



**INSTYTUT BADAWCZY
LEŚNICTWA**

**ZAKŁAD ZARZĄDZANIA
ZASOBAMI LEŚNYMI**

**STAN ZDROWOTNY
LASÓW W POLSCE
W 2020 ROKU
NA PODSTAWIE BADAŃ
MONITORINGOWYCH**

Sękocin Stary, lipiec 2021

INSTYTUT BADAWCZY LEŚNICTWA

ZAKŁAD ZARZĄDZANIA ZASOBAMI LEŚNYMI

Symbole : UKD 630* - 4
PKT 60.29.00
LKO 122;416.16

STAN ZDROWOTNY LASÓW W POLSCE W 2020 ROKU NA PODSTAWIE BADAŃ MONITORINGOWYCH

**Program monitoring lasu finansowany przez Ministerstwo Środowiska, Dyrekcję
Generalną Lasów Państwowych, Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki
Wodnej oraz Główny Inspektorat Ochrony Środowiska**

**Raport z III etapu opracowany w ramach
umowy z DGLP nr EO.271.3.1.2020 z 15 lipca 2020 roku
pt. "Monitoring lasu – ocena stanu lasów w Polsce"**



Autor tematu: Grzegorz Zająchkowski

Zespół autorski: Andrzej Boczoń, Robert Hildebrand, Leszek Kluziński,
Anna Kowalska, Paweł Lech, Jadwiga Małachowska, Jerzy Wawrzoniak,
Grzegorz Zająchkowski

Kierownik Zakładu Realizującego:

Dyrektor Instytutu:

Sękocin Stary, lipiec 2021

Korekta tekstu : Joanna Szewczykiewicz, Danuta Lotz

SPIS TREŚCI

Wstęp – <i>Paweł Lech, Grzegorz Zajczkowski</i>	3
Część I Program monitoringu lasów i metodyka przeprowadzonych badań	5
1. Program monitoringu lasów w 2020 roku – <i>Paweł Lech, Grzegorz Zajczkowski</i>	5
2. Metodyka pomiarów i obserwacji wykonanych w 2020 r. – <i>Paweł Lech, Grzegorz Zajczkowski, Anna Kowalska</i>	7
2.1. Zakres i metodyka oceny stanu zdrowotnego drzewostanów na stałych powierzchniach obserwacyjnych I i II rzędu	8
2.2. Monitoring parametrów meteorologicznych i chemizmu środowiska leśnego na stałych powierzchniach obserwacyjnych monitoringu intensywnego	17
Część II Monitoring lasów na stałych powierzchniach obserwacyjnych I rzędu	20
3. Ocena zdrowotności monitorowanych gatunków drzew w 2020 r. – <i>Jadwiga Małachowska, Paweł Lech, Grzegorz Zajczkowski</i> ,	22
3.1. Zróżnicowanie zdrowotności monitorowanych gatunków ogółem w kraju	22
3.2. Zróżnicowanie zdrowotności monitorowanych gatunków w zależności od formy własności lasu	23
3.3. Zróżnicowanie kondycji drzew w zależności od wieku	28
3.4. Rozkład powierzchniowy kondycji zdrowotnej monitorowanych gatunków drzew	30
4. Zmiany stanu zdrowotnego monitorowanych gatunków drzew w latach 2011–2020 – <i>Jadwiga Małachowska, Paweł Lech</i>	44
4.1. Trendy zmian stanu zdrowotnego drzew monitorowanych gatunków w okresie 2011-2020	44
4.2. Trendy zmian poziomu stanu zdrowotnego drzew monitorowanych gatunków w okresie 2011–2020 w grupach wiekowych: młodszej (od 21 do 60 lat) oraz starszej (powyżej 60 lat)	48
4.3. Rozkład powierzchniowy kondycji zdrowotnej drzew w dziesięcioleciu – w układzie krain przyrodniczo-leśnych i regionalnych dyrekcji LP – <i>Jadwiga Małachowska</i>	53
5. Ocena uszkodzeń drzew na stałych powierzchniach obserwacyjnych I rzędu monitoringu lasu w roku 2020 – <i>Paweł Lech</i>	55
5.1. Charakterystyka zebranych danych	55
5.2. Występowanie uszkodzeń drzew wg gatunków, rdLP i krain przyrodniczo-leśnych	56
5.3. Charakterystyka uszkodzeń pod względem lokalizacji w obrębie drzewa, występujących symptomów i głównych kategorii czynników sprawczych.....	58
5.4. Podsumowanie	62
6. Warunki wodne gleb na terenach leśnych Polski w 2020 r. i ich wpływ na stan zdrowotny lasów – <i>Andrzej Boczoń, Robert Hildebrand</i>	64
7. Stałe powierzchnie obserwacyjne monitoringu lasów na obszarach Natura 2000 – <i>Robert Hildebrand</i>	67

Część III Badania na stałych powierzchniach obserwacyjnych monitoringu

intensywnego (SPO MI)	71
8. Warunki pogodowe w 2020 roku na wybranych powierzchniach SPO MI – <i>Leszek Kluziński</i>	71
9. Poziom stężenia NO ₂ i SO ₂ w powietrzu na terenach leśnych – <i>Anna Kowalska</i>	76
9.1. Dwutlenek siarki	78
9.2. Dwutlenek azotu.....	79
9.3. Depozycja gazowych związków siarki i azotu.....	81
9.4. Podsumowanie	82
10. Wielkość depozytu wnoszonego z opadami atmosferycznymi na terenach leśnych – <i>Anna Kowalska</i>	84
10.1. Skład chemiczny opadów.....	85
10.2. Depozycja roczna	86
10.3. Depozyt pierwiastków śladowych.....	87
10.4. Właściwości kwasowo-zasadowe wód opadowych.....	87
11. Opady podkoronowe oraz roztwory glebowe na terenach leśnych – <i>Anna Kowalska</i> ..	89
11.1. Skład chemiczny opadów podkoronowych.....	91
11.2. Depozyt podkoronowy	91
11.3. Depozyt pierwiastków śladowych w opadach podkoronowych	92
11.4. Właściwości kwasowo-zasadowe opadów podkoronowych.....	93
11.5. Spływ po pniu	95
12. Roztwory glebowe – <i>Anna Kowalska</i>	96
13. Zmiany stężeń zanieczyszczeń gazowych, depozycji oraz składu roztworów glebowych po roku 2010 – <i>Anna Kowalska</i>	100
Część IV Informacje ogólne i podsumowanie	110
14. Stan zdrowotny lasów w Polsce na tle stanu lasów w Europie – <i>Jadwiga Małachowska</i>	110
15. Podsumowanie wyników – <i>Paweł Lech</i>	112
16. Literatura.....	119

WSTĘP – PAWEŁ LECH, GRZEGORZ ZAJĄCZKOWSKI

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 one 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).

Deficyt wody dostępnej dla drzew pozostawał w ostatnich latach głównym czynnikiem kształtującym stan zdrowotny lasów w Polsce. Rok 2020 był jednak pod tym względem znacznie korzystniejszy niż lata poprzednie. Wykonane analizy klimatycznego bilansu wody całego roku wykazały brak niedoborów wody, a na znacznych obszarach występował nawet nadmiar wilgoci. W okresie wegetacyjnym niedobory wilgoci wyrażone klimatycznym bilansem wody półrocza letniego i liczbą dni o ograniczonej dostępności wody dla roślinności występowały tylko w zachodniej części Polski (lubuskie, część zachodniopomorskiego i zachodnia część Wielkopolski). Znacząca poprawa warunków wilgotnościowych oraz nieco niższe średnie temperatury sezonu wegetacyjnego w 2020 roku skutkowały zmniejszeniem średniej defoliacji większości głównych lasotwórczych gatunków drzew oraz mniejszą liczbą drzew zamartwych i usuniętych. Średnia defoliacja wszystkich drzew na stałych powierzchniach obserwacyjnych I rzędu zmniejszyła się o 0,3 punktu procentowego w stosunku do roku 2019 i wyniosła 23,1%, a dla dębu nawet o blisko 2 pp., z 30,1 do 28,2%. Wskazuje to na poprawę stanu zdrowotnego drzewostanów w roku 2020 w porównaniu do roku wcześniejszego.

Badania monitoringowe prowadzone na powierzchniach monitoringu intensywnego (SPO MI) w 2020 roku potwierdziły trend zmniejszania się koncentracji zanieczyszczeń powietrza. Na każdej z badanych SPO MI w okresie 2010–2020 zanotowano spadek stężenia dwutlenku siarki. Największe spadki wystąpiły w rejonach górskich oraz w Polsce centralnej. W rejonach o niższym poziomie zanieczyszczeń gazowych (Polska północno-wschodnia) spadek stężenia SO₂ 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 najniższy w północno-wschodniej Polsce, gdzie od lat stężenia NO_2 w powietrzu utrzymują się na niskim poziomie w porównaniu z pozostałymi częściami kraju, zaś najsilniejszy na obszarach o najwyższych jego koncentracjach – w Polsce centralnej i na Górnym Śląsku. Niższym koncentracjom zanieczyszczeń powietrza towarzyszył w okresie 2010–2020 wzrost wartości pH opadów oraz spadek depozycji związków siarki i w mniejszym stopniu – związków azotu. Powyższe zmiany nie wpływały jednak znacząco na poprawę chemizmu roztworów glebowych. Na niektórych powierzchniach (Zawadzkie, Krotoszyn) odnotowano nawet pogorszenie warunków glebowych, co wyrażało się trendem wzrostowym stężeń glinu i malejącym – stężeń wapnia.

Prowadzone na SPO MI pomiary służą ocenie stopnia antropogenicznego zagrożenia ekosystemów zakwaszeniem i eutrofizacją. Podstawowe zagrożenie niosą związki siarki o działaniu zakwaszającym oraz związki azotu, działające 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 CO_2 w powietrzu oraz wydłużonego sezonu wegetacyjnego, następuje z jednej strony przyśpieszony 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 czasu są zabiegi hodowlane prowadzące do minimalizacji ryzyka ekologicznego przez zwiększenie różnorodności gatunkowej drzewostanów. Z punktu widzenia zwiększania akumulacji CO_2 w biomasie korzystne byłoby szersze wykorzystanie odnowień naturalnych i podsadzeń oraz ograniczenie zrębów zupełnych, które wymagają pełnego przygotowania gleby powodującego uwalnianie CO_2 z szybko rozkładającej się materii organicznej.

CZEŚĆ I PROGRAM MONITORINGU LASÓW I METODYKA PRZEPROWADZONYCH BADAŃ

1. PROGRAM MONITORINGU LASÓW W 2020 ROKU – *PAWEŁ LECH,* *GRZEGORZ ZAJĄCZKOWSKI*

Monitoring lasów (ML) ma na celu określenie zmienności przestrzennej i czasowej stanu zdrowotnego lasów oraz tendencji i dynamiki zmian zachodzących w ekosystemach leśnych Polski. W 2020 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 2010–2020.

W ramach programu ML w 2020 roku realizowano następujące badania, pomiary i obserwacje:

1. Monitoring stanu zdrowotnego drzewostanów na stałych powierzchniach obserwacyjnych I rzędu (SPO I rzędu) – przeprowadzony został na 2051 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 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.

3. Monitoring symptomów i przyczyn uszkodzeń drzew – przeprowadzono zarówno na 2051 SPO I rzędu, jak i 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.

4. Monitoring parametrów meteorologicznych – obejmował pomiary w pobliżu 12 stałych powierzchni obserwacyjnych monitoringu intensywnego (SPO MI) następujących parametrów: temperatury powietrza [$^{\circ}\text{C}$] na wysokości 2 m i 0,5 m oraz przy gruncie (na wysokości 5 cm), temperatury gleby [$^{\circ}\text{C}$] na głębokości 5 cm, 10 cm, 20 cm i 50 cm, wilgotności względnej powietrza [%] na wysokości 2 m, wilgotności gleby [dm^3/m^3], promieniowania całkowitego [W/m^2], prędkości wiatru [m/s], kierunku wiatru [$^{\circ}$] oraz opadu atmosferycznego [mm]. Pomiary były wykonywane przez automatyczne stacje meteorologiczne w cyklu ciągłym.

5. Monitoring jakości powietrza atmosferycznego – przeprowadzono na 12 SPO MI. Obejmował on pomiar koncentracji SO_2 , NO_2 metodą pasywną z miesięczną ekspozycją próbników.

6. 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.

7. 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.

8. 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 2020 R.

– PAWEŁ LECH, GRZEGORZ ZAJĄCZKOWSKI, ANNA KOWALSKA

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... 2016).

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 (sosnowe, świerkowe, dębowe i bukowe) 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 powierzchni. Układ sieci powierzchni obserwacyjnych dla oceny uszkodzeń lasów obowiązujący w Unii Europejskiej (Commission Regulation (EEC) No 1969/87) ma stały punkt odniesienia o współrzędnych: szerokość geograficzna $50^{\circ}15'15''$ N, 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

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.

rozległy obszar, założono 3 powierzchnie. Na powierzchniach tych, poza corocznymi obserwacjami stanu zdrowotnego 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

Na powierzchniach obserwacyjnych przeprowadzano ocenę stanu zdrowotnego 20 drzew próbnych wybranych z drzewostanu panującego na podstawie szeregu cech morfologicznych korony. Szczególną uwagę przywiązywano do szacunków defoliacji i odbarwienia aparatu asymilacyjnego, które przeprowadzano w 5-procentowym odstopniowaniu. Dla 5% powierzchni kontrolna grupa obserwatorów wykonała powtórnie pełny zakres pomiarów i obserwacji określony dla SPO I rzędu. Zebrane wyniki służą do porównania zgodności szacunków defoliacji i innych parametrów drzew wykonanych przez taksatorów oraz przez grupę kontrolną.

Niniejsze sprawozdanie prezentuje wyniki obserwacji defoliacji i odbarwień aparatu asymilacyjnego przeprowadzonych w okresie od 1 lipca do 5 sierpnia 2020 roku na 2051 SPO I rzędu w drzewostanach w wieku powyżej 20 lat, 133 SPO II rzędu, w tym 12 SPO monitoringu intensywnego. 12 czynnych SPO I rzędu były niedostępnych z uwagi na okresowe zalanie terenu lub ćwiczenia wojskowe.

Wyniki szacowania defoliacji i odbarwień pogrupowano łącznie i wg gatunków w 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... 1994).

Ponadto wyróżniono 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
	Klasa zdrowotności				
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 morfologiczne koron drzew:

- Stanowisko biosocjalne (klasa Krafra):

- 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 Krafra. Również drzewa dobierane w zastępstwie drzew zamarych/usuniętych muszą spełniać ten warunek. W kolejnych latach drzewa mogą zmienić swoje stanowisko biosocjalne.

- Defoliacja – podano z dokładnością do 5%,
- Odbarwienie – podano 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.
- Widoczność 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, ich lokalizacja, rozmiar i możliwie dokładne wskazanie przyczyn. Ocena symptomów uszkodzeń oparto na systemie kodów – zestawienia poniżej. Istnieje możliwość wpisania 3 rodzajów uszkodzeń 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	1
	starsze igły	12	dolną część korony	2
	igły wszystkich roczników	13	niejednolita	3
	liście (w tym gatunki zimozielone)	14	cała korona	4
Gałęzie, pędy, pączki	pędy tegoroczne	21	górną część korony	1
	gałęzie o grubości < 2 cm	22	dolną część korony	2
	gałęzie o grubości 2–10 cm	23	niejednolita	3
	gałęzie o grubości > 10 cm	24	cała korona	4
	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 korzeniowa (<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 igłowie	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	
	zbrązowienie liści inne kolory	04 05	przejaśnienia	41	
			przebarwienia wierzchołkowe	42	
			częściowe	43	
			05	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, zrzucanie, zakrzywianie			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>
KREĞOWCE	100	jeleniowate	110	
		dziki	120	
		gryzonie	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>
OWADY	200	liściożerne	210	
		uszkadzające pień, gałęzie, pędy	220	
		uszkadzające pączki	230	
		uszkadzające 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>
GRZYBY	300	osutki i rdze	301	
		rdze pędów i pni	302	
		więdnienie	303	
		rozkład i zgnilizna korzeni	304	
		plamistość 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>
ABIOTYCZNE	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
	płytko, 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>
BEZPOŚREDNIE ODDZIAŁYWANIA CZŁOWIEKA	500	obiekty wbite	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	600

<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 szczegółowo 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, wykorzystując 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 2020 nie przekraczał jednak 1% i nie wpłynął istotnie na wyniki odnoszące się do poziomu kraju. Wyniki kontroli wykorzystywane są przy wyborze wykonawców terenowych oraz do doskonalenia metod ich corocznego szkolenia.

Pracami terenowymi oraz wstępnym opracowaniem wyników dotyczących oceny symptomów i przyczyn uszkodzeń drzew próbnych na stałych powierzchniach obserwacyjnych kierowali: dr inż. Grzegorz Zajączkowski oraz dr inż. Paweł Lech z Zakładu Zarządzania Zasobami Leśnymi Instytutu Badawczego Leśnictwa (IBL).

Taka sama metodyka stosowana była do oceny stanu zdrowotnego drzewostanów na SPO I i II rzędu.

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

W 2020 roku 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 następujących parametrów w pobliżu 12 SPO MI (monitoringu intensywnego): 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], promieniowania całkowitego [W/m²], prędkości wiatru [m/s], kierunku wiatru [°] oraz opadu atmosferycznego [mm]. Pomiary były wykonywane przez automatyczne stacje meteorologiczne w cyklu ciągłym.

Na każdej z 12 SPO MI rzędu zlokalizowano punkty pomiarowe, na których wykonuje się pomiary depozytu jonów zawartych w opadzie atmosferycznym oraz zanieczyszczeń gazowych. Punkty pomiarowe 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 stanowią 3 zmodyfikowane pasywne próbniki Amaya-Krochmala umieszczone około 2,5 m nad

powierzchnią gruntu, wymieniane po okresie ekspozycji wynoszącym 30 ± 3 dni, w ostatnim lub w pierwszym dniu każdego miesiąca, przez przeszkolone osoby. Określenie koncentracji NO_2 i SO_2 [$\mu\text{g m}^{-3}$] 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 umieszczonych w specjalnych osłonach chroniących przed nagrzewaniem i dostępem światła słonecznego na wysokości około 2,0 m nad gruntem, natomiast w okresie zimowym z użyciem otwartych pojemników plastikowych o pojemności 10 litrów. 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 podlegają analizom fizyko-chemicznym polegającym na określeniu ich objętości, oraz następujących parametrów:

- stężeń metali: Ca, Mg, K, Na, Al, Fe, Mn, [mg l^{-1}] – metodą emisyjnej spektrofotometrii atomowej ICP-OES,
- stężeń jonów: NO_3^- , SO_4^{2-} , Cl^- , NH_4^+ , PO_4^{3-} [mg l^{-1}] – metodą chromatografii jonowej,
- pH – metoda potencjometryczną,
- zasadowość w próbkach o $\text{pH} \geq 5$ – metodą miareczkowania potencjometrycznego,
- przewodności elektrycznej właściwej – metodą konduktometryczną,
- stężeń metali ciężkich Pb, Cu, Zn, Cd – ICP – metodą emisyjnej spektrometrii atomowej ICP-OES,
- stężenia RWO – metodą spektrofotometrii w zakresie podczerwieni IR,
- stężenia 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 spływu po pniu. Próbki opadów podkoronowych pobierano w okresie letnim (opad deszczu, temp $>0^\circ\text{C}$) do 25 pojemników i przesyłano do analiz. W laboratorium łączono próbki z 5 kolektorów. W okresie zimowym (opad śniegu) pobierano próbki do 6 pojemników 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.

Na 12 SPO MI pobiera się również próbki roztworów glebowych. Do tego celu wykorzystuje się 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. Zastosowano 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 1 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 są 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.

Mapy prezentowane w sprawozdaniu wykonał mgr Robert Hildebrand z Zakładu Zarządzania Zasobami Leśnymi IBL. Prezentacja kartograficzna rozkładu poziomu defoliacji jest wykonywana metodą krigingu.

CZĘŚĆ 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 2020 roku przeprowadzono obserwacje na 2051 SPO I rzędu, oceniając łącznie 41 020 drzew próbnych (ryc. 3.1–3.2). Większość powierzchni znajduje się w lasach będących w zarządzie Lasów Państwowych (1409 pow.) oraz w lasach będących własnością osób fizycznych (534 pow.). Powierzchnie założone w lasach parków narodowych (35 pow.) oraz pozostałych kategorii własności (łącznie 73 pow.) reprezentowane są mniej licznie (tab. 3.1).

Liczba powierzchni w lasach wszystkich form własności zawiera się w przedziale: 1) w układzie krain przyrodniczo-leśnych od 39 w Krainie Sudeckiej do 492 w Krainie Wielkopolsko-Pomorskiej, 2) w układzie rdLP od 70 w RDLP w Pile do 177 w RDLP w Olsztynie, 3) w układzie województw od 40 w województwie opolskim do 215 w województwie mazowieckim (tab. 3.1–3.3).

Liczba powierzchni w lasach będących w zarządzie Lasów Państwowych waha się: 1) od 31 w Krainie Sudeckiej do 424 w Krainie Wielkopolsko-Pomorskiej, 2) od 32 w RDLP w Warszawie do 131 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 są we wszystkich krainach przyrodniczo-leśnych (od 2 powierzchni w Krainie Sudeckiej do 167 w Krainie Małopolskiej), w szesnastu rdLP (od 4 powierzchni w RDLP w Pile i w RDLP w Szczecinie do 80 w RDLP w Lublinie, brak powierzchni tej kategorii własności w RDLP w Zielonej Górze) oraz w 15 województwach (od 3 powierzchni w woj. zachodniopomorskim i opolskim do 126 w woj. mazowieckim, brak powierzchni tej kategorii własności w woj. lubuskim) (tab. 3.1–3.3).

W lasach parków narodowych powierzchnie monitoringowe zlokalizowane są w siedmiu krainach przyrodniczo-leśnych (od jednej powierzchni w Krainie Sudeckiej do czternastu w Krainie Karpackiej, brak powierzchni tej kategorii w Krainie Śląskiej) oraz w dziesięciu województwach (od jednej powierzchni w woj. dolnośląskim, lubuskim i świętokrzyskim do dziewięciu w woj. podkarpackim, brak powierzchni tej kategorii w

województwach: kujawsko-pomorskim, łódzkim, opolskim, pomorskim, 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, wynoszą odpowiednio: dla powierzchni z dominacją sosny – 1223 i 876, świerka – 85 i 60, jodły – 50 i 33, innych iglastych – 21 i 15, buka – 81 i 62, dębu – 144 i 113, brzozy – 190 i 116, olszy – 147 i 81 oraz innych liściastych – 110 i 53 (tab. 3.4).

Wśród powierzchni w zarządzie Lasów Państwowych powierzchnie iglaste z dominacją sosny występują we wszystkich rdLP, z dominacją świerka – w jedenastu rdLP, jodły – tylko w pięciu rdLP, ‘innych iglastych’ – w dziewięciu rdLP. Powierzchnie liściaste z dominacją buka występują w trzynastu rdLP, dębu, brzozy i olszy – we wszystkich rdLP, oraz ‘innych liściastych’ – w szesnastu rdLP (tab. 3.5).

Liczebności 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 są reprezentowane we wszystkich krainach i we wszystkich województwach. Powierzchnie świerkowe występują we wszystkich krainach i w dwunastu województwach. Powierzchnie jodłowe występują w dwóch krainach i w pięciu województwach. Powierzchnie, na których dominują gatunki z kategorii ‘inne iglaste’, występują w pięciu krainach i w jedenastu województwach. Powierzchnie bukowe występują w pięciu krainach oraz w dwunastu województwach. Powierzchnie dębowe, brzożowe, olszowe i z gatunkiem panującym z kategorii ‘inne liściaste’ znajdują się we wszystkich krainach. Powierzchnie dębowe, brzożowe i olszowe występują również we wszystkich województwach, a powierzchnie z gatunkiem panującym z kategorii ‘inne liściaste’ – w czternastu województwach.

Liczebności powierzchni wg gatunków drzew dominujących w drzewostanie w układzie parków narodowych prezentuje tabela 3.8. Wśród powierzchni iglastych: sosnowe znajdują 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: bukowe występują w czterech parkach, brzożowe – w dwóch parkach, olszowe – w trzech parkach oraz z gatunkiem panującym z kategorii ‘inne liściaste’ – tylko w jednym parku, brak powierzchni dębowych.

3. OCENA ZDROWOTNOŚCI MONITOROWANYCH GATUNKÓW DRZEW W 2020 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 uszkodzonych (klasy 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 odbarwienia koron (tab. 3.9, 3.10 i 3.11). W związku z tym, podstawą przedstawionej poniżej analizy kondycji zdrowotnej drzew są klasy defoliacji oraz średnia defoliacja, odbarwienia koron pominięto.

3.1. Zróżnicowanie zdrowotności monitorowanych gatunków ogółem w kraju

Średnia defoliacja wszystkich gatunków razem wynosiła 23,1%, iglastych razem – 22,9%, liściastych razem – 23,4% (tab. 3.16). Udział drzew zdrowych (do 10% defoliacji) gatunków razem wynosił 8,0%, udział drzew uszkodzonych (powyżej 25% defoliacji) – 19,4%. Gatunki liściaste charakteryzowały się wyższym udziałem drzew zdrowych (11,0%) oraz wyższym udziałem drzew uszkodzonych (22,6%) niż gatunki iglaste (odpowiednio: 6,2% i 17,5%). Udział drzew w klasie ostrzegawczej (drzewa lekko uszkodzone, od 11 do 25% defoliacji) wynosił: gatunków razem – 72,6%, gatunków iglastych – 76,3%, a gatunków liściastych – 66,4% (tab. 3.9).

Gatunki o niskiej, niewiele różniącej się od siebie średniej defoliacji to olsza (19,0%), buk (19,3%) i jodła (19,4%). Średnią wartość tego parametru wykazywały gatunki zaliczane do grupy ‘inne iglaste’ (22,1%), gatunki zaliczane do grupy ‘inne liściaste’ (22,4%) oraz sosna (23,0%). Wysoką wartością średniej defoliacji

charakteryzowały się świerk (24,3%) i brzoza (24,9%), najwyższą – dąb (28,2%) (tab. 3.16, ryc. 3.3).

Podobną kolejność monitorowanych gatunków drzew uzyskano, porównując udział drzew uszkodzonych (klasy od 2 do 4, powyżej 25% defoliacji). Niskim udziałem takich drzew charakteryzowały się olsza (8,7%), jodła (9,8%) i buk (10,8%). Średni udział drzew uszkodzonych zanotowano dla grupy gatunków ‘inne iglaste’ (15,7%), u sosny (17,5%) oraz dla grupy gatunków ‘inne liściaste’ (19,7%), wyższy – u świerka (22,4%) i brzozy (24,3%), najwyższy – u dębu (40,6%) (tab. 3.9 i ryc. 3.3).

Porównanie udziału drzew zdrowych (klasa 0, do 10% defoliacji) szereguje gatunki następująco: wysoki, niewiele różniący się od siebie udział drzew w tej klasie, odnotowano u olszy (19,4%), buka (19,2%) i jodły (18,6%), średni – dla grupy gatunków ‘inne iglaste’ (17,1%) oraz dla grupy gatunków ‘inne liściaste’ (16,2%); niski – u świerka (9,5%), sosny (5,1%) i brzozy (4,9%), a najniższy – u dębu (2,2%) (tab. 3.9 i ryc. 3.3).

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

Gatunki o wysokiej porównywalnej zdrowotności to: olsza, buk i jodła, u których udział drzew zdrowych zawierał się w przedziale od 18,6 do 19,4%, udział drzew uszkodzonych wynosił od 8,7 do 10,8%, a średnia defoliacja – od 19,0 do 19,4%. Dobrą kondycją zdrowotną charakteryzowały się gatunki zaliczane do grupy ‘inne iglaste’, gatunki zaliczane do grupy ‘inne liściaste’ oraz sosna, u których występowało od 5,1 do 17,1% drzew zdrowych, od 15,7 do 19,7 drzew uszkodzonych, a średnia defoliacja wynosiła od 22,1 do 23,0%. Osłabioną kondycją charakteryzowały się: świerk i brzoza (9,5% i 4,9% drzew zdrowych, 22,4% i 24,3% drzew uszkodzonych oraz 24,3% i 24,9% średniej defoliacji). Najsłabszą, znacznie różniącą się od pozostałych gatunków, kondycją zdrowotną charakteryzował się dąb, u którego zarejestrowano 2,2% drzew zdrowych, 40,6% drzew uszkodzonych, a średnia defoliacja wynosiła 28,2%.

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

Porównanie poziomu 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. 3.12–3.16, ryc. 3.4–3.8).

Dąb oraz 'inne iglaste' w parkach narodowych ze względu na małą liczebność próby (poniżej 30 drzew) zostały pominięte w przedstawionym poniżej omówieniu wyników. Wartości określane jako najmniejsze, największe lub średnie (najwyższe, najniższe, średnie) odnoszą się do zakresu wartości w obrębie omawianego gatunku lub grupy gatunków.

Ogółem (gatunki razem) najłabszą kondycją charakteryzowały się drzewa w lasach parków narodowych. Zarejestrowano tam najmniej (6,1%) drzew zdrowych, najwięcej (28,3%) drzew uszkodzonych, najwyższa była też średnia defoliacja (25,7%) w porównaniu do stanu lasów pozostałych form własności. Najlepszą kondycją charakteryzowały się drzewa w lasach zarządzanych przez PGL Lasy Państwowe. Było tam najwięcej (8,3%) drzew zdrowych, najmniej drzew uszkodzonych (18,4%), średnia defoliacja była również najniższa (22,8%).

Sosna charakteryzowała się najwyższym uszkodzeniem w parkach narodowych, natomiast najniższym w lasach państwowych. Udział drzew zdrowych wynosił odpowiednio: 1,1% i 5,2%, udział drzew uszkodzonych: 36,9% i 15,7%, a średnia defoliacja: 29,3% i 22,4%.

Największe uszkodzenia **świerka** występowało w lasach parków narodowych: przy braku drzew zdrowych zanotowano tam najwięcej drzew uszkodzonych (40,9%) oraz najwyższą średnią defoliację (30,0%). Duże uszkodzenia występowały w lasach będących własnością osób fizycznych (0,7% drzew zdrowych, 35,3% drzew uszkodzonych, średnia defoliacja równa 28,4%). Niższe uszkodzenia zanotowano w lasach państwowych, najniższe w lasach 'innych własności razem'. W lasach tych dwóch kategorii własności udział drzew zdrowych wynosił odpowiednio: 12,6% i 3,6%, udział drzew uszkodzonych: 18,2% i 17,9%, a średnia defoliacja: 23,0% i 22,1%.

Najbardziej uszkodzone **jodły** obserwowano w lasach parków narodowych. Udział drzew zdrowych był tam stosunkowo wysoki (15,2%), ale jednocześnie zanotowano tam najwyższy udział drzew uszkodzonych (32,6%) oraz najwyższą średnią defoliację (27,7%) w porównaniu z innymi własnościami. Znacznie lepszą kondycją charakteryzowały się jodły 'innych własności' oraz w lasach państwowych, najlepszą w lasach będących własnością osób fizycznych (odpowiednio: 14,6%, 19,3% i 17,7% drzew zdrowych, 7,3%, 10,2% i 4,4% drzew uszkodzonych, 20,7%, 19,4% i 17,6% wynosiła średnia defoliacja).

Najbardziej uszkodzone **buki** występowały w lasach parków narodowych. Zanotowano tam 9,0% drzew zdrowych, najwyższy udział drzew uszkodzonych (17,4%) oraz najwyższą średnią defoliację (21,2%) w porównaniu z innymi własnościami. Lepszą kondycją charakteryzowały się buki w lasach 'innych własności' oraz w lasach państwowych, najlepszą w lasach będących własnością osób fizycznych (odpowiednio: 6,2%, 21,9% i 13,9% drzew zdrowych, 9,3%, 10,5% i 7,3% drzew uszkodzonych, 20,3%, 19,0% i 18,9% wynosiła średnia defoliacja).

Najbardziej uszkodzone **dęby** zarejestrowano w lasach 'innych własności razem' (1,5% drzew zdrowych, 48,5% drzew uszkodzonych, śr. def. = 30,5%). Duże uszkodzenia występowały w lasach państwowych (2,1% drzew zdrowych, 42,0% drzew uszkodzonych, śr. def. = 28,5%). Relatywnie niższe uszkodzenia występowały w lasach będących własnością osób fizycznych (2,8% drzew zdrowych, 29,5% drzew uszkodzonych, śr. def. = 25,6%).

Brzoza charakteryzowała się najwyższym uszkodzeniem w lasach 'innych własności', wysokim uszkodzeniem w parkach narodowych oraz lasach będących własnością osób fizycznych, natomiast najniższym – w lasach państwowych. Udział drzew zdrowych wynosił odpowiednio: 3,4%, 2,9%, 3,7% i 5,8%, udział drzew uszkodzonych: 28,1%, 31,9%, 27,0% i 22,5%, a średnia defoliacja: 27,0%, 25,6%, 25,2% i 24,6%.

Wysokie uszkodzenie olszy występowało w lasach parków narodowych (9,1% drzew zdrowych, 7,6% drzew uszkodzonych, śr. def. = 21,3%). Średnie uszkodzenie zanotowano w lasach będących własnością osób fizycznych oraz w lasach państwowych (odpowiednio: 17,5% i 21,0% drzew zdrowych, 7,4% i 9,8% drzew uszkodzonych, 18,9% i 19,1% średniej defoliacji). W lasach 'innych własności razem' uszkodzenie olszy było najniższe (19,1% drzew zdrowych, 4,3% drzew uszkodzonych, śr. def. = 17,0%).

Przeciętnie wyższy poziom defoliacji drzew większości gatunków 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.

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

Udziały drzew w klasach defoliacji oraz średnią defoliację dla gatunków razem w układzie krain przyrodniczo-leśnych i form własności zamieszczono w tabeli 3.17 i na

rycinie 3.9. Wartości określane jako najmniejsze, największe lub średnie (najwyższe, najniższe, średnie) odnoszą się do zakresu wartości w obrębie omawianej krainy.

W **Krainie Bałtyckiej** najmniej uszkodzone były drzewa w lasach będących własnością osób fizycznych, zarejestrowano tam 11,1% drzew zdrowych, najmniej drzew uszkodzonych (6,1%) i najniższą średnią defoliację (19,3%). Najbardziej uszkodzone były drzewa w lasach parku narodowego (Wolińskiego PN): na powierzchniach badawczych nie odnotowano drzew zdrowych, udział drzew uszkodzonych (65,0%) i średnia defoliacja (32,4%) były najwyższe. Uszkodzenie drzew w dwóch pozostałych kategoriach własności (lasy w zarządzie Lasów Państwowych oraz lasy 'innych własności razem') przyjmowało wartości pośrednie. Udziały drzew zdrowych wynosiły odpowiednio: 12,4% i 12,8%, udziały drzew uszkodzonych: 11,6% i 16,1%, a średnia defoliacja: 20,8% i 21,9%.

W **Krainie Mazursko-Podlaskiej** kategorię 'inne własności razem' pominięto w analizie ze względu na zbyt małą liczbę ocenionych drzew. Drzewa w lasach parków narodowych (w Białowieskim PN, Wigierskim PN i Biebrzańskim PN łącznie) charakteryzowały się gorszą kondycją niż drzewa w lasach dwóch pozostałych form własności (lasy państwowe oraz lasy będące własnością osób fizycznych), które z kolei nie wykazywały znaczących różnic między sobą. Udziały drzew zdrowych wynosiły odpowiednio: 5,7%, 4,5% i 7,5%, udziały drzew uszkodzonych: 17,9%, 9,4% i 9,6%, a średnia defoliacja: 23,2%, 21,6% i 21,0%.

W **Krainie Wielkopolsko-Pomorskiej** najbardziej uszkodzone były drzewa w lasach parków narodowych (Drawieńskim PN i Wielkopolskim PN łącznie). Znotowano tam 3,3% drzew zdrowych, 20,0% drzew uszkodzonych, średnia defoliacja wynosiła 26,3%. Najmniej uszkodzone były drzewa w lasach państwowych (6,1% drzew zdrowych, 19,0% drzew uszkodzonych, 23,0% średniej defoliacji). Różnice w uszkodzeniu drzew w lasach dwóch pozostałych form własności (lasów będących własnością osób fizycznych i lasów 'innych własności razem') były niewielkie (odpowiednio: 3,7% i 10,8% drzew zdrowych, 21,0% i 22,3% drzew uszkodzonych oraz 23,8% i 24,0% średniej defoliacji).

W **Krainie Mazowiecko-Podlaskiej** drzewa w lasach państwowych oraz w lasach będących własnością osób fizycznych charakteryzowały się lepszą kondycją, niewiele się od siebie różniąc, w porównaniu z dwiema pozostałymi formami własności. Udziały drzew zdrowych wynosiły odpowiednio: 3,7% i 4,3%, udziały drzew uszkodzonych: 27,0% i 27,1%, a średnia defoliacja – 25,7%. W lasach parków narodowych (Kampinoskim PN i Poleskim PN łącznie) oraz w lasach kategorii 'inne własności razem' kondycja drzew była znacznie gorsza, w pierwszej kategorii własności lepsza niż w

drugiej. Zarejestrowano tam odpowiednio: 0,0% i 6,0% drzew zdrowych, 37,0% i 43,0% drzew uszkodzonych oraz 30,2% i 34,7% średniej defoliacji).

W **Krainie Śląskiej** najzdrowsze okazały się drzewa w lasach będących własnością osób fizycznych (11,9% drzew zdrowych, 23,7% drzew uszkodzonych, śr. def. = 22,9%). Najbardziej uszkodzone były drzewa w lasach kategorii 'inne własności razem' (11,1% drzew zdrowych, 40,6% drzew uszkodzonych, średnia defoliacja równa 29,4%). Średnie uszkodzenia występowały w lasach państwowych (9,6% drzew zdrowych, 28,2% drzew uszkodzonych, 25,2% średniej defoliacji). W tej krainie parki narodowe nie występują.

W **Krainie Małopolskiej** kondycja zdrowotna drzew w lasach państwowych, lasach prywatnych oraz lasach kategorii 'inne własności razem' utrzymywała się na zbliżonym poziomie. Udział drzew zdrowych zawierał się w przedziale od 5,2 do 9,3%, udział drzew uszkodzonych – w przedziale od 21,7 do 22,7%, a średnia defoliacja – od 23,5 do 23,9%. Nieco lepszą kondycją charakteryzowały się drzewa w lasach parków narodowych (Ojcowskim PN, Roztoczańskim PN i Świętokrzyskim PN łącznie). Zarejestrowano tam 8,3% drzew zdrowych, 20,0% drzew uszkodzonych oraz 22,9% średniej defoliacji.

W **Krainie Sudeckiej** najzdrowsze okazały się drzewa w lasach państwowych (19,6% drzew zdrowych, 21,4% drzew uszkodzonych, śr. def. = 21,5%). Gorszą kondycją drzew charakteryzowały się lasy kategorii 'inne własności razem', najgorszą – lasy będące własnością osób fizycznych. Zarejestrowano tam odpowiednio: 6,7% i 7,5% drzew zdrowych, 32,7% i 35,0% drzew uszkodzonych oraz 24,1% i 26,9% średniej defoliacji. Kategorię własności 'parki narodowe' (PN Gór Stołowych) pominięto w analizie ze względu na zbyt małą liczbę ocenionych drzew.

W **Krainie Karpackiej** najbardziej uszkodzone były drzewa w lasach parków narodowych (Babiogórskim PN, Bieszczadzkiem PN, Gorczańskim PN, Magurskim PN, Tatrzańskim PN łącznie): udział drzew zdrowych wynosił 10,0%, a udział drzew uszkodzonych (29,6%) i średnia defoliacja (25,0%) były najwyższe w porównaniu z innymi własnościami. W lasach pozostałych form własności nie było znaczących różnic w kondycji zdrowotnej drzew: udział drzew zdrowych zawierał się w przedziale od 5,6 do 13,5%, udział drzew uszkodzonych – w przedziale od 10,0 do 13,0%, a średnia defoliacja – od 20,7 do 21,1%.

3.3. Zróznicowanie 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 8,0%, udział drzew uszkodzonych (powyżej 25% defoliacji i drzewa martwe) – 19,4%, a średnia defoliacja – 23,1%. Wśród drzew młodszych zanotowano 8,3% drzew zdrowych, 19,0% drzew uszkodzonych, a średnia defoliacja wynosiła 23,0%. Wśród drzew starszych udział drzew zdrowych wynosił 7,8%, udział drzew uszkodzonych – 19,6%, a średnia defoliacja – 23,2%. Taki układ udziału drzew zdrowych i uszkodzonych oraz średniej defoliacji w grupach wiekowych w zestawieniu ‘gatunki razem’ nie wskazuje na istnienie zależności pomiędzy kondycją zdrowotną drzew a ich wiekiem. W odniesieniu do gatunków ‘iglastych razem’ powyższa poszukiwana zależność również nie wystąpiła. Natomiast w grupie gatunków ‘liściastych razem’ wystąpiła słaba zależność pogarszania się kondycji zdrowotnej drzew wraz z wiekiem. Udział drzew zdrowych, drzew uszkodzonych oraz średnia defoliacja wynosił odpowiednio, dla gatunków ‘iglastych razem’: 5,7%, 18,8%, 23,4% u drzew młodszych i 6,5%, 16,7%, 22,6% u drzew starszych oraz dla gatunków ‘liściastych razem’: 12,1%, 19,3%, 22,4% u drzew młodszych i 10,2%, 25,1%, 24,2% u drzew starszych (tab. 3.9 i 3.16) (ryc. 3.10 i 3.11). Analiza zależności defoliacji wszystkich drzew od wieku dała zbliżone wyniki. Stwierdzono bardzo słabą pozytywną zależność, która jednakże była statystycznie istotna (ryc. 3.21).

Wśród gatunków iglastych znaczny spadek kondycji związany z wiekiem zaobserwowano dla gatunków ‘inne iglaste’, mniejszy – u jodły, słaby – u świerka. U sosny powyższa zależność nie wystąpiła (tab. 4.3 i 4.4, ryc. 3.10 i 3.11). Analiza regresji wykazała, że w przypadku sosny i świerka takiej zależności pomiędzy defoliacją drzew i wiekiem nie było, natomiast w przypadku jodły była ona słaba i pozytywna, ale statystycznie istotna (ryc. 3.21).

W grupie gatunków ‘inne iglaste’ wśród drzew młodszych było 20,4% drzew zdrowych, 12,3% drzew uszkodzonych, średnia defoliacja wynosiła 20,4%. Wśród

starszych drzew tej grupy gatunków zanotowano znacznie mniej drzew zdrowych (10,7%, spadek o 9,7 punktu procentowego), dużo więcej drzew uszkodzonych (19,9%, wzrost o 7,6 punktu procentowego) oraz znacznie wyższą średnią defoliację (24,2%, wzrost o 3,8 punktu procentowego).

Młodsze **jodły** charakteryzowały się wyższym udziałem drzew zdrowych (25,4%), niższym udziałem drzew uszkodzonych (6,6%) oraz niższą średnią defoliacją (17,1%) w porównaniu ze starszymi jodłami (odpowiednio: 17,0%, 10,5% i 19,9%).

Wśród młodszych **świerków** udział drzew zdrowych wynosił 10,8%, udział drzew uszkodzonych – 20,2%, a średnia defoliacja była równa 23,8%. Wśród starszych świerków było mniej drzew zdrowych (8,5%), więcej drzew uszkodzonych (24,1%), średnia defoliacja była wyższa (24,7%).

Sosna nie wykazywała większych różnic pod względem poziomu defoliacji pomiędzy drzewami młodszymi i starszymi. Drzew zdrowych było odpowiednio 4,1% i 5,7%, drzew uszkodzonych 19,2% i 16,5%, a średnia defoliacja wyniosła 23,7% i 22,6%.

Wśród **gatunków liściastych** największy spadek kondycji związany z wiekiem zaobserwowano u dębów, duży – u brzoź, mniejszy – u buka. U olszy oraz gatunków z kategorii ‘inne liściaste’ powyższa zależność nie wystąpiła (tab. 4.3 i 4.4, ryc. 3.10 i 3.11). Podobne wyniki dała analiza regresji – pozytywną ale słabą zależność defoliacji od wieku stwierdzono dla dębu, brzozy, buka oraz najslabszą, ale wciąż statystycznie istotną dla olszy (ryc. 3.21).

Młodsze **dęby** charakteryzowały się wyższym udziałem drzew zdrowych (4,9%, o 4,1 punktu procentowego), dużo niższym udziałem drzew uszkodzonych (31,7%, o 13,3 pp.) oraz dużo niższą średnią defoliacją (25,8%, o 3,6 pp.) w porównaniu ze starszymi dębami (0,8% drzew zdrowych, 45,0% drzew uszkodzonych i 29,4% średniej defoliacji).

Wśród młodszych brzoź było 6,2% drzew zdrowych, 20,1% drzew uszkodzonych, średnia defoliacja wynosiła 23,2%. U starszych brzoź zanotowano mniej drzew zdrowych (3,3%), dużo więcej drzew uszkodzonych (29,7%, wzrost o 9,6 punktu procentowego) oraz znacznie wyższą średnią defoliację (27,0%, wzrost o 3,8 punktu procentowego).

Buk to gatunek, u którego zależność pogarszania się kondycji zdrowotnej drzew wraz z wiekiem najlepiej widać w wyraźnym spadku udziału drzew zdrowych, pozostałe analizowane parametry nie wykazywały tak dużych zmian. Wśród młodszych drzew tego gatunku zarejestrowano 28,0% drzew zdrowych, 9,0% drzew uszkodzonych, a średnia defoliacja wynosiła 17,7%. Wśród drzew starszych występował znacznie niższy udział

drzew zdrowych (16,1%, o 11,9 punktu procentowego mniej niż wśród drzew młodszych), wyższy udział drzew uszkodzonych (11,4%, wzrost o 2,4 pp.) oraz wyższa średnia defoliacja (19,8%, wzrost o 2,1 pp.).

Olsze nie wykazywały większych różnic w poziomie defoliacji pomiędzy drzewami młodszyimi i starszymi. Drzew zdrowych było odpowiednio 19,8% i 19,2%, drzew uszkodzonych 7,5% i 9,4%, a średnia defoliacja wyniosła 18,8% i 19,1%.

Wśród drzew kategorii 'inne liściaste' nie wystąpiła zależność pogarszania się kondycji zdrowotnej drzew wraz z wiekiem. Udział młodszych drzew zdrowych wynosił 16,5%, udział drzew uszkodzonych – 20,6%, a średnia defoliacja – 22,5%. Drzewa starsze cechował niewiele wyższy udział drzew zdrowych (17,6%), niewiele niższy udział drzew uszkodzonych (18,9%) oraz porównywalnej wielkości średnia defoliacja – 22,3%.

Podsumowując: w 2020 roku spadek kondycji drzew związany z wiekiem (wyrażony wzrostem defoliacji wraz ze wzrostem wieku) był największy w przypadku dębów, mniejszy – u brzozy, jodły i domieszkowych gatunków iglastych, niewielki – u buka. W przypadku sosny, świerka, olszy i domieszkowych gatunków liściastych – poszukiwana zależność nie została potwierdzona (zbyt małe różnice w udziale drzew zdrowych, drzew uszkodzonych oraz średniej defoliacji między drzewami młodszyimi i starszymi).

3.4. Rozkład powierzchniowy kondycji zdrowotnej monitorowanych gatunków drzew

Analizę powierzchniowego zróżnicowania poziomu uszkodzenia drzew oparto na porównaniu wartości procentowego udziału drzew zdrowych (do 10% defoliacji, klasa defoliacji 0), procentowego udziału drzew uszkodzonych (powyżej 25% defoliacji, klasy defoliacji 2–4) oraz średniej defoliacji. W analizie uszkodzenia 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 uszkodzeń drzew w parkach narodowych uwzględnia wszystkie wyniki, gdyż dotyczy znacznie mniejszych obszarów.

Wartości określane jako najmniejsze, największe lub średnie (uszkodzenie 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 1,7% w RDLP w Warszawie do 17,7% w RDLP w Krośnie. Udział drzew uszkodzonych zawierał się w przedziale od 7,0% w RDLP w Gdańsku do 31,9% w RDLP w Warszawie. Średnia defoliacja zawierała się w przedziale od 19,8% w RDLP w Krośnie do 26,7% w RDLP w Warszawie (tab. 3.18, ryc. 3.14).

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

Najzdrowsze okazały się drzewa w lasach w rdLP w Krośnie, Szczecinku i Gdańsku. Udział drzew zdrowych wynosił odpowiednio: 17,7%, 8,3% i 7,7%, udział drzew uszkodzonych: 14,5%, 7,7% i 7,0%, a średnia defoliacja: 19,8%, 20,0% i 20,0%.

Niewiele gorszą kondycją charakteryzowały się drzewa w lasach w rdLP w Olsztynie, Toruniu i Białymstoku. Udział drzew zdrowych wynosił odpowiednio: 8,4%, 4,7% i 4,4%, udział drzew uszkodzonych: 10,6%, 13,0% i 10,4%, a średnia defoliacja: 21,5%, 21,8% i 21,9%.

Dobry stan zdrowotny drzew zarejestrowano w lasach w rdLP w Krakowie i w Pile (3,4% i 5,0% drzew zdrowych, 13,3% i 15,2% drzew uszkodzonych oraz 22,7% i 22,9% średniej defoliacji).

Średnią kondycję zdrowotną drzew zanotowano w lasach w rdLP w Katowicach i Szczecinie (6,6% i 13,2% drzew zdrowych, 18,8% i 24,0% drzew uszkodzonych oraz 23,2% i 23,3% średniej defoliacji).

Lasy w rdLP: w Zielonej Górze, Radomiu, Poznaniu, Łodzi i Wrocławiu charakteryzowały się wysokim poziomem uszkodzenia drzew. Udział drzew zdrowych zawierał się w przedziale od 5,6 do 13,8%, udział drzew uszkodzonych – od 23,9 do 27,9%, a średnia defoliacja – od 24,0 do 24,7%.

Najbardziej uszkodzone były drzewa w lasach rdLP w Lublinie i Warszawie. Zanotowano tu najniższe udziały drzew zdrowych (2,1% i 1,7%), najwyższe udziały drzew uszkodzonych (31,2% i 31,9%) oraz najwyższą średnią defoliację (26,6% i 26,7%).

Uszkodzenie drzew monitorowanych grup gatunków w układzie regionalnych dyrekcji Lasów Państwowych

Najlepszą kondycją zdrowotną charakteryzowały się sosny w lasach rdLP w Szczecinku, Gdańsku i Katowicach (od 4,8 do 5,8% drzew zdrowych, od 5,8 do 8,2%

drzew uszkodzonych oraz od 19,9 do 20,5% średniej defoliacji). Dobrą kondycję tego gatunku obserwowano w lasach w rdLP w Krośnie, Wrocławiu, Toruniu i Białymstoku (od 2,0 do 8,5% drzew zdrowych, od 8,0 do 16,7% drzew uszkodzonych oraz od 21,1 do 22,0% średniej defoliacji). Średni poziom uszkodzenia zanotowano w rdLP w Pile, Olsztynie i Poznaniu (od 1,1 do 5,5% drzew zdrowych, od 11,1 do 19,0% drzew uszkodzonych oraz od 22,3 do 22,9% średniej defoliacji). Duże uszkodzenie sosny występowało w rdLP w Zielonej Górze, Radomiu, Szczecinie i Łodzi (od 7,2 do 12,5% drzew zdrowych, od 21,8 do 22,8% drzew uszkodzonych oraz od 23,2 do 23,7% średniej defoliacji). Bardzo duże uszkodzenia odnotowano w rdLP w Warszawie i Krakowie, a najwyższe w RDLP w Lublinie (odpowiednio: 0,7%, 0,0% i 1,0% drzew zdrowych, 20,9%, 20,4% i 26,9% drzew uszkodzonych oraz 24,5%, 25,1% i 25,9% średniej defoliacji) (tab. 3.18, ryc. 3.15).

W siedmiu rdLP liczba **świerków** poddanych obserwacjom nie przekraczała 30 sztuk (wyniki wyłączono z analizy), w RDLP w Warszawie nie było żadnej powierzchni świerkowej. Spośród dziewięciu porównywanych rdLP najlepszą kondycję świerka odnotowano w RDLP w Pile (12,8% drzew zdrowych, 2,6% drzew uszkodzonych, śr. def. = 18,1%). Niewiele gorszą kondycją charakteryzowały się świerki w RDLP we Wrocławiu (29,1% drzew zdrowych, 15,7% drzew uszkodzonych, śr. def. = 19,0%). Świerki o średniej kondycji zdrowotnej występowały w lasach rdLP w Krośnie, Białymstoku, Szczecinie i Olsztynie (od 3,6% do 11,4% drzew zdrowych, od 12,8% do 21,4% drzew uszkodzonych oraz od 22,5% do 23,1% średniej defoliacji). Duże uszkodzenia zanotowano w lasach RDLP w Szczecinku, największe – w lasach rdLP w Gdańsku i Katowicach (odpowiednio: 0,8%, 11,8%, i 1,7% drzew zdrowych, 15,5%, 29,4%, i 36,7% drzew uszkodzonych oraz 24,2%, 30,3% i 28,0% średniej defoliacji) (tab. 3.18, ryc. 3.15).

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 jest gatunkiem charakteryzującym się wysoką zdrowotnością w porównaniu z innymi gatunkami, jednak jej stan zdrowotny jest bardzo zróżnicowany między poszczególnymi rdLP. Spośród pięciu porównywanych rdLP najlepszą kondycję jodły odnotowano w RDLP w Krośnie (35,4% drzew zdrowych, 6,1% drzew uszkodzonych, śr. def. = 15,8%). Dobrą kondycją charakteryzowały się jodły w lasach rdLP w Krakowie i Katowicach (7,6% i 0,0% drzew zdrowych, 2,3% i 3,3% drzew uszkodzonych oraz 19,3% i 20,9% średniej defoliacji). W RDLP w Radomiu kondycja jodły była znacznie gorsza (16,2% drzew zdrowych, 32,4% drzew uszkodzonych, śr. def. =

26,0%). Najbardziej uszkodzone jodły występowały w RDLP w Lublinie (brak drzew zdrowych, 32,6% drzew uszkodzonych, śr. def. = 27,0%) (tab. 3.18, ryc. 3.15).

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 wyłączone z analizy). Wśród ośmiu poddanych analizie rdLP najzdrowsze drzewa tego gatunku występowały w RDLP w Olsztynie (43,5% drzew zdrowych, 5,8% drzew uszkodzonych, śr. def. = 14,9%). Dobłą kondycją charakteryzowały się jodły w lasach rdLP w Gdańsku i Katowicach (17,8% i 25,8% drzew zdrowych, 7,8% i 5,5% drzew uszkodzonych oraz 17,2% i 17,5% średniej defoliacji). W RDLP w Szczecinku kondycja jodły była nieco gorsza (19,2% drzew zdrowych, 7,0% drzew uszkodzonych, śr. def. = 18,4%). Słabszą kondycję drzew tego gatunku zanotowano w rdLP we Wrocławiu, w Krośnie i Szczecinie (od 18,1 do 38,8% drzew zdrowych, od 12,1 do 16,7% drzew uszkodzonych oraz od 19,2 do 19,7% średniej defoliacji). Jodły o najslabszej kondycji zdrowotnej występowały w RDLP w Krakowie (2,8% drzew zdrowych, 9,9% drzew uszkodzonych, śr. def. = 22,7%) (tab. 3.18, ryc. 3.16).

Dąb jest gatunkiem najbardziej uszkodzonym w porównaniu z innymi gatunkami, jednak jego kondycja zdrowotna jest znacznie zróżnicowana między poszczególnymi rdLP. Najzdrowsze dęby obserwowano w RDLP w Gdańsku (7,1% drzew zdrowych, 4,7% drzew uszkodzonych, śr. def. = 19,4%). Dobłą kondycję tej grupy gatunków odnotowano w rdLP w Radomiu, Olsztynie i Szczecinku (od 1,5 do 9,6% drzew zdrowych, od 15,2 do 25,4% drzew uszkodzonych oraz od 22,4 do 23,9% średniej defoliacji). Uszkodzenia dębów na średnim poziomie utrzymywały się w sześciu innych rdLP: w Białymstoku, Toruniu, Łodzi, Pile, Krakowie i Krośnie (od 8,8 do 24,3% drzew zdrowych, od 21,7 do 46,9% drzew uszkodzonych oraz od 22,4 do 27,8% średniej defoliacji). Wysoki poziom uszkodzenia notowano w rdLP w Szczecinie, Lublinie, Poznaniu i Katowicach (od 0,0 do 4,1% drzew zdrowych, od 44,8 do 53,5% drzew uszkodzonych oraz od 29,3 do 31,8% średniej defoliacji). Bardzo wysokie uszkodzenia występowały w RDLP we Wrocławiu, najwyższe w rdLP w Zielonej Górze i Warszawie (odpowiednio: 0,0%, 3,8% i 1,7% drzew zdrowych, 61,5%, 74,2% i 79,7% drzew uszkodzonych oraz 34,3%, 35,8% i 36,5% średniej defoliacji) (tab. 3.18, ryc. 3.16).

W RDLP w Krakowie liczba brzoź poddanych obserwacjom nie przekraczała 30 sztuk (wyniki wyłączone z analizy). Brzoza charakteryzuje się wysokim poziomem uszkodzenia na tle innych gatunków drzew leśnych, jednak jej kondycja jest silnie

zróznicowana między poszczególnymi rdLP. Spośród szesnastu analizowanych rdLP najzdrowsze brzozy obserwowano w rdLP w Szczecinku, Olsztynie i Toruniu (od 3,9 do 10,9% drzew zdrowych, od 6,0 do 10,4% drzew uszkodzonych oraz od 19,4 do 20,4% średniej defoliacji). Niewiele gorszą kondycją charakteryzowały się drzewa tego gatunku w RDLP w Gdańsku (3,1% drzew zdrowych, 10,4% drzew uszkodzonych i 21,8% średniej defoliacji). Uszkodzenia brzóz na średnim poziomie utrzymywały się w pięciu innych rdLP: w Szczecinie, Białymstoku, Lublinie, Radomiu i Poznaniu (od 1,6 do 18,8% drzew zdrowych, od 16,6 do 27,2% drzew uszkodzonych oraz od 23,8 do 24,5% średniej defoliacji). Wysoki poziom uszkodzenia drzew tej grupy gatunków występował w rdLP w Katowicach i Krośnie (3,5% i 0,0% drzew zdrowych, 30,3% i 33,3% drzew uszkodzonych oraz 26,7% i 26,8% średniej defoliacji). Bardzo wysoki poziom uszkodzenia brzóz występował w RDLP w Zielonej Górze, najwyższy – w rdLP w Pile i Warszawie (odpowiednio: 6,9%, 6,7% i 0,0% drzew zdrowych, 50,5%, 32,2% i 72,9% drzew uszkodzonych oraz 32,5%, 35,1% i 35,8% średniej defoliacji) (tab. 3.18, ryc. 3.16).

W trzech rdLP (w Gdańsku, Łodzi i Krakowie) liczba olszy poddanych obserwacjom nie przekraczała 30 (wyniki wyłączone z analizy). Ta grupa gatunków charakteryzuje się wysoką zdrowotnością na tle innych gatunków drzew leśnych. Podobnie jak to ma miejsce w przypadku jodły, dębów i brzóz kondycja olszy jest mocno zróznicowana między poszczególnymi rdLP. Spośród czternastu analizowanych rdLP najlepszą kondycję zdrowotną olszy zanotowano w lasach rdLP w Toruniu i Zielonej Górze (59,1% i 44,9% drzew zdrowych, 0,0% i 2,0% drzew uszkodzonych oraz 12,3% i 13,7% średniej defoliacji). Niewiele gorszą kondycją charakteryzowały się olsze w RDLP w Pile (12,1% drzew zdrowych, brak drzew uszkodzonych i 16,1% średniej defoliacji). Dobrą kondycją charakteryzowały się olsze w lasach sześciu innych rdLP: w Białymstoku, Olsztynie, Poznaniu, Szczecinie, Szczecinku i we Wrocławiu (od 10,2 do 32,6% drzew zdrowych, od 2,6 do 21,7% drzew uszkodzonych oraz od 17,8 do 19,8% średniej defoliacji). Słabszą kondycję drzew tej grupy gatunków zanotowano w lasach w rdLP w Radomiu, Lublinie i Krośnie (od 13,6 do 21,9% drzew zdrowych, od 8,5 do 18,1% drzew uszkodzonych oraz od 21,1 do 21,7% średniej defoliacji) Znacznie słabszą kondycją charakteryzowały się olsze w lasach w RDLP w Katowicach, najslabszą – w lasach w RDLP w Warszawie (odpowiednio: 4,6% i 2,2% drzew zdrowych, 18,5% i 33,3% drzew uszkodzonych oraz 23,8% i 27,8% średniej defoliacji) (tab. 3.18, ryc. 3.16).

Kondycja zdrowotna drzew w układzie województw

Udział drzew zdrowych (gatunki razem) w układzie województw zawierał się w przedziale od 3,6% w województwie kujawsko-pomorskim do 15,2% w województwie podkarpackim. Udział drzew uszkodzonych zawierał się w przedziale od 6,7% w województwie pomorskim do 30,9% w województwie mazowieckim. Średnia defoliacja zawierała się w przedziale od 19,8% w województwie pomorskim do 26,5% w województwie mazowieckim (tab. 3.21, ryc. 3.17).

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

Najzdrowsze okazały się drzewa w lasach województwa pomorskiego, gdzie zarejestrowano 8,0% drzew zdrowych, najniższy udział drzew uszkodzonych (6,7%) oraz najniższą średnią defoliację (19,8%).

Dobrą kondycją zdrowotną drzew charakteryzowały się lasy województw: podkarpackiego, warmińsko-mazurskiego i zachodniopomorskiego, gdzie udział drzew zdrowych zawierał się w przedziale od 7,7 do 15,2%, udział drzew uszkodzonych – w przedziale od 8,8 do 16,4%, a średnia defoliacja – od 20,9 do 21,3%.

Niewiele gorszą kondycją charakteryzowały się drzewa w lasach województw: podlaskiego, śląskiego, małopolskiego i kujawsko-pomorskiego, gdzie występowało od 3,6 do 6,9% drzew zdrowych, od 12,2 do 15,8% drzew uszkodzonych, średnia defoliacja wynosiła od 22,2 do 22,7%).

Średni poziom uszkodzenia koron drzew odnotowano w lasach województw: łódzkiego, świętokrzyskiego i wielkopolskiego (od 5,1 do 12,0% drzew zdrowych, od 20,4 do 23,2% drzew uszkodzonych oraz od 23,6 do 23,8% średniej defoliacji).

Z kolei lasy w województwach: lubuskim, opolskim i dolnośląskim charakteryzowały się podwyższonym poziomem uszkodzenia koron drzew. Udziały drzew zdrowych nie były bardzo niskie (odpowiednio: 8,6%, 6,6% i 13,3%), jednak o złej kondycji świadczyły wysokie udziały drzew uszkodzonych (od 26,8 do 28,4%) oraz wysokie wartości średniej defoliacji (od 24,4 do 24,8%).

Najbardziej uszkodzone były drzewa w lasach województw: mazowieckiego i lubelskiego, gdzie zanotowano niskie udziały drzew zdrowych (4,3% i 4,8%), najwyższe udziały drzew uszkodzonych (30,9% i 28,5%) oraz najwyższą średnią defoliację (26,5% i 25,6%) (tab. 3.21, ryc. 3.17).

Zdrowotność drzew monitorowanych grup gatunków w układzie województw

Najlepszą kondycją zdrowotną charakteryzowały się **sosny** w lasach województwa pomorskiego, gdzie występowało 4,8% drzew zdrowych, najmniej (5,8%) drzew uszkodzonych, a średnia defoliacja również była najmniejsza (19,9%). Dobrą kondycją charakteryzowały się sosny w lasach województw: opolskiego, śląskiego, zachodniopomorskiego i świętokrzyskiego; zanotowano tam od 4,4 do 14,2% drzew zdrowych, od 9,0 do 15,4% drzew uszkodzonych oraz od 20,8 do 21,4% średniej defoliacji. Niewiele gorszą kondycją drzew tego gatunku odnotowano w województwach dolnośląskim, kujawsko-pomorskim, warmińsko-mazurskim i podkarpackim, występowało tam od 1,0 do 9,5% drzew zdrowych, od 9,5 do 17,8% drzew uszkodzonych, średnia defoliacja wynosiła od 22,0 do 22,3%. Średni poziom zdrowotności występował w województwach: łódzkim, podlaskim, wielkopolskim i małopolskim, gdzie udział drzew zdrowych zawierał się w przedziale od 1,2 do 11,5%, drzew uszkodzonych – w przedziale od 10,6 do 20,0%, natomiast średnia defoliacja – w przedziale od 22,7 do 23,3%. Mocno osłabioną kondycją charakteryzowały się sosny w lasach województwa lubuskiego (6,0% drzew zdrowych, 24,7% drzew uszkodzonych oraz 24,0% średniej defoliacji). Najgorszą kondycję drzew tego gatunku zarejestrowano w lasach województw mazowieckiego i lubelskiego (2,0% i 1,5% drzew zdrowych, najwyższe w zestawieniu udziały drzew uszkodzonych – 28,1% i 30,9% oraz najwyższe wartości średniej defoliacji – 26,4% i 26,9%. (tab. 3.21).

W pięciu województwach liczba **świerków** poddanych obserwacjom nie przekraczała 30 (wyniki wyłączono z analizy) (tab. 3.21). Świerk jest gatunkiem charakteryzującym się niską zdrowotnością w porównaniu z innymi gatunkami, jednak jego kondycja jest bardzo zróżnicowana w poszczególnych województwach. Spośród jedenastu porównywanych województw najlepszą kondycją zdrowotną charakteryzowały się świerki w woj. lubuskim, gdzie występowało najwięcej (40,0%) drzew zdrowych, niewiele (8,9%) drzew uszkodzonych, a średnia defoliacja była najmniejsza (16,2%). W dobrej kondycji były świerki w lasach województw dolnośląskiego i warmińsko-mazurskiego (25,5% i 5,4% drzew zdrowych, 14,9% i 7,8% drzew uszkodzonych oraz 19,4% i 21,6% średniej defoliacji). Średni poziom uszkodzenia świerków odnotowano w województwach zachodniopomorskim, podlaskim, podkarpackim i pomorskim (od 1,9%

do 9,9% drzew zdrowych, od 14,3 do 28,4% drzew uszkodzonych oraz od 24,0 do 25,9% średniej defoliacji), wysoki – w małopolskim, wielkopolskim i śląskim (od 0,0 do 7,1% drzew zdrowych, od 21,4 do 39,4% drzew uszkodzonych oraz od 28,2 do 29,4% średniej defoliacji). Najwyższym poziomem uszkodzenia charakteryzowały się świerki w województwie świętokrzyskim (brak drzew zdrowych, najwyższy w zestawieniu udział drzew uszkodzonych – 79,4% oraz najwyższa średnia defoliacja – 45,7%).

Powierzchnie **jodłowe** oraz z domieszką jodły występują jedynie w dziewięciu województwach, w tym w czterech województwach liczba drzew poddanych obserwacjom nie przekraczała 30 (wyniki wyłączono z analizy) (tab. 3.21). Spośród pięciu porównywanych województw najzdrowsze jodły występowały w województwie podkarpackim (najwyższy udział drzew zdrowych – 32,5%, niski udział drzew uszkodzonych – 8,4% oraz najniższa średnia defoliacja – 16,8%). Dobrą kondycją charakteryzowały się jodły w lasach województw małopolskiego i śląskiego (12,5% i 0,0% drzew zdrowych, 5,9% i 2,3% drzew uszkodzonych, średnia defoliacja wynosiła 19,4% i 20,3%). Gorszą kondycją zdrowotną charakteryzowały się jodły w województwie mazowieckim, najgorszą – w województwie świętokrzyskim (8,3% i 20,5% drzew zdrowych, 22,2% i 37,3% drzew uszkodzonych oraz 23,6% i 26,7% średniej defoliacji).

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 najmniej uszkodzeń w koronach buków zaobserwowano w warmińsko-mazurskim, występowało tam najwięcej (42,3%) drzew zdrowych, niewiele (5,6%) drzew uszkodzonych, a średnia defoliacja była najmniejsza (14,9%). Dobrą kondycją charakteryzowały się buki w województwach: śląskim, zachodniopomorskim, pomorskim, dolnośląskim i podkarpackim; występowało tam od 9,1 do 40,4% drzew zdrowych, od 0,0 do 15,4% drzew uszkodzonych, a średnia defoliacja wynosiła od 18,0 do 19,7%. Niewiele gorszą kondycję drzew tego gatunku zaobserwowano w województwie małopolskim (10,5% drzew zdrowych, 9,0% drzew uszkodzonych oraz 21,4% średniej defoliacji). Najwięcej uszkodzeń w koronach buków występowało w województwie świętokrzyskim, gdzie zanotowano 16,7% drzew zdrowych, najwięcej (33,3%) drzew uszkodzonych, a średnia defoliacja była najwyższa (23,4%) w porównaniu z innymi województwami.

Dąb jest gatunkiem najbardziej uszkodzonym w skali kraju, jednak jego kondycja zdrowotna jest znacznie zróżnicowana w poszczególnych województwach. Najzdrowsze dęby występowały w województwie pomorskim (6,5% drzew zdrowych, najmniej drzew uszkodzonych – 7,3% oraz najniższa średnia defoliacja – 20,1%). Niewiele gorszą kondycją cechowały się drzewa tej grupy gatunków w świętokrzyskim i warmińsko-mazurskim (10,5% i 0,0% drzew zdrowych, 17,1% i 10,5% drzew uszkodzonych, średnia defoliacja wynosiła 21,3% i 22,2%). Średni poziom uszkodzenia koron dębów występował w sześciu innych województwach: małopolskim, podkarpackim, podlaskim, kujawsko-pomorskim, zachodniopomorskim i łódzkim (udział drzew zdrowych zawierał się w przedziale od 1,0% do 11,1%, udział drzew uszkodzonych – w przedziale od 18,5 do 40,7%, natomiast średnia defoliacja – w przedziale od 24,3 do 27,6%). Wysokim poziomem uszkodzenia charakteryzowały się dęby w lasach w województwach: śląskim, lubelskim, wielkopolskim i mazowieckim (od 0,0 do 4,7% drzew zdrowych, od 42,7 do 53,8% drzew uszkodzonych oraz od 28,4 do 30,2% średniej defoliacji). Bardzo wysokie uszkodzenia dębów występowały w województwach dolnośląskim i opolskim (0,0% i 0,3% drzew zdrowych, 59,5% i 58,6% drzew uszkodzonych oraz 33,5% i 33,6% średniej defoliacji). Najbardziej uszkodzone dęby występowały w województwie lubuskim (2,7% drzew zdrowych, najwyższy udział drzew uszkodzonych – 73,8% oraz najwyższa średnia defoliacja – 35,5%) (tab. 3.21).

Najzdrowsze **brzozy** występowały w lasach województw: pomorskiego, warmińsko-mazurskiego, kujawsko-pomorskiego i zachodniopomorskiego (od 3,8 do 14,0% drzew zdrowych, od 8,3 do 13,7% drzew uszkodzonych oraz od 20,8 do 21,7% średniej defoliacji). Niewiele gorszą kondycją charakteryzowały się brzozy w lasach województw: świętokrzyskiego i podlaskiego (4,4% i 7,0% drzew zdrowych, 18,0% i 20,3% drzew uszkodzonych oraz 23,0% 23,1% średniej defoliacji). Średni poziom uszkodzenia koron brzoź występował w województwach: lubelskim, małopolskim, śląskim, podkarpackim i opolskim; udział drzew zdrowych zawierał się w przedziale od 0,8 do 3,4%, drzew uszkodzonych – w przedziale od 18,9 do 28,4%, natomiast średnia defoliacja – w przedziale od 24,2 do 26,2%). Wysokie uszkodzenia koron brzoź zanotowano w województwach: wielkopolskim i mazowieckim (6,7% i 2,4% drzew zdrowych, 28,3% i 43,4% drzew uszkodzonych oraz 27,6% i 28,6% średniej defoliacji), najwyższe – w lubuskim, łódzkim, dolnośląskim (od 1,8 do 7,3% drzew zdrowych, od 41,1 do 46,6% drzew uszkodzonych oraz od 30,1 do 30,2% średniej defoliacji) (tab. 3.21).

W dwóch województwach (łódzkim i śląskim) liczba olszy poddanych obserwacjom nie przekraczała 30 (wyniki wyłączono z analizy). Spośród czternastu porównywanych województw najlepszą kondycję zdrowotną olszy zarejestrowano w województwie lubuskim, występowało tam najwięcej (47,8%) drzew zdrowych, najmniej (1,4%) drzew uszkodzonych, średnia defoliacja również była najmniejsza (12,9%). W niewiele gorszej kondycji były olsze w województwach kujawsko-pomorskim i pomorskim (44,4% i 27,0% drzew zdrowych, 2,2% i 1,8% drzew uszkodzonych oraz 14,9% i 15,5% średniej defoliacji). Dobrą kondycją zdrowotną charakteryzowały się olsze w lasach województw warmińsko-mazurskiego, dolnośląskiego, podlaskiego i wielkopolskiego (od 12,2% do 28,0% drzew zdrowych, od 2,5% do 11,3% drzew uszkodzonych oraz od 17,7% do 18,1% średniej defoliacji). Obniżoną kondycję zdrowotną tej grupy gatunków zanotowano w woj. opolskim, lubelskim, zachodniopomorskim i mazowieckim (od 8,6% do 21,8% drzew zdrowych, od 8,6% do 17,9% drzew uszkodzonych oraz od 19,4% do 20,9% średniej defoliacji). Słabą kondycją zdrowotną charakteryzowały się olsze w lasach w województwach podkarpackim i małopolskim (20,4% i 6,0% drzew zdrowych, 18,2% i 12,0% drzew uszkodzonych oraz 22,2% i 22,5% średniej defoliacji), najslabszą – w lasach województwa świętokrzyskiego (12,3% drzew zdrowych, 19,3% drzew uszkodzonych oraz 25,1% średniej defoliacji) (tab. 3.21).

Kondycja zdrowotna drzew w układzie krain przyrodniczo-leśnych

Najwyższym udziałem drzew zdrowych (16,8%) wśród wszystkich krain przyrodniczo-leśnych charakteryzowała się Kraina Sudecka. Średni udział drzew w tej klasie (12,2% i 12,1%) odnotowano w krainach: Bałtyckiej i Karpackiej, niski udział (od 5,2 do 9,8%) – w krainach: Śląskiej, Małopolskiej, Wielkopolsko-Pomorskiej i Mazursko-Podlaskiej, najniższy (4,0%) – w Krainie Mazowiecko-Podlaskiej.

Najniższy udział drzew uszkodzonych (9,7%) występował w Krainie Mazursko-Podlaskiej, niski (11,7% i 13,8%) – w krainach: Bałtyckiej i Karpackiej, średni (od 19,3% do 23,5%) – w krainach: Wielkopolsko-Pomorskiej, Małopolskiej i Sudeckiej, wysoki (27,5%) – w Krainie Mazowiecko-Podlaskiej i najwyższy (28,7%) – w Krainie Śląskiej.

Najniższą średnią defoliację (20,8%) odnotowano w Krainie Bałtyckiej, niską (21,2% i 21,5%) – w krainach: Karpackiej i Mazursko-Podlaskiej, średnią (od 22,2% do 23,6%) – w krainach: Sudeckiej, Wielkopolsko-Pomorskiej i Małopolskiej, wysoką (25,3%) – w Krainie Śląskiej, najwyższą (25,9%) – w Krainie Mazowiecko-Podlaskiej (tab. 3.24, ryc. 3.18).

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

Najzdrowsze okazały się drzewa w lasach krain: Bałtyckiej i Karpackiej, zanotowano tam wysoki w porównaniu z innymi krainami udział drzew zdrowych (12,2% i 12,1%), niski udział drzew uszkodzonych (11,7% i 13,8%) i najniższą średnią defoliację (20,8% i 21,2%).

Niewiele gorszą kondycją charakteryzowały się drzewa w lasach Krainy Mazursko-Podlaskiej (5,2% drzew zdrowych, 9,7% drzew uszkodzonych oraz 21,5% średniej defoliacji).

Dobrą kondycję drzew zanotowano w lasach w Krainie Sudeckiej, gdzie udział drzew zdrowych był najwyższy w porównaniu z innymi krainami (16,8%), natomiast udział drzew uszkodzonych i średnia defoliacja były podwyższone (23,5% i 22,2%).

Krainy: Wielkopolsko-Pomorska i Małopolska zaliczone zostały do grupy krain o osłabionej kondycji zdrowotnej drzew w lasach (5,9% i 8,6% drzew zdrowych, 19,3% i 22,5% drzew uszkodzonych oraz 23,1% i 23,6% średniej defoliacji).

Najbardziej uszkodzone były drzewa w lasach krain: Śląskiej i Mazowiecko-Podlaskiej (9,8% i 4,0% drzew zdrowych, 28,7% i 27,5% drzew uszkodzonych oraz 25,3% i 25,9% średniej defoliacji).

Analiza map (ryc. 3.12, 3.13) prezentujących wyniki obserwacji defoliacji drzew na SPO I rzędu pozwala na bardziej szczegółowe wydzielenie obszarów zróżnicowanych pod względem zdrowotności lasów w kraju.

Najzdrowsze lasy występują na terenie Krainy Bałtyckiej (z wyjątkiem krańców zachodnich), w części północnej Krainy Wielkopolsko-Pomorskiej (Bory Tucholskie, lasy okolic Szczecinka i Drawska Pomorskiego), mozaikowo w części zachodniej Krainy Mazursko-Podlaskiej, w części wschodniej Krainy Karpackiej (Lasy Birczańskie i Lasy Bieszczadzkie) oraz punktowo w Krainie Małopolskiej (okolice Olkusza) i Krainie Sudeckiej (Karkonosze).

Znacznie osłabioną kondycję drzew zanotowano w lasach południowo-zachodniej części Krainy Mazowiecko-Podlaskiej (południowo-wschodnie okolice Warszawy, okolice Płocka, Gąbina, Skierniewic, lasy położone na wschód od Wisły między Garwolinem a

Dęblinem, okolice Lubartowa), w północno-wschodniej części Krainy Małopolskiej (lasy między Ostrowcem Świętokrzyskim a Kraśnikiem oraz na południe od Hrubieszowa), mozaikowo w lasach Krainy Śląskiej (okolice Legnicy, Wrocławia i Brzegu), punktowo w lasach Krainy Wielkopolsko-Pomorskiej (na północ od Głogowa) oraz na południowo-zachodnim krańcu Krainy Bałtyckiej (Pojezierze Myśliborskie).

Uszkodzenie drzew monitorowanych grup gatunków w układzie krain przyrodniczo-leśnych (tab. 3.24, ryc. 3.19)

Liczba **sosen** poddanych obserwacjom nie przekraczała 30 w Krainie Sudeckiej, wyniki z tej krainy wyłączono z analizy. Wśród siedmiu porównywanych krain najlepszą kondycją zdrowotną charakteryzowały się drzewa tego gatunku w lasach Krainy Bałtyckiej, gdzie zarejestrowano wysoki wśród krain udział drzew zdrowych (7,5%), niski udział drzew uszkodzonych (9,8%) i najniższą średnią defoliację (20,8%). Najgorsza kondycja zdrowotna sosny występowała w lasach Krainy Mazowiecko-Podlaskiej, gdzie zanotowano najmniej drzew zdrowych (1,4%), najwyższy w zestawieniu udział drzew uszkodzonych – 25,2% oraz najwyższą średnią defoliację (26,0%).

Świerk jest gatunkiem charakteryzującym się niską zdrowotnością w porównaniu z innymi gatunkami, jednak jego kondycja jest bardzo zróżnicowana w poszczególnych krainach przyrodniczo-leśnych. Najlepszą kondycją zdrowotną charakteryzowały się świerki w lasach krain: Sudeckiej i Wielkopolsko-Pomorskiej, gdzie występował wysoki udział drzew zdrowych (21,9% i 14,9%), najniższy udział drzew uszkodzonych (14,7% i 11,9%) oraz najniższa średnia defoliacja (19,8% i 20,2%). Najsłabszą kondycją charakteryzowały się świerki w lasach Krainy Małopolskiej, w której nie było drzew zdrowych, występował najwyższy udział drzew uszkodzonych (64,0%), średnia defoliacja również była najwyższa (40,1%).

Wystarczająca do porównania kondycji zdrowotnej liczba **jodeł** została oceniona jedynie w krainach: Karpackiej i Małopolskiej. Zdrowsze jodły występowały w Krainie Karpackiej, znacznie słabszą kondycję zanotowano w Krainie Małopolskiej. Udziały drzew zdrowych wynosiły odpowiednio: 20,2% i 11,7%, udziały drzew uszkodzonych – 5,5% i 28,1%, średnia defoliacja – 18,2% i 24,5%).

Liczba **buków** poddanych obserwacjom nie przekraczała 30 w Krainie Mazowiecko-Podlaskiej i Krainie Mazursko-Podlaskiej, wyniki z tych krain wyłączono z analizy. Wśród sześciu porównywanych krain najzdrowsze buki występowały w Krainie Sudeckiej, gdzie występował najwyższy wśród krain udział drzew zdrowych (50,0%), niski udział drzew uszkodzonych (8,8%) oraz najniższa średnia defoliacja (14,9%).

Największe uszkodzenia koron drzew tego gatunku zanotowano w lasach krain: Śląskiej i Karpackiej. Kraina Śląska charakteryzowała się wysokim udziałem drzew zdrowych (30,8%), ale jednocześnie najwyższym udziałem drzew uszkodzonych (20,5%) oraz wysoką, w porównaniu z innymi krainami, średnią defoliacją (23,9%). W Krainie Karpackiej występował najniższy udział drzew zdrowych (10,1%), średni udział drzew uszkodzonych (11,4%) oraz najwyższa średnia defoliacja (20,7%).

Dąb był gatunkiem najbardziej uszkodzonym w skali kraju, również w poszczególnych krainach jego uszkodzenie było wysokie. Dobrą kondycją charakteryzowały się dęby w lasach krain: Karpackiej i Mazursko-Podlaskiej, gdzie występowało bardzo mało (0,8% i 0,5%) drzew zdrowych, najmniej (16,0% i 17,3%) drzew uszkodzonych, średnia defoliacja (23,2% i 23,5%) była również najniższa. Najbardziej uszkodzone dęby występowały w Krainie Śląskiej, gdzie odnotowano 1,2% drzew zdrowych, najwyższy udział (61,5%) drzew uszkodzonych oraz najwyższą (33,2%) średnią defoliację.

Brzozy charakteryzujące się dobrą kondycją zdrowotną występowały w lasach krain Bałtyckiej i Mazursko-Podlaskiej. Zanotowano tam wysoki w zestawieniu udział drzew zdrowych (9,0% i 6,3%), najniższy udział (10,6% i 12,3%) drzew uszkodzonych oraz najniższą średnią defoliację (21,3% i 21,8%). Najbardziej uszkodzone brzozy występowały w Krainie Śląskiej, gdzie zarejestrowano 3,5% drzew zdrowych, najwyższy udział (42,6%) drzew uszkodzonych oraz najwyższą średnią defoliację (29,6%).

Liczba olszy poddanych obserwacjom nie przekraczała 30 w Krainie Sudeckiej i wyniki z tej krainy wyłączono z analizy. Wśród siedmiu porównywanych krain najlepszą kondycją zdrowotną charakteryzowały się drzewa tej grupy gatunków w lasach Krainy Wielkopolsko-Pomorskiej, występował tu wysoki udział drzew zdrowych (25,6%), niski udział drzew uszkodzonych (5,3%) oraz najniższa w zestawieniu średnia defoliacja (16,4%). Najsłabszą kondycją charakteryzowały się olsze w lasach Krainy Karpackiej, gdzie zanotowano najniższy udział (12,6%) drzew zdrowych, najwyższy (22,0%) udział drzew uszkodzonych oraz najwyższą średnią defoliację – 24,8%).

Kondycja zdrowotna drzew w układzie parków narodowych

Ogółem w parkach narodowych poddano obserwacjom 680 drzew (na 34 powierzchniach), w tym 187 sosen (w 9 parkach), 115 świerków (w 7 parkach), 46 jodeł (w 5 parkach), 18 modrzewi (kategoria 'inne iglaste') (w 2 parkach), 155 buków (w 6 parkach), 12 dębów (w 1 parku), 69 brzoź (w 4 parkach), 66 olszy (w 4 parkach) i 32

drzew z kategorii 'inne liściaste' (5 różnych gatunków, najwięcej, 16 sztuk, osiki) (w 3 parkach).

