim liczba kwadratów z pojawem borówki była przez cztery początkowe pięciolecia wyższa niż liczba kwadratów z jej zanikiem, przy czym w drugim pięcioleciu ta różnica była najwyższa. Dopiero w ostatnim okresie (2019-2023) nastąpiło odwrócenie trendu i liczba kwadratów z pojawem borówki jest ok. pięciokrotnie niższa niż kwadratów z jej zanikiem. Po drugie, liczba kwadratów, na których nastąpił wzrost obfitości występowania borówki była, przez wszystkie pięć okresów, wyższa niż liczba kwadratów ze spadkiem obfitości. Należy tu jednak podkreślić, że - niezależnie od bezwzględnej liczby kwadratów – stosunek liczby kwadratów ze wzrostem obfitości borówki do liczby kwadratów ze spadkiem systematycznie maleje w czasie (od wartości 2,6 w pierwszym pięcioleciu do 1,4 w ostatnim) (ryc. 9.4.4, tab. 9.4.2).

Łączna analiza danych dla sześciu terminów pomiarowych wskazuje, że systematyczny, przez cały okres obserwacyjny, spadek obfitości występowania borówki czernicy miał miejsce na 2 powierzchniach, a podobnie stały wzrost – na 13 powierzchniach. Dodatkowo, na trzech powierzchniach występował spadek przez cztery kolejne okresy, a na 7 – wzrost przez cztery okresy.

Należy także zauważyć, że w ciągu 25 lat borówka czernica pojawiła się trwale na 7 powierzchniach (tylko w terminach obserwacyjnych 2003, 2008, 2013), natomiast zanikła trwale także na 7 powierzchniach (2008, 2013, 2019 i 2023). Ponadto 10 powierzchni charakteryzuje się okresowym występowaniem borówki, tzn. terminy, w których była rejestrowana, są przedzielane terminami, w których jej nie notowano. Przykłady powierzchni charakteryzujących się systematycznym wzrostem i systematycznym spadkiem przedstawiono na rycinie 9.4.5.

Wydaje się, że zmiany ilościowości borówki czernicy na SPO II rzędu nie mają wielkoprzestrzennego charakteru geograficznego, lecz są konsekwencją lokalnych uwarunkowań, historii i otoczenia poszczególnych płątów (rycina. 9.4.6).

9.4.4. Podsumowanie

Z analizy danych pochodzących z monitoringu lasu wynika wyraźnie, że zmiany w rozmieszczeniu *D. flexuosa* i *V. myrtillus*, choć zbliżone do siebie w mikroskali (tj. w odniesieniu do pojedynczych kwadratów czterometrowych), to jednak reprezentują wyraźne odmienne procesy. W przypadku *D. flexuosa* mamy do czynienia z wyraźną ekspansją w kierunku wschodnim, podczas gdy w płatach położonych na zachodzie kraju coraz częściej obserwuje się zmniejszanie ilościowości śmiałka pogiętego – co świadczy o wytwarzaniu się nowej równowagi między tym gatunkiem a pozostałymi. Należy tu także podkreślić, że śmiełek pogięty nie wykazuje bardzo silnego przywiązania do określonej grupy zbiorowisk, a spotyka się go zarówno w lasach liściastych (m.in. grądy i buczyny) jak i w borach i borach mieszanych.

W przypadku *V. myrtillus* nie obserwuje się ekspansji terytorialnej, lecz raczej proces regeneracji składu gatunkowego. Świadczy o tym m.in. przewaga powierzchni z brakiem czernicy lub z jej zanikiem albo zmniejszeniem ilościowości w obrębie powierzchni reprezentujących lasy liściaste (34 takie powierzchnie na 53 reprezentujące lasy liściaste klasy *Quercus-Fagetea* – wobec odpowiednio 12 na 87 powierzchni borowych). Można przy tym przyjąć, że wcześniejsza, bardziej obfita obecność *V. myrtillus* w płatach, obecnie identyfikowanych jako reprezentacja klasy *Quercus-Fagetea* była konsekwencją silnej pinetyzacji drzewostanów na siedliskach lasowych.

Już wcześniejsze podsumowania krótszych serii (Solon 2010, 2020) sugerowały, że w przyszłości opisane tu trendy mogą ulec spowolnieniu. Dane z roku 2023 także na to wskazują, przy założeniu jednak kontynuacji obecnie zidentyfikowanych procesów. Powyższe wnioski są zgodne z obserwacjami szczegółowymi, dotyczącymi wybranych kompleksów, dla których dysponujemy seriami obserwacyjnymi (choć nieregularnymi w czasie i przestrzeni), obejmującymi ponad 60 lat (porównaj: Solon 2007a, 2007b).

Literatura

- Matuszkiewicz J.M. (red). 2007. Geobotaniczne rozpoznanie tendencji rozwojowych zbiorowisk leśnych w wybranych regionach Polski. – IGiPZ PAN Monografie 8,
- Matuszkiewicz J.M., Kowalska A., Solon J., Degórski M., Kozłowska A., Roo-Zielińska E., Zawiska I., Wolski J. 2013. Long-term evolution models of post-agricultural forests. Prace Geograficzne IGiPZ PAN 240, Warszawa, 322 s.
- Solon J. 2007a. Przekształcenia borów sosnowych świeżych w Puszczy Augustowskiej. w: Matuszkiewicz J.M. (red). Geobotaniczne rozpoznanie tendencji rozwojowych zbiorowisk leśnych w wybranych regionach Polski. – IGiPZ PAN Monografie 8, ISBN 978-83-87954-78-0; s: 176-197.
- Solon J. 2007b. Przemiany zbiorowisk leśnych Kampinoskiego Parku Narodowego w ciągu 80 lat. w: Matuszkiewicz J.M. (red). Geobotaniczne rozpoznanie tendencji rozwojowych zbiorowisk leśnych w wybranych regionach Polski. – IGiPZ PAN Monografie 8, ISBN 978-83-87954-78-0; s: 290-343.
- Solon J. 2010. Poziome zróżnicowanie runa powierzchni monitoringowych w roku 2008 oraz zmiany w latach 1998-2008. w: Wawrzoniak J. (red.) Stan uszkodzenia lasów w Polsce w 2008 roku na podstawie badań monitoringowych. str. 49-52, tab. 77-84, rys. 43- 44. Biblioteka Monitoringu Środowiska.
- Solon J. 2020. Zmienność szaty roślinnej na SPO II rzędu. w: Stan zdrowotny lasów w Polsce w 2019 roku na podstawie badań monitoringowych, str. 81-116, tabele 10.1 - 10.31, ryc. 10.1-10.24. Sękocin

Tabela 9.4.1.cd Dynamika populacji *Deschampsia flexuosa* na kwadratach w latach 1998-2023. Oznaczenia - a - pojawienie się osobników w kwadracie, A - wzrost pokrycia, D - spadek pokrycia, d - całkowity zanik na kwadracie, o - brak zmian

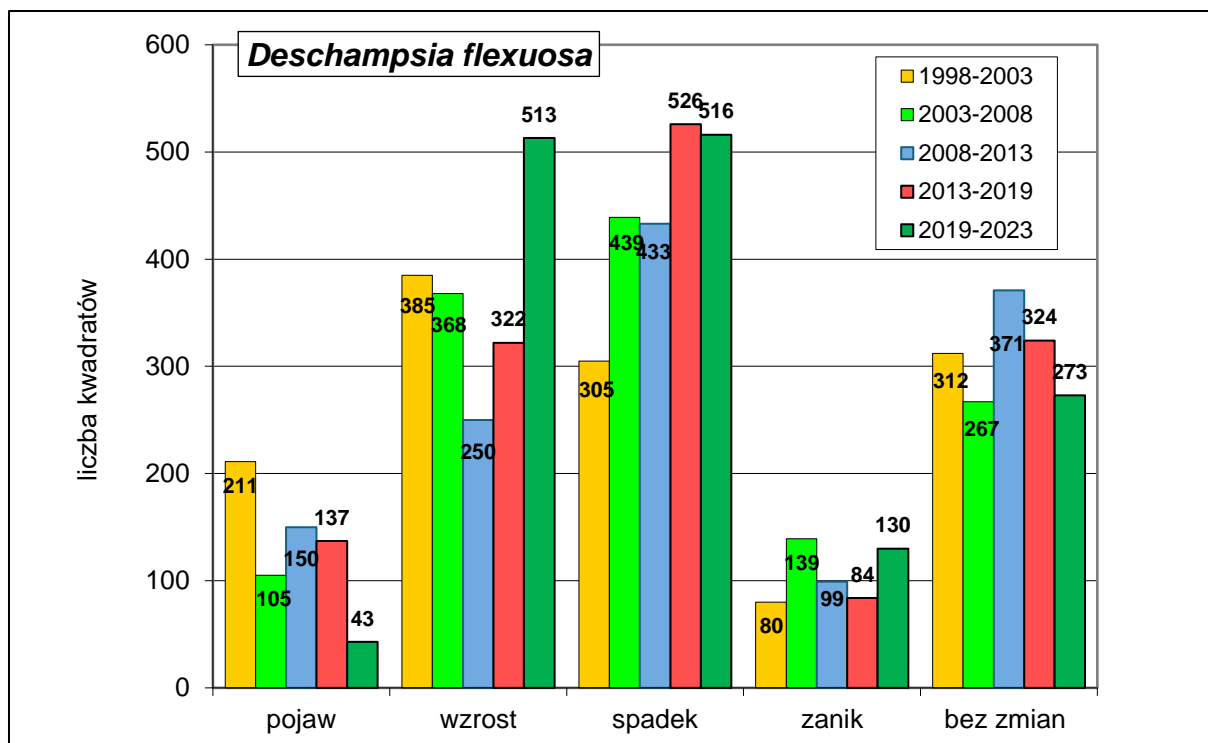
SPO	okres 2019-2023																								
	kw01	kw02	kw03	kw04	kw05	kw06	kw07	kw08	kw09	kw10	kw11	kw12	kw13	kw14	kw15	kw16	kw17	kw18	kw19	kw20	kw21	kw22	kw23	kw24	kw25
101	o	D	D	D	D	D	D	o	D	o	o	D	o	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
102	A	A	D	D	D	D	o	o	D	A	D	D	A	o	o	A	A	A	o	o	o	A	o	A	A
103	A	o	D	o	o	A	A	D	D	D	o	o	o	D	A	D	d	o	A	o	o	o		o	D
104	A																			d				D	d
105	A	d	A			A	o	d	o		A	A	o	A	A	A	A				A	D	D	o	o
106	D	A	o	D	D	A	A	A	A	o	A	A	A	D	A	o	o	o	D	D	A	A	A	A	A
107																									
108																									
109	D	D	D	A	A	o	D	D	D	D	o	o	A	A	A	A	D	D	o	A	o	o	o	D	D
110		d	d			d	d				d	d	d			d		d				d	d	d	
111		d	d		o	d	d	d	o	o	d	d	d	d	A	d	d	d	d		d	d	d	D	d
112	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	o	A	A	A
113	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
114	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	o	A	A	A	A
115	A	A	A	A	A	o	A	A	A	A	o	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	o	A	A
116																			a						
117																									
118												d						A							
119												d		o	D				d						
120	A	A	o	o	o	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	o	A	A	A	A	A	A	A	A	A
121		D				D															A	A	A	A	A
122	o	o	D	d	o	o	D	D		d	A	o	d			o			a	o	o	a	a	a	o
123	o	A	o	o	A	o	A	o	D	o	D	o	o	D	o	D	o	A	D	o	D	D	o	D	A
201																									
202																									
203																									
204															d	D	D		d	D	D				
205	D	D	D	D	D	D	D	D	D	o	D	D	o	o	D	o	A	D	o	o	A	D	o	D	D
206																									
207														d	d						d				
208																									
209																									
210							D	D			A	D	D			D					D	D	D		
211																									
212																									
213																					d			D	
214	o	A	A	D	D	A	o	o	o	o	D	A	A	A	o	o	D	D	D	o	o	o	D	o	D
215												A				d	D							D	
301																									
302	A	A	A	A	A	A	o	A	A	A	A	A	A	A	A	o	A	A	o	o	o	A	A	A	A
303	o	o	A	o	o	D	D	D	D	o	o	o	o	o	A	D	o	o	o	D	A	A	D	D	o
304										o			a	d	d		d			d	d	a	o	d	
305	D	o	A	A	A	D	D	o	o	o	D	o	A	A	A	D	D	A	A	A	D	o	D	o	A
306	o	D	o	o	o	A	D	o	A	D	D	o	o	A	A	D	o	D	o	o	o	D	o	A	A
307																					A	A			
309																									
310	d	A	o		o	d	d		D	d	d	D	d										d	d	d
311	o	D	A	A	D	A	D	d	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	o	D	D	D	D	D	D
312			D	o	D	D		D	D									A		D			d	d	
313	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
314	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	a	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
315	d				D			o	A	d	A	A	A	A		A	A	A	A	A	D	D	A	A	D
316	D	o	D	A	A	o	o	A	D	A	o	A	A		A	A	A	o	A	A	o		o	A	A
317																									
318	D	o	D	A	A	o	A	D	D	D	A	A	A	o	o	A	A	D	A	A	A	D		d	d
319																									
320	o	D	D	D	A	A	A	A	A	A	A	A	D	A	A	A	D	o	A	D	A	A	o	A	A
321	D	D	D	o	d	D	D	d	d	d	d	D	d	D	d	D	d	d	d	o	D	D	d	d	d
322																									
323																									
324										D													D	D	A
325	A	A	D	D	A		d	A	o	D	D	A	A	A	A	d	A	A	A	A	A	A	A	A	A
326	a	a	a						a	a					a										
401	A	D	A	D	D	o	D	A	o	D	D	D	A	A	D	D	D	A	D	D	D	D	A	D	D
402	A					A					A	D					D					D			
403																									
405	A	A	A	D	A	A	A	o	A	A	A	A		d	A	A	A	d		A	A	A	A	d	A
406			D				D	A		D						D	D	D	D	D			d		
407	o	o	o	D	D	D	D	o	A	A	o	A	o	D	D	A	A	A	A	o	A	D	A	o	D
410	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	o	o	D	D	D	D	o	D	D	o	D	A	D	o	A
411																			d		D				
412																									

SPO	okres 2019-2023																										
	kw01	kw02	kw03	kw04	kw05	kw06	kw07	kw08	kw09	kw10	kw11	kw12	kw13	kw14	kw15	kw16	kw17	kw18	kw19	kw20	kw21	kw22	kw23	kw24	kw25		
413																											
414																											
415																											
416			a				a						a					a						a			
417																											
418																											
501																											
502	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	o	A	A	A	A	D	
503	A	A	A	A	A	D	D	o	D	D	A	D	D	D	D	D	D	D	D	D	A	D	D	D	D	A	
504	A	A	A	A	o	o	A	D	D	A	A	A	D	D	D	A	A	A	o	o	A	A	o	A	A	A	
505																											
506																											
507																											
508																											
509	D	D	d	D	D	D	D	D	d	d	o	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	o	D	
510	o																										
511																											
512	D	o	D	D	A	D	D	D	D	D	D	D		D	D	D		D		D	D	A	o	D	D		
513	o	o	A	D		o	A		D	D	o	A	A	D	D	D	D	D	d	D	D	D	D	D	D	D	
514			d	A	D			D	D	D	d	D	D	o	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	
515																											
516																											
601						a	a				a							a	a			a		a	a	a	
602																											
603																											
604	D	D			o			D	A					D	D						D				D		
605			a	a	a		a		a	a				a	a			a	a	a			a				
606																											
607																											
608																											
609	D		D	D	A	D		o	A	D	D	D		A		D	A	A	D		o	D	A				
610		D	D		D	A	A	D			A	o				D	D				D				D		
611																											
612																											
613																											
614	D	A	D	D	D		D	D	D				D	D											D		
615	A	D	o	D	o	D	D	D	D	D	D	o	o	o	o	o	A	A	D	A	D	D	o	D	A		
616	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	o	D	D	D	D	d	D	D	D	D		
617	D	D	D	D	D	D	o	A	D	D	D	A	D	D	D	D	o	D	o	D	D	o	o	D	D		
618	o	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D		
619																o	D	o			o	D	A	D	D		
620																											
621																											
622	A	D	o	A	d	D	o	o	A	d	o	D	d	D	d	A	o	o	A	A	D	o	o	A	A		
623																											
624																											
625																											
626																											
627	d	d	d	d	d	d	d	d	d	D	d		d	o						d	D			d	d		
701	o	o	A	d	A	D	A	o	A	o	A	o	D	o	D	D	A	A	o	A	D	o	D	o	o		
702					d	d	A				A	D															
703																											
704																											
705														a					a								
706	o	A	o	D	o	o	A	D	A	o	A	A	o	o	A	A	o	D	D	D	A	o	A	o	o		
707	D	D	o			d		D		D	D	D	d				D	D	D		D		D	o	o		
708	A	A	A	A	A	o	A	A	A	A	A	o	A	A	A	A	A	o	o	A	A	A	A	A	A	A	
801	D	D	D	o	D	D	D	D	o	d	o	o	o	A	D	D	o	D	d	D	D	o	D	D	o	o	
802																											
803																											
804																											
805																											
806																											
807																											
808																											
809	d	D	D	o			d	D				d	d	D	d						o	o	d	d	D	o	o
810											D		A	A		d					o	o	d	d	D	o	o
811																					D				o	D	
812																											
813																											
814	D	D	d	D	o	D	o	o	o	o	o	A	o	o	D	o	o	D	D	o	o	D	D	o	o	o	
815																											
816																						a				a	
817																											
818																											
819																											

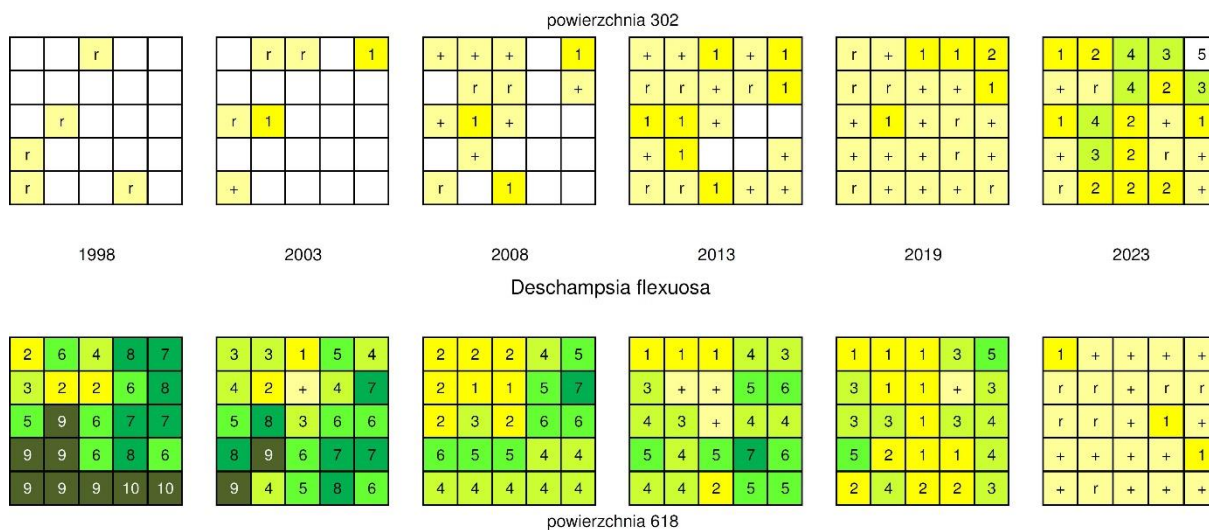
Tabela 9.4.2. cd.

SPO	okres 2019-2023																								
	kw01	kw02	kw03	kw04	kw05	kw06	kw07	kw08	kw09	kw10	kw11	kw12	kw13	kw14	kw15	kw16	kw17	kw18	kw19	kw20	kw21	kw22	kw23	kw24	kw25
101	A	A	A	A	A	o	A	A	A	A	A	A	o	o	A	A	A	o	A	A	A	A	D	A	A
102			a	o	o	A				A	D	d		D	o	A		a	A	A	A	o	a	A	A
103	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	o	A	A	A	A	o	D	A	A	A	A	A
104																									
105																									
106	d			A	A	D				A	d		d											A	o
107																									
108	o	d																							
109						o	o					o													
110																									
111																									
112																									
113			A	A	A				a	A				d	a	A	a							a	
114	a			A	a	A	A	a	o	A	A	A	D	o	A	A	o	a	a	a	A	D	a	a	a
115	o	o	A	A	D	d	A	A	A	o		o	A	o	D	d	D	A	A	D		o	o	o	D
116																									
117																									
118																									
119					d					d			d					d		d		d			D
120	A	A	o	D	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
121																									
122																									
123	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	o	A	A	A	A	A	A	A	A	A	o	A	A	D	A
201	o		D	D	o	D	o	A	d		A	A	A			A	A	o	o		A	A			
202															D	D			d	D	D			d	
203																									
204					D				A	o				A	o				D	A	D	A	d		D
205	A	o	o	A	A	o	o	A	o	o	A	A	A	A	o	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
206																									
207		d	A		d	o		d			D				d	d				D	D				D
208	D	A	A	A	A	D	A	A	A	A	A	A	A	A	o	o	D	A	A	A	D	D	D	A	A
209			D																						
210	o	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
211	o	A	o	o	A	o	D	A	A	A	o	A	A	d	A	D	D	A	A	A	A	A	A	A	A
212		o	D	d	d	D	o	o	D	o	o	o	d	o	A			D	D	o			o	o	
213	o				o							A	d			o				D					
214										D				A	A				D	D				D	o
215	A	A	A	o	o	A	A	A	A	A	A	A	A	o	D	A	A	A	A	A	o	A	A	A	o
301																									
302																									
303	o	A	o	A	A					a									a	o			a	A	A
304	A	A	o	A	A	A	o	A	A	A	A	A	A	A	A	o	A	A	A	A	o	o	A	A	A
305	A	A	D	A	A	A	A	A	A	A	A	A	D	D	D	o	A	o	D	D	o	o	A	o	D
306	A	A	A	A	A	A	A	A	A	o	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
307	A	D	o	A	o	A	A	A	A	A	o	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	o	A	A
309			d				d	A				A	A												
310		d	d	d	d		d	d	d	D	d	d	d	d	D	d	d	d	d	D	d	d	D	A	D
311	A		A	A	A			D	D	A	d			D	A	d									
312																		A				A			
313																					A	d			
314																									
315																									
316																									
317																									
318	A	A	A	A	A	A	A	A	o	D	A	A	A	o	A	D	A	A	A	A	o	D	o	A	A
319																									
320	A	A	A	A	A	o	o	A	A	A	A	A	A	D	A	o	A	A	A	o	o	o	A	A	A
321	d	d	d		d	d	d		d	d	d	d		d	d	d			d	d	d		d	d	d
322				d	d	o	d	d	d	d					d	d									
323	A	A	A	o	A	A	A	A	A	o	D	A	A	A	A	A	o	A	A	A	A	A	D	D	A
324	A	A	A	A	A	A	D	A	A	A	A	D	D	A	o	A	A	o	A	D	o	D	o	A	o
325	A	D	D			D	A	o			o	o	A			A	A	o		A	A	D		A	
326																									
401	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
402						a																	a	a	
403																									
405	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
406			A	o	o					A					A					A	d	d			
407	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	o	D	o		A	A				d	A
410						A	D				A	A				A	D				D	D		D	
411																									
412																									
413	o																								
414																									
415	A	A	D	D	D	D	D	o	D	o	o	D	o	o	A	A	D	A	A	A	o	A	A	A	A

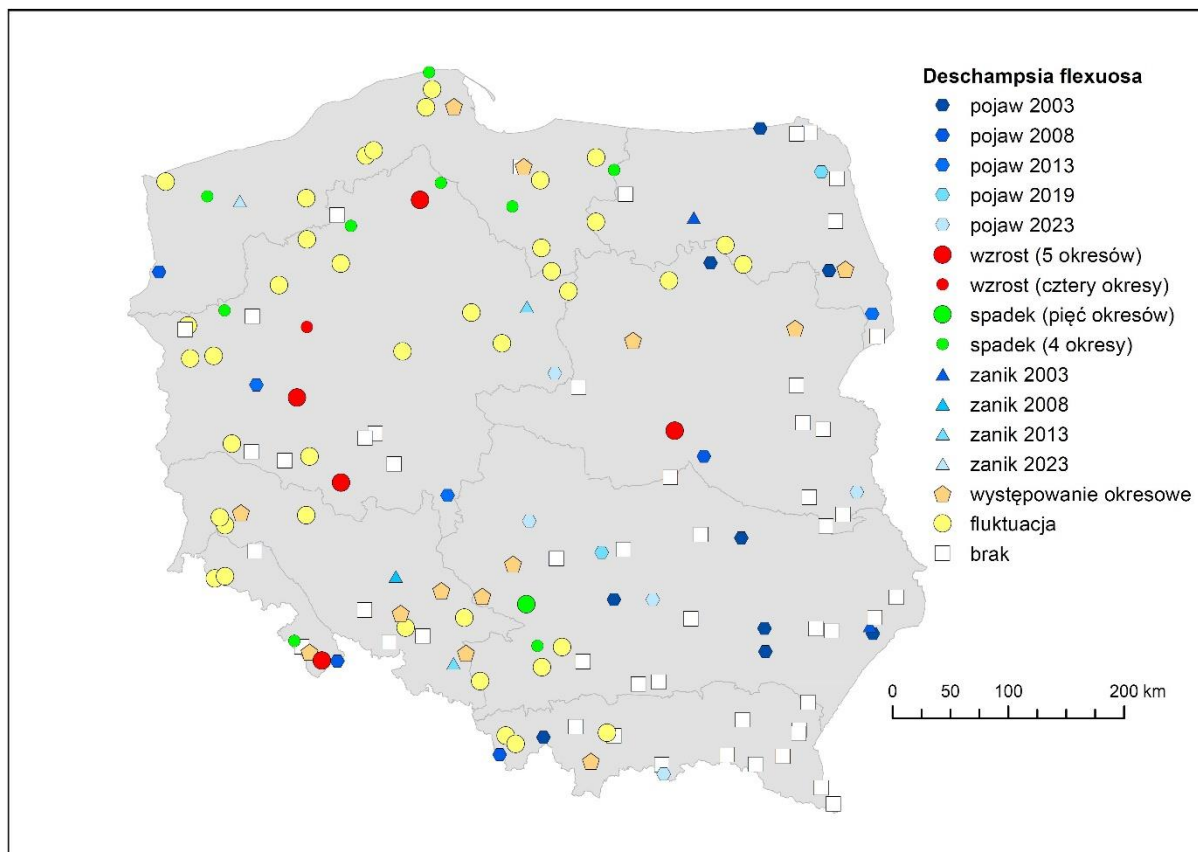
SPO	okres 2019-2023																									
	kw01	kw02	kw03	kw04	kw05	kw06	kw07	kw08	kw09	kw10	kw11	kw12	kw13	kw14	kw15	kw16	kw17	kw18	kw19	kw20	kw21	kw22	kw23	kw24	kw25	
416	D	D	D	D		A	o	o	D	o	A	o	D	D	o	D	o	A	D	D	D	A	A	D	D	
417					D	d			d																o	
418																										
501	A	A	A	D	D	A	A	D	o	A	o	A	o	o	D	A	o	A	D	D	o	A	A	D	o	
502	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	D	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	
503															D						o		D		D	
504	A	A	A	A	A	A	o	o	A	A	o	A	A	A	A	o	o	A	A	A	A	o	A	A	A	
505	D	D	o	D		D	D	D	D		D															
506																										
507																										
508																										
509	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	
510																										
511						d	A	A	A				D													
512	D	D	D	D	A	o	D	D	o	A	D	D	D	A	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	o	
513	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	
514		d	D	o	A	d	D	o	A	A	D	A	o	A	A	D	o	A	D	o	A	o	A	A	o	
515																										
516																				a				a		
601																						D	o	A	A	
602	o	D	o	o	o	o	D	o	D	D	o	o	o	o	A	A	A	A			D	o	A	A	o	
603	D	A	A	o	D	D	A	A	o	o	d	A	D	o	o		o	A	A	A	A	A	A	D	o	
604	o	o	o	o	o	D	o	o	A	A	D	D	o	A	A	D	D	D	A	D	A	o	o	A	D	
605	A	A	A	o	A	A	A	o	A	A	o	D	D	D	A	D	D	o	A	A	A	D	D	D	o	
606	A	A	D	D	D	o	A	D	A	o	A	o	D	D	A	A	o	A	A	A	A	A	A	o	A	
607	D	D	D	o	D	D	D	D	o	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	o	D	
608																										
609									o	A	d			D	A	d			A	A	D		A	A	A	
610	d				A		D	o			D	o	o				A	o		D				A	D	
611	d	D			D							d	d											D		
612																										
613																					d					
614	A	o	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	
615	A	D	o		d	d		D	D	D	D	A	A	D	A	A	o	D	o	o	o	o	A	A	D	
616	D	o	D	o	D	o	D	D	o	D	o	D	A	o	D	o	D	o	o	A	o	o	D	o	A	
617	D			D	o		o	A	o	A	o	o	D	o	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	
618	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	
619	A	o	o	A	A	A	A	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	o	D	o	D	o	A	A	
620																										
621	D	o	o	A	A	A	A	o	A	A	A	A	A	A	A	o	o	A	A	D	A	A	A	D	D	
622	D	d			D	o	d	A			D	d	d			o	A	D	D	d	D	D	D	d	d	
623	d	d	d	d	d	d	d	d	d	d	d	d	d	d	d	d	d	d	d	d	d	d	d	d	d	
624			o	D	o		d	A		d	D	d			A	o	d			o	A	o		D	D	
625	D	D	D	D	D	d	D	D	D	D	D	D	D	o	D	o	d	D	A	D	D	D		D	o	
626																										
627	A	A	A	A	D	D	A	A	A	d	D	D	A	A	d	D	D	D	D	D	d	D	D	A	D	D
701	o	A	D	D	o	D	o	D	D	D	D	o	D	D	D	D	D	D	o	D	D	D	A	D	D	
702	D	A	d	o	A				A	A		d		o	d	d	d	d	d	A	A	D	d	d	A	
703																				D						
704																										
705																										
706	o	D	D	D	o	o	o	o	D	D	A	D	A	D	o	D	D	D	o	o	D	o	o	D	o	
707	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	A	D	D	
708	o	D	D		o	o	o	A	D	D	D		d	o	D	D			D	D	o	o	d	D	D	
801	D	D	D	D	D	A	D	o	D	D	D	o	o	D	o	D	o	A	o	o	o	D	A	D	D	
802																										
803																										
804																										
805																										
806																										
807	o					A															A	D				
808																										
809	D	D				D	D	o					D	D			d									
810													o			d	D	D			D	D	o	D	D	
811		D	o	d	d		D	D	d	d			d	d	d		D	o	d	D	o	d	D	o	d	
812																										
813	o	D	o	o	o	D	o	o	o	o	D	D	o	o	o	D	o	D	A	A	A	D	D	o	o	
814	D	D	D	D	o	D	o	o	D	D	A	A	A	o	D	D	o	D	D	o	o	o	D	o	o	
815																										
816	o	o	D	D	A	D	D	D	D	D	o	o	D	o	D	D	D	D	o	D	D	D	o	D		
817																										
818			d	D																		d	d	d	o	o
819	a												a	a	a				a	a	a				a	



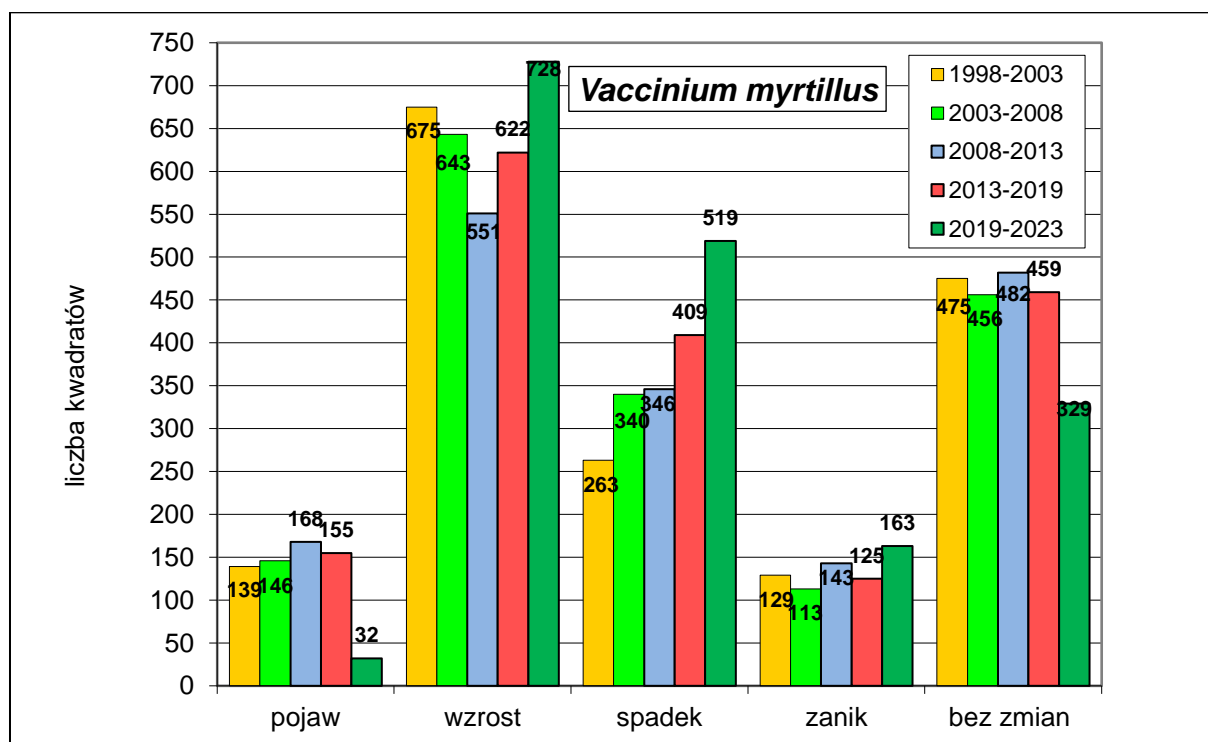
Rycina 9.4.1. Liczba kwadratów w obrębie SPO II rzędu o określonej dynamice zmian obfitości występowania *Deschampsia flexuosa* w latach 1998-2023.



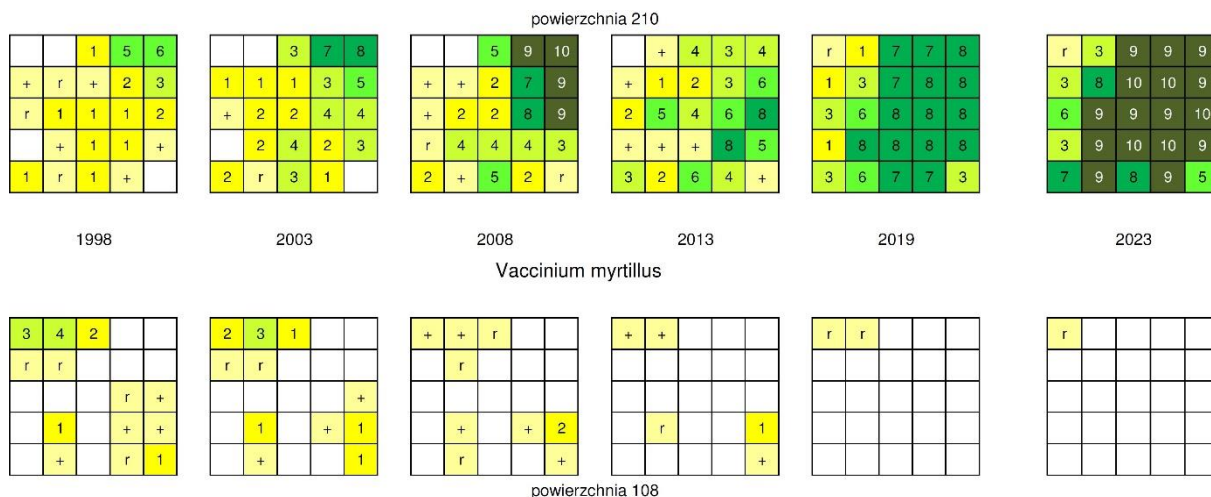
Rycina 9.4.2. Przykład powierzchni z systematycznym zwiększaniem i systematycznym zmniejszaniem ilościowości *Deschampsia flexuosa* w latach 1998-2023 na 25 kwadratach składających się na podpowierzchnię testową w ramach SPO II rzędu.



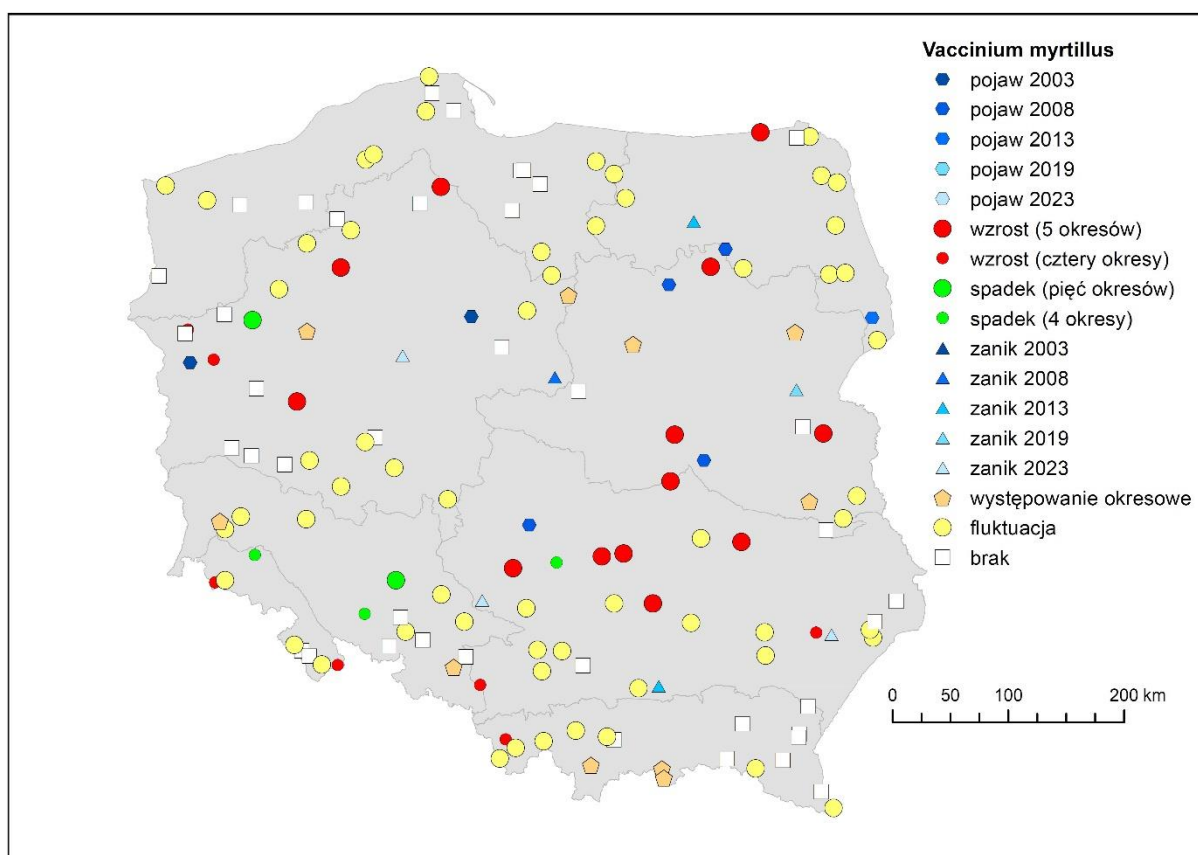
Rycina 9.4.3. Rozmieszczenie SPO II rzędu o różnych tendencjach dynamicznych obfitości występowania *Deschampsia flexuosa* w latach 1998-2023.



Rycina 9.4.4. Liczba kwadratów w obrębie SPO II rzędu o określonej dynamice zmian obfitości występowania *Vaccinium myrtillus* w latach 1998-2023.



Rycina 9.4.5. Przykład powierzchni z systematycznym zwiększaniem i systematycznym zmniejszaniem ilościowości *Vaccinium myrtillus* w latach 1998-2023 na 25 kwadratach składających się na podpowierzchnię testową w ramach SPO II rzędu.



Rycina 9.4.6. Rozmieszczenie SPO II rzędu o różnych tendencjach dynamicznych obfitości występowania *Vaccinium myrtillus* w latach 1998-2023.

9.5. Zmiany wartości wskaźników fitoindykacyjnych kwasowości (R) i zawartości azotu (N) w latach 1998-2023 na SPO II rzędu

9.5.1. Wprowadzenie

Celem niniejszego opracowania jest przedstawienie zmian wartości wskaźników fitoindykacyjnych kwasowości (R) i zawartości azotu (N), jakie zaszły w latach 1998-2023 na 148 Stałych Powierzchniach Obserwacyjnych II rzędu.

Metody fitoindykacyjne (stanowiące część szerzej ujętych metod bioindykacyjnych) polegają na wykorzystaniu charakterystyk ilościowych i/lub jakościowych (ściślej ich osobników, populacji lub zbiorowisk) do oceny innych biotycznych i abiotycznych właściwości środowiska geograficznego. Zdolność wskaźnikowa roślin dotyczy jedynie tych cech i elementów środowiska, które są dla nich ekologicznie istotne. Warunki klimatyczne (natężenie światła, temperatura powietrza, stopień kontynentalizmu) i czynniki glebowe (m.in. wilgotność, kwasowość, zawartość azotu i żyzność) bezpośrednio oddziałują na roślinność, zatem ich reakcja (obecność, żywotność, obfitość itd.) może być doskonałym wskaźnikiem tych warunków (Roo-Zielińska i in. 2007).

W niniejszym opracowaniu, podobnie jak we wcześniejszych (Solon 2020) wykorzystano koncepcję liczb wskaźnikowych Ellenberga (1979) i opracowane przez niego dwie skale wymagań gatunków: skalę wskaźnika R, i skalę wskaźnika N. Wskaźnik R wyraża biologicznie odczuwalną przez rośliny kwasowość podłoża i zawiera się w skali od R1 - gatunków wymagających gleb silnie kwaśnych ($\text{pH} < 3,5$) do R9 – wymagających gleb obojętnych i zasadowych ($\text{pH} > 6,5$). Pośrednie stopnie skali to R 2-3 – gatunki gleb kwaśnych; R 4-5 - umiarkowanie kwaśnych; R 6-7 – słabokwaśnych i słabozasadowych; R 8-9 - zasadowych. Wskaźnik N wyraża ekologiczną reakcję gatunków w stosunku do zawartości azotu w glebie i obejmuje następujące stopnie skali: N1– gatunki gleb skrajnie ubogich w mineralne związki azotowe; N 2-3 – ubogich gleb; N 4-5 - umiarkowanie zasobnych gleb; N 6-7 –zasobnych gleb; N 8-9 - bardzo zasobnych gleb (np. silnie nawożonych).

9.5.2. Dane terenowe i kierunki analizy materiału

Podstawą obliczeń i analiz były zdjęcia fitosocjologiczne, obejmujące powierzchnię 400 m kw., i wykonywane według ogólnie przyjętych zasad (por. Szafer, Zarzycki [red.] 1972). W zdjęciach fitosocjologicznych uwzględniono wszystkie gatunki roślin naczyniowych, mszaki i porosty naziemne, choć do opracowania fitoindykacyjnego wykorzystano jedynie informacje o

gatunkach występujących w warstwie runa). Zdjęcia zostały wykonane na wszystkich 148 powierzchniach monitoringowych w latach: 1998, 2003, 2008, 2013, 2019 i 2023.

Dla każdego zdjęcia z każdego terminu obliczono średnią ważoną liczbę wskaźnikową (odpowiednio wskaźnika R i wskaźnika N) według wzoru:

$$X_{sr} = \sum a_i * x_i$$

gdzie: a_i oznacza udział pokrycia i-tego gatunku w ogólnym pokryciu roślinnością; x_i oznacza liczbę wskaźnikową danego gatunku. Charakterystyki fitoindykacyjne (liczby wskaźnikowe) gatunków określono na podstawie wykazu Ellenberga (1979).

Otrzymane wartości zestawiono w tabelę i obliczono różnice wartości między poszczególnymi terminami pomiarowymi.

Biorąc pod uwagę fakt, że powierzchnie monitoringowe reprezentują różne typy zbiorowisk leśnych, występujące w odmiennych warunkach siedliskowych i przy różnej zasobności gleby, do dalszych analiz wykorzystano jedynie wartości różnic między pomiarami w różnych terminach.

9.5.3. Wyniki

Zmiany wskaźnika kwasowości (R)

W ciągu 25 lat sumaryczny spadek wartości (różnica między wartością w 2023 roku i 1989 roku) wskaźnika R (co oznacza wzrost kwasowości) wystąpił na 89 powierzchniach, przy czym na 24 spadek był niższy niż o 0,25 jednostki. Na jednej powierzchni spadek ten realizował się bardzo stopniowo, gdyż każdy z kolejnych sześciu pomiarów wskazywał na niższą wartość wskaźnika. Na 10 powierzchniach regularna sekwencja spadkowa obejmowała pięć kolejnych terminów (tab. 9.5.1).

Na pozostałych 59 powierzchniach nastąpił sumaryczny wzrost wartości wskaźnika (tj. spadek kwasowości), przy czym na 23 powierzchniach wzrost nie przekraczał 0,25 jednostki. Na dwóch powierzchniach wzrost ten realizował się stosunkowo stopniowo, gdyż każdy z kolejnych pomiarów w latach 2008, 2013, 2019 i 2023 w pierwszym przypadku, i w latach 2003, 2008, 2013 i 2019 (w drugim przypadku) wskazywał na wyższą niż poprzednio wartość wskaźnika (tab. 9.5.1).

Na sumaryczny stan różnic między rokiem 1998 i rokiem 2023 bardzo silnie wpłynął ostatni okres pięcioletni, w którym wiele trendów zarysowanych we wcześniejszym

dwudziestoleciu bardzo osłabło lub uległo odwróceniu. Przede wszystkim w tym pięcioleciu wartość wskaźnika R spadła jedynie na 31 powierzchniach (w tym o mniej niż 0,25 jednostki na 16 powierzchniach). Na pozostałych 117 powierzchniach wartość wskaźnika R wzrosła w stosunku do 2019 roku, choć na 62 powierzchniach wzrosty nie przekroczyły 0,25 jednostki.

W wyniku zmian w ostatnim pięcioleciu wartości wskaźnika R w roku 2023 na większości powierzchni były bardziej zbliżone do wartości z roku 1998 niż wartości wskaźnika w roku 2019. Liczba powierzchni ze spadkiem wartości wskaźnika R zmalała w roku 2023 o 18 w stosunku do roku 2019, a dodatkowo wartość tego spadku (uśredniona dla wszystkich powierzchni ze spadkiem) wynosi -0,56 wobec średniej wartości -0,67 w roku 2019. Oczywiście, liczba powierzchni ze wzrostem wartości wskaźnika R wzrosła o 18 w roku 2023 w stosunku do roku 2019, ale wartość tego wzrostu (uśredniona dla wszystkich powierzchni ze wzrostem) wynosi 0,53 wobec średniej wartości 0,65 w roku 2019.

Jak wynika z przytoczonych danych, na większości powierzchni zmiany miały charakter fluktuacyjny. Warto jednak zauważyć, że w co najmniej 24 przypadkach, z których trzy dotyczą okresu 2008-2013, 14 okresu 2019-2013, a 7 okresu ostatniego, zarejestrowano zmianę dużą, wyraźnie odbiegającą od przeciętnego tempa zmian (tab. 9.5.1). Przy czym warto podkreślić, że na czterech powierzchniach duże zmiany zachodziły w dwóch kolejnych okresach, ale miały przeciwny kierunek i zbliżoną wartość. Wydaje się, że jest to efekt reakcji szaty roślinnej na jednostkowe, lecz silne oddziaływania zakłócające, wszystko jedno czy pochodzenia naturalnego czy antropogenicznego.

Dominujące kierunki zmian wartości wskaźnika były silnie związane z rodzajami lasu. W przypadku zbiorowisk lasów liściastych, reprezentujących klasę *Quercus-Fagetum* sumaryczne spadki wskaźnika R w latach 1998-2023 wystąpiły na 14 powierzchniach, natomiast wzrosty na 39 powierzchniach (przy czym na 6 powierzchniach wzrost był duży, przekraczający 1,3 jednostki). Inaczej przedstawiała się sytuacja w obrębie zbiorowisk reprezentujących bory i bory mieszane z klasy *Vaccinio-Piceetum*. Sumaryczne spadki za okres 25 lat nastąpiły na 69 powierzchniach (2 powierzchnie ze spadkami powyżej 1,3 jednostki), podczas gdy wzrosty tylko na 18. Uśrednione wartości wskazują, że przeciętnie na powierzchniach lasów liściastych wartość wskaźnika R wzrosła o 0,31 natomiast na powierzchniach borów i borów mieszanych wartość wskaźnika R spadła o 0,36. Te różnice między zbiorowiskami z różnych klas fitosocjologicznych są istotne statystycznie (przy $p=0,001$).

Sumaryczne zmiany wartości wskaźnika kwasowości R są wyraźnie zróżnicowane przestrzennie (ryc. 9.5.1). Już pobieżna analiza mapy wskazuje na koncentrację powierzchni ze wzrostami wartości (odpowiadające większym udziałom gatunków unikających siedlisk kwaśnych) w południowej części Polski, podczas gdy spadki wartości wyraźnie przeważają w pozostałej części kraju. To zróżnicowanie znajduje swój wyraz w odmiennych wartościach średnich odniesionych do krain przyrodniczo-leśnych (tab. 9.5.2). Zgodnie z takim zgeneralizowanym obrazem kraina Karpacka i kraina Śląska charakteryzują się wyraźnie dodatnią wartością średniej (choć dla krainy Śląskiej w roku 2019, średnia wartość zmiany wskaźnika w okresie 20 lat była zbliżona do zera), podczas gdy we wszystkich pozostałych krainach w ujęciu uśrednionym obserwuje się w roku 2023 spadek wartości wskaźnika R w stosunku do roku 1998.

Porównanie wartości z tabeli 9.5.2 z wartościami przytoczonymi w opracowaniu dla 2019 roku (Solon 2020) wskazuje, że średnia różnica wartości wskaźnika R między rokiem 1998 a rokiem 2023 zmalała prawie we wszystkich krainach w stosunku do średniej różnicy w latach 1998-2019, choć w dalszym ciągu wartość średnia w roku 2023 jest niższa niż w 1998. Jedynie w Krainie Karpackiej różnica wzrosła, ale zarówno w roku 2019 jak i 2023 wartości wskaźnika R były wyższe niż w 1998.

Odmienność wartości wskaźnika R powoduje, że między niektórymi krainami występują różnice istotne statystycznie (tab. 9.5.3). W szczególności odmienna jest kraina Karpacka w stosunku do wszystkich krain poza Śląską (podobnie jak w 2019 roku) i Sudecką. W ciągu ostatniego pięciolecia wzrosła odmienność krainy Śląskiej. W roku 2019 średnia zmiana wskaźnika R od roku 1998 była istotnie różna jedynie w stosunku do krainy Wielkopolsko-Pomorskiej. Natomiast w roku 2023 średnia zmiana wskaźnika R od roku 1998 była istotnie różna w stosunku do krain: Bałtyckiej, Mazursko-Podlaskiej i Wielkopolsko-Pomorskiej.

Zmiany wskaźnika zawartości azotu (N)

W ciągu 25 lat sumaryczny spadek wartości (różnica między wartością w 2023 roku i 1989 roku) wskaźnika N (co oznacza wzrost udziału powierzchniowego roślin o niskich wymaganiach azotowych) wystąpił na 65 powierzchniach, przy czym na 23 spadek był niższy niż o 0,25 jednostki. Na dwóch powierzchniach spadek ten realizował się stosunkowo stopniowo, gdyż biorąc pod uwagę pomiary z lat 1998, 2003, 2008, 2013 i 2019, każdy z kolejnych pomiarów wskazywał na niższą wartość wskaźnika (w roku 2023 tej zależności nie było). (tab. 9.5.1).

Na pozostałych 83 powierzchniach nastąpił sumaryczny wzrost wartości wskaźnika, przy czym na 28 powierzchniach wzrost nie przekraczał 0,25 jednostki. Na trzech powierzchniach wzrost ten realizował się bardzo stopniowo, gdyż każdy z kolejnych sześciu pomiarów wskazywał na wyższą wartość wskaźnika. Na 4 powierzchniach regularna sekwencja spadkowa obejmowała pięć kolejnych terminów (tab. 9.5.1).

Na sumaryczny stan różnic wartości wskaźnika N między rokiem 1998 i rokiem 2023 wpłynął ostatni okres między pomiarami, w którym wiele trendów zarysowanych we wcześniejszym dwudziestoleciu bardzo osłabło lub uległo odwróceniu, choć zmiany były stosunkowo mniejsze niż w przypadku wskaźnika kwasowości R.

Przed wszystkim w tym pięcioleciu wartość wskaźnika N spadła na 64 powierzchniach (w tym o mniej niż 0,25 jednostki na 33 powierzchniach). Na pozostałych 84 powierzchniach wartość wskaźnika R wzrosła w stosunku do 2019 roku, choć na 49 powierzchniach wzrosty nie przekroczyły 0,25 jednostki.

W wyniku zmian w ostatnim pięcioleciu wartości wskaźnika N w roku 2023 na 41 powierzchniach były bardziej zbliżone do wartości z roku 1998 niż wartości wskaźnika w roku 2019. Liczba powierzchni ze spadkiem wartości wskaźnika N zmalała w roku 2023 o 2 w stosunku do roku 2019, a dodatkowo wartość tego spadku (uśredniona dla wszystkich powierzchni ze spadkiem) wynosi -0,44 wobec średniej wartości -0,56 w roku 2019. Oczywiście, liczba powierzchni ze wzrostem wartości wskaźnika N wzrosła o 2 w roku 2023 w stosunku do roku 2019, ale wartość tego wzrostu (uśredniona dla wszystkich powierzchni ze wzrostem) wynosi 0,53 wobec średniej wartości 0,68 w roku 2019.

Jak wynika z przytoczonych danych, na większości powierzchni zmiany miały charakter fluktuacyjny. Warto jednak zauważyć, że zarejestrowano 71 epizodów dużych zmian, przekraczających 1,3 jednostki (30 w okresie 2003-2008, 22 w okresie 2008-2013, 12 w okresie 2013-2019 i 7 w ostatnim okresie 2019-2023). Przy czym warto podkreślić, że na 21 powierzchniach duże zmiany zachodziły w dwóch kolejnych okresach, ale miały przeciwny kierunek i zbliżoną wartość. Wydaje się, że taka sekwencja zdarzeń jest związana ze stosunkowo szybką reakcją szaty roślinnej na jednostkowe, lecz silne oddziaływania zakłócające, związane z wprowadzeniem do środowiska dodatkowej ilości azotu, lub też wprowadzenia ograniczenia do możliwości korzystania z takich zasobów.

Dominujące kierunki zmian wartości wskaźnika zawartości azotu były słabo związane z rodzajami lasu. W przypadku zbiorowisk lasów liściastych, reprezentujących klasę *Quercus-Fagetea* sumaryczne spadki wystąpiły na 19 powierzchniach (przy czym na jednej powierzchni

sumaryczny spadek przekraczał 1,3 jednostki), a wzrosty wartości wskaźnika wystąpiły na 34 powierzchniach (przy czym na 6 powierzchniach wzrost był duży, przekraczający 1,3 jednostki).

Inaczej przedstawiała się sytuacja w obrębie zbiorowisk reprezentujących bory i bory mieszane z klasy *Vaccinio-Piceetea*. Sumaryczne spadki za okres 25 lat wystąpiły na 39 powierzchniach (czyli o 10 % częściej niż w zbiorowiskach klasy *Quercu-Fagetu*), podczas gdy wzrosty na 48 (przy czym na 4 powierzchniach wzrost był duży, przekraczający 1,3 jednostki). Uśrednione wartości wskazują, że przeciętnie na powierzchniach lasów liściastych wartość wskaźnika N wzrosła o 0,26 natomiast na powierzchniach borów i borów mieszanych wartość wskaźnika N wzrosła o 0,06. Te różnice między zbiorowiskami z różnych klas fitosocjologicznych nie są istotne statystycznie (przy $p=0,05$).

Warto tu także zauważyć, że większość (45 z 71) powierzchni, na których przynajmniej w jednym okresie analizy wystąpiły bardzo duże zmiany wskaźnika, dotyczy lasów liściastych. Powierzchnie borów i borów mieszanych charakteryzują się znacznie bardziej wyrównanym tempem zmian wskaźnika.

Sumaryczne zmiany wartości wskaźnika zawartości azotu N są zróżnicowane przestrzennie (ryc. 9.5.2). Już prosta analiza mapy wskazuje na przewagę powierzchni z silniejszymi wzrostami we północno-wschodniej i południowo-wschodniej części Polski, podczas gdy większość powierzchni z silniejszymi spadkami wartości wskaźnika N występuje w Polsce zachodniej. To zróżnicowanie znajduje swój wyraz w odmiennych wartościach średnich odniesionych do krain przyrodniczo-leśnych (tab. 9.5.2). Zgodnie z takim zgeneralizowanym obrazem kraina Karpacka charakteryzuje się wyraźnie dodatnią średnią zmiany wartości wskaźnika N w latach 1998-2023, a w krainie Sudeckiej średnia wartość zmiany wskaźnika N w okresie 25 lat jest wyraźnie ujemna i najniższa w porównaniu do innych krain.

Porównanie wartości z tabeli 9.5.2 z wartościami przytoczonymi w opracowaniu dla 2019 roku (Solon 2020) wskazuje, że średnia różnica wartości wskaźnika N między rokiem 1998 a rokiem 2023 wzrosła jedynie w krainach Bałtyckiej i Mazowiecko-Podlaskiej w porównaniu do średniej różnicy w latach 1998-2019, a w pozostałych krainach zmalała, przy czym dla krainy Śląskiej średnia wartość ze wszystkich powierzchni w roku 2023 była prawie identyczna jak ta w roku 1998.

Odmiennosc wartości wskaźnika N powoduje, że między niektórymi krainami występują różnice istotne statystycznie (tab. 9.5.3). W szczególności odmienna jest kraina

Sudecka w stosunku do wszystkich krain poza Bałtycką (w 2019 roku brak istotnej różnicy dotyczył jedynie krainy Śląskiej). W ciągu ostatniego pięciolecia zmalała odmienność krainy Karpackiej. W roku 2019 średnia zmiana wskaźnika N od roku 1998 była istotnie różna w stosunku do krain: Bałtyckiej, Wielkopolsko-Pomorskiej, Śląskiej i Sudeckiej. Natomiast w roku 2023 średnia zmiana wskaźnika R od roku 1998 w krainy Karpackiej była istotnie różna jedynie w stosunku do krain: Bałtyckiej i Sudeckiej. Swoją odmienność zachowała także kraina Bałtycka, dla której średnia zmiana wskaźnika N od roku 1998 była istotnie różna w stosunku do krain: Mazursko-Podlaskiej i Karpackiej (podobnie było w 2019 roku) oraz Mazowiecko-Podlaskiej i Małopolskiej.

Powiązania między zmianami wartości wskaźnika kwasowości R i wskaźnika zawartości azotu N

Obserwowane zmiany wartości wskaźników fitoindykcyjnych nie są niezależne. Biorąc pod uwagę sumaryczne zmiany, jakie zaszły między rokiem 1998 i 2023, to przypadku 48 powierzchni spadkowi wartości zmiany wskaźnika kwasowości R towarzyszył spadek wartości zmiany wskaźnika zawartości azotu N, natomiast na 42 powierzchniach wzrostowi jednego wskaźnika towarzyszył wzrost drugiego wskaźnika. W przypadku pozostałych 58 powierzchni występowała niezgodność w kierunkach zmian wskaźników. Formalnym wyrazem tych zależności jest liniowa korelacja między tymi zmiennymi, istotna statystycznie ($p=0,05$) i wynosząca 0,513 (ryc. 9.5.3).

Przedstawione wartości dotyczą sumarycznych zmian, jakie zaszły na powierzchniach monitoringowych między rokiem 1998 a 2023. Jednak poszczególne pięciolecia różniły się pod tym względem między sobą. I tak niezgodności kierunku zmian obu wskaźników między pierwszym (1998 r.) a drugim (2003 r.) pomiarem dotyczyły 71 powierzchni, drugim i trzecim (2008 r.) pomiarem – 77 powierzchni, trzecim a czwartym (2013 r.) – 74 powierzchni, czwartym i piątym (2019 r.) – 45 powierzchni, a piątym i szóstym (2023 r.) – 48 (tab. 9.5.1). W efekcie poszczególne pięciolecia różniły się stopniem korelacji między zmiennymi. Wskaźniki korelacji liniowej wynosiły bowiem odpowiednio: 0,387; 0,077 (brak istotnej korelacji); 0,250; 0,664 oraz 0,645.

Na zakończenie należy podkreślić, że nie ma istotnych różnic (w żadnym terminie obserwacyjnym) między powierzchniami reprezentującymi lasy z klasy *Quercus-Fagetum* i z klasy *Vaccinio-Piceetum* pod względem powiązań między zmianami analizowanych wskaźników.

9.5.4. Podsumowanie

Wartości wykorzystanych wskaźników fitoindykacyjnych nie mają bezpośredniego przełożenia na liczbowe wyrażenie kwasowości (w jednostkach pH), czy zawartości azotu w glebie (np. w jednostkach stężenia jonów). Nie zastępują one zatem pomiaru aparaturowego, lecz go uzupełniają. Niemniej jednak na podstawie analizy zmian wartości wskaźników można wskazać na zachodzenie konkretnych procesów i zjawisk w skali lokalnej, oraz w skalach szerszych, regionalnych.

Z przeprowadzonej analizy wynika kilka stwierdzeń o charakterze ogólnym. Należy tu przede wszystkim przypomnieć, że w poprzednim opracowaniu (Solon 2020), obejmującym pięć pomiarów i okres 20-letni zarysowano kilka prawidłowości i wskazano na pewne trendy zmian. Ostatni pomiar, z roku 2023 dał jednak dane wskazujące, że w ostatnim okresie wiele trendów zarysowanych we wcześniejszym dwudziestoleciu bardzo osłabło lub uległo odwróceniu.

W perspektywie dwudziestolecia 1998-2019, w przypadku wskaźnika kwasowości z okresu na okres dominowały spadki wartości wskaźnika R (czyli wzrost udziału gatunków przystosowanych do gleb kwaśnych i bardzo kwaśnych), przy czym trend ten był wyraźny w odniesieniu do lasów z klasy *Vaccinio-Piceetea*, a bardzo słabo zarysowany w lasach liściastych z klasy *Quercus-Fagetea*. Obecnie, z perspektywy sześciu terminów obserwacyjnych (1989-2023), można stwierdzić, że zasadniczo trend został utrzymany, ale wartości wskaźnika R w roku 2023 na większości powierzchni były bardziej zbliżone do wartości z roku 1998 niż wartości wskaźnika w roku 2019. Zachowuje się także odmiennosc lasów z klasy *Vaccinio-Piceetea* w stosunku do lasów liściastych z klasy *Quercus-Fagetea*. Uśrednione wartości wskazują, że przeciętnie na powierzchniach lasów liściastych wartość wskaźnika R wzrosła od roku 1998 do roku 2023 o 0,31 natomiast na powierzchniach borów i borów mieszanych wartość wskaźnika R spadła o 0,36. Te różnice między zbiorowiskami z różnych klas fitosocjologicznych są istotne statystycznie.

Niezależnie od związku z rodzajem zbiorowiska leśnego, kierunki zmian miały wyraźny i statystycznie istotny wymiar zróżnicowania przestrzennego. Już pobieżna analiza mapy wskazuje na koncentrację powierzchni ze wzrostami wartości wskaźnika (odpowiadające większym udziałom gatunków unikających siedlisk kwaśnych) w południowej części Polski, podczas gdy spadki wartości wyraźnie przeważają w pozostałej części kraju. Utrzymuje się wyraźna i statystycznie istotna odrębność krainy Karpackiej (jedynej, w której średnia różnica wartości wskaźnika R między rokiem 1998 a rokiem 2023 wzrosła w stosunku do średniej

różnicy w latach 1998-2019, ale zarówno w roku 2019 jak i 2023 wartości wskaźnika R były wyższe niż w 1998) w stosunku do wszystkich krain poza Śląską (podobnie jak w 2019 roku) i Sudecką. W ciągu ostatniego pięciolecia wzrosła odmienność krainy Śląskiej.

Przeprowadzona analiza zmian wartości wskaźnika kwasowości R, obejmująca pomiary z sześciu terminów w latach 1998-2023 sugeruje występowanie trzech, a może nawet czterech odmiennych procesów. Pierwszy z nich to normalna, niewielka fluktuacja z okresu na okres (a właściwie z roku na rok), wynikająca ze zmiennej i przypadkowej zmiany obfitości występowania poszczególnych gatunków oraz przypadkowego i krótkoterminowego wystąpienia gatunków obcych dla danego zbiorowiska. Drugi proces, również łatwo obserwowalny, związany jest ze stopniową przebudową składu gatunkowego runa w trakcie dojrzewania lub regeneracji fitocenozy leśnej, szczególnie w przypadkach wcześniejszego wprowadzenia drzewostanów iglastych na siedliska lasowe. Trzeci proces dotyczy reakcji na zakłócenia o charakterze nagłym, często związanym ze zniszczeniem lub usunięciem części lub całości drzewostanu. Przejawem tego procesu są duże zmiany wartości wskaźnika w jednym okresie, a czasami w dwóch kolejnych okresach, ale mające przeciwny kierunek i zbliżoną wartość. Czwarty proces, prawdopodobny, ale obecnie trudny do jednoznacznego opisu dotyczy zmian kierunkowych, mających wyraz regionalny, być może wiążący się ze zmianami jakości siedlisk albo ogólniej – środowiska przyrodniczego. Przesłanką do sugerowania takiego procesu są zmiany w odmienności poszczególnych krain przyrodniczo-leśnych.

Nieco podobny, lecz nieidentyczny obraz rysuje się na podstawie analizy zmian wskaźnika wymagań w stosunku do zawartości azotu N. W przypadku tego wskaźnika z okresu na okres dominowały zmiany fluktuacyjne, które także zdają się dominować z dłuższej, 25-letniej perspektywy czasowej. Nie wykazano także ściślejszego związku między kierunkiem zmian wartości wskaźnika, a typem lasu, chociaż w obrębie zbiorowisk reprezentujących bory i bory mieszane z klasy *Vaccinio-Piceetea* sumaryczne spadki wartości wskaźnika N za okres 25 lat wystąpiły około 10 % częściej niż w zbiorowiskach klasy *Quercus-Fagetea*. Uśrednione wartości wskazują, że przeciętnie na powierzchniach lasów liściastych wartość wskaźnika N wzrosła w latach 1998-2023 o 0,26 natomiast na powierzchniach borów i borów mieszanych wartość wskaźnika N wzrosła o 0,06. Te różnice między zbiorowiskami z różnych klas fytosocjologicznych nie są istotne statystycznie (przy $p=0,05$).

Istotne okazało się zróżnicowanie przestrzenne zmian wartości wskaźnika N. Wykazano bowiem przewagę powierzchni z silniejszymi wzrostami we północno-wschodniej i południowo-wschodniej części Polski, podczas gdy większość powierzchni z silniejszymi

spadkami wartości wskaźnika N występuje w Polsce zachodniej. To zróżnicowanie znajduje swój wyraz w odmiennych wartościach średnich odniesionych do krain przyrodniczo-leśnych. W szczególności odmienna jest kraina Sudecka w stosunku do wszystkich krain poza Bałtycką. W ciągu ostatniego pięciolecia zmalała odmienność krainy Karpackiej. Swoją odmienność zachowała także kraina Bałtycka.

Procesy fluktuacji, zmian związanych z dojrzewaniem i regeneracją, reakcji na gwałtowne zakłócenia, szczególnie w odniesieniu do drzewostanu oraz - być może - wielkopowierzchniowej zmiany jakości siedlisk, przedstawione nieco bliżej w odniesieniu do zmian wskaźnika kwasowości R, można także zidentyfikować na podstawie analizy zmian wskaźnika N, choć są one nieco słabiej rozpoznawalne.

Literatura

- Ellenberg H. 1979, Zeigerwerte der Gefasspflanzen Mitteleuropas, Scr. Geobot. 9:5-982, Gottingen.
- Roo-Zielińska E., Solon J., Degorski M. 2007. Ocena stanu i przekształceń środowiska przyrodniczego na podstawie wskaźników geobotanicznych, krajobrazowych i glebowych. IGiPZ PAN Monografie 9.
- Szafer W., Zarzycki K., (red.) 1972, Szata roślinna Polski. t.1.PWN, Warszawa.
- Solon J. 2020. Zmienność szaty roślinnej na SPO II rzędu. w: Stan zdrowotny lasów w Polsce w 2019 roku na podstawie badań monitoringowych, str. 81-116, tabele 10.1 - 10.31, ryc. 10.1-10.24. Sękocin Stary, https://monitoring.ibles.pl/raporty/raport_SUL_2019.pdf.

Tabela 9.5.1. Zmiany wartości wskaźnika kwasowości (R) i zawartości azotu (N) w latach 1998-2023. Zaznaczono wartości zmiany przekraczające 1,3 jednostki

Kraina	SPO II rzędu	zmiany wskaźnika kwasowości (R)							zmiany wskaźnik zawartości azotu (N)						
		2003- 1998	2008- 2003	2013- 2008	2019- 2013	2023- 2019	2023- 1998	proces	2003- 1998	2008- 2003	2013- 2008	2019- 2013	2023- 2019	2023- 1998	proces
Bałtycka	101	-0,27	0,01	-0,10	-0,01	0,23	-0,14		-0,17	-0,05	0,13	-0,01	-0,19	-0,30	
	102	-0,15	-0,11	-0,01	-0,06	0,17	-0,16	s	-0,18	0,65	-1,09	-0,48	0,71	-0,39	
	103	-0,21	0,00	-0,09	-0,01	0,06	-0,25		0,18	-0,27	0,38	0,00	-0,24	0,06	
	104	-0,35	0,31	0,32	0,08	0,05	0,41	w	0,16	-2,06	1,26	0,17	0,37	-0,10	
	105	-0,45	-0,20	-0,14	-1,34	1,16	-0,97	s	0,56	-1,99	1,07	-0,31	-0,34	-1,01	
	106	-0,47	0,79	-0,90	-0,14	0,25	-0,47		0,06	0,27	-0,62	-0,01	0,27	-0,03	
	107	0,04	-0,12	-0,15	0,94	-0,18	0,52		0,28	-0,91	2,13	-0,46	-0,11	0,93	
	108	-0,49	0,27	-1,16	-0,15	0,50	-1,03		-0,31	-0,37	0,02	-0,04	0,16	-0,53	
	109	-0,63	0,46	-0,13	-0,62	0,00	-0,92		0,08	-1,23	1,64	-0,05	-0,03	0,41	
	110	-0,21	-0,17	-0,98	0,63	-0,35	-1,07		0,32	-0,51	-0,07	0,08	-1,03	-1,20	
	111	-0,17	-0,63	1,27	0,07	-0,54	0,01		-0,40	-1,62	1,39	-0,44	0,85	-0,21	
	112	-0,21	-0,02	-0,02	-0,01	0,17	-0,09	s	-0,14	-0,04	0,18	0,02	0,00	0,02	
	113	-0,42	0,00	0,05	0,00	-0,10	-0,47		0,29	-0,16	0,47	0,00	-0,23	0,37	
	114	-0,54	-0,04	-0,17	0,29	-0,15	-0,61		0,03	-0,24	0,06	0,74	-0,27	0,33	
	115	-0,71	-0,17	0,00	-0,46	0,39	-0,95		-0,60	-0,79	0,49	0,00	0,29	-0,60	
	116	-0,12	0,22	0,27	-0,46	0,03	-0,06		0,25	-2,03	2,13	-0,21	-0,19	-0,05	
	117	-0,62	0,06	0,01	-0,40	2,39	1,44		0,04	1,75	-1,79	-0,22	0,36	0,14	
	118	0,59	-0,05	0,19	-0,86	0,26	0,14		0,32	0,51	-0,23	-0,85	-0,20	-0,45	
	119	-0,47	0,15	-0,76	-0,04	0,52	-0,61		-0,32	-0,91	0,39	-0,09	0,17	-0,76	
	120	-0,30	0,14	-0,22	0,10	0,05	-0,24		-0,24	-0,32	0,41	-0,10	0,14	-0,11	
121	-0,81	-0,13	-0,89	1,05	-0,51	-1,29		-0,66	0,76	-1,15	0,12	0,57	-0,37		
122	-0,55	0,10	-0,51	0,39	0,68	0,12		0,08	0,06	0,19	-0,49	-0,43	-0,59		
123	-0,27	0,00	-0,12	1,92	-1,85	-0,31		-0,11	0,02	0,09	0,96	-1,04	-0,09		
Mazursko-Podlaska	201	-0,37	-0,48	-1,56	1,72	0,56	-0,12		-0,16	-1,38	0,44	0,80	0,56	0,26	
	202	0,36	-0,70	-0,10	0,26	0,26	0,08		0,10	2,56	-1,04	-1,32	-0,17	0,14	
	203	0,33	0,41	-0,36	-0,48	0,80	0,70		0,80	3,17	-3,43	-0,34	0,71	0,92	
	204	0,22	-0,04	0,06	-0,01	-0,35	-0,12		0,21	0,82	0,07	-0,83	-0,93	-0,66	
	205	-0,77	0,03	-0,24	0,13	0,05	-0,80		-0,37	-0,34	0,27	-0,10	0,10	-0,43	
	206	-0,60	-0,03	-0,36	0,32	0,30	-0,37		0,60	0,45	0,75	-0,23	-0,46	1,10	
	207	-0,08	-0,98	-0,20	0,06	0,51	-0,69		0,40	0,82	-0,28	0,10	0,06	1,11	
	208	-1,03	-0,04	-0,15	0,00	0,23	-0,99		0,15	-0,49	0,21	0,19	-0,01	0,05	
209	0,93	-0,84	-0,75	0,67	0,62	0,63		0,56	0,74	0,59	-0,74	0,57	1,71		

Kraina	SPO II rzędu	zmiany wskaźnika kwasowości (R)							zmiany wskaźnik zawartości azotu (N)						
		2003- 1998	2008- 2003	2013- 2008	2019- 2013	2023- 2019	2023- 1998	proces	2003- 1998	2008- 2003	2013- 2008	2019- 2013	2023- 2019	2023- 1998	proces
	210	-0,40	0,03	-0,15	-0,12	0,19	-0,46		0,18	-0,20	0,29	-0,01	-0,01	0,25	
	211	-0,07	-0,81	0,44	-0,43	0,21	-0,66		0,45	0,73	0,68	-1,66	0,15	0,36	
	212	-0,05	-0,21	0,25	-0,44	0,05	-0,40		0,10	1,96	0,63	-1,98	-0,20	0,51	
	213	-0,63	-0,16	0,29	0,13	-0,08	-0,44		-0,37	0,20	-0,15	-0,02	0,25	-0,10	
	214	-0,72	-0,04	0,03	-0,01	0,12	-0,63		-0,11	0,30	0,30	0,00	-0,06	0,44	
	215	0,49	-0,75	0,89	-1,03	0,12	-0,28		0,29	1,30	-0,92	0,41	-1,05	0,03	
Wielkopolsko-Pomorska	301	0,22	0,33	0,00	-1,33	0,75	-0,03		-0,44	-2,23	2,67	-0,67	0,67	0,00	
	302	-0,20	-0,30	-0,15	-0,03	0,05	-0,63	s	0,25	-0,54	0,77	0,00	-0,07	0,41	
	303	-0,14	-0,01	0,04	0,00	-0,01	-0,12		0,11	0,05	0,08	0,22	-0,08	0,38	w
	304	-0,14	-0,01	-0,01	0,00	0,00	-0,16		0,23	-0,14	0,19	0,00	-0,02	0,26	
	305	-0,54	-0,22	0,15	-0,36	0,08	-0,90		-0,05	-0,41	0,43	-0,66	-0,18	-0,86	
	306	0,07	-0,03	-0,02	-0,01	-0,05	-0,05		0,07	0,00	0,04	0,10	-0,26	-0,05	w
	307	-0,03	-0,37	0,00	-0,57	0,34	-0,63		0,44	-0,34	0,18	-0,47	0,08	-0,10	
	309	0,21	-0,14	-0,13	0,67	0,12	0,74		0,62	-1,09	1,01	1,40	-0,84	1,10	
	310	-0,25	-0,02	-0,06	0,00	0,00	-0,33		0,00	-0,39	0,39	0,00	0,00	0,00	
	311	-0,28	0,02	-0,07	-0,17	0,17	-0,32		0,19	0,61	-0,57	-0,41	-0,84	-1,02	
	312	-0,16	0,11	0,06	-0,38	0,04	-0,33		0,00	-0,63	0,63	0,55	-0,27	0,29	
	313	0,06	0,09	-0,08	-0,01	0,04	0,10		0,13	0,27	0,07	0,00	0,05	0,52	W
	314	0,04	-0,17	-0,05	-0,05	0,32	0,09		-0,70	-0,46	0,48	0,02	0,02	-0,64	
	315	0,33	-0,66	-0,08	-0,09	0,19	-0,31		0,00	0,22	-0,12	-0,02	-0,05	0,03	
	316	0,04	-0,42	-0,14	-0,81	0,25	-1,08		-0,16	-1,53	1,81	-0,51	0,00	-0,40	
	317	0,36	-0,17	-0,50	0,03	0,29	0,00		0,10	0,69	-0,18	0,20	-0,79	0,01	
	318	-0,25	-0,03	0,01	-0,02	0,04	-0,25		0,15	-0,25	0,47	0,01	0,06	0,44	
	319	-0,48	-0,09	-0,16	-1,81	-0,32	-2,86	S	0,37	-2,12	1,82	-0,15	0,07	-0,01	
	320	-0,38	-0,02	0,06	-0,36	0,03	-0,68		0,02	0,09	-0,16	0,00	0,01	-0,04	
	321	-0,28	-0,04	-0,26	-0,43	0,39	-0,61	s	-0,09	-0,49	0,41	-0,80	0,76	-0,22	
322	-0,09	-0,29	0,52	-0,12	-0,15	-0,13		-0,91	0,27	0,83	0,46	1,07	1,71	w	
323	-0,29	-0,16	-0,27	-0,05	0,11	-0,66	s	-0,15	-0,91	0,36	0,07	0,14	-0,49		
324	-0,18	0,05	-0,28	-0,03	0,43	-0,01		0,07	-0,24	0,21	0,10	0,22	0,37		
325	-0,31	-0,02	0,06	0,01	0,00	-0,27		0,02	-0,33	0,53	0,03	-0,06	0,19		
326	-0,39	-0,03	-0,04	0,06	0,03	-0,38		-0,23	0,39	0,15	-0,10	0,17	0,39		
Mazowiecko- Podlaska	401	0,03	-0,45	-0,57	0,03	0,16	-0,80		-0,44	-0,85	0,46	0,04	0,13	-0,65	
	402	-0,19	-0,08	0,04	-0,28	0,26	-0,24		-0,93	-1,85	1,92	-0,04	0,19	-0,72	
	403	-0,01	0,28	-0,45	0,53	0,68	1,02		0,57	0,25	-0,41	-0,17	1,72	1,96	
	405	-0,08	0,02	-0,56	0,02	0,12	-0,47		0,21	-0,77	0,70	0,10	-0,08	0,17	

Kraina	SPO II rządu	zmiany wskaźnika kwasowości (R)							zmiany wskaźnik zawartości azotu (N)						
		2003- 1998	2008- 2003	2013- 2008	2019- 2013	2023- 2019	2023- 1998	proces	2003- 1998	2008- 2003	2013- 2008	2019- 2013	2023- 2019	2023- 1998	proces
	406	-0,34	0,35	-0,53	-0,03	0,30	-0,25		-0,33	-0,54	0,89	0,01	0,32	0,35	
	407	-0,28	-0,13	-0,42	0,01	0,26	-0,56		0,08	-0,18	-0,09	0,08	0,08	-0,03	
	410	-0,04	-0,15	-0,08	0,00	0,09	-0,18		0,03	-0,30	0,30	0,07	0,06	0,16	
	411	0,47	-1,08	0,43	-0,08	1,15	0,89		0,60	2,04	0,03	-1,94	-0,16	0,57	
	412	0,14	0,33	0,11	0,39	-0,22	0,75	w	0,82	-1,34	1,94	0,20	-0,49	1,14	
	413	0,02	0,27	0,16	-0,49	0,51	0,46		0,51	1,64	-1,42	-0,78	0,10	0,05	
	414	-0,40	0,39	-0,08	-0,30	0,61	0,23		-0,51	-0,03	0,86	0,35	-0,20	0,47	
	415	-0,55	-0,12	-0,03	0,02	0,19	-0,49		-0,10	0,00	0,14	0,14	0,01	0,19	w
	416	-1,06	0,13	-0,10	0,12	0,13	-0,79		0,05	0,24	0,01	0,73	0,30	1,32	W
	417	-0,03	-0,37	-0,29	0,34	-0,87	-1,21		0,13	0,43	-0,38	-0,48	-0,55	-0,85	
418	-0,78	-0,13	-0,20	0,27	0,37	-0,47		0,23	0,32	-0,79	-0,26	0,70	0,21		
Śląska	501	0,02	-0,16	0,20	0,00	-0,06	0,00		0,20	-0,34	0,58	0,03	-0,11	0,36	
	502	-0,27	-0,05	0,06	-0,01	0,07	-0,20		-0,07	-0,13	0,02	0,36	-0,20	-0,02	
	503	-0,52	-0,13	0,79	-0,85	0,30	-0,41		-0,79	-0,33	0,21	-0,02	0,26	-0,67	
	504	-1,05	-0,04	-0,11	0,00	0,17	-1,03		-0,69	-0,56	0,19	0,00	-0,05	-1,11	
	505	0,00	-0,17	0,13	0,10	0,42	0,48		0,49	0,72	-0,48	-0,94	0,73	0,52	
	506	-0,54	0,11	-0,03	2,52	-1,73	0,32		0,91	-3,25	2,61	1,86	-2,53	-0,40	
	507	-1,09	1,07	-0,42	0,22	0,66	0,44		-0,49	0,53	-0,46	0,71	-0,11	0,17	
	508	0,14	-0,71	2,51	-0,93	-0,21	0,79		-0,59	-4,22	4,72	-0,44	0,23	-0,29	
	509	-0,24	-0,20	-0,17	-0,01	0,23	-0,40	s	0,05	-0,42	-0,04	0,11	-0,12	-0,42	
	510	0,23	1,17	-0,75	0,12	0,22	0,99		-0,20	1,43	-0,48	-0,96	0,10	-0,12	
	511	0,05	-0,16	1,97	-0,06	0,02	1,82		0,06	0,08	0,67	-0,22	0,14	0,72	
	512	-0,30	-0,43	0,15	-0,21	1,07	0,28		0,68	-1,39	0,21	-0,75	1,13	-0,12	
	513	-0,50	-0,15	-0,51	-0,37	1,19	-0,34	s	-0,18	-0,71	0,02	-0,74	1,46	-0,15	
	514	-0,04	-0,06	-0,08	0,02	0,31	0,15		0,40	1,34	-1,90	0,02	0,56	0,43	
	515	-0,14	-0,16	0,09	-0,19	0,61	0,21		-0,50	-2,17	2,89	-0,54	0,35	0,03	
	516	0,14	-0,83	0,63	0,16	1,20	1,29		0,65	-0,42	-1,31	0,66	1,46	1,04	
Małopolska	601	-0,24	0,02	-0,34	-0,08	0,06	-0,58		-0,53	-0,50	0,66	-0,07	0,03	-0,41	
	602	-0,66	-0,14	-0,38	-0,24	1,53	0,11	s	-0,24	-0,17	-0,23	-0,08	0,19	-0,53	s
	603	-0,27	0,00	-0,12	0,00	0,19	-0,20		-0,09	-0,08	0,02	0,00	0,25	0,10	
	604	-0,76	0,00	-0,09	-0,09	0,16	-0,78		-0,38	-0,26	0,41	0,39	0,01	0,16	
	605	-0,46	0,09	-0,28	-0,30	0,11	-0,84		-0,19	-0,72	0,81	0,18	0,07	0,16	
	606	-0,63	0,36	-0,04	-0,96	0,24	-1,03		-0,40	-0,24	0,46	-0,36	0,31	-0,24	
	607	-0,84	-0,57	0,05	0,32	0,09	-0,94		-0,26	0,67	-0,50	0,42	-0,55	-0,22	
	608	-0,49	-0,04	0,34	0,01	1,31	1,13		-0,08	-0,80	0,78	-0,30	1,16	0,76	

Kraina	SPO II rządu	zmiany wskaźnika kwasowości (R)							zmiany wskaźnik zawartości azotu (N)						
		2003- 1998	2008- 2003	2013- 2008	2019- 2013	2023- 2019	2023- 1998	proces	2003- 1998	2008- 2003	2013- 2008	2019- 2013	2023- 2019	2023- 1998	proces
	609	-0,38	0,03	-0,25	-0,07	-0,09	-0,75		-0,42	-0,80	0,83	-0,01	0,02	-0,38	
	610	-0,82	0,13	0,07	0,97	-0,35	0,01		-0,32	-0,19	-0,01	1,23	-0,87	-0,16	
	611	0,65	-0,17	0,34	-0,01	0,76	1,57		0,77	-1,34	2,07	-0,56	0,23	1,17	
	612	0,78	-0,35	0,37	-0,79	0,37	0,38		-0,20	-0,43	0,16	0,37	-0,16	-0,25	
	613	-0,14	-0,15	0,48	0,00	0,00	0,20		0,27	-0,50	0,50	0,00	0,00	0,27	
	614	-0,05	0,10	-0,13	0,00	0,13	0,04		0,02	-0,14	0,24	0,00	0,16	0,27	
	615	-0,64	-0,51	-0,81	0,14	-0,13	-1,94		-0,32	0,07	-0,27	0,23	-0,18	-0,48	
	616	-0,47	-0,32	-1,06	0,76	0,84	-0,24		0,44	0,44	0,01	0,39	0,41	1,68	W
	617	-0,54	0,41	-1,04	-0,05	0,35	-0,87		0,08	0,38	-0,24	-0,06	-0,08	0,08	
	618	-0,23	-0,02	-0,22	0,00	0,07	-0,39		0,05	-0,01	0,10	-0,01	-0,16	-0,04	
	619	-0,63	0,13	-0,15	-0,16	0,20	-0,60		-0,60	0,34	-0,01	-0,03	0,01	-0,29	
	620	-0,01	0,04	0,34	-0,11	0,22	0,47		-0,67	-1,03	0,64	1,12	0,57	0,63	
	621	-0,71	-0,06	-0,12	-0,01	0,16	-0,74	s	0,08	0,86	-0,80	0,03	0,00	0,17	
	622	-0,56	0,04	0,03	1,28	-0,18	0,61		-0,42	-0,20	0,08	0,91	-0,39	-0,01	
	623	-0,41	0,17	-0,61	0,09	0,14	-0,63		0,25	-0,83	0,62	0,05	0,11	0,20	
	624	-0,28	0,00	-0,02	0,22	0,13	0,05		0,07	-0,18	0,25	0,22	0,05	0,41	
	625	0,17	0,18	-0,28	2,75	-1,91	0,91		-0,04	0,34	-0,51	3,66	-2,65	0,80	
626	0,13	-0,02	0,01	0,17	0,50	0,79		0,38	-0,10	0,17	0,15	-0,85	-0,24		
627	-0,16	-0,15	-0,32	0,03	0,01	-0,59		-0,21	-0,53	0,65	0,05	0,12	0,08		
Sudecka	701	-0,16	0,02	-0,04	0,00	0,21	0,03		0,01	-0,07	-0,01	0,03	0,06	0,02	
	702	-0,43	-0,12	0,45	-0,58	0,90	0,23		-0,84	-0,09	-0,11	-0,02	0,06	-1,01	s
	703	0,26	-0,05	-0,14	0,18	0,09	0,34		-0,27	1,78	-2,22	0,31	-0,13	-0,54	
	704	0,20	0,93	-0,43	-0,42	1,02	1,30		-0,06	-5,02	5,30	0,00	0,20	0,42	
	705	-0,55	-0,18	0,93	-0,50	-0,70	-1,00		0,25	-2,35	0,18	0,50	0,10	-1,32	
	706	-0,69	0,04	0,11	-0,25	0,29	-0,50		-0,77	-0,01	0,40	-0,28	0,17	-0,49	
	707	-0,44	-0,06	-0,64	0,07	0,40	-0,67		-0,50	-0,82	-0,05	0,22	0,46	-0,68	
	708	-0,16	-0,39	-0,64	0,05	0,42	-0,72		-0,87	-0,45	-0,57	0,08	0,69	-1,12	
Karpacka	801	-0,36	0,00	-0,12	0,03	0,24	-0,21		-0,48	-0,66	0,36	-0,13	0,41	-0,50	
	802	0,29	-0,15	-0,12	1,42	0,13	1,57		0,82	0,55	-0,87	1,95	-0,87	1,57	
	803	-0,09	0,00	-0,12	1,62	-1,28	0,13		0,07	-0,86	1,18	2,40	-2,11	0,68	
	804	-0,24	-0,14	0,24	-0,79	1,01	0,08		-0,49	0,62	-1,08	-0,08	0,43	-0,60	
	805	-0,18	0,33	-0,04	0,39	-0,05	0,45		0,10	1,15	-0,78	0,76	-0,51	0,71	
	806	-0,15	0,01	-0,31	0,59	0,08	0,22		0,29	-0,08	0,66	0,18	-0,53	0,52	
	807	-0,21	-0,38	-0,82	2,22	-0,55	0,27		0,56	-1,02	-0,68	2,10	-0,66	0,30	

Kraina	SPO II rzędu	zmiany wskaźnika kwasowości (R)						zmiany wskaźnik zawartości azotu (N)							
		2003- 1998	2008- 2003	2013- 2008	2019- 2013	2023- 2019	2023- 1998	proces	2003- 1998	2008- 2003	2013- 2008	2019- 2013	2023- 2019	2023- 1998	proces
	808	-0,22	-0,01	0,26	-0,32	0,37	0,09		0,01	0,58	-0,70	0,91	-0,34	0,46	
	809	-0,03	0,03	-0,08	0,84	0,03	0,80		-0,16	-0,65	-0,03	1,11	0,04	0,30	
	810	-0,38	0,06	-0,23	1,36	-0,02	0,79		0,44	-0,26	-0,02	0,40	-0,02	0,54	
	811	-0,30	-0,11	-1,08	1,16	0,05	-0,27		0,06	-0,30	-0,27	0,10	0,05	-0,36	
	812	0,64	-0,16	0,25	0,03	0,69	1,44		0,17	-0,94	1,34	0,81	0,01	1,39	
	813	-0,24	-0,36	-0,72	0,41	0,83	-0,08		0,22	-2,20	0,56	0,10	0,85	-0,47	
	814	-1,18	-0,07	-0,35	0,85	-0,21	-0,96		-1,26	-0,02	-0,39	1,06	-0,51	-1,11	
	815	0,16	-0,12	-0,10	0,26	-0,34	-0,14		0,42	2,98	-2,53	0,12	-0,51	0,49	
	816	-0,33	-0,07	-0,68	2,66	-1,53	0,05		0,13	-1,39	0,74	2,15	-1,56	0,08	
	817	-0,06	-0,16	-0,99	1,83	0,51	1,13		0,21	1,48	-0,90	1,08	-0,20	1,67	
	818	-0,08	-0,40	-0,58	1,44	0,10	0,48		0,43	0,16	-0,14	1,60	-0,35	1,71	
	819	-0,32	0,07	-0,05	0,27	0,80	0,77		-0,49	-0,02	0,11	0,84	1,06	1,50	

S, W - systematyczny (przez 5 okresów) (S)padek lub (W)zrost wartości wskaźnika, odpowiednio - s,w - odnosi się do procesu zachodzącego przez cztery kolejne okresy (albo lata 1998-2019, albo 2003-2023)

Tabela 9.5.2. Średnie zmiany wskaźników bioindykacyjnych R i N w okresie 1998-2023 w krainach przyrodniczo-leśnych

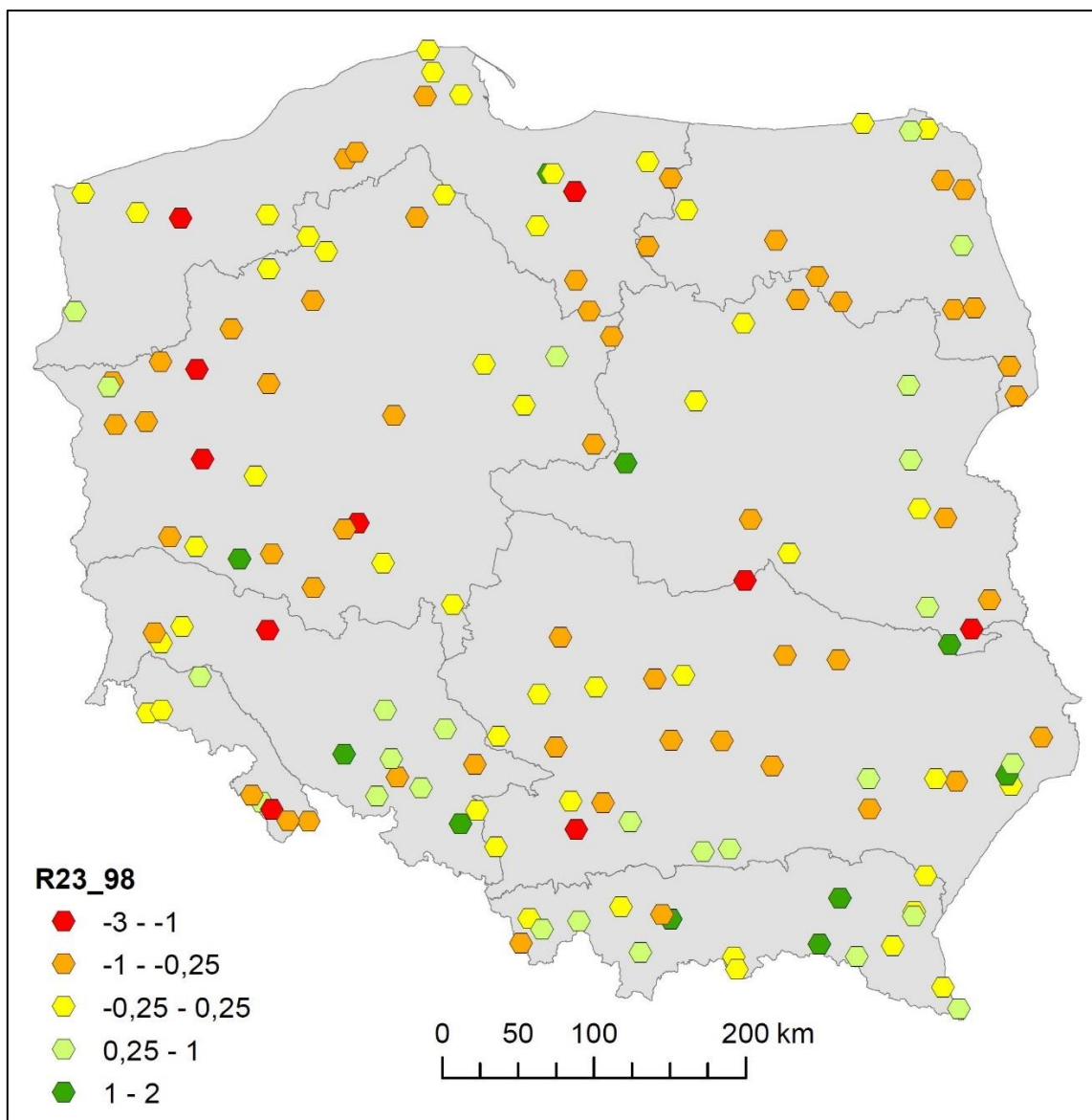
Kraina p-l	Zmiany wskaźnika R		Zmiany wskaźnika N	
	Średnia	Odch.std	Średnia	Odch.std
Bałtycka	-0,304	0,605	-0,198	0,470
Mazursko-Podlaska	-0,303	0,465	0,378	0,602
Wielkopolsko-Pomorska	-0,391	0,622	0,091	0,560
Mazowiecko-Podlaska	-0,141	0,646	0,290	0,734
Śląska	0,275	0,690	-0,002	0,521
Małopolska	-0,180	0,763	0,136	0,506
Sudecka	-0,124	0,704	-0,590	0,547
Karpacka	0,347	0,607	0,467	0,814

Tabela 9.5.3. Istotność różnic między krainami przyrodniczo-leśnymi pod względem średnich zmian wskaźników bioindykacyjnych R i N w okresie 1998-2019 i 1998-2023

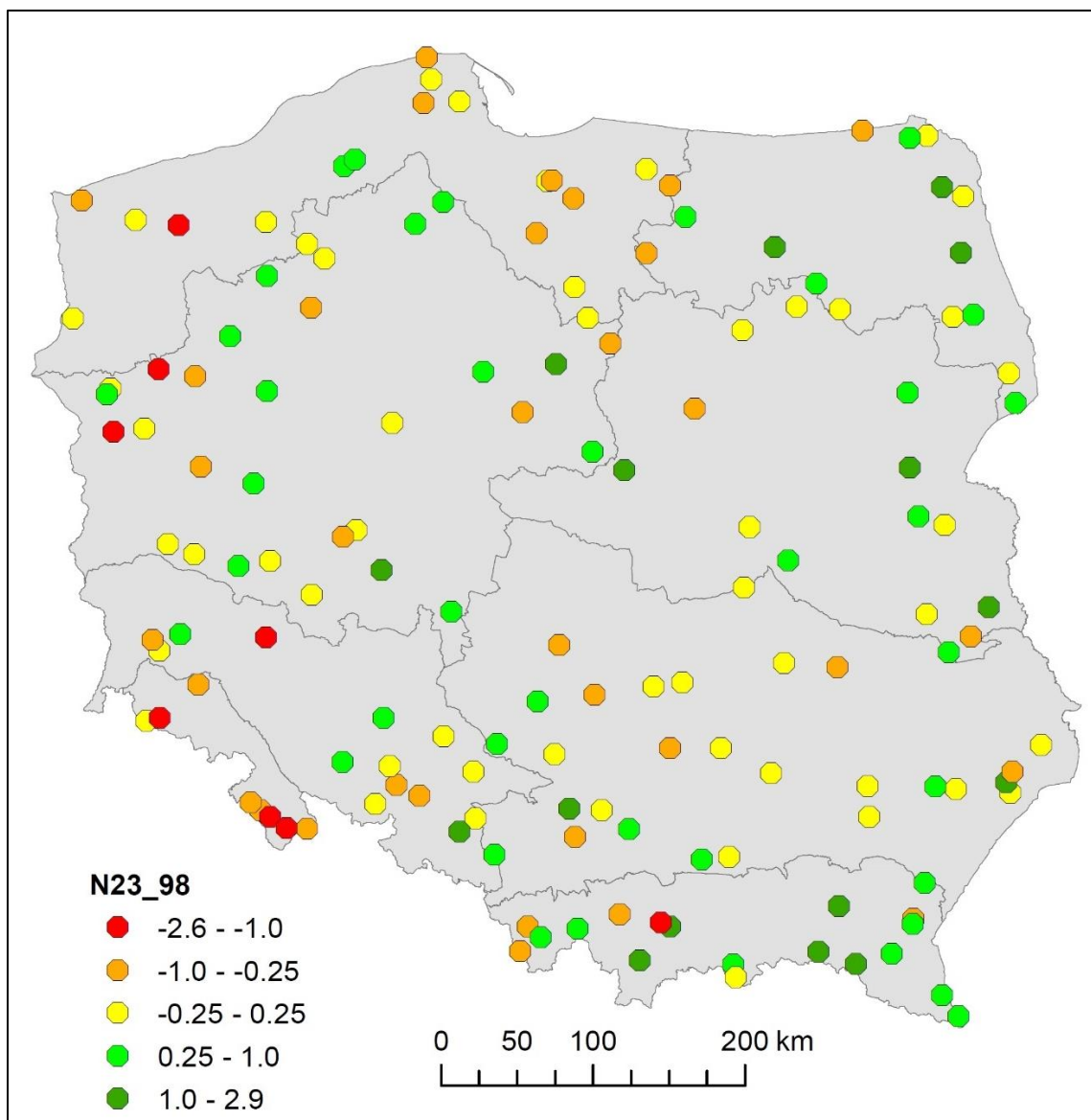
Zmiana w latach 1998-2019	Bałtycka	Mazursko-Podlaska	Wielkopolsko-Pomorska	Mazowiecko-Podlaska	Śląska	Małopolska	Sudecka	Karpacka
Bałtycka		N					N	N
Mazursko-Podlaska					N		N	
Wielkopolsko-Pomorska							N	N
Mazowiecko-Podlaska							N	
Śląska			R					N
Małopolska							N	
Sudecka								N
Karpacka	R	R	R	R		R	R	

Zmiana w latach 1998-2023	Bałtycka	Mazursko-Podlaska	Wielkopolsko-Pomorska	Mazowiecko-Podlaska	Śląska	Małopolska	Sudecka	Karpacka
Bałtycka		N		N		N		N
Mazursko-Podlaska							N	
Wielkopolsko-Pomorska							N	
Mazowiecko-Podlaska							N	
Śląska	R	R	R				N	
Małopolska							N	
Sudecka								N
Karpacka	R	R	R	R		R		

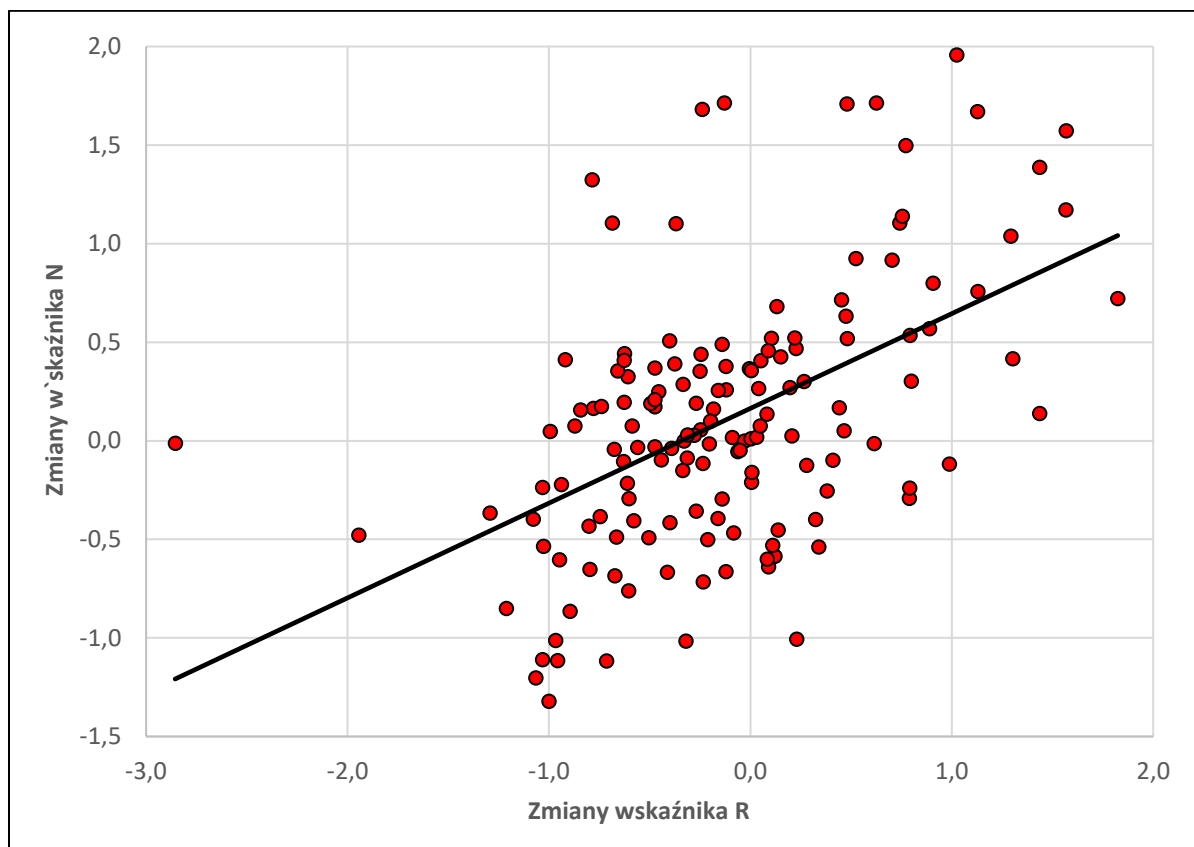
Zaznaczono istotne różnice pod względem wskaźnika kwasowości (R) i zawartości azotu (N) przy $p=0,05$



Rycina 9.5.1. Sumaryczne zmiany wartości wskaźnika fitoindykacyjnego kwasowości R w okresie od 1998 r. do 2023 r. na powierzchniach monitoringowych



Rycina 9.5.2. Sumaryczne zmiany wartości wskaźnika fitoindykacyjnego zasobności w azot N w okresie od 1998 r. do 2023 r. na powierzchniach monitoringowych.



Rycina 9.5.3. Zależność między zmianami (między rokiem 1998 a 2023) wartości wskaźników fitoindykacyjnych kwasowości (R) i zawartości azotu (N) na SPO II. Model zależności: $y = ax + b$. Parametry: $a=0,4807$; $b=0,1644$; wsp. kor. = $0,513$.

10. WYSTĘPOWANIE MCHÓW, WĄTROBOWCÓW I POROSTÓW NA STAŁYCH POWIERZCHNIACH OBSERWACYJNYCH II RZĘDU MONITORINGU LASÓW W 2023 ROKU – CECILIA CACCIATORI

10.1. Wprowadzenie

Obszary leśne, dzięki swojej strukturze, bogactwu mikronisz i szczególnemu mikroklimatowi, stanowią główną ostoję organizmów kryptogamicznych, obejmujących rośliny zarodnikowe, grzyby (łącznie ze zlichenizowanymi) oraz śluzowce. To organizmy wymagające wysokiego poziomu wilgotności, stabilności warunków środowiskowych i dostępności substratów niezasiedlonych przez rośliny naczyniowe, które stanowią dla nich zbyt silnych konkurentów. W ostatnich dziesięcioleciach coraz większą uwagę poświęca się badaniu różnorodności, dynamiki populacyjnej i roli ekologicznej tych organizmów. To nie tylko dlatego że kryptogamy stanowią ważną część różnorodności ekosystemów leśnych i, w niektórych siedliskach, też dużą część biomasy runa. Zainteresowanie nimi wynika również z możliwości wykorzystania ich jako wskaźników antropogenicznych zmian środowiska w ramach monitoringu biologicznego.

Poikilohydryczne kryptogamy, tzw. mszaki i porosty, okazały się szczególnie przydatnymi wskaźnikami zaburzeń antropogenicznych. Są bowiem powszechnie wykorzystywane do oceny poziomu zanieczyszczenia powietrza, kierunku oraz tempa zmian klimatu oraz poziomu naturalności ekosystemów leśnych (Vanderpoorten & Engels, 2002; Friedel & Müller, 2004; Frego, 2007; Tuba et al., 2011; Rudolphi et al., 2014; Hofmeister et al., 2015; Mölder et al., 2015; Pescott et al., 2015; Czerepko et al., 2020; Cacciatori et al., w przygotowaniu). Rzeczywiście, wykazują one zestaw adaptacji ewolucyjnych ograniczających regulację zawartości wody i tym samym powodujących, że ich homeostaza metaboliczna jest prawie całkowicie zależna od warunków środowiska zewnętrznego, co skutkuje dużą wrażliwością tych organizmów na zmiany środowiska (Wolseley & Aguirre-Hudson, 1991; Wolf, 2005; Werner i Gradstein, 2009). Bioindykacja oparta na kryptogamach rejestruje zmiany w występowaniu gatunków o różnym stopniu wrażliwości na te zmiany, od stenobiontów do eurobiontów. Dlatego badania długoterminowych trendów zmian składu gatunkowego i wzorów bioróżnorodności wspólnot kryptogamów dostarcza bardzo cennych informacji nie tylko o ekosystemach leśnych, ale też o środowisku *sensu lato*.

Lasy strefy umiarkowanej przeszły w ciągu ostatnich stuleci głębokie zmiany. Zarządzanie, zmiany klimatyczne i depozycja zanieczyszczeń spowodowały głębokie zmiany w strukturze, składzie i różnorodności tych lasów (Hannah i in., 1995; Bengtsson i in. 2000;

Loustau et al., 2007). Na kontynencie europejskim wpływ zaburzeń antropogenicznych jest szczególnie silny ze względu na duże zagęszczenie populacji ludzkiej oraz bliskość obszarów leśnych i zamieszkałych. Dla tego można oczekiwać istotnego wpływu zaburzeń antropogenicznych na lasy w Europie i na ich różnorodność kryptogamiczną. W niniejszym opracowaniu podsumowane zostały wyniki badania zmian w różnorodności mszaków i porostów w polskich lasach na podstawie obserwacji na Stałych Powierzchniach Obserwacyjnych II rzędu monitoringu lasów w roku 2023 oraz w okresie 1998-2023.

10.2. Materiał i metody

Materiał źródłowy stanowią dane pochodzące z długoterminowego monitoringu europejskich obszarów leśnych rozpoczętego w 1996 r. w ramach międzynarodowego programu ICP Forest II rzędu (Ferretti i Fischer, 2013). Sieć ta obejmuje w Polsce 148 powierzchni badawczych 20x20 m, ale 25 z nich zostało wyłączonych z niniejszego badania, czy to z powodu zniszczenia drzewostanu w wyniku epidemii kornika drukarza, czy też dlatego, że dane dotyczące różnorodności zarówno porostów, jak i mszaków nie obejmowały całej serii danych. W wyniku filtrowania w analizach wykorzystano dane ze 122 stanowisk (SPO II rzędu) dla mszaków i 100 dla porostów.

Dane zostały zebrane w sześciu powtórzeniach, w latach: 1998/1999, 2003, 2009, 2013, 2019 oraz 2023. Spisywanie gatunków zostało wykonane według protokołu przygotowanego przez J. Solona i szczegółowo przedstawionego w opracowaniu Solona i Wawrzoniaka (1999).

Odnotowane zostały gatunki występujące na czterech substratach leśnych: glebie, drzewach żywych, martwym drewnie oraz kamieniach. W przypadku drzew żywych odnotowane zostały gatunki występujących do wysokości 2 m na pniu. Próbkę były zbierane dla tych gatunków którego rozpoznanie w terenie nie było możliwe.

10.3. Wyniki

Ogółem we wszystkich cyklach badań zarejestrowano 145 gatunków mszaków i 131 gatunków porostów (tab. 10.1, tab. 10.2). Trendy w zakresie bogactwa gatunkowego wykazywały niewielkie wahania zarówno w przypadku mszaków, jak i porostów, bez istotnej tendencji ogólnej. W poszczególnych cyklach badań liczba gatunków mszaków wahała się między 83 w 1998/1999 i 98 w 2008, a porostów między 75 w 2003 i 90 w 2019. Stwierdzono występowanie dwu gatunków mszaków podlegających ochronie całkowitej (*Uloa phyllantha*,

Dicranum undulatum) i 28 gatunków mszaków podlegających ochronie częściowej oraz jeden gatunek chronionych porostów (*Lobaria pulmonaria*).

Zmiany różnorodności

Bogactwo gatunkowe zarówno mszaków jak i porostów wykazało niewielkie wahania, bez istotnej tendencji ogólnej. Trendy różnorodności β wykazywały większe wahania w obu grupach, ale znów bez istotnego trendu ogólnego.

Analiza wzorców różnorodności czasoprzestrzennej pokazuje, że wielkość zmian różnorodności jest niezależna od bogactwa gatunkowego na powierzchniach. Ogólnie rzecz biorąc, zmiana bogactwa gatunkowego nie wykazała wyraźnych wzorców przestrzennych, podczas gdy czasowa różnorodność β wykazywała wyraźną polaryzację północ-południe, szczególnie w przypadku porostów.

Wskaźniki

Biorąc pod uwagę cały okres monitoringu pod względem wszystkich wskaźników Ellenberga najwięcej gatunków zarówno mszaków jak i porostów należało do klas pośrednich (4-6). Porównując jednakże skrajne klasy wartości wskaźników odnotowano wśród mszaków silną dominację gatunków światłolubnych (Ellenberg wskaźnik L 7-9), typowych dla zimnych klimatów oraz kwaśnych substratów (Ellenberg R 1-3) (tab. 10.1), natomiast w odniesieniu do porostów przeważały gatunki światłolubne (Ellenberg L 7-9), oceaniczne (Ellenberg K 1-3), typowe dla suchych warunków (Ellenberg F 1-3) oraz kwaśnych i ubogich substratów (Ellenberg R 1-3 i Ellenberg N 1-3, odpowiednio) (tab. 10.2). Trzeba jednak zaznaczyć, że w przypadku porostów licznych wartości wskaźników Ellenberga brak, co może wpływać (zmienić) na ostateczny obraz zmian w czasie proporcji grup funkcjonalnych porostów opartych na takich wskaźnikach.

10.4. Dyskusja

Zmiany różnorodności

Wyniki badań monitoringowych mszaków i porostów wskazują, że bogactwo gatunkowe organizmów kryptogamicznych w polskich lasach gospodarczych utrzymywało się na stabilnym poziomie w ciągu ostatnich dwudziestu pięciu lat. Może to wynikać z silnej homeostazy ekosystemów leśnych lub z przeciwstawnych skutków zmian klimatycznych z jednej strony, oraz zmniejszania się depozycji zanieczyszczeń i bardziej zrównoważonej gospodarki leśnej i z drugiej.

W rzeczywistości, formułowane są opinie, że obserwowane zmiany klimatyczne spowodują zmniejszenie się bogactwa gatunkowego i zmian struktury zbiorowisk gatunków poprzez wpływ na aktywność metaboliczną, wzrost i zdolności regeneracyjne po wysychaniu gatunków mniej tolerujących brak zaopatrzenia w wodę (Gignac 2001, 2011; Proctor, 2011; Song i in., 2012; He i in., 2016; Hao i Chu, 2021). Jednak, zarówno mszaki jak i porosty charakteryzują się zaawansowanymi zdolnościami przetrwania okresów suszy i braku zaopatrzenia w wodę. Trzeba też zaznaczyć, że najbardziej wrażliwie i stenoetyczne gatunki, których populacje mogłyby wykazać istotne zmiany spowodowane zmianami klimatu, w ogóle nie występują w lasach gospodarczych co sprawia, że całkiem jest brak sygnałów, które mogłyby być przez nie dostarczone. Żeby sprawdzić faktyczny wpływ zmian klimatu na najbardziej wrażliwe gatunki poikilohydrycznych kryptogamów należałoby przeprowadzić podobny długoterminowy monitoring w lasach naturalnych, pozostających poza bezpośrednim oddziaływaniem człowieka przez długo czas.

Ponadto, chociaż liczne badania wskazują na stały wzrost temperatur średniorocznych i okresu wegetacyjnego oraz wydłużanie się okresów suchych na skutek zmniejszania się opadów w okresie letnim i ich przesunięcia na okres zimowy (Kundewicz i Matczak, 2012; Ziernicka-Wojtaszek i Kopcińska, 2020), Polska jest uważana za mniej podatną na niekorzystne skutki zmian klimatycznych niż wiele innych krajów (Kundewicz i Matczak, 2012). W odróżnieniu od temperatur rozkład opadów nie wykazuje wyraźnej tendencji i jest bardzo zmienny na terenie kraju, tak że podczas gdy na niektórych obszarach Polski występuje umiarkowany spadek częstotliwości i ilości opadów ogółem, w innych obserwuje się wzrost obu tych parametrów, co zaobserwowano zwłaszcza w Polsce północnej (Ziernicka-Wojtaszek i Kopcińska, 2020). Ostatecznie skutkuje to brakiem trendu zmian opadów na poziomie całego kraju. Sprawia to, że prawdopodobnie oczekiwany negatywny wpływ zmian klimatycznych na różnorodność mszaków i porostów był jak dotąd umiarkowany, na co również wskazują badania tej grupy organizmów prowadzone na SPO II rzędu od 1998 r.

Jednocześnie, obserwowany w ciągu ostatnich dziesięcioleci znaczący spadek depozycji zanieczyszczeń (Dirnböck et al., 2018, Vivanco et al., 2018) jak i postęp, choć jeszcze niewielki, w praktykach leśnych w kierunku bardziej zrównoważonego modelu gospodarki (Zasady, Kryteria i Wskaźniki Dobrej Gospodarki Leśnej w Polsce, 2010; Zasady hodowli lasu, 2012; Report on the European Forest Strategy - The Way Forward, 2019) również mogły przyczynić się do utrzymania różnorodności mszaków i porostów, równoważąc oczekiwane negatywne skutki zmian klimatycznych. Jednakże, zarówno spadek zanieczyszczeń jak i

postęp w gospodarce leśnej nie były na tyle duże, aby ostatecznie przesądzić o wzroście różnorodności kryptogamów. Kontrastuje to z wynikami Baumanna i in. (2021), którzy wykazują, że zarówno bogactwo gatunkowe mszaków, jak i udział powierzchniowy lasów świerkowych we wschodnich Niemczech wzrosły w ciągu ostatnich 30 lat w następstwie znaczącego zmniejszenia się depozycji związków siarki. Ostatecznie zatem efektem netto umiarkowanego wpływu zmian klimatycznych, poprawy praktyk leśnych i silnego spadku depozycji zanieczyszczeń, jako trzech najbardziej prawdopodobnych czynników wpływających na różnorodność kryptogamów, był brak jednoznacznych trendów zmian występujących na SPO II rzędu w okresie 1998-2023.

Literatura

- Bengtsson J., Nilsson S. G., Franc A. & Menozzi P., 2000. Biodiversity, disturbances, ecosystem function and management of European forests. *Forest Ecology and Management* 132: 39-50.
[https://doi.org/10.1016/S0378-1127\(00\)00378-9](https://doi.org/10.1016/S0378-1127(00)00378-9)
- Baumann M., Dittrich S., Körner M., Goddert von Oheimb G., 2021. Temporal changes in the ground vegetation in spruce forests in the Erzgebirge (Ore Mountains) — bryophytes are better indicators of the impact of liming and of sulphur and nitrogen deposition than the herb layer. *Applied Vegetation Science* 24
- Czerepko J., Gawrys R., Szymczyk R., Pisarek W. et al., 2021. How sensitive are epiphytic and epixylic cryptogams as indicators of forest naturalness? Testing bryophyte and lichen predictive power in stands under different management regimes in the Białowieża Forest. *Ecological Indicators* 125, 107532. DOI: [10.1016/j.ecolind.2021.107532](https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2021.107532)
- Dirnböck T., Pröll G., Austnes K. et al., 2018. Currently legislated decreases in nitrogen deposition will yield only limited plant species recovery in European forests. *Environmental Research Letter* 13, 125010
- Ellenberg H., Leuschner C., 2010. *Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen*.
- Ferretti M. & Fischer R., 2013. *Forest Monitoring*, Elsevier
- Frego K., 2007. Bryophytes as potential indicators of forest integrity. *Forest Ecology and Management* 242 (1):65-75. DOI: [10.1016/j.foreco.2007.01.030](https://doi.org/10.1016/j.foreco.2007.01.030)
- Gignac D.L., 2001. Bryophytes as Indicators of Climate Change. *The Bryologist* 104, 410-420
- Hannah L., Carr J.L., Landerani A., 1995. Human disturbance and natural habitat- a biome level analyses of a global data set. *Biodiversity and Conservation* 4:128–155.
- Hao J. & Chu L.M., 2021. Short-term detrimental impacts of increasing temperature and photosynthetically active radiation on the ecophysiology of selected bryophytes in Hong Kong, southern China. *Global Ecology and Conservation*, 31,e01868, <https://doi.org/10.1016/j.gecco.2021.e01868>.
- He X., He K.S. & Hyvönenc J., 2016. Will bryophytes survive in a warming world? *Systematics* 19, 49-60. <https://doi.org/10.1016/j.ppees.2016.02.005>
- Hofmeister J., Hosek J., Brabec M., Dvorak D., Beran M., Deckerova H. et al., 2015. Value of old forest attributes related to cryptogam species richness in temperate forests: A quantitative assessment. *Ecological Indicators* 57, 497-504. <https://doi.org/10.1007/s10531-015-0863-2>

- Kundzewicz Z. W. & Matczak P., 2012. Climate change regional review: Poland. *WIREs Clim Change* 3:297–311. <https://doi.org/10.1002/wcc.175>
- Loustau D., Ogée J., Dufrêne E., Déqué M., Dupouey, J. L., Badeau V., Viovy N., Ciais P., Desprez-Loustau M. L., Roques A., Chuine I., Mouillot, F., 2007. Impacts of climate change on temperate forests and interaction with management. In: *Forestry and climate change*, eds P.H. Freer-Smith, M.S.J. Broadmeadow and J.M. Lynch, pp.143-150
- Mölder A., Schmidt M., Engel F., Schonfelder E., Schulz F., 2015. Bryophytes as indicators of ancient woodlands in Schleswig-Holstein (Northern Germany). *Ecological Indicators* 54, 12–30.
- Report on the European Forest Strategy - The Way Forward (2019/2157(INI)), 2020.
- Rudolphi J., Jönssonm. T. & Gustafsson L. 2014. Biological legacies buffer local species extinction after logging. *Journal of Applied Ecology* 51: 53-62. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.12187>
- Song L., Liu W-Y., Ma W-Z, Qi J-H., 2012. Response of epiphytic bryophytes to simulated N deposition in a subtropical montane cloud forest in southwestern China. *Oecologia*. DOI 10.1007/s00442-012-2341-9
- Tuba Z., Slack N.G. & Stark L.R., 2011. In: *Bryophyte Ecology and Climate Change*. Cambridge University Press, 2011.
- Vanderpoorten A. & Engels P., 2002. The effects of environmental variation on bryophytes at a regional scale. *Ecography* 25: 513–522
- Vivanco M.G., Theobald M.R., García-Gómez H. et al., 2018. Modeled deposition of nitrogen and sulfur in Europe estimated by 14 air quality model systems: evaluation, effects of changes in emissions and implications for habitat protection. *Atmospheric Chemistry and Physics* 18, 10199–10218, 2018. <https://doi.org/10.5194/acp-18-10199-2018>
- Werner F.A. & Gradstein S.R., 2009. Diversity of dry forest epiphytes along a gradient of human disturbance in the tropical Andes. *Journal of Vegetation Science* 20, 59-68. <https://doi.org/10.1111/j.1654-1103.2009.05286.x>
- Wolf J.H.D., 2005. The response of epiphytes to anthropogenic disturbance of pine-oak forests in the highlands of Chiapas, Mexico. *Forest Ecology and Management* 212: 376-393
- Wolseley P. A. & Aguirre-Hudson B., 1991. Lichens as Indicators of Environmental Change in the Tropical Forests of Thailand. *Global Ecology and Biogeography Letters* 1, 170-175
- Zasady, Kryteria i Wskaźniki Dobrej Gospodarki Leśnej w Polsce. 2010. Forest Stewardship Council, Poland.
- Zasady hodowli lasu. 2012. CILP, Warszawa
- Ziernicka-Wojtaszek A. & Kopcińska J., 2020. Variation in Atmospheric Precipitation in Poland in the Years 2001–2018. *Atmosphere* 11, 794; <https://doi.org/10.3390/atmos11080794>

Tabela 10.1. Lista gatunków mszaków występujących w SPO II rzędu w okresie 1998-2023 razem z wartościami wskaźników Ellenberga.

Mszaki	L	T	K	F	R
<i>Amblystegium serpens</i>	5	x	5	4	6
<i>Andreaea rupestris</i>					
<i>Atrichum undulatum</i>	6	x	5	6	4
<i>Aulacomnium androgynum</i>	4	4	5	5	2
<i>Aulacomnium palustre</i>	7	2	6	7	3
<i>Bazzania trilobata</i>	5	4	6	6	2
<i>Blepharostoma trichophyllum</i>	4	3	6	6	3
<i>Brachytheciastrum velutinum</i>	5	3	5	4	6
<i>Brachythecium albicans</i>	9	3	5	2	x
<i>Brachythecium campestre</i>	6	4	7	3	5
<i>Brachythecium laetum</i>					
<i>Brachythecium mildaeae</i>	8	4	5	7	6
<i>Brachythecium rivulare</i>	x	3	5	7	6
<i>Brachythecium rutabulum</i>	5	x	5	4	x
<i>Brachythecium salebrosum</i>	6	4	5	4	6
<i>Bryum caespiticium</i>					
<i>Bryum capillare</i>	5	x	5	5	6
<i>Bryum ovatum</i>					
<i>Buxbaumia aphylla</i>	7	3	6	5	2
<i>Callicladium haldanianum</i>	6	4	7	6	2
<i>Calliergon stramineum</i>	8	2	6	8	2
<i>Calliergonella cuspidata</i>	4	3	6	6	3
<i>Calypogeia azurea</i>	4	3	5	6	2
<i>Calypogeia integristipula</i>	5	3	6	5	3
<i>Calypogeia muelleriana</i>	5	x	5	5	3
<i>Cephalozia bicuspidata</i>					
<i>Cephaloziella starkei</i>					
<i>Ceratodon purpureus</i>	8	x	x	2	x
<i>Cirriphyllum crassinervium</i>	4	5	4	5	8
<i>Cirriphyllum piliferum</i>	7	3	6	5	6
<i>Climacium dendroides</i>	7	3	5	6	5
<i>Dicranella cerviculata</i>	8	3	6	6	1
<i>Dicranella heteromalla</i>	5	4	5	4	2
<i>Dicranodontium denudatum</i>	4	3	6	6	2
<i>Dicranoweisia cirrata</i>	7	6	4	5	5
<i>Dicranum majus</i>	5	3	6	6	4
<i>Dicranum polysetum</i>	6	3	6	4	5

Mszaki	L	T	K	F	R
<i>Dicranum scoparium</i>	5	x	5	4	4
<i>Dicranum spurium</i>	7	3	6	2	2
<i>Dicranum tauricum</i>	4	3	6	4	3
<i>Dicranum undulatum</i>					
<i>Diplophyllum albicans</i>	4	x	4	4	2
<i>Ditrichum homomallum</i>	8	2	6	8	2
<i>Encalypta streptocarpa</i>	4	3	6	6	3
<i>Eurhynchium angustistrete</i>	4	3	5	6	2
<i>Eurhynchium schleicheri</i>	5	3	6	5	3
<i>Eurhynchium striatum</i>	5	x	5	5	3
<i>Fissidens adianthoides</i>	8	2	6	8	2
<i>Fissidens bryoides</i>	4	3	6	6	3
<i>Fissidens osmundoides</i>	4	3	5	6	2
<i>Geocalyx graveolens</i>	5	3	6	5	3
<i>Grimmia pulvinata</i>	5	x	5	5	3
<i>Herzogiella seligeri</i>					
<i>Heterocladium heteropterum</i>					
<i>Homalia trichomanoides</i>	8	x	x	2	x
<i>Homalothecium lutescens</i>	4	5	4	5	8
<i>Homalothecium sericeum</i>	7	3	6	5	6
<i>Hylocomium splendens</i>	7	3	5	6	5
<i>Hypnum andoi</i>	8	3	6	6	1
<i>Hypnum arcuatum</i>					
<i>Hypnum cupressiforme</i>	6	4	7	6	2
<i>Hypnum imponens</i>	8	2	6	8	2
<i>Hypnum jutlandicum</i>	4	3	6	6	3
<i>Hypnum pallescens</i>	4	3	5	6	2
<i>Isothecium alopecuroides</i>	5	3	6	5	3
<i>Isothecium myosuroides</i>	5	x	5	5	3
<i>Kindbergia praelonga</i>					
<i>Lepidozia reptans</i>					
<i>Leucobryum glaucum</i>	8	x	x	2	x
<i>Leucobryum juniperoideum</i>	4	5	4	5	8
<i>Leucodon sciuroides</i>	7	3	6	5	6
<i>Lophocolea bidentata</i>	7	3	5	6	5
<i>Lophocolea heterophylla</i>	8	3	6	6	1
<i>Lophozia ventricosa</i>	5	4	5	4	2
<i>Metzgeria furcata</i>	4	3	6	6	2
<i>Mnium hornum</i>	7	6	4	5	5

Mszaki	L	T	K	F	R
<i>Mnium stellare</i>					
<i>Nowellia curvifolia</i>	7	3	6	5	6
<i>Orthodicranum montanum</i>	7	3	5	6	5
<i>Orthodontium lineare</i>	8	3	6	6	1
<i>Orthotrichum affine</i>					
<i>Oxyrrhynchium hians</i>	6	4	7	6	2
<i>Paraleucobryum longifolium</i>	8	2	6	8	2
<i>Pellia epiphylla</i>	4	3	6	6	3
<i>Plagiochila asplenoides</i>	4	3	5	6	2
<i>Plagiochila porelloides</i>	5	3	6	5	3
<i>Plagiomnium affine</i>	5	x	5	5	3
<i>Plagiomnium cuspidatum</i>	7	6	4	5	5
<i>Plagiomnium elatum</i>					
<i>Plagiomnium rostratum</i>	7	3	6	5	6
<i>Plagiomnium undulatum</i>	7	3	5	6	5
<i>Plagiothecium cavifolium</i>	8	3	6	6	1
<i>Plagiothecium curvifolium</i>					
<i>Plagiothecium denticulatum</i>	6	4	7	6	2
<i>Plagiothecium laetum</i>	8	2	6	8	2
<i>Plagiothecium nemorale</i>	4	3	6	6	3
<i>Plagiothecium succulentum</i>	4	3	5	6	2
<i>Plagiothecium undulatum</i>	5	3	6	5	3
<i>Platygyrium repens</i>	5	x	5	5	3
<i>Pleurozium schreiberi</i>	4	3	5	6	2
<i>Pohlia nutans</i>	5	3	6	5	3
<i>Polytrichastrum formosum</i>	5	x	5	5	3
<i>Polytrichastrum longisetum</i>	7	6	4	5	5
<i>Polytrichum commune</i>					
<i>Polytrichum juniperinum</i>	7	3	6	5	6
<i>Polytrichum piliferum</i>	7	3	5	6	5
<i>Polytrichum strictum</i>	8	3	6	6	1
<i>Pseudoscleropodium purum</i>					
<i>Pseudotaxyphillum elegans</i>	6	4	7	6	2
<i>Pterigynandrum filiforme</i>	8	2	6	8	2
<i>Ptilidium ciliare</i>	4	3	6	6	3
<i>Ptilidium pulcherrimum</i>	4	3	5	6	2
<i>Ptilium crista-castrensis</i>	5	3	6	5	3
<i>Pylaisia polyantha</i>	5	x	5	5	3
<i>Racomitrium heterostichum</i>	5	3	6	5	3

Mszaki	L	T	K	F	R
<i>Racomitrium microcarpon</i>	5	x	5	5	3
<i>Racomitrium sudeticum</i>	7	6	4	5	5
<i>Radula complanata</i>					
<i>Rhizomnium punctatum</i>	7	3	6	5	6
<i>Rhodobryum roseum</i>	7	3	5	6	5
<i>Rhytidiadelphus loreus</i>	8	3	6	6	1
<i>Rhytidiadelphus squarrosus</i>					
<i>Rhytidiadelphus subpinnatus</i>	6	4	7	6	2
<i>Rhytidiadelphus triquetrus</i>	8	2	6	8	2
<i>Sanionia uncinata</i>	5	3	6	6	3
<i>Scapania nemorea</i>	4	3	5	6	2
<i>Scapania undulata</i>	5	3	6	5	3
<i>Sciuro-hypnum oedipodium</i>	c	x	5	5	3
<i>Sciuro-hypnum plumosum</i>	7	3	5	6	5
<i>Sciuro-hypnum reflexum</i>	8	3	6	6	1
<i>Sciuro-hypnum starkei</i>					
<i>Sphagnum capillifolium</i>	6	4	7	6	2
<i>Sphagnum cuspidatum</i>	8	2	6	8	2
<i>Sphagnum fallax</i>	4	3	6	6	3
<i>Sphagnum girgensohnii</i>	4	3	5	6	2
<i>Sphagnum palustre</i>	5	3	6	5	3
<i>Tetraphis pellucida</i>	5	x	5	5	3
<i>Thuidium delicatulum</i>	4	3	6	6	3
<i>Thuidium philibertii</i>	4	3	5	6	2
<i>Thuidium recognitum</i>	5	3	6	5	3
<i>Thuidium tamariscinum</i>	5	x	5	5	3
<i>Ulota bruchii</i>	7	3	5	6	5
<i>Ulota crispa</i>	8	3	6	6	1
<i>Ulota phyllantha</i>	5	x	5	5	3

Tabela 10.2. Lista porostów występujących w SPO II rzędu w okresie 1998-2023 razem z wartościami wskaźników Ellenberga.

Porosty	L	T	K	F	R	N
<i>Amandinea punctata</i>	7	3	6	5	6	
<i>Anisomeridium polypori</i>	7	3	5	6	5	
<i>Arthonia spadicea</i>	8	3	6	6	1	
<i>Bacidia assulata</i>						
<i>Bacidia naegelii</i>	6	4	7	6	2	
<i>Bacidina arnoldiana</i>	8	2	6	8	2	
<i>Bacidina phacodes</i>	4	3	6	6	3	
<i>Baeomyces rufus</i>	4	3	5	6	2	
<i>Biatora efflorescens</i>	5	3	6	5	3	
<i>Buellia griseovirens</i>	5	x	5	5	3	
<i>Candelariella efflorescens</i>	4	3	5	6	2	
<i>Candelariella xanthostigma</i>	5	3	6	5	3	
<i>Catillaria discretula</i>	5	x	5	5	3	
<i>Cetraria islandica</i>	7	6	4	5	5	
<i>Chaenotheca chrysocephala</i>						
<i>Chaenotheca ferruginea</i>	7	3	6	5	6	
<i>Cladonia arbuscula</i>	7	3	5	6	5	
<i>Cladonia caespiticia</i>	8	3	6	6	1	
<i>Cladonia cenotea</i>						
<i>Cladonia cervicornis</i>	6	4	7	6	2	
<i>Cladonia chlorophaea</i>	8	2	6	8	2	
<i>Cladonia ciliata</i>	4	3	6	6	3	
<i>Cladonia coccifera</i>	4	3	5	6	2	
<i>Cladonia coniocraea</i>	5	3	6	5	3	
<i>Cladonia cornuta</i>	5	x	5	5	3	
<i>Cladonia crispata</i>	5	3	6	5	3	
<i>Cladonia deformis</i>	5	x	5	5	3	
<i>Cladonia digitata</i>	7	6	4	5	5	
<i>Cladonia fimbriata</i>						
<i>Cladonia floerkeana</i>	7	3	6	5	6	
<i>Cladonia furcata</i>	7	3	5	6	5	
<i>Cladonia glauca</i>	8	3	6	6	1	
<i>Cladonia gracilis</i>						
<i>Cladonia grayi</i>	6	4	7	6	2	
<i>Cladonia macilenta</i>	8	2	6	8	2	
<i>Cladonia merochlorophaea</i>	5	3	6	6	3	
<i>Cladonia ochrochlora</i>	4	3	5	6	2	

<i>Cladonia parasitica</i>	5	3	6	5	3
<i>Cladonia phyllophora</i>	c	x	5	5	3
<i>Cladonia pleurota</i>	7	3	5	6	5
<i>Cladonia portentosa</i>	8	3	6	6	1
<i>Cladonia pyxidata</i>					
<i>Cladonia rangiferina</i>	6	4	7	6	2
<i>Cladonia rangiformis</i>	8	2	6	8	2
<i>Cladonia rei</i>	4	3	6	6	3
<i>Cladonia squamosa</i>	4	3	5	6	2
<i>Cladonia subulata</i>	5	3	6	5	3
<i>Cladonia uncialis</i>	5	x	5	5	3
<i>Coenogonium pineti</i>	4	3	6	6	3
<i>Evernia prunastri</i>	4	3	5	6	2
<i>Fuscidea pusilla</i>	5	3	6	5	3
<i>Graphis scripta</i>	5	x	5	5	3
<i>Hypocenomyce scalaris</i>	7	3	5	6	5
<i>Hypogymnia physodes</i>	8	3	6	6	1
<i>Hypogymnia tubulosa</i>	5	x	5	5	3
<i>Imshaugia aleurites</i>	6	4	7	6	3
<i>Lecania cyrtella</i>	8	2	6	8	3
<i>Lecania naegelii</i>	4	3	6	6	3
<i>Lecanora albella</i>	4	3	5	6	2
<i>Lecanora carpinea</i>	5	3	6	5	3
<i>Lecanora chlarotera</i>	5	x	5	5	3
<i>Lecanora conizaeoides</i>	5	3	6	5	5
<i>Lecanora expallens</i>	5	x	5	5	1
<i>Lecanora hagenii</i>	7	6	4	5	3
<i>Lecanora persimilis</i>					
<i>Lecanora pullicaris</i>	7	3	6	5	2
<i>Lecanora symmetrica</i>	7	3	5	6	3
<i>Lecanora umbrina</i>	8	3	6	6	3
<i>Lecidea litophila</i>					5
<i>Lecidea nylanderii</i>	6	4	7	6	1
<i>Lecidella elaeochroma</i>	8	2	6	8	3
<i>Leporina incana</i>	5	3	6	6	3
<i>Lepraria elobata</i>	4	3	5	6	3
<i>Lepraria finkii</i>	5	3	6	5	3
<i>Lepraria incana</i>	c	x	5	5	2
<i>Lepraria jackii</i>	7	3	5	6	3
<i>Lepraria rigidula</i>	8	3	6	6	3

<i>Lobaria pulmonaria</i>					5
<i>Melanelixia fuliginosa</i>	6	4	7	6	4
<i>Melanelixia glabratula</i>	8	2	6	8	2
<i>Melanelixia subaufifera</i>	4	3	6	6	3
<i>Micarea botryoides</i>	6	4	7	6	4
<i>Micarea byssacea</i>	8	2	6	8	2
<i>Micarea denigrata</i>	5	3	6	6	3
<i>Micarea micrococca</i>	4	3	5	6	2
<i>Micarea misella</i>	5	3	6	5	3
<i>Micarea nitschkeana</i>	c	x	5	5	3
<i>Micarea prasina</i>	7	3	5	6	5
<i>Micarea viridileprosa</i>	8	3	6	6	1
<i>Mycobilimbia pilularis</i>					
<i>Ochrolechia androgyna</i>	6	4	7	6	2
<i>Ochrolechia microstictoides</i>	8	2	6	8	2
<i>Parmelia sulcata</i>	4	3	6	6	3
<i>Parmelina tiliacea</i>	4	3	5	6	2
<i>Parmeliopsis ambigua</i>	5	3	6	5	3
<i>Pertusaria amara</i>	5	x	5	5	3
<i>Pertusaria coccodes</i>	4	3	6	6	3
<i>Pertusaria pertusa</i>	4	3	5	6	2
<i>Phaeophyscia orbicularis</i>	5	3	6	5	3
<i>Phlyctis argena</i>	5	x	5	5	3
<i>Physcia adsendens</i>	7	3	5	6	5
<i>Physcia stellaris</i>	8	3	6	6	1
<i>Physcia tenella</i>	5	x	5	5	3
<i>Placynthiella dasaea</i>					
<i>Placynthiella icmalea</i>					
<i>Placynthiella oligotropha</i>	7	3	5	6	3
<i>Placynthiella uliginosa</i>	8	3	6	6	3
<i>Platismatia glauca</i>					5
<i>Porina aenea</i>	6	4	7	6	1
<i>Porina chlorotica</i>	8	2	6	8	
<i>Porpidia cinereoatra</i>	4	3	6	6	2
<i>Porpidia contraponenda</i>	6	4	7	6	2
<i>Porpidia crustulata</i>	8	2	6	8	3
<i>Porpidia glaucophaea</i>	5	3	6	6	3
<i>Porpidia tuberculosa</i>	4	3	5	6	2
<i>Pseudevernia furfuracea</i>	5	3	6	5	3
<i>Ropalospora viridis</i>	c	x	5	5	3

<i>Scoliciosporum chlorococcum</i>	7	3	5	6	5
<i>Trapelia coarctata</i>	8	3	6	6	1
<i>Trapelia glebulosa</i>					
<i>Trapelia placodioides</i>	6	4	7	6	2
<i>Trapeliopsis flexuosa</i>	8	2	6	8	2
<i>Trapeliopsis gelatinosa</i>	4	3	6	6	3
<i>Trapeliopsis granulosa</i>	4	3	5	6	2
<i>Trapeliopsis viridescens</i>	5	3	6	5	3
<i>Usnea dasopoga</i>	5	x	5	5	3
<i>Usnea hirta</i>	4	3	6	6	3
<i>Varicellaria hemisphaerica</i>	4	3	5	6	2
<i>Vulpicida pinastri</i>	5	3	6	5	3
<i>Xanthoria parietina</i>	5	x	5	5	3
<i>Xanthoria polycarpa</i>	4	3	5	6	2

11. CHARAKTERYSTYKA ODNOWIENIA NATURALNEGO W LATACH 1998-2023 NA SPO II RZĘDU MONITORINGU LASÓW – JADWIGA MAŁACHOWSKA

W 2023 roku przeprowadzono kolejną ocenę występowania odnowienia naturalnego na 148 SPO II rzędu. Jest to już szósty cykl badań tego komponentu szaty roślinnej. Wcześniejsze obserwacje były prowadzone w latach: 1998/1999, 2003, 2008, 2013 i 2019.

Wśród 148 ocenianych powierzchni: na stu powierzchniach gatunkiem panującym w drzewostanie jest sosna, na dwudziestu dwóch – świerk, na jedenastu – buk, a na piętnastu – dąb. Oceniane powierzchnie reprezentują 13 typów siedliskowych lasu: bór świeży (Bśw), 4 typy boru mieszanego (BMśw, BMwyżśw, BMGśw i BMw), 4 typy lasu mieszanego (LMśw, LMwyżśw, LMGśw i LMw) oraz 4 typy lasu (Lśw, Lwyżśw, LGśw, Lł). Dokładną charakterystykę badanych powierzchni pod względem gatunku panującego w drzewostanie, typu siedliskowego lasu oraz lokalizacji (kraina przyrodniczo-leśna oraz regionalna dyrekcja Lasów Państwowych) zawiera tabela 11.1.

Ocenę każdej powierzchni przeprowadzono na czterech kwadratach o wymiarach 10 m x 10 m, czyli łącznie na obszarze 400 m². Oceniano skład gatunkowy, ilościowość (w nalocie) lub liczebność (w przypadku pozostałych warstw), wiek oraz żywotność poszczególnych kategorii odnowienia naturalnego (nalotu, młodszego podrostu, starszego podrostu) oraz podsadzenia. Podsadzeń nie zalicza się do odnowienia naturalnego, ale ponieważ charakteryzują one ogólne warunki odnowienia drzewostanów, zwykle są włączane do tego typu badań.

Gatunki drzew występujących w odnowieniu naturalnym pogrupowano zgodnie z systematyką botaniczną. Grupy jednogatunkowe to: świerki, jodły, buki, graby, jesiony i osiki. W grupie sosen znalazły się sosna zwyczajna oraz sporadycznie występujące inne gatunki (sosna Banksa, sosna czarna, sosna smołowa, wejmutka i limba). Do grupy dębów zaliczono dąb szypułkowy, dąb bezszypułkowy oraz dąb czerwony. W grupie klonów znalazły się klon jawor, klon zwyczajny i sporadycznie występujący klon jesionolistny, w grupie lip – lipa drobnolistna i lipa szerokolistna. Grupę wiązów stanowią wiąz pospolity i wiąz górski, grupę brzoź – brzoza brodawkowata i sporadycznie występująca brzoza omszona, grupę olsz – olsza szara i rzadko występująca olsza czarna. Do grupy modrzewi zaliczono modrzew oraz dagleźję (sporadycznie występującą, należącą wraz z modrzewiem do podrodziny modrzewiowych). Grupom gatunków nadano nazwę rodzajową i dla uproszczenia nazywane są w tekście gatunkami.

W opracowaniu pominięto nielicznie notowane na powierzchniach gatunki drzew określone jako niepożądane w lesie (wierzby, topole), drzewa owocowe (grusze, jabłonie, czereśnie, wiśnie i śliwy), drzewa o charakterze krzewów (kruszyna, leszczyna, jarzab pospolity i jarzab mączysty, czeremcha pospolita i czeremcha amerykańska, robinia akacjowa).

Analizę zmian liczby gatunków w poszczególnych kategoriach odnowienia naturalnego oraz podsadzeń przeprowadzono w układzie gatunku panującego w drzewostanie i w układzie typów siedlisk leśnych. Analizę ograniczono do tych siedlisk, które były reprezentowane co najmniej pięcioma powierzchniami obserwacyjnymi.

Liczbę gatunków zanotowanych podczas kolejnych ocen w trzech kategoriach odnowienia oraz w podsadzeniach na każdej powierzchni zawiera tabela 11.2. Udział procentowy powierzchni, na których zanotowano co najmniej jeden gatunek drzewiasty w nalocie, podroście lub w podsadzeniach podczas co najmniej jednej oceny prezentuje tabela 11.3. Średnie wartości liczby gatunków w odnowieniach i podsadzeniach odnoszące się do gatunku panującego w drzewostanie oraz grup siedlisk zawiera tabela 11.4.

Wyniki oceny ilościowości (w nalocie) lub liczebności (w przypadku pozostałych warstw), wieku oraz żywotności gatunków drzewiastych występujących w nalocie, młodszym podroście, starszym podroście oraz podsadzeniach zawierają tabele 11.5, 11.6, 11.7, 11.8.

Zestawienia średnich wartości liczby gatunków odnowień i podsadzeń w układzie krain przyrodniczo-leśnych w drzewostanach sosnowych i świerkowych zawiera tabela 11.9. Drzewostany dębowe i bukowe pominięto ze względu na małą ich reprezentację w krainach.

W kolejnych latach badań (1998/99, 2003, 2008, 2013, 2019, 2023) odnowienie naturalne w postaci **nalotu** notowano na 93% do 98% monitorowanych powierzchni, **młodszego podrostu** – na 67% do 86% powierzchni, **starszego podrostu** – na 53% do 77% powierzchni, a **podsadzeń** – na 5% do 20% powierzchni (tab. 12.3). Wraz z upływem czasu w kolejnych cyklach badań udział powierzchni z młodszym podrostem i starszym podrostem wzrastał (od 99 do 128 i od 79 do 109), udział powierzchni z podsadzeniami malał (od 30 do 7 powierzchni), natomiast udział powierzchni z nalotem ulegał niewielkim zmianom.

Łącznie podczas sześciu cykli obserwacji **młodszego podrostu** nie stwierdzono na 9 powierzchniach, **starszego podrostu** – na 26 powierzchniach, a **podsadzeń** – na 96 powierzchniach (tab. 11.3), natomiast nie było powierzchni, na której **nalot** nie wystąpiłby w żadnym cyklu.

Warstwa nalotu

W 2023 r. na monitorowanych powierzchniach zanotowano ogółem 13 grup gatunków drzewiastych w warstwie nalotu (tab. 11.4). Nie stwierdzono obecności nalotu olszy, która pojawiała się na pojedynczych powierzchniach we wcześniejszych cyklach badań. Nalot dębu wystąpił na największej liczbie powierzchni (113). Nalot sosny i brzozy wystąpił na 60 powierzchniach, świerka, buka i klonu – na co najmniej 36 powierzchniach (od 36 do 53 powierzchni), grabu – na 30 powierzchniach, jodły – na 20 powierzchniach, lipy i jesionu – na kilkunastu powierzchniach, osiki, wiązu i modrzewia – na kilku powierzchniach. Biorąc pod uwagę cały okres prowadzonych obserwacji (6 cykli) kolejność gatunków wg malejącej średniej liczby powierzchni (od 109 do 1), na których te gatunki występowały, jest taka jak przedstawiona powyżej.

W przypadku większości gatunków w kolejnych cyklach obserwacyjnych przybywało powierzchni, na których te gatunki występowały. Jedynie sosna i świerk wraz z upływem czasu wykazywały swoją obecność na coraz mniejszej liczbie powierzchni (odpowiednio: 69 i 45 powierzchni w pierwszym cyklu oraz 60 i 42 powierzchnie w szóstym cyklu).

Średnia liczba gatunków w nalocie w przeliczeniu na powierzchnię wynosiła od 2,6 (w pierwszym cyklu) do 3,1 (w szóstym cyklu) (tab. 11.8). Średnia liczba gatunków na powierzchni, zanotowanych podczas co najmniej jednej z sześciu obserwacji, wynosiła 4,7.

Występowały różnice w średniej liczbie gatunków nalotu oraz zmienności tej średniej w czasie na powierzchniach badawczych w zależności od gatunku panującego drzewostanu oraz typu siedliska (tab. 11.8).

W drzewostanach świerkowych i dębowych gatunków było więcej niż w drzewostanach sosnowych i bukowych, średnie liczby gatunków z sześciu cykli wynosiły odpowiednio: 5,6 i 5,3 oraz 4,4 i 4,9. Podobnie na siedliskach lasowych gatunków było więcej niż na siedliskach borowych, średnie wynosiły odpowiednio: 5,4 i 4,1. W drzewostanach świerkowych na siedliskach borowych, w porównaniu z siedliskami lasowymi, nalot był uboższy w gatunki; natomiast w drzewostanach dębowych odwrotnie – nalot był uboższy na siedliskach lasowych. Średnie na siedliskach borowych i lasowych wynosiły odpowiednio: pod świerkami – 2,5 i 5,9, pod dębami – 7,0 i 5,1.

Pomiędzy pierwszym a szóstym cyklem obserwacji na powierzchniach dębowych odnotowano niewielki wzrost liczby gatunków tej kategorii odnowienia (z 2,9 do 4,0), zarówno na siedliskach borowych (z 4,5 do 5,5) jak i na siedliskach lasowych (z 2,6 do 3,8) (tab. 11.8).

W drzewostanach sosnowych wzrost liczby gatunków wystąpił tylko w przypadku siedlisk lasowych (z 1,8 do 3,8). W drzewostanach świerkowych i bukowych nie odnotowano zmian.

Ocenę ilościowości nalotu określa się w skali 12-stopniowej oddzielnie dla każdego gatunku drzewa:

Stopień skali	0,1 (r)	0,5 (+)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Pokrycie terenu [%]	< 1	1-5	6-10	11-20	21-30	31-40	41-50	51-60	61-70	71-80	81-90	91-100

Na większości powierzchni (około 93% wszystkich) pokrycie ocenianych gatunków nie przekraczało 5%, stąd uzyskane średnie ilościowości mieszczą się w granicach od 0,1 do 0,8. W 2023 roku średnia ilościowość nalotu wahała się od 0,1 – dla modrzewia i wiązu do 0,3 – dla świerka, buka i graba (tab. 11.4). Porównując średnią ilościowość nalotu poszczególnych grup gatunków w przeliczeniu na powierzchnię w kolejnych latach badań, u większości nie zaobserwowano znaczących zmian. Wartość tego parametru była wyższa niż u pozostałych gatunków: u olszy w pierwszym, drugim i piątym cyklu badań (wynosiła odpowiednio: 0,8, 0,6 i 0,5) oraz u świerka – w trzecim i czwartym cyklu badań (odpowiednio 0,7 i 0,5). U większości grup gatunków (sosna, świerk, buk, dąb, brzoza, olsza, grab, klon, lipa, osika) największą ilościowość (od 0,4 do 0,7) odnotowano w trzecim cyklu badań (w 2008 r.). Iłościowość gatunków nalotu w pierwszym i szóstym cyklu badań była niska (od 0,1 do 0,4 i od 0,1 do 0,3), z wyjątkiem olszy, której ilościowość w pierwszym cyklu badań była najwyższa (0,8) a w szóstym cyklu nie stwierdzono tego gatunku w nalocie.

W ostatnim cyklu obserwacji najniższym średnim wiekiem (liczonym w latach) charakteryzował się nalot sosny (2,5), najwyższym – nalot świerka (4,0) (tab. 11.4). Średnia wieku z sześciu cykli była najniższa u sosny (2,1), a najwyższa u olszy, jodły i świerka (4,2 i 4,1). Porównanie średniego wieku gatunków nalotu w kolejnych cyklach obserwacyjnych wykazało: u buka, dębu, grabu i klonu parametr ten przyjmował najwyższe wartości w drugim cyklu badań, u modrzewia, brzozy, lipy – w trzecim cyklu, u olszy, osiki – w czwartym cyklu, u świerka, jodły, wiązu – w piątym cyklu, a u sosny – w szóstym cyklu. Średni wiek gatunków nalotu w pierwszym i szóstym cyklu badań był w większości przypadków niższy niż w pozostałych cyklach. Wyjątkiem była olsza, której wiek w pierwszym cyklu badań wynosił 4,1 i był wyższy niż w następnych dwóch cyklach, w czwartym i piątym cyklu wynosił aż 5,5 i 5,0 lat, a w szóstym cyklu gatunek ten zniknął z warstwy nalotu.

W 2023 roku większość gatunków nalotu charakteryzowała się najwyższą żywotnością (najniższą wartością wskaźnika) w porównaniu z wcześniejszymi obserwacjami. Średnia wartość wskaźnika żywotności wahała się w tym cyklu od 1,7 dla sosny (najwyższa

żywołność); poprzez 1,8–1,9 dla jodły, buka, wiązu i brzozy, 2,0 dla modrzewia i klonu, 2,1–2,2 dla jesionu, świerka, dębu, graba i lipy do 2,3 dla osiki (najniższa żywołność) (tab. 11.4). Średnia wartość wskaźnika żywołności z sześciu cykli była najniższa u sosny (2,1), u jodły, jesionu i wiązu wynosiła 2,2, u buka, brzozy, klonu i osiki – 2,3, u świerka, modrzewia i graba – 2,4, a u dębu, olszy i lipy – 2,6. Najłabszą żywołnością (wartość wskaźnika od 2,8 do 3,0) charakteryzowały się: olsza – od trzeciego do piątego cyklu obserwacji, modrzew – w pierwszym i trzecim cyklu, dąb – w drugim i czwartym cyklu, wiąz – piątym cyklu.

Warstwa młodszego podrostu

W 2023 r. na monitorowanych powierzchniach zanotowano ogółem 14 grup gatunków drzewiastych w warstwie młodszego podrostu (tab. 11.5). Dąb wystąpił na 77 powierzchniach, brzoza – na 46 powierzchniach, buk – na 44, grab – na 33, świerk – na 32, klon – na 29, sosna – na 26, jodła, lipa, jesion i wiąz – na kilkunastu powierzchniach, osika i modrzew – na kilku powierzchniach, natomiast olsza – na jednej powierzchni. Podczas trzech pierwszych ocen nie zanotowano obecności modrzewia. Biorąc pod uwagę cały okres prowadzonych obserwacji (6 cykli) kolejność gatunków wg malejącej średniej liczby powierzchni (od 68 do 1), na których te gatunki występowały, niewiele różni się od przedstawionej powyżej. U większości gatunków w kolejnych cyklach obserwacyjnych przybywało powierzchni, na których te gatunki występowały.

Średnia liczba gatunków w młodszym podroście w przeliczeniu na powierzchnię wynosiła od 1,4 (w pierwszym cyklu) do 2,4 (w szóstym cyklu) (tab. 11.8). Średnia liczba gatunków zanotowanych podczas co najmniej jednej z sześciu obserwacji wynosiła 3,6.

Występowały różnice w średniej liczbie gatunków młodszego podrostu oraz zmienności tej średniej w czasie na powierzchniach badawczych w zależności od gatunku panującego drzewostanu oraz typu siedliskowego lasu (tab. 11.8).

W drzewostanach świerkowych i dębowych gatunków było więcej niż w drzewostanach sosnowych i bukowych, średnie liczby gatunków z sześciu cykli wynosiły odpowiednio: 4,5 i 4,4 oraz 3,3 i 3,1. Podobnie na siedliskach lasowych gatunków było więcej niż na siedliskach borowych, średnie wynosiły odpowiednio: 4,4 i 2,9. W drzewostanach sosnowych i świerkowych na siedliskach borowych, w porównaniu z siedliskami lasowymi, młodszy podrost był uboższy w gatunki; w drzewostanach dębowych odwrotnie – młodszy podrost był uboższy na siedliskach lasowych. Średnie na siedliskach borowych i lasowych wynosiły odpowiednio: pod sosnami – 2,9 i 4,5, pod świerkami – 0,5 i 5,0, a pod dębami – 5,5 i 4,2.

Pomiędzy pierwszym a szóstym cyklem obserwacji odnotowano niewielki wzrost liczby gatunków tej kategorii odnowienia na powierzchniach zlokalizowanych w drzewostanach dębowych (z 1,5 do 3,1), zarówno na siedliskach borowych (z 2,0 do 3,5) jak i na siedliskach lasowych (z 1,4 do 3,1). W drzewostanach świerkowych na siedliskach lasowych wzrost wynosił 2,1 (z 1,3 do 3,4). W drzewostanach bukowych występujących jedynie na siedliskach lasowych również liczba gatunków wzrosła (z 1,2 do 2,4). W drzewostanach sosnowych oraz w drzewostanach świerkowych na siedliskach borowych wzrosty były minimalne.

W 2023 roku najwyższą średnią liczebnością w przeliczeniu na powierzchnię (42 sztuki) charakteryzował się buk, wysoką – świerk (38 sztuk) i klon (20 sztuk). Ponadto zanotowano po kilkanaście sztuk jesionu, graba i dębu oraz po kilka sztuk pozostałych gatunków (tab. 11.5). Porównano liczebność poszczególnych grup gatunków młodszego podrostu na powierzchni w pierwszym i szóstym cyklu badań. U buka, świerka, klonu i jesionu nastąpił znaczny wzrost liczby drzewek (odpowiednio o 37, 34, 11 i 5 sztuk), u olszy, wiązu, jodły, dębu i graba – znaczny spadek tej liczby (odpowiednio o: 56, 37, 10, 8 i 5 sztuk). Liczebności modrzewia (od 0 do 2 szt.), brzozy, lipy i sosny (od 2,5 do 9 szt.) były niskie i nie ulegały większym zmianom w czasie. Liczebność osiki w pięciu cyklach była niska (od 3 do 7,5 szt.), wyjątkiem był cykl trzeci, w którym wyniosła 24 sztuki.

W 2023 roku najniższym średnim wiekiem charakteryzował się młodszymi podrost olszy (5 lat), niewiele wyższym – brzozy, modrzewia i osiki (5,2 – 5,4 lat). Najstarszy okazał się młodszymi podrost świerka – 8,6 lat. Średnia wieku z sześciu cykli była najniższa u osiki (5,9 lat), u brzozy, klonu, jesionu, graba, lipy sosny i wiązu zawierała się w przedziale od 6,8 do 7,9 lat, u modrzewia, buka, dębu i olszy – zawierała się w przedziale od 8,4 do 9,6 lat, u świerka wynosiła 10,4 lat, a u jodły – 11,7 lat. Średni wiek gatunków młodszego podrostu w pierwszym i szóstym cyklu badań był w większości przypadków niższy niż w pozostałych cyklach. U sosny i wiązu parametr ten przyjmował najwyższe wartości w drugim cyklu badań, u jodły, lipy, jesionu, klonu, brzozy i osiki – w trzecim cyklu, a u świerka, olszy, dębu, buka, modrzewia i graba – w piątym cyklu.

W 2023 roku większość gatunków młodszego podrostu charakteryzowała się najwyższą żywotnością (najniższą wartością wskaźnika) w porównaniu z wcześniejszymi obserwacjami. Średnia wartość wskaźnika żywotności wahała się w tym cyklu od 1,8 u modrzewia (najwyższa żywotność), poprzez 2,0 u buka i olszy, 2,1–2,3 u brzozy, świerka, graba, wiązu i jesionu, 2,4–2,5 u sosny, jodły, klonu i osiki do 2,6 u dębu i lipy (najniższa żywotność) (tab. 11.4). Średnia wartość wskaźnika żywotności z sześciu cykli była najniższa u buka, jesionu, wiązu, osiki i

modrzewia (2,0), u świerka, brzozy, olszy, klonu i lipy zawierała się w przedziale od 2,5 do 2,7, u jodły, dębu i grabu – zawierała się w przedziale od 2,8 do 3,0, u sosny – była najwyższa i wynosiła 3,1. Najślabszą żywotnością (wartość wskaźnika od 3,0 do 3,3) charakteryzowały się: sosna – od pierwszego do piątego cyklu obserwacji, dąb – w drugim, trzecim i piątym cyklu, olsza – w czwartym i piątym cyklu, grab – w pierwszym cyklu, jodła – w trzecim cyklu oraz modrzew – w czwartym cyklu.

Warstwa starszego podrostu

W 2023 r. na monitorowanych powierzchniach zanotowano ogółem 14 grup gatunków drzewiastych w warstwie starszego podrostu (tab. 11.6). Dąb wystąpił na 48 powierzchniach, świerk i buk – na 41 powierzchniach, brzoza – na 38, klon – na 22, grab i jodła – na kilkunastu powierzchniach, lipa, sosna, jesion, wiąz i osika – na kilku powierzchniach, natomiast modrzew i olsza – na jednej powierzchni. Podczas trzech pierwszych ocen nie zanotowano obecności modrzewia, podczas trzeciej i piątej oceny nie zanotowano obecności olszy. Biorąc pod uwagę cały okres prowadzonych obserwacji (6 cykli) kolejność gatunków wg malejącej średniej liczby powierzchni (od 50 do 1), na których te gatunki występowały, niewiele różni się od przedstawionej powyżej. U większości gatunków w kolejnych cyklach obserwacyjnych przybywało powierzchni, na których te gatunki występowały.

Średnia liczba gatunków w starszym podroście w przeliczeniu na powierzchnię wynosiła od 1,1 (w pierwszym cyklu) do 1,7 (w szóstym cyklu) (tab. 11.8). Średnia liczba gatunków zanotowanych podczas co najmniej jednej z sześciu obserwacji wynosiła 2,9.

Występowały różnice w średniej liczbie gatunków starszego podrostu oraz zmienności tej średniej w czasie na powierzchniach badawczych w zależności od gatunku panującego drzewostanu oraz typu siedliskowego lasu (tab. 11.8).

W drzewostanach świerkowych i dębowych gatunków było więcej niż w drzewostanach sosnowych i bukowych, średnie liczby gatunków z sześciu cykli wynosiły odpowiednio: 3,9 i 3,1 oraz 2,7 i 1,7. Podobnie na siedliskach lasowych gatunków było więcej niż na siedliskach borowych, średnie wynosiły odpowiednio: 3,5 i 2,2. W drzewostanach sosnowych i świerkowych na siedliskach borowych, w porównaniu z siedliskami lasowymi, starszy podrost był uboższy w gatunki; w drzewostanach dębowych odwrotnie – starszy podrost był uboższy na siedliskach lasowych. Średnie na siedliskach borowych i lasowych wynosiły odpowiednio: pod sosnami – 2,2 i 4,1, pod świerkami – 0,5 i 4,2, a pod dębami – 4,0 i 2,9.

Pomiędzy pierwszym a szóstym cyklem obserwacji odnotowano niewielki wzrost liczby gatunków tej kategorii odnowienia na powierzchniach zlokalizowanych na siedliskach

lasowych: w drzewostanach świerkowych (z 0,4 do 2,9), dębowych (z 1,3 do 2,3) i bukowych (z 0,5 do 1,3) (tab. 11.8). Na siedliskach lasowych w drzewostanach sosnowych oraz na siedliskach borowych w drzewostanach świerkowych i dębowych wzrosty były minimalne.