Udział drzew zdrowych wśród wszystkich poddanych obserwacjom drzew wynosił 6,1%, udział drzew uszkodzonych – 28,3%, średnia defoliacja – 25,7% (tab. 3.27, ryc. 3.20). Gatunki 'iglaste razem' charakteryzowały się wyższym uszkodzeniem niż gatunki 'liściaste razem'. Wśród 'iglastych razem' udział drzew zdrowych wynosił 3,8%, udział drzew uszkodzonych – 36,6%, a średnia defoliacja – 28,8%. Wśród 'liściastych razem' wartości porównywanych parametrów wynosiły odpowiednio: 8,7%, 19,2% i 22,3%.

Porównano uszkodzenie monitorowanych gatunków ogółem w parkach (tab. 3.27). Dąb, gatunki z kategorii 'inne iglaste' i 'inne liściaste' ze względu na małą liczebność próby (poniżej 30 drzew poszczególnych gatunków we wszystkich parkach razem) zostały pominięte w przedstawionym poniżej omówieniu wyników.

Dobłą kondycją charakteryzowały się buk i olsza (odpowiednio: 9,0% i 9,1% drzew zdrowych, 7,6% i 17,4% drzew uszkodzonych oraz 21,2% i 21,3% średniej defoliacji). Osłabioną kondycję wykazywały brzoza, jodła i sosna (odpowiednio: 2,9%, 15,2% i 1,1% drzew zdrowych, 31,9%, 32,6% i 36,9% drzew uszkodzonych oraz 25,6%, 27,7% i 29,3% średniej defoliacji). Świerk był w najslabszej kondycji (brak drzew zdrowych, najwyższy udział drzew uszkodzonych – 40,9% oraz najwyższa średnia defoliacja – 30,0%).

Porównano uszkodzenie drzew w poszczególnych parkach narodowych (tab. 3.27, ryc. 3.20). W dziesięciu parkach obserwacje przeprowadzono tylko na jednej powierzchni (na 20 drzewach) i wyjątkowo tak małe liczebności prób uwzględniono w opisie. Jednak ze względu na to ograniczenie należy ostrożnie podchodzić do uzyskanych wyników. Po jednej powierzchni monitoringowej znajduje się w parkach: Babiogórskim PN (powierzchnia świerkowa), Białowieskim PN (powierzchnia olszowa), Drawieńskim PN (powierzchnia sosnowa), Gorcezańskim PN (powierzchnia świerkowo-bukowa), PN Gór Stołowych (powierzchnia świerkowa), Ojcowskim PN (powierzchnia z przewagą buka), Poleskim PN (powierzchnia olszowo-brzozowa), Roztoczańskim PN (powierzchnia sosnowo-jodłowa), Świętokrzyskim PN (powierzchnia bukowa) i Wigierskim PN (powierzchnia sosnowa). Po dwie powierzchnie znajdują się w parkach: Wielkopolskim PN (powierzchnia sosnowa i powierzchnia liściasta mieszana) i Wolińskim PN (powierzchnia sosnowa i powierzchnia dębowo-sosnowa). Trzy powierzchnie znajdują się w Tatrzańskim PN (dwie powierzchnie świerkowe i jedna powierzchnia jodłowa) i Magurskim PN (powierzchnie: jodłowo-bukowa, z przewagą buka i z przewagą

modrzewia), cztery powierzchnie – w Kampinoskim PN (trzy powierzchnie sosnowe i jedna powierzchnia brzozowa), pięć powierzchni – w Biebrzańskim PN (po jednej powierzchni sosnowej, świerkowej i olszowej oraz dwie powierzchnie brzozowe), sześć powierzchni – w Bieszczadzkiem PN (cztery powierzchnie bukowe, jedna bukowo-jodłowa i jedna osikowo-brzozowa).

Dobłą kondycją zdrowotną charakteryzowały się drzewa w lasach parków: Białowieskiego, Bieszczadzkiego i Świętokrzyskiego (od 11,7 do 25,0% drzew zdrowych, od 0,0 do 15,0% drzew uszkodzonych i od 18,5 do 19,3% średniej defoliacji). Niewiele gorszą kondycję zanotowano w parkach: Drawieńskim i Magurskim (odpowiednio: 5,0% i 23,3% drzew zdrowych, 15,0% i 28,3% drzew uszkodzonych oraz 20,5% i 21,5% średniej defoliacji).

Średnim poziomem uszkodzenia charakteryzowały się drzewa w lasach parków: Biebrzańskiego, Wigierskiego, Ojcowskiego, Roztoczańskiego i Gór Stołowych. Udział drzew zdrowych zawierał się tam w przedziale od 0,0 do 5,0%, udział drzew uszkodzonych – w przedziale od 15,0 do 30,0%, a średnia defoliacja – w przedziale od 23,9 do 25,3%.

Wysokie uszkodzenie koron drzew zanotowano w parkach: Poleskim, Gorczańskim, Wielkopolskim i Kampinoskim (brak drzew zdrowych, od 15,0 do 42,5% drzew uszkodzonych i od 28,0 do 30,8% średniej defoliacji).

Drzewa o najsłabszej kondycji występowały w parkach: Wolińskim, Tatrzańskim i Babiogórskim (brak drzew zdrowych, od 61,7 do 70,0% drzew uszkodzonych i od 32,4 do 37,0% średniej defoliacji).

4. ZMIANY STANU ZDROWOTNEGO MONITOROWANYCH GATUNKÓW DRZEW W LATACH 2011–2020 – JADWIGA MAŁACHOWSKA, PAWEŁ LECH

4.1. Trendy zmian stanu zdrowotnego drzew monitorowanych gatunków w okresie 2011-2020

Zróznicowanie poziomu defoliacji drzew na stałych powierzchniach obserwacyjnych I rzędu ogółem w kraju w latach 2011–2020 przeanalizowano, porównując średnią defoliację oraz udział drzew w klasach defoliacji: klasie 0 (drzewa zdrowe, do 10% defoliacji) i klasach 2–4 (drzewa uszkodzone, powyżej 25% defoliacji i drzewa martwe). Policzono średnie wartości wyżej wymienionych parametrów dla

dziesięciolecia 2011–2020. Znalaziono 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.

Przeciętna w dziesięcioleciu 2011-2020 wartość średniej defoliacji ‘gatunków razem’ wynosiła 22,5%, gatunków iglastych – 22,4%, a gatunków liściastych – 22,6%. Średni udział drzew o defoliacji do 10% dla ‘gatunków razem’ wynosił 10,8%, a średni udział drzew o defoliacji powyżej 25% – 20,0%. Gatunki liściaste charakteryzowały się wyższym średnim udziałem drzew zdrowych (14,9%) oraz wyższym średnim udziałem drzew uszkodzonych (22,5%) niż gatunki iglaste (odpowiednio: 8,6% i 18,7%). Średni udział drzew w klasie ostrzegawczej (drzewa lekko uszkodzone, od 11% do 25% defoliacji) wynosił: ‘gatunków razem’ – 69,1%, gatunków iglastych – 72,7%, a gatunków liściastych – 62,6% (ryc. 4.1).

Ogółem w skali kraju najlepszą kondycję drzew ‘gatunków razem’ obserwowano w latach 2013–2015, najgorszą – w latach 2019–2020. W latach 2013–2015 udział drzew zdrowych zawierał się w przedziale od 11,6% do 13,7%, udział drzew uszkodzonych – od 16,7% do 18,9%, a średnia defoliacja – od 21,5% do 21,9%. W latach 2019 i 2020 udział drzew zdrowych wynosił 8,3% i 8,0%, udział drzew uszkodzonych – 21,1% i 19,4%, a średnia defoliacja – 23,4% i 23,1%. (tab. 4.2, ryc. 4.2).

Kolejność gatunków od najzdrowszych do najbardziej uszkodzonych (ustalona na podstawie analizy trzech parametrów określających zdrowotność: średniej defoliacji, udziału drzew zdrowych i udziału drzew uszkodzonych) ogółem w dziesięcioleciu 2011–2020 jest następująca:

buk << olsza, jodła < ‘inne iglaste’, ‘inne liściaste’, sosna < świerk, brzoza << dąb.

U buka, gatunku charakteryzującego się najwyższą zdrowotnością średni udział drzew o defoliacji do 10% w dziesięcioleciu wynosił 30,6%, średni udział drzew uszkodzonych był równy 8,5%, a przeciętna wartość średniej defoliacji – 17,0%. U olszy i jodły, gatunków o wysokiej zdrowotności, średni w dziesięcioleciu udział drzew z klasy 0 wynosił 19,6% i 19,1%, średni udział drzew o defoliacji powyżej 25% był równy 12,9% i 15,6%, a średnia wartość średniej defoliacji – 19,9% i 20,1%. Dobrą kondycją zdrowotną charakteryzowały się gatunki ‘inne iglaste’, ‘inne liściaste’ oraz sosna, u których średnie wartości porównywanych parametrów wynosiły odpowiednio: 14,1%, 22,0% i 14,1% (defoliacja <10%), 17,8%, 20,2% i 18,3% (defoliacja >25%) oraz 21,6%, 21,8% i 22,4% (średnia defoliacja). Osłabioną kondycją charakteryzowały się: świerk i brzoza, u których

średnie wartości porównywanych parametrów wynosiły odpowiednio: 12,8% i 8,6% (drzewa zdrowe), 25,4% i 25,5% (drzewa uszkodzone) oraz 23,8% i 24,1% (średnia defoliacja). Najslabszą, znacznie różniącą się od pozostałych gatunków, kondycją zdrowotną charakteryzował się dąb, u którego porównywane średnie z dziesięciolecia wynosiły: 4,8% drzew zdrowych, 35,9% drzew uszkodzonych, oraz 26,3% średniej defoliacji (ryc. 4.1).

Zmienność kondycji zdrowotnej drzew w kolejnych latach dziesięciolecia była różna w zależności od gatunku.

Ogółem gatunkiem o najlepszej kondycji zdrowotnej w dziesięcioleciu był **buk**, w rzeczywistości dotyczy to lat 2011–2018. W 2020 roku, na skutek stopniowego pogarszania się kondycji drzew tego gatunku w latach 2019–2020, oraz poprawy w tym okresie stanu koron jodeł i olszy nastąpiło zrównanie poziomu zdrowotności buka z poziomem zdrowotności olszy i jodły.

W dziesięcioleciu udział zdrowych **buków** zawierał się w przedziale od 18,7% (w 2019 r.) do 39,4% (w 2013 r.), udział drzew uszkodzonych – w przedziale od 5,2% (w 2015 r.) do 11,2% (w 2011 r.), a średnia defoliacja – od 15,7% (w latach 2013 i 2015) do 19,3% (w 2020 r.). W latach 2011–2012 stan koron buków utrzymywał się na średnim poziomie (w porównaniu z pozostałymi latami dziesięciolecia). W latach 2013 i 2015 kondycja poprawiała się (w 2014 roku nastąpiło niewielkie pogorszenie). W 2016 roku nastąpiło znaczące pogorszenie kondycji buków, w 2017 roku – wyraźna poprawa. W latach 2019–2020 kondycja ponownie ulegała pogorszeniu (ryc. 4.4).

Olsza w dziesięcioleciu charakteryzowała się dobrą kondycją wśród monitorowanych gatunków. Udział drzew zdrowych zawierał się w przedziale od 13,0% (w 2016 r.) do 30,4% (w 2013 r.), udział drzew uszkodzonych – w przedziale od 8,7% (w 2020 r.) do 19,8% (w 2011 r.), a średnia defoliacja – od 18,5% (2013 r.) do 21,0% (w 2011 r.). W latach 2011–2012 kondycja zdrowotna olszy utrzymywała się na średnim poziomie (w porównaniu z pozostałymi latami dziesięciolecia). W 2013 roku stan koron tej grupy gatunków znacznie poprawił się, a w 2014 r. – lekko pogorszył. W 2016 roku nastąpiło znaczące pogorszenie kondycji olszy, a w 2018 roku – wyraźna poprawa, w latach 2019–2020 trend poprawy był kontynuowany. W 2020 roku udział drzew zdrowych (30,4%) był najwyższy w dziesięcioleciu, udział drzew uszkodzonych (8,7%) – najniższy, średnia defoliacja (19,0%) – niska (ryc. 4.4).

Kondycja **jodły** w dziesięcioleciu była porównywalna z kondycją olszy, a jednocześnie bardziej stabilna w czasie. Udział drzew zdrowych zawierał się w przedziale

od 12,7% (w 2019 r.) do 24,2% (w 2018 r.), udział drzew uszkodzonych – w przedziale od 9,8% (w 2020 r.) do 18,9% (w 2012 r.), a średnia defoliacja – od 19,3% (2011 r.) do 21,1% (w 2016 r.). W 2011 r. jodła charakteryzowała się dobrą kondycją zdrowotną (23,2% drzew zdrowych, 16,4% drzew uszkodzonych, śr.def. = 19,3%). W 2012 r. nastąpiło niewielkie pogorszenie kondycji, po którym przez następne trzy lata (2013–2015) nie odnotowano zmian. W 2016 roku nastąpiło kolejne niewielkie pogorszenie kondycji, a przez następne lata (2017–2020) następowała powolna poprawa i powrót do stanu z 2011 roku (mniej niż w 2011 roku drzew zdrowych – 18,6%, ale jednocześnie mniej drzew uszkodzonych – 9,8%, śr. def. = 19,4%) (ryc. 4.3).

Gatunki '**inne iglaste**' wraz z sosną i gatunkami '**inne liściaste**' zaliczone zostały do grupy gatunków o średnim uszkodzeniu. Udział drzew zdrowych zawierał się w przedziale od 9,0% (w 2016 r.) do 18,1% (w latach 2011 i 2013), udział drzew uszkodzonych – w przedziale od 13,1% (w 2015 r.) do 25,0% (w 2011 r.), a średnia defoliacja – od 20,2% (w latach 2014 i 2015) do 22,5% (w 2017 r.). W latach 2011–2012, 2016–2017 i 2019–2020 uszkodzenie drzew z grupy gatunków '**inne iglaste**' utrzymywało się na wyrównanym podwyższonym poziomie (w porównaniu z pozostałymi latami dziesięciolecia), średnia defoliacja przyjmowała wartości z przedziału od 21,8% do 22,5%. W latach 2013–2015 oraz w 2018 roku uszkodzenie drzew było nieco niższe (od 20,2% do 21,3% średniej defoliacji) (ryc. 4.3).

Grupa gatunków '**inne liściaste**' charakteryzowała się wysokim, w porównaniu z innymi gatunkami, udziałem drzew zdrowych: od 15,9% (w 2019 r.) do 26,5% (w 2011 r.) (średnia dla dziesięciolecia wynosiła 22,0%). Udział drzew uszkodzonych oraz średnia defoliacja przyjmowały wartości średnie, odpowiednio: od 17,8% (w 2014 r.) do 22,4% (w 2011 r.) i od 20,8% (w 2013 r.) do 23,2% (w 2019 r.). Najniższe uszkodzenie drzew tej grupy gatunków utrzymywało się w latach 2013–2015 (od 23,5% do 25,6% drzew zdrowych, od 17,8% do 18,8% drzew uszkodzonych, około 21,0% średniej defoliacji), a najwyższe – w 2019 roku (15,9% drzew zdrowych, 21,4% drzew uszkodzonych oraz śr. def. = 23,3%) (ryc. 4.4).

Sosna charakteryzowała się średnim poziomem uszkodzenia, jej kondycja była najmniej zmienna w kolejnych latach dziesięciolecia. Udział drzew zdrowych zawierał się w przedziale od 5,1% (w 2020 r.) do 10,3% (w 2011 r.), udział drzew uszkodzonych – w przedziale od 15,0% (w 2015 r.) do 24,4% (w 2011 r.), a średnia defoliacja – od 21,6% (w latach 2013 i 2015) do 23,3% (w 2019 r.). Najniższe uszkodzenie drzew tego gatunku utrzymywało się w latach 2013–2015 (od 8,3% do 9,2% drzew zdrowych, od 15,0% do

17,0% drzew uszkodzonych oraz od 21,6% do 21,8% średniej defoliacji), a najwyższe – w latach 2019–2020 (5,4% i 5,1% drzew zdrowych, 19,4% i 17,5% drzew uszkodzonych oraz 23,3% i 23,0% średniej defoliacji) (ryc. 4.3).

Uszkodzenie **świerka** w dziesięcioleciu było wysokie w porównaniu z innymi gatunkami. Udział drzew zdrowych zawierał się w przedziale od 9,2% (w 2016 r.) do 18,6% (w 2013 r.), udział drzew uszkodzonych – w przedziale od 22,4% (w 2020 r.) do 29,8% (w 2012 r.), a średnia defoliacja – od 22,7% (w 2011 r.) do 25,0% (w 2019 r.). Niższe uszkodzenie drzew tego gatunku utrzymywało się w latach 2011 oraz 2013–2015 (od 12,2% do 18,6% drzew zdrowych, od 25,1% do 27,0% drzew uszkodzonych oraz od 22,7% do 23,2% średniej defoliacji), a najwyższe – w 2019 roku (11,9% drzew zdrowych, 25,0% drzew uszkodzonych oraz 25,0% średniej defoliacji) (ryc. 4.3).

Brzoza również charakteryzowała się wysokim uszkodzeniem w porównaniu z innymi gatunkami. Udział drzew zdrowych zawierał się w przedziale od 4,9% (w 2020 r.) do 13,8% (w 2011 r.), udział drzew uszkodzonych – w przedziale od 20,7% (w 2015 r.) do 31,0% (w 2012 r.), a średnia defoliacja – od 22,5% (w 2015 r.) do 25,3% (w 2016 r.). Niższe uszkodzenie drzew tego gatunku utrzymywało się w latach 2011, 2013 i 2015 (od 8,9% do 13,8% drzew zdrowych, od 20,7% do 26,4% drzew uszkodzonych oraz od 22,5% do 23,3% średniej defoliacji), wyższe – w latach 2018–2019, wysokie – w latach 2012, 2016–2017 i 2020 (od 4,9% do 9,7% drzew zdrowych, od 24,3% do 31,0% drzew uszkodzonych oraz od 24,8% do 25,3% średniej defoliacji) (ryc. 4.4).

Dąb był najbardziej uszkodzonym gatunkiem w dziesięcioleciu. Udział drzew zdrowych zawierał się w przedziale od 2,2% (w 2020 r.) do 9,8% (w 2011 r.), udział drzew uszkodzonych – w przedziale od 28,1% (w 2015 r.) do 46,3% (w 2019 r.), a średnia defoliacja – od 24,5% (w 2015 r.) do 30,1% (w 2019 r.). Niższe uszkodzenie dębów odnotowano w latach 2011 i 2015 (9,8% i 5,2% drzew zdrowych, 30,6% i 28,1% drzew uszkodzonych oraz 24,7% i 24,5% średniej defoliacji). W latach 2012–2014 i 2016–2018 uszkodzenie dębów było bardzo wysokie (od 25,7% do 26,3% średniej defoliacji), w latach 2019–2020 – najwyższe (2,9% i 2,2% drzew zdrowych, 46,3% i 40,6% drzew uszkodzonych oraz 30,1% i 28,2% średniej defoliacji) (ryc. 4.4).

4.2. Trendy zmian poziomu stanu zdrowotnego drzew monitorowanych gatunków w okresie 2011–2020 w grupach wiekowych: młodszej (od 21 do 60 lat) oraz starszej (powyżej 60 lat)

Udziały w klasach defoliacji: klasa 0 (drzewa zdrowe, do 10% defoliacji), klasa 1 (klasa ostrzegawcza, od 11% do 25% defoliacji) i klasy od 2 do 4 (drzewa uszkodzone,

powyżej 25% defoliacji) oraz średnia defoliacja drzew młodszych, starszych oraz łącznie w układzie grup gatunków w kolejnych latach dziesięciolecia, a także wyniki analizy trendów zmian średniej defoliacji w kolejnych latach dziesięciolecia zawiera tabela 4.3. Poniżej omówiono różnice w udziałach drzew zdrowych, drzew uszkodzonych oraz średniej defoliacji pomiędzy drzewami młodszymi i starszymi (tab. 4.4). Różnice te u większości grup gatunków wskazują na gorszy stan zdrowotny drzew w starszej grupie wiekowej (wyższy udział drzew zdrowych, niższy udział drzew uszkodzonych oraz niższa średnia defoliacja drzew młodszych w porównaniu z drzewami starszymi).

Ogółem dla monitorowanych **‘gatunków razem’** nie stwierdzono znaczącej różnicy między kondycją zdrowotną drzew młodszych i starszych. Przez całe dziesięciolecie udział drzew zdrowych młodszych był wyższy od udziału drzew zdrowych starszych średnio w roku o 1,1 punktu procentowego, natomiast udział drzew uszkodzonych młodszych oraz średnia defoliacja drzew tej grupy wiekowej były niższe niż u drzew starszych średnio w roku o odpowiednio: 1,5 i 0,4 punktu procentowego. W grupie drzew młodszych (do 60 lat) nie stwierdzono występowania trendu zmian poziomu średniej defoliacji, natomiast w grupie drzew starszych wyniki testu Mann-Kendall’a wskazywały na „prawdopodobny wzrost” średniej defoliacji drzew.

‘Gatunki iglaste’, podobnie jak w przypadku **‘gatunków razem’**, nie wykazywały znaczącej różnicy między kondycją zdrowotną drzew młodszych i starszych. Udział drzew zdrowych młodszych był niższy od udziału drzew zdrowych starszych średnio w roku o 0,1 punktu procentowego, natomiast udział drzew uszkodzonych młodszych oraz średnia defoliacja drzew tej grupy wiekowej były wyższe niż u drzew starszych średnio w roku o odpowiednio: 0,7 i 0,4 punktu procentowego. W okresie 2011-2020 średnia defoliacja drzew iglastych do 60 lat wykazywała tendencję wzrostową, natomiast w przypadku drzew starszych takiego trendu nie stwierdzono.

Wśród **gatunków liściastych** drzewa młodsze charakteryzowały się lepszą kondycją zdrowotną niż drzewa starsze. Przez całe dziesięciolecie udział drzew zdrowych młodszych był wyższy od udziału drzew zdrowych starszych średnio w roku o 2,6 punktu procentowego, natomiast udział drzew uszkodzonych oraz średnia defoliacja drzew tej grupy wiekowej były niższe niż u drzew starszych średnio w roku o odpowiednio: 5,8 i 1,6 punktu procentowego. Istnienie zależności pogarszania się kondycji drzew starszych w porównaniu do młodszych było najbardziej widoczne w latach 2017 – 2019, a najslabiej – w latach 2011 i 2012. Średnia defoliacja młodszych drzew gatunków liściastych w okresie

2011-2020 nie wykazywała trendu zmian, zaś w przypadku drzew starszych w tym okresie następował wzrost średniej defoliacji, co wykazał test Mann-Kendall'a.

Sosna jest jedynym gatunkiem wśród monitorowanych, u którego w ciągu całego dziesięciolecia drzewa młodsze charakteryzowały się porównywalną lub nieznacznie gorszą kondycją zdrowotną niż drzewa starsze (ryc. 4.5, tab. 4.4). Średnio w roku udział drzew zdrowych młodszych był niższy od udziału drzew zdrowych starszych o 0,4 punktu procentowego, natomiast udział drzew uszkodzonych oraz średnia defoliacja drzew tej grupy wiekowej były nieco wyższe niż u drzew starszych, odpowiednio o: 1,3 i 0,6 punktu procentowego. Różnice między kondycją młodszych i starszych sosen są na tyle małe, że nie można na podstawie dotychczasowych analiz potwierdzić istnienie zależności. W analizowanym dziesięcioleciu wystąpił „prawdopodobny wzrost” średniej defoliacji sosen młodszych, a w przypadku sosen starszych żadnego trendu zmian defoliacji nie stwierdzono.

Wśród **świerków** drzewa młodsze charakteryzowały się lepszą kondycją zdrowotną w porównaniu z drzewami starszymi (ryc. 4.6, tab. 4.4). Wśród młodszych świerków udział drzew zdrowych był wyższy średnio w roku o 3,3 punktu procentowego, natomiast udział drzew uszkodzonych oraz średnia defoliacja były niższe średnio o 4,4 i 1,8 p. p. W latach 2012, 2013 i 2019 omawiana zależność była silniejsza w porównaniu z innymi latami dziesięciolecia, średnie wartości różnic policzone tylko dla tych lat były znacznie wyższe i wynosiły odpowiednio: 5,7, 8,4 i 3,0 punkty procentowe. Średnie wartości różnic policzone dla pozostałych siedmiu lat dziesięciolecia wynosiły odpowiednio: 2,3, 2,7 i 1,3 punkty procentowe. W obu grupach wiekowych w okresie 2011-2020 następował wzrost średniej defoliacji świerków, przy czym dla drzew do 60 lat nie był on statystycznie istotny.

W przypadku **jodły** pogarszanie się kondycji zdrowotnej wraz z wiekiem wyrażało się głównie różnicą udziałów drzew zdrowych młodszych i starszych (ryc. 4.7, tab. 4.4). Udział drzew zdrowych młodszych był wyższy średnio w roku o 8,4 punktu procentowego, różnica zawierała się w przedziale od 4,0 p.p. w 2016 r. do 10,9 p.p. w 2013 r., Udział drzew uszkodzonych oraz średnia defoliacja drzew młodszych (w porównaniu z drzewami starszymi) były niższe średnio w roku o odpowiednio: 0,8 i 1,1 punktu procentowego. W obu grupach wiekowych jodeł nie stwierdzono trendów zmian średniej defoliacji w okresie 2011-2020.

Wśród drzew z grupy gatunków '**inne iglaste**' występowały duże różnice w udziale drzew zdrowych, udziale drzew uszkodzonych oraz średniej defoliacji pomiędzy drzewami

młodszy i starszy, wskazujące na lepszą kondycję drzew młodszych (ryc. 4.8, tab. 4.4). Udział drzew zdrowych młodszych był wyższy średnio w roku o 9,4 punktu procentowego, natomiast udział drzew uszkodzonych oraz średnia defoliacja drzew młodszych były niższe średnio o 7,9 i 2,5 punktu procentowego. Jedne z wyższych wartości omawianych różnic występowały w latach 2015, 2018 i 2020. Średnie wartości różnic policzone tylko dla tych lat wynosiły odpowiednio: 10,3, 9,3 i 3,3 punkty procentowe. Niższe wartości różnic wystąpiły w 2019 roku, wynosiły odpowiednio: 1,5, 5,9 i 1,4 punktu procentowego. Ta grupa gatunków cechowała się brakiem trendu zmian średniej defoliacji drzew z obu grup wiekowych w okresie 2011-2020.

W przypadku **buka**, w całym dziesięcioleciu lepszą kondycję drzew młodszych w porównaniu do drzew starszych potwierdzają tylko różnice w udziałach drzew zdrowych (ryc. 4.9, tab. 4.4). Udział drzew zdrowych młodszych był wyższy od udziału drzew zdrowych starszych średnio w roku o 8,1 punktu procentowego, w kolejnych latach był bardzo zróżnicowany, zawierał się w przedziale od 1,6 p.p. w 2014 r. do 12,5 p.p. w 2017 r. Udział drzew uszkodzonych oraz średnia defoliacja wśród drzew młodszych były niższe średnio o 0,4 i 0,8 punktu procentowego. W latach 2011, 2016–2018 i 2020 omawiane różnice (udziału drzew uszkodzonych oraz średniej defoliacji) były wyższe, średnie tylko dla tych lat wynosiły 2,2 i 1,5 p.p. W latach 2012–2015 i 2019 różnice udziałów drzew uszkodzonych oraz różnice średnich defoliacji nie wykazywały tej zależności, a nawet niektóre wartości różnic wskazywały słabą zależność odwrotną (wartości dla drzew młodszych były wyższe niż dla drzew starszych), według której kondycja drzew młodszych była nieco gorsza niż kondycja drzew starszych. W młodszych buczynach nie stwierdzono trendu zmian średniej defoliacji w okresie 2011-2020, natomiast w starszych – występował wzrost średniej defoliacji.

Wśród **dębów** obserwowano znacznie lepszą kondycję drzew młodszych w porównaniu z drzewami starszymi (wyższy udział drzew zdrowych, niższy udział drzew uszkodzonych oraz niższa średnia defoliacja drzew młodszych) (ryc. 4.10, tab. 4.4). Wskazuje na to z jednej strony brak trendu zmian średniej defoliacji młodszych dębów w okresie 2011-2020 oraz wzrost – w drzewostanach starszych. Największe różnice (w porównaniu z innymi gatunkami poddanymi analizie) między tymi dwiema kategoriami wiekowymi występowały w udziale drzew uszkodzonych oraz średniej defoliacji. Średnio w roku różnice wynosiły odpowiednio: 15,3 i 3,7 punktu procentowego. Udział drzew zdrowych wśród drzew młodszych był wyższy średnio w roku o 4,0 punkty procentowe. W 2018 r. omawiane różnice były najwyższe w porównaniu z pozostałymi latami

dziesięciolecia, wynosiły odpowiednio: 21,1, 5,9 i 8,4 punktu procentowego. Najniższe w dziesięcioleciu wartości różnic wystąpiły w 2011 roku, wynosiły odpowiednio 4,1, 0,5 i 1,5 punktu procentowego.

Wśród **brzoź, podobnie jak wśród dębów oraz domieszkowych gatunków iglastych**, obserwowano znacznie lepszą kondycję drzew młodszych (ryc. 4.11, tab. 4.4). W tej grupie wiekowej udział drzew zdrowych był wyższy średnio w roku o 3,8 punktu procentowego, natomiast udział drzew uszkodzonych oraz średnia defoliacja były niższe średnio o 9,9 i 2,9 punktu procentowego.

W przypadku **olszy**, w całym dziesięcioleciu udział drzew zdrowych młodszych był wyższy niż udział drzew zdrowych starszych. Różnica zawierała się w przedziale od 0,6 p.p. w 2020 r. do 11,9 p.p w 2013 r., średnio w roku wynosiła 5,4 punktu procentowego. (ryc. 4.9, tab. 4.4). Udział drzew uszkodzonych oraz średnia defoliacja wśród drzew młodszych były niższe niż wśród drzew starszych średnio o 0,4 i 0,8 punktu procentowego. W latach 2012 – 2017 większość różnic wykazywała słabą zależność odwrotną (wartości dla drzew młodszych były wyższe niż dla drzew starszych), co nie potwierdza istnienia zależności pogarszania się kondycji drzew wraz z wiekiem. Olsze z obu grup wiekowych cechowały się brakiem trendu zmian średniej defoliacji drzew w okresie 2011-2020.

W grupie gatunków **‘inne liściaste’** w latach 2013 – 2017 obserwowano wyraźne pogarszanie się kondycji zdrowotnej drzew starszych w porównaniu do młodszych, w latach 2018 – 2020 taka zależność nie występowała (ryc. 4.13, tab. 4.4). Wśród drzew młodszych udział drzew zdrowych był wyższy średnio w roku o 0,9 punktu procentowego, natomiast udział drzew uszkodzonych oraz średnia defoliacja były niższe średnio o 3,4 i 1,7 p. p. W latach 2013 – 2017, różnice były znacznie większe, ich średnie wynosiły odpowiednio: 3,1, 6,7 i 2,6 punktu procentowego.

Podsumowując, u większości gatunków w ciągu całego dziesięciolecia obserwowano lepszą kondycję zdrowotną drzew młodszych w porównaniu z drzewami starszymi (wyższy udział drzew zdrowych, niższy udział drzew uszkodzonych oraz niższa średnia defoliacja drzew młodszych). Największe różnice między kondycją drzew młodszych i starszych (na korzyść drzew młodszych) obserwowano wśród dębów, duże różnice występowały u brzoź oraz gatunków z grupy ‘inne iglaste’; mniejszymi różnicami porównywanych parametrów charakteryzowały się świerk i jodła. Omawianej zależności nie stwierdzono u sosny, buka, olszy i gatunków z grupy ‘inne liściaste’, wśród tych gatunków obok lat, w których drzewa młodsze charakteryzowały się lepszą kondycją w porównaniu z drzewami starszymi, były lata w których występowała zależność odwrotna.

Na zmienność udziału drzew zdrowych i uszkodzonych oraz wartości średniej defoliacji pomiędzy drzewami młodszymi oraz starszymi ma wpływ zmieniająca się w kolejnych latach pula drzew poddawanych analizie: wraz z nowymi powierzchniami przybywa drzew młodszych, zwykle zdrowszych; większość powierzchni ubywających, to te, na których rosły drzewa starsze, bardziej uszkodzone.

4.3. Rozkład powierzchniowy kondycji zdrowotnej drzew w dziesięcioleciu – w układzie krain przyrodniczo-leśnych i regionalnych dyrekcji LP – Jadwiga Małachowska

Na terenach leśnych czterech regionalnych dyrekcji Lasów Państwowych (w Szczecinku, Pile, Toruniu i Radomiu) kondycja zdrowotna monitorowanych drzew ulegała mniejszym zmianom w porównaniu z innymi rdLP (ryc. 4.15). Różnica między zanotowanym w kolejnych latach dziesięciolecia maksymalnym i minimalnym udziałem drzew uszkodzonych (klasy defoliacji 2-4) zawierała się w przedziale od 7 do 11 punktów procentowych. W rdLP w Pile, Toruniu i Szczecinku uszkodzenie drzew utrzymywało się poniżej średniej krajowej przez całe dziesięciolecie (mimo iż w latach 2012, 2016 i 2019 notowano wyraźny wzrost uszkodzenia w dwóch pierwszych wymienionych rdLP, a w latach 2014 i 2016 r. – w RDLP w Szczecinku). Na początku tego okresu, w 2011 r. poziom uszkodzenia drzew w tych trzech rdLP był jednakowy, w 2020 r. uszkodzenie drzew w rdLP w Pile i Toruniu było dużo wyższe niż uszkodzenie drzew w RDLP w Szczecinku. Poziom uszkodzenia drzew w RDLP w Radomiu był również dość stabilny, jednak stale wyższy niż w trzech wyżej wymienionych rdLP, w latach 2011-2013 utrzymywał się poniżej średniej krajowej, natomiast w latach 2014-2020 – powyżej średniej krajowej. Pogorszenie kondycji drzew w lasach w rdLP w Radomiu obserwowano w latach 2014, 2019 i 2020.

W lasach siedmiu rdLP (w Gdańsku, Szczecinie, Łodzi, Białymstoku, Krakowie, Krośnie i Lublinie) zmienność kondycji drzew była wysoka – (ryc. 4.16). Różnica między zanotowanym w kolejnych latach pięciolecia maksymalnym i minimalnym udziałem drzew uszkodzonych zawierała się w przedziale od 12 do 17 punktów procentowych. W RDLP w Gdańsku przez cały analizowany okres uszkodzenie drzew utrzymywało się poniżej średniej krajowej, ponadto obserwowano wyraźny stały trend poprawy kondycji drzew. W RDLP w Szczecinie w latach 2011-2017, w RDLP w Łodzi w latach 2011-2014, w RDLP w Białymstoku w latach 2017-2020 oraz w rdLP w Krakowie i Krośnie w latach 2019-2020 uszkodzenie drzew również utrzymywało się poniżej średniej krajowej. Wśród tej grupy regionalnych dyrekcji Lasów Państwowych jedynie w RDLP w Lublinie

uszkodzenie drzew utrzymywało się powyżej średniej krajowej, w latach 2013-2020 było najwyższe w porównaniu z pozostałymi rdLP tej grupy.

W lasach sześciu pozostałych rdLP (we Wrocławiu, w Zielonej Górze, Poznaniu, Katowicach, w Warszawie i Olsztynie) zmienność kondycji drzew była bardzo wysoka (ryc. 4.17). Różnica między zanotowanym w kolejnych latach pięciolecia maksymalnym i minimalnym udziałem drzew uszkodzonych zawierała się w przedziale od 21 do 37 punktów procentowych.

W rdLP w Zielonej Górze, Poznaniu i Olsztynie przez 5-6 lat uszkodzenie drzew utrzymywało się poniżej średniej krajowej. W RDLP w Katowicach uszkodzenie w całym dziesięcioleciu było wyższe niż średnia krajowa. W RDLP w Białymstoku uszkodzenie drzew było wyższe niż średnia krajowa w latach 2014-2016, natomiast w Łodzi – w latach 2016-2018.

Wśród krain przyrodniczo-leśnych wyrównanym poziomem stanu zdrowotnego charakteryzowały się drzewa w lasach Krain: Bałtyckiej (uszkodzenie stale niższe) i Małopolskiej (uszkodzenie stale wyższe) (ryc. 4.18). W Krainie Mazursko-Podlaskiej do 2012 r. oraz w 2014 r. kondycja drzew była znacznie osłabiona, w latach 2013 i 2015 po występującym rok wcześniej pogorszeniu następowała znaczna poprawa, natomiast w latach 2016-2020 pojawił się nie zakłócony wzrostami defoliacji trend stopniowej poprawy stanu koron drzew. W 2020 roku kondycja drzew w tej krainie była najlepsza w porównaniu z innymi krainami. Stan zdrowotny drzew w lasach Krainy Mazowiecko-Podlaskiej na początku dziesięciolecia w 2011 r. był najgorszy na tle innych krain, w latach 2012, 2013 oraz 2015 (po pogorszeniu w 2014 roku) ulegał znacznej poprawie. Lata 2016-2019 to okres stabilnej kondycji drzew w lasach tej krainy (na poziomie nieco wyższym niż średnio w kraju), jednak w 2020 roku nastąpiło pogorszenie i powrót do stanu z 2014 roku. Krainy Sudecka i Śląska charakteryzowały się podobną zmiennością defoliacji koron drzew: w latach 2012, 2015-2017 oraz w 2019 roku następowało pogorszenie kondycji zdrowotnej drzew, w latach 2013 i 2018 kondycja nie ulegała zmianom w stosunku do stanu sprzed roku (czyli lat 2012 i 2017). W latach 2014 i 2020 kondycja drzew uległa znacznej poprawie w porównaniu do stanu sprzed roku (czyli lat 2013 i 2019). W 2020 roku uszkodzenie drzew w lasach krain: Śląskiej i Mazowiecko-Podlaskiej utrzymywało się na tym samym poziomie, najwyższym na tle innych krain. Kondycja drzew w lasach Krainy Wielkopolsko-Pomorskiej w latach 2011-2014 była najlepsza (porównywalna ze stanem notowanym w Krainie Bałtyckiej), charakteryzowała się tendencją spadkową. W latach 2015-2019 trend uległ odwróceniu, uszkodzenie drzew

rosło, dopiero w 2020 r. nastąpiła niewielka poprawa. W Krainie Karpackiej w latach 2011-2013 następowała poprawa kondycji drzew, w latach 2014, 2015 nie obserwowano zmian, w 2016 r. nastąpiło niewielkie pogorszenie, a w latach 2017-2019 kontynuowany był trend poprawy stanu koron drzew. Pod koniec dziesięciolecia, w 2020 roku najlepszą kondycją charakteryzowały się drzewa w lasach krain: Bałtyckiej, Mazursko-Podlaskiej i Karpackiej.

5. OCENA USZKODZEŃ DRZEW NA STAŁYCH POWIERZCHNIACH OBSERWACYJNYCH I RZĘDU MONITORINGU LASU W ROKU 2020 – *PAWEŁ LECH*

5.1. Charakterystyka zebranych danych

W 2020 roku ocenę symptomów uszkodzeń i przyczyn ich powstawania wykonano na 2051 SPO I rzędu, łącznie na 41 019 drzewach 40 gatunków. Najliczniej reprezentowany był rodzaj sosna, a w nim sosna zwyczajna (22 211 drzew i 54,15% wszystkich drzew), następnie brzoza, głównie brzoza brodawkowata (4186 drzew i 10,21%), dąb – przede wszystkim rodzime gatunki dębów (3342 drzew i 8,15%), olsza – głównie olsza czarna (2721 drzew i 6,63%), świerk pospolity (1765 drzew i 4,30% wszystkich drzew) oraz jodła (1097 drzew i 2,67%). Łącznie było 25 718 drzew 8 gatunków iglastych (w tym 4 gatunków obcych w łącznej liczbie 67 drzew), co stanowiło 62,70% wszystkich ocenianych drzew oraz 15 301 (37,30%) drzew 32 gatunków liściastych. Liczba 8 gatunków drzew (So, Św, Jd, Dbsz, Dbb, Bk, Brzb i Olcz) przekraczała jeden tysiąc, a kolejnych 3 (Tpo, Md i Gb) zawierała się w przedziale 500–1000 drzew. W przypadku 23 gatunków (4 iglastych i 19 liściastych) liczba drzew nie przekraczała 100, przy czym dla 8 gatunków była mniejsza niż 10 drzew.

Łącznie na SPO I rzędu stwierdzono 50 517 uszkodzeń drzew, które występowały na 32 108 drzewach, co stanowiło 78,28% ocenianych drzew. W porównaniu do roku 2019 nastąpił wzrost udziału drzew uszkodzonych o ponad 0,5 punktu procentowego. Uszkodzeń o nasileniu przekraczającym 40% było 3611 (w roku 2019 było ich 3385), co stanowiło 7,15% wszystkich zarejestrowanych uszkodzeń drzew, podczas gdy w roku poprzednim udział takich uszkodzeń wynosił 6,88%. Na 16 781 drzewach występowało jedno uszkodzenie, na 12 245 – dwa uszkodzenia, a na 3082 drzewach – trzy. Nieuszkodzonych było łącznie 8911 drzew, co stanowiło 21,72% drzew ocenianych w

roku 2020 na SPO I rzędu (w roku 2019 udział drzew nieuszkodzonych wynosił 22,28%, w roku 2018 – 24,71%, w roku 2017 – 29,57%, a w roku 2016 – 33,30%). Spośród głównych lasotwórczych gatunków iglastych najwięcej drzew bez uszkodzeń cechowało jodłę (33,82%) i sosnę zwyczajną (29,99%), a znacznie mniej świerka (17,90%). Spośród gatunków liściastych największym udziałem drzew bez uszkodzeń cechował się buk (13,59%), następnie brzoza brodawkowata (10,73%), a najmniejszym – olsza czarna i rodzime dęby (odpowiednio 6,84% i 3,59%). Oznacza to, że w 2020 roku, w porównaniu do roku poprzedniego, udział drzew nieuszkodzonych zmniejszył się w przypadku większości (poza brzozę, olszę i dębami) głównych lasotwórczych gatunków drzew (najwięcej w przypadku buka – o 6,57pp.).

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 2020 roku zawierała się w przedziale od 0,91 (dla domieszkowych gatunków iglastych) do 1,89 (dla dębu) (tab. 5.1). Średnia wartość tego parametru dla drzew wszystkich gatunków wynosiła 1,23 i była nieznacznie większa niż w roku 2019. Na drzewach wszystkich głównych lasotwórczych gatunków liściastych na jedno drzewo przypadało powyżej jednego uszkodzenia. W przypadku gatunków iglastych taka sytuacja miała miejsce dla świerka i sosny, natomiast dla jodły równała się jedności, a dla domieszkowych gatunków iglastych wartość tego parametru była mniejsza od jedności. W porównaniu do roku 2019 nastąpił wzrost częstości występowania uszkodzeń u sześciu wyróżnionych gatunków i grup gatunków drzew, a u trzech – spadek. Dotyczyło to jodły, dębów i brzozy. Przeprowadzona analiza trendów zmian nasilenia występowania uszkodzeń na drzewach w okresie 2011–2019 (test Mann-Kendall'a) wykazała wzrost nasilenia częstości występowania uszkodzeń u wszystkich wyróżnionych gatunków drzew (tab. 5.1).

Wraz z wiekiem u większości gatunków następował wzrost średniej liczby uszkodzeń występujących na jednym drzewie. Jedynie w przypadku domieszkowych gatunków liściastych liczba uszkodzeń występująca na jednym drzewie była podobna we wszystkich wyróżnionych klasach wieku. W przypadku jodły drzewa najmłodsze (21–40 lat) i najstarsze (powyżej 80 lat) cechowały się wyższym nasileniem występowania uszkodzeń niż drzewa z przedziału wieku 41–80 lat (tab. 5.1).

Zróznicowanie pomiędzy krainami przyrodniczo-leśnymi pod względem średniej liczby uszkodzeń przypadającej na jedno drzewo w roku 2019 nie było znaczące i

zawierało się w przedziale od 0,95 (Kraina Mazursko-Podlaska) do 1,48 (Kraina Karpacka) (tab. 5.2). Największe różnice pomiędzy krainami przyrodniczo-leśnymi pod względem liczby uszkodzeń na jednym drzewie stwierdzono dla świerka oraz dla buka. Wyróżnione główne gatunki drzew najwyższe wartości wskaźnika średniej liczby uszkodzeń występujących na jednym drzewie osiągały dla różnych krain przyrodniczo-leśnych: sosna – w Krainie Bałtyckiej (1,18 uszkodzenia/drzewo), świerk – w Krainie Karpackiej (1,71), jodła – w Krainie Sudeckiej (1,83), dąb – w Krainie Wielkopolsko-Pomorskiej (2,20), buk – w Krainie Karpackiej (1,73), brzoza – w Krainie Karpackiej (1,91) i olsza – w Krainie Karpackiej (1,78 uszkodzenia/drzewo). Dla wielu krain przyrodniczo-leśnych liczebności drzew większości gatunków były niewielkie (poniżej 50).

W porównaniu do roku 2019 odnotowano wzrost średniej liczby uszkodzeń przypadających na jedno drzewo w 4 krainach przyrodniczo-leśnych, a spadek również w czterech. Wykonana za pomocą testu Mann-Kendall'a analiza trendów dla okresu 2013–2020 wykazała wzrost nasilenia występowania uszkodzeń w 7 krainach oraz prawdopodobny wzrost w jednej – Krainie Mazursko-Podlaskiej (tab. 5.2).

Średnia liczba uszkodzeń przypadająca na jedno drzewo w rdLP zawierała się w przedziale od 0,980 (RDPL w Olsztynie) do 1,79 (RDLP w Krośnie). Mniejsza niż przeciętna dla całej Polski liczba uszkodzeń na 1 drzewie (1,21 uszkodzenia/drzewo) wystąpiła w 12 rdLP (w Białymstoku, Katowicach, Lublinie, Łodzi, Olsztynie, Pile, Szczecinku, Toruniu, Zielonej Górze, Gdańsku, Radomiu, Warszawie), a w pozostałych rdLP oraz w parkach narodowych była wyższa. W 15 rdLP oraz w parkach narodowych w roku 2019 w porównaniu do roku 2018 odnotowano wzrost średniej liczby uszkodzeń występujących na 1 drzewie. Tylko w RDLP w Białymstoku i RDLP w Szczecinie odnotowano niewielki spadek (tab. 5.2).

Największą średnią liczbą uszkodzeń na jednym drzewie cechowały się sosny w rdLP: w Szczecinie, Krakowie, Krośnie i Wrocławiu oraz w parkach narodowych (odpowiednio 1,56, 1,51, 1,44, 1,42 i 1,55 uszkodzenia/drzewo). Spośród gatunków iglastych najwyższymi wartościami wskaźnika cechowały się świerki w rdLP w Szczecinie, Katowicach i Krakowie (odpowiednio 1,81, 1,77 i 1,69 uszkodzenia/drzewo), a w przypadku gatunków liściastych – dęby – we wszystkich rdLP i w parkach narodowych średnia liczba uszkodzeń na jednym drzewie była wysoka, a w 4 rdLP (Kraków, Poznań, Szczecin, Zielona Góra) oraz w parkach narodowych przekraczała 2 uszkodzenia/drzewo (tab. 5.2). Wykonana analiza trendów dla okresu 2013–2020 wykazała, że w 13 rdLP

(Katowice, Kraków, Lublin, 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 jednym RDLP w Białymstoku był on prawdopodobny, ale statystycznie nieistotny, natomiast w pozostałych 3 rdLP 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 2020 roku 33,8% i był o 1,3pp. większy niż w roku 2019. Dla wyróżnionych gatunków iglastych największym udziałem cechowały się uszkodzenia, dla których nie można było wskazać jednoznacznej przyczyny, tj. „badane niezidentyfikowane”. W przypadku drzew wyróżnionych gatunków liściastych najczęściej wskazywanym czynnikiem sprawczym rejestrowanych uszkodzeń były „owady”. Odpowiadały one za 56,7% uszkodzeń olszy, 40,4% uszkodzeń brzozy, 34,7% uszkodzeń domieszkowych gatunków liściastych oraz 35,2% uszkodzeń dębów. W przypadku buka, tak jak gatunków iglastych, najliczniejszą grupę stanowiły uszkodzenia bez oznaczonego czynnika sprawczego – 34,4%. Najczęściej identyfikowanymi symptomami uszkodzeń w przypadku wszystkich gatunków razem, wszystkich gatunków liściastych oraz świerka był „ubytek igieł/liści” (32,3% wszystkich stwierdzonych uszkodzeń). W przypadku sosny, jodły i domieszkowych gatunków iglastych dominowały „deformacje” – odpowiednio 31,2%, 33,6% i 23,5%. Częścią drzewa, którego najczęściej dotyczyły uszkodzenia na drzewach iglastych oraz na buku 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 szczyłką korzeniową, gałęzie wraz z pędami i pączkami oraz igły bądź liście), najczęściej wskazywanym miejscem położenia symptomów była strzała (49,17% wszystkich wskazanych lokalizacji uszkodzeń), w tym przede wszystkim pień pomiędzy szczyłką korzeniową i koroną (27,25%), oraz liście bądź igły – 36,78% (tab. 5.4). Udział gałęzi, pędów i pączków jako miejsc występowania uszkodzeń był znacząco mniejszy – odpowiednio 14,04% lokalizacji uszkodzeń.

Wśród wszystkich wyróżnionych gatunków iglastych oraz u buka najczęściej występującą lokalizacją uszkodzeń była strzała, zaś wśród gatunków liściastych (poza bukiem) – liście (tab. 5.4). W przypadku sosny poza strzałą uszkodzenia występowały znacząco mniej licznie na igłach (20,14% uszkodzeń sosny) i na gałęziach, pędach i pączkach (16,80%). Podobne proporcje występowały również u świerka. W przypadku jodły i iglastych gatunków domieszkowych uszkodzenia występowały liczniej na gałęziach, pędach i pączkach niż na igłach. Strzała była drugim pod względem udziału miejscem występowania uszkodzeń u wszystkich z wyjątkiem buka wyróżnionych gatunków liściastych. U buka, drugim po strzale, najwyższym udziałem lokalizacji uszkodzeń były liście (37,10% uszkodzeń tego gatunku), najniższym zaś – gałęzie pędy i pączki (11,64%) (tab. 5.4).

Symptomy uszkodzeń

Wśród symptomów uszkodzenia największym udziałem w roku 2020 wyróżniał się ubytek igieł/liści (32,3% wszystkich symptomów uszkodzeń), który dominował u świerka i wszystkich gatunków liściastych (tab. 5.5). Znaczący był również udział deformacji (22,2% wszystkich uszkodzeń), które przeważały u sosny, jodły i domieszkowych gatunków iglastych (odpowiednio 31,2%, 33,6% i 23,5% wszystkich symptomów dla danego gatunku). W przypadku gatunków liściastych udział deformacji zawierał się w przedziale 8,6% (dęby) – 23,4% (buki). Wśród wyróżnionych symptomów uszkodzenia mniejszymi udziałami cechowały się rany (9,6%), których udział był wysoki w przypadku świerka, jodły i buka (odpowiednio 19,4%, 19,3% i 17,0%), następnie drzewa pochylone (8,4%), martwe, obumierające gałęzie (7,1%) oraz przebarwienia liści/igieł (4,9% wszystkich symptomów uszkodzeń). W przypadku świerka dużym udziałem cechowały się ponadto wycieki żywicy (24,3% symptomów uszkodzenia drzew tego gatunku). Udział pozostałych symptomów był wyraźnie niższy i zawierał się w przedziale od 4,1% (wycieki żywicy i wycieki na drzewach liściastych łącznie) do 0,2% (nekrozy). W pojedynczych przypadkach, o łącznym udziale dla wszystkich gatunków <0,1%, wystąpiły natomiast takie symptomy jak nienaturalne rozmiary liści oraz drzewa przewrócone (tab. 5.5).

Czynniki sprawcze

Spośród wyróżnionych kategorii czynników sprawczych uszkodzeń drzew najwyższy udział, poza kategorią badane, niezidentyfikowane (33,9% wszystkich przypadków), miały owady oraz konkurencja i inne czynniki, w tym przede wszystkim konkurencja (odpowiednio: 22,2% i 23,2%) (tab. 5.6). Znacznie rzadziej wskazywano na grzyby (7,3%), czynniki abiotyczne (6,2%) oraz bezpośrednie oddziaływanie człowieka

(5,8%). Konkurencja i inne czynniki odpowiadały za 33,8% wszystkich uszkodzeń sosny, 19,6% uszkodzeń świerka, 23,0% uszkodzeń jodły oraz 22,3% uszkodzeń domieszkowych gatunków iglastych. W przypadku drzew gatunków liściastych najczęściej wskazywanym czynnikiem sprawczym uszkodzeń były owady. Odpowiadały one za 56,7% uszkodzeń olszy czarnej, 40,4% uszkodzeń brzozy brodawkowatej, 35,2% uszkodzeń dębów, 34,7% domieszkowych gatunków liściastych oraz 26,2% uszkodzeń buków. W przypadku jodły i dębów znaczny udział, jako przyczyna uszkodzeń drzew, miały także „grzyby” (odpowiednio 17,2% i 19,2%). Czynniki abiotyczne najczęściej stanowiły przyczynę uszkodzeń brzozy (10,3%), natomiast bezpośrednie działanie człowieka – jodły (10,1%), domieszkowych gatunków iglastych (9,5%) i buka (9,5%). Pozostałe kategorie czynników sprawczych nie miały znaczącego udziału w powstawaniu uszkodzeń poszczególnych gatunków drzew.

Udział uszkodzeń, dla których nie zidentyfikowano czynnika sprawczego w 2020 roku w przypadku gatunków iglastych, zawierał się w przedziale 38,6–48,1%, zaś w odniesieniu do gatunków liściastych – od 17,6 do 34,4% (tab. 5.6). Największym udziałem niezidentyfikowanych czynników sprawczych cechowały się domieszkowe gatunki iglaste, najmniejszym zaś – olsze. Dla większości gatunków w roku 2020, w porównaniu do roku poprzedniego, zwiększył się udział uszkodzeń dla których nie określono czynnika sprawczego. Spośród gatunków iglastych najbardziej w przypadku świerka – o 5,0 punktu procentowego oraz w przypadku gatunków liściastych dla buka – o 3,5 punktu procentowego. Pomimo tej niekorzystnej zmiany analiza trendów w okresie 2010–2020 wykazała poprawę identyfikowalności przyczyn uszkodzeń dla 4 gatunków drzew oraz wszystkich drzew łącznie i brak statystycznie istotnego trendu dla 5 gatunków drzew – jodły, domieszkowych gatunków iglastych, buka, olszy i domieszkowych gatunków liściastych (tab. 5.6).

Owady oraz konkurencja i inne czynniki

W 2020 roku na SPO I rzędu stwierdzono 11 234 przypadków uszkodzeń spowodowanych przez owady, co stanowiło przyczynę 22,2% wszystkich uszkodzeń (tab. 5.6). Najliczniejszymi wśród owadów sprawcami szkód, podobnie jak w latach poprzednich, były owady liściożerne (foliofagi) – stanowiły one 78,65% 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 2020 był podobny do tego z lat poprzednich.

Spośród wszystkich uszkodzeń spowodowanych w roku 2020 przez owady na drzewach iglastych występowało łącznie 16,00%, w tym na sośnie 13,09%, świerku – 2,33%, jodle – 0,13% oraz na domieszkowych gatunkach iglastych – 0,45% (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 (uszkodzające pień, gałęzie, pędy) i foliofagi, w przypadku świerka – kambiofagi, zaś w przypadku jodły – kambiofagi i owady ssące. Na gatunkach liściastych występowało łącznie 84,00% 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 2020 roku – stwierdzono 11 701 uszkodzeń tej kategorii, co stanowiło 23,2% wszystkich uszkodzeń (tab. 5.6). Udział uszkodzeń spowodowanych przez tę grupę czynników na drzewach iglastych wynosił 71,91%, a na liściastych – 28,09% (tab. 5.7), co w przybliżeniu odpowiada proporcji liczby drzew obydwu kategorii. Konkurencja charakteryzowała się największym udziałem (81,35%) 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 (8,09%) i inne znane, ale niepodane (2,31%). Względnie wysoki był również udział uszkodzeń, dla których wskazano ogólną nazwę kategorii, bez dalszej specyfikacji (7,67%, 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 2008–2020.

Udział epifitów/pasożytów wśród wyróżnianych czynników sprawczych uszkodzeń w roku 2020 był relatywnie niewielki. Była to przyczyna 941 uszkodzeń, co stanowiło jedynie 1,86% 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 epifity/parazyty przypadało na 100 ocenianych drzew. Występowanie uszkodzeń spowodowanych przez jemiolę w roku 2020, 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.) oraz domieszkowych gatunków liściastych, takich jak: klon zwyczajny (*Acer platanoides* L.), jesion wyniosły (*Fraxinus excelsior* L.), robinia akacja (*Robinia pseudoacacia* L.), topola biała (*Populus alba* L.), topola osika (*Populus tremula* L.), topola czarna (*Populus nigra* L.) oraz lipa drobnolistna (*Tilia cordata* Mill.). W 2020 roku jemiola występowała najczęściej na 2 gatunkach drzew: jodle (5,10 uszkodzeń/100 drzew) oraz sośnie zwyczajnej (3,61 uszkodzeń/100 drzew). Rzadziej była rejestrowana na brzozach (1,19 uszkodzeń/100 drzew) oraz domieszkowych gatunkach liściastych (1,04 uszkodzeń/100 drzew). We wszystkich wymienionych powyżej gatunkach i grupach gatunków drzew w 2020 roku odnotowano istotny wzrost nasilenia uszkodzeń powodowanych przez jemiolę w porównaniu do roku 2019. Gatunkami wolnymi od uszkodzeń spowodowanych przez jemiolę był świerk, domieszkowe gatunki iglaste, buk, rodzime dęby, olsza czarna (tab. 5.8).

W okresie 2008–2020 występowanie jemioli wykazywało wyraźną tendencję wzrostową. Była ona statystycznie istotna dla wszystkich gatunków i grup gatunków drzew, na których występowała jemiola w roku 2020 (tab. 5.8). W roku 2020 odnotowano wzrost liczby uszkodzeń spowodowanych przez jemiolę o 187 względem roku 2019, co stanowiło blisko 25% (ryc. 5.1). Sprawia to, że jemiola jest przyczyną uszkodzeń o największej dynamice wzrostu spośród wszystkich wyróżnionych. 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 prowadzi do uzyskiwanych wskaźników zaniżonych względem rzeczywistych w stopniu nieokreślonym.

5.4. Podsumowanie

Przeprowadzona w Polsce w 2020 roku w ramach monitoringu lasów ocena uszkodzeń drzew wykazała, że ponad 78% spośród nich było uszkodzonych. W porównaniu do roku poprzedniego nastąpił niewielki wzrost udziału uszkodzonych drzew i zmniejszenie się udziału drzew nieuszkodzonych, co odnosiło się do większości wyróżnionych gatunków i grup gatunków drzew. O większym nasileniu występowania

uszkodzeń świadczy wzrost średniej liczby uszkodzeń na pojedynczym drzewie, który w roku 2020 zwiększył się do 1,23 z 1,21. Niepokojące jest, że wzrost ten następuje nieprzerwanie od początku prowadzenia oceny występowania uszkodzeń. Dla wszystkich głównych gatunków lasotwórczych drzew wzrost nasilenia występowania uszkodzeń został dla okresu 2011–2020 potwierdzony statystycznie.

Najczęściej uszkodzanymi 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 49,17%, a drugiej – obejmującej również igły w odniesieniu do gatunków iglastych – 36,78%. Udział uszkodzeń gałęzi, pędów i pączków wynosił 14,04% wszystkich uszkodzeń odnotowanych w 2020 roku.

Największy udział wśród wyróżnionych symptomów uszkodzeń stanowił ubytek igieł/liści (32,36%), który to symptom dominował u wszystkich wyróżnionych liściastych gatunków drzew oraz u świerka. U sosny, jodły i domieszkowych gatunków iglastych przeważały deformacje. Zwraca również uwagę niewielki odsetek (poniżej 1%) takich symptomów uszkodzenia, jak: inne oznaki, oznaki występowania owadów, nekrozy, nienaturalne rozmiary liści/igieł oraz wycieki na drzewach liściastych.

Wśród zidentyfikowanych czynników sprawczych największym udziałem charakteryzowały się konkurencja i inne czynniki (23,2%) oraz owady (22,2%). Wśród owadów największy udział stanowiły foliofagi (79,65% uszkodzeń powodowanych przez owady), które dominowały wśród uszkodzeń wywołanych przez tę kategorię sprawców u wszystkich gatunków liściastych. W przypadku gatunków iglastych przeważały owady uszkadzające pień, gałęzie i pędy (kambiofagi). W kategorii czynników sprawczych konkurencja i inne czynniki zdecydowanie dominowała podkategoria konkurencja, jako przyczyna występowania uszkodzeń (81,35% uszkodzeń kategorii). Wykonane analizy wykazały również trend wzrostu w okresie 2008–2020 występowania uszkodzeń spowodowanych przez jemiolę, co odnosiło się do jodły, sosny, brzozy i domieszkowych gatunków liściastych. Najbardziej narażone na uszkodzenia ze strony tej grupy sprawców były drzewa najstarsze i największe. Występowanie jemioli w 2020 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) był w roku 2020 wyższy niż w kilku latach poprzednich i wynosił 33,9%. Spośród gatunków iglastych najwyższy

wzrost odnotowano dla świerka – o 5,0pp., zaś w przypadku gatunków liściastych dla buka – o 3,5pp.

6. WARUNKI WODNE GLEB NA TERENACH LEŚNYCH POLSKI W 2020 R. I ICH WPLYW NA STAN ZDROWOTNY LASÓW – *ANDRZEJ BOCZOŃ,* *ROBERT HILDEBRAND*

W ostatnich latach obserwuje się występowanie susz glebowych na terenach leśnych obejmujących duże obszary Polski. Zmiany klimatu i ich wpływ na drzewostany powodują konieczność wyznaczania 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 in. 2014). W południowej Europie długość i intensywność letnich susz podwoiły się w ciągu ostatnich dziesięcioleci powodując, że susze należą do głównych wyzwań, przed którymi stanie leśnictwo w najbliższej perspektywie średnioterminowej (Albert i in. 2015). W ostatnich latach intensywne susze wystąpiły 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 in. 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 in. 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 in. 2020). Aby zapewnić produktywne i funkcjonalne ekosystemy, gospodarka leśna musi dostosować strukturę i skład lasu do oczekiwanego wzrostu częstotliwości zdarzeń ekstremalnych (Bolte i in. 2009).

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 biellicowych.

Obliczenia przeprowadzono na podstawie pomiarów na stacjach meteorologicznych Instytutu Badawczego Leśnictwa zlokalizowanych w nadleśnictwach: Hajnówka, Suwałki, Szklarska Poręba, i PGL Lasy Państwowe w nadleśnictwach: Bydgoszcz, Cewice, Chrzanów, Dobieszyn, Gościno, Janów, Krotoszyn, Krucz, Kup, Leżajsk, Parciaki, Pisz, Płońsk, Poddębice, Rudy, Rzepin, Suchedniów, Susz, Włodawa. 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 intercepcję drzewostanów, którą obliczono, stosując model Liu (1997, 2001). Pojemność wodną koron określono metodą użytą w modelu Kondo (2001) (Smax wg Komatsu i in. 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.

Powyższa metoda została także użyta do wyznaczenia średniego dobowego niedoboru wody glebowej na przełomie półrocza zimowego i półrocza ciepłego, tj. od 15 marca do 15 kwietnia. Jako niedobór określono ilość wody glebowej brakującej do osiągnięcia połowej pojemności wodnej.

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 FAO56. Obliczono ten wskaźnik dla półrocza letniego KBWL i dla całego roku KBWR.

Wyznaczenie izolinii zasięgu suszy wykonano w programie SURFER 13, 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 2020 i 2019 na powierzchniach monitoringu lasu, w poszczególnych strefach wystąpienia suszy i zróżnicowania klimatycznego bilansu wodnego.

Zagrożenie suszą w 2020 r.

Zastosowane wskaźniki identyfikacji susz wskazują, że w 2020 r. zagrożenie suszą wystąpiło jedynie na zachodzie i na północno-wschodnich krańcach kraju. Klimatyczny bilans wodny całego roku (KBWR) pokazuje na brak występowania niedoborów wody, a w rejonie przymorskim, w południowo-zachodniej i centralnej części kraju na znacznych obszarach występował duży nadmiar wilgoci (ryc. 6.1a). Klimatyczny bilans wodny półrocza letniego (KBWL) pokazuje, że niedobór wilgoci wystąpił w Lubuskim, Wielkopolsce, na części Kujaw i na Suwalszczyźnie (ryc. 6.1b). Podobny efekt pokazują wskaźniki liczby dni z niedoborem wody w glebie zarówno w ujęciu rocznym (LDR), jak i w okresie największego wzrostu drzew (LDL) (ryc. 6.1c i 6.1d). Z tym, że LDL nie pokazuje występowania zagrożenia suszą w północno-wschodniej Polsce. Wskazuje to, że na Suwalszczyźnie ograniczenie dostępności wody dla drzewostanów wystąpiło już poza okresem intensywnego wzrostu drzew. W porównaniu z 2019 r. warunki wodne w 2020 r. były znacznie korzystniejsze dla wzrostu drzewostanów.

Na ryc. 6.2. przedstawiono warunki wilgotnościowe, jakie panowały na granicy półroczy zimowego i letniego. W warunkach klimatu umiarkowanego można wyróżnić dwa wyraźne okresy zasilania i odpływu wody z gleby. W półroczu chłodnym mamy do czynienia z dopływem i retencjonowaniem wody w glebie, która jest wykorzystywana przez roślinność w półroczu ciepłym, w którym odpływ wody przeważa nad przychodem, co stwarza powstawanie okresowych niedoborów wody glebowej. Ocieplenie się klimatu powoduje coraz częściej zaburzenie tej równowagi. Ciepłe zimy, brak pokrywy śnieżnej sprawiają, że już w okresie przedwiośnia coraz częściej występują niedobory wilgoci w glebie. To zwiększa ryzyko wystąpienia suszy długotrwałej w kolejnych miesiącach. Przeprowadzona analiza warunków wodnych gleby, na przełomie półroczy zimowego i letniego 2020 r., wykazała że na części kraju retencja wody w glebie nie została w pełni uzupełniona w czasie miesięcy zimowych. Częściowo obszary te pokrywają się z zagrożeniem wystąpienia susz. Dobre warunki opadowe występujące w miesiącach wiosennych odegrały decydującą rolę w zminimalizowaniu ryzyka wystąpienia suszy na

znaczących obszarach kraju. Warunki wilgotnościowe panujące na początku wiosny 2020 r. były zdecydowanie korzystniejsze dla drzewostanów niż rok wcześniej.

Od 2014 roku można zauważyć wyraźny wpływ występowania niedoborów wody na defoliację drzew. Duża liczba dni suszy w okresie maksymalnego wzrostu drzew (LDL) oraz ujemne wartości klimatycznego bilansu wodnego półroczy letnich (KWBL) skutkowały zwiększeniem defoliacji w roku kolejnym, zaś zmniejszanie defoliacji było konsekwencją dobrych warunków wilgotnościowych w roku poprzednim. W roku 2020 trudno doszukać się takiej zależności, jeśli porówna się warunki wodne panujące w roku poprzednim (ryc. 6.3). Zagrożenie występowania intensywnej suszy glebowej, które objęło bardzo duży obszar kraju w 2019 (ryc. 6.3b i 6.3d) nie spowodowało wzrostu defoliacji w roku 2020, w którym odnotowano zwiększenie ulistnienia drzew (ryc. 6.3a). Odnotowaną poprawę ulistnienia drzew w 2020 r. można natomiast wiązać z dobrymi warunkami wilgotnościowymi panującymi w 2020 r. (ryc. 6.3c i 6.3e). Szybka reakcja drzew na bieżące warunki mogła być spowodowana bardzo ciepłą wiosną w roku 2020, dzięki czemu wiosenny rozwój drzew rozpoczął się wcześniej, zaś dobre warunki wodne w glebach w okresie wiosny i wczesnego lata skutkowały zmniejszeniem defoliacji.

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

Sieć Natura 2000 obejmuje wspólnotę 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, rezerwaty 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 2020 roku liczba obszarów sieci Natura 2000 w Polsce nie zmieniła się od poprzedniego roku i wynosi 985. Na koniec 2020 roku łączna powierzchnia zajmowana przez obszary Natura 2000 wynosiła 68 405 km², co jest równe obecnie 19,5% powierzchni kraju.

W ostatnich latach proces wyznaczania nowych obszarów Natura 2000 uległ zahamowaniu, następuje natomiast ciągły 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 roku 2020 na obszarach Sieci Natura 2000 znalazło się 670 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 48 428 km². Znalazło się na nich 6 czynnych SPO monitoringu intensywnego, 31 czynnych SPO II rzędu oraz 480 czynnych powierzchni I rzędu (ryc. 7.1).

850 lądowych specjalnych obszarów ochrony siedlisk (SOO) zajmuje 34 196 km². Znalazło się na nich 8 czynnych SPO monitoringu intensywnego, 24 czynne powierzchnie II rzędu i 364 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.

Dlatego też np. liczba SPO wszystkich rzędów na obszarach OSO (6+31+480) zsumowana z liczbą SPO wszystkich rzędów na obszarach SOO (8+24+364) nie będzie zgodna z liczbą SPO wszystkich rzędów na obszarach Natura 2000 (670) w 2020 roku.

Na 145 obszarach specjalnej ochrony ptaków (OSO) lasy zajmują około 2,468 miliona hektarów (na 81 OSO znajdują się powierzchnie monitoringowe I rzędu) i przeważająca większość z nich uszkodzona jest w stopniu umiarkowanym. Większość powierzchni leśnej (81%) znajduje się w 1 – lekkiej klasie defoliacji (defoliacja 15–25%), pozostała część (19%) lasów znajduje się w 2 – średniej klasie defoliacji (defoliacja 26–60%). W roku 2020 nastąpiło zmniejszenie (z 22 do 19%) powierzchni leśnej, na której defoliacja drzew przyjmowała wartości z klasy 2. Większość tych zmian związana jest z zmniejszeniem się poziomu defoliacji w południowej i południowo-zachodniej Polsce (ryc. 7.2). Nie stwierdzono obecności kompleksów leśnych bez defoliacji, jak również z dużą defoliacją.

Na 850 specjalnych obszarach ochrony siedlisk (SOO) kompleksy leśne zajmują około 1,910 miliona hektarów (na 168 SOO znajdują się monitoringowe SPO I rzędu). Większość powierzchni leśnej (84%) 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 zmniejszenie powierzchni leśnej z defoliacją na poziomie średnim (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 168 specjalnych obszarach ochrony siedlisk (SOO) obszarów Natura 2000, na których obecne znajduje się 364 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 23–24% 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 już istniejących. Należy zwrócić uwagę, że w niewielkim stopniu zmienia się również liczba stałych powierzchni obserwacyjnych monitoringu lasów i wynika ona z naturalnych zmian rozwojowych lasów, tj. stałe powierzchnie obserwacyjne (SPO) przechodzą ze statusu powierzchni czynnych do oczekujących, gdy drzewa w lesie zostają wycięte, i odwrotnie, gdy młode drzewostany dorastają.

CZEŚĆ III BADANIA NA STAŁYCH POWIERZCHNIACH OBSERWACYJNYCH MONITORINGU INTENSYWNEGO (SPO MI)

8. WARUNKI POGODOWE W 2020 ROKU NA WYBRANYCH POWIERZCHNIACH SPO MI – *LESZEK KLUZIŃSKI*

Dane meteorologiczne pozyskiwane z automatycznych stacji pomiarowych usytuowanych w pobliżu stałych powierzchni obserwacyjnych monitoringu intensywnego służą ocenie aktualnego stanu pogody oraz mogą być wykorzystywane do modelowania procesów i zależności zachodzących w ekosystemach leśnych. Śledzenie długookresowych ciągów parametrów meteorologicznych pozwala uchwycić kierunki zmian klimatu, które oddziałują na ekosystemy leśne.

W raporcie ujęto 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. 8.1, 8.2, 8.3).
- średnie wartości miesięczne temperatury i wilgotności powietrza na wysokości 2 m nad ziemią; promieniowania całkowitego; sumy opadów (tab. 8.1).
- 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. 8.4, tab. 8.2).

Rok 2020 był pod względem termicznym cieplejszy od średniej wielolecia 1981–2010. Zgodnie z klasyfikacją termiczną H. Lorenc został on sklasyfikowany jako anomalnie ciepły na większości obszaru kraju, zaś w południowej części kraju jako bardzo ciepły. Znacząco duże dodatnie odchylenia od normy wieloletniej wystąpiły w miesiącach zimowych. Wiosna była lekko ciepła, a maj nawet istotnie poniżej normy. Lato było ciepłe, na południowym wschodzie Polski bardzo ciepłe, a na zachodnim wybrzeżu jako normalne. Temperatura lipca była równa średniej wieloletniej. Jesień została sklasyfikowana jako anomalnie ciepła. Rok 2020 pod względem opadowym, wg klasyfikacji Z. Kaczorowskiej, został oznaczony jako normalny. Roczne opady w skali Polski wyniosły 104,4% normy wieloletniej z lat 1981–2010. Rozkład przestrzenny sumy

opadów był nierównomierny. Zgodnie z cytowaną klasyfikacją Kaczorowskiej rok 2020 dla północno-zachodniej części kraju został sklasyfikowany jako suchy, we wschodniej części Dolnego Śląska, Mazowsza i Lubelszczyzny jako bardzo wilgotny, a na pozostałym obszarze kraju jako normalny i wilgotny. Norma opadów na większości obszaru Polski została przekroczona w przypadku 6 miesięcy, najbardziej w październiku i w lutym. Najwyższe opady notowano natomiast w czerwcu. Najbardziej ubogim w opady był kwiecień, kluczowy dla wegetacji, w którym spadło w kraju średnio 9 mm opadu, co stanowi 24% normy. W ujęciu sezonowym rozkładu sum opadów zima była wilgotna (120% normy), wiosna sucha (80% normy), lato normalne (106% normy), a jesień wilgotna (120% normy) (Biuletyn IMGW 2020).

Temperatura powietrza – średnia roczna temperatura ze wszystkich 12 stacji monitoringu intensywnego mierzona na wysokości +2 m wyniosła w 2020 r. +9,0°C i była o 0,3°C niższa niż w roku 2019. Najchłodniejszym miesiącem roku był grudzień z temperaturą średnią 1,1°C, o 3,9°C wyższą niż najchłodniejszego miesiąca stycznia w roku 2019. Najniższą średnią temperaturę miesięczną ze wszystkich stacji (-2,8°C) odnotowano dla stycznia w Piwnicznej. Najcieplejszym miesiącem roku był sierpień z temperaturą średnią 18,6°C, o 1,7°C niższą niż najcieplejszego miesiąca – czerwca w roku 2019. Najwyższą średnią temperaturę miesięczną dla stacji (+20,7°C) wykazała w sierpniu stacja w Krotoszynie i była o 1,4°C niższa niż najwyższa miesięczna temperatura z tej stacji w roku 2019 (tab. 8.1). Najwyższe dobowe temperatury powietrza wystąpiły dla większości stacji meteorologicznych IBL w pierwszej oraz trzeciej dekadzie sierpnia, a dla dwóch stacji, w Krotoszynie i w Zawadzkiem pod koniec lipca (ryc. 8.1). Wartość maksymalną +35,1°C zarejestrowano 22 sierpnia w Chojnowie, była ona o 4,1°C niższa od najwyższej temperatury roku 2019, którą zmierzono na stacji w Kruczu (tab. 8.3). Najbardziej zróżnicowanym pod względem miesięcznych temperatur był miesiąc czerwiec, w którym największa różnica średnich temperatur powietrza pomiędzy stacjami wyniosła 6,5°C. Natomiast najbardziej wyrównanym temperaturowo był grudzień, w którym różnica między najwyższą i najniższą średnią temperaturą miesięczną ze stacji wyniosła 3,0°C. (tab. 8.1).

Suma opadów zmierzonych na stacjach monitoringu intensywnego z miesięcznego okresu pomiarowego zawierała się w przedziale wartości od 2,2 mm w kwietniu na stacjach w Kruczu i w Łącku do 254,0 mm w październiku na stacji w Szklarskiej Porębie (tab. 8.1). Średnia miesięczna suma opadu ze stacji wyniosła 62,3 mm i była o prawie 8 mm wyższa niż w roku 2019. W sezonie wegetacyjnym średnia miesięczna suma opadu ze

stacji wyniosła 72,9 mm, zaś w pozostałym okresie 51,8 mm miesięcznie. Średnia miesięczna opadów ze wszystkich stacji była najwyższa w czerwcu i wyniosła 131,7 mm. Najniższa średnia miesięczna opadów ze wszystkich stacji wystąpiła w kwietniu i wyniosła 8,3 mm (tab. 8.1). Poniżej 10 mm opadu miesięcznie spadło w kwietniu w: Chojnowie, Gdańsku, Krotoszynie, Łącku, Kruczu, Strzałowie, Suwałkach, Szklarskiej Porębie i w Zawadzkiem, a w listopadzie w Chojnowie, Łącku i w Zawadzkiem (tab. 8.3).

Roczne sumy opadów ze stacji wynosiły od 512,6 mm w Łącku do 1365,7 mm na stacji w Szklarskiej Porębie. Suma opadów w sezonie wegetacyjnym wyniosła od 297,5 mm w Strzałowie do 690,9 mm na stacji w Szklarskiej Porębie. Na okres letni (od kwietnia do września) przypadło przeciętnie 59,1% rocznej sumy opadów. Stosunek sumy opadów, które wystąpiły w okresie letnim do sumy opadów całego roku wahał się od 49,7% w Strzałowie do 78,0% w Łącku.

Liczba co najmniej 14 dniowych okresów, w których suma opadów nie przekraczała 5 mm w sezonie wegetacyjnym roku 2020 oscylowała od czterech w Krotoszynie, Łącku i w Suwałkach do dwóch w Kruczu i Szklarskiej Porębie. Sumaryczna liczba dni w okresach posuchy była największa w Łącku (91 dni), a najmniejsza w Birczy (39 dni) (tab. 8.3). Ponad dwutygodniowe okresy bez opadów wystąpiły w sezonie wegetacyjnym czterokrotnie w Łącku, trzykrotnie w Gdańsku, Kruczu, Krotoszynie, Piwnicznej, Szklarskiej Porębie i Zawadzkiem, dwukrotnie w Białowieży, Birczy i w Suwałkach. Okresów dziesięciodniowej suszy nie odnotowano jedynie w Chojnowie oraz w Suwałkach (tab. 8.3).

Najwyższa dobową sumą opadu 87,4 mm zarejestrowana została 14 października 2020 roku na stacji w Szklarskiej Porębie (ryc. 8.1).

Średnia wilgotność względna powietrza ze wszystkich stacji monitoringu intensywnego z całego okresu pomiarowego wynosiła 83,6%. W sezonie wegetacyjnym było to 76,9%, zaś poza sezonem wegetacyjnym 90,3%. Najniższa wilgotność powietrza wystąpiła w kwietniu (58,8%), a najwyższa w listopadzie (96%). Średnia roczna dla stacji zawierała się w przedziale wartości od 78,2% w Białowieży do 88,7% dla Szklarskiej Poręby. Najniższa miesięczna wartość wilgotności powietrza odnotowana została w kwietniu na stacji w Krotoszynie (53,9%) (tab. 8.1, ryc. 8.2).

Średnie promieniowanie całkowite z całego okresu pomiarowego zawierało się w przedziale wartości od 44,7 W/m² na stacji w Chojnowie do 117,6 W/m² w Krotoszynie. W 2020 roku miesiącem o najsilniejszym średnim promieniowaniu był lipiec, kiedy przeciętne promieniowanie dla stacji wyniosło 195,9 W/m², zaś najsłabsze promieniowanie

wystąpiło w grudniu ($8,3 \text{ W/m}^2$). Średnia dla sezonu wegetacyjnego ze wszystkich stacji wyniosła $163,0 \text{ W/m}^2$, a dla pozostałej części roku $33,5 \text{ W/m}^2$. Najsilniejsze średnie miesięczne promieniowanie o wielkości $237,8 \text{ W/m}^2$ zmierzono w lipcu w Zawadzkim, zaś najniższe w grudniu w Chojnowie $2,5 \text{ W/m}^2$ (tab. 8.1, ryc. 8.2).

Prędkość i kierunek wiatru. Ogółem na każdej stacji meteorologicznej w ciągu całego roku 2020 zarejestrowano ponad 52 700 uśrednionych 10 minutowych pomiarów prędkości i kierunku wiatru (tab. 8.2). Pogodę z wiatrem notowano najrzadziej na stacji w Chojnowie – 48% wszystkich pomiarów, a najczęściej na stacji w Łącku (96%).

Na podstawie średnich prędkości wiatru i ilości zarejestrowanych wystąpień wiatru wiejącego z jednego z 16 kierunków sporządzono wykresy róży wiatrów (ryc. 8.4). Przeważające kierunki, z których wiały silne wiatry typowe dla poszczególnych stacji zamieszczono w tabeli 2. Wiatry z kierunków zachodnich dominowały w Chojnowie, Gdańsku, Krotoszynie i Kruczu. Wiatry południowe przeważały w Białowieży, Birczy, Szklarskiej Porębie, Suwałkach i w Zawadzkim. Wiatry wiejące głównie z kierunków wschodnich rejestrowano w Strzałowie i Łącku, a w Piwnicznej najwięcej było wiatrów z północnego-wschodu (tab. 8.2, ryc. 8.4).

Najwyższą maksymalną chwilową prędkość wiatru ($51,7 \text{ m/s}$) zarejestrowano 30 maja na stacji w Szklarskiej Porębie.

Porównanie warunków pogodowych z lat 2015, 2018, 2019 i 2020

Porównując warunki termiczne i opadowe, należy odnotować, że rok 2015, a następnie 2018, 2019 i 2020 były najcieplejszymi latami od początku pomiarów na stacjach meteorologicznych monitoringu intensywnego.

Rok 2019 charakteryzował się najwyższą temperaturą roczną i wysokimi temperaturami maksymalnymi, choć niższymi od najwyższych temperatur maksymalnych, które wystąpiły w roku 2015. W tym porównaniu temperatury maksymalne 2020 roku były najniższe (ryc. 8.5, 8.6).

Rok 2020 był zbliżony temperaturowo do roku 2018, ale cieplejszy od roku 2015.

Analizując sezonowy rozkład temperatur, widać, że na rekordowy poziom średniej rocznej 2019 roku miały wpływ anomalnie ciepłe miesiące zimowe. Temperatury sezonu wegetacyjnego zaś były najwyższe w roku 2018, podczas gdy w 2019 już znacznie niższe. W tym zestawieniu rok 2020 charakteryzuje się najniższymi temperaturami sezonu letniego (ryc. 8.7).

Rok 2015, przy nie najwyższych temperaturach sezonu wegetacyjnego, charakteryzował się jednak epizodami ekstremalnie wysokich temperatur i najniższym poziomem opadów tego sezonu w porównaniu do lat 2018–2020 (ryc. 8.6, 8.7). Zdecydowanie bardziej dotkliwie warunki wystąpiły w roku 2018, kiedy podobnej sumie opadów rocznych towarzyszyły radykalnie wyższe temperatury lata. Korzystniej w tym porównaniu wypada rok 2019 z większą sumą opadów, choć stosunkowo wysoką temperaturą sezonu wegetacyjnego (ryc. 8.8, 8.9)

Rok 2020 wydaje się na tym tle najkorzystniejszy, gdyż przy najniższej średniej temperaturze okresu wegetacyjnego charakteryzował się najwyższą sumą opadów rocznych i co ważniejsze także najwyższą sumą opadów okresu wegetacyjnego (ryc. 8.7, 8.8, 8.9).

Podsumowanie

- Rok 2020 był pod względem termicznym sklasyfikowany jako anomalnie ciepły dla większości obszaru kraju, a dla Polski południowej jako bardzo ciepły.
- Średnia temperatura dobowa ze wszystkich stacji wyniosła 9°C i była o 0,3°C niższa niż w roku 2019.
- Najwyższą średnią miesięczną temperaturę okresu wegetacyjnego (20,7°C) odnotowano dla stacji w Krotoszynie.
- Maksymalną wartość temperatury 35,1°C odnotowano 22 sierpnia w Chojnowie.
- W roku 2020 średnia miesięczna suma opadów okresu wegetacyjnego ze stacji wyniosła 72,8 mm i była o 13,5 mm wyższa niż w roku 2019.
- Roczna suma opadów oraz suma opadów okresu wegetacyjnego była najwyższa w Szklarskiej Porębie – odpowiednio 1365,7 mm i 690,9 mm.
- Najmniej opadów w całym roku zarejestrowano na stacji w Łącku (512,6 mm), zaś w sezonie wegetacyjnym w Strzałowie (297,5 mm).
- Najwyższą maksymalną prędkość wiatru (w porywach 51,7 m/s) zarejestrowano 30 maja na SPO MI w Szklarskiej Porębie.
- W okresie wegetacyjnym najdłuższy okres posuchy (49 dni z sumą opadu <5mm w tym dwa 14 i 15 dniowe okresy bez opadu) odnotowano na stacji w Łącku od połowy marca do końca kwietnia. Okresy bez opadów dłuższe niż 14 dni nie wystąpiły w Chojnowie i w Strzałowie.
- Na tle czterech najcieplejszych lat ostatniej dekady rok 2020, pomimo skrajnie suchego kwietnia, wydaje się najkorzystniejszy ze względu na niższe temperatury i wyższe opady tak roczne, jak i okresu wegetacyjnego.

9. 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 niezwyfikowanych dotychczas prognoz opartych na modelach emisji EMEP (European Monitoring and Evaluation Programme) do 2020 roku zagrożenie ekosystemów leśnych zakwaszaniem powinno zmaleć, jeśli nastąpi pełne wdrożenie ustaleń zrewidowanego Protokołu z Göteborga. Szacunki wskazują, że w tym czasie zagrożenie powinno dotyczyć około 4% obszarów ekosystemów Europy, w tym 6% obszarów ekosystemów EU. W Polsce przekroczenia ładunków krytycznych kwasowości obejmą 26% obszarów ekosystemów (Hettelingh i in. 2017), a wielkość średnich skumulowanych przekroczeń ładunków krytycznych wyniesie 83 eq ha⁻¹ rok⁻¹, co plasuje nas na czwartym miejscu w EU, tuż za Holandią, Niemcami i Czechami. Eutrofizacja nadal stanowić będzie poważne zagrożenie, a przekroczenia ładunków krytycznych według prognoz do 2020 roku powinny dotyczyć 58% powierzchni ekosystemów Europy i 71% obszarów ekosystemów EU, stanowiąc ryzyko dla utrzymania bioróżnorodności. W Polsce w tym okresie zagrożenie eutrofizacją będzie obejmować ponad 62% powierzchni ekosystemów (Hettelingh i in. 2017).

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). Doniesienia z ostatniego okresu 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).

Według danych statystycznych w 2018 roku wyemitowano w Polsce do atmosfery 502 tys. ton dwutlenku siarki oraz 762 tys. ton tlenków azotu (wyrażone jako NO₂) (Mały

Rocznik Statystyczny Polski 2020, GUS 2020). W 2018 emisje dwutlenku siarki i tlenków azotu zmalały w stosunku do roku 2017 (Krajowy bilans emisji... 2020). Głównymi źródłami tlenków azotu są obecnie transport drogowy (39% emisji), inne sektory (m.in. emisja z sektora komunalno-bytowego) (22%) i produkcja energii (21% emisji). Podstawowym i niemal wyłącznym źródłem emisji SO₂ jest spalanie paliw stałych, głównie węgla w energetyce (Krajowy bilans emisji... 2020).

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 ekspozowane są w cyklach miesięcznych na otwartych przestrzeniach przyleśnych. Roczne i sezonowe stężenia obliczane są jako średnie ważone długością okresów ekspozycji próbników. Średnie miesięczne stanowią średnią arytmetyczną z pomiarów trzech próbników ekspozowanych 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 nieekspozowane. 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).

9.1. Dwutlenek siarki

Średnie wartości stężeń dwutlenku siarki przedstawiono na rycinie 9.1. Podobnie jak w latach poprzednich, w grupie nadleśnictw zlokalizowanych w Polsce północno-wschodniej (Strzałowo, Gdańsk, Białowieża, Suwałki) występowały niskie średnie roczne stężenia dwutlenku siarki (poniżej $1 \mu\text{g m}^{-3}$). W Kruczu, Chojnowie, Szklarskiej Porębie, Piwnicznej i Łącku średnio w ciągu roku stężenie SO_2 wynosiło od 1,2 do $1,4 \mu\text{g m}^{-3}$. Wyższe stężenie średnio rocznie notowano w nadleśnictwach Bircza, Krotoszyn i Zawadzkie odpowiednio $1,5$, $1,7 \mu\text{g m}^{-3}$ i $2,0 \mu\text{g m}^{-3}$. Stężenia w Zawadzkiem i Birczy były istotnie wyższe niż na powierzchniach, gdzie notowano najniższe poziomy SO_2 , tj. w Strzałowie, Gdańsku, Białowieży i Suwałkach, ($p \leq 0,05$, test Kruskala-Wallisa z wielokrotnym porównaniem średnich rang).

Średnie roczne stężenia SO_2 porównano z danymi dla roku 2019. Najbardziej znaczącą zmianę zanotowano w Birczy, gdzie stężenie w 2020 roku osiągnęło 73% wartości z roku poprzedniego. Na pozostałych powierzchniach stężenia SO_2 stanowiły od 80 do 119% wartości notowanych w roku 2019. Spadki stężeń zanotowano na ośmiu z dwunastu SPO MI, a wzrosty na trzech SPO MI.

Niskie stężenia SO_2 w nadleśnictwach Polski północnej i północno-wschodniej wynikają m.in. z warunków demograficznych i stopnia uprzemysłowienia regionów. Województwa podlaskie i warmińsko-mazurskie mają najniższą w kraju gęstość zaludnienia oraz najniższą emisję gazowych zanieczyszczeń powietrza z zakładów szczególnie uciążliwych dla jakości powietrza (Rocznik Statystyczny Województw 2020), co znajduje odzwierciedlenie w jakości powietrza w lasach.

Miesięczne stężenia SO_2 na SPO MI mieściły się w przedziale $0,2$ – $5,7 \mu\text{g m}^{-3}$. Rozkład stężeń w kolejnych miesiącach roku (ryc. 9.2) zatracą cechy charakterystyczne dla lat poprzednich, czyli różnice stężeń między okresem zimowym a letnim, co może być odzwierciedleniem panujących warunków pogodowych. Rok 2020 został zaklasyfikowany jako ekstremalnie ciepły. W miesiącach zimowych: szczególnie w styczniu i lutym temperatury były znacznie wyższe od normy klimatologicznej, a sezon zimowy 2019/2020 zyskał miano najcieplejszej zimy od połowy XX wieku i od początków pomiarów instrumentalnych na ziemiach polskich (Klimat Polski 2020). Za tymi zjawiskami mogło postępować zmniejszone zapotrzebowanie na paliwa do celów grzewczych, przekładając się na wielkość emisji gazowych zanieczyszczeń powietrza zimą. W okresie zimowym podwyższone stężenia SO_2 występowały przeważnie w marcu i grudniu (mediana odpowiednio $2,2 \mu\text{g m}^{-3}$ i $1,5 \mu\text{g m}^{-3}$), naprzemiennie z okresami stężeń niskich (mediana

dla stycznia, lutego i października wynosiła odpowiednio $1,0 \mu\text{g m}^{-3}$, $1,0 \mu\text{g m}^{-3}$ i $0,6 \mu\text{g m}^{-3}$), zbliżonych wartościami do najcieplejszych miesięcy letnich. Wzorem lat poprzednich, z wyjątkiem roku 2019, zaobserwowano zależność między stężeniami SO_2 a średnią temperaturą powietrza.

W miesiącach letnich od kwietnia do września wartości miesięczne minimalne wynosiły $0,2 \mu\text{g m}^{-3}$, maksymalne $3,2 \mu\text{g m}^{-3}$, a mediana dla okresu $0,9 \mu\text{g m}^{-3}$. W okresie zimowym wartości miesięczne minimalne osiągały $0,3 \mu\text{g m}^{-3}$, maksymalne $5,7 \mu\text{g m}^{-3}$, mediana dla okresu $1,0 \mu\text{g m}^{-3}$.

Rozkład miesięcznych stężeń SO_2 na powierzchniach SPO MI przedstawiono na rycinie 9.3.

Według średnich za okres zimowy stężenia układały się w porządku malejącym dla nadleśnictw:

Krotoszyn > Zawadzkie > Bircza > Piwniczna > Łąck > Krucz, Szklarska Poręba > Chojnów > Białowieża > Gdańsk, Suwałki > Strzałowo.

Średnie sezonu letniego układały się w porządku malejącym:

Zawadzkie > Szklarska Poręba > Łąck, Chojnów > Bircza, Krucz, Krotoszyn > Piwniczna, Suwałki > Strzałowo, Białowieża, Gdańsk.

Mediany stężeń miesięcznych okresów w sezonach letnich i zimowych nie różniły się istotnie na SPO MI (tab.9.1).

W Rozporządzeniu Ministra Środowiska (Dz. U. z dn. 18 września 2012, poz. 1031) poziom dopuszczalny SO_2 ze względu na ochronę roślin dla roku kalendarzowego i pory zimowej (okres od 1 października do 31 marca) został ustalony na poziomie $20 \mu\text{g m}^{-3}$. Średnie roczne stężenia SO_2 na SPO MI zawierały się w granicach $0,66 \mu\text{g m}^{-3}$ – $2,02 \mu\text{g m}^{-3}$, co stanowiło od 3 do 10% wartości dopuszczalnej. W porze zimowej zakres stężeń wynosił od $0,65 \mu\text{g m}^{-3}$ do $2,64 \mu\text{g m}^{-3}$, tj. od 3 do 13% wartości dopuszczalnej, nie stwierdzono zatem stężeń stwarzających bezpośrednie zagrożenie dla ochrony roślin.

9.2. Dwutlenek azotu

Średnie wartości stężeń dwutlenku azotu na SPO MI przedstawiono na rycinie 9.4. Na niemal wszystkich powierzchniach nastąpił niewielki spadek w stosunku do roku 2019 i 2018 i w 2020 roku średnie roczne stężenia NO_2 stanowiły od 81 do 94% wartości z roku 2019, z wyjątkiem Białowieży i Krotoszyna, gdzie w tym okresie nie obserwowano istotnych zmian średniego poziomu stężeń.

Powierzchnie SPO MI istotnie różniły się pod względem stężeń NO₂. Szereg istotnych różnic wystąpił pomiędzy stężeniami NO₂ 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. 9.2). Podobnie jak w poprzednich latach badań, w nadleśnictwach Polski północnej i północno-wschodniej: Białowieża ($3,3 \mu\text{g m}^{-3}$), Strzałowo ($3,3 \mu\text{g m}^{-3} \text{rok}^{-1}$), Suwałki ($4,5 \mu\text{g m}^{-3} \text{rok}^{-1}$) i Gdańsk ($4,0 \mu\text{g m}^{-3} \text{rok}^{-1}$), a także w rejonach podgórskich i górskich: Bircza i Piwniczna ($3,1 \mu\text{g m}^{-3} \text{rok}^{-1}$) oraz Szklarska Poręba ($3,7 \mu\text{g m}^{-3} \text{rok}^{-1}$) występowały średnio rocznie niższe stężenia NO₂ niż w Chojnowie, Łącku i Krotoszynie.

Podobnie jak w poprzednich latach, najwyższe średnie roczne stężenia NO₂ występowały w rejonach Polski centralnej: w Chojnowie ($9,9 \mu\text{g m}^{-3}$) i Łącku ($7,3 \mu\text{g m}^{-3}$) oraz Polski zachodniej w Krotoszynie ($7,2 \mu\text{g m}^{-3}$) i południowej w Zawadzkim ($7,1 \mu\text{g m}^{-3}$). 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 NO₂ 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 NO₂, 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 w przeliczeniu na hektar należy do najwyższych w Polsce (Rocznik Statystyczny Rolnictwa GUS 2019), wysokie stężenia NO₂ 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 $1,0 \mu\text{g m}^{-3}$ do $20,7 \mu\text{g m}^{-3}$ i wykazywały sezonowość. Na kilku powierzchniach 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 w grudniu w Zawadzkiem ($20,7 \mu\text{g m}^{-3} \text{ m-c}^{-1}$) i nieco niższe w Łącku, Krotoszynie, Kruczu i Chojnowie ($12,9 \mu\text{g m}^{-3} \text{ m-c}^{-1}$ - $17,5 \mu\text{g m}^{-3} \text{ m-c}^{-1}$) (ryc. 9.5, ryc. 9.6).

Stężenia niższe niż $3 \mu\text{g m}^{-3} \text{ m-c}^{-1}$ występowały przeważnie między marcem a wrześniem w Strzałowie i Białowieży w Polsce północno-wschodniej oraz od lutego do września w rejonach górskich w Piwnicznej, Birczy i od marca do lipca w Szklarskiej Porębie. Istotne różnice między medianami miesięcznych stężeń dla okresów letnich i zimowych wystąpiły na kilku powierzchniach: Strzałowo, Białowieża, Krucz, Zawadzkie i Bircza (tab. 9.1).

Średnie stężenia NO_2 w sezonie letnim (kwiecień – wrzesień) układały się w porządku malejącym dla nadleśnictw:

Chojnów > Zawadzkie > Łąck > Krotoszyn > Krucz > Suwałki > Gdańsk
> Szklarska Poręba > Strzałowo > Białowieża > Bircza > Piwniczna.

Stężenia średnie dla okresu zimowego (styczeń-marzec i październik-grudzień) były od 1,4 do 2,7 razy wyższe (1,0 w Chojnowie) niż dla okresu letniego. Układały się w porządku malejącym:

Chojnów > Krotoszyn > Łąck > Zawadzkie > Krucz, Suwałki > Gdańsk >
Szklarska Poręba > Piwniczna, Białowieża > Bircza > Strzałowo.

Średnie wartości stężeń NO_2 wynosiły w roku 2020 od 3,1 do $9,9 \mu\text{g m}^{-3} \text{ rok}^{-1}$, tj. odpowiednio od 10 do 33% wartości dopuszczalnej poziomu tlenków azotu. Wartość dopuszczalna została określona dla tlenków azotu Rozporządzeniem Ministra Środowiska (Dz. U. z dn. 18 września 2012, poz. 1031) dla roku kalendarzowego ze względu na ochronę roślin na poziomie $30 \mu\text{g m}^{-3}$.

9.3. 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 2020 roku (ryc. 9.7). 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 od 0,8 do $1,0 \text{ kg S ha}^{-1} \text{ rok}^{-1}$. W Polsce

centralnej w Chojnowie oraz w Wielkopolsce w Kruczu wynosiła $1,5 \text{ kg S ha}^{-1} \text{ rok}^{-1}$, w Sudetach w Szklarskiej Porębie i Beskidzie w Piwnicznej wynosiła $1,6 \text{ kg S ha}^{-1} \text{ rok}^{-1}$, w Łącku i w Birczy od $1,7$ do $1,9 \text{ kg S ha}^{-1} \text{ rok}^{-1}$, w Wielkopolsce w Krotoszynie $2,2 \text{ kg S ha}^{-1} \text{ rok}^{-1}$, a w Zawadzkiem $2,6 \text{ kg S ha}^{-1} \text{ rok}^{-1}$.

Najmniejszą depozycję azotu – około $0,9 \text{ kg}$ – odnotowano w Birczy, w rejonie podkarpackim. Niskie ilości – od $1,2 \text{ kg}$ do $1,4 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ rok}^{-1}$ – zostały odnotowane w nadleśnictwach położonych w Polsce północnej i północo-wschodniej: Białowieży, Gdańsku i Strzałowie oraz w Karpatach w Piwnicznej i Sudetach w Szklarskiej Porębie. Pośrednie ilości – od $1,7 \text{ kg}$ do $2,1 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ rok}^{-1}$ – otrzymały powierzchnie w Suwałkach, Krotoszynie, Łącku i Kruczu. W Zawadzkiem depozycja N wyniosła $2,7 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ rok}^{-1}$, a najwyższa była w Chojnowie: $3,8 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ rok}^{-1}$.

Od 51 do 73% depozycji N oraz od 47 do 69% depozycji S przypadało na okres zimowy.

9.4. 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 ($2,0\text{--}2,7 \text{ kg N+S ha}^{-1} \text{ rok}^{-1}$). 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 2020). 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 pogórzu: Szklarska Poręba, Piwniczna i Bircza wyróżniają się dość niskimi wartościami sumarycznej depozycji N-NO₂ i S-SO₂ ($2,8\text{--}3,0 \text{ kg N+S ha}^{-1} \text{ rok}^{-1}$). W województwie podkarpackim, na terenie którego położona

jest SPO MI Bircza, ogólna emisja SO₂ i NO_x z zakładów szczególnie uciążliwych jest co najmniej kilkukrotnie niższa niż w województwach mazowieckim, wielkopolskim i opolskim, gdzie zlokalizowane są SPO MI z grupy o wyższym poziomie zanieczyszczeń (Rocznik statystyczny województw 2020). 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 obciążenie sumarycznym ładunkiem zanieczyszczeń gazowych było pośrednie i wyniosło odpowiednio 3,6 i 4,3 kg N+S ha⁻¹. Depozycja gazowa zmalała w stosunku do roku 2019 na większości SPO MI, z wyjątkiem Krotoszyna, gdzie wzrosła o 9% oraz Zawadzkiego i Szklarskiej Poręby, gdzie utrzymywała się na niemal niezmiennym poziomie

W Łącku depozycja wyniosła 3,8 kg N+S ha⁻¹, malejąc w stosunku do dwóch poprzednich lat, lecz nadal przewyższając poziom odnotowany w roku 2017.

Od lat najbardziej obciążone zanieczyszczeniami atmosferycznymi są SPO w Chojnowie i Zawadzkiem. W roku 2020 depozycja wynosiła tam 5,3 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 (25,8% zatrzymanych zanieczyszczeń gazowych w 2019 roku w zestawieniu ze średnią dla Polski 70,3%. Rocznik statystyczny województw 2020).

Rejony Polski centralnej, na których depozycja gazowych zanieczyszczeń była pośrednia i wysoka, to są nadleśnictwa: Zawadzkie, Chojnów, Krotoszyn, Łąck i Krucz, pokrywają się z obszarami, na których istnieje ryzyko przekroczeń ładunków krytycznych eutrofizacji i zakwaszenia. Prognozy do 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).

Na obserwowane spadki depozycji gazowej w roku 2020 mogło mieć wpływ ograniczenie aktywności ludzkiej wywołane pandemią COVID-19 (por. Berman i Ebisu, 2020), jednak skala tego zjawiska będzie możliwa do oszacowania dopiero w okresie późniejszym.

10. WIELKOŚĆ DEPOZYTU WNOSZONEGO Z OPADAMI ATMOSFERYCZNYMI 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 próbki. Próbniki zbudowane są z butli z tworzywa sztucznego o pojemności 5 dm³ z lejkami o powierzchni chwytnej 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 przemianami biologiczno-chemicznymi wywoływanymi 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 wiadrami 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:

$$\text{pH} = -\log_{10} [\text{H}^+].$$

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⁻, NO₃⁻, SO₄²⁻, NH₄⁺, Al, Fe, Mn, azotu całkowitego N_{tot}, rozpuszczonego węgla organicznego RWO) zastosowano testy nieparametryczne (ANOVA rang Kruskala-Wallis). Rozkłady danych, jak wskazały wyniki testu Shapiro-Wilka, odbiegały od normalnego. Obliczenia statystyczne wykonano w pakiecie oprogramowania STATISTICA wersja 10 (StatSoft Inc. 2011).

10.1. 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 chemizm opadów jest przewodność elektrolityczna właściwa (EC), będąca pośrednio miarą ogólnej zawartości zdysocjowanych soli. Przewodność opadów osiągała średnio rocznie od 8,8 do 18,2 μS cm⁻¹. Miesięczne wahania wynosiły od 5,2 μS cm⁻¹ do 125 μS cm⁻¹, najniższą wartość odnotowano w Szklarskiej Porębie w październiku (opad 230 mm) a maksymalną w kwietniu w Chojnowie (opad 24 mm). Obserwowano tendencję do występowania wyższych wartości EC 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 10.1.

10.2. 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 17,5 do 34,5 kg ha^{-1} (tab.10.1). Depozycja w Chojnowie, Białowieży, Łącku, Birczy, Piwnicznej i Suwałkach była wyższa niż w roku 2019 (wzrost o odpowiednio 43%, 35%, 32%, 17%, 9% i 9%), natomiast najbardziej znaczący spadek – 15% – zanotowano w Kruczu. Na pozostałych powierzchniach (Krotoszyn, Strzałowo, Gdańsk, Zawadzkie i Szklarska Poręba) depozycja zmieniła się od -4% do 5% w stosunku do roku 2019.

Niską ilość jonów zdeponowały opady w nadleśnictwach Piwniczna i Krucz (17,5 – 17,6 kg ha^{-1}). Suma rocznej depozycji na pozostałych SPO MI z wyjątkiem Szklarskiej Poręby i Gdańska wynosiła od 17,6 $\text{kg ha}^{-1} \text{rok}^{-1}$ do 29,8 $\text{kg ha}^{-1} \text{rok}^{-1}$. W Szklarskiej Porębie i Gdańsku depozyt był wysoki i wynosił odpowiednio 34,2 kg ha^{-1} i 34,5 kg ha^{-1} . Na tak wysoką depozycję – wynikającą głównie z dużej sumy rocznej opadów – 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 o 1,3 $\text{kg ha}^{-1} \text{rok}^{-1}$ wyższa niż w Gdańsku i aż o 10,8 $\text{kg ha}^{-1} \text{rok}^{-1}$ – 12,2 $\text{kg ha}^{-1} \text{rok}^{-1}$ wyższa niż na pozostałych SPO MI.

Suma depozycji w okresie zimowym stanowiła od 28 do 48%, a w Szklarskiej Porębie aż 63% depozycji rocznej (ryc. 10.2).

Po części przewaga depozytu okresu letniego wynikała z wyższej sumy opadów. Na miesiące letnie przypadało bowiem od 55% (w Szklarskiej Porębie 44%) do 85% sumy rocznej opadu.

Pomiędzy SPO MI wystąpiły istotne różnice szczególnie w depozycji Cl^- , Na , NH_4^+ i wskaźników świadczących o równowadze kwasowo-zasadowej opadów (tab. 10.2). Wyniki testów statystycznych potwierdzają zaobserwowane różnice między Szklarską Porębą, Gdańskiem a szeregiem innych SPO MI pod względem depozycji składników z aerozoli morskich.

10.3. 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 0,7 do 1,5% depozytu rocznego wszystkich składników. Na metale ciężkie, wśród których ilościowo dominował cynk, przypadło od 0,4 do 0,9%, tj. od 0,10 do 0,26 $\text{kg ha}^{-1} \text{rok}^{-1}$. Największe ilości metali ciężkich zanotowano na SPO MI w Szklarskiej Porębie i Birczy (odpowiednio 0,26 i 0,20 $\text{kg ha}^{-1} \text{rok}^{-1}$). 0,16 $\text{kg ha}^{-1} \text{rok}^{-1}$ zostało zdeponowane na powierzchniach w Zawadzkiem i Piwnicznej, 0,14 $\text{kg ha}^{-1} \text{rok}^{-1}$ w Białowieży, Łącku i Chojnowie a 0,10–0,13 $\text{kg ha}^{-1} \text{rok}^{-1}$ w Gdańsku, Strzałowie, Suwałkach, Kruczu i Krotoszynie. Niski udział metali ciężkich (do 0,5%) w depozycie występował w Gdańsku, Suwałkach i Chojnowie, osiągał 0,6% w Strzałowie, Białowieży, Kruczu i Krotoszynie, 0,8% w Szklarskiej Porębie i Zawadzkiem, i 0,9% w Piwnicznej i Birczy.

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.

10.4. Właściwości kwasowo-zasadowe wód opadowych

Właściwości charakteryzujące status kwasowo-zasadowy wód opadowych są mierzone i wyrażane w różnoraki sposób. Podstawową najpowszechniej oznaczaną cechą wód jest odczyn wyrażony w pH.

W opadach na SPO MI średnie pH mieściło się w granicach od 5,0 do 6,1 (mediany od 5,0 do 6,3) (ryc. 10.3). Minimalną wartość osiągnęło w styczniu w Birczy, a maksymalną w kwietniu w Chojnowie.

Udział miesięcznych opadów o pH niższym od 5,0 wyniósł 7,6% (ryc. 10.4) i z ponad dziesięcioletnich pomiarów wynika, że udział ten sukcesywnie spada. Co charakterystyczne, opady o pH niższym od 5,0 przeważały w miesiącach zimowych. Średnio w okresie zimowym na większości powierzchni pH opadów było niższe niż w

okresie letnim (ryc. 10.5), z wyjątkiem Strzałowa i Zawadzkiego. W Zawadzkiem i Krotoszynie różnica odczynu opadów zimą i latem była niewielka.

Najwyższa kwasowość opadów mierzona średnią roczną wartością pH wystąpiła na Śląsku w Zawadzkiem (pH 5,0), w nadleśnictwach rejonów górskich, tj. w Szklarskiej Porębie (pH 5,3), Piwnicznej (pH 5,3) i Birczy (pH 5,4), a także w Strzałowie (pH 5,2) (ryc. 10.5). Również stosunkowo niskie średnie pH opadów odnotowano w Gdańsku i Białowieży (pH 5,5). W Kruczu i Łącku pH opadów wynosiło średnio 5,6, w Suwałkach 5,8, w Chojnowie 5,9. Najniższa kwasowość opadów występowała w Krotoszynie (pH 6,1).

Pojemność zobojętniania kwasów (ANC, [$\mu\text{eq dm}^{-3}$]) jest miarą zdolności roztworów do zobojętniania mocnych kwasów. Jest wyliczana z równania:

$$ANC = \sum \text{kationy mocnych zasad} - \sum \text{aniony mocnych kwasów}$$

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 74% miesięcznych opadów przyjmowało ujemne wartości ANC (ryc. 10.6), z czego nieco więcej przypadało na okres zimowy (40% próbek pobranych w ciągu roku) niż letni (34% próbek pobranych w ciągu roku).

ANC półrocza zimowego było z reguły niższe niż w półroczu letnim na powierzchniach obserwacyjnych, z wyjątkiem Gdańska i Chojnowa (ryc. 10.7). Średnio rocznie ANC osiągnęło wartość dodatnią jedynie w Chojnowie i Suwałkach. Na pozostałych powierzchniach średnio rocznie ANC było ujemne, a niskie wartości wystąpiły w Zawadzkiem, Strzałowie, Łącku i Kruczu (odpowiednio -27,0, -19,4, -14,7 i -13,6 $\mu\text{eq dm}^{-3} \text{ rok}^{-1}$).

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 68%. Spośród SPO MI, Krotoszyn, Krucz i Łąck miały najwyższy udział jonów o charakterze zakwaszającym (68%); również w Strzałowie i Zawadzkiem udział ten przekraczał 65%, a zjawisku temu towarzyszył niski udział jonów o charakterze zasadowym (poniżej 30%). Niski udział depozycji jonów o charakterze zakwaszającym występował w Piwnicznej i Suwałkach (54–56%), przy jednocześnie wysokim udziale jonów o charakterze zasadowym (40% i 43% odpowiednio).

Na każdej powierzchni w depozycie rocznym w roku 2020 dominowały jony kwasotwórcze (ryc. 10.8), a ich przewaga nad jonami zasad była dwuipółkrotna w Zawadzkiem i ponad dwukrotna w Strzałowie, Łącku, Krotoszynie i Kruczu.

11. OPADY PODKORONOWE ORAZ ROZTWORY GLEBOWE 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. 11.1). 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 2020 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 z powierzchni SPO MI. Próbniki

zbudowane są z polietylenowych butli o pojemności 5 dm³ z lejkami o powierzchni chwytniej 201 cm². Liczba próbników jest uzasadniona wysoką zmiennością przestrzenną składników dostarczanych z opadami (Kowalska i in. 2016b). 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 próbniki oraz chronić próbki wody przed światłem słonecznym, wywołującym niepożądane zmiany składu chemicznego. W okresie zimowym, przy spodziewanej przewadze opadów śniegu, próbniki zastępowane są sześcioma wiadrami z tworzywa sztucznego o pojemności około 24 dm³ i powierzchni chwytniej 784 cm². Próbkę wody po pobraniu są transportowane do laboratorium Instytutu Badawczego Leśnictwa w termostatowanych pojemnikach zaopatrzonych we wkłady chłodzące. Próbkę 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 chwytniej 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:

$$\text{pH} = -\log_{10}[\text{H}^+]$$

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).

11.1. Skład chemiczny opadów podkoronowych

Średnia przewodność elektrolityczna właściwa będąca pośrednio miarą ogólnej zawartości jonów w wodach w 2020 roku przyjmowała miesięcznie wartości od 12,0 do 217 $\mu S\ cm^{-1}$ (ryc. 11.2). 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 na SPO MI”). Wartości przewodności były zależne od ilości opadów w badanym okresie. Dla okresów z sumą opadów mieszczącą się w dolnym kwartylu (poniżej 28,4 mm $m\cdot c^{-1}$) mediana przewodności wynosiła 29,7 $\mu S\ cm^{-1}$, podczas gdy w okresach z sumą opadów w zakresie górnego kwartylu (powyżej 82,2 mm $m\cdot c^{-1}$) przewodność była o wiele niższa (mediana równa 10,0 $\mu S\ cm^{-1}$). W okresach niskich opadów zanieczyszczenia dostarczane z wodą opadową i spłukiwane oraz wymywane z liści były obecne w próbkach w dużych stężeniach, zaś wysokim opadom towarzyszył tzw. efekt rozcieńczenia.

Zakresy stężeń miesięcznych [$mg\ dm^{-3}\ m\cdot c^{-1}$], mediany i zakres kwartylowy dla podstawowych składników opadów podkoronowych przedstawiono na rycinie 11.2.

11.2. 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 1,6 do 3,7 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 w drzewostanie bukowych w Gdańsku (1,6-krotnie), świerkowym w Szklarskiej Porębie, dębowym w Łącku oraz sosnowych w Kruczu, Strzałowie i Chojnowie (1,7–2,3-krotnie). Opady podkoronowe były bardziej wzbogacone w stosunku do opadów bezpośrednich (2,6–3,7-krotnie) w drzewostanach: dębowym w Krotoszynie,

sosnowych w Zawadzkiem i Białowieży oraz w świerczynach w Piwnicznej i Suwałkach. Depozyt podkoronowy mieścił się w zakresie od 35,0 do 78,5 kg ha⁻¹ rok⁻¹ (tab.11.1).

Depozyt podkoronowy był wysoki – powyżej 78 kg ha⁻¹ rok⁻¹ – w świerczynie w Suwałkach i Szklarskiej Porębie. Przekraczał 60 kg ha⁻¹ rok⁻¹ w buczynie w Birczy i 50 kg ha⁻¹ rok⁻¹ w buczynie w Gdańsku, w dąbrowie w Krotoszynie, drzewostanie sosnowym w Chojnowie, Białowieży i Zawadzkiem oraz świerkowym w Piwnicznej. Poniżej 40 kg ha⁻¹ rok⁻¹ wniosła depozycja w drzewostanie sosnowym w Kruczu.

W opadach podkoronowych występowało więcej istotnych różnic pomiędzy SPO MI, niż w opadach na otwartej przestrzeni (tab.11.2). Różnice dotyczyły nieco innych składników niż w opadach na otwartej przestrzeni, uwidaczniając wpływ koron na skład depozycji. Powierzchnie, gdzie opady podkoronowe charakteryzowały się największą kwasowością (Szklarska Poręba, Zawadzkie), różniły się istotnie od powierzchni Polski północnej, północno-wschodniej (Białowieża, Suwałki, Gdańsk i Strzałowo) i centralnej (Łąck) pod względem depozycji co najmniej jednego ze składników, które wskazują na zakwaszenie lub eutrofizację opadów: ANC, H⁺, S-SO₄²⁻, N-NO₃⁻. 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 Polski centralnej (Łąck) czy Podkarpacia (Bircza).

W opadach w drzewostanie bukowym w Gdańsku występowały istotnie mniejsze depozyty rozpuszczonego węgla organicznego (RWO) niż w drzewostanie sosnowym w Białowieży, Zawadzkiem i świerkowym w Szklarskiej Porębie. 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.

11.3. Depozyt pierwiastków śladowych w opadach podkoronowych

Depozyt pierwiastków śladowych i metali ciężkich: żelaza, manganu, glinu, cynku, miedzi, kadmu i ołowiu wynosił od 0,48 do 1,11 kg ha⁻¹ rok⁻¹, co odpowiadało od 0,8 do 2,3% całkowitej rocznej depozycji podokapowej. Najwyższy udział omawianych metali w depozycie ogólnym stwierdzono w Kruczu i Łącku, przy czym w depozycie metali około 58% w Kruczu i aż 70% udziału w Łącku 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 częściowo duży udział 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. 10.1).

Udział samych metali ciężkich (Zn, Cu, Pb, i Cd) stanowił w sumie rocznego depozytu od 0,1 do 0,4%. Na poszczególnych powierzchniach depozyt metali ciężkich wyniósł od 0,10 do 0,25 kg ha⁻¹ rok⁻¹, z czego od 73 do 82% stanowił Zn.

11.4. Właściwości kwasowo-zasadowe opadów podkoronowych

Obniżone pH, tj. niższe niż 5,0 występowało na przestrzeni roku w 15% miesięcznych próbek opadów. Opady o pH poniżej 5,0 sporadycznie występowały w półroczu letnim, natomiast przeważały w okresie zimowym (ryc. 11.3), a szczególnie styczniu (na sześciu SPO MI) oraz lutym (na pięciu SPO MI).

Powierzchnie zlokalizowane w Polsce północno-wschodniej (Suwałki, Gdańsk) oraz centralnej (Łąck, Krotoszyn) charakteryzowały się wyższym średnim rocznym pH (5,7–6,0) niż w pozostałych rejonach Polski.

Średnie roczne pH poniżej 5,0 nie wystąpiło w 2020 roku, natomiast najniższą wartość przyjął w Zawadzkiem (5,1), a w rejonach górskich i podgórskich i na Śląsku: w Szklarskiej Porębie, Piwnicznej i Zawadzkiem było również stosunkowo niskie (5,1–5,4) (ryc. 11.4).

Odczyn opadów był bardziej kwaśny niż średnio w roku 2019 jedynie w Białowieży (o 0,2 jednostki pH), natomiast opady były mniej kwaśne średnio w 2020 roku w Birczy, Krotoszynie, Zawadzkiem, Łącku, Piwnicznej, Strzałowie i Suwałkach (o 0,2 do 0,4 jednostek pH). Na pozostałych powierzchniach pH opadów w 2019 roku było zbliżone do pH z roku 2019.

Pojemność zobojętniania kwasów (ANC), obliczona jako różnica stężeń kationów mocnych zasad (Ca, Mg, Na, K) i anionów mocnych kwasów (SO₄²⁻, NO₃⁻, Cl⁻) w µeq dm⁻³, jest wskaźnikiem pozwalającym ocenić, czy w wodach występuje nadmiar wolnych mocnych kwasów (ANC<0), czy zasad (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 26% przypadków. Ujemne wartości ANC związane z przewagą jonów wolnych kwasów występowały przeważnie w okresie zimowym (ryc. 11.5), co można przypisać zarówno wzmożonym emisjom zanieczyszczeń w związku z sezonem grzewczym, jak i zmniejszonej aktywności biologicznej drzew i mniejszej wymianie jonowej niż w okresie wegetacyjnym. Na niemal wszystkich powierzchniach obserwacyjnych ANC półrocza zimowego było niższe niż w półroczu letnim, z wyjątkiem Birczy (ryc. 11.6).

Średnio rocznie dodatnią wartość ANC (przewagę wolnych zasad) w opadach podkoronowych odnotowano w obu drzewostanach dębowych: w Krotoszynie ($110 \mu\text{eq dm}^{-3} \text{rok}^{-1}$) i Łącku ($76,6 \mu\text{eq dm}^{-3} \text{rok}^{-1}$) i bukowych w Gdańsku ($35,9 \mu\text{eq dm}^{-3} \text{rok}^{-1}$) i Birczy ($94,8 \mu\text{eq dm}^{-3} \text{rok}^{-1}$), w świerczynach w Piwnicznej ($59,2 \mu\text{eq dm}^{-3} \text{rok}^{-1}$) i Suwałkach ($183 \mu\text{eq dm}^{-3} \text{rok}^{-1}$) oraz w czterech z pięciu drzewostanów sosnowych: Białowieży ($206 \mu\text{eq dm}^{-3} \text{rok}^{-1}$), Strzałowie ($89,4 \mu\text{eq dm}^{-3} \text{rok}^{-1}$) Chojnowie ($76,1 \mu\text{eq dm}^{-3} \text{rok}^{-1}$) i Kruczu ($45,0 \mu\text{eq dm}^{-3} \text{rok}^{-1}$).

Przewagę jonów wolnych kwasów obserwowano w opadach w drzewostanie sosnowym na obszarze Śląska (Zawadzkie; ANC $-8,3 \mu\text{eq dm}^{-3} \text{rok}^{-1}$) i w Sudetach w Szklarskiej Porębie ($-3,7 \mu\text{eq dm}^{-3} \text{rok}^{-1}$).

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. 11.7). W skali miesięcznej notowano również przypadki obniżenia ANC opadów w koronach; dotyczyły one niemal wszystkich powierzchni i częściej występowały w okresie zimowym.

Jony o zakwaszającym oddziaływaniu na środowisko (SO_4^{2-} , NO_3^- , NH_4^+ , Cl^-) stanowiły od 39 do 59% rocznego molowego depozytu (sumy azotu mineralnego, chlorków, siarczanów (VI), kationów zasadowych, żelaza, glinu, manganu i metali ciężkich, wyrażonej w $\text{mol}_c \text{ha}^{-1}$). W opadach w drzewostanie Nadleśnictwa Zawadzkie stwierdzono najwyższy udział jonów o charakterze zakwaszającym (59%), podobnie jak w poprzednich latach. Udział ten przekraczał połowę całkowitej depozycji podokapowej również w Szklarskiej Porębie (57%), Kruczu (52%) i Gdańsku (51%), a sięgał niemal połowy depozycji w Piwnicznej, Chojnowie, Krotoszynie i Łącku (47–50%). W Strzałowie, Suwałkach, Białowieży i Birczy wynosił od 39 do 44%, tam też depozyt molowy jonów o charakterze zasadowym (Ca^{2+} , K^+ , Mg^{2+} i Na^+) znacznie przewyższał depozyt jonów zakwaszających (ryc. 11.8).

Przepływ jonów z opadami atmosferycznymi i podkoronowym zilustrowano na rycinie 11.9, na przykładzie czterech głównych gatunków drzew.

11.5. Spływ po pniu

Depozycja składników z opadami w drzewostanach byłaby znacząco niedoszacowana, gdyby pominięto jedną ze ścieżek dopływu wód opadowych do gleb leśnych: 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 2019/2020 wznowiono badania w marcu i kontynuowano pobór próbek do listopada w Birczy i do grudnia w Gdańsku. 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 40 mm w Nadleśnictwie Gdańsk i 42 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 3 do 12% opadu bezpośredniego (na otwartej przestrzeni) w Gdańsku oraz od 4 do 11% 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. 11.10).

Spływ po pniu w Birczy charakteryzował się średnio w okresie badań wyższym pH i zasadowością w porównaniu z Gdańskiem. Na obu powierzchniach średnio rocznie pojemność zobojętniania kwasów (ANC) była większa niż w opadach podkoronowych i na otwartej przestrzeni.

Depozyt składników wniesiony ze spływem po pniu przedstawiono w tabeli 11.1. Wyniósł on w okresie badań 5,9 kg ha⁻¹ w Gdańsku oraz 4,0 kg ha⁻¹ w Birczy. Stanowiło to 11% 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 5–9% opadu podkoronowego, depozyt rozpuszczonego węgla organicznego w spływie po pniu wynosił około 15–25% depozycji podokapowej RWO.

12. ROZTWORY GLEBOWE – 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 2020 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 2019/2020 wznowiono od marca w Birczy, Krotoszynie i Piwnicznej a od kwietnia w Szklarskiej Porębie. W Białowieży, Gdańsku, Suwałkach, Strzałowie, Chojnowie, Łącku, Kruczu i Zawadzkiem wskutek łagodnych warunków pogodowych próbki pobierane były bez przerwy zimowej 2019/2020. W rejonach górskich (Szklarska Poręba i Bircza) próbki pobierano w zależności od warunków pogodowych do końca listopada, a na pozostałych SPO MI do końca grudnia.

W 2020 roku wskutek niskich opadów na niektórych SPO MI, szczególnie w Wielkopolsce na SPO Krotoszyn występowały miesiące, gdy woda glebowa nie była dostępna i nie było możliwe pobieranie wystarczających ilości próbek do badań. Próbkę pobierano tam od marca do końca roku, jednak od lipca do końca roku nie udało się zebrać ilości przydatnych do analiz. Najtrudniejsza sytuacja pod względem dostępności wody w drzewostanach występowała między lipcem a wrześniem w Polsce północnej i północno-wschodniej: w Białowieży, Gdańsku, Suwałkach i Strzałowie, gdzie w pojedynczych miesiącach letnich nie udało się pobrać roztworów glebowych do badań. Na większości obszaru badań 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 2020 roku w badanych roztworach glebowych wynosiło od 4,1 do 7,4 na głębokości 25 cm oraz od 4,4 do 7,9 na głębokości 50 cm (ryc. 12.1).

Zmiany większe niż $\pm 0,2$ jednostki pH w porównaniu z rokiem poprzednim wystąpiły jedynie w kilku przypadkach 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, Suwałkach, Krotoszynie i w mniejszym stopniu w Zawadzkiem. Na tych powierzchniach stwierdzono szczególnie duże wahania pH (od 0,2 do 0,6 jednostki) na jednej lub obu głębokościach w porównaniu do roku 2019. Przykładowo w Suwałkach po wzroście pH o 0,6 jednostki na 25 cm głębokości w roku 2018 nastąpił w 2019 roku spadek o 0,3 jednostki i ponowny wzrost o 0,6 jednostki w 2020 roku, za to na głębokości 50 cm wystąpił wzrost o 0,7 jednostki w roku 2019 w porównaniu do roku 2018 i ponowny spadek o 0,5 jednostki w roku 2020.

Kwaśne roztwory występowały w drzewostanach sosnowych w Zawadzkiem, Kruczu i Chojnowie (pH od 4,2 do 4,5) i podobnie w Białowieży (pH od 4,5 do 4,7). 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 4,4–4,7. W dąbrowie w Krotoszynie mimo że pH na głębokości 50 cm wynosiło 6,0, w płytszym poziomie było najniższe spośród SPOMI i wynosiło tylko 4,1. W Strzałowie (sosna), Birczy (buk) i w Suwałkach (świerk) pH osiągało średnie wartości w zakresie 6,4 – 7,9. 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 25 i 50 cm wynosiła odpowiednio 1,9, 1,2 i 1,1 jednostki pH.

W składzie roztworów glebowych znaczący udział miały kationy o charakterze zasadowym: Ca, Mg i K, które stanowiły powyżej 60% sumy jonów na obu głębokościach w Birczy, Strzałowie oraz Suwałkach (ryc. 12.2).

Udział kationów o charakterze zasadowym w sumie jonów był niski (22–30%) na powierzchni świerkowej w Szklarskiej Porębie i w drzewostanach sosnowych w Chojnowie, Kruczu i Zawadzkiem. W drzewostanie sosnowym w Białowieży, w dąbrowie w Łącku, w buczynie w Gdańsku i świerczynie w Piwnicznej był nieco wyższy i wynosił od 29 do 42%.

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. 12.1) przyjął znacznie niższe od jedności wartości, mieszczące się w zakresie od 0,3 do 0,7 w roztworach glebowych na obu głębokościach w nadleśnictwach: Szklarska Poręba (świerk), Chojnów (sosna), Zawadzkie (sosna), Krucz (sosna). W Piwnicznej (świerk) mieścił się w granicach 0,6–0,9. W Gdańsku (buk) i Łącku (dąb) wynosił odpowiednio 0,4 i 0,5 na głębokości 25 cm i wzrastał do 0,7–1,0 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 0,2 do 1,4 mg N dm⁻³ przez cały okres pobierania próbek (ryc. 12.3). W Krotoszynie były obecne w stężeniu od 14 do 18 mg N dm⁻³, w Zawadzkim od kwietnia występowały w stężeniu 0,1 - 0,9 mg N dm⁻³. W Suwałkach obserwowano – z wyjątkiem maja – stężenie od 0,6 do 2,9 mg N dm⁻³.

W Suwałkach obecność azotanów można wiązać z uszkodzeniem drzewostanu i powolnym rozpadem, związanym z obecnością kornika i chorobami grzybowymi, w wyniku czego część powierzchni badawczej została pozbawiona drzew. Wykonywane są tam dalsze cięcia sanitarne, ostatnio zimą 2018/2019.

W Krotoszynie w drzewostanie przeprowadzono w 2017 roku cięcia sanitarne, czego następstwem może być wzmożone uwalnianie N- NO_3^- do roztworów glebowych

wskutek zwiększonej mineralizacji materii organicznej. Dodatkowo drzewostan wykazuje oznaki uszkodzeń spowodowanych różnymi czynnikami, a zamierające drzewa powiększają powierzchnię gleby nieosłoniętą okapem, przez co może przyspieszać tempo mineralizacji w glebie.

Na SPO w Białowieży w ostatnich latach wystąpiły wiatrowały, 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.

Zjawiska zamierania 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 Suwałkach (świerk) i Białowieży (sosna) (ryc. 12.4) 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 lub przeprowadzonych cięć sanitarnych. Innym czynnikiem stymulującym pojawianie się NH_4^+ w fazie wodnej gleby jest spowolnienie tempa nityfikacji (por. Gundersen i in. 1998) przy niskim pH gleby i szerokim stosunku węgla do azotu w warstwie organicznej, czyli w warunkach charakterystycznych dla gleb SPO MI w Zawadzkiem (sosna), gdzie NH_4^+ również były obecne w roztworach glebowych w wykrywalnych ilościach. Formy azotu, które są zazwyczaj mocno związane w kompleksie sorpcyjnym, pojawiają się w fazie wodnej gleby powiększając pulę azotu podatnego na wymywanie.

13. ZMIANY STĘŻEŃ ZANIECZYSZCZEŃ GAZOWYCH, DEPOZYCJI ORAZ SKŁADU ROZTWORÓW GLEBOWYCH PO ROKU 2010 – ANNA KOWALSKA

Stężenia NO_2 i SO_2 w powietrzu poddano analizie występowania trendów w latach 2011–2020 dla SPO Gdańsk, Suwałki, Strzałowo, Białowieża, Krucz, Krotoszyn, Łąck, Chojnów, Zawadzkie, Szklarska Poręba i Bircza, a od roku 2013 również dla SPO Piwniczna. Ponadto przeprowadzono analizę trendów dla wielkości opadów na otwartej przestrzeni i pod okapem, pH, zasadowości oraz depozycji SO_4^{2-} , NO_3^- , NH_4^+ i Ca w latach

2010–2020. 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 4.0.1 (R Core Team 2020) z użyciem pakietów Kendall (McLeod 2011) oraz rkt (Marchetto 2021).

Na każdej z badanych SPO MI w ostatnich latach zanotowano spadek stężenia dwutlenku siarki (tab. 13.1), przy czym w Piwnicznej obserwowane trendy spadkowe były na granicy istotności. Największe spadki wystąpiły w rejonach górskich: w Szklarskiej Porębie i Birczy oraz w Polsce centralnej: w Kruczu i Łącku. W rejonach o ogólnie niższym poziomie zanieczyszczeń gazowych (Polska północno-wschodnia): w Suwałkach, Strzałowie i Białowieży spadek stężenia SO_2 nie był tak wyraźnie zaznaczony, mimo że testy wskazują na jego istotność.

Stężenia dwutlenku azotu w powietrzu w badanym okresie również wykazywały tendencje spadkowe na wszystkich badanych powierzchniach SPO MI, jednak trend nie był istotny w Suwałkach (tab. 13.1). Najślabiej zaznaczony istotny spadek stężeń NO_2 miał miejsce w Strzałowie i Białowieży (Polska północno-wschodnia), 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 NO_2 wystąpił w Chojnowie, gdzie obserwowane są najwyższe stężenia NO_2 spośród powierzchni monitoringu lasów. Poza tym duży spadek zaobserwowano również w Łącku, Piwnicznej i Zawadzkiem.

Stężenia gazowych zanieczyszczeń powietrza w latach 2011–2020 przedstawiono na rycinach 13.1–13.6, czerwona linia ilustruje tendencje zmian stężeń.

W latach 2010–2020 ani na otwartej przestrzeni, ani pod okapem (tab. 13.2) występowały istotne trendy wysokości opadów na powierzchniach SPO MI, z wyjątkiem Szklarskiej Poręby i Krotoszyzna, gdzie zaobserwowano spadek ilości opadów. Na otwartej przestrzeni lub w drzewostanach na większości SPO MI pH opadów wykazywało istotny ($p \leq 0,05$) trend rosnący, co można uznać za zjawisko pozytywne. Wyjątkiem była powierzchnia świerkowa w Piwnicznej, 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. Trend był nieistotny ($p > 0,05$) jedynie pod okapem na SPO w buczynie Birczy.

Zmniejszające się zakwaszenie opadów i spadek depozycji związków siarki wiązał się z tendencją wzrostu zasadowości opadów w drzewostanach na licznych SPO MI, z wyjątkiem Białowieży, Strzałowa, Łącka i Piwnicznej.

Depozycja związków azotu w znacznie mniejszym stopniu niż $S-SO_4^{2-}$ podlegała trendom i trudno jest wskazać jednakowy kierunek zmian na terenie Polski. Trendy wzrostu depozycji $N-NO_3^-$ wykryto w Białowieży, zaś trendy spadkowe w Birczy, Łącku, Krotoszynie, Kruczu, Piwnicznej i Szklarskiej Porębie. Depozycja formy zredukowanej azotu ($N-NH_4^+$) istotnie malała w Gdańsku, Birczy, Krotoszynie, Strzałowie, Kruczu, Suwałkach, Szklarskiej Porębie i Piwnicznej, natomiast rosła w Białowieży. Istotne trendy spadkowe $N-NH_4^+$ występowały częściej w opadach docierających do koron drzew, natomiast rzadziej obserwowano je w drzewostanach (Gdańsk, Krotoszyn, Suwałki). Azot jest składnikiem podlegającym wymianie w warstwie koron, zatem zmiany depozycji na otwartej przestrzeni mogą nie korespondować ze zmianami depozycji podokapowej. Część azotu jest konsumowana w kontakcie z listowiem i trafia do ekosystemu drogą pośrednią, wbudowywana w biomasę zanim dotrze z opadem do gleby.

Warunki w glebie w badanym okresie pozostawały na większości SPO stabilne; wszelkie trendy wielkości depozycji na przestrzeni ostatnich lat w niewielkim stopniu znajdowały odzwierciedlenie w zmianach składu chemicznego roztworów glebowych (tab. 13.3). W roztworach glebowych kwasowość zmniejszała się na obu głębokościach tylko 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 w opadach. Wskaźnik pH wykazywał trend rosnący również na głębokości 25 cm w Suwałkach (Św) i 50 cm w Strzałowie (So), lecz obie te powierzchnie charakteryzują się stosunkowo żyznymi glebami o zazwyczaj niższej kwasowości roztworów glebowych niż na innych SPO. Zmiany pH w Piwnicznej (świerk) i Krotoszynie (dąb) były niewielkie, mimo że istotne.

Dzięki temu, że badania w Chojnowie (sosna) rozpoczęto wcześniej niż na pozostałych SPO MI, długość serii danych obejmującej lata 2004–2020 pozwoliła na wykrycie niewielkiego rosnącego trendu pH na obu głębokościach, zapewne związanego z malejącym stężeniem jonów siarczanowych (VI). Mimo to na przestrzeni kilkunastu lat spada udział kationów w stosunku do glinu w górnej warstwie gleby, trudno zatem jednoznacznie stwierdzić, że warunki glebowe w Chojnowie ulegają poprawie.

Malejąca depozycja siarki z opadami ($S-SO_4^{2-}$) z rzadka powodowała istotne trendy spadkowe w stężeniu jonów siarczanowych w roztworach glebowych. Oprócz drzewostanu w Chojnowie (sosna), stężenia SO_4^{2-} w roztworach glebowych malały także w Szklarskiej Porębie (świerk). Na pozostałych SPO na glebach kwaśnych i uboższych w składniki odżywcze nie zaobserwowano istotnych trendów dla wskaźników świadczących o jakości gleby.

W Zawadzkiem (sosna) na Śląsku, gdzie notowano w opadach rosnący trend pH i zasadowości przy malejącej depozycji związków siarki, w roztworach glebowych 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, a stężenia wapnia – trend malejący na obu głębokościach gleby. Malejący udział kationów w stosunku do glinu wskazuje na pogarszanie się i tak niekorzystnych warunków wzrostu i rozwoju korzeni drzew. Podobnie trend rosnący stężeń glinu wystąpił w dąbrowie w Krotoszynie na głębokości 25 cm, gdzie występuje silne odgórne 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 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 tabeli 13.4.

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 2020 roku był niższy niż 10 kg N ha^{-1} jedynie w Gdańsku ($8,8 \text{ kg N ha}^{-1}$), Strzałowie ($9,0 \text{ kg N ha}^{-1}$) i Kruczu ($8,9 \text{ kg N ha}^{-1}$). W pozostałych drzewostanach przyjmował wartości od około $11\text{--}12 \text{ kg N ha}^{-1}$ (Bircza, Łąck, Chojnów, Białowieża, Piwniczna), poprzez $14\text{--}15 \text{ kg N ha}^{-1}$ (Krotoszyn, Suwałki), 17 kg N ha^{-1} (Zawadzkie), po niemal 19 kg N ha^{-1} (Szkłarska Poręba). W puli azotu całkowitego (N_{tot}) od 73 do 86% stanowiły formy mineralne (N-NH_4^+ i N-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 modelu wskazują, że w 2020 roku w Suwałkach całkowita depozycja mineralnych związków azotu mogła przekroczyć 30 kg N ha^{-1} , w Szkłarskiej Porębie, Birczy i Krotoszynie wyniosła więcej niż 20 kg N ha^{-1} , a jedynie w Kruczu 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.

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 Chojnowie, Kruczu i Zawadzkiem. Roztwory glebowe w Kruczu, Zawadzkiem i Chojnowie – w przeciwieństwie do Strzałowa i Białowieży – charakteryzował ponadto niekorzystny stosunek sumy zasad do glinu, sugerujący podwyższony poziom stresu siedliskowego, potencjalnie zagrażający rozwojowi korzeni roślin. Opady dopływające do koron drzew niosły 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 niewysokie dodatnie wartości. Najniższe pH i najniższe wartości ANC występowały w opadach w Zawadzkiem, w porównaniu do wszystkich SPO, nie tylko na tle powierzchni sosnowych. Podkoronowa depozycja siarki w postaci jonów siarczanowych (VI) w Białowieży, Strzałowie oraz Kruczu ($2,0\text{--}2,5 \text{ kg S ha}^{-1}$) była niska w porównaniu z innymi SPO MI z tej grupy powierzchni, natomiast w drzewostanie w Chojnowie depozyt S-SO_4^{2-} wyniósł $3,8 \text{ kg S ha}^{-1}$, a w Zawadzkiem aż $5,4 \text{ kg S ha}^{-1}$. 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 Zawadzkiem, Chojnowie i Kruczu były obciążone wysokimi depozytami gazowych zanieczyszczeń powietrza (N-NO_2 i S-SO_2) w stosunku do nizinnych SPO MI (por. rozdział "Poziom koncentracji NO_2 i SO_2 w powietrzu na terenach leśnych na SPO MI"). Stały dopływ zanieczyszczeń o działaniu zakwaszającym wskazuje na ryzyko postępującego zakwaszenia wymienionych siedlisk sosnowych, usytuowanych na glebach lekkich i ubogich w kationy o charakterze zasadowym.

W roztworach glebowych pojawiały się okresowo jony NO_3^- (Białowieża, Strzałowo) lub NH_4^+ (Zawadzkie, Białowieża, Strzałowo). W Strzałowie i Białowieży podwyższone stężenia jonów NO_3^- 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. 11.9). 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 wnoszą w Szklarskiej Porębie ładunek siarki w formie siarczanowej (VI) w wysokości $3,5 \text{ kg S ha}^{-1}$ i nieco niższy w Piwnicznej ($2,4 \text{ kg S ha}^{-1}$). Całkowita depozycja siarki w formie siarczanów do gleby w drzewostanie była w Szklarskiej Porębie o około 2/3 wyższa niż w Piwnicznej (odpowiednio $5,3 \text{ kg S ha}^{-1}$ i $3,2 \text{ kg S ha}^{-1}$). Wody opadowe na obu powierzchniach miały kwaśny odczyn (pH w granicach 5,2–5,4) i występowała nieznaczna przewaga mocnych kwasów nad mocnymi zasadami (ANC w opadach bezpośrednich w Szklarskiej Porębie wynosiło $-8,6 \mu\text{eq dm}^{-3} \text{ rok}^{-1}$, w Piwnicznej $-0,7 \mu\text{eq dm}^{-3} \text{ rok}^{-1}$). Pod okapem w Piwnicznej jony o charakterze zasadowym znacząco przeważały nad depozycją kwasową (ANC w opadach podkoronowych w Piwnicznej wyniosło $59,2 \mu\text{eq dm}^{-3} \text{ rok}^{-1}$). W Szklarskiej Porębie natomiast wskaźnik ANC był niższy ($-3,7 \mu\text{eq dm}^{-3} \text{ rok}^{-1}$) i wskazywał na nieznaczną przewagę depozycji kwasowej nad zasadową.

W Szklarskiej Porębie gleba charakteryzuje się kwaśnym odczynem i niskim wysyceniem zasadami (Wawrzoniak 2010). Odczyn roztworów glebowych również jest kwaśny, a szeroki 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 jednakże, 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 półtorakrotnie wyższy. Stosunek jonów o charakterze zasadowym do glinu, choć nieco niższy od jedności, wskazuje na korzystniejsze 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 (pH 6,8–7,3) był obojętny, udział jonów zasadowych przekraczał 60% i nie występowało zagrożenie dla korzeni drzew ze strony ruchomego glinu. Depozycja siarki, w formie gazowej, była niewielka w porównaniu do pozostałych SPO MI. Niska była również depozycja siarki w postaci siarczanów (VI) w opadach bezpośrednich (2,0 kg S kg S ha⁻¹) i do gleby pod okapem (3,2 kg S kg S ha⁻¹) w porównaniu do dwóch górskich drzewostanów świerkowych. Drzewostan mimo to wykazuje cechy powolnego rozpadu na skutek oddziaływania czynników biologicznych. W ostatnim okresie wykonywane były intensywne 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-SO₄²⁻ w opadach dopływających do lasu przewyższała depozycję w Gdańsku, pomimo że całkowita suma depozycji w Gdańsku była niższa niż w Birczy. Również depozycja siarki w formie gazowej była w Birczy ponad dwukrotnie wyższa niż w Gdańsku.

Pod względem żyzności gleb Bircza charakteryzuje się znacznie korzystniejszymi warunkami niż Gdańsk: pH osiągało 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 w warunkach, gdy opady atmosferyczne charakteryzują się zbliżonymi właściwościami kwasowo-zasadowymi (wyrażonych wskaźnikiem ANC) w obu drzewostanach.

Drzewostany dębowe

W Łącku i Krotoszynie opady atmosferyczne charakteryzowały się odczynem w zakresie normalnym (średnie pH 5,6 i 6,1 odpowiednio), przy przewodzie 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 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 na głębokości 25 cm jest w Łącku o około połowę niższe niż w Krotoszynie, bardziej prawdopodobne jest tam ryzyko zaburzeń rozwoju korzeni drzew spowodowane obecnością glinu ruchomego. Wskazuje na to niższy od jedności stosunek jonów zasadowych do glinu w roztworach glebowych w silnie ukorzenionym poziomie gleby w Łącku. W Krotoszynie, w roztworach glebowych, występują wysokie stężenia $N-NO_3^-$, prawdopodobnie w następstwie zwiększonego tempa mineralizacji, postępującego w wyniku uszkodzenia drzewostanu i zamierania drzew na skutek czynników o różnym pochodzeniu (warunki wodne, 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 spływie 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.

CZEŚĆ IV INFORMACJE OGÓLNE I PODSUMOWANIE

14. 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... 2020) zawiera dane za 2019 r. Wyniki dotyczące krajowych badań stanu koron drzew w lasach na stałych powierzchniach obserwacyjnych I rzędu Centrum ICP Forests uzyskało z 26 krajów (w tym z Belgii wyniki oddzielnie z regionów Flandrii i Walonii) (ryc. 14.1).

Należy podkreślić, że porównywanie wyników uzyskanych z poszczególnych krajów Europy może być obarczone błędem ze względu na znaczne zróżnicowanie warunków klimatycznych i przyrodniczych tych krajów, różną lesistość oraz strukturę gatunkową drzewostanów. Ponadto mimo wspólnych założeń metodycznych monitoringu nie udało się uniknąć różnic w szczegółowych rozwiązaniach stosowanych w różnych krajach.

Lepszą niż Polska lokatę w rankingu udziału drzew zdrowych (udziały wyższe) zanotowano dla gatunków razem – w 23 krajach (od 8,5% drzew zdrowych w Belgii-Flandrii do 78,6% – w Serbii), dla gatunków iglastych – w 23 krajach (od 7,1% drzew zdrowych w Belgii-Flandrii do 78,9% – w Serbii), a dla gatunków liściastych – w 18 krajach (od 14,4% drzew zdrowych w Belgii-Flandrii do 78,6% – w Serbii) (tab. 14.1, ryc. 14.1).

Lepszą niż Polska lokatę w rankingu udziału drzew uszkodzonych (udziały niższe) zanotowano dla gatunków razem – w dziewięciu krajach (od 5,7% w Estonii do 20,7% w Grecji), dla gatunków iglastych w ośmiu krajach (od 5,8% w Estonii do 19,2% w Mołdawii); a dla gatunków liściastych – w siedmiu krajach (od 5,1% w Estonii do 20,3% w Bułgarii).

Gorszą niż Polska lokatę w rankingu udziału drzew zdrowych (udziały niższe) zanotowano dla gatunków razem – w dwóch krajach (na Słowacji i w Belgii-Flandrii), dla gatunków iglastych – również w dwóch krajach (na Słowacji i w Belgii-Flandrii), dla gatunków liściastych – w czterech krajach (we Francji, w Belgii-Flandrii, Luksemburgu i na Słowacji) (tab. 14.1, ryc. 14.1).

Gorszą niż Polska lokatę w rankingu udziału drzew uszkodzonych (udziały wyższe) zanotowano dla gatunków razem – w 16 krajach (od 22,7% drzew uszkodzonych w Belgii-Flandrii do 67,2% – w Belgii-Walonii), dla gatunków iglastych – w 17 krajach (od 21,7% drzew uszkodzonych na Litwie do 92,1% – w Belgii-Walonii), dla gatunków liściastych – w 15 krajach (od 26,4% drzew uszkodzonych w Chorwacji do 62,2% – we Francji).

Dobłą kondycją zdrowotną (ponad 40% drzew zdrowych oraz do 20% drzew uszkodzonych) w zestawieniu dla gatunków razem charakteryzowały się drzewa w lasach Estonii, Serbii, Rumunii, Mołdawii, Norwegii i Szwecji, w zestawieniu dla gatunków iglastych – drzewa w lasach tych samych państw (Estonii, Serbii, Rumunii, Mołdawii, Norwegii i Szwecji), w zestawieniu dla gatunków liściastych - drzewa w lasach Estonii, Serbii, Rumunii, Turcji i Grecji (tab. 14.1, ryc. 14.1).

Wysokie uszkodzenie drzew (do 25% drzew zdrowych oraz powyżej 30% drzew uszkodzonych) w zestawieniu dla gatunków razem występowało w lasach: Szwajcarii, Słowenii, Słowacji, Luksemburga, Francji, Czech i Belgii-Walonii; w zestawieniu dla gatunków iglastych – w lasach Niemiec, Szwajcarii, Słowenii, Słowacji, Chorwacji, Czech i Belgii-Walonii; w zestawieniu dla gatunków liściastych – w lasach Szwajcarii, Słowacji, Słowenii, Czech, Niemiec, Belgii-Walonii, Danii, Luksemburga i Francji.

W Belgii-Walonii, w Chorwacji, Czechach, Bułgarii, Grecji oraz na Słowacji uszkodzenie gatunków iglastych było wyższe niż gatunków liściastych (ryc. 14.2). W tych krajach zanotowano mniejsze udziały drzew zdrowych (różnica wynosiła od 2,5 do 28,9 punktu procentowego) i większe udziały drzew uszkodzonych (różnica wynosiła od 10,5 do 47,8 punktu procentowego) wśród gatunków iglastych w porównaniu z gatunkami liściastymi. W kilku innych krajach uszkodzenie gatunków liściastych było znacznie wyższe niż gatunków iglastych. W Danii, Francji, Luksemburgu, w Niemczech, w Mołdawii i we Włoszech zanotowano mniejsze udziały drzew zdrowych (różnica wynosiła od 4,4 do 28,2 punktu procentowego) i większe udziały drzew uszkodzonych (różnica wynosiła od 7,2 do 24,0 punktu procentowego) wśród gatunków liściastych w porównaniu z gatunkami iglastymi.

W pięcioleciu 2015-2019 kondycja zdrowotna lasów, wyrażona udziałem drzew w klasach defoliacji 2-4, w wielu krajach nie ulegała dużym zmianom (tab. 14.2). Różnica między zanotowanym w kolejnych latach pięciolecia maksymalnym i minimalnym udziałem drzew w tych klasach nie przekracza 5 punktów procentowych. Dotyczy to zarówno krajów o stale niskim poziomie uszkodzenia lasów, jak i tych, w których uszkodzenie jest stale wysokie. W zestawieniu dla gatunków razem tak stabilną kondycją

charakteryzowały się drzewa w lasach Estonii i Turcji (lasy zdrowe, średnio w pięcioleciu do 10% drzew uszkodzonych), Serbii, Rumunii, Norwegii, Szwecji, Polski i Grecji (lasy średnio uszkodzone, średnio w pięcioleciu od 11 do 20% drzew uszkodzonych), Belgii i Słowenii (lasy silnie uszkodzone, średnio w pięcioleciu odpowiednio: 26,9% i 36,5% drzew uszkodzonych).

W niektórych krajach, w ciągu pięciolecia 2015-2019, kondycja zdrowotna lasów ulegała znacznym wahaniom. Różnica między zanotowanym maksymalnym i minimalnym udziałem drzew w klasach defoliacji 2-4 przekraczała 15 punktów procentowych. W zestawieniu dla gatunków razem tak dużą zmiennością kondycji drzew w pięcioleciu charakteryzowały się lasy Luksemburga, Cypru, Węgier i Danii.

15. PODSUMOWANIE WYNIKÓW – PAWEŁ LECH

Wyniki obserwacji, pomiarów i analiz wykonanych w 2020 roku pozwalają na sformułowania następujących wniosków:

Liczebność Stałych Powierzchni obserwacyjnych

- Liczba stałych powierzchni obserwacyjnych I rzędu poddanych obserwacjom w 2020 roku wyniosła 2051, w tym w 1409 powierzchni w lasach będących w zarządzie Lasów Państwowych, 534 powierzchnie w lasach będących własnością osób fizycznych, 35 powierzchni w granicach parków narodowych oraz 73 powierzchnie w lasach pozostałych form własności.

Stan zdrowotny drzewostanów

- Średnia defoliacja wszystkich gatunków razem wynosiła 23,1%, iglastych razem – 22,9%, a liściastych razem – 23,4%. Były to wartości nieznacznie niższe niż w roku 2019. Udział drzew wszystkich gatunków o defoliacji do 10% wynosił 8,0%, a udział drzew o defoliacji powyżej 25% – 19,4%. Gatunki liściaste charakteryzowały się wyższym udziałem drzew zdrowych (11,0%) oraz wyższym udziałem drzew uszkodzonych (22,6%) niż gatunki iglaste (odpowiednio: 6,2% i 17,5%).
- Na podstawie średniej defoliacji za gatunki o najwyższej zdrowotności uznano olszę, buk i jodłę (średnia defoliacja równa odpowiednio 19,0%, 19,3% i 19,4%). Wysoką średnią defoliacją charakteryzowały się świerk (24,3%) i brzoza (24,9%), a najwyższą – dąb (28,2%). 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: olsza, buk, jodła < inne iglaste, inne liściaste, sosna < świerk, brzoza << dąb.

- W przypadku większości głównych lasotwórczych gatunków drzew i wszystkich drzew razem wraz z wiekiem rosła średnia defoliacja. Najsilniej było to widoczne u jodły, dębów i brzozy, słabiej u buka i osły, natomiast w odniesieniu do sosny i świerka takiej zależności nie stwierdzono.
- Porównanie kondycji drzew (gatunki razem) w zależności od formy własności lasów wykazało: ogółem w kraju największe uszkodzenia drzew występowały w lasach parków narodowych, natomiast najmniejsze – w lasach zarządzanych przez PGL Lasy Państwowe. Przeciętnie 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.
- Na podstawie udziału drzew o defoliacji do 10%, zdrowych i uszkodzonych oraz wartości średniej defoliacji w lasach poszczególnych rdLP uszeregowano je od najbardziej do najmniej zdrowych: Krosno, Szczecinek, Gdańsk << Olsztyn, Toruń, Białystok < Kraków, Piła < Katowice, Szczecin < Zielona Góra, Radom, Poznań, Łódź < Wrocław << Lublin, Warszawa.
- Udział drzew o defoliacji do 10% (gatunki razem) w układzie województw zawierał się w przedziale od 3,6% w województwie kujawsko-pomorskim do 15,2% w województwie podkarpackim. Udział drzew o defoliacji powyżej 25% zawierał się w przedziale od 6,7% w województwie pomorskim do 30,9% w województwie mazowieckim. Średnia defoliacja zawierała się w przedziale od 19,8% w województwie pomorskim do 26,5% w województwie mazowieckim. Uszeregowanie województw pod względem zdrowotności lasów w kolejności od najbardziej do najmniej zdrowych przedstawiało się jak następuje: pomorskie < podkarpackie, warmińsko-mazurskie, zachodniopomorskie < podlaskie, śląskie, małopolskie, kujawsko-pomorskie < łódzkie, świętokrzyskie, wielkopolskie < lubuskie, opolskie, dolnośląskie < lubelskie < mazowieckie.
- Kolejność krain przyrodniczo-leśnych według poziomu zdrowotności lasów, od najbardziej do najmniej zdrowych przedstawiała się jak następuje: Bałtycka, Karpacka < Mazursko-Podlaska < Sudecka < Wielkopolsko-Pomorska, Małopolska << Śląska < Mazowiecko-Podlaska.
- Ze względu na małą liczbę drzew (680) poddanych analizie uszeregowanie parków narodowych od najbardziej do najmniej zdrowych jest wysoce niepewne. Ogółem w parkach narodowych udział drzew zdrowych zawierał się w przedziale od 0 do 23%, udział drzew o defoliacji powyżej 25% – w przedziale od 0 do 65%, a średnia defoliacja – od 18,5 do 37,0%.
- W ciągu dziesięciolecia 2011-2020 poziom zdrowotności lasów był zróżnicowany. Ogółem w skali kraju najlepszą kondycję drzew ‘gatunków razem’ obserwowano w latach 2013–2015, najgorszą – w latach 2019–2020. W latach 2013–2015 udział drzew zdrowych zawierał się w przedziale od 11,6% do 13,7%, udział drzew o defoliacji ponad 25% – od 16,7% do 18,9%, a średnia defoliacja – od 21,5% do 21,9%. W latach

2019 i 2020 udział drzew zdrowych był niższy i wynosił 8,3% i 8,0%, udział drzew o defoliacji ponad 25% był wyższy – 21,1% i 19,4%, podobnie średnia defoliacja – 23,4% i 23,1%.

- Kolejność gatunków od najbardziej do najmniej zdrowych w okresie 2011-2020 przedstawiała się następująco: buk << olsza, jodła < ‘inne iglaste’, ‘inne liściaste’, sosna < świerk, brzoza << dąb.
- W latach 2011-2020 najbardziej stabilną kondycją zdrowotną charakteryzowała się sosna, największym zróżnicowaniem charakteryzowały się iglaste gatunki domieszkowe

Symptomy i przyczyny uszkodzeń drzewostanów

- W 2020 roku stwierdzono 50 517 uszkodzeń drzew, które występowały na ponad 78% wszystkich drzew ocenianych na SPO I rzędu.
- Najsilniej uszkodzonymi gatunkami liściastymi były dęby, a z gatunków iglastych – świerk.
- 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 owady (przede wszystkim owady liściożerne), uszkadzające w największym stopniu gatunki liściaste oraz „konkurencja i inne czynniki” (głównie konkurencja).
- Występowania uszkodzeń powodowanych przez jemiołę zwiększało się w ostatnich 11 latach. W 2020 roku porażonych było łącznie 11 gatunków drzew, najsilniej jodła i sosna.

Warunki klimatyczno-wodne panujące na terenach leśnych Polski w 2020 roku

- W roku 2020 r. zagrożenie suszą wystąpiło jedynie na zachodzie (Lubuskie, Wielkopolska i zachodnia część Kujaw) i na północno-wschodnich krańcach kraju (Suwalszczyzna)
- W porównaniu z 2019 r. warunki wodne w 2020 r. były znacznie korzystniejsze dla wzrostu drzew, biorąc pod uwagę zarówno cały rok, jak i okres wegetacyjny. Wydaje się, że poprawa dostępności wody dla drzew była główną przyczyną zmniejszenia się defoliacji drzew w roku 2020.

Zdrowotność drzewostanów na obszarach Natura 2000

- Na koniec 2020 roku liczba obszarów sieci Natura 2000 w Polsce nie zmieniła się w porównaniu do roku poprzedniego i wynosi 985, które zajmowały 19,5% powierzchni kraju
- W roku 2019 na obszarach sieci Natura 2000 znajdowało się 670 czynnych powierzchni monitoringu leśnego (I i II rzędu, w tym monitoringu intensywnego), co stanowiło ponad 30,7% wszystkich aktywnych SPO.

- Średnie wartości defoliacji drzew rosnących w lasach na obszarach ochrony siedlisk (SOO) i obszarach ochrony ptaków (OSO) wynosiły w roku 2020 około 23-24% i mieściły się w klasie 1 (lekkiej defoliacji).

Warunki meteorologiczne na SPO MI

- Rok 2020 był pod względem termicznym cieplejszy od średniej wieloletniej 1981–2010 i nieco bardziej obfity w opady, które wyniosły 104,4% normy wieloletniej.
- Średnia roczna temperatura ze wszystkich 12 stacji monitoringu intensywnego mierzona na wysokości +2 m wyniosła w 2020 r. +9,0°C i była o 0,3°C niższa niż w roku 2019. Najchłodniejszym miesiącem roku był grudzień z temperaturą średnią 1,1°C, o 3,9°C wyższą niż najchłodniejszego miesiąca stycznia w roku 2019. Najniższą średnią temperaturę miesięczną ze wszystkich stacji (-2,8°C) odnotowano dla stycznia w Piwnicznej. Najcieplejszym miesiącem roku był sierpień z temperaturą średnią 18,6°C, o 1,7°C niższą niż najcieplejszego miesiąca – czerwca w roku 2019. Najwyższą średnią temperaturę miesięczną dla stacji (+20,7°C) wykazała w sierpniu stacja w Krotoszynie i była o 1,4°C niższa niż najwyższa miesięczna temperatura z tej stacji w roku 2019
- Temperaturę maksymalną (+35,1°C) zarejestrowano 22 sierpnia w Chojnowie i była ona o 4,1°C niższa od najwyższej temperatury roku 2019 (+39,2°C w Kruczu).
- Najwyższa suma opadów w całym roku i w sezonie wegetacyjnym wystąpiła w Szklarskiej Porębie (1365,7 mm i 690,9 mm).
- Najmniej opadów w okresie roku zarejestrowano na stacji w Łącku (512,6 mm), zaś w sezonie wegetacyjnym w Strzałowie (297,3 mm).
- Łączna długość okresów posuchy z opadami <5mm w okresie 14 dni zawierała od 39 dni w Birczy do 91 dni w Łącku. Ponad dwutygodniowe okresy bez opadów wystąpiły w sezonie wegetacyjnym czterokrotnie w Łącku, trzykrotnie w Gdańsku, Kruczu, Krotoszynie, Piwnicznej, Szklarskiej Porębie i Zawadzkiem, dwukrotnie w Białowieży, Birczy i w Suwałkach. Okresy bez opadów dłuższe niż 14 dni nie wystąpiły w Chojnowie i w Strzałowie.
- Najwyższą maksymalną chwilową prędkość wiatru (51,7 m/s) zarejestrowano 30 maja na stacji w Szklarskiej Porębie. Na tle czterech najcieplejszych lat ostatniej dekady rok 2020, pomimo suchego kwietnia, wydaje się najkorzystniejszy ze względu na niższe temperatury i wyższe opady w ciągu całego roku i w okresie wegetacyjnym.

Zanieczyszczenia powietrza na SPO MI

- Łączna depozycja siarki i azotu z atmosfery w 2020 roku była niska w nadleśnictwach Polski północnej i północno-wschodniej, tj. w Białowieży, Gdańsku, Strzałowie i Suwałkach (2,0–2,7 kg N+S ha⁻¹ rok⁻¹). Powierzchnie zlokalizowane w górach i na pogórzach: Szklarska Poręba, Piwniczna i Bircza wyróżniały się nieco wyższymi, ale wciąż dość niskimi wartościami sumarycznej depozycji N-NO₂ i S-SO₂ (2,8 – 3,0 kg N+S ha⁻¹ rok⁻¹). W Wielkopolsce: w Krotoszynie i Kruczu obciążenie sumarycznym

ładunkiem zanieczyszczeń gazowych było pośrednie i wyniosło odpowiednio 3,6 i 4,3 kg N+S ha⁻¹. Podobny poziom depozycji reprezentowała powierzchnia w Łącku na Mazowszu (3,8 kg N+S ha⁻¹). Najbardziej obciążone zanieczyszczeniami atmosferycznymi są SPO MI w Chojnowie i Zawadzkiem. W roku 2020 depozycja wynosiła tam odpowiednio 5,3 kg N+S ha⁻¹ i 5,2 kg N+S ha⁻¹.

- Prognozy wskazują, że w Polsce centralnej, w rejonach o wysokiej i średniej depozycji gazowych zanieczyszczeń powietrza, zagrożenie dla ekosystemów ze strony SO₂ i NO₂ będzie się utrzymywać, nawet po wdrożeniu ustaleń zrewidowanego Protokołu z Göteborga.

Depozyt całkowity jonów 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 mieścił się w granicach od 17,5 do 34,5 kg ha⁻¹. Depozycja w Chojnowie, Białowieży, Łącku, Birczy, Piwnicznej i Suwałkach była wyższa niż w roku 2019 (wzrost o odpowiednio 43%, 35%, 32%, 17%, 9% i 9%), natomiast najbardziej znaczący spadek -15% – zanotowano w Kruczu. Na pozostałych powierzchniach (Krotoszyn, Strzałowo, Gdańsk, Zawadzkie i Szklarska Poręba) depozycja zmieniła się od -4% do 5% w stosunku do roku 2019.
- Sumaryczny depozyt pierwiastków śladowych, tj. żelaza, manganu, glinu oraz metali ciężkich: cynku, miedzi, kadmu i ołowiu w kg ha⁻¹ wynosił od 0,7% do 1,5% depozytu rocznego wszystkich składników. Na metale ciężkie, wśród których ilościowo dominował cynk, przypadło od 0,4 do 0,9%, tj. od 0,10 do 0,26 kg ha⁻¹ rok⁻¹. Największe ilości metali ciężkich zanotowano na SPO MI w Szklarskiej Porębie i Birczy (odpowiednio 0,26 i 0,20 kg ha⁻¹ rok⁻¹).
- W opadach na SPO MI średnie pH mieściło się w granicach od 5,0 do 6,1 (mediany od 5,0 do 6,3). Minimalną wartość osiągnęło w styczniu w Birczy, a maksymalną w kwietniu w Chojnowie. Udział miesięcznych opadów o pH niższym od 5,0 wyniósł 7,6% i z ponad dziesięcioletnich pomiarów wynika, że udział ten sukcesywnie spada.
- Najwyższa kwasowość opadów mierzona średnią roczną wartością pH wystąpiła na Śląsku w Zawadzkiem (pH 5,0), w nadleśnictwach rejonów górskich, tj. w Szklarskiej Porębie i Piwnicznej (pH 5,3) i Birczy (pH 5,4), a także w Strzałowie (pH 5,2).
- Na SPO MI w 2020 roku 74% przeanalizowanych próbek opadów otwartej przestrzeni przyjmowało ujemne wartości ANC. Udział jonów o charakterze zakwaszającym (SO₄²⁻, NO₃⁻, Cl⁻ i NH₄⁺) w depozycie wyrażonym sumą ładunku dominował na każdej z powierzchni i wynosił od 54% do 68%. Przewaga jonów zakwaszających nad jonami zasad była największa na SPO MI w Krotoszynie, Kruczu, Łącku i w Zawadzkiem.

Depozyt podkoronowy

- Roczny depozyt podkoronowy był od 1,6 do 3,7 większy niż z opadem na otwartej przestrzeni i mieścił się w zakresie od 35,0 do 78,5 kg ha⁻¹ rok⁻¹.

- Depozyt pierwiastków śladowych i metali ciężkich: żelaza, manganu, glinu, cynku, miedzi, kadmu i ołowiu wynosił od 0,48 do 1,11 kg ha⁻¹ rok⁻¹, co odpowiadało od 0,8 do 2,3% całkowitej rocznej depozycji podokapowej. Udział samych metali ciężkich (Zn, Cu, Pb, i Cd) stanowił w sumie rocznego depozytu od 0,1% do 0,4%. Na poszczególnych powierzchniach depozyt metali ciężkich wyniósł od 0,10 do 0,25 kg ha⁻¹ rok⁻¹, z czego od 73 do 82% stanowił Zn.
- Udział opadów podkoronowych z ujemnymi wartościami ANC w 2019 roku występował w 26% pobranych próbek. Ujemne wartości ANC związane z przewagą jonów wolnych kwasów występowały przeważnie w okresie zimowym.
- Przewagę jonów wolnych kwasów obserwowano w opadach w drzewostanie sosnowym na obszarze Śląska (Zawadzkie; ANC -8,3 μeq dm⁻³ rok⁻¹) i w świerczynie w Sudetach (Szklarska Poręba; ANC -3,7 μeq dm⁻³ rok⁻¹). Na pozostałych SPO MI odnotowano dodatnia wartość średniej rocznej ANC.
- Jony o zakwaszającym oddziaływaniu na środowisko (SO₄²⁻, NO₃⁻, NH₄⁺, Cl⁻) stanowiły od 39 do 59% rocznego molowego depozytu. Najwyższy udział jonów zakwaszających odnotowano na SPO MI w Zawadzkim.
- Depozyt składników wniesiony ze spływem po pniu wyniósł w okresie badań 5,9 kg ha⁻¹ w Gdańsku oraz 4,0 kg ha⁻¹ w Birczy. Stanowiło to 11% depozytu podkoronowego w Gdańsku i 6% w Birczy.

Roztwory glebowe

- Średnie pH roztworów glebowych na SPO MI w 2020 roku wynosiło od 4,12 do 7,4 na głębokości 25 cm oraz od 4,4 do 7,9 na głębokości 50 cm.
- W składzie roztworów glebowych znaczący udział miały kationy o charakterze zasadowym: Ca, Mg i K, które stanowiły powyżej 60% sumy jonów na obu głębokościach (25 i 50 cm) w Birczy, Strzałowie i Suwałkach.
- 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 0,7 w roztworach glebowych na obu głębokościach w nadleśnictwach: Szklarska Poręba (świerk), Chojnów (sosna), Zawadzkie (sosna), Krucz (sosna). W Piwnicznej (świerk) mieścił się w granicach 0,6-0,9. W Gdańsku (buk) i Łącku (dąb) wynosił odpowiednio 0,4 i 0,5 na głębokości 25 cm i wzrastał do 0,7-1,0 w głębszym poziomie gleby. Na pozostałych powierzchniach (Strzałowo, Białowieża (sosna), Bircza (buk), Łąck i Krotoszyn (dąb), Suwałki i Piwniczna (świerk)) przekraczał - niekiedy znacznie - przyjętą wartość krytyczną, wskazując na brak zagrożenia korzeni ze strony toksycznych form glinu.
- Dopływ azotu (N_{tot}) do gleb pod okapem w 2020 roku był niższy niż 10 kg N ha⁻¹ jedynie w Gdańsku (8,8 kg N ha⁻¹), Strzałowie (9,0 kg N ha⁻¹) i Kruczu (8,9 kg N ha⁻¹). W pozostałych drzewostanach przyjmował wartości od około 11–12 kg N ha⁻¹ (Bircza, Łąck, Chojnów, Białowieża, Piwniczna), poprzez 14–15 kg N ha⁻¹ (Krotoszyn, Suwałki), 17 kg N ha⁻¹ (Zawadzkie), po niemal 19 kg N ha⁻¹ (Szklarska Poręba).