W 2023 roku najwyższą średnią liczebnością w przeliczeniu na powierzchnię (22 sztuki) charakteryzowały się jesion i grab, wysoką – świerk, jodła, buk (od 19 do 20 szt.) i klon (13 szt.). Ponadto zanotowano po kilka sztuk pozostałych gatunków (tab. 11.6). W szóstym cyklu obserwacji, w porównaniu z pierwszym, zanotowano wzrost liczby drzewek u jesionu (o 20 sztuk), u świerka, klonu i buka (o 11 sztuk), u jodły, graba, modrzewia i wiązu (o 6 – 10 sztuk), oraz spadek u dębu i olszy (o 4 i 8 sztuk). Liczebności sosny, brzozy, lipy i osiki były niskie i nie ulegały większym zmianom w czasie.

W 2023 roku najniższym średnim wiekiem charakteryzował się starszy podrost osiki (8,3 lat), niewiele wyższym – olszy, brzozy i jesionu (9,0 – 9,6 lat). Najstarszy był starszy podrost świerka i sosny (17 lat). Średnia wieku z sześciu cykli była najniższa u osiki (8,5 lat), u olszy, jesionu, brzozy, klonu, lipy i modrzewia zawierała się w przedziale od 10,9 do 14,7 lat, u graba, buka, dębu sosny i wiązu – zawierała się w przedziale od 15,1 do 16,6 lat, u jodły wynosiła 17,1 lat, a u świerka – 18,4 lat. Średni wiek gatunków starszego podrostu w pierwszym i szóstym cyklu badań był w większości przypadków niższy niż w pozostałych cyklach. U graba parametr ten przyjmował najwyższe wartości w pierwszym cyklu badań, u świerka, klonu, olszy i osiki – w drugim cyklu, u jodły, wiązu i jesionu – w trzecim cyklu, u lipy i modrzewia – w czwartym cyklu, a u sosny, dębu, buka i brzozy – w piątym cyklu.

W 2023 roku większość gatunków starszego podrostu charakteryzowała się najwyższą żywotnością (najniższą wartością wskaźnika) w porównaniu z wcześniejszymi obserwacjami. Średnia wartość wskaźnika żywotności wahała się w tym cyklu od 1,0 u olszy (najwyższa żywotność); poprzez 1,7–1,8 u wiązu, buka i graba 1,9–2,0 u świerka, jodły, jesionu, klonu i osiki, 2,3 u modrzewia, do 2,4 u dębu (najniższa żywotność) (tab. 11.4). Średnia wartość wskaźnika żywotności z sześciu cykli była najniższa u modrzewia (2,0), u buka, jodły, jesionu, klonu, grabu, wiązu i lipy zawierała się w przedziale od 2,1 do 2,3, u brzozy, świerku, olszy i osiki – zawierała się w przedziale od 2,4 do 2,5, u sosny i dębu – była najwyższa i wynosiła 2,7. Najśłabszą żywotnością (wartość wskaźnika od 3,0 do 4,0) charakteryzowały się: olsza – w drugim i czwartym cyklu, osika – w drugim cyklu, jesion – w trzecim cyklu oraz sosna i olsza – w czwartym cyklu.

Warstwa podsadzeń

Podsadzenia nie zaliczają się do odnowienia naturalnego, ale charakteryzują ogólne warunki odnowienia drzewostanów, stąd dołączenie ich oceny do badań.

W 2023 r. na monitorowanych powierzchniach zanotowano ogółem pięć grup gatunków drzewiastych w warstwie podsadzeń: świerk i dąb wystąpiły na trzech powierzchniach, jodła i buk – na dwóch powierzchniach, a grab – na jednej powierzchni. (tab. 11.7). Podczas wcześniejszych ocen warstwa podsadzeń była bogatsza w gatunki: w czwartym cyklu zanotowano łącznie dziewięć gatunków, w drugim – osiem gatunków, w pierwszym i trzecim – siedem, a w piątym – sześć.

Świerk, dąb, buk i jodła występowały na kilku lub kilkunastu powierzchniach podczas każdego cyklu obserwacji. Pozostałe gatunki pojawiały się na jednej do czterech powierzchni: sosna i lipa – podczas czterech obserwacji, brzoza, olsza i grab – podczas dwóch obserwacji, modrzew, klon i wiąz – podczas jednej obserwacji. Jesion i osika nie były notowane w ogóle.

Średnia liczba gatunków w podsadzeniach w przeliczeniu na powierzchnię wynosiła od 0,3 (w pierwszym cyklu) do 0,1 (w szóstym cyklu) (tab. 11.8). Średnia liczba gatunków zanotowanych podczas co najmniej jednej z sześciu obserwacji wynosiła 0,7. Podsadzenia notowano jedynie w drzewostanach świerkowych na siedliskach lasowych – od pierwszego do szóstego cyklu, w drzewostanach sosnowych i dębowych na siedliskach borowych – od pierwszego do piątego cyklu oraz w drzewostanach sosnowych na siedliskach lasowych – od pierwszego do czwartego cyklu.

W 2023 roku średnia liczba podsadzeń (w przeliczeniu na powierzchnię) jodły, dębu, świerka, buka i graba wynosiła odpowiednio: 102, 41, 39, 24 i 3 sztuki (tab. 11.7). Pomiędzy pierwszym a szóstym cyklem obserwacji u jodły i świerka zanotowano znaczny wzrost średniej liczby drzewek, odpowiednio o 29 i 22 sztuki, u dębu – o 8 sztuk. W przypadku buka liczba drzewek była niższa o 12 sztuk.

W 2023 roku najniższym średnim wiekiem (6,3 lat) charakteryzowały się podsadzenia buka. Średni wiek podsadzeń jodły, dębu, graba i świerka wynosił odpowiednio: 7,5, 11,9, 13,0 i 20,1 lat. Średnia wieku z sześciu cykli była najniższa u modrzewia (6,4 lat), u olszy, klonu i jodły wynosiła od 7,5 do 9,8 lat, u brzozy, lipy, buka i dębu – od 10,5 do 12,8 lat, u świerka, sosny i wiązu – od 17,2 do 20,0 lat, u graba była najwyższa i wynosiła 26 lat. Średni wiek podsadzeń w pierwszym i szóstym cyklu badań był w większości przypadków niższy niż w pozostałych cyklach. U jodły parametr ten przyjmował najwyższe wartości w drugim cyklu badań, u świerka – w czwartym cyklu, u sosny, dębu, buka i lipy – w piątym cyklu.

W 2023 roku gatunki występujące w podsadzeniach charakteryzowały się najwyższą żywotnością (najniższą wartością wskaźnika) w porównaniu z wcześniejszymi obserwacjami. Średnia wartość wskaźnika żywotności wahała się w tym cyklu od 1,0 u graba (najwyższa żywotność); poprzez 1,7 – u świerka i jodły, 1,9 – u buka, do 2,2 – u dębu (najniższa żywotność) (tab. 11.4). Średnia wartość wskaźnika żywotności z sześciu cykli była najniższa u graba (1,5), u jodły, modrzewia, buka i wiązu zawierała się w przedziale od 2,0 do 2,2, u świerka i brzozy – wynosiła 2,6, u sosny, dębu, olszy i klonu – zawierała się w przedziale od 3,0 do 3,3, u lipy była najwyższa i wynosiła 3,4. Najsłabszą żywotnością (wartość wskaźnika od 3,0 do 4,0) charakteryzowały się: dąb – od pierwszego do piątego cyklu obserwacji, lipa – od pierwszego do trzeciego cyklu oraz w piątym cyklu, sosna – od drugiego do piątego cyklu, olsza – w pierwszym i drugim cyklu, klon – w pierwszym cyklu oraz brzoza – w czwartym cyklu.

Odnowienie naturalne w układzie krain przyrodniczo-leśnych

Ogółem w kraju oraz w krainach: Bałtyckiej i Śląskiej więcej gatunków w odnowieniu naturalnym występowało w drzewostanach świerkowymi niż w drzewostanach sosnowych (tab. 12.9).

Drzewostany sosnowe

W nalocie najwyższą średnią liczbę gatunków (5,8) w przeliczeniu na powierzchnię, występujących podczas co najmniej jednej z sześciu obserwacji zanotowano w Krainie Karpackiej, w cyklach było to od 0,4 do 4,4 gatunków. Niewiele mniejsze średnie (5,0 i 4,8) wyliczono dla krain: Mazursko-Podlaskiej i Śląskiej, w cyklach odpowiednio: od 1,6 do 3,3 oraz od 2,3 do 3,4 gatunków. Niską (4,3 i 4,2) i najniższą (3,5) średnią zanotowano w krainach: Małopolskiej, Mazowiecko-Podlaskiej i Wielkopolsko-Pomorskiej, w cyklach odpowiednio: od 2,4 do 3,5, od 1,6 do 3,8 oraz od 1,6 do 2,3 gatunków (tab. 11.9).

W młodszym podroście ogółem najwięcej gatunków (4,2) zanotowano również w Krainie Karpackiej (w cyklach od 0,8 do 3,0 gatunków). Niska (3,4 i 3,2) i najniższa (2,4) średnia została wyliczona dla krain: Bałtyckiej, Mazowiecko-Podlaskiej i Wielkopolsko-Pomorskiej. Średnie liczby gatunków dla poszczególnych cykli obserwacyjnych zawierały się w przedziałach, odpowiednio: od 1,6 do 2,1, od 1,0 do 2,1 oraz od 0,8 do 1,5.

W starszym podroście ogółem najwięcej gatunków (4,0) zanotowano w Krainie Mazursko-Podlaskiej, niewiele mniej (3,4) w Krainie Karpackiej, natomiast najmniej (1,7) – w Krainie Wielkopolsko-Pomorskiej. Średnie liczby gatunków dla poszczególnych cykli obserwacyjnych zawierały się w przedziałach, odpowiednio: od 1,6 do 3,0, od 1,4 do 2,8 oraz od 0,6 do 1,3.

Podsumowując, w drzewostanach sosnowych najczęściej gatunków w odnowieniu naturalnym notowano w Krainie Karpackiej, niewiele mniej w krainach: Mazursko-Podlaskiej i Śląskiej, mało w krainach: Mazowiecko-Podlaskiej i Małopolskiej, a najmniej – w Krainie Wielkopolsko-Pomorskiej.

Drzewostany świerkowe

W nalocie najwyższą średnią liczbę gatunków (7,5) w przeliczeniu na powierzchnię, występujących podczas co najmniej jednej z sześciu obserwacji zanotowano w Krainie Śląskiej, w cyklach było to od 3,5 do 6,5 gatunków. Niewiele mniejsze średnie (6,1 i 6,0) wyliczono dla krain: Karpackiej i Bałtyckiej, w cyklach odpowiednio: od 3,4 do 4,2 oraz od 3,5 do 5,0 gatunków. Najniższą średnią (4,2) zanotowano w Krainie Sudeckiej, w cyklach było to od 2,0 do 3,5 gatunków (tab. 12.9).

W młodszym podroście ogółem najczęściej gatunków (6,5) zanotowano również w Krainie Śląskiej, w cyklach od 1,5 do 4,5 gatunków. Niewiele niższe średnie (5,7 i 5,5) wyliczono dla krain: Karpackiej i Bałtyckiej, w cyklach odpowiednio: od 1,3 do 5,1 oraz od 2,0 do 4,0 gatunków. Najniższą średnią (1,5) charakteryzowała się Kraina Sudecka, w cyklach było to od 0,5 do 1,0 gatunku.

W starszym podroście ogółem najczęściej gatunków (7,5) zanotowano w Krainie Śląskiej, nieco mniej (5,5) w Krainie Bałtyckiej, natomiast najmniej (1,0) – w Krainie Sudeckiej. Średnie liczby gatunków dla poszczególnych cykli obserwacyjnych zawierały się w przedziałach, odpowiednio: od 0,5 do 5,5, od 1,0 do 3,0 oraz od 0,0 do 0,7.

Podsumowując, w drzewostanach świerkowych najczęściej gatunków w odnowieniu naturalnym notowano w Krainie Śląskiej, niewiele mniej w krainach: Bałtyckiej i Karpackiej, a najmniej – w Krainie Sudeckiej.

Podsumowanie wyników

W kolejnych latach badań (1998/99, 2003, 2008, 2013, 2019, 2023) odnowienie naturalne w postaci **nalotu** notowano na 93% do 98% monitorowanych powierzchni, **młodszego podrostu** – na 67% do 86% powierzchni, **starszego podrostu** – na 53% do 77% powierzchni, a **podsadzeń** – na 5% do 20% powierzchni. Wraz z upływem czasu w kolejnych cyklach badań udział powierzchni z młodszym podrostem i starszym podrostem wzrastał, udział powierzchni z podsadzeniami malał, natomiast udział powierzchni z nalotem ulegał niewielkim zmianom.

Łącznie podczas sześciu cykli obserwacji **młodsze podrostu** nie stwierdzono na 9 powierzchniach, **starsze podrostu** – na 26 powierzchniach, a **podsadzeń** – na 96. Nie było powierzchni, na której **nalot** nie wystąpiłby w żadnym cyklu.

W 2023 r. ogółem na monitorowanych powierzchniach w odnowieniu naturalnym zanotowano 14 grup gatunków drzewiastych, były to: sosna, świerk, jodła, dąb, buk, brzoza, klon, grab, lipa, jesion, wiąz, olsza, osika i modrzew. W nalocie nie stwierdzono olszy, która pojawiała się na pojedynczych powierzchniach we wcześniejszych cyklach badań.

Nalot dębu wystąpił na największej liczbie powierzchni (113). Często były obecne: sosna i brzoza (60 pow.), świerk, buk i klon (od 36 do 53 pow.). Średni wiek nalotu zawierał się w przedziale od 2,5 lat dla sosny do 4,0 lat dla świerka. Średnia wartość wskaźnika żywotności wahała się od 1,7 dla sosny (najwyższa żywotność) do 2,3 dla osiki (najniższa żywotność).

W warstwie młodsze podrostu dąb również występował najczęściej (na 77 pow.), często rejestrowane były: brzoza, buk, grab i świerk (od 32 do 46 pow.). Najwyższą średnią liczebnością w przeliczeniu na powierzchnię (42 sztuki) charakteryzował się buk, wysoką – świerk (38 sztuk) i klon (20 sztuk). Najniższy średni wliczono dla olszy (5 lat), najstarszy był świerk (8,6 lat). Średnia wartość wskaźnika żywotności wahała się od 1,8 u modrzewia do 2,6 u dębu i lipy.

W warstwie starsze podrostu dąb również był notowany na największej liczbie powierzchni (48), często występowały: świerk, buk, brzoza i klon (od 22 do 41 pow.). Najwyższą średnią liczebnością w przeliczeniu na powierzchnię (22 sztuki) charakteryzowały się jesion i grab, wysoką – świerk, jodła, buk (od 19 do 20 szt.) i klon (13 szt.). Najniższym średnim wiekiem charakteryzował się starszy podrost osiki (8,3 lat), najwyższym – starszy podrost świerka i sosny (17 lat). Średnia wartość wskaźnika żywotności wahała się od 1,0 u olszy do 2,4 u dębu.

W podsadzeniach na kilku powierzchniach wystąpiło jedynie pięć grup gatunków, były to: świerk, dąb, jodła, buk i grab. Najniższym średnim wiekiem (6,3 lat) charakteryzowały się podsadzenia buka, najwyższym – podsadzenia świerka (20,1 lat). Średnia wartość wskaźnika żywotności wahała się od 1,0 u graba do 2,2 – u dębu.

W każdej z warstw odnowienia naturalnego: w nalocie, młodszym i starszym podroście w drzewostanach świerkowych i dębowych gatunków było więcej niż w drzewostanach sosnowych i bukowych. Podobnie na siedliskach lasowych gatunków było więcej niż na siedliskach borowych.

W krainach: Bałtyckiej i Śląskiej, podobnie jak ogółem w kraju, więcej grup gatunków w odnowieniu naturalnym występowało w drzewostanach świerkowych niż w drzewostanach sosnowych. W drzewostanach świerkowych najczęściej gatunków w odnowieniu naturalnym notowano w Krainie Śląskiej, niewiele mniej w krainach: Bałtyckiej i Karpackiej, a najmniej – w Krainie Sudeckiej. W drzewostanach sosnowych najczęściej grup gatunków w odnowieniu naturalnym notowano w Krainie Karpackiej, niewiele mniej w krainach: Mazursko-Podlaskiej i Śląskiej, mało w krainach: Mazowiecko-Podlaskiej i Małopolskiej, a najmniej – w Krainie Wielkopolsko-Pomorskiej.

Tabela 11.1. Gatunek panujący drzewostanu, typ siedliskowy lasu oraz lokalizacja SPO II rzędu

Gatunek panujący drzewostanu	Nr SPO II rzędu	Nr WISL	Charakter powierzchni	Typ siedliskowy lasu	Kraina przyrodniczo-leśna	RDLP
Sosna	101	136/10	czynna	BMśw	Bałtycka	Szczecin
Sosna	102	1/15	czynna	BMśw	Bałtycka	Gdańsk
Sosna	103	11/10	czynna	BMśw	Bałtycka	Szczecin
Sosna	104	35/10	czynna	BMśw/LMśw	Bałtycka	Szczecin
Sosna	105	82/10	czynna	BMśw	Bałtycka	Szczecin
Sosna	106	87/10	czynna	BMśw	Bałtycka	Szczecin
Sosna	109	35/8	czynna	Bśw	Bałtycka	Piła
Sosna	112	121/11	czynna	Bśw	Bałtycka	Szczecinek
Sosna	113	56/11	czynna	Bśw	Bałtycka	Szczecinek
Sosna	114	64/11	czynna	Bśw	Bałtycka	Szczecinek
Sosna	117	62/15	czynna	Lśw	Bałtycka	Gdańsk
Sosna	118	63/15	czynna	Lśw	Bałtycka	Gdańsk
Sosna	119	94/7	czynna	BMśw	Bałtycka	Olsztyn
Sosna	120	95/7	czynna	Bśw	Bałtycka	Olsztyn
Sosna	122	7/15	czynna	LMśw	Bałtycka	Gdańsk
Sosna	123	34/12	czynna	BMśw	Bałtycka	Toruń
Sosna	204	123/1	czynna	BMśw	Mazursko-Podlaska	Białystok
Sosna	205	76/7	czynna	Bśw/BMśw	Mazursko-Podlaska	Olsztyn
Sosna	206	83/7	czynna	BMśw	Mazursko Podlaska	Olsztyn
Sosna	207	42/1	czynna	BMśw/LMśw	Mazursko- Podlaska	Białystok
Sosna	208	80/1	czynna	Bśw	Mazursko- Podlaska	Białystok
Sosna	210	26/1	czynna	Bśw	Mazursko- Podlaska	Białystok
Sosna	211	101/1	czynna	BMśw	Mazursko- Podlaska	Białystok
Sosna	212	7/1	czynna	BMśw	Mazursko- Podlaska	Białystok
Sosna	213	13/1	czynna	BMśw	Mazursko- Podlaska	Białystok
Sosna	214	59/1	czynna	Bśw	Mazowiecko- Podlaska	Białystok
Sosna	215	122/1	czynna	LMśw	Mazursko- Podlaska	Białystok
Sosna	302	11/12	czynna	Bs/Bśw	Wielkopolsko-Pomorska	Toruń
Sosna	303	10/15	czynna	BMśw/Bśw	Wielkopolsko-Pomorska	Gdańsk
Sosna	304	10/11	czynna	Bśw/BMśw	Wielkopolsko-Pomorska	Szczecinek
Sosna	305	70/8	czynna	BMśw	Wielkopolsko-Pomorska	Piła
Sosna	306	118/11	czynna	Bśw	Wielkopolsko-Pomorska	Szczecinek
Sosna	307	5/12	czynna	LMśw	Wielkopolsko-Pomorska	Toruń
Sosna	309	57/12	czynna	BMśw/LMśw	Wielkopolsko-Pomorska	Toruń
Sosna	310	113/10	czynna	Bśw	Wielkopolsko-Pomorska	Szczecin
Sosna	311	116/10	czynna	BMśw	Wielkopolsko-Pomorska	Szczecin
Sosna	312	60/8	czynna	Bśw	Wielkopolsko-Pomorska	Piła
Sosna	313	59/12	czynna	Bśw	Wielkopolsko-Pomorska	Toruń
Sosna	314	78/12	czynna	Bśw/BMśw	Wielkopolsko-Pomorska	Toruń
Sosna	315	30/14	czynna	Bśw	Wielkopolsko-Pomorska	Zielona G.
Sosna	316	129/10	czynna	Bśw/BMśw	Wielkopolsko-Pomorska	Szczecin
Sosna	318	22/9	czynna	Bśw	Wielkopolsko-Pomorska	Poznań
Sosna	319	28/9	oczekująca od 2018	LMśw	Wielkopolsko-Pomorska	Poznań
Sosna	320	30/9	czynna	BMśw	Wielkopolsko-Pomorska	Poznań
Sosna	321	9/9	oczekująca od 2018	BMśw	Wielkopolsko-Pomorska	Poznań
Sosna	323	59/9	czynna	BMśw/Bśw	Wielkopolsko-Pomorska	Poznań
Sosna	324	70/9	czynna	Bśw	Wielkopolsko-Pomorska	Poznań
Sosna	325	60/9	czynna	Bśw	Wielkopolsko-Pomorska	Poznań
Sosna	401	30/7	czynna	Bśw	Wielkopolsko-Pomorska	Olsztyn
Sosna	402	24/17	czynna	Bśw	Mazowiecko-Podlaska	Warszawa
Sosna	403	13/6	czynna	LMśw	Mazowiecko-Podlaska	Łódź
Sosna	405	1/17	czynna	BMśw	Mazowiecko-Podlaska	Warszawa
Sosna	406	6/17	czynna	Bśw	Mazowiecko-Podlaska	Warszawa

Gatunek panujący drzewostanu	Nr SPO II rzędu	Nr WISL	Charakter powierzchni	Typ siedliskowy lasu	Kraina przyrodniczo-leśna	RDLP
Sosna	407	58/1	czynna	Bśw	Mazowiecko-Podlaska	Białystok
Sosna	410	114/7	czynna	Bśw	Mazowiecko-Podlaska	Olsztyn
Sosna	411	124/1	czynna	BMśw/LMśw	Mazowiecko-Podlaska	Białystok
Sosna	413	30/5	czynna	LMśw	Mazowiecko-Podlaska	Lublin
Sosna	415	10/5	czynna	BMśw	Mazowiecko-Podlaska	Lublin
Sosna	416	17/5	czynna	LMśw	Mazowiecko-Podlaska	Lublin
Sosna	417	24/5	czynna	Lśw	Mazowiecko-Podlaska	Lublin
Sosna	418	40/5	czynna	Lśw	Mazowiecko-Podlaska	Lublin
Sosna	501	31/13	czynna	Bśw	Śląska	Wrocław
Sosna	502	54/13	czynna	Bśw/BMśw	Śląska	Wrocław
Sosna	504	66/13	czynna	BMśw	Śląska	Wrocław
Sosna	505	69/2	czynna	LMśw	Śląska	Katowice
Sosna	508	122/2	oczekująca od 2019	BMśw	Śląska	Katowice
Sosna	509	102/2	czynna	BMśw	Śląska	Katowice
Sosna	512	96/2	czynna	BMśw	Śląska	Katowice
Sosna	513	116/2	czynna	Bśw/BMśw	Śląska	Katowice
Sosna	514	31/2	czynna	BMw	Śląska	Katowice
Sosna	516	127/2	czynna	BMśw	Śląska	Katowice
Sosna	601	7/6	czynna	Bśw	Małopolska	Łódź
Sosna	603	2/16	czynna	Bśw	Małopolska	Radom
Sosna	604	40/16	czynna	BMśw	Małopolska	Radom
Sosna	605	30/16	czynna	Bśw	Małopolska	Radom
Sosna	606	6/16	czynna	BMśw	Małopolska	Radom
Sosna	607	55/16	czynna	LMśw	Małopolska	Radom
Sosna	608	36/5	czynna	Lśw	Małopolska	Lublin
Sosna	609	39/5	czynna	BMśw	Małopolska	Lublin
Sosna	610	42/5	czynna	LMśw	Małopolska	Lublin
Sosna	611	44/5	czynna	Lwyżów/LMwyżów	Małopolska	Lublin
Sosna	613	85/2	czynna	Bśw/BMśw	Małopolska	Katowice
Sosna	614	95/2	czynna	Bśw	Małopolska	Katowice
Sosna	615	12/2	czynna	Bśw	Małopolska	Katowice
Sosna	616	33/2	czynna	Bśw/BMśw	Małopolska	Katowice
Sosna	617	28/2	czynna	Bśw	Małopolska	Katowice
Sosna	618	58/2	czynna	Bśw	Małopolska	Katowice
Sosna	619	12/16	czynna	BMw	Małopolska	Radom
Sosna	621	67/16	czynna	BMśw/LMśw	Małopolska	Radom
Sosna	622	84/5	czynna	Bw/BMw	Małopolska	Lublin
Sosna	623	49/5	czynna	Bśw/BMśw	Małopolska	Lublin
Sosna	624	80/5	czynna	Bśw	Małopolska	Lublin
Sosna	625	4/3	czynna	LMśw/BMw	Małopolska	Kraków
Sosna	626	5/3	czynna	BMw/LMw	Małopolska	Kraków
Sosna	627	8/4	czynna	Bśw	Małopolska	Krosno
Sosna	802	105/4	czynna	LGśw	Karpacka	Krosno
Sosna	805	110/4	czynna	LGśw/Lwyżów	Karpacka	Krosno
Sosna	817	119/4	czynna	LGśw	Karpacka	Krosno
Sosna	818	122/4	czynna	LGśw	Karpacka	Krosno
Sosna	819	39/3	czynna	BMGśw	Karpacka	Kraków
Świerk	110	19/10	czynna	Lśw	Bałtycka	Szczecin
Świerk	111	61/15	oczekująca od 2015	LMśw	Bałtycka	Gdańsk
Świerk	202	103/1	czynna	Lśw	Mazursko-Podlaska	Białystok
Świerk	203	105/1	czynna	Lśw	Mazursko-Podlaska	Białystok
Świerk	506	3/13	oczekująca od 2018	Lwyżów	Śląska	Wrocław
Świerk	507	128/2	oczekująca od 2014	LMśw/Lśw	Śląska	Katowice
Świerk	701	85/13	czynna	BMGśw	Sudecka	Wrocław
Świerk	702	86/13	czynna	LMGśw/BMGśw	Sudecka	Wrocław

Gatunek panujący drzewostanu	Nr SPO II rzędu	Nr WISL	Charakter powierzchni	Typ siedliskowy lasu	Kraina przyrodniczo-leśna	RDLP
Świerk	705	1/13	czynna	LMGśw	Sudecka	Wrocław
Świerk	706	4/13	czynna	BMGśw/LMGśw	Sudecka	Wrocław
Świerk	707	7/13	czynna	LMGśw	Sudecka	Wrocław
Świerk	708	11/13	czynna	LMGśw	Sudecka	Wrocław
Świerk	801	2/2	oczekująca od 2008	LMGśw	Karpacka	Katowice
Świerk	806	124/4	czynna	LGśw	Karpacka	Krosno
Świerk	807	130/4	oczekująca od 2015	LGśw	Karpacka	Krosno
Świerk	809	48/2	oczekująca od 2009	LMGśw	Karpacka	Katowice
Świerk	810	51/2	oczekująca od 2008	LMGśw	Karpacka	Katowice
Świerk	811	53/2	oczekująca od 2016	LMGśw	Karpacka	Katowice
Świerk	813	38/3	oczekująca od 2015	LMGśw	Karpacka	Kraków
Świerk/Jodła (od 2009 r.)	814	37/3	oczekująca od 2008	LGśw/LMGśw	Karpacka	Kraków
Świerk	815	33/3	czynna	LGśw	Karpacka	Kraków
Świerk	816	40/3	czynna	LGśw	Karpacka	Kraków
Buk	107	138/10	czynna	LMśw/Lśw	Bałtycka	Szczecin
Buk	116	71/15	czynna	Lśw	Bałtycka	Gdańsk
Buk	121	4/7	czynna	Lśw	Bałtycka	Olsztyn
Buk	301	27/11	czynna	Lśw	Wielkopolsko-Pomorska	Szczecinek
Buk	510	104/2	czynna	LMśw	Śląska	Katowice
Buk	515	114/2	czynna	LMśw	Śląska	Katowice
Buk	612	91/5	czynna	Lśw/Lwyżśw	Małopolska	Lublin
Buk	704	132/13	czynna	LMGśw/LGśw	Sudecka	Wrocław
Buk	804	108/4	czynna	LGśw/Lwyżśw	Karpacka	Krosno
Buk	808	146/4	czynna	LGśw/Lwyżśw	Karpacka	Krosno
Buk	812	15/3	czynna	LGśw	Karpacka	Kraków
Dąb	108	74/10	czynna	LMśw	Bałtycka	Szczecin
Dąb	115	70/15	czynna	LMśw	Bałtycka	Gdańsk
Dąb	201	133/7	czynna	LMśw	Mazursko-Podlaska	Olsztyn
Dąb	209	151/1	czynna	Lśw/LMśw	Mazursko-Podlaska	Białystok
Dąb	317	92/14	czynna	Lł	Wielkopolsko-Pomorska	Zielona G.
Dąb	322	44/9	czynna	Lśw	Wielkopolsko-Pomorska	Poznań
Dąb	326	53/6	czynna	LMśw	Mazowiecko-Podlaska	Łódź
Dąb	412	1/5	czynna	Lśw	Mazowiecko-Podlaska	Lublin
Dąb	414	8/5	oczekująca od 2015	LMśw/Lśw	Mazowiecko-Podlaska	Lublin
Dąb	503	100/13	czynna	BMśw	Śląska	Wrocław
Dąb	511	129/2	czynna	LMśw	Śląska	Katowice
Dąb	602	52/6	czynna	LMśw	Małopolska	Łódź
Dąb	620	53/3	czynna	LGśw/Lwyżśw	Małopolska	Kraków
Dąb	703	41/13	czynna	Lwyżśw/Bmwyżśw	Sudecka	Wrocław
Dąb	803	145/4	czynna	LGśw/Lwyżśw	Karpacka	Krosno

Tab. 11.2. Liczba gatunków w trzech kategoriach odnowienia naturalnego oraz w podsadzeniach w sześciu cyklach pomiarowych (1998-1999, 2003, 2008, 2013, 2019 i 2023) - na SPO II rzędu

Gatunek panujący drzewostanu	Nr SPO II rzędu	Nr WISL	Ocena I (1998-99)					Ocena II (2003)					Ocena III (2008)					Ocena IV (2013)					Ocena V (2019)					Ocena VI (2023)					Łącznie I - VI				
			nalot	mł. podrost	st. podrost	podsadzenia	razem	nalot	mł. podrost	st. podrost	podsadzenia	razem	nalot	mł. podrost	st. podrost	podsadzenia	razem	nalot	mł. podrost	st. podrost	podsadzenia	razem	nalot	mł. podrost	st. podrost	podsadzenia	razem	nalot	mł. podrost	st. podrost	podsadzenia	razem					
Sosna	101	136/10	5	1	1	0	6	5	0	1	0	5	4	1	1	0	4	5	2	1	0	5	6	3	1	0	6	3	2	1	0	3	8	3	1	0	8
Sosna	102	1/15	3	2	2	0	5	4	1	1	0	4	0	2	1	0	2	2	0	2	0	4	3	2	2	0	4	3	2	1	0	3	5	3	3	0	5
Sosna	103	11/10	3	1	1	0	5	3	0	1	0	4	2	2	2	0	4	3	1	2	0	4	3	0	1	0	4	2	0	1	0	3	5	2	3	0	5
Sosna	104	35/10	3	3	3	0	4	3	3	3	0	3	2	3	3	0	5	1	3	3	0	4	2	3	4	0	4	3	1	3	0	4	5	5	5	0	5
Sosna	105	82/10	4	4	2	0	5	1	4	3	0	5	2	3	4	0	4	4	3	3	0	4	4	2	2	0	4	2	3	2	0	3	4	5	4	0	5
Sosna	106	87/10	3	2	1	0	3	1	2	1	0	2	1	1	0	0	1	2	1	1	0	2	3	2	1	0	3	2	2	1	0	2	3	2	2	0	3
Sosna	109	35/8	1	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	3	0	0	0	3	1	0	0	0	1	2	0	0	0	2	3	0	0	3	
Sosna	112	121/11	2	0	0	0	2	2	0	0	0	2	1	0	0	0	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0	1	2	0	0	0	2	2	0	0	2	
Sosna	113	56/11	2	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	2	1	0	0	3	1	0	0	0	1	3	1	0	4	
Sosna	114	64/11	2	0	0	0	2	2	0	0	0	2	1	0	0	0	1	2	0	0	0	2	2	2	0	0	3	2	3	0	0	3	3	3	0	3	
Sosna	117	62/15	1	2	2	0	3	1	3	3	0	3	1	2	3	0	3	1	3	3	0	3	4	4	5	0	5	5	5	2	0	6	6	5	5	0	6
Sosna	118	63/15	2	3	2	0	3	2	3	2	0	3	2	2	3	0	3	2	1	3	0	3	4	3	3	0	5	2	2	2	0	2	4	4	3	0	6
Sosna	119	94/7	4	3	5	3	6	4	4	5	4	5	4	5	6	2	6	4	5	5	0	5	3	4	5	0	5	1	3	6	0	6	6	6	6	4	7
Sosna	120	95/7	3	0	1	1	3	4	3	1	0	4	2	4	2	0	4	2	2	2	0	3	3	3	2	0	3	1	2	3	0	4	4	4	3	1	4
Sosna	122	7/15	6	3	2	0	6	5	4	3	0	6	5	5	5	0	7	5	4	6	0	6	5	4	5	0	6	5	5	5	0	7	8	6	6	0	8
Sosna	123	34/12	1	4	3	0	5	2	3	3	0	6	3	3	4	0	6	1	0	3	0	4	2	1	3	0	5	1	1	3	0	4	4	5	4	0	6
Sosna	204	123/1	2	1	3	2	3	3	4	5	0	5	3	3	3	0	4	4	2	3	0	5	3	2	3	0	4	4	3	2	0	4	5	4	5	2	6
Sosna	205	76/7	2	0	0	3	4	4	4	3	3	5	4	3	3	4	5	3	2	4	1	4	3	4	4	0	4	3	3	3	0	4	5	5	4	4	5
Sosna	206	83/7	2	0	0	3	4	2	3	2	3	5	4	4	2	1	6	5	3	1	0	5	4	2	1	0	4	3	2	1	0	3	6	4	2	3	7
Sosna	207	42/1	0	0	1	0	1	1	2	1	0	2	2	0	1	0	2	1	0	1	0	2	3	0	1	0	4	4	2	1	0	4	5	3	1	0	5
Sosna	208	80/1	2	1	1	0	2	4	2	2	0	4	4	2	2	0	4	3	1	2	0	4	3	2	1	0	4	2	0	2	0	3	4	3	3	0	4
Sosna	210	26/1	0	0	0	0	0	1	2	2	0	2	1	1	1	0	1	1	2	1	0	2	1	1	1	0	1	3	1	1	0	3	3	2	2	0	3
Sosna	211	101/1	2	2	3	0	4	3	3	4	0	5	3	2	4	0	4	2	2	3	0	3	3	2	4	0	5	3	2	3	0	4	4	3	5	0	6
Sosna	212	7/1	1	1	2	0	2	2	1	2	0	3	2	1	1	0	3	1	1	1	0	2	1	0	1	0	2	2	0	0	0	2	4	1	3	0	6
Sosna	213	13/1	2	1	3	1	4	2	5	5	0	6	5	6	6	0	6	7	4	4	0	7	6	4	4	0	6	5	4	2	2	5	7	6	6	2	7
Sosna	214	59/1	1	1	0	1	2	2	1	1	0	2	3	1	2	0	3	5	3	3	0	5	4	2	2	0	4	5	2	1	0	5	6	3	3	1	6
Sosna	215	122/1	3	3	3	0	3	3	5	4	0	5	3	3	5	0	5	3	4	7	0	7	3	3	3	0	4	4	3	5	0	6	7	7	9	0	10
Sosna	302	11/12	2	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	2	0	0	0	2	2	0	0	0	2	2	0	0	2	
Sosna	303	10/15	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1
Sosna	304	10/11	3	3	5	0	5	3	2	4	0	4	1	3	4	0	4	1	3	5	0	5	1	2	4	0	4	1	1	4	0	4	4	4	5	0	5
Sosna	305	70/8	3	3	1	0	4	2	3	1	0	3	1	2	2	0	3	2	2	2	0	3	2	1	1	1	3	2	2	1	0	2	3	3	3	1	4
Sosna	306	118/11	2	1	0	0	3	2	0	0	0	2	1	2	0	0	2	2	1	0	0	2	2	1	1	0	2	0	2	0	0	2	3	2	1	0	3
Sosna	307	5/12	2	5	2	0	5	2	2	2	0	2	1	1	2	0	2	1	1	2	0	2	1	1	2	0	2	1	1	2	0	2	3	5	2	0	5
Sosna	309	57/12	2	4	4	0	5	3	1	2	0	4	0	0	3	0	3	1	1	1	0	2	3	1	2	0	4	3	3	2	0	4	6	5	4	0	6

Gatunek panujący drzewostanu	Nr SPO II rzędu	Nr WISL	Ocena I (1998-99)					Ocena II (2003)					Ocena III (2008)					Ocena IV (2013)					Ocena V (2019)					Ocena VI (2023)					Łącznie I - VI				
			nalot	mł. podrost	st. podrost	posadzenia	razem	nalot	mł. podrost	st. podrost	posadzenia	razem	nalot	mł. podrost	st. podrost	posadzenia	razem	nalot	mł. podrost	st. podrost	posadzenia	razem	nalot	mł. podrost	st. podrost	posadzenia	razem	nalot	mł. podrost	st. podrost	posadzenia	razem					
Sosna	310	113/10	1	0	0	0	1	2	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0	2	3	0	0	0	0	3	3	0	0	0	2	3	1	0	0	3		
Sosna	311	116/10	3	0	0	0	3	2	1	0	0	0	2	1	2	0	0	0	3	3	2	1	0	3	1	0	0	0	1	3	2	1	0	3			
Sosna	312	60/8	2	0	0	0	2	2	0	0	0	2	2	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	2	0	0	0	2	3	0	0	0	3			
Sosna	313	59/12	2	0	0	0	2	2	0	0	0	2	0	2	0	0	0	2	2	1	0	0	3	3	0	0	0	2	2	0	0	0	4				
Sosna	314	78/12	3	2	2	0	3	1	2	2	0	2	1	2	2	0	2	2	2	1	2	0	3	2	1	2	0	2	3	2	2	0	3				
Sosna	315	30/14	3	0	0	0	3	2	0	0	0	2	2	0	0	0	2	2	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	3	0	0	0	3				
Sosna	316	129/10	3	0	0	2	4	3	1	0	2	4	3	2	0	0	3	4	2	0	0	4	3	2	0	0	4	4	1	0	0	5	5	2	0	3	5
Sosna	318	22/9	4	0	0	1	4	3	2	0	0	4	3	2	0	0	4	3	0	0	0	3	4	1	0	0	4	4	4	0	0	5	5	4	0	1	5
Sosna	319	28/9	0	3	4	0	4	2	1	2	0	3	2	1	2	0	3	1	0	1	0	2	4	0	0	0	4	0	0	0	0	0	5	3	4	0	5
Sosna	320	30/9	3	2	2	1	4	3	2	3	1	4	2	2	3	1	4	2	2	3	1	4	2	1	2	0	3	3	1	1	0	4	4	2	3	1	4
Sosna	321	9/9	2	3	4	0	4	2	2	3	0	3	1	2	3	0	3	3	2	3	0	3	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	3	3	4	0	4
Sosna	323	59/9	4	1	1	1	4	3	3	2	1	4	3	3	3	0	5	3	1	2	0	4	3	0	2	0	4	3	2	0	0	3	4	3	4	1	5
Sosna	324	70/9	2	3	3	1	4	4	4	2	1	4	4	2	2	1	4	3	2	2	1	3	3	2	2	1	3	2	3	2	0	3	4	4	3	1	4
Sosna	325	60/9	3	1	0	1	3	3	2	0	0	3	3	1	0	0	3	3	0	0	0	3	1	0	0	0	1	2	1	0	0	2	3	2	0	1	3
Sosna	401	30/7	1	0	0	0	1	3	1	1	0	3	3	0	1	0	3	2	1	2	0	2	3	2	2	0	3	2	2	1	0	2	4	2	2	0	4
Sosna	402	24/17	2	1	2	0	3	0	2	0	1	2	3	2	4	2	4	1	2	2	1	3	3	4	2	0	4	3	4	2	0	5	4	4	4	2	5
Sosna	403	13/6	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	3	0	3	0	1	0	0	1	4	4	1	0	4	6	6	2	0	6	6	6	5	0	7
Sosna	405	1/17	2	1	1	1	2	2	1	1	1	2	2	1	2	1	2	2	1	1	1	2	3	1	1	0	3	3	1	1	0	3	3	1	2	1	3
Sosna	406	6/17	3	0	0	1	3	2	0	0	0	2	2	0	0	0	2	2	0	0	0	2	3	0	0	0	3	3	0	0	0	3	3	0	0	1	3
Sosna	407	58/1	1	0	0	0	1	0	0	0	1	1	2	0	0	1	3	1	1	0	0	2	5	3	0	0	5	5	3	0	0	5	5	3	0	1	5
Sosna	410	114/7	2	1	0	1	2	3	3	2	0	3	3	3	3	0	3	2	2	1	0	3	2	1	1	0	3	3	1	1	0	3	3	3	3	1	3
Sosna	411	124/1	1	1	1	1	1	3	2	3	1	5	3	4	3	0	5	1	3	3	0	5	2	2	4	0	4	2	2	3	0	3	4	4	6	2	7
Sosna	413	30/5	1	0	1	0	1	3	1	1	0	3	2	1	1	0	2	2	1	1	0	2	2	2	1	0	2	2	1	1	0	2	3	2	2	0	3
Sosna	415	10/5	4	3	2	0	4	4	5	2	0	5	2	4	2	0	4	3	3	2	0	4	3	1	3	0	4	4	1	2	0	4	4	5	3	0	5
Sosna	416	17/5	2	2	1	0	2	2	3	2	0	3	1	4	3	0	4	1	2	3	0	3	2	1	2	0	2	3	1	2	0	3	4	4	3	0	5
Sosna	417	24/5	1	2	2	0	2	1	1	2	0	2	0	0	1	0	1	2	0	1	0	2	4	2	1	0	4	5	3	3	0	5	5	4	5	0	5
Sosna	418	40/5	1	0	1	0	1	3	1	3	0	4	3	1	2	0	3	2	1	1	0	2	2	2	0	0	3	5	2	0	0	6	5	3	3	0	6
Sosna	501	31/13	3	1	0	1	3	2	2	0	2	3	3	1	0	0	3	3	1	0	0	3	3	2	0	0	3	2	2	0	0	3	3	2	0	2	3
Sosna	502	54/13	3	2	2	0	3	2	3	2	0	3	3	2	2	0	3	3	2	2	0	3	2	3	2	0	3	3	3	2	0	3	3	3	2	0	3
Sosna	504	66/13	5	2	1	0	6	5	1	2	0	5	4	1	2	0	4	2	1	0	0	2	3	1	0	0	3	3	2	1	0	4	6	3	3	0	6
Sosna	505	69/2	4	3	4	0	6	3	2	4	0	5	5	2	3	0	6	4	4	3	1	4	3	3	2	0	4	4	4	3	0	5	7	5	4	1	8
Sosna	508	122/2	1	1	3	0	3	2	1	3	0	3	3	1	2	1	4	3	3	2	0	3	3	3	2	0	4	4	3	0	0	4	4	4	4	1	5
Sosna	509	102/2	5	1	0	0	5	5	1	1	0	5	3	2	1	0	4	3	3	2	0	4	1	2	1	0	3	0	3	2	0	4	5	4	3	0	5
Sosna	512	96/2	3	3	2	0	4	2	2	2	0	4	3	3	3	0	4	3	3	2	0	4	1	2	3	0	3	4	4	1	0	5	5	5	4	0	6
Sosna	513	116/2	2	0	0	0	2	3	0	0	0	3	3	2	1	0	4	2	3	2	0	3	3	2	4	0	4	1	4	4	0	4	3	4	4	0	4
Sosna	514	31/2	3	2	2	1	5	2	2	2	1	4	2	4	2	1	4	4	2	3	0	5	4	3	2	0	5	3	3	2	0	4	5	5	3	1	6
Sosna	516	127/2	5	3	4	0	6	3	1	2	3	4	4	3	2	1	4	5	2	2	1	6	0	0	1	1	1	4	1	1	0	4	7	3	4	3	7

Gatunek panujący drzewostanu	Nr SPO II rzędu	Nr WISL	Ocena I (1998-99)					Ocena II (2003)					Ocena III (2008)					Ocena IV (2013)					Ocena V (2019)					Ocena VI (2023)					Łącznie I - VI					
			nalot	mł. podrost	st. podrost	posadzenia	razem	nalot	mł. podrost	st. podrost	posadzenia	razem	nalot	mł. podrost	st. podrost	posadzenia	razem	nalot	mł. podrost	st. podrost	posadzenia	razem	nalot	mł. podrost	st. podrost	posadzenia	razem	nalot	mł. podrost	st. podrost	posadzenia	razem						
Sosna	601	7/6	3	1	0	1	3	2	0	0	1	2	2	1	0	1	2	3	1	0	1	3	3	3	1	0	3	4	2	1	0	4	4	3	1	1	4	
Sosna	603	2/16	3	0	0	2	3	3	0	0	1	3	3	1	0	0	3	2	1	0	0	3	2	1	0	0	3	3	1	0	0	3	3	1	0	2	3	
Sosna	604	40/16	2	1	0	1	2	3	2	1	1	3	2	3	1	2	3	2	3	1	1	3	2	3	1	1	3	2	3	1	0	3	3	3	1	2	3	
Sosna	605	30/16	4	1	1	0	4	5	2	2	0	5	2	3	1	0	4	2	2	2	0	4	2	2	1	0	3	2	2	1	0	3	5	4	3	0	5	
Sosna	606	6/16	4	2	0	2	4	4	3	0	2	4	4	4	0	3	4	4	3	1	3	4	3	3	1	2	4	3	4	2	0	4	4	4	3	3	4	
Sosna	607	55/16	3	1	3	0	3	3	3	5	0	5	3	2	3	0	5	3	3	3	0	4	3	3	2	0	3	4	4	3	0	4	4	5	5	0	5	
Sosna	608	36/5	2	1	1	0	3	0	0	2	0	2	0	0	2	0	2	0	0	1	0	1	2	3	1	0	3	3	2	2	0	3	3	3	2	0	4	
Sosna	609	39/5	2	1	1	1	2	2	2	0	1	2	2	2	0	2	2	2	2	1	1	2	3	2	1	1	3	3	3	1	0	3	3	3	1	2	3	
Sosna	610	42/5	4	3	0	0	4	3	3	3	0	5	1	4	3	0	5	1	2	3	0	3	2	2	1	0	3	7	5	3	0	7	7	6	4	0	7	
Sosna	611	44/5	4	3	3	1	5	4	3	3	1	5	4	7	5	1	8	3	5	3	0	5	6	6	6	0	7	7	5	7	0	9	8	7	7	1	10	
Sosna	613	85/2	3	2	3	0	4	1	1	2	0	2	1	1	2	1	2	2	1	2	0	2	0	0	1	0	1	2	1	1	0	2	3	2	3	1	4	
Sosna	614	95/2	2	2	1	0	3	3	2	1	0	4	3	2	1	0	4	3	1	2	0	3	4	2	2	0	4	3	2	2	0	3	4	2	2	0	4	
Sosna	615	12/2	3	2	0	0	4	5	3	1	0	6	5	5	1	0	6	5	5	3	0	5	4	4	4	0	5	4	5	4	0	5	7	7	5	0	8	
Sosna	616	33/2	2	4	1	0	4	3	4	1	0	5	3	2	2	0	4	3	2	1	0	3	5	3	2	0	5	3	5	3	0	5	5	6	4	0	6	
Sosna	617	28/2	4	1	1	0	4	2	2	0	0	3	3	2	0	0	4	3	1	0	0	3	4	0	1	0	4	4	2	0	0	4	5	4	2	0	5	
Sosna	618	58/2	2	0	0	0	2	2	0	0	0	2	2	0	0	0	2	2	0	0	0	2	3	0	0	0	3	3	1	0	0	3	3	1	0	0	3	
Sosna	619	12/16	2	2	2	0	3	2	2	3	0	4	0	3	3	0	3	3	3	3	0	4	4	3	2	0	4	3	2	0	0	3	4	4	3	0	4	
Sosna	621	67/16	2	3	3	0	3	1	2	3	0	3	1	2	3	0	3	1	1	2	0	2	3	1	2	0	4	2	2	2	0	2	3	3	4	0	4	
Sosna	622	84/5	3	0	0	0	3	3	2	0	0	3	3	2	0	0	3	2	2	1	0	3	5	3	3	0	5	2	2	1	0	3	5	3	3	0	5	
Sosna	623	49/5	2	0	0	2	3	3	1	0	2	5	3	4	0	2	5	2	4	0	2	5	3	3	0	3	5	3	2	2	1	5	4	4	2	3	5	
Sosna	624	80/5	3	0	0	0	3	3	0	0	0	3	4	1	0	0	4	4	3	0	0	4	4	1	0	0	4	6	1	0	0	6	6	3	0	0	6	
Sosna	625	4/3	2	2	2	0	3	3	2	1	0	3	3	2	2	0	3	3	2	1	0	3	3	2	1	0	3	3	3	2	0	3	3	3	2	0	3	
Sosna	626	5/3	2	3	2	0	3	2	1	1	0	2	1	1	1	0	1	2	1	1	0	2	1	1	1	0	1	3	1	1	1	0	3	3	3	2	0	3
Sosna	627	8/4	1	2	2	2	5	2	1	0	2	4	2	1	0	2	4	4	4	2	0	4	4	2	2	0	4	4	2	1	0	4	5	4	3	2	5	
Sosna	802	105/4	1	1	1	0	2	3	1	1	1	3	4	2	2	1	4	3	2	2	1	3	3	3	2	0	3	3	2	2	0	3	4	3	2	1	4	
Sosna	805	110/4	0	0	0	0	0	3	3	3	0	6	3	2	3	0	5	5	5	2	0	7	4	1	5	0	6	6	6	6	0	7	8	7	6	0	9	
Sosna	817	119/4	1	2	4	0	5	4	6	5	0	7	6	4	5	0	8	8	4	4	0	8	8	5	4	0	8	8	4	4	0	9	11	8	6	0	11	
Sosna	818	122/4	0	1	2	0	2	0	0	1	2	2	1	0	2	1	2	1	0	1	1	3	1	1	2	0	2	3	1	0	0	3	3	1	2	2	3	
Sosna	819	39/3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0	2	3	1	0	0	3	2	1	1	0	2	2	2	1	0	3	3	2	1	0	4	
Świerk	110	19/10	7	6	2	0	7	6	7	4	0	7	5	6	5	0	6	6	3	3	0	6	6	3	2	0	6	3	0	0	2	4	8	7	6	2	8	
Świerk	111	61/15	3	0	0	0	3	4	0	0	0	4	3	2	1	0	3	3	3	3	0	3	4	3	4	0	4	4	4	4	0	5	4	4	5	0	5	
Świerk	202	103/1	0	0	0	0	0	1	2	0	0	2	3	2	0	0	3	3	2	3	0	3	3	2	2	0	3	4	4	2	0	5	4	4	3	0	5	
Świerk	203	105/1	2	1	0	0	2	2	3	2	0	3	2	2	2	0	3	2	2	3	0	3	4	4	4	0	5	5	4	2	0	5	6	6	5	0	6	
Świerk	506	3/13	8	3	0	0	9	7	6	5	0	9	5	5	6	0	7	4	3	8	0	9	3	4	5	0	6	6	5	3	2	6	9	7	8	2	10	
Świerk	507	128/2	5	0	1	0	5	5	2	1	0	5	4	2	1	0	4	4	4	1	0	5	4	4	6	0	7	3	4	5	2	6	6	6	7	2	9	
Świerk	701	85/13	1	0	0	0	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0	1	1	1	1	0	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	
Świerk	702	86/13	4	0	0	0	4	2	0	0	0	2	2	0	0	0	2	1	0	0	0	1	1	0	0	0	1	2	0	0	0	2	4	0	0	0	4	

Gatunek panujący drzewostanu	Nr SPO II rzędu	Nr WISL	Ocena I (1998-99)					Ocena II (2003)					Ocena III (2008)					Ocena IV (2013)					Ocena V (2019)					Ocena VI (2023)					Łącznie I - VI				
			nalot	mł. podrost	st. podrost	posadzenia	razem	nalot	mł. podrost	st. podrost	posadzenia	razem	nalot	mł. podrost	st. podrost	posadzenia	razem	nalot	mł. podrost	st. podrost	posadzenia	razem	nalot	mł. podrost	st. podrost	posadzenia	razem	nalot	mł. podrost	st. podrost	posadzenia	razem					
Świerk	705	1/13	5	0	0	0	5	6	0	0	0	6	5	0	0	0	5	3	0	0	0	3	1	0	0	0	1	3	1	0	0	3	6	1	0	0	6
Świerk	706	4/13	4	2	0	0	4	4	2	0	0	4	2	0	0	0	2	3	0	0	1	4	4	3	3	1	4	2	1	1	1	3	5	4	3	1	5
Świerk	707	7/13	5	1	0	0	5	5	2	1	0	5	4	3	1	0	4	4	2	1	0	4	3	2	1	0	3	2	2	2	0	3	5	3	2	0	5
Świerk	708	11/13	2	0	0	0	2	2	0	0	0	2	1	0	0	0	1	1	0	0	0	1	2	0	0	0	2	4	0	0	0	4	4	0	0	4	
Świerk	801	2/2	2	1	0	0	2	4	1	0	0	4	3	1	0	0	3	4	4	1	3	5	2	5	5	1	5	3	5	5	0	5	4	5	5	3	5
Świerk	806	124/4	2	2	0	0	3	3	5	4	0	5	3	4	4	0	6	3	5	3	0	6	3	4	3	0	5	5	4	5	0	5	5	6	6	0	6
Świerk	807	130/4	1	0	0	0	1	1	2	0	0	2	3	2	4	2	5	5	6	4	1	6	4	7	5	0	7	4	4	5	0	5	6	7	6	2	7
Świerk	809	48/2	5	1	1	2	5	4	5	2	4	5	5	4	2	4	6	3	5	4	1	6	3	3	4	0	4	3	2	3	0	4	6	5	4	5	6
Świerk	810	51/2	5	1	0	0	5	3	3	1	1	3	2	2	3	2	4	2	3	4	0	4	2	5	4	0	5	2	4	4	0	4	5	5	4	2	6
Świerk	811	53/2	5	0	0	0	5	5	0	0	0	5	5	0	0	0	5	5	3	0	2	5	5	6	5	2	6	5	5	3	0	5	7	6	5	2	7
Świerk	813	38/3	2	1	0	0	3	2	2	0	0	3	6	1	1	1	6	6	4	2	1	6	6	6	4	0	7	4	5	4	0	5	7	6	4	1	8
Świerk/Jodła (od 2009 r.)	814	37/3	2	2	1	2	3	4	3	1	1	4	3	2	2	0	3	2	3	3	0	3	3	4	3	2	4	3	2	3	0	4	5	4	3	2	5
Świerk	815	33/3	6	5	2	0	6	6	5	2	0	6	5	5	0	0	5	5	5	1	0	6	4	5	2	0	5	3	5	3	0	7	7	7	4	0	9
Świerk	816	40/3	4	0	0	0	4	5	0	0	1	5	6	1	1	1	6	7	5	1	1	7	7	6	2	1	7	7	6	4	1	7	9	6	4	2	9
Buk	107	138/10	2	0	0	0	2	3	0	0	0	3	1	0	0	0	1	2	1	0	0	2	3	1	0	0	3	4	2	0	0	4	5	2	0	0	5
Buk	116	71/15	2	0	0	0	2	1	0	0	0	1	1	1	0	0	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0	1	1	1	0	0	1	2	1	0	0	2
Buk	121	4/7	4	3	4	0	4	4	2	2	0	4	3	1	2	0	3	4	3	3	0	4	5	3	1	0	5	4	4	1	0	4	6	5	4	0	6
Buk	301	27/11	2	0	0	0	2	1	0	1	0	1	1	0	1	0	1	1	0	1	0	1	1	0	1	0	1	2	0	1	0	2	3	0	1	0	3
Buk	510	104/2	1	0	0	0	1	1	0	0	0	1	2	1	0	0	2	1	1	0	0	1	5	2	1	0	5	4	2	1	0	5	7	3	2	0	7
Buk	515	114/2	2	0	0	0	2	2	0	0	0	2	2	0	0	0	2	2	0	0	0	2	1	0	0	0	1	1	1	0	0	1	3	1	0	0	3
Buk	612	91/5	2	2	0	0	2	5	3	2	0	5	4	3	1	0	4	3	3	0	0	3	4	4	1	0	4	3	4	2	0	4	5	4	2	0	5
Buk	704	132/13	6	1	0	0	6	4	3	0	0	4	3	1	1	0	3	3	2	1	0	3	2	1	1	0	2	2	2	1	0	2	7	3	1	0	7
Buk	804	108/4	2	1	0	0	2	4	4	3	0	5	6	6	3	0	7	5	3	3	0	5	4	3	3	0	4	4	3	3	0	4	7	6	3	0	8
Buk	808	146/4	3	3	0	0	3	3	4	1	0	4	3	3	2	0	3	3	3	2	0	3	3	3	3	0	3	3	3	2	0	3	4	5	3	0	5
Buk	812	15/3	3	3	1	0	3	4	3	1	0	4	3	3	1	0	3	4	3	2	0	4	4	3	3	0	4	3	4	3	0	4	5	4	3	0	5
Dąb	108	74/10	3	0	2	0	3	3	1	2	0	3	3	1	2	0	3	3	2	2	0	3	2	2	2	0	3	2	2	2	0	3	3	2	2	0	3
Dąb	115	70/15	3	0	0	0	3	2	0	0	0	2	2	1	0	0	2	3	1	0	0	3	3	2	0	0	3	3	1	0	0	3	6	2	0	0	6
Dąb	201	133/7	2	3	4	0	5	4	4	5	0	5	4	4	4	0	5	6	3	4	0	6	4	3	4	0	4	4	4	4	0	5	6	4	5	0	7
Dąb	209	151/1	1	1	1	0	2	4	6	5	0	6	4	4	3	0	4	5	4	4	0	6	3	2	3	0	3	5	4	3	0	5	5	7	6	0	8
Dąb	317	92/14	5	1	2	0	5	6	5	2	0	6	5	4	3	0	5	6	3	2	1	6	6	4	4	1	6	6	5	4	0	6	7	6	4	2	7
Dąb	322	44/9	3	0	1	0	3	3	2	1	0	3	3	2	1	0	3	3	1	0	1	3	2	0	0	0	2	2	0	0	0	2	3	3	1	1	3
Dąb	326	53/6	2	1	0	0	2	1	0	0	0	1	1	0	1	0	1	1	0	1	0	1	2	2	1	0	2	2	2	1	0	2	3	2	1	0	3
Dąb	412	1/5	1	2	1	0	3	1	2	1	0	3	2	0	0	0	2	2	0	0	0	2	3	3	0	0	3	2	3	1	0	4	3	4	2	0	5
Dąb	414	8/5	1	1	1	0	2	4	1	3	0	5	2	2	0	1	3	1	4	0	2	4	3	6	3	1	6	4	6	6	0	7	5	6	6	2	7
Dąb	503	100/13	4	2	1	0	4	3	4	1	0	5	3	0	3	0	4	3	4	2	0	5	4	3	2	0	5	4	4	1	0	5	6	5	3	0	6
Dąb	511	129/2	5	3	2	0	5	5	3	1	0	5	4	3	2	0	5	4	4	1	0	5	5	3	1	0	5	4	3	1	0	4	7	5	2	0	7

Gatunek panujący drzewostanu	Nr SPO II rzędu	Nr WISL	Ocena I (1998-99)					Ocena II (2003)					Ocena III (2008)					Ocena IV (2013)					Ocena V (2019)					Ocena VI (2023)					Łącznie I - VI				
			nalot	mł. podrost	st. podrost	posadzenia	razem	nalot	mł. podrost	st. podrost	posadzenia	razem	nalot	mł. podrost	st. podrost	posadzenia	razem	nalot	mł. podrost	st. podrost	posadzenia	razem	nalot	mł. podrost	st. podrost	posadzenia	razem	nalot	mł. podrost	st. podrost	posadzenia	razem	nalot	mł. podrost	st. podrost	posadzenia	razem
Dąb	602	52/6	3	3	3	1	4	3	3	3	4	4	3	3	3	1	4	3	3	3	1	4	4	4	3	0	5	6	2	3	0	7	7	4	3	4	8
Dąb	620	53/3	3	3	0	0	4	3	3	0	0	4	4	1	2	0	4	4	2	2	0	4	4	2	2	0	4	4	4	1	0	4	5	4	2	0	5
Dąb	703	41/13	5	2	1	0	5	5	3	2	0	5	7	6	2	0	7	6	5	2	0	6	7	3	3	0	7	7	3	2	0	7	8	6	5	0	8
Dąb	803	145/4	2	0	0	0	2	5	5	4	0	6	6	5	4	0	6	5	5	4	0	6	5	4	4	0	5	5	4	4	0	5	6	6	4	0	6

Tab. 11.3. Liczba i udział procentowy SPO II rzędu, na których zanotowano co najmniej jeden gatunek drzewiasty w nalocie, podroście lub w posadzeniach podczas co najmniej jednej oceny (1998-1999, 2003, 2008, 2013, 2019 i 2023)

Gat. pan. d-stanu /siedlisko	Liczba, udział [%] SPO II rz.	Ocena I (1998-99)					Ocena II (2003)					Ocena III (2008)					Ocena IV (2013)					Ocena V (2019)					Ocena VI (2023)					Łącznie I - VI				
		nalot	mł. podrost	st. podrost	posadzenia	razem	nalot	mł. podrost	st. podrost	posadzenia	razem	nalot	mł. podrost	st. podrost	posadzenia	razem	nalot	mł. podrost	st. podrost	posadzenia	razem	nalot	mł. podrost	st. podrost	posadzenia	razem	nalot	mł. podrost	st. podrost	posadzenia	razem	nalot	mł. podrost	st. podrost	posadzenia	razem
Sosna 100 pow.	liczba	93	70	61	27	97	91	76	68	24	95	89	81	70	21	96	97	80	73	14	99	97	81	76	7	99	95	85	70	2	97	100	94	81	36	100
	%	93	70	61	27	97	91	76	68	24	95	89	81	70	21	96	97	80	73	14	99	97	81	76	7	99	95	85	70	2	97	100	94	81	36	100
Świerk 22 pow.	liczba	21	12	5	2	21	22	15	10	4	22	22	16	13	5	22	22	18	17	7	22	22	19	18	5	22	22	19	18	5	22	22	20	19	12	22
	%	95	55	23	9	95	100	68	45	18	100	100	73	59	23	100	100	82	77	32	100	100	86	82	23	100	100	86	82	23	100	100	91	86	55	100
Buk 11 pow.	liczba	11	6	2	0	11	11	6	6	0	11	11	8	7	0	11	11	8	6	0	11	11	8	8	0	11	11	10	8	0	11	11	10	8	0	11
	%	100	55	18	0	100	100	55	55	0	100	100	73	64	0	100	100	73	55	0	100	100	73	73	0	100	100	91	73	0	100	100	91	73	0	100
Dąb 15 pow.	liczba	15	11	11	1	15	15	13	12	1	15	15	12	12	2	15	15	13	11	4	15	15	14	12	2	15	15	14	13	0	15	15	15	14	4	15
	%	100	73	73	7	100	100	87	80	7	100	100	80	80	13	100	100	87	73	27	100	100	93	80	13	100	100	93	87	0	100	100	100	93	27	100
Siedliska borowe 78 pow.	liczba	76	50	40	25	76	72	55	45	20	74	71	62	46	18	74	77	62	51	11	77	75	60	54	7	77	74	63	50	2	76	78	71	58	31	78
	%	97	64	51	32	97	92	71	58	26	95	91	79	59	23	95	99	79	65	14	99	96	77	69	9	99	95	81	64	3	97	100	91	74	40	100
Siedliska lasowe 70 pow.	liczba	64	49	39	5	68	67	55	51	9	69	66	55	56	10	70	68	57	56	14	70	70	62	60	7	70	69	65	59	5	69	70	68	64	21	70
	%	91	70	56	7	97	96	79	73	13	99	94	79	80	14	100	97	81	80	20	100	100	89	86	10	100	99	93	84	7	99	100	97	91	30	100
Razem 148 pow.	liczba	140	99	79	30	144	139	110	96	29	143	137	117	102	28	144	145	119	107	25	147	145	122	114	14	147	143	128	109	7	145	148	139	122	52	148
	%	95	67	53	20	97	94	74	65	20	97	93	79	69	19	97	98	80	72	17	99	98	82	77	9	99	97	86	74	5	98	100	94	82	35	100

Tabela 11.4. Średnia ilość, wiek i żywotność nalotu na SPO II rzędu - zestawienie dla kraju - porównanie w latach

Grupy gatunków nalotu	Liczba powierzchni łącznie *)	Udział [%] pow. łącznie	Ocena I (1998-99)				Ocena II (2003)				Ocena III (2008)				Ocena IV (2013)				Ocena V (2019)				Ocena VI (2023)			
			Liczba pow. z nalotem	Średnia ilość	Średni wiek	Średnia żywotność	Liczba pow. z nalotem	Średnia ilość	Średni wiek	Średnia żywotność	Liczba pow. z nalotem	Średnia ilość	Średni wiek	Średnia żywotność	Liczba pow. z nalotem	Średnia ilość	Średni wiek	Średnia żywotność	Liczba pow. z nalotem	Średnia ilość	Średni wiek	Średnia żywotność	Liczba pow. z nalotem	Średnia ilość	Średni wiek	Średnia żywotność
Sosna	102	68,9	69	0,2	1,8	2,2	56	0,3	1,7	2,1	48	0,4	2,0	2,3	47	0,3	2,1	2,2	56	0,2	2,4	2,3	60	0,2	2,5	1,7
Świerk	64	43,2	45	0,3	3,4	2,2	44	0,4	4,5	2,5	42	0,7	3,6	2,4	40	0,5	4,2	2,4	37	0,4	4,6	2,5	42	0,3	4,0	2,2
Jodła	25	16,9	13	0,3	3,7	2,0	15	0,2	4,8	2,3	18	0,2	4,5	2,3	18	0,4	4,7	2,5	20	0,4	4,9	2,3	20	0,2	2,7	1,8
Modrzew	11	7,4	4	0,1	2,5	2,8	3	0,1	3,7	2,6	1	0,1	5,3	3,0	4	0,1	3,1	1,9	5	0,1	3,6	2,2	4	0,1	2,6	2,0
Buk	69	46,6	37	0,4	2,9	2,3	38	0,4	4,3	2,4	35	0,5	4,0	2,5	41	0,4	3,7	2,5	42	0,3	4,0	2,4	53	0,3	2,9	1,8
Dąb	126	85,1	102	0,3	2,9	2,5	107	0,3	3,9	2,8	106	0,4	3,7	2,7	111	0,4	3,7	2,8	113	0,3	3,8	2,7	113	0,2	3,1	2,2
Brzoza	107	72,3	48	0,2	2,3	2,2	54	0,3	2,9	2,4	49	0,5	3,6	2,3	55	0,3	3,2	2,4	61	0,3	3,2	2,3	60	0,2	2,6	1,9
Olsza	2	1,4	1	0,8	4,1	2,0	1	0,6	3,7	2,4	2	0,4	2,6	2,8	2	0,3	5,5	3,0	1	0,5	5,0	3,0	0	-	-	-
Grab	47	31,8	12	0,2	2,7	2,3	23	0,3	3,9	2,5	24	0,4	3,8	2,5	24	0,4	3,7	2,6	27	0,2	3,4	2,5	30	0,3	3,3	2,2
Jesion	20	13,5	7	0,3	2,6	2,3	7	0,5	3,6	2,4	7	0,3	3,3	2,2	10	0,5	3,6	2,2	14	0,2	3,6	2,1	12	0,2	3,5	2,1
Klon	62	41,9	29	0,2	2,3	2,4	36	0,3	3,8	2,3	34	0,4	3,5	2,2	35	0,3	3,0	2,3	31	0,2	2,8	2,3	36	0,2	2,8	2,0
Lipa	24	16,2	11	0,3	2,5	2,5	11	0,3	3,3	2,4	12	0,4	4,6	2,9	12	0,3	3,9	2,7	15	0,3	3,7	2,6	16	0,2	3,4	2,2
Wiąz	11	7,4	3	0,2	2,4	1,4	5	0,2	2,8	2,3	4	0,2	3,0	2,2	4	0,2	3,8	2,6	9	0,2	4,4	2,8	6	0,1	2,8	1,8
Osika	24	16,2	4	0,1	2,8	2,5	8	0,1	3,4	2,1	7	0,5	3,7	2,4	7	0,2	3,8	2,2	14	0,2	2,9	2,1	7	0,2	3,0	2,3

*) Liczba powierzchni z występowaniem nalotu danego gatunku podczas co najmniej jednej oceny

Tabela 11.5. Średnia liczebność, wiek i żywotność młodszego podrostu na SPO II rzędu *) - zestawienie dla kraju - porównanie w latach

Grupy gatunków młodszego podrostu	Liczba powierzchni łącznie **)	Udział [%] pow. łącznie	Ocena I (1998-99)				Ocena II (2003)				Ocena III (2008)				Ocena IV (2013)				Ocena V (2019)				Ocena VI (2023)			
			Liczba pow. z ml. podrostem	Średnia liczba	Średni wiek	Średnia żywotność	Liczba pow. z ml. podrostem	Średnia liczba	Średni wiek	Średnia żywotność	Liczba pow. z ml. podrostem	Średnia liczba	Średni wiek	Średnia żywotność	Liczba pow. z ml. podrostem	Średnia liczba	Średni wiek	Średnia żywotność	Liczba pow. z ml. podrostem	Średnia liczba	Średni wiek	Średnia żywotność	Liczba pow. z ml. podrostem	Średnia liczba	Średni wiek	Średnia żywotność
Sosna	48	32,4	13	2,5	6,6	3,3	15	2,9	9,3	3,3	16	2,8	9,0	3,3	14	3,4	7,4	3,2	13	9,1	8,9	3,0	26	5,6	6,1	2,4
Świerk	56	37,8	27	4,7	9,2	2,5	38	25,3	11,2	2,7	40	43,3	10,0	2,8	32	42,3	11,1	2,8	35	38,9	12,0	2,9	32	38,3	8,6	2,2
Jodła	18	12,2	6	19,0	9,3	2,8	7	17,6	12,5	2,8	6	15,8	14,9	3,0	14	7,1	13,2	2,9	17	11,0	12,4	2,7	16	8,6	8,0	2,5
Modrzew	4	2,7	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	1	1,0	9,0	3,0	3	1,3	10,8	2,3	3	2,0	5,3	1,8
Buk	63	42,6	27	5,0	8,0	2,3	28	21,8	9,2	2,3	33	25,2	9,6	2,5	37	49,0	8,8	2,6	39	29,5	10,2	2,7	44	42,1	6,7	2,0
Dąb	103	69,6	56	20,3	6,9	2,8	71	19,9	9,2	3,0	68	17,4	10,1	3,2	66	15,3	9,8	3,1	71	12,8	11,0	3,2	77	12,1	6,5	2,6
Brzoza	90	60,8	34	5,1	4,6	2,2	52	7,2	7,8	2,7	53	7,3	8,0	2,8	55	8,4	7,2	2,6	51	8,5	7,7	2,7	46	7,3	5,2	2,1
Olsza	2	1,4	1	57,0	7,6	2,0	1	46,0	10,8	2,8	2	6,0	7,7	2,9	2	2,0	12,8	3,3	2	1,5	13,5	3,0	1	1,0	5,0	2,0
Grab	40	27,0	4	17,5	6,8	3,0	19	24,1	7,8	2,9	24	20,4	7,5	2,8	22	31,9	7,5	2,8	24	17,4	8,8	2,9	33	12,6	6,0	2,3
Jesion	16	10,8	9	13,3	5,3	2,5	8	26,3	8,3	2,5	5	27,4	9,2	2,3	5	31,0	7,0	2,4	6	32,0	7,6	2,4	11	18,0	5,9	2,3
Klon	36	24,3	10	9,2	5,5	2,4	22	16,2	7,7	2,6	21	18,7	8,3	2,6	28	15,8	6,8	2,5	26	16,7	7,1	2,7	29	20,4	6,0	2,4
Lipa	18	12,2	5	3,8	5,7	2,6	10	3,8	8,3	2,6	9	9,0	9,4	2,8	13	7,3	6,3	2,4	14	6,9	9,0	2,7	14	7,3	7,0	2,6
Wiąz	14	9,5	2	45,5	7,4	2,3	4	38,3	10,6	2,2	5	22,4	9,3	2,5	4	33,5	7,5	2,5	9	14,2	6,4	2,5	11	8,4	6,1	2,2
Osika	25	16,9	8	3,9	3,5	2,3	12	7,5	7,4	2,6	10	24,4	8,8	2,7	6	4,0	5,3	2,0	12	4,4	5,2	2,3	8	3,1	5,4	2,4

*) Na 9 powierzchniach nie zanotowano młodszego podrostu

**) Liczba powierzchni z występowaniem młodszego podrostu danego gatunku podczas co najmniej jednej oceny

Tabela 11.6. Średnia liczebność, wiek i żywotność starszego podrostu na SPO II rzędu *) - zestawienie dla kraju - porównanie w latach

Grupy gatunków starszego podrostu	Liczba powierzchni łącznie **)	Liczba powierzchni łącznie **)	Ocena I (1998-99)				Ocena II (2003)				Ocena III (2008)				Ocena IV (2013)				Ocena V (2019)				Ocena VI (2023)			
			Liczba pow. ze st., podrostem	Średnia liczba	Średni wiek	Średnia żywotność	Liczba pow. ze st., podrostem	Średnia liczba	Średni wiek	Średnia żywotność	Liczba pow. ze st., podrostem	Średnia liczba	Średni wiek	Średnia żywotność	Liczba pow. ze st., podrostem	Średnia liczba	Średni wiek	Średnia żywotność	Liczba pow. ze st., podrostem	Średnia liczba	Średni wiek	Średnia żywotność	Liczba pow. ze st., podrostem	Średnia liczba	Średni wiek	Średnia żywotność
Sosna	39	26,4	11	1,3	16,0	2,9	7	1,6	17,5	2,9	12	1,2	14,5	2,7	7	1,3	15,4	3,0	7	2,1	17,9	2,6	8	2,3	17,1	2,3
Świerk	58	39,2	28	7,7	16,2	2,2	36	7,3	20,4	2,6	41	16,7	17,7	2,4	41	26,0	18,7	2,5	39	24,3	19,7	2,7	41	18,9	17,4	2,2
Jodła	17	11,5	5	10,6	13,5	1,9	5	12,2	17,8	2,4	9	14,8	19,7	2,6	11	26,0	18,1	2,0	15	26,3	18,2	2,3	14	20,2	15,1	2,0
Modrzew	3	2,0	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	1	11,0	20,3	2,0	2	14,0	9,1	1,7	1	7,0	14,7	2,3
Buk	51	34,5	18	8,8	15,1	1,9	30	7,3	15,3	2,1	32	7,4	16,1	2,2	36	17,2	16,1	2,1	43	18,5	17,8	2,3	41	19,5	13,6	1,8
Dąb	75	50,7	41	12,8	14,2	2,5	46	16,6	16,0	2,6	51	12,9	17,3	2,9	54	12,2	17,6	2,9	60	10,1	18,9	2,8	48	8,7	13,0	2,4
Brzoza	71	48,0	26	6,3	9,5	2,3	38	5,1	13,5	2,5	41	7,0	14,6	2,7	41	8,9	14,1	2,6	43	9,5	14,8	2,5	38	7,6	9,5	1,9
Olsza	3	2,0	1	11,0	10,4	1,9	1	1,0	14,0	3,0	0	-	-	-	1	1,0	10,0	4,0	0	-	-	-	1	3,0	9,0	1,0
Grab	29	19,6	6	12,8	16,3	2,0	17	17,5	15,2	2,3	21	16,5	15,7	2,5	19	23,2	15,5	2,7	19	22,1	16,2	2,4	19	21,5	11,7	1,8
Jesion	11	7,4	5	2,4	12,3	2,1	5	3,4	15,3	2,0	4	1,8	16,5	3,2	1	9,0	10,0	2,6	5	3,6	9,4	1,6	7	21,9	9,6	2,0
Klon	30	20,3	9	2,1	12,2	2,0	16	4,1	14,8	2,2	20	6,9	14,3	2,5	19	9,7	13,1	2,4	19	14,9	14,0	2,2	22	12,8	12,5	2,2
Lipa	15	10,1	7	5,0	10,2	2,5	8	5,6	15,0	2,3	12	5,7	15,7	2,5	12	6,3	17,1	2,3	11	7,8	16,6	2,5	9	7,4	12,9	1,9
Wiąz	9	6,1	3	3,3	17,2	2,2	3	7,0	18,5	2,6	4	7,5	22,2	2,6	3	12,0	14,1	2,1	6	18,5	16,3	2,7	5	9,0	11,0	1,7
Osika	11	7,4	2	1,0	4,5	2,5	6	6,0	11,2	3,3	2	2,0	8,0	2,5	3	6,0	9,1	2,3	4	1,8	9,8	2,3	3	1,7	8,3	2,2

*) Na 26 powierzchniach nie zanotowano starszego podrostu

**) Liczba powierzchni z występowaniem starszego podrostu danego gatunku podczas co najmniej jednej oceny

Tabela 11.7. Średnia liczebność, wiek i żywotność podsadzeń na SPO II rzędu *) - zestawienie dla kraju - porównanie w latach

Grupy gatunków podsadzeń	Liczba powierzchni łącznie **)	Udział [%] pow. łącznie	Ocena I (1998-99)				Ocena II (2003)				Ocena III (2008)				Ocena IV (2013)				Ocena V (2019)				Ocena VI (2023)			
			Liczba pow. z podsadzeniami	Średnia liczba	Średni wiek	Średnia żywotność	Liczba pow. z podsadzeniami	Średnia liczba	Średni wiek	Średnia żywotność	Liczba pow. z podsadzeniami	Średnia liczba	Średni wiek	Średnia żywotność	Liczba pow. z podsadzeniami	Średnia liczba	Średni wiek	Średnia żywotność	Liczba pow. z podsadzeniami	Średnia liczba	Średni wiek	Średnia żywotność	Liczba pow. z podsadzeniami	Średnia liczba	Średni wiek	Średnia żywotność
Sosna	6	4,1	0	-	-	-	1	2,0	10,0	3,0	4	1,3	14,8	3,0	2	1,5	19,5	3,0	1	1,0	28,0	3,0	0	-	-	-
Świerk	19	12,8	12	17,2	8,6	2,5	11	11,0	12,6	2,8	8	10,8	15,6	2,7	3	24,0	23,3	2,9	3	23,3	23,0	2,7	3	39,0	20,1	1,7
Jodła	12	8,1	2	72,5	7,7	1,8	5	41,0	13,6	2,7	6	53,5	11,3	2,6	7	37,6	9,0	2,2	5	4,6	9,6	2,2	2	101,5	7,5	1,7
Modrzew	1	0,7	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	1	33,0	6,4	2,3	0	-	-	-	0	-	-	-
Buk	20	13,5	8	36,0	6,1	2,7	13	20,0	11,8	2,5	12	27,9	14,4	2,5	9	6,8	12,1	2,6	4	3,0	22,5	2,3	2	24,0	6,3	1,9
Dąb	26	17,6	19	33,1	6,1	3,5	14	20,4	10,4	3,3	12	29,7	11,1	3,4	8	32,5	14,2	3,5	5	42,4	23,1	3,4	3	41,0	11,9	2,2
Brzoza	4	2,7	0	-	-	-	3	3,3	11,9	2,2	0	-	-	-	1	3,0	9,0	3,0	0	-	-	-	0	-	-	-
Olsza	1	0,7	1	2,0	5,0	3,0	1	2,0	10,0	3,0	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-
Grab	2	1,4	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	1	1,0	39,0	2,0	0	-	-	-	1	3,0	13,0	1,0
Jesion	0	0,0	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-
Klon	2	1,4	1	2,0	7,5	4,0	0	-	-	-	1	2,0	12,0	2,5	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-
Lipa	3	2,0	1	2,0	7,0	4,0	2	2,5	11,5	3,5	1	6,0	5,3	3,0	0	-	-	-	1	1,0	20,0	3,0	0	-	-	-
Wiąz	1	0,7	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	1	1,0	20,0	2,0	0	-	-	-	0	-	-	-
Osika	0	0,0	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-

*) na 96 powierzchniach nie zanotowano podsadzeń

**) liczba powierzchni z występowaniem podsadzeń danego gatunku podczas co najmniej jednej oceny

Tabela 11.8. Średnia liczba gatunków występujących w trzech kategoriach odnowienia naturalnego oraz w podsadzeniach na SPO II rzędu w sześciu cyklach pomiarowych - średnia dla gatunku panującego w drzewostanie oraz typu siedliska

Gatunek panujący drzewostanu	Typy siedliska	Liczba SPO II rz.	Ocena I (1998-99)					Ocena II (2003)					Ocena III (2008)					Ocena IV (2013)					Ocena V (2019)					Ocena VI (2023)					Ocena I (1998-99)				
			nalot	mł. podrost	st. podrost	podsadzenia	razem	nalot	mł. podrost	st. podrost	podsadzenia	razem	nalot	mł. podrost	st. podrost	podsadzenia	razem	nalot	mł. podrost	st. podrost	podsadzenia	razem	nalot	mł. podrost	st. podrost	podsadzenia	razem	nalot	mł. podrost	st. podrost	podsadzenia	razem	nalot	mł. podrost	st. podrost	podsadzenia	razem
Sosna	siedl. borowe	74	2,5	1,2	1,1	0,5	3,2	2,5	1,6	1,2	0,5	3,2	2,3	1,9	1,4	0,4	3,2	2,6	1,7	1,4	0,2	3,2	2,7	1,6	1,4	0,1	3,3	2,6	1,9	1,1	0,0	3,2	4,1	2,9	2,2	0,7	4,4
	siedl. lasowe	26	1,8	2,0	2,0	0,1	3,0	2,3	2,2	2,5	0,2	3,6	2,2	2,0	2,8	0,1	3,8	2,1	2,0	2,3	0,1	3,4	3,1	2,3	2,4	0,0	3,9	3,8	2,8	2,5	0,0	4,4	5,3	4,5	4,1	0,3	6,0
	razem	100	2,3	1,4	1,3	0,4	3,2	2,4	1,8	1,6	0,4	3,3	2,3	1,9	1,8	0,3	3,4	2,5	1,8	1,6	0,2	3,3	2,8	1,8	1,6	0,1	3,4	2,9	2,1	1,5	0,0	3,6	4,4	3,3	2,7	0,6	4,8
Świerk	siedl. borowe	2	2,5	0,0	0,0	0,0	2,5	1,5	0,0	0,0	0,0	1,5	1,5	0,0	0,0	0,0	1,5	1,0	0,5	0,5	0,0	1,0	1,0	0,5	0,0	0,0	1,0	1,5	0,5	0,5	0,0	1,5	2,5	0,5	0,5	0,0	2,5
	siedl. lasowe	20	3,8	1,3	0,4	0,2	4,0	4,0	2,5	1,2	0,4	4,5	3,8	2,2	1,7	0,5	4,4	3,8	3,1	2,3	0,5	4,8	3,7	3,8	3,2	0,4	4,8	3,8	3,4	2,9	0,4	4,8	5,9	5,0	4,2	1,3	6,6
	razem	22	3,6	1,2	0,3	0,2	3,8	3,7	2,3	1,0	0,3	4,2	3,5	2,0	1,5	0,5	4,1	3,5	2,9	2,1	0,5	4,4	3,4	3,5	2,9	0,3	4,5	3,5	3,1	2,7	0,4	4,5	5,6	4,5	3,9	1,2	6,2
Buk	siedl. borowe	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	siedl. lasowe	11	2,6	1,2	0,5	0,0	2,6	2,9	1,7	0,9	0,0	3,1	2,6	1,7	1,0	0,0	2,7	2,6	1,7	1,1	0,0	2,6	3,0	1,8	1,3	0,0	3,0	2,8	2,4	1,3	0,0	3,1	4,9	3,1	1,7	0,0	5,1
	razem	11	2,6	1,2	0,5	0,0	2,6	2,9	1,7	0,9	0,0	3,1	2,6	1,7	1,0	0,0	2,7	2,6	1,7	1,1	0,0	2,6	3,0	1,8	1,3	0,0	3,0	2,8	2,4	1,3	0,0	3,1	4,9	3,1	1,7	0,0	5,1
Dąb	siedl. borowe	2	4,5	2,0	1,0	0,0	4,5	4,0	3,5	1,5	0,0	5,0	5,0	3,0	2,5	0,0	5,5	4,5	4,5	2,0	0,0	5,5	5,5	3,0	2,5	0,0	6,0	5,5	3,5	1,5	0,0	6,0	7,0	5,5	4,0	0,0	7,0
	siedl. lasowe	13	2,6	1,4	1,3	0,1	3,3	3,4	2,7	2,1	0,3	4,1	3,3	2,3	1,9	0,2	3,6	3,5	2,5	1,8	0,4	4,1	3,5	2,8	2,1	0,2	3,9	3,8	3,1	2,3	0,0	4,4	5,1	4,2	2,9	0,7	5,8
	razem	15	2,9	1,5	1,3	0,1	3,5	3,5	2,8	2,0	0,3	4,2	3,5	2,4	2,0	0,1	3,9	3,7	2,7	1,8	0,3	4,3	3,8	2,9	2,1	0,1	4,2	4,0	3,1	2,2	0,0	4,6	5,3	4,4	3,1	0,6	5,9
Razem	siedl. borowe	78	2,6	1,2	1,0	0,5	3,2	2,5	1,6	1,2	0,4	3,2	2,4	1,9	1,4	0,4	3,2	2,6	1,7	1,4	0,2	3,2	2,7	1,6	1,4	0,1	3,3	2,6	1,9	1,1	0,0	3,3	4,1	2,9	2,2	0,7	4,4
	siedl. lasowe	70	2,7	1,6	1,2	0,1	3,3	3,1	2,3	1,8	0,2	3,8	2,9	2,1	2,0	0,2	3,8	2,9	2,4	2,0	0,3	3,8	3,3	2,8	2,4	0,1	4,0	3,6	2,9	2,4	0,1	4,3	5,4	4,4	3,5	0,6	6,0
	razem	148	2,6	1,4	1,1	0,3	3,3	2,8	1,9	1,5	0,3	3,5	2,6	2,0	1,7	0,3	3,5	2,8	2,0	1,7	0,2	3,5	3,0	2,2	1,8	0,1	3,6	3,1	2,4	1,7	0,1	3,8	4,7	3,6	2,9	0,7	5,2

Tabela 11.9. Średnia liczba gatunków w czterech kategoriach odnowienia naturalnego na SPO II rzędu w sześciu cyklach pomiarowych – drzewostany sosnowe i świerkowe w krainach przyrodniczo-leśnych

Kraina przyrodniczo-leśna	Gatunek panujący drzewostanu	Liczba SPO II rz.	Ocena I (1998-99)					Ocena II (2003)					Ocena III (2008)					Ocena IV (2013)					Ocena V (2019)					Ocena VI (2023)					Łącznie I - VI				
			nalot	mi. podrost	st. podrost	posadzenia	razem	nalot	mi. podrost	st. podrost	posadzenia	razem	nalot	mi. podrost	st. podrost	posadzenia	razem	nalot	mi. podrost	st. podrost	posadzenia	razem	nalot	mi. podrost	st. podrost	posadzenia	razem	nalot	mi. podrost	st. podrost	posadzenia	razem					
Bałtycka	sosna	16	2,8	1,8	1,6	0,3	3,8	2,5	1,9	1,7	0,3	3,4	1,9	2,1	2,1	0,1	3,2	2,4	1,6	2,1	0,0	3,4	3,0	2,1	2,1	0,0	3,9	2,3	1,9	1,9	0,0	3,4	4,6	3,4	2,8	0,3	5,0
	świerk	2	5,0	3,0	1,0	0,0	5,0	5,0	3,5	2,0	0,0	5,5	4,0	4,0	3,0	0,0	4,5	4,5	3,0	3,0	0,0	4,5	5,0	3,0	3,0	0,0	5,0	3,5	2,0	2,0	1,0	4,5	6,0	5,5	5,5	1,0	6,5
Mazursko-Podlaska	sosna	10	1,6	0,9	1,6	0,9	2,7	2,5	3,1	3,0	0,6	4,2	3,1	2,5	2,8	0,5	4,0	3,0	2,1	2,7	0,1	4,1	3,0	2,0	2,3	0,0	3,8	3,3	2,0	2,0	0,2	3,8	5,0	3,8	4,0	1,1	5,9
	świerk	2	1,0	0,5	0,0	0,0	1,0	1,5	2,5	1,0	0,0	2,5	2,5	2,0	1,0	0,0	3,0	2,5	2,0	3,0	0,0	3,0	3,5	3,0	3,0	0,0	4,0	4,5	4,0	2,0	0,0	5,0	5,0	5,0	4,0	0,0	5,5
Wielkopolsko-Pomorska	sosna	22	2,3	1,5	1,3	0,3	3,2	2,2	1,3	1,1	0,2	2,7	1,6	1,3	1,2	0,1	2,6	2,0	1,0	1,1	0,1	2,6	2,2	0,8	1,0	0,1	2,6	1,8	1,2	0,6	0,0	2,3	3,5	2,4	1,7	0,4	3,8
	świerk	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Mazowiecko-Podlaska	sosna	13	1,6	1,0	0,8	0,4	1,9	1,9	1,5	1,3	0,3	2,6	2,0	1,6	2,0	0,3	3,0	1,8	1,5	1,4	0,2	2,8	3,0	1,9	1,4	0,0	3,5	3,8	2,1	1,4	0,0	4,1	4,2	3,2	3,0	0,7	4,8
	świerk	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Śląska	sosna	10	3,4	1,8	1,8	0,2	4,3	2,9	1,5	1,8	0,6	3,9	3,3	2,1	1,8	0,3	4,0	3,2	2,4	1,8	0,2	3,7	2,3	2,1	1,7	0,1	3,3	2,8	2,9	1,6	0,0	4,0	4,8	3,8	3,1	0,8	5,3
	świerk	2	6,5	1,5	0,5	0,0	7,0	6,0	4,0	3,0	0,0	7,0	4,5	3,5	3,5	0,0	5,5	4,0	3,5	4,5	0,0	7,0	3,5	4,0	5,5	0,0	6,5	4,5	4,5	4,0	2,0	6,0	7,5	6,5	7,5	2,0	9,5
Małopolska	sosna	24	2,7	1,5	1,1	0,5	3,3	2,7	1,7	1,2	0,5	3,5	2,4	2,3	1,3	0,6	3,6	2,5	2,2	1,4	0,4	3,2	3,1	2,2	1,5	0,3	3,6	3,5	2,6	1,7	0,0	3,9	4,3	3,7	2,6	0,7	4,7
	świerk	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sudecka	sosna	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	świerk	6	3,5	0,5	0,0	0,0	3,5	3,3	0,7	0,2	0,0	3,3	2,5	0,5	0,2	0,0	2,5	2,2	0,5	0,3	0,2	2,3	2,0	1,0	0,7	0,2	2,0	2,3	0,8	0,7	0,2	2,7	4,2	1,5	1,0	0,2	4,2
Karpacka	sosna	5	0,4	0,8	1,4	0,0	1,8	2,0	2,0	2,0	0,6	3,6	3,2	1,8	2,4	0,4	4,2	4,0	2,4	1,8	0,4	4,8	3,6	2,2	2,8	0,0	4,2	4,4	3,0	2,6	0,0	5,0	5,8	4,2	3,4	0,6	6,2
	świerk	10	3,4	1,3	0,4	0,4	3,7	3,7	2,6	1,0	0,7	4,2	4,1	2,2	1,7	1,0	4,9	4,2	4,3	2,3	0,9	5,4	3,9	5,1	3,7	0,6	5,5	3,9	4,2	3,9	0,1	5,1	6,1	5,7	4,5	1,9	6,8
Kraj	sosna	100	2,3	1,4	1,3	0,4	3,2	2,4	1,8	1,6	0,4	3,3	2,3	1,9	1,8	0,3	3,4	2,5	1,8	1,6	0,2	3,3	2,8	1,8	1,6	0,1	3,4	2,9	2,1	1,5	0,0	3,6	4,4	3,3	2,7	0,6	4,8
	świerk	22	3,6	1,2	0,3	0,2	3,8	3,7	2,3	1,0	0,3	4,2	3,5	2,0	1,5	0,5	4,1	3,5	2,9	2,1	0,5	4,4	3,4	3,5	2,9	0,3	4,5	3,5	3,1	2,7	0,4	4,5	5,6	4,5	3,9	1,2	6,2

CZEŚĆ IV BADANIA NA STAŁYCH POWIERZCHNIACH OBSERWACYJNYCH MONITORINGU INTENSYWNEGO (SPO MI)

12. WARUNKI POGODOWE W 2023 ROKU NA WYBRANYCH POWIERZCHNIACH SPO MI – LESZEK KLUZIŃSKI.

Dane meteorologiczne pozyskiwane z automatycznych stacji pomiarowych usytuowanych w pobliżu Stałych Powierzchni Obserwacyjnych Monitoringu Intensywnego (SPO MI) służą ocenie aktualnego stanu pogody oraz mogą być wykorzystywane do modelowania procesów i relacji zachodzących w ekosystemach leśnych. Śledzenie długookresowych ciągów parametrów meteorologicznych pozwala wskazać kierunki zmian pogody, które mają decydujący wpływ na stan zdrowotny ekosystemów leśnych.