- W 2020 roku, że po uwzględnieniu gazowych form azotu pobieranych przez rośliny z powietrza oraz azotu zawartego w opadach i sorbowanego w koronach drzew, oszacowano że całkowita depozycja mineralnych związków azotu mogła przekroczyć 30 kg N ha⁻¹ w Suwałkach, w Szklarskiej Porębie, Birczy i Krotoszynie wyniosła więcej niż 20 kg N ha⁻¹, a jedynie w Kruczu spadła poniżej 10 kg N ha⁻¹. Oznacza to, że na większości badanych powierzchni monitoringu intensywnego jest prawdopodobna nadmierna podaż azotu i związane z tym zagrożenie eutrofizacją.

Trendy zmian jakości powietrza i chemizmu opadów w latach 2010-2020

- Na każdej z badanych SPO MI w ostatnich latach zanotowano spadek stężenia dwutlenku siarki. Największe spadki wystąpiły w rejonach górskich: w Szklarskiej Porębie i Birczy oraz w Polsce centralnej: w Kruczu i Łącku.
- Stężenia dwutlenku azotu w powietrzu w latach 2011-2020 wykazywały tendencje spadkowe na wszystkich badanych powierzchniach SPO MI, jednak trend nie był istotny w Suwałkach. Największy spadek stężenia NO₂ wystąpił w Chojnowie, gdzie obserwowane są najwyższe stężenia NO₂ spośród powierzchni monitoringu lasów. Duże spadki zaobserwowano również w Łącku, Piwnicznej i Zawadzkiem.
- Na otwartej przestrzeni oraz pod okapem drzewostanów na większości SPO MI pH opadów wykazywało istotny ($p \leq 0,05$) trend rosnący, co można uznać za zjawisko pozytywne. Wyjątkiem była powierzchnia świerkowa w Piwnicznej, gdzie nie zaobserwowano trendu.
- Wzrostowi pH opadów towarzyszyło zmniejszanie się depozycji siarki w formie siarczanów. Depozycja S-SO₄²⁻ na wszystkich SPO MI na otwartej przestrzeni oraz pod okapem wykazywała tendencję malejącą. Trend był nieistotny ($p > 0,05$) jedynie pod okapem na SPO MI w buczynie w Birczy.
- Depozycja związków azotu w znacznie mniejszym stopniu niż S-SO₄²⁻ podlegała trendom i trudno jest wskazać jednakowy kierunek zmian na terenie Polski. W okresie 2010-2020 trendy wzrostu depozycji N-NO₃⁻ wykryto w Białowieży, zaś trendy spadkowe w Birczy, Łącku, Krotoszynie, Kruczu, Piwnicznej i Szklarskiej Porębie. Depozycja formy zredukowanej azotu (N-NH₄⁺) istotnie malała w Gdańsku, Birczy, Krotoszynie, Strzałowie, Kruczu, Suwałkach, Szklarskiej Porębie i Piwnicznej, natomiast rosła w Białowieży.
- Warunki w glebie w badanym okresie pozostawały na większości SPO stabilne; wszelkie zmiany wielkości depozycji na przestrzeni ostatnich lat w niewielkim stopniu znajdowały odzwierciedlenie w zmianach składu chemicznego roztworów glebowych.

Porównanie międzynarodowe

- W 2019 roku dobrą kondycją zdrowotną w zestawieniu dla gatunków razem charakteryzowały się drzewa w lasach Estonii, Serbii, Rumunii, Mołdawii, Norwegii i Szwecji, w zestawieniu dla gatunków iglastych – drzewa w lasach tych samych państw

(Estonii, Serbii, Rumunii, Mołdawii, Norwegii i Szwecji), w zestawieniu dla gatunków liściastych - drzewa w lasach Estonii, Serbii, Rumunii, Turcji i Grecji.

- Złą kondycja drzew (powyżej 30% drzew o defoliacji ponad 25%) w zestawieniu dla gatunków razem występowało w lasach: Szwajcarii, Słowenii, Słowacji, Luksemburga, Francji, Czech i Belgii-Walonii; w zestawieniu dla gatunków iglastych – w lasach Niemiec, Szwajcarii, Słowenii, Słowacji, Chorwacji, Czech i Belgii-Walonii; w zestawieniu dla gatunków liściastych – w lasach Szwajcarii, Słowacji, Słowenii, Czech, Niemiec, Belgii-Walonii, Danii, Luksemburga i Francji.
- Polska znalazła się w grupie krajów (wraz z Litwą i Belgią – Flandrią), gdzie 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 (defoliacja od 11% do 25%).

16. 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.
- Albert M., Hansen J., Nagel J., Schmidt M., Spellmann H., 2015: Assessing risks and uncertainties in forest dynamics under different management scenarios and climate change *Forest Ecosystems* 2:14, 2015. DOI 10.1186/s40663-015-0036-5
- Berman J.D., Ebisu K. Changes in U.S. air pollution during the COVID-19 pandemic. *Sci Total Environ.* (2020) Oct 15;739:139864. doi: 10.1016/j.scitotenv.2020.139864.
- 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.
- Biuletyn Państwowej Służby Hydrologiczno-Meteorologicznej Rok 2020 Nr 13 (228) Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej Państwowy Instytut Badawczy ISSN 1730-6124.
- 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.
- Bolte A., Mmmer Ch., Lof M., Madsen P., Nabuurs G-J., Schall P, Spathelf P., Rock J. 2009: Adaptive forest management in central europe: climate change impacts, strategies and integrative concept. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 2009; 24: 473482
- 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.
- 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.
- 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.
- Degórska, A., Białoskórska, U., & Typiak-Nowak, D., (2011). Metodyczne aspekty pobierania próbek opadów do oznaczania zawartości metali ciężkich. *Monitoring Środowiska Przyrodniczego*, 12, 21–29.

- 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.
- 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.
- Fowler, D., Steadman, C. E., Stevenson, D., Coyle, M., Rees, R. M., Skiba, U. M., Sutton, M. A., Cape, J. N., Dore, A. J., Veno, 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.
- Gilbert, R.O. (1987). 16.5 Sen's Nonparametric Estimator of Slope. *Statistical Methods for Environmental Pollution Monitoring*, Van Nostrand Reinhold Company Inc., pp. 217–219, ISBN 0-442-23050-8.
- Gundersen, P., & Rasmussen, L. (1995). Nitrogen mobility in a nitrogen limited forest at Klosterhede, Denmark, examined by NH₄NO₃ addition. *Forest Ecology and Management*, 71, 75–88.
- Gundersen, P., Emmett, B. A., Kjønås, O. J., Koopmans, C. J., & Tietema, A. (1998). Impact of nitrogen deposition on nitrogen cycling in forests : a synthesis of NITREX data. *Forest Ecology and Management*, 101, 37–55.
- 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.
- Hettelingh, J-P, Posch M, Slootweg, J. (eds.) (2017). European critical loads: database, biodiversity and ecosystems at risk, CCE Final Report 2017, Coordination Centre for Effects, RIVM Report 2017-0155, Bilthoven, Netherlands [dostęp 16 lutego 2021 r.]. <https://www.rivm.nl/bibliotheek/rapporten/2017-0155.pdf>
- Johnson, M. S., & Lehmann, J. (2006). Double-funneling of trees: Stemflow and root-induced preferential flow. *Écoscience*, 13(3), 324–333.
- Klimat Polski 2020. Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej – Państwowy Instytut Badawczy. 2021 [dostęp 18 lutego 2021 r.]. https://imgw.pl/sites/default/files/flipbook/klimat_2020/imgw-pib_klimat_polski_2020.html#p=1
- 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).
- 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., 2016b. 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.
- Kowalska A., Astel A., Boczoń A., Polkowska Ż., (2016a). Atmospheric deposition in coniferous and deciduous tree stands in Poland. *Atmospheric Environment* 133(2016) 145-155.
- Krajowy bilans emisji SO₂, NO_x, CO, NH₃, NMLZO, pyłów, metali ciężkich i TZO za lata 1990-2018. Raport syntetyczny (2020), Ministerstwo Klimatu. Instytut Ochrony Środowiska –

- Państwowy Instytut Badawczy, Krajowy Ośrodek Bilansowania i Zarządzania Emisjami, Warszawa. [dostęp: 16 lutego 2021 r.]
https://www.kobize.pl/uploads/materialy/materialy_do_pobrania/krajowa_inwentaryzacja_emisji/Bilans_emisji_za_2018_v.2.pdf
- 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
- 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.
- 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
- 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
- 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 worldwide. *Hydrological Processes*, 15, 2341–2360. Kondo (2001) (Smax wg Komatsu et al., 2008).
- Marchetto, A. (2021). rkt: Mann-Kendall Test, Seasonal and Regional Kendall Tests. R package version 1.6. <https://CRAN.R-project.org/package=rkt>
- 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
- McLeod, A.I., (2011). Kendall: Kendall rank correlation and Mann-Kendall trend test. R package version 2.2. <https://CRAN.R-project.org/package=Kendall>
- Natura 2000. Biuletyn o przyrodzie i różnorodności biologicznej. Dyrekcja Generalna ds. Środowiska Komisji Europejskiej. Numer 49. Grudzień 2020, ISSN 2443-776X.
- 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.
- Neiryneck, 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.
- 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.
- 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 (2019). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.
- Rasmussen, L. (1998). Effects of afforestation and deforestation on the deposition, cycling and leaching of elements. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 67, 153–159.
- 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 Rzeczypospolitej Polskiej 2020, Główny Urząd Statystyczny, Warszawa 2020 [dostęp: 16 lutego 2021] <https://stat.gov.pl/obszary-tematyczne/roczniki-statystyczne/roczniki-statystyczne/rocznik-statystyczny-rzeczypospolitej-polskiej-2020,2,20.html>
- Rocznik Statystyczny Województw 2020, Główny Urząd Statystyczny, Zakład Wydawnictw Statystycznych, Warszawa 2020 [dostęp: 16 lutego 2021] <https://stat.gov.pl/obszary-tematyczne/roczniki-statystyczne/roczniki-statystyczne/rocznik-statystyczny-wojewodztw-2020,4,15.html>
- 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 24 sierpnia 2012 r. w sprawie poziomów niektórych substancji w powietrzu. Dziennik Ustaw z dn. 18 września 2012, poz. 1031.
- 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.
- 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>
- 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.
- 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.
- Sen, P.K. (1968) Estimates of the Regression Coefficient Based on Kendall's Tau. *Journal of the American Statistical Association*, 63, 1379-1389. <http://dx.doi.org/10.1080/01621459.1968.10480934>
- 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>.

- Ustawa o ochronie przyrody z dnia 16 kwietnia 2004 r. Dz. U. 2004 nr 92 poz. 880.
- Van Stan, J.T., Stubbins, A. (2018) Tree-DOM: Dissolved organic matter in throughfall and stemflow. *Limnology and Oceanography Letters*, 3: 199-214.
- 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. Iacoban, 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
- 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.
- 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
- Żółkoś K., Kukwa M., Afranowicz-Cieślak R. 2013. Changes in the epiphytic lichen biota in Scots pine (*Pinus sylvestris*) stands affected by a colony of grey heron (*Ardea cinerea*): a case study from northern Poland. *Lichenologist*, 45(6): 815–823.

Tabela 3.1. Liczba SPO I rzędu wg form własności (RDLP i Parki Narodowe) – 2020 r.

RDLP	W zarządzie Lasów Państwowych	Osób fizycznych	W granicach parków narodowych	Inne formy własności razem	Formy własności razem
Białystok	113	63	0	0	176
Katowice	89	35	0	13	137
Kraków	41	52	0	4	97
Krosno	73	27	0	7	107
Lublin	77	80	0	4	161
Łódź	61	51	0	2	114
Olsztyn	125	51	0	1	177
Piła	64	4	0	2	70
Poznań	90	20	0	10	120
Szczecin	131	4	0	5	140
Szczecinek	123	6	0	2	131
Toruń	88	14	0	1	103
Wrocław	97	7	0	9	113
Zielona Góra	86	0	0	1	87
Gdańsk	66	11	0	3	80
Radom	53	49	0	6	108
Warszawa	32	60	0	3	95
Parki Narodowe	0	0	35	0	35
Razem	1409	534	35	73	2051

Tabela 3.2. Liczba SPO I rzędu wg form własności w układzie krain – 2020 r.

Kraina przyrodniczo-leśna	W zarządzie Lasów Państwowych	Osób fizycznych	W granicach parków narodowych	Inne formy własności razem	Formy własności razem
Bałtycka	253	19	2	9	283
Mazursko-Podlaska	154	45	7	1	207
Wielkopolsko-Pomorska	424	52	3	13	492
Mazowiecko-Podlaska	124	166	5	5	300
Śląska	134	9	0	9	152
Małopolska	199	167	3	23	392
Sudecka	31	2	1	5	39
Karpacka	90	74	14	8	186
Razem	1409	534	35	73	2051

Tabela 3.3. Liczba SPO I rzędu wg form własności w układzie województw – 2020 r.

Województwo	W zarządzie Lasów Państwowych	Osób fizycznych	W granicach parków narodowych	Inne formy własności razem	Formy własności razem
Dolnośląskie	102	7	1	9	119
Kujawsko-pomorskie	79	15	0	1	95
Lubelskie	68	71	2	3	144
Lubuskie	134	0	1	2	137
Łódzkie	48	46	0	3	97
Małopolskie	50	59	6	4	119
Mazowieckie	82	126	4	3	215
Opolskie	32	3	0	5	40
Podkarpackie	87	39	9	8	143
Podlaskie	78	60	7	0	145
Pomorskie	125	16	0	2	143
Śląskie	44	18	0	7	69
Świętokrzyskie	36	24	1	7	68
Warmińsko-mazurskie	143	22	0	2	167
Wielkopolskie	137	25	2	10	174
Zachodniopomorskie	164	3	2	7	176
Razem	1409	534	35	73	2051

Tabela 3.4. Liczba SPO I rzędu wg form własności w układzie gatunków drzew panujących w drzewostanie – 2020 r.

Gatunek panujący drzewostanu	W zarządzie Lasów Państwowych	Osób fizycznych	W granicach parków narodowych	Inne formy własności razem	Formy własności razem
Sosna	876	306	11	30	1223
Świerk	60	17	5	3	85
Jodla	33	12	3	2	50
Inne iglaste	15	3	1	2	21
Buk	62	9	7	3	81
Dąb	113	21	0	10	144
Brzoza	116	62	4	8	190
Olsza	81	58	3	5	147
Inne liściaste	53	46	1	10	110
Iglaste razem	984	338	20	37	1379
Liściaste razem	425	196	15	36	672
Gatunki razem	1409	534	35	73	2051

Tabela 3.5. Liczba SPO I rzędu w lasach zarządzanych przez Lasy Państwowe, zestawienie wg gatunku panującego w drzewostanie, w układzie RDLP – 2020 r.

RDLP	Sosna	Świerk	Jodla	Inne iglaste	Buk	Dąb	Brzoza	Olsza	Inne liściaste	Iglaste razem	Liściaste razem	Gatunki razem
Białystok	100	15	0	0	0	4	26	25	6	115	61	176
Katowice	69	11	3	4	10	17	11	4	8	87	50	137
Kraków	21	11	18	2	13	5	6	5	16	52	45	97
Krosno	39	4	17	3	13	2	4	11	14	63	44	107
Lublin	97	0	1	1	2	22	18	11	9	99	62	161
Łódź	95	0	0	2	1	5	8	1	2	97	17	114
Olsztyn	104	5	0	0	4	13	19	24	8	109	68	177
Piła	58	1	0	0	1	1	6	2	1	59	11	70
Poznań	81	0	0	0	0	13	12	10	4	81	39	120
Szczecin	92	2	0	3	6	11	9	10	7	97	43	140
Szczecinek	75	7	0	0	17	4	14	13	1	82	49	131
Toruń	87	0	0	1	1	5	6	2	1	88	15	103
Wrocław	36	20	0	1	0	23	7	5	21	57	56	113
Zielona Góra	70	0	0	0	2	6	4	2	3	70	17	87
Gdańsk	57	2	0	3	3	2	10	3	0	62	18	80
Radom	68	2	8	0	1	6	12	5	6	78	30	108
Warszawa	63	0	0	0	0	5	14	11	2	63	32	95
Parki Narodowe	11	5	3	1	7	0	4	3	1	20	15	35
Razem	1223	85	50	21	81	144	190	147	110	1379	672	2051

Tabela 3.6. Liczba SPO I rzędu w lasach wszystkich form własności, zestawienie według gatunku panującego w drzewostanie, w układzie krain przyrodniczo-leśnych – 2020 r.

Kraina przyrodniczo-leśna	Sosna	Świerk	Jodla	Inne iglaste	Buk	Dąb	Brzoza	Olsza	Inne liściaste	Iglaste razem	Liściaste razem	Gatunki razem
Bałtycka	149	11	0	4	26	23	33	27	10	164	119	283
Mazursko-Podlaska	115	17	0	0	0	7	26	32	10	132	75	207
Wielkopolsko-Pomorska	394	4	0	4	7	24	26	21	12	402	90	492
Mazowiecko-Podlaska	200	1	0	0	0	15	49	30	5	201	99	300
Śląska	81	3	0	3	4	26	13	6	16	87	65	152
Małopolska	256	3	9	3	9	38	35	21	18	271	121	392
Sudecka	1	19	0	0	0	7	3	1	8	20	19	39
Karpacka	27	27	41	7	35	4	5	9	31	102	84	186
Razem	1223	85	50	21	81	144	190	147	110	1379	672	2051

Tabela 3.7. Liczba SPO I rzędu w lasach wszystkich form własności, zestawienie według gatunku panującego w drzewostanie, w układzie województw – 2020 r.

Województwo	Sosna	Świerk	Jodla	Inne iglaste	Buk	Dąb	Brzoza	Olsza	Inne liściaste	Iglaste razem	Liściaste razem	Gatunki razem
Dolnośląskie	39	21	0	1	0	23	8	5	22	61	58	119
Kujawsko-pomorskie	78	0	0	2	1	5	7	1	1	80	15	95
Lubelskie	82	0	0	1	2	20	19	12	8	83	61	144
Lubuskie	111	1	0	1	3	8	5	3	5	113	24	137
Łódzkie	81	0	0	1	1	4	8	1	1	82	15	97
Małopolskie	23	17	20	3	16	10	7	4	19	63	56	119
Mazowieckie	152	0	2	0	0	10	28	18	5	154	61	215
Opolskie	20	1	0	2	1	7	3	2	4	23	17	40
Podkarpackie	57	4	20	3	19	4	6	13	17	84	59	143
Podlaskie	84	10	0	0	0	4	22	22	3	94	51	145
Pomorskie	104	5	0	3	10	2	12	7	0	112	31	143
Śląskie	41	7	2	2	6	4	6	1	0	52	17	69
Świętokrzyskie	42	2	6	0	2	3	6	3	4	50	18	68
Warmińsko-mazurskie	86	11	0	0	4	13	18	24	11	97	70	167
Wielkopolskie	127	1	0	0	0	14	14	14	4	128	46	174
Zachodniopomorskie	96	5	0	2	16	13	21	17	6	103	73	176
Razem	1223	85	50	21	81	144	190	147	110	1379	672	2051

Tabela 3.8. Liczba SPO I rzędu w parkach narodowych, zestawienie wg gatunku panującego w drzewostanie – 2020 rok

Park narodowy	Sosna	Świerk	Jodla	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	0	0	2	3	5
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
Gór Stołowych	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
Kampinoski	3	0	0	0	0	0	1	0	0	3	1	4
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
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	3	1	20	15	35

Tabela 3.9. Udział procentowy drzew (3 grupy wiekowe) w klasach defoliacji wg gatunków na SPO I rzędu – wszystkie formy własności – 2020 r.

Klasyfikacja			Gatunki											
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	0 - bez defoliacji	0 - 10%	5,1	9,5	18,6	16,2	6,2	19,2	2,2	4,9	19,4	17,1	11,0	8,0
	1 - lekka defoliacja	11 - 25%	77,4	68,0	71,6	68,2	76,3	70,0	57,3	70,7	71,9	63,2	66,4	72,6
	2 - średnia defoliacja	26 - 60%	16,2	19,8	8,5	12,6	16,0	9,7	38,1	21,6	6,8	16,3	20,1	17,6
	3 - duża defoliacja	> 60%	0,9	1,5	1,1	2,2	1,0	0,8	2,0	1,7	1,2	2,5	1,7	1,3
	4 - drzewa martwe		0,4	1,2	0,2	0,8	0,5	0,3	0,4	1,1	0,7	0,9	0,7	0,6
	Klasy 1 – 3	> 10%	94,5	89,3	81,2	83,0	93,3	80,5	97,5	94,0	79,9	82,1	88,3	91,4
	Klasy 2 – 3	> 25%	17,1	21,3	9,6	14,8	17,0	10,5	40,2	23,3	8,0	18,8	21,8	18,8
	Klasy 2 – 4	> 25% i drz. martwe	17,5	22,4	9,8	15,7	17,5	10,8	40,6	24,3	8,7	19,7	22,6	19,4
	Klasy 3 – 4	> 60% i drz. martwe	1,3	2,6	1,3	3,0	1,4	1,1	2,4	2,8	1,9	3,4	2,4	1,8
	Liczba drzew próbnych			22248	1774	1097	594	25713	1766	3419	4304	2870	2948	15307
Od 21 do 60 lat	0 - bez defoliacji	0 - 10%	4,1	10,8	25,4	20,4	5,7	28,0	4,9	6,2	19,8	16,5	12,1	8,3
	1 - lekka defoliacja	11 - 25%	76,6	68,9	68,1	67,3	75,5	63,0	63,4	73,7	72,6	62,9	68,6	72,7
	2 - średnia defoliacja	26 - 60%	17,6	17,2	5,6	9,3	17,0	7,4	29,6	18,3	5,6	17,8	17,2	17,1
	3 - duża defoliacja	> 60%	1,1	1,4	0,5	3,0	1,2	0,9	1,6	1,3	1,2	2,1	1,5	1,3
	4 - drzewa martwe		0,6	1,6	0,5	0,0	0,6	0,7	0,5	0,6	0,7	0,7	0,6	0,6
	Klasy 1 - 3	> 10%	95,3	87,6	74,2	79,6	93,7	71,3	94,6	93,2	79,5	82,8	87,3	91,1
	Klasy 2 - 3	> 25%	18,7	18,7	6,1	12,3	18,2	8,3	31,2	19,5	6,8	19,9	18,7	18,4
	Klasy 2 - 4	> 25% i drz. martwe	19,2	20,2	6,6	12,3	18,8	9,0	31,7	20,1	7,5	20,6	19,3	19,0
	Klasy 3 - 4	> 60% i drz. martwe	1,7	3,0	0,9	3,0	1,8	1,5	2,1	1,9	1,9	2,8	2,1	1,9
	Liczba drzew próbnych			8355	766	213	333	9667	457	1144	2420	1144	1435	6600
Powyżej 60 lat	0 - bez defoliacji	0 - 10%	5,7	8,5	17,0	10,7	6,5	16,1	0,8	3,3	19,2	17,6	10,2	7,8
	1 - lekka defoliacja	11 - 25%	77,9	67,4	72,5	69,3	76,8	72,5	54,2	66,9	71,4	63,5	64,7	72,5
	2 - średnia defoliacja	26 - 60%	15,4	21,7	9,2	16,9	15,4	10,5	42,4	25,8	7,6	14,9	22,3	17,9
	3 - duża defoliacja	> 60%	0,8	1,5	1,2	1,1	0,9	0,8	2,3	2,2	1,2	2,9	1,9	1,2
	4 - drzewa martwe		0,3	0,9	0,1	1,9	0,4	0,2	0,3	1,7	0,7	1,1	0,8	0,5
	Klasy 1 - 3	> 10%	94,0	90,6	82,9	87,4	93,1	83,7	98,9	95,0	80,1	81,4	89,0	91,6
	Klasy 2 - 3	> 25%	16,1	23,2	10,4	18,0	16,3	11,2	44,7	28,0	8,7	17,8	24,3	19,1
	Klasy 2 - 4	> 25% i drz. martwe	16,5	24,1	10,5	19,9	16,7	11,4	45,0	29,7	9,4	18,9	25,1	19,6
	Klasy 3 - 4	> 60% i drz. martwe	1,1	2,4	1,4	3,1	1,2	0,9	2,6	3,9	1,9	4,0	2,7	1,8
	Liczba drzew próbnych			13893	1008	884	261	16046	1309	2275	1884	1726	1513	8707

Tabela 3.10. Udział procentowy drzew (3 grupy wiekowe) w klasach odbarwienia wg gatunków na SPO I rz. – wszystkie formy własności – 2020 r.

Klasyfikacja			Gatunki											
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	0 - bez odbarwienia	0 - 10%	99,2	96,8	98,9	99,0	99,0	97,8	96,0	98,1	99,2	98,0	97,8	98,6
	1 - lekkie odbarwienie	11 - 25%	0,2	1,8	0,5	0,2	0,4	1,6	3,1	0,3	0,1	0,9	1,1	0,6
	2 - średnie odbarwienie	26 - 60%	0,1	0,2	0,4	0,0	0,1	0,2	0,6	0,1	0,0	0,1	0,2	0,1
	3 - duże odbarwienie	> 60%	0,0	0,1	0,1	0,0	0,0	0,1	0,0	0,3	0,0	0,1	0,1	0,1
	4 - drzewa martwe		0,4	1,2	0,2	0,8	0,5	0,3	0,4	1,1	0,7	0,9	0,7	0,6
	Klasy 1 - 3	> 10%	0,4	2,0	0,9	0,2	0,5	1,9	3,7	0,8	0,1	1,2	1,5	0,9
	Klasy 2 - 3	> 25%	0,1	0,2	0,5	0,0	0,2	0,3	0,6	0,5	0,0	0,3	0,4	0,2
	Klasy 2 - 4	> 25% i drz. martwe	0,5	1,4	0,6	0,8	0,6	0,6	0,9	1,6	0,7	1,2	1,1	0,8
	Klasy 3 - 4	> 60% i drz. martwe	0,4	1,2	0,3	0,8	0,5	0,3	0,4	1,4	0,7	1,0	0,9	0,6
	Liczba drzew próbnych			22248	1774	1097	594	25713	1766	3419	4304	2870	2948	15307
Od 21 do 60 lat	0 - bez odbarwienia	0 - 10%	99,1	96,3	99,5	100,0	98,9	98,0	95,4	99,2	99,3	97,8	98,2	98,6
	1 - lekkie odbarwienie	11 - 25%	0,3	1,6	0,0	0,0	0,3	1,1	3,7	0,1	0,0	1,0	1,0	0,6
	2 - średnie odbarwienie	26 - 60%	0,1	0,4	0,0	0,0	0,1	0,2	0,4	0,1	0,0	0,2	0,2	0,1
	3 - duże odbarwienie	> 60%	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,1	0,0
	4 - drzewa martwe		0,6	1,6	0,5	0,0	0,6	0,7	0,5	0,6	0,7	0,7	0,6	0,6
	Klasy 1 - 3	> 10%	0,4	2,1	0,0	0,0	0,5	1,3	4,1	0,2	0,0	1,5	1,2	0,8
	Klasy 2 - 3	> 25%	0,1	0,5	0,0	0,0	0,1	0,2	0,4	0,1	0,0	0,5	0,2	0,2
	Klasy 2 - 4	> 25% i drz. martwe	0,7	2,1	0,5	0,0	0,8	0,9	1,0	0,7	0,7	1,2	0,8	0,8
	Klasy 3 - 4	> 60% i drz. martwe	0,6	1,7	0,5	0,0	0,6	0,7	0,5	0,6	0,7	1,0	0,7	0,7
	Liczba drzew próbnych			8355	766	213	333	9667	457	1144	2420	1144	1435	6600
Powyżej 60 lat	0 - bez odbarwienia	0 - 10%	99,3	97,1	98,8	97,7	99,1	97,8	96,3	96,8	99,1	98,1	97,5	98,5
	1 - lekkie odbarwienie	11 - 25%	0,2	2,0	0,6	0,4	0,4	1,8	2,8	0,5	0,1	0,8	1,3	0,7
	2 - średnie odbarwienie	26 - 60%	0,1	0,0	0,5	0,0	0,1	0,2	0,6	0,2	0,0	0,1	0,3	0,2
	3 - duże odbarwienie	> 60%	0,1	0,0	0,1	0,0	0,1	0,1	0,0	0,8	0,1	0,0	0,2	0,1
	4 - drzewa martwe		0,3	0,9	0,1	1,9	0,4	0,2	0,3	1,7	0,7	1,1	0,8	0,5
	Klasy 1 - 3	> 10%	0,4	2,0	1,1	0,4	0,5	2,1	3,4	1,5	0,2	0,9	1,7	0,9
	Klasy 2 - 3	> 25%	0,2	0,0	0,6	0,0	0,2	0,3	0,6	1,0	0,1	0,1	0,4	0,3
	Klasy 2 - 4	> 25% i drz. martwe	0,5	0,9	0,7	1,9	0,5	0,5	0,9	2,7	0,8	1,1	1,2	0,8
	Klasy 3 - 4	> 60% i drz. martwe	0,4	0,9	0,2	1,9	0,4	0,2	0,3	2,5	0,8	1,1	1,0	0,6
	Liczba drzew próbnych			13893	1008	884	261	16046	1309	2275	1884	1726	1513	8707

Tabela 3.11. Udział procentowy drzew (3 grupy wiekowe) w klasach uszkodzenia wg gatunków na SPO I rz. – wszystkie formy własności – 2020 r.

Klasyfikacja		Gatunki											
Wiek drzew	Klasy uszkodzenia	Sosna	Świerk	Jodła	Inne iglaste	Iglaste razem	Buk	Dąb	Brzoza	Olsza	Inne liściaste	Liściaste razem	Gatunki razem
Powyczej 20 lat	0 - bez uszkodzeń	5,1	9,5	18,6	16,2	6,2	19,2	2,2	4,9	19,4	17,0	11,0	8,0
	1 - klasa ostrzegawcza	77,4	68,0	71,6	68,2	76,3	70,0	57,2	70,7	71,9	63,1	66,4	72,6
	2 - lekkie i średnie uszkodzenie	16,2	19,6	8,1	12,6	16,0	9,6	37,9	21,5	6,8	16,5	20,1	17,5
	3 - duże uszkodzenie	1,0	1,6	1,5	2,2	1,1	1,0	2,3	1,8	1,2	2,5	1,8	1,4
	4 - drzewa martwe	0,4	1,2	0,2	0,8	0,5	0,3	0,4	1,1	0,7	0,9	0,7	0,6
	Klasy 1 - 3	94,5	89,3	81,2	83,0	93,3	80,5	97,5	94,0	79,9	82,1	88,3	91,4
	Klasy 2 - 3	17,1	21,3	9,6	14,8	17,0	10,5	40,2	23,3	8,0	19,0	21,9	18,8
	Klasy 2 - 4	17,5	22,4	9,8	15,7	17,5	10,8	40,6	24,3	8,7	19,9	22,6	19,4
	Klasy 3 - 4	1,4	2,8	1,6	3,0	1,5	1,2	2,7	2,8	1,9	3,4	2,6	1,9
	Liczba drzew próbnych	22248	1774	1097	594	25713	1766	3419	4304	2870	2948	15307	41020
Od 21 do 60 lat	0 - bez uszkodzeń	4,1	10,8	25,4	20,4	5,7	28,0	4,9	6,2	19,8	16,4	12,1	8,3
	1 - klasa ostrzegawcza	76,6	68,9	68,1	67,3	75,5	62,8	63,3	73,7	72,6	62,7	68,6	72,7
	2 - lekkie i średnie uszkodzenie	17,5	16,8	5,6	9,3	16,9	7,7	29,6	18,3	5,6	18,0	17,3	17,1
	3 - duże uszkodzenie	1,2	1,8	0,5	3,0	1,3	0,9	1,7	1,3	1,2	2,2	1,5	1,4
	4 - drzewa martwe	0,6	1,6	0,5	0,0	0,6	0,7	0,5	0,6	0,7	0,7	0,6	0,6
	Klasy 1 - 3	95,3	87,6	74,2	79,6	93,7	71,3	94,6	93,2	79,5	82,9	87,3	91,1
	Klasy 2 - 3	18,7	18,7	6,1	12,3	18,2	8,5	31,3	19,5	6,8	20,2	18,8	18,4
	Klasy 2 - 4	19,3	20,2	6,6	12,3	18,8	9,2	31,8	20,1	7,5	20,9	19,4	19,1
	Klasy 3 - 4	1,7	3,4	0,9	3,0	1,9	1,5	2,2	1,9	1,9	2,9	2,1	2,0
	Liczba drzew próbnych	8355	766	213	333	9667	457	1144	2420	1144	1435	6600	16267
Powyczej 60 lat	0 - bez uszkodzeń	5,7	8,5	17,0	10,7	6,5	16,1	0,8	3,3	19,2	17,6	10,2	7,8
	1 - klasa ostrzegawcza	77,9	67,4	72,5	69,3	76,8	72,5	54,2	66,9	71,4	63,5	64,7	72,5
	2 - lekkie i średnie uszkodzenie	15,3	21,7	8,7	16,9	15,4	10,2	42,1	25,6	7,5	15,0	22,2	17,8
	3 - duże uszkodzenie	0,8	1,5	1,7	1,1	0,9	1,0	2,7	2,4	1,2	2,9	2,1	1,3
	4 - drzewa martwe	0,3	0,9	0,1	1,9	0,4	0,2	0,3	1,7	0,7	1,1	0,8	0,5
	Klasy 1 - 3	94,0	90,6	82,9	87,4	93,1	83,7	98,9	95,0	80,1	81,4	89,0	91,6
	Klasy 2 - 3	16,2	23,2	10,4	18,0	16,3	11,2	44,7	28,0	8,7	17,9	24,3	19,1
	Klasy 2 - 4	16,5	24,1	10,5	19,9	16,7	11,4	45,1	29,7	9,4	19,0	25,1	19,6
	Klasy 3 - 4	1,2	2,4	1,8	3,1	1,3	1,1	3,0	4,1	1,9	4,0	2,9	1,9
	Liczba drzew próbnych	13893	1008	884	261	16046	1309	2275	1884	1726	1513	8707	24753

Tabela 3.12. Udział procentowy drzew (3 grupy wiekowe) w kl. defoliacji wg gat. na SPO I rz. – lasy w zarządzie Lasów Państwowych – 2020 r.

Klasyfikacja			Gatunki											
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	0 - bez defoliacji	0 - 10%	5,2	12,6	19,3	15,4	6,6	21,9	2,1	5,8	21,0	18,4	11,4	8,3
	1 - lekka defoliacja	11 - 25%	79,1	69,3	70,4	72,6	77,9	67,5	55,9	71,7	69,2	60,4	64,7	73,3
	2 - średnia defoliacja	26 - 60%	14,6	15,3	8,8	10,3	14,3	9,2	39,3	19,5	7,8	17,1	21,2	16,7
	3 - duża defoliacja	> 60%	0,7	1,4	1,2	1,1	0,8	1,0	2,2	1,9	1,2	3,5	1,9	1,2
	4 - drzewa martwe		0,4	1,4	0,3	0,6	0,5	0,4	0,5	1,1	0,8	0,6	0,7	0,5
	Klasy 1 - 3	> 10%	94,4	86,0	80,4	84,0	92,9	77,7	97,4	93,1	78,1	81,1	87,9	91,2
	Klasy 2 - 3	> 25%	15,3	16,8	10,0	11,4	15,1	10,2	41,5	21,3	8,9	20,6	23,2	17,9
	Klasy 2 - 4	> 25% i drz. martwe	15,7	18,2	10,2	12,0	15,5	10,5	42,0	22,5	9,8	21,2	23,9	18,4
	Klasy 3 - 4	> 60% i drz. martwe	1,1	2,8	1,4	1,7	1,2	1,3	2,7	3,0	2,0	4,1	2,7	1,7
	Liczba drzew próbnych			15844	1311	761	474	18390	1349	2714	2644	1677	1383	9767
Od 21 do 60 lat	0 - bez defoliacji	0 - 10%	4,5	13,1	26,7	20,1	6,5	31,4	5,0	7,2	20,9	19,8	13,0	8,9
	1 - lekka defoliacja	11 - 25%	79,4	70,4	64,0	70,9	77,8	62,3	63,2	75,6	69,7	58,9	68,0	74,2
	2 - średnia defoliacja	26 - 60%	14,8	13,5	8,0	7,9	14,3	4,7	29,6	15,3	7,3	19,0	16,9	15,3
	3 - duża defoliacja	> 60%	0,8	1,3	0,7	1,2	0,8	0,8	1,6	1,3	1,3	2,1	1,4	1,0
	4 - drzewa martwe		0,5	1,7	0,7	0,0	0,6	0,8	0,6	0,6	0,8	0,2	0,6	0,6
	Klasy 1 - 3	> 10%	95,0	85,2	72,7	79,9	92,9	67,8	94,4	92,2	78,3	80,0	86,4	90,5
	Klasy 2 - 3	> 25%	15,6	14,8	8,7	9,1	15,1	5,5	31,2	16,6	8,6	21,1	18,4	16,3
	Klasy 2 - 4	> 25% i drz. martwe	16,1	16,5	9,3	9,1	15,7	6,3	31,8	17,2	9,4	21,3	19,0	16,9
	Klasy 3 - 4	> 60% i drz. martwe	1,3	3,0	1,3	1,2	1,4	1,6	2,2	1,9	2,1	2,3	2,0	1,7
	Liczba drzew próbnych			5430	636	150	254	6470	382	939	1398	627	525	3871
Powyżej 60 lat	0 - bez defoliacji	0 - 10%	5,6	12,1	17,5	10,0	6,7	18,2	0,6	4,3	21,1	17,5	10,4	7,9
	1 - lekka defoliacja	11 - 25%	79,0	68,1	72,0	74,5	77,9	69,6	52,1	67,4	68,9	61,4	62,6	72,8
	2 - średnia defoliacja	26 - 60%	14,4	17,0	9,0	13,2	14,3	11,0	44,5	24,2	8,0	15,9	24,0	17,5
	3 - duża defoliacja	> 60%	0,7	1,6	1,3	0,9	0,8	1,0	2,5	2,5	1,1	4,4	2,3	1,3
	4 - drzewa martwe		0,3	1,0	0,2	1,4	0,4	0,2	0,4	1,7	0,9	0,8	0,8	0,5
	Klasy 1 - 3	> 10%	94,1	86,8	82,3	88,6	93,0	81,6	99,0	94,1	78,0	81,7	88,9	91,6
	Klasy 2 - 3	> 25%	15,1	18,7	10,3	14,1	15,1	12,0	46,9	26,6	9,1	20,3	26,3	18,8
	Klasy 2 - 4	> 25% i drz. martwe	15,4	19,7	10,5	15,5	15,4	12,2	47,3	28,3	10,0	21,1	27,1	19,3
	Klasy 3 - 4	> 60% i drz. martwe	1,0	2,7	1,5	2,3	1,1	1,2	2,9	4,2	2,0	5,2	3,1	1,8
	Liczba drzew próbnych			10414	675	611	220	11920	967	1775	1246	1050	858	5896

Tabela 3.13. Udział procentowy drzew (3 grupy wiekowe) w klasach defoliacji wg gatunków na SPO I rzędu – lasy prywatne – 2020 r.*

Klasyfikacja			Gatunki											
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	0 - bez defoliacji	0 - 10%	4,6	0,7	17,7	22,8	5,1	13,9	2,8	3,7	17,5	16,1	10,8	7,4
	1 - lekka defoliacja	11 - 25%	73,9	64,0	77,9	50,9	73,4	78,8	67,7	69,3	75,1	65,5	69,7	71,9
	2 - średnia defoliacja	26 - 60%	19,8	32,9	4,0	17,5	19,8	7,3	28,9	24,7	5,6	15,8	17,5	18,8
	3 - duża defoliacja	> 60%	1,4	1,7	0,4	8,8	1,4	0,0	0,6	1,5	1,3	1,6	1,3	1,4
	4 - drzewa martwe		0,3	0,7	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,8	0,5	1,0	0,7	0,5
	Klasy 1 - 3	> 10%	95,1	98,6	82,3	77,2	94,6	86,1	97,2	95,6	82,0	82,9	88,5	92,1
	Klasy 2 - 3	> 25%	21,2	34,6	4,4	26,3	21,2	7,3	29,5	26,2	6,9	17,4	18,8	20,2
	Klasy 2 - 4	> 25% i drz. martwe	21,5	35,3	4,4	26,3	21,5	7,3	29,5	27,0	7,4	18,4	19,5	20,7
	Klasy 3 - 4	> 60% i drz. martwe	1,7	2,4	0,4	8,8	1,7	0,0	0,6	2,3	1,7	2,6	2,0	1,8
	Liczba drzew próbnych			5675	292	249	57	6273	165	495	1445	1033	1288	4426
Od 21 do 60 lat	0 - bez defoliacji	0 - 10%	3,3	0,0	18,2	23,6	3,8	14,3	4,1	5,1	19,4	14,8	11,2	7,2
	1 - lekka defoliacja	11 - 25%	71,0	59,4	81,8	52,7	70,4	85,7	72,5	71,9	75,7	65,6	70,9	70,7
	2 - średnia defoliacja	26 - 60%	23,3	36,8	0,0	14,5	23,2	0,0	22,8	21,4	3,2	17,0	16,1	20,0
	3 - duża defoliacja	> 60%	1,9	2,8	0,0	9,1	2,1	0,0	0,6	1,3	1,0	2,1	1,4	1,8
	4 - drzewa martwe		0,5	0,9	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,3	0,6	0,5	0,4	0,4
	Klasy 1 - 3	> 10%	96,2	99,1	81,8	76,4	95,7	85,7	95,9	94,5	80,0	84,7	88,4	92,4
	Klasy 2 - 3	> 25%	25,2	39,6	0,0	23,6	25,3	0,0	23,4	22,7	4,3	19,0	17,5	21,7
	Klasy 2 - 4	> 25% i drz. martwe	25,7	40,6	0,0	23,6	25,8	0,0	23,4	23,0	4,9	19,6	17,9	22,2
	Klasy 3 - 4	> 60% i drz. martwe	2,4	3,8	0,0	9,1	2,5	0,0	0,6	1,6	1,6	2,6	1,8	2,2
	Liczba drzew próbnych			2596	106	44	55	2801	28	171	935	494	730	2358
Powyżej 60 lat	0 - bez defoliacji	0 - 10%	5,7	1,1	17,6	0,0	6,1	13,9	2,2	1,0	15,8	17,7	10,4	7,7
	1 - lekka defoliacja	11 - 25%	76,3	66,7	77,1	0,0	75,8	77,4	65,1	64,7	74,6	65,4	68,4	73,0
	2 - średnia defoliacja	26 - 60%	16,9	30,6	4,9	100,0	17,0	8,8	32,1	30,8	7,8	14,3	19,1	17,8
	3 - duża defoliacja	> 60%	0,9	1,1	0,5	0,0	0,9	0,0	0,6	2,0	1,5	0,9	1,2	1,0
	4 - drzewa martwe		0,2	0,5	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	1,6	0,4	1,6	0,9	0,5
	Klasy 1 - 3	> 10%	94,2	98,4	82,4	100,0	93,7	86,1	97,8	97,5	83,9	80,6	88,7	91,8
	Klasy 2 - 3	> 25%	17,8	31,7	5,4	100,0	17,9	8,8	32,7	32,7	9,3	15,2	20,3	18,8
	Klasy 2 - 4	> 25% i drz. martwe	18,0	32,3	5,4	100,0	18,1	8,8	32,7	34,3	9,6	16,8	21,2	19,3
	Klasy 3 - 4	> 60% i drz. martwe	1,1	1,6	0,5	0,0	1,1	0,0	0,6	3,5	1,9	2,5	2,1	1,5
	Liczba drzew próbnych			3079	186	205	2	3472	137	324	510	539	558	2068

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

Tabela 3.14. Udział procentowy drzew (3 grupy wiekowe) w kl. defoliacji wg gat. na SPO I rz. – lasy w granicach parków narodowych – 2020 r.

Klasyfikacja			Gatunki											
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	0 - bez defoliacji	0 - 10%	1,1	0,0	15,2	27,8	3,8	9,0	0,0	2,9	9,1	21,9	8,7	6,1
	1 - lekka defoliacja	11 - 25%	62,0	59,1	52,2	55,6	59,6	73,5	50,0	65,2	83,3	65,6	72,2	65,6
	2 - średnia defoliacja	26 - 60%	32,6	38,3	28,3	16,7	33,1	16,8	50,0	31,9	6,1	9,4	18,3	26,0
	3 - duża defoliacja	> 60%	2,1	1,7	4,3	0,0	2,2	0,6	0,0	0,0	1,5	3,1	0,9	1,6
	4 - drzewa martwe		2,1	0,9	0,0	0,0	1,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,7
	Klasy 1 - 3	> 10%	96,8	99,1	84,8	72,2	94,8	91,0	100,0	97,1	90,9	78,1	91,3	93,1
	Klasy 2 - 3	> 25%	34,8	40,0	32,6	16,7	35,2	17,4	50,0	31,9	7,6	12,5	19,2	27,6
	Klasy 2 - 4	> 25% i drz. martwe	36,9	40,9	32,6	16,7	36,6	17,4	50,0	31,9	7,6	12,5	19,2	28,3
	Klasy 3 - 4	> 60% i drz. martwe	4,3	2,6	4,3	0,0	3,6	0,6	0,0	0,0	1,5	3,1	0,9	2,3
	Liczba drzew próbnych			187	115	46	18	366	155	12	69	66	32	334
Od 21 do 60 lat	0 - bez defoliacji	0 - 10%	1,4	0,0	-	-	1,1	10,0	-	3,2	0,0	21,1	7,8	4,6
	1 - lekka defoliacja	11 - 25%	71,4	73,9	-	-	72,0	53,3	-	58,1	86,4	68,4	64,7	68,2
	2 - średnia defoliacja	26 - 60%	21,4	26,1	-	-	22,6	33,3	-	38,7	9,1	10,5	25,5	24,1
	3 - duża defoliacja	> 60%	1,4	0,0	-	-	1,1	3,3	-	0,0	4,5	0,0	2,0	1,5
	4 - drzewa martwe		4,3	0,0	-	-	3,2	0,0	-	0,0	0,0	0,0	0,0	1,5
	Klasy 1 - 3	> 10%	94,3	100,0	-	-	95,7	90,0	-	96,8	100,0	78,9	92,2	93,8
	Klasy 2 - 3	> 25%	22,9	26,1	-	-	23,7	36,7	-	38,7	13,6	10,5	27,5	25,6
	Klasy 2 - 4	> 25% i drz. martwe	27,1	26,1	-	-	26,9	36,7	-	38,7	13,6	10,5	27,5	27,2
Klasy 3 - 4	> 60% i drz. martwe	5,7	0,0	-	-	4,3	3,3	-	0,0	4,5	0,0	2,0	3,1	
Liczba drzew próbnych			70	23	0	0	93	30	0	31	22	19	102	195
Powyżej 60 lat	0 - bez defoliacji	0 - 10%	0,9	0,0	15,2	27,8	4,8	8,8	0,0	2,6	13,6	23,1	9,1	6,7
	1 - lekka defoliacja	11 - 25%	56,4	55,4	52,2	55,6	55,3	78,4	50,0	71,1	81,8	61,5	75,4	64,6
	2 - średnia defoliacja	26 - 60%	39,3	41,3	28,3	16,7	36,6	12,8	50,0	26,3	4,5	7,7	15,1	26,7
	3 - duża defoliacja	> 60%	2,6	2,2	4,3	0,0	2,6	0,0	0,0	0,0	0,0	7,7	0,4	1,6
	4 - drzewa martwe		0,9	1,1	0,0	0,0	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4
	Klasy 1 - 3	> 10%	98,3	98,9	84,8	72,2	94,5	91,2	100,0	97,4	86,4	76,9	90,9	92,9
	Klasy 2 - 3	> 25%	41,9	43,5	32,6	16,7	39,2	12,8	50,0	26,3	4,5	15,4	15,5	28,3
	Klasy 2 - 4	> 25% i drz. martwe	42,7	44,6	32,6	16,7	39,9	12,8	50,0	26,3	4,5	15,4	15,5	28,7
Klasy 3 - 4	> 60% i drz. martwe	3,4	3,3	4,3	0,0	3,3	0,0	0,0	0,0	0,0	7,7	0,4	2,0	
Liczba drzew próbnych			117	92	46	18	273	125	12	38	44	13	232	505

Tabela 3.15. Udział procentowy drzew (3 grupy wiekowe) w kl. defoliacji wg gat. na SPO I rz. – lasy pozostałych kategorii własności – 2020 r.

Klasyfikacja			Gatunki											
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	0 - bez defoliacji	0 - 10%	7,2	3,6	14,6	11,1	7,6	6,2	1,5	3,4	19,1	14,3	8,6	8,1
	1 - lekka defoliacja	11 - 25%	69,7	78,6	78,0	48,9	69,6	84,5	50,0	68,5	76,6	66,5	66,2	67,8
	2 - średnia defoliacja	26 - 60%	19,9	17,9	7,3	28,9	19,6	9,3	44,4	23,3	3,2	15,5	22,1	20,9
	3 - duża defoliacja	> 60%	1,7	0,0	0,0	6,7	1,8	0,0	4,0	1,4	0,0	1,6	1,8	1,8
	4 - drzewa martwe		1,5	0,0	0,0	4,4	1,5	0,0	0,0	3,4	1,1	2,0	1,4	1,4
	Klasy 1 - 3	> 10%	91,3	96,4	85,4	84,4	90,9	93,8	98,5	93,2	79,8	83,7	90,0	90,4
	Klasy 2 - 3	> 25%	21,6	17,9	7,3	35,6	21,3	9,3	48,5	24,7	3,2	17,1	23,8	22,7
	Klasy 2 - 4	> 25% i drz. martwe	23,1	17,9	7,3	40,0	22,8	9,3	48,5	28,1	4,3	19,2	25,3	24,1
	Klasy 3 - 4	> 60% i drz. martwe	3,1	0,0	0,0	11,1	3,2	0,0	4,0	4,8	1,1	3,7	3,2	3,2
	Liczba drzew próbnych			542	56	41	45	684	97	198	146	94	245	780
Od 21 do 60 lat	0 - bez defoliacji	0 - 10%	4,6	0,0	31,6	16,7	7,3	5,9	5,9	1,8	0,0	13,0	9,3	8,2
	1 - lekka defoliacja	11 - 25%	75,7	0,0	68,4	62,5	73,9	58,8	23,5	64,3	100,0	63,4	58,4	66,6
	2 - średnia defoliacja	26 - 60%	17,4	100,0	0,0	12,5	16,2	35,3	64,7	28,6	0,0	18,0	27,1	21,3
	3 - duża defoliacja	> 60%	0,8	0,0	0,0	8,3	1,3	0,0	5,9	1,8	0,0	2,5	2,6	1,9
	4 - drzewa martwe		1,5	0,0	0,0	0,0	1,3	0,0	0,0	3,6	0,0	3,1	2,6	1,9
	Klasy 1 - 3	> 10%	93,8	100,0	68,4	83,3	91,4	94,1	94,1	94,6	100,0	83,9	88,1	89,9
	klasy 2 - 3	> 25%	18,1	100,0	0,0	20,8	17,5	35,3	70,6	30,4	0,0	20,5	29,7	23,3
	klasy 2 - 4	> 25% i drz. martwe	19,7	100,0	0,0	20,8	18,8	35,3	70,6	33,9	0,0	23,6	32,3	25,2
	klasy 3 - 4	> 60% i drz. martwe	2,3	0,0	0,0	8,3	2,6	0,0	5,9	5,4	0,0	5,6	5,2	3,8
	liczba drzew próbnych			259	1	19	24	303	17	34	56	1	161	269
Powyżej 60 lat	0 - bez defoliacji	0 - 10%	9,5	3,6	0,0	4,8	7,9	6,3	0,6	4,4	19,4	16,7	8,2	8,1
	1 - lekka defoliacja	11 - 25%	64,3	80,0	86,4	33,3	66,1	90,0	55,5	71,1	76,3	72,6	70,3	68,5
	2 - średnia defoliacja	26 - 60%	22,3	16,4	13,6	47,6	22,3	3,8	40,2	20,0	3,2	10,7	19,4	20,6
	3 - duża defoliacja	> 60%	2,5	0,0	0,0	4,8	2,1	0,0	3,7	1,1	0,0	0,0	1,4	1,7
	4 - drzewa martwe		1,4	0,0	0,0	9,5	1,6	0,0	0,0	3,3	1,1	0,0	0,8	1,1
	klasy 1 - 3	> 10%	89,0	96,4	100,0	85,7	90,6	93,8	99,4	92,2	79,6	83,3	91,0	90,8
	klasy 2 - 3	> 25%	24,7	16,4	13,6	52,4	24,4	3,8	43,9	21,1	3,2	10,7	20,7	22,3
	klasy 2 - 4	> 25% i drz. martwe	26,1	16,4	13,6	61,9	26,0	3,8	43,9	24,4	4,3	10,7	21,5	23,4
	klasy 3 - 4	> 60% i drz. martwe	3,9	0,0	0,0	14,3	3,7	0,0	3,7	4,4	1,1	0,0	2,2	2,8
	liczba drzew próbnych			283	55	22	21	381	80	164	90	93	84	511

Tabela 3.16. Średnia defoliacja monitorowanych gatunków według form własności i przedziałów wieku – 2020 r.

Własność	Wiek	Sosna		Świerk		Jodła		Inne iglaste		Gat. iglaste		Buk		Dąb		Brzoza		Olsza		Inne liściaste		Gat. liściaste		Gat. razem	
		Li_drw	Śred	Li_drw	Śred	Li_drw	Śred	Li_drw	Śred	Li_drw	Śred	Li_drw	Śred	Li_drw	Śred	Li_drw	Śred	Li_drw	Śred	Li_drw	Śred	Li_drw	Śred	Li_drw	Śred
Lasy Państwowe	21- 60 lat	5430	22,6	636	22,7	150	17,4	254	19,1	6470	22,4	382	16,8	939	25,9	1398	22,6	627	19,2	525	22,1	3871	22,2	10341	22,3
	> 60 lat	10414	22,3	675	23,2	611	19,8	220	23,1	11920	22,3	967	19,9	1775	29,9	1246	26,8	1050	19,0	858	23,4	5896	24,7	17816	23,1
	> 20 lat	15844	22,4	1311	23,0	761	19,4	474	20,9	18390	22,3	1349	19,0	2714	28,5	2644	24,6	1677	19,1	1383	22,9	9767	23,7	28157	22,8
Lasy prywatne	21- 60 lat	2596	25,6	106	30,1	44	16,6	55	23,9	2801	25,6	28	17,5	171	23,7	935	23,8	494	18,1	730	22,4	2358	22,1	5159	24,0
	> 60 lat	3079	23,1	186	27,3	205	17,8	2	30,0	3472	23,1	137	19,2	324	26,7	510	27,6	539	19,6	558	21,2	2068	23,1	5540	23,1
	> 20 lat	5675	24,3	292	28,4	249	17,6	57	24,1	6273	24,2	165	18,9	495	25,6	1445	25,2	1033	18,9	1288	21,9	4426	22,6	10699	23,5
Parki Narodowe	21- 60 lat	70	28,4	23	25,0	0	-	0	-	93	27,5	30	24,0	0	-	31	27,6	22	25,9	19	18,7	102	24,5	195	25,9
	> 60 lat	117	29,9	92	31,3	46	27,7	18	19,4	273	29,3	125	20,5	12	29,6	38	23,9	44	19,0	13	22,3	232	21,4	505	25,7
	> 20 lat	187	29,3	115	30,0	46	27,7	18	19,4	366	28,8	155	21,2	12	29,6	69	25,6	66	21,3	32	20,2	334	22,3	700	25,7
Inne Skarbu Państwa (a)	21- 60 lat	81	24,6	1	30,0	0	-	24	26,0	106	25,0	1	20,0	1	25,0	12	35,8	0	-	70	27,1	84	28,3	190	26,4
	> 60 lat	105	23,8	4	28,8	1	20,0	16	46,3	126	26,7	8	17,5	82	33,5	25	34,8	1	20,0	45	17,8	161	28,4	287	27,7
	> 20 lat	186	24,1	5	29,0	1	20,0	40	34,1	232	25,9	9	17,8	83	33,4	37	35,1	1	20,0	115	23,5	245	28,4	477	27,2
Gminne (b)	21- 60 lat	61	23,9	0	-	19	15,8	0	-	80	21,9	2	12,5	21	36,9	37	22,8	0	-	4	20,0	64	27,0	144	24,2
	> 60 lat	140	26,5	49	21,0	21	25,2	2	15,0	212	25,0	55	19,1	60	24,8	58	23,6	20	16,8	11	18,6	204	21,8	416	23,4
	> 20 lat	201	25,7	49	21,0	40	20,8	2	15,0	292	24,2	57	18,9	81	27,9	95	23,3	20	16,8	15	19,0	268	23,0	560	23,6
Wspólnoty gruntowe (c)	21- 60 lat	117	24,0	0	-	0	-	0	-	117	24,0	0	-	2	22,5	5	38,0	0	-	13	30,8	20	31,8	137	25,1
	> 60 lat	2	20,0	0	-	0	-	0	-	2	20,0	0	-	0	-	2	32,5	19	17,9	0	-	21	19,3	23	19,3
	> 20 lat	119	23,9	0	-	0	-	0	-	119	23,9	0	-	2	22,5	7	36,4	19	17,9	13	30,8	41	25,4	160	24,3
Spółdzielnie i Kółka Rolnicze (d)	21- 60 lat	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-
	> 60 lat	0	-	0	-	0	-	1	20,0	1	20,0	0	-	2	35,0	0	-	38	18,8	19	20,8	59	20,0	60	20,0
	> 20 lat	0	-	0	-	0	-	1	20,0	1	20,0	0	-	2	35,0	0	-	38	18,8	19	20,8	59	20,0	60	20,0
Inne (e)	21- 60 lat	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	1	20,0	0	-	0	-	1	25,0	20	16,5	22	17,0	22	17,0
	> 60 lat	20	29,8	2	32,5	0	-	0	-	22	30,0	5	16,0	11	24,1	4	8,8	15	10,7	8	18,8	43	16,0	65	20,8
	> 20 lat	20	29,8	2	32,5	0	-	0	-	22	30,0	6	16,7	11	24,1	4	8,8	16	11,6	28	17,1	65	16,4	87	19,8
Agencja Rolna Skarbu Państwa (f)	21- 60 lat	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	13	30,8	10	35,0	2	45,0	0	-	54	24,7	79	27,5	79	27,5
	> 60 lat	16	20,3	0	-	0	-	2	25,0	18	20,8	12	19,2	9	29,4	1	40,0	0	-	1	20,0	23	24,1	41	22,7
	> 20 lat	16	20,3	0	-	0	-	2	25,0	18	20,8	25	25,2	19	32,4	3	43,3	0	-	55	24,6	102	26,8	120	25,9
Inne formy własności razem (a-f)	21- 60 lat	259	24,2	1	30,0	19	15,8	24	26,0	303	23,8	17	27,4	34	35,1	56	27,8	1	25,0	161	25,1	269	27,1	572	25,3
	> 60 lat	283	25,3	55	22,0	22	25,0	21	40,0	381	25,6	80	18,8	164	29,5	90	26,4	93	16,9	84	18,7	511	23,2	892	24,2
	> 20 lat	542	24,8	56	22,1	41	20,7	45	32,6	684	24,8	97	20,3	198	30,5	146	27,0	94	17,0	245	22,9	780	24,5	1464	24,7
Wszystkie formy własności	21- 60 lat	8355	23,7	766	23,8	213	17,1	333	20,4	9667	23,4	457	17,7	1144	25,8	2420	23,2	1144	18,8	1435	22,5	6600	22,4	16267	23,0
	> 60 lat	13893	22,6	1008	24,7	884	19,9	261	24,2	16046	22,6	1309	19,8	2275	29,4	1884	27,0	1726	19,1	1513	22,3	8707	24,2	24753	23,2
	> 20 lat	22248	23,0	1774	24,3	1097	19,4	594	22,1	25713	22,9	1766	19,3	3419	28,2	4304	24,9	2870	19,0	2948	22,4	15307	23,4	41020	23,1

Tabela 3.17. 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 – 2020 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	8,0	6,7	0,0	23,8	8,6	26,6	3,2	9,1	23,9	39,9	16,7	12,4
	1	83,0	74,6	100,0	70,5	81,7	63,6	74,4	80,1	63,6	45,4	69,6	76,1
	2-4	9,0	18,8	0,0	5,7	9,7	9,8	22,4	10,8	12,5	14,8	13,7	11,6
	śr.def.	20,6	25,3	17,5	17,2	20,8	18,0	24,6	21,3	18,8	19,2	20,7	20,8
Bałtycka własność osób fizycznych	0	3,7	0,0	-	-	3,6	12,5	0,0	4,9	27,0	30,4	19,2	11,1
	1	90,5	100,0	-	-	90,8	81,3	89,5	90,2	62,2	65,2	74,2	82,8
	2-4	5,8	0,0	-	-	5,6	6,3	10,5	4,9	10,8	4,3	6,6	6,1
	śr.def.	19,9	19,0	-	-	19,9	19,4	21,6	19,9	20,0	16,2	18,7	19,3
Bałtycka w granicach PN	0	0,0	-	-	-	0,0	0,0	0,0	-	-	-	0,0	0,0
	1	25,9	-	-	-	25,9	100,0	50,0	-	-	-	53,8	35,0
	2-4	74,1	-	-	-	74,1	0,0	50,0	-	-	-	46,2	65,0
	śr.def.	33,9	-	-	-	33,9	25,0	29,6	-	-	-	29,2	32,4
Bałtycka inne własności	0	3,1	-	-	0,0	3,0	0,0	12,5	12,1	52,9	20,7	18,4	12,8
	1	71,9	-	-	50,0	71,2	100,0	62,5	75,8	47,1	65,5	71,1	71,1
	2-4	25,0	-	-	50,0	25,8	0,0	25,0	12,1	0,0	13,8	10,5	16,1
	śr.def.	24,9	-	-	25,0	24,9	18,9	25,0	22,6	12,1	20,3	20,2	21,9
Mazursko-Podl. w zarządzie LP	0	1,4	3,4	-	0,0	1,8	50,0	0,5	4,0	14,3	15,5	9,4	4,5
	1	89,6	84,1	-	90,0	88,7	50,0	82,3	84,8	82,0	74,5	81,5	86,1
	2-4	8,9	12,5	-	10,0	9,6	0,0	17,2	11,1	3,8	9,9	9,2	9,4
	śr.def.	22,1	22,5	-	22,0	22,2	14,5	23,4	21,8	18,7	19,7	20,5	21,6
Mazursko-Podl. własność osób fizycznych	0	2,0	3,8	-	-	2,1	-	0,0	12,0	12,9	16,4	12,9	7,5
	1	88,2	61,5	-	-	86,7	-	81,8	76,7	84,5	71,8	79,1	82,9
	2-4	9,8	34,6	-	-	11,1	-	18,2	11,3	2,6	11,8	8,1	9,6
	śr.def.	22,2	25,0	-	-	22,4	-	24,5	21,4	17,6	20,2	19,7	21,0
Mazursko-Podl. w granicach PN	0	0,0	0,0	-	-	0,0	-	-	5,0	15,0	-	10,0	5,7
	1	81,1	73,9	-	-	78,3	-	-	70,0	80,0	-	75,0	76,4
	2-4	18,9	26,1	-	-	21,7	-	-	25,0	5,0	-	15,0	17,9
	śr.def.	26,8	25,0	-	-	26,1	-	-	23,4	18,8	-	21,1	23,2
Mazursko-Podl. inne własności	0	-	-	-	-	-	-	-	-	10,0	-	10,0	10,0
	1	-	-	-	-	-	-	-	-	90,0	-	90,0	90,0
	2-4	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	0,0	0,0
	śr.def.	-	-	-	-	-	-	-	-	16,8	-	16,8	16,8
Wielkopolsko- Pomorska w zarządzie LP	0	4,3	14,9	-	18,0	4,7	22,5	0,9	6,8	29,0	15,0	11,1	6,1
	1	78,2	73,1	-	68,9	78,1	70,8	54,6	69,2	67,7	61,8	63,4	74,9
	2-4	17,4	11,9	-	13,1	17,3	6,7	44,5	24,0	3,3	23,2	25,4	19,0
	śr.def.	22,7	20,2	-	20,3	22,6	18,2	30,4	25,5	15,4	22,0	24,2	23,0
Wielkopolsko- Pomorska własność osób fizycznych	0	2,4	-	-	0,0	2,3	-	0,0	6,9	17,3	0,0	8,8	3,7
	1	79,1	-	-	18,8	77,9	-	84,2	71,3	68,0	38,9	65,9	75,4
	2-4	18,6	-	-	81,3	19,8	-	15,8	21,8	14,7	61,1	25,3	21,0
	śr.def.	23,0	-	-	48,1	23,5	-	25,5	25,2	19,7	33,8	24,7	23,8
Wielkopolsko- Pomorska w granicach PN	0	5,0	-	-	-	5,0	-	-	-	0,0	0,0	0,0	3,3
	1	70,0	-	-	-	70,0	-	-	-	100,0	81,8	90,0	76,7
	2-4	25,0	-	-	-	25,0	-	-	-	0,0	18,2	10,0	20,0
	śr.def.	28,1	-	-	-	28,1	-	-	-	17,8	26,4	22,5	26,3
Wielkopolsko- Pomorska inne własności	0	14,0	-	-	0,0	12,3	0,0	0,0	0,0	18,4	14,3	9,7	10,8
	1	69,9	-	-	38,5	66,0	96,0	32,1	28,6	76,3	71,4	67,5	66,9
	2-4	16,1	-	-	61,5	21,7	4,0	67,9	71,4	5,3	14,3	22,7	22,3
	śr.def.	21,0	-	-	45,0	23,9	18,0	38,0	29,3	18,8	22,9	24,1	24,0
Mazowiecko- Podlaska w zarządzie LP	0	1,7	0,0	-	39,1	2,2	33,3	3,2	4,0	12,5	18,8	6,5	3,7
	1	76,0	86,5	-	56,5	75,9	66,7	41,3	67,0	62,5	63,5	56,8	69,3
	2-4	22,3	13,5	-	4,3	21,8	0,0	55,4	29,0	25,0	17,6	36,8	27,0
	śr.def.	25,1	22,8	-	15,7	24,9	15,0	30,6	25,8	26,7	20,7	27,1	25,7

Tabela 3.17. – cd.

Kraina, własność	Kl.def., śr.def.	Sosna	Świerk	Jodła	Inne iglaste	Iglaste razem	Buk	Dąb	Brzoza	Olsza	Inne liśc.	Liśc. razem	Gat. razem
Mazowiecko- Podlaska własność osób fizycznych	0	1,2	0,0	-	0,0	1,2	-	1,6	2,1	19,0	11,4	8,9	4,3
	1	72,0	0,0	-	100,0	72,0	-	52,8	62,0	75,2	47,9	63,8	68,6
	2-4	26,8	100,0	-	0,0	26,9	-	45,5	35,9	5,8	40,7	27,3	27,1
	śr.def.	26,4	32,5	-	25,0	26,4	-	29,1	26,8	18,5	29,3	24,6	25,7
Mazowiecko- Podlaska w granicach PN	0	0,0	-	-	-	0,0	-	-	0,0	0,0	-	0,0	0,0
	1	64,5	-	-	-	64,5	-	-	50,0	78,6	-	60,5	63,0
	2-4	35,5	-	-	-	35,5	-	-	50,0	21,4	-	39,5	37,0
	śr.def.	30,0	-	-	-	30,0	-	-	30,6	30,7	-	30,7	30,2
Mazowiecko- Podlaska inne własności	0	0,0	-	-	0,0	0,0	-	0,0	0,0	-	46,2	20,0	6,0
	1	63,6	-	-	0,0	60,0	-	20,0	0,0	-	53,8	30,0	51,0
	2-4	36,4	-	-	100,0	40,0	-	80,0	100,0	-	0,0	50,0	43,0
	śr.def.	32,3	-	-	43,8	33,0	-	40,5	83,6	-	13,1	38,7	34,7
Śląska w zarządzie LP	0	7,4	36,8	-	7,7	9,1	33,8	1,2	3,6	29,7	16,3	10,2	9,6
	1	76,6	44,8	-	66,2	74,3	52,1	35,7	54,7	57,9	45,6	46,6	62,2
	2-4	16,0	18,4	-	26,2	16,5	14,1	63,1	41,6	12,4	38,1	43,3	28,2
	śr.def.	21,9	22,5	-	27,8	22,2	18,1	33,5	29,5	18,1	31,1	29,1	25,2
Śląska własność osób fizycznych	0	4,3	-	-	-	4,3	0,0	0,0	0,0	0,0	30,9	20,5	11,9
	1	76,6	-	-	-	76,6	100,0	33,3	50,0	100,0	54,5	50,6	64,4
	2-4	19,1	-	-	-	19,1	0,0	66,7	50,0	0,0	14,5	28,9	23,7
	śr.def.	23,4	-	-	-	23,4	15,0	34,4	28,1	25,0	17,6	22,3	22,9
Śląska w granicach PN	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2-4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	śr.def.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Śląska inne własności	0	12,8	-	-	23,5	16,1	0,0	1,6	0,0	-	19,6	8,9	11,1
	1	51,3	-	-	52,9	51,8	0,0	49,2	16,7	-	52,9	46,8	48,3
	2-4	35,9	-	-	23,5	32,1	100,0	49,2	83,3	-	27,5	44,4	40,6
	śr.def.	25,0	-	-	27,1	25,6	45,0	31,1	36,7	-	28,7	31,0	29,4
Małopolska w zarządzie LP	0	8,5	0,0	12,2	10,0	8,6	25,0	3,4	2,6	17,4	9,2	8,2	8,5
	1	73,9	31,1	57,9	80,0	72,3	60,1	54,4	67,7	73,3	73,7	62,5	68,9
	2-4	17,6	68,9	29,9	10,0	19,0	14,9	42,2	29,7	9,3	17,1	29,3	22,7
	śr.def.	22,5	42,1	25,2	21,7	23,0	19,0	27,2	26,6	20,8	23,3	24,9	23,6
Małopolska własność osób fizycznych	0	9,2	0,0	12,0	11,8	9,1	33,3	4,6	3,1	17,2	14,7	9,6	9,3
	1	68,0	33,3	68,0	88,2	67,5	63,3	68,8	71,8	73,2	65,6	69,4	68,3
	2-4	22,8	66,7	20,0	0,0	23,3	3,3	26,6	25,1	9,6	19,7	21,0	22,4
	śr.def.	23,7	39,6	21,0	16,2	23,9	15,3	24,4	24,9	19,1	22,1	22,9	23,5
Małopolska w granicach PN	0	0,0	0,0	0,0	100,0	3,3	13,3	-	-	-	-	13,3	8,3
	1	52,9	100,0	85,7	0,0	66,7	76,7	-	-	-	-	76,7	71,7
	2-4	47,1	0,0	14,3	0,0	30,0	10,0	-	-	-	-	10,0	20,0
	śr.def.	28,2	25,0	20,7	10,0	25,3	20,5	-	-	-	-	20,5	22,9
Małopolska inne własności	0	7,1	-	-	0,0	6,9	50,0	0,0	1,3	0,0	4,9	2,7	5,2
	1	73,5	-	-	85,7	73,8	50,0	46,5	79,5	89,5	78,0	71,9	73,0
	2-4	19,4	-	-	14,3	19,3	0,0	53,5	19,2	10,5	17,1	25,4	21,7
	śr.def.	24,0	-	-	23,6	24,0	11,3	29,0	23,0	17,9	23,7	23,8	23,9
Sudecka W zarządzie LP	0	7,1	25,6	20,0	2,6	22,3	48,4	0,0	5,9	15,8	23,3	15,9	19,6
	1	78,6	58,8	40,0	86,8	62,3	41,9	46,4	67,6	78,9	55,6	54,3	58,9
	2-4	14,3	15,6	40,0	10,5	15,4	9,7	53,6	26,5	5,3	21,1	29,8	21,4
	śr.def.	20,0	19,4	22,0	21,2	19,7	15,0	29,5	23,1	18,4	23,4	24,0	21,5

Tabela 3.17. – cd.

Kraina, własność	Kl.def., śr.def.	Sosna	Świerk	Jodła	Inne iglaste	Iglaste razem	Buk	Dąb	Brzoza	Olsza	Inne liśc.	Liśc. razem	Gat. razem
Sudecka własność osób fizycznych	0	-	0,0	-	-	0,0	-	-	0,0	-	7,9	7,7	7,5
	1	-	100,0	-	-	100,0	-	-	100,0	-	55,3	56,4	57,5
	2-4	-	0,0	-	-	0,0	-	-	0,0	-	36,8	35,9	35,0
	śr.def.	-	20,0	-	-	20,0	-	-	25,0	-	27,1	27,1	26,9
Sudecka w granicach PN	0	-	0,0	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-	0,0
	1	-	85,0	-	-	85,0	-	-	-	-	-	-	85,0
	2-4	-	15,0	-	-	15,0	-	-	-	-	-	-	15,0
	śr.def.	-	25,3	-	-	25,3	-	-	-	-	-	-	25,3
Sudecka inne własności	0	0,0	5,3	0,0	100,0	7,1	66,7	0,0	0,0	-	8,3	6,5	6,7
	1	0,0	86,8	0,0	0,0	78,6	33,3	60,9	58,3	-	33,3	48,4	60,6
	2-4	100,0	7,9	100,0	0,0	14,3	0,0	39,1	41,7	-	58,3	45,2	32,7
	śr.def.	50,0	20,0	45,0	5,0	21,7	13,3	27,0	26,7	-	25,8	25,8	24,1
Karpacka W zarządzie LP	0	6,8	7,0	21,4	14,7	16,0	11,2	0,0	0,0	4,7	13,0	10,4	13,5
	1	78,2	63,2	74,0	70,7	73,4	78,2	78,4	65,0	55,8	67,0	73,4	73,4
	2-4	15,0	29,8	4,6	14,7	10,5	10,6	21,6	35,0	39,5	20,0	16,2	13,0
	śr.def.	21,3	25,3	17,7	22,0	19,7	20,9	23,9	25,5	29,7	21,9	22,0	20,7
Karpacka własność osób fizycznych	0	8,0	0,5	18,3	47,8	10,2	9,3	1,8	1,1	17,3	17,0	12,8	11,5
	1	78,8	68,9	79,0	43,5	74,7	82,2	87,7	84,8	69,1	75,6	77,9	76,4
	2-4	13,2	30,6	2,7	8,7	15,2	8,5	10,5	14,1	13,6	7,4	9,3	12,1
	śr.def.	22,6	27,1	17,2	13,3	22,0	19,7	22,5	23,0	22,4	19,0	20,2	21,1
Karpacka w granicach PN	0	0,0	0,0	17,9	23,5	8,7	8,1	-	0,0	0,0	33,3	11,1	10,0
	1	50,0	43,3	46,2	58,8	46,5	72,6	-	100,0	100,0	57,1	71,9	60,4
	2-4	50,0	56,7	35,9	17,6	44,9	19,4	-	0,0	0,0	9,5	17,0	29,6
	śr.def.	27,5	33,6	29,0	20,0	30,2	21,3	-	19,0	21,7	16,9	20,7	25,0
Karpacka inne własności	0	0,0	0,0	15,0	0,0	8,7	5,0	0,0	0,0	-	3,2	3,3	5,6
	1	80,0	61,1	80,0	100,0	75,4	90,0	82,4	100,0	-	96,8	91,2	84,4
	2-4	20,0	38,9	5,0	0,0	15,9	5,0	17,6	0,0	-	0,0	5,5	10,0
	śr.def.	24,0	26,7	20,1	25,0	22,5	20,0	23,5	21,7	-	16,8	19,6	20,8

Tabela 3.18. 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 – 2020 r.

RDLP	Kl.def., śr.def.	Sosna	Świerk	Jodła	Inne iglaste	Iglaste razem	Buk	Dąb	Brzoza	Olsza	Inne liśc.	Liśc. razem	Gat. razem
Warszawa	0	0,7	-	-	0,0	0,7	-	1,7	0,0	2,2	22,2	4,2	1,7
	1	78,4	-	-	100,0	78,7	-	18,6	27,1	64,4	51,9	36,8	66,4
	2-4	20,9	-	-	0,0	20,7	-	79,7	72,9	33,3	25,9	58,9	31,9
	śr.def.	24,5	-	-	20,8	24,4	-	36,5	35,8	27,8	22,2	32,2	26,7
Lublin	0	1,0	0,0	0,0	0,0	1,0	23,5	0,0	2,4	13,6	23,3	3,8	2,1
	1	72,0	41,7	67,4	80,0	71,1	41,2	47,2	81,1	78,0	50,0	59,8	66,7
	2-4	26,9	58,3	32,6	20,0	27,9	35,3	52,8	16,6	8,5	26,7	36,4	31,2
	śr.def.	25,9	40,6	27,0	23,0	26,3	28,2	29,5	24,1	21,1	26,2	26,9	26,6
Wrocław	0	8,5	29,1	20,0	1,7	15,4	38,8	0,0	3,1	27,1	19,3	12,0	13,8
	1	75,6	55,2	40,0	79,3	68,4	44,9	38,5	49,1	62,1	49,6	47,3	58,3
	2-4	15,9	15,7	40,0	19,0	16,1	16,3	61,5	47,9	10,7	31,1	40,7	27,9
	śr.def.	21,8	19,0	22,0	24,6	21,0	19,2	34,3	31,0	17,8	28,6	28,8	24,7
Łódź	0	9,3	0,0	20,0	25,0	9,9	11,1	8,8	0,9	12,5	11,1	6,2	9,0
	1	69,0	50,0	60,0	68,8	68,9	77,8	44,2	50,0	87,5	81,5	53,6	65,4
	2-4	21,8	50,0	20,0	6,3	21,3	11,1	46,9	49,1	0,0	7,4	40,2	25,6
	śr.def.	23,7	32,5	19,0	18,0	23,5	19,2	27,8	31,2	18,8	18,5	27,4	24,4
Poznań	0	5,5	4,5	-	7,7	5,5	50,0	0,0	6,1	10,9	11,9	5,8	5,6
	1	75,5	45,5	-	92,3	75,1	50,0	52,8	66,7	82,0	52,4	62,3	70,4
	2-4	19,0	50,0	-	0,0	19,4	0,0	47,2	27,2	7,0	35,7	31,9	23,9
	śr.def.	22,9	45,7	-	19,2	23,3	13,3	30,7	24,5	18,4	26,7	25,9	24,2

Tabela 3.18. – cd.

RDLP	Kl.def., śr.def.	Sosna	Świerk	Jodła	Inne iglaste	Iglaste razem	Buk	Dąb	Brzoza	Olsza	Inne liśc.	Liśc. razem	Gat. razem
Radom	0	12,5	0,0	16,2	33,3	12,9	8,0	9,6	1,6	21,9	3,2	8,5	11,7
	1	64,7	18,8	51,4	33,3	61,7	44,0	65,2	75,4	65,6	64,5	65,5	62,7
	2-4	22,8	81,3	32,4	33,3	25,4	48,0	25,2	23,0	12,5	32,3	26,1	25,6
	śr.def.	23,3	45,9	26,0	17,5	24,1	27,0	22,4	24,3	21,7	30,6	24,0	24,1
Zielona Góra	0	7,2	63,0	-	-	8,3	80,0	3,8	6,9	44,9	19,4	16,3	10,0
	1	70,3	33,3	-	-	69,6	20,0	22,0	42,6	53,1	66,7	40,4	63,3
	2-4	22,5	3,7	-	-	22,1	0,0	74,2	50,5	2,0	13,9	43,4	26,7
	śr.def.	23,2	12,0	-	-	23,0	8,0	35,8	32,5	13,7	18,5	27,5	24,0
Szczecin	0	8,7	9,6	-	25,4	9,3	35,0	4,1	18,8	32,6	30,7	22,0	13,2
	1	68,7	73,1	-	57,1	68,4	48,3	51,1	60,2	45,7	41,2	50,1	62,7
	2-4	22,6	17,3	-	17,5	22,3	16,7	44,8	21,0	21,7	28,1	28,0	24,0
	śr.def.	23,5	22,9	-	19,7	23,3	19,7	29,3	23,8	19,8	20,4	23,3	23,3
Katowice	0	5,3	1,7	0,0	12,0	5,3	25,8	0,0	3,5	4,6	11,0	8,4	6,6
	1	86,5	61,7	96,7	73,5	84,6	68,7	46,5	66,2	76,9	53,7	60,4	74,7
	2-4	8,2	36,7	3,3	14,5	10,1	5,5	53,5	30,3	18,5	35,4	31,2	18,8
	śr.def.	20,5	28,0	20,9	24,4	21,2	17,5	31,8	26,7	23,8	28,4	26,1	23,2
Piła	0	3,5	12,8	-	0,0	3,8	44,0	2,6	6,7	12,1	16,7	11,9	5,0
	1	82,4	84,6	-	92,9	82,6	52,0	56,4	61,1	87,9	83,3	64,2	79,8
	2-4	14,1	2,6	-	7,1	13,6	4,0	41,0	32,2	0,0	0,0	23,8	15,2
	śr.def.	22,3	18,1	-	20,4	22,1	14,0	27,1	35,1	16,1	18,3	27,0	22,9
Kraków	0	0,0	0,0	7,6	0,0	4,1	2,8	1,0	0,0	0,0	5,7	2,7	3,4
	1	79,6	81,3	89,7	78,1	85,0	87,3	74,2	80,0	81,5	78,4	81,6	83,3
	2-4	20,4	18,8	2,7	21,9	10,9	9,9	24,7	20,0	18,5	15,9	15,7	13,3
	śr.def.	25,1	23,8	19,3	27,2	22,1	22,7	25,0	24,0	24,8	22,4	23,4	22,7
Białystok	0	2,0	3,6	-	50,0	2,4	-	0,8	5,9	11,4	14,5	8,3	4,4
	1	90,1	83,6	-	50,0	88,7	-	77,5	74,0	86,0	75,4	78,4	85,2
	2-4	8,0	12,8	-	0,0	8,9	-	21,7	20,1	2,6	10,1	13,3	10,4
	śr.def.	22,0	22,6	-	15,0	22,1	-	24,8	23,9	18,2	19,9	21,6	21,9
Toruń	0	2,7	0,0	-	28,6	3,0	25,0	1,2	3,9	59,1	11,8	10,2	4,7
	1	85,6	0,0	-	64,3	85,2	60,0	69,0	85,7	40,9	85,3	73,1	82,3
	2-4	11,7	100,0	-	7,1	11,8	15,0	29,8	10,4	0,0	2,9	16,7	13,0
	śr.def.	21,8	40,0	-	18,6	21,8	21,0	26,7	20,4	12,3	18,7	21,9	21,8
Olsztyn	0	1,1	5,1	-	4,2	1,6	43,5	1,5	3,9	29,3	39,1	17,2	8,4
	1	87,7	81,5	-	83,3	87,0	50,7	83,3	89,3	64,2	45,5	73,2	81,0
	2-4	11,1	13,4	-	12,5	11,4	5,8	15,2	6,8	6,5	15,5	9,6	10,6
	śr.def.	22,5	23,1	-	21,7	22,6	14,9	22,9	20,3	18,8	20,7	20,2	21,5
Gdańsk	0	4,8	11,8	-	39,0	6,7	17,8	7,1	3,1	32,1	18,2	9,8	7,7
	1	89,4	58,8	-	61,0	86,9	74,4	88,2	86,5	60,7	77,3	82,1	85,4
	2-4	5,8	29,4	-	0,0	6,4	7,8	4,7	10,4	7,1	4,5	8,1	7,0
	śr.def.	20,0	30,3	-	13,5	20,1	17,2	19,4	21,8	17,0	17,0	19,8	20,0
Szczecinek	0	5,8	0,8	0,0	5,3	5,4	19,2	2,5	10,9	10,2	21,7	12,7	8,3
	1	88,0	83,7	100,0	92,1	87,8	73,8	72,0	83,1	82,8	69,6	78,4	84,0
	2-4	6,1	15,5	0,0	2,6	6,8	7,0	25,4	6,0	7,0	8,7	8,9	7,7
	śr.def.	19,9	24,2	17,5	19,7	20,3	18,4	23,9	19,4	18,5	18,8	19,4	20,0
Krosno	0	8,1	11,4	35,4	25,6	19,9	18,1	2,4	0,0	19,3	15,1	15,1	17,7
	1	75,3	67,1	58,6	62,8	67,4	69,8	68,3	66,7	62,7	68,8	68,3	67,8
	2-4	16,7	21,4	6,1	11,6	12,7	12,1	29,3	33,3	18,1	16,1	16,6	14,5
	śr.def.	21,1	22,5	15,8	18,4	19,1	19,3	24,3	26,8	21,7	20,1	20,7	19,8
Razem LP	0	5,2	12,6	19,3	15,4	6,6	21,9	2,1	5,8	21,0	18,4	11,4	8,3
	1	79,1	69,3	70,4	72,6	77,9	67,5	55,9	71,7	69,2	60,4	64,7	73,3
	2-4	15,7	18,2	10,2	12,0	15,5	10,5	42,0	22,5	9,8	21,2	23,9	18,4
	śr.def.	22,4	23,0	19,4	20,9	22,3	19,0	28,5	24,6	19,1	22,9	23,7	22,8

Tabela 3.19. 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 do 60 lat, lasy w zarządzie Lasów Państwowych – 2020 r.

RDLP	Kl.def., śr.def.	Sosna	Świerk	Jodła	Inne iglaste	Iglaste razem	Buk	Dąb	Brzoza	Olsza	Inne liśc.	Liśc. razem	Gat. razem
Warszawa	0	0,0	-	-	0,0	0,0	-	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	1	82,5	-	-	100,0	82,7	-	18,2	77,8	55,0	50,0	50,0	73,7
	2-4	17,5	-	-	0,0	17,3	-	81,8	22,2	45,0	50,0	50,0	26,3
	śr.def.	24,0	-	-	15,0	24,0	-	35,9	25,0	35,5	28,8	32,5	26,3
Łódź	0	3,1	0,0	-	66,7	5,9	-	11,9	1,4	12,5	60,0	8,5	6,8
	1	73,3	100,0	-	25,0	71,2	-	39,0	51,4	87,5	40,0	47,9	63,2
	2-4	23,6	0,0	-	8,3	22,9	-	49,2	47,1	0,0	0,0	43,7	30,0
	śr.def.	24,7	15,0	-	12,5	24,2	-	27,4	29,5	18,8	14,0	27,5	25,3
Wrocław	0	7,0	36,8	-	0,0	16,3	0,0	0,0	3,7	11,1	11,5	5,3	11,4
	1	73,9	42,9	-	92,3	64,6	85,7	46,9	48,9	69,4	61,5	54,3	60,0
	2-4	19,1	20,3	-	7,7	19,1	14,3	53,1	47,4	19,4	26,9	40,4	28,6
	śr.def.	22,7	19,2	-	23,1	21,6	24,3	31,9	31,6	23,5	24,6	29,0	24,9
Lublin	0	1,4	0,0	0,0	0,0	1,2	-	0,0	4,3	40,0	14,3	7,1	3,8
	1	78,2	56,3	80,0	80,0	76,9	-	47,1	88,0	55,0	35,7	66,3	72,3
	2-4	20,5	43,8	20,0	20,0	21,9	-	52,9	7,6	5,0	50,0	26,5	23,9
	śr.def.	23,8	36,9	22,5	23,0	24,5	-	30,2	21,4	17,8	35,7	25,2	24,8
Poznań	0	6,3	11,1	-	0,0	6,3	-	0,0	2,4	13,4	22,6	6,1	6,2
	1	77,1	22,2	-	100,0	76,4	-	50,5	71,8	80,6	25,8	60,9	70,0
	2-4	16,6	66,7	-	0,0	17,3	-	49,5	25,9	6,0	51,6	33,0	23,8
	śr.def.	21,8	71,1	-	20,5	22,9	-	30,0	24,0	17,4	27,9	25,2	23,8
Zielona Góra	0	5,4	72,2	-	-	7,4	75,0	11,6	11,5	60,9	22,9	22,9	10,6
	1	68,4	22,2	-	-	67,0	25,0	44,2	51,9	39,1	57,1	48,4	63,1
	2-4	26,3	5,6	-	-	25,6	0,0	44,2	36,5	0,0	20,0	28,7	26,3
	śr.def.	24,3	10,8	-	-	23,9	6,3	28,1	26,3	12,6	19,7	22,8	23,7
Szczecin	0	7,6	5,0	-	32,4	8,8	29,4	7,5	15,0	44,7	34,0	22,3	13,7
	1	70,9	80,0	-	54,1	70,3	56,9	51,4	74,0	44,7	41,5	54,9	64,7
	2-4	21,5	15,0	-	13,5	20,9	13,7	41,1	11,0	10,5	24,5	22,8	21,6
	śr.def.	23,7	22,0	-	17,3	23,3	18,6	30,6	21,3	15,8	19,5	22,5	23,0
Radom	0	9,2	0,0	0,0	0,0	7,9	-	28,2	2,9	23,5	0,0	14,5	10,3
	1	67,5	0,0	68,0	100,0	67,5	-	64,1	85,7	76,5	68,4	73,6	69,8
	2-4	23,3	100,0	32,0	0,0	24,6	-	7,7	11,4	0,0	31,6	11,8	19,9
	śr.def.	23,4	30,0	26,4	15,0	23,8	-	16,3	23,1	16,2	30,5	20,9	22,7
Piła	0	3,8	13,9	-	0,0	4,4	44,0	10,0	7,8	0,0	25,0	18,7	6,7
	1	78,8	83,3	-	92,9	79,6	52,0	70,0	80,4	100,0	75,0	71,4	78,3
	2-4	17,4	2,8	-	7,1	16,0	4,0	20,0	11,8	0,0	0,0	9,9	15,0
	śr.def.	23,4	17,8	-	20,4	22,9	14,0	22,0	21,8	20,0	17,5	19,5	22,3
Białystok	0	2,5	1,8	-	50,0	2,4	-	2,9	8,5	15,9	10,4	10,0	5,2
	1	86,4	87,0	-	50,0	86,4	-	79,4	80,1	81,2	74,6	79,1	83,7
	2-4	11,1	11,2	-	0,0	11,1	-	17,6	11,3	2,9	14,9	10,9	11,0
	śr.def.	23,0	23,0	-	15,0	22,9	-	23,4	20,7	18,6	23,1	21,1	22,2
Katowice	0	4,2	5,6	0,0	17,2	6,2	32,4	0,0	2,1	0,0	11,4	11,1	8,2
	1	87,8	61,1	66,7	72,4	83,8	67,6	60,0	72,6	73,5	60,0	68,7	77,7
	2-4	8,0	33,3	33,3	10,3	10,0	0,0	40,0	25,3	26,5	28,6	20,2	14,1
	śr.def.	20,4	23,6	27,5	21,0	20,8	14,8	27,5	26,8	27,2	28,0	23,8	22,0
Toruń	0	2,9	0,0	-	0,0	2,9	33,3	2,1	4,7	50,0	40,0	9,0	5,2
	1	86,6	0,0	-	100,0	86,3	66,7	75,8	84,5	50,0	60,0	77,3	82,9
	2-4	10,5	100,0	-	0,0	10,8	0,0	22,1	10,9	0,0	0,0	13,7	11,9
	śr.def.	21,5	40,0	-	18,0	21,5	13,3	23,2	20,3	12,7	15,0	20,5	21,1
Olsztyn	0	0,5	6,3	-	0,0	1,5	45,0	2,5	5,2	27,7	39,5	14,7	8,4
	1	87,2	82,3	-	81,8	86,2	50,0	88,5	90,3	69,5	52,6	79,6	82,8
	2-4	12,3	11,4	-	18,2	12,3	5,0	8,9	4,5	2,8	7,9	5,7	8,8
	śr.def.	23,0	21,3	-	23,2	22,7	14,3	21,3	19,2	16,6	16,7	18,7	20,6
Gdańsk	0	4,0	0,0	-	40,0	6,3	0,0	11,4	7,1	33,3	14,3	9,8	7,1
	1	87,8	45,5	-	60,0	84,6	100,0	85,7	82,1	66,7	85,7	83,3	84,3
	2-4	8,2	54,5	-	0,0	9,1	0,0	2,9	10,7	0,0	0,0	6,9	8,6
	śr.def.	20,8	39,1	-	13,6	20,9	15,0	18,0	21,0	13,3	19,3	19,6	20,6

Tabela 3.19. – cd.

RDLP	Kl.def., śr.def.	Sosna	Świerk	Jodła	Inne iglaste	Iglaste razem	Buk	Dąb	Brzoza	Olsza	Inne liśc.	Liśc. razem	Gat. razem
Kraków	0	-	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,4	2,2	1,8
	1	-	0,0	95,0	100,0	90,9	96,7	100,0	50,0	100,0	83,8	91,1	91,1
	2-4	-	100,0	5,0	0,0	9,1	3,3	0,0	50,0	0,0	10,8	6,7	7,1
	śr.def.	-	30,0	21,0	20,0	21,4	18,7	17,5	30,0	21,8	19,2	19,8	20,1
Szczecinek	0	5,2	1,2	-	8,0	4,8	31,3	6,1	15,9	11,0	37,5	19,1	10,7
	1	87,4	89,4	-	88,0	87,7	62,6	87,8	81,5	74,4	62,5	74,9	82,4
	2-4	7,4	9,4	-	4,0	7,5	6,1	6,1	2,6	14,6	0,0	6,0	6,9
	śr.def.	20,5	23,5	-	19,8	20,9	16,9	19,8	17,1	20,7	14,7	17,9	19,6
Krosno	0	8,9	10,8	44,9	24,2	26,5	42,9	6,3	0,0	8,0	15,6	22,2	25,0
	1	78,6	67,6	53,9	60,6	63,7	45,2	62,5	100,0	64,0	81,3	62,4	63,3
	2-4	12,5	21,6	1,1	15,2	9,8	11,9	31,3	0,0	28,0	3,1	15,4	11,7
	śr.def.	20,1	22,7	12,9	19,8	17,5	19,3	23,4	17,5	24,2	15,9	20,0	18,4
Razem LP	0	4,5	13,1	26,7	20,1	6,5	31,4	5,0	7,2	20,9	19,8	13,0	8,9
	1	79,4	70,4	64,0	70,9	77,8	62,3	63,2	75,6	69,7	58,9	68,0	74,2
	2-4	16,1	16,5	9,3	9,1	15,7	6,3	31,8	17,2	9,4	21,3	19,0	16,9
	śr.def.	22,6	22,7	17,4	19,1	22,4	16,8	25,9	22,6	19,2	22,1	22,2	22,3

Tabela 3.20. 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 > 60 lat, lasy w zarządzie Lasów Państwowych – 2020 r.

RDLP	Kl.def., śr.def.	Sosna	Świerk	Jodła	Inne iglaste	Iglaste razem	Buk	Dąb	Brzoza	Olsza	Inne liśc.	Liśc. razem	Gat. razem
Lublin	0	0,9	0,0	0,0	-	0,9	23,5	0,0	0,0	0,0	31,3	2,2	1,4
	1	70,0	12,5	63,6	-	69,0	41,2	47,2	72,7	89,7	62,5	56,6	64,4
	2-4	29,1	87,5	36,4	-	30,1	35,3	52,8	27,3	10,3	6,3	41,2	34,2
	śr.def.	26,6	48,1	28,3	-	27,0	28,2	29,3	27,3	22,8	17,8	27,8	27,3
Warszawa	0	0,9	-	-	0,0	0,9	-	2,1	0,0	4,0	31,6	5,6	2,3
	1	76,8	-	-	100,0	77,1	-	18,8	18,0	72,0	52,6	32,4	63,6
	2-4	22,3	-	-	0,0	22,0	-	79,2	82,0	24,0	15,8	62,0	34,0
	śr.def.	24,6	-	-	22,0	24,6	-	36,7	37,7	21,6	19,5	32,1	26,9
Wrocław	0	9,7	24,6	20,0	2,2	14,8	45,2	0,0	0,0	32,7	22,7	15,7	15,3
	1	77,1	62,5	40,0	75,6	71,2	38,1	35,7	50,0	59,6	44,3	43,3	57,3
	2-4	13,2	12,9	40,0	22,2	14,0	16,7	64,3	50,0	7,7	33,0	40,9	27,4
	śr.def.	21,0	18,9	22,0	25,0	20,5	18,3	35,1	27,9	15,8	30,4	28,7	24,6
Radom	0	13,6	0,0	21,3	50,0	14,5	8,0	2,1	0,0	20,0	8,3	4,6	12,3
	1	63,8	20,0	46,3	0,0	59,8	44,0	65,6	61,5	53,3	58,3	60,3	59,9
	2-4	22,6	80,0	32,5	50,0	25,6	48,0	32,3	38,5	26,7	33,3	35,1	27,8
	śr.def.	23,2	47,0	25,9	18,8	24,2	27,0	24,9	26,0	28,0	30,8	26,0	24,6
Poznań	0	5,0	0,0	-	33,3	5,1	50,0	0,0	9,5	8,2	5,7	5,6	5,2
	1	74,6	61,5	-	66,7	74,3	50,0	54,5	62,1	83,6	67,9	63,4	70,7
	2-4	20,4	38,5	-	0,0	20,6	0,0	45,5	28,4	8,2	26,4	31,0	24,0
	śr.def.	23,4	28,1	-	15,0	23,5	13,3	31,2	24,9	19,4	25,9	26,5	24,4
Zielona Góra	0	8,6	44,4	-	-	9,0	81,8	0,0	2,0	30,8	16,2	11,3	9,5
	1	71,8	55,6	-	-	71,6	18,2	11,2	32,7	65,4	75,7	34,4	63,5
	2-4	19,6	0,0	-	-	19,4	0,0	88,8	65,3	3,8	8,1	54,2	27,0
	śr.def.	22,4	14,4	-	-	22,3	8,6	39,4	39,2	14,6	17,4	30,9	24,2
Katowice	0	5,8	0,0	0,0	0,0	4,8	21,1	0,0	4,7	9,7	10,6	6,9	5,7
	1	85,8	61,9	100,0	76,0	85,1	69,5	45,2	60,4	80,6	48,9	56,1	73,1
	2-4	8,4	38,1	0,0	24,0	10,1	9,5	54,8	34,9	9,7	40,4	37,0	21,3
	śr.def.	20,5	29,9	20,2	32,2	21,5	19,5	32,3	26,7	20,0	28,7	27,3	23,9
Łódź	0	11,7	0,0	20,0	0,0	11,4	11,1	5,6	0,0	-	0,0	3,7	10,2
	1	67,2	0,0	60,0	95,0	67,9	77,8	50,0	47,5	-	90,9	59,7	66,5
	2-4	21,0	100,0	20,0	5,0	20,7	11,1	44,4	52,5	-	9,1	36,6	23,3
	śr.def.	23,3	50,0	19,0	21,3	23,2	19,2	28,3	34,1	-	19,5	27,4	23,9

Tabela 3.20. – cd.

RDLP	Kl.def., śr.def.	Sosna	Świerk	Jodła	Inne iglaste	Iglaste razem	Buk	Dąb	Brzoza	Olsza	Inne liśc.	Liśc. razem	Gat. razem
Szczecin	0	9,4	12,5	-	15,4	9,6	39,1	0,9	23,7	29,5	15,0	21,6	12,9
	1	67,4	68,8	-	61,5	67,3	42,0	50,9	42,1	45,9	40,0	45,6	61,3
	2-4	23,3	18,8	-	23,1	23,1	18,8	48,2	34,2	24,7	45,0	32,7	25,8
	śr.def.	23,3	23,4	-	23,1	23,3	20,5	28,0	27,1	20,8	24,8	24,0	23,5
Piła	0	3,3	0,0	-	-	3,3	-	0,0	5,1	12,5	0,0	5,9	3,6
	1	84,9	100,0	-	-	85,0	-	51,7	35,9	87,5	100,0	57,8	81,1
	2-4	11,8	0,0	-	-	11,8	-	48,3	59,0	0,0	0,0	36,3	15,3
	śr.def.	21,5	21,7	-	-	21,5	-	28,8	52,6	15,9	20,0	33,7	23,3
Kraków	0	0,0	0,0	8,3	0,0	4,3	3,3	1,1	0,0	0,0	5,9	2,8	3,7
	1	79,6	86,7	89,2	77,4	84,7	85,4	73,7	84,6	37,5	74,5	78,9	82,1
	2-4	20,4	13,3	2,5	22,6	11,0	11,3	25,3	15,4	62,5	19,6	18,2	14,2
	śr.def.	25,1	23,3	19,1	27,4	22,1	23,5	25,2	23,1	31,9	24,8	24,4	23,1
Toruń	0	2,6	-	-	44,4	3,0	23,5	0,0	0,0	70,0	6,9	12,2	4,4
	1	85,1	-	-	44,4	84,7	58,8	60,3	92,0	30,0	89,7	66,5	82,0
	2-4	12,3	-	-	11,1	12,2	17,6	39,7	8,0	0,0	3,4	21,3	13,6
	śr.def.	21,9	-	-	18,9	21,9	22,4	31,2	20,8	11,8	19,3	24,2	22,3
Olsztyn	0	1,4	3,8	-	7,7	1,7	42,9	0,0	2,6	30,5	38,9	19,4	8,4
	1	88,0	80,8	-	84,6	87,4	51,0	75,9	88,2	60,4	41,7	67,6	79,8
	2-4	10,6	15,4	-	7,7	11,0	6,1	24,1	9,2	9,1	19,4	13,0	11,7
	śr.def.	22,3	24,9	-	20,4	22,5	15,1	25,2	21,5	20,4	22,8	21,4	22,1
Białystok	0	1,7	5,9	-	-	2,3	-	0,0	3,0	9,4	18,3	7,1	3,9
	1	91,7	79,3	-	-	89,9	-	76,7	67,4	88,1	76,1	77,9	86,1
	2-4	6,6	14,8	-	-	7,7	-	23,3	29,5	2,5	5,6	15,0	10,1
	śr.def.	21,6	22,1	-	-	21,7	-	25,3	27,2	18,0	16,9	21,9	21,8
Szczecinek	0	6,3	0,0	0,0	0,0	5,8	9,0	0,0	5,0	9,6	13,3	6,9	6,3
	1	88,5	72,7	100,0	100,0	87,9	83,2	60,9	85,0	89,4	73,3	81,5	85,4
	2-4	5,2	27,3	0,0	0,0	6,3	7,7	39,1	10,0	1,0	13,3	11,6	8,3
	śr.def.	19,5	25,6	17,5	19,6	19,8	19,6	26,7	22,1	16,8	21,0	20,8	20,2
Krosno	0	7,9	12,1	31,6	30,0	17,4	13,5	0,0	0,0	24,1	15,1	13,5	15,6
	1	74,7	66,7	60,4	70,0	68,8	74,4	72,0	65,0	62,1	66,7	69,5	69,1
	2-4	17,4	21,2	8,0	0,0	13,8	12,1	28,0	35,0	13,8	18,3	16,9	15,2
	śr.def.	21,3	22,3	17,0	13,5	19,6	19,3	24,8	27,3	20,7	20,8	20,8	20,2
Gdańsk	0	5,4	17,4	-	37,5	6,9	18,0	4,0	1,5	32,0	20,0	9,8	8,0
	1	90,4	65,2	-	62,5	88,5	74,2	90,0	88,3	60,0	73,3	81,6	85,9
	2-4	4,2	17,4	-	0,0	4,6	7,9	6,0	10,2	8,0	6,7	8,5	6,1
	śr.def.	19,4	26,1	-	13,4	19,5	17,2	20,3	22,2	17,4	16,0	19,8	19,6
Razem LP	0	5,6	12,1	17,5	10,0	6,7	18,2	0,6	4,3	21,1	17,5	10,4	7,9
	1	79,0	68,1	72,0	74,5	77,9	69,6	52,1	67,4	68,9	61,4	62,6	72,8
	2-4	15,4	19,7	10,5	15,5	15,4	12,2	47,3	28,3	10,0	21,1	27,1	19,3
	śr.def.	22,3	23,2	19,8	23,1	22,3	19,9	29,9	26,8	19,0	23,4	24,7	23,1

Tabela 3.21. 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 – 2020 r.

Województwo	Kl.def., śr.def.	Sosna	Świerk	Jodła	Inne iglaste	Iglaste razem	Buk	Dąb	Brzoza	Olsza	Inne liśc.	Liśc. razem	Gat. razem
Mazowieckie	0	2,0	0,0	8,3	34,8	2,3	50,0	4,7	2,4	18,4	14,8	8,4	4,3
	1	69,9	0,0	69,4	47,8	69,7	50,0	41,5	54,3	69,3	50,0	54,7	64,8
	2-4	28,1	100,0	22,2	17,4	28,0	0,0	53,8	43,4	12,3	35,2	37,0	30,9
	śr.def.	26,4	35,0	23,6	20,0	26,3	15,0	30,2	28,6	20,9	26,7	26,8	26,5
Lubelskie	0	1,5	0,0	0,0	9,5	1,5	42,9	0,0	1,8	16,6	20,1	8,3	4,8
	1	67,6	44,0	92,6	85,7	67,9	57,1	49,4	78,9	74,7	63,7	65,3	66,7
	2-4	30,9	56,0	7,4	4,8	30,5	0,0	50,6	19,3	8,7	16,2	26,4	28,5
	śr.def.	26,9	37,6	21,5	17,9	26,9	13,8	29,4	24,2	19,8	21,2	24,3	25,6
Dolnośląskie	0	7,7	25,5	16,7	7,9	14,1	40,4	0,3	2,6	28,0	19,0	12,6	13,3
	1	76,0	59,6	33,3	72,4	69,8	44,2	40,3	50,8	60,7	46,8	47,2	58,3
	2-4	16,3	14,9	50,0	19,7	16,2	15,4	59,5	46,6	11,3	34,1	40,2	28,4
	śr.def.	22,0	19,4	25,8	24,9	21,2	18,8	33,5	30,2	17,9	27,6	28,2	24,8
Opolskie	0	7,0	6,7	-	12,2	7,5	3,4	0,0	3,4	8,6	15,6	5,7	6,6
	1	79,2	73,3	-	63,4	77,4	55,2	41,4	68,2	82,9	53,1	55,2	66,6
	2-4	13,8	20,0	-	24,4	15,0	41,4	58,6	28,4	8,6	31,3	39,2	26,8
	śr.def.	20,8	21,0	-	27,0	21,4	27,4	33,6	26,2	19,4	25,7	28,2	24,7
Lubuskie	0	6,0	40,0	-	0,0	6,6	55,2	2,7	7,3	47,8	20,1	16,7	8,6
	1	69,3	51,1	-	33,3	68,7	37,9	23,5	51,6	50,7	57,5	42,7	63,6
	2-4	24,7	8,9	-	66,7	24,7	6,9	73,8	41,1	1,4	22,4	40,6	27,8
	śr.def.	24,0	16,2	-	43,0	24,0	12,9	35,5	30,1	12,9	20,1	26,3	24,4
Wielkopolskie	0	4,5	7,1	-	4,3	4,5	35,7	0,0	6,7	12,2	7,3	6,6	5,1
	1	77,1	71,4	-	91,3	77,1	64,3	57,3	65,0	81,1	72,3	67,8	74,5
	2-4	18,4	21,4	-	4,3	18,4	0,0	42,7	28,3	6,7	20,4	25,7	20,4
	śr.def.	23,1	29,0	-	20,0	23,2	14,3	29,5	27,6	18,1	25,3	25,2	23,8
Świętokrzyskie	0	14,2	0,0	20,5	50,0	14,5	16,7	10,5	4,4	12,3	5,3	7,9	12,0
	1	70,4	20,6	42,2	16,7	65,2	50,0	72,4	75,3	68,4	52,7	65,1	65,1
	2-4	15,4	79,4	37,3	33,3	20,3	33,3	17,1	20,3	19,3	42,0	27,0	22,9
	śr.def.	21,4	45,7	26,7	16,7	22,8	23,4	21,3	23,0	25,1	30,1	25,0	23,7
Łódzkie	0	11,5	33,3	20,0	0,0	11,4	11,1	11,1	1,8	33,3	9,4	7,6	10,6
	1	68,4	33,3	60,0	90,9	68,6	77,8	48,1	55,9	63,3	81,3	57,3	66,2
	2-4	20,1	33,3	20,0	9,1	20,0	11,1	40,7	42,3	3,3	9,4	35,1	23,2
	śr.def.	22,7	25,0	19,0	21,4	22,7	19,2	27,4	30,1	15,8	18,4	26,9	23,6
Kujawsko- pomorskie	0	2,1	0,0	-	6,9	2,2	25,0	1,1	3,8	44,4	7,3	7,9	3,6
	1	84,7	0,0	-	44,8	83,8	60,0	69,3	82,6	53,3	63,6	71,9	80,8
	2-4	13,2	100,0	-	48,3	14,0	15,0	29,5	13,6	2,2	29,1	20,2	15,6
	śr.def.	22,2	40,0	-	35,5	22,5	21,0	26,5	21,7	14,9	24,6	23,1	22,7
Małopolskie	0	1,2	0,3	12,5	16,4	6,0	10,5	1,0	0,8	6,0	11,9	7,9	6,9
	1	86,5	64,5	81,5	67,3	78,3	80,6	80,5	80,3	81,9	78,4	79,8	79,0
	2-4	12,2	35,2	5,9	16,4	15,7	9,0	18,5	18,9	12,0	9,7	12,2	14,0
	śr.def.	23,3	28,2	19,4	21,9	23,0	21,4	24,3	24,7	22,5	20,6	22,0	22,5
Śląskie	0	4,4	0,0	0,0	12,2	4,0	9,1	0,0	2,4	0,0	4,3	3,4	3,8
	1	86,5	60,6	97,7	82,9	85,4	90,9	55,6	69,8	86,7	82,6	73,4	81,6
	2-4	9,0	39,4	2,3	4,9	10,5	0,0	44,4	27,8	13,3	13,0	23,2	14,6
	śr.def.	20,9	29,4	20,3	22,1	21,6	18,0	28,4	25,7	19,7	25,2	24,0	22,3
Podlaskie	0	1,7	1,9	-	50,0	1,8	-	1,8	7,0	12,2	13,3	9,4	4,8
	1	87,6	74,1	-	50,0	85,9	-	73,7	75,0	85,3	74,5	78,8	83,1
	2-4	10,6	24,1	-	0,0	12,3	-	24,6	18,0	2,5	12,1	11,9	12,1
	śr.def.	22,8	24,9	-	15,0	23,0	-	25,1	23,1	18,0	20,4	20,9	22,2

Tabela 3.21. – cd.

Województwo	Kl.def., śr.def.	Sosna	Świerk	Jodła	Inne iglaste	Iglaste razem	Buk	Dąb	Brzoza	Olsza	Inne liśc.	Liśc. razem	Gat. razem
Zachodnio- pomorskie	0	10,1	4,2	-	20,5	10,2	21,4	4,3	14,0	21,8	32,4	17,2	13,2
	1	76,8	81,5	-	65,8	76,7	70,5	58,4	72,3	60,3	53,1	64,9	71,5
	2-4	13,1	14,3	-	13,7	13,2	8,1	37,3	13,7	17,9	14,5	17,9	15,3
	śr.def.	21,0	24,0	-	19,7	21,2	18,3	27,6	21,7	20,3	18,2	21,4	21,3
Warmińsko- mazurskie	0	1,0	5,4	-	4,2	1,7	42,3	0,0	3,8	23,3	27,3	15,1	7,7
	1	89,6	86,8	-	83,3	89,0	52,1	89,5	85,9	73,2	60,6	76,6	83,5
	2-4	9,5	7,8	-	12,5	9,2	5,6	10,5	10,3	3,6	12,0	8,3	8,8
	śr.def.	22,2	21,6	-	21,7	22,1	14,9	22,2	21,2	17,7	20,3	19,8	21,1
Podkarpackie	0	9,5	9,9	32,5	24,6	16,2	16,2	2,5	2,7	20,4	17,4	14,1	15,2
	1	72,7	61,7	59,1	62,3	68,1	69,6	65,6	69,8	61,3	72,0	68,9	68,5
	2-4	17,8	28,4	8,4	13,0	15,7	14,2	31,9	27,5	18,2	10,5	17,0	16,4
	śr.def.	22,3	25,3	16,8	18,9	20,9	19,7	24,4	26,0	22,2	18,6	20,9	20,9
Pomorskie	0	4,8	5,8	0,0	28,4	5,7	21,3	6,5	6,9	27,0	28,2	13,8	8,0
	1	89,4	72,1	100,0	70,3	88,0	69,1	86,3	84,8	71,2	64,1	78,7	85,3
	2-4	5,8	22,1	0,0	1,4	6,3	9,6	7,3	8,3	1,8	7,7	7,5	6,7
	śr.def.	19,9	25,9	17,5	15,8	20,0	18,6	20,1	20,8	15,5	17,9	19,3	19,8
Kraj	0	5,1	9,5	18,6	16,2	6,2	19,2	2,2	4,9	19,4	17,1	11,0	8,0
	1	77,4	68,0	71,6	68,2	76,3	70,0	57,3	70,7	71,9	63,2	66,4	72,6
	2-4	17,5	22,4	9,8	15,7	17,5	10,8	40,6	24,3	8,7	19,7	22,6	19,4
	śr.def.	23,0	24,3	19,4	22,1	22,9	19,3	28,2	24,9	19,0	22,4	23,4	23,1

Tabela 3.22. 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 21-60 lat, wszystkie własności – 2020 r.

Województwo	Kl.def., śr.def.	Sosna	Świerk	Jodła	Inne iglaste	Iglaste razem	Buk	Dąb	Brzoza	Olsza	Inne liśc.	Liśc. razem	Gat. razem
Mazowieckie	0	1,3	0,0	0,0	57,1	1,9	-	9,9	3,6	16,1	8,7	7,0	3,8
	1	67,0	0,0	68,0	42,9	66,6	-	45,5	60,2	80,6	52,2	59,3	64,0
	2-4	31,7	100,0	32,0	0,0	31,4	-	44,6	36,3	3,2	39,1	33,7	32,3
	śr.def.	27,7	32,5	26,4	12,5	27,5	-	26,4	26,6	17,6	29,5	25,7	26,9
Dolnośląskie	0	6,6	36,8	-	13,3	15,6	0,0	0,0	3,1	19,0	13,8	8,5	11,8
	1	74,4	42,9	-	70,0	65,2	87,5	41,8	50,3	63,5	50,7	51,0	57,7
	2-4	19,0	20,3	-	16,7	19,2	12,5	58,2	46,5	17,5	35,5	40,5	30,5
	śr.def.	22,9	19,2	-	25,3	22,0	23,8	32,9	30,7	21,5	26,3	28,2	25,3
Łódzkie	0	5,5	50,0	-	0,0	5,6	-	22,2	2,8	30,0	33,3	11,6	6,8
	1	69,3	50,0	-	50,0	69,2	-	52,8	60,2	65,0	66,7	59,5	67,2
	2-4	25,2	0,0	-	50,0	25,2	-	25,0	37,0	5,0	0,0	28,9	26,0
	śr.def.	24,5	12,5	-	22,5	24,4	-	20,7	27,7	17,3	14,4	24,4	24,4
Lubelskie	0	1,5	0,0	-	9,5	1,8	0,0	0,0	2,7	17,7	12,2	7,7	5,3
	1	69,6	75,0	-	85,7	70,5	100,0	62,0	81,6	72,2	68,7	73,7	72,4
	2-4	29,0	25,0	-	4,8	27,7	0,0	38,0	15,6	10,1	19,1	18,7	22,4
	śr.def.	27,0	27,5	-	17,9	26,5	15,0	27,3	22,7	20,1	22,4	22,8	24,3
Lubuskie	0	5,6	38,9	-	0,0	6,9	41,7	6,5	11,0	60,9	20,7	18,4	9,6
	1	69,1	50,0	-	33,3	68,2	58,3	41,6	60,3	39,1	51,7	50,4	64,1
	2-4	25,3	11,1	-	66,7	24,9	0,0	51,9	28,8	0,0	27,6	31,3	26,4
	śr.def.	24,4	16,7	-	26,7	24,1	13,3	28,7	24,7	12,6	21,2	23,2	23,9
Świętokrzyskie	0	11,0	0,0	-	0,0	10,3	50,0	29,2	5,0	10,0	6,5	8,5	9,4
	1	73,6	25,0	-	100,0	70,7	50,0	66,7	79,0	72,5	56,5	68,6	69,6
	2-4	15,4	75,0	-	0,0	19,0	0,0	4,2	16,0	17,5	37,0	22,9	21,0
	śr.def.	22,0	44,1	-	15,0	23,3	17,5	16,5	22,5	24,3	28,1	24,3	23,8

Tabela 3.22. – cd.

Województwo	Kl.def., śr.def.	Sosna	Świerk	Jodła	Inne iglaste	Iglaste razem	Buk	Dąb	Brzoza	Olsza	Inne liśc.	Liśc. razem	Gat. razem
Wielkopolskie	0	4,3	9,3	-	0,0	4,4	66,7	0,0	7,1	7,9	11,6	5,8	4,7
	1	75,6	74,4	-	95,0	75,9	33,3	61,4	73,2	88,9	65,1	70,5	74,6
	2-4	20,1	16,3	-	5,0	19,7	0,0	38,6	19,7	3,2	23,3	23,7	20,7
	śr.def.	23,4	29,3	-	20,5	23,6	13,3	27,8	22,6	17,1	26,3	23,8	23,6
Opolskie	0	7,9	7,7	-	17,2	9,4	0,0	0,0	3,9	0,0	20,9	7,7	8,6
	1	79,9	69,2	-	69,0	77,3	0,0	29,4	80,4	100,0	55,8	58,7	69,1
	2-4	12,2	23,1	-	13,8	13,3	100,0	70,6	15,7	0,0	23,3	33,6	22,2
	śr.def.	19,7	21,5	-	20,0	19,9	45,0	35,4	24,7	18,3	23,6	27,4	23,2
Śląskie	0	1,0	0,0	0,0	17,9	2,8	12,5	0,0	0,0	0,0	0,0	4,4	3,3
	1	89,7	72,2	83,3	75,0	86,6	87,5	46,7	68,4	60,0	81,3	73,7	82,5
	2-4	9,3	27,8	16,7	7,1	10,6	0,0	53,3	31,6	40,0	18,8	21,9	14,2
	śr.def.	21,8	25,3	23,3	22,1	22,1	16,3	31,3	26,8	26,0	29,1	24,0	22,7
Kujawsko- pomorskie	0	2,6	0,0	-	0,0	2,5	33,3	2,1	4,5	43,2	8,3	9,6	5,3
	1	83,2	0,0	-	40,9	80,9	66,7	76,0	83,2	54,5	37,5	73,6	78,0
	2-4	14,3	100,0	-	59,1	16,6	0,0	21,9	12,3	2,3	54,2	16,8	16,7
	śr.def.	22,5	40,0	-	40,0	23,4	13,3	23,2	21,5	15,0	30,2	21,7	22,7
Podlaskie	0	2,1	1,4	-	50,0	2,1	-	4,9	8,6	14,3	14,3	10,8	5,9
	1	82,6	74,6	-	50,0	80,9	-	70,7	78,7	85,0	77,4	79,6	80,4
	2-4	15,3	23,9	-	0,0	16,9	-	24,4	12,7	0,7	8,3	9,6	13,8
	śr.def.	23,8	25,0	-	15,0	24,0	-	24,5	21,5	16,9	19,9	20,2	22,4
Małopolskie	0	3,4	0,0	12,5	42,9	8,7	22,7	0,0	1,5	7,1	14,3	12,6	11,2
	1	89,9	67,3	84,4	57,1	79,9	76,0	92,3	77,6	90,5	74,9	77,6	78,4
	2-4	6,7	32,7	3,1	0,0	11,4	1,3	7,7	20,9	2,4	10,8	9,8	10,3
	śr.def.	21,9	27,8	18,4	13,1	21,5	16,6	21,9	24,8	21,4	21,0	20,9	21,1
Zachodnio- pomorskie	0	7,1	1,8	-	27,9	7,8	30,4	11,0	14,9	27,5	39,1	23,4	15,1
	1	80,6	85,7	-	65,1	80,2	61,4	65,1	76,4	58,0	50,0	64,3	72,7
	2-4	12,3	12,5	-	7,0	12,0	8,2	23,9	8,7	14,5	10,9	12,3	12,2
	śr.def.	21,7	25,1	-	17,4	21,7	16,7	27,7	19,6	19,2	17,2	19,8	20,8
Warmińsko- mazurskie	0	0,7	3,9	-	0,0	1,5	45,0	0,0	6,3	21,9	24,3	13,5	7,7
	1	90,2	89,5	-	81,8	89,9	50,0	91,1	89,7	74,5	62,1	79,9	84,7
	2-4	9,1	6,6	-	18,2	8,6	5,0	8,9	4,0	3,6	13,6	6,6	7,6
	śr.def.	22,3	21,2	-	23,2	22,1	14,3	21,6	18,9	17,5	19,9	19,2	20,6
Pomorskie	0	4,3	2,3	-	27,3	5,3	32,0	11,1	11,8	7,1	50,0	16,8	8,2
	1	87,6	81,4	-	70,5	86,5	62,0	87,0	82,9	85,7	50,0	78,6	84,5
	2-4	8,2	16,3	-	2,3	8,3	6,0	1,9	5,3	7,1	0,0	4,6	7,3
	śr.def.	20,5	24,9	-	16,0	20,5	18,2	17,6	18,9	22,5	14,7	18,5	20,0
Podkarpackie	0	9,1	8,9	39,0	23,8	18,3	30,4	5,9	5,7	20,8	16,9	18,0	18,2
	1	75,3	57,8	58,5	61,9	67,9	49,4	73,5	86,8	64,6	77,4	70,4	69,1
	2-4	15,6	33,3	2,5	14,3	13,8	20,3	20,6	7,5	14,6	5,6	11,6	12,7
	śr.def.	22,1	27,6	14,2	19,8	20,3	20,5	21,5	19,9	21,6	17,5	19,5	19,9
Kraj	0	4,1	10,8	25,4	20,4	5,7	28,0	4,9	6,2	19,8	16,5	12,1	8,3
	1	76,6	68,9	68,1	67,3	75,5	63,0	63,4	73,7	72,6	62,9	68,6	72,7
	2-4	19,2	20,2	6,6	12,3	18,8	9,0	31,7	20,1	7,5	20,6	19,3	19,0
	śr.def.	23,7	23,8	17,1	20,4	23,4	17,7	25,8	23,2	18,8	22,5	22,4	23,0

Tabela 3.23. 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 > 60 lat, wszystkie własności – 2020 r.

Województwo	Kl.def., śr.def.	Sosna	Świerk	Jodła	Inne iglaste	Iglaste razem	Buk	Dąb	Brzoza	Olsza	Inne liśc.	Liśc. razem	Gat. razem
Lubelskie	0	1,5	0,0	0,0	-	1,4	44,4	0,0	0,0	14,5	25,8	8,8	4,5
	1	66,8	15,4	92,6	-	66,8	55,6	45,3	73,9	79,5	60,1	58,2	63,2
	2-4	31,7	84,6	7,4	-	31,7	0,0	54,7	26,1	6,0	14,1	33,0	32,3
	śr.def.	26,9	46,9	21,5	-	27,0	13,7	30,1	26,9	19,2	20,3	25,5	26,4
Mazowieckie	0	2,5	0,0	27,3	0,0	2,6	50,0	1,1	0,0	19,3	21,4	9,8	4,8
	1	72,1	0,0	72,7	55,6	72,0	50,0	38,8	42,3	65,1	47,6	50,1	65,4
	2-4	25,4	100,0	0,0	44,4	25,4	0,0	60,1	57,7	15,7	31,0	40,2	29,8
	śr.def.	25,4	40,0	17,3	31,7	25,4	15,0	32,8	32,6	22,2	23,7	27,9	26,2
Opolskie	0	6,5	0,0	-	0,0	6,1	4,3	0,0	2,7	11,5	11,3	4,5	5,3
	1	78,8	100,0	-	50,0	77,5	69,6	45,3	51,4	76,9	50,9	53,1	64,9
	2-4	14,7	0,0	-	50,0	16,5	26,1	54,7	45,9	11,5	37,7	42,4	29,8
	śr.def.	21,5	17,5	-	43,8	22,6	22,8	33,1	28,2	19,8	27,4	28,7	25,8
Lubuskie	0	6,3	44,4	-	0,0	6,5	64,7	0,0	2,0	41,3	19,1	15,0	7,9
	1	69,5	55,6	-	33,3	69,0	23,5	10,4	39,2	56,5	68,1	34,8	63,2
	2-4	24,3	0,0	-	66,7	24,5	11,8	89,6	58,8	2,2	12,8	50,2	28,9
	śr.def.	23,7	14,4	-	47,1	23,9	12,6	40,5	37,8	13,0	18,1	29,5	24,8
Dolnośląskie	0	8,6	20,1	16,7	4,3	13,0	47,7	0,3	0,0	33,3	24,2	15,9	14,4
	1	77,4	67,5	33,3	73,9	72,8	36,4	39,7	53,1	59,0	43,0	44,1	58,8
	2-4	14,0	12,4	50,0	21,7	14,2	15,9	59,9	46,9	7,6	32,9	40,0	26,8
	śr.def.	21,2	19,5	25,8	24,6	20,8	18,0	33,7	27,8	15,7	28,9	28,1	24,4
Wielkopolskie	0	4,6	0,0	-	33,3	4,7	27,3	0,0	6,4	13,6	5,3	7,0	5,4
	1	78,2	61,5	-	66,7	78,0	72,7	54,3	58,3	78,5	75,5	66,2	74,4
	2-4	17,1	38,5	-	0,0	17,3	0,0	45,7	35,3	7,9	19,1	26,8	20,2
	śr. def.	22,8	28,1	-	16,7	22,9	14,5	30,8	31,6	18,4	24,9	26,1	23,9
Świętokrzyskie	0	15,9	0,0	20,5	60,0	16,4	15,2	4,9	2,6	17,6	2,4	7,1	13,8
	1	68,7	16,7	42,2	0,0	62,7	50,0	74,1	64,1	58,8	42,9	60,4	62,1
	2-4	15,4	83,3	37,3	40,0	20,9	34,8	21,0	33,3	23,5	54,8	32,4	24,1
	śr. def.	21,0	47,2	26,7	17,0	22,6	23,7	22,7	24,7	27,1	35,1	25,9	23,5
Małopolskie	0	0,6	0,4	12,5	0,0	5,4	6,8	1,1	0,0	4,9	9,0	5,2	5,3
	1	85,6	63,9	81,1	73,5	77,9	81,9	79,7	83,1	73,2	82,5	81,1	79,3
	2-4	13,8	35,7	6,4	26,5	16,7	11,2	19,2	16,9	22,0	8,5	13,6	15,4
	śr. def.	23,8	28,3	19,6	27,4	23,3	22,9	24,4	24,6	23,5	20,0	22,7	23,1
Łódzkie	0	16,0	0,0	20,0	0,0	15,6	11,1	5,6	0,9	40,0	0,0	4,6	13,3
	1	67,7	0,0	60,0	95,0	68,2	77,8	45,8	51,8	60,0	87,0	55,7	65,6
	2-4	16,3	100,0	20,0	5,0	16,2	11,1	48,6	47,4	0,0	13,0	39,7	21,1
	śr.def.	21,4	50,0	19,0	21,3	21,4	19,2	30,7	32,3	13,0	20,0	28,8	23,0
Kujawsko- pomorskie	0	1,8	-	-	28,6	2,0	23,5	0,0	0,0	100,0	6,5	4,4	2,4
	1	85,5	-	-	57,1	85,3	58,8	61,3	79,3	0,0	83,9	68,4	82,9
	2-4	12,6	-	-	14,3	12,6	17,6	38,8	20,7	0,0	9,7	27,2	14,8
	śr.def.	22,1	-	-	21,4	22,1	22,4	30,6	22,8	10,0	20,3	26,1	22,6
Śląskie	0	5,7	0,0	0,0	0,0	4,5	7,1	0,0	3,1	0,0	14,3	3,1	4,0
	1	85,4	56,6	98,8	100,0	85,0	92,9	57,0	70,2	92,0	85,7	73,3	81,3
	2-4	8,9	43,4	1,3	0,0	10,5	0,0	43,0	26,7	8,0	0,0	23,6	14,7
	śr.def.	20,6	30,8	20,1	21,9	21,4	19,1	28,0	25,3	18,4	16,4	24,0	22,2
Podlaskie	0	1,5	2,6	-	-	1,6	-	0,0	4,0	11,1	12,3	8,1	3,9
	1	90,5	73,1	-	-	89,2	-	75,3	68,5	85,4	71,6	78,0	85,2
	2-4	8,0	24,4	-	-	9,2	-	24,7	27,5	3,5	16,0	13,9	10,9
	śr.def.	22,2	24,7	-	-	22,4	-	25,4	25,9	18,5	20,9	21,5	22,1
Zachodnio- pomorskie	0	12,1	6,3	-	10,0	11,7	14,7	0,5	13,1	17,7	20,8	12,1	11,9
	1	74,4	77,8	-	66,7	74,4	77,3	54,6	68,2	61,9	58,5	65,4	70,6
	2-4	13,5	15,9	-	23,3	13,9	8,1	44,8	18,7	20,4	20,8	22,5	17,5
	śr.def.	20,6	23,1	-	23,0	20,8	19,4	27,6	23,7	21,1	19,9	22,8	21,6

Tabela 3.23. – cd.

Województwo	Kl.def., śr.def.	Sosna	Świerk	Jodła	Inne iglaste	Iglaste razem	Buk	Dąb	Brzoza	Olsza	Inne liśc.	Liśc. razem	Gat. razem
Warmińsko- mazurskie	0	1,1	7,0	-	7,7	1,9	41,2	0,0	2,1	24,2	29,5	16,3	7,7
	1	89,3	83,9	-	84,6	88,6	52,9	87,3	83,1	72,2	59,6	74,1	82,8
	2-4	9,6	9,1	-	7,7	9,5	5,9	12,7	14,9	3,6	11,0	9,5	9,5
	śr.def.	22,1	22,0	-	20,4	22,1	15,2	23,0	22,9	17,9	20,5	20,3	21,4
Podkarpackie	0	9,6	11,1	29,5	25,9	15,3	13,2	1,6	1,0	20,0	17,8	12,3	13,8
	1	71,8	66,7	59,4	63,0	68,2	73,8	63,6	60,4	57,6	68,5	68,2	68,2
	2-4	18,6	22,2	11,1	11,1	16,6	13,0	34,9	38,5	22,4	13,7	19,5	18,0
	śr.def.	22,4	22,5	18,0	17,6	21,2	19,6	25,1	29,4	22,9	19,3	21,5	21,3
Pomorskie	0	5,2	9,3	0,0	30,0	6,0	17,4	2,9	2,6	29,9	13,0	12,1	7,9
	1	90,8	62,8	100,0	70,0	89,2	71,7	85,7	86,5	69,1	73,9	78,7	85,9
	2-4	4,0	27,9	0,0	0,0	4,8	10,9	11,4	10,9	1,0	13,0	9,2	6,2
	śr.def.	19,5	26,9	17,5	15,5	19,6	18,8	22,0	22,4	14,5	20,2	19,8	19,7
Kraj	0	5,7	8,5	17,0	10,7	6,5	16,1	0,8	3,3	19,2	17,6	10,2	7,8
	1	77,9	67,4	72,5	69,3	76,8	72,5	54,2	66,9	71,4	63,5	64,7	72,5
	2-4	16,5	24,1	10,5	19,9	16,7	11,4	45,0	29,7	9,4	18,9	25,1	19,6
	śr.def.	22,6	24,7	19,9	24,2	22,6	19,8	29,4	27,0	19,1	22,3	24,2	23,2

Tabela 3.24. 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 – 2020 r.

Kraina	Kl.def., śr.def.	Sosna	Świerk	Jodła	Inne iglaste	Iglaste razem	Buk	Dąb	Brzoza	Olsza	Inne liśc.	Liśc. razem	Gat. razem
Mazowiecko- Podlaska	0	1,4	0,0	-	32,1	1,6	33,3	2,7	2,7	17,2	15,5	7,9	4,0
	1	73,4	82,1	-	50,0	73,3	66,7	44,0	63,0	72,6	53,2	60,6	68,5
	2-4	25,2	17,9	-	17,9	25,1	0,0	53,3	34,2	10,2	31,3	31,4	27,5
	śr.def.	26,0	23,3	-	20,0	26,0	15,0	30,4	27,0	20,5	25,8	25,8	25,9
Śląska	0	7,4	36,8	-	11,0	9,1	30,8	1,2	3,5	29,5	19,3	10,7	9,8
	1	75,9	44,8	-	63,4	73,7	48,7	37,3	53,9	58,2	48,3	46,8	61,5
	2-4	16,7	18,4	-	25,6	17,2	20,5	61,5	42,6	12,3	32,4	42,5	28,7
	śr.def.	22,1	22,5	-	27,6	22,4	20,1	33,2	29,6	18,1	28,4	28,9	25,3
Małopolska	0	8,7	0,0	11,7	10,5	8,7	25,0	3,6	2,8	16,5	12,6	8,5	8,6
	1	71,3	36,0	60,2	81,1	70,4	62,5	57,9	71,0	74,0	68,5	66,4	68,9
	2-4	20,0	64,0	28,1	8,4	20,9	12,5	38,5	26,2	9,5	18,9	25,1	22,5
	śr.def.	23,1	40,1	24,5	20,7	23,4	18,6	26,5	25,4	19,8	22,5	23,9	23,6
Wielkopolsko- Pomorska	0	4,2	14,9	-	12,2	4,5	18,6	0,8	6,7	25,6	13,0	10,7	5,9
	1	78,2	73,1	-	55,6	77,8	75,2	54,5	69,0	69,1	61,6	64,2	74,7
	2-4	17,6	11,9	-	32,2	17,6	6,2	44,7	24,2	5,3	25,4	25,1	19,3
	śr.def.	22,7	20,2	-	28,8	22,8	18,1	30,6	25,5	16,4	23,4	24,3	23,1
Sudecka	0	6,3	21,9	16,7	5,1	19,7	50,0	0,0	4,3	15,8	17,1	13,4	16,8
	1	68,8	63,3	33,3	84,6	65,1	41,2	49,5	66,0	78,9	52,0	53,5	59,7
	2-4	25,0	14,7	50,0	10,3	15,2	8,8	50,5	29,8	5,3	30,9	33,1	23,5
	śr.def.	23,8	19,8	25,8	20,8	20,1	14,9	29,0	24,0	18,4	24,7	24,6	22,2
Mazursko- Podlaska	0	1,5	3,2	-	0,0	1,8	50,0	0,5	6,3	13,8	15,9	10,4	5,2
	1	89,2	82,1	-	90,0	88,0	50,0	82,2	81,5	82,8	73,4	80,6	85,1
	2-4	9,3	14,7	-	10,0	10,2	0,0	17,3	12,3	3,4	10,7	9,0	9,7
	śr.def.	22,2	22,8	-	22,0	22,3	14,5	23,5	21,8	18,3	19,9	20,3	21,5
Karpacka	0	7,2	2,1	20,2	22,4	13,1	10,1	0,8	0,8	12,6	15,6	11,1	12,1
	1	78,3	62,9	74,3	63,8	72,2	78,5	83,2	82,5	65,4	73,1	76,1	74,1
	2-4	14,5	34,9	5,5	13,8	14,7	11,4	16,0	16,7	22,0	11,3	12,8	13,8
	śr.def.	22,1	27,6	18,2	20,0	21,4	20,7	23,2	23,2	24,8	19,8	21,0	21,2
Bałtycka	0	7,5	6,5	0,0	23,4	8,1	25,2	3,3	9,0	25,1	35,6	16,9	12,2
	1	82,7	75,1	100,0	70,2	81,6	65,5	74,0	80,4	62,9	52,3	69,9	76,1
	2-4	9,8	18,4	0,0	6,5	10,4	9,3	22,7	10,6	12,0	12,1	13,2	11,7
	śr.def.	20,8	25,2	17,5	17,3	21,0	18,1	24,6	21,3	18,6	18,6	20,6	20,8
Kraj	0	5,1	9,5	18,6	16,2	6,2	19,2	2,2	4,9	19,4	17,1	11,0	8,0
	1	77,4	68,0	71,6	68,2	76,3	70,0	57,3	70,7	71,9	63,2	66,4	72,6
	2-4	17,5	22,4	9,8	15,7	17,5	10,8	40,6	24,3	8,7	19,7	22,6	19,4
	śr.def.	23,0	24,3	19,4	22,1	22,9	19,3	28,2	24,9	19,0	22,4	23,4	23,1

Tabela 3.25. 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 do 60 lat, wszystkie formy własności – 2020 r.

Kraina	Kl.def., śr.def.	Sosna	Świerk	Jodła	Inne iglaste	Iglaste razem	Buk	Dąb	Brzoza	Olsza	Inne liśc.	Liśc. razem	Gat. razem
Mazowiecko- Podlaska	0	1,1	0,0	-	47,4	1,6	-	6,1	3,5	14,2	11,2	6,8	3,7
	1	70,7	85,7	-	47,4	70,7	-	47,9	67,1	77,9	46,7	64,6	68,2
	2-4	28,2	14,3	-	5,3	27,6	-	46,0	29,3	8,0	42,1	28,7	28,1
	śr.def.	26,9	22,9	-	14,5	26,7	-	27,8	25,3	19,9	29,3	25,0	26,0
Śląska	0	6,2	41,1	-	15,3	9,5	30,4	2,9	4,3	17,0	20,3	9,5	9,5
	1	74,0	39,3	-	69,5	71,1	43,5	39,1	55,6	66,0	56,3	51,1	62,4
	2-4	19,8	19,6	-	15,3	19,4	26,1	58,0	40,1	17,0	23,4	39,4	28,1
	śr.def.	23,0	24,1	-	23,0	23,1	21,7	32,4	29,9	22,8	25,2	28,7	25,5
Sudecka	0	-	29,2	-	0,0	28,0	0,0	0,0	5,0	-	6,8	6,0	15,5
	1	-	46,9	-	100,0	49,0	100,0	100,0	62,5	-	52,3	57,1	53,6
	2-4	-	24,0	-	0,0	23,0	0,0	0,0	32,5	-	40,9	36,8	30,9
	śr.def.	-	21,1	-	16,3	21,0	20,0	20,0	24,1	-	26,4	25,5	23,5
Małopolska	0	5,8	0,0	0,0	12,1	5,8	30,2	11,1	3,9	19,9	9,3	10,2	7,7
	1	72,5	18,5	74,4	81,0	71,9	69,8	63,3	76,0	73,6	72,4	72,6	72,2
	2-4	21,8	81,5	25,6	6,9	22,3	0,0	25,6	20,1	6,5	18,3	17,2	20,1
	śr.def.	24,1	45,2	24,2	20,5	24,3	14,6	22,5	23,4	19,0	22,9	22,0	23,3
Wielkopolsko- Pomorska	0	4,1	19,4	-	4,3	4,6	34,9	1,8	7,6	28,9	17,2	12,1	6,6
	1	78,2	71,4	-	61,7	77,7	60,5	63,2	74,0	66,3	48,9	65,1	74,4
	2-4	17,7	9,2	-	34,0	17,7	4,7	35,0	18,4	4,8	33,9	22,8	19,0
	śr.def.	22,9	18,8	-	29,6	22,9	15,9	26,2	22,5	16,1	24,4	22,5	22,8
Mazursko- Podlaska	0	1,6	1,3	-	0,0	1,5	-	1,0	10,0	15,8	15,7	11,9	6,4
	1	87,0	82,2	-	81,8	85,6	-	83,3	86,5	82,2	72,3	81,8	83,8
	2-4	11,4	16,5	-	18,2	12,9	-	15,7	3,5	2,0	11,9	6,3	9,8
	śr.def.	22,9	23,6	-	23,2	23,1	-	22,6	19,1	17,1	20,6	19,2	21,2
Bałtycka	0	5,9	5,6	-	27,2	7,3	30,7	6,5	11,9	27,6	41,9	20,4	13,3
	1	82,9	80,4	-	67,9	81,8	61,5	82,3	82,3	60,3	49,6	70,9	76,8
	2-4	11,1	14,0	-	4,9	11,0	7,8	11,3	5,8	12,1	8,5	8,7	9,9
	śr.def.	21,4	24,3	-	16,7	21,4	17,2	23,3	19,1	19,2	16,6	19,3	20,4
Karpacka	0	11,8	3,6	31,0	35,2	20,7	19,7	0,0	1,8	14,3	16,7	15,2	17,5
	1	73,7	68,5	66,7	55,6	67,0	66,4	90,0	86,0	68,8	73,4	72,9	70,4
	2-4	14,5	27,9	2,3	9,3	12,3	13,9	10,0	12,3	16,9	9,8	11,9	12,1
	śr.def.	20,9	25,6	15,5	16,7	19,4	20,2	22,5	21,8	23,5	19,8	20,6	20,1
Kraj	0	4,1	10,8	25,4	20,4	5,7	28,0	4,9	6,2	19,8	16,5	12,1	8,3
	1	76,6	68,9	68,1	67,3	75,5	63,0	63,4	73,7	72,6	62,9	68,6	72,7
	2-4	19,2	20,2	6,6	12,3	18,8	9,0	31,7	20,1	7,5	20,6	19,3	19,0
	śr.def.	23,7	23,8	17,1	20,4	23,4	17,7	25,8	23,2	18,8	22,5	22,4	23,0

Tabela 3.26. 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 > 60 lat, wszystkie formy własności – 2020 r.

Kraina	Kl.def., śr.def.	Sosna	Świerk	Jodła	Inne iglaste	Iglaste razem	Buk	Dąb	Brzoza	Olsza	Inne liśc.	Liśc. razem	Gat. razem
Mazowiecko- Podlaska	0	1,5	0,0	-	0,0	1,5	33,3	0,7	1,4	19,2	18,4	9,1	4,2
	1	75,6	50,0	-	55,6	75,4	66,7	41,8	55,7	69,3	57,6	56,8	68,8
	2-4	22,9	50,0	-	44,4	23,0	0,0	57,4	42,9	11,5	24,1	34,1	27,0
	śr.def.	25,4	27,5	-	31,7	25,4	15,0	31,9	29,8	20,8	23,4	26,6	25,8
Śląska	0	8,2	29,0	-	0,0	8,7	30,9	0,3	2,2	35,4	18,7	11,5	10,0
	1	77,4	54,8	-	47,8	75,9	50,9	36,3	51,5	54,5	43,0	43,8	60,8
	2-4	14,4	16,1	-	52,2	15,4	18,2	63,4	46,3	10,1	38,3	44,8	29,2
	śr.def.	21,4	19,7	-	39,6	21,8	19,5	33,7	29,2	15,9	30,5	29,0	25,1

Tabela 3.26. – cd.

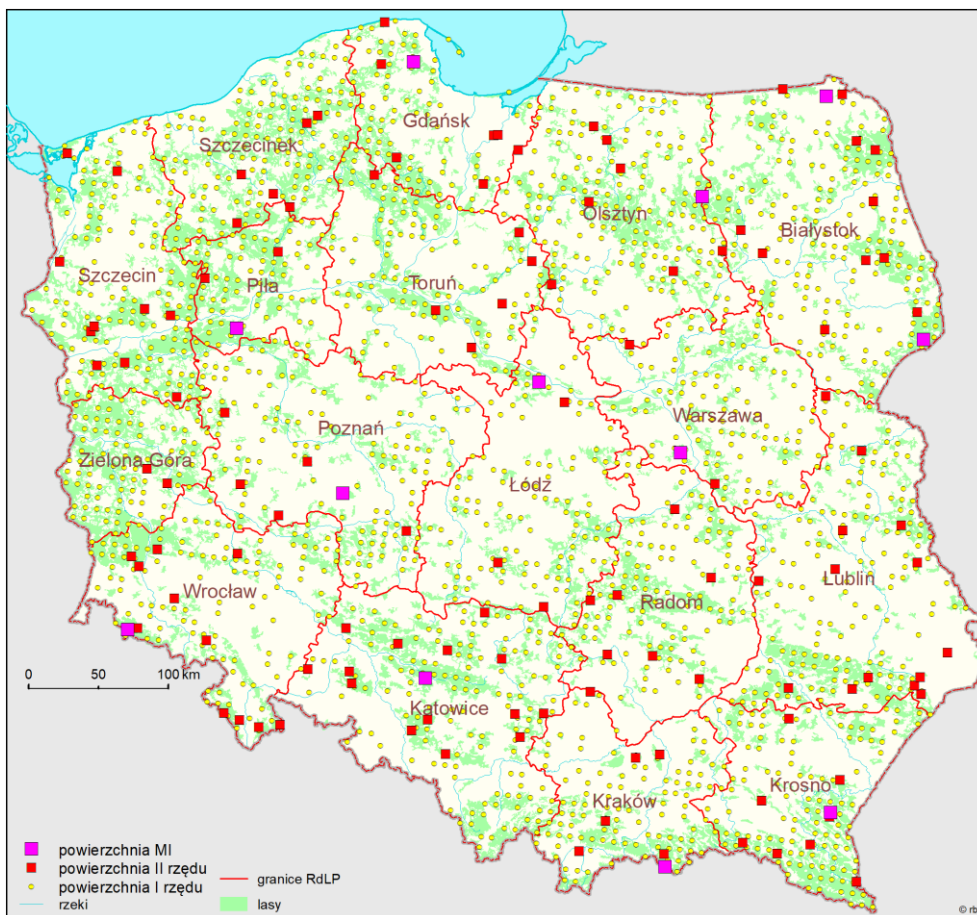
Kraina	Kl.def., śr.def.	Sosna	Świerk	Jodła	Inne iglaste	Iglaste razem	Buk	Dąb	Brzoza	Olsza	Inne liśc.	Liśc. razem	Gat. razem
Małopolska	0	10,1	0,0	14,6	8,1	10,1	23,1	1,6	1,3	12,8	16,9	7,3	9,2
	1	70,7	44,1	56,7	81,1	69,7	59,8	56,5	64,6	74,5	63,5	61,7	67,0
	2-4	19,2	55,9	28,7	10,8	20,2	17,2	41,9	34,1	12,8	19,6	31,0	23,9
	śr.def.	22,7	37,7	24,6	21,1	23,0	20,1	27,6	27,8	20,7	22,0	25,3	23,8
Wielkopolsko- Pomorska	0	4,3	2,8	-	20,9	4,5	11,8	0,0	5,5	23,7	8,7	9,4	5,5
	1	78,2	77,8	-	48,8	77,9	81,4	47,4	61,3	70,7	74,5	63,4	75,0
	2-4	17,5	19,4	-	30,2	17,6	6,9	52,6	33,2	5,6	16,8	27,2	19,6
	śr.def.	22,6	24,0	-	28,0	22,7	19,1	34,3	30,1	16,7	22,4	25,9	23,3
Mazursko- Podlaska	0	1,5	6,0	-	0,0	2,0	50,0	0,0	2,1	12,5	16,1	9,0	4,4
	1	90,1	81,9	-	100,0	89,3	50,0	81,1	75,8	83,3	75,0	79,5	85,9
	2-4	8,4	12,0	-	0,0	8,7	0,0	18,9	22,0	4,3	8,9	11,5	9,7
	śr.def.	22,0	21,5	-	20,6	21,9	14,5	24,4	24,9	19,0	18,9	21,2	21,7
Sudecka	0	6,3	19,3	16,7	5,7	17,1	51,5	0,0	0,0	15,8	31,3	17,7	17,4
	1	68,8	69,3	33,3	82,9	70,1	39,4	47,6	85,7	78,9	51,6	51,3	62,3
	2-4	25,0	11,4	50,0	11,4	12,8	9,1	52,4	14,3	5,3	17,2	31,0	20,3
	śr.def.	23,8	19,3	25,8	21,3	19,9	14,7	29,3	23,6	18,4	22,5	24,2	21,7
Karpacka	0	6,4	1,6	17,6	11,3	11,0	8,1	0,9	0,0	10,0	14,7	9,2	10,2
	1	79,2	61,0	76,2	71,0	73,6	80,9	82,6	79,4	60,0	72,9	77,6	75,4
	2-4	14,5	37,4	6,3	17,7	15,4	10,9	16,5	20,6	30,0	12,4	13,2	14,4
	śr.def.	22,3	28,4	18,8	22,9	21,9	20,9	23,3	24,5	26,9	19,8	21,2	21,6
Bałtycka	0	8,6	7,2	0,0	16,3	8,6	21,7	0,9	6,9	23,8	30,3	14,5	11,4
	1	82,5	71,0	100,0	74,4	81,5	68,1	68,1	78,9	64,3	54,6	69,1	75,6
	2-4	8,9	21,7	0,0	9,3	9,9	10,2	30,9	14,2	11,9	15,1	16,4	13,0
	śr.def.	20,3	25,8	17,5	18,5	20,7	18,7	25,5	23,0	18,4	20,4	21,4	21,0
Kraj	0	5,7	8,5	17,0	10,7	6,5	16,1	0,8	3,3	19,2	17,6	10,2	7,8
	1	77,9	67,4	72,5	69,3	76,8	72,5	54,2	66,9	71,4	63,5	64,7	72,5
	2-4	16,5	24,1	10,5	19,9	16,7	11,4	45,0	29,7	9,4	18,9	25,1	19,6
	śr.def.	22,6	24,7	19,9	24,2	22,6	19,8	29,4	27,0	19,1	22,3	24,2	23,2

Tabela 3.27. 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 – 2020 r.

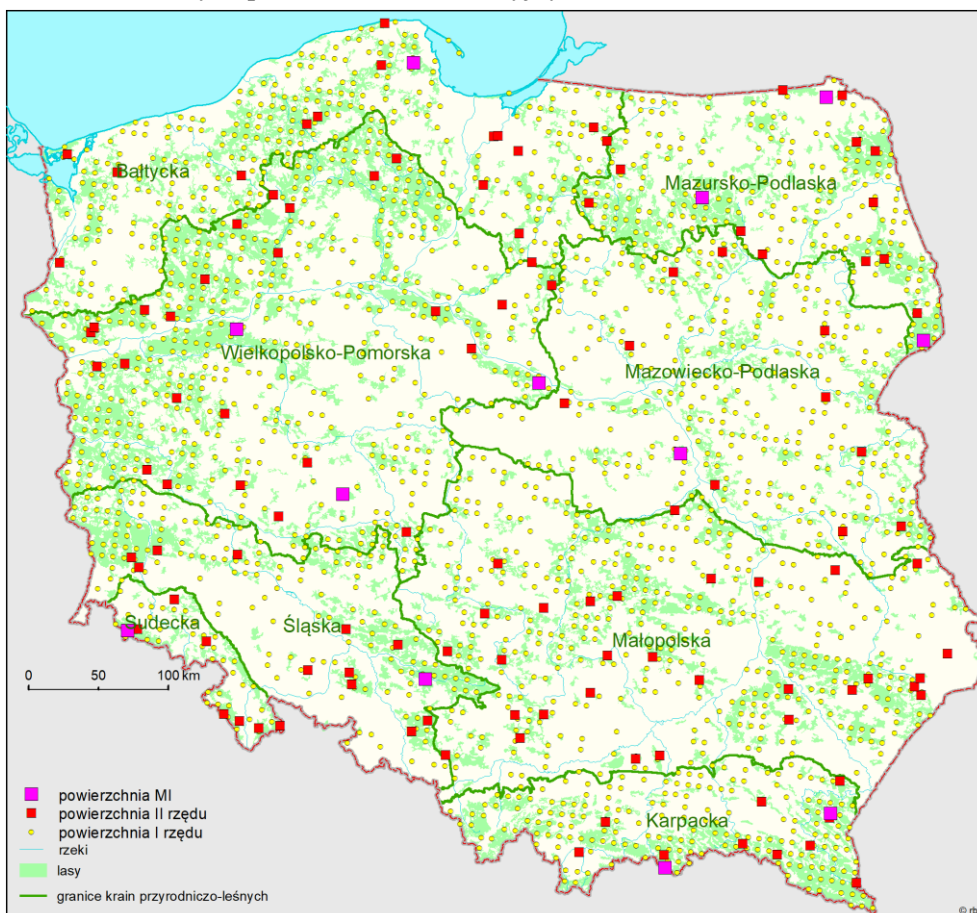
Park Narodowy	Kl.def., śr.def.	Sosna	Świerk	Jodła	Inne iglaste	Iglaste razem	Buk	Dąb	Brzoza	Olsza	Inne liśc.	Liśc. razem	Gat. razem
Babiogórski 1 pow.	0	-	0,0	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-	0,0
	1	-	30,0	-	-	30,0	-	-	-	-	-	-	30,0
	2-4	-	70,0	-	-	70,0	-	-	-	-	-	-	70,0
	śr.def.	-	37,0	-	-	37,0	-	-	-	-	-	-	37,0
Tatrzański 3 pow.	0	-	0,0	0,0	-	0,0	-	-	-	-	-	-	0,0
	1	-	41,0	33,3	-	38,3	-	-	-	-	-	-	38,3
	2-4	-	59,0	66,7	-	61,7	-	-	-	-	-	-	61,7
	śr.def.	-	32,3	40,7	-	35,3	-	-	-	-	-	-	35,3
Woliński 2 pow.	0	0,0	-	-	-	0,0	0,0	0,0	-	-	-	0,0	0,0
	1	25,9	-	-	-	25,9	100,0	50,0	-	-	-	53,8	35,0
	2-4	74,1	-	-	-	74,1	0,0	50,0	-	-	-	46,2	65,0
	śr.def.	33,9	-	-	-	33,9	25,0	29,6	-	-	-	29,2	32,4
Kampinoski 4 pow.	0	0,0	-	-	-	0,0	-	-	0,0	-	-	0,0	0,0
	1	64,5	-	-	-	64,5	-	-	33,3	-	-	33,3	57,5
	2-4	35,5	-	-	-	35,5	-	-	66,7	-	-	66,7	42,5
	śr.def.	30,0	-	-	-	30,0	-	-	33,6	-	-	33,6	30,8
Wielkopolski 2 pow.	0	5,0	-	-	-	5,0	-	-	-	0,0	0,0	0,0	2,5
	1	60,0	-	-	-	60,0	-	-	-	100,0	81,8	90,0	75,0
	2-4	35,0	-	-	-	35,0	-	-	-	0,0	18,2	10,0	22,5
	śr.def.	35,8	-	-	-	35,8	-	-	-	17,8	26,4	22,5	29,1

Tabela 3.27. – cd.

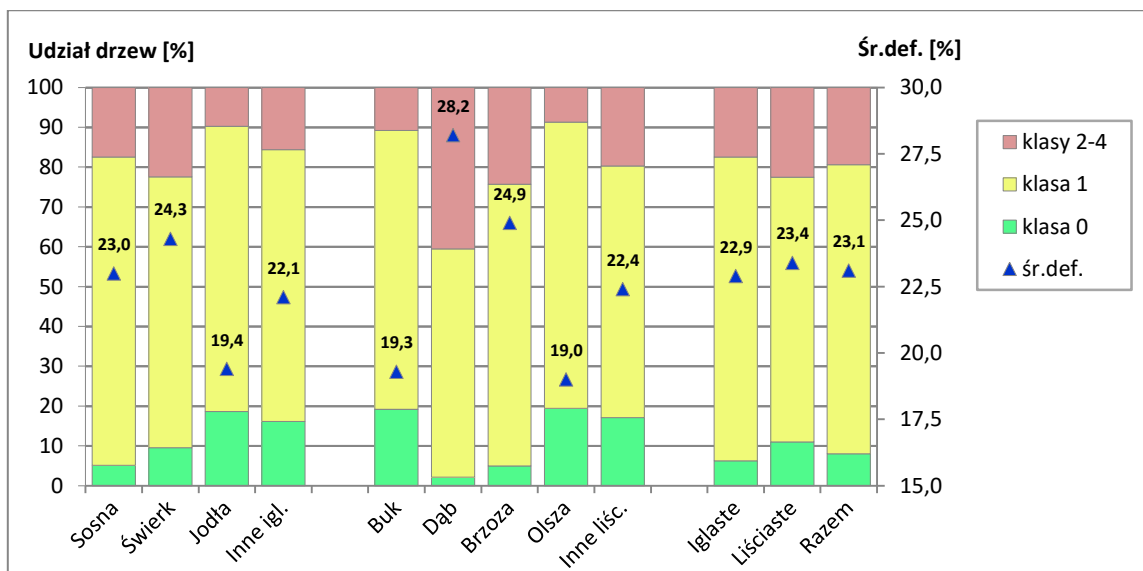
Park Narodowy	Kl.def., śr.def.	Sosna	Świerk	Jodła	Inne iglaste	Iglaste razem	Buk	Dąb	Brzoza	Olsza	Inne liśc.	Liśc. razem	Gat. razem
Gorczański 1 pow.	0	-	0,0	0,0	-	0,0	0,0	-	-	-	-	0,0	0,0
	1	-	85,7	100,0	-	87,5	75,0	-	-	-	-	75,0	80,0
	2-4	-	14,3	0,0	-	12,5	25,0	-	-	-	-	25,0	20,0
	śr.def.	-	32,9	25,0	-	31,9	26,7	-	-	-	-	26,7	28,8
Poleski 1 pow.	0	-	-	-	-	-	-	-	0,0	0,0	-	0,0	0,0
	1	-	-	-	-	-	-	-	100,0	78,6	-	85,0	85,0
	2-4	-	-	-	-	-	-	-	0,0	21,4	-	15,0	15,0
	śr.def.	-	-	-	-	-	-	-	21,7	30,7	-	28,0	28,0
Gór Stołowych 1 pow.	0	-	0,0	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-	0,0
	1	-	85,0	-	-	85,0	-	-	-	-	-	-	85,0
	2-4	-	15,0	-	-	15,0	-	-	-	-	-	-	15,0
	śr.def.	-	25,3	-	-	25,3	-	-	-	-	-	-	25,3
Ojcowski 1 pow.	0	0,0	0,0	-	-	0,0	0,0	-	-	-	-	0,0	0,0
	1	25,0	100,0	-	-	66,7	100,0	-	-	-	-	100,0	85,0
	2-4	75,0	0,0	-	-	33,3	0,0	-	-	-	-	0,0	15,0
	śr.def.	32,5	25,0	-	-	28,3	21,8	-	-	-	-	21,8	24,8
Roztoczański 1 pow.	0	0,0	-	0,0	-	0,0	-	-	-	-	-	-	0,0
	1	61,5	-	85,7	-	70,0	-	-	-	-	-	-	70,0
	2-4	38,5	-	14,3	-	30,0	-	-	-	-	-	-	30,0
	śr.def.	26,9	-	20,7	-	24,8	-	-	-	-	-	-	24,8
Wigierski 1 pow.	0	0,0	0,0	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-	0,0
	1	76,5	100,0	-	-	80,0	-	-	-	-	-	-	80,0
	2-4	23,5	0,0	-	-	20,0	-	-	-	-	-	-	20,0
	śr.def.	24,7	23,3	-	-	24,5	-	-	-	-	-	-	24,5
Biebrzański 5 pow.	0	0,0	0,0	-	-	0,0	-	-	5,0	15,0	-	8,3	5,0
	1	85,0	70,0	-	-	77,5	-	-	70,0	75,0	-	71,7	74,0
	2-4	15,0	30,0	-	-	22,5	-	-	25,0	10,0	-	20,0	21,0
	śr.def.	28,5	25,3	-	-	26,9	-	-	23,4	19,0	-	21,9	23,9
Magurski 3 pow.	0	0,0	-	58,3	23,5	33,3	5,3	-	-	0,0	40,0	11,1	23,3
	1	50,0	-	41,7	58,8	51,5	36,8	-	-	100,0	40,0	44,4	48,3
	2-4	50,0	-	0,0	17,6	15,2	57,9	-	-	0,0	20,0	44,4	28,3
	śr.def.	27,5	-	13,3	20,0	18,5	26,8	-	-	21,7	21,0	25,2	21,5
Drawieński 1 pow.	0	5,0	-	-	-	5,0	-	-	-	-	-	-	5,0
	1	80,0	-	-	-	80,0	-	-	-	-	-	-	80,0
	2-4	15,0	-	-	-	15,0	-	-	-	-	-	-	15,0
	śr.def.	20,5	-	-	-	20,5	-	-	-	-	-	-	20,5
Świętokrzyski 1 pow.	0	-	-	-	100,0	100,0	21,1	-	-	-	-	21,1	25,0
	1	-	-	-	0,0	0,0	63,2	-	-	-	-	63,2	60,0
	2-4	-	-	-	0,0	0,0	15,8	-	-	-	-	15,8	15,0
	śr.def.	-	-	-	10,0	10,0	19,7	-	-	-	-	19,7	19,3
Bieszczadzki 6 pow.	0	-	0,0	0,0	-	0,0	9,7	-	0,0	-	31,3	12,3	11,7
	1	-	100,0	100,0	-	100,0	79,6	-	100,0	-	62,5	78,1	79,2
	2-4	-	0,0	0,0	-	0,0	10,8	-	0,0	-	6,3	9,6	9,2
	śr.def.	-	20,0	18,0	-	18,3	19,5	-	19,0	-	15,6	18,9	18,9
Białowiecki 1 pow.	0	-	-	-	-	-	-	-	-	15,0	-	15,0	15,0
	1	-	-	-	-	-	-	-	-	85,0	-	85,0	85,0
	2-4	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	0,0	0,0
	śr.def.	-	-	-	-	-	-	-	-	18,5	-	18,5	18,5
Parki razem 35 pow.	0	1,1	0,0	15,2	27,8	3,8	9,0	0,0	2,9	9,1	21,9	8,7	6,1
	1	62,0	59,1	52,2	55,6	59,6	73,5	50,0	65,2	83,3	65,6	72,2	65,6
	2-4	36,9	40,9	32,6	16,7	36,6	17,4	50,0	31,9	7,6	12,5	19,2	28,3
	śr.def.	29,3	30,0	27,7	19,4	28,8	21,2	29,6	25,6	21,3	20,2	22,3	25,7



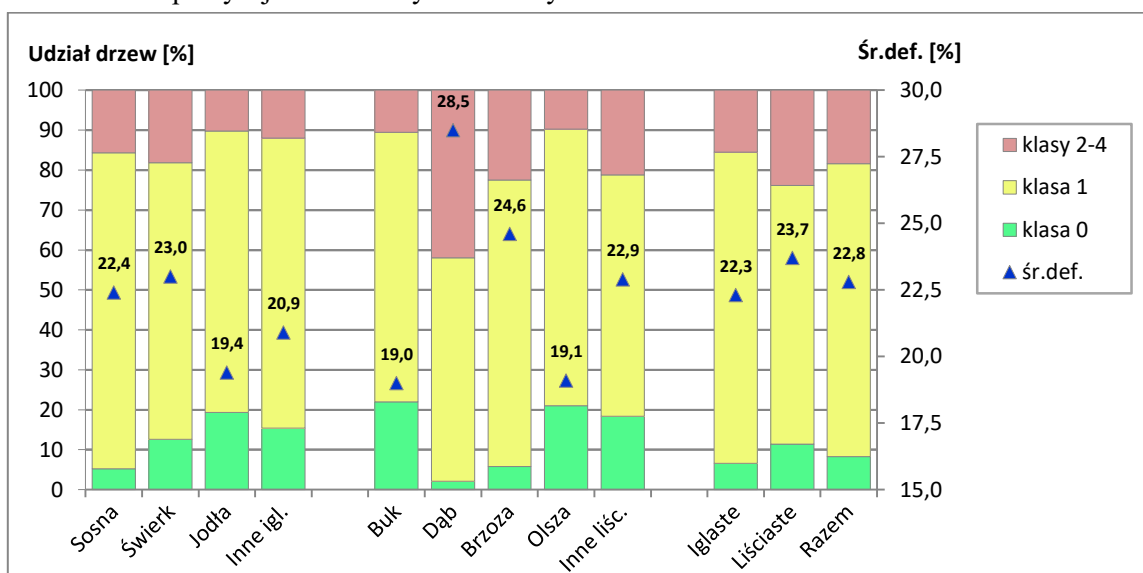
Rycina 3.1. Rozmieszczenie stałych powierzchni obserwacyjnych I i II rzędu w RDLP



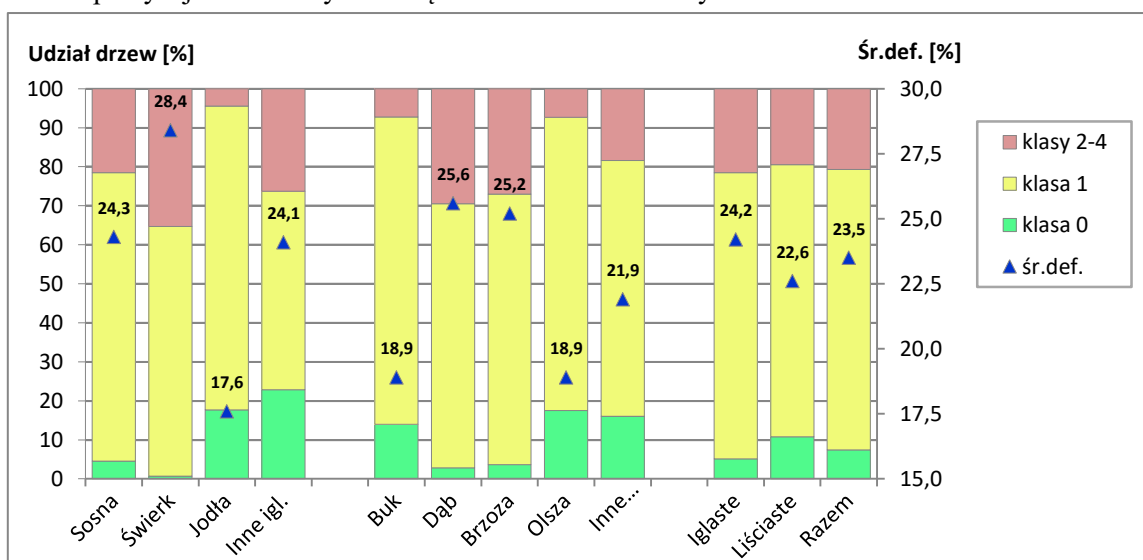
Rycina 3.2. Rozmieszczenie stałych powierzchni obserwacyjnych I i II rzędu w krainach przyrodniczo-leśnych



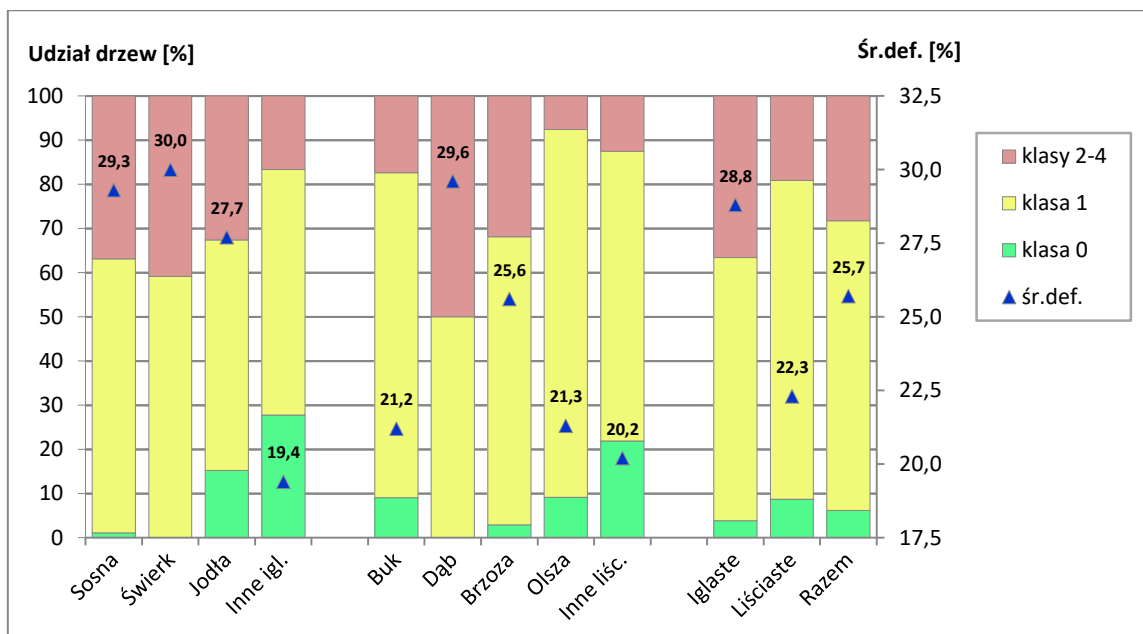
Rycina 3.3. Udział drzew [%] monitorowanych gatunków w klasach defoliacji oraz średnia defoliacja [%] w 2020 r. Wiek drzew powyżej 20 lat. Wszystkie formy własności.