W raporcie zawarto wyniki pomiarów następujących parametrów meteorologicznych rejestrowanych na 12 automatycznych stacjach należących do sieci Monitoringu Intensywnego:

- - średnie wartości dobowe temperatury i wilgotności względnej powietrza na wysokości 2 m nad ziemią, i promieniowania całkowitego; maksymalnych wartości temperatury powietrza i prędkości wiatru; minimalnych wartości temperatury powietrza; sumy opadów (ryc. 12.1, 12.2, 12.3).
- - średnie wartości miesięczne temperatury i wilgotności powietrza na wysokości 2 m nad ziemią; promieniowania całkowitego; sumy opadów (tab. 12.1).
- - średni dobowy kierunek i prędkość wiatru; prędkość wiatru maksymalną; procentowy udział wiatrów uśrednionych do 10 minutowych okresów z uwzględnieniem jego prędkości z 4 kierunków głównych i 12 pośrednich. (ryc. 12.4, tab. 12.2).

Rok 2023 był kolejnym rokiem, który odbiegał pod względem termicznym od średniej okresu referencyjnego 1991-2020. Według kwantylowej klasyfikacji warunków termicznych został uznany jako *ekstremalnie ciepły* dla obszaru kraju. Był to drugi najcieplejszy rok w Polsce od 1951 roku. Ciepleszy był jedynie rok 2019 (*IMGW Biuletyn PSH-M 2023*). Ponadto w Polsce w roku 2023 obserwowano znaczną zmienność termiczną. Na przestrzeni roku dla większości miesięcy występowały anomalie temperaturowe dodatnie, najwyższe dla stycznia i września w porównaniu do wartości normatywnych. Chłodniejszym od okresu referencyjnego był kwiecień i maj. Biorąc pod uwagę rozkład średnich miesięcznych temperatur w roku 2023 pory roku sklasyfikowano jako *bardzo ciepłą i ciepłą* zimą, w zależności od obszaru *normalną, lekko chłodną, lekko ciepłą i ciepłą* wiosną, *ciepłą, bardzo*

cieple, miejscami *anomalnie ciepłe lato i ekstremalnie ciepłą*, miejscami *anomalnie ciepłą* jesień (IMGW Biuletyn PSH-M 2023).

Pod względem opadowym rok 2023, zgodnie z klasyfikacją Z. Kaczorowskiej (1962), został oznaczony jako *normalny*. Średnia roczna suma opadów w Polsce stanowiła 108% normy wieloletniej z lat 1991-2020. Dodatkowo anomalie opadowe wystąpiły w zachodniej i południowo-wschodniej części kraju. Na przeważającym obszarze kraju w części centralnej i północnej rok 2023 został sklasyfikowany jako *normalny*. Lokalnie w północnej i południowej jako *suchy*. Zróżnicowanie rozkładu przestrzennego sumy opadów wyglądało następująco: najniższe sumy opadów rocznych odnotowano w okolicach Kalisza i Gdańska, zaś najwyższe wartości opadów rocznych wystąpiły w Tatrach, a poza obszarem górskim w Bielsku Białej. Duże zróżnicowanie opadów miało miejsce także w ciągu roku. Stosując cytowaną klasyfikację Kaczorowskiej najbardziej ubogimi w opady miesiącami był *skrajnie suchy* wrzesień, *bardzo suchy* maj oraz *suchy* czerwiec i lipiec. Najobfitszymi w opady miesiącami był *skrajnie wilgotny* sierpień, październik i listopad oraz *bardzo wilgotny* styczeń, luty i grudzień. W ujęciu sezonowym rozkładu sum opadów atmosferycznych można było zaklasyfikować pory roku następująco: *bardzo wilgotną* zimą, *suchą* wiosną, *normalne* lato i *wilgotną* jesień (IMGW Biuletyn PSH-M 2023).

Temperatura powietrza – średnia roczna temperatura ze wszystkich 12 stacji Monitoringu Intensywnego mierzona na wysokości +2m wyniosła w 2023 r. 9,2°C i była o 0,7°C wyższa niż w roku 2022. Najchłodniejszym miesiącem roku był luty z temperaturą średnią 0,4°C, o 0,9°C wyższą niż najchłodniejszego miesiąca (grudnia) w roku 2022. Najniższą średnią temperaturę miesięczną ze wszystkich stacji (-1,9°C) obliczono dla lutego w Szklarskiej Porębie. Najcieplejszym miesiącem roku był sierpień z temperaturą średnią 19,1°C, o 0,5°C niższą niż w najcieplejszym miesiącu (także sierpniu) w roku 2022. Najwyższą średnią temperaturę miesięczną dla stacji (20,7°C) obliczono w lipcu dla stacji w Krotoszynie (tab. 12.1). Była ona o 0,5°C niższa niż najwyższa miesięczna temperatura na tej samej stacji w sierpniu roku 2022. Najwyższą średnią temperaturę okresu wegetacyjnego (od kwietnia do września) wykazała stacja w Krotoszynie (16,5°C). Była ona o 0,4 °C wyższa od najwyższej średniej analogicznego okresu w roku 2022 dla tej samej stacji. Najniższa średnia temperatura okresu wegetacyjnego charakteryzowała stację w Szklarskiej Porębie (11,2°C), była ona o 0,7°C wyższa, niż w roku ubiegłym na tej samej stacji. Najwyższe temperatury powietrza w ciągu doby na stacjach meteorologicznych IBL wystąpiły na 5 stacjach w połowie lipca, na 5 stacjach w połowie sierpnia i na pojedynczych stacjach w połowie czerwca oraz pod koniec

sierpnia. Wartość maksymalną temperatury 37,2°C zarejestrowano 15 sierpnia w Chojnowie (tab. 12.3), była ona o 0,6°C niższa od najwyższej temperatury roku 2022 zmierzonej na stacji w Kruczu (ryc. 12.7). Najbardziej zróżnicowanym pod względem miesięcznych temperatur był czerwiec, w którym różnica średnich temperatur powietrza pomiędzy stacjami wyniosła 6,0°C. Natomiast najbardziej wyrównanym temperaturowo był październik, w którym różnica między najwyższą i najniższą średnią temperaturą miesięczną ze stacji wyniosła 3,4°C. (tab. 12.1).

Suma opadów zmierzonych na stacjach SPO MI z miesięcznego okresu pomiarowego zawierała się w przedziale wartości od 6,8 mm we wrześniu na stacji w Łącku do 315,9 mm w grudniu na stacji w Szklarskiej Porębie (tab. 12.1). Średnia miesięczna suma opadu ze stacji wyniosła 74,7 mm i była o 20,7 mm wyższa niż w roku 2022. W sezonie wegetacyjnym średnia miesięczna suma opadu ze stacji wyniosła 66,9 mm (wyższa o 2,3 mm w porównaniu do 2022), zaś w pozostałym okresie 82,5 mm miesięcznie (wyższa o 39,1 mm w porównaniu do 2022). Stosunek tych dwóch średnich jest korzystniejszy dla sezonu wegetacyjnego w roku 2022 w porównaniu do roku 2023, aczkolwiek nieznacznie wyższa suma opadów sezonu wegetacyjnego w 2023 r. wskazuje na korzystniejsze warunki wilgotnościowe w tym roku w porównaniu do roku 2022. W roku 2023 istotnie wyższy opad roczny dokonał się poza okresem wegetacyjnym. Średnia miesięczna opadów ze wszystkich stacji była najwyższa w sierpniu i wyniosła 130,3 mm. Najniższa średnia miesięczna opadów ze wszystkich stacji wystąpiła we wrześniu i wyniosła 34,8 mm. (tab. 12.1). Miesięczne sumy opadów poniżej 10 mm odnotowano we wrześniu na stacjach w Łącku (6,8 mm) i w Suwałkach (7,4 mm) (tab. 12.3). W porównaniu do roku 2022 w roku 2023 tak niski opad wystąpił na mniejszej liczbie stacji.

Roczne sumy opadów ze stacji wynosiły od 554,4 mm w Łącku do 1868,7 mm na stacji w Szklarskiej Porębie (ryc. 12.8).

Suma opadów w sezonie wegetacyjnym wyniosła od 244,7 mm w Łącku do 652,6 mm na stacji w Szklarskiej Porębie (ryc. 12.9). Na okres letni (od kwietnia do września) przypadło przeciętnie 45,5% rocznej sumy opadów. Udział sumy opadów, które wystąpiły w okresie letnim do sumy opadów całego roku wahał się od 34,9% w Szklarskiej Porębie do 56,2% w Piwnicznej.

Liczba okresów z co najmniej 14 dniami, w których suma opadów nie przekraczała 5 mm w sezonie wegetacyjnym roku 2023 oscylowała od czterech okresów w Łącku i Suwałkach, trzech w Gdańsku, Krotoszynie, Kruczu, Piwnicznej i Strzałowie do dwóch okresów na stacjach w Białowieży i Szklarskiej Porębie oraz jednego na stacjach w Chojnowie i Zawadzkiem. Sumaryczna liczba dni w okresach posuchy była największa w Suwałkach (79 dni), niewiele

niższa w Łącku (76 dni), a najmniejsza w Birczy (18 dni) (tab. 12.3). Najdłuższe okresy posuchy wystąpiły w sezonie wegetacyjnym w Kruczu (36 dni od 16.V), w Krotoszynie (30 dni od 16.V), w Gdańsku (29 dni od 17.V), w Strzałowie (27 dni od 18.V) i w Piwnicznej (26 dni od 19.V). Z powyższego wynika, że najsilniejsza susza na większości stacji notowana była w okresie od połowy maja do drugiej dekady czerwca 2023 r. (tab. 12.3).

Najwyższa dobowa suma opadu 99,7 mm zarejestrowana została 26 sierpnia 2023 roku na stacji w Piwnicznej (ryc. 12.1).

Średnia wilgotność względna powietrza ze wszystkich stacji Monitoringu Intensywnego, z całego okresu pomiarowego wynosiła 82,0%. W sezonie wegetacyjnym było to 74,4%, zaś poza sezonem wegetacyjnym 89,6%. Najniższa wilgotność powietrza wystąpiła w maju (66,4%), a najwyższa w styczniu (94,4%). Średnia roczna dla stacji zawierała się w przedziale wartości od 70,7% w Krotoszynie do 88,5% w Szklarskiej Porębie. Najniższa miesięczna wartość wilgotności powietrza okresu wegetacyjnego odnotowana została w lipcu na stacji w Krotoszynie (50,2%), a najwyższa w sierpniu w Gdańsku (89,4%) (tab. 12.1, ryc. 12.2).

Średnie promieniowanie całkowite z całego okresu pomiarowego zawierało się w przedziale wartości od 39,5 W/m² w Chojnowie do 116,1 W/m² w Łącku. W 2023 roku miesiącem o najsilniejszym średnim promieniowaniu był czerwiec, w którym przeciętne promieniowanie dla stacji wyniosło 192,7 W/m², zaś najslabsze promieniowanie wystąpiło w grudniu (8,6 W/m²). Średnia dla sezonu wegetacyjnego ze wszystkich stacji wyniosła 154,7 W/m², a dla pozostałej części roku 30,2 W/m². Najsilniejsze średnie miesięczne promieniowanie o wielkości 256,5 W/m² zmierzono w czerwcu w Krotoszynie, zaś najniższe w styczniu w Strzałowie 1,9 W/m² (tab. 12.1, ryc. 12.2).

Prędkość i kierunek wiatru. Ogółem na każdej stacji meteorologicznej w ciągu całego roku 2022 rejestrowano 52 560 uśrednionych 10 minutowych pomiarów prędkości i kierunku wiatru (tab. 12.2). Pogodę z wiatrem notowano najrzadziej na stacji w Suwałkach – 53% wszystkich pomiarów, a najczęściej na stacji w Gdańsku - 82%.

Na podstawie średnich prędkości wiatru i ilości zarejestrowanych wystąpień wiatru wiejącego z jednego z 16 kierunków sporządzono wykresy róży wiatrów (ryc. 12.4). Przeważające kierunki, z których wiały silne wiatry typowe dla poszczególnych stacji zamieszczono w tabeli 12.2. Wiatry z kierunków zachodnich dominowały w Chojnowie, Krotoszynie i Zawadzkiem. Wiatry południowe przeważały w Kruczu, Strzałowie i w Szklarskiej Porębie. Wiatry wiejące głównie z kierunków wschodnich rejestrowano w Łącku,

północnych w Birczy, a w Białowieży, Piwnicznej i Gdańsku dominowały wiatry z południowego-zachodu oraz z północnego-wschodu (tab. 12.2, ryc. 12.4).

Najwyższą wartość średnią dobowej maksymalnej prędkości wiatru (12,5 m/s) zarejestrowano 14 marca 2023 roku na stacji w Birczy, natomiast najwyższą maksymalną (w porywach) 42 m/s osiągnął wiatr 6 czerwca o godz. 3.10 na stacji w Gdańsku.

Porównanie warunków termicznych i opadowych w latach 2019 - 2023.

Porównując warunki termiczne i opadowe od roku 2019, który był najcieplejszym rokiem ostatniego pięciolecia na stacjach meteorologicznych Monitoringu Intensywnego z rokiem 2021, który był z kolei najchłodniejszy w badanym okresie, z danymi roku 2023 wyraźnie widać, że średnia roczna temperatura roku 2023 układała się dla większości stacji niewiele poniżej wartości roku 2019. Na dwóch stacjach, w Suwałkach i w Szklarskiej Porębie, średnie temperatury roczne były nawet wyższe niż w roku 2019 (ryc. 12.5). Najwyższe wartości średnich temperatur okresu wegetacyjnego dla stacji w latach 2019-2023 wystąpiły w latach 2019 i 2023, zaś temperatury roku 2022 były istotnie niższe i zbliżone do temperatur roku 2020 (ryc. 12.6). Temperatury maksymalne roku 2023 w są dla czterech stacji znacznie poniżej temperatur roku 2019 z wyjątkiem stacji w Szklarskiej Porębie, gdzie odnotowano temperaturę istotnie wyższą w porównaniu do roku 2019 (ryc. 12.7).

Rok 2023 pod względem opadów przedstawia się korzystniej w porównaniu z sumą opadów na większości stacji w latach 2019-2022. Oprócz stacji w Chojnowie i w Suwałkach na pozostałych stacjach odnotowano najwyższą roczną sumę opadów od 2019 roku. Dla większości stacji wyższą sumą opadów charakteryzował się sezon wegetacyjny roku 2021, a nawet 2020, oprócz stacji w Kruczu, gdzie opad sezonu wegetacyjnego był najwyższy w roku 2023. Sumy opadów na powierzchniach monitoringu intensywnego pozwalają określić rok 2023 jako wilgotny, a średnie temperatury powietrza jako wysokie na tle analizowanego pięciolecia (ryc. 12.5, 12.8).

Literatura:

Biuletyn Państwowej Służby Hydrologiczno-Meteorologicznej Rok 2023 Nr 13 (267) Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej Państwowy Instytut Badawczy.

Kaczorowska Z. 1962. Opady w Polsce w przekroju wieloletnim. Przegląd Geograficzny IG PAN Nr 33.

Tabela 12.1. Średnie wartości miesięczne temperatury powietrza, wilgotności i promieniowania oraz miesięczne sumy opadów – stacje meteorologiczne na SPO MI – 2023 r.

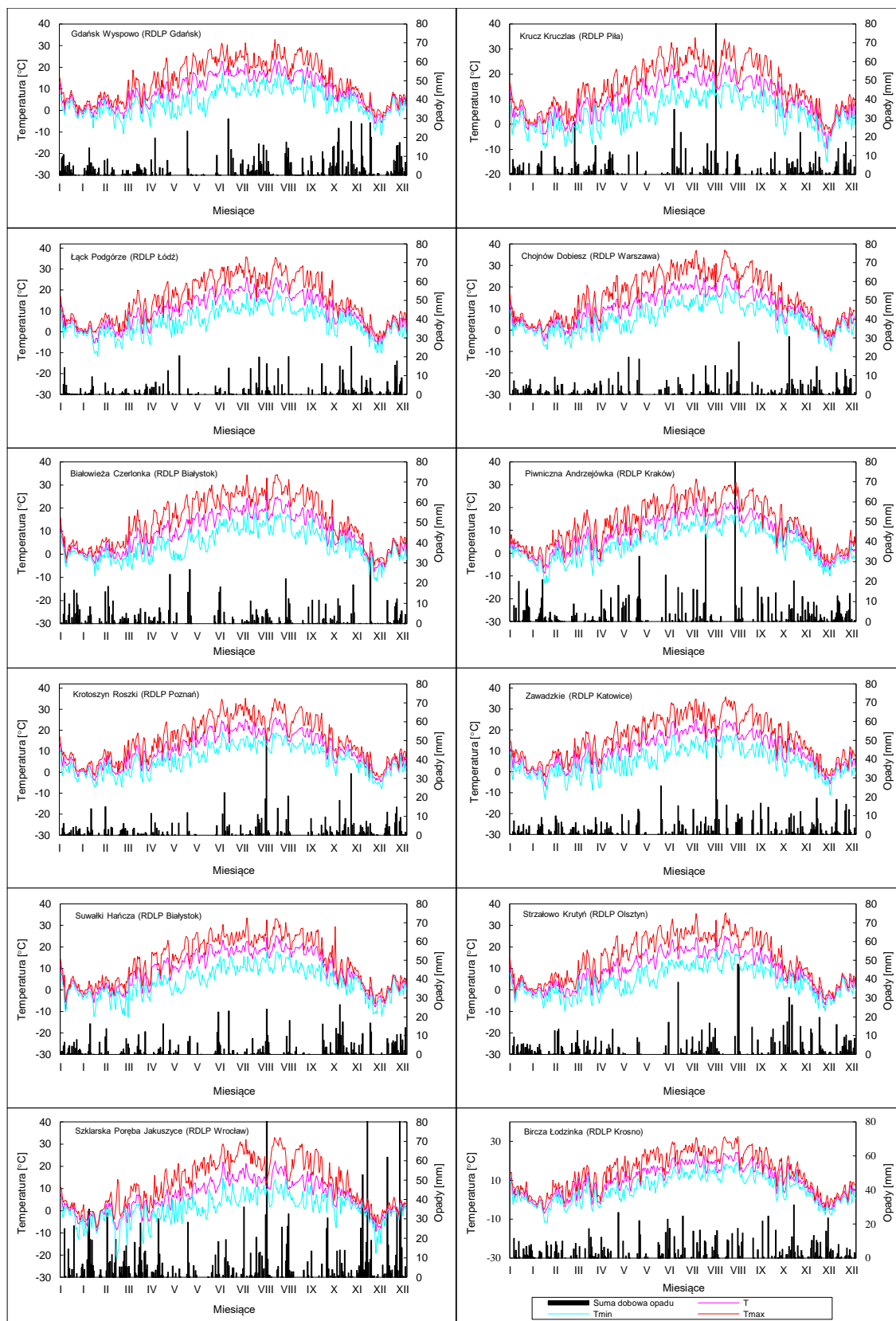
	Miesiąc											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
	Temp. +2 m [°C]											
Białowieża-Czerlonka	1,7	0,3	3,4	8,0	12,3	17,1	19,0	20,3	16,4	9,1	2,0	0,3
Piwniczna-Andrzejówka	-0,1	-1,5	3,3	5,3	11,1	15,2	17,9	18,4	15,9	9,5	1,9	-1,4
Bircza-Łodzinka	1,9	-0,3	4,4	6,6	12,4	16,2	19,1	20,1	17,2	11,4	3,3	0,8
Chojnów-Dobiesz	2,8	1,0	3,9	8,6	13,1	17,8	19,9	20,2	16,7	10,1	3,4	1,6
Gdańsk-Wyspowo	2,7	1,6	3,4	6,8	11,6	16,9	16,8	17,5	16,2	9,0	2,9	1,1
Krotoszyn-Roszki	3,1	2,0	4,9	8,0	13,4	19,0	20,7	19,9	18,1	11,0	4,1	2,6
Krucz-Kruczlas	3,0	1,5	4,0	7,5	12,5	17,8	18,7	18,4	16,7	10,2	3,9	2,4
Łąck-Podgórze	3,0	0,9	3,8	8,3	13,1	18,0	19,8	19,9	17,2	10,0	3,4	1,7
Strzałowo-Krutyń	1,5	0,4	2,6	7,8	12,6	17,6	18,4	19,4	16,0	8,3	1,7	0,8
Suwałki-Hańcza	0,7	-0,3	2,9	8,6	13,7	17,8	18,3	19,7	18,5	8,9	1,4	-0,1
Sz. Poręba-Jakuszyce	-1,0	-1,9	0,1	2,7	8,5	13,0	15,3	15,2	12,9	8,1	0,7	-0,9
Zawadzkie	2,9	1,5	4,9	7,6	12,9	17,8	20,0	19,8	17,2	11,5	4,6	1,9
Średnia	1,8	0,4	3,5	7,1	12,3	17,0	18,6	19,1	16,6	9,8	2,8	0,9
	Suma opadów [mm]											
Białowieża-Czerlonka	102	78	47	62	52	51	44	86	35	48	64	66
Piwniczna-Andrzejówka	104	66	30	83	104	52	123	124	71	73	72	91
Bircza-Łodzinka	73	76	70	79	47	107	101	105	88	100	89	75
Chojnów-Dobiesz	53	44	32	52	49	37	50	92	17	71	66	76
Gdańsk-Wyspowo	79	73	47	54	28	57	94	113	41	148	156	103
Krotoszyn-Roszki	43	50	35	39	23	53	42	139	13	76	83	84
Krucz-Kruczlas	53	43	76	70	25	84	49	178	11	75	81	90
Łąck-Podgórze	35	30	20	53	27	30	55	73	7	69	74	82
Strzałowo-Krutyń	72	59	69	52	16	64	75	142	25	145	87	87
Suwałki-Hańcza	62	50	57	40	31	75	26	84	7	144	68	101
Sz. Poręba-Jakuszyce	175	153	178	88	55	87	120	269	33	130	265	316
Zawadzkie	39	63	37	55	46	66	62	157	70	56	80	86
Średnia	74	65	58	61	42	64	70	130	35	94	99	105
	Wilgotność pow. +2 m [%]											
Białowieża-Czerlonka	89,8	81,6	76,0	71,9	60,8	69,0	69,1	74,2	77,4	86,7	88,3	91,3
Piwniczna-Andrzejówka	96,8	88,3	73,7	80,6	75,1	79,8	77,3	82,6	85,2	88,8	92,5	95,3
Bircza-Łodzinka	90,2	85,5	72,3	77,9	74,0	80,1	75,5	79,2	80,5	80,8	87,2	88,1
Chojnów-Dobiesz	93,8	84,5	78,5	72,8	65,2	68,7	65,4	77,0	82,4	88,3	89,4	91,5
Gdańsk-Wyspowo	96,4	95,2	87,8	81,0	68,1	72,1	82,0	89,4	88,2	94,0	93,3	94,0
Krotoszyn-Roszki	88,7	80,6	74,3	69,0	54,8	52,7	50,2	68,2	64,4	81,6	82,3	81,8
Krucz-Kruczlas	96,5	92,6	88,6	82,6	70,6	71,6	74,0	86,0	86,2	93,4	97,0	97,0
Łąck-Podgórze	96,3	91,2	84,6	77,6	65,6	68,1	68,9	79,2	79,5	89,9	93,9	95,7
Strzałowo-Krutyń	96,3	88,3	83,2	76,6	60,9	66,5	73,6	78,0	84,0	92,1	93,1	96,0
Suwałki-Hańcza	98,0	91,9	84,1	74,5	55,4	66,9	72,8	78,5	75,7	89,2	93,4	98,2
Sz. Poręba-Jakuszyce	98,3	98,1	89,0	87,2	77,7	78,9	77,0	85,8	83,7	92,2	97,9	96,1
Zawadzkie	92,1	86,7	78,6	77,4	68,6	70,1	72,4	80,1	81,9	88,2	91,0	92,7
Średnia	94,4	88,7	80,9	77,4	66,4	70,4	71,5	79,8	80,8	88,8	91,6	93,1
	Promieniowanie [W/m ²]											
Białowieża-Czerlonka	8,5	30,7	83,4	121,9	215,4	209,5	204,7	171,3	139,9	48,1	16,7	4,5
Piwniczna-Andrzejówka	7,8	43,8	103,2	100,9	159,1	174,9	180,7	162,7	138,7	70,2	21,4	3,9
Bircza-Łodzinka	8,5	31,0	81,5	90,1	152,4	148,5	162,6	137,8	101,7	56,3	19,9	13,1
Chojnów-Dobiesz	2,4	5,9	19,6	54,2	98,5	98,8	81,7	56,2	39,1	10,4	4,5	2,1
Gdańsk-Wyspowo	10,6	21,5	56,8	114,7	199,5	195,0	158,3	109,1	89,1	33,8	18,4	10,3
Krotoszyn-Roszki	12,6	32,5	72,5	137,9	235,0	256,5	235,8	181,9	150,0	48,9	16,9	9,0
Krucz-Kruczlas	10,8	36,1	62,3	92,0	157,5	163,5	151,9	109,9	110,0	45,0	21,5	8,7
Łąck-Podgórze	13,3	31,8	80,0	148,1	243,0	243,3	215,8	175,4	156,1	54,8	22,6	9,1
Strzałowo-Krutyń	1,9	10,2	25,7	56,0	180,0	215,3	201,0	206,9	133,1	109,9	42,5	19,3
Suwałki-Hańcza	10,7	33,0	74,8	116,7	212,1	224,4	205,7	154,5	124,0	45,1	17,4	10,2
Sz. Poręba-Jakuszyce	7,1	16,4	51,3	92,3	181,6	179,5	186,6	134,4	117,1	41,5	11,1	5,2
Zawadzkie	13,9	30,2	81,5	127,6	182,5	203,6	189,2	146,9	136,7	52,7	16,1	7,3
Średnia	9,0	26,9	66,1	104,4	184,7	192,7	181,2	145,6	119,6	51,4	19,1	8,6

Tabela 12.2. Udział pomiarów z wiatrem – stacje meteorologiczne na SPO MI –2023 r.

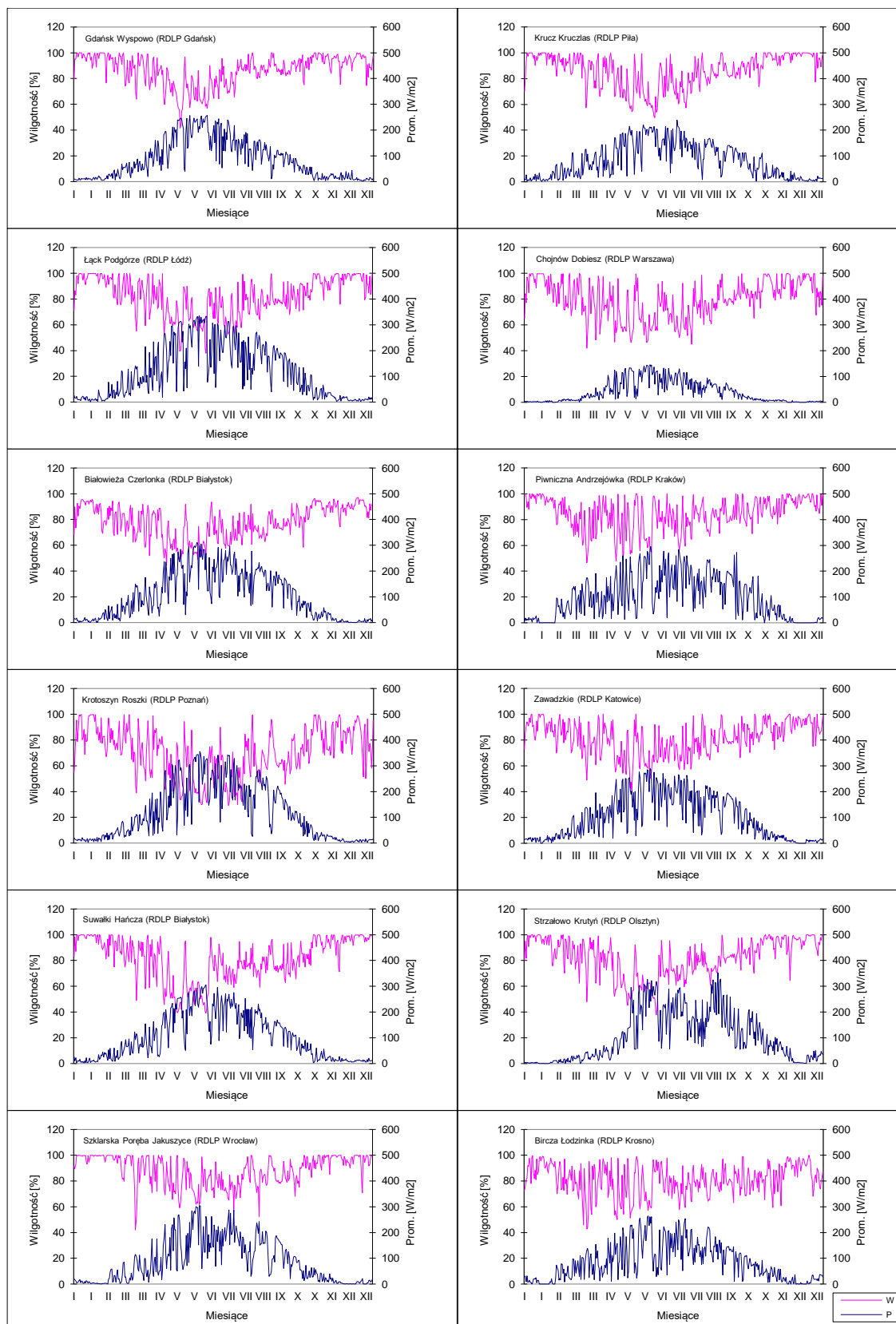
Stacja	Okres pomiarów	Liczba pomiarów			Dominujące kierunki wiatrów
		ogółem	z wiatrem	%	
Białowieża - Czerlonka	1.01-31.12.2023	52560	29892	57	S (7,2) S-SSW (6,1) N-NNE (5,4) N (5,0)
Piwniczna – Andrzejówka			34066	65	NE-NNE (29,7) NE (27,3) SW-SSW (19,3) SW (19,1)
Bircza-Łodzinka			35753	68	NNW-NNW (20,6) NW (16,4)
Chojnów-Dobiesz			28865	55	W-WNW (22,0) W(16,6) WNW (16,4)
Gdańsk-Wyspowo			43141	82	NW (9,0) WNW (7,9) SE-SSE (8,7) SSE (8,5)
Krotoszyn-Roszki			33390	64	WSW (38,2) W-WSW (29,9)
Krucz-Kruczlas			39847	76	SW-WSW (14,9) SW (11,9) WSW (10,3)
Łąck-Podgórze			30735	59	ESE-SE (13,5) SE (12,8)
Strzałowo-Krutuń			35022	67	S-SSE (9,8)
Suwałki-Hańcza			27954	53	NNW (26,7) SSE (25,2)
Szklarska Poręba- Jakuszyce			40913	78	SW-SSW (26,7) SSW (25,5)
Zawadzkie			30309	58	W (12,7) W-WSW (12,0) SSW (11,0)

Tabela 12.3. Temperatury maksymalne oraz co najmniej 14 dniowe okresy bez opadów, bądź z minimalnymi opadami w sezonie wegetacyjnym (IV-IX) na SPO MI w 2023 r.

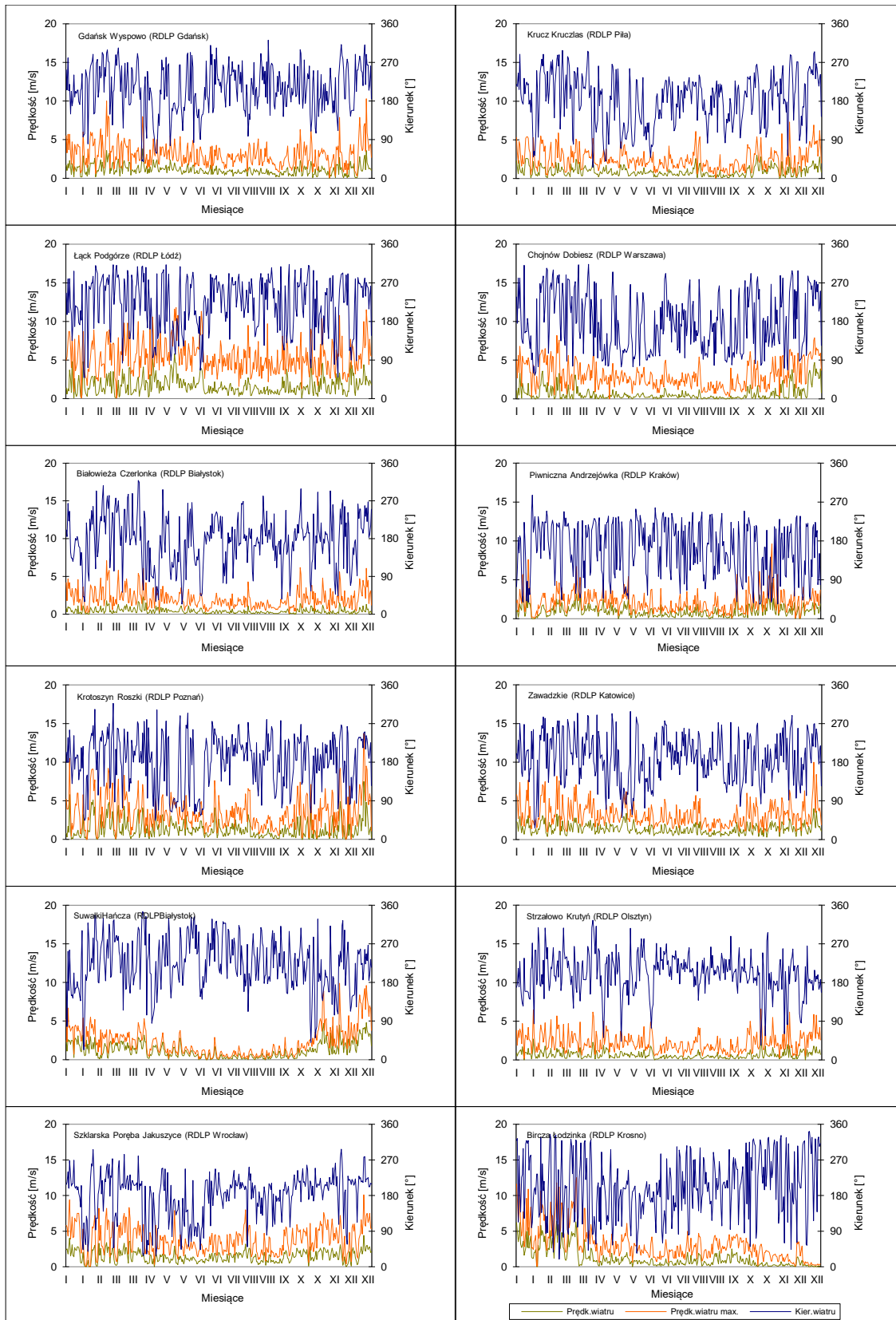
SPO MI	Data wystąpienia Tmax	Tmax [°C]	OKRESY MIN. 14 DNI Z OPADAMI < 5mm		
			Okres	Liczba dni posuchy	Opad [mm]
BIĄŁOWIEŻA	2023-08-17	34,5	18.05-11.06 31.08-18.09	25 19	4,0 3,9
BIRCZA	2023-08-29	32,4	19.05-05.06	18	3,8
CHOJNÓW	2023-08-15	37,2	18.05-08.06	22	3,0
GDAŃSK	2023-08-15	32,8	25.04-14.05 17.05-14.06 09-25.08	20 29 17	3,8 3,6 3,3
KROTOSZYN	2023-07-15	35,2	16.05-14.06 11-25.07 30.08-21.09	30 15 23	4,4 4,9 4,4
KRUCZ	2023-07-15	34,5	20.04-05.05 16.05-20.06 01-18.09	16 36 18	3,9 4,8 2,3
ŁĄCK	2023-07-15	35,8	07-25.05 26.05-12.06 28.06-12.07 30.08-22.09	19 18 15 24	4,5 1,3 4,4 4,2
PIWNICZNA	2023-07-16	32,5	19.05-13.06 02-25.08 03-18.09	26 24 16	3,6 3,7 2,8
STRZAŁOWO	2023-08-16	35,8	27.04-14.05 18.05-13.06 08.08-25.08	18 27 18	1,4 0,9 2,5
SUWAŁKI	2023-16-07	33,5	01-14.04 26.05-14.06 09-26.08 7.09-03.10	14 20 18 27	4,9 2,3 1,5 1,6
SZKLARSKA POR.	2023-08-14	32,9	24.05-09.06 04-17.09	17 14	3,8 3,6
ZAWADZKIE	2023-08-16	35,8	18.05-08.06	22	2,2



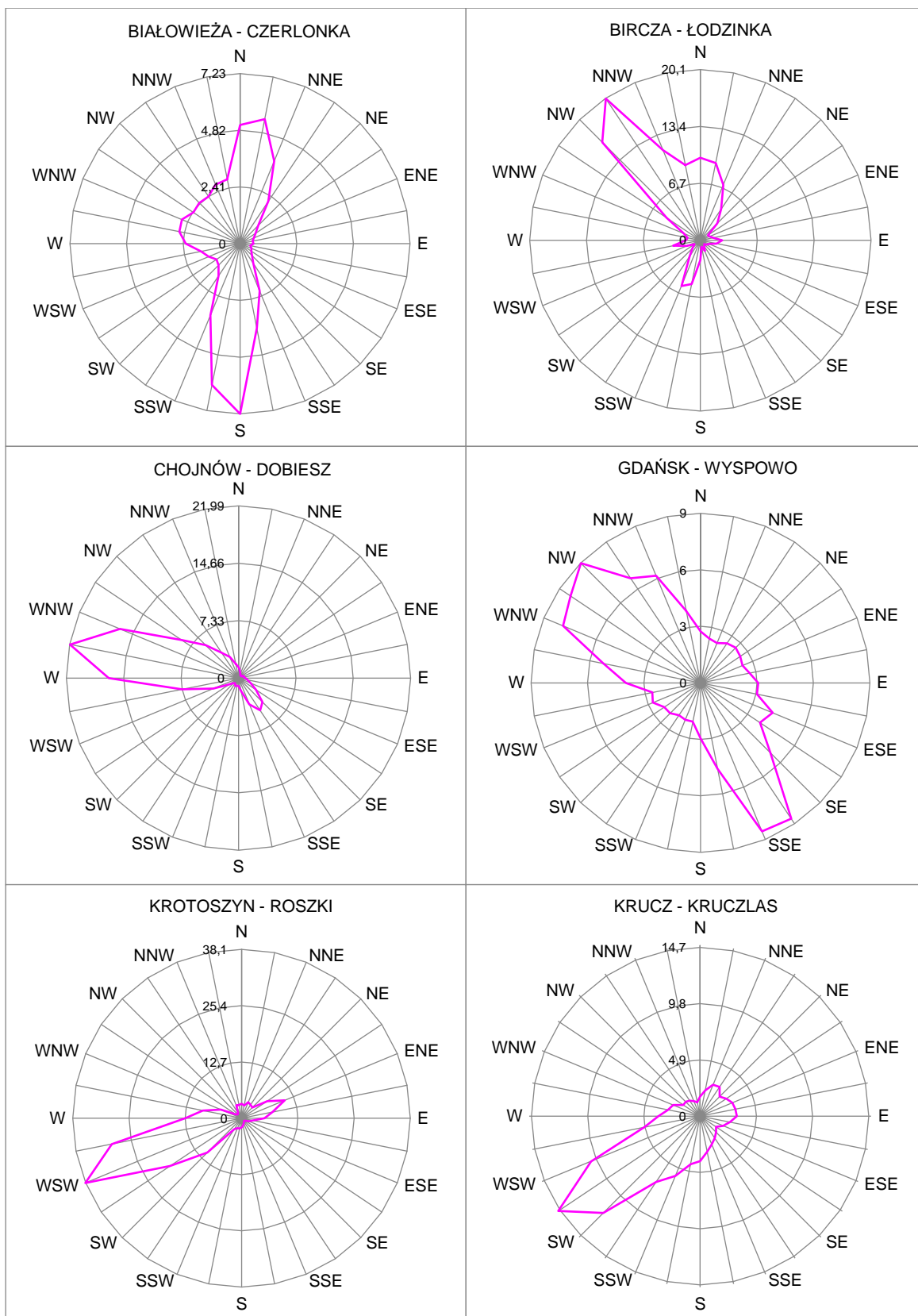
Rycina 12.1. Średnie dobowe i ekstremalne temperatury powietrza (na wys. 2 m nad ziemią) oraz dobowe sumy opadów atmosferycznych mierzone na stacjach meteorologicznych monitoringu lasu w 2023 r.



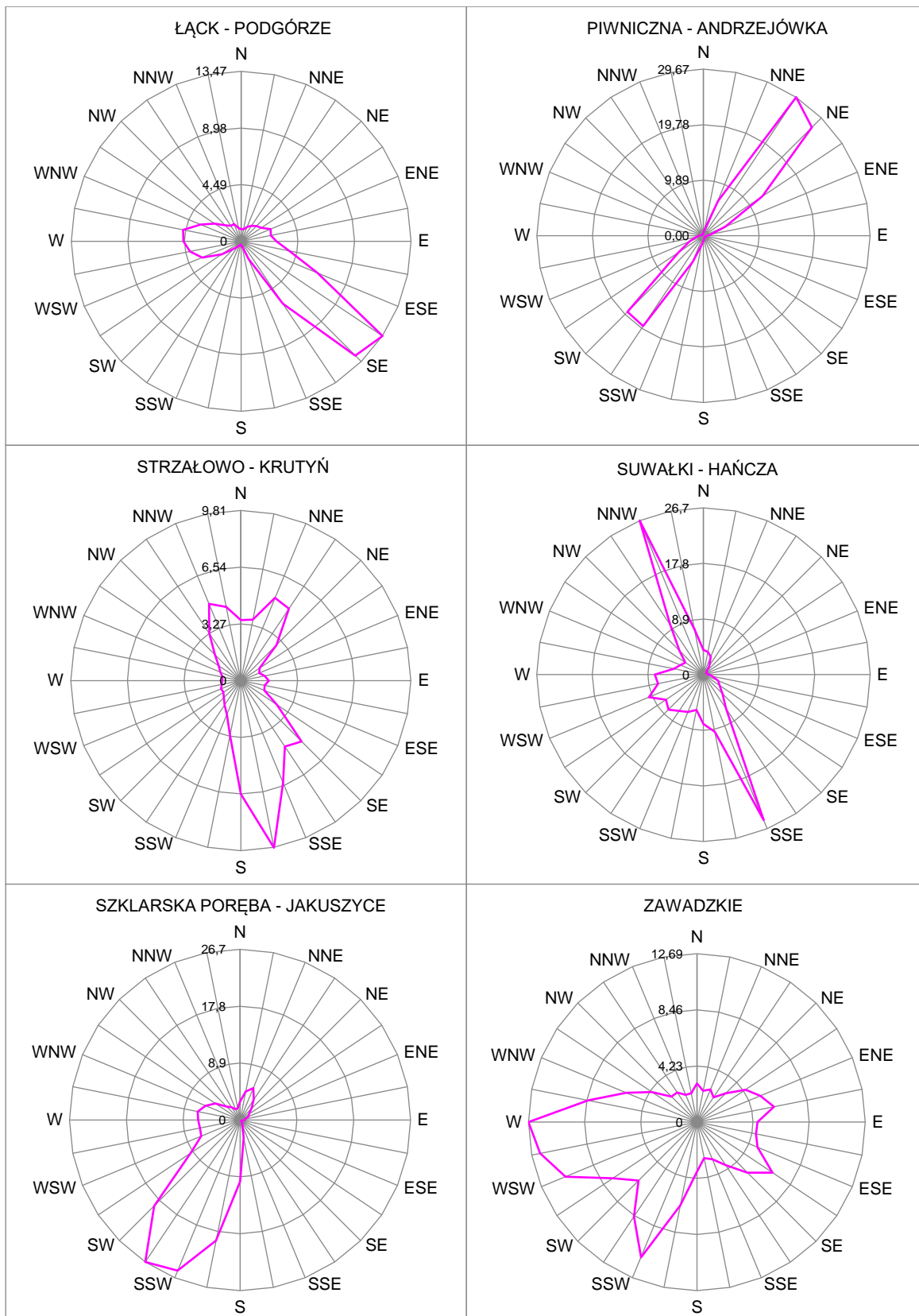
Rycina 12.2. Wilgotność względna powietrza na wysokości 2 m nad ziemią oraz całkowite promieniowanie padające, mierzone na stacjach meteorologicznych SPO MI w 2023 r.



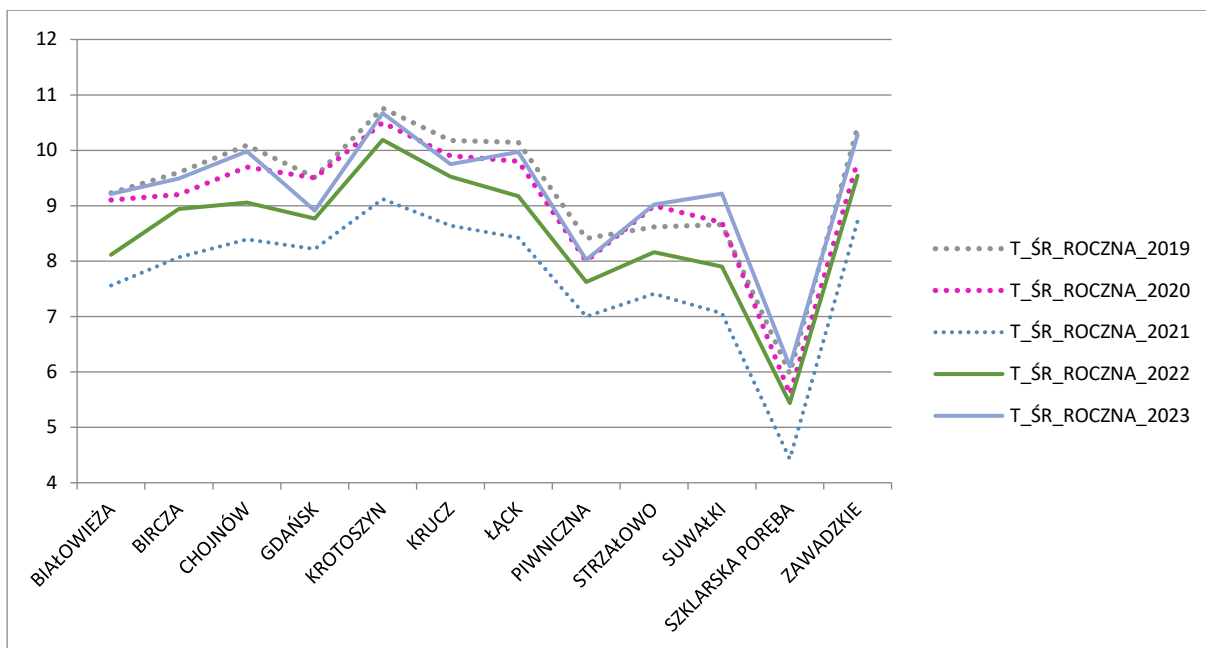
Rycina 12.3. Prędkość wiatru średnia dobowo i maksymalna oraz kierunek wiatru mierzone na stacjach meteorologicznych monitoringu lasu w 2023 r.



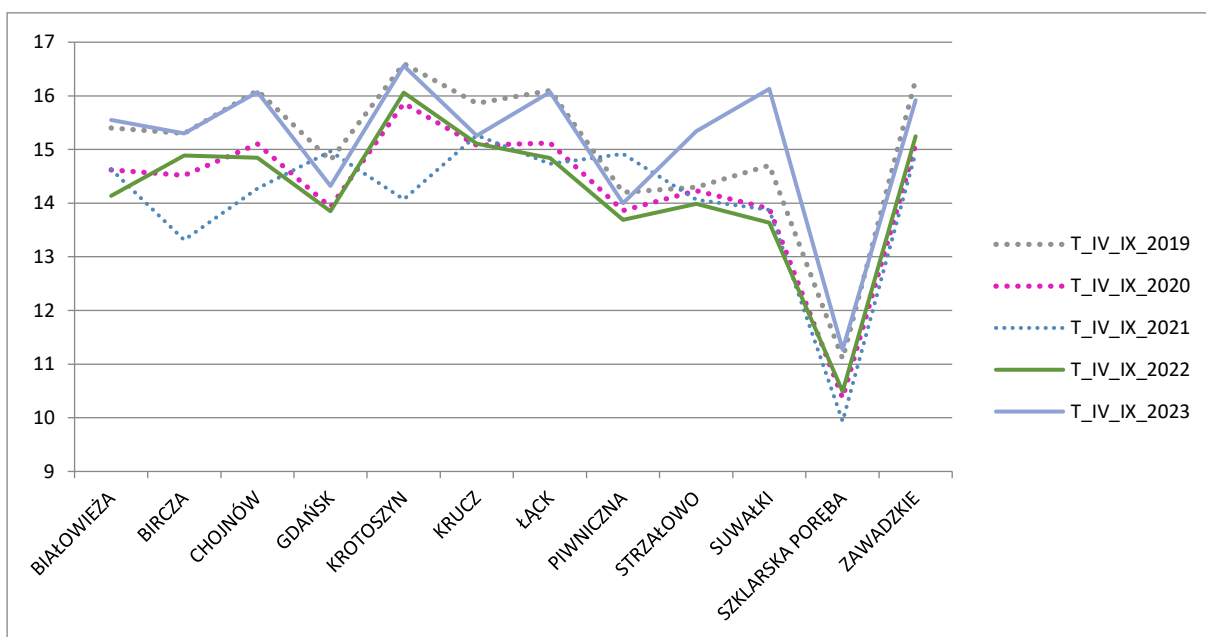
Rycina 12.4. Róża wiatrów mierzonych na automatycznych stacjach meteorologicznych MI w roku 2023.



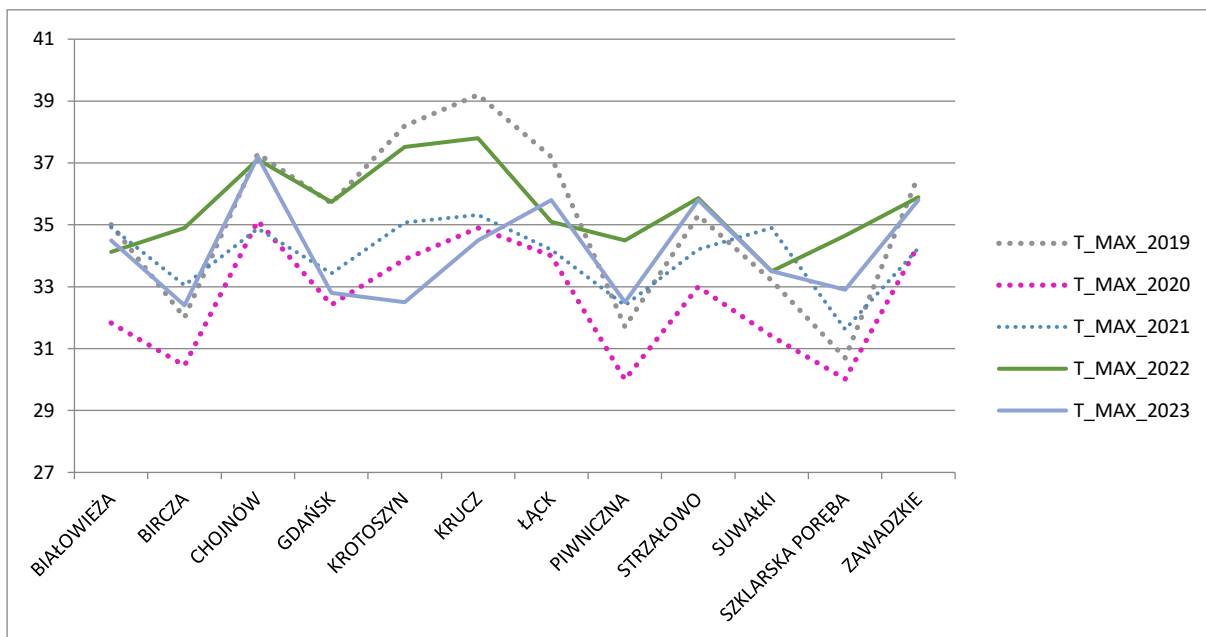
Rycina 12.4 cd



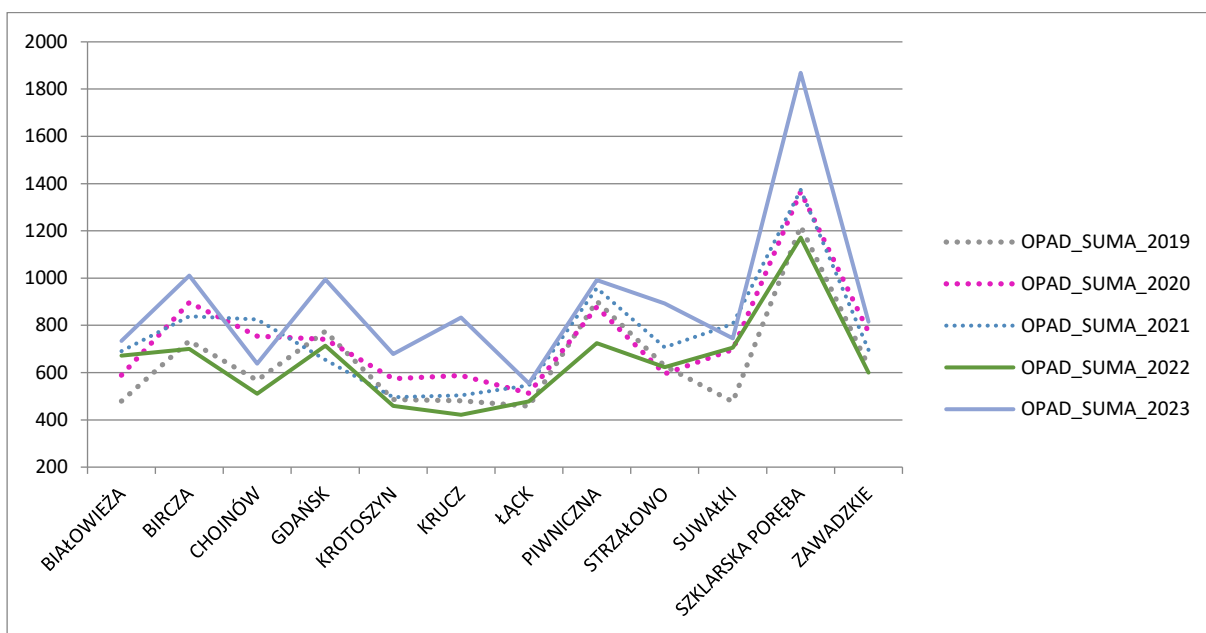
Rycina 12.5. Temperatury średnie roczne na stacjach MI w latach 2019-2023



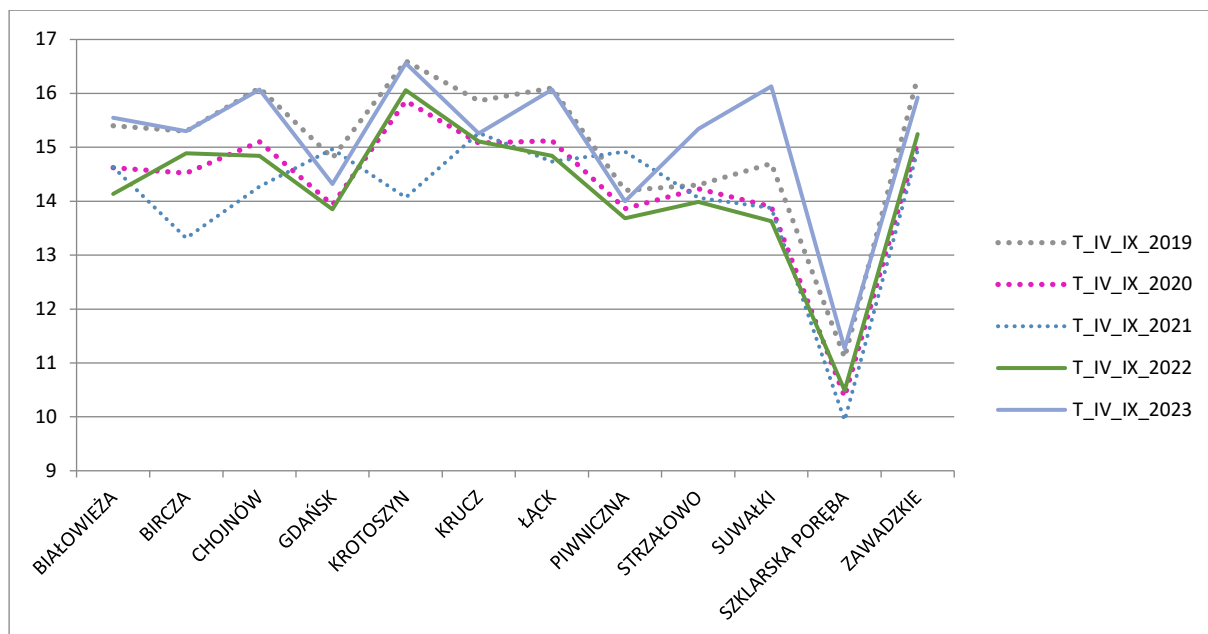
Rycina 12.6. Temperatury średnie okresu wegetacyjnego na stacjach MI w latach 2019-2023



Rycina 12.7. Temperatury maksymalne na stacjach MI w latach 2019-2023



Rycina 12.8. Sumy opadów rocznych na stacjach MI w latach 2019-2023



Rycina 12.9. Sumy opadów okresu wegetacyjnego na stacjach MI w latach 2019-2023

13. POZIOM STĘŻENIA NO₂ I SO₂ W POWIETRZU NA TERENACH LEŚNYCH – ANNA KOWALSKA

Zakwaszanie i eutrofizacja - dwa zjawiska niekorzystne dla ekosystemów - są skutkiem szkodliwego działania zanieczyszczeń powietrza na lasy. Według zaktualizowanych prognoz Centrum Zintegrowanych Szacunków Modelowych (CIAM) powstałych przy współpracy z Centrum Koordynacji Skutków Ładunków i Poziomów Krytycznych (CCE) w ramach Konwencji w sprawie Transgranicznego Zanieczyszczenia Powietrza na Dalekie Odległości – LRTAP (Posh i in., 2018), do 2030 roku spodziewa się, że zagrożenie ekosystemów leśnych zakwaszaniem zmaleje przy pełnym wdrożeniu przepisów Dyrektywy w sprawie redukcji krajowych emisji niektórych rodzajów zanieczyszczeń atmosferycznych (tzw. Dyrektywy NEC). Przekroczenie ładunków krytycznych kwasowości może w tym okresie obejmować około 10% powierzchni ekosystemów lądowych Polski, głównie lasów. Eutrofizacja stanowić będzie nadal poważne zagrożenie, a przekroczenie ładunków krytycznych będzie dotyczyć połowy powierzchni ekosystemów kraju. Również na obszarach podlegających ochronie (np. Natura 2000) zagrożenie eutrofizacją dotknie 45% ich powierzchni, a zagrożenie zakwaszeniem – 8% (Posh i in. 2018).

Głównymi składnikami gazowymi powietrza odpowiedzialnymi za wymienione procesy są dwutlenek siarki i związki azotu. Są one emitowane do atmosfery z różnych źródeł. Do niedawna – gdy emisje antropogeniczne były nasilone - uważało się, że emisje naturalne (wybuchy wulkaniczne, rozkład biomasy, pożary, wyładowania atmosferyczne) dostarczały zaledwie ułamka ilości SO₂ i tlenków azotu (NO_x) w porównaniu z aktywnością człowieka (Colville 2004). Nowsze doniesienia bazujące na inwentaryzacji źródeł i emisji metodami satelitarnymi wskazują, że np. w 2014 roku emisje gazów wulkanicznych wraz z erupcjami wulkanicznymi miały około 32% udziału (wobec 25% udziału dekadę wcześniej, w 2005 roku) w globalnej emisji dwutlenku siarki (Fioletov i in. 2016), wskutek tego, że wielkość emisji np. z elektrowni i kopalń znacząco zmalała. Pomimo redukcji emisji tlenków azotu w minionych latach, źródła antropogeniczne NO_x nadal w ogromnym stopniu dominują nad naturalnymi (Lin 2012, US. EPA 2018). Emisje troposferyczne NO_x szacowane metodą obserwacji satelitarnych w silnie zaludnionych obszarach miejskich maleją w ostatniej dekadzie przeważnie w Europie Zachodniej, pozostając na stałym poziomie w Europie Centralnej i Wschodniej (Fortems-Cheiney i in. 2021).

Według danych statystycznych w 2021 roku wyemitowano w Polsce do atmosfery 392 tys. ton dwutlenku siarki oraz 591 tys. ton tlenków azotu (wyrażone jako NO₂) (Mały Rocznik Statystyczny Polski 2023, GUS 2023). Na przestrzeni ponad 30 lat (1990-2021) emisje dwutlenku siarki zmniejszyły się o 85% a tlenków azotu o 47% (Krajowy bilans emisji... 2023). Głównymi źródłami tlenków azotu są obecnie transport (32% emisji), przemysł energetyczny (23% emisji) oraz inne sektory (m.in. emisja z gospodarstw domowych) (20%). Podstawowym i niemal wyłącznym źródłem emisji SO₂ jest spalanie paliw stałych, głównie węgla w źródłach stacjonarnych (Krajowy bilans emisji... 2023).

W zakres badań jakości powietrza na Stałych Powierzchniach Obserwacyjnych Monitoringu Intensywnego wchodzi oznaczenia stężeń głównych zanieczyszczeń gazowych: dwutlenku siarki i dwutlenku azotu metodą pasywną z użyciem próbników dyfuzyjnych typu Amaya, z trietanolaminą jako substancją aktywną (Krochmal i Kalina 1997a, 1997b). Próbniki eksponowane są w cyklach miesięcznych na otwartych przestrzeniach przyłesnych. Roczne i sezonowe stężenia obliczane są jako średnie ważone długością okresów ekspozycji próbników. Średnie miesięczne stanowią średnią arytmetyczną z pomiarów trzech próbników eksponowanych w tym samym okresie w jednej lokalizacji, po odrzuceniu wyników odstających i wątpliwych. Okres zimowy obejmował miesiące od października do marca, natomiast okres obejmujący pozostałe miesiące roku zdefiniowano jako sezon letni. W celu kontroli czystości stosowanych odczynników oraz wpływów środowiskowych w trakcie przechowywania i transportu próbników do badań analizowano w każdym miesiącu tzw. ślepe próby, tj. próbniki nie eksponowane. Wszystkie ślepe próby dostarczały wyników poniżej granic oznaczalności metody. Można zatem przyjąć, że warunki środowiskowe występujące w trakcie przygotowania próbników do badań, pobierania próbek oraz transportu i przechowywania przed badaniami nie zakłócały znacząco wyników badań.

Ze względu na charakter danych i potwierdzony testem Shapiro-Wilka brak zgodności z rozkładem normalnym dla stężeń zanieczyszczeń gazowych, w analizie statystycznej stosowano testy nieparametryczne dla potwierdzenia testowanych hipotez:

- ANOVA rang Kruskala-Wallisa, następnie wielokrotne porównanie średnich rang dla wartości miesięcznych w celu oceny różnic między powierzchniami pod względem stężeń poszczególnych gazów, tj. porównania powierzchni pod względem stężeń NO₂ i SO₂,
- test Manna-Whitneya do oceny różnic w stężeniu gazów między półroczem letnim i zimowym na poszczególnych powierzchniach.

Obliczenia statystyczne wykonano w pakiecie oprogramowania STATISTICA wersja 10 (StatSoft Inc. 2011).

13.1. Dwutlenek siarki

Średnie wartości stężeń dwutlenku siarki przedstawiono na rycinie 13.1. Podobnie jak w latach poprzednich, w grupie nadleśnictw zlokalizowanych w Polsce północno-wschodniej (Białowieża, Gdańsk, Suwałki i Strzałowo) występowały niskie średnie roczne stężenia dwutlenku siarki (poniżej $0,7 \mu\text{g m}^{-3}$). W Szklarskiej Porębie, Chojnowie, Piwnicznej, Kruczu, i Łącku średnio w ciągu roku stężenie SO_2 wynosiło od 0,8 do $1,0 \mu\text{g m}^{-3}$. Średnio rocznie notowano powyżej $1,0 \mu\text{g m}^{-3}$ w nadleśnictwach Bircza, Zawadzkie i Krotoszyn (odpowiednio $1,2 \mu\text{g m}^{-3}$, $1,2 \mu\text{g m}^{-3}$ i $1,3 \mu\text{g m}^{-3}$). Stężenia szczególnie w Zawadzkiem i Krotoszynie były istotnie wyższe niż na powierzchniach, gdzie notowano najniższe poziomy SO_2 , tj. w Strzałowie i Białowieży ($p \leq 0,05$, test Kruskala-Wallisa z wielokrotnym porównaniem średnich rang, Tab. 13.2).

W porównaniu z rokiem 2022 średnie roczne stężenia SO_2 zmalały na każdej powierzchni, z wyjątkiem Strzałowa, gdzie nastąpił wzrost o 6%. Najbardziej znaczący spadek stężeń zanotowano w Zawadzkiem, Szklarskiej Porębie i Łącku, gdzie stężenie w 2023 roku spadło odpowiednio o 37%, 35% i 32% w porównaniu do wartości z roku poprzedniego oraz w Birczy i Piwnicznej, gdzie zmalało odpowiednio o 24% i 20%. Na pozostałych powierzchniach stężenia SO_2 stanowiły od 84 do 95% wartości notowanych w roku 2022. Niskie stężenia SO_2 w nadleśnictwach Polski północno-wschodniej wynikają m.in. z warunków demograficznych i stopnia uprzemysłowienia regionów. Województwa podlaskie i warmińsko-mazurskie mają najniższą w kraju gęstość zaludnienia oraz niską emisję gazowych zanieczyszczeń powietrza, w tym emisję dwutlenku siarki z zakładów szczególnie uciążliwych dla jakości powietrza (Rocznik Statystyczny Województw 2023), co znajduje odzwierciedlenie w jakości powietrza w lasach.

Miesięczne stężenia SO_2 na SPO MI mieściły się w przedziale $0,3\text{--}3,2 \mu\text{g m}^{-3}$. Rozkład stężeń w kolejnych miesiącach roku (ryc. 13.2) wykazuje bardzo niewielkie różnice między miesiącami okresu zimowego a letniego, wynikające z różnic temperatury i użycia paliw grzewczych emitujących związki siarki w chłodnej porze roku. W okresie zimowym podwyższone stężenia SO_2 występowały przeważnie w grudniu, lutym i styczniu (mediana odpowiednio $1,2 \mu\text{g m}^{-3}$ i $1,1 \mu\text{g m}^{-3}$ i $1,0 \mu\text{g m}^{-3}$), przy średnich stężeniach miesięcznych w całym okresie zimowym od października do marca między $0,3 \mu\text{g m}^{-3}$ a $2,0 \mu\text{g m}^{-3}$ i medianie dla okresu zimowego wynoszącej $0,8 \mu\text{g m}^{-3}$.

W miesiącach letnich od kwietnia do września wartości miesięczne minimalne wynosiły $0,3 \mu\text{g m}^{-3}$, maksymalne $3,2 \mu\text{g m}^{-3}$, a mediana dla okresu $0,8 \mu\text{g m}^{-3}$.

Wzorem lat poprzednich, z wyjątkiem roku 2019, zaobserwowano zależność między stężeniami SO_2 a średnią temperaturą powietrza.

Rozkład miesięcznych stężeń SO_2 na powierzchniach SPO MI przedstawiono na rycinie 13.3. Według średnich za okres zimowy stężenia układały się w porządku malejącym dla nadleśnictw:

Bircza > Zawadzkie > Piwniczna, Krotoszyn > Krucz, Łąck > Chojnów > Szklarska Poręba, Gdańsk > Białowieża > Suwałki > Strzałowo.

Średnie sezonu letniego układały się w porządku malejącym:

Krotoszyn > Zawadzkie > Łąck > Strzałowo > Krucz, Bircza, Chojnów > Piwniczna, Suwałki, Szklarska Poręba > Białowieża > Gdańsk.

Mediany stężeń miesięcznych okresów w sezonach letnich i zimowych nie różniły się dla SPO MI, z wyjątkiem median dla Strzałowa, Birczy i Piwnicznej (tab.13.1).

Obwieszczenie Ministra Klimatu i Środowiska z dnia 12 kwietnia 2021 r. (Dz. U. z dn. 5 maja 2021 r., poz. 845) ustala poziom dopuszczalny SO_2 ze względu na ochronę roślin dla roku kalendarzowego i pory zimowej (okres od 1 października do 31 marca) na poziomie $20 \mu\text{g m}^{-3}$. Średnie roczne stężenia SO_2 na SPO MI zawierały się w granicach $0,62 - 1,26 \mu\text{g m}^{-3}$, co stanowiło od 3% do 6% wartości dopuszczalnej. W porze zimowej zakres stężeń wynosił od $0,28 \mu\text{g m}^{-3}$ do $2,08 \mu\text{g m}^{-3}$, tj. od 3% do 10% wartości dopuszczalnej, nie stwierdzono zatem stężeń stwarzających bezpośrednie zagrożenie dla ochrony roślin.

13.2. Dwutlenek azotu

Średnie wartości stężeń dwutlenku azotu na SPO MI przedstawiono na rycinie 13.4. Po okresie spadków stężeń w roku 2019 i 2020 i wzroście w roku 2022 (o 8 - 24%), stężenia pozostały na stabilnym poziomie. Na trzech powierzchniach (Strzałowo, Łąck i Suwałki) nastąpił niewielki wzrost stężeń o 1% - 5% w stosunku do roku 2022. Na pozostałych dziewięciu zaobserwowano niewielki spadek stężeń (od 2 do 7%) i tylko w Birczy spadek był większy i wyniósł 17%, natomiast w Chojnowie nie nastąpiły istotne zmiany. W 2023 roku średnie roczne stężenia NO_2 stanowiły od 83 do 105% wartości z roku 2022. Warto zaznaczyć, że stężenia NO_2 w ostatnich latach – choć podlegają fluktuacjom – pozostają na względnie stałym poziomie. W siedmioletnim okresie (2017 – 2023) bilans zmian nie był większy niż 9%

do 10 % - ze spadkami obserwowanymi na sześciu powierzchniach i wzrostami również na sześciu.