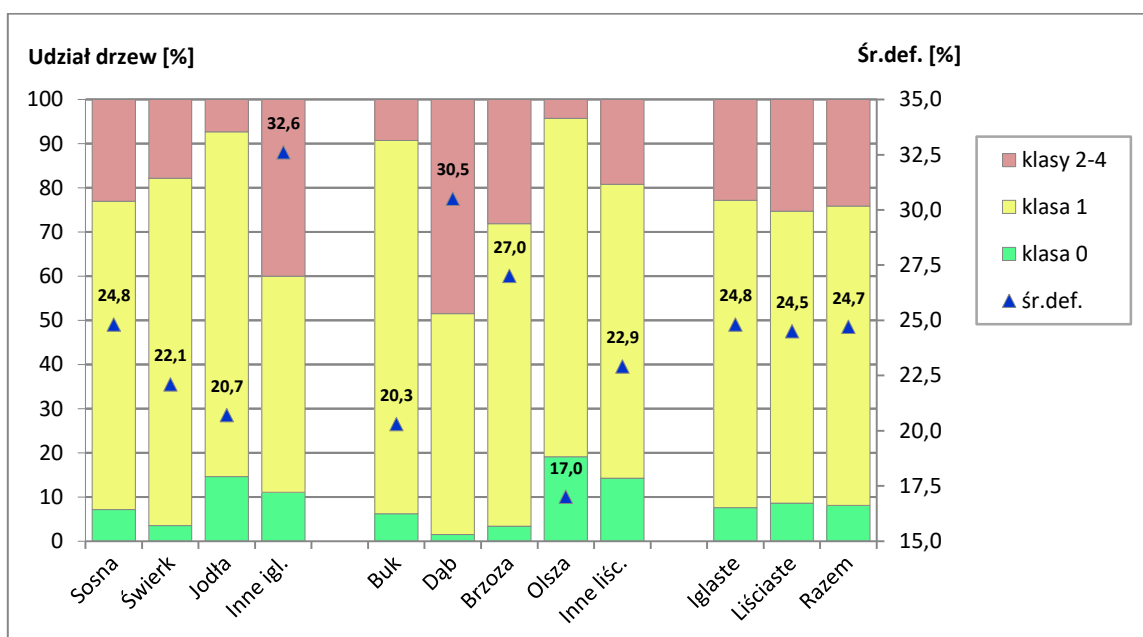
Rycina 3.4. Udział drzew [%] monitorowanych gatunków w klasach defoliacji oraz średnia defoliacja [%] w 2020 r. Wiek powyżej 20 lat. Lasy w zarządzie Lasów Państwowych.



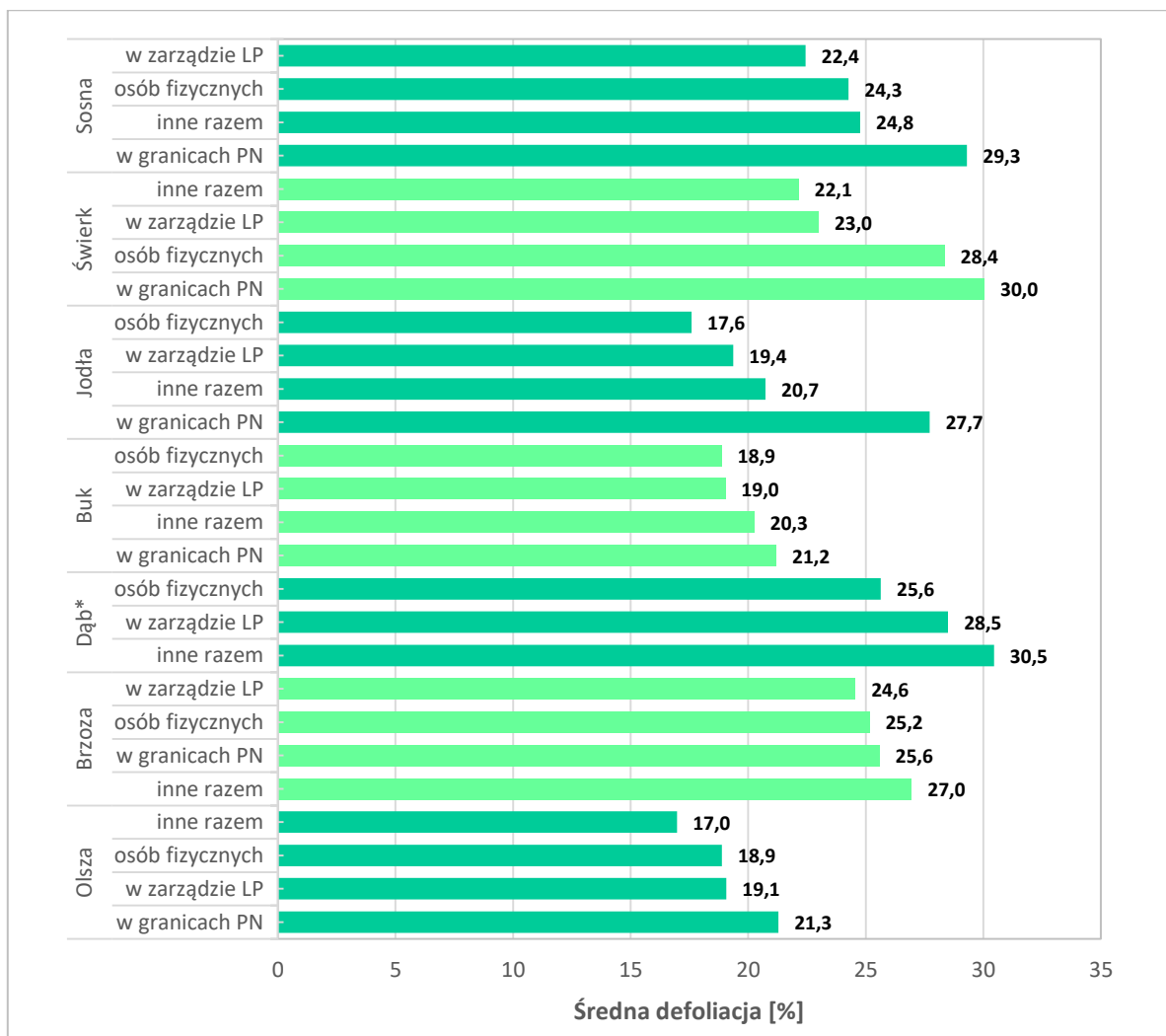
Rycina 3.5. Udział drzew [%] monitorowanych gatunków w klasach defoliacji oraz średnia defoliacja [%] w 2020 r. Wiek powyżej 20 lat. Lasy będące własnością osób fizycznych.



Rycina 3.6. Udział drzew [%] monitorowanych gatunków w klasach defoliacji oraz średnia defoliacja [%] w 2020 r. Wiek powyżej 20 lat. Lasy w granicach parków narodowych.

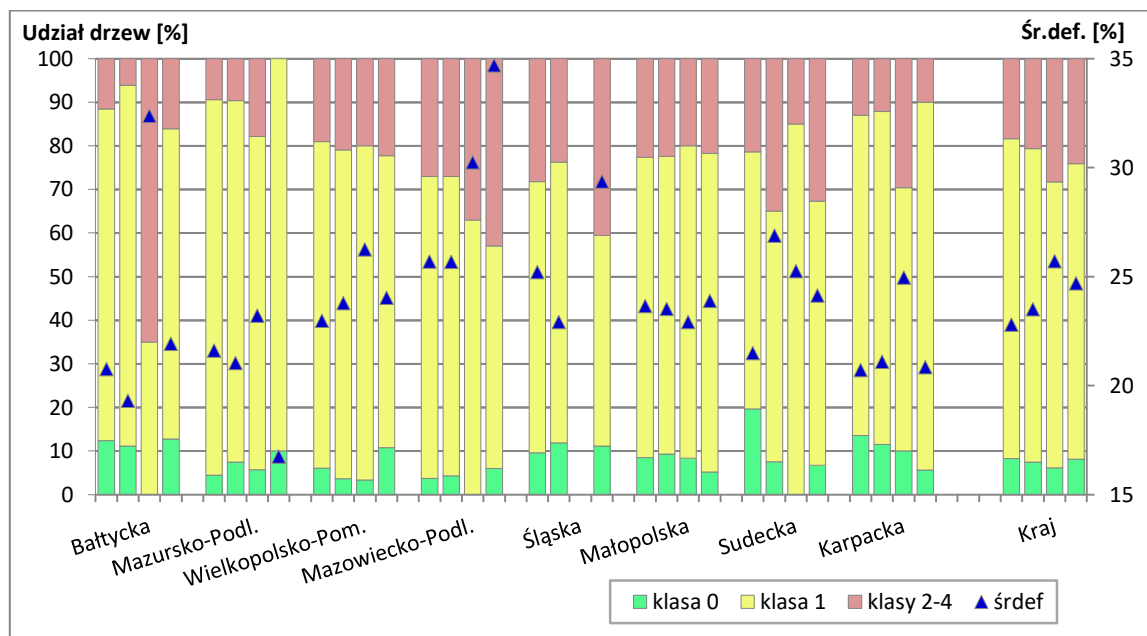


Rycina 3.7. Udział drzew [%] monitorowanych gatunków w klasach defoliacji oraz średnia defoliacja [%] w 2020 r. Wiek powyżej 20 lat. Lasy pozostałych form własności.

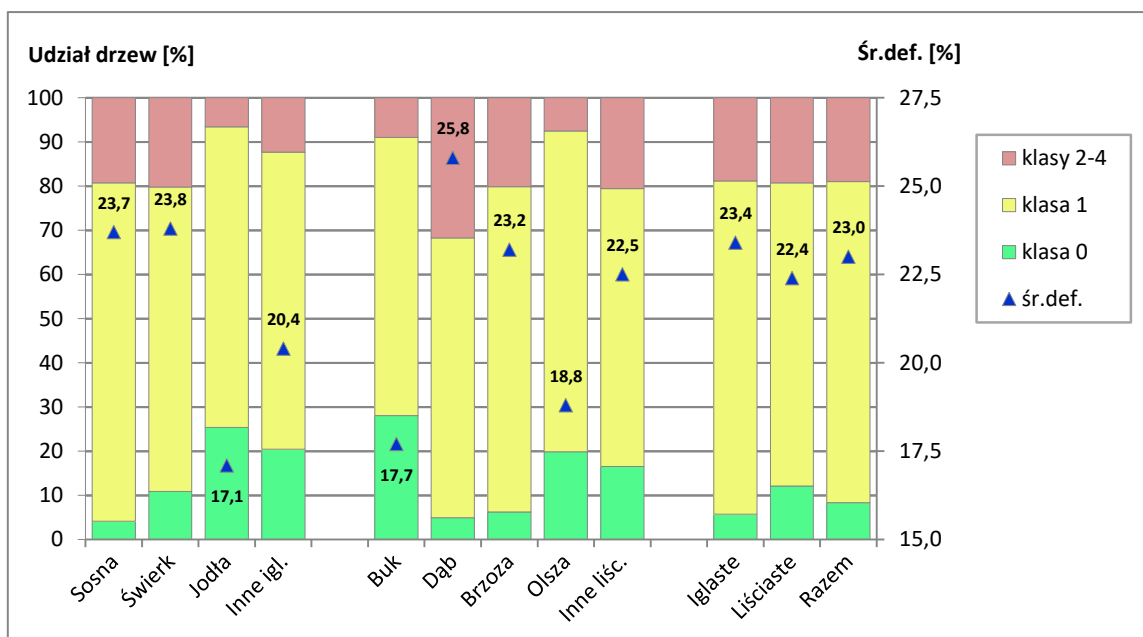


Rycina 3.8. Średnie wartości defoliacji wg grup gatunków w układzie form własności (LP – lasy w zarządzie Lasów Państwowych, PN – lasy w granicach parków narodowych) – 2020 r.

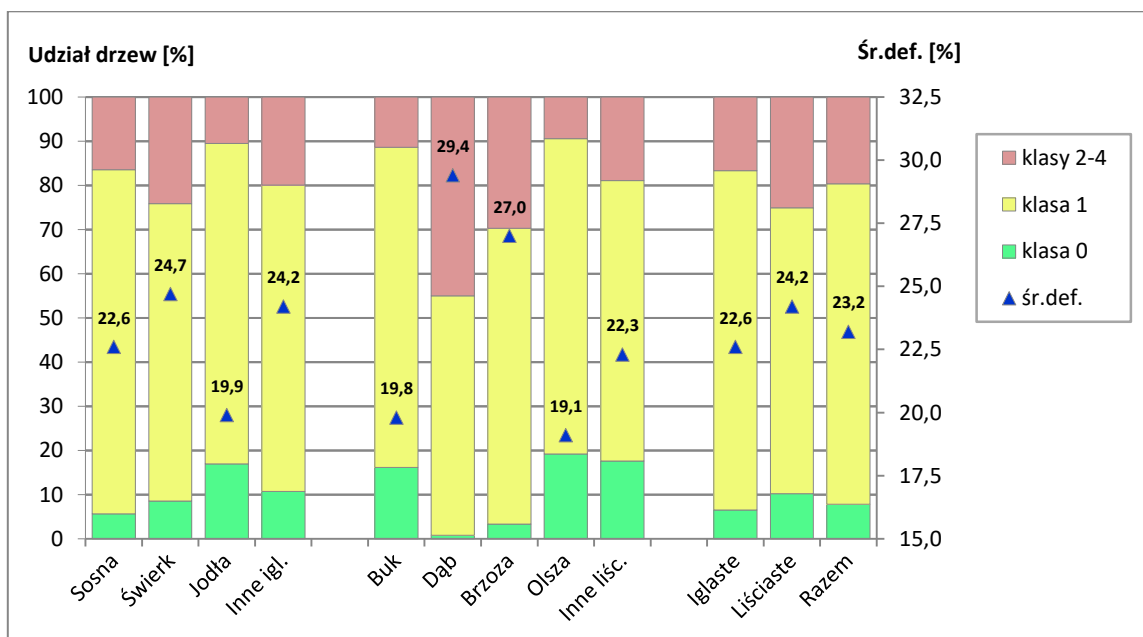
*Dąb w parkach narodowych został pominięty, ze względu na małą liczbę (12) drzew próbnych.



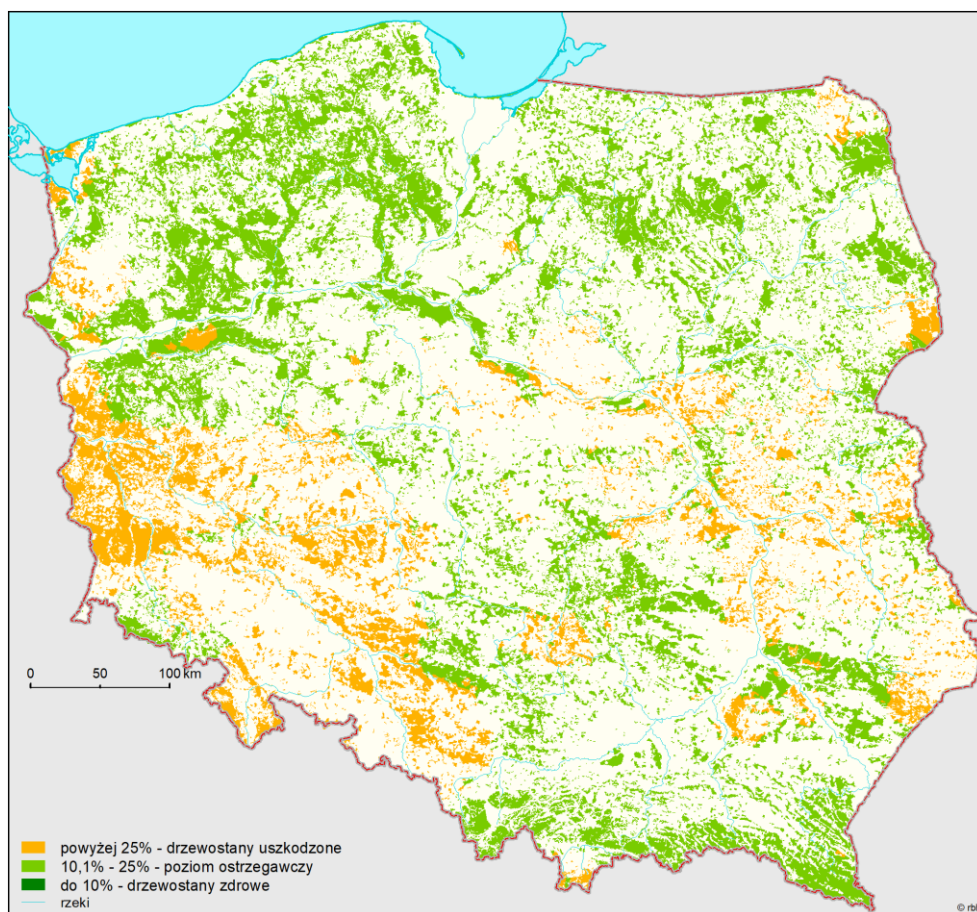
Rycina 3.9. Udział drzew [%] (gatunki razem) w klasach defoliacji oraz średnia defoliacja [%] w układzie krain przyrodniczo-leśnych i form własności lasów – słupki od lewej: lasy w zarządzie Lasów Państwowych, lasy będące własnością osób fizycznych, lasy w granicach parków narodowych, inne formy własności razem – 2020 r. (inne własności w Krainie Mazursko-Podlaskiej oraz parki narodowe w Krainie Sudeckiej – wyniki z próby 20 drzew)



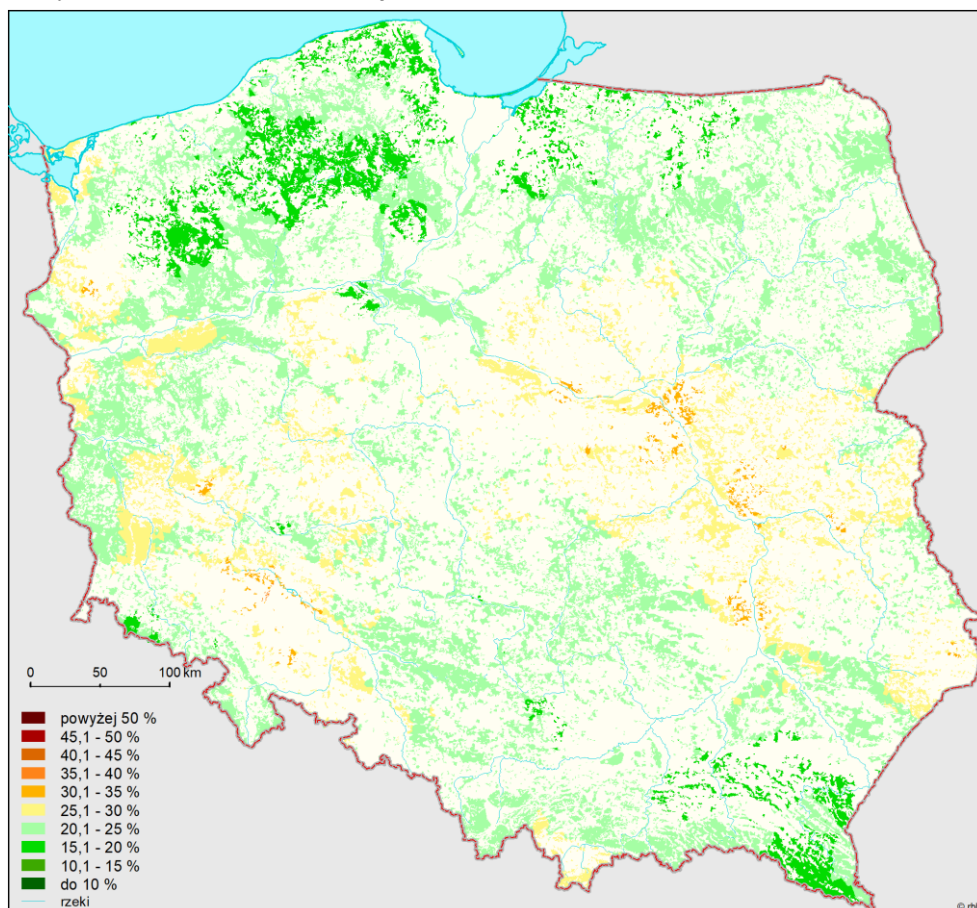
Rycina 3.10. Udział drzew [%] monitorowanych gatunków w klasach defoliacji oraz średnia defoliacja [%] w 2020 r. Wiek od 21 do 60 lat. Wszystkie formy własności.



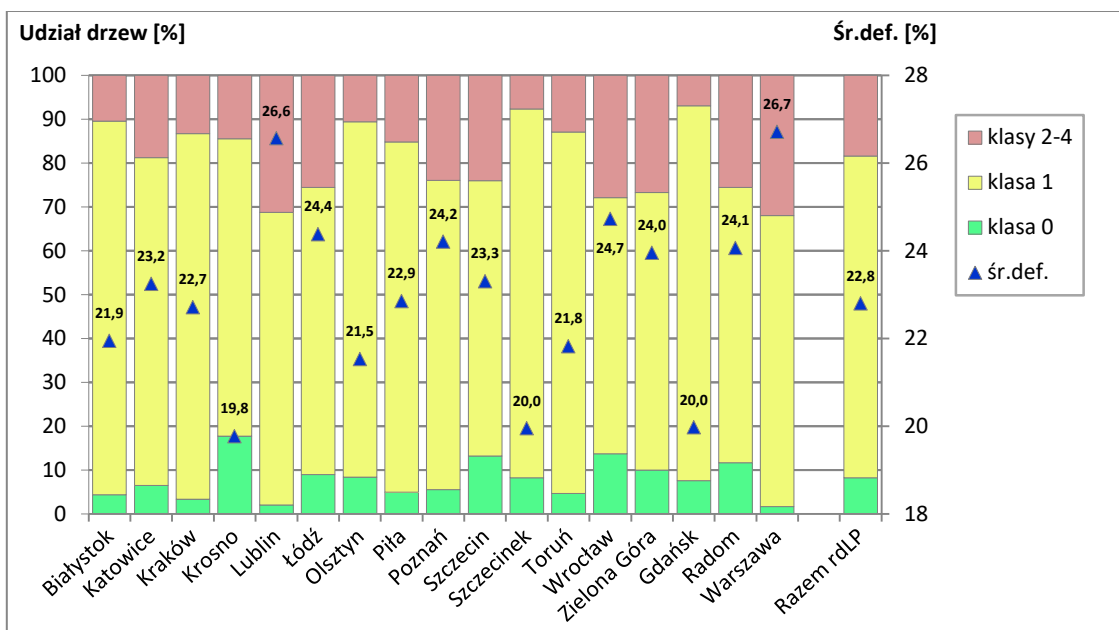
Rycina 3.11. Udział drzew [%] monitorowanych gatunków w klasach defoliacji oraz średnia defoliacja [%] w 2020 r. Wiek powyżej 60 lat. Wszystkie formy własności.



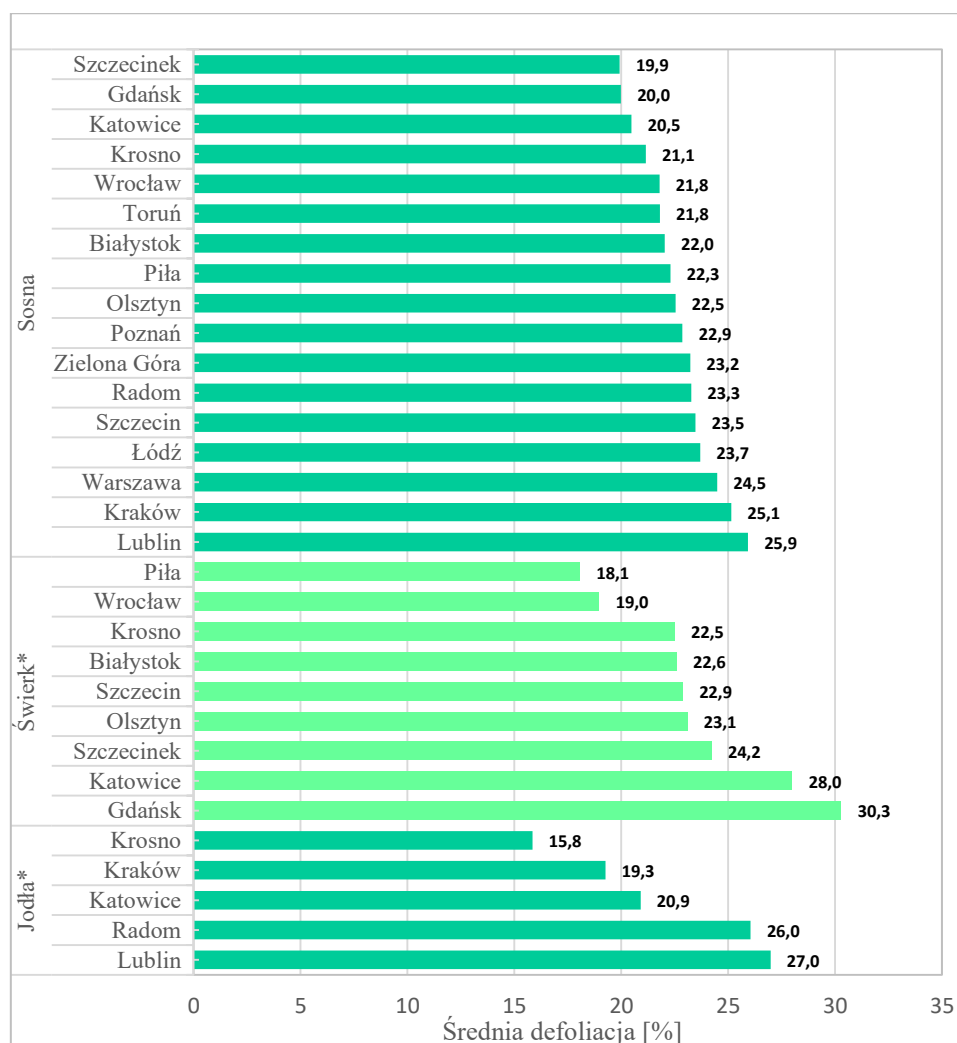
Rycina 3.12. Poziom uszkodzenia lasów w 2020 r. na podstawie oceny defoliacji na stałych powierzchniach obserwacyjnych z wyróżnieniem 3 klas defoliacji



Rycina 3.13. Poziom uszkodzenia lasów w 2020 roku na podstawie oceny defoliacji na stałych powierzchniach obserwacyjnych z wyróżnieniem 5% przedziałów defoliacji

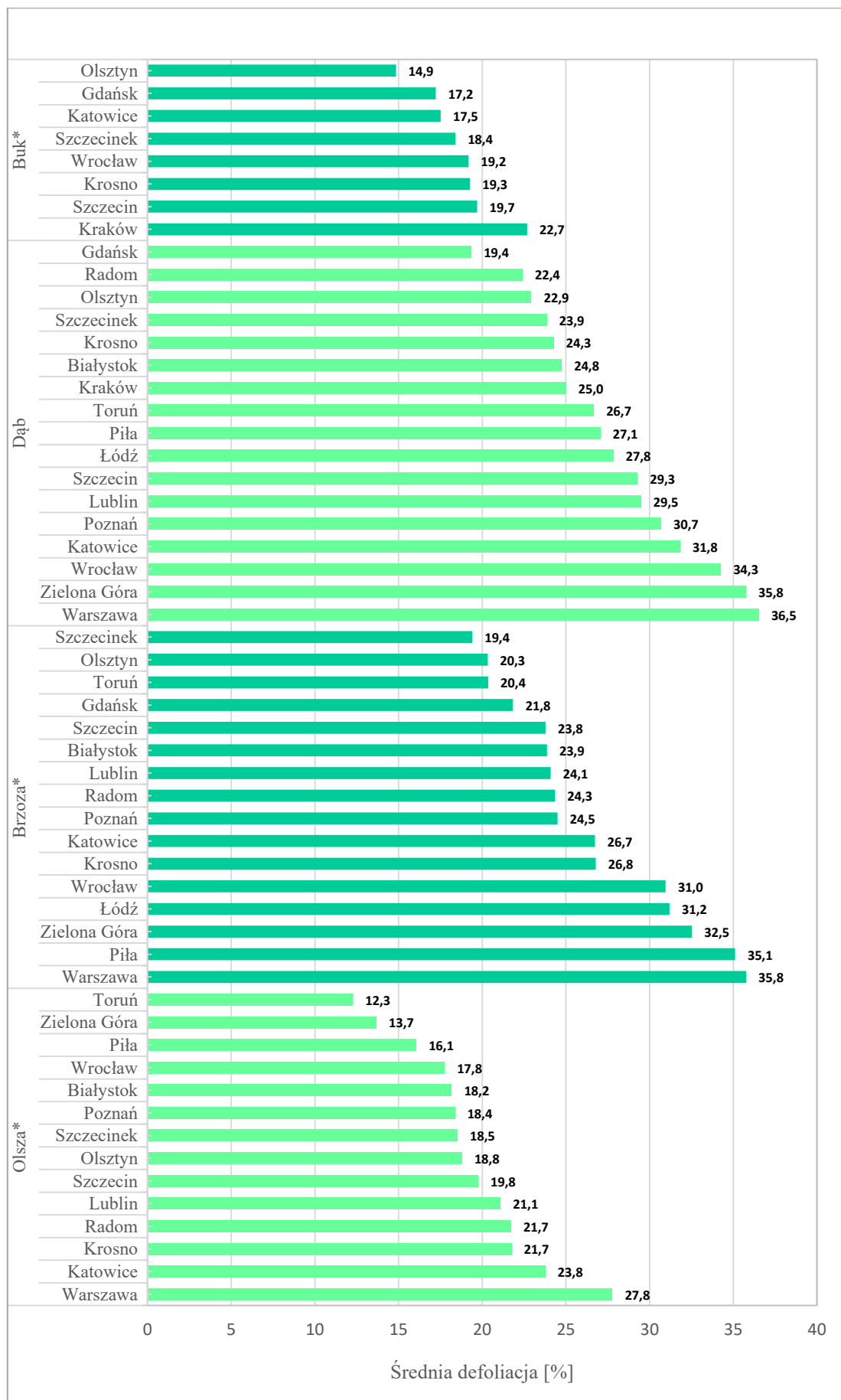


Rycina 3.14. Udział drzew [%] monitorowanych gatunków łącznie w klasach defoliacji oraz średnia defoliacja [%] w układzie regionalnych dyrekcji Lasów Państwowych (lasy w zarządzie LP) w 2020 r.



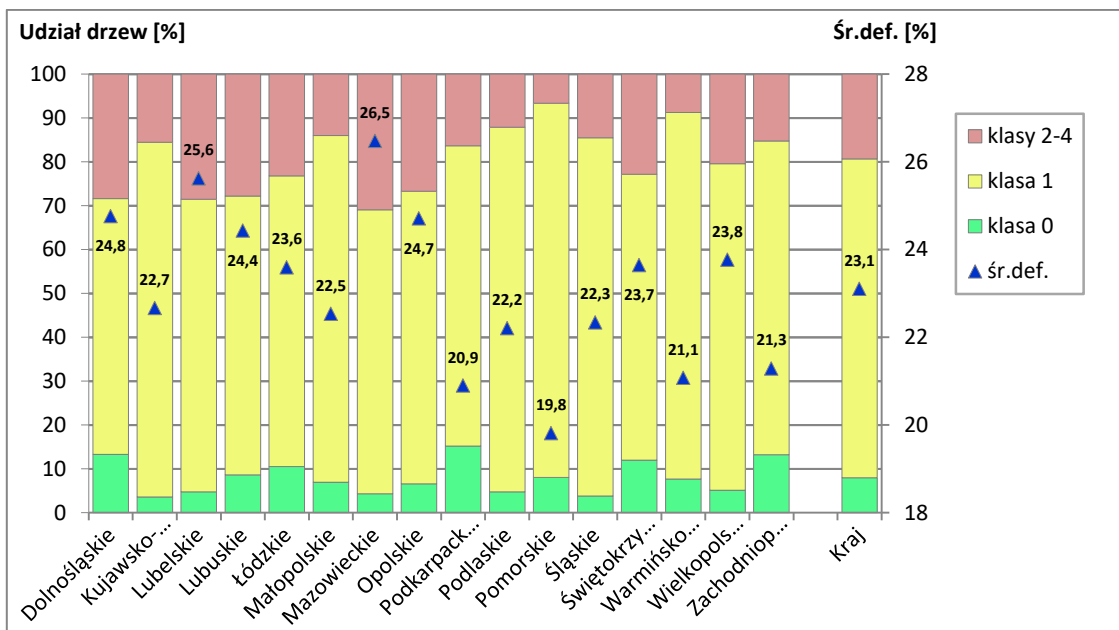
Rycina 3.15. Średnie wartości defoliacji [%] gatunków iglastych w regionalnych dyrekcjach Lasów Państwowych (lasy w zarządzie Lasów Państwowych) – 2020 r.

*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 monitoringowych.

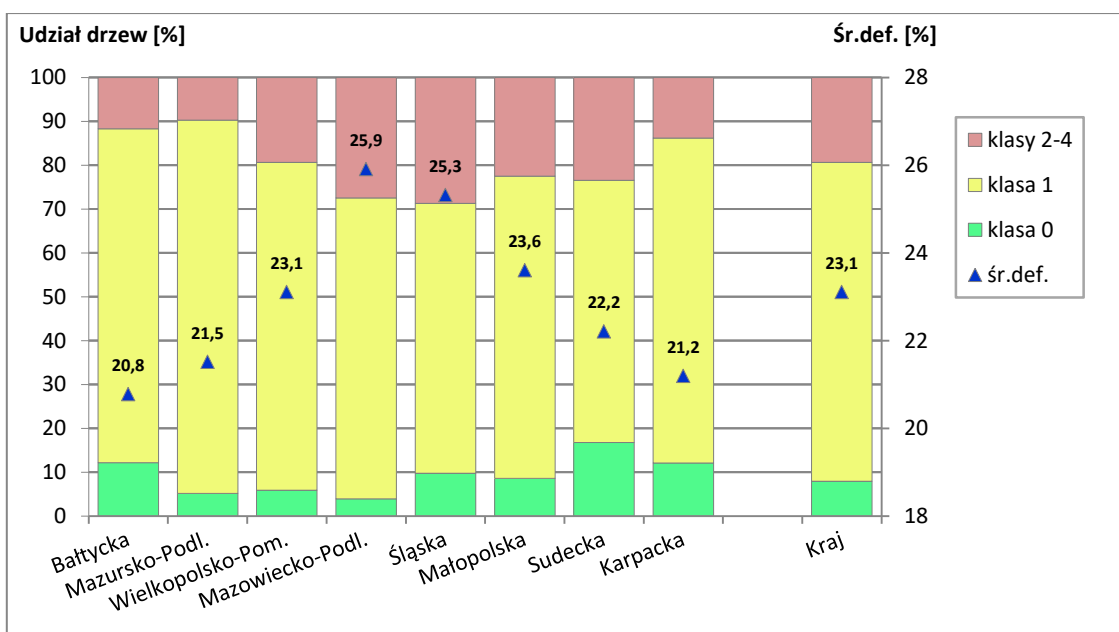


Rycina 3.16. Średnie wartości defoliacji [%] gatunków liściastych w regionalnych dyrekcjach Lasów Państwowych (lasy w zarządzie Lasów Państwowych) – 2020 r.

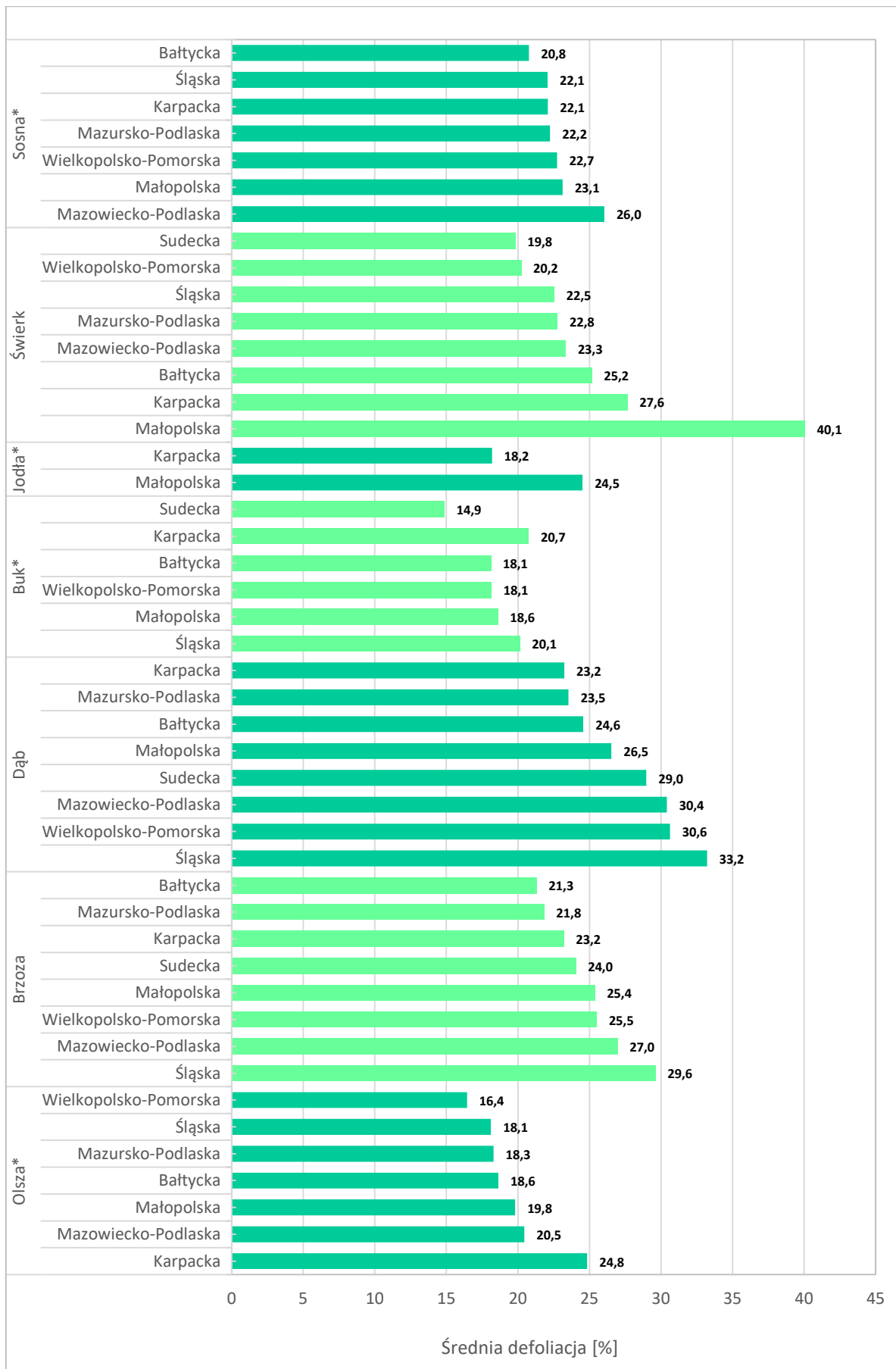
*Buk w siedmiu rdLP, olsza – w trzech rdLP oraz brzoza – w jednej RDLP zostały pominięte ze względu na małą liczbę drzew próbnych, poniżej 30 sztuk. Ponadto buk w dwóch rdLP nie występuje na powierzchniach monitoringowych.



Rycina 3.17. Udział drzew [%] monitorowanych gatunków łącznie w klasach defoliacji oraz średnia defoliacja [%] w układzie województw w 2020 r.

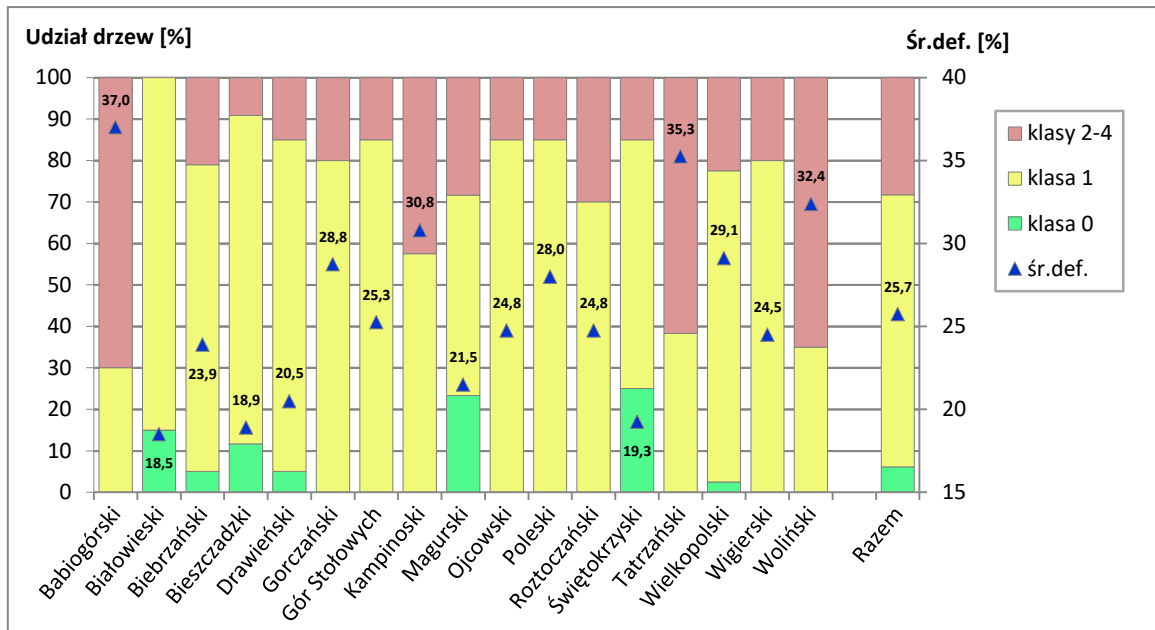


Rycina 3.18. Udział drzew [%] monitorowanych gatunków łącznie w klasach defoliacji oraz średnia defoliacja [%] w układzie krain przyrodniczo-leśnych w 2020 r.

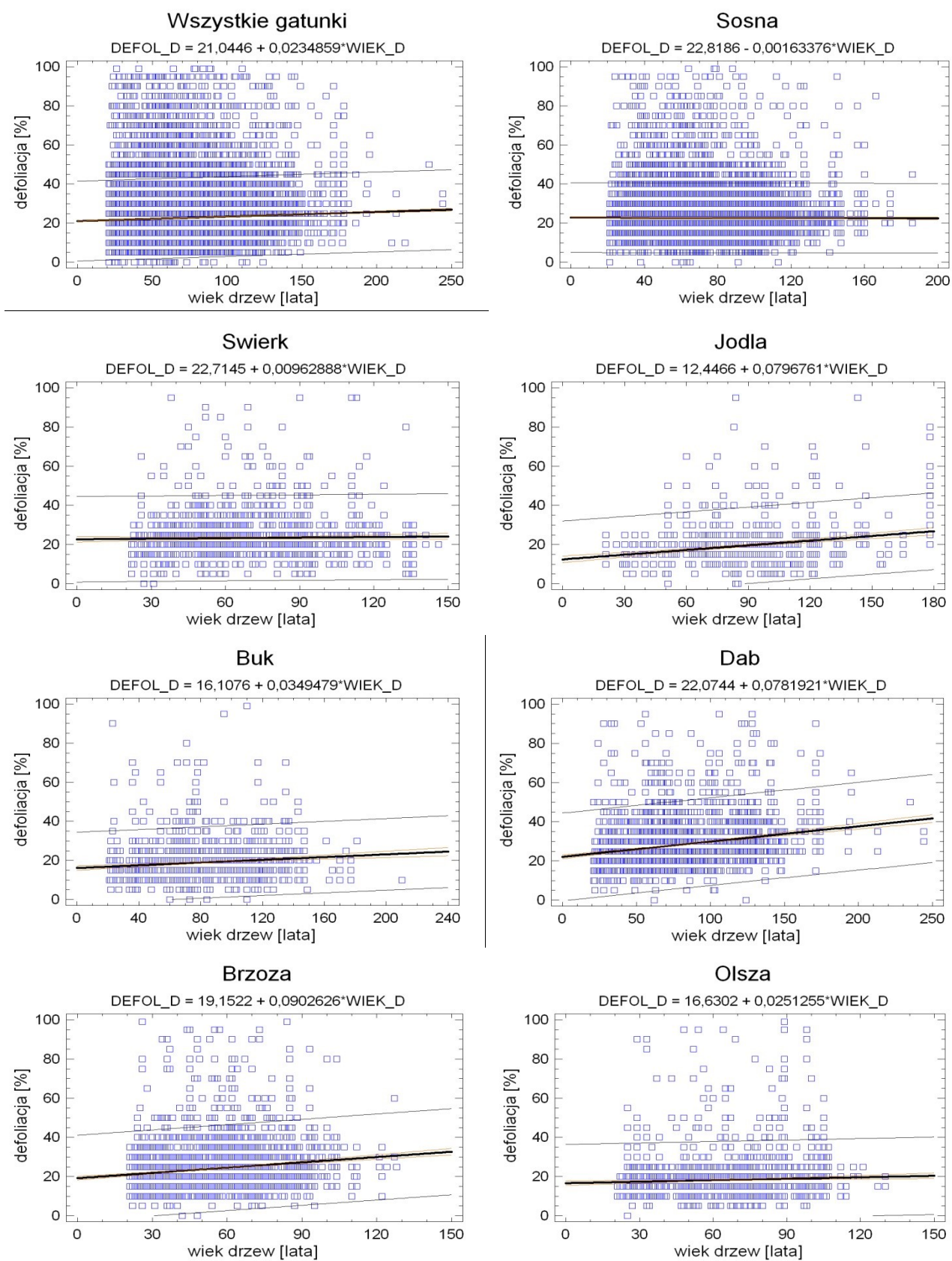


Rycina 3.19. Średnie wartości defoliacji [%] wg grup gatunków w krainach przyrodniczo-leśnych – 2020 r.

*Sosna, jodła i olsza w Krainie Sudeckiej, buk – w krainach Mazowiecko-Podlaskiej i Mazursko-Podlaskiej oraz jodła – w Krainie Bałtyckiej zostały pominięte ze względu na małą liczbę drzew próbnych, poniżej 20 sztuk). Ponadto jodła w czterech innych krainach nie występuje na powierzchniach monitoringowych.



Rycina 3.20. Udział drzew [%] monitorowanych gatunków łącznie w klasach defoliacji oraz średnia defoliacja [%] drzew w układzie parków narodowych w 2020 r.



Rycina 3.21. Defoliacja sosny, świerka, jodły, buka, dębu, brzozy, olszy i wszystkich drzew łącznie w zależności od wieku w 2020 r.

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 2011–2020

RDLP	Kl.def., śr.def.	Sosna					Świerk					Jodła					Inne iglaste				
		2011	2012	2013	2014	2015	2011	2012	2013	2014	2015	2011	2012	2013	2014	2015	2011	2012	2013	2014	2015
Białystok	0	9,8	9,5	10,4	6,7	5,5	14,4	12,3	21,5	20,4	8,2	–	–	–	–	–	–	0,0	0,0	50,0	0,0
	1	73,1	71,5	74,4	74,1	76,7	58,5	51,8	41,8	32,1	45,8	–	–	–	–	–	–	100,0	100,0	50,0	100,0
	2–4	17,2	19,0	15,2	19,2	17,8	27,1	35,9	36,7	47,5	46,1	–	–	–	–	–	–	0,0	0,0	0,0	0,0
	Średnia	21,3	22,0	21,1	23,1	23,2	22,5	24,4	24,2	26,3	26,6	–	–	–	–	–	–	17,5	17,5	15,0	15,0
Katowice	0	3,9	1,5	0,7	4,1	2,8	2,5	1,3	1,3	1,5	7,5	14,0	12,0	12,0	16,7	17,4	2,8	0,0	0,0	11,9	8,9
	1	71,1	67,3	62,9	86,0	84,5	30,4	28,2	38,7	51,5	46,9	58,0	62,0	80,0	74,1	71,9	61,1	65,7	76,5	78,6	82,2
	2–4	25,0	31,2	36,4	9,9	12,7	67,1	70,5	60,0	47,1	45,6	28,0	26,0	8,0	9,3	10,7	36,1	34,3	23,5	9,5	8,9
	Średnia	24,2	25,7	26,7	20,9	21,8	33,1	34,2	31,5	30,0	29,7	21,5	21,0	19,0	18,6	18,8	25,7	25,7	24,6	19,8	20,8
Kraków	0	8,3	5,9	7,4	8,4	5,4	3,6	3,6	3,6	3,6	5,2	26,7	25,6	25,6	25,6	26,6	6,7	0,0	0,0	0,0	0,0
	1	49,4	53,3	58,8	59,1	67,7	57,1	57,1	64,3	64,3	69,2	62,9	64,5	66,4	66,4	66,2	46,7	61,3	58,1	58,1	54,6
	2–4	42,3	40,7	33,8	32,5	26,9	39,3	39,3	32,1	32,1	25,6	10,5	10,0	8,1	8,1	7,2	46,7	38,7	41,9	41,9	45,5
	Średnia	27,8	28,1	26,0	25,1	24,4	25,0	25,4	24,5	24,5	24,3	17,4	17,7	17,1	17,1	16,8	28,5	27,7	26,3	26,3	27,0
Krosno	0	2,1	1,2	3,8	3,4	3,2	29,2	21,9	18,7	13,2	12,2	23,2	15,7	18,1	14,6	14,4	27,8	5,6	5,6	0,0	0,0
	1	51,4	53,9	66,7	72,3	71,0	48,6	53,4	64,0	65,8	62,2	58,7	63,9	65,2	69,1	69,5	50,0	69,4	75,0	80,6	81,4
	2–4	46,4	44,9	29,5	24,4	25,8	22,2	24,7	17,3	21,1	25,7	18,1	20,4	16,7	16,4	16,1	22,2	25,0	19,4	19,4	18,6
	Średnia	27,9	28,2	25,9	25,8	26,0	21,5	21,8	21,3	22,5	23,0	20,0	21,1	20,7	21,0	21,7	21,4	24,4	23,8	23,3	22,9
Lublin	0	5,6	3,8	3,6	3,5	5,5	29,4	26,7	26,7	26,7	21,4	4,0	2,9	2,9	2,9	5,7	100,0	100,0	100,0	100,0	33,3
	1	64,1	69,2	68,5	64,9	69,1	17,7	20,0	20,0	20,0	28,6	52,0	51,4	65,7	60,0	74,3	0,0	0,0	0,0	0,0	66,7
	2–4	30,3	27,0	27,9	31,6	25,3	52,9	53,3	53,3	53,3	50,0	44,0	45,7	31,4	37,1	20,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Średnia	24,6	24,5	24,5	25,3	23,9	26,5	29,0	30,0	30,7	26,4	24,6	25,0	23,9	24,4	20,7	0,0	0,0	10,0	10,0	18,3
Łódź	0	5,6	3,4	8,9	14,6	18,6	15,4	7,7	15,4	18,2	23,1	25,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	25,8	19,4	18,2
	1	83,1	83,5	80,0	74,7	65,7	69,2	53,9	53,9	72,7	53,8	75,0	75,0	75,0	75,0	75,0	80,0	95,0	64,5	61,3	61,4
	2–4	11,3	13,1	11,1	10,7	15,7	15,4	38,5	30,8	9,1	23,1	0,0	25,0	25,0	25,0	25,0	20,0	5,0	9,7	19,4	20,5
	Średnia	20,4	21,7	20,4	20,1	20,7	20,0	24,2	21,5	18,6	21,9	15,0	22,5	22,5	23,8	23,8	22,5	21,3	18,6	22,6	19,9
Olsztyn	0	4,3	0,6	5,2	1,3	2,8	10,8	7,5	59,2	47,7	18,7	–	–	–	–	–	10,3	3,5	55,2	7,1	7,4
	1	41,3	53,7	79,7	68,5	82,5	59,7	71,9	26,5	34,6	69,3	–	–	–	–	–	62,1	89,7	44,8	89,3	88,9
	2–4	54,4	45,8	15,2	30,2	14,7	29,5	20,6	14,3	17,7	12,0	–	–	–	–	–	27,6	6,9	0,0	3,6	3,7
	Średnia	28,4	27,5	21,7	25,1	22,4	24,0	22,5	16,2	18,4	19,2	–	–	–	–	–	22,6	20,9	13,3	17,7	17,6
Piła	0	8,4	11,4	13,7	8,3	14,4	38,5	43,8	29,4	17,7	35,3	–	–	–	–	–	60,0	75,0	64,3	57,1	73,3
	1	80,5	75,5	77,5	84,6	79,8	38,5	43,8	70,6	82,4	64,7	–	–	–	–	–	40,0	25,0	35,7	42,9	26,7
	2–4	11,2	13,1	8,8	7,1	5,9	23,1	12,5	0,0	0,0	0,0	–	–	–	–	–	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Średnia	20,1	20,2	19,0	19,9	18,7	17,7	15,6	15,6	16,2	14,7	–	–	–	–	–	13,0	11,9	10,4	12,5	12,3
Poznań	0	8,1	9,1	6,1	2,5	2,7	18,8	45,8	25,0	18,8	12,5	–	–	–	–	–	30,8	61,5	28,6	14,3	7,7
	1	78,3	77,2	83,9	89,6	85,5	50,0	41,7	66,7	75,0	79,2	–	–	–	–	–	53,9	30,8	64,3	71,4	76,9
	2–4	13,6	13,8	10,0	7,9	11,9	31,3	12,5	8,3	6,3	8,3	–	–	–	–	–	15,4	7,7	7,1	14,3	15,4
	Średnia	20,7	21,1	20,9	20,5	22,3	23,8	16,5	17,9	18,8	20,2	–	–	–	–	–	20,0	14,6	18,9	21,8	24,2

Tabela 4.1. – cd.

RDLP	Kl.def., śr.def.	Sosna					Świerk					Jodła					Inne iglaste				
		2011	2012	2013	2014	2015	2011	2012	2013	2014	2015	2011	2012	2013	2014	2015	2011	2012	2013	2014	2015
Szczecin	0	19,6	13,8	17,4	28,0	23,0	21,2	21,6	37,3	43,1	47,2	–	–	–	–	–	35,2	20,8	32,7	56,4	42,4
	1	71,4	76,5	65,6	60,7	63,0	76,9	76,5	56,9	52,9	50,9	–	–	–	–	–	46,3	58,5	51,9	32,7	45,5
	2–4	9,0	9,7	17,0	11,3	14,0	1,9	2,0	5,9	3,9	1,9	–	–	–	–	–	18,5	20,8	15,4	10,9	12,1
	Średnia	18,0	19,5	20,6	17,8	19,2	17,7	18,0	15,5	13,3	14,3	–	–	–	–	–	20,1	21,2	18,9	16,6	15,7
Szczecinek	0	15,6	20,5	20,8	12,1	18,5	28,3	28,9	21,3	10,9	16,3	–	–	–	–	–	0,0	7,7	3,9	6,5	6,5
	1	74,3	70,5	70,6	77,9	75,7	62,8	64,8	72,1	80,4	78,9	–	–	–	–	–	61,5	73,1	96,2	77,4	80,7
	2–4	10,1	9,0	8,6	10,1	5,8	9,0	6,3	6,6	8,7	4,8	–	–	–	–	–	38,5	19,2	0,0	16,1	12,9
	Średnia	19,4	18,3	17,9	19,4	17,6	16,8	16,3	18,2	19,6	17,1	–	–	–	–	–	23,9	21,7	18,7	19,7	19,7
Toruń	0	12,3	9,2	9,3	6,5	3,5	66,7	75,0	75,0	75,0	28,6	–	–	–	–	–	18,2	33,3	33,3	15,4	0,0
	1	76,3	72,6	83,7	87,3	87,5	33,3	25,0	25,0	25,0	57,1	–	–	–	–	–	81,8	66,7	66,7	84,6	92,3
	2–4	11,4	18,2	7,0	6,2	9,0	0,0	0,0	0,0	0,0	14,3	–	–	–	–	–	0,0	0,0	0,0	0,0	7,7
	Średnia	19,8	21,6	18,5	19,6	21,6	13,3	12,5	10,0	10,0	17,9	–	–	–	–	–	15,9	14,2	15,0	16,5	20,4
Wrocław	0	19,0	12,2	12,5	8,8	3,2	18,5	10,3	18,1	17,3	13,9	36,4	18,2	25,0	16,7	15,4	30,0	6,1	3,3	4,8	11,1
	1	61,2	72,8	73,8	80,2	81,3	64,2	64,0	57,0	72,7	74,5	54,6	72,7	50,0	66,7	69,2	48,0	61,2	54,1	87,3	79,0
	2–4	19,8	15,0	13,7	11,0	15,5	17,2	25,7	24,9	10,0	11,6	9,1	9,1	25,0	16,7	15,4	22,0	32,7	42,6	7,9	9,9
	Średnia	21,5	20,6	20,1	20,1	21,8	20,6	23,6	22,6	19,3	19,7	16,8	20,0	20,0	19,2	19,2	20,2	23,9	25,6	19,4	20,6
Zielona Góra	0	22,2	13,3	14,0	10,7	5,9	37,5	20,8	33,3	36,0	37,5	–	–	–	–	–	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	1	45,9	74,7	73,5	74,5	79,3	50,0	70,8	54,2	52,0	54,2	–	–	–	–	–	0,0	100,0	100,0	100,0	100,0
	2–4	31,9	12,0	12,5	14,8	14,9	12,5	8,3	12,5	12,0	8,3	–	–	–	–	–	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Średnia	22,9	19,7	19,6	20,7	21,5	17,1	18,5	16,3	15,4	15,4	–	–	–	–	–	30,0	25,0	20,0	20,0	25,0
Gdańsk	0	2,1	1,8	1,9	1,8	2,5	1,8	0,0	1,9	3,9	0,0	–	–	–	–	–	2,6	2,6	2,6	7,5	2,6
	1	75,3	79,2	81,9	87,1	86,5	69,1	54,9	61,5	62,8	53,5	–	–	–	–	–	69,2	76,9	76,9	82,5	97,4
	2–4	22,6	18,9	16,2	11,1	11,0	29,1	45,1	36,5	33,3	46,5	–	–	–	–	–	28,2	20,5	20,5	10,0	0,0
	Średnia	23,6	23,4	22,9	21,3	21,1	26,2	29,8	25,9	25,8	28,0	–	–	–	–	–	24,4	22,7	22,7	21,0	19,5
Radom	0	19,9	9,2	12,6	12,9	17,7	21,2	3,0	9,1	9,1	10,2	22,3	14,9	18,8	19,8	24,2	25,0	33,3	50,0	25,0	50,0
	1	62,5	75,5	73,0	67,5	63,3	51,5	54,6	39,4	42,4	38,8	51,5	54,5	49,5	48,5	47,5	50,0	66,7	50,0	75,0	50,0
	2–4	17,6	15,3	14,5	19,6	19,0	27,3	42,4	51,5	48,5	51,0	26,2	30,7	31,7	31,7	28,3	25,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Średnia	19,9	20,7	19,9	21,1	21,1	22,6	27,1	29,7	29,4	33,1	22,4	24,8	26,0	25,0	23,9	40,0	16,7	13,8	15,0	13,8
Warszawa	0	10,3	8,3	9,5	7,2	4,6	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	28,6	28,6	28,6	28,6	9,1
	1	42,5	74,0	76,7	76,6	73,8	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	57,1	57,1	57,1	71,4	81,8
	2–4	47,2	17,8	13,8	16,2	21,6	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	14,3	14,3	14,3	0,0	9,1
	Średnia	26,2	20,7	20,1	21,3	23,0	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	17,1	16,4	15,7	15,7	20,5
Razem	0	11,3	8,9	10,2	9,3	8,9	17,5	13,5	22,8	19,8	13,1	23,0	17,6	19,3	18,2	20,4	17,7	11,5	17,5	16,7	14,9
	1	67,1	72,0	74,5	76,2	76,2	58,9	58,5	51,2	56,7	62,2	58,6	62,1	64,2	65,2	65,9	56,4	67,1	63,5	70,5	72,2
	2–4	21,6	19,2	15,3	14,5	15,0	23,7	28,0	26,1	23,5	24,7	18,4	20,3	16,6	16,6	13,6	26,0	21,4	19,0	12,8	13,0
	Średnia	21,9	21,9	21,0	21,1	21,6	21,9	23,3	22,1	21,8	22,7	19,8	20,8	20,4	20,4	19,6	22,5	22,2	20,8	19,8	19,9

Tabela 4.1. – cd.

RDLP	Kl.def., śr.def.	Buk					Dąb					Brzoza					Olsza					Inne liściaste				
		2011	2012	2013	2014	2015	2011	2012	2013	2014	2015	2011	2012	2013	2014	2015	2011	2012	2013	2014	2015	2011	2012	2013	2014	2015
Białystok	0	–	–	–	–	–	3,3	7,2	6,3	3,2	0,0	11,4	11,9	16,6	8,6	8,6	31,5	37,5	40,6	28,3	23,0	20,9	31,4	34,3	24,3	19,3
	1	–	–	–	–	–	62,6	56,8	64,6	61,4	66,7	64,0	50,7	53,0	55,6	66,1	59,1	48,7	48,2	62,4	66,5	66,4	54,0	53,0	62,5	70,1
	2–4	–	–	–	–	–	34,2	36,0	29,1	35,4	33,3	24,6	37,4	30,4	35,9	25,3	9,4	13,8	11,2	9,3	10,5	12,7	14,6	12,7	13,2	10,7
	Średnia	–	–	–	–	–	27,2	26,1	24,3	25,6	25,2	24,3	27,0	24,1	26,6	24,2	17,4	17,8	17,2	18,3	18,8	19,7	18,7	18,3	19,0	18,7
Katowice	0	21,3	16,8	21,2	23,2	22,3	13,5	0,9	0,0	0,0	0,3	5,1	0,0	0,0	0,9	0,0	2,1	0,0	0,0	19,6	18,9	9,1	3,5	4,6	5,8	17,8
	1	56,4	56,3	55,4	63,9	71,1	57,0	35,5	32,9	70,2	57,1	54,8	30,3	35,1	59,1	60,5	80,9	60,0	50,0	67,4	71,6	63,6	55,2	52,3	62,1	63,9
	2–4	22,3	26,8	23,3	12,9	6,6	29,5	63,6	67,1	29,8	42,6	40,1	69,7	64,9	40,0	39,5	17,0	40,0	50,0	13,0	9,5	27,3	41,4	43,2	32,2	18,3
	Średnia	21,5	22,8	20,7	19,0	17,8	24,2	32,6	33,5	25,7	27,7	27,7	33,9	33,2	27,8	27,1	21,7	26,8	28,3	20,0	19,1	24,3	28,1	29,2	26,2	21,2
Kraków	0	40,3	40,5	39,5	38,9	41,8	15,6	9,0	5,2	4,0	3,9	26,1	28,6	38,1	33,3	20,6	15,4	32,4	32,4	29,7	17,1	37,8	33,8	36,8	36,8	38,4
	1	54,3	55,1	57,3	56,2	54,6	47,9	44,0	49,5	55,6	64,5	56,5	52,4	42,9	47,6	59,8	69,2	37,8	37,8	35,1	68,4	41,9	48,7	44,7	46,1	47,1
	2–4	5,4	4,3	3,2	4,9	3,6	36,5	47,0	45,4	40,4	31,6	17,4	19,1	19,1	19,1	19,6	15,4	29,7	29,7	35,1	14,5	20,3	17,6	18,4	17,1	14,6
	Średnia	14,1	14,6	15,1	15,0	14,6	26,2	29,5	28,5	28,8	26,3	19,8	19,5	18,6	18,8	21,0	21,5	23,8	25,8	30,0	21,0	19,9	19,0	18,7	19,0	19,0
Krosno	0	32,0	33,2	45,7	42,0	43,7	2,5	2,5	7,7	0,0	1,4	0,0	3,9	14,0	7,0	8,7	2,2	5,7	15,1	6,8	7,6	30,4	25,9	43,4	38,7	43,1
	1	58,9	57,8	47,7	49,4	47,9	52,5	55,0	66,7	67,4	70,3	59,6	58,8	65,1	44,2	59,8	34,5	52,3	53,8	62,5	65,2	54,2	62,2	46,8	51,0	51,0
	2–4	9,1	9,0	6,6	8,6	8,4	45,0	42,5	25,6	32,6	28,4	40,4	37,3	20,9	48,8	31,5	63,3	42,1	31,2	30,7	27,3	15,4	11,9	9,8	10,3	5,9
	Średnia	17,7	17,2	15,1	15,7	16,2	27,0	27,9	23,3	25,9	25,7	26,2	25,7	21,6	28,3	25,5	36,8	36,8	30,2	29,2	25,8	19,1	19,1	16,1	17,2	15,7
Lublin	0	47,1	52,9	44,4	44,4	44,2	13,3	7,8	4,1	1,7	10,3	19,0	16,2	13,1	11,1	20,9	22,9	16,7	11,1	0,0	41,8	7,0	13,6	15,8	22,7	36,8
	1	23,5	23,5	27,8	27,8	48,8	63,6	66,4	60,1	31,5	59,1	67,2	58,5	64,6	58,4	63,1	74,3	80,6	83,3	81,1	53,3	58,1	63,6	52,6	50,0	44,8
	2–4	29,4	23,5	27,8	27,8	7,0	23,1	25,8	35,8	66,8	30,7	13,8	25,3	22,3	30,5	15,9	2,9	2,8	5,6	18,9	4,9	34,9	22,7	31,6	27,3	18,4
	Średnia	17,4	17,9	20,0	20,8	15,9	23,4	23,9	26,8	32,8	24,3	20,0	27,3	26,4	24,2	20,3	18,4	18,6	19,2	22,3	15,3	28,6	23,2	24,7	27,1	19,9
Łódź	0	5,6	27,8	50,0	61,1	38,9	12,3	4,9	12,9	5,2	3,4	12,1	4,1	7,5	16,5	12,2	10,0	14,3	0,0	37,5	21,4	20,6	48,4	22,9	14,0	10,5
	1	83,3	66,7	50,0	38,9	61,1	47,4	67,2	62,9	71,4	74,0	69,8	78,0	81,7	73,1	69,8	50,0	28,6	60,0	37,5	67,9	66,7	32,3	51,4	66,0	70,2
	2–4	11,1	5,6	0,0	0,0	0,0	40,4	27,9	24,3	23,4	22,7	18,1	17,9	10,8	10,4	18,0	40,0	57,1	40,0	25,0	10,7	12,7	19,4	25,7	20,0	19,3
	Średnia	21,4	16,7	12,5	10,8	13,1	26,7	24,3	21,9	23,2	23,9	21,2	22,4	20,0	20,1	21,8	29,3	49,3	41,0	24,4	19,5	19,6	18,5	23,4	21,0	21,7
Olsztyn	0	23,6	35,5	57,8	31,4	42,9	1,7	0,0	15,6	0,9	0,4	3,1	1,6	7,6	0,3	2,6	6,1	3,0	44,7	24,9	14,0	3,9	5,9	28,4	22,8	22,5
	1	61,8	60,9	40,4	62,8	53,8	59,2	59,8	70,9	60,2	78,2	43,3	47,3	65,9	46,4	74,1	58,7	72,3	47,3	63,5	78,0	68,6	65,4	59,0	58,4	65,8
	2–4	14,6	3,6	1,8	5,9	3,3	39,1	40,2	13,6	38,9	21,4	53,6	51,1	26,5	53,4	23,4	35,2	24,7	8,1	11,6	8,0	27,5	28,7	12,6	18,8	11,7
	Średnia	19,1	15,2	12,4	16,1	15,4	26,8	27,1	20,5	25,3	23,9	30,1	28,7	24,3	29,3	24,6	25,0	23,5	16,1	19,7	19,5	24,5	24,1	18,0	20,3	18,6
Piła	0	100,0	80,0	85,7	14,3	57,1	9,7	6,5	0,0	0,0	0,0	24,4	11,5	9,3	3,5	16,2	18,2	12,1	30,3	0,0	21,2	33,3	16,7	16,7	0,0	0,0
	1	0,0	20,0	14,3	85,7	42,9	67,7	67,7	64,5	61,3	63,6	67,8	72,4	80,2	80,2	55,6	81,8	87,9	63,6	97,0	78,8	50,0	66,7	66,7	100,0	50,0
	2–4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	22,6	25,8	35,5	38,7	36,4	7,8	16,1	10,5	16,3	28,3	0,0	0,0	6,1	3,0	0,0	16,7	16,7	16,7	0,0	50,0
	Średnia	5,0	7,0	7,9	14,3	12,1	20,5	21,1	25,5	28,1	27,0	19,1	22,4	20,5	22,7	21,9	15,8	16,1	16,1	19,7	16,4	17,5	18,3	19,2	19,2	27,1
Poznań	0	0,0	0,0	50,0	0,0	57,1	5,5	3,3	2,6	0,9	0,4	7,6	7,8	7,2	1,8	1,3	19,8	32,6	25,8	5,0	12,0	14,3	19,6	14,6	1,8	16,4
	1	100,0	100,0	50,0	100,0	42,9	69,6	59,1	71,6	81,8	80,3	77,8	64,8	77,0	85,1	66,7	65,4	56,8	69,1	89,1	84,2	46,4	30,4	41,8	66,1	52,1
	2–4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	24,9	37,7	25,8	17,3	19,3	14,6	27,4	15,8	13,2	32,0	14,8	10,5	5,2	5,9	3,8	39,3	50,0	43,6	32,1	31,5
	Średnia	20,0	17,5	15,0	22,5	12,9	23,8	26,8	24,0	22,9	23,8	22,3	24,2	22,2	22,5	26,1	19,2	16,5	16,7	19,7	18,1	28,7	37,1	33,3	34,8	29,5

Tabela 4.1. – cd.

RDLP	Kl.def., śr.def.	Buk					Dąb					Brzoza					Olsza					Inne liściaste				
		2011	2012	2013	2014	2015	2011	2012	2013	2014	2015	2011	2012	2013	2014	2015	2011	2012	2013	2014	2015	2011	2012	2013	2014	2015
Szczecin	0	68,3	70,0	66,1	60,5	58,4	10,5	7,2	11,8	23,7	24,3	35,4	12,3	15,4	17,4	16,8	55,3	50,3	34,6	41,4	27,2	52,4	30,0	52,6	56,9	45,3
	1	27,7	27,3	27,7	30,7	34,5	64,2	60,8	50,3	58,6	60,3	52,1	70,6	71,4	66,2	68,9	40,4	45,3	57,2	48,4	58,8	39,1	61,0	38,1	41,5	44,7
	2-4	4,0	2,7	6,3	8,8	7,1	25,3	32,0	38,0	17,7	15,4	12,5	17,1	13,2	16,4	14,3	4,3	4,4	8,2	10,2	14,0	8,6	9,0	9,3	1,5	10,0
	Średnia	11,1	10,9	12,8	13,3	13,9	22,9	25,4	24,5	19,2	19,3	17,7	21,0	20,0	21,0	19,6	12,7	14,0	16,3	15,9	18,9	14,2	17,3	15,1	12,5	17,3
Szczecinek	0	58,9	53,1	34,6	19,3	34,5	13,7	10,6	4,2	1,1	1,0	22,2	24,8	16,6	5,2	14,6	23,7	9,9	2,3	0,8	10,6	35,9	20,5	16,2	2,7	17,4
	1	35,9	42,1	60,9	74,6	63,3	50,5	50,0	49,5	43,0	59,2	66,6	64,4	69,8	70,2	75,3	66,4	80,2	84,6	83,2	83,7	51,3	64,1	67,6	64,9	69,6
	2-4	5,3	4,8	4,5	6,2	2,2	35,8	39,4	46,3	55,9	39,8	11,3	10,9	13,6	24,6	10,1	9,9	9,9	13,1	16,0	5,7	12,8	15,4	16,2	32,4	13,0
	Średnia	12,7	13,6	15,5	16,8	15,0	24,2	25,5	30,6	30,7	26,1	18,5	18,6	20,6	22,8	18,8	18,7	20,0	21,2	23,2	18,8	20,0	22,1	24,2	26,0	18,9
Toruń	0	33,3	72,2	66,7	66,7	55,6	4,8	6,9	11,6	7,5	2,9	16,8	10,6	15,1	6,5	9,5	7,5	27,5	17,5	22,7	16,9	46,2	40,0	64,0	40,0	9,1
	1	50,0	27,8	33,3	33,3	44,4	74,2	76,7	70,6	73,3	81,2	68,4	76,6	83,9	92,6	81,9	82,5	67,5	82,5	72,7	80,0	50,0	56,0	36,0	60,0	45,5
	2-4	16,7	0,0	0,0	0,0	0,0	21,1	16,4	17,8	19,2	15,9	14,7	12,8	1,1	0,9	8,6	10,0	5,0	0,0	4,6	3,1	3,9	4,0	0,0	0,0	45,5
	Średnia	16,7	8,9	12,8	11,7	11,9	22,6	21,2	20,6	21,7	23,0	20,0	19,6	16,7	18,4	19,3	19,5	15,8	16,1	16,4	16,6	14,6	16,4	13,0	14,4	30,1
Wrocław	0	24,2	25,8	39,0	54,9	56,7	13,9	4,4	4,8	3,7	2,1	22,6	13,1	9,3	5,0	4,6	24,4	27,3	22,1	21,3	17,4	30,1	12,7	11,5	9,7	7,0
	1	51,5	62,1	50,9	43,1	41,7	56,9	49,7	49,7	65,8	62,8	53,0	59,5	59,0	71,9	73,5	62,6	59,4	65,4	71,7	70,5	45,9	48,9	49,6	59,0	61,7
	2-4	24,2	12,1	10,2	2,0	1,7	29,2	46,0	45,5	30,5	35,2	24,4	27,4	31,7	23,1	21,9	13,0	13,3	12,6	7,1	12,1	24,0	38,4	38,9	31,4	31,3
	Średnia	21,4	18,6	16,5	12,4	13,4	24,1	26,9	27,0	24,7	25,7	22,6	23,2	25,7	25,9	23,4	19,4	19,8	19,7	18,7	19,3	23,2	29,1	28,6	27,5	27,0
Zielona Góra	0	27,3	36,4	36,4	36,4	50,0	22,1	10,6	17,1	7,7	3,5	29,4	28,4	20,4	24,8	13,5	20,7	14,6	22,9	25,0	12,5	30,0	38,6	36,1	29,2	29,9
	1	72,7	63,6	63,6	54,6	42,9	35,6	60,2	59,5	67,5	64,1	41,3	65,9	73,1	68,3	78,9	55,2	85,4	77,1	75,0	85,4	38,6	54,3	55,6	58,3	58,4
	2-4	0,0	0,0	0,0	9,1	7,1	42,3	29,2	23,4	24,8	32,4	29,4	5,7	6,5	6,9	7,7	24,1	0,0	0,0	0,0	2,1	31,4	7,1	8,3	12,5	11,7
	Średnia	15,5	13,6	11,8	15,5	17,9	27,0	23,7	22,3	22,9	27,2	22,1	17,1	17,2	17,9	18,0	21,9	17,4	15,6	15,2	17,7	21,5	17,4	17,5	18,3	18,8
Gdańsk	0	4,4	8,9	14,4	13,4	12,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,1	6,1	5,9	4,4	5,2	0,0	4,2	11,5	0,0	0,0	0,0	8,3	4,0	8,0	10,0
	1	83,3	83,3	83,3	82,9	86,2	57,5	54,2	75,5	84,8	76,4	72,4	72,8	73,3	78,3	87,2	68,0	83,3	88,5	92,3	88,9	75,0	79,2	68,0	80,0	76,7
	2-4	12,2	7,8	2,2	3,7	1,2	42,6	45,8	24,5	15,3	23,6	22,4	21,1	20,8	17,2	7,6	32,0	12,5	0,0	7,7	11,1	25,0	12,5	28,0	12,0	13,3
	Średnia	21,7	20,0	17,3	18,4	17,8	27,7	28,2	25,1	23,7	24,0	23,2	23,2	22,7	22,0	19,6	25,4	20,8	17,9	20,6	20,2	26,7	21,3	23,8	21,6	19,7
Radom	0	42,3	28,6	53,6	14,3	26,7	13,1	8,2	17,1	20,0	16,5	27,3	3,6	5,5	10,5	9,3	16,1	10,0	19,4	38,7	26,7	17,7	8,8	7,9	13,5	6,3
	1	42,3	53,6	39,3	71,4	60,0	70,7	77,6	67,6	59,1	67,7	65,5	72,7	81,8	66,7	68,6	74,2	76,7	67,8	45,2	45,0	55,9	61,8	65,8	59,5	61,0
	2-4	15,4	17,9	7,1	14,3	13,3	16,2	14,3	15,2	21,0	15,8	7,3	23,6	12,7	22,8	22,1	9,7	13,3	12,9	16,1	28,3	26,5	29,4	26,3	27,0	32,7
	Średnia	16,9	18,0	14,5	20,0	18,3	20,4	20,9	20,1	20,6	19,7	17,1	23,6	20,8	22,5	22,8	18,9	19,5	17,9	18,2	23,8	21,9	25,3	27,5	26,2	28,2
Warszawa	0	–	–	–	–	–	1,8	0,0	0,0	1,8	2,0	5,9	1,4	2,7	1,4	6,4	5,6	2,2	2,2	2,2	12,6	0,0	0,0	0,0	4,6	14,6
	1	–	–	–	–	–	51,8	46,4	50,0	50,0	63,7	24,7	47,3	73,3	70,8	76,9	48,1	50,0	52,2	54,4	69,9	11,8	90,9	72,7	81,8	70,7
	2-4	–	–	–	–	–	46,4	53,6	50,0	48,2	34,3	69,4	51,4	24,0	27,8	16,7	46,3	47,8	45,7	43,5	17,5	88,2	9,1	27,3	13,6	14,6
	Średnia	–	–	–	–	–	29,6	30,5	29,8	29,5	26,4	33,9	31,0	25,6	25,6	21,9	32,4	38,9	36,0	35,8	24,1	37,7	20,9	23,4	20,2	19,9
Razem	0	35,8	37,0	40,3	34,0	38,5	10,1	5,3	7,2	5,1	5,1	14,5	10,6	10,9	6,9	8,9	19,8	20,6	27,4	20,4	18,4	25,2	21,6	26,7	23,5	24,9
	1	52,8	53,5	52,1	58,5	56,5	59,9	57,5	58,2	61,4	66,7	59,8	59,7	66,6	66,2	70,7	59,4	62,1	59,5	66,7	70,6	52,3	55,1	50,9	57,4	57,0
	2-4	11,4	9,4	7,6	7,6	4,9	30,0	37,2	34,6	33,5	28,2	25,7	29,7	22,5	26,9	20,4	20,8	17,3	13,1	12,9	10,9	22,5	23,3	22,4	19,1	18,1
	Średnia	17,0	16,5	15,7	16,2	15,6	24,5	26,1	25,4	25,3	24,5	23,2	24,5	23,1	24,1	22,4	21,4	21,2	19,4	20,4	19,6	21,8	22,9	22,0	21,6	21,0

Tabela 4.1. – cd.

RDLP	Kl.def., śr.def.	Iglaste razem					Liściaste razem					Gatunki razem				
		2011	2012	2013	2014	2015	2011	2012	2013	2014	2015	2011	2012	2013	2014	2015
Białystok	0	10,6	10,0	12,5	9,5	5,9	17,2	22,0	25,0	16,0	15,1	12,7	13,8	16,5	11,6	9,2
	1	70,4	67,8	68,3	65,7	72,1	62,9	51,7	53,5	59,6	66,9	68,1	62,7	63,5	63,7	70,2
	2-4	19,0	22,2	19,3	24,8	22,0	19,9	26,3	21,5	24,3	18,0	19,3	23,5	20,0	24,7	20,6
	Średnia	21,6	22,5	21,7	23,7	23,7	22,1	22,7	21,1	22,8	21,3	21,7	22,6	21,5	23,4	22,8
Katowice	0	4,2	1,9	1,2	4,8	4,4	12,0	5,1	6,2	8,0	8,3	7,2	3,1	3,1	6,1	5,9
	1	67,5	64,4	62,4	83,2	80,3	58,6	43,4	42,8	64,3	62,8	64,1	56,3	54,9	75,7	73,4
	2-4	28,3	33,7	36,4	12,0	15,3	29,4	51,6	51,0	27,8	28,9	28,7	40,6	42,0	18,3	20,7
	Średnia	24,7	26,1	26,6	21,3	22,3	24,3	29,5	29,2	24,3	24,1	24,6	27,4	27,6	22,5	23,0
Kraków	0	17,0	15,6	16,0	16,0	13,4	31,1	30,5	30,3	29,2	29,6	24,0	23,1	23,2	22,6	21,2
	1	56,4	60,0	63,1	63,0	67,0	52,2	49,6	50,7	51,9	55,4	54,3	54,8	56,8	57,5	61,4
	2-4	26,7	24,4	20,9	21,0	19,6	16,8	19,9	19,0	18,9	15,1	21,7	22,1	20,0	20,0	17,4
	Średnia	22,5	22,5	21,3	21,2	21,5	18,9	20,0	20,0	20,5	19,5	20,7	21,2	20,6	20,9	20,5
Krosno	0	12,9	8,2	10,2	8,0	6,8	22,8	22,8	36,0	30,9	31,8	17,3	14,7	21,6	18,1	18,7
	1	53,6	58,0	66,3	70,9	70,4	53,6	58,3	50,6	52,6	54,3	53,6	58,1	59,4	62,8	62,8
	2-4	33,5	33,8	23,5	21,1	22,9	23,6	18,9	13,4	16,5	13,9	29,1	27,2	19,0	19,1	18,6
	Średnia	24,3	25,0	23,6	23,7	24,5	22,1	21,9	18,6	19,6	19,0	23,4	23,6	21,4	21,9	21,9
Lublin	0	6,1	4,2	4,1	4,0	5,9	15,8	12,6	9,2	6,9	23,1	9,6	7,3	6,1	5,1	13,2
	1	62,8	67,6	67,5	63,9	68,5	63,4	63,6	61,8	44,5	56,3	63,0	66,1	65,3	56,3	63,3
	2-4	31,0	28,1	28,4	32,2	25,6	20,8	23,9	29,0	48,6	20,6	27,4	26,6	28,7	38,6	23,5
	Średnia	24,6	24,5	24,5	25,4	23,8	22,5	24,3	25,9	28,6	21,1	23,9	24,5	25,0	26,6	22,7
Łódź	0	5,7	3,4	9,5	14,7	18,6	13,5	16,2	14,1	16,4	11,4	7,5	6,2	10,4	15,1	17,1
	1	82,8	83,3	79,1	74,3	65,6	63,9	63,1	69,4	67,9	70,5	78,5	78,9	77,2	72,9	66,6
	2-4	11,5	13,3	11,4	11,0	15,9	22,6	20,7	16,5	15,7	18,2	14,0	14,9	12,4	12,0	16,4
	Średnia	20,4	21,7	20,4	20,2	20,7	22,6	22,2	20,9	20,7	21,8	20,9	21,8	20,5	20,3	20,9
Olsztyn	0	5,1	1,4	12,0	5,8	4,1	6,0	5,9	27,5	12,9	11,1	5,5	3,3	18,6	8,9	7,1
	1	43,6	56,4	73,3	65,8	81,6	55,2	60,3	57,9	57,0	73,5	48,5	58,0	66,7	61,9	78,1
	2-4	51,3	42,2	14,8	28,5	14,4	38,8	33,9	14,6	30,2	15,3	46,0	38,7	14,7	29,2	14,8
	Średnia	27,8	26,8	20,9	24,3	22,1	26,3	25,0	19,3	23,5	21,5	27,1	26,0	20,2	24,0	21,8
Piła	0	9,1	12,5	14,7	9,1	15,5	21,1	13,0	15,3	2,5	13,8	10,8	12,6	14,8	8,2	15,2
	1	79,7	74,5	76,8	84,0	78,8	69,6	72,8	70,6	81,0	59,7	78,2	74,3	75,9	83,5	75,9
	2-4	11,3	13,0	8,5	6,9	5,7	9,3	14,2	14,1	16,6	26,5	11,0	13,2	9,3	8,3	8,9
	Średnia	20,0	20,1	18,8	19,8	18,6	18,5	20,3	20,0	22,6	22,1	19,8	20,1	19,0	20,2	19,1
Poznań	0	8,5	10,4	6,7	3,1	2,9	9,2	11,2	9,3	1,9	5,3	8,7	10,7	7,6	2,7	3,6
	1	77,6	75,9	83,3	89,0	85,3	69,8	58,3	70,4	82,9	73,8	75,1	69,9	78,9	86,9	81,6
	2-4	13,9	13,7	10,0	7,9	11,8	21,0	30,5	20,3	15,2	21,0	16,2	19,4	13,5	10,4	14,7
	Średnia	20,8	21,0	20,8	20,4	22,3	23,0	25,1	23,0	23,3	23,8	21,5	22,4	21,5	21,4	22,8

Tabela 4.1. – cd.