Powierzchnie SPO MI istotnie różniły się pod względem stężeń NO_2 . Szereg istotnych różnic wystąpił pomiędzy stężeniami NO_2 w grupie powierzchni o wysokim zanieczyszczeniu tlenkami azotu: Chojnowie, Łącku i Krotoszynie (rejon Polski centralnej i zachodniej), a stężeniami na powierzchniach zlokalizowanych w rejonach północno-wschodnich (Strzałowo, Białowieża, Gdańsk, Suwałki) i w górach (Piwniczna, Bircza, Szklarska Poręba), gdzie zanieczyszczenia były niższe (tab. 13.2). Podobnie jak w poprzednich latach badań, w nadleśnictwach Polski północnej i północno-wschodniej: Białowieża ($3,1 \mu\text{g m}^{-3} \text{rok}^{-1}$), Strzałowo ($3,3 \mu\text{g m}^{-3} \text{rok}^{-1}$), Suwałki ($3,9 \mu\text{g m}^{-3} \text{rok}^{-1}$) i Gdańsk ($4,5 \mu\text{g m}^{-3} \text{rok}^{-1}$), a także w rejonach podgórskich i górskich: Bircza, Piwniczna i Szklarska Poręba (odpowiednio $3,2$, $3,4$ i $3,8 \mu\text{g m}^{-3} \text{rok}^{-1}$) występowały średnio rocznie niższe stężenia NO_2 niż w Krotoszynie Łącku i Chojnowie (od $6,6$ do $10,3 \mu\text{g m}^{-3} \text{rok}^{-1}$).

Podobnie jak w poprzednich latach najwyższe średnie roczne stężenia NO_2 występowały w rejonach Polski centralnej: w Chojnowie ($10,3 \mu\text{g m}^{-3}$) i Łącku ($7,7 \mu\text{g m}^{-3}$) oraz Polski zachodniej w Krotoszynie ($6,6 \mu\text{g m}^{-3}$) i południowej w Zawadzkiem ($6,2 \mu\text{g m}^{-3}$). Punkt pomiarowy w Chojnowie jest zlokalizowany w pobliżu drogi wojewódzkiej nr 873 i drogi krajowej nr 79, w odległości około 20 km w kierunku południowym od aglomeracji warszawskiej, stąd poziom stężeń NO_2 może wynikać z dużego natężenia ruchu drogowego. Powierzchnia w Łącku usytuowana jest w odległości około 4–5 km w kierunku południowo-zachodnim od Płocka, dużego ośrodka przemysłu rafineryjnego. Drugim potencjalnym źródłem zanieczyszczeń powietrza jest ruch samochodowy na drodze krajowej nr 60, przebiegającej w odległości około 800 m w kierunku południowym od powierzchni. Kolejna powierzchnia o wysokim poziomie stężeń NO_2 położona jest w Nadleśnictwie Zawadzkie na Górnym Śląsku, w rejonie o największej w skali kraju gęstości zaludnienia oraz wysokiej urbanizacji i uprzemysłowieniu. Choć do wielkości emisji tlenków azotu (NO_x) przyczyniają się głównie procesy spalania paliw, znaczącym źródłem NO_x w powietrzu może być również emisja z gleb (Fowler i in. 2015). W Wielkopolsce, gdzie całkowite zużycie mineralnych nawozów azotowych oraz zużycie nawozów mineralnych jest najwyższe w Polsce oraz przy intensywnej produkcji zwierzęcej (Rocznik Statystyczny Rolnictwa GUS 2023), wysokie stężenia NO_2 na terenach Nadleśnictwa Krotoszyn można tłumaczyć emisją z gleb, wtórnymi procesami utleniania w powietrzu amoniaku pochodzenia rolniczego oraz natężeniem procesów spalania w sektorze rolniczym oprócz lokalnych źródeł przemysłowych.

Średnie miesięczne stężenia dwutlenku azotu wahały się w granicach od 1,6 do 13,9 $\mu\text{g m}^{-3}$ i wykazywały sezonowość. Na większości powierzchni obserwowano istotną ($p \leq 0,05$) ujemną zależność stężenia NO_2 i temperatury: ze spadkiem temperatury wzrastało średnie miesięczne stężenie NO_2 .

Najwyższe miesięczne stężenie NO_2 zanotowano we wrześniu i grudniu w Chojnowie (odpowiednio 13,9 i 13,3 $\mu\text{g m}^{-3} \text{ m}^{-1}$) i nieco niższe w listopadzie lub grudniu w Zawadzkim, Łącku i Krotoszynie (11,1 – 12,0 $\mu\text{g m}^{-3} \text{ m}^{-1}$) (ryc. 13.5, 13.6). Stężenia niższe niż 3 $\mu\text{g m}^{-3} \text{ m}^{-1}$ występowały przeważnie między marcem lub kwietniem a sierpniem lub wrześniem w Strzałowie i Białowieży w Polsce północno-wschodniej oraz w rejonach górskich w Piwnicznej, Birczy i Szklarskiej Porębie. Istotne różnice między medianami miesięcznych stężeń dla okresów letnich i zimowych wystąpiły na niemal wszystkich powierzchniach, z wyjątkiem Gdańska i Chojnowa (tab. 13.1).

Średnie stężenia NO_2 w sezonie letnim (kwiecień – wrzesień) układały się w porządku malejącym dla nadleśnictw:

Chojnów > Łąck > Krotoszyn > Zawadzkie > Gdańsk, Krucz > Suwałki > Strzałowo > Bircza > Szklarska Poręba > Białowieża > Piwniczna.

Stężenia średnie dla okresu zimowego (styczeń-marzec i październik-grudzień) były od 1,1 do 2,4 razy wyższe niż dla okresu letniego. Układały się w porządku malejącym:

Chojnów > Łąck > Zawadzkie > Krotoszyn > Krucz > Gdańsk > Szklarska Poręba > Piwniczna > Suwałki > Strzałowo, Bircza > Białowieża.

Średnie wartości stężeń NO_2 wynosiły w roku 2023 od 3,1 do 10,3 $\mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3} \text{ rok}^{-1}$, tj. odpowiednio od 10 do 34% wartości dopuszczalnej poziomu tlenków azotu. Wartość dopuszczalna została określona dla tlenków azotu Obwieszczeniem Ministra Klimatu i Środowiska z dnia 12 kwietnia 2021 r. (Dz. U. z dn. 5 maja 2021 r., poz. 845) dla roku kalendarzowego ze względu na ochronę roślin na poziomie 30 $\mu\text{g m}^{-3}$.

13.3. Depozycja gazowych związków siarki i azotu

Na podstawie średnich stężeń rocznych i sezonowych oszacowano ładunek N i S, jaki był deponowany na SPO MI w 2023 roku (ryc. 13.7). Obliczenia wykonano przyjmując za Thimonier i in. (2005), że prędkość osadzania SO_2 dla powierzchni leśnych wynosi 8 mm s^{-1} , zaś za Rihm (1996), że prędkość osadzania NO_2 dla drzewostanów liściastych wynosi 3 mm s^{-1} i 4 mm s^{-1} dla drzewostanów iglastych.

Gazowa depozycja siarki wyniosła w nadleśnictwach Polski północno-wschodniej: Strzałowie, Białowieży, Suwałkach i Gdańsku $0,8 \text{ kg S} \cdot \text{ha}^{-1} \text{ rok}^{-1}$. W Polsce centralnej w Chojnowie i Łącku, w Wielkopolsce w Kruczu, w Sudetach w Szklarskiej Porębie oraz w Beskidzie w Piwnicznej wynosiła $0,9 - 1,2 \text{ kg S ha}^{-1} \text{ rok}^{-1}$, w Birczy i Zawadzkiem $1,4 - 1,5 \text{ kg S ha}^{-1} \text{ rok}^{-1}$, a Wielkopolsce w Krotoszynie $1,6 \text{ kg S ha}^{-1} \text{ rok}^{-1}$.

Najmniejszą depozycję azotu – $0,9 \text{ kg ha}^{-1} \text{ rok}^{-1}$ – odnotowano w Birczy, w rejonie podkarpackim, a dość niską również w Białowieży, Strzałowie, Gdańsku w Polsce północno-wschodniej oraz w Karpatach w Piwnicznej: $1,2 - 1,3 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ rok}^{-1}$. Niskie ilości – $1,5 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ rok}^{-1}$ – zostały odnotowane w nadleśnictwach położonych w Polsce północnej i północno-wschodniej w Suwałkach i w Sudetach w Szklarskiej Porębie. Pośrednie ilości – $1,9 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ rok}^{-1}$ – otrzymały powierzchnie w Kruczu i Krotoszynie. W Łącku depozycja wyniosła $2,2 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ rok}^{-1}$, w Zawadzkiem $2,4 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ rok}^{-1}$, a najwyższa była w Chojnowie: $4,0 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ rok}^{-1}$.

Od 53 do 72% rocznej depozycji N oraz od 35 do 66% depozycji S przypadało na okres zimowy.

13.4. Podsumowanie

Wśród powierzchni monitoringu intensywnego można wyodrębnić trzy grupy różniące się sumarycznym obciążeniem zanieczyszczeniami gazowymi. Łączna depozycja siarki i azotu z atmosfery jest niska w nadleśnictwach Polski północnej i północno-wschodniej, tj. w Białowieży, Gdańsku, Strzałowie i Suwałkach ($2,0 - 2,3 \text{ kg N+S ha}^{-1} \text{ rok}^{-1}$). Według danych GUS, emisja w ilościach bezwzględnych dwutlenku siarki i tlenków azotu z zakładów szczególnie uciążliwych w województwach podlaskim i warmińsko-mazurskim należy do najniższych w skali kraju (Rocznik Statystyczny Województw GUS 2023). Antropopresja wywoływana głównie przez źródła rolnicze i rozproszone lokalne nie jest tak dużym obciążeniem dla ekosystemów leśnych jak w innych rejonach kraju. W województwie pomorskim, gdzie położna jest SPO MI Gdańsk, emisje gazowych zanieczyszczeń powietrza również należą do niższych w kraju. Pomimo względnej bliskości aglomeracji trójmiejskiej (ok. 10 km od SPO) wpływ urbanizacji na stan powietrza na powierzchni w Nadleśnictwie Gdańsk jest umiarkowany. Wyniki prac modelowych prowadzonych w ramach CLRTAP (Slootweg i in. 2014) wskazują, że narażenie północnych rejonów Polski na przekroczenia ładunków krytycznych kwasowości i eutrofizacji jest niewielkie.

Powierzchnie zlokalizowane w górach i na pogórzcu: Szklarska Poręba, Piwniczna i Bircza wyróżniają się dość niskimi wartościami sumarycznej depozycji N-NO₂ i S-SO₂ ($2,4 -$

2,5 kg N+S ha⁻¹ rok⁻¹). W województwie podkarpackim, na terenie którego położona jest SPO MI Bircza, ogólna emisja SO₂ i NO_x z zakładów szczególnie uciążliwych jest kilkakrotnie niższa niż w województwach mazowieckim, wielkopolskim i opolskim, gdzie zlokalizowane są SPO MI z grupy o wyższym poziomie zanieczyszczeń (Rocznik statystyczny województw 2023). Stosunkowo wysokiej – na tle innych SPO MI – depozycji SO₂ w Birczy towarzyszyła szczególnie niska depozycja NO₂. Wysoka lesistość (powyżej 60%), małe zaludnienie i niski współczynnik urbanizacji na Podkarpaciu są prawdopodobnymi przyczynami ogólnie niskiego sumarycznego poziomu zanieczyszczeń gazowych, co było obserwowane na powierzchni w Birczy również w latach poprzednich.

W Wielkopolsce: w Kruczu i Krotoszynie oraz w Łącku obciążenie sumarycznym ładunkiem zanieczyszczeń gazowych było pośrednie i wyniosło odpowiednio 3,0, 3,5 i 3,5 kg N+S ha⁻¹. Sumaryczna depozycja gazowa przeważnie zmniejszyła się w stosunku do roku 2022 na większości SPO MI, szczególnie w Zawadzkiem, Birczy i Szklarskiej Porębie gdzie zmalała o odpowiednio 22%, 21% i 18%.

Od lat najbardziej obciążone zanieczyszczeniami atmosferycznymi są SPO w Zawadzkiem i w Chojnowie. W roku 2023 depozycja wynosiła tam odpowiednio 3,9 i 5,0 kg N+S ha⁻¹. W Chojnowie za wysoki depozyt gazowy (N-NO₂ + S-SO₂) odpowiadają głównie zanieczyszczenia azotowe, osiągające najwyższy poziom spośród badanych SPO MI. Przyczyną wysokich stężeń zanieczyszczeń gazowych jest prawdopodobnie komunikacja samochodowa i sąsiedztwo Warszawy, która plasuje się w czołówce miast o dużym zagrożeniu środowiska emisjami. Powierzchnia w Zawadzkiem zlokalizowana jest na granicy województw opolskiego i śląskiego, w najgęściej zaludnionej części kraju, o wysokim wskaźniku urbanizacji i uprzemysłowieniu. Poziomy emisji według danych GUS należą na Śląsku do najwyższych w Polsce, ponadto są w skali kraju w niewielkim stopniu zatrzymane w urządzeniach do redukcji zanieczyszczeń, tj. 29,5% zatrzymanych zanieczyszczeń gazowych w 2022 roku w zestawieniu ze średnią dla Polski 75,7% (Rocznik statystyczny województw 2023).

Do rejonów Polski centralnej, na których depozycja gazowych zanieczyszczeń była pośrednia i wysoka, należą nadleśnictwa: Chojnów, Zawadzkie, Krotoszyn, Łąck i Krucz. Pokrywają się z obszarami, na których istnieje ryzyko przekroczeń ładunków krytycznych eutrofizacji i zakwaszenia. Przekroczenia ładunków oszacowane dla roku 2020 wskazują, że w tych rejonach kraju zagrożenie dla ekosystemów ze strony zanieczyszczeń powietrza siarką i azotem utrzymuje się nawet po wdrożeniu ustaleń zrewidowanego Protokołu z Göteborga (Slootweg i in. 2014, Geupel i in. 2022). Według scenariuszy dla roku 2030 przekroczenia

ładunków krytycznych kwasowości nadal będą dotyczyć niektórych zachodnio-centralnych rejonów Polski (1-3% obszarów ekosystemów), natomiast zagrożenie eutrofizacją na dużym obszarze kraju nie zniknie nawet do 2050 roku, obejmując w zależności od scenariusza od 10% do 49% obszarów ekosystemów (Geupel i in. 2022).

Literatura

- Colville, R. N. (2004). Emisje, dyspersje i transformacje atmosferyczne. [W:] Zanieczyszczenie powietrza a życie roślin. Red.: Bell J.N.B, Treshow M., Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa, pp 29-50.
- Fioletov, V.E., McLinden, C.A., Krotkov, N., Li, C., Joiner, J., Theys, N, Carn, S., & Moran, M.D. (2016). A global catalogue of large SO₂ sources and emissions derived from the Ozone Monitoring Instrument. *Atmospheric Chemistry and Physics*, 16, 11497–11519, doi:10.5194/acp-16-11497-2016.
- Fortems-Cheiney, A., Broquet, G., Pison, I., Saunois, M., Potier, E., Berchet, A., et al. (2021). Analysis of the anthropogenic and biogenic NO_x emissions over 2008–2017: Assessment of the trends in the 30 most populated urban areas in Europe. *Geophysical Research Letters*, 48, e2020GL092206. <https://doi.org/10.1029/2020GL092206>
- Fowler, D., Steadman, C. E., Stevenson, D., Coyle, M., Rees, R. M., Skiba, U. M., Sutton, M. A., Cape, J. N., Dore, A. J., Vieno, M., Simpson, D., Zaehle, S., Stocker, B. D., Rinaldi, M., Facchini, M. C., Flechard, C. R., Nemitz, E., Twigg, M., Erisman, J. W., Butterbach-Bahl, K., and J. N. Galloway (2015). Effects of global change during the 21st century on the nitrogen cycle. *Atmospheric Chemistry and Physics*, 15, 13849–13893, doi:10.5194/acp-15-13849-2015.
- Geupel, M., Loran, C., Scheuschner, T., Wohlgenuth, L. (2022) CCE Status Report 2022. Coordination Centre for Effects (CCE), German Environment Agency, Dessau, Germany.
- Krajowy bilans emisji SO₂, NO_x, CO, NH₃, NMLZO, pyłów, metali ciężkich i TZO za lata 1990-2020. Raport syntetyczny (2022), Ministerstwo Klimatu. Instytut Ochrony Środowiska – Państwowy Instytut Badawczy, Krajowy Ośrodek Bilansowania i Zarządzania Emisjami, Warszawa. [dostęp: 21 maja 2023 r.] https://www.kobize.pl/uploads/materialy/materialy_do_pobrania/krajowa_inwentaryzacja_emisji/Bilans_emisji_za_2020.pdf
- Krochmal, D. & Kalina A. (1997a). Technical note. A method of nitrogen dioxide and sulphur dioxide determination in ambient air by use of passive samplers and ion chromatography. *Atmospheric Environment* 31(20): 3473–3479
- Krochmal, D. & Kalina, A. (1997b). Measurements of nitrogen dioxide and sulphur dioxide concentrations in urban and rural areas of Poland using a passive sampling method. *Environmental Pollution* 96(3): 401-7.
- Lin., J.-T. (2012) Satellite constraint for emissions of nitrogen oxides from anthropogenic, lightning and soil sources over East China on a high-resolution grid. *Atmospheric Chemistry and Physics* 12, 2881–2898, doi:10.5194/acp-12-2881-2012
- Mały Rocznik Statystyczny Polski 2023, Główny Urząd Statystyczny, Warszawa 2023 [dostęp: 12 marca 2024] https://stat.gov.pl/download/gfx/portalinformacyjny/pl/defaultaktualnosci/5515/1/25/1/maly_rocznik_statystyczny_polski_2023.pdf
- Obwieszczenie Ministra Klimatu i Środowiska z dnia 12 kwietnia 2021 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu rozporządzenia Ministra Środowiska w sprawie poziomów niektórych substancji w powietrzu (Dziennik Ustaw z dn. 5 maja 2021 r., poz. 845).

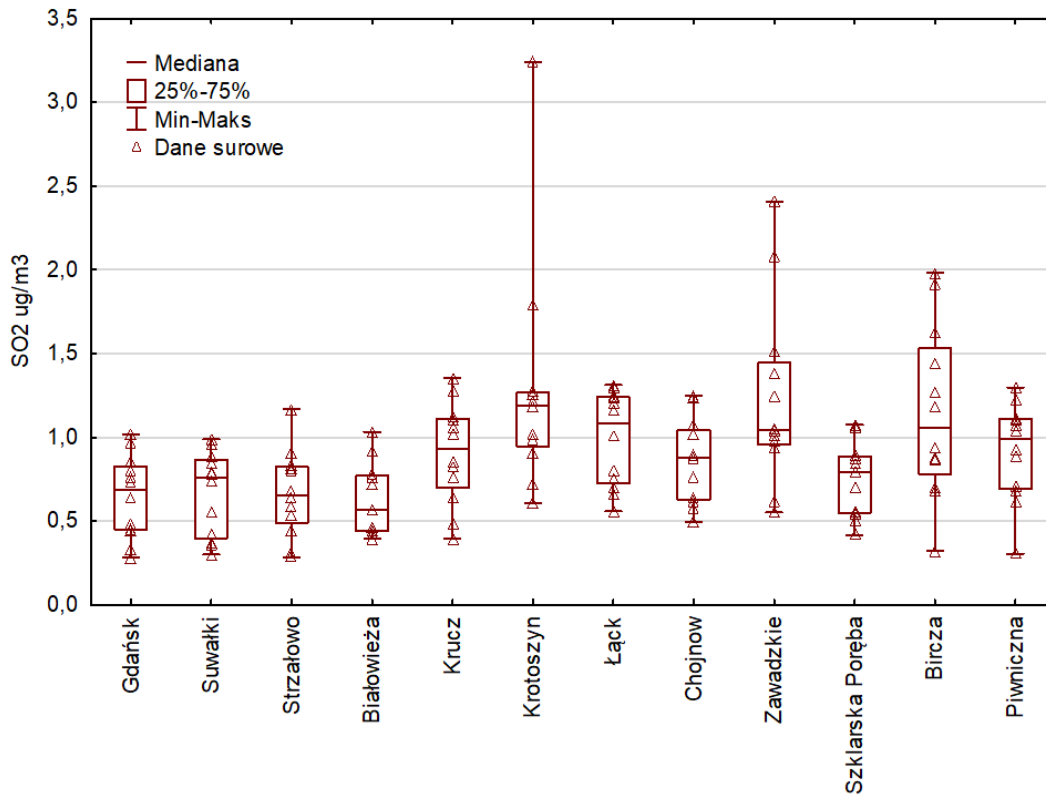
- Posch, M., Sander, R., Schöpp, W. & Amann, M. The 2017 critical loads data: Differences to earlier estimates and implications for current and future ecosystems protections. CIAM Report 1/2018. [dostęp: 31 maja 2023]
https://previous.iiasa.ac.at/web/home/research/researchPrograms/air/policy/CIAM-2018_report.pdf
- Rihm, B. (1996). Critical Loads of Nitrogen and their Exceedances. Eutrophying Atmospheric Deposition. Report on mapping critical loads of nutrient nitrogen for Switzerland, produced within the work programme under the Convention on Long- Range Transboundary Air Pollution of the United Nations Economic Commission for Europe (UN/ECE). Federal Office of Environment, Forests and Landscape (FOEFL), Berne, pp. 74.
- Rocznik Statystyczny Rolnictwa 2023, Główny Urząd Statystyczny, Zakład Wydawnictw Statystycznych, Warszawa 2023 [dostęp: 16 maja 2024]
https://stat.gov.pl/download/gfx/portalinformacyjny/pl/defaultaktualnosci/5515/6/17/1/rocznik_statystyczny_rolnictwa_2023_2_2.pdf
- Rocznik Statystyczny Województw 2023, Główny Urząd Statystyczny, Zakład Wydawnictw Statystycznych, Warszawa 2023 [dostęp: 16 maja 2024]
https://stat.gov.pl/download/gfx/portalinformacyjny/pl/defaultaktualnosci/5515/4/18/1/rocznik_statystyczny_wojewodztw_2023.pdf
- Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 24 sierpnia 2012 r. w sprawie poziomów niektórych substancji w powietrzu. Dziennik Ustaw z dn. 18 września 2012, poz. 1031.
- Slootweg, J., Posch, M., Hettelingh, J.-P., & Mathijssen, L. (Eds.) (2014). Modelling and Mapping impacts of atmospheric deposition on plant species diversity in Europe: CCE Status Report 2014, Coordination Centre for Effects, www.wge-cce.org
- StatSoft, Inc. (2011). STATISTICA (data analysis software system), version 10. www.statsoft.com.
- Thimonier, A., Schmitt, M., Waldner, P., & Rihm, B. (2005). Atmospheric Deposition on Swiss Long-Term Forest Ecosystem Research (LWF) Plots. Environmental Monitoring and Assessment, 104(1-3), 81–118.
- U.S. EPA. (2018). Data from the 2014 National Emissions Inventory, Version 2. Accessed 2018. <https://www.epa.gov/air-emissions-inventories/2014-national-emissions-inventory-nei-data>.

Tabela 13.1. Wyniki testu Manna Whitneya dla średniego stężenia SO₂ i NO₂ w miesiącach okresu letniego (N=6) i zimowego (N=6). Kursywą i pogrubioną czcionką zaznaczono istotne różnice (p≤0,05) między medianą okresu letniego i zimowego

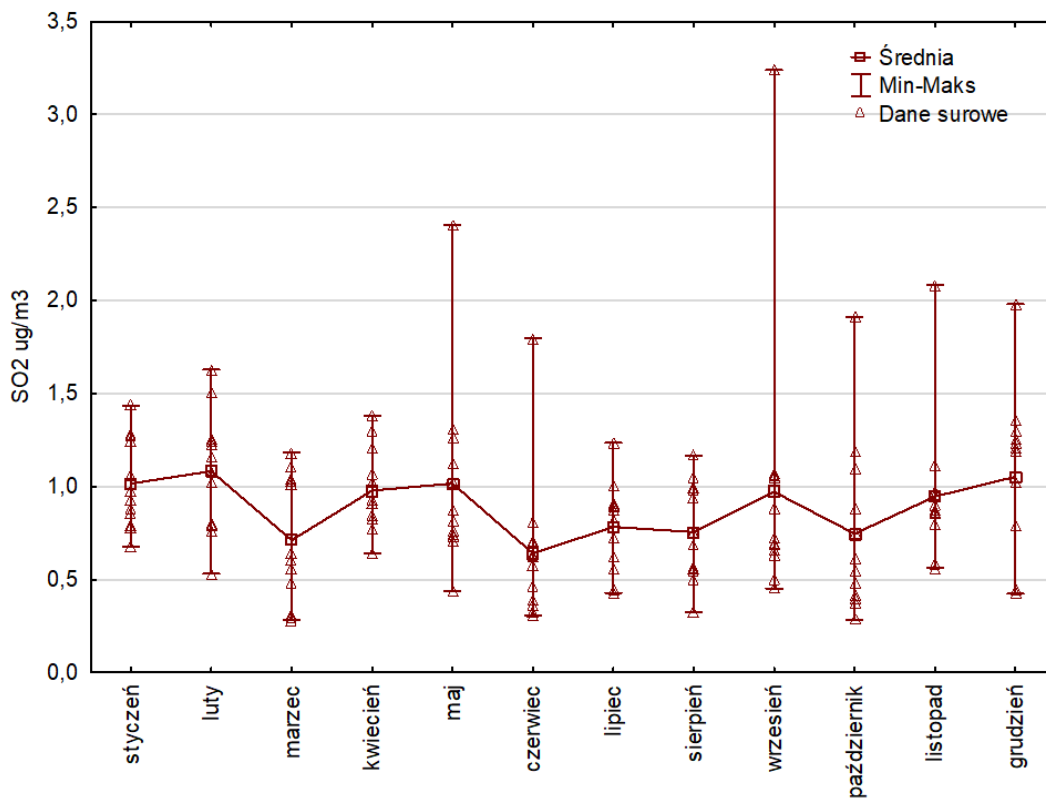
Nadleśnictwo	SO ₂		NO ₂	
	wartość statystyki U	p dla prób o małej liczebności	wartość statystyki U	p dla prób o małej liczebności
Gdańsk	9	0,1797	7	0,0931
Suwałki	13	0,4848	5	0,0411
Strzałowo	1	0,0043	0	0,0022
Białowieża	15	0,6991	1	0,0043
Krucz	10	0,2403	0	0,0022
Krotoszyn	15	0,6991	5	0,0411
Łąck	17	0,9372	3	0,0152
Chojnow	14	0,5887	11	0,3095
Zawadzkie	17	0,9372	0	0,0022
Szklarska Poręba	16	0,8182	0	0,0022
Bircza	4	0,0260	0	0,0022
Piwniczna	4	0,0260	0	0,0022

Tabela 13.2. Istotność różnic (p≤0,05) stężeń gazowych zanieczyszczeń powietrza między powierzchniami SPO MI. Wyniki testu ANOVA Kruskala-Wallisa

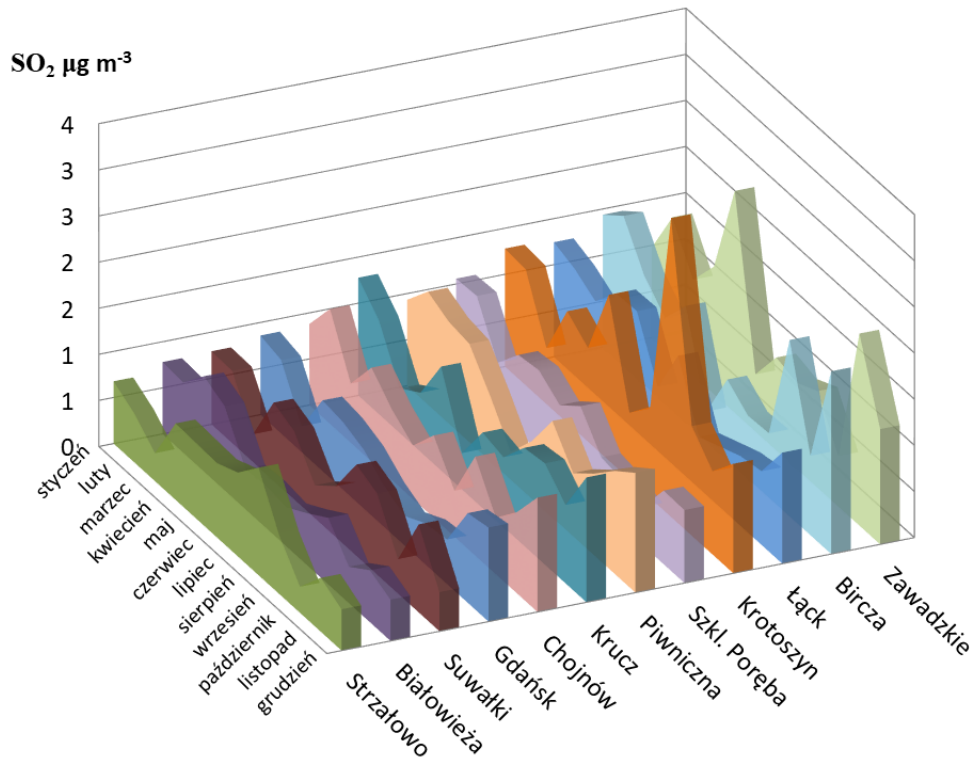
Test	NO ₂		SO ₂			
Kruskala-Wallisa:	H (11, N=144) = 81,13 p =,0000	p dla porównań dwustronnych	H (11, N=144) = 41,31 p =,0000	p dla porównań dwustronnych		
	Chojnów	Gdańsk	0,0079	Krotoszyn	Strzałowo	0,0335
	Chojnów	Suwałki	0,0006	Krotoszyn	Białowieża	0,0132
	Chojnów	Strzałowo	0,0000	Zawadzkie	Białowieża	0,0219
	Chojnów	Białowieża	0,0000			
	Chojnów	Krucz	0,0398			
	Chojnów	Szklarska Poręba	0,0001			
	Chojnów	Bircza	0,0000			
	Chojnów	Piwniczna	0,0000			
	Łąck	Strzałowo	0,0017			
	Łąck	Białowieża	0,0004			
	Łąck	Szklarska Poręba	0,0104			
	Łąck	Bircza	0,0010			
	Łąck	Piwniczna	0,0015			
	Krotoszyn	Strzałowo	0,0173			
	Krotoszyn	Białowieża	0,0045			
	Krotoszyn	Bircza	0,0104			
	Krotoszyn	Piwniczna	0,0151			



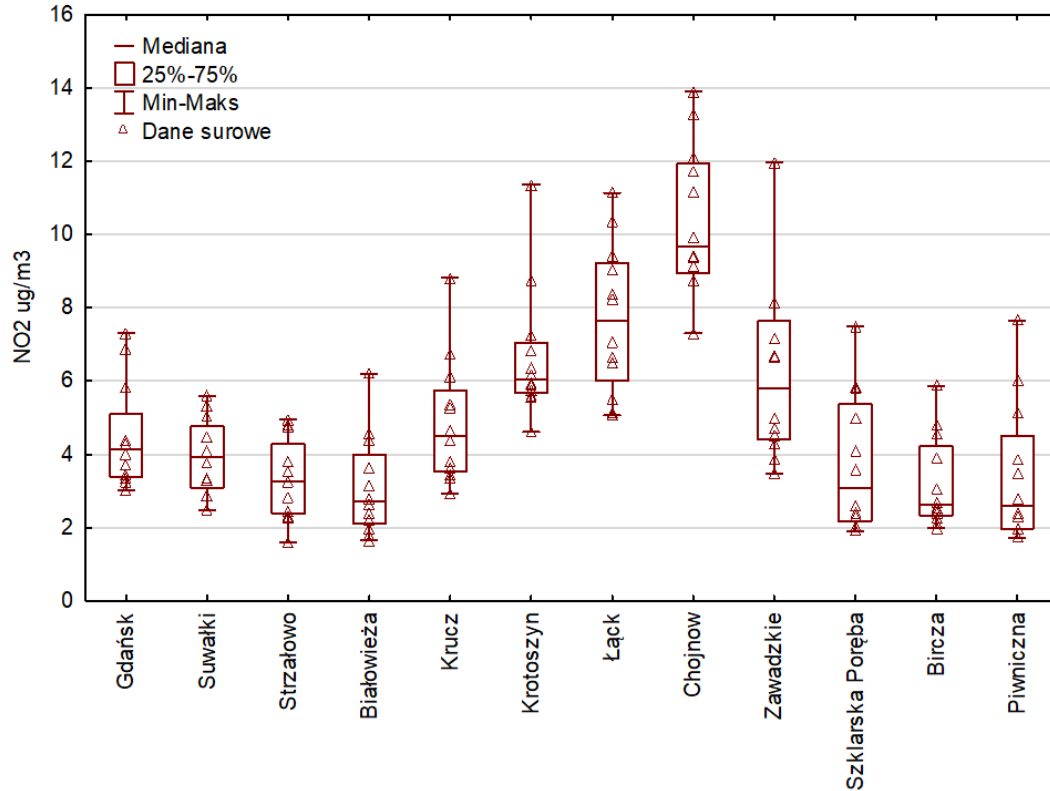
Rycina 13.1. Stężenie dwutlenku siarki w powietrzu: średnie, minima i maksima z poszczególnych miesięcy 2023 r. na SPO MI.



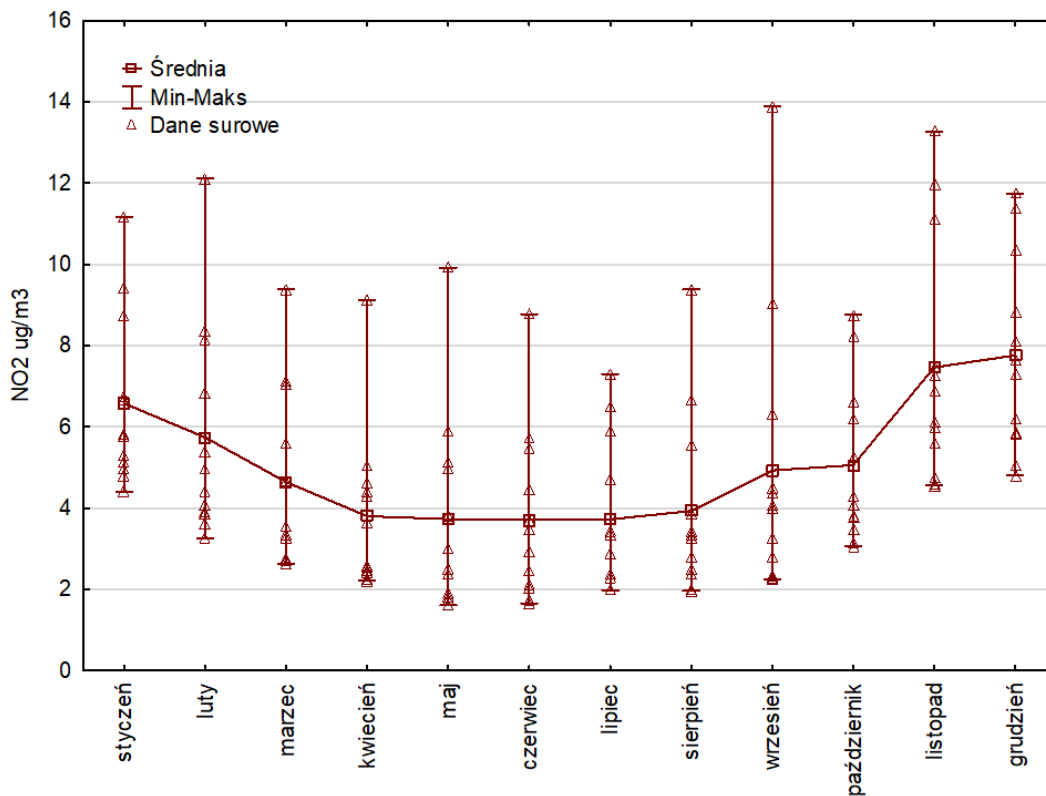
Rycina 13.2. Mediana oraz rozstęp stężenia SO₂ na SPO MI dla poszczególnych miesięcy 2023 r.



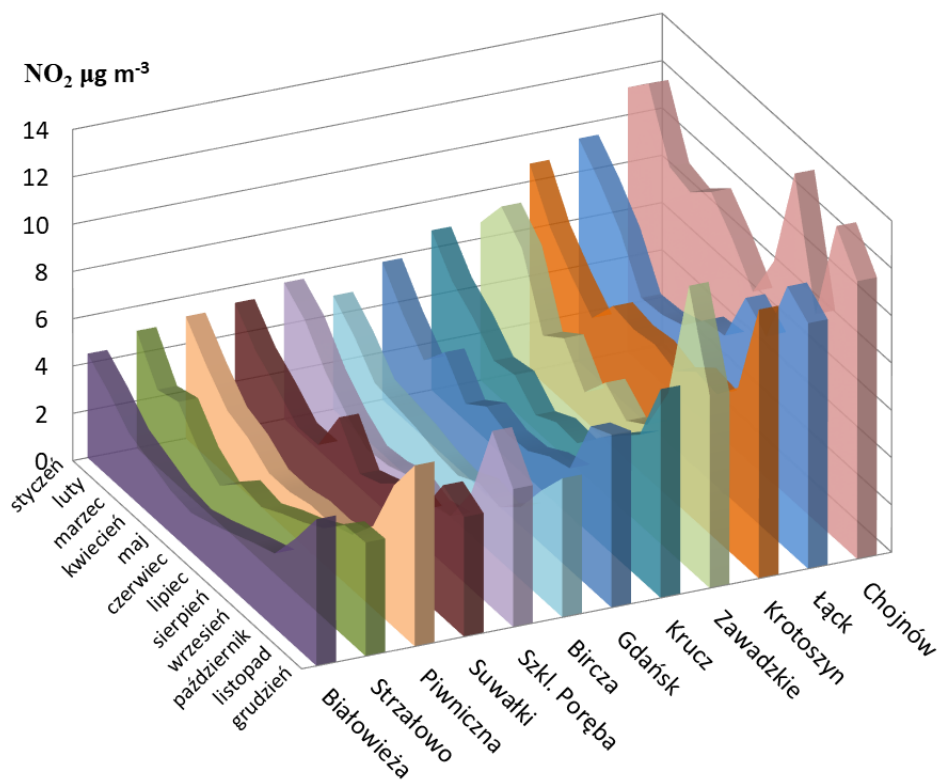
Rycina 13.3. Roczny przebieg stężenia SO₂ w powietrzu na powierzchniach SPO MI w 2023 r.



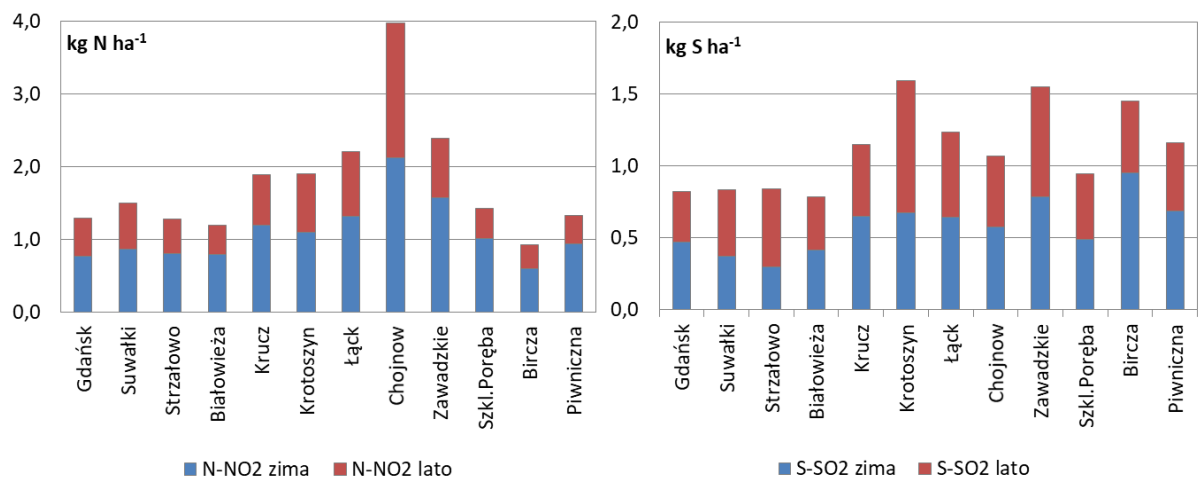
Rycina 13.4. Stężenie dwutlenku azotu w powietrzu: średnie, minima i maksima z poszczególnych miesięcy 2023 r. na SPO MI.



Rycina 13.5. Mediana oraz rozstęp stężenia NO₂ na SPO MI w poszczególnych miesiącach 2023 r.



Rycina 13.6. Roczny przebieg stężenia NO₂ w powietrzu na powierzchniach SPO MI w 2023 r.



Rycina 13.7. Szacunkowy roczny depozyt azotu w formie NO₂ i siarki w formie SO₂ na powierzchniach monitoringu intensywnego w 2023 r.

14. WIELKOŚĆ DEPOZYTU WNOSZONEGO Z OPADAMI ATMOSFERYCZNYMI W 2023 R. NA TERENACH LEŚNYCH – ANNA KOWALSKA

Badania składu chemicznego opadów na terenach leśnych Polski prowadzone są w ramach monitoringu intensywnego w dwunastu punktach pomiarowych, zlokalizowanych w siedmiu z ośmiu krain przyrodniczo-leśnych: Bałtyckiej (Nadleśnictwo Gdańsk), Mazursko-Podlaskiej (Nadleśnictwo: Suwałki, Strzałowo, Białowieża), Wielkopolsko-Pomorskiej (Nadleśnictwo Krucz i Krotoszyn), Mazowiecko-Podlaskiej (Nadleśnictwo Łąck i Chojnów), Śląskiej (Nadleśnictwo Zawadzkie), Sudeckiej (Nadleśnictwo Szklarska Poręba) oraz Karpackiej (Nadleśnictwo Piwniczna i Bircza). Punkty pomiarowe umiejscowione są w pobliżu stałych leśnych powierzchni obserwacyjnych (SPO MI) poza zasięgiem koron drzew. Metodyka pomiarów została opracowana w roku 2009. Próbniki opadów umocowane są na wysokości około 2 m nad poziomem gruntu, na terenie wolnym od zadrzewień i innych pionowych przeszkód, z reguły w sąsiedztwie stacji meteorologicznych. Opady pobierane są do trzech niezależnych próbników, co minimalizuje ryzyko utraty próbek z powodu np. przypadkowego zanieczyszczenia lub strącenia próbника. Próbniki zbudowane są z butli z tworzywa sztucznego o pojemności 5 dm³ z lejkami o powierzchni chwytniej 201 cm². Na dnie lejków umieszczone są plastikowe siateczki o średnicy oczek 1 mm², chroniące przed zanieczyszczeniem prób szczątkami roślinnymi i owadami. Żyłki zamocowane na metalowych nierdzewnych prętach, umocowane wokół lejków, stanowią osłony przeciw ptakom. Butle gromadzące opad na czas ekspozycji umieszczone są w perforowanych osłonach – rurach z PVC, chroniących próbki przed zmianami biologiczno-chemicznymi wywołanymi nasłonecznieniem i nadmiernym nagrzewaniem. Podejmowane środki zaradcze mają za zadanie uchronić próbki wód opadowych przed niepożądanymi przemianami składu chemicznego, które mogłyby zafałszować wyniki pomiarów depozytu. Zimą, gdy spada ryzyko zanieczyszczeń powodowanych przez ptaki, owady i wysokie temperatury, a spodziewana jest przewaga opadów w formie śniegu, próbniki zastępowane są wiadrkami z polipropylenu o pojemności około 10 dm³ i powierzchni chwytniej 531 cm². Po miesięcznym okresie ekspozycji mierzona jest objętość próbek. Pobrane podpróbki umieszczone w termostatowanych pojemnikach zaopatrzonych we wkłady chłodzące są transportowane do badań do laboratorium Instytutu Badawczego Leśnictwa. Próbki z trzech próbników analizowane są indywidualnie.

Wielkość opadów na otwartej przestrzeni oszacowano na podstawie objętości pobieranych próbek. Depozyt obliczono jako iloczyn stężeń poszczególnych składników i sumy opadu i wyrażono w kg ha⁻¹ oraz mol_c ha⁻¹ w jednostce czasu (miesiąc, sezon, rok). Wyrażenie

stężeń i depozycji w ujęciu molowym pozwala na analizę relacji kwasowo-zasadowych w opadach, docierających do koron drzew. Stężenia miesięczne wyznaczono z trzech równoległych próbek jako średnie arytmetyczne ważone objętością opadu. Średnie pH otrzymano na podstawie stężeń H^+ , obliczonych z przekształcenia wzoru:

$$pH = -\log_{10}[H^+]$$

W celu oceny różnic między poszczególnymi powierzchniami pod względem wielkości opadów, ich odczynu, pojemności zobojętniania kwasów ANC oraz depozytów głównych składników (Ca, Mg, Na, K, Cl^- , NO_3^- , SO_4^{2-} , NH_4^+ , Al, Fe, Mn, azotu całkowitego Ntot, rozpuszczonego węgla organicznego RWO) zastosowano testy nieparametryczne (ANOVA rang Kruskala-Wallisa). Rozkłady danych, jak wskazały wyniki testu Shapiro-Wilka, odbiegały od normalnego. Obliczenia statystyczne wykonano w pakiecie oprogramowania STATISTICA wersja 10 (StatSoft Inc. 2011).

14.1. Skład chemiczny opadów

Na skład chemiczny opadów wpływa szereg czynników, na które składają się m.in. bliskość źródeł zanieczyszczeń oraz ich rozprzestrzenianie, warunki meteorologiczne (wiek i kierunek mas powietrza, temperatura, wiatr) oraz warunki topograficzne.

Cechą charakteryzującą chemizmu opadów jest przewodność elektrolityczna właściwa (EC), będąca pośrednio miarą ogólnej zawartości zdysocjowanych soli. Przewodność opadów osiągała średnio rocznie od 8,7 do 16,6 $\mu S\ cm^{-1}$. Miesięczne wahania wynosiły od 4,3 $\mu S\ cm^{-1}$ do 41,2 $\mu S\ cm^{-1}$, najniższą wartość odnotowano w Szklarskiej Porębie w marcu (opad 109 mm) a maksymalną we wrześniu w Suwałkach (opad 6 mm). Wzorem lata poprzednich obserwowano tendencję do występowania wyższych wartości przewodności w okresach większych sum opadów.

Mediany, rozstęp ćwiartkowy oraz minima i maksima średnich wartości miesięcznych przewodności i stężeń podstawowych składników w opadach w $mg\ dm^{-3}$ zilustrowano na rycinie 14.1.

14.2. Depozycja roczna

Roczny depozyt jonów: azotu całkowitego, jonów wodorowych, chlorków, siarki w formie siarczanu (VI), wapnia, sodu, potasu, magnezu, żelaza, glinu, manganu i metali ciężkich mieścił się w granicach od 17,0 do 39,1 $kg\ ha^{-1}$ (tab. 14.1). Zmiany w stosunku do roku 2022 wyniosły od -11% do 53%. Depozycja w Strzałowie była niższa niż w roku 2022 o 11%. Depozycja w Białowieży wzrosła natomiast aż o 53%, głównie za sprawą azotu całkowitego,

którego depozycja zwiększyła się o 3,8 kg ha⁻¹ rok⁻¹. W Łącku oraz na powierzchniach obszarów górskich: w Szklarskiej Porębie i Birczy zanotowano wzrost odpowiednio o 21%, 24% i 36%, a w Gdańsku, Suwałkach i Zawadzkim odpowiednio o 12%, 16% i 16%. Na pozostałych powierzchniach (Krucz, Chojnów, Krotoszyn i Piwniczna) depozycja zmieniła się od -2% do 8% w stosunku do roku 2022.

Opady wniosły niską ilość jonów w nadleśnictwach Piwniczna i Strzałowo (17,0 – 17,4 kg ha⁻¹ rok⁻¹) oraz Bircza i Krotoszyn (21,9 – 22,2 kg ha⁻¹ rok⁻¹). Suma rocznej depozycji na pozostałych SPO MI z wyjątkiem Szklarskiej Poręby i Gdańska wynosiła od 24,6 kg ha⁻¹ rok⁻¹ do 27,7 kg ha⁻¹ rok⁻¹. W Gdańsku i Szklarskiej Porębie depozyt był wysoki i wynosił odpowiednio 39,1 i 33,4 kg ha⁻¹ rok⁻¹. Na tak wysoką depozycję – wynikającą głównie z dużej sumy rocznej opadów i z cyrkulacji mas powietrza – w Gdańsku i Szklarskiej Porębie składały się przede wszystkim jony Cl⁻ i Na pochodzenia przeważnie morskiego. Sumaryczna depozycja jonów chlorkowych i sodu była w Szklarskiej Porębie i Gdańsku wyższa niż na pozostałych SPO MI.

Suma depozycji w okresie zimowym stanowiła od 41 do 61% depozycji rocznej (ryc. 14.2). Na większości powierzchni depozycja zimowa była wyższa niż w okresie letnim. Na miesiące zimowe przypadało od 36% do 57% sumy rocznej opadu.

Pomiędzy SPO MI wystąpiły istotne różnice szczególnie w depozycji jonów H⁺ (tab. 14.2), a wyniki testów statystycznych potwierdzają zaobserwowane różnice kwasowości opadów między powierzchniami, których opady były szczególnie kwaśne (świerczyny w Nadleśnictwach Szklarska Poręba i Piwniczna) a kilkoma innymi SPO MI gdzie opady osiągały znacznie wyższe pH (m.in. dąbrowy w Krotoszynie i Łącku). Ponadto zaznaczyły się różnice pod względem depozycji ANC między Zawadzkim a Gdańskiem i Suwałkami, na których opady charakteryzowały się większą pojemnością zobojętniania kwasów, tj. przewagą jonów mocnych zasad nad mocnymi kwasami niż na Śląsku (Zawadzkie). W Gdańsku składniki pochodzenia morskiego (Na i Cl⁻) były deponowane w istotnie wyższych ilościach niż w centralnej części kraju (Chojnów) czy w drzewostanie Karpat (Piwniczna).

14.3. Depozyt pierwiastków śladowych

Sumaryczny depozyt pierwiastków śladowych, tj. żelaza, manganu, glinu oraz metali ciężkich: cynku, miedzi, kadmu i ołowiu w kg ha⁻¹, wynosił od 0,8 do 2,0% depozytu rocznego wszystkich składników. Na metale ciężkie, wśród których ilościowo dominował cynk, przypadło od 0,4 do 1,1% depozytu rocznego, tj. od 0,11 do 0,23 kg ha⁻¹ rok⁻¹. Największe ilości metali ciężkich zanotowano na SPO MI w Zawadzkim, Szklarskiej Porębie, i Birczy

(0,22 – 0,23 kg ha⁻¹ rok⁻¹). Na powierzchniach w Piwnicznej, Białowieży, Gdańsku, Suwałkach, Kruczu, Chojnowie i Krotoszynie zostało zdeponowane 0,15 – 0,19 kg ha⁻¹ rok⁻¹, 0,13 kg ha⁻¹ rok⁻¹ w Łącku, a 0,11 kg ha⁻¹ rok⁻¹ w Strzałowie. Niski udział metali ciężkich (do 0,5%) w depozycie występował w Gdańsku, natomiast w Łącku, Suwałkach, Chojnowie, Strzałowie i Kruczu, osiągał do 0,6%, a w Krotoszynie, Szklarskiej Porębie i Białowieży wynosił 0,7% oraz 0,9 – 1,1% w Zawadzkiem, Birczy i Piwnicznej.

Wyniki depozycji metali ciężkich obarczone są stosunkowo dużą niepewnością, wynikającą po pierwsze z problemów analitycznych oznaczeń na poziomie stężeń śladowych, po drugie – i zapewne najważniejsze – ze stosowanej metodyki pobierania próbek. Wpływ sposobu pobierania próbki (szklane vs. plastikowe pojemniki) i przygotowania jej do badań (zakwaszenie lub nie zakwaszanie przed pobraniem podpróbki do analiz) ma kluczowe znaczenie dla uzyskiwanych wyników, zwłaszcza kadmu, ołowiu i cynku (Degórska i in. 2011). W przypadku SPO MI można z dużym prawdopodobieństwem stwierdzić, że oszacowana depozycja metali śladowych jest zaniżona.

14.4. Właściwości kwasowo-zasadowe wód opadowych

Właściwości charakteryzujące status kwasowo-zasadowy wód opadowych są mierzone i wyrażane w różnorodny sposób. Podstawową najpowszechniej oznaczaną cechą wód jest odczyn wyrażony w jednostkach pH.

W opadach na SPO MI średnie pH mieściło się w granicach od 5,2 do 6,0 (mediany od 5,2 do 6,4) (ryc. 14.3). Minimalną wartość osiągnęło w lipcu w Białowieży a maksymalną w maju w Suwałkach.

Udział miesięcznych opadów o pH niższym od 5,0 wyniósł 2% i z ponad dziesięcioletnich pomiarów wynika, że udział ten sukcesywnie spada. Co charakterystyczne i raczej niezmiennie od lat, opady o pH niższym od 5,5 przeważają w miesiącach zimowych (ryc. 14.4). Średnio w okresie zimowym na większości powierzchni pH opadów było niższe niż w okresie letnim (ryc. 14.5), z wyjątkiem Gdańska, Suwałk i Białowieży. W Krotoszynie i Piwnicznej różnica odczynu opadów zimą i latem była niewielka.

Najwyższa kwasowość opadów mierzona średnią roczną wartością pH wystąpiła na w rejonach górskich w Piwnicznej (pH 5,2), w Białowieży (pH 5,4) i na Śląsku w Zawadzkiem (pH 5,5) oraz w Sudetach w Szklarskiej Porębie (pH 5,5) (ryc. 14.5). W Birczy i Strzałowie pH opadów wynosiło średnio 5,6, w Kruczu 5,7, w Łącku 5,8, a w Chojnowie, Suwałkach i Gdańsku 5,9. Najniższa kwasowość opadów występowała w Suwałkach (pH 6,0).

Pojemność zobojętniania kwasów (ANC, [$\mu\text{eq dm}^{-3}$]) jest miarą zdolności roztworów do zobojętniania mocnych kwasów. Jest wyliczana z równania:

$$\text{ANC} = \sum \text{kationy mocnych zasad} - \sum \text{aniony mocnych kwasów}$$

gdzie:

$$\sum \text{kationy mocnych zasad} = [\text{Ca}^{2+}] + [\text{Mg}^{2+}] + [\text{Na}^+] + [\text{K}^+],$$

$$\sum \text{aniony mocnych kwasów} = [\text{SO}_4^{2-}] + [\text{NO}_3^-] + [\text{Cl}^-].$$

Dokładność wyznaczenia ANC jest zatem w znacznym stopniu zależna od dokładności oznaczenia stężeń jonów mocnych kwasów i mocnych zasad w próbkach opadów. W porównaniu do pH pojemność zobojętniania kwasów (ANC) nie jest zależna od wymiany CO_2 z powietrzem, od reakcji z jonami glinu czy obecności jonów organicznych (Neal i in. 1999), co czyni ten wskaźnik szczególnie użytecznym w ocenie zakwaszenia środowiska (Neal i in. 1999, Chapman i in. 2008).

Ujemne wartości ANC są wskaźnikiem nadmiarowej ilości jonów mocnych kwasów w opadach, zaś dodatnie – nadmiarowej ilości mocnych zasad. Na SPO MI 64% miesięcznych opadów przyjmowało ujemne wartości ANC (ryc. 14.6), z czego nieco więcej przypadało na okres zimowy (42% próbek pobranych w ciągu roku) niż letni (22% próbek pobranych w ciągu roku).

ANC półrocza zimowego było z reguły niższe niż w półroczu letnim (ryc. 14.7). Średnio rocznie ANC osiągnęło wartość dodatnią w Chojnowie, Suwałkach i Gdańsku. Na pozostałych powierzchniach średnio rocznie ANC było ujemne, a niskie wartości wystąpiły w Zawadzkiem i Krotoszynie (odpowiednio $-16,9$ i $-12,8 \mu\text{eq dm}^{-3} \text{rok}^{-1}$).

Udział jonów o charakterze zakwaszającym (SO_4^{2-} , NO_3^- , Cl^- i NH_4^+) w depozycie wyrażonym sumą ładunku molarnego (H^+ , Cl^- , SO_4^{2-} , NO_3^- , NH_4^+ , Ca, Na, K, Mg, Fe, Al, Mn, Zn, Cu, Cd i Pb) wynosił od 54% do 66%. Spośród SPO MI powierzchnie w Krotoszynie i Zawadzkiem miały szczególnie wysoki udział jonów o charakterze zakwaszającym (odpowiednio 69% i 67%). W Szklarskiej Porębie, Łącku i Kruczu udział ten przekraczał 62%, a zjawisku temu towarzyszył niski udział jonów o charakterze zasadowym (poniżej 35%). Niższy udział depozycji jonów o charakterze zakwaszającym występował w Suwałkach, Gdańsku i Piwnicznej (54% – 57%), przy jednocześnie wysokim udziale jonów o charakterze zasadowym (39% - 45%).

Na każdej powierzchni w depozycie rocznym w roku 2023, podobnie jak w roku poprzednim, dominowały jony kwasotwórcze (ryc. 14.8), a ich przewaga nad jonami zasad była ponad dwukrotna w Krotoszynie i Zawadzkiem.

Literatura

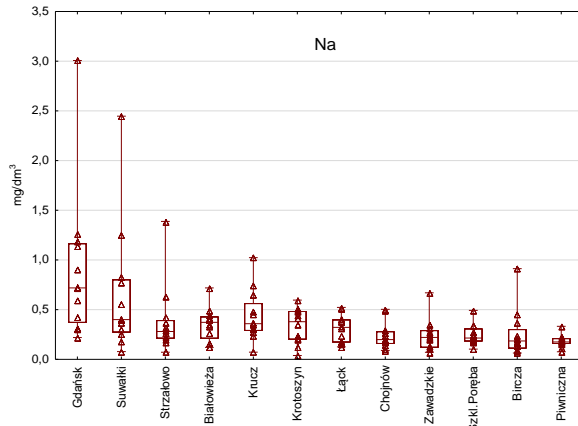
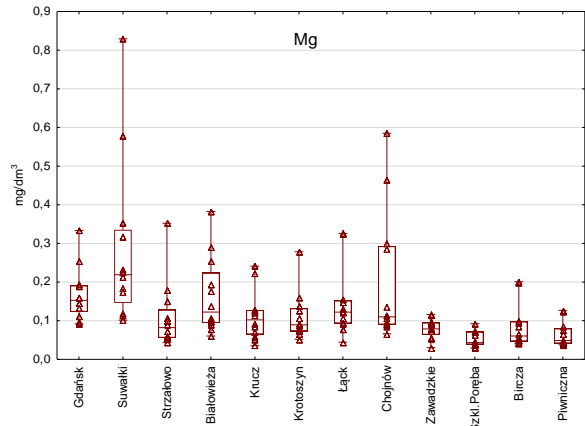
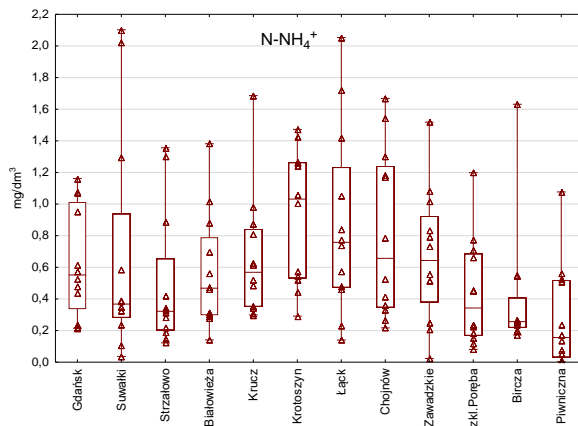
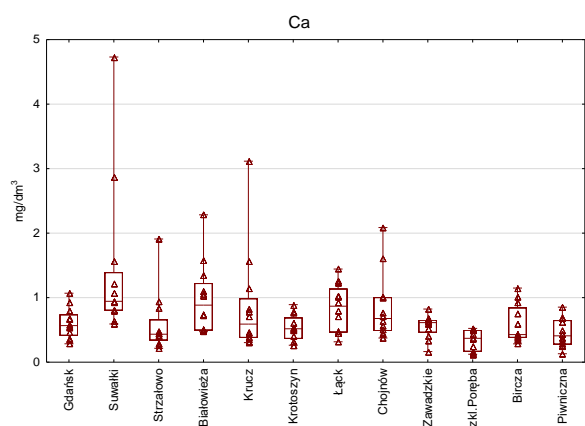
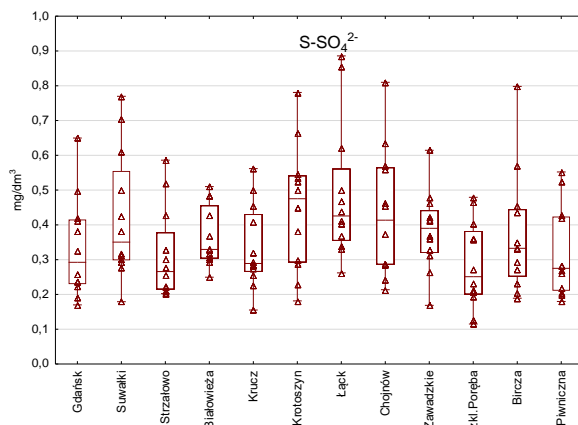
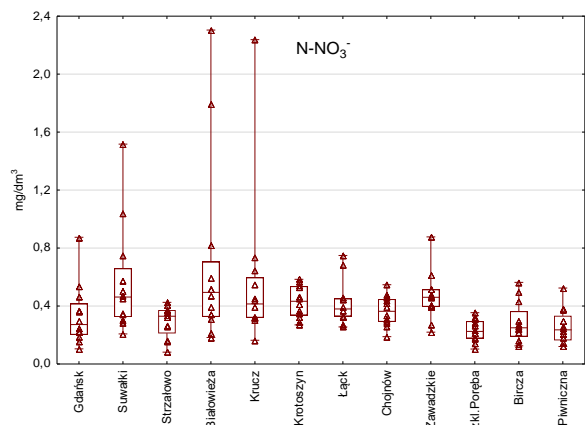
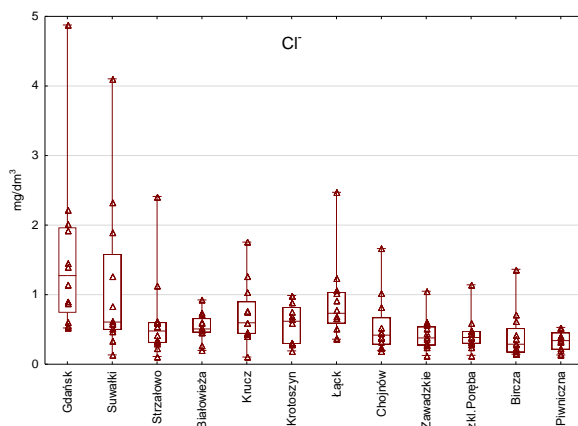
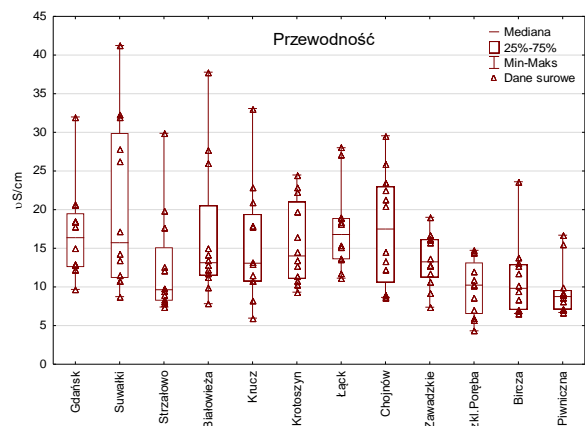
- Chapman, P. J., Clark, J. M., Reynolds, B & Adamson, J. K., (2008). The influence of organic acids in relation to acid deposition in controlling the acidity of soil and stream waters on a seasonal basis. *Environmental Pollution*, 152, 110-120.
- Degórska, A., Białoskórska, U., & Typiak-Nowak, D., (2011). Metodyczne aspekty pobierania próbek opadów do oznaczania zawartości metali ciężkich. *Monitoring Środowiska Przyrodniczego*, 12, 21–29.
- Neal, C., Reynolds, B. & Robson, A. J., (1999). Acid neutralising capacity measurements within natural waters: towards a standardised approach. *The Science of the Total Environment*, 243/244, 233-241.
- StatSoft, Inc. (2011). STATISTICA (data analysis software system), version 10. www.statsoft.com.

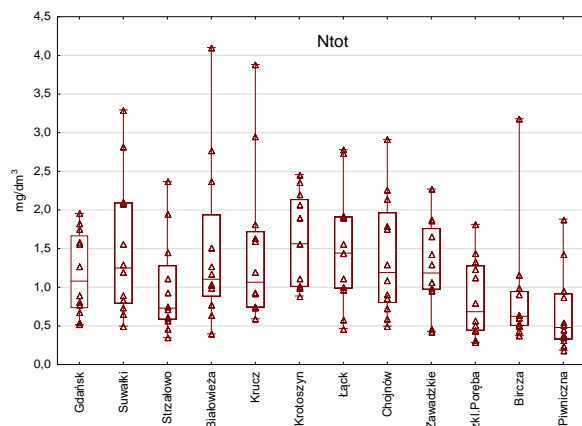
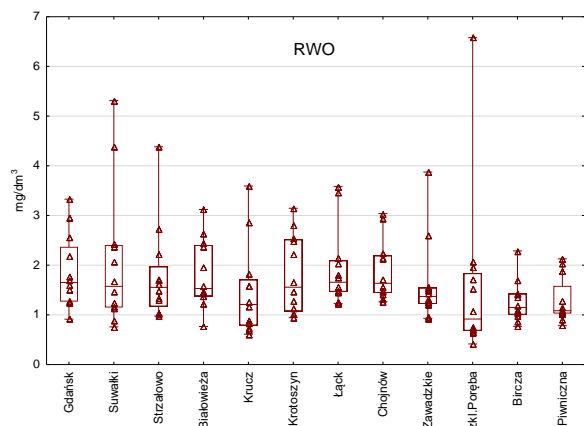
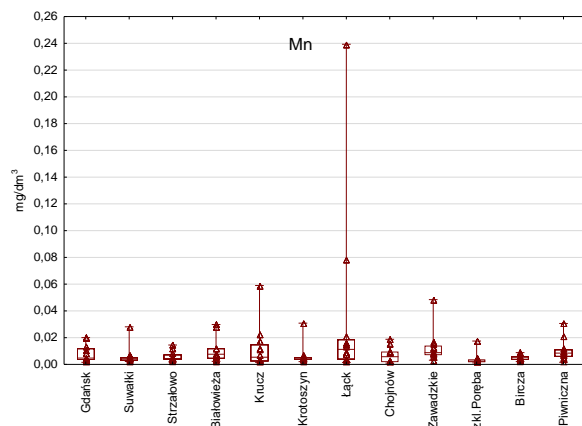
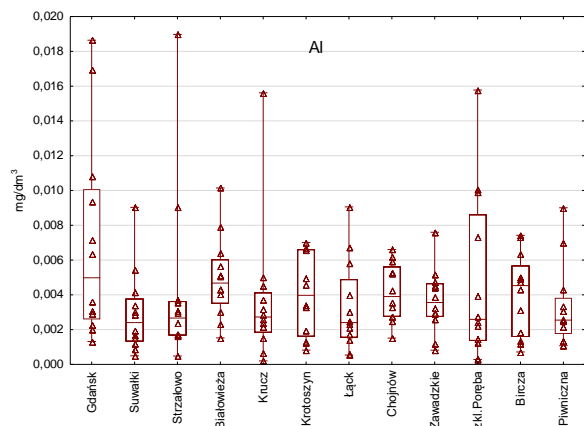
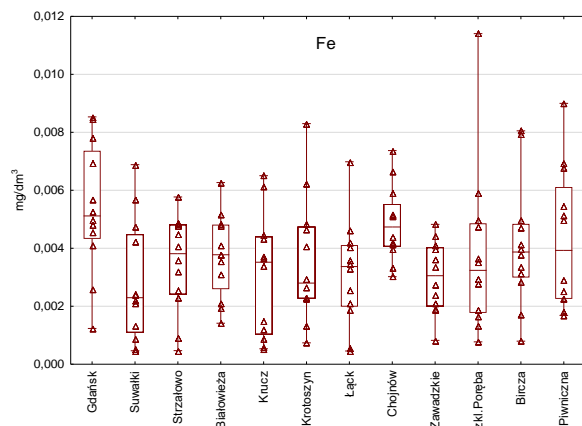
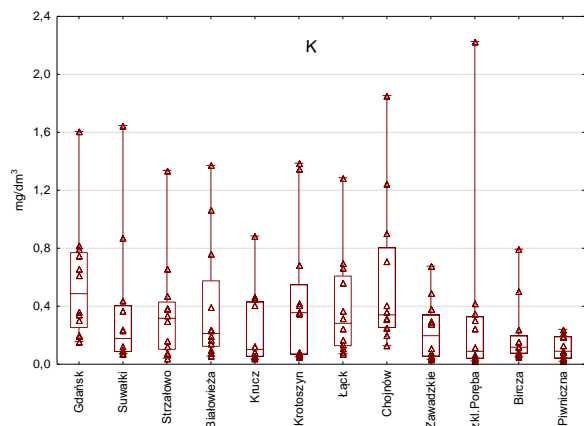
Tabela 14.1. Depozyt roczny [kg ha^{-1}] (bez RWO) wniesiony z opadami na SPO MI w 2023 r. RWO - rozpuszczony węgiel organiczny, N_{tot} – azot całkowity

	Gdańsk	Suwałki	Strzałowo	Białowieża	Krucz	Krotoszyn	Łąck	Chojnów	Zawadzkie	Szkl.Poręba	Bircza	Piwniczna
Opad [mm]	823	658	645	666	773	615	551	641	815	1448	906	879
H^+	0,01	0,009	0,02	0,026	0,013	0,006	0,009	0,01	0,027	0,045	0,024	0,054
Cl^-	12,00	5,68	3,21	3,19	4,93	3,15	5,50	3,87	3,15	5,89	3,23	2,57
$N-NO_3^-$	2,22	2,80	1,73	3,99	2,87	2,44	2,04	2,22	3,79	3,08	2,24	1,95
$S-SO_4^{2-}$	2,30	2,22	1,72	2,28	2,16	2,49	2,50	2,59	3,02	3,59	3,05	2,56
$N-NH_4^+$	4,29	3,12	2,50	3,28	4,31	5,00	4,19	4,60	5,03	5,23	2,94	1,86
Ca	4,15	6,32	2,86	5,60	4,32	3,10	4,37	5,25	4,60	4,57	4,67	3,86
Mg	1,25	1,31	0,52	0,90	0,64	0,61	0,78	1,18	0,63	0,67	0,69	0,50
Na	6,96	3,54	2,03	2,16	3,13	1,84	1,75	1,53	1,79	3,46	2,00	1,44
K	4,09	1,16	1,65	1,92	1,01	2,12	2,20	3,42	1,99	4,36	1,52	0,83
Fe	0,039	0,019	0,022	0,023	0,020	0,019	0,015	0,030	0,026	0,057	0,035	0,037
Al	0,040	0,015	0,018	0,029	0,017	0,020	0,014	0,026	0,032	0,064	0,034	0,026
Mn	0,067	0,038	0,036	0,069	0,063	0,037	0,255	0,052	0,108	0,053	0,041	0,078
Cd	0,0006	0,0006	0,0005	0,0005	0,0005	0,0006	0,0005	0,0003	0,0013	0,0013	0,0006	0,0008
Cu	0,026	0,027	0,013	0,023	0,027	0,023	0,026	0,026	0,025	0,039	0,025	0,026
Pb	0,005	0,004	0,004	0,003	0,005	0,004	0,004	0,004	0,006	0,009	0,005	0,006
Zn	0,138	0,129	0,091	0,157	0,128	0,122	0,101	0,129	0,198	0,180	0,187	0,159
RWO	13,1	10,0	9,4	10,7	8,0	9,2	9,4	11,4	12,8	20,8	10,4	10,1
N_{tot}	8,0	7,2	5,2	8,5	8,5	8,7	7,1	8,1	9,9	10,4	6,4	4,8
Depozyt całkowity	39,1	27,7	17,4	24,9	24,9	22,2	24,6	26,2	25,5	33,4	21,9	17,0

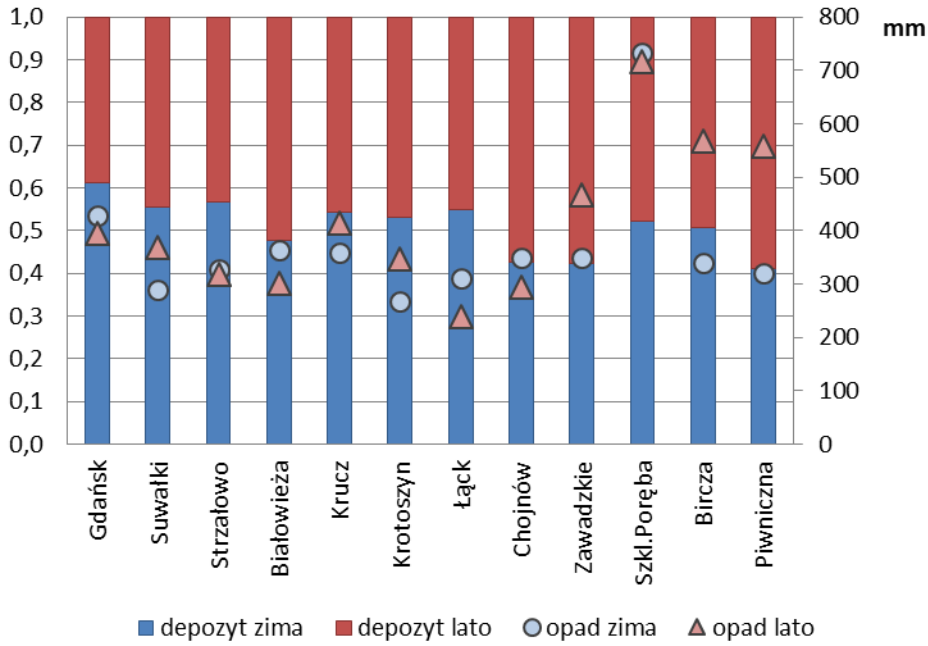
Tabela 14.2. Wyniki testów istotności różnic między SPO MI pod względem wielkości opadu na otwartej przestrzeni i depozycji głównych składników. Czcionką pogrubioną zaznaczono wartości prawdopodobieństwa testowego p mniejsze od poziomu istotności $\alpha=0,05$
 *- wymieniono pary powierzchni o różnicach istotnych przy $\alpha=0,05$

	Test Kruskala-Wallis H(11, N= 144)	Porównania wielokrotne (dwustronne)*		
		p	Nadleśnictwo	
opad	0,0149	Szkl.Poręba	Krotoszyn	0,0317
		Szkl.Poręba	Łąck	0,0133
H ⁺	0	Szkl.Poręba	Krotoszyn	0,0120
		Szkl.Poręba	Łąck	0,0297
		Piwniczna	Suwałki	0,0247
		Piwniczna	Krotoszyn	0,0050
		Piwniczna	Łąck	0,0129
		Piwniczna	Chojnów	0,0281
Cl ⁻	0,0130	Gdańsk	Piwniczna	0,0234
N-NO ₃ ⁻	0,0073	-	-	
S-SO ₄ ²⁻	0,0524	Szkl.Poręba	Strzałowo	0,0194
N-NH ₄ ⁺	0,0111	Krotoszyn	Piwniczna	0,0190
Ca	0,0133	Suwałki	Strzałowo	0,0247
		Gdańsk	Piwniczna	0,0320
		Suwałki	Piwniczna	0,0046
Mg	0,0002	Suwałki	Strzałowo	0,0205
		Gdańsk	Chojnów	0,0238
		Gdańsk	Piwniczna	0,0350
Na	0,0078	Gdańsk	Krucz	0,0320
		Gdańsk	Piwniczna	0,0081
		Chojnów	Piwniczna	0,0405
Fe	0,0018	-	-	
Al	0,0007	Gdańsk	Suwałki	0,0405
		Gdańsk	Łąck	0,0308
Mn	0,1075	-	-	
RWO	0,2179	-	-	
N _{tot}	0,0184	-	-	
Zasadowość	0,0063	Gdańsk	Piwniczna	0,0160
		Chojnów	Piwniczna	0,0169
ANC	0,0014	Gdańsk	Zawadzkie	0,0247
		Suwałki	Zawadzkie	0,0059

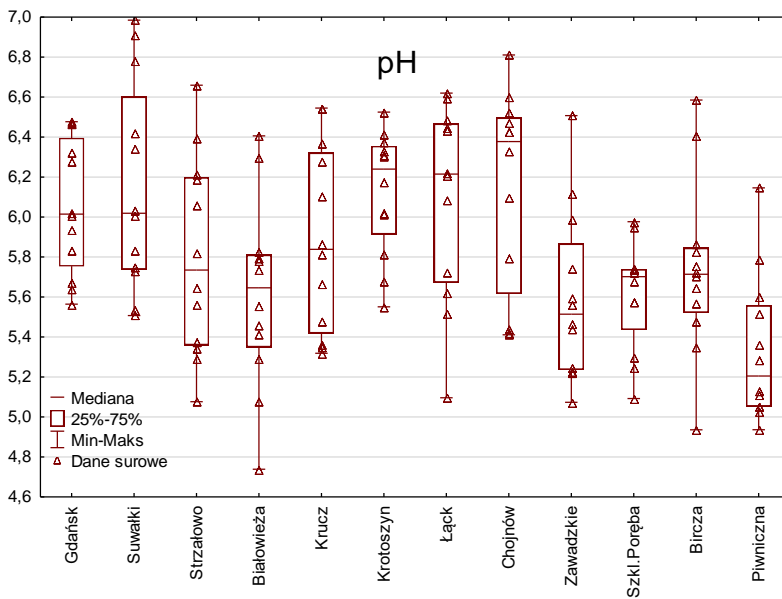




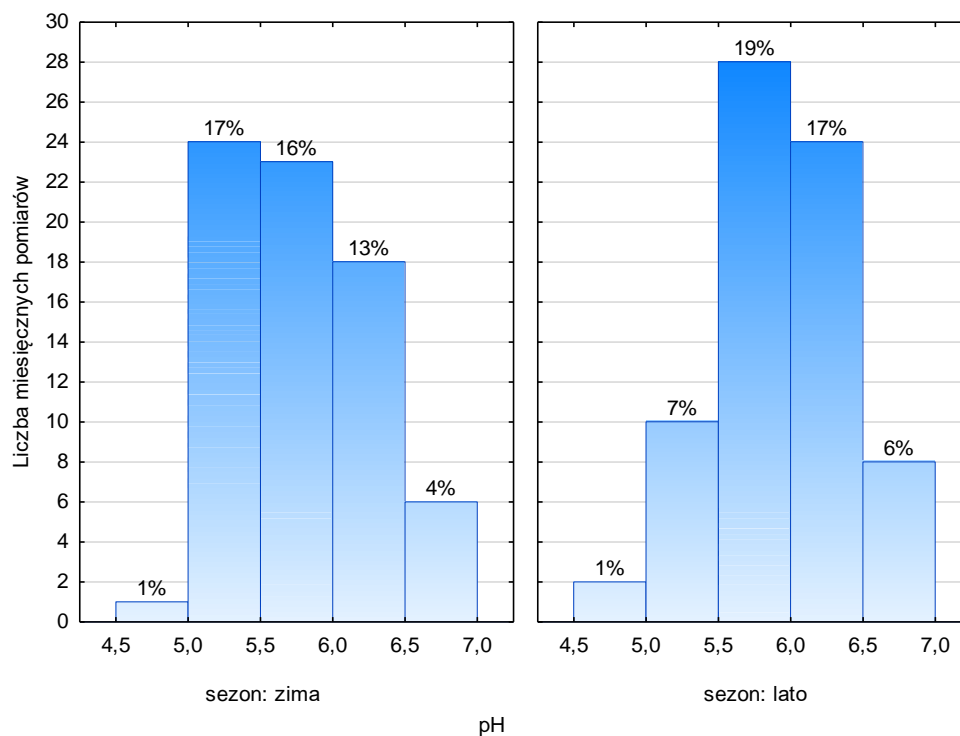
Rycina 14.1. Przewodność [$\mu\text{S cm}^{-1}$] i stężenie składników: Cl^- , S-SO_4^{2-} , N-NO_3^- , N-NH_4^+ , Ca, Mg, Na, K, Fe, Al, Mn, rozpuszczonego węgla organicznego RWO i azotu całkowitego Ntot [mg dm^{-3}] w opadach na otwartej przestrzeni na SPO MI w 2023 r.



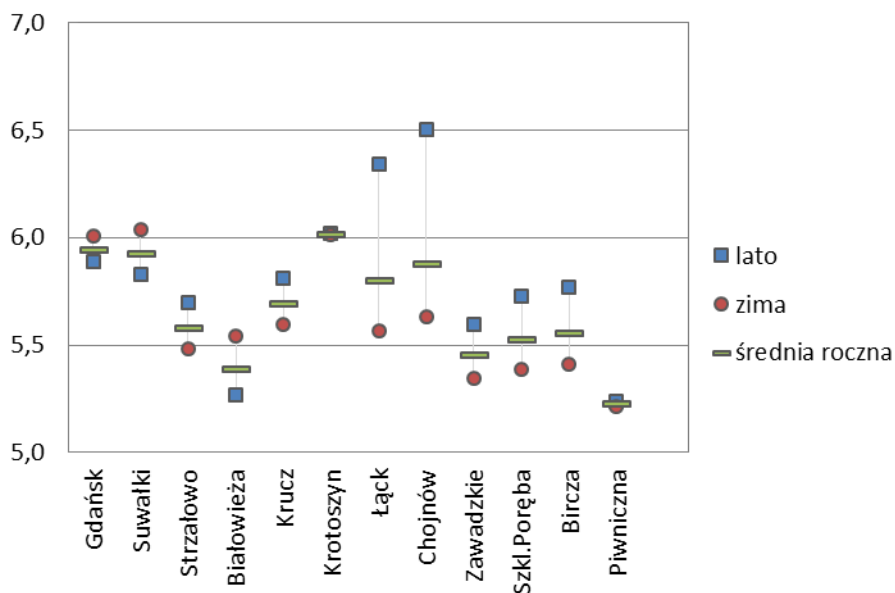
Rycina 14.2. Suma opadu bezpośredniego [mm] (prawa oś) oraz udział depozytu w sezonie letnim (V-X) i zimowym (I-IV, XI-XII) na SPO MI w 2023 r.



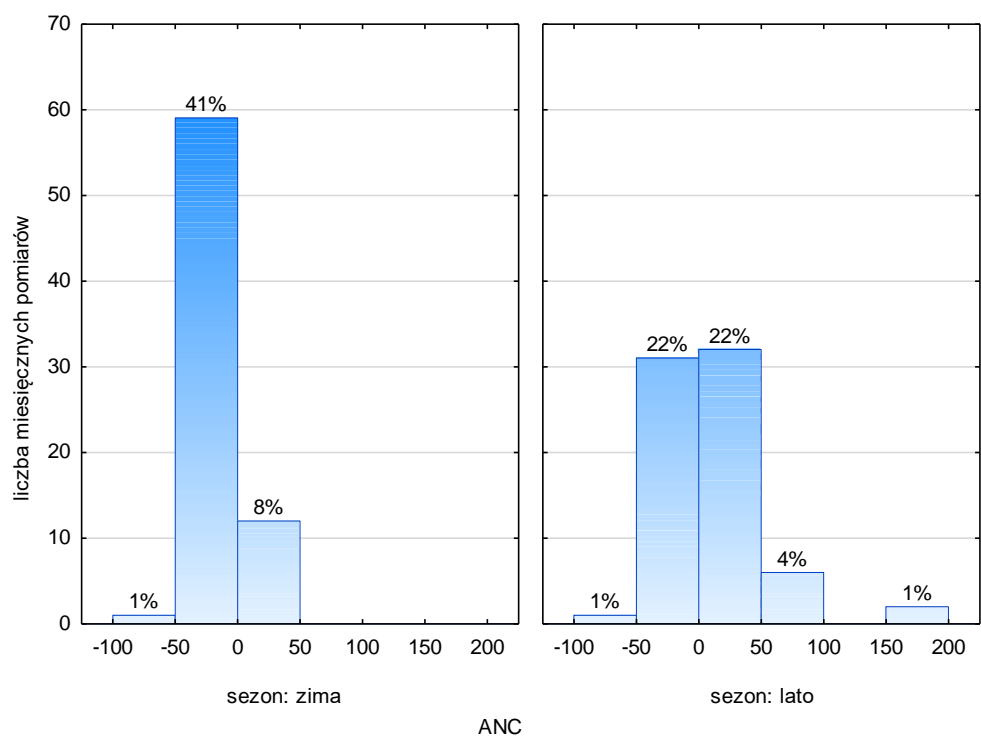
Rycina 14. 3. pH opadów na otwartej przestrzeni na SPO MI w 2023 r.



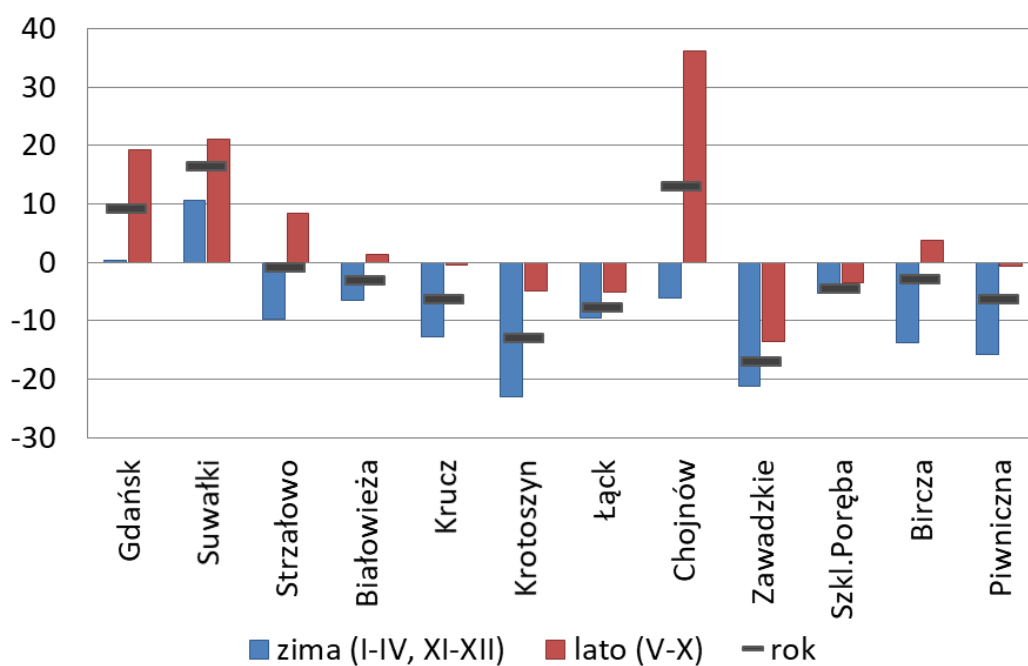
Rycina 14.4. Histogram pH opadów na otwartej przestrzeni na SPO MI w sezonie letnim (maj-październik) i zimowym (styczeń-kwiecień, listopad-grudzień) w 2023 r.



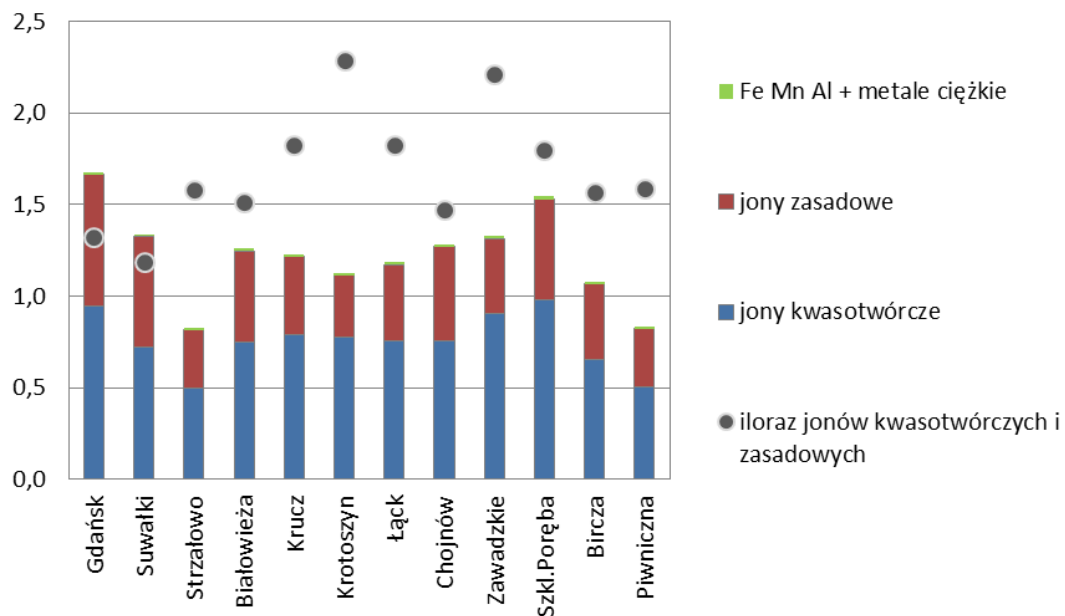
Rycina 14.5. Średnie pH roczne, sezonu letniego (V-X) i zimowego (I-IV i XI-XII) na SPO MI w 2023 r. w opadach na otwartej przestrzeni



Rycina 14.6. Histogram ANC [$\mu\text{eq dm}^{-3}$] w opadach na otwartej przestrzeni w sezonie letnim (maj-październik) i zimowym (styczeń-kwiecień, listopad-grudzień) w 2023 r.



Rycina 14.7. Pojemność zobojętniania kwasów (ANC) [$\mu\text{eq dm}^{-3}$] w opadach na otwartej przestrzeni na SPO MI średnio od stycznia do grudnia, średnio w okresie zimowym (miesiące I-IV i XI-XII) i letnim (V-X) w 2023 r.



Rycina 14.8. Ładunek jonów [kmol_c ha⁻¹] oraz stosunek depozytu jonów kwasotwórczych do zasadowych w opadach na otwartej przestrzeni na SPO MI w 2023 r.

15. OPADY PODKORONOWE W 2023 R. NA TERENACH LEŚNYCH – ANNA KOWALSKA

Substancje transportowane przez opady atmosferyczne są dostarczane do dna lasu w formie opadów podkoronowych. Dodatkowo trafia do gleby pewna pula pierwiastków, których źródłem są procesy interakcji opadów z koronami drzew. Opady są wzbogacane poprzez wymywanie części składników z tkanek roślinnych i zmywanie z powierzchni aparatu asymilacyjnego suchej depozycji. Równocześnie pierwiastki są pobierane z opadów przez tkanki roślinne bądź sorbowane na powierzchniach roślin, zwłaszcza na korze pni i gałęzi (ryc. 15.1). Opady podkoronowe różnią się od opadów atmosferycznych zarówno pod względem ilości, jak i składu chemicznego. Ich badanie dostarcza istotnych informacji o obiegu pierwiastków w środowisku leśnym.

W 2023 roku kontynuowano badania ilości opadu, stężeń składników oraz ich depozycji na dwunastu stałych powierzchniach obserwacyjnych monitoringu intensywnego (SPO MI). Pięć powierzchni zlokalizowano w drzewostanach z sosną jako gatunkiem panującym (nadleśnictwa: Strzałowo, Białowieża, Krucz, Chojnów i Zawadzkie), trzy w drzewostanach świerkowych (nadleśnictwa: Suwałki, Szklarska Poręba i Piwniczna), dwie w dębowych (nadleśnictwa Łąck i Krotoszyn) oraz dwie w bukowych (nadleśnictwa Gdańsk i Bircza).

Próbki opadu pobierano z miesięczną częstotliwością do 25 próbników rozmieszczonych w sposób systematyczny na każdej SPO MI. Próbki zbudowane są z polietylenowych butli o pojemności 5 dm³ z lejkami o powierzchni chwytnej 201 cm². Liczba próbników jest uzasadniona wysoką zmiennością przestrzenną składników dostarczanych z opadami (Kowalska i in. 2016). Siateczki z tworzywa sztucznego o drobnych oczkach, umieszczone w dnie lejków, chronią zawartość butli przed zanieczyszczeniami organicznymi. Butle umocowane są w osłonie rur PCV, które mają za zadanie podtrzymywać próbki oraz chronić próbki wody przed światłem słonecznym, wywołującym niepożądane zmiany składu chemicznego. W okresie zimowym, przy spodziewanej przewadze opadów śniegu, próbki zastępowane są sześcioma wiadrami z tworzywa sztucznego o pojemności około 24 dm³ i powierzchni chwytnej 784 cm². Próbki wody po pobraniu są transportowane do laboratorium Instytutu Badawczego Leśnictwa w termostatowanych pojemnikach zaopatrzonych we wkłady chłodzące. Próbki opadu w okresie letnim były łączone do badań do pięciu prób zbiorczych, zaś próbki zimowe analizowano indywidualnie.

Wielkość opadów podkoronowych została określona na podstawie objętości zebranych prób i powierzchni chwytnej próbników. W sytuacjach uniemożliwiających określenie objętości próbek, np. podczas ekstremalnych opadów przy przelaniu próbników, objętości próby szacowano według jednej z możliwych procedur:

- przyjęcie za objętość próby maksymalnej pojemności kolektora,
- określenie objętości przez porównanie z wielkością opadów na otwartej przestrzeni, lub
- określenie objętości przez porównanie z danymi meteorologicznymi ze stacji automatycznych.

Stężenia miesięczne wyznaczono jako średnie ważone objętością opadu z pięciu (latem) bądź sześciu (zimą) próbek pobieranych równolegle. Średnie pH obliczono ze stężenia H^+ , otrzymanego z przekształcenia wzoru:

$$pH = -\log_{10}[H^+]$$

Iloczyn stężeń poszczególnych składników i sumy opadu posłużył do obliczenia depozycji wyrażonej w $kg\ ha^{-1}$ oraz $mol_c\ ha^{-1}$ w jednostce czasu (miesiąc, sezon, rok). Wyrażenie stężeń i depozycji w formie ładunków molowych umożliwia analizę stosunków kwasowo-zasadowych w opadach. Okres zimowy umownie odnosi się do miesięcy od stycznia do kwietnia oraz od listopada do grudnia, zaś okres letni trwa od maja do października.

W celu oceny różnic między poszczególnymi powierzchniami pod względem wielkości opadów oraz depozytów głównych składników (H^+ , Ca, Mg, Na, K, Cl^- , NO_3^- , SO_4^{2-} , NH_4^+ , Al, Fe, Mn, RWO, Ntot) zastosowano testy nieparametryczne (ANOVA rang Kruskala-Wallisa) ze względu na brak zgodności rozkładów danych z rozkładem normalnym (test Shapiro-Wilka). Obliczenia statystyczne wykonano w pakiecie oprogramowania STATISTICA wersja 10 (StatSoft Inc. 2011).

15.1. Skład chemiczny opadów podkoronowych

Średnia przewodność elektrolityczna właściwa będąca pośrednio miarą ogólnej zawartości jonów w wodach w 2023 roku przyjmowała miesięcznie wartości od 8,9 do 204 $\mu S\ cm^{-1}$ (ryc. 15.2). W opadach podkoronowych w niemal wszystkich przypadkach wartości przewodności były wyższe niż w opadach docierających do koron (por: rozdz. „Wielkość depozytu wnoszonego z opadami atmosferycznymi na terenach leśnych”). Wartości przewodności były zależne od ilości opadów w badanym okresie. Dla okresów z sumą opadów mieszczącą się w dolnym kwartyle (poniżej 30,6 mm $m\cdot c^{-1}$) mediana przewodności wynosiła 56,1 $\mu S\ cm^{-1}$, podczas gdy w okresach z sumą opadów w zakresie górnego kwartyle (powyżej

68,4 mm m-c⁻¹) przewodność była o wiele niższa (mediana równa 21,2 μS cm⁻¹). W okresach niskich opadów zanieczyszczenia dostarczane z wodą opadową i splukiwane oraz wymywane z liści były obecne w próbkach w dużych stężeniach, zaś wysokim opadom towarzyszył tzw. efekt rozcieńczenia.

Zakresy stężeń miesięcznych [mg dm⁻³ m-c⁻¹], mediany i zakres kwartyłowy dla podstawowych składników opadów podkoronowych przedstawiono na rycinie 15.2.

15.2. Depozyt podkoronowy

Roczny depozyt podkoronowy wyliczono jako sumę depozycji azotu całkowitego (N_{tot}), jonów wodorowych, chlorków, siarczanów (VI), jonów wapnia, sodu, potasu, magnezu, żelaza, glinu, manganu i metali ciężkich.

Do gleby wpłynął ładunek substancji od 1,7 do 3,1 razy większy niż z opadem na otwartej przestrzeni (por. rozdz. „Wielkość depozytu wnoszonego z opadami atmosferycznymi na terenach leśnych”). Stosunkowo niskie wzbogacenie pod okapem miało miejsce buczynie w Gdańsku (1,7-krotnie), w drzewostanach sosnowych w Kruczu i Chojnowie, w świerczynie w Szklarskiej Porębie i dąbrowie w Łącku (1,8 – 2,0-krotnie), w buczynie w Birczy oraz w sosnowych drzewostanach w Białowieży, Zawadzkiem, Strzałowie (2,2 – 2,5-krotnie). Opady podkoronowe były bardziej wzbogacone w stosunku do opadów bezpośrednich (od 2,8 do 3,1-krotnie) w drzewostanach: świerkowym w Piwnicznej i Suwałkach oraz w dąbrowie w Krotoszynie.

Depozyt podkoronowy na SPO MI mieścił się w zakresie od 43,9 do 76,7 kg ha⁻¹ rok⁻¹ (tab. 15.1). Był wysoki świerczynie w Suwałkach, w dąbrowie w Krotoszynie i buczynie w Gdańsku – odpowiednio 76,7 kg ha⁻¹ rok⁻¹, 69,1 kg ha⁻¹ rok⁻¹ i 66,4 kg ha⁻¹ rok⁻¹. W drzewostanach sosnowych w Białowieży i Zawadzkiem oraz świerczynie w Szklarskiej Porębie mieścił się w zakresie 57,6 – 60,4 kg ha⁻¹ rok⁻¹. W pozostałych drzewostanach osiągał wartości z zakresu 43,9 – 48,9 kg ha⁻¹ rok⁻¹.

W opadach podkoronowych występowało więcej istotnych różnic pomiędzy SPO MI, niż w opadach na otwartej przestrzeni (tab.15.2). Różnice dotyczyły nieco innych składników niż w opadach na otwartej przestrzeni, uwidaczniając wpływ koron na skład depozycji. Powierzchnie w Sudetach (Szklarska Poręba) i na Śląsku (Zawadzkie) różniły się istotnie od powierzchni Polski północno-wschodniej (Białowieża, Strzałowo) pod względem depozycji co najmniej jednego ze składników, które wskazują na zakwaszenie opadów: N-NO₃⁻ lub S-SO₄²⁻

. Wyniki wskazują na ogólnie mniejsze obciążenie związkami o charakterze zakwaszającym w lasach Polski północno-wschodniej i centralnej w porównaniu z lasami Śląska i Sudetów.

Wpływy depozycji morskiej zauważane w opadach na otwartej przestrzeni w rejonach nadmorskich (Gdańsk) oraz w Sudetach (Szklarska Poręba) zaznaczają się także pod okapem drzewostanów w istotnie wyższej depozycji Cl⁻ i Na niż na obszarach np. Podkarpacia (Bircza). Znaczny wzrost depozycji soli pochodzenia morskiego odnotowano również pod okapem w Suwałkach w stosunku do roku 2021 i 2022.

W opadach w drzewostanach bukowych w Gdańsku, a szczególnie w Birczy występowały istotnie mniejsze depozyty rozpuszczonego węgla organicznego (RWO) niż w drzewostanach sosnowych w Białowieży i Zawadzkiem i świerkowych w Szklarskiej Porębie i Piwnicznej. Różnice w depozycji podkoronowej RWO między drzewostanem liściastym i iglastym są opisane przez Le Mellec i in. (2010), którzy odnotowali mniejsze stężenia i depozyty RWO w opadach w drzewostanie bukowym niż w świerkowym.

Depozycja podkoronowa przynajmniej jednego ze związków o działaniu eutrofizującym: N-NO₃⁻, N-NH₄⁺ i N_{tot} istotnie wyróżniała drzewostan sosnowy w Zawadzkiem i Kruczu oraz dąbrowę w Krotoszynie od stanowisk charakteryzujących się mniejszym dopływem podkoronowym tych substancji w drzewostanach iglastych w Strzałowie, Piwnicznej, Białowieży i dąbrowie w Łącku.

15.3. Depozyt pierwiastków śladowych w opadach podkoronowych

Depozyt pierwiastków śladowych i metali ciężkich: żelaza, manganu, glinu, cynku, miedzi, kadmu i ołowiu wynosił od 0,54 do 1,45 kg ha⁻¹ rok⁻¹, co odpowiadało od 1,0% do 3,1% całkowitej rocznej depozycji podokapowej. Najwyższy udział omawianych metali w depozycie ogólnym stwierdzono w Łącku, przy czym w depozycie metali śladowych niemal 80% udziału miał Mn. Mangan jest pierwiastkiem łatwo ulegającym wymywaniu z koron drzew i jego stężenia w opadach podkoronowych mogą wielokrotnie przewyższać stężenia w opadach atmosferycznych (Kowalska i Janek 2009). Wysoki udział Mn w depozycie podkoronowym tłumaczy się częściowo dużym udziałem tego składnika w depozycie na otwartej przestrzeni w Łącku, w porównaniu do innych powierzchni (por. rozdz. „Wielkość depozytu wnoszonego z opadami atmosferycznymi na terenach leśnych”, tab. 15.1).

Udział samych metali ciężkich (Zn, Cu, Pb, i Cd) stanowił w sumie rocznego depozytu od 0,3 do 0,5%. Na poszczególnych powierzchniach depozyt metali ciężkich wyniósł od 0,13 do 0,29 kg ha⁻¹ rok⁻¹, z czego od 73 do 86% stanowił Zn.

15.4. Właściwości kwasowo-zasadowe opadów podkoronowych

Obniżone pH, tj. niższe niż 5,0 występowało na przestrzeni roku stosunkowo rzadko, bo jedynie w 8% miesięcznych próbek opadów. Opady o pH poniżej 5,5 występowały niemal trzykrotnie częściej w okresie zimowym niż letnim (ryc. 15.3), a szczególnie w styczniu, lutym i grudniu (na dziewięciu SPO MI). Latem miały miejsce przeważnie we wrześniu (na sześciu SPO MI).

Średnio w roku najbardziej kwaśne opady docierały do gleby w drzewostanie zlokalizowanym na Śląsku (Zawadzkie, pH 5,1). Średnio rocznie pH poniżej 5,5 występowało również w Chojnowie, w Sudetach w Szklarskiej Porębie i w Strzałowie (ryc. 15.4).

Odczyn opadów w kilku drzewostanach wykazywał duże różnice w stosunku do roku poprzedniego. Średnio rocznie odczyn był mniej kwaśny niż w roku 2022 w Gdańsku, Kruczu i Piwnicznej (o 0,4 jednostki pH), a także w Birczy, Zawadzkim i Szklarskiej Porębie (o 0,2 jednostki pH). Na pozostałych powierzchniach pH opadów przyjmowało wartości zbliżone do tych, które wystąpiły w roku 2022.

Pojemność zobojętniania kwasów (ANC), obliczona jako różnica stężeń kationów mocnych zasad (Ca, Mg, Na, K) i anionów mocnych kwasów (SO_4^{2-} , NO_3^- , Cl^-) w $\mu\text{eq dm}^{-3}$, jest wskaźnikiem pozwalającym ocenić, czy w wodach występuje nadmiar wolnych mocnych kwasów ($\text{ANC} < 0$), czy zasad ($\text{ANC} > 0$). Inaczej mówiąc, ANC charakteryzuje zdolność wody do zobojętniania kwasów (por. rozdz. "Wielkość depozytu wnoszonego z opadami atmosferycznymi na terenach leśnych").

W porównaniu z wodami opadowymi, udział opadów podkoronowych z ujemnymi wartościami ANC występował rzadziej, bo w około 1/5 przypadków. Ujemne wartości ANC związane z przewagą jonów wolnych kwasów występowały częściej w okresie zimowym (ryc. 15.5), co można przypisać zmniejszonej aktywności biologicznej drzew i mniejszej wymianie jonowej niż w okresie wegetacyjnym, ale także wzmożonym emisjom zanieczyszczeń w sezonie grzewczym. Na wszystkich powierzchniach obserwacyjnych ANC półrocza zimowego było niższe niż w półroczu letnim, z wyjątkiem Piwnicznej (ryc. 15.6).

Średnio rocznie dodatnią wartość ANC (przewagę wolnych zasad) w opadach podkoronowych odnotowano we wszystkich badanych drzewostanach. Wysoką przewagę wolnych zasad odnotowano w opadach w Białowieży, Suwałkach Krotoszynie, Strzałowie i Łącku (odpowiednio 214, 155, 134, 123 i 109 $\mu\text{eq dm}^{-3} \text{rok}^{-1}$), natomiast w pozostałych drzewostanach ANC przyjmowało wartość od 20,3 do 79 $\mu\text{eq dm}^{-3} \text{rok}^{-1}$.

Wpływ okapu w różnych gatunkowo drzewostanach wyrażał się w podniesieniu wartości ANC średnio w roku w opadach podkoronowych w stosunku do opadów docierających do koron (ryc. 15.7). W skali miesięcznej notowano również nieliczne przypadki obniżenia ANC opadów w koronach, a dotyczyły one niemal wszystkich powierzchni na przestrzeni całego roku.

Jony o zakwaszającym oddziaływaniu na środowisko (SO_4^{2-} , NO_3^- , NH_4^+ , Cl^-) stanowiły od 32 do 56% rocznego molowego depozytu (sumy azotu mineralnego, chlorków, siarczanów (VI), kationów zasadowych, żelaza, glinu, manganu i metali ciężkich oraz wodoru wyrażonej w $\text{mol}_e \text{ha}^{-1}$). W opadach w drzewostanie Nadleśnictwa Zawadzkie stwierdzono najwyższy udział jonów o charakterze zakwaszającym (56%), podobnie jak w poprzednich latach. Udział ten osiągał przynajmniej połowę całkowitej depozycji podokapowej również w Kruczu (55%) i Szklarskiej Porębie (50%), a przekraczał 40% w Gdańsku i Birczy (drzewostany bukowe), Łącku i Krotoszynie (drzewostany dębowe), Chojnowie (drzewostan sosnowy) oraz Piwnicznej (świerczyna). Najniższy był w Białowieży, Suwałkach i Strzałowie (32 - 38%), tam też depozyt molowy jonów o charakterze zasadowym (Ca^{2+} , K^+ , Mg^{2+} i Na^+) znacznie przewyższał depozyt jonów zakwaszających (ryc. 15.8).

Przepływ jonów z opadami atmosferycznymi i podkoronowym zilustrowano na rycinie 15.9, na przykładzie czterech głównych gatunków drzew.

15.5. Spływ po pniu

Depozycja składników z opadami w drzewostanach byłaby znacząco niedoszacowana, gdyby pominięto jedną ze ścieżek dopływu wód opadowych do gleb leśnych, czyli wody spływające po pniach drzew. W monitoringu lasów ta frakcja wód opadowych jest badana jedynie w drzewostanach bukowych, gdyż budowa buka: architektura koron, typ i ułożenie liści oraz struktura kory w większym stopniu sprzyjają odprowadzaniu opadu po pniach, niż u innych gatunków. Spływ po pniu stanowi wobec tego w buczynach istotną formę transportu wody, substancji pokarmowych oraz zanieczyszczeń zawartych w opadach, modyfikując warunki glebowe w strefach wokół pni (Chang i Matzner 2000). Wokół korzeni buków tworzą się korytarze, sprzyjające preferencyjnemu odpływowi wody wraz z rozpuszczonymi substancjami, oddziałujące w istotnym stopniu na wielkość przepływów hydrologicznych i odpływ substancji ze strefy korzeniowej (Johnson i Lehmann 2006, Schwärzel i in. 2012).

Pobór próbek spływu po pniu prowadzono w nadleśnictwach Gdańsk i Bircza w okresie bezmroźnym. Po przerwie zimowej 2022/2023 wznowiono badania w kwietniu i kontynuowano pobór próbek do listopada. Próbki pobierano w tych samych terminach, co

opady podkoronowe. Opad spływający po pniach był indywidualnie odprowadzany z sześciu drzew na każdej powierzchni, reprezentujących sześć równolicznych klas pierśnic. Wydzielenie klas pierśnic posłużyło wstępnie do pogrupowania wszystkich żywych drzew na SPO MI i wyboru drzew o cechach reprezentatywnych dla danej powierzchni.

Wielkość spływu po pniach mierzono w dwojaki sposób. Na mniejszych drzewach, o pierśnicach poniżej 20 cm, ilość spływającego opadu wyznaczano na podstawie objętości wody zgromadzonej w połączonych szeregowo lub pojedynczych pojemnikach o pojemności nominalnej 90 dm³. Na pozostałych drzewach objętość spływu po pniu mierzono automatycznie z elektroniczną rejestracją wyników. Na podstawie objętości spływającej wody oraz pierśnicowego pola przekroju próbkowanych drzew i pierśnicowego pola przekroju drzewostanu na badanej powierzchni, z uwzględnieniem pola powierzchni SPO MI, wnioskowano o wielkości odprowadzonego po pniach opadu w mm.

Szacuje się, że ilość spływu po pniu przekroczyła w okresie badań 27 mm w Nadleśnictwie Gdańsk i 36 mm w Nadleśnictwie Bircza. Pomimo niskich temperatur i przewagi opadów śniegu pewna ilość wody w okresie gdy nie prowadzono pomiarów, tj. zimą, również mogła być odprowadzona po pniach. Roczna suma spływu po pniu prawdopodobnie przekraczała więc ilość oszacowaną dla badanych miesięcy. W miesięcznych okresach badań spływ po pniach stanowił od 2 do 8% opadu bezpośredniego (na otwartej przestrzeni) w Gdańsku oraz od 3 do 10% w Birczy, co odpowiada wartościom przytaczanym w literaturze (Chang i Matzner 2000, Johnson i Lehmann 2006).

W składzie chemicznym spływu po pniu zauważalny był wpływ aerozoli morskich w Gdańsku: średnie stężenia jonów chlorkowych i sodu były większe niż w Birczy (ryc. 15.10).

Na obu powierzchniach w większości miesięcznych pomiarów pojemność zobojętniania kwasów (ANC) była większa niż w opadach podkoronowych i na otwartej przestrzeni.

Depozyt składników wniesiony ze spływem po pniu przedstawiono w tabeli 15.1. Wyniósł on w okresie badań 4,9 kg ha⁻¹ w Gdańsku i 2,6 kg ha⁻¹ w Birczy. Stanowiło to 7% depozytu podkoronowego w Gdańsku i 6% w Birczy. Woda opadowa wzbogaca się w związki organiczne w większym stopniu spływając po pniach niż przepływając przez warstwę koron (Van Stan i Stubbins 2018). Mimo że suma opadu odprowadzonego po pniach stanowiła średnio zaledwie 6-7% opadu podkoronowego, depozyt rozpuszczonego węgla organicznego w spływie po pniu wynosił około 15-18% depozycji podokapowej RWO.

Literatura

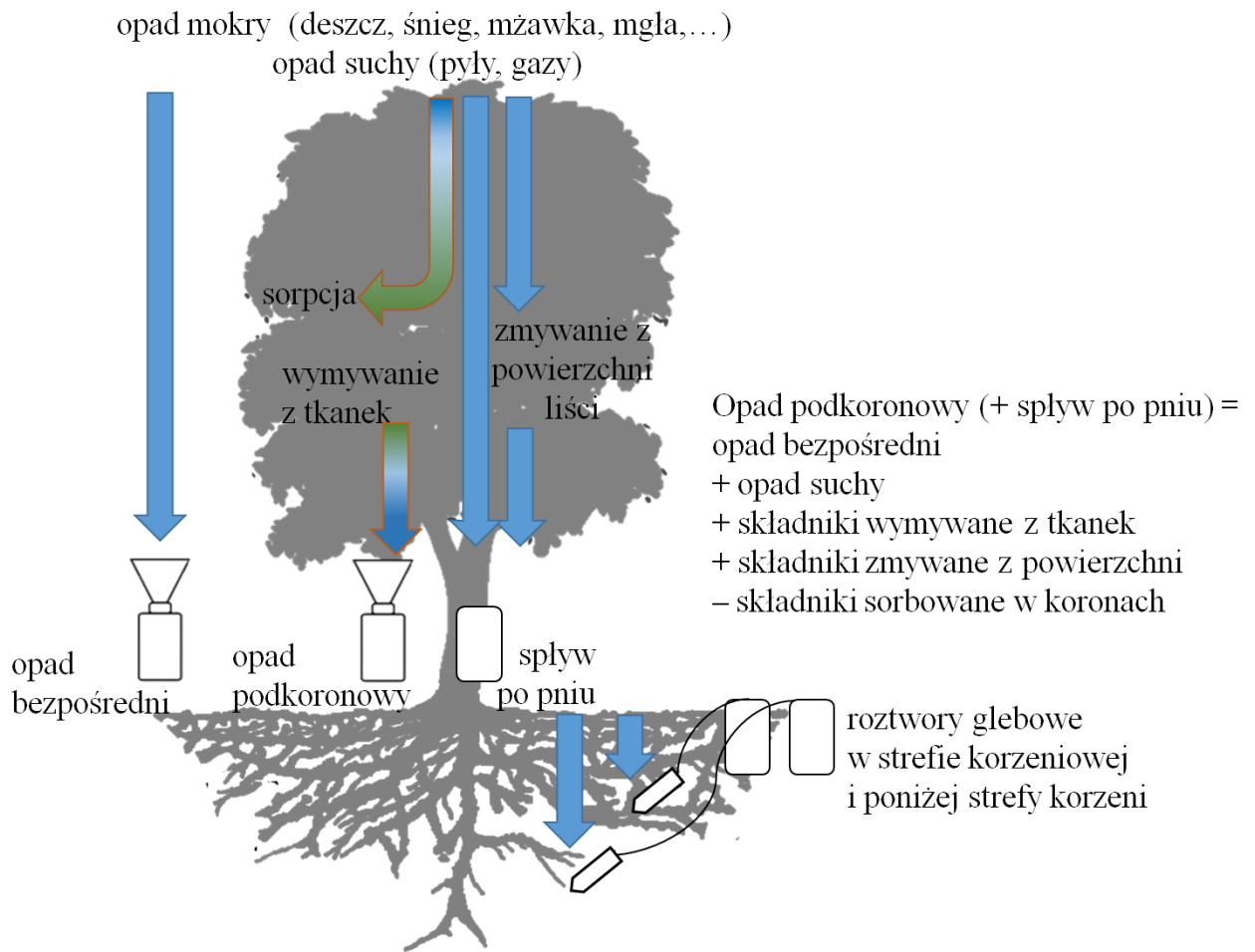
- Chang S.-C. & Matzner E., (2000). The effect of beech stemflow on spatial patterns of soil solution chemistry and seepage fluxes in a mixed beech/oak stand. *Hydrological Processes*, 14, 135-144.
- Johnson, M. S., & Lehmann, J. (2006). Double-funneling of trees: Stemflow and root-induced preferential flow. *Écoscience*, 13(3), 324–333.
- Kowalska A. & Janek M. (2009). Precipitation chemistry in a forested study area of the Chojnów Forest District in the years 2004-2007. *Journal of Water and Land Development*, 13a, 283-297.
- Kowalska A. , Boczoń A., Hildebrand R., Polkowska Ż., (2016). Spatial variability of throughfall in a stand of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) with deciduous admixture as influenced by canopy cover and stem distance. *Journal of Hydrology*, 538, 231-242.
- Le Mellec A., Meesenburg H., Michalzik B., (2010). The importance of canopy-derived dissolved and particulate organic matter (DOM and POM) – comparing throughfall solution from broadleaved and coniferous forests. *Ann. For. Sci.*, 67: 411
- Schwärzel, K., Ebermann, S., & Schalling, N. (2012). Evidence of double-funneling effect of beech trees by visualization of flow pathways using dye tracer. *Journal of Hydrology*, 470-471, 184–192.
- StatSoft, Inc. (2011). STATISTICA (data analysis software system), version 10. www.statsoft.com.
- Van Stan, J.T., Stubbins, A. (2018) Tree-DOM: Dissolved organic matter in throughfall and stemflow. *Limnology and Oceanography Letters*, 3: 199-214.

Tabela 15.1. Depozyt [kg ha^{-1}] wniesiony z opadami w drzewostanach na SPO MI w 2023 r. (bez RWO). RWO – rozpuszczony węgiel organiczny, Ntot – azot całkowity, PK – depozyt podkoronowy, PP – depozyt wniesiony ze spływem po pniu

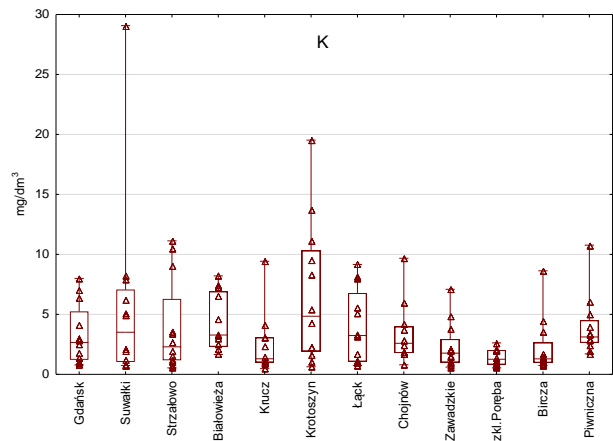
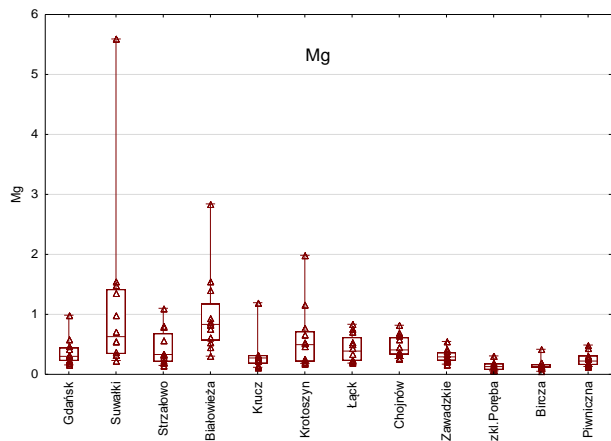
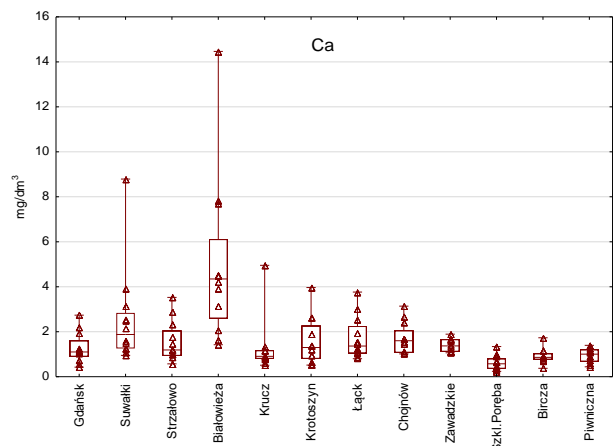
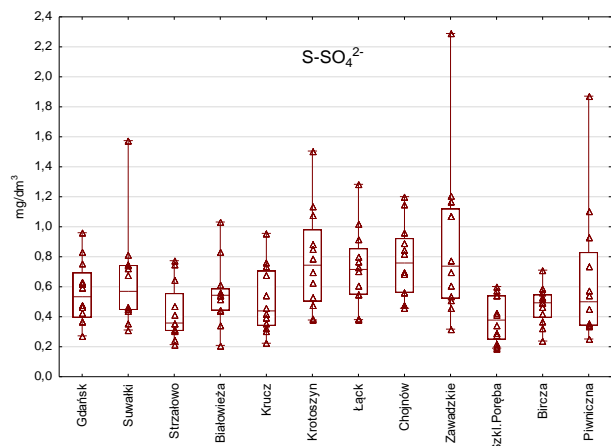
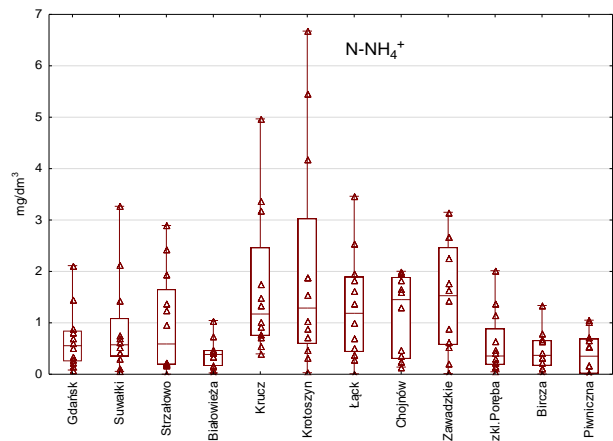
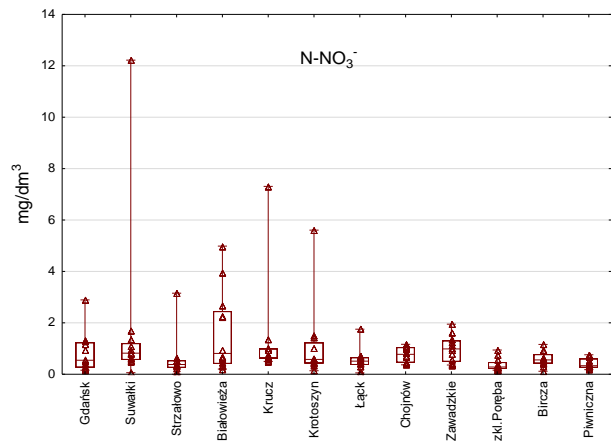
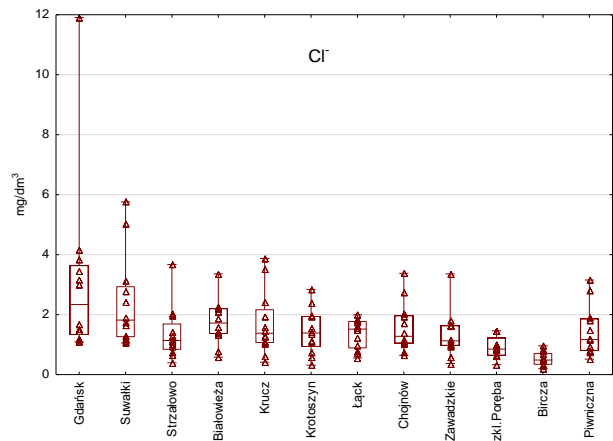
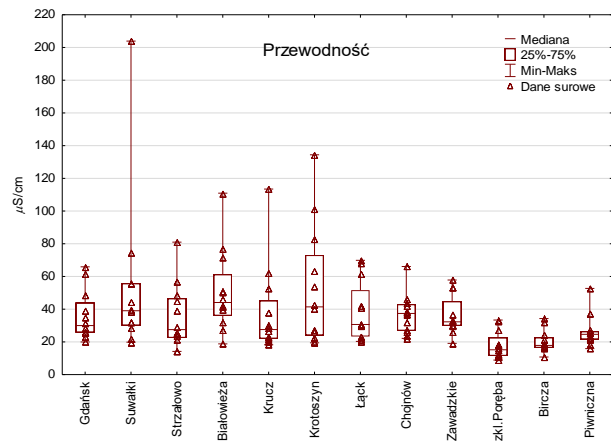
	Buk				Dąb		Sosna					Świerk			
	Gdańsk		Bircza		Krotoszyn	Łąck	Strzałowo	Białowieża	Krucz	Chojnów	Zawadzkie	Suwałki	Szklarska Poręba	Piwniczna	
	PK	PP	PK	PP											PK
Opad [mm]	610	27	801	36	534	451	501	426	592	458	652	631	1347	609	
H	0,008	0,000	0,019	0,000	0,016	0,008	0,016	0,011	0,012	0,019	0,054	0,005	0,050	0,011	
Cl-	17,22	1,61	4,13	0,17	7,19	6,25	5,82	6,70	8,52	7,08	7,83	14,28	11,12	6,88	
N-NO ₃ ⁻	3,99	0,02	4,62	0,12	4,50	1,99	2,05	4,77	4,24	3,19	6,17	5,05	3,82	2,11	
S-SO ₄ ²⁻	2,95	0,14	3,71	0,14	3,29	2,94	1,75	2,16	2,36	3,37	5,06	3,28	4,50	3,17	
N-NH ₄ ⁺	2,92	0,13	4,03	0,21	6,83	4,61	3,39	1,51	7,23	4,50	7,81	3,38	5,21	3,09	
Ca	6,25	0,24	7,16	0,26	6,86	6,60	6,17	15,20	5,33	7,13	8,88	13,12	6,65	5,38	
Mg	1,78	0,08	1,17	0,03	2,43	1,74	1,80	3,10	1,41	2,02	1,98	5,10	1,54	1,29	
Na	9,19	0,62	2,28	0,11	2,75	2,28	3,52	2,90	4,73	2,64	3,28	7,27	5,90	2,15	
K	19,04	1,84	17,67	1,26	30,54	16,53	16,65	17,12	10,82	14,16	15,31	21,81	16,62	19,32	
Fe	0,057	0,006	0,064	0,010	0,150	0,078	0,077	0,084	0,076	0,073	0,107	0,080	0,168	0,100	
Al	0,057	0,005	0,079	0,008	0,130	0,087	0,115	0,195	0,181	0,167	0,224	0,081	0,188	0,138	
Mn	0,818	0,035	0,338	0,015	0,768	1,128	0,217	0,822	0,726	0,517	0,577	0,401	0,209	0,408	
Cd	0,0005	0,0000	0,0006	0,0000	0,0005	0,0004	0,0004	0,0004	0,0005	0,0003	0,0018	0,0005	0,0011	0,0005	
Cu	0,037	0,001	0,031	0,001	0,039	0,036	0,020	0,026	0,032	0,035	0,037	0,028	0,059	0,034	
Pb	0,004	0,000	0,006	0,001	0,008	0,005	0,004	0,003	0,006	0,005	0,009	0,005	0,015	0,006	
Zn	0,130	0,005	0,145	0,008	0,166	0,113	0,109	0,193	0,139	0,125	0,237	0,164	0,212	0,141	
RWO	27,81	3,35	27,75	3,91	73,84	48,72	81,93	93,7	67,34	70,11	83,32	53,52	80,92	78,60	
N _{tot}	8,88	0,34	10,41	0,55	14,77	8,67	7,60	9,07	14,58	10,10	16,86	11,04	12,27	7,75	
Depozyt w drzewostanie	66,4	4,9	47,2	2,6	69,1	46,5	43,9	57,6	48,9	47,4	60,4	76,7	59,5	46,8	

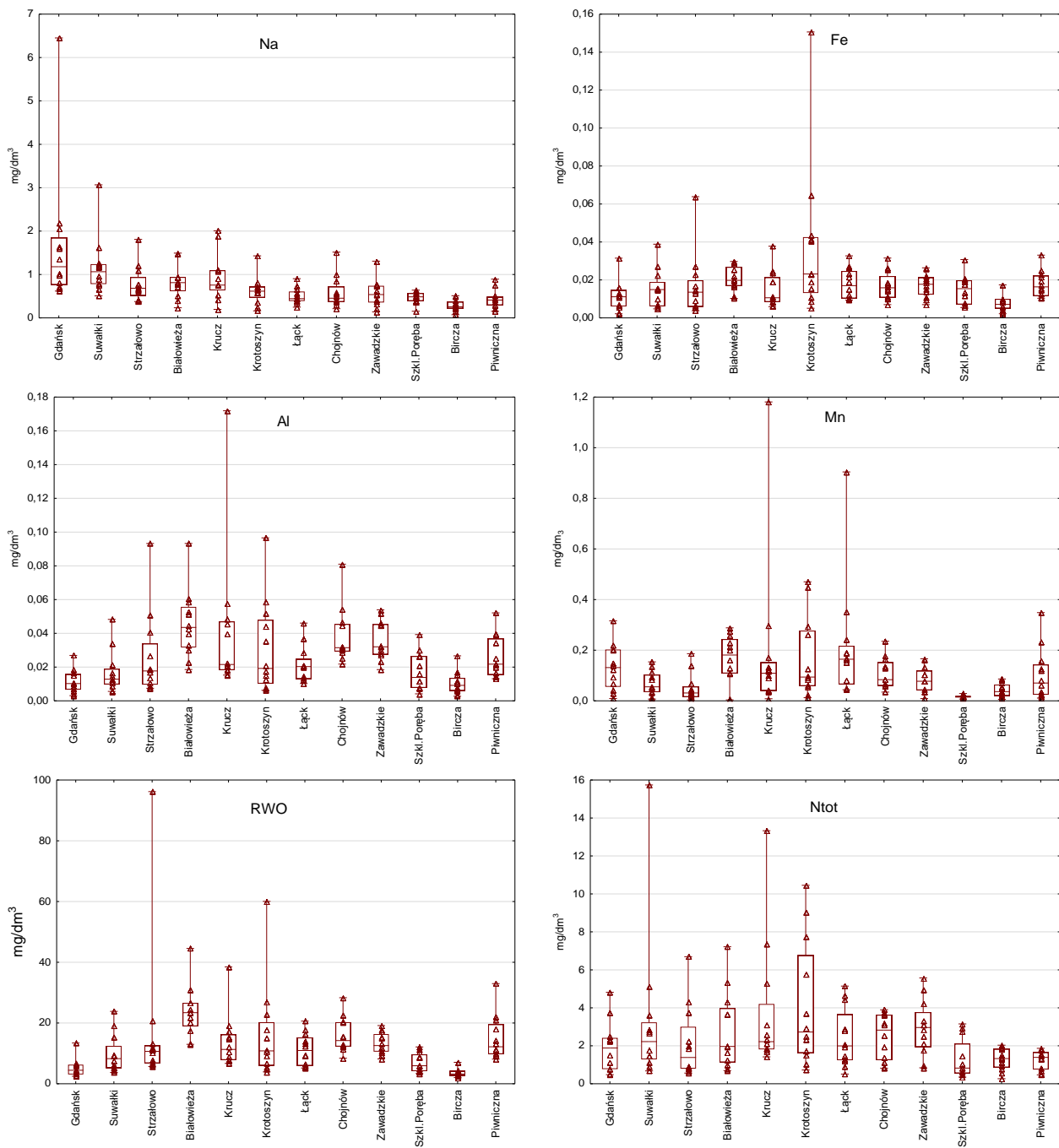
Tabela 15.2. Wyniki testów istotności różnic między SPO MI pod względem wielkości opadu podkoronowego i depozycji głównych składników. Czcionką pogrubioną zaznaczono wartości prawdopodobieństwa testowego p mniejsze od poziomu istotności $\alpha=0,05$. *wymieniono pary powierzchni o różnicach istotnych przy $\alpha=0,05$

	Test Kruskala-Wallisa H (11, N= 144)	Porównania wielokrotne (dwustronne)*		
		Nadleśnictwa	p	
opad	0,0013	Szkl.Poręba	Białowieża	0,0040
		Szkl.Poręba	Krotoszyn	0,0261
		Szkl.Poręba	Łąck	0,0117
		Szkl.Poręba	Chojnów	0,0160
H ⁺	0,0171	Szkl.Poręba	Suwałki	0,0412
Cl ⁻	0,0034	Gdańsk	Bircza	0,0157
		Szkl.Poręba	Bircza	0,0160
N-NO ₃ ⁻	0,0001	Zawadzkie	Strzałowo	0,0097
		Zawadzkie	Łąck	0,0062
		Zawadzkie	Piwniczna	0,0098
S-SO ₄ ²⁻	0,0000	Zawadzkie	Strzałowo	0,0000
		Zawadzkie	Białowieża	0,0034
		Zawadzkie	Krucz	0,0120
		Szkl.Poręba	Strzałowo	0,0004
		Szkl.Poręba	Białowieża	0,0209
		Bircza	Strzałowo	0,0338
N-NH ₄ ⁺	0,0006	Krucz	Białowieża	0,0084
		Krotoszyn	Białowieża	0,0391
Ca	0,0001	Zawadzkie	Białowieża	0,0017
		Białowieża	Gdańsk	0,0143
		Białowieża	Strzałowo	0,0034
		Białowieża	Krucz	0,0003
		Białowieża	Krotoszyn	0,0028
		Białowieża	Łąck	0,0176
Mg	0,0001	Białowieża	Piwniczna	0,0005
		Suwałki	Krucz	0,0405
		Suwałki	Bircza	0,0034
		Suwałki	Piwniczna	0,0194
		Białowieża	Krucz	0,0113
		Białowieża	Bircza	0,0008
Na	0,0001	Białowieża	Piwniczna	0,0051
		Gdańsk	Łąck	0,0104
		Gdańsk	Bircza	0,0209
		Gdańsk	Piwniczna	0,0229
K	0,4691	-	-	
Fe	0,0022	Szkl. Poręba	Gdańsk	0,0054
		Szkl. Poręba	Strzałowo	0,0179
		Szkl. Poręba	Bircza	0,0363
Al	0,0000	Białowieża	Gdańsk	0,0320
		Chojnów	Gdańsk	0,0154
		Zawadzkie	Gdańsk	0,0001
		Zawadzkie	Suwałki	0,0078
		Zawadzkie	Strzałowo	0,0326
		Zawadzkie	Łąck	0,0281
		Zawadzkie	Bircza	0,0067
		Szkl. Poręba	Gdańsk	0,0035
Mn	0,0369	-	-	
RWO	0,0000	Białowieża	Gdańsk	0,0047
		Białowieża	Bircza	0,0057
		Zawadzkie	Gdańsk	0,0034
		Zawadzkie	Bircza	0,0042
		Szkl. Poręba	Gdańsk	0,0113
		Szkl. Poręba	Bircza	0,0137
		Piwniczna	Gdańsk	0,0120
Piwniczna	Bircza	0,0145		
Ntot	0,0011	Zawadzkie	Strzałowo	0,0205
		Zawadzkie	Piwniczna	0,0143
ANC	0,0134	Białowieża	Krucz	0,0183
		Białowieża	Zawadzkie	0,0055

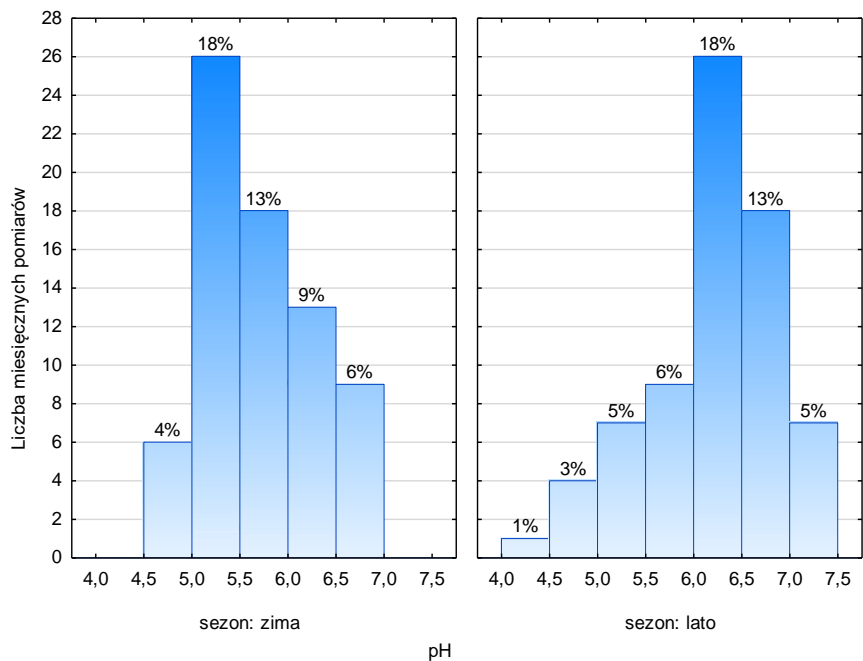


Rycina 15.1. Schemat koncepcyjny badań depozytu i przepływu składników w środowisku leśnym na SPO MI

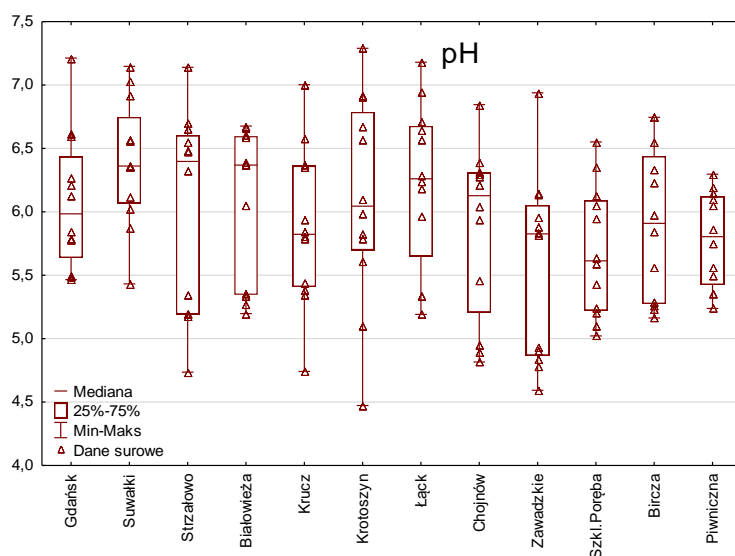




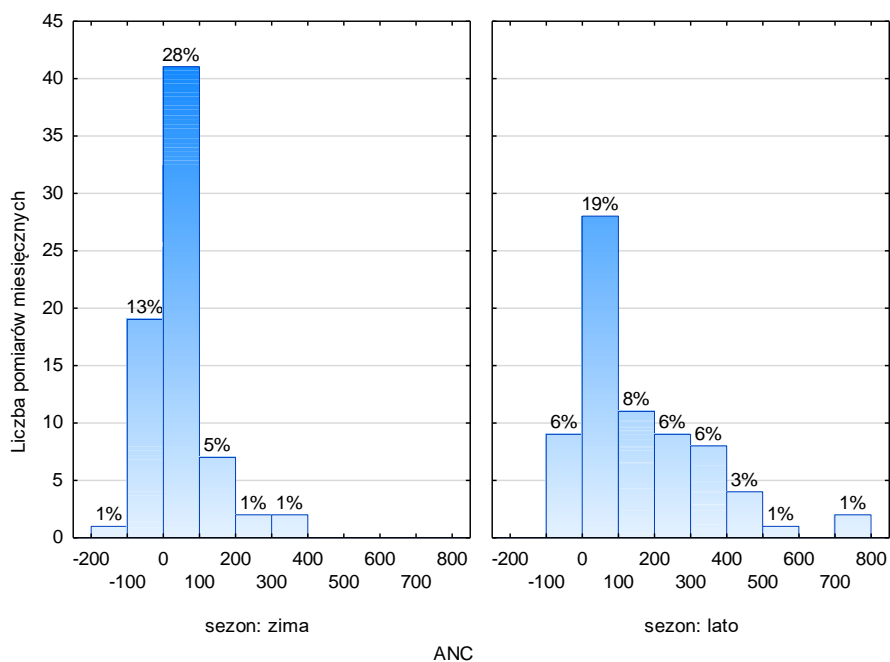
Rycina 15.2. Przewodność [$\mu\text{S cm}^{-1}$] i stężenie głównych składników [mg dm^{-3}] w opadach podkoronowych na SPO MI w 2023 r. RWO – rozpuszczony węgiel organiczny, Ntot – azot całkowity



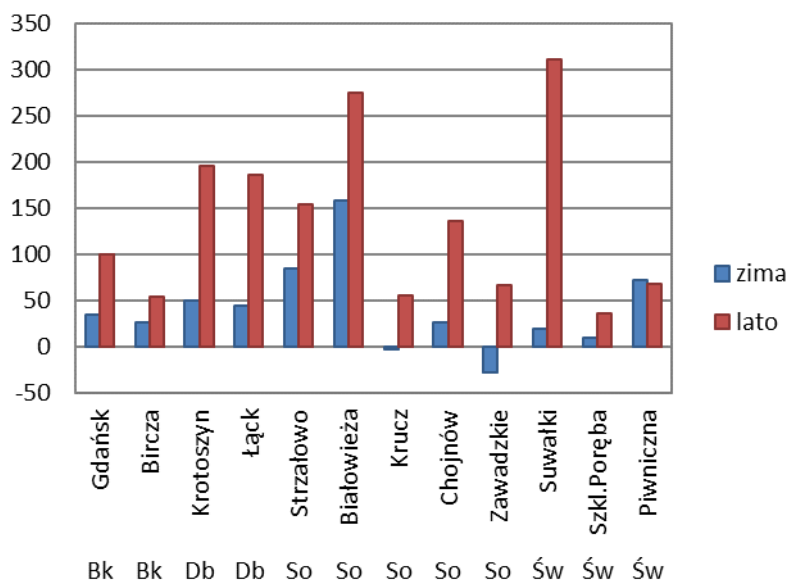
Rycina 15.3. Histogram pH opadów podkoronowych na SPO MI w okresie letnim oraz zimowym 2023 r.



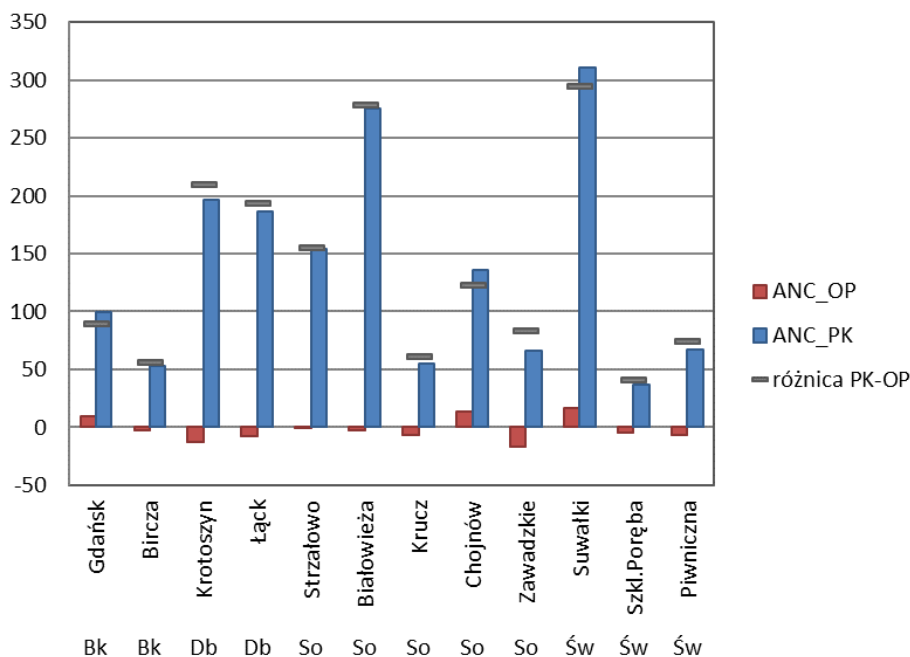
Rycina 15.4. pH opadów podkoronowych na SPO MI w 2023 r.



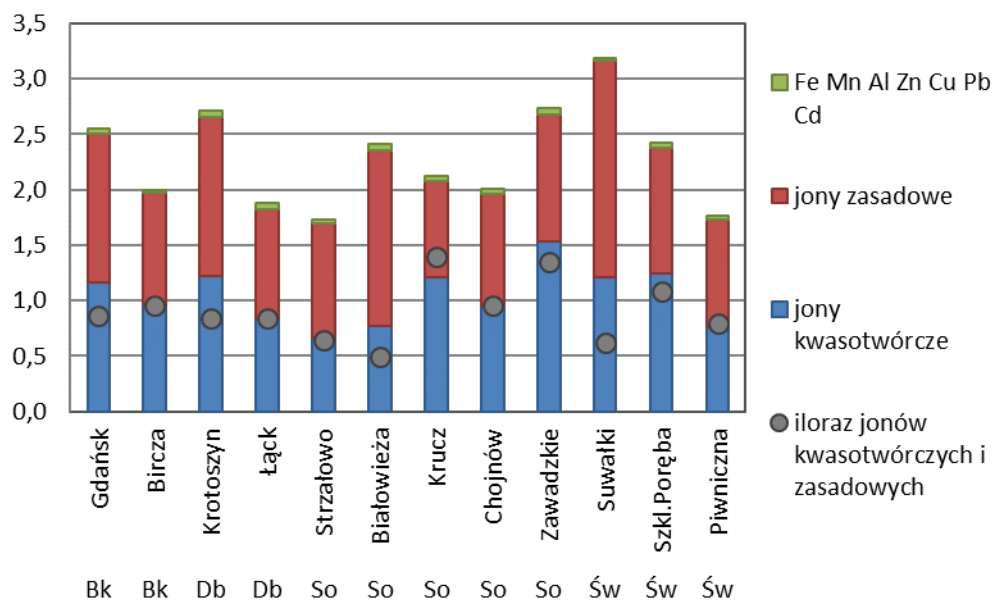
Rycina 15.5. Histogram pojemności zobojętniania kwasów ANC [$\mu\text{eq dm}^{-3}$] w opadach podkoronowych na SPO MI w sezonie zimowym oraz letnim 2023 r.



Rycina 15.6. Pojemność zobojętniania kwasów (ANC) [$\mu\text{eq} \cdot \text{dm}^{-3}$] w opadach podkoronowych na SPO MI w 2023 r. Średnie dla okresu zimowego (miesiące I-IV, XI i XII) i letniego (V-X).

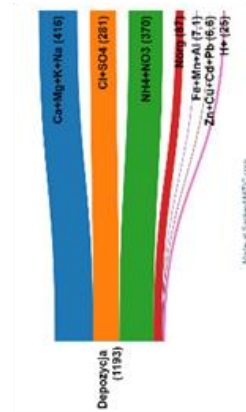


Rycina 15.7. Średnia roczna pojemność zobojętniania kwasów (ANC [$\mu\text{eq dm}^{-3}$]) w opadach na otwartej przestrzeni (OP) i podkoronowych (PK) na SPO MI w 2023 r.

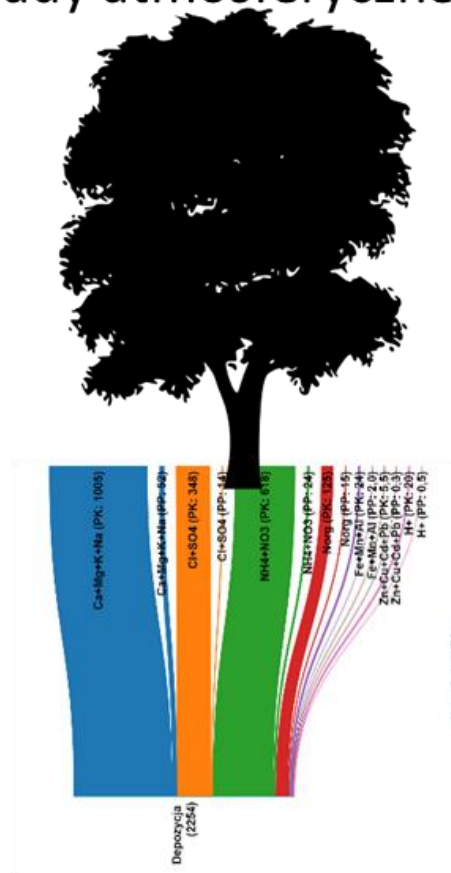


Rycina 15.8. Ładunek jonów [kmoles ha^{-1}] oraz stosunek depozytu jonów kwasotwórczych do zasadowych w opadach podkoronowych na SPO MI w 2023 r.

Bircza (buk)

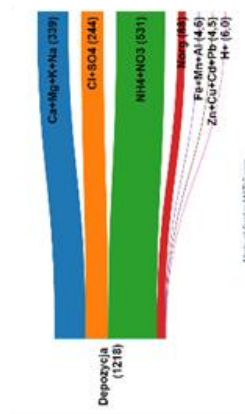


Opady atmosferyczne (OP)

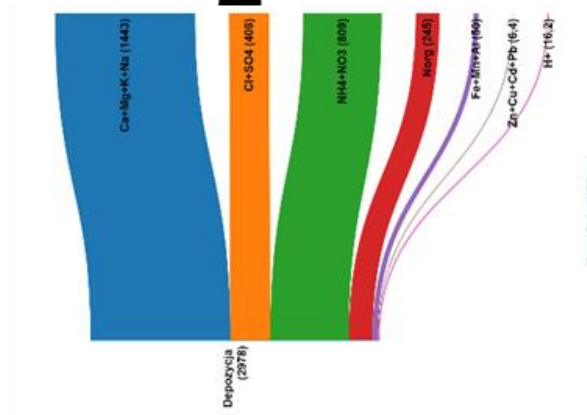


Opady podkoronowe (PK) + spływ po pniu (PP)

Krotoszyn (dąb)

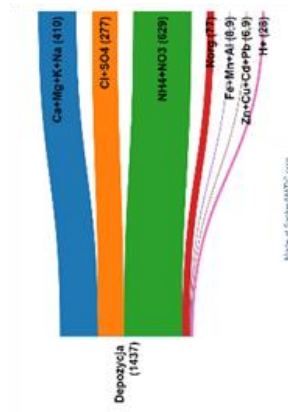


Opady atmosferyczne (OP)

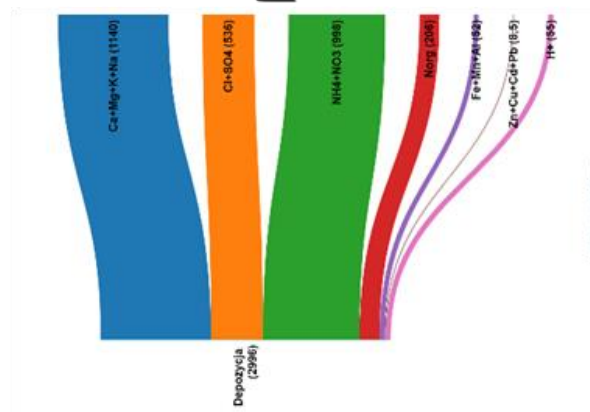


Opady podkoronowe (PK)

Zawadzkie (sosna)

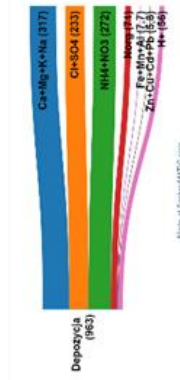


Opady atmosferyczne (OP)

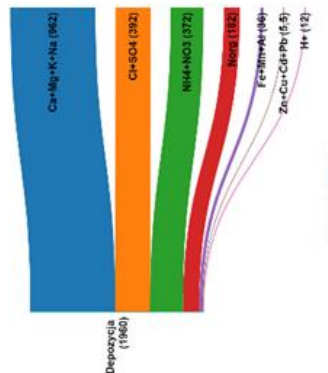


Opady podkoronowe (PK)

Piwniczna(świerk)

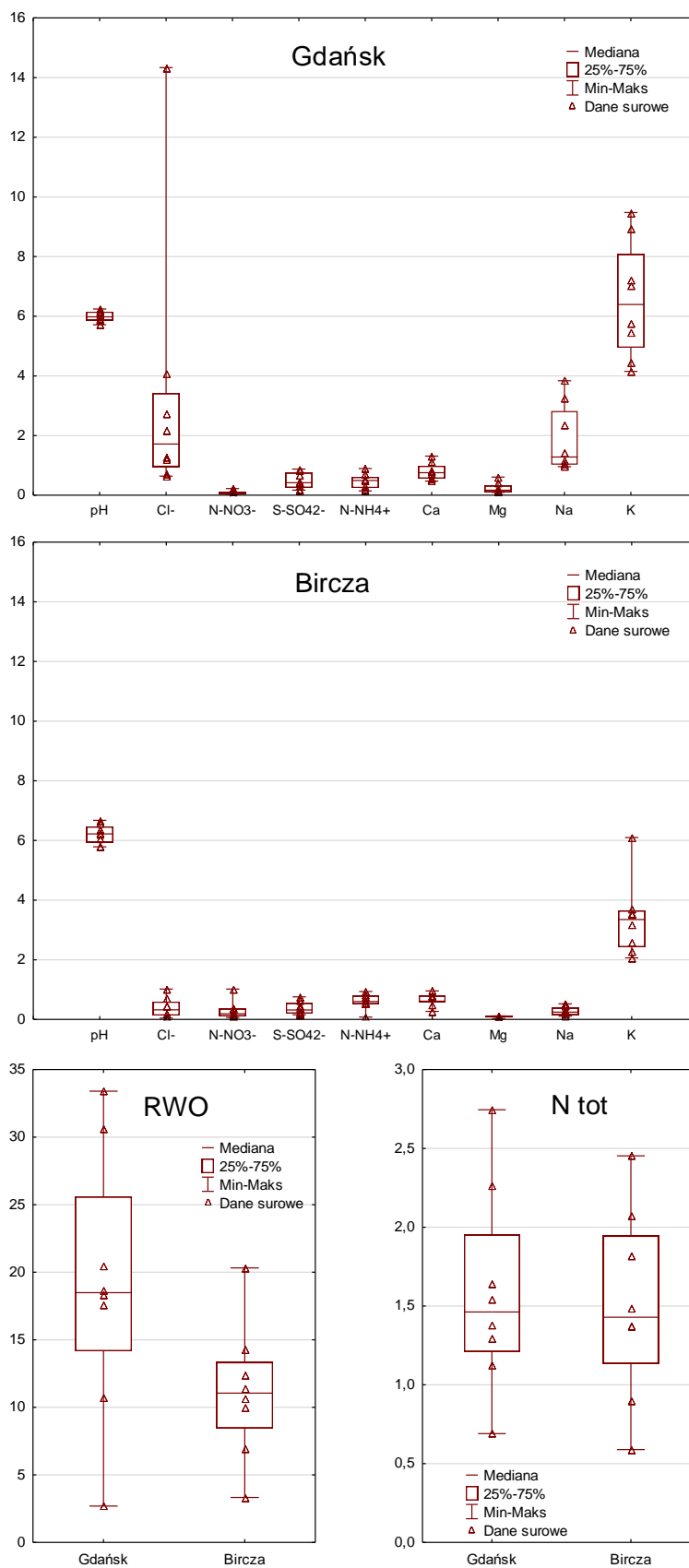


Opady atmosferyczne (OP)



Opady podkoronowe (PK)

Rycina 15.9. Przepływ jonów z opadami atmosferycznymi i podkoronowym (i po pniu w drzewostanie bukowym) w mol_c ha⁻¹ w 2023 r. na wybranych SPO MI: w drzewostanie bukowym w Nadleśnictwie Bircza, dębowym w Nadleśnictwie Krotoszyn, sosnowym w Nadleśnictwie Zawadzkie i świerkowym w Nadleśnictwie Piwniczna



Rycina 15.10. Stężenie głównych składników w mg dm⁻³ oraz pH w wodach spływających po pniach drzew w 2023 r. Poziomą linią zaznaczono medianę, wąsami – zakres wartości miesięcznych oraz ramką – zakres kwartyłowy.

16. CHEMIZM ROZTWORÓW GLEBOWYCH W 2023 R. – ANNA KOWALSKA

Roztwory glebowe stanowią drogę transportu składników odżywczych i substancji toksycznych między fazą stałą gleby a korzeniami roślin. Skład chemiczny roztworów glebowych jest więc źródłem informacji istotnych dla oceny wpływu zanieczyszczeń powietrza oraz innych czynników stresowych na ekosystemy leśne (Nieminen 2011).

W 2023 roku na powierzchniach monitoringu intensywnego pobierano roztwory glebowe z miesięczną częstotliwością, stosując kwarcowo-teflonowe podciśnieniowe lizymetry PRENART®. Podciśnienie zakładano 5–7 dni przed poborem próbek. Próbkę pobierano poza okresami, gdy gleba była zamrznięta i pokryta warstwą śniegu, co uniemożliwiałoby obsługę aparatury zainstalowanej w glebie. Na każdej powierzchni funkcjonowało po 10 lizymetrów na dwóch głębokościach gleby: 25 cm i 50 cm od powierzchni. Jedynie w Szklarskiej Porębie lizymetry zainstalowano na głębokości 20 i 40 cm z uwagi na małą miąższość gleby i kamieniste podłoże. Takie umiejscowienie próbników umożliwia monitorowanie stężeń składników odżywczych w strefie obecności głównej masy korzeniowej roślin oraz poniżej tej strefy, skąd przy sprzyjających warunkach wodnych rozpuszczone substancje są transportowane w głąb profilu. Objętość pobieranych próbek mierzono wolumetrycznie. Próbkę roztworów glebowych były łączone w stosunku objętościowym przed analizami tak, by otrzymać po dwie próbki z obu głębokości na każdej badanej powierzchni, o ile pozwalała na to pobrana objętość. Z próbkami roztworów glebowych postępowano dalej jak z próbkami wód opadowych; zakres badań chemicznych dla roztworów glebowych był taki jak dla próbek opadów podkoronowych i opadu bezpośredniego.

Pobieranie próbek po okresie zimowym 2022/2023 wznowiono od lutego w Gdańsku i Krotoszynie, od marca w Birczy i Suwałkach, od kwietnia w Piwnicznej i Szklarskiej Porębie. W Strzałowie, Kruczu, Łącku, Chojnowie i Zawadzkiem wskutek łagodnych warunków pogodowych próbki pobierane były od początku roku 2023. W rejonach górskich: w Szklarskiej Porębie i Piwnicznej oraz w Suwałkach próbki pobierano w zależności od warunków pogodowych do końca października, w Birczy do końca listopada, a na pozostałych SPO MI próbki pobrano do końca roku. Na przestrzeni roku występowały miesiące, gdy wskutek niskich opadów na niektórych SPO MI woda glebowa nie była dostępna i nie było możliwe pobieranie wystarczających ilości próbek do badań. Taka sytuacja miała miejsce szczególnie w lipcu na siedmiu SPO MI, a sporadycznie występowała między czerwcem a listopadem na kilku SPO MI. Na większości obszaru badań – poza obszarem górskim w Szklarskiej Porębie i Piwnicznej

- w niektórych miesiącach od wczesnej wiosny aż do końca roku z powodu małej objętości łączono próbki do analiz, uzyskując po jednej próbce z każdej głębokości lub w ogóle nie było możliwe wykonanie pełnego zestawu analiz chemicznych.

Średnie pH na SPO MI w 2023 roku w badanych roztworach glebowych wynosiło od 4,0 do 7,7 na głębokości 25 cm oraz od 4,4 do 7,5 na głębokości 50 cm (ryc. 16.1). Zmiany większe niż $\pm 0,2$ jednostki pH w porównaniu z rokiem poprzednim wystąpiły w kilku przypadkach (Krotoszyn, Bircza, Strzałowo i Suwałki) i mogły być spowodowane niewystarczającą dostępnością wody glebowej. Gdy próbki pobierane są w drzewostanie z jednego lub dwóch punktów – co zdarzało się w suchszych okresach roku – zamiast z wszystkich zainstalowanych lizymetrów, rośnie ryzyko, że próbka połączona nie jest w pełni reprezentatywna dla panujących warunków. Taka sytuacja mogła mieć miejsce w Birczy. Stwierdzono tam wzrost pH o 0,9 jednostki na głębokości 50 cm w porównaniu do średniej z roku 2022.

Kwaśne roztwory występowały w drzewostanach sosnowych w Zawadzkiem, Kruczu i Chojnowie (pH od 4,2 do 4,6) i tylko nieco mniej kwaśne w Białowieży (pH 4,6-4,8). W świerczynach w Szklarskiej Porębie i Piwnicznej, w drzewostanie dębowym w Łącku, bukowym w Gdańsku pH roztworów glebowych na obu głębokościach mieściło się w zakresie 4,5–4,8. W Strzałowie (sosna), Birczy (buk) i w Suwałkach (świerk) pH osiągało średnie wartości w zakresie 6,3 – 7,7. W dąbrowie w Krotoszynie w płytszym poziomie pH było niskie i wynosiło tylko 4,0. Z reguły w górnej części profilu glebowego występowało nieznaczne zakwaszenie roztworów w stosunku do głębszych poziomów, szczególnie widoczne w dąbrowie w Krotoszynie, buczynie w Birczy i borze w Strzałowie, gdzie różnica między pH na głębokości 50 i 25 cm wynosiła odpowiednio 1,5, 1,1 i 0,5 jednostki pH.

W składzie roztworów glebowych znaczący udział miały kationy o charakterze zasadowym: Ca, Mg i K, które stanowiły co najmniej 50% sumy jonów na obu głębokościach w Birczy, Strzałowie oraz Suwałkach (ryc. 16.2). Udział kationów o charakterze zasadowym w sumie jonów był niski (22–27%) na powierzchni świerkowej w Szklarskiej Porębie i w drzewostanach sosnowych w Chojnowie i Zawadzkiem. W drzewostanie sosnowym w Białowieży i Kruczu, w dąbrowie w Łącku, w buczynie w Gdańsku i świerczynie w Piwnicznej był nieco wyższy i wynosił od 29 do 41%.

Stosunek molowy jonów o charakterze zasadowym (Ca, Mg i K) do glinu stosowany jest jako wskaźnik stopnia zagrożenia gleby przez czynniki zakwaszające. Przyjmuje się, że przy wartościach $(Ca+Mg+K)/Al \geq 1$ korzenie drzew są chronione przed skutkami zakwaszania

gleb. Wskaźnik ten był również stosowany jako podstawa wyznaczania ładunku krytycznego kwasowej depozycji dla gleb leśnych (np. Semenov i in. 2001, Akselsson i in. 2004).

Stosunek molowy jonów zasadowych (Ca, Mg i K) do glinu (BC/Al, ryc. 16.1) przyjął znacznie niższe od jedności wartości, mieszczące się w zakresie od 0,3 do 0,5 w roztworach glebowych na obu głębokościach w nadleśnictwach: Szklarska Poręba (świerk), Chojnów (sosna), Zawadzkie (sosna) i Krucz (sosna). W Gdańsku (buk) mieścił się w granicach 0,6–0,9. W Łącku (dąb) i Piwnicznej (świerk) wynosił 0,6 na głębokości 25 cm i wzrastał do 1,1–1,3 w głębszym poziomie gleby. Na pozostałych powierzchniach: Strzałowo, Białowieża (sosna), Bircza (buk), Krotoszyn (dąb), Suwałki (świerk) przekraczał – niekiedy znacznie – przyjętą wartość krytyczną, wskazując na brak zagrożenia korzeni ze strony toksycznych form glinu.