RDLP	Kl.def., śr.def.	Iglaste razem					Liściaste razem					Gatunki razem				
		2011	2012	2013	2014	2015	2011	2012	2013	2014	2015	2011	2012	2013	2014	2015
Szczecin	0	20,1	14,2	18,4	29,3	24,4	39,8	29,9	31,0	36,3	31,5	25,8	18,9	22,1	31,5	26,7
	1	70,8	76,0	65,0	59,6	62,0	47,7	55,1	51,9	51,7	55,7	64,1	69,8	61,1	57,2	60,0
	2-4	9,1	9,8	16,7	11,1	13,6	12,5	15,1	17,1	12,0	12,8	10,1	11,4	16,8	11,4	13,3
	Średnia	18,1	19,5	20,4	17,6	18,9	16,7	18,7	18,7	17,1	18,2	17,7	19,2	19,9	17,5	18,7
Szczecinek	0	16,5	21,1	20,6	11,8	18,1	31,9	27,9	18,2	8,0	18,9	21,9	23,5	19,7	10,5	18,4
	1	73,0	70,0	71,2	78,1	76,1	55,7	59,5	67,1	70,3	70,8	67,0	66,3	69,7	75,3	74,2
	2-4	10,5	8,9	8,3	10,1	5,8	12,5	12,7	14,7	21,7	10,3	11,2	10,3	10,6	14,2	7,4
	Średnia	19,2	18,2	18,0	19,5	17,6	17,8	18,5	20,5	22,1	18,5	18,7	18,3	18,9	20,4	17,9
Toruń	0	12,5	9,6	9,7	6,8	3,5	13,5	16,7	20,5	14,7	9,9	12,6	10,9	11,6	8,3	5,0
	1	76,3	72,4	83,4	87,1	87,4	70,2	71,2	71,1	76,3	76,3	75,2	72,2	81,2	85,0	84,8
	2-4	11,3	18,0	6,9	6,1	9,1	16,3	12,1	8,4	9,1	13,9	12,2	16,9	7,2	6,7	10,2
	Średnia	19,7	21,5	18,5	19,5	21,5	20,5	19,0	17,9	18,9	21,1	19,9	21,1	18,4	19,4	21,4
Wrocław	0	19,5	11,2	14,4	12,0	8,0	22,5	13,0	12,2	11,1	9,0	20,8	12,0	13,4	11,6	8,5
	1	61,8	68,7	65,7	77,5	78,4	53,3	53,4	53,6	64,3	64,1	57,9	61,7	60,2	71,5	71,6
	2-4	18,7	20,1	19,9	10,5	13,6	24,2	33,6	34,2	24,7	27,0	21,2	26,3	26,3	16,9	20,0
	Średnia	21,0	22,0	21,4	19,7	20,9	22,7	25,3	25,5	24,3	24,3	21,8	23,5	23,3	21,8	22,5
Zielona Góra	0	22,5	13,4	14,4	11,1	6,4	26,1	22,7	23,6	20,3	14,2	23,1	15,2	16,2	13,0	8,1
	1	46,0	74,7	73,1	74,1	78,8	41,2	64,2	65,1	66,5	68,8	45,1	72,7	71,6	72,6	76,7
	2-4	31,6	11,9	12,5	14,7	14,7	32,7	13,0	11,3	13,2	17,0	31,8	12,1	12,3	14,4	15,2
	Średnia	22,8	19,7	19,6	20,6	21,4	23,4	19,3	18,5	19,2	21,6	22,9	19,6	19,4	20,3	21,4
Gdańsk	0	2,1	1,7	2,0	2,2	2,4	3,8	6,0	7,4	5,6	5,8	2,6	3,1	3,7	3,3	3,5
	1	74,7	77,7	80,4	85,4	85,5	73,0	73,9	76,5	81,3	84,9	74,1	76,5	79,2	84,1	85,3
	2-4	23,3	20,6	17,6	12,4	12,1	23,3	20,1	16,1	13,2	9,3	23,3	20,4	17,1	12,6	11,2
	Średnia	23,8	23,8	23,1	21,6	21,3	23,8	22,8	21,5	21,4	19,9	23,8	23,5	22,6	21,5	20,8
Radom	0	20,2	9,7	13,3	13,6	18,1	20,4	9,8	17,5	18,6	12,8	20,3	9,7	14,3	14,7	16,5
	1	60,7	72,2	68,8	64,4	61,2	64,9	71,4	67,3	60,5	63,8	61,6	72,0	68,5	63,5	62,0
	2-4	19,1	18,1	17,8	22,0	20,7	14,7	18,8	15,2	20,9	23,4	18,1	18,3	17,2	21,8	21,5
	Średnia	20,4	21,4	21,0	21,8	21,7	19,3	21,6	20,5	21,5	23,3	20,2	21,5	20,9	21,8	22,2
Warszawa	0	10,6	8,6	9,9	7,6	4,6	3,9	1,0	1,5	2,0	8,6	8,2	6,1	7,1	5,8	6,1
	1	42,8	73,7	76,4	76,5	73,9	34,9	52,5	61,8	62,3	72,1	40,0	66,8	71,6	71,9	73,2
	2-4	46,6	17,7	13,8	15,9	21,5	61,1	46,5	36,7	35,7	19,3	51,8	27,1	21,3	22,3	20,7
	Średnia	26,1	20,6	20,0	21,2	23,0	33,1	31,6	28,9	28,5	23,0	28,6	24,2	22,9	23,6	23,0
Razem	0	12,4	9,6	11,7	10,6	9,7	18,9	16,3	19,2	14,9	16,1	14,5	11,8	14,1	12,0	11,9
	1	65,9	70,5	72,1	74,2	74,7	57,6	58,0	58,9	62,7	65,6	63,2	66,4	67,8	70,4	71,5
	2-4	21,8	20,0	16,3	15,3	15,6	23,5	25,7	21,9	22,5	18,3	22,3	21,8	18,1	17,7	16,5
	Średnia	21,9	22,0	21,0	21,1	21,5	22,1	23,0	21,9	22,4	21,4	22,0	22,3	21,3	21,5	21,5

Tabela 4.1. – cd.

RDLP	Kl.def., śr.def.	Sosna					Świerk					Jodła					Inne iglaste				
		2016	2017	2018	2019	2020	2016	2017	2018	2019	2020	2016	2017	2018	2019	2020	2016	2017	2018	2019	2020
Białystok	0	4,8	3,2	1,6	2,0	2,0	15,4	11,8	10,6	5,6	3,6	–	–	–	–	–	0,0	0,0	0,0	0,0	50,0
	1	80,3	81,9	86,2	89,8	90,1	61,1	67,5	73,9	74,8	83,6	–	–	–	–	–	100,0	100,0	100,0	50,0	50,0
	2–4	15,0	14,9	12,2	8,3	8,0	23,5	20,8	15,5	19,5	12,8	–	–	–	–	–	0,0	0,0	0,0	50,0	0,0
	Średnia	22,4	23,4	23,2	22,2	22,0	22,6	23,3	24,2	25,9	22,6	–	–	–	–	–	17,5	22,5	22,5	25,0	15,0
Katowice	0	1,9	1,7	1,1	0,8	5,3	0,0	0,0	3,3	3,3	1,7	16,1	22,8	58,6	0,0	0,0	6,5	1,7	2,4	1,2	12,0
	1	83,0	81,8	85,1	79,7	86,5	50,0	56,9	60,7	65,0	61,7	75,0	63,2	36,2	95,1	96,7	82,6	86,4	87,8	77,1	73,5
	2–4	15,0	16,5	13,7	19,5	8,2	50,0	43,1	36,1	31,7	36,7	8,9	14,0	5,2	4,9	3,3	10,9	11,9	9,8	21,7	14,5
	Średnia	22,9	23,5	22,5	23,3	20,5	28,9	29,5	28,0	27,2	28,0	18,3	17,6	13,9	17,5	20,9	21,6	22,8	21,1	24,3	24,4
Kraków	0	8,2	3,3	2,7	0,0	0,0	6,3	12,5	0,0	0,0	0,0	27,2	36,5	40,2	12,2	7,6	0,0	0,0	15,6	0,0	0,0
	1	57,5	62,9	70,5	88,3	79,6	62,5	68,8	87,5	93,8	81,3	63,4	55,7	54,3	83,8	89,7	60,6	50,0	62,5	90,6	78,1
	2–4	34,3	33,8	26,7	11,7	20,4	31,3	18,8	12,5	6,3	18,8	9,4	7,8	5,5	4,1	2,7	39,4	50,0	21,9	9,4	21,9
	Średnia	25,7	26,7	25,4	24,4	25,1	23,4	22,5	21,9	20,0	23,8	17,1	16,1	15,8	17,6	19,3	25,8	28,2	23,0	22,3	27,2
Krosno	0	1,8	3,0	2,2	0,5	8,1	9,5	10,8	6,3	6,2	11,4	8,3	9,6	8,3	23,9	35,4	0,0	0,0	0,0	11,9	25,6
	1	74,4	75,1	74,6	80,0	75,3	62,2	67,7	73,4	69,2	67,1	71,2	70,4	72,7	63,9	58,6	85,0	87,8	90,5	81,0	62,8
	2–4	23,9	21,9	23,2	19,5	16,7	28,4	21,5	20,3	24,6	21,4	20,5	19,9	19,0	12,3	6,1	15,0	12,2	9,5	7,1	11,6
	Średnia	25,6	25,1	25,3	25,0	21,1	24,3	24,4	22,9	24,2	22,5	23,4	22,7	22,7	18,9	15,8	23,1	22,8	22,1	18,6	18,4
Lublin	0	6,7	6,4	6,3	1,8	1,0	25,0	11,8	5,6	0,0	0,0	5,6	4,8	2,3	0,0	0,0	100,0	100,0	100,0	0,0	0,0
	1	71,5	71,7	68,7	75,1	72,0	12,5	17,6	27,8	41,7	41,7	72,2	69,0	70,5	65,1	67,4	0,0	0,0	0,0	100,0	80,0
	2–4	21,8	21,9	25,0	23,1	26,9	62,5	70,6	66,7	58,3	58,3	22,2	26,2	27,3	34,9	32,6	0,0	0,0	0,0	0,0	20,0
	Średnia	22,6	23,0	23,9	25,4	25,9	30,6	37,1	38,9	37,7	40,6	21,5	23,7	26,0	28,0	27,0	10,0	10,0	10,0	17,5	23,0
Łódź	0	15,1	18,1	19,2	12,6	9,3	0,0	10,0	9,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	20,0	20,0	12,9	18,8	18,8	9,4	25,0
	1	69,1	66,0	63,3	69,6	69,0	45,5	30,0	36,4	60,0	50,0	50,0	50,0	75,0	60,0	60,0	74,2	65,6	65,6	81,3	68,8
	2–4	15,8	15,9	17,5	17,8	21,8	54,5	60,0	54,5	40,0	50,0	50,0	50,0	25,0	20,0	20,0	12,9	15,6	15,6	9,4	6,3
	Średnia	21,6	20,9	21,5	22,1	23,7	28,2	29,0	32,7	27,5	32,5	26,3	26,3	23,8	20,0	19,0	20,0	19,8	19,2	18,8	18,0
Olsztyn	0	2,0	1,3	4,5	3,5	1,1	12,7	9,9	35,5	17,5	5,1	–	–	–	–	–	0,0	4,3	47,8	8,7	4,2
	1	84,4	89,3	85,9	87,1	87,7	78,9	78,0	58,7	77,3	81,5	–	–	–	–	–	100,0	91,3	52,2	82,6	83,3
	2–4	13,6	9,4	9,6	9,4	11,1	8,5	12,1	5,8	5,2	13,4	–	–	–	–	–	0,0	4,3	0,0	8,7	12,5
	Średnia	23,2	22,7	21,4	22,2	22,5	18,6	20,6	16,7	18,8	23,1	–	–	–	–	–	18,4	18,5	13,7	18,0	21,7
Piła	0	4,6	7,6	7,5	3,6	3,5	0,0	11,8	5,9	10,3	12,8	–	–	–	–	–	26,7	20,0	13,3	0,0	0,0
	1	82,1	83,9	84,2	82,6	82,4	94,1	82,4	88,2	89,7	84,6	–	–	–	–	–	73,3	66,7	80,0	93,3	92,9
	2–4	13,3	8,5	8,3	13,8	14,1	5,9	5,9	5,9	0,0	2,6	–	–	–	–	–	0,0	13,3	6,7	6,7	7,1
	Średnia	21,5	20,2	20,2	22,0	22,3	20,0	17,6	18,2	17,1	18,1	–	–	–	–	–	16,0	18,0	18,0	23,0	20,4
Poznań	0	0,6	3,6	5,6	2,1	5,5	4,5	9,1	4,3	4,5	4,5	–	–	–	–	–	7,7	0,0	7,1	14,3	7,7
	1	81,8	65,7	72,7	73,6	75,5	59,1	40,9	69,6	50,0	45,5	–	–	–	–	–	76,9	71,4	64,3	42,9	92,3
	2–4	17,5	30,7	21,7	24,3	19,0	36,4	50,0	26,1	45,5	50,0	–	–	–	–	–	15,4	28,6	28,6	42,9	0,0
	Średnia	23,6	25,5	23,3	24,5	22,9	27,3	33,2	28,0	28,0	45,7	–	–	–	–	–	23,8	28,9	30,0	32,1	19,2

Tabela 4.1. – cd.

RDLP	Kl.def., śr.def.	Sosna					Świerk					Jodła					Inne iglaste				
		2016	2017	2018	2019	2020	2016	2017	2018	2019	2020	2016	2017	2018	2019	2020	2016	2017	2018	2019	2020
Szczecin	0	13,7	10,5	10,5	9,4	8,7	23,5	15,7	11,5	9,6	9,6	–	–	–	–	–	42,4	27,8	31,7	23,8	25,4
	1	77,3	76,5	73,8	70,4	68,7	74,5	76,5	76,9	78,8	73,1	–	–	–	–	–	45,5	64,8	60,3	65,1	57,1
	2–4	9,0	13,0	15,7	20,2	22,6	2,0	7,8	11,5	11,5	17,3	–	–	–	–	–	12,1	7,4	7,9	11,1	17,5
	Średnia	19,2	20,8	21,6	22,5	23,5	16,0	18,6	19,8	20,9	22,9	–	–	–	–	–	15,7	17,0	17,1	18,7	19,7
Szczecinek	0	7,3	12,9	11,0	7,9	5,8	4,7	4,0	3,4	1,4	0,8	–	–	0,0	0,0	0,0	6,5	0,0	2,7	5,4	5,3
	1	82,7	82,2	83,7	88,2	88,0	79,9	84,6	84,2	75,2	83,7	–	–	100,0	100,0	100,0	80,7	84,8	86,5	89,2	92,1
	2–4	10,0	4,9	5,2	3,9	6,1	15,4	11,4	12,3	23,4	15,5	–	–	0,0	0,0	0,0	12,9	15,2	10,8	5,4	2,6
	Średnia	20,4	18,0	18,2	18,7	19,9	21,7	21,2	23,0	27,4	24,2	–	–	17,5	17,5	17,5	19,7	23,3	21,5	20,3	19,7
Toruń	0	3,6	5,5	9,0	5,2	2,7	0,0	33,3	50,0	0,0	0,0	–	–	–	–	–	0,0	7,7	14,3	15,4	28,6
	1	85,0	81,8	79,9	78,0	85,6	33,3	0,0	50,0	50,0	0,0	–	–	–	–	–	92,3	92,3	71,4	53,8	64,3
	2–4	11,4	12,7	11,1	16,8	11,7	66,7	66,7	0,0	50,0	100,0	–	–	–	–	–	7,7	0,0	14,3	30,8	7,1
	Średnia	21,6	22,0	21,6	22,5	21,8	72,7	70,0	12,5	30,0	40,0	–	–	–	–	–	20,4	18,1	21,1	20,8	18,6
Wrocław	0	1,7	4,4	10,9	8,2	8,5	9,0	21,3	14,2	35,7	29,1	25,0	33,3	33,3	11,1	20,0	11,1	1,6	3,2	23,3	1,7
	1	79,1	63,8	66,1	54,1	75,6	71,9	58,2	62,5	33,4	55,2	58,3	55,6	66,7	44,4	40,0	79,0	71,9	50,8	23,3	79,3
	2–4	19,3	31,7	23,0	37,7	15,9	19,1	20,5	23,3	30,9	15,7	16,7	11,1	0,0	44,4	40,0	9,9	26,6	46,0	53,3	19,0
	Średnia	23,1	25,4	23,4	26,9	21,8	22,7	21,4	22,6	21,9	19,0	24,2	18,3	18,3	25,6	22,0	20,6	25,8	27,5	26,0	24,6
Zielona Góra	0	3,3	6,9	17,4	2,6	7,2	37,0	44,4	59,3	44,4	63,0	–	–	–	–	–	0,0	0,0	0,0	–	–
	1	83,6	66,5	60,2	55,1	70,3	55,6	51,9	37,0	48,1	33,3	–	–	–	–	–	100,0	100,0	100,0	–	–
	2–4	13,1	26,6	22,4	42,3	22,5	7,4	3,7	3,7	7,4	3,7	–	–	–	–	–	0,0	0,0	0,0	–	–
	Średnia	21,2	24,4	21,8	28,6	23,2	16,5	14,3	12,4	15,6	12,0	–	–	–	–	–	25,0	20,0	20,0	–	–
Gdańsk	0	8,0	5,9	4,9	5,0	4,8	0,0	7,0	2,6	5,7	11,8	–	–	–	–	–	2,6	2,6	5,1	2,4	39,0
	1	85,3	89,4	90,3	87,4	89,4	46,5	46,5	52,6	62,9	58,8	–	–	–	–	–	97,4	89,7	92,3	92,7	61,0
	2–4	6,7	4,7	4,9	7,6	5,8	53,5	46,5	44,7	31,4	29,4	–	–	–	–	–	0,0	7,7	2,6	4,9	0,0
	Średnia	19,8	19,6	19,5	19,8	20,0	29,5	28,6	33,4	33,0	30,3	–	–	–	–	–	19,5	20,0	19,5	18,9	13,5
Radom	0	16,2	20,3	21,6	19,3	12,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,9	11,7	9,7	17,1	16,2	50,0	25,0	75,0	33,3	33,3
	1	67,7	64,7	63,5	62,6	64,7	19,0	23,8	14,3	18,8	18,8	57,8	50,5	50,5	51,4	51,4	50,0	75,0	25,0	50,0	33,3
	2–4	16,1	15,0	15,0	18,1	22,8	81,0	76,2	85,7	81,3	81,3	35,3	37,9	39,8	32,4	32,4	0,0	0,0	0,0	16,7	33,3
	Średnia	20,1	19,5	19,6	20,5	23,3	40,5	41,2	44,3	43,8	45,9	29,4	29,3	30,7	25,8	26,0	13,8	15,0	11,3	19,2	17,5
Warszawa	0	4,8	5,2	4,8	3,0	0,7	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	9,1	14,3	14,3	0,0	0,0
	1	77,1	77,0	79,8	82,8	78,4	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	81,8	85,7	85,7	100,0	100,0
	2–4	18,1	17,8	15,4	14,2	20,9	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	9,1	0,0	0,0	0,0	0,0
	Średnia	22,3	22,7	21,7	22,2	24,5	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	20,5	17,1	16,4	17,5	20,8
Razem	0	6,2	7,3	8,9	5,4	5,2	10,6	13,3	13,2	15,4	12,6	14,5	19,0	21,9	15,7	19,3	14,9	7,9	12,5	10,4	15,4
	1	79,7	76,7	76,4	76,4	79,1	66,5	64,8	66,7	61,1	69,3	66,9	62,2	61,1	70,6	70,4	72,2	78,0	72,6	71,5	72,6
	2–4	14,1	16,0	14,7	18,2	15,7	22,8	21,9	20,1	23,4	18,2	18,6	18,8	17,0	13,8	10,2	13,0	14,1	14,9	18,0	12,0
	Średnia	21,7	22,1	21,7	23,0	22,4	22,9	23,0	23,3	24,1	23,0	21,9	21,3	21,2	20,0	19,4	19,9	21,4	21,0	21,6	20,9

Tabela 4.1. – cd.

RDLP	Kl.def., śr.def.	Buk					Dąb					Brzoza					Olsza					Inne liściaste				
		2016	2017	2018	2019	2020	2016	2017	2018	2019	2020	2016	2017	2018	2019	2020	2016	2017	2018	2019	2020	2016	2017	2018	2019	2020
Białystok	0	–	–	–	–	–	0,8	0,8	0,9	0,8	0,8	7,1	5,8	4,5	6,9	5,9	19,6	11,1	7,7	15,5	11,4	14,9	8,3	10,3	16,3	14,5
	1	–	–	–	–	–	64,1	68,6	75,2	83,1	77,5	60,8	65,7	74,9	76,7	74,0	64,7	77,9	82,8	80,5	86,0	67,9	73,5	75,7	71,6	75,4
	2–4	–	–	–	–	–	35,2	30,5	23,9	16,1	21,7	32,1	28,5	20,6	16,3	20,1	15,7	11,1	9,4	4,0	2,6	17,2	18,2	14,0	12,1	10,1
	Średnia	–	–	–	–	–	26,3	25,2	24,1	24,0	24,8	27,3	28,3	24,9	23,8	23,9	21,0	22,2	21,1	18,0	18,2	21,2	22,5	21,5	20,1	19,9
Katowice	0	20,2	45,6	18,6	3,1	25,8	0,0	0,5	0,5	0,0	0,0	0,0	1,0	2,7	0,0	3,5	6,7	0,0	0,0	0,0	4,6	5,8	7,0	1,2	0,0	11,0
	1	74,8	49,0	74,3	77,3	68,7	54,8	49,3	35,4	20,4	46,5	37,4	32,5	46,6	46,4	66,2	64,4	46,8	51,6	37,5	76,9	55,8	44,2	46,4	46,3	53,7
	2–4	4,9	5,4	7,2	19,6	5,5	45,2	50,2	64,2	79,6	53,5	62,6	66,5	50,7	53,6	30,3	28,9	53,2	48,4	62,5	18,5	38,4	48,8	52,4	53,7	35,4
	Średnia	18,4	15,9	17,4	20,7	17,5	28,3	29,5	32,2	37,9	31,8	31,3	32,5	30,5	31,7	26,7	23,0	35,3	32,3	33,7	23,8	26,9	30,9	31,0	32,7	28,4
Kraków	0	32,4	40,0	27,5	0,6	2,8	4,3	1,1	0,0	0,0	1,0	30,0	5,6	5,6	0,0	0,0	28,6	29,6	37,0	0,0	0,0	36,7	40,2	35,3	2,3	5,7
	1	61,6	52,2	65,4	97,2	87,3	47,9	37,2	48,5	71,1	74,2	50,0	55,6	66,7	76,5	80,0	57,1	55,6	48,1	85,2	81,5	39,2	36,8	49,4	82,6	78,4
	2–4	5,9	7,8	7,1	2,2	9,9	47,9	61,7	51,5	28,9	24,7	20,0	38,9	27,8	23,5	20,0	14,3	14,8	14,8	14,8	18,5	24,1	23,0	15,3	15,1	15,9
	Średnia	15,9	16,2	17,4	17,9	22,7	27,8	31,5	29,4	27,3	25,0	19,3	26,7	23,9	32,4	24,0	21,1	20,4	17,8	21,7	24,8	21,5	22,4	20,5	23,0	22,4
Krosno	0	27,8	32,1	33,0	20,1	18,1	0,0	0,0	0,0	0,0	2,4	0,0	0,0	4,3	0,0	0,0	6,0	3,6	4,8	15,7	19,3	25,1	28,5	30,4	12,9	15,1
	1	59,7	58,5	58,0	73,5	69,8	58,5	56,1	52,4	69,0	68,3	51,1	53,3	53,2	70,5	66,7	64,3	60,2	64,3	67,5	62,7	56,0	57,0	57,0	76,2	68,8
	2–4	12,5	9,4	9,1	6,4	12,1	41,5	43,9	47,6	31,0	29,3	48,9	46,7	42,6	29,5	33,3	29,8	36,1	31,0	16,9	18,1	18,8	14,5	12,6	11,0	16,1
	Średnia	18,5	17,6	16,4	17,7	19,3	28,7	30,0	30,6	26,3	24,3	29,8	29,9	31,1	29,1	26,8	26,0	31,2	28,5	23,5	21,7	21,5	20,2	19,5	21,4	20,1
Lublin	0	22,2	22,2	21,1	41,2	23,5	6,7	4,1	1,6	0,0	0,0	18,8	17,2	17,3	5,3	2,4	0,0	0,0	0,0	24,1	13,6	24,2	26,7	29,0	18,8	23,3
	1	61,1	55,6	57,9	23,5	41,2	57,2	55,4	56,3	47,8	47,2	58,0	66,1	66,5	81,3	81,1	64,1	61,5	66,7	60,3	78,0	24,2	26,7	25,8	37,5	50,0
	2–4	16,7	22,2	21,1	35,3	35,3	36,1	40,5	42,1	52,2	52,8	23,2	16,7	16,2	13,5	16,6	35,9	38,5	33,3	15,5	8,5	51,5	46,7	45,2	43,8	26,7
	Średnia	20,8	22,8	23,7	20,9	28,2	25,6	26,8	27,5	30,1	29,5	23,3	22,2	22,0	22,8	24,1	24,9	25,8	25,6	20,9	21,1	33,3	29,3	28,9	34,7	26,2
Łódź	0	27,8	22,2	33,3	11,1	11,1	0,0	0,0	0,0	3,8	8,8	1,7	0,0	0,0	0,0	0,9	0,0	0,0	25,0	0,0	12,5	6,9	17,9	25,9	19,2	11,1
	1	61,1	66,7	66,7	77,8	77,8	64,0	62,3	67,1	50,5	44,2	63,9	59,0	61,6	59,5	50,0	75,0	75,0	50,0	75,0	87,5	79,3	67,9	59,3	69,2	81,5
	2–4	11,1	11,1	0,0	11,1	11,1	36,0	37,7	32,9	45,7	46,9	34,5	41,0	38,4	40,5	49,1	25,0	25,0	25,0	25,0	0,0	13,8	14,3	14,8	11,5	7,4
	Średnia	16,9	16,9	15,3	21,1	19,2	26,3	26,0	26,3	27,5	27,8	25,7	26,7	28,1	28,7	31,2	31,9	36,9	27,5	29,4	18,8	20,3	20,7	20,4	18,3	18,5
Olsztyn	0	22,5	21,3	41,2	34,8	43,5	0,9	1,7	9,5	5,6	1,5	4,5	3,9	7,5	16,6	3,9	5,1	7,1	38,3	24,6	29,3	23,7	25,7	44,2	26,7	39,1
	1	74,2	75,3	57,4	56,5	50,7	67,9	75,1	77,1	78,4	83,3	65,0	74,5	78,6	77,5	89,3	85,0	87,9	55,6	69,2	64,2	64,5	58,1	43,3	61,0	45,5
	2–4	3,4	3,4	1,5	8,7	5,8	31,3	23,2	13,4	16,0	15,2	30,5	21,7	13,9	5,9	6,8	9,9	5,0	6,1	6,3	6,5	11,8	16,2	12,5	12,4	15,5
	Średnia	16,3	17,1	15,0	16,4	14,9	24,9	24,2	21,3	21,9	22,9	25,0	23,0	21,7	18,8	20,3	20,8	19,0	17,0	17,7	18,8	18,7	20,4	18,7	20,0	20,7
Piła	0	0,0	28,6	0,0	56,5	44,0	0,0	0,0	0,0	2,9	2,6	5,8	9,3	9,2	3,9	6,7	0,0	12,1	9,1	33,3	12,1	0,0	0,0	0,0	16,7	16,7
	1	100,0	71,4	100,0	43,5	52,0	29,0	40,6	36,4	35,3	56,4	43,0	61,6	60,9	72,4	61,1	90,9	84,8	87,9	66,7	87,9	50,0	66,7	100,0	83,3	83,3
	2–4	0,0	0,0	0,0	0,0	4,0	71,0	59,4	63,6	61,8	41,0	51,2	29,1	29,9	23,7	32,2	9,1	3,0	3,0	0,0	0,0	50,0	33,3	0,0	0,0	0,0
	Średnia	15,7	13,6	15,0	12,0	14,0	32,1	29,2	30,2	29,7	27,1	28,1	22,3	24,8	26,8	35,1	22,0	18,5	18,5	14,5	16,1	35,0	33,3	20,0	15,8	18,3
Poznań	0	25,0	25,0	60,0	40,0	50,0	1,2	2,8	5,6	2,0	0,0	0,0	2,1	4,9	7,5	6,1	0,0	10,8	30,4	16,5	10,9	13,7	24,6	24,2	16,7	11,9
	1	75,0	75,0	40,0	60,0	50,0	75,0	63,5	58,1	46,8	52,8	53,1	49,2	55,1	68,8	66,7	90,5	75,5	62,3	73,4	82,0	49,0	43,1	50,0	51,5	52,4
	2–4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	23,8	33,7	36,3	51,2	47,2	46,9	48,7	40,0	23,7	27,2	9,5	13,7	7,2	10,1	7,0	37,3	32,3	25,8	31,8	35,7
	Średnia	15,0	16,3	10,0	16,0	13,3	24,4	25,4	25,6	31,4	30,7	30,2	30,2	28,4	24,5	24,5	22,0	20,8	16,9	19,8	18,4	30,6	27,3	25,2	27,2	26,7

Tabela 4.1. – cd.

RDLP	Kl.def., śr.def.	Buk					Dąb					Brzoza					Olsza					Inne liściaste				
		2016	2017	2018	2019	2020	2016	2017	2018	2019	2020	2016	2017	2018	2019	2020	2016	2017	2018	2019	2020	2016	2017	2018	2019	2020
Szczecin	0	50,0	53,8	57,1	34,2	35,0	13,8	13,1	11,6	7,3	4,1	8,4	21,4	24,5	16,9	18,8	27,2	36,4	36,2	31,3	32,6	42,9	56,1	32,5	28,9	30,7
	1	42,4	42,0	34,5	45,0	48,3	75,2	68,2	56,3	49,8	51,1	80,3	65,9	56,1	58,1	60,2	58,6	45,1	44,2	47,2	45,7	48,7	34,2	44,7	37,7	41,2
	2-4	7,6	4,2	8,4	20,8	16,7	11,0	18,7	32,1	42,9	44,8	11,2	12,7	19,4	25,0	21,0	14,2	18,5	19,6	21,5	21,7	8,4	9,6	22,8	33,3	28,1
	Średnia	14,4	13,8	14,2	19,9	19,7	19,3	20,8	23,7	28,6	29,3	20,2	20,1	20,3	23,5	23,8	18,1	18,7	19,8	20,3	19,8	15,3	13,9	21,5	24,7	20,4
Szczecinek	0	6,6	21,2	20,7	24,8	19,2	0,0	0,0	0,0	1,8	2,5	3,9	9,8	12,0	13,6	10,9	0,7	2,7	3,6	12,8	10,2	4,9	9,5	9,3	8,7	21,7
	1	86,5	75,7	76,6	67,0	73,8	36,7	57,7	64,6	69,1	72,0	72,0	79,8	78,9	81,1	83,1	82,1	91,3	93,4	79,1	82,8	78,0	85,7	86,0	80,4	69,6
	2-4	7,0	3,1	2,8	8,2	7,0	63,3	42,3	35,4	29,1	25,4	24,1	10,4	9,1	5,3	6,0	17,1	6,0	3,0	8,0	7,0	17,1	4,8	4,7	10,9	8,7
	Średnia	19,1	16,1	16,2	17,9	18,4	31,9	26,1	24,7	23,9	23,9	23,1	19,6	19,2	19,0	19,4	23,0	19,6	18,6	18,3	18,5	22,6	18,7	19,3	18,8	18,8
Toruń	0	30,0	30,0	45,0	21,1	25,0	3,5	5,9	10,9	5,4	1,2	12,8	12,8	19,1	21,4	3,9	2,5	9,1	22,7	36,4	59,1	17,1	11,4	34,4	11,8	11,8
	1	70,0	65,0	50,0	57,9	60,0	75,4	61,8	74,1	62,2	69,0	69,9	79,1	75,2	72,3	85,7	95,0	86,4	75,0	59,1	40,9	65,7	65,7	53,1	73,5	85,3
	2-4	0,0	5,0	5,0	21,1	15,0	21,1	32,2	15,0	32,4	29,8	17,3	8,1	5,7	6,3	10,4	2,5	4,5	2,3	4,5	0,0	17,1	22,9	12,5	14,7	2,9
	Średnia	13,8	17,0	14,8	20,0	21,0	24,2	25,5	21,1	25,8	26,7	20,8	19,2	18,4	16,9	20,4	19,5	19,5	15,2	14,8	12,3	20,7	22,4	17,0	19,4	18,7
Wrocław	0	27,9	40,0	26,2	33,9	38,8	0,7	0,3	4,8	0,3	0,0	2,5	5,8	14,5	5,3	3,1	10,3	32,6	24,3	24,3	27,1	2,6	16,3	13,1	13,2	19,3
	1	57,4	45,0	52,5	32,1	44,9	61,3	55,3	36,9	11,4	38,5	69,3	59,0	51,3	29,1	49,1	76,2	54,3	58,8	44,9	62,1	62,4	51,5	51,5	43,0	49,6
	2-4	14,8	15,0	21,3	33,9	16,3	38,0	44,4	58,4	88,3	61,5	28,2	35,3	34,2	65,6	47,9	13,5	13,2	16,9	30,9	10,7	35,0	32,2	35,4	43,8	31,1
	Średnia	19,4	18,3	21,9	22,9	19,2	27,3	28,5	30,5	44,5	34,3	27,0	28,3	27,5	36,8	31,0	19,7	17,7	19,3	21,7	17,8	27,3	25,5	28,6	32,9	28,6
Zielona Góra	0	57,1	92,9	85,7	86,7	80,0	3,9	14,7	9,2	1,5	3,8	14,7	23,5	17,5	1,0	6,9	12,2	24,5	35,3	26,5	44,9	27,6	47,4	47,2	15,3	19,4
	1	42,9	7,1	14,3	13,3	20,0	79,7	51,9	52,3	6,9	22,0	76,5	63,7	55,3	47,1	42,6	77,6	53,1	45,1	57,1	53,1	63,2	44,7	47,2	69,4	66,7
	2-4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	16,4	33,3	38,5	91,6	74,2	8,8	12,7	27,2	52,0	50,5	10,2	22,4	19,6	16,3	2,0	9,2	7,9	5,6	15,3	13,9
	Średnia	12,1	8,6	8,6	11,0	8,0	22,3	23,4	24,0	45,1	35,8	19,2	19,0	22,2	35,7	32,5	18,6	20,3	19,0	19,1	13,7	18,7	17,8	14,9	22,0	18,5
Gdańsk	0	18,9	18,9	21,1	15,6	17,8	0,0	0,0	1,5	0,0	7,1	15,7	14,7	9,2	16,9	3,1	3,8	3,7	37,0	51,9	32,1	25,0	17,4	27,3	22,7	18,2
	1	81,1	81,1	78,9	81,1	74,4	81,5	83,1	83,3	74,2	88,2	78,4	78,9	80,5	77,9	86,5	92,3	96,3	63,0	48,1	60,7	66,7	73,9	63,6	72,7	77,3
	2-4	0,0	0,0	0,0	3,3	7,8	18,5	16,9	15,2	25,8	4,7	5,9	6,4	10,3	5,1	10,4	3,8	0,0	0,0	0,0	7,1	8,3	8,7	9,1	4,5	4,5
	Średnia	16,9	16,2	15,8	17,7	17,2	22,9	22,5	23,0	25,7	19,4	17,7	18,0	19,6	17,8	21,8	19,2	18,3	14,8	13,0	17,0	19,0	18,3	17,3	16,8	17,0
Radom	0	3,7	7,7	7,7	8,0	8,0	6,4	6,3	6,4	11,3	9,6	0,0	0,0	6,5	0,0	1,6	12,5	12,1	18,2	9,4	21,9	2,9	0,0	0,0	3,2	3,2
	1	77,8	73,1	76,9	48,0	44,0	69,1	66,7	70,9	66,9	65,2	59,7	59,0	69,4	66,1	75,4	62,5	69,7	69,7	71,9	65,6	76,5	75,8	81,8	71,0	64,5
	2-4	18,5	19,2	15,4	44,0	48,0	24,5	27,0	22,7	21,8	25,2	40,3	41,0	24,2	33,9	23,0	25,0	18,2	12,1	18,8	12,5	20,6	24,2	18,2	25,8	32,3
	Średnia	23,7	23,3	22,1	27,0	27,0	22,9	23,4	22,6	22,3	22,4	27,3	26,1	22,7	24,9	24,3	25,8	21,7	22,1	27,8	21,7	26,0	26,1	25,8	27,1	30,6
Warszawa	0	–	–	–	–	–	0,0	0,0	0,0	0,0	1,7	1,3	1,4	2,8	3,4	0,0	9,2	14,9	12,8	8,9	2,2	28,6	28,6	28,6	18,5	22,2
	1	–	–	–	–	–	52,7	57,6	58,6	55,9	18,6	51,3	51,4	64,8	61,0	27,1	58,5	72,3	61,7	73,3	64,4	71,4	71,4	71,4	81,5	51,9
	2-4	–	–	–	–	–	47,3	42,4	41,4	44,1	79,7	47,4	47,1	32,4	35,6	72,9	32,3	12,8	25,5	17,8	33,3	0,0	0,0	0,0	0,0	25,9
	Średnia	–	–	–	–	–	28,2	28,2	26,6	26,9	36,5	31,0	29,0	29,3	27,9	35,8	31,1	20,5	27,1	22,4	27,8	16,4	16,2	16,2	15,9	22,2
Razem	0	24,2	33,1	29,3	20,1	21,9	3,2	3,6	4,8	2,7	2,1	6,6	8,4	9,9	9,5	5,8	9,7	13,4	21,6	20,3	21,0	18,4	24,2	23,7	14,7	18,4
	1	68,2	60,5	64,1	68,6	67,5	64,2	60,2	57,8	48,8	55,9	63,3	65,0	67,0	68,0	71,7	74,8	72,3	65,0	65,9	69,2	59,1	53,9	55,0	61,0	60,4
	2-4	7,6	6,4	6,7	11,3	10,5	32,6	36,2	37,5	48,5	42,0	30,1	26,6	23,1	22,6	22,5	15,5	14,3	13,3	13,8	9,8	22,5	21,9	21,3	24,2	21,2
	Średnia	17,6	16,5	16,6	18,6	19,0	25,4	26,0	26,0	30,7	28,5	25,0	24,2	23,7	24,1	24,6	21,7	21,2	20,1	19,8	19,1	22,7	22,3	22,6	24,8	22,9

Tabela 4.1. – cd.

RDLP	Kl.def., śr.def.	Iglaste razem					Liściaste razem					Gatunki razem				
		2016	2017	2018	2019	2020	2016	2017	2018	2019	2020	2016	2017	2018	2019	2020
Białystok	0	6,9	4,8	3,4	2,7	2,4	10,8	7,0	6,0	10,2	8,3	8,2	5,5	4,3	5,3	4,4
	1	76,4	79,2	83,7	86,7	88,7	63,6	71,0	77,5	77,9	78,4	72,2	76,4	81,6	83,7	85,2
	2-4	16,7	16,0	12,8	10,6	8,9	25,6	22,0	16,6	11,9	13,3	19,6	18,1	14,1	11,1	10,4
	Średnia	22,4	23,4	23,4	23,0	22,1	24,4	25,1	23,0	21,4	21,6	23,1	24,0	23,3	22,5	21,9
Katowice	0	2,7	2,7	4,4	0,9	5,3	5,7	10,9	5,2	0,7	8,4	3,9	5,9	4,8	0,8	6,6
	1	80,7	79,7	81,3	79,5	84,6	55,2	43,8	50,0	44,8	60,4	70,7	65,7	68,5	65,2	74,7
	2-4	16,5	17,5	14,2	19,5	10,1	39,1	45,4	44,8	54,5	31,2	25,4	28,4	26,7	33,9	18,8
	Średnia	23,0	23,4	22,2	23,3	21,2	26,4	28,1	28,3	31,4	26,1	24,3	25,3	24,7	26,6	23,2
Kraków	0	17,7	20,9	23,5	6,5	4,1	26,4	28,8	22,2	0,7	2,7	22,1	24,8	22,9	3,6	3,4
	1	61,1	58,4	62,0	86,3	85,0	53,2	45,8	57,0	86,2	81,6	57,1	52,2	59,5	86,3	83,3
	2-4	21,2	20,7	14,5	7,2	10,9	20,4	25,4	20,8	13,0	15,7	20,8	23,0	17,6	10,1	13,3
	Średnia	21,0	21,0	20,0	20,5	22,1	20,3	21,8	21,2	22,1	23,4	20,6	21,4	20,6	21,3	22,7
Krosno	0	4,8	5,9	4,6	10,2	19,9	20,3	22,9	24,2	14,5	15,1	11,7	13,5	13,4	12,1	17,7
	1	72,6	73,5	74,6	73,2	67,4	58,4	57,7	57,8	73,1	68,3	66,3	66,5	67,1	73,2	67,8
	2-4	22,6	20,7	20,7	16,6	12,7	21,3	19,3	18,0	12,4	16,6	22,0	20,1	19,5	14,7	14,5
	Średnia	24,6	24,1	24,0	22,3	19,1	21,9	21,9	21,0	21,0	20,7	23,4	23,1	22,6	21,7	19,8
Lublin	0	7,1	6,5	6,2	1,7	1,0	11,5	9,6	8,4	6,0	3,8	8,8	7,7	7,0	3,4	2,1
	1	70,4	70,5	67,9	73,8	71,1	56,2	57,6	58,5	57,4	59,8	64,9	65,6	64,3	67,5	66,7
	2-4	22,5	22,9	25,9	24,5	27,9	32,4	32,8	33,1	36,6	36,4	26,3	26,7	28,7	29,2	31,2
	Średnia	22,6	23,3	24,3	25,8	26,3	25,1	25,3	25,7	27,1	26,9	23,6	24,0	24,8	26,3	26,6
Łódź	0	14,8	18,0	19,0	12,4	9,9	3,6	3,6	6,1	4,1	6,2	12,5	15,1	16,4	10,6	9,0
	1	68,9	65,5	63,1	69,9	68,9	65,9	62,1	63,1	58,6	53,6	68,3	64,8	63,1	67,4	65,4
	2-4	16,3	16,5	17,9	17,8	21,3	30,5	34,3	30,7	37,3	40,2	19,3	20,1	20,5	22,0	25,6
	Średnia	21,6	20,9	21,6	22,1	23,5	24,8	25,4	25,7	26,7	27,4	22,3	21,9	22,4	23,1	24,4
Olsztyn	0	3,1	2,2	8,3	5,1	1,6	7,1	7,9	22,4	18,4	17,2	4,8	4,7	14,5	11,0	8,4
	1	84,1	88,2	82,6	86,0	87,0	72,8	77,1	67,0	72,4	73,2	79,1	83,3	75,8	80,0	81,0
	2-4	12,8	9,6	9,0	8,9	11,4	20,2	15,0	10,6	9,2	9,6	16,0	12,0	9,7	9,1	10,6
	Średnia	22,6	22,4	20,8	21,8	22,6	22,3	21,3	19,6	19,2	20,2	22,5	21,9	20,3	20,6	21,5
Piła	0	4,8	7,9	7,6	3,7	3,8	3,1	8,5	6,7	16,9	11,9	4,6	8,0	7,5	5,6	5,0
	1	82,2	83,6	84,2	83,0	82,6	52,8	62,8	64,2	60,5	64,2	78,2	80,8	81,5	79,8	79,8
	2-4	13,0	8,5	8,2	13,3	13,6	44,2	28,7	29,1	22,7	23,8	17,3	11,2	11,1	14,6	15,2
	Średnia	21,4	20,1	20,1	21,9	22,1	27,3	22,9	24,0	22,6	27,0	22,2	20,5	20,7	22,0	22,9
Poznań	0	0,8	3,6	5,6	2,3	5,5	1,8	6,7	13,1	8,5	5,8	1,1	4,7	8,3	4,6	5,6
	1	81,3	65,3	72,5	72,8	75,1	68,4	59,9	57,2	59,5	62,3	76,9	63,4	67,0	68,0	70,4
	2-4	17,9	31,1	21,9	24,9	19,4	29,8	33,4	29,8	32,0	31,9	22,0	31,9	24,7	27,5	23,9
	Średnia	23,7	25,6	23,5	24,6	23,3	26,3	26,0	24,4	26,4	25,9	24,6	25,8	23,8	25,3	24,2

Tabela 4.1. – cd.

RDLP	Kl.def., śr.def.	Iglaste razem					Liściaste razem					Gatunki razem				
		2016	2017	2018	2019	2020	2016	2017	2018	2019	2020	2016	2017	2018	2019	2020
Szczecin	0	14,4	11,2	11,3	9,9	9,3	25,2	32,2	29,6	21,6	22,0	17,7	17,7	16,9	13,5	13,2
	1	76,8	76,2	73,4	70,5	68,4	64,0	54,0	48,6	48,6	50,1	72,9	69,4	65,9	63,8	62,7
	2-4	8,7	12,6	15,3	19,6	22,3	10,8	13,8	21,8	29,8	28,0	9,4	13,0	17,2	22,8	24,0
	Średnia	19,0	20,6	21,4	22,4	23,3	17,9	18,1	20,4	23,9	23,3	18,7	19,8	21,1	22,8	23,3
Szczecinek	0	6,9	11,8	10,0	7,2	5,4	3,7	10,8	11,8	15,1	12,7	5,8	11,5	10,7	10,3	8,3
	1	82,5	82,4	83,9	87,0	87,8	74,1	78,4	79,6	75,2	78,4	79,5	80,9	82,3	82,4	84,0
	2-4	10,7	5,8	6,0	5,7	6,8	22,2	10,8	8,6	9,6	8,9	14,7	7,6	7,0	7,3	7,7
	Średnia	20,6	18,4	18,8	19,5	20,3	22,9	19,2	18,7	19,1	19,4	21,4	18,7	18,7	19,4	20,0
Toruń	0	3,7	5,6	9,1	5,3	3,0	9,0	10,5	19,0	16,3	10,2	4,8	6,6	11,4	7,8	4,7
	1	84,9	81,6	79,8	77,7	85,2	74,4	71,4	71,8	66,6	73,1	82,7	79,4	78,0	75,2	82,3
	2-4	11,4	12,8	11,1	17,0	11,8	16,5	18,0	9,3	17,1	16,7	12,5	14,0	10,7	17,0	13,0
	Średnia	21,7	22,1	21,6	22,5	21,8	21,7	21,8	18,7	20,3	21,9	21,7	22,0	20,9	22,0	21,8
Wrocław	0	4,6	10,6	11,8	18,6	15,4	4,7	13,2	13,2	10,6	12,0	4,6	11,8	12,4	14,9	13,8
	1	75,8	61,6	63,9	45,1	68,4	64,8	54,0	47,9	29,8	47,3	70,7	58,1	56,5	38,0	58,3
	2-4	19,6	27,8	24,3	36,3	16,1	30,4	32,8	38,9	59,6	40,7	24,6	30,1	31,1	47,1	27,9
	Średnia	23,1	24,0	23,3	25,1	21,0	25,7	25,3	27,1	35,1	28,8	24,3	24,6	25,1	29,7	24,7
Zielona Góra	0	4,0	7,6	18,2	3,4	8,3	14,9	28,1	25,4	10,8	16,3	6,3	12,0	19,7	5,0	10,0
	1	83,0	66,3	59,8	55,0	69,6	73,7	52,2	49,7	37,1	40,4	81,1	63,3	57,6	51,2	63,3
	2-4	13,0	26,1	22,0	41,6	22,1	11,4	19,7	24,9	52,0	43,4	12,7	24,8	22,6	43,8	26,7
	Średnia	21,1	24,2	21,6	28,4	23,0	19,8	20,1	20,5	33,2	27,5	20,9	23,3	21,4	29,4	24,0
Gdańsk	0	7,3	5,9	4,8	4,9	6,7	13,7	12,7	13,5	16,5	9,8	9,4	8,1	7,5	8,5	7,7
	1	83,6	87,4	88,8	86,7	86,9	79,7	80,9	78,5	75,8	82,1	82,3	85,4	85,5	83,3	85,4
	2-4	9,1	6,6	6,5	8,4	6,4	6,6	6,4	8,0	7,8	8,1	8,3	6,5	7,0	8,2	7,0
	Średnia	20,3	20,0	20,1	20,2	20,1	18,6	18,4	18,9	18,7	19,8	19,7	19,5	19,7	19,8	20,0
Radom	0	14,7	18,9	19,7	18,7	12,9	4,9	4,9	7,2	7,5	8,5	12,4	15,5	16,6	15,8	11,7
	1	65,3	61,8	60,3	60,0	61,7	67,9	67,0	72,3	66,1	65,5	65,9	63,1	63,3	61,6	62,7
	2-4	20,0	19,4	20,0	21,3	25,4	27,2	28,0	20,5	26,4	26,1	21,7	21,5	20,1	22,6	25,6
	Średnia	21,7	21,3	21,7	21,6	24,1	24,8	24,1	22,9	24,4	24,0	22,5	22,0	22,0	22,4	24,1
Warszawa	0	4,9	5,4	4,9	3,0	0,7	5,9	7,1	7,1	5,8	4,2	5,3	5,9	5,6	3,8	1,7
	1	77,2	77,1	79,9	83,0	78,7	55,7	60,4	62,9	65,3	36,8	69,9	71,8	74,6	77,6	66,4
	2-4	17,8	17,5	15,2	14,0	20,7	38,4	32,5	29,9	28,9	58,9	24,8	22,2	19,8	18,6	31,9
	Średnia	22,2	22,6	21,6	22,1	24,4	28,9	25,4	26,6	24,6	32,2	24,5	23,5	23,2	22,8	26,7
Razem	0	6,9	8,2	9,8	6,7	6,6	10,4	13,7	15,2	11,7	11,4	8,0	10,1	11,6	8,4	8,3
	1	78,2	75,2	75,0	74,9	77,9	65,5	62,7	62,1	61,6	64,7	73,9	71,0	70,6	70,3	73,3
	2-4	14,9	16,6	15,2	18,4	15,5	24,1	23,6	22,7	26,7	23,9	18,0	18,9	17,7	21,3	18,4
	Średnia	21,8	22,2	21,8	22,9	22,3	23,2	22,8	22,5	24,5	23,7	22,3	22,4	22,0	23,4	22,8

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 2011–2020.

Kraina przyrodniczo-leśna	Kl.def., śr.def.	Sosna					Świerk					Jodła					Inne iglaste				
		2011	2012	2013	2014	2015	2011	2012	2013	2014	2015	2011	2012	2013	2014	2015	2011	2012	2013	2014	2015
Bałtycka	0	17,0	15,0	16,6	17,0	17,8	16,1	16,6	23,4	20,9	15,4	–	–	–	–	–	21,1	13,4	20,3	29,1	23,0
	1	67,5	72,7	69,9	71,7	73,7	64,6	64,7	59,0	61,9	69,3	–	–	–	–	–	54,1	67,2	66,9	58,9	68,4
	2–4	15,5	12,3	13,6	11,2	8,5	19,3	18,7	17,6	17,2	15,4	–	–	–	–	–	24,8	19,4	12,8	12,1	8,6
	Średnia	19,9	19,8	19,8	19,4	18,6	20,9	20,9	20,5	20,4	19,9	–	–	–	–	–	21,5	21,3	19,7	18,6	17,7
Mazursko-Podlaska	0	7,6	6,1	9,3	5,4	5,5	14,2	11,2	33,6	25,7	12,0	–	–	–	–	–	12,0	4,0	64,0	8,0	8,3
	1	62,9	63,2	76,8	72,3	80,2	60,3	57,3	38,0	35,6	51,9	–	–	–	–	–	68,0	88,0	36,0	88,0	87,5
	2–4	29,5	30,8	13,9	22,4	14,3	25,6	31,5	28,4	38,8	36,1	–	–	–	–	–	20,0	8,0	0,0	4,0	4,2
	Średnia	23,9	24,5	21,2	23,6	22,4	22,3	23,7	21,2	24,4	24,4	–	–	–	–	–	21,6	20,6	11,8	17,0	16,9
Wielkopolsko-Pomorska	0	10,9	9,5	9,5	7,4	6,8	31,0	28,3	28,4	22,7	28,7	–	–	–	–	–	25,0	37,8	26,9	20,8	20,8
	1	72,2	75,7	79,8	82,9	80,9	57,0	61,6	63,7	70,9	65,4	–	–	–	–	–	59,1	48,9	61,5	66,0	64,2
	2–4	16,9	14,8	10,8	9,7	12,3	12,0	10,1	7,8	6,4	5,9	–	–	–	–	–	15,9	13,3	11,5	13,2	15,1
	Średnia	21,1	21,0	20,0	20,2	21,3	18,1	18,0	17,4	17,2	16,7	–	–	–	–	–	19,7	18,2	18,6	19,5	20,9
Mazowiecko-Podlaska	0	7,4	5,7	5,5	3,5	4,0	50,0	32,1	14,3	14,3	14,3	–	–	–	–	–	25,0	26,7	42,3	38,5	30,8
	1	54,0	63,6	73,5	70,4	74,8	22,2	50,0	42,9	28,6	35,7	–	–	–	–	–	66,7	60,0	50,0	53,9	65,4
	2–4	38,6	30,8	21,1	26,1	21,2	27,8	17,9	42,9	57,1	50,0	–	–	–	–	–	8,3	13,3	7,7	7,7	3,9
	Średnia	26,0	24,8	22,9	24,5	23,2	16,1	18,0	25,0	28,2	26,6	–	–	–	–	–	15,8	16,7	15,0	19,2	16,4
Śląska	0	14,0	9,2	9,8	6,3	2,6	18,8	22,7	28,0	19,0	11,7	0,0	0,0	–	0,0	–	11,3	8,7	11,6	18,2	15,6
	1	63,5	69,6	66,5	84,2	86,0	71,0	61,3	58,7	75,8	79,8	100,0	0,0	–	0,0	–	60,6	68,1	68,1	74,0	71,4
	2–4	22,5	21,2	23,7	9,5	11,4	10,1	16,0	13,3	5,3	8,5	0,0	100,0	–	100,0	–	28,2	23,2	20,3	7,8	13,0
	Średnia	22,4	22,3	22,6	20,2	21,3	19,6	18,9	18,0	18,6	19,2	25,0	35,0	–	40,0	–	23,6	22,8	22,0	18,8	20,5
Małopolska	0	7,6	3,7	6,4	9,7	13,6	11,2	3,5	7,8	7,8	10,0	17,7	11,5	12,6	15,0	18,3	11,9	4,9	8,3	4,2	8,3
	1	66,1	71,1	70,2	68,3	66,5	51,7	50,0	47,4	48,3	46,4	57,2	57,9	57,9	56,7	57,2	66,7	87,8	72,9	77,1	75,0
	2–4	26,4	25,2	23,4	22,1	20,0	37,1	46,5	44,8	44,0	43,6	25,1	30,6	29,5	28,3	24,5	21,4	7,3	18,8	18,8	16,7
	Średnia	23,6	24,1	23,6	23,1	22,3	26,1	30,2	29,7	30,2	28,8	21,9	24,0	24,5	23,7	22,7	23,6	20,4	20,9	22,1	20,4
Sudecka	0	0,0	7,7	0,0	6,3	6,3	20,0	9,0	15,3	16,0	13,7	33,3	16,7	23,1	15,4	15,4	32,3	3,2	4,7	6,7	2,2
	1	60,0	69,2	69,2	81,3	81,3	61,5	63,5	57,8	72,6	73,5	58,3	75,0	53,8	69,2	69,2	48,4	54,8	46,5	84,4	93,3
	2–4	40,0	23,1	30,8	12,5	12,5	18,5	27,5	26,9	11,3	12,8	8,3	8,3	23,1	15,4	15,4	19,4	41,9	48,8	8,9	4,5
	Średnia	26,7	24,6	26,9	20,9	21,9	20,6	24,2	23,4	19,3	19,9	17,5	20,0	20,0	19,2	19,2	19,7	25,7	26,7	19,6	21,0
Karpacka	0	4,3	3,2	4,9	6,0	5,8	8,0	7,2	6,8	6,1	6,1	24,3	19,6	20,6	19,5	19,9	13,5	2,7	4,1	1,3	1,3
	1	59,3	63,8	72,6	73,9	76,1	52,6	53,5	61,4	62,0	60,9	61,2	64,2	66,8	67,1	66,9	50,0	62,2	66,2	69,3	70,1
	2–4	36,4	33,0	22,5	20,1	18,1	39,4	39,4	31,9	32,0	32,9	14,5	16,3	12,6	13,4	13,3	36,5	35,1	29,7	29,3	28,6
	Średnia	25,7	25,7	24,1	23,2	23,1	26,7	27,2	26,6	26,9	26,8	18,7	19,7	19,0	19,1	19,4	26,2	27,4	25,6	25,5	25,4
Kraj	0	10,3	8,0	9,2	8,3	8,8	15,3	11,5	18,6	16,2	12,2	23,2	18,0	19,2	18,6	19,5	18,1	11,8	18,1	17,1	14,5
	1	65,3	70,2	73,8	75,0	76,1	58,5	58,7	54,4	58,7	62,7	60,5	63,1	64,9	65,2	65,2	56,9	66,6	62,6	69,0	72,4
	2–4	24,4	21,7	17,0	16,7	15,0	26,2	29,8	27,0	25,1	25,1	16,4	18,9	15,9	16,2	15,3	25,0	21,7	19,4	13,9	13,1
	Średnia	22,7	22,7	21,6	21,8	21,6	22,7	24,1	23,2	23,1	23,0	19,3	20,5	20,0	20,0	20,0	22,4	22,3	20,9	20,2	20,2

Tabela 4.2. – cd.

Kraina przyrodniczo-leśna	Kl.def., sr.def.	Buk					Dąb					Brzoza					Olsza					Inne liściaste				
		2011	2012	2013	2014	2015	2011	2012	2013	2014	2015	2011	2012	2013	2014	2015	2011	2012	2013	2014	2015	2011	2012	2013	2014	2015
Bałtycka	0	43,2	47,4	42,7	28,6	38,8	7,4	5,7	7,2	9,6	10,4	17,3	13,8	12,6	7,8	11,4	29,1	24,4	21,6	17,7	15,5	36,4	24,9	19,5	23,4	25,8
	1	48,7	48,0	53,6	65,1	58,0	62,4	60,0	59,8	61,0	67,0	67,7	70,3	71,5	71,3	78,0	61,4	68,3	70,6	72,0	75,2	46,1	58,5	62,1	59,1	62,0
	2-4	8,1	4,6	3,7	6,4	3,2	30,3	34,2	32,9	29,4	22,6	15,0	16,0	16,0	20,9	10,7	9,5	7,4	7,8	10,3	9,3	17,4	16,6	18,4	17,5	12,2
	Średnia	15,3	14,3	14,5	16,2	15,2	24,2	25,5	25,3	23,8	22,5	20,2	20,9	21,1	22,4	19,5	17,2	17,5	17,8	19,0	18,7	20,2	21,2	22,2	21,7	19,1
Mazursko-Podlaska	0	36,7	40,0	63,3	46,7	56,7	4,8	5,3	14,8	3,1	0,0	8,3	4,5	11,1	3,1	4,2	20,3	21,3	48,6	30,7	24,1	16,6	19,0	42,5	31,9	28,3
	1	53,3	60,0	36,7	53,3	43,3	62,9	57,4	65,7	60,7	75,9	50,5	45,4	60,5	43,5	69,8	61,5	62,4	43,4	60,3	66,4	59,0	53,9	45,8	56,0	61,0
	2-4	10,0	0,0	0,0	0,0	0,0	32,3	37,3	19,5	36,1	24,1	41,3	50,1	28,4	53,4	26,1	18,3	16,3	8,0	9,0	9,5	24,4	27,2	11,8	12,0	10,8
	Średnia	17,2	14,0	11,5	12,7	11,8	26,1	26,1	21,4	24,9	24,0	27,0	28,9	24,5	30,2	25,8	20,0	20,0	15,0	17,8	18,6	22,0	22,9	16,7	17,7	17,5
Wielkopolsko-Pomorska	0	44,6	33,9	33,8	23,6	36,3	8,9	5,5	6,7	4,2	1,7	18,4	13,9	15,5	7,5	7,4	24,5	25,2	23,4	14,8	17,7	24,3	26,6	31,8	24,7	24,1
	1	44,6	60,0	61,8	72,2	61,3	65,8	59,2	64,8	72,2	73,9	65,9	66,6	73,4	80,7	72,6	69,2	71,4	73,4	82,6	80,3	52,9	56,7	51,8	59,8	50,7
	2-4	10,8	6,2	4,4	4,2	2,5	25,4	35,3	28,6	23,6	24,4	15,8	19,5	11,1	11,8	20,0	6,3	3,4	3,3	2,7	2,0	22,8	16,7	16,5	15,5	25,2
	Średnia	15,5	14,4	15,6	16,9	14,8	23,6	25,8	23,9	23,5	24,8	20,7	21,8	19,8	21,0	22,2	16,6	16,1	16,3	17,4	17,1	22,4	21,2	19,4	20,4	22,6
Mazowiecko-Podlaska	0	–	0,0	0,0	0,0	33,3	11,4	6,7	4,8	0,8	6,8	10,9	9,3	13,3	7,8	10,6	18,9	20,1	28,5	16,8	17,1	12,0	18,7	12,4	11,7	13,5
	1	–	50,0	100,0	100,0	66,7	58,5	69,6	71,2	56,5	63,9	53,9	57,3	66,4	66,2	69,2	48,6	53,8	55,7	66,0	67,6	51,7	60,7	72,0	73,1	71,3
	2-4	–	50,0	0,0	0,0	0,0	30,1	23,7	24,1	42,7	29,4	35,2	33,4	20,3	26,0	20,1	32,5	26,1	15,9	17,2	15,4	36,3	20,6	15,6	15,2	15,2
	Średnia	–	30,0	20,0	20,0	16,7	24,5	23,2	23,8	27,5	24,4	25,7	26,6	22,8	23,9	22,3	24,8	23,9	20,5	21,9	22,0	25,4	20,9	20,4	20,7	20,6
Śląska	0	23,5	13,7	11,8	15,3	17,4	14,7	4,1	5,1	2,5	1,8	16,0	9,7	7,9	5,6	4,5	17,4	28,6	24,4	22,0	13,1	32,3	10,2	8,6	9,7	8,1
	1	49,6	48,7	51,8	65,8	73,9	58,8	47,0	46,5	65,7	63,5	60,0	46,2	50,1	66,6	65,6	68,8	55,3	57,3	72,6	77,4	43,3	49,0	49,3	55,6	57,9
	2-4	27,0	37,6	36,4	18,9	8,7	26,5	48,9	48,4	31,8	34,7	24,1	44,1	42,0	27,9	30,0	13,9	16,2	18,3	5,5	9,5	24,3	40,8	42,1	34,7	34,1
	Średnia	21,7	25,1	23,6	21,0	19,7	23,7	28,3	28,5	25,4	25,6	22,5	26,6	27,0	25,2	24,4	20,3	19,3	19,6	17,9	19,4	21,9	29,9	30,0	28,9	28,8
Małopolska	0	36,2	39,2	49,3	42,4	44,3	11,2	4,8	6,8	7,0	7,6	14,0	6,1	8,0	10,9	9,6	9,2	13,8	19,1	21,7	22,0	24,0	18,4	22,8	22,5	30,8
	1	50,7	49,8	44,0	49,5	49,5	58,7	58,3	55,6	50,9	63,2	61,5	60,9	64,5	61,1	65,8	73,4	76,4	71,6	67,3	67,0	51,5	56,2	56,5	54,8	47,7
	2-4	13,0	11,0	6,7	8,1	6,2	30,2	36,9	37,6	42,1	29,2	24,5	33,0	27,5	28,0	24,6	17,4	9,9	9,3	11,1	11,0	24,5	25,4	20,8	22,7	21,6
	Średnia	17,2	16,6	14,8	16,2	15,6	24,5	26,7	26,4	27,5	24,5	22,9	25,6	24,4	24,1	23,7	21,1	19,5	19,0	19,3	19,2	22,4	23,3	21,8	22,5	22,0
Sudecka	0	13,2	15,1	37,7	54,6	47,7	2,9	1,8	4,6	3,6	1,8	20,0	8,3	6,3	4,3	9,9	12,5	6,3	6,3	5,0	5,3	20,6	11,3	15,1	13,1	6,5
	1	58,5	67,9	50,9	43,2	50,0	42,3	41,4	38,5	60,9	67,3	50,7	45,8	43,8	71,4	69,0	50,0	50,0	50,0	70,0	52,6	52,3	59,8	55,2	65,2	62,5
	2-4	28,3	17,0	11,3	2,3	2,3	54,8	56,8	56,9	35,5	30,9	29,3	45,8	50,0	24,3	21,1	37,5	43,8	43,8	25,0	42,1	27,1	28,9	29,7	21,7	31,0
	Średnia	24,2	20,6	17,0	12,3	14,2	31,3	29,6	30,2	26,1	25,6	23,4	26,9	28,8	23,6	21,9	25,3	29,4	29,1	25,0	25,5	25,0	26,1	25,3	23,1	25,6
Karpacka	0	32,9	32,6	37,9	36,3	37,8	3,9	3,1	3,1	1,4	1,4	2,4	6,4	12,4	11,1	15,5	4,4	5,3	15,8	10,2	10,2	34,0	31,2	38,8	36,6	37,2
	1	58,2	59,7	56,3	56,2	55,7	50,4	48,5	58,0	60,4	66,9	52,8	57,9	67,8	65,8	62,8	50,4	47,8	47,2	51,7	60,2	52,8	58,5	52,8	54,9	53,8
	2-4	8,9	7,7	5,8	7,6	6,5	45,7	48,5	38,9	38,1	31,7	44,9	35,7	19,8	23,1	21,7	45,2	46,9	37,0	38,1	29,7	13,3	10,3	8,4	8,6	9,1
	Średnia	16,8	16,7	15,6	16,0	15,9	27,7	28,9	27,1	27,6	26,7	26,9	26,1	21,7	22,4	22,1	33,6	37,4	31,9	33,1	26,2	17,7	17,8	16,2	16,9	17,3
Kraj	0	35,5	36,0	39,4	33,4	38,3	9,8	5,1	6,4	4,7	5,2	13,8	9,7	11,7	7,5	8,9	20,0	21,0	30,4	20,9	18,5	26,5	21,5	25,6	23,5	24,8
	1	53,3	54,5	53,4	59,0	56,5	59,6	57,4	58,7	60,3	66,7	59,7	59,3	65,6	65,8	70,4	60,3	62,3	57,9	67,4	70,3	51,2	56,7	55,6	58,8	56,9
	2-4	11,2	9,5	7,3	7,6	5,2	30,6	37,6	34,8	35,0	28,1	26,4	31,0	22,6	26,7	20,7	19,8	16,7	11,7	11,8	11,2	22,4	21,8	18,8	17,8	18,3
	Średnia	16,9	16,6	15,7	16,3	15,7	24,7	26,3	25,7	25,8	24,5	23,3	24,8	22,9	24,1	22,5	21,0	20,8	18,5	19,8	19,7	21,5	22,3	20,8	21,1	21,1

Tabela 4.2. – cd.

Krajina przyrodniczo-leśna	Kl. def., śr. def.	Iglaste razem					Liściaste razem					Gatunki razem				
		2011	2012	2013	2014	2015	2011	2012	2013	2014	2015	2011	2012	2013	2014	2015
Bałtycka	0	17,1	15,0	17,2	17,8	17,9	24,3	21,6	19,9	15,6	18,6	20,0	17,7	18,3	16,9	18,2
	1	66,8	71,9	69,0	70,5	73,2	59,7	62,6	64,6	66,9	69,8	64,0	68,2	67,2	69,1	71,8
	2-4	16,1	13,0	13,8	11,7	9,0	16,0	15,8	15,6	17,5	11,6	16,0	14,2	14,5	14,1	10,1
	Średnia	20,1	19,9	19,8	19,4	18,7	19,5	19,9	20,1	20,8	19,1	19,9	19,9	20,0	20,0	18,8
Mazursko- Podlaska	0	8,6	6,8	13,3	8,4	6,6	14,6	14,6	33,7	19,4	16,4	10,8	9,6	20,8	12,6	10,3
	1	62,6	62,5	70,8	67,0	75,7	57,6	55,5	50,9	54,5	67,3	60,8	60,0	63,5	62,3	72,5
	2-4	28,8	30,7	15,9	24,6	17,7	27,8	30,0	15,4	26,1	16,3	28,5	30,4	15,7	25,2	17,2
	Średnia	23,7	24,3	21,1	23,6	22,7	23,1	23,6	18,6	22,4	21,1	23,5	24,1	20,2	23,1	22,1
Wielkopolsko- Pomorska	0	11,3	10,0	9,9	7,7	7,2	18,8	16,4	18,0	11,5	11,6	12,7	11,3	11,5	8,5	8,1
	1	71,9	75,3	79,4	82,6	80,6	63,3	63,4	67,0	75,0	70,3	70,2	73,0	77,0	81,1	78,4
	2-4	16,8	14,7	10,7	9,7	12,2	17,9	20,3	15,0	13,5	18,1	17,0	15,8	11,6	10,5	13,5
	Średnia	21,0	21,0	19,9	20,2	21,3	20,9	21,6	20,0	20,7	21,7	21,0	21,1	19,9	20,3	21,4
Mazowiecko- Podlaska	0	7,6	6,0	5,8	3,9	4,3	13,2	12,7	15,2	9,1	11,8	9,6	8,5	9,4	5,8	7,1
	1	53,9	63,4	73,1	70,0	74,5	53,2	59,2	65,4	65,0	68,0	53,6	61,9	70,2	68,1	72,0
	2-4	38,5	30,6	21,1	26,2	21,3	33,6	28,1	19,4	25,9	20,2	36,8	29,7	20,5	26,1	20,9
	Średnia	25,9	24,8	22,9	24,5	23,2	25,2	24,6	22,1	23,7	22,4	25,7	24,7	22,6	24,2	22,9
Śląska	0	14,1	9,7	10,6	7,4	3,5	19,8	10,4	9,3	7,9	6,1	16,5	10,0	10,1	7,7	4,6
	1	63,7	69,2	66,2	83,3	85,2	56,1	48,3	49,7	64,6	65,3	60,5	60,3	59,3	75,2	76,7
	2-4	22,3	21,1	23,2	9,3	11,3	24,1	41,4	41,0	27,5	28,6	23,1	29,7	30,7	17,1	18,7
	Średnia	22,3	22,2	22,4	20,1	21,1	22,5	26,9	27,0	24,9	24,8	22,4	24,2	24,3	22,2	22,7
Małopolska	0	8,1	4,0	6,7	9,8	13,6	16,8	12,0	15,6	16,0	17,9	10,8	6,5	9,5	11,8	15,0
	1	65,4	70,2	69,2	67,4	65,8	58,8	59,5	58,8	56,1	59,7	63,4	66,9	66,0	63,9	63,8
	2-4	26,6	25,8	24,1	22,8	20,6	24,4	28,4	25,6	27,8	22,4	25,9	26,6	24,6	24,4	21,2
	Średnia	23,6	24,2	23,7	23,2	22,4	22,6	24,1	23,1	23,7	22,4	23,3	24,2	23,5	23,4	22,4
Sudecka	0	20,5	8,8	14,3	14,9	12,5	15,2	8,7	13,6	13,1	9,9	18,0	8,8	14,0	14,0	11,3
	1	60,6	63,4	57,0	73,9	75,4	50,3	53,6	48,6	63,1	63,1	55,8	58,9	53,2	68,8	69,6
	2-4	18,9	27,8	28,7	11,2	12,1	34,5	37,7	37,8	23,8	27,0	26,2	32,4	32,8	17,1	19,2
	Średnia	20,6	24,2	23,6	19,4	20,0	26,1	26,5	26,1	23,0	23,9	23,2	25,3	24,8	21,1	21,9
Karpacka	0	14,1	11,3	12,2	11,7	11,9	26,7	25,9	32,0	29,9	30,9	20,1	18,3	21,7	20,5	21,1
	1	57,8	61,1	66,7	67,5	67,8	54,7	57,5	55,3	56,4	56,8	56,3	59,3	61,3	62,2	62,4
	2-4	28,1	27,6	21,1	20,8	20,4	18,6	16,6	12,7	13,7	12,3	23,6	22,4	17,1	17,4	16,5
	Średnia	23,1	23,6	22,6	22,5	22,6	19,9	20,2	18,4	18,9	18,5	21,6	22,0	20,6	20,8	20,6
Kraj	0	11,3	8,7	10,4	9,5	9,6	19,1	16,1	20,0	15,4	16,2	14,0	11,3	13,7	11,6	11,9
	1	64,5	69,0	71,8	73,3	74,7	57,4	58,4	59,4	62,8	65,5	62,1	65,4	67,5	69,6	71,4
	2-4	24,2	22,2	17,8	17,2	15,8	23,5	25,5	20,7	21,9	18,4	24,0	23,4	18,8	18,9	16,7
	Średnia	22,6	22,7	21,6	21,8	21,6	22,1	22,9	21,4	22,2	21,4	22,4	22,8	21,6	21,9	21,5

Tabela 4.2. – cd.

Kraina przyrodniczo-leśna	Kl.def., śr.def.	Sosna					Świerk					Jodła					Inne iglaste				
		2016	2017	2018	2019	2020	2016	2017	2018	2019	2020	2016	2017	2018	2019	2020	2016	2017	2018	2019	2020
Bałtycka	0	10,1	10,4	10,3	8,8	7,5	7,7	7,3	12,1	10,9	6,5	–	–	0,0	0,0	0,0	12,1	13,7	16,4	10,5	23,4
	1	81,2	82,0	82,5	81,7	82,7	71,3	72,4	71,8	69,4	75,1	–	–	100,0	100,0	100,0	78,7	77,4	76,2	82,3	70,2
	2–4	8,7	7,7	7,2	9,5	9,8	21,0	20,3	16,1	19,8	18,4	–	–	0,0	0,0	0,0	9,2	8,9	7,4	7,3	6,5
	Średnia	19,7	19,4	19,2	20,2	20,8	22,2	22,5	23,0	25,5	25,2	–	–	17,5	17,5	17,5	19,5	19,1	18,9	19,3	17,3
Mazursko-Podlaska	0	3,9	3,0	2,6	2,3	1,5	14,3	10,9	15,6	6,2	3,2	–	–	–	–	–	0,0	5,0	45,0	10,0	0,0
	1	80,9	82,9	85,4	89,2	89,2	62,4	67,1	66,7	75,4	82,1	–	–	–	–	–	100,0	90,0	55,0	85,0	90,0
	2–4	15,2	14,1	12,0	8,5	9,3	23,3	22,0	17,8	18,4	14,7	–	–	–	–	–	0,0	5,0	0,0	5,0	10,0
	Średnia	23,1	23,5	22,9	22,1	22,2	22,5	23,5	23,4	25,1	22,8	–	–	–	–	–	18,2	18,5	13,8	17,3	22,0
Wielkopolsko-Pomorska	0	3,9	6,0	8,2	4,5	4,2	13,7	18,1	15,1	13,2	14,9	–	–	–	–	–	13,2	11,2	11,4	10,1	12,2
	1	82,0	76,4	75,5	74,1	78,2	71,6	68,1	74,8	70,5	73,1	–	–	–	–	–	71,7	64,0	58,0	53,9	55,6
	2–4	14,1	17,6	16,3	21,4	17,6	14,7	13,8	10,1	16,3	11,9	–	–	–	–	–	15,1	24,7	30,7	36,0	32,2
	Średnia	21,9	22,4	22,0	23,4	22,7	21,6	20,3	19,6	20,7	20,2	–	–	–	–	–	22,9	25,1	26,1	29,7	28,8
Mazowiecko-Podlaska	0	3,6	3,5	3,5	2,3	1,4	17,9	7,1	3,2	0,0	0,0	–	–	–	–	–	23,1	29,6	29,6	7,4	32,1
	1	74,5	74,3	73,9	74,9	73,4	60,7	64,3	77,4	74,3	82,1	–	–	–	–	–	73,1	66,7	66,7	81,5	50,0
	2–4	21,9	22,1	22,7	22,8	25,2	21,4	28,6	19,4	25,7	17,9	–	–	–	–	–	3,8	3,7	3,7	11,1	17,9
	Średnia	23,8	24,2	24,4	24,8	26,0	20,5	28,9	26,8	26,3	23,3	–	–	–	–	–	16,7	16,9	16,5	18,7	20,0
Śląska	0	1,5	3,9	11,0	4,4	7,4	4,3	27,8	36,6	39,5	36,8	–	–	–	–	–	13,6	11,3	13,6	16,0	11,0
	1	83,7	73,4	71,0	59,7	75,9	74,5	58,2	48,8	55,8	44,8	–	–	–	–	–	70,4	71,3	64,2	53,1	63,4
	2–4	14,8	22,7	17,9	36,0	16,7	21,3	13,9	14,6	4,7	18,4	–	–	–	–	–	16,0	17,5	22,2	30,9	25,6
	Średnia	22,5	24,3	22,6	27,0	22,1	23,6	18,6	17,9	16,7	22,5	–	–	–	–	–	21,9	22,6	22,6	25,3	27,6
Małopolska	0	10,6	12,1	13,3	9,4	8,7	3,9	4,0	3,9	0,0	0,0	8,5	10,4	8,8	15,3	11,7	4,2	5,7	14,3	11,8	10,5
	1	67,6	66,7	65,9	71,6	71,3	38,2	39,0	33,3	41,1	36,0	62,8	57,5	57,5	56,6	60,2	79,2	69,8	73,6	74,2	81,1
	2–4	21,8	21,1	20,9	19,0	20,0	57,8	57,0	62,7	58,9	64,0	28,7	32,1	33,7	28,1	28,1	16,7	24,5	12,1	14,0	8,4
	Średnia	23,0	22,8	22,7	23,0	23,1	31,6	34,4	37,5	37,1	40,1	25,8	26,2	27,6	24,7	24,5	22,3	23,4	20,1	20,9	20,7
Sudecka	0	0,0	0,0	12,5	6,3	6,3	9,8	18,3	7,6	28,7	21,9	23,1	30,0	30,0	10,0	16,7	2,2	4,3	4,4	28,6	5,1
	1	76,9	52,9	56,3	31,3	68,8	72,5	60,7	70,2	37,3	63,3	61,5	60,0	70,0	40,0	33,3	76,1	60,9	55,6	19,0	84,6
	2–4	23,1	47,1	31,3	62,5	25,0	17,7	21,0	22,2	34,0	14,7	15,4	10,0	0,0	50,0	50,0	21,7	34,8	40,0	52,4	10,3
	Średnia	25,4	26,5	23,4	30,9	23,8	22,2	22,0	23,5	23,1	19,8	23,8	18,5	19,0	27,0	25,8	25,1	26,0	26,1	24,5	20,8
Karpacka	0	5,1	4,7	3,9	0,4	7,2	5,6	8,1	6,7	1,2	2,1	18,0	23,6	27,8	12,2	20,2	1,2	2,2	8,8	11,5	22,4
	1	76,5	78,6	82,0	83,0	78,3	60,5	58,0	66,4	72,8	62,9	67,0	62,4	60,4	79,2	74,3	75,3	75,8	79,6	78,8	63,8
	2–4	18,4	16,7	14,1	16,6	14,5	33,9	33,9	26,9	26,0	34,9	15,0	14,1	11,8	8,6	5,5	23,5	22,0	11,5	9,7	13,8
	Średnia	23,5	23,1	22,7	24,4	22,1	27,8	27,9	25,9	26,3	27,6	20,0	19,4	18,6	18,6	18,2	24,9	24,9	20,8	19,5	20,0
Kraj	0	6,0	6,9	8,3	5,4	5,1	9,2	12,0	11,4	11,9	9,5	16,3	21,2	24,2	12,7	18,6	9,0	9,8	14,1	12,7	16,2
	1	77,6	75,2	74,8	75,2	77,4	65,0	62,4	66,0	63,1	68,0	66,1	61,4	60,1	74,7	71,6	76,4	71,7	69,3	67,6	68,2
	2–4	16,4	17,9	16,9	19,4	17,5	25,7	25,6	22,6	25,0	22,4	17,5	17,4	15,7	12,6	9,8	14,6	18,5	16,5	19,7	15,7
	Średnia	22,3	22,7	22,3	23,3	23,0	24,2	24,4	24,3	25,0	24,3	21,1	20,7	20,3	19,8	19,4	21,8	22,5	21,3	22,2	22,1

Tabela 4.2. – cd.

Kraina przyrodniczo-leśna	Kl.def., śr.def.	Buk					Dąb					Brzoza					Olsza					Inne liściaste				
		2016	2017	2018	2019	2020	2016	2017	2018	2019	2020	2016	2017	2018	2019	2020	2016	2017	2018	2019	2020	2016	2017	2018	2019	2020
Bałtycka	0	19,6	27,8	30,1	23,9	25,2	5,6	5,2	30,1	6,3	3,3	8,7	12,8	12,6	16,1	9,0	11,9	11,8	21,5	22,5	25,1	18,9	28,3	35,9	23,8	35,6
	1	75,2	69,3	66,9	65,4	65,5	69,2	71,0	66,9	65,6	74,0	77,7	78,0	76,9	75,5	80,4	76,4	77,7	68,8	66,0	62,9	65,9	59,0	58,1	62,3	52,3
	2-4	5,2	2,9	3,0	10,7	9,3	25,2	23,9	3,0	28,1	22,7	13,6	9,2	10,5	8,4	10,6	11,7	10,5	9,7	11,5	12,0	15,2	12,7	6,0	13,8	12,1
	Średnia	17,3	15,8	15,7	18,5	18,1	23,5	23,1	15,7	25,2	24,6	20,5	19,3	19,7	19,4	21,3	20,0	19,5	18,5	18,5	18,6	21,4	19,7	17,2	20,4	18,6
Mazursko-Podlaska	0	50,0	30,0	80,0	40,0	50,0	0,5	0,5	80,0	1,5	0,5	3,7	4,6	4,4	9,8	6,3	16,5	11,2	20,4	17,4	13,8	24,3	22,2	25,1	21,5	15,9
	1	50,0	70,0	20,0	60,0	50,0	62,8	73,6	20,0	88,8	82,2	54,2	63,4	73,7	78,3	81,5	73,2	80,3	72,1	78,9	82,8	59,8	60,5	64,8	69,4	73,4
	2-4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	36,7	25,9	0,0	9,8	17,3	42,1	31,9	21,9	11,9	12,3	10,3	8,5	7,6	3,7	3,4	15,9	17,3	10,1	9,0	10,7
	Średnia	12,5	15,5	10,5	12,5	14,5	26,4	25,1	10,5	22,5	23,5	29,0	26,7	24,4	21,9	21,8	19,5	20,4	19,5	17,3	18,3	19,4	20,4	18,8	19,1	19,9
Wielkopolsko-Pomorska	0	9,9	21,3	25,4	33,3	18,6	2,1	4,6	25,4	3,2	0,8	4,7	8,2	11,0	12,4	6,7	7,3	21,3	32,9	25,9	25,6	18,5	28,4	22,3	14,2	13,0
	1	79,0	75,6	68,3	56,7	75,2	68,6	56,9	68,3	45,5	54,5	62,7	65,4	64,5	68,0	69,0	87,5	70,7	61,1	64,8	69,1	58,5	51,2	54,9	59,8	61,6
	2-4	11,1	3,1	6,3	9,9	6,2	29,3	38,4	6,3	51,3	44,7	32,6	26,3	24,5	19,6	24,2	5,3	7,9	6,0	9,3	5,3	22,9	20,4	22,9	25,9	25,4
	Średnia	19,6	16,1	16,6	17,3	18,1	26,1	27,0	16,6	31,3	30,6	26,0	24,0	23,8	23,2	25,5	19,4	18,7	16,2	17,7	16,4	23,1	21,0	21,6	23,4	23,4
Mazowiecko-Podlaska	0	0,0	50,0	66,7	33,3	33,3	4,3	3,2	66,7	0,9	2,7	9,8	7,1	6,3	5,6	2,7	14,6	12,7	16,7	13,2	17,2	16,6	12,3	14,6	13,2	15,5
	1	100,0	50,0	33,3	66,7	66,7	63,7	64,3	33,3	53,2	44,0	64,3	70,2	74,6	74,4	63,0	70,9	76,6	73,0	78,7	72,6	63,8	63,9	62,1	64,6	53,2
	2-4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	32,0	32,4	0,0	45,9	53,3	25,9	22,7	19,2	20,0	34,2	14,4	10,7	10,3	8,1	10,2	19,6	23,8	23,4	22,1	31,3
	Średnia	17,5	12,5	10,0	15,0	15,0	25,3	25,3	10,0	27,9	30,4	24,3	24,4	23,5	23,4	27,0	21,8	20,2	20,2	19,3	20,5	21,8	23,5	23,4	23,1	25,8
Śląska	0	15,2	19,2	16,5	26,0	30,8	1,2	4,2	16,5	0,4	1,2	3,4	8,2	7,8	1,9	3,5	7,2	20,4	19,1	22,7	29,5	6,1	15,6	9,9	6,0	19,3
	1	78,3	69,2	62,0	33,8	48,7	60,7	53,8	62,0	9,2	37,3	53,0	46,9	47,9	36,2	53,9	76,0	58,5	65,8	42,9	58,2	56,0	49,1	48,3	36,4	48,3
	2-4	6,5	11,5	21,5	40,3	20,5	38,1	42,0	21,5	90,4	61,5	43,6	44,9	44,4	61,8	42,6	16,8	21,1	15,1	34,4	12,3	37,9	35,3	41,8	57,7	32,4
	Średnia	19,9	19,9	20,4	23,9	20,1	26,7	26,7	20,4	43,9	33,2	28,3	29,8	30,8	35,5	29,6	20,9	20,6	20,0	23,4	18,1	27,7	26,2	30,1	36,1	28,4
Małopolska	0	37,9	47,1	32,5	14,5	25,0	5,4	3,9	32,5	3,9	3,6	3,4	3,6	5,2	3,3	2,8	15,2	14,3	20,3	17,0	16,5	24,8	23,5	22,9	17,5	12,6
	1	53,2	44,3	59,6	70,5	62,5	59,2	55,6	59,6	57,4	57,9	52,4	54,8	62,9	67,0	71,0	65,0	62,9	61,0	68,8	74,0	52,0	50,0	56,4	62,8	68,5
	2-4	8,9	8,6	7,9	15,0	12,5	35,4	40,6	7,9	38,8	38,5	44,2	41,6	32,0	29,7	26,2	19,7	22,8	18,7	14,2	9,5	23,3	26,5	20,6	19,7	18,9
	Średnia	17,1	16,2	17,1	19,2	18,6	26,0	27,0	17,1	27,3	26,5	28,4	28,4	26,2	26,1	25,4	22,2	23,7	22,1	20,8	19,8	23,2	24,0	22,4	22,7	22,5
Sudecka	0	28,3	43,5	27,7	36,6	50,0	0,0	0,0	27,7	0,9	0,0	3,5	0,0	16,0	1,9	4,3	0,0	6,7	38,9	11,1	15,8	3,8	13,2	22,9	20,9	17,1
	1	54,3	41,3	57,4	46,3	41,2	56,6	51,0	57,4	26,2	49,5	84,2	76,0	68,0	46,2	66,0	57,9	40,0	11,1	61,1	78,9	62,1	54,7	50,3	45,9	52,0
	2-4	17,4	15,2	14,9	17,1	8,8	43,4	49,0	14,9	72,9	50,5	12,3	24,0	16,0	51,9	29,8	42,1	53,3	50,0	27,8	5,3	34,1	32,1	26,9	33,1	30,9
	Średnia	20,5	19,1	21,9	18,2	14,9	27,8	28,7	21,9	39,1	29,0	21,5	22,9	21,9	30,1	24,0	26,6	28,3	22,8	23,1	18,4	26,5	25,6	24,0	27,4	24,7
Karpacka	0	25,2	34,8	26,4	11,3	10,1	0,7	2,3	26,4	0,8	0,8	5,2	6,6	11,8	0,8	0,8	11,0	3,9	3,1	3,9	12,6	22,4	29,2	26,0	14,9	15,6
	1	63,5	55,6	66,1	83,3	78,5	60,1	55,8	66,1	75,6	83,2	71,3	57,9	78,0	87,5	82,5	52,5	53,1	62,8	75,0	65,4	62,3	58,2	63,4	76,5	73,1
	2-4	11,2	9,6	7,5	5,4	11,4	39,1	41,9	7,5	23,6	16,0	23,5	35,5	10,2	11,7	16,7	36,4	43,0	34,1	21,1	22,0	15,3	12,6	10,5	8,6	11,3
	Średnia	17,9	17,2	17,1	17,9	20,7	26,5	26,6	17,1	25,4	23,2	23,8	27,8	19,1	23,5	23,2	28,2	30,9	28,4	26,4	24,8	20,4	19,4	18,8	19,3	19,8
Kraj	0	24,3	32,7	28,2	18,7	19,2	3,4	3,8	4,4	2,9	2,2	6,3	7,3	8,0	8,1	4,9	13,0	13,8	21,1	18,3	19,4	18,7	23,3	22,7	15,9	17,1
	1	66,9	60,2	64,9	70,9	70,0	63,4	60,0	59,3	50,8	57,3	63,0	65,0	68,9	69,6	70,7	73,4	72,9	67,5	71,0	71,9	59,7	55,5	58,2	62,6	63,2
	2-4	8,8	7,1	6,9	10,4	10,8	33,2	36,2	36,3	46,3	40,6	30,7	27,6	23,1	22,3	24,3	13,6	13,3	11,4	10,7	8,7	21,7	21,2	19,1	21,4	19,7
	Średnia	17,8	16,7	16,9	18,5	19,3	25,7	26,1	26,0	30,1	28,2	25,3	25,0	24,0	24,1	24,9	20,9	20,8	19,7	19,2	19,0	22,5	22,0	21,6	23,2	22,4

Tabela 4.2. – cd.