Obecność azotanów w roztworach glebowych z reguły stanowi wskaźnik tzw. wysycenia ekosystemu azotem, czyli sytuacji, gdy podaż azotu przekracza zapotrzebowanie roślin i mikroorganizmów (np. Aber i in. 1989, Gundersen i Rasmussen 1995, Kristensen i in. 2004). Zakładając, że woda zawarta w glebie na głębokości 50 cm znajduje się poza główną strefą wzrostu korzeni drzew i w sprzyjających warunkach hydrometeorologicznych opuszcza tę strefę wraz z rozpuszczonymi substancjami, przyjmuje się, że obecność mineralnych form azotu w roztworach glebowych na 50 cm głębokości może wskazywać na nadmierną dostawę azotu i ryzyko wymywania azotu z tych gleb.

W okresie badań jony NO_3^- występowały w roztworach glebowych poniżej głównej strefy korzeniowej roślin na głębokości 50 cm w Białowieży w stężeniu od 1,0 do 4,1 mg N dm^{-3} od stycznia do maja i w grudniu (ryc. 16.3). W Suwałkach odnotowano stężenia od 0,5 do 3,9 mg N dm^{-3} między marcem a czerwcem i w październiku. W Krotoszynie stężenia jonów NO_3^- były szczególnie wysokie: w całym okresie badań wahały się od 22,6 do 31,1 mg N dm^{-3} .

Na SPO w Białowieży w ostatnich latach wystąpiły wiatrowały i inne uszkodzenia od wiatru, co może wskazywać na gorszą kondycję drzew, punktowe odsłonięcie gleby sprzyjające przyspieszonej mineralizacji i uwalnianiu azotanów do roztworów glebowych. Drugą potencjalną przyczyną osłabienia drzew jest obecność opieńki.

W Suwałkach obecność azotanów w roku 2023 można wiązać z uszkodzeniem drzewostanu i powolnym rozpadem, związanym z obecnością kornika i chorobami grzybowymi, w wyniku czego część powierzchni badawczej została pozbawiona drzew.

Zaburzenie wywołane cięciami pielęgnacyjnymi w Zawadzkiem, które doprowadziło do zmian w strukturze drzewostanu i spowodowało w 2020 roku podwyższenie stężeń jonów azotanów (V), nie przyniosło podobnych skutków dla składu roztworów glebowych w latach

2021 - 2023. Przejściowe przyspieszenie mineralizacji ściółki wskutek przerzedzenia okapu miało efekt na tyle krótkotrwały, że w kolejnych latach stężenia jony NO_3^- w roztworach glebowych pozostawały na niskim poziomie.

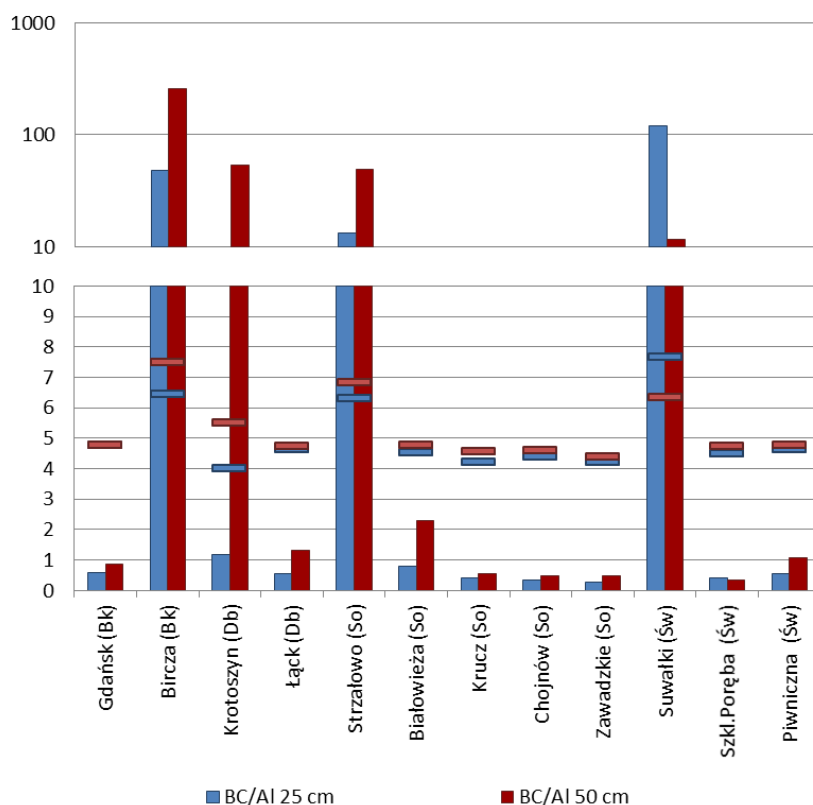
W Krotoszynie w drzewostanie przeprowadzono w 2017 roku cięcia sanitarne, czego następstwem było wzmożone uwalnianie N-NO_3^- do roztworów glebowych w ubiegłych latach wskutek zwiększonej mineralizacji materii organicznej. Dodatkowo drzewostan wykazywał oznaki uszkodzeń spowodowanych różnymi czynnikami; występowały wiatrowały, a zamierające i powalone drzewa powiększały powierzchnię gleby nieosłoniętą okapem, przez co mogło przyspieszać tempo mineralizacji w glebie.

Zjawiska prowadzące do uszkodzeń drzewostanów znajdują odzwierciedlenie w chemizmie roztworów glebowych, w których pojawiają się podwyższone poziomy azotanów (V). Przyspieszone tempo mineralizacji materii organicznej i wzmożona nityfikacja towarzyszące degradacji siedliska, przy jednocześnie wysokim ładunku azotu dopływającego z opadami, skutkują uwolnieniem azotanów do roztworu glebowego i wymywaniem poza profil gleby (Rasmussen 1998).

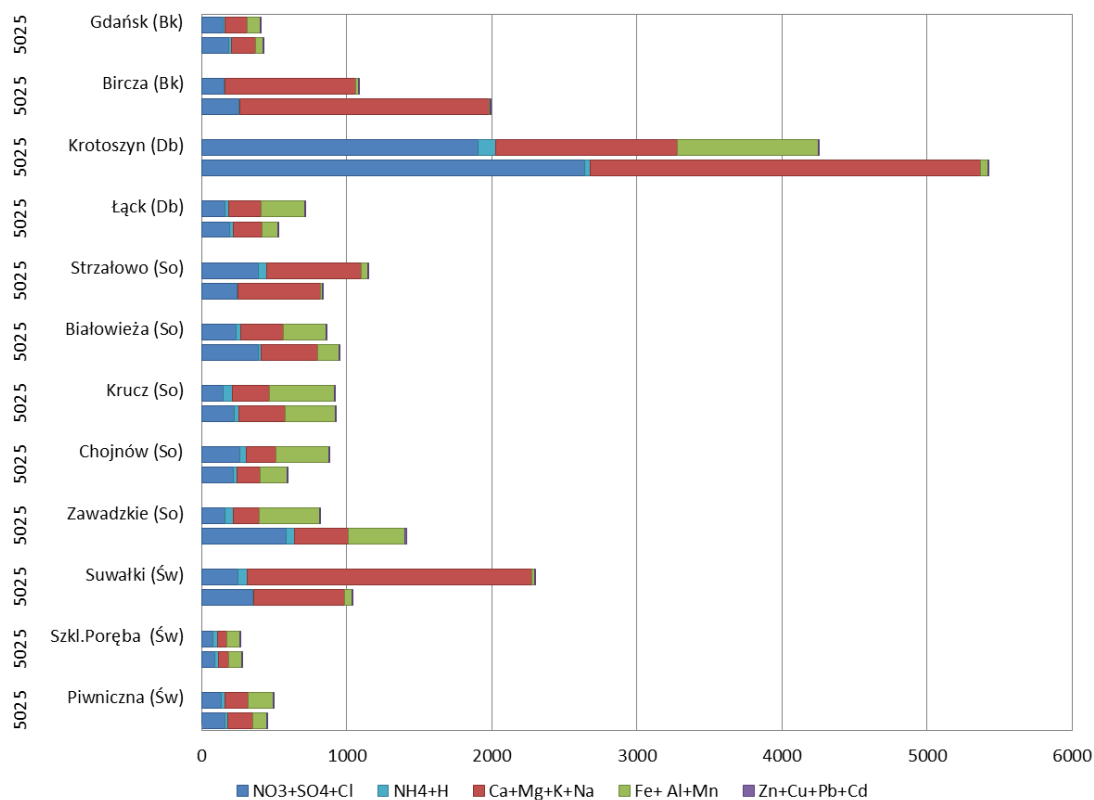
Obecność jonów amonowych w roztworach glebowych w Strzałowie (sosna), Suwałkach (świerk) i Krotoszynie (dąb), (ryc. 16.4) może świadczyć zarówno o nadmiernym dopływie azotu z depozycją atmosferyczną, jak i o wysokim tempie mineralizacji materii organicznej, będącym następstwem np. odsłonięcia gleby wskutek obumarcia drzew, wiatrowałów lub przeprowadzonych cięć sanitarnych.

Literatura

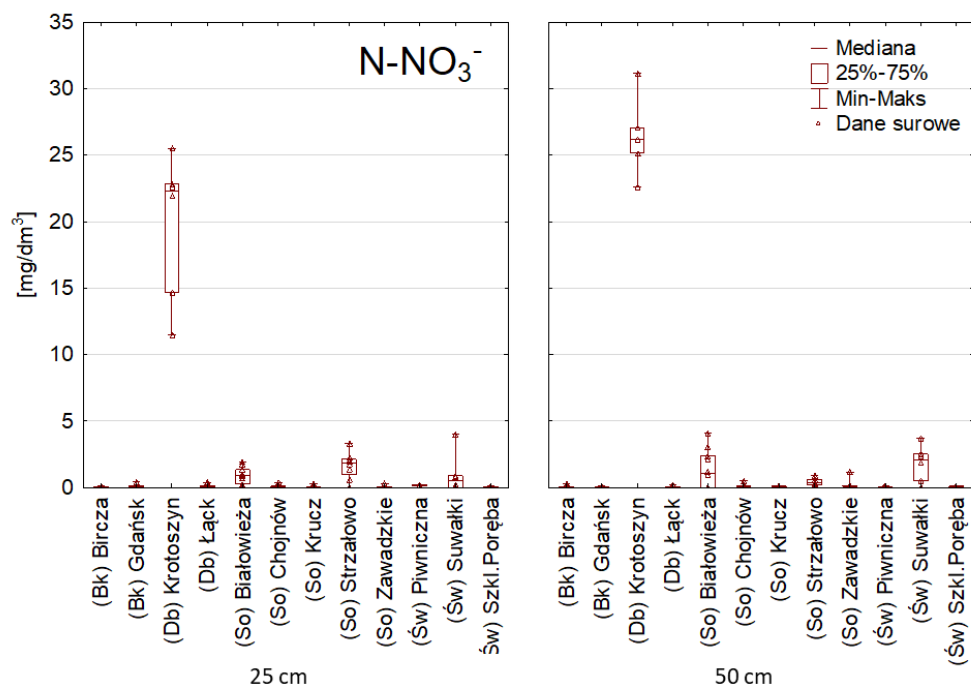
- Aber J.D., Nadelhoffer K.J., Steudler P., Melillo J.M., (1989). Nitrogen saturation in northern forest ecosystems. *BioScience* 39: 378–386.
- Akselsson C., Ardö J., Sverdrup H. (2004). Critical loads of acidity for forest soils and relationship to forest decline in the northern Czech Republic. *Environmental Monitoring and Assessment* 98: 363–379.
- Gundersen, P., & Rasmussen, L. (1995). Nitrogen mobility in a nitrogen limited forest at Klosterhede, Denmark, examined by NH_4NO_3 addition. *Forest Ecology and Management*, 71, 75–88.
- Kristensen H. L., Gundersen P., Callesen I., Reinds G. J., (2004). Throughfall nitrogen deposition has different impacts on soil solution nitrate concentration in European coniferous and deciduous forests. *Ecosystems*, 7: 180–192
- Nieminen, T., (2011). Soil Solution Collection and Analysis. Manual Part XI, 30 pp. In: Manual on methods and criteria for harmonized sampling, assessment, monitoring and analysis of the effects of air pollution on forests. UNECE, ICP Forests, Hamburg. ISBN: 978-3-926301-03-1.
- Rasmussen, L. (1998). Effects of afforestation and deforestation on the deposition, cycling and leaching of elements. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 67, 153–159.
- Semenov M., Bashkin V., Sverdrup H. (2001). Critical loads of acidity for forest ecosystems of North Asia. *Water, Air, and Soil Pollution*, 130: 1193-1198.



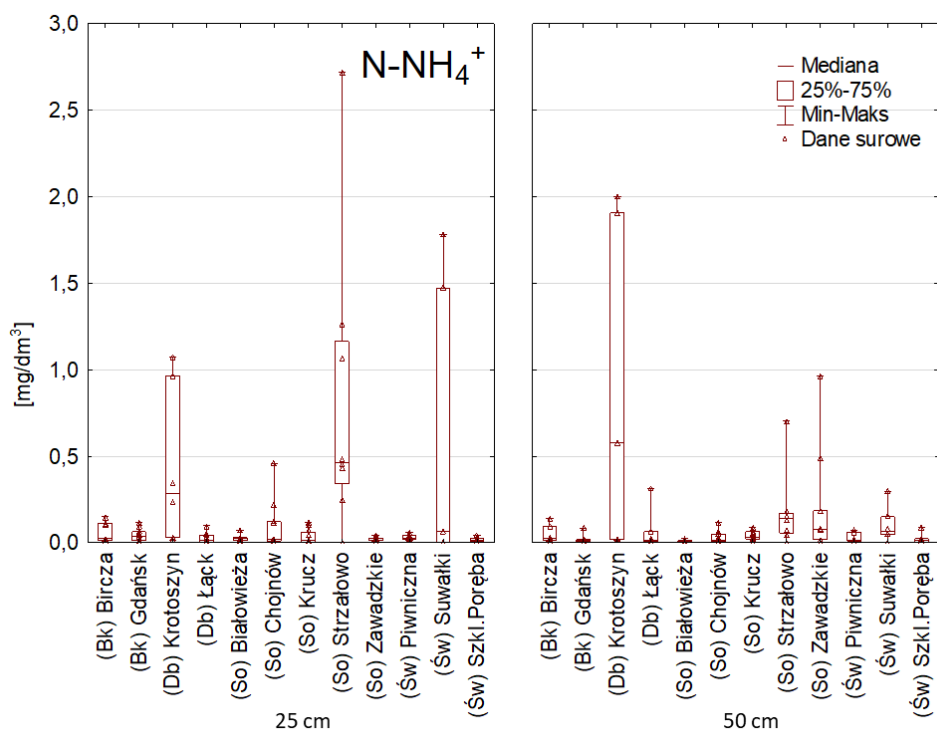
Rycina 16.1. Stosunek molowy kationów zasadowych do glinu (BC/Al) w roztworach glebowych na SPO MI w 2023 r. Poziomymi kreskami zaznaczono średnią roczną wartość pH na głębokości 25 cm (kolor niebieski) i 50 cm (kolor czerwony)



Rycina 16.2. Suma stężeń jonów [$\mu\text{molc dm}^{-3}$] w roztworach glebowych na głębokości 25 i 50 cm (oznaczenie na lewej pionowej osi wykresu) na SPO MI w 2023 r.



Rycina 16.3. Stężenia azotanów (V) w roztworach glebowych na głębokości 25 cm i 50 cm na SPO MI w 2023 r.



Rycina 16.4. Stężenia jonów amonowych [mg N dm⁻³] w roztworach glebowych na głębokościach 25 cm i 50 cm na SPO MI w 2023 r.

17. ZMIANY STĘŻEŃ ZANIECZYSZCZEŃ GAZOWYCH, DEPOZYCJI ORAZ SKŁADU ROZTWORÓW GLEBOWYCH PO 2010 R. – ANNA KOWALSKA

Stężenia NO₂ i SO₂ w powietrzu poddano analizie występowania trendów w latach 2011–2023 dla SPO Gdańsk, Suwałki, Strzałowo, Białowieża, Krucz, Krotoszyn, Łąck, Chojnow, Zawadzkie, Szklarska Poręba i Bircza, a od jesieni roku 2013 również dla SPO Piwniczna. Ponadto przeprowadzono analizę trendów dla wielkości opadów na otwartej przestrzeni i pod okapem, pH, zasadowości oraz depozycji SO₄²⁻, NO₃⁻, NH₄⁺ i Ca w latach 2010–2023, a dla Chojnowa od 2004. Analizy wykonano również dla objętości oraz stężeń wybranych składników w roztworach glebowych. Wykonano testy na zgodność z rozkładem normalnym oraz na występowanie sezonowości metodami opisanymi przez Waldnera i in. (2014). Analizę trendów w opadach przeprowadzono nieparametrycznym testem sezonowym Manna-Kendalla (SMK), zaś w roztworach glebowych testem Manna-Kendalla (MK). Obliczenia wykonano w projekcie R wersja 4.3.1 (R Core Team 2023) z użyciem pakietów Kendall (McLeod 2022) oraz rkt (Marchetto 2021).

Na każdej z badanych SPO MI w ostatnich latach zanotowano istotny spadek stężenia dwutlenku siarki (tab. 17.1). Największe spadki wystąpiły w rejonach górskich: w Birczy i Szklarskiej Porębie. W rejonach o ogólnie niższym poziomie zanieczyszczeń gazowych (Polska północno-wschodnia): w Suwałkach, Strzałowie i Białowieży spadek stężenia SO₂ nie był tak wyraźnie zaznaczony, choć testy wskazują na jego istotność.

Stężenia dwutlenku azotu w powietrzu w badanym okresie również wykazywały trendy spadkowe na wszystkich badanych powierzchniach SPO MI (tab. 17.1). Najślabiej zaznaczony spadek stężeń NO₂ miał miejsce w Suwałkach, Strzałowie i Białowieży (Polska północno-wschodnia) oraz Birczy (Polska południowa – rejon podkarpacki), gdzie od lat stężenia dwutlenku azotu w powietrzu utrzymują się na niskim poziomie w porównaniu z pozostałymi SPO MI.

Na SPO MI największy spadek stężenia NO₂ wystąpił w Chojnowie, gdzie obserwowane są najwyższe stężenia NO₂ spośród powierzchni monitoringu lasów. Poza tym duży spadek zaobserwowano również w Łącku i Zawadzkiem.

Stężenia gazowych zanieczyszczeń powietrza w latach 2011–2023 przedstawiono na rycinach 17.1–17.6, czerwona linia ilustruje tendencje zmian stężeń.

W latach 2010–2023 (tab. 17.2) nie występowały istotne trendy wysokości opadów na powierzchniach SPO MI, z wyjątkiem Krotoszyna, gdzie zaobserwowano spadek ilości opadów

podkoronowych. Na otwartej przestrzeni i w drzewostanach na większości SPO MI pH opadów wykazywało istotny ($p \leq 0,05$) trend rosnący, co można uznać za zjawisko pozytywne. Wyjątkiem były powierzchnie świerkowe w Piwnicznej (w drzewostanie) i Suwałkach (na otwartej przestrzeni), a także sosnowa w Białowieży (na otwartej przestrzeni), gdzie nie zaobserwowano trendu.

Wzrostowi pH opadów towarzyszyło zmniejszanie się depozycji siarki w formie siarczanów (VI): depozycja $S-SO_4^{2-}$ na wszystkich SPO MI na otwartej przestrzeni oraz pod okapem wykazywała tendencję malejącą.

Zmniejszającemu się zakwaszeniu opadów i spadkowi depozycji związków siarki towarzyszył trend wzrostu zasadowości opadów w drzewostanie świerkowym w Szklarskiej Porębie. W nielicznych przypadkach na powierzchniach iglastych (Strzałowo, Białowieża, Suwałki, Piwniczna) opady bądź na otwartej przestrzeni bądź pod okapem wykazywały malejącą zasadowość na przestrzeni lat badań.

Depozycja mineralnych związków azotu w mniejszym stopniu niż $S-SO_4^{2-}$ podlegała trendom i choć przeważnie ulegała zmniejszeniu na terenie Polski, zdarzały się lokalizacje o wzrastającej depozycji azotu. Trendy wzrostu depozycji $N-NO_3^-$ wykryto pod okapem i na otwartej przestrzeni w Białowieży, zaś trendy spadkowe w obu typach opadów w Łącku i Szklarskiej Porębie oraz w opadach docierających do koron drzew w Gdańsku, Birczy, Krotoszynie, Strzałowie, Kruczu, Chojnowie i Piwnicznej. Depozycja formy zredukowanej azotu ($N-NH_4^+$) istotnie malała na licznych SPO MI, szczególnie w buczynach Gdańska i Birczy oraz drzewostanach iglastych Suwałk, Szklarskiej Poręby i Zawadzkiego. Azot jest składnikiem podlegającym wymianie w warstwie koron, zatem zmiany depozycji na otwartej przestrzeni mogą nie korespondować ze zmianami depozycji podokapowej, co jest szczególnie zauważalne w Piwnicznej, gdzie malejącej depozycji docierającej do koron drzew towarzyszy rosnąca depozycja podokapowa $N-NO_3^-$. Część azotu jest konsumowana w kontakcie z listowiem i trafia do ekosystemu drogą pośrednią, wbudowywana w biomasę zanim dotrze z opadem do gleby. Ostatecznie wielkość depozycji z atmosfery do gleby ustala się w wyniku bilansu procesów sorpcji, wymywania oraz wychwytywania związków wnoszonych z opadem, pyłami i gazami do koron drzew.

Wszelkie trendy wielkości depozycji na przestrzeni ostatnich lat w niewielkim stopniu znajdowały odzwierciedlenie w zmianach składu chemicznego roztworów glebowych (tab. 17.3). W roztworach glebowych kwasowość zmniejszała się na obu głębokościach tylko w Gdańsku (buk), Szklarskiej Porębie i Piwnicznej (świerk) oraz Chojnowie (sosna), co można

powiązać z istotnie rosnącymi trendami wzrostu pH opadów, malejącą depozycją związków siarki ($S-SO_4^{2-}$) i - do pewnego stopnia - azotu oraz rosnącą zasadowością opadów w Szklarskiej Porębie i Gdańsku. Wskaźnik pH wykazywał trend rosnący również na głębokości 25 cm w Suwałkach (świerk) i na głębokości 50 cm w Strzałowie (sosna) i Kruczu (sosna), mimo że zmiany te na przestrzeni lat nie były znaczne.

Dzięki temu, że badania w Chojnowie (sosna) rozpoczęto wcześniej niż na pozostałych SPO MI, długość serii danych obejmującej lata 2004–2023 pozwoliła na wykrycie niewielkiego rosnącego trendu pH na głębokości 25 cm, a od 2023 roku również na głębokości 50 cm, zapewne związanego z malejącym stężeniem jonów siarczanowych (VI). Towarzyszy temu zjawisku spadek stężeń glinu i wapnia. Sygnały te mogą wskazywać, że warunki glebowe w Chojnowie ulegają niewielkiej poprawie, zauważalnej początkowo w górnej części profilu gleby, a z upływem czasu sięgającej w głąb profilu glebowego.

Malejąca depozycja siarki z opadami ($S-SO_4^{2-}$) niekiedy wiąże się z istotnymi trendami spadkowymi w stężeniu jonów siarczanowych w roztworach glebowych. Oprócz drzewostanu w Chojnowie (sosna), stężenia SO_4^{2-} w roztworach glebowych malały także w Szklarskiej Porębie i Piwnicznej (świerk), Łącku (dąb) i Gdańsku (buk) a także jednym z dwóch badanych poziomów gleby w Suwałkach (świerk), Strzałowie i Kruczu (sosna). Na pozostałych SPO nie zaobserwowano istotnych trendów dla kluczowych wskaźników świadczących o jakości gleby.

W Zawadzkiem (sosna) na Śląsku, gdzie notowano w opadach malejącą depozycję związków siarki, w roztworach glebowych stężenia siarki w formie siarczanów (VI) spadają co prawda w górnej warstwie gleby, lecz w jeszcze większym stopniu rosną na głębokości 50 cm. Nie są obserwowane żadne trendy, które mogłyby świadczyć o poprawie sytuacji środowiska glebowego. Wręcz przeciwnie, stężenia glinu wykazują trend rosnący ($p \leq 0,05$) na głębokości 50 cm, natomiast stężenia wapnia – trend malejący na obu głębokościach gleby. Malejący udział kationów w stosunku do glinu na obu głębokościach gleby wskazuje na pogarszanie się i tak niekorzystnych warunków wzrostu i rozwoju korzeni drzew. Podobnie trend rosnący stężeń glinu wystąpił w drzewostanie sosnowym w Kruczu na głębokości 50 cm oraz dąbrowie w Krotoszynie na głębokości 25 cm, gdzie postępuje silne odgórnie postępujące zakwaszenie profilu glebowego, a badania roztworów glebowych nie wskazują na poprawę warunków w płytszej warstwie gleby.

Podsumowanie

U podstaw stworzenia sieci dwunastu powierzchni obserwacyjnych monitoringu intensywnego leżało założenie, że powierzchnie te stanowią reprezentatywną bazę do badań stanu i zagrożeń drzewostanów różnych regionów Polski. Różnice pomiędzy powierzchniami dotyczą warunków fizjogeograficznych, zasobności siedlisk i poziomu antropopresji, także pomiędzy drzewostanami zbliżonymi pod względem składu gatunkowego. Różnorodność warunków znalazła odbicie w mierzonych parametrach jakości powietrza, opadów bezpośrednich, opadów podkoronowych i roztworów glebowych. Prowadzone pomiary mają przede wszystkim umożliwić wyciągnięcie wniosków co do stopnia antropogenicznego zagrożenia ekosystemów zakwaszeniem i eutrofizacją. Podstawowe zagrożenie niosą związki siarki (dwutlenek siarki w powietrzu atmosferycznym i siarczany (VI) w opadach) o działaniu zakwaszającym oraz związki azotu (dwutlenek azotu i inne gazowe formy azotu w powietrzu, jony amonowe, azotany (V) oraz organiczne związki azotu w opadach), działające zarówno zakwaszająco, jak i eutrofizująco.

O występowaniu ryzyka eutrofizacji świadczą zaobserwowane przekroczenia ładunku krytycznego azotu. W ramach prac Centrum Koordynacji dla Wpływów (CCE) przy ICP M&M (International Cooperative Program on Modelling & Mapping) Konwencji LRTAP określono doświadczalne ładunki krytyczne azotu, odnoszące się do maksymalnej wielkości depozycji atmosferycznej azotu, która nie powoduje zmian w strukturze i funkcjonowaniu ekosystemu. Opracowanie dla lasów przedstawiono w skrócie w tabeli 17.4 i 17.5, gdzie na podstawie przeglądu danych naukowych z ostatniej dekady zestawiono przewidywane skutki przekroczeń ładunków krytycznych dla poszczególnych elementów środowiska leśnego i lasów wg. Bobbink i in. 2022.

Na terenach Polski dla głównych typów lasu (według klasyfikacji EUNIS G1 – lasy liściaste, G3 – lasy iglaste, G4 – lasy mieszane) określono wielkość doświadczalnych ładunków krytycznych azotu na poziomie minimalnym 10 kg N ha^{-1} , maksymalnym 21 kg N ha^{-1} , ze średnią $12,5 \text{ kg N ha}^{-1}$ i medianą $12,3 \text{ kg N ha}^{-1}$ (Pecka i Mill 2011). Rozkład przestrzenny ładunków na obszarze Polski wykazuje powiązanie z dostępnością wody glebowej, wynikającą między innymi z sumy opadów. Pas o kierunku równoleżnikowym na obszarze Polski centralnej charakteryzuje się najniższymi ładunkami krytycznymi (około $7\text{--}13 \text{ kg N ha}^{-1}$), zaś na obszarach północnych i południowych wielkość ładunków krytycznych jest wyższa, przekraczająca 14 kg N ha^{-1} (ibid.).

Dopływ azotu (N_{tot}) do gleb pod okapem w 2023 roku był niższy niż 10 kg N ha^{-1} w Strzałowie ($7,6 \text{ kg N ha}^{-1}$), Piwnicznej ($7,8 \text{ kg N ha}^{-1}$), Łącku ($8,7 \text{ kg N ha}^{-1}$), Białowieży ($9,1 \text{ kg N ha}^{-1}$) i Gdańsku ($9,2 \text{ kg N ha}^{-1}$). W pozostałych drzewostanach przyjmował wartości od około $10\text{--}12 \text{ kg N ha}^{-1}$ (Chojnow, Bircza, Suwałki i Szklarska Poręba), po $15\text{--}17 \text{ kg N ha}^{-1}$ (Krucz, Krotoszyn, Zawadzkie). W puli azotu całkowitego (N_{tot}) od 67 do 83% stanowiły formy mineralne ($N\text{-NH}_4^+$ i $N\text{-NO}_3^-$). Wielkość całkowitej depozycji azotu do ekosystemu jest trudna do określenia. Gazowe formy azotu są pobierane przez rośliny z powietrza, podobnie część azotu z opadów jest sorbowana w warstwie koron i za pośrednictwem roślin trafia do ekosystemu. Te wielkości nie są możliwe do określenia bezpośrednio na drodze pomiarów, natomiast można je szacować z użyciem modeli bilansu koronowego. Wyniki badań modelowych wskazują, że w 2023 roku w Krotoszynie całkowita depozycja mineralnych związków azotu mogła przekroczyć nawet 34 kg N ha^{-1} , w Suwałkach 20 kg N ha^{-1} , w Birczy, Gdańsku, Białowieży, Zawadzkiem i Strzałowie wyniosła więcej niż 15 kg N ha^{-1} , a jedynie w Kruczu i Chojnowie spadła poniżej 10 kg N ha^{-1} . Wnioskowanie na podstawie wielkości depozycji pod okapem powoduje niedoszacowanie całkowitej ilości azotu, wnoszonego do ekosystemów leśnych (Hansen i Nielsen 1998, Neirynek i in. 2007). Zakładając zatem, że całkowita depozycja azotu może być większa, niż wskazują na to wyniki depozycji podkoronowej, na większości badanych powierzchni monitoringu intensywnego jest prawdopodobna nadmierna podaż azotu. Całkowita depozycja azotu na każdej badanej powierzchni przekracza w drzewostanach ładunek krytyczny ustalony empirycznie na poziomie $3\text{--}5 \text{ kg N}$ rocznie. Wskutek przekroczenia ładunku można spodziewać się niekorzystnych skutków dla życia i funkcjonowania porostów nadrzewnych oraz stymulacji wzrostu glonów wolnożyjących (tab.17.4).

Drzewostany sosnowe

W dwóch drzewostanach sosnowych: w Strzałowie i do pewnego stopnia w Białowieży większa żyzność gleb niż na pozostałych powierzchniach sosnowych wskazuje na panujące tam lepsze warunki siedliskowe. Korzystniejsze właściwości gleb znajdowały wyraz w składzie roztworów glebowych: odczyn roztworów był obojętny w Strzałowie, zaś w Białowieży nieco mniej kwaśny niż w Kruczu, Chojnowie i Zawadzkiem. Roztwory glebowe w Kruczu, Zawadzkiem i Chojnowie – w przeciwieństwie do Strzałowa i Białowieży – charakteryzował ponadto niekorzystny niski udział zasad w roztworach glebowych oraz niski stosunek sumy zasad do glinu, sugerujący podwyższony poziom stresu siedliskowego, potencjalnie zagrażający rozwojowi korzeni roślin. Opady dopływające do koron drzew niosły niewielkie

ryzyko dalszego zakwaszenia, na co wskazuje przewaga jonów mocnych kwasów nad jonami mocnych zasad średnio w roku na wszystkich powierzchniach sosnowych, z wyjątkiem Chojnowa, gdzie ANC przyjmowało dodatnie wartości. Najniższe pH opadów spośród powierzchni sosnowych zanotowano w Zawadzkiem. Również tam występowały w opadach najniższe wartości ANC w porównaniu do wszystkich SPO, nie tylko na tle powierzchni sosnowych. Podkoronowa depozycja siarki w postaci jonów siarczanowych (VI) w Strzałowie, Białowieży oraz Kruczu ($1,8-2,4 \text{ kg S ha}^{-1}$) była niska w porównaniu z innymi SPO MI z tej grupy powierzchni, natomiast w drzewostanie w Chojnowie depozyt S-SO_4^{2-} wyniósł $3,4 \text{ kg S ha}^{-1}$, a w Zawadzkiem aż $5,1 \text{ kg S ha}^{-1}$. W Białowieży i Strzałowie oprócz tego, że opady wносиły małe ilości siarki, poziomy gazowych zanieczyszczeń powietrza (NO_2 i SO_2) również należały do najniższych w Polsce. Pozostałe powierzchnie sosnowe: w Kruczu oraz szczególnie w Zawadzkiem i Chojnowie były obciążone wysokimi depozytami gazowych zanieczyszczeń powietrza (N-NO_2 i S-SO_2) w stosunku do nizinnych SPO MI (por. rozdział „Poziom stężeń NO_2 i SO_2 w powietrzu na terenach leśnych na SPO MI”). Stały dopływ zanieczyszczeń o działaniu zakwaszającym wskazywałby na ryzyko postępującego zakwaszenia wymienionych siedlisk sosnowych, usytuowanych na glebach lekkich i ubogich w jony o charakterze zasadowym. Mimo to ładunki krytyczne zakwaszenia wyznaczone dla tego typu drzewostanów w podobnym położeniu geograficznym nie są obecnie przekraczane, choć w minionych latach taka sytuacja miała miejsce w Zawadzkiem. Obserwacje trendów chemizmu roztworów glebowych nie dostarczyły dotychczas dowodów na wyraźną poprawę stanu środowiska glebowego na powierzchniach sosnowych. Jedynie w Chojnowie rosnące pH i malejące stężenia glinu stanowią kontynuację zapoczątkowanych w 2022 roku korzystnych zmian. W Zawadzkiem nadal utrzymuje się niekorzystny trend wzrostu stężenia glinu i siarczanów (VI) i malejącego stosunku jonów o charakterze zasadowym do glinu.

W roztworach glebowych pojawiały się okresowo jony NO_3^- (Białowieża) lub NH_4^+ (Strzałowo, Zawadzkie). W Strzałowie i Białowieży podwyższone stężenia mineralnych form azotu w roztworach glebowych mogą wskazywać na chemiczną odpowiedź ekosystemu na widoczne uszkodzenia drzewostanu przez choroby grzybowe i wiatry. Przekroczenia ładunków krytycznych azotu występują corocznie na wszystkich powierzchniach sosnowych, zatem należy przypuszczać, że w sprzyjających warunkach hydrometeorologicznych azot jest wymywany z gleb wskutek nadmiernej depozycji, a siedliska podlegają eutrofizacji.

Drzewostany świerkowe

Charakterystyczne dla drzewostanów iglastych, a zwłaszcza świerkowych, jest zjawisko znacznego wzbogacenia opadu w rozpuszczone substancje po przejściu przez warstwę koron. Korony drzew iglastych dzięki rozwiniętej powierzchni aparatu asymilacyjnego znacznie skuteczniej, niż w przypadku drzew liściastych, „wyczesują” zanieczyszczenia z powietrza (Gundersen i in. 2009), wskutek czego do gleby trafiają ilości substancji dużo większe, niż wynikałoby z depozycji mierzonej na otwartym (bezdrzewnym) terenie (por. ryc. 15.9). Dodatkowo w górach rośnie udział depozycji poziomej z mgły, szronu i chmur (Błaś i in. 2010), która zwiększa depozyt zanieczyszczeń.

Depozyt, który górski drzewostan świerkowy w Szklarskiej Porębie otrzymywał z opadami atmosferycznymi i depozyt docierający do gleby pod okapem, był wyższy niż w Piwnicznej, co w znacznej mierze wynikało z różnicy w sumie opadów. Pod względem gazowych zanieczyszczeń powietrza obie powierzchnie charakteryzowały się porównywalnymi warunkami. Dopływające opady wносиły w Szklarskiej Porębie ładunek siarki w formie siarczanowej (VI) w wysokości $3,6 \text{ kg S ha}^{-1}$ a niższy w Piwnicznej ($2,6 \text{ kg S ha}^{-1}$). Całkowita depozycja siarki w formie siarczanów do gleby w drzewostanie była w Szklarskiej Porębie o około 42% wyższa niż w Piwnicznej (odpowiednio $4,5 \text{ kg S ha}^{-1}$ i $3,2 \text{ kg S ha}^{-1}$). Wody opadowe na obu powierzchniach miały kwaśny odczyn (pH 5,2-5,5) i występowała nieznaczna przewaga mocnych kwasów nad mocnymi zasadami (ANC w opadach bezpośrednich w Szklarskiej Porębie wynosiło $-4,4 \mu\text{eq dm}^{-3} \text{ rok}^{-1}$, w Piwnicznej $-6,2 \mu\text{eq dm}^{-3} \text{ rok}^{-1}$). Pod okapem w Piwnicznej jony o charakterze zasadowym znacząco przeważały nad depozycją kwasową (ANC w opadach podkoronowych w Piwnicznej wyniosło $68,9 \mu\text{eq dm}^{-3} \text{ rok}^{-1}$). W Szklarskiej Porębie natomiast wskaźnik ANC był niższy ($20,3 \mu\text{eq dm}^{-3} \text{ rok}^{-1}$), choć również wskazywał na przewagę depozycji zasadowej nad kwasową.

W Szklarskiej Porębie gleba charakteryzuje się kwaśnym odczynem i niskim wysyceniem zasadami (Wawrzoniak 2010). Odczyn roztworów glebowych również jest kwaśny, a niski stosunek jonów o charakterze zasadowym do glinu w roztworach glebowych stanowi potwierdzenie niekorzystnych warunków glebowych. W badaniach monitoringu lasów oznaczona zostaje całkowita zawartość glinu, a nie jego form toksycznych (nieorganicznych, wielowartościowych) dla roślin. Zakładając, że udział form organicznych (nietoksycznych) pozostaje w związku ze stężeniami rozpuszczonego węgla organicznego (Oulehle i Hruška 2005), można przypuszczać, że w glebie w Szklarskiej Porębie dominują formy toksyczne. W roztworach glebowych obecne są bowiem niskie stężenia węgla organicznego, który mógłby

wiązać Al w nietoksycznej formie w kompleksach organicznych. Brakuje więc w glebie mechanizmów chroniących korzenie roślin przed szkodliwym działaniem toksycznego glinu.

W Piwnicznej odczyn roztworów glebowych był zbliżony do obserwowanego w Szklarskiej Porębie, mimo to udział zasad w roztworach glebowych był niemal dwukrotnie wyższy. Stosunek jonów o charakterze zasadowym do glinu wskazuje na korzystniejsze - choć nadal nie optymalne - warunki glebowe dla korzeni drzew niż w Szklarskiej Porębie.

Na północno-wschodnim krańcu Polski, w świerczynie w Suwałkach, panują odmienne warunki glebowo-siedliskowe niż w świerczynach górskich. Odczyn roztworów glebowych był obojętny (pH 6,4–7,7), udział jonów zasadowych wynosił 52% - 81% i nie występowało zagrożenie dla korzeni drzew ze strony ruchomego glinu. Depozycja siarki w formie gazowej była niewielka w porównaniu do pozostałych SPO MI. Stosunkowo niska była również depozycja siarki w postaci siarczanów (VI) w opadach bezpośrednich ($2,2 \text{ kg S ha}^{-1}$) i do gleby pod okapem ($3,3 \text{ kg S ha}^{-1}$) w porównaniu do górskiego drzewostanu świerkowego w Szklarskiej Porębie. Drzewostan mimo to wykazuje cechy powolnego rozpadu na skutek oddziaływania czynników biologicznych, a w odpowiedzi na to zjawisko wykonywane są okresowo cięcia sanitarne, co jest możliwą przyczyną podwyższonych stężeń azotanów (V) i jonów amonowych w roztworach glebowych. Nie wyklucza się również jako czynnika sprawczego nadmiernej, przewyższającej ładunek krytyczny depozycji azotu, przynajmniej w niektórych latach badań.

Drzewostany bukowe

Żyzne buczyny: nadmorska w Nadleśnictwie Gdańsk i karpacka w Nadleśnictwie Bircza różniły się pod względem wielkości i charakteru depozytu: w Birczy depozycja S-SO_4^{2-} w opadach dopływających do lasu przewyższała depozycję siarczanów (VI) w Gdańsku, pomimo że całkowita suma depozycji w Gdańsku była niemal dwukrotnie wyższa niż w Birczy. Również depozycja siarki w formie gazowej była w Birczy niemal dwukrotnie wyższa niż w Gdańsku.

Pod względem żyzności gleb Bircza charakteryzuje się znacznie korzystniejszymi warunkami niż Gdańsk: pH osiągało stosunkowo wysokie wartości, a w roztworach glebowych dominowały kationy o charakterze zasadowym. W Gdańsku w roztworach glebowych kationy o charakterze zasadowym miały o wiele niższy udział niż Birczy. W glebie w tych warunkach istnieje ryzyko uszkodzenia korzeni przez jony glinu. Glin w zakresie pH, jaki występuje w Gdańsku w glebie (pH 3,5–4,2 w fazie mineralnej do głębokości 65 cm, Wawrzoniak 2010) i w roztworach glebowych (pH 4,8) występuje w przewodzie w toksycznej formie wolnego jonu

Al^{3+} (Bi i in. 2001), stanowiąc czynnik potencjalnie szkodliwy dla rozwoju roślin. Ładunki krytyczne kwasowości były w niektórych latach badań przekraczane w buczynie nadmorskiej w Gdańsku, lecz dotychczas nie stwierdzono podobnego zjawiska w Birczy. Stanowi to potwierdzenie występowania znaczących różnic w możliwościach buforowania kwasowej depozycji w środowisku buczyn zlokalizowanych w Polsce północnej oraz w rejonach podgórskich Karpat nawet w warunkach, gdy opady atmosferyczne w Gdańsku charakteryzują się większą zdolnością zobojętniania kwasów, wyrażoną wyższym wskaźnikiem ANC.

Możliwe jest przekraczanie ładunków krytycznych azotu pokarmowego w Birczy na przestrzeni lat badań, natomiast zjawisko to nie wystąpiło dotychczas w Gdańsku, mimo że wielkość depozycji całkowitej azotu w wielu latach badań była zbliżona do wartości uznawanej za krytyczną.

Drzewostany dębowe

W Łącku i Krotoszynie opady atmosferyczne charakteryzowały się odczynem w zakresie normalnym (średnie pH 5,8-6,0), przy przewodze mocnych kwasów nad zasadami ($ANC < 0$). Depozycja wnoszona z opadami na otwartej przestrzeni na obu powierzchniach była zbliżona co do składu chemicznego i ilości. Pod okapem znacznie większe ilości składników, szczególnie pochodzących z wymywania z tkanek roślin (RWO, K), docierały do gleby w Krotoszynie. Grądy w nadleśnictwach Krotoszyn i Łąck charakteryzują się odmiennymi warunkami glebowymi. Pomimo odgórnego zakwaszenia w profilu glebowym siedlisko w Krotoszynie ma większy potencjał neutralizacji ładunku kwasowego ze względu na znaczny udział zasad w kompleksie sorpcyjnym (Wawrzoniak 2010) i w składzie roztworów glebowych. Mimo że stężenie glinu w roztworach glebowych jest w Łącku trzykrotnie niższe niż w Krotoszynie, bardziej prawdopodobne jest tam ryzyko zaburzeń rozwoju korzeni drzew spowodowane obecnością glinu ruchomego. Wskazuje na to niższy od jedności i nadal zmniejszający się stosunek jonów zasadowych do glinu w roztworach glebowych w silnie ukorzenionym poziomie gleby w Łącku. W Krotoszynie w roztworach glebowych występują wysokie stężenia azotu w formach mineralnych, prawdopodobnie w następstwie zwiększonego tempa mineralizacji, postępującego w wyniku uszkodzenia drzewostanu i zamierania drzew na skutek czynników o różnym pochodzeniu (warunki wodne, wiatry, choroby grzybowe). Dużym zagrożeniem dla prawidłowego rozwoju drzewostanów są niekorzystne właściwości wodno-powietrzne gleb na obu stanowiskach, choć wynikają z różnych przyczyn. Lekka, wytworzona z piasków wodnolodowcowych, gleba w Łącku charakteryzuje się niską retencyjnością wodną, co przy falistym ukształtowaniu terenu i splotwie powierzchniowym sprzyja występowaniu

niedoborów wody. W Krotoszyńskiej dąbrowie, położonej na ciężkiej glebie wytworzonej z gliny zwałowej, występują natomiast zarówno okresowe zalewy, jak i niedobory wody.

Literatura

- Bi, S.P., An, S.Q., Tang, W., Yang, M., Qian, H.F., & Wang, J. (2001). Modelling the distribution of aluminum speciation in acid soil solution equilibria with the mineral phase alunite. *Environmental Geology*, 41: 25-36.
- Błaś, M., Polkowska, Ż., & Cichała-Kamrowska, K. (2010). Water and chemical input via hydrometeors in central European mountains with Szrenica Mt. as an example. 5th International Conference on Fog, Fog Collection and Dew (p. pp.4). Munster, Germany.
- Bobbink, R., Loran, Ch., Tomassen, H. [Eds] (2022). Review and revision of empirical critical loads of nitrogen for Europe. Pp. 358. German Environment Agency, Germany.
- Gundersen, P., Sevel, L., Christiansen, J. R., Vesterdal, L., Hansen, K., & Bastrup-Birk, A. (2009). Do indicators of nitrogen retention and leaching differ between coniferous and broadleaved forests in Denmark? *Forest Ecology and Management*, 258(7), 1137–1146. doi:10.1016/j.foreco.2009.06.007
- Hansen, B., & Nielsen, K. E. (1998). Comparison of acidic deposition to semi-natural ecosystems in Denmark—coastal heath, inland heath and oak wood. *Atmospheric Environment*, 32(6), 1075–1086.
- Marchetto, A. (2021). rkt: Mann-Kendall Test, Seasonal and Regional Kendall Tests. R package version 1.6. <https://CRAN.R-project.org/package=rkt>
- McLeod A (2022). _Kendall: Kendall Rank Correlation and Mann-Kendall Trend Test_. R package version 2.2.1, <https://CRAN.R-project.org/package=Kendall>.
- Neirynek, J., Kowalski, A. S., Carrara, A., Genouw, G., Berghmans, P., & Ceulemans, R. (2007). Fluxes of oxidised and reduced nitrogen above a mixed coniferous forest exposed to various nitrogen emission sources. *Environmental Pollution*, 149, 31–43.
- Oulehle, F. & Hruška, J. (2005). Tree species (*Picea abies* and *Fagus sylvatica*) effects on soil water acidification and aluminium chemistry at sites subjected to long-term acidification in the Ore Mts., Czech Republic. *Journal of Inorganic Biochemistry*, 99, 1822–1829.
- Pecka, T. & Mill, W. (2011). Doświadczalne ładunki krytyczne azotu dla ekosystemów lądowych – adaptacja metody CCE do warunków środowiskowych Polski. *Ochrona Środowiska i Zasobów Naturalnych*, 47, 121-132.
- R Core Team (2023). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.
- Waldner, P., A. Marchetto, A. Thimonier, M. Schmitt, M. Rogora, O. Granke, V. Mues, K. Hansen, G. Pihl-Karlsson, D. Žlindra, N. Clarke, A. Verstraeten, A. Lazdins, C. Schimming, C. Jacoban, A.-J. Lindroos, E. Vanguelova, S. Benham, H. Meesenburg, M. Nicolas, A. Kowalska, V. Apuhtin, U. Napa, Z. Lachmanová, F. Kristoefel, A. Bleeker, M. Ingerslev, L. Vesterdal, J. Molina, U. Fischer, W. Seidling, M. Jonard, P. O'Dea, J. Johnson, R. Fischer, M. Lorenz., (2014). Detection of temporal trends in atmospheric deposition of inorganic nitrogen and sulphate to forests in Europe. *Atmos. Environ.*, 95, 363-374, 10.1016/j.atmosenv.2014.06.054
- Wawrzoniak J. [red.]. (2010). Stan uszkodzenia lasów w Polsce w 2009 roku na podstawie badań monitoringowych. Instytut Badawczy Leśnictwa, Zakład Zarządzania Zasobami Leśnymi, Sękocin Stary. ISBN: 978-83-87647-93-3

Tabela 17.1. Podstawowe statystyki sezonowego testu Manna Kendalla (SMK): SKT slope – estymator Sena, τ – współczynnik korelacji rangowej, p – prawdopodobieństwo testowe dla zanieczyszczeń gazowych na powierzchniach monitoringu intensywnego w latach 2011–2023 (od 2014 dla Piwnicznej). Pogrubioną czcionką zaznaczono wykryte trendy ($p \leq 0,05$). Ujemne wartości τ wskazują na trend malejący

	Gdańsk	Suwałki	Strzałowo	Białowieża	Krucz	Krotoszyn	Łąck	Chojnów	Zawadzkie	Szklarska Poręba	Bircza	Piwniczna
SO ₂												
SMK τ	-0,3921	-0,2682	-0,2853	-0,2425	-0,2981	-0,2692	-0,3312	-0,3974	-0,2660	-0,4957	-0,4541	-0,2482
SMK p	0,0000	0,0000	0,0000	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0005
SKT slope	-0,0874	-0,0459	-0,0398	-0,0363	-0,0718	-0,0659	-0,1011	-0,0756	-0,1055	-0,1200	-0,1450	-0,0562
NO ₂												
SMK τ	-0,3291	-0,1912	-0,4081	-0,3857	-0,3034	-0,1944	-0,3526	-0,4156	-0,4882	-0,4915	-0,4038	-0,4000
SMK p	0,0000	0,0017	0,0000	0,0000	0,0000	0,0014	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
SKT slope	-0,1492	-0,1012	-0,1320	-0,0986	-0,1822	-0,1178	-0,3250	-0,4396	-0,2791	-0,1858	-0,1242	-0,1433

Tabela 17.2. Podstawowe statystyki sezonowego testu Manna Kendalla (SMK): τ – tau, współczynnik korelacji rangowej, p – prawdopodobieństwo testowe dla depozycji składników oraz stężeń zasadowości w opadach na otwartej przestrzeni (OP) i w drzewostanie (PK) na powierzchniach monitoringu intensywnego w latach 2010–2023 (od 2004 dla Chojnowa i od listopada 2013 dla Piwnicznej). Pogrubioną czcionką zaznaczono wykryte trendy ($p \leq 0,05$). Ujemne wartości τ wskazują na trend malejący, dodatnie, oznaczone czerwoną czcionką – na trend rosnący

Drzewostan	Nadleśnictwo	opad	pH	N-NO ₃ ⁻	N-NH ₄ ⁺	S-SO ₄ ²⁻	Ca	Zasadowość	
OP									
Gdańsk	SMK τ	-0,0321	0,2784	-0,1456	-0,1328	-0,3489	-0,0934	0,1328	
	SMK p	0,5910	0,0000	0,0125	0,0228	0,0000	0,1105	0,0191	
	SKT slope	-0,3310	0,0471	-0,3446	-0,5524	-0,8706	-0,2718	0,2098	
PK									
buk	SMK τ	-0,0137	0,1355	-0,0971	-0,2454	-0,3068	-0,0440	-0,0897	
	SMK p	0,8249	0,0201	0,0970	0,0000	0,0000	0,4576	0,1205	
	SKT slope	-0,0938	0,0225	-0,2845	-0,8999	-0,7576	-0,1273	-0,3046	
OP									
Bircza	SMK τ	0,0009	0,2189	-0,3681	-0,3736	-0,4011	-0,0861	0,0027	
	SMK p	1,0000	0,0002	0,0000	0,0000	0,0000	0,1416	0,9724	
	SKT slope	0,0209	0,0400	-1,1420	-1,6182	-1,2559	-0,2271	0,0000	
PK									
buk	SMK τ	0,0650	0,2198	-0,1007	-0,1703	-0,2527	0,0256	0,0760	
	SMK p	0,2686	0,0002	0,0849	0,0035	0,0000	0,6695	0,1830	
	SKT slope	0,8042	0,0513	-0,4523	-0,3590	-0,8330	0,0952	0,0000	
OP									
Krotoszyn	SMK τ	-0,0769	0,3736	-0,2015	-0,1035	-0,3755	-0,1026	0,0833	
	SMK p	0,1895	0,0000	0,0005	0,0767	0,0000	0,0794	0,1528	
	SKT slope	-0,5061	0,0650	-0,6822	-0,5601	-0,8761	-0,2138	0,2330	
PK									
dąb	SMK τ	-0,1236	0,2207	-0,0861	-0,1960	-0,3718	-0,1081	-0,0788	
	SMK p	0,0342	0,0001	0,1416	0,0008	0,0000	0,0645	0,1787	
	SKT slope	-0,6617	0,0400	-0,2866	-0,7993	-1,6556	-0,4308	-0,6885	
OP									
Łąck	SMK τ	0,0513	0,3810	-0,2445	-0,0806	-0,2885	-0,098	0,0156	
	SMK p	0,3847	0,0000	0,0000	0,1692	0,0000	0,0939	0,7880	
	SKT slope	0,3700	0,0450	-0,3988	-0,2467	-0,6171	-0,1830	0,0000	
PK									
Łąck	SMK τ	-0,0177	0,2449	-0,1742	-0,0051	-0,2298	-0,0227	0,0467	
	SMK p	0,7969	0,0001	0,0067	0,9526	0,0003	0,7365	0,4612	
	SKT slope	-0,2306	0,0315	-0,3643	-0,0354	-0,8744	-0,0998	0,0000	
OP									
sosna	Strzałowo	SMK τ	-0,0266	0,1804	-0,2216	-0,2564	-0,3993	-0,0733	0,0037
		SMK p	0,6581	0,0019	0,0001	0,0000	0,0000	0,2119	0,9606
		SKT slope	-0,3183	0,0275	-0,5514	-0,7866	-0,7550	-0,1301	0,0000
PK									
sosna	Strzałowo	SMK τ	-0,0531	0,1566	-0,0330	-0,0842	-0,4066	-0,0275	-0,1529

	SMK p	0,3677	0,0072	0,5802	0,1503	0,0000	0,6467	0,0083
	SKT slope	-0,3432	0,0288	-0,1167	-0,1727	-0,7575	-0,0547	-1,2879
					OP			
	SMK τ	-0,0183	-0,0971	0,1310	0,0009	-0,2830	-0,2601	-0,1877
	SMK p	0,7639	0,0969	0,0248	1,0000	0,0000	0,0000	0,0011
Białowieża	SKT slope	-0,2280	-0,0235	0,3400	0,0000	-0,5800	-1,1283	-1,3570
					PK			
	SMK τ	-0,0366	0,2958	0,2454	-0,1392	-0,3507	0,3168	-0,0137
	SMK p	0,5377	0,0000	0,0000	0,0170	0,0000	0,0000	0,8227
	SKT slope	-0,2414	0,0420	0,7200	-0,3050	-0,9499	2,0834	0,0000
					OP			
	SMK τ	-0,0256	0,2088	-0,2573	-0,3004	-0,4313	-0,0678	-0,1035
	SMK p	0,6696	0,0003	0,0000	0,0000	0,0000	0,2486	0,0625
Krucz	SKT slope	-0,2806	0,0378	-0,9176	-1,7798	-1,1138	-0,2060	0,0000
					PK			
	SMK τ	-0,0284	0,3361	-0,0577	0,0815	-0,3150	-0,0714	0,1099
	SMK p	0,6354	0,0000	0,3271	0,1643	0,0000	0,2237	0,0544
	SKT slope	-0,2242	0,0623	-0,1876	0,3411	-0,8036	-0,1630	0,0925
					OP			
	SMK τ	0,0092	0,3159	-0,1841	-0,0852	-0,3059	0,0174	0,0833
	SMK p	0,8869	0,0000	0,0016	0,1459	0,0000	0,7706	0,1492
Chojnów	SKT slope	0,0677	0,0444	-0,3490	-0,3101	-0,851	0,0333	0,1235
					PK			
	SMK τ	-0,0018	0,4286	-0,0879	-0,0339	-0,3480	-0,0339	0,0440
	SMK p	0,9874	0,0000	0,1333	0,5694	0,0000	0,5694	0,4208
	SKT slope	-0,0143	0,0563	-0,3506	-0,1755	-1,4665	-0,1138	0,0000
					OP			
	SMK τ	-0,0110	0,1630	0,0467	-0,1227	-0,3901	-0,1593	0,0183
	SMK p	0,8620	0,0051	0,4294	0,0356	0,0000	0,0062	0,7387
Zawadzkie	SKT slope	-0,1700	0,0256	0,1005	-0,3952	-0,9994	-0,3229	0,0000
					PK			
	SMK τ	0,0568	0,1337	0,0641	-0,1548	-0,2967	-0,0018	0,0266
	SMK p	0,3350	0,0218	0,2755	0,0079	0,0000	0,9874	0,6480
	SKT slope	0,4845	0,0217	0,2892	-1,5291	-1,8345	-0,0150	0,0000
					OP			
	SMK τ	0,0009	0,0989	-0,0476	-0,1841	-0,2729	-0,0641	-0,1245
	SMK p	1,0000	0,0905	0,4201	0,0016	0,0000	0,2755	0,0323
Suwałki	SKT slope	0,0425	0,0200	-0,1126	-0,7205	-0,6643	-0,1878	-0,9819
					PK			
	SMK τ	0,0266	0,2692	0,1007	-0,2161	-0,2949	0,0623	0,0366
	SMK p	0,6581	0,0000	0,0849	0,0002	0,0000	0,2896	0,5372
	SKT slope	0,2340	0,0516	0,3113	-1,3344	-1,0513	0,3672	0,0994
					OP			
	SMK τ	-0,0614	0,4808	-0,3571	-0,1355	-0,3681	-0,0842	0,3068
	SMK p	0,2964	0,0000	0,0000	0,0202	0,0000	0,1504	0,0000
świerk	SKT slope	-1,3183	0,0650	-1,4490	-0,7300	-1,5457	-0,2748	0,1525
					PK			
	SMK τ	-0,0852	0,4918	-0,3168	-0,2161	-0,5275	-0,2308	0,3883
	SMK p	0,1459	0,0000	0,0000	0,0002	0,0000	0,0001	0,0000
	SKT slope	-1,5888	0,0700	-2,4330	-1,5409	-4,0196	-1,0500	0,1679
					OP			
	SMK τ	-0,0339	0,1857	-0,1768	-0,2482	-0,2857	0,0036	0,0214
	SMK p	0,6506	0,0094	0,0137	0,0005	0,0001	0,9799	0,7669
Piwniczna	SKT slope	-0,4717	0,0254	-0,4938	-0,6240	-0,8575	0,0063	0,0000
					PK			
	SMK τ	-0,0161	0,0304	0,0607	-0,1286	-0,3214	-0,0071	-0,1911
	SMK p	0,8404	0,6870	0,4064	0,0741	0,0000	0,9398	0,0063
	SKT slope	-0,3075	0,0060	0,2276	-0,1717	-1,6753	-0,0200	-0,7250

Tabela 17.3. Podstawowe statystyki testu Manna Kendalla (MK): b – współczynnik kierunkowy, τ – tau, współczynnik korelacji rangowej, p – prawdopodobieństwo testowe oraz przedziały ufności współczynnika kierunkowego b testu Manna Kendalla dla objętości [cm³] i stężeń składników [mg dm⁻³] w próbkach roztworów glebowych z głębokości 25 cm i 50 cm na powierzchniach monitoringu intensywnego w latach 2010–2023 (od 2004 dla Chojnowa i od 2014 dla Piwnicznej). Pogrubioną czcionką zaznaczono wykryte trendy (p ≤ 0,05). Ujemne wartości τ wskazują na trend malejący, dodatnie, oznaczone czerwoną czcionką – na trend rosnący

Drzewostan	Nadlesnictwo	Głębokość		Objętość	pH	Ntot	Al	Ca	RWO	S-SO ₄ ²⁻	BC:Al
buk	Gdańsk	25 cm	SMK τ	-0,3736	0,5055	-0,1978	-0,4286	-0,0659	-0,0330	-0,4725	0,2527
			SMK p	0,0704	0,0126	0,3513	0,0375	0,7833	0,9128	0,0215	0,2270
			SKT slope	-785,830	0,0088	-0,0070	-0,0209	-0,0025	-0,0067	-0,0500	0,0067
		50 cm	SMK τ	0,2418	0,4615	-0,4505	-0,6264	-0,2527	0,0769	-0,4945	0,5055
			SMK p	0,2496	0,0242	0,0285	0,0022	0,2252	0,7426	0,0160	0,0136
			SKT slope	1384,81	0,0125	-0,0100	-0,0250	-0,0054	0,0017	-0,0550	0,0322
	Bircza	25 cm	SMK τ	0,1758	0,0989	-0,5385	-0,5495	0,2308	-0,4945	-0,1209	0,3626
			SMK p	0,4108	0,6614	0,0086	0,0072	0,2736	0,0160	0,5829	0,0798
			SKT slope	56,7390	0,0225	-0,0437	-0,0053	0,1990	-0,2168	-0,0080	1,0350
		50 cm	SMK τ	-0,1099	0,0879	-0,3956	0,5385	-0,2747	0,4835	-0,2967	-0,4615
			SMK p	0,6217	0,7011	0,0550	0,0084	0,1889	0,0184	0,1546	0,0246
			SKT slope	-19,631	0,0130	-0,0150	0,0030	-0,7700	0,1701	-0,0900	-104,06
dąb	Krotoszyn	25 cm	SMK τ	-0,5275	-0,4725	0,5495	0,5824	0,7582	0,1209	-0,1209	0,1429
			SMK p	0,0100	0,0206	0,0072	0,0044	0,0002	0,5841	0,5841	0,5112
			SKT slope	-488,33	-0,0200	1,1851	0,2916	0,4967	0,2878	-0,0508	0,0080
		50 cm	SMK τ	-0,5055	-0,2088	0,5824	0,1429	0,6484	-0,2967	-0,2747	0,4066
			SMK p	0,0136	0,3244	0,0044	0,5112	0,0015	0,1546	0,1889	0,0487
			SKT slope	-388,89	-0,0200	1,5826	0,0026	1,0283	-0,4137	-0,1540	2,0967
	Łąck	25 cm	SMK τ	0,0440	0,2637	-0,2088	0,0769	-0,3516	0,2088	-0,4615	-0,3736
			SMK p	0,8694	0,2059	0,3244	0,7426	0,0892	0,3244	0,0246	0,0693
			SKT slope	8,8400	0,0055	-0,0160	0,0164	-0,0180	0,4694	-0,0700	-0,0150
		50 cm	SMK τ	-0,3077	0,2198	-0,2527	-0,1429	-0,5604	0,2308	-0,4615	-0,6264
			SMK p	0,1388	0,2961	0,2284	0,5112	0,0062	0,2736	0,0246	0,0022
			SKT slope	-369,80	0,0043	-0,0140	-0,0090	-0,0833	0,1128	-0,1273	-0,0733
sosna	Białowieża	25 cm	SMK τ	-0,4615	-0,2088	-0,4286	0,2967	0,3297	0,4505	0,1978	-0,0330
			SMK p	0,0246	0,3210	0,0375	0,1546	0,1118	0,0285	0,3513	0,9122
			SKT slope	-207,55	-0,0067	-0,1183	0,0377	0,0850	0,8583	0,0200	0,0000
		50 cm	SMK τ	-0,1099	-0,1758	-0,1648	0,0989	-0,3956	0,1648	-0,1868	-0,4066
			SMK p	0,6217	0,4047	0,4434	0,6614	0,0540	0,4434	0,3811	0,0487
			SKT slope	-162,35	-0,0063	-0,0834	0,0110	-0,1533	0,1424	-0,0333	-0,0544
	Strzałowo	25 cm	SMK τ	-0,6813	0,3956	-0,1648	-0,0989	-0,0330	0,1868	-0,0769	0,0330
			SMK p	0,0008	0,0540	0,4434	0,6614	0,9128	0,3811	0,7426	0,9128
			SKT slope	-227,80	0,0208	-0,0386	-0,0039	-0,0267	0,3064	-0,0050	0,0250
		50 cm	SMK τ	-0,4176	0,4066	-0,4945	-0,0769	-0,4286	-0,2527	-0,4945	-0,2308
			SMK p	0,0425	0,0487	0,0160	0,7418	0,0375	0,2284	0,0160	0,2736
			SKT slope	-198,00	0,0400	-0,0864	-0,0003	-0,7233	-0,2131	-0,1050	-3,7200
świerk	Krucz	25 cm	SMK τ	-0,4615	-0,4066	0,4505	0,3626	0,5495	0,5385	-0,4066	0,0989
			SMK p	0,0246	0,0481	0,0285	0,0798	0,0072	0,0086	0,0472	0,6614
			SKT slope	-348,47	-0,0133	0,0271	0,0885	0,0589	2,3962	-0,0600	0,0033
		50 cm	SMK τ	-0,7033	0,5275	0,4505	0,7473	0,2088	0,6484	-0,3846	-0,3187
			SMK p	0,0006	0,0097	0,0285	0,0002	0,3230	0,0015	0,0627	0,1227
			SKT slope	-378,34	0,0071	0,0310	0,1171	0,0100	1,9637	-0,0750	-0,0200
	Chojnów	25 cm	SMK τ	0,3421	0,5316	-0,2632	-0,4947	-0,5789	-0,2632	-0,6421	-0,2474
			SMK p	0,0378	0,0010	0,1106	0,0026	0,0004	0,1099	0,0001	0,1285
			SKT slope	648,56	0,0086	-0,0135	-0,0584	-0,0624	-0,1995	-0,1257	-0,0038
		50 cm	SMK τ	0,4895	0,7842	0,0000	-0,7895	-0,5895	-0,3316	-0,7684	-0,1000
			SMK p	0,0028	0,0000	1,0000	0,0000	0,0003	0,0437	0,0000	0,5582
			SKT slope	1743,99	0,0127	0,0000	-0,0972	-0,0671	-0,1095	-0,1882	-0,0030
Zawadzkie	25 cm	SMK τ	-0,2198	0,3516	-0,1868	-0,0110	-0,8901	-0,1429	-0,4725	-0,8462	
		SMK p	0,2975	0,0879	0,3811	1,0000	0,0000	0,5112	0,0215	0,0000	
		SKT slope	-144,66	0,0075	-0,0080	-0,0014	-0,1545	-0,2510	-0,1191	-0,0243	
	50 cm	SMK τ	-0,2198	-0,0220	0,0549	0,5385	-0,4066	0,0330	0,4066	-0,5824	
		SMK p	0,2975	0,9561	0,8267	0,0086	0,0487	0,9128	0,0487	0,0043	
		SKT slope	-62,10	0,0000	0,0232	0,0995	-0,0550	0,0844	0,1700	-0,0267	
świerk	Suwałki	25 cm	SMK τ	-0,4835	0,8022	-0,0110	-0,6264	0,3626	-0,1209	-0,5165	0,6264
			SMK p	0,0184	0,0001	1,0000	0,0022	0,0798	0,5841	0,0118	0,0022
		50 cm	SKT slope	-83,00	0,2255	-0,0001	-0,0921	0,8991	-0,1634	-0,1275	9,1708
			SMK τ	-0,4176	0,0440	-0,0110	0,2747	-0,4945	0,1868	-0,2967	-0,3846
			SMK p	0,0425	0,8694	1,0000	0,1889	0,0160	0,3811	0,1546	0,0627

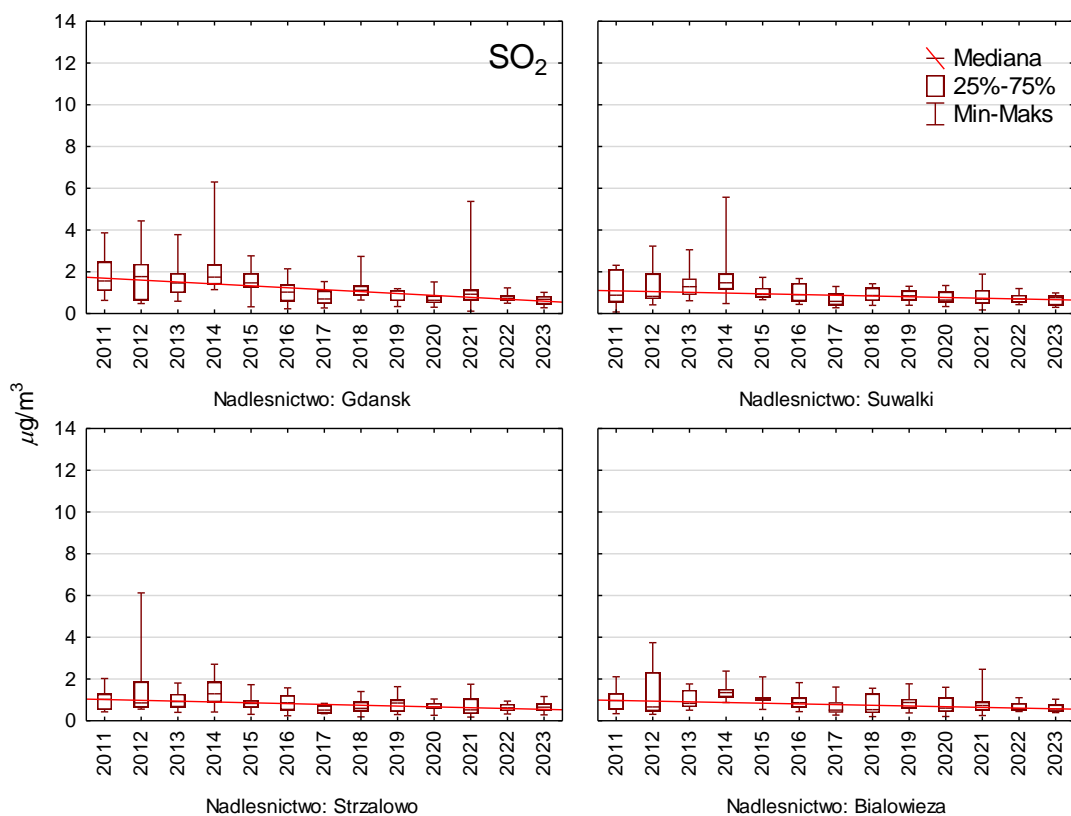
		SKT slope	-118,75	0,0100	-0,0170	0,0078	-1,1225	0,2028	-0,0800	-1,5911
		SMK τ	-0,4835	0,8681	-0,5385	-0,7692	0,0659	-0,1429	-0,8132	0,1868
	25 cm	SMK p	0,0184	0,0000	0,0086	0,0002	0,7833	0,5112	0,0001	0,3782
Szklarska		SKT slope	-1707,30	0,0150	-0,0140	-0,0216	0,0023	-0,0280	-0,0650	0,0050
Poręba		SMK τ	-0,5495	0,7143	-0,2088	-0,8242	0,0879	-0,0769	-0,8242	0,1319
	50 cm	SMK p	0,0072	0,0004	0,3244	0,0001	0,7000	0,7426	0,0000	0,5424
		SKT slope	-3643,33	0,0103	-0,0056	-0,0269	0,0025	-0,0088	-0,0633	0,0025
		SMK τ	-0,5333	0,7556	-0,5556	-0,7778	-0,5778	-0,4222	-0,7111	-0,3333
	25 cm	SMK p	0,0389	0,0030	0,0318	0,0024	0,0248	0,1074	0,0054	0,2105
Piwiczna		SKT slope	-4307,30	0,0271	-0,0510	-0,0747	-0,0500	-0,2450	-0,1267	-0,0050
		SMK τ	-0,4667	0,8000	-0,8222	-0,7333	-0,6889	-0,1111	-0,5111	0,5778
	50 cm	SMK p	0,0736	0,0017	0,0013	0,0042	0,0073	0,7205	0,0491	0,0232
		SKT slope	-4149,98	0,0256	-0,0606	-0,0753	-0,0450	-0,0680	-0,1400	0,0250

Tabela 17.4. Empiryczne ładunki krytyczne N i objawy towarzyszące ich przekroczeniu dla poszczególnych elementów ekosystemów leśnych, zrewidowane w 2022 roku (wg Bobbink i in. 2022)

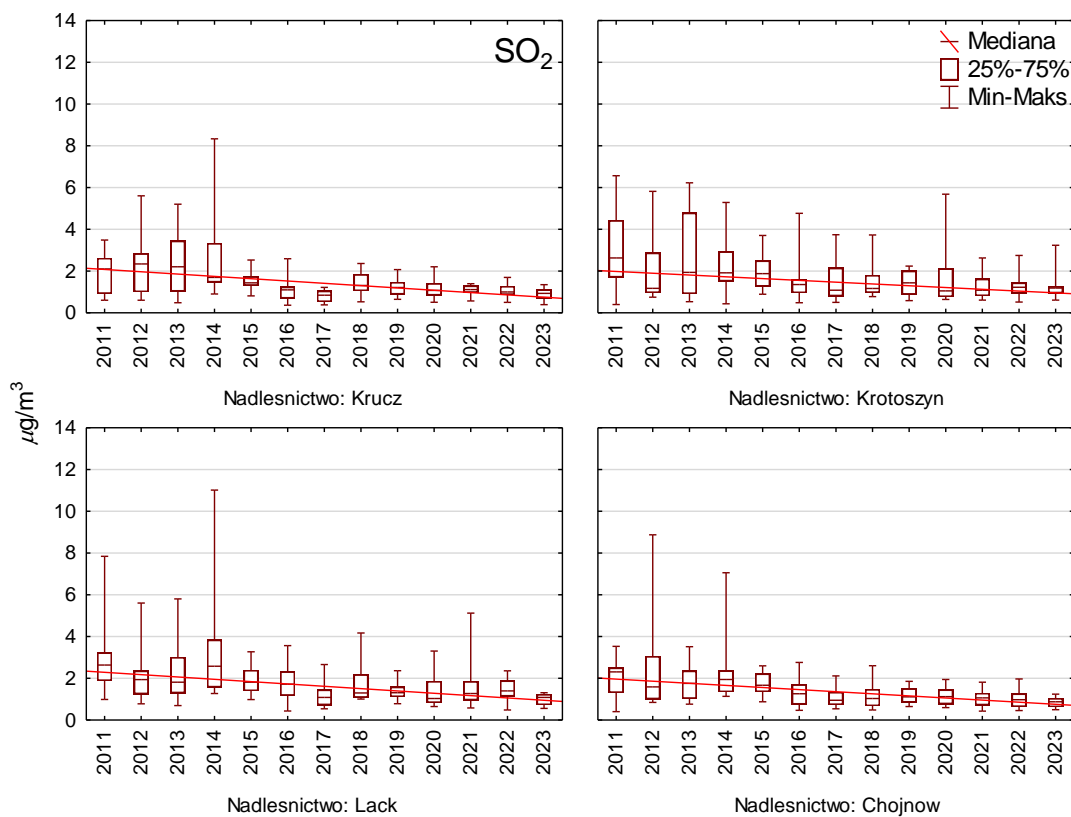
Elementy	kg N ha ⁻¹	Wskaźniki przekroczenia
Procesy glebowe		
liściaste	10-15	przyspieszenie mineralizacji i nityfikacji
i iglaste	10-15	zwiększenie wymywania NO ₃ ⁻
Drzewa		
lasz strefy umiarkowanej	10-15	zaburzenia równowagi składników odżywczych, wzrost zawartości N i spadek P, K, i Mg w aparacie asymilacyjnym, wzrost wrażliwości na szkodniki i choroby, zmiany w fungistatycznych związkach fenolowych
Mikoryza		
liściaste	13-16	spadek produkcji sporokarp, redukcja wzrostu podziemnego,
iglaste	10-13	zmiany i zubożenie składu gatunkowego grzybów mikoryzowych
Roślinność runa		
lasz strefy umiarkowanej	10-15	zmiany składu gatunkowego, wzrost liczby gatunków nitrofilnych, zmniejszenie liczby gatunków oligofilnych
Porosty i glony		
lasz strefy umiarkowanej i borealne	3-5	zamieranie porostów epifitycznych, ograniczanie wiązania azotu przez cyjanoporosty, rozwój glonów wolnożyjących

Tabela 17.5. Wpływ przekroczenia empirycznych ładunków krytycznych w lasach i terenach leśnych według ustaleń zrewidowanych w 2022 roku (wg Bobbink i in. 2022.)

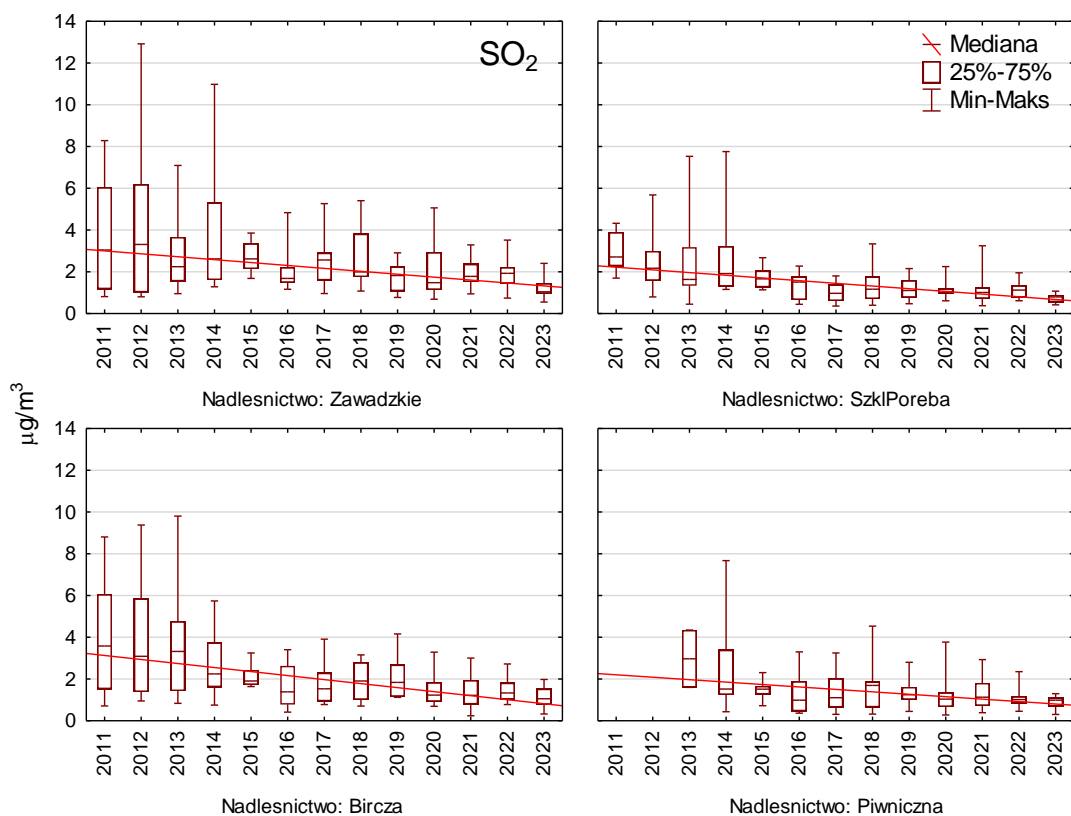
Elementy	kg N ha ⁻¹	Wskaźniki przekroczenia
Lasy liściaste	10-15	Zmiany procesów glebowych, niebilansowanie składników odżywczych, zmiany składu mikoryz i roślinności runa
Lasy bukowe na glebach kwaśnych i niekwaśnych	10-15	Zmiany roślinności runa i mikoryz, niebilansowanie składników odżywczych, zmiany fauny glebowej
Kwaśne dąbrowy	10-15	Zanikanie mikoryz, utrata porostów nadrzewnych i mszaków, zmiany roślinności runa
Lasy iglaste	3-15	Zmiany procesów glebowych, niebilansowanie składników odżywczych, zmiany składu mikoryz i roślinności runa, wzrost śmiertelności przy suszach
Bory sosnowe klimatu umiarkowanego kontynentalnego	10-15	Zmiany roślinności runa i mikoryz, niebilansowanie składników odżywczych, zwiększone emisje N ₂ O i NO



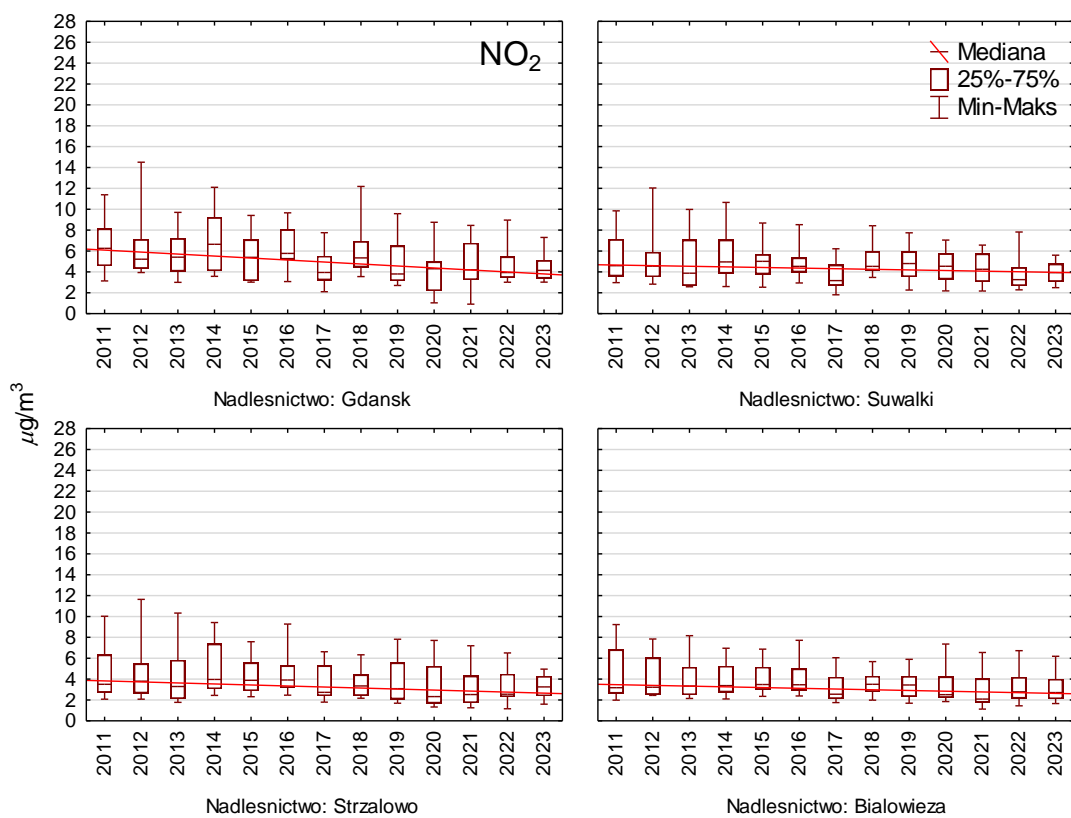
Rycina 17.1. Stężenia dwutlenku siarki w Polsce północnej i północno-wschodniej w latach 2011–2023



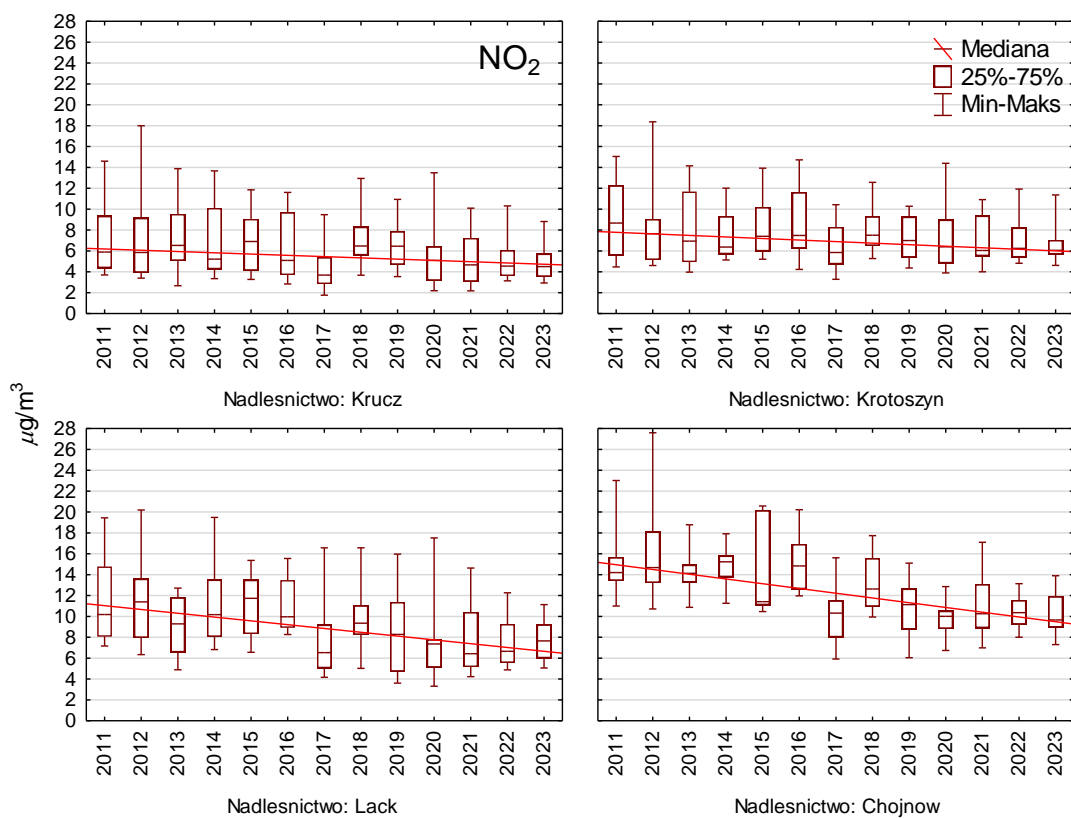
Rycina 17.2. Stężenia dwutlenku siarki w Polsce centralnej w latach 2011–2023



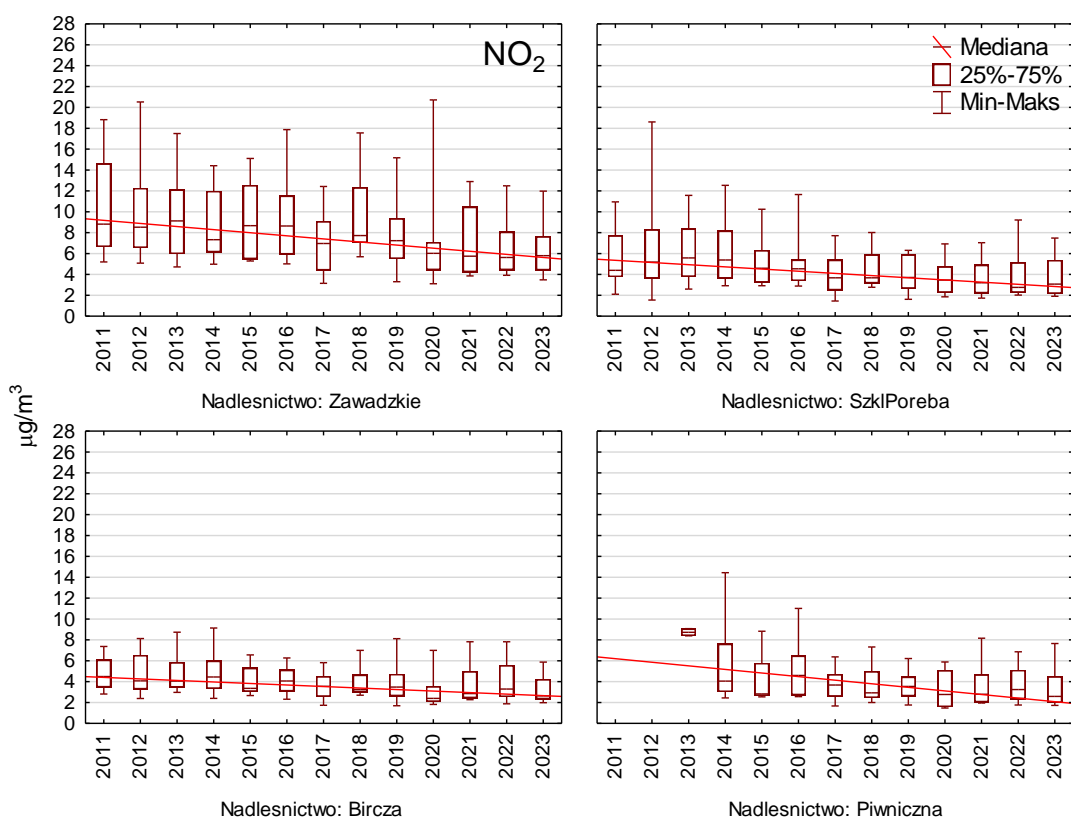
Rycina 17.3. Stężenia dwutlenku siarki w Polsce południowej w latach 2011–2023



Rycina 17.4. Stężenia dwutlenku azotu w Polsce północnej i północno-wschodniej w latach 2011–2023



Rycina 17.5. Stężenia dwutlenku azotu w Polsce centralnej w latach 2011–2023



Rycina 17.6. Stężenia dwutlenku azotu w Polsce południowej w latach 2011–2023

CZEŚĆ V INFORMACJE OGÓLNE I PODSUMOWANIE

18. STAN ZDROWOTNY LASÓW W POLSCE NA TLE STANU LASÓW W EUROPIE – *JADWIGA MAŁACHOWSKA*

Najnowszy dostępny raport o stanie lasów w Europie (Forest Condition in Europe 2023) zawiera dane za 2022 rok. Wyniki dotyczące krajowych badań stanu koron drzew w lasach na stałych powierzchniach obserwacyjnych I rzędu Centrum ICP Forests uzyskało z 30 krajów, w tym z Belgii wyniki oddzielnie z regionów Flandrii i Walonii. Wyniki z trzech krajów (Cypr, Norwegia i Szwecja) odnoszą się tylko do drzew gatunków iglastych (tab. 18.1, ryc. 18.1).

Należy podkreślić, że porównywanie wyników uzyskanych z poszczególnych krajów Europy może być obarczone błędem ze względu na znaczne zróżnicowanie warunków klimatycznych i przyrodniczych, różną lesistość oraz strukturę gatunkową drzewostanów. Ponadto, mimo wspólnych założeń metodycznych monitoringu, nie udało się uniknąć różnic w szczegółowych rozwiązaniach stosowanych w różnych krajach.

Przestrzenny rozkład średniej defoliacji drzew wszystkich gatunków na powierzchniach monitoringu lasów I rzędu ICP Forests (ryc. 18.3) wskazuje na dobrą kondycję lasów na terenie Europy wschodniej, Skandynawii, Bałkanów oraz Europy południowej (Turcja, Grecja, Hiszpania, poza Katalonią). Natomiast kraje Europy Środkowej, Słowacja, Czechy, środkowe i południowe Niemcy, Francja, Belgia (Walonia) oraz Włochy i Katalonia cechowały się podwyższoną defoliacją drzew i obniżonym poziomem zdrowotności lasów.

W rankingu udziału drzew zdrowych (do 10% defoliacji) podobną lokatę jak Polska (do +/- 5 punktów procentowych różnicy udziału) zajęły: dla gatunków razem – Litwa, Łotwa, Czechy, Węgry, Słowenia, Włochy, Czarnogóra, Hiszpania, Francja, Luksemburg i Andora, dla gatunków iglastych – Czechy, Litwa, Łotwa i Andora, a dla gatunków liściastych – Litwa, Niemcy, Czechy, Czarnogóra, Włochy, Hiszpania, Szwajcaria i Irlandia. Gorszą pozycję w zestawieniu (z niższym niż w naszym kraju udziałem drzew zdrowych o ponad 5 punktów procentowych) zajęły: dla gatunków razem oraz dla gatunków iglastych – Słowacja, Cypr, Belgia Flandria i Belgia Walonia, a dla gatunków liściastych – Łotwa, Słowacja, Węgry, Słowenia, Francja, Luksemburg, Andora, Belgia Flandria i Belgia-Walonia. Lepszą niż Polska lokatę w rankingu udziału drzew zdrowych (udziały wyższe o ponad 5 punktów procentowych)

zajęły pozostałe kraje: dla gatunków razem – 14 krajów, dla gatunków iglastych – 21 krajów, a dla gatunków liściastych – 9 krajów (tab. 18.1, ryc. 18.1).

Biorąc pod uwagę udział drzew o słabej kondycji zdrowotnej (o defoliacji powyżej 25%) podobną lokatę jak Polska (do +/- 5 punktów procentowych różnicy udziału) zajęły: dla gatunków razem – Dania, Szwecja, Norwegia, Rumunia, Grecja i Turcja, dla gatunków iglastych – Irlandia, Dania, Norwegia, Szwecja, Estonia, Rumunia i Turcja a dla gatunków liściastych – Dania, Litwa, Rumunia, Grecja, Turcja i Hiszpania. Lepszą pozycję w zestawieniu (z niższym niż w naszym kraju udziałem drzew o słabej kondycji zdrowotnej o ponad 5 punktów procentowych) zajęły: dla gatunków razem i gatunków liściastych – Łotwa, Estonia i Serbia, a dla gatunków iglastych – Łotwa i Serbia. Gorszą pozycję w zestawieniu (z wyższym niż w naszym kraju udziałem drzew w klasach defoliacji 2 – 4 o ponad 5 punktów procentowych) zajęły pozostałe kraje: dla gatunków razem – 20 krajów, dla gatunków iglastych – 20 krajów, a dla gatunków liściastych – 17 krajów (tab. 18.1, ryc. 18.1).

Polska wraz z Litwą i Hiszpanią znalazła się w grupie krajów, w których zarówno udział drzew o defoliacji do 10% (od 14,1% do 18,4% drzew), jak i udział drzew o defoliacji powyżej 25% (od 15,5% do 23,3% drzew) nie był wysoki, natomiast większość drzew (od 60,6% do 70%) została zaliczona do klasy ostrzegawczej (defoliacja od 11% do 25%).

Dobłą kondycją zdrowotną (różnica między udziałem drzew o defoliacji do 10% a udziałem drzew o defoliacji powyżej 25% przekracza 29 punktów procentowych) w zestawieniu dla gatunków razem oraz gatunków iglastych charakteryzowały się drzewa w lasach ośmiu krajów (Serbii, Estonii, Grecji, Rumunii, Danii, Norwegii, Szwecji i Irlandii), w zestawieniu dla gatunków liściastych – drzewa w lasach czterech krajów (Serbii, Grecji, Rumunii i Estonii) (tab. 18.1, ryc. 18.1).

Drzewa w złej kondycji zdrowotnej (różnica między udziałem drzew o defoliacji powyżej 25% a udziałem drzew o defoliacji do 10% przekracza 20 punktów procentowych) w zestawieniu dla gatunków razem występowały w lasach: dziesięciu krajów (Francji, Luksemburga, Andory, Belgii Walonii, Włoch, Cypru, Słowenii, Węgier, Czech i Słowacji), w zestawieniu dla gatunków iglastych – w lasach dwunastu krajów (Francji, Andory, Belgii Walonii, Belgii Flandrii, Włoch, Cypru, Słowenii, Chorwacji, Bułgarii, Węgier, Czech i Słowacji) w zestawieniu dla gatunków liściastych – w lasach dziewięciu krajów (Irlandii, Francji, Luksemburga, Andory, Belgii Walonii, Włoch, Słowenii, Węgier i Słowacji).

Wyniki obserwacji wykazały, że w kilku krajach kondycja zdrowotna drzew gatunków iglastych była lepsza w porównaniu z kondycją drzew gatunków liściastych, natomiast w kilku

innych krajach drzewa gatunków liściastych były zdrowsze niż drzewa gatunków iglastych. Kraje, w których zdrowsze okazały się drzewa gatunków iglastych to: Irlandia, Luksemburg, Francja, Dania, Szwajcaria, Węgry, Serbia i Włochy. Zanotowano tam większe udziały drzew zdrowych (od 4,1 do 48,5 punktu procentowego różnicy) i mniejsze udziały drzew w klasach 2-4 (od 0,2 do 35,6 punktu procentowego różnicy) wśród gatunków iglastych, w porównaniu z gatunkami liściastymi. W Czechach, Grecji, Estonii, na Litwie, na Słowacji, w Chorwacji i Bułgarii kondycja zdrowotna drzew gatunków iglastych była gorsza niż gatunków liściastych. W tych krajach zanotowano mniejsze udziały drzew zdrowych (od 0,5 do 13,3 punktu procentowego różnicy) i większe udziały drzew w klasach defoliacji 2-4 (od 6,7 do 33,2 punktu procentowego różnicy) wśród gatunków iglastych w porównaniu z gatunkami liściastymi. Z kolei w Niemczech, Mołdawii i Belgii Flandrii podobnie jak w Polsce gatunki liściaste charakteryzowały się większym udziałem drzew zdrowych oraz większym udziałem drzew o osłabionej kondycji, niż gatunki iglaste. W Rumunii, Słowenii i Andorze – zarówno udziały drzew zdrowych jak i udziały drzew o osłabionej kondycji gatunków liściastych były niższe niż w przypadku gatunków iglastych (ryc. 18.2).

W pięcioleciu 2018 – 2022 kondycja zdrowotna lasów, wyrażona udziałem drzew w klasach defoliacji 2-4, w wielu krajach nie ulegała dużym zmianom (tab. 18.2). Różnica między zanotowanym w kolejnych latach pięciolecia maksymalnym i minimalnym udziałem drzew w tych klasach nie przekracza 7 punktów procentowych. Dotyczy to zarówno krajów o stale dobrej kondycji zdrowotnej lasów, jak i tych o stale średniej lub stale złej kondycji. W zestawieniu dla gatunków razem tak stabilną kondycją charakteryzowały się drzewa w lasach na Łotwie, w Estonii, Serbii i Rumunii (lasy zdrowe, średnio w pięcioleciu od 4,6% do 12,9% drzew w klasach defoliacji 2-4) ale również w lasach w Norwegii, Szwecji, Litwie, Polsce, Grecji, Irlandii i Hiszpanii (lasy o średniej kondycji zdrowotnej, średnio w pięcioleciu od 16,2% do 22,9% drzew w klasach defoliacji 2-4) oraz w lasach w Chorwacji, Bułgarii, Czarnogórze i Czechach (lasy w złej kondycji zdrowotnej, średnio w pięcioleciu od 31,4% do 57,1% drzew w klasach defoliacji 2-4). W zestawieniu dla gatunków iglastych tak stabilną kondycją charakteryzowały się drzewa w lasach na Łotwie, w Estonii, Serbii i Irlandii (lasy zdrowe, średnio w pięcioleciu od 4,5% do 12,5% drzew w klasach defoliacji 2-4) ale również w lasach w Norwegii, Szwecji, Polsce, Litwie i Mołdawii (lasy o średniej kondycji zdrowotnej, średnio w pięcioleciu od 16,2% do 22,4% drzew w klasach defoliacji 2-4) oraz w lasach w Belgii, Bułgarii i Czechach (lasy w złej kondycji zdrowotnej, średnio w pięcioleciu od 31,6% do 65,0% drzew w klasach defoliacji 2-4). W zestawieniu dla gatunków liściastych tak stabilną kondycją charakteryzowały się drzewa w lasach w Estonii, Serbii, Rumunii i Grecji (lasy zdrowe, średnio

w pięcioleciu od 5,4% do 14,0% drzew w klasach defoliacji 2-4); ale również w lasach na Litwie, w Polsce, Bułgarii, Chorwacji i Hiszpanii (lasy o średniej kondycji zdrowotnej, średnio w pięcioleciu od 16,0% do 28,5% drzew w klasach defoliacji 2-4) oraz w lasach w Czarnogórze, Czechach, Niemczech, we Włoszech i w Irlandii (lasy w złej kondycji zdrowotnej, średnio w pięcioleciu od 34,4% do 51,9% drzew w klasach defoliacji 2-4).

W kilku krajach, w ciągu pięciolecia, kondycja zdrowotna lasów ulegała znacznym wahaniom. Różnica między zanotowanym maksymalnym i minimalnym udziałem drzew w klasach defoliacji 2-4 przekraczała 17 punktów procentowych. W zestawieniu dla gatunków razem oraz dla gatunków liściastych tak dużą zmiennością kondycji drzew charakteryzowały się lasy Danii, Luksemburga, Andory i Węgier. W zestawieniu dla gatunków iglastych były to – lasy w Luksemburgu, Andorze i we Włoszech.

Tabela 18.1. Procentowy udział drzew w klasach defoliacji (gatunki iglaste, liściaste i razem) w krajach Europy w 2022 r. na podstawie krajowych inwentaryzacji *) według rosnących wartości w klasach 2-4

Kraj	Iglaste razem		
	Klasa 0	Klasa 1	Klasy 2-4
Serbia	92,2	3,0	4,8
Łotwa	12,6	81,8	5,6
Estonia	46,0	44,0	10,0
Dania	53,5	35,6	10,9
Polska	12,0	73,8	14,2
Irlandia	65,1	20,2	14,7
Norwegia **)	48,5	34,8	16,7
Rumunia	54,7	28,6	16,7
Szwecja **)	48,5	32,8	18,7
Turcja	29,3	51,9	18,8
Hiszpania	17,7	61,5	20,8
Mołdawia	29,0	50,0	21,0
Grecja	50,7	27,6	21,7
Belgia Flandria	4,0	71,7	24,3
Szwajcaria	22,3	52,3	25,4
Litwa	12,9	61,2	25,9
Czarnogóra	22,6	45,8	31,6
Cypr **)	3,6	64,5	31,9
Niemcy	18,8	48,7	32,5
Luksemburg	28,5	30,4	41,1
Andora	11,5	46,0	42,5
Włochy	22,8	32,8	44,4
Chorwacja	25,1	29,6	45,3
Węgry	21,3	31,6	47,1
Bułgaria	27,2	25,2	47,6
Francja	20,8	31,5	47,7
Słowenia	19,5	32,0	48,5
Słowacja	3,8	38,2	58,0
Czechy	12,2	19,8	68,0
Belgia Walonia	3,8	24,8	71,4

Kraj	Liściaste razem		
	Klasa 0	Klasa 1	Klasy 2-4
Łotwa	9,7	87,9	2,4
Estonia	59,0	38,0	3,0
Serbia	83,4	10,6	6,0
Rumunia	46,7	40,9	12,4
Grecja	64,0	21,8	14,2
Polska	18,4	64,0	17,6
Litwa	21,0	59,8	19,2
Turcja	33,0	46,4	20,6
Hiszpania	19,2	57,9	22,9
Dania	39,5	37,5	23,0
Bułgaria	24,1	50,5	25,4
Belgia Flandria	11,2	60,6	28,2
Mołdawia	37,0	33,0	30,0
Szwajcaria	18,2	50,5	31,3
Chorwacja	25,6	42,5	31,9
Czarnogóra	17,0	49,9	33,1
Czechy	21,1	44,1	34,8
Niemcy	23,5	38,5	38,0
Andora	0,0	60,0	40,0
Słowacja	7,6	52,2	40,2
Słowenia	9,0	47,0	44,0
Włochy	13,5	41,9	44,6
Irlandia	16,6	33,1	50,3
Belgia Walonia	8,5	25,4	66,1
Francja	8,4	24,0	67,6
Węgry	9,9	21,8	68,3
Luksemburg	9,7	19,6	70,7
Cypr **)	tylko	gatunki	iglaste
Norwegia **)	tylko	gatunki	iglaste
Szwecja **)	tylko	gatunki	iglaste

Kraj	Gatunki razem		
	Klasa 0	Klasa 1	Klasy 2-4
Łotwa	11,9	83,4	4,7
Serbia	84,4	9,7	5,9
Estonia	47,6	43,3	9,1
Rumunia	48,0	38,9	13,1
Polska	14,5	70,0	15,5
Dania	46,8	36,5	16,7
Norwegia **)	48,5	34,8	16,7
Szwecja **)	48,5	32,8	18,7
Grecja	54,6	25,9	19,5
Turcja	30,7	49,8	19,5
Hiszpania	18,4	59,7	21,9
Litwa	16,1	60,6	23,3
Irlandia	52,3	23,6	24,1
Belgia Flandria	8,2	65,2	26,6
Szwajcaria	21,2	51,8	27,0
Mołdawia	37,0	33,0	30,0
Cypr **)	3,6	64,5	31,9
Czarnogóra	18,4	48,9	32,7
Chorwacja	25,6	40,4	34,0
Niemcy	20,8	44,3	34,9
Bułgaria	25,4	39,5	35,1
Andora	11,3	46,2	42,5
Włochy	15,9	39,5	44,6
Słowenia	12,4	42,1	45,5
Słowacja	6,2	47,0	46,8
Czechy	14,9	27,2	57,9
Francja	12,7	26,6	60,7
Luksemburg	15,4	22,9	61,7
Węgry	10,9	22,7	66,4
Belgia Walonia	6,4	25,1	68,5

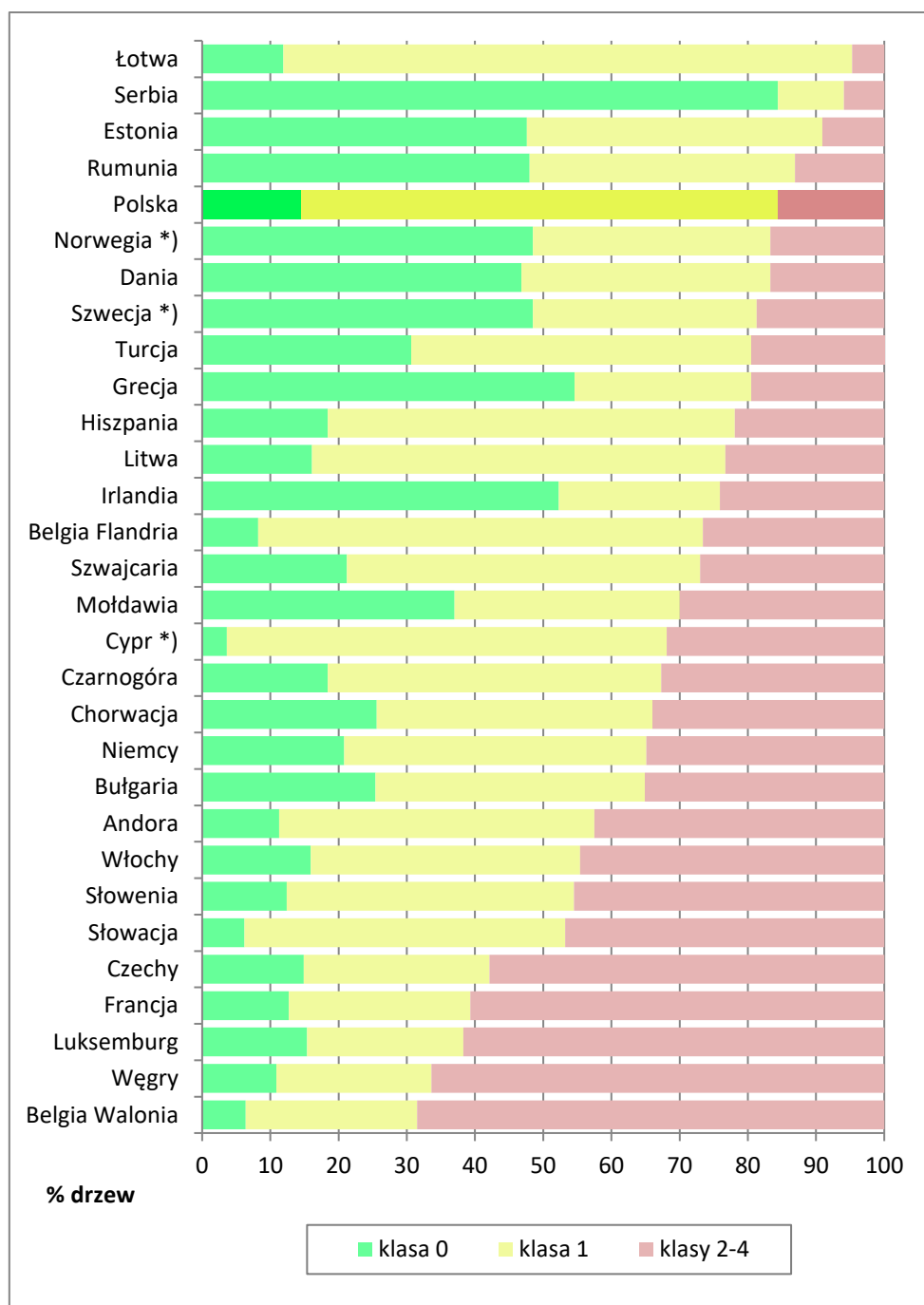
*) wg Michel A, Prescher A-K, Schwärzel K, editors (2021) Forest Condition in Europe. The 2021 Assessment. ICP Forests Technical Report under the UNECE Convention on Long-range Transboundary Air Pollution (Air Convention). Online supplementary material available at <http://icp-forests.net/page/icp-forests-technical-report>

**) kraje, w których oceniano defoliację tylko gatunków iglastych

Tabela 18.2. Zmiany w udziale drzew w klasach defoliacji 2-4 w latach 2018-2022 w krajach Europy na podstawie krajowych inwentaryzacji *)

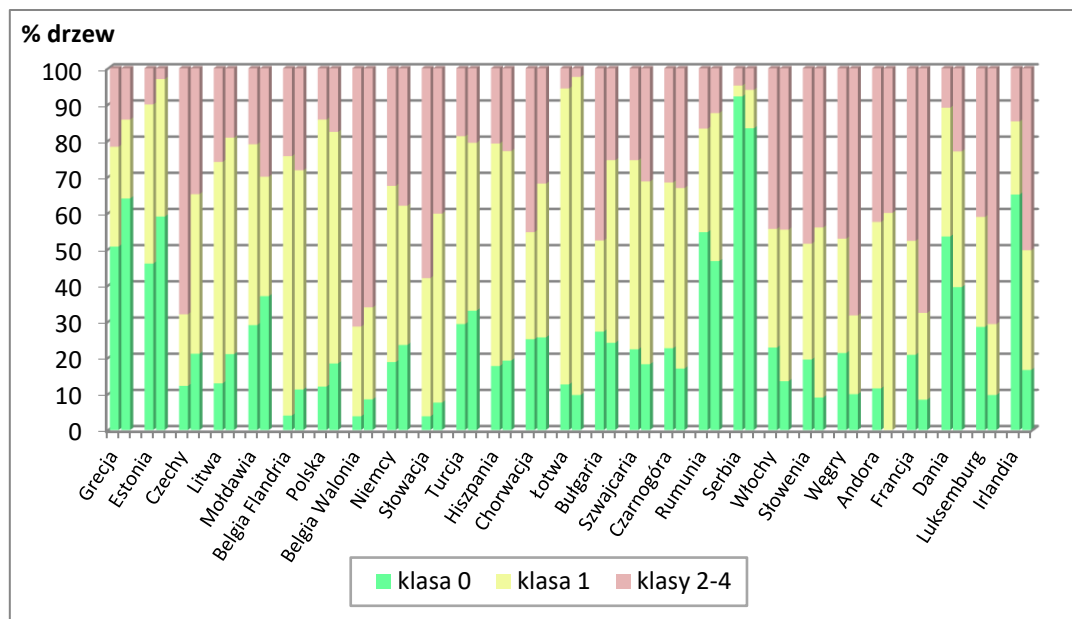
Kraj	Iglaste razem					Liściaste razem					Gatunki razem				
	2018	2019	2020	2021	2022	2018	2019	2020	2021	2022	2018	2019	2020	2021	2022
Andora	5,6	-	21,6	20,8	42,5	0,0	-	16,7	20,0	40,0	5,6	-	21,6	20,8	42,5
Belgia	27,7	33,5	33,9	28,9	33,9	27,7	30,2	33,7	32,0	35,4	27,7	31,7	33,9	30,7	34,8
Bułgaria	45,0	45,4	48,1	46,8	47,6	21,8	20,3	23,7	23,2	25,5	31,9	31,2	34,3	33,5	35,1
Chorwacja	47,0	53,6	48,7	46,0	45,3	27,8	26,4	26,0	30,4	31,9	30,8	30,3	29,4	32,7	34,0
Cypr **)	33,5	29,6	26,0	29,9	31,9	-	-	-	-	-	33,5	29,6	26,0	29,9	31,9
Czarnogóra	30,9	-	38,2	33,3	31,6	34,8	-	37,4	32,1	33,1	33,6	-	37,6	32,4	32,7
Czechy	63,0	64,3	64,2	65,4	68,0	35,6	37,5	36,3	35,6	34,8	56,4	57,4	56,7	57,2	58,0
Dania	15,2	22,0	21,9	13,0	10,9	30,0	46,0	26,1	15,2	23,0	21,4	32,3	24,0	13,9	16,7
Estonia	9,3	5,8	6,0	8,0	10,0	4,1	5,1	6,0	9,0	3,0	8,5	5,7	6,0	8,1	9,1
Francja	40,0	42,0	42,4	43,4	47,7	58,8	62,2	65,4	68,2	67,6	52,2	55,1	57,4	59,5	60,7
Grecja	26,2	28,7	29,1	22,0	21,7	14,4	15,5	12,9	13,0	14,2	18,4	20,7	20,0	16,7	19,5
Hiszpania	23,1	26,7	20,8	18,3	20,8	22,4	27,0	23,0	24,0	23,0	22,7	26,9	21,9	21,2	21,9
Irlandia	-	-	9,8	13,0	14,7	-	-	53,4	52,0	50,3	-	-	20,8	23,2	24,1
Litwa	21,1	21,7	21,0	22,3	25,9	14,2	15,2	15,4	15,9	19,2	18,5	19,2	18,9	19,9	23,3
Luksemburg	16,2	35,5	36,2	36,2	41,1	39,7	57,4	62,8	62,6	70,7	31,3	50,1	54,0	54,6	61,7
Łotwa	3,9	4,6	3,3	5,0	5,6	8,8	8,1	3,8	1,1	2,4	5,1	5,5	3,5	4,0	4,7
Mołdawia	-	19,2	17,0	14,3	21,0	N/A	28,0	39,0	29,1	30,0	-	28,0	38,9	29,1	30,0
Niemcy	22,8	31,2	33,5	33,1	32,5	37,1	43,6	43,2	37,0	38,0	28,7	36,4	37,5	34,8	34,9
Norwegia **)	15,5	16,5	17,2	14,9	16,7	-	-	-	-	-	15,5	16,5	17,2	14,9	16,7
Polska	17,2	19,6	17,5	16,6	14,2	21,1	23,9	22,6	17,9	17,6	18,6	21,2	19,4	17,1	15,5
Rumunia	10,3	13,7	17,4	16,4	16,7	15,8	11,2	12,1	11,2	12,4	14,8	11,6	12,9	12,1	13,1
Serbia	10,2	9,8	8,7	8,6	4,8	12,1	8,7	6,9	5,8	6,0	11,9	8,9	7,1	6,1	5,9
Słowacja	49,7	45,3	51,3	54,0	58,0	38,4	34,8	33,8	28,1	40,2	42,7	38,8	40,4	37,7	46,8
Słowenia	40,3	42,7	41,1	44,1	48,6	33,7	35,1	36,6	41,3	44,0	36,0	37,7	38,1	42,2	45,5
Szwajcaria	22,1	33,6	23,3	27,7	25,4	26,6	33,2	34,5	24,7	31,3	23,5	33,5	26,4	26,9	27,0
Szwecja **)	17,6	17,1	17,8	17,5	18,7	-	-	-	-	-	17,6	17,1	17,8	17,5	18,7
Turcja	10,2	11,4	11,7	14,1	18,8	11,0	13,1	12,2	13,5	20,6	10,5	12,1	11,9	13,9	19,5
Węgry	52,3	43,2	48,0	47,4	47,1	46,8	34,3	35,5	47,5	68,3	47,3	35,1	36,7	47,5	66,4
Włochy	28,1	28,8	26,9	43,2	44,4	43,4	38,1	39,6	41,6	44,6	39,0	36,0	36,2	42,0	44,6

*) wg Michel A, Prescher A-K, Schwärzel K, editors (2021) Forest Condition in Europe. The 2023 Assessment. ICP Forests Technical Report under the UNECE Convention on Long-range Transboundary Air Pollution (Air Convention). Online supplementary material available at <http://icp-forests.net/page/icp-forests-technical-report>

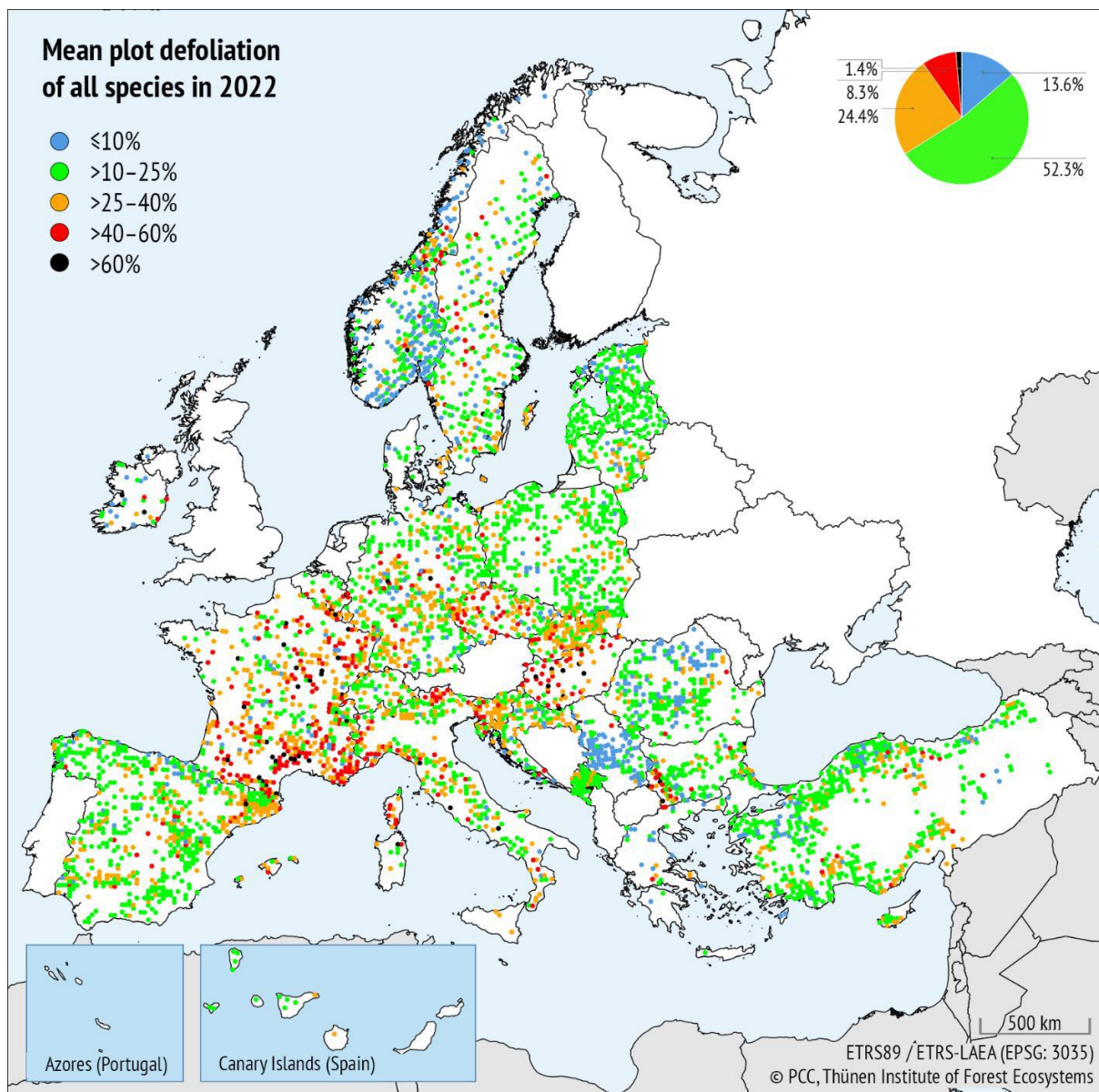


Ryc. 18.1. Udział procentowy drzew (gatunki razem) w klasach defoliacji w krajach Europy w 2022 roku, kraje uszeregowane według wzrastającego udziału drzew w klasach defoliacji 2–4

*) kraje, w których oceniano defoliację tylko gatunków iglastych



Rycina 18.2. Udział procentowy drzew gatunków iglastych (słupki po lewej stronie) i gatunków liściastych (słupki po prawej stronie) w klasach defoliacji w kolejności różnicy udziału drzew zdrowych pomiędzy gatunkami iglastymi i liściastymi w krajach Europy w 2022 r.



Rycina 18.3. Rozkład przestrzenny średniej defoliacji drzew wszystkich gatunków na powierzchniach pierwszego rzędu (level 1) sieci ICP Forests (16 x 16 km) w Europie w 2022 r.

wg Timmermann V., Potočić N., Ognjenović M., Kirchner T., Hilgers C., 2023. Tree crown condition in 2022. W: Michel A, Kirchner T, Prescher A-K, Schwärzel K, editors (2023) Forest Condition in Europe: The 2023 Assessment. ICP Forests Technical Report under the UNECE Convention on Long-range Transboundary Air Pollution (Air Convention). Eberswalde: Thünen Institute. <https://doi.org/10.3220/ICPTR1697801881000>

19. PODSUMOWANIE WYNIKÓW – PAWEŁ LECH

Wyniki obserwacji, pomiarów i analiz monitoringu lasów wykonanych w 2023 roku pozwalają na sformułowania następujących wniosków:

Liczebność Stałych Powierzchni obserwacyjnych

Liczba stałych powierzchni obserwacyjnych I rzędu poddanych obserwacjom w 2023 roku wyniosła 2071, w tym w 1402 powierzchnie w lasach będących w zarządzie Lasów Państwowych, 535 powierzchni w lasach będących własnością osób fizycznych, 37 powierzchni w granicach parków narodowych oraz 97 powierzchni w lasach pozostałych form własności.

W 2023 r. wszystkie powierzchnie I i II rzędu przewidziane do badań stanu zdrowotnego lasów zostały poddane ocenom. Również wszystkie 148 SPO II rzędu objęte zostały badaniami roślinności runa i odnowień naturalnych. Przez cały rok 2023 kontynuowano również badania na 12 SPO MI.

Stan zdrowotny drzewostanów

Średnia defoliacja wszystkich gatunków razem wynosiła 21,9%, iglastych razem – 22,1%, a liściastych razem – 21,5%. Udział drzew o defoliacji do 10% wynosił 10,7%, a udział drzew o defoliacji powyżej 25% – 16,5%. Gatunki liściaste charakteryzowały się wyższym udziałem drzew zdrowych (14,2%) oraz wyższym udziałem drzew o podwyższonej defoliacji (17,2%) niż gatunki iglaste (odpowiednio: 8,5% i 16,1%).

Gatunki o niskiej średniej defoliacji (od 16,8% do 19,0%) to buk, olsza i jodła. Średnią wartość tego parametru (od 21,3% do 22,5%) wykazywały sosna, brzoza, gatunki zaliczane do grup 'inne liściaste' oraz 'inne iglaste'. Wysoką wartością średniej defoliacji charakteryzowały się dąb (25,2%) i świerk (27,2%) Podobne uszeregowanie gatunków drzew uzyskano porównując udziały drzew o defoliacji do 10%, jak i o defoliacji powyżej 25%.

Kolejność gatunków od najbardziej do najmniej zdrowych (ustalona na podstawie analizy średniej defoliacji, udziału drzew o defoliacji do 10% i udziału drzew o defoliacji powyżej 25%) była następująca: buk << olsza, jodła < inne liściaste, inne iglaste < sosna, brzoza << dąb < świerk.

Najlepszą kondycją charakteryzowały się drzewa na powierzchniach zlokalizowanych w lasach zarządzanych przez PGL Lasy Państwowe, najslabszą kondycją

charakteryzowały się drzewa w lasach parków narodowych (średnia defoliacja wynosiła odpowiednio: 21,6% i 23,0%). Wyższy poziom defoliacji drzew w lasach parków narodowych, w porównaniu z lasami innych form własności, wynika z mniejszej intensywności lub braku wykonywania zabiegów pielęgnacyjnych i cięć sanitarnych, podczas których usuwa się drzewa uszkodzone i o obniżonej zdrowotności.

W przypadku większości głównych lasotwórczych gatunków drzew i wszystkich drzew razem wraz z wiekiem rosła średnia defoliacja. Najsilniej było to widoczne u dębu, jodły i brzozy, słabiej u świerka, olszy i sosny, natomiast w odniesieniu do buka domieszkowych gatunków iglastych i domieszkowych gatunków liściastych takiej zależności nie stwierdzono.

Udział drzew (o defoliacji do 10% (gatunki razem) w układzie rdLP zawierał się w przedziale od 2,9% w RDLP w Katowicach do 24,7% w RDLP w Krośnie. Udział drzew o defoliacji powyżej 25% zawierał się w przedziale od 5,8% w RDLP w Gdańsku do 23,4% w RDLP we Wrocławiu. Średnia defoliacja zawierała się w przedziale od 18,0% w RDLP w Krośnie do 24,9% w RDLP w Katowicach.

Regionalne dyrekcje LP pogrupowano według poziomu zdrowotności lasów, od najbardziej do najmniej zdrowych, ich kolejność jest następująca: Krosno < Gdańsk << Radom, Szczecinek << Białystok, Łódź < Olsztyn, Toruń, Zielona Góra, Piła << Kraków, Poznań, Warszawa < Lublin, Szczecin, Wrocław << Katowice.

Udział drzew o defoliacji do 10% (gatunki razem) w układzie województw zawierał się w przedziale od 1,4% w województwie opolskim do 22,4% w województwie świętokrzyskim. Udział drzew o defoliacji powyżej 25% zawierał się w przedziale od 5,8% w województwie pomorskim do 26,5% w województwie opolskim. Średnia defoliacja zawierała się w przedziale od 18,8% w województwie pomorskim do 25,7% w województwie opolskim.

Uszeregowanie grup województw pod względem zdrowotności lasów w kolejności od najzdrowszych do najmniej zdrowych przedstawiało się jak następuje: podkarpackie, pomorskie < świętokrzyskie, podlaskie << łódzkie, warmińsko-mazurskie << kujawsko-pomorskie < lubelskie, wielkopolskie, zachodniopomorskie < lubuskie << mazowieckie < dolnośląskie, małopolskie, śląskie << opolskie.

Udział drzew o defoliacji do 10% (gatunki razem) w układzie krain przyrodniczo-leśnych zawierał się w przedziale od 5,7% w Krainie Sudeckiej do 14,1% w Krainie Karpackiej.

Udział drzew o defoliacji 8% w Krainie Sudeckiej. Średnia defoliacja zawierała się w przedziale od 20,4% w Krainie Bałtyckiej do 24,1% w Krainie Sudeckiej.

Kolejność grup krain przyrodniczo-leśnych według poziomu zdrowotności lasów, od najbardziej do najmniej zdrowych przedstawiała się jak następuje: Bałtycka < Mazursko-Podlaska < Karpacka, Małopolska, Wielkopolsko-Pomorska < Mazowiecko-Podlaska < Śląska < Sudecka.

Ogółem w ciągu dziesięciolecia 2014-2023 poziom zdrowotności drzew w lasach nie wykazywał dużych różnic w skali kraju. Lepszą kondycję drzew ‘gatunków razem’ obserwowano w latach 2014-2015 i 2022-2023, słabszą – w latach 2016-2021. Udział drzew zdrowych zawierał się w przedziale od 8,0% w 2020 r. do 12,2% w 2022 r., udział drzew w klasach defoliacji 2-4 – od 15,9% w 2022 r. do 21,1% w 2019 r., a średnia defoliacja – od 21,2% w 2022 r. do 23,4% w 2019 r.

Ogółem w skali kraju najlepszą kondycję drzew ‘gatunków razem’ obserwowano w 2022 roku, dobrą – w latach 2014–2015, średnią – w latach 2017, 2018 i 2021, a najgorszą – w latach 2019–2020. Udział drzew zdrowych zawierał się w przedziale od 8,0% w 2020 r. do 14,4% w 2022 r., udział drzew w klasach defoliacji 2-4 – od 15,5% w 2022 r. do 21,1% w 2019 r., a średnia defoliacja – od 21,2% w 2022 r. do 23,4% w 2019 r.

Biorąc pod uwagę średnie wartości parametrów składających się na ocenę zdrowotności monitorowanych gatunków drzew w latach 2014-2023 kolejność gatunków od najbardziej do najmniej zdrowych przedstawiała się następująco: buk << olsza, jodła < ‘inne iglaste’, ‘inne liściaste’, sosna < świerk, brzoza << dąb.

W latach 2014-2023 najbardziej stabilną kondycją zdrowotną charakteryzowała się sosna, największą zmiennością kondycji charakteryzowały się dąb.

Porównanie kondycji drzew w lasach regionalnych dyrekcji Lasów Państwowych w dziesięcioleciu wykazało: w rdLP w Toruniu i w Gdańsku kondycja drzew była bardzo dobra, wartość średniej defoliacji pozostawała stale poniżej średniej krajowej, natomiast w rdLP we Wrocławiu oraz w Lublinie kondycja drzew była znacznie osłabiona, średnia defoliacja utrzymywała się stale powyżej średniej krajowej.

Najbardziej stabilną kondycją zdrowotną charakteryzowały się drzewa w lasach rdLP w Białymstoku, Gdańsku i Toruniu, największą zmiennością kondycji charakteryzowały się drzewa w lasach rdLP w Zielonej Górze i we Wrocławiu.

Porównanie kondycji drzew w lasach krain przyrodniczo-leśnych w dziesięcioleciu wykazało: w krainach Bałtyckiej i Karpackiej kondycja drzew była bardzo dobra,

wartość średniej defoliacji pozostawała stale poniżej średniej krajowej, natomiast w krainach Mazowiecko-Podlaskiej i Śląskiej kondycja drzew była znacznie osłabiona, średnia defoliacja utrzymywała się stale powyżej średniej krajowej.

Najbardziej stabilną kondycją zdrowotną charakteryzowały się drzewa w lasach Krainy Mazursko-Podlaskiej, największą zmiennością kondycji charakteryzowały się drzewa w lasach Krainy Śląskiej.

Symptomy i przyczyny uszkodzeń drzewostanów

W 2023 roku stwierdzono 51248 uszkodzeń drzew, które występowały na 77,57% wszystkich drzew ocenianych na SPO I rzędu.

Najsilniej uszkodzonymi gatunkami liściastymi były dęby (1,80 uszkodzenia/drzewo), a z gatunków iglastych – świerk (1,28 uszkodzenia/drzewo).

Najczęściej uszkodzaną częścią drzew iglastych oraz buka była strzała, zaś pozostałych gatunków liściastych – liście.

Najczęściej występującym symptomem uszkodzenia drzew był „ubytek liści/igieł”.

Wśród czynników sprawczych dominowały „konkurencja i inne czynniki” (głównie konkurencja) oraz owady (przede wszystkim owady liściożerne), uszkadzające w największym stopniu gatunki liściaste.

Występowania uszkodzeń powodowanych przez jemiołę zwiększało się w ostatnich 15 latach, jednakże wzrost ten w ostatnim roku był niewielki i wynosił 1,5%. W 2023 roku porażonych było łącznie 11 gatunków drzew, najsilniej jodła i sosna.

Warunki klimatyczno-wodne panujące na terenach leśnych Polski w 2023 roku

Warunki wilgotnościowe panujące w glebach na terenach leśnych w 2023 r. można uznać za dobre, korzystniejsze od tych z roku 2022.

W roku 2023 r. niedobory wody występowały w centralnej części kraju (województwa kujawsko-pomorskie, łódzkie i wielkopolskie oraz lubuskie) oraz w Polsce północno-wschodniej (województwo podlaskie).

Na susze wskazywały jedynie dwa zastosowane wskaźniki: klimatyczny bilans wodny półrocza letniego (KBWL) oraz liczba dni z niedoborem wody w ujęciu rocznym (LDR). Dwa pozostałe wskaźniki: roczny klimatyczny bilans wodny (KBWR) i liczba

dni niedoborów wody w miesiącach maksymalnego wzrostu drzew (LDL) nie wykazały problemu zagrożenia suszami na terenach leśnych Polski.

Zdrowotność drzewostanów na obszarach Natura 2000

Na koniec 2023 roku liczba obszarów sieci Natura 2000 w Polsce była taka sama jak w roku poprzednim i wynosiła 1003. Zajmowały one 68 504 km², co jest równe 19,6% powierzchni Polski.

W roku 2023 na obszarach sieci Natura 2000 znajdowało się 676 czynnych powierzchni monitoringu leśnego (I i II rzędu, w tym monitoringu intensywnego), co stanowiło około 30,7% wszystkich aktywnych SPO.

Średnia defoliacja drzew na 90% SPO I rzędu znajdujących się na obszarach ochrony ptaków (SOSO) mieściła się w przedziale 10-25%, a na pozostałych powierzchniach w przedziale 26-60%.

Średnia defoliacja drzew na 87% SPO I rzędu znajdujących się na obszarach ochrony siedlisk (SOO) mieściła się w przedziale 10-25%, a na pozostałych powierzchniach w przedziale 26-60%.

Stan zdrowotny drzew na SPO II rzędu

Ogółem na SPO II rzędu średnia defoliacja drzew wynosiła 23,4%, udział drzew zdrowych (klasa 0, do 10% defoliacji) – 7,9%, a udział drzew o osłabionej kondycji (klasy 2-4, powyżej 25% defoliacji) – 20,4%.

Kolejność gatunków występujących na SPO II rzędu od najzdrowszych do najmniej zdrowych była następująca: buk << sosna, świerk << dąb.

Drzewa monitorowanych gatunków łącznie okazały się najzdrowsze na powierzchniach krain: Bałtyckiej i Karpackiej. Dobrą kondycję drzew zarejestrowano w krainach: Mazursko-Podlaskiej i Sudeckiej. Słabszą kondycję odnotowano w krainach: Małopolskiej, Wielkopolsko-Pomorskiej i Mazowiecko-Podlaskiej, najslabszą – na powierzchniach Krainy Śląskiej.

Roślinność runa leśnego

Przeprowadzona analiza wskazuje na wyraźne zróżnicowanie ekologiczne i florystyczne SPO II rzędu.. Zróżnicowanie to trzeba rozpatrywać w dwóch płaszczyznach: lokalnej

– siedliskowej oraz wielkoprzestrzennej - geograficznej. Przeważają zbiorowiska borowe z klasy *Vaccinio-Piceetea* (87 SPO II rzędu) oraz z klasy *Quercu-Fagetea* (53 powierzchnie). W porównaniu ze stanem z 2019 roku na 30 powierzchniach zaszły zmiany w identyfikacji fitosocjologicznej, co wiąże się głównie ze zmianami drzewostanu i regeneracją składu gatunkowego runa w poszczególnych płatach lasu.

Pośród form życiowych gatunków roślin w runie powierzchni monitoringowych przeważają zdrewniałe chamefity (półkrzewy i krzewinki), hemikryptofity oraz geofity. Łączny udział tych form życiowych przekraczający 50% ogólnej liczby gatunków występuje na 92 powierzchniach, natomiast ponad 50% ogólnego pokrywania jest charakterystyczny dla 134 powierzchni. Zdrewniałe chamefity dominują w obrębie borów świeżych i częściowo - borów mieszanych, geofity są najsilniej silnie związane z grądami i żyznymi buczynami, a na większości pozostałych powierzchni dominują hemikryptofity.

Wyrazem zmienności geograficznej jest m.in. wzrost bogactwa gatunkowego oraz różnorodności w obrębie runa w kierunku z zachodu na wschód oraz – słabiej zarysowana tendencja - z północy na południe.

Analizowane powierzchnie charakteryzują się zróżnicowanym poziomem oddziaływań antropogenicznych. Jedynie 27 powierzchni, głównie ubogie bory sosnowe *Leucobryo-Pinetum* (16 powierzchni) oraz niektóre płyty *Peucedano-Pinetum* i *Quercu-Pinetum* można uznać za słabo przekształcone i mało narażone na pośrednie i bezpośrednie antropogeniczne oddziaływania o charakterze degradacyjnym. Natomiast 12 powierzchni (wg liczby gatunków) lub 23 powierzchnie (wg udziału w pokryciu) ma skład gatunkowy charakteryzujący się dużym udziałem gatunków o charakterze ruderalnym. W 8 przypadkach dotyczy to zbiorowisk borowych, głównie borów mieszanych *Quercu-Pinetum*, co świadczy o procesach degradacyjnych.

Analizowane powierzchnie są relatywnie ubogie w rzadkie i chronione gatunki roślin naczyniowych. Stwierdzono występowanie 5 gatunków roślin naczyniowych objętych ochroną całkowitą oraz 19 gatunków roślin naczyniowych i 28 gatunków mszaków podlegających ochronie częściowej.

W okresie 1998-2023 na 54 powierzchniach zmieniła się identyfikacja fitosocjologiczna zbiorowiska roślinnego, co świadczy o zmianach składu gatunkowego i zachodzeniu procesów regeneracji/degeneracji w wymiarze lokalnym.

We wszystkich krainach przyrodniczo-leśnych wyraźnie dominowały powierzchnie o fluktuacyjnym typie zmiany liczby gatunków.

Niezależnie od zachodzących kierunków zmian przez cały analizowany okres 25 lat utrzymuje się podobne zróżnicowanie makrogeograficzne bogactwa gatunkowego, zgodnie z którym przeciętna liczba gatunków jest wyższa na wschodzie niż na zachodzie.

Zmiany trzech odmiennych wskaźników różnorodności runa (różnorodność gatunkowa, różnorodność form życiowych, różnorodność syntaksonomiczna) miały charakter głównie fluktuacyjny i niezależny dla poszczególnych wskaźników oraz nie wykazywały wyraźnego zróżnicowania regionalnego i nie były związane z określonym typem lasu.

Zmiany stopnia synantropizacji runa (zarówno w odniesieniu do liczby gatunków, jak i do ich pokrywania) miały na większości powierzchni charakter fluktuacyjny i wykazywały niewielkie amplitudy. W wymiarze 25 lat nie obserwuje się przy tym różnic między poszczególnymi krainami przyrodniczo-leśnymi i typami zbiorowisk.

Zmiany udziału gatunków charakterystycznych dla klas *Querc-Fagetea* i *Vaccinio-Piceetea* (i jednostek niższych) - zarówno w liczbie gatunków jak i w pokrywaniu - miały, w ujęciu ogólnopolskim, charakter głównie fluktuacyjny (bez dłuższych zmian kierunkowych).

Zmiany struktury i charakteru ekologicznego runa, jakie zaszły w ciągu pięciu okresów pięcioletnich na powierzchniach monitoringowych są łącznym rezultatem wielu różnych procesów, kierunkowych i bezkierunkowych, zachodzących w różnych skalach przestrzennych i czasowych.

Okres 25 lat jest zbyt krótki, aby zmiany o charakterze kierunkowym mogły się w pełni ujawnić. Niemniej jednak możliwa jest próba identyfikacji głównych przyczyn wywołujących zmiany, do których zaliczają się:

a) zmiany fluktuacyjne, bezkierunkowe, odzwierciedlające zmiany zachodzące z roku na rok w sposób przypadkowy. Mają one zarówno przyczyny wewnętrzne, specyficzne dla każdej powierzchni oddzielnie (np. dynamika populacji poszczególnych gatunków, wpływ zwierząt, przypadkowe uszkodzenia, itd.), jak i zewnętrzne, przejawiające się w skali regionalnej, jak np. warunki pogodowe. Procesy te dominują bezwzględnie na powierzchniach monitoringowych i są w większości przypadków odpowiedzialne za

różnice w wynikach otrzymanych w każdym dwóch kolejnych terminach pomiarowych oddzielonych okresem pięcioletnim.

b) zmiany związane z jednostkowymi zdarzeniami o charakterze katastrofalnym (pożar, wiatrołom, wycięcie powierzchni). Zasadniczo mieszczą się one w zakresie zmian fluktuacyjnych, ale ich przejawem są relatywnie bardzo duże zmiany w identyfikacji fitosocjologicznej, bogactwie gatunkowym, różnorodności i charakterze ekologicznym runa.

c) procesy sukcesyjne i regeneracyjne, o charakterze kierunkowym, związane z dojrzewaniem fitocenoz i obecnie stosowanymi praktykami leśnymi. Tu niewątpliwie należy m.in. większość zmian w stanowisku syntaksonomicznym powierzchni oraz wzrost liczby gatunków krzewów.

d) reakcja na oddziaływania człowieka, przejawiające się przede wszystkim zmianami stopnia synantropizacji runa. Z perspektywy sześciu terminów pomiarowych wydaje się, że we wszystkich lub prawie wszystkich przypadkach mają one charakter lokalny, i nie są związane z procesami wielkoobszarowymi.

e) zmiany o charakterze ogólnopolskim, które można – być może – wiązać z globalnymi zmianami klimatycznymi lub wielkoobszarowymi zmianami żyzności gleb leśnych. Po sześciu terminach obserwacyjnych w dalszym ciągu są one trudne do jednoznacznego uchwycenia i zinterpretowania.

Zmiany struktury poziomej runa jakie zaszły w pięciu pięcioleciach nie upoważniają do wyciągnięcia końcowych wniosków co do trwałości kierunków zmian. Można przypuszczać, że przynajmniej część obserwowanych zmian wynika raczej z długookresowych fluktuacji struktury poziomej runa, co jest normalnym procesem zarówno w lasach naturalnych jak i gospodarczych.

Zmiany w rozmieszczeniu *Deschampsia flexuosa* i *Vaccinium myrtillus*, reprezentują wyraźne odmienne procesy. W przypadku *D. flexuosa* mamy do czynienia z wyraźną ekspansją w kierunku wschodnim, podczas gdy w płatach położonych na zachodzie kraju coraz częściej obserwuje się zmniejszanie ilościowości śmiałka pogiętego – co świadczy o wytwarzaniu się nowej równowagi między tym gatunkiem a pozostałymi. Należy tu także podkreślić, że śmiełek pogięty nie wykazuje bardzo silnego przywiązania do określonej grupy zbiorowisk, a spotyka się go zarówno w lasach liściastych (m.in. grądy i buczyny) jak i w borach i borach mieszanych. W przypadku *V. myrtillus* nie obserwuje się ekspansji terytorialnej, lecz raczej proces regeneracji

składu gatunkowego. Świadczy o tym m.in. przewaga powierzchni z brakiem czernicy lub z jej zanikiem albo zmniejszeniem ilościowości w obrębie powierzchni reprezentujących lasy liściaste. Można przy tym przyjąć, że wcześniejsza, bardziej obfita obecność *V. myrtillus* w płatach, obecnie identyfikowanych jako reprezentacja klasy *Querc-Fagetea* była konsekwencją silnej pinetyzacji drzewostanów na siedliskach lasowych.

W perspektywie dwudziestolecia 1998-2019, niezależnie od związku z rodzajem zbiorowiska leśnego, kierunki zmian wartości wskaźnika R (kwasowości) miały wyraźny i statystycznie istotny wymiar zróżnicowania przestrzennego. W południowej części Polski stwierdzono koncentrację powierzchni ze wzrostami wartości wskaźnika (odpowiadające większym udziałom gatunków unikających siedlisk kwaśnych), podczas gdy spadki wartości wyraźnie przeważają w pozostałej części kraju.

W przypadku wskaźnika wymagań w stosunku do zawartości azotu N z okresu na okres dominowały zmiany fluktuacyjne, które także zdają się dominować z dłuższej, 25-letniej perspektywy czasowej. Nie wykazano także ściślejszego związku między kierunkiem zmian wartości wskaźnika, a typem lasu.

Istotne okazało się zróżnicowanie przestrzenne zmian wartości wskaźnika N. Wykazano bowiem przewagę powierzchni z silniejszymi wzrostami we północno-wschodniej i południowo-wschodniej części Polski, podczas gdy większość powierzchni z silniejszymi spadkami wartości wskaźnika N występuje w Polsce zachodniej.

Procesy fluktuacji, zmian związanych z dojrzewaniem i regeneracją, reakcji na gwałtowane zakłócenia, szczególnie w odniesieniu do drzewostanu oraz - być może - wielkopowierzchniowej zmiany jakości siedlisk, można także zidentyfikować na podstawie analizy zmian obydwu wskaźników (R i N), choć dla wskaźnika N są one nieco słabiej rozpoznawalne.

Występowanie mchów i porostów

Bogactwo gatunkowe zarówno mszaków jak i porostów wykazało niewielkie wahania w okresie 1998-2023 nie wykazując istotnej tendencji ogólnej. Trendy różnorodności β wykazywały większe wahania w obu grupach, ale znów bez istotnego trendu ogólnego.

Bogactwo gatunkowe mszaków i porostów nie wykazywało wyraźnych wzorców przestrzennych, podczas gdy czasowa różnorodność β wykazywała wyraźną polaryzację północ-południe, szczególnie w przypadku porostów.

Najwięcej gatunków zarówno mszaków jak i porostów należało do pośrednich klas Ellenberga (4-6). Porównując jednakże skrajne klasy wartości wskaźników odnotowano wśród mszaków silną dominację gatunków światłolubnych (Ellenberg wskaźnik L 7-9), typowych dla zimnych klimatów oraz kwaśnych substratów (Ellenberg R 1-3).

Wyniki badań monitoringowych mszaków i porostów wskazują, że bogactwo gatunkowe organizmów kryptogamicznych w polskich lasach gospodarczych utrzymywało się na stabilnym poziomie w ciągu ostatnich dwudziestu pięciu lat.

Ostatecznie zatem efektem netto umiarkowanie negatywnego wpływu zmian klimatycznych oraz pozytywnego wpływu wynikającego z poprawy praktyk leśnych i silnego spadku depozycji zanieczyszczeń, jako trzech najbardziej prawdopodobnych czynników wpływających na różnorodność kryptogamów, jest brak jednoznacznych trendów zmian występujących na SPO II rzędu w okresie 1998-2023.

Odnowienia naturalne

W 2023 r. ogółem na monitorowanych powierzchniach w odnowieniu naturalnym stwierdzono występowanie 14 gatunków drzewiastych. Były to: sosna, świerk, jodła, dąb, buk, brzoza, klon, grab, lipa, jesion, wiąz, olsza, osika i modrzew. W nalocie nie występowała olsza, która pojawiała się na pojedynczych powierzchniach we wcześniejszych cyklach badań.

W kolejnych latach badań (1998/99, 2003, 2008, 2013, 2019, 2023) odnowienie naturalne w postaci **nalotu** notowano na 93% do 98% monitorowanych powierzchni, **młodsze podrostu** – na 67% do 86% powierzchni, **starsze podrostu** – na 53% do 77% powierzchni, a **podsadzeń** – na 5% do 20% powierzchni. Wraz z upływem czasu w kolejnych cyklach badań udział powierzchni z młodszym podrostem i starszym podrostem wzrastał, udział powierzchni z podsadzeniami malał, natomiast udział powierzchni z nalotem ulegał niewielkim zmianom.

W 2023 r. nalot dębu wystąpił na największej liczbie powierzchni (113). Często były obecne: sosna i brzoza (60 pow.), świerk, buk i klon (od 36 do 53 pow.). Średni wiek nalotu zawierał się w przedziale od 2,5 lat dla sosny do 4,0 lat dla świerka. Średnia wartość wskaźnika żywotności wahała się od 1,7 dla sosny (najwyższa żywotność) do 2,3 dla osiki (najniższa żywotność).

W warstwie młodszego podrostu dęb również występował najczęściej (na 77 pow.), często rejestrowane były: brzoza, buk, grab i świerk (od 32 do 46 pow.). Najwyższą średnią liczebnością w przeliczeniu na powierzchnię (42 sztuki) charakteryzował się buk, wysoką – świerk (38 sztuk) i klon (20 sztuk). Najniższy średni wiek wliczono dla olszy (5 lat), najstarszy był świerk (8,6 lat). Średnia wartość wskaźnika żywotności wahała się od 1,8 u modrzewia do 2,6 u dębu i lipy.

W warstwie starszego podrostu dęb również był notowany na największej liczbie powierzchni (48), często występowały: świerk, buk, brzoza i klon (od 22 do 41 pow.). Najwyższą średnią liczebnością w przeliczeniu na powierzchnię (22 sztuki) charakteryzowały się jesion i grab, wysoką – świerk, jodła, buk (od 19 do 20 szt.) i klon (13 szt.). Najniższym średnim wiekiem charakteryzował się starszy podrost osiki (8,3 lat), najwyższym – starszy podrost świerka i sosny (17 lat). Średnia wartość wskaźnika żywotności wahała się od 1,0 u olszy do 2,4 u dębu.

W podsadzeniach na kilku powierzchniach wystąpiło jedynie pięć grup gatunków, były to: świerk, dąb, jodła, buk i grab. Najniższym średnim wiekiem (6,3 lat) charakteryzowały się podsadzenia buka, najwyższym – podsadzenia świerka (20,1 lat). Średnia wartość wskaźnika żywotności wahała się od 1,0 u graba do 2,2 – u dębu.

W każdej z wyróżnionych warstw odnowienia naturalnego w drzewostanach świerkowych i dębowych było więcej gatunków niż w drzewostanach sosnowych i bukowych. Podobnie na siedliskach lasowych było więcej gatunków niż na siedliskach borowych.

Warunki meteorologiczne na SPO MI

Rok 2023 był pod względem termicznym sklasyfikowany jako *ekstremalnie ciepły* dla większości obszaru kraju. Średnia roczna temperatura ze wszystkich stacji monitoringu wyniosła 9,2°C i była o 0,7°C wyższa niż w roku 2022 oraz o 1,5°C niż w roku 2021.

Średnia temperatura okresu wegetacyjnego wynosiła 15,1°C i była o 0,9°C wyższa niż w roku 2022. Najwyższą maksymalną wartość temperatury 37,2°C odnotowano 15 sierpnia w Chojnowie.

W roku 2023 średnia miesięczna suma opadów okresu wegetacyjnego ze wszystkich stacji wyniosła 66,9 mm i była o 2,3 mm wyższa niż w roku 2022.

Roczna suma opadów oraz suma opadów okresu wegetacyjnego była najwyższa w Szklarskiej Porębie – odpowiednio 1868,7 mm i 652,6 mm. Najmniej opadów w całym

roku jak i w sezonie wegetacyjnym zarejestrowano na stacji w Łącku – odpowiednio 554,4 mm i 244,7 mm.

W okresie wegetacyjnym najwięcej okresów posuchy (4 okresy na ogólną sumę 79 dni) odnotowano na stacji w Suwałkach.

Najwyższą średnią dobową maksymalną prędkość wiatru (12,5 m/s) zarejestrowano 14 marca 2023 roku na stacji w Birczy.

Rok 2023 na SPO MI, w porównaniu do czterech poprzednich lat, cechował się wyższą wilgotnością, ale także najwyższymi temperaturami.

Zanieczyszczenia powietrza na SPO MI

Sumaryczna depozycja gazowa na większości SPO MI zmniejszyła się w stosunku do roku 2022, szczególnie w Zawadzkiem, Birczy i Szklarskiej Porębie (odpowiednio o 22%, 21% i 18%).

Najbardziej obciążone zanieczyszczeniami atmosferycznymi są SPO w Zawadzkiem i w Chojnowie. W roku 2023 depozycja wynosiła tam odpowiednio 3,9 i 5,0 kg N+S ha⁻¹.

W Wielkopolsce: w Kruczu i Krotoszynie oraz w Łącku obciążenie sumarycznym ładunkiem zanieczyszczeń gazowych było pośrednie i wyniosło odpowiednio 3,0, 3,5 i 3,5 kg N+S ha⁻¹.

Powierzchnie zlokalizowane w górach i na pogórzu: Szklarska Poręba, Piwniczna i Bircza wyróżniają się dość niskimi wartościami sumarycznej depozycji N-NO₂ i S-SO₂ (2,4 – 2,5 kg N+S ha⁻¹ rok⁻¹).

Łączna depozycja siarki i azotu z atmosfery była niska w nadleśnictwach Polski północnej i północno-wschodniej, tj. w Białowieży, Gdańsku, Strzałowie i Suwałkach (2,0–2,3 kg N+S ha⁻¹ rok⁻¹).

Według scenariuszy dla roku 2030 przekroczenia ładunków krytycznych kwasowości nadal będą dotyczyć niektórych zachodnio-centralnych rejonów Polski (1-3% obszarów ekosystemów), natomiast zagrożenie eutrofizacją na dużym obszarze kraju nie zniknie nawet do 2050 roku, obejmując w zależności od scenariusza od 10% do 49% obszarów ekosystemów (Geupel i in. 2022).

Depozyt jonów wnoszony z opadami atmosferycznymi na SPO MI

Roczny depozyt jonów: azotu całkowitego, jonów wodorowych, chlorków, siarki w formie siarczanu (VI), wapnia, sodu, potasu, magnezu, żelaza, glinu, manganu i metali ciężkich w 2023 r. mieścił się w granicach od 17,0 do 39,1 kg ha⁻¹. Depozycja w Strzałowie była niższa niż w roku 2022 o 11%. Depozycja w Białowieży wzrosła natomiast aż o 53%. W Łącku, Szklarskiej Porębie i Birczy zanotowano wzrost odpowiednio o 21%, 24% i 36%, a w Gdańsku, Suwałkach i Zawadzkiem odpowiednio o 12%, 16% i 16%. Na pozostałych powierzchniach (Krucz, Chojnów, Krotoszyn i Piwniczna) depozycja zmieniła się od -2% do 8% w stosunku do roku 2022.

Sumaryczny depozyt pierwiastków śladowych, tj. żelaza, manganu, glinu oraz metali ciężkich: cynku, miedzi, kadmu i ołowiu w kg ha⁻¹, wynosił od 0,8 do 2,0% depozytu rocznego wszystkich składników. Na metale ciężkie, wśród których ilościowo dominował cynk, przypadło od 0,4 do 1,1% depozytu rocznego, tj. od 0,11 do 0,23 kg ha⁻¹ rok⁻¹. Największe ilości metali ciężkich zanotowano na SPO MI w Zawadzkiem, Szklarskiej Porębie, i Birczy (0,22 – 0,23 kg ha⁻¹ rok⁻¹).

W opadach na SPO MI średnie pH mieściło się w granicach od 5,2 do 6,0. Minimalną wartość osiągnęło w lipcu w Białowieży a maksymalną w maju w Suwałkach. Udział miesięcznych opadów o pH niższym od 5,0 wyniósł 2% i z ponad dziesięcioletnich pomiarów wynika, że udział ten sukcesywnie spada.

Najwyższa kwasowość opadów mierzona średnią roczną wartością pH wystąpiła w Piwnicznej (pH 5,2), w Białowieży (pH 5,4) oraz w Zawadzkiem i w Szklarskiej Porębie (pH 5,5).

Na SPO MI w 2023 roku 64% przeanalizowanych próbek opadów otwartej przestrzeni – częściej w okresie zimowym - przyjmowało ujemne wartości ANC. Udział jonów o charakterze zakwaszającym (SO₄²⁻, NO₃⁻, Cl⁻ i NH₄⁺) w depozycie wyrażonym sumą ładunku molarnego dominował na każdej z powierzchni i wynosił od 54% do 66%. Przewaga jonów zakwaszających nad jonami zasad była największa na SPO MI w Krotoszynie i Zawadzkiem.

Depozyt podkoronowy

Roczny depozyt podkoronowy był od 1,7 do 3,1 większy niż z opadem na otwartej przestrzeni i mieścił się w zakresie od 43,9 do 76,7 kg ha⁻¹ rok⁻¹.

Depozyt pierwiastków śladowych i metali ciężkich: żelaza, manganu, glinu, cynku, miedzi, kadmu i ołowiu wynosił od 0,54 do 1,45 kg ha⁻¹ rok⁻¹, co odpowiadało od 1,0% do 3,1%

całkowitej rocznej depozycji podokapowej. Udział samych metali ciężkich (Zn, Cu, Pb, i Cd) stanowił w sumie rocznego depozytu od 0,3 do 0,5%. Na poszczególnych powierzchniach depozyt metali ciężkich wyniósł od 0,13 do 0,29 kg ha⁻¹ rok⁻¹, z czego od 73 do 86% stanowił Zn.

Udział próbek opadów podkoronowych z ujemnymi wartościami ANC w 2023 roku wynosił 20%. Ujemne wartości ANC związane z przewagą jonów wolnych kwasów występowały przeważnie w okresie zimowym.

Na wszystkich SPO MI odnotowano dodatnią wartość średniej rocznej ANC.

Jony o zakwaszającym oddziaływaniu na środowisko (SO₄²⁻, NO₃⁻, NH₄⁺, Cl⁻) stanowiły od 32 do 56% rocznego molowego depozytu. Wysoki udział jonów zakwaszających odnotowano na SPO MI w Zawadzkiem i Kruczu.

Depozyt składników wniesiony ze spływem po pniu w buczynach wyniósł w okresie badań 4,9 kg ha⁻¹ w Gdańsku i 2,6 kg ha⁻¹ w Birczy. Stanowiło to 7% depozytu podkoronowego w Gdańsku i 6% w Birczy.

Roztwory glebowe

Średnie pH roztworów glebowych na SPO MI w 2023 roku wynosiło od 4,0 do 7,7 na głębokości 25 cm oraz od 4,4 do 7,5 na głębokości 50 cm.

W składzie roztworów glebowych znaczący udział miały kationy o charakterze zasadowym: Ca, Mg i K, które stanowiły co najmniej 50% sumy jonów na obu głębokościach (25 i 50 cm) w Birczy, Strzałowie i Suwałkach, natomiast ich udział był dość niski w Szklarskiej Porębie, Chojnowie i Zawadzkiem.

Stosunek molowy jonów zasadowych (Ca, Mg i K) do glinu (BC/Al) w roztworach glebowych przyjął znacznie niższe od jedności wartości, mieszczące się w zakresie od 0,3 do 0,5 w roztworach glebowych na obu głębokościach w nadleśnictwach: Szklarska Poręba (świerk), Chojnow (sosna), Zawadzkie (sosna), Krucz (sosna). W Gdańsku (buk) mieścił się w granicach 0,6–0,9. W Łącku (dąb) i Piwnicznej (świerk) wynosił 0,6 na głębokości 25 cm i wzrastał do 1,1 – 1,3 w głębszym poziomie gleby. Na pozostałych powierzchniach: Strzałowo, Białowieża (sosna), Bircza (buk), Krotoszyn (dąb), Suwałki (świerk) przekraczał – niekiedy znacznie – przyjętą wartość krytyczną, wskazując na brak zagrożenia korzeni ze strony toksycznych form glinu.

Jony azotu w formach mineralnych występowały w podwyższonych stężeniach w roztworach glebowych poniżej głównej strefy korzeniowej roślin na głębokości 50 cm w Krotoszynie, Białowieży i Suwałkach. Wskazuje to na możliwą ucieczkę azotu z gleb, spowodowaną zarówno możliwym nadmiernym dopływem azotu z depozycją atmosferyczną, jak i wysokim tempem mineralizacji materii organicznej wskutek uszkodzeń drzewostanu lub cięć sanitarnych.

Trendy zmian jakości powietrza i chemizmu opadów w latach 2011-2023

Na każdej z badanych SPO MI w ostatnich latach zanotowano spadek stężenia dwutlenku siarki. Największe spadki wystąpiły w rejonach górskich: w Birczy i Szklarskiej Porębie.

Stężenia dwutlenku azotu w powietrzu w latach 2011-2023 wykazywały trendy spadkowe na wszystkich badanych powierzchniach SPO MI. Największy spadek stężenia NO_2 wystąpił w Chojnowie, gdzie obserwowane są najwyższe stężenia NO_2 spośród powierzchni monitoringu lasów. Duże spadki zaobserwowano również w Łącku i Zawadzkiem.

Na otwartej przestrzeni lub pod okapem drzewostanów na większości SPO MI pH opadów wykazywało istotny ($p \leq 0,05$) trend rosnący, co można uznać za zjawisko pozytywne. Wyjątkiem były powierzchnie świerkowe w Piwnicznej i Suwałkach oraz sosnowa w Białowieży, gdzie nie zaobserwowano trendu.

Wzrostowi pH opadów towarzyszyło zmniejszanie się depozycji siarki w formie siarczanów: depozycja S-SO_4^{2-} na wszystkich SPO MI na otwartej przestrzeni oraz pod okapem wykazywała tendencję malejącą.

Depozycja mineralnych związków azotu w mniejszym stopniu niż S-SO_4^{2-} podlegała trendom i choć przeważnie ulegała zmniejszeniu na terenie Polski, zdarzały się lokalizacje o wzrastającej depozycji azotu. Wzrost depozycji N-NO_3^- stwierdzono pod okapem i na otwartej przestrzeni w Białowieży, zaś trendy spadkowe w obu typach opadów w Łącku i Szklarskiej Porębie oraz w opadach docierających do koron drzew w Gdańsku, Birczy, Krotoszynie, Strzałowie, Kruczu, Chojnowie i Piwnicznej.

Depozycja formy zredukowanej azotu (N-NH_4^+) istotnie malała na wielu SPO MI, szczególnie w buczynach Gdańska i Birczy oraz drzewostanach iglastych Suwałk, Szklarskiej Poręby i Zawadzkiego.

Wszelkie trendy wielkości depozycji na przestrzeni ostatnich lat w niewielkim stopniu znajdowały odzwierciedlenie w zmianach składu chemicznego roztworów glebowych. W roztworach glebowych kwasowość zmniejszała się na obu głębokościach tylko w Gdańsku (buk), Szklarskiej Porębie i Piwnicznej (świerk) oraz Chojnowie (sosna). W Chojnowie po pierwszych sygnałach poprawy właściwości środowiska glebowego w wierzchniej części profilu, wyrażonych trendem niewielkiego wzrostu pH i spadkiem stężenia glinu, z upływem czasu zaobserwowano również pozytywne zmiany w głębi profilu glebowego.

W Zawadzkiem (sosna), gdzie notowano w opadach malejącą depozycję związków siarki, w roztworach glebowych stężenia siarki w formie siarczanów (VI) spadają co prawda w górnej warstwie gleby, lecz w jeszcze większym stopniu rosną na głębokości 50 cm. Nie są obserwowane żadne trendy, które mogłyby świadczyć o poprawie sytuacji środowiska glebowego.

W drzewostanie sosnowym w Kruczu na głębokości 50 cm oraz dąbrowie w Krotoszynie na głębokości 25 cm stwierdzono trend rosnący stężen glinu.

Porównanie międzynarodowe – stan w roku 2022

W 2022 roku w zestawieniu dla gatunków razem dobrą kondycją zdrowotną charakteryzowały się drzewa w lasach Serbii, Estonii, Grecji, Rumunii, Danii, Norwegii, Szwecji i Irlandii (przewaga udziału drzew o defoliacji do 10% nad udziałem drzew o defoliacji powyżej 25% wynosiła ponad 28 punktów procentowych), natomiast złą kondycją – drzewa w lasach Francji, Luksemburga, Andory, Belgii Walonii, Włoch, Cypru, Słowenii, Węgier, Czech i Słowacji (przewaga udziału drzew o defoliacji powyżej 25% nad udziałem drzew o defoliacji do 10% wynosiła ponad 28 punktów procentowych).

Polska wraz z Litwą i Hiszpanią znalazła się w grupie krajów, w których zarówno udział drzew o defoliacji do 10%, jak i udział drzew o defoliacji powyżej 25% nie był wysoki, natomiast większość drzew (ponad 60%) została zaliczona do klasy ostrzegawczej (o defoliacji od 11% do 25%).

W pięcioleciu 2018 – 2022 kondycja zdrowotna lasów, wyrażona udziałem drzew w klasach defoliacji 2-4, w 15 krajach nie ulegała dużym zmianom. W zestawieniu dla gatunków razem stale dobrą kondycją zdrowotną charakteryzowały się drzewa w lasach na Łotwie, w Estonii, Serbii i Rumunii (średnio w pięcioleciu od 4,6% do 12,9% drzew w klasach

defoliacji 2-4), stale średnią kondycją zdrowotną charakteryzowały się drzewa w lasach w Norwegii, Szwecji, Litwie, Polsce, Grecji, Irlandii i Hiszpanii (średnio w pięcioleciu od 16,2% do 22,9% drzew w klasach defoliacji 2-4), natomiast stale złą kondycję drzew obserwowano w lasach Francji, Luksemburga, Włoch, Chorwacji, Bułgarii, Czarnogóry, Węgier i Czech (średnio w pięcioleciu od 31,4% do 57,1% drzew w klasach defoliacji 2-4).