Krajina przyrodniczo-leśna	Kl. def., śr. def.	Iglaste razem					Liściaste razem					Gatunki razem				
		2016	2017	2018	2019	2020	2016	2017	2018	2019	2020	2016	2017	2018	2019	2020
Bałtycka	0	10,0	10,2	10,7	9,0	8,1	11,8	15,9	19,1	17,6	16,9	10,7	12,8	14,6	13,0	12,2
	1	80,4	80,9	81,4	80,7	81,6	74,0	72,8	70,1	68,4	69,9	77,8	77,3	76,2	75,0	76,1
	2-4	9,6	8,8	7,9	10,2	10,4	14,2	11,3	10,8	14,0	13,2	11,4	10,0	9,2	12,0	11,7
	Średnia	19,9	19,7	19,5	20,6	21,0	20,5	19,4	19,0	20,3	20,6	20,1	19,6	19,3	20,5	20,8
Mazursko-Podlaska	0	5,6	4,2	5,0	3,0	1,8	12,4	9,8	14,5	13,9	10,4	8,2	6,4	8,8	7,4	5,2
	1	78,1	80,5	82,1	87,0	88,0	63,7	71,0	71,8	78,2	80,6	72,5	76,8	78,0	83,4	85,1
	2-4	16,4	15,3	12,8	10,0	10,2	23,9	19,2	13,7	7,9	9,0	19,3	16,8	13,2	9,2	9,7
	Średnia	22,9	23,5	22,9	22,6	22,3	23,1	22,9	21,3	19,7	20,3	23,0	23,2	22,2	21,4	21,5
Wielkopolsko-Pomorska	0	4,2	6,2	8,3	4,8	4,5	6,9	13,8	17,1	14,4	10,7	4,7	7,9	10,3	6,9	5,9
	1	81,7	76,1	75,3	73,8	77,8	68,8	62,7	60,6	59,3	64,2	79,0	73,2	72,0	70,5	74,7
	2-4	14,1	17,6	16,4	21,5	17,6	24,3	23,6	22,4	26,4	25,1	16,2	18,9	17,7	22,6	19,3
	Średnia	21,9	22,4	22,0	23,4	22,8	24,1	22,8	22,0	23,9	24,3	22,4	22,5	22,0	23,5	23,1
Mazowiecko-Podlaska	0	3,9	3,7	3,7	2,3	1,6	10,6	8,4	9,2	7,6	7,9	6,5	5,5	5,8	4,4	4,0
	1	74,4	74,2	73,8	74,9	73,3	65,8	69,9	70,6	70,4	60,6	71,1	72,6	72,6	73,2	68,5
	2-4	21,8	22,1	22,5	22,7	25,1	23,6	21,7	20,2	21,9	31,4	22,5	21,9	21,6	22,4	27,5
	Średnia	23,8	24,1	24,4	24,7	26,0	23,6	23,4	23,1	23,2	25,8	23,7	23,9	23,9	24,1	25,9
Śląska	0	2,1	5,4	12,4	6,7	9,1	4,4	10,5	9,0	6,0	10,7	3,1	7,6	10,9	6,4	9,8
	1	82,7	72,6	69,6	59,1	73,7	60,5	52,4	47,6	27,7	46,8	73,2	63,8	59,9	45,0	61,5
	2-4	15,2	22,0	18,0	34,1	17,2	35,1	37,1	43,4	66,3	42,5	23,7	28,6	29,2	48,6	28,7
	Średnia	22,6	23,9	22,4	26,4	22,4	26,3	26,3	28,4	36,5	28,9	24,2	25,0	25,0	30,9	25,3
Małopolska	0	10,3	11,8	12,9	9,5	8,7	12,6	12,2	11,9	8,8	8,5	11,0	11,9	12,5	9,3	8,6
	1	66,9	65,8	65,0	70,4	70,4	55,8	54,2	59,5	63,8	66,4	63,3	61,8	63,0	68,0	68,9
	2-4	22,8	22,3	22,1	20,1	20,9	31,7	33,6	28,7	27,4	25,1	25,7	26,3	24,4	22,8	22,5
	Średnia	23,3	23,2	23,2	23,3	23,4	24,9	25,6	24,5	24,6	23,9	23,8	24,0	23,7	23,8	23,6
Sudecka	0	9,1	16,4	8,0	27,4	19,7	5,4	11,4	18,6	14,1	13,4	7,3	14,1	13,0	21,1	16,8
	1	72,7	60,4	68,1	35,3	65,1	62,7	54,3	52,7	41,3	53,5	67,9	57,7	60,7	38,2	59,7
	2-4	18,2	23,1	23,9	37,2	15,2	32,0	34,3	28,8	44,6	33,1	24,8	28,2	26,2	40,7	23,5
	Średnia	22,6	22,5	23,7	23,6	20,1	25,5	25,4	24,0	29,8	24,6	24,0	23,8	23,8	26,5	22,2
Karpacka	0	10,8	13,9	15,5	6,6	13,1	19,9	26,0	21,6	10,7	11,1	15,2	19,8	18,5	8,6	12,1
	1	68,1	66,2	68,6	78,7	72,2	62,6	56,6	66,3	79,8	76,1	65,4	61,5	67,5	79,3	74,1
	2-4	21,1	19,9	15,9	14,7	14,7	17,6	17,4	12,2	9,5	12,8	19,4	18,7	14,1	12,1	13,8
	Średnia	23,1	22,7	21,5	21,9	21,4	20,7	20,5	19,3	20,0	21,0	21,9	21,6	20,4	20,9	21,2
Kraj	0	6,7	7,9	9,3	6,3	6,2	11,2	13,7	14,8	11,6	11,0	8,3	10,0	11,3	8,3	8,0
	1	76,3	73,7	73,5	74,2	76,3	64,8	63,1	64,1	64,6	66,4	72,2	69,8	70,0	70,6	72,6
	2-4	17,1	18,4	17,2	19,6	17,5	24,0	23,3	21,1	23,8	22,6	19,5	20,2	18,6	21,1	19,4
	Średnia	22,4	22,7	22,4	23,3	22,9	23,2	22,9	22,4	23,7	23,4	22,7	22,8	22,4	23,4	23,1

Tabela 4.3. Udział drzew [%] w klasach defoliacji, średnia defoliacja [%] oraz trend zmian średniej defoliacji w dziesięcioleciu 2011–2020 dla gatunków drzew, według wieku (młodsze – od 21 do 60 lat, starsze – powyżej 60 lat),

Wiek	Rok	Kl.def., śr.def.	Sosna	Świerk	Jodła	Inne iglaste	Iglaste razem	Buk	Dąb	Brzoza	Olsza	Inne liśc.	Liśc. razem	Gat. razem
młodsze	2011	0	10,0	19,2	30,9	20,0	11,2	42,9	8,9	15,1	23,3	26,0	19,9	14,2
		1	64,8	56,7	53,2	58,9	63,9	47,3	63,1	60,4	58,7	51,0	57,5	61,7
		2–4	25,2	24,1	15,9	21,2	24,9	9,8	28,0	24,5	18,0	23,0	22,6	24,1
		śr.def.	23,1	21,9	17,9	21,6	22,9	16,2	24,4	22,7	20,0	21,0	21,7	22,5
młodsze	2012	0	8,7	16,6	26,1	16,9	9,7	42,3	6,3	11,5	22,7	20,0	16,5	12,1
		1	69,6	58,4	51,6	65,1	68,4	47,0	64,9	61,2	58,6	59,3	60,0	65,4
		2–4	21,8	25,1	22,3	18,0	21,9	10,7	28,8	27,3	18,7	20,7	23,5	22,5
		śr.def.	22,7	22,7	19,8	21,2	22,6	16,6	24,5	23,8	20,9	21,5	22,4	22,6
młodsze	2013	0	9,7	22,9	28,0	23,7	11,2	45,9	9,9	13,7	37,1	27,2	22,2	15,1
		1	73,4	54,6	52,8	59,5	71,5	44,4	66,0	67,3	50,1	56,8	60,3	67,4
		2–4	17,0	22,5	19,2	16,9	17,4	9,7	24,1	19,1	12,9	16,0	17,6	17,4
		śr.def.	21,7	21,5	19,7	20,0	21,6	15,6	22,8	22,1	17,9	19,6	20,5	21,2
młodsze	2014	0	8,5	17,5	24,0	21,7	9,7	34,6	6,8	8,4	22,7	24,5	15,8	11,9
		1	74,7	57,4	57,9	66,8	73,1	57,3	67,9	69,9	64,2	60,3	65,7	70,4
		2–4	16,8	25,1	18,0	11,5	17,3	8,1	25,3	21,7	13,2	15,2	18,5	17,7
		śr.def.	22,0	22,2	19,9	19,7	21,9	16,5	23,2	22,9	19,9	20,0	21,4	21,7
młodsze	2015	0	8,6	14,2	27,2	20,3	9,6	45,6	7,1	11,0	22,1	26,7	18,0	12,7
		1	75,6	61,7	58,0	70,3	74,2	49,2	74,6	71,1	65,3	57,5	66,2	71,2
		2–4	15,8	24,1	14,9	9,4	16,2	5,2	18,3	17,9	12,6	15,8	15,8	16,1
		śr.def.	22,0	22,2	19,6	18,7	21,9	15,2	22,3	21,6	19,7	19,7	20,6	21,4
młodsze	2016	0	5,8	10,1	19,6	13,1	6,5	26,8	5,8	7,5	16,2	19,5	12,5	8,8
		1	76,9	66,7	64,9	75,7	75,9	66,1	70,5	66,4	69,3	63,0	66,9	72,5
		2–4	17,3	23,2	15,5	11,2	17,6	7,1	23,6	26,0	14,5	17,5	20,5	18,7
		śr.def.	22,6	23,5	20,5	20,4	22,6	17,1	23,5	24,3	21	21,2	22,4	22,5
młodsze	2017	0	6,6	11,4	27,5	14,6	7,6	41,7	7,5	8,7	16,0	25,2	15,4	10,6
		1	74,7	64,6	58,0	70,4	73,5	53,1	67,6	68,9	70,8	57,6	65,6	70,5
		2–4	18,7	24,0	14,5	15,0	18,9	5,2	24,8	22,4	13,2	17,2	19,0	18,9
		śr.def.	23,0	23,6	19,9	21,4	22,9	15,2	23,4	23,6	20,8	20,8	21,9	22,5
młodsze	2018	0	7,3	11,8	30,0	18,0	8,4	33,0	9,9	9,9	27,2	23,4	17,4	12,0
		1	75,0	66,9	57,1	70,9	73,9	61,3	67,6	71,9	62,3	58,5	65,9	70,8
		2–4	17,7	21,3	12,9	11,1	17,7	5,8	22,5	18,2	10,5	18,1	16,7	17,3
		śr.def.	22,7	23,5	19,6	20,0	22,7	16,0	22,2	22,4	19,0	21,3	21,1	22,0
młodsze	2019	0	4,5	12,7	20,7	13,4	5,7	23,8	6,4	9,7	19,9	15,1	13,1	8,7
		1	74,4	67,8	69,8	69,5	73,7	64,8	60,2	72,5	69,5	63,4	67,4	71,2
		2–4	21,1	19,5	9,5	17,1	20,6	11,4	33,4	17,8	10,5	21,5	19,4	20,1
		śr.def.	24,0	22,9	18,2	21,6	23,7	18,7	26,9	22,3	18,9	23,0	22,4	23,2
młodsze	2020	0	4,1	10,8	25,4	20,4	5,7	28,0	4,9	6,2	19,8	16,5	12,1	8,3
		1	76,6	68,9	68,1	67,3	75,5	63,0	63,4	73,7	72,6	62,9	68,6	72,7
		2–4	19,2	20,2	6,6	12,3	18,8	9,0	31,7	20,1	7,5	20,6	19,3	19,0
		śr.def.	23,7	23,8	17,1	20,4	23,4	17,7	25,8	23,2	18,8	22,5	22,4	23,0
młodsze	średnia z 10– ciu lat	0	7,4	14,7	25,9	18,2	8,5	36,5	7,3	10,2	22,7	22,4	16,3	11,4
		1	73,6	62,4	59,1	67,4	72,3	55,4	66,6	68,3	64,1	59,0	64,4	69,4
		2–4	19,1	22,9	14,9	14,4	19,1	8,2	26,1	21,5	13,2	18,6	19,3	19,2
		śr.def.	22,7	22,8	19,2	20,5	22,6	16,5	23,9	22,9	19,7	21,1	21,7	22,3
Trend zmian śr.def.			PW	W	N	N	W	N	N	N	N	PW	N	N

N – brak trendu; PW – prawdopodobny wzrost; W - wzrost

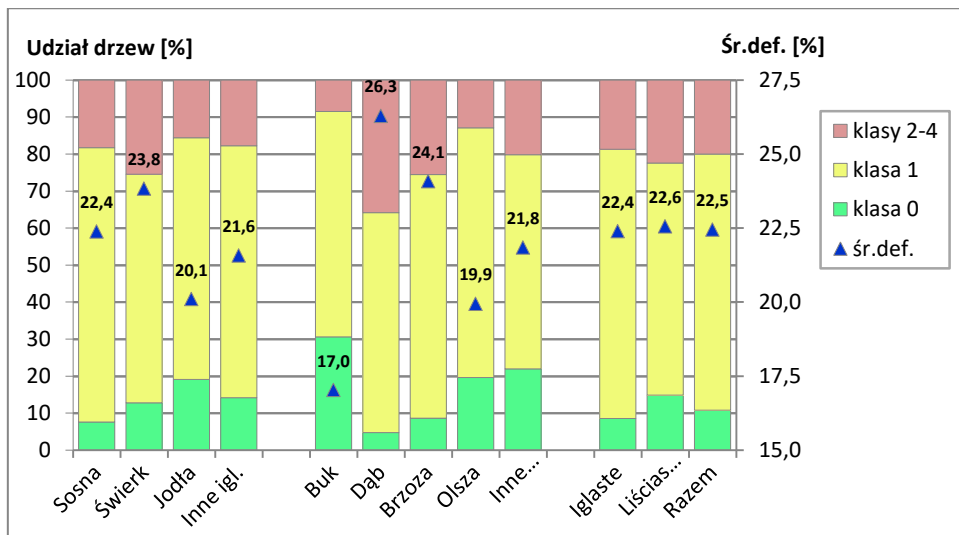
Tabela 4.3. – cd.

Wiek	Rok	Kl.def., śr.def.	Sosna	Świerk	Jodła	Inne iglaste	Iglaste razem	Buk	Dąb	Brzoza	Olsza	Inne liśc.	Liśc. razem	Gat. razem
starsze	2011	0	10,6	12,4	21,1	15,1	11,4	32,6	10,3	11,7	17,1	27,1	18,4	13,7
		1	65,9	59,9	62,4	54,1	65,0	55,7	57,5	58,7	61,6	51,4	57,3	62,4
		2-4	23,6	27,7	16,5	30,8	23,6	11,8	32,2	29,6	21,3	21,5	24,4	23,9
		śr.def.	22,4	23,3	19,7	23,6	22,3	17,2	24,9	24,2	21,9	22,1	22,4	22,4
starsze	2012	0	7,4	7,9	16,2	4,1	7,9	33,5	4,3	6,7	19,5	23,5	15,8	10,5
		1	70,9	58,9	65,7	68,8	69,6	57,5	52,8	56,0	65,4	53,4	56,8	65,3
		2-4	21,7	33,2	18,2	27,2	22,5	9,0	42,9	37,3	15,1	23,1	27,4	24,2
		śr.def.	22,6	25,2	20,7	24,0	22,7	16,6	27,4	26,5	20,8	23,2	23,4	23,0
starsze	2013	0	8,7	15,7	17,1	10,0	9,8	36,7	4,3	8,6	25,2	23,6	17,9	12,5
		1	74,2	54,3	67,7	67,0	72,1	57,0	54,3	63,0	64,0	54,3	58,5	67,5
		2-4	17,1	30,0	15,2	23,0	18,1	6,3	41,4	28,4	10,8	22,1	23,5	19,9
		śr.def.	21,5	24,4	20,1	22,3	21,7	15,7	27,4	24,2	19,0	22,4	22,3	21,9
starsze	2014	0	8,2	15,3	17,4	10,8	9,3	32,9	3,5	6,1	19,5	22,3	15,0	11,2
		1	75,3	59,5	66,8	72,1	73,5	59,7	55,8	59,6	69,8	57,0	60,2	69,0
		2-4	16,6	25,2	15,8	17,2	17,2	7,4	40,7	34,4	10,7	20,7	24,8	19,8
		śr.def.	21,6	23,7	20,0	20,7	21,7	16,2	27,2	25,8	19,7	22,4	22,9	22,1
starsze	2015	0	9,0	10,7	17,7	8,2	9,6	35,3	4,0	5,8	15,7	22,6	14,6	11,3
		1	76,6	63,5	66,9	74,7	75,0	59,5	62,1	69,5	74,1	56,1	64,8	71,5
		2-4	14,4	25,8	15,4	17,2	15,4	5,2	33,9	24,8	10,2	21,3	20,7	17,2
		śr.def.	21,2	23,7	20,1	21,8	21,4	15,9	25,7	23,9	19,8	22,6	22,1	21,6
starsze	2016	0	6,1	8,6	15,6	4,3	6,8	23,3	2,0	4,6	10,5	17,7	10,1	7,9
		1	78,2	63,8	66,4	77,2	76,5	67,3	59,3	57,9	76,6	56,1	62,9	71,9
		2-4	15,7	27,6	18,0	18,5	16,7	9,5	38,8	37,5	12,9	26,1	26,9	20,2
		śr.def.	22,1	24,7	21,3	23,3	22,3	18,1	27	26,9	20,7	23,9	23,9	22,8
starsze	2017	0	7,1	12,5	19,7	4,4	8,1	29,2	1,7	5,5	12,1	21,5	12,2	9,5
		1	75,6	60,6	62,2	73,2	73,8	62,9	55,7	59,7	74,5	53,5	61,0	69,4
		2-4	17,3	26,9	18,1	22,4	18,1	7,9	42,6	34,7	13,4	24,9	26,8	21,1
		śr.def.	22,5	25,0	20,9	23,8	22,6	17,3	27,6	26,9	20,8	23,2	23,8	23,0
starsze	2018	0	8,9	11,0	23,0	9,1	9,9	26,5	1,5	5,6	16,7	22,1	12,8	10,9
		1	74,8	65,4	60,7	67,3	73,2	66,2	54,9	65,0	71,3	57,9	62,6	69,5
		2-4	16,3	23,6	16,2	23,6	16,9	7,3	43,6	29,3	12,0	20,0	24,6	19,6
		śr.def.	22,1	25,0	20,4	23,1	22,2	17,2	28,1	26,0	20,2	22,0	23,4	22,6
starsze	2019	0	5,9	11,3	11,1	11,9	6,6	17,0	1,1	6,0	17,1	16,7	10,4	8,0
		1	75,7	59,6	75,7	65,1	74,5	73,0	46,1	66,1	72,0	61,9	62,4	70,2
		2-4	18,4	29,1	13,2	23,0	18,9	10,0	52,8	27,9	10,8	21,4	27,1	21,8
		śr.def.	22,9	26,5	20,1	23,0	23,0	18,4	31,7	26,3	19,4	23,4	24,7	23,6
starsze	2020	0	5,7	8,5	17,0	10,7	6,5	16,1	0,8	3,3	19,2	17,6	10,2	7,8
		1	77,9	67,4	72,5	69,3	76,8	72,5	54,2	66,9	71,4	63,5	64,7	72,5
		2-4	16,5	24,1	10,5	19,9	16,7	11,4	45,0	29,7	9,4	18,9	25,1	19,6
		śr.def.	22,6	24,7	19,9	24,2	22,6	19,8	29,4	27,0	19,1	22,3	24,2	23,2
starsze	średnia z 10- ciu lat	0	7,8	11,4	17,6	8,8	8,6	28,3	3,4	6,4	17,3	21,5	13,7	10,3
		1	74,5	61,3	66,7	68,9	73,0	63,1	55,3	62,2	70,1	56,5	61,1	68,9
		2-4	17,8	27,3	15,7	22,3	18,4	8,6	41,4	31,4	12,7	22,0	25,1	20,7
		śr.def.	22,2	24,6	20,3	23,0	22,2	17,2	27,6	25,8	20,1	22,8	23,3	22,6
Trend zmian śr.def.			N	PW	N	N	N	W	W	PW	N	N	W	PW

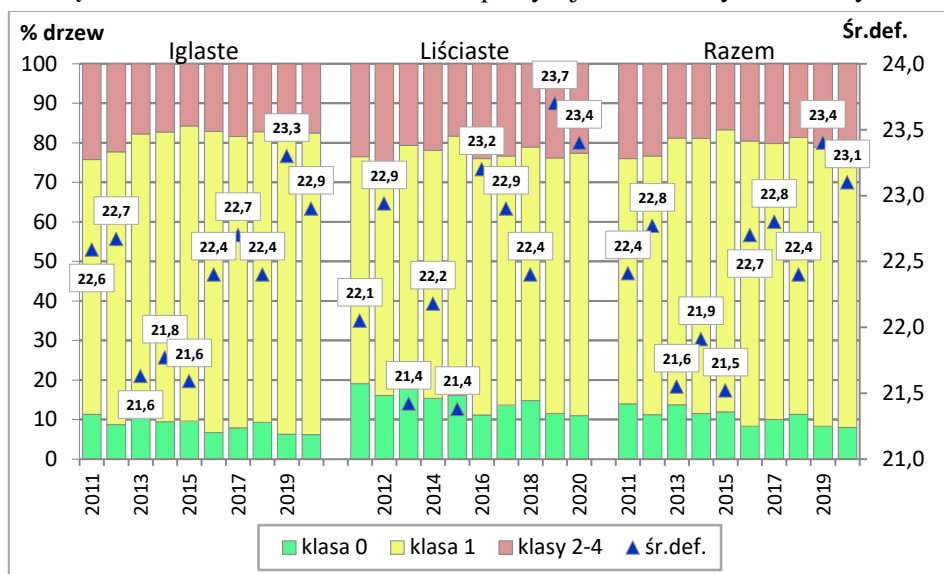
N – brak trendu; PW – prawdopodobny wzrost; W - wzrost

Tabela 4.4. Różnice w udziale procentowym drzew zdrowych (klasa defoliacji 0) i drzew uszkodzonych (klasy defoliacji od 2 do 4) oraz średniej defoliacji [%] pomiędzy drzewami starszymi (powyżej 60 lat) i młodszymi (od 21 do 60 lat) w układzie grup gatunków, w dziesięcioleciu 2011–2020

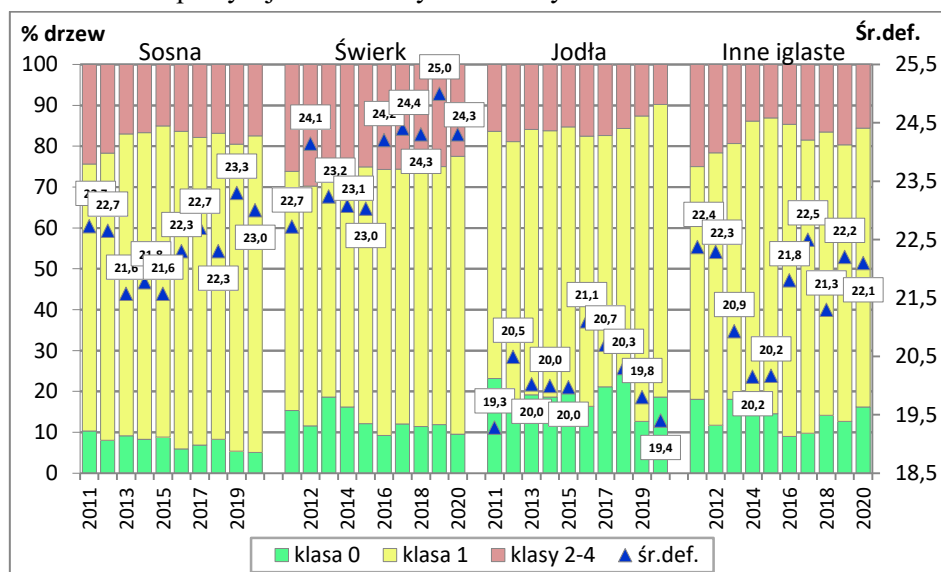
Rok	Kl.def., śr.def.	Sosna	Świerk	Jodła	Inne iglaste	Iglaste razem	Buk	Dąb	Brzoza	Olsza	Inne liśc.	Liśc. razem	Gat. razem
2011	0	0,5	-6,8	-9,7	-4,9	0,2	-10,3	1,5	-3,4	-6,1	1,1	-1,5	-0,5
	2-4	-1,6	3,6	0,5	9,7	-1,3	2,0	4,1	5,1	3,3	-1,5	1,8	-0,2
	śr.def.	-0,7	1,4	1,8	2,0	-0,6	1,1	0,5	1,5	1,9	1,1	0,7	-0,1
2012	0	-1,3	-8,6	-9,9	-12,8	-1,8	-8,8	-2,0	-4,9	-3,2	3,6	-0,8	-1,6
	2-4	0,0	8,1	-4,1	9,2	0,6	-1,7	14,2	10,0	-3,6	2,3	3,9	1,7
	śr.def.	-0,1	2,5	0,9	2,9	0,1	0,0	2,9	2,7	0,0	1,7	1,0	0,4
2013	0	-0,9	-7,2	-10,9	-13,7	-1,4	-9,2	-5,5	-5,1	-11,9	-3,6	-4,3	-2,6
	2-4	0,1	7,5	-4,1	6,2	0,7	-3,4	17,3	9,4	-2,0	6,1	6,0	2,5
	śr.def.	-0,2	3,0	0,4	2,3	0,1	0,1	4,6	2,1	1,1	2,8	1,8	0,7
2014	0	-0,3	-2,2	-6,7	-10,9	-0,4	-1,6	-3,3	-2,3	-3,2	-2,3	-0,8	-0,7
	2-4	-0,2	0,1	-2,3	5,6	0,0	-0,7	15,4	12,6	-2,5	5,5	6,3	2,1
	śr.def.	-0,3	1,5	0,1	1,0	-0,2	-0,3	4,0	2,9	-0,2	2,4	1,5	0,4
2015	0	0,4	-3,5	-9,5	-12,2	0,0	-10,3	-3,1	-5,3	-6,3	-4,1	-3,4	-1,4
	2-4	-1,4	1,7	0,6	7,8	-0,9	0,0	15,5	6,9	-2,5	5,4	4,9	1,1
	śr.def.	-0,7	1,5	0,5	3,1	-0,5	0,8	3,4	2,3	0,1	2,9	1,6	0,2
2016	0	0,3	-1,5	-4,0	-8,8	0,3	-3,5	-3,8	-2,9	-5,7	-1,8	-2,4	-0,9
	2-4	-1,6	4,4	2,5	7,3	-0,9	2,4	15,2	11,5	-1,6	8,6	6,4	1,5
	śr.def.	-0,5	1,2	0,8	2,9	-0,3	1,0	3,5	2,6	-0,3	2,7	1,5	0,3
2017	0	0,5	1,1	-7,8	-10,2	0,5	-12,5	-5,8	-3,2	-3,9	-3,7	-3,2	-1,1
	2-4	-1,4	2,9	3,6	7,4	-0,8	2,7	17,8	12,3	0,2	7,7	7,8	2,2
	śr.def.	-0,5	1,4	1,0	2,4	-0,3	2,1	4,2	3,3	0,0	2,4	1,9	0,5
2018	0	1,6	-0,8	-7,0	-8,9	1,5	-6,5	-8,4	-4,3	-10,5	-1,3	-4,6	-1,1
	2-4	-1,4	2,3	3,3	12,5	-0,8	1,5	21,1	11,1	1,5	1,9	7,9	2,3
	śr.def.	-0,6	1,5	0,8	3,1	-0,5	1,2	5,9	3,6	1,2	0,7	2,3	0,6
2019	0	1,4	-1,4	-9,6	-1,5	0,9	-6,8	-5,3	-3,7	-2,8	1,6	-2,7	-0,7
	2-4	-2,7	9,6	3,7	5,9	-1,7	-1,4	19,4	10,1	0,3	-0,1	7,7	1,7
	śr.def.	-1,1	3,6	1,9	1,4	-0,7	-0,3	4,8	4,0	0,5	0,4	2,3	0,4
2020	0	1,6	-2,3	-8,4	-9,7	0,8	-11,9	-4,1	-2,9	-0,6	1,1	-1,9	-0,5
	2-4	-2,7	3,9	3,9	7,6	-2,1	2,4	13,3	9,6	1,9	-1,7	5,8	0,6
	śr.def.	-1,1	0,9	2,8	3,8	-0,8	2,1	3,6	3,8	0,3	-0,2	1,8	0,2
Średnio w 5-leciu 2011– 2015	0	-0,3	-5,6	-9,3	-10,9	-0,7	-8,0	-2,5	-4,2	-6,1	-1,1	-2,1	-1,4
	2-4	-0,6	4,2	-1,9	7,7	-0,2	-0,8	13,3	8,8	-1,5	3,6	4,6	1,4
	śr.def.	-0,4	1,9	0,7	2,3	-0,2	0,3	3,1	2,3	0,6	2,2	1,3	0,3
Średnio w 5-leciu 2016– 2020	0	1,1	-1,0	-7,4	-7,8	0,8	-8,2	-5,5	-3,4	-4,7	-0,8	-3,0	-0,9
	2-4	-2,0	4,6	3,4	8,1	-1,3	1,5	17,4	10,9	0,5	3,3	7,1	1,7
	śr.def.	-0,8	1,7	1,5	2,7	-0,5	1,2	4,4	3,5	0,3	1,2	2,0	0,4
Średnio w 10-leciu 2011– 2020	0	0,4	-3,3	-8,4	-9,4	0,1	-8,1	-4,0	-3,8	-5,4	-0,9	-2,6	-1,1
	2-4	-1,3	4,4	0,8	7,9	-0,7	0,4	15,3	9,9	-0,5	3,4	5,8	1,5
	śr.def.	-0,6	1,8	1,1	2,5	-0,4	0,8	3,7	2,9	0,5	1,7	1,6	0,4



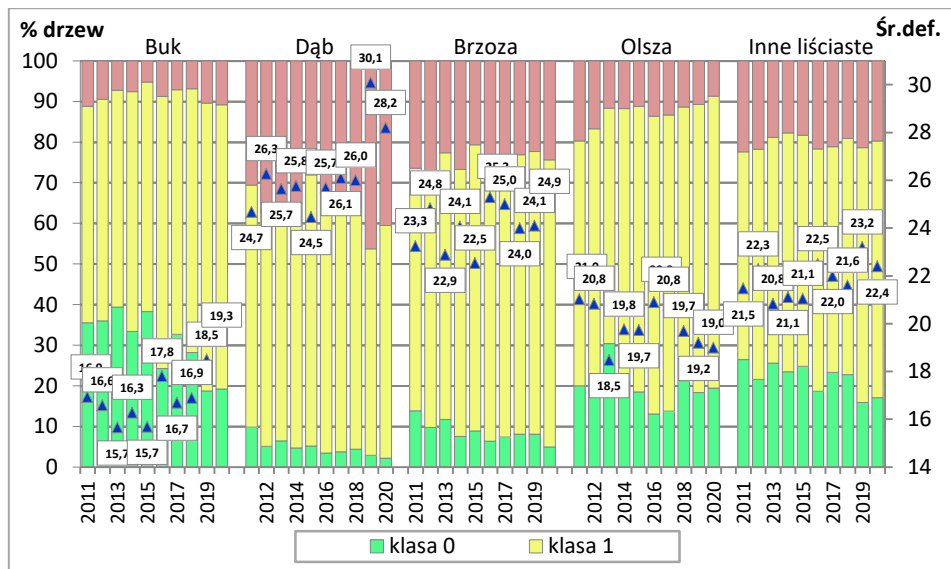
Rycina 4.1. Średni udział [%] drzew monitorowanych gatunków w klasach defoliacji oraz średnia wartość średniej defoliacji [%] w dziesięcioleciu 2011–2020. Wiek drzew powyżej 20 lat. Wszystkie formy własności.



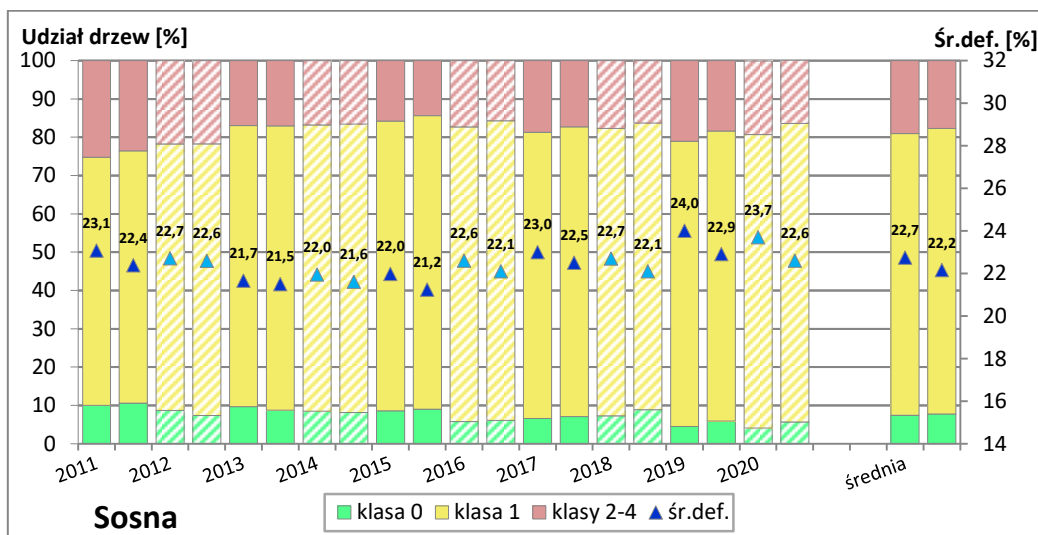
Rycina 4.2. Udział drzew [%] gatunków iglastych, liściastych i razem w klasach defoliacji oraz średnia defoliacja [%] w latach 2011–2020. Wiek powyżej 20 lat. Wszystkie formy własności.



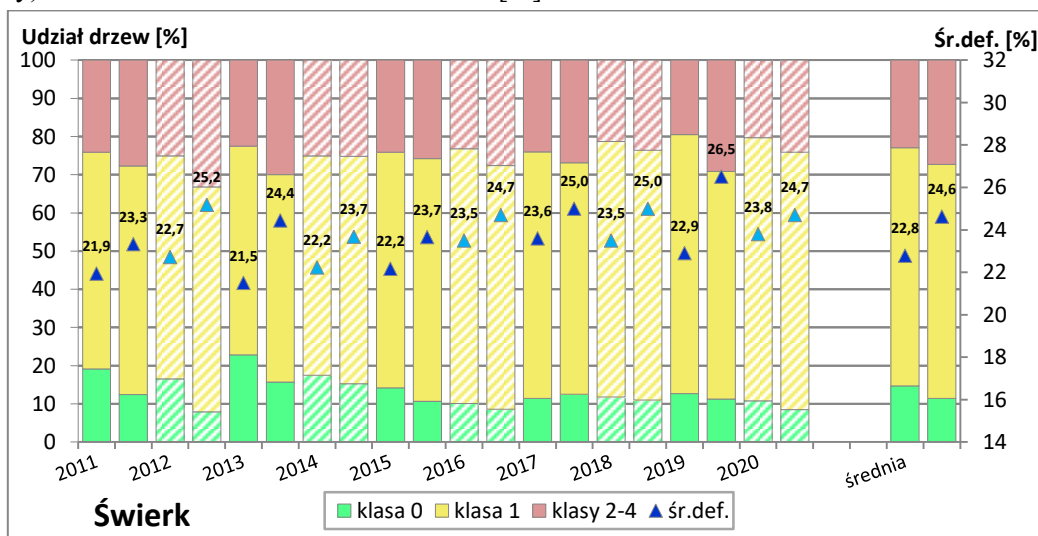
Rycina 4.3. Udział drzew gatunków iglastych w klasach defoliacji oraz średnia defoliacja [%] latach 2011–2020. Wiek powyżej 20 lat. Wszystkie formy własności.



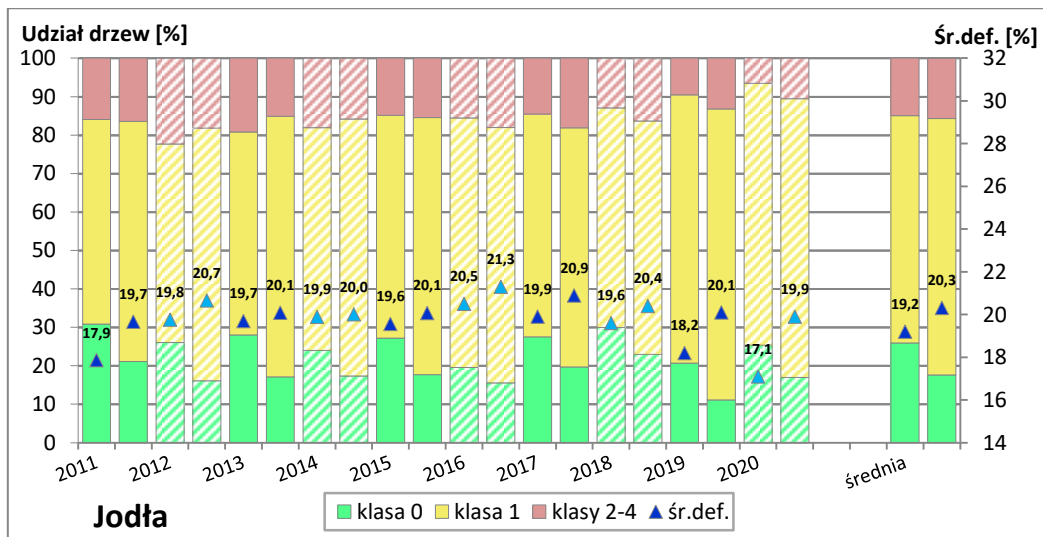
Rycina 4.4. Udział drzew gatunków liściastych w klasach defoliacji oraz średnia defoliacja [%] w latach 2011–2020. Wiek powyżej 20 lat. Wszystkie formy własności.



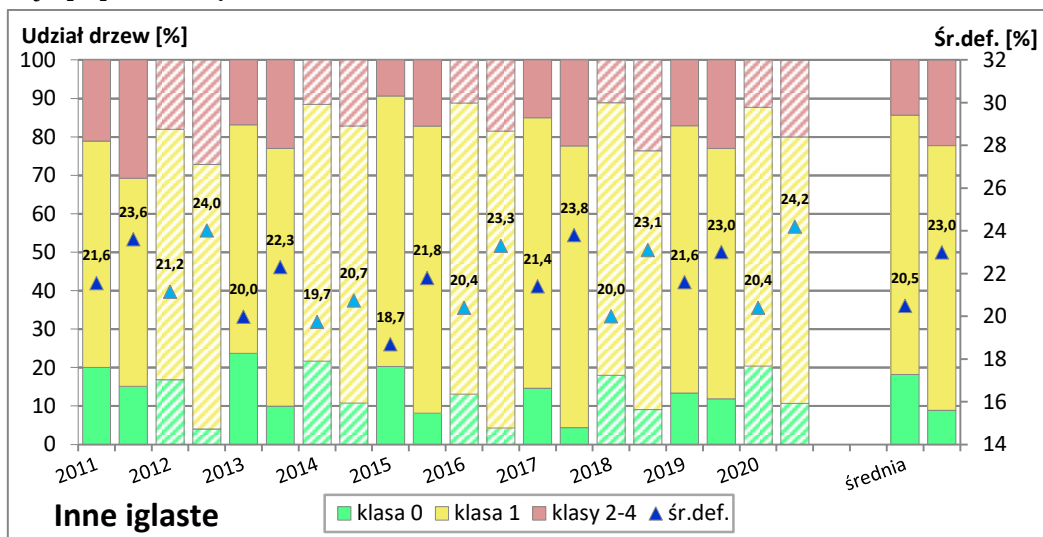
Rycina 4.5. Udział procentowy młodszych (21– 60 lat) (słupki z lewej strony) i starszych (powyżej 60 lat) (słupki z prawej strony) sosen w klasach def. oraz średnia def. [%] w 10-leciu 2011–2020.



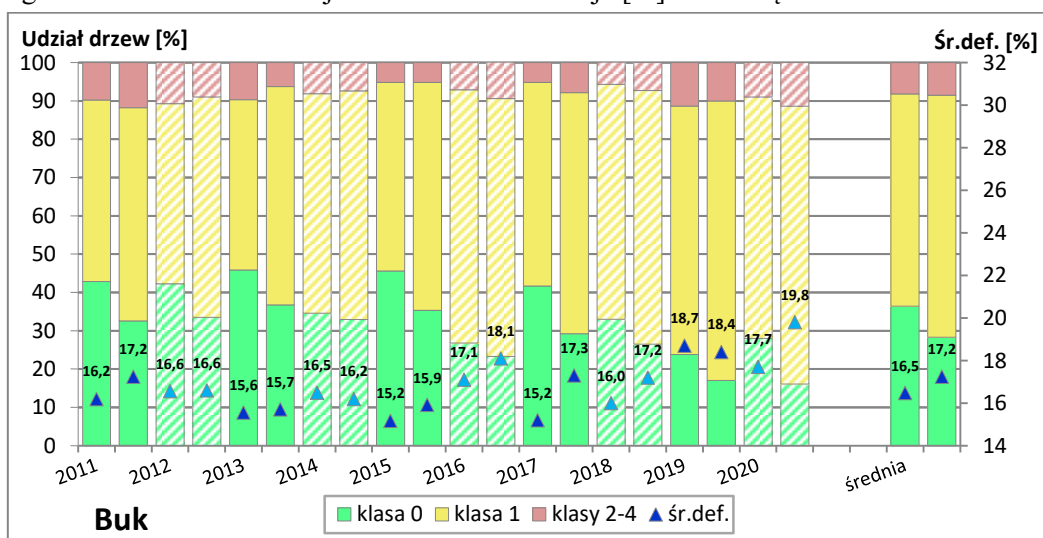
Rycina 4.6. Udział procentowy młodszych (21– 60 lat) i starszych (powyżej 60 lat) świerków w klasach defoliacji oraz średnia defoliacja [%] w dziesięcioleciu 2011–2020.



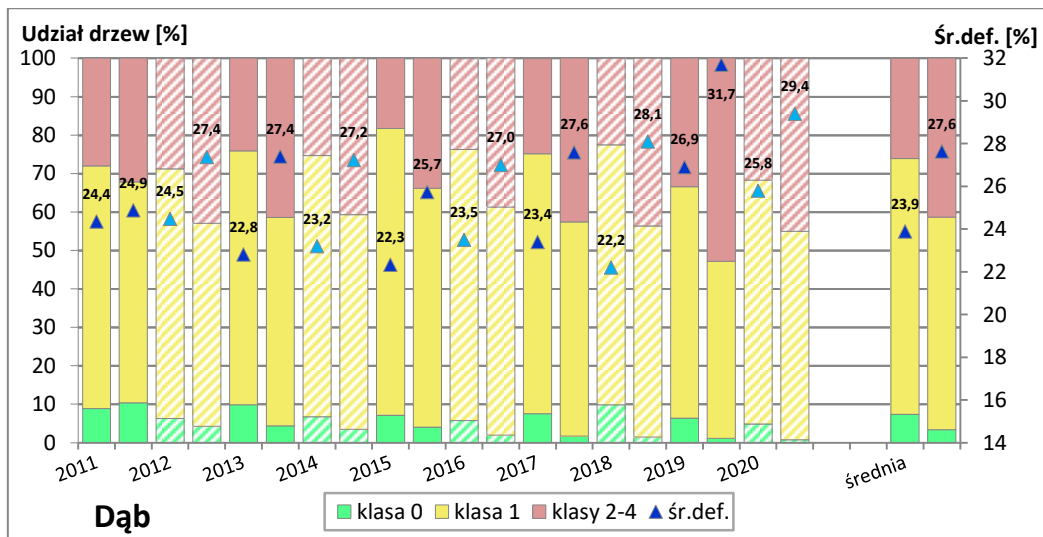
Rycina 4.7. Udział procentowy młodszych (21– 60 lat) i starszych (powyżej 60 lat) jodeł w klasach defoliacji oraz średnia defoliacja [%] w dziesięcioleciu 2011–2020.



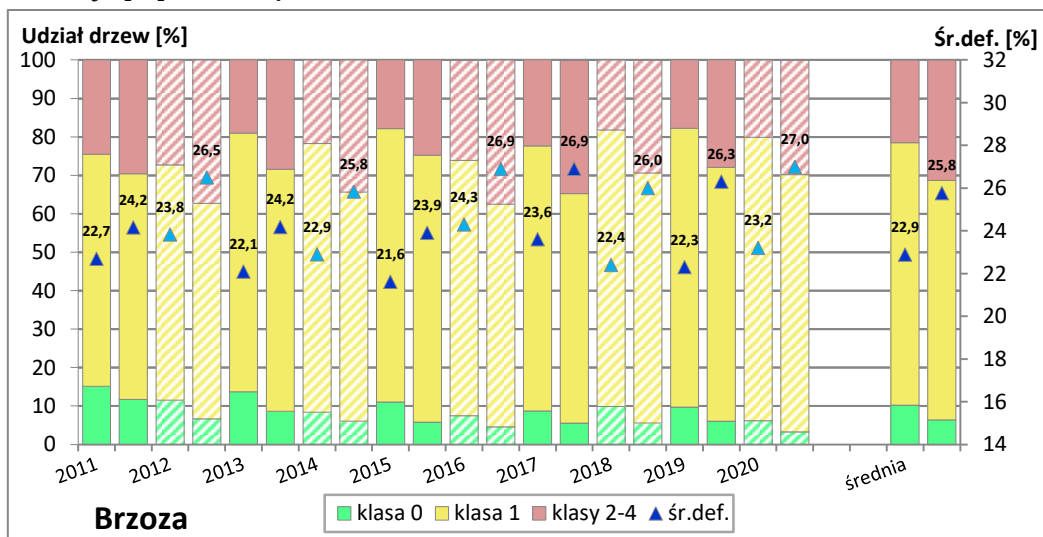
Rycina 4.8. Udział procentowy młodszych (21– 60 lat) i starszych (powyżej 60 lat) drzew gatunków z grupy ‘inne iglaste’ w klasach defoliacji oraz średnia defoliacja [%] w dziesięcioleciu 2011–2020.



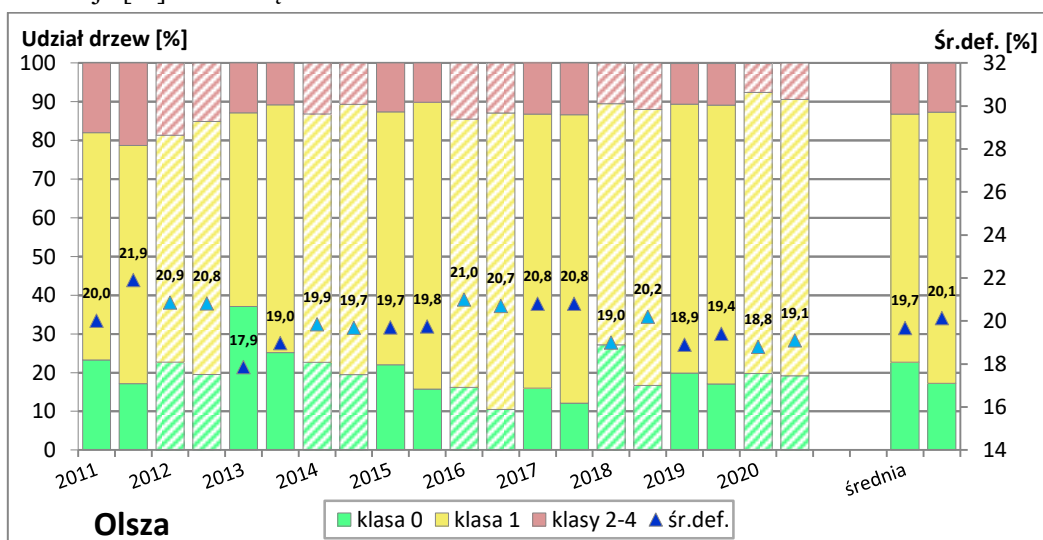
Rycina 4.9. Udział procentowy młodszych (21– 60 lat) i starszych (powyżej 60 lat) buków w klasach defoliacji oraz średnia defoliacja [%] w dziesięcioleciu 2011–2020.



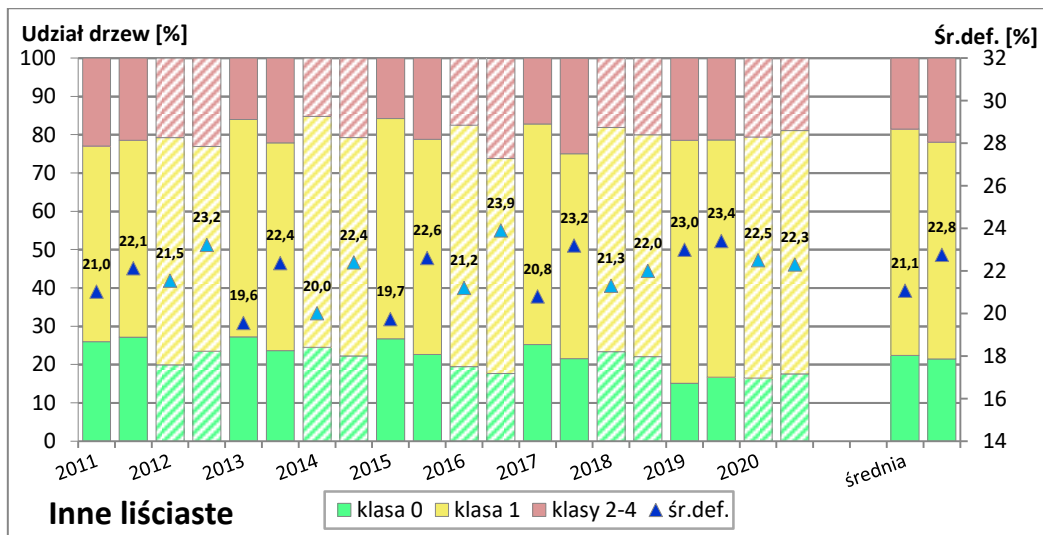
Rycina 4.10. Udział procentowy młodszych (21– 60 lat) i starszych (powyżej 60 lat) dębów w klasach defoliacji oraz średnia defoliacja [%] w dziesięcioleciu 2011–2020.



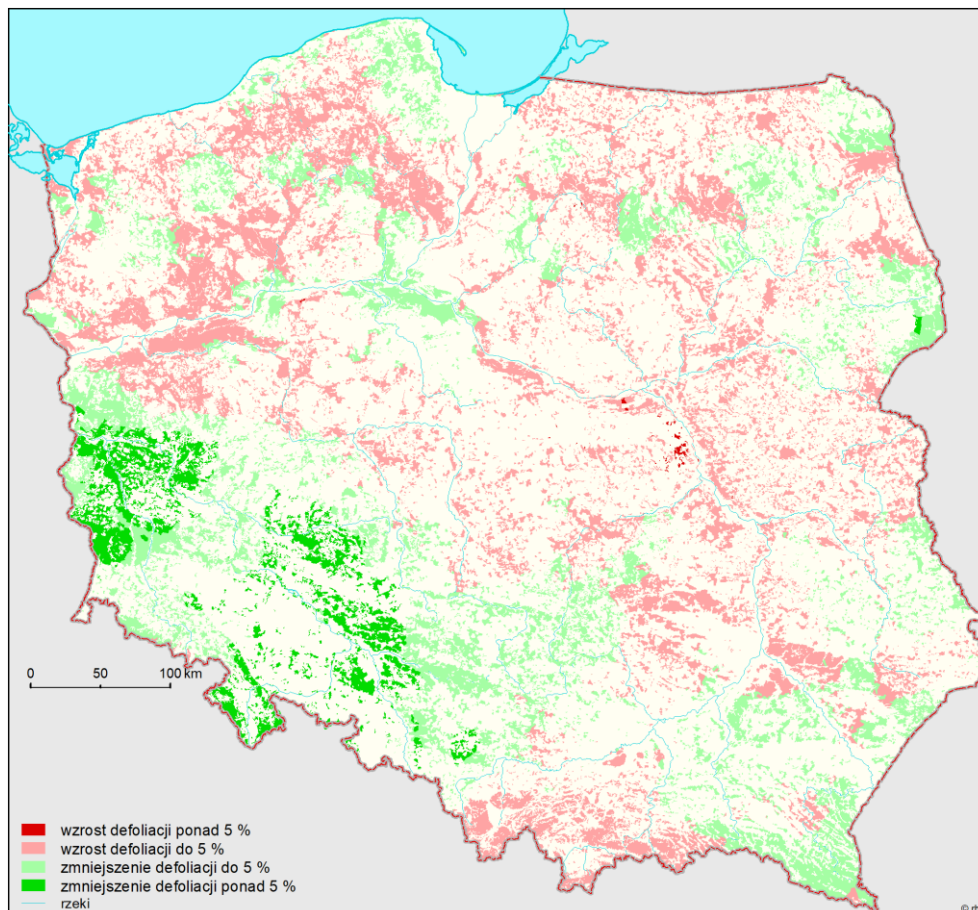
Rycina 4.11. Udział procentowy młodszych (21– 60 lat) i starszych (powyżej 60 lat) brzoź w klasach defoliacji oraz średnia defoliacja [%] w dziesięcioleciu 2011–2020.



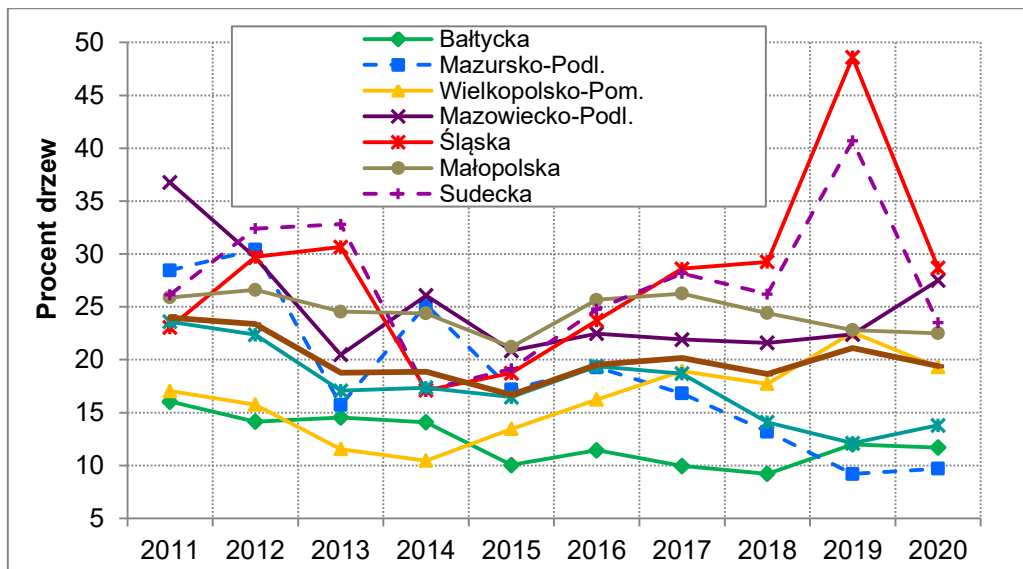
Rycina 4.12. Udział procentowy młodszych (21– 60 lat) i starszych (powyżej 60 lat) olszy w klasach defoliacji oraz średnia defoliacja [%] w dziesięcioleciu 2011–2020.



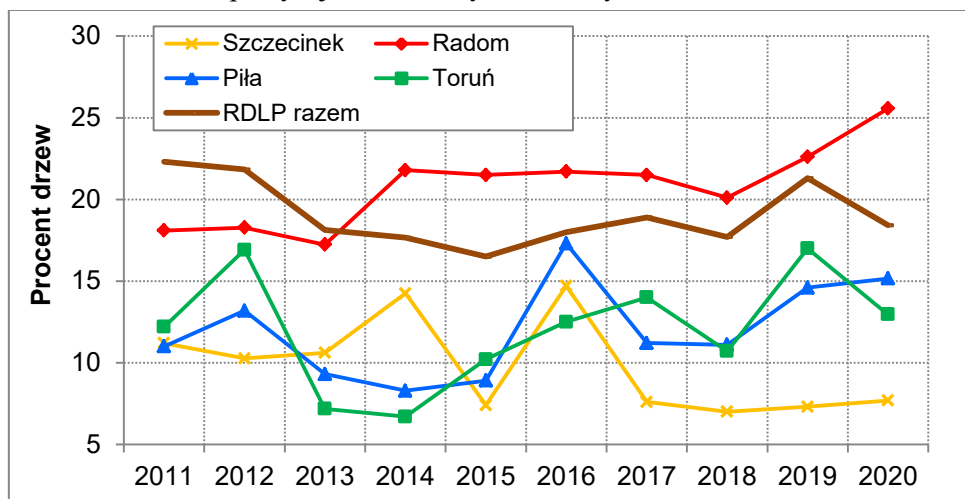
Rycina 4.13. Udział procentowy młodszych (21– 60 lat) i starszych (powyżej 60 lat) drzew gatunków z grupy ‘inne iglaste’ w klasach defoliacji oraz średnia defoliacja [%] w dziesięcioleciu 2011–2020.



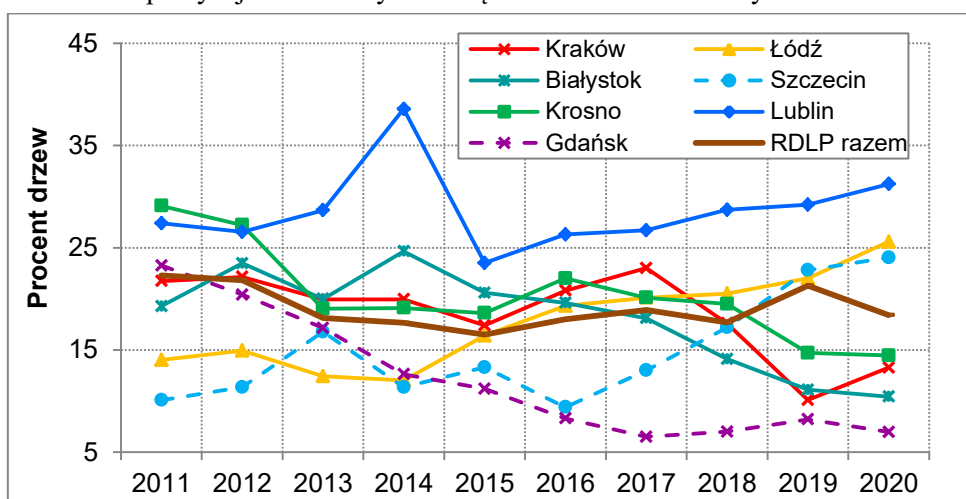
Rycina 4.14. Różnica w poziomie uszkodzenia lasów pomiędzy latami 2019 i 2020 na podstawie zmiany defoliacji na stałych powierzchniach obserwacyjnych



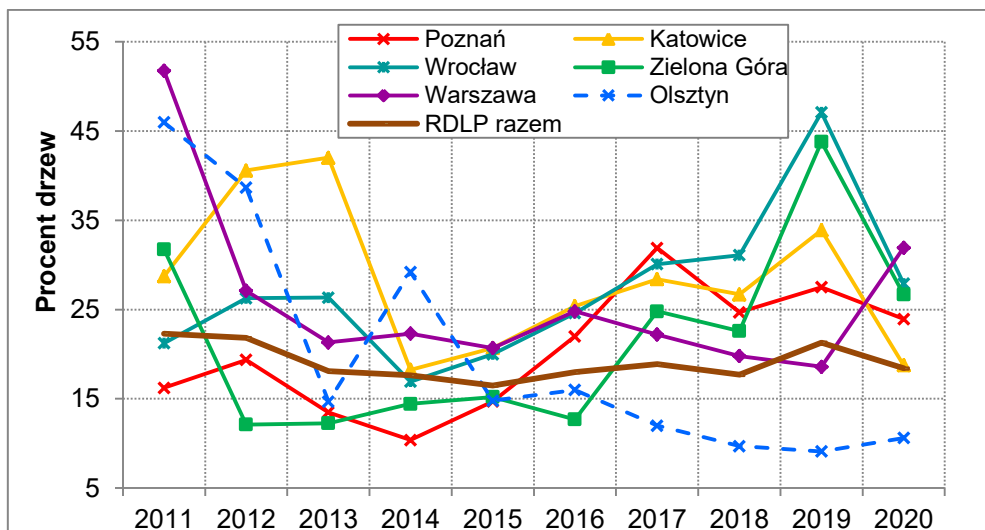
Rycina 4.15. Udział drzew monitorowanych gatunków razem w klasach defoliacji 2-4 w krainach przyrodniczo-leśnych w latach 2011-2020. Wiek powyżej 20 lat. Wszystkie formy własności.



Rycina 4.16. Udział drzew (gatunki razem) w klasach defoliacji 2-4 w latach 2011-2020. RDLP, w których różnica między minimum a maksimum tego udziału w dziesięcioleciu zawiera się w przedziale 7-11 punktów procentowych. Wiek drzew powyżej 20 lat. Lasy w zarządzie Lasów Państwowych.



Rycina 4.17. Udział drzew (gatunki razem) w klasach defoliacji 2-4 w latach 2011-2020. RDLP, w których różnica między minimum a maksimum tego udziału w dziesięcioleciu zawiera się w przedziale 12-17 punktów procentowych. Wiek drzew powyżej 20 lat. Lasy w zarządzie Lasów Państwowych.



Rycina 4.18. Udział drzew (gatunki razem) w klasach defoliacji 2-4 w latach 2015-2019. RDLP, w których różnica między minimum a maksimum tego udziału w dziesięcioleciu zawiera się w przedziale 21-37 punktów procentowych. Wiek drzew powyżej 20 lat. Lasy w zarządzie Lasów Państwowych.

Tabela 5.1. Wskaźnik występowania uszkodzeń na drzewach poszczególnych gatunków w wyróżnionych klasach wieku w 2020 r. oraz trend zmian wskaźnika występowania uszkodzeń na jednym drzewie w okresie 2011-2020 określony za pomocą testu Mann-Kendall'a

Gatunki	Liczba uszkodzeń na 1 drzewie w przedziale wieku (lata)				Średnia liczba uszkodzeń na drzewie w okresie 2011-2020										Trend 2011-2020
	21-40	41-60	61-80	>80	2020	2019	2018	2017	2016	2015	2014	2013	2012	2011	
Sosna	0,79	0,95	0,99	1,16	1,01	0,97	0,89	0,77	0,74	0,71	0,67	0,62	0,57	0,55	W
Świerk	1,05	1,28	1,38	1,36	1,29	1,22	1,13	1,03	1,04	0,99	1,01	0,95	0,87	1,08	W
Jodła	0,93	0,75	0,84	1,13	1,00	1,09	1,01	0,94	1,00	0,97	0,95	0,98	0,86	0,65	W
Inne igł.	0,57	0,93	1,06	1,09	0,91	0,82	0,80	0,69	0,66	0,62	0,56	0,57	0,64	0,73	W
Dęby	1,66	1,88	1,81	1,96	1,89	1,99	1,69	1,60	1,37	1,30	1,47	1,31	1,10	1,23	W
Buk	1,33	1,35	1,38	1,52	1,44	1,32	1,29	1,13	1,20	1,01	1,04	0,92	0,80	0,80	W
Brzoza br.	1,25	1,48	1,52	1,79	1,46	1,56	1,41	1,31	1,24	1,15	1,13	0,94	0,81	0,78	W
Olsza cz.	1,37	1,44	1,54	1,56	1,49	1,45	1,54	1,47	1,33	1,26	1,17	1,00	1,04	1,22	W
Inne liśc.	1,58	1,57	1,53	1,58	1,56	1,52	1,53	1,43	1,45	1,32	1,22	1,07	0,96	0,88	W
Razem	1,12	1,17	1,21	1,35	1,23	1,21	1,13	1,01	0,97	0,91	0,87	0,78	0,72	0,72	W

W – wzrost

Tabela 5.2. Liczba uszkodzeń przypadająca w 2020 r. na 1 drzewo danego gatunku w krainach przyrodniczo-leśnych i rdLP oraz trend zmian tego wskaźnika w okresie 2013–2020 określony za pomocą testu Mann-Kendall'a

Kraina przyrodniczo-leśna RDLP	Gatunki iglaste				Gatunki liściaste					Średnia dla KP-L i RDLP w latach							Trend 2013-2020	
	Sosna	Świerk	Jodła	Inne iglaste	Dąb	Buk	Brzoza br.	Olsza cz.	Inne liściaste	2020	2019	2018	2017	2016	2015	2014		2013
Bałtycka	1,18	1,32	1,00	1,28	1,89	1,40	1,51	1,67	1,69	1,39	1,29	1,30	1,09	0,89	0,80	0,86	0,71	W
Mazursko-Podlaska	0,71	0,83		0,20	1,58	0,50	1,19	1,30	1,27	0,95	1,03	1,05	0,96	0,95	0,96	0,72	0,68	PW
Wielkopolsko-Pomorska	1,01	1,31		1,07	2,20	0,96	1,56	1,65	1,31	1,16	1,15	1,03	0,85	0,75	0,67	0,69	0,61	W
Mazowiecko-Podlaska	1,09	0,85		0,84	1,67	0,33	1,31	1,44	1,54	1,22	1,13	1,10	1,02	0,99	0,97	0,89	0,72	W
Śląska	0,89	0,91		0,69	1,99	0,91	1,62	1,39	1,53	1,23	1,28	1,09	1,08	1,01	0,91	0,96	0,78	W
Małopolska	1,01	1,49	1,11	0,83	1,81	1,13	1,48	1,48	1,43	1,22	1,15	1,09	1,09	1,07	1,02	1,01	0,92	W
Sudecka	0,94	1,41	1,83	0,69	1,78	1,35	1,87	1,58	1,56	1,47	1,56	1,23	1,17	1,23	1,19	1,22	0,92	W
Karpacka	1,11	1,71	0,97	0,82	2,03	1,73	1,91	1,78	1,88	1,48	1,49	1,36	1,15	1,33	1,17	1,14	1,15	W
Białystok	0,92	0,84		0,00	1,55		1,34	1,33	1,27	1,07	1,15	1,18	1,16	1,14	1,12	0,93	0,88	PW
Katowice	0,91	1,77	0,53	0,59	1,91	1,21	1,45	1,58	1,35	1,18	1,08	0,97	0,95	0,96	0,94	0,98	0,80	W
Kraków	1,49	1,69	0,73	1,47	2,12	1,75	1,94	1,62	1,77	1,51	1,32	1,26	0,99	1,05	0,89	0,83	0,85	W
Krosno	0,92	1,07	1,36	0,62	1,98	1,73	1,89	1,75	1,93	1,44	1,79	1,55	1,44	1,70	1,48	1,52	1,48	N
Lublin	0,89	1,06	1,02	0,72	1,69	0,68	1,26	1,13	1,18	1,10	1,09	1,04	1,01	0,81	0,77	0,83	0,68	W
Łódź	1,10	1,00	1,20	0,76	1,74	1,5	1,52	1,45	1,22	1,19	1,11	1,09	1,05	1,16	1,13	1,11	1,06	N
Olsztyn	0,78	0,85		0,29	1,61	1,73	1,19	1,32	1,57	1,04	0,98	0,97	0,82	0,87	0,89	0,69	0,53	W
Piła	1,09	1,15		0,53	1,90	1,39	1,68	1,66	1,21	1,18	1,11	0,96	0,70	0,60	0,49	0,50	0,44	W
Poznań	1,00	1,35		0,88	2,49	0,58	1,72	1,6	1,13	1,30	1,22	1,15	0,99	0,84	0,62	0,70	0,87	W
Szczecin	1,32	1,81		1,41	2,44	1,79	1,97	2,13	1,58	1,56	1,41	1,51	1,09	0,74	0,74	0,72	0,64	W
Szczecinek	1,16	1,42	1,00	1,38	1,72	1,01	1,41	1,5	1,42	1,25	1,18	1,15	0,97	0,65	0,62	0,62	0,50	W
Toruń	0,91	1,50		0,50	1,90	0,9	1,23	1,17	1,55	1,04	1,08	0,80	0,78	0,72	0,66	0,66	0,45	W
Wrocław	1,00	1,37	1,83	0,86	1,95	1,25	1,79	1,54	1,60	1,42	1,50	1,23	1,19	1,14	1,03	1,05	0,86	W
Zielona Góra	0,88	0,63			2,04	0,4	1,81	1,5	1,49	1,07	1,16	0,99	0,91	0,86	0,88	0,91	0,69	W
Gdańsk	0,81	1,42		1,17	1,54	1,36	1,46	1,79	1,20	1,05	1,16	1,06	0,90	1,05	0,91	1,08	0,83	N
Radom	1,04	1,70	1,23	0,75	1,59	1,06	1,39	1,73	1,85	1,25	1,08	1,05	1,06	1,08	1,00	0,93	0,81	W
Warszawa	1,18			1,40	1,75		1,34	1,53	1,81	1,31	1,15	1,08	1,01	1,01	1,04	0,97	0,76	W
Parki Narodowe	1,50	1,65	1,33	1,00	2,25	1,67	1,39	1,42	1,62	1,55	1,46	1,45	1,25	1,21	1,19	1,11	1,01	W

W – wzrost; PW – prawdopodobny wzrost; N – brak trendu

Kolorem oznaczono krainy p-l i rdLP, w których liczba drzew danego gatunku <50

Tabela 5.3. Najczęściej występujące lokalizacje, symptomy i czynniki sprawcze uszkodzeń występujących na drzewach poszczególnych gatunków w 2020r.

Gatunki	Liczba uszkodzeń	Najczęściej występująca lokalizacja			Najczęściej występujący symptom			Najczęściej występujący czynnik sprawczy			
		Miejsce	Liczba	Udział	Symptom	Liczba	Udział	Czynnik	Liczba	Udział 2020	Udział 2019
Sosna	22413	Strzała	14134	63,1%	Deformacje	6991	31,2%	Badane niezidentyfikowane	8837	39,4%	39,9%
Świerk	2284	Strzała	1396	61,1%	Ubytek igieł	617	27,0%	Badane niezidentyfikowane	1009	44,2%	39,2%
Jodła	1096	Strzała	531	48,4%	Deformacje	368	33,6%	Badane niezidentyfikowane	423	38,6%	35,6%
Inne iglaste	588	Strzała	394	67,0%	Deformacje	138	23,5%	Badane niezidentyfikowane	283	48,1%	47,3%
Dęby	6367	Liście	4024	63,6%	Ubytek liści	2511	39,7%	Owady	2230	35,2%	33,8%
Buk	2546	Strzała	1331	52,3%	Ubytek liści	893	35,1%	Badane niezidentyfikowane	877	34,4%	30,9%
Brzoza br.	6095	Liście	3385	55,5%	Ubytek liści	2676	43,9%	Owady	2461	40,4%	43,9%
Olsza cz.	4067	Liście	2472	60,8%	Ubytek liści	2472	60,8%	Owady	2306	56,7%	58,4%
Inne liściaste	5101	Liście	2375	46,6%	Ubytek liści	2160	42,3%	Owady	1772	34,7%	34,8%
Łącznie	50517	Strzała	24838	49,2%	Ubytek igieł/liści	16319	32,3%	Badane niezidentyfikowane	17106	33,8%	32,5%

Tabela 5.4. Udział procentowy wskazanych lokalizacji występowania uszkodzeń na drzewach wyróżnionych gatunków i grup gatunków w 2020 r.

Lokalizacja uszkodzeń na drzewie	Gatunki drzew										Wszystkie drzewa
	Sosna	Świerk	Jodła	Inne igl.	Dęby	Buk	Brzoza br.	Olsza cz.	Inne liśc.		
Liście, górna cz. korony	0,39	1,40	1,28	1,02	3,29	9,94	5,94	1,94	4,92	2,56	
Liście, dolna cz. korony	8,83	6,61	5,11	2,21	5,66	4,83	2,77	4,87	2,78	6,31	
Liście, poł. niejednolite	2,26	7,09	3,92	6,29	10,92	5,26	9,38	9,20	7,80	5,78	
Liście, cała korona	8,66	9,89	6,66	4,76	43,73	18,26	37,44	44,78	31,05	22,14	
Liście bądź igły	20,14	25,00	16,97	14,29	63,60	38,30	55,54	60,78	46,56	36,78	
Gałęzie, pędy, pączki	16,80	13,88	34,58	18,71	17,59	9,43	7,09	4,82	10,61	14,04	
Strzała w obrębie korony	14,94	6,65	7,39	6,29	1,75	4,28	1,85	1,99	3,14	8,30	
Pień pomiędzy szyją korzeniową i koroną	33,34	46,80	33,49	36,22	10,53	31,26	21,49	16,94	27,25	27,25	
Korzenie i szyja korzeniowa <25 cm	3,04	6,17	6,93	8,16	2,23	8,72	3,30	7,45	4,01	4,01	
Cała strzała	11,74	1,49	0,64	16,33	4,30	8,01	10,73	8,02	9,61	9,61	
Razem strzała	63,06	61,12	48,45	67,01	18,81	52,28	37,37	34,40	42,83	49,17	
Udział gatunku w uszkodzeniach ogółem	44,37	4,52	2,17	1,16	12,52	5,04	12,07	8,05	10,00	100	

Tabela 5.5. Liczba i udział symptomów uszkodzenia na drzewach poszczególnych gatunków w 2020 r.

Kod	Symptomy uszkodzenia	Jedn.	Sosna	Świerk	Jodła	Inne igl.	Buk	Dęby	Brzoza br	Olsza cz.	Inne liśc.	Razem uszkodzeń
1	Ubytek liści/igieł	szt.	4742	617	161	87	893	2511	2676	2472	2160	16319
		%	21,2	27,0	14,7	14,8	35,1	39,7	43,9	60,8	42,3	32,3
2-5	Przebarwienia liści/igieł	szt.	212	40	46	23	70	1115	776	9	198	2489
		%	0,9	1,8	4,2	3,9	2,7	17,6	12,7	0,2	3,9	4,9
6-7	Nienaturalne rozmiary liści/igieł	szt.	5	0	0	2	1	1	9	0	3	21
		%	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,1	0,0	0,1	0,0
8	Deformacje	szt.	6991	268	368	138	596	543	869	502	930	11205
		%	31,2	11,7	33,6	23,5	23,4	8,6	14,3	12,3	18,2	22,2
9	Inne symptomy	szt.	840	26	49	10	7	33	41	31	47	1084
		%	3,7	1,1	4,5	1,7	0,3	0,5	0,7	0,8	0,9	2,1
10	Oznaki wyst. owadów	szt.	98	9	6	18	24	33	31	12	27	258
		%	0,4	0,4	0,5	3,1	0,9	0,5	0,5	0,3	0,5	0,5
11	Oznaki wyst. grzybów	szt.	118	4	6	1	12	461	20	2	43	667
		%	0,5	0,2	0,5	0,2	0,5	7,3	0,3	0,0	0,8	1,3
12	Inne oznaki	szt.	279	3	4	1	3	21	19	8	28	366
		%	1,2	0,1	0,4	0,2	0,1	0,3	0,3	0,2	0,5	0,7
13	Złamane gałęzie	szt.	765	58	35	13	73	49	71	18	55	1137
		%	3,4	2,5	3,2	2,2	2,9	0,8	1,2	0,4	1,1	2,3
14	Martwe/obumierające gałęzie	szt.	1642	140	87	38	131	804	209	143	387	3581
		%	7,3	6,1	7,9	6,5	5,1	12,7	3,4	3,5	7,6	7,1
15	Zrzucone gałęzie, pędy, pączki	szt.	111	19	37	25	6	131	14	11	10	364
		%	0,5	0,8	3,4	4,3	0,2	2,1	0,2	0,3	0,2	0,7
16	Nekrozy	szt.	44	11	4	0	25	7	6	4	14	115
		%	0,2	0,5	0,4	0,0	1,0	0,1	0,1	0,1	0,3	0,2
17	Rany	szt.	2594	444	212	69	434	255	312	161	393	4874
		%	11,6	19,4	19,3	11,7	17,0	4,0	5,1	4,0	7,7	9,6
18	Wycieki żywicy	szt.	1287	556	47	75						1965
		%	5,7	24,3	4,3	12,8						3,9
19	Wycieki na drzewach liściastych	szt.					6	36	34	12	17	105
		%					0,2	0,6	0,6	0,3	0,3	0,2
20	Zgnilizna	szt.	421	69	27	16	174	145	211	319	328	1710
		%	1,9	3,0	2,5	2,7	6,8	2,3	3,5	7,8	6,4	3,4
21	Pochylone	szt.	2263	20	7	71	91	182	794	363	458	4249
		%	10,1	0,9	0,6	12,1	3,6	2,9	13,0	8,9	9,0	8,4
22	Przewrócone	szt.	1	0	0	1	0	0	3	0	3	8
		%	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0
Łączna liczba symptomów		szt.	22413	2284	1096	588	2546	6327	6095	4067	5101	50517

Tabela 5.6. Liczba i udział wyróżnionych kategorii czynników sprawczych uszkodzeń na drzewach poszczególnych gatunków w 2020 r. oraz trendy zmian identyfikowania czynników sprawczych w okresie 2010–2020

Kod	Czynniki sprawcze	Jedn.	Sosna	Świerk	Jodla	Inne igł.	Buk	Dęby	Brzoza br.	Olsza cz.	Inne liśc.	Razem	
100	Kręgowce	szt.	300	201	41	3	30	37	20	36	34	702	
		%	1,3	8,8	3,7	0,5	1,2	0,6	0,3	0,9	0,7	1,4	
200	Owady	szt.	1470	262	15	51	667	2230	2461	2306	1772	11234	
		%	6,6	11,5	1,4	8,7	26,2	35,2	40,4	56,7	34,7	22,2	
300	Grzyby	szt.	1198	56	189	30	235	1215	170	213	364	3670	
		%	5,3	2,5	17,2	5,1	9,2	19,2	2,8	5,2	7,1	7,3	
400	Czynniki abiotyczne	szt.	1199	107	65	34	196	268	627	254	405	3155	
		%	5,3	4,7	5,9	5,8	7,7	4,2	10,3	6,2	7,9	6,2	
500	Bezpośrednie działanie człowieka	szt.	1789	201	111	56	241	129	168	55	161	2911	
		%	8,0	8,8	10,1	9,5	9,5	2,0	2,8	1,4	3,2	5,8	
600	Pożary	szt.	35	1	0	0	0	0	1	0	0	37	
		%	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
700	Zanieczyszczenia powietrza	szt.	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
		%	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
800	Konkurencja i inne czynniki	szt.	7584	447	252	131	300	618	1101	489	779	11701	
		%	33,8	19,6	23,0	22,3	11,8	9,8	18,1	12,0	15,3	23,2	
999	Badane niezidentyfikowane	2020	szt.	8837	1009	423	283	877	1830	1547	714	1586	17106
			%	39,4	44,2	38,6	48,1	34,4	28,9	25,4	17,6	31,1	33,9
		2019		39,9	39,2	35,6	47,3	30,9	26,5	22,0	16,4	29,8	32,5
		2018		36,2	31,9	32,5	40,8	19,1	24,8	21,7	14,3	25,1	28,7
		2017		37,3	31,2	31,4	43,1	20,2	22,7	21,1	14,9	23,7	28,6
		2016		38,6	32,1	32,8	41,2	22,2	27,4	25,6	17,5	25,6	31,1
		2015		39,1	32,7	30,2	41,8	23,4	28,2	26,8	18,3	27,1	32,0
		2014		41,7	36,8	31,4	45,9	28,4	28,8	29,0	23,1	27,9	34,5
		2013		42,7	36,9	30,2	44,0	23,5	35,1	32,3	19,9	26,6	35,7
		2012		42,3	43,1	39,6	46,5	29,1	33,4	37,6	16,8	28,6	36,8
		2011		46,7	54,4	45,9	60,4	27,7	30,9	29,4	14,0	30,8	38,4
2010		46,9	57,2	34,4	44,7	36,8	37,3	43,4	13,3	33,4	40,4		
Trend wg testu Mann-Kendall'a			SP	SP	N	N	N	SP	SP	N	N	SP	

SP – spadek
N – brak trendu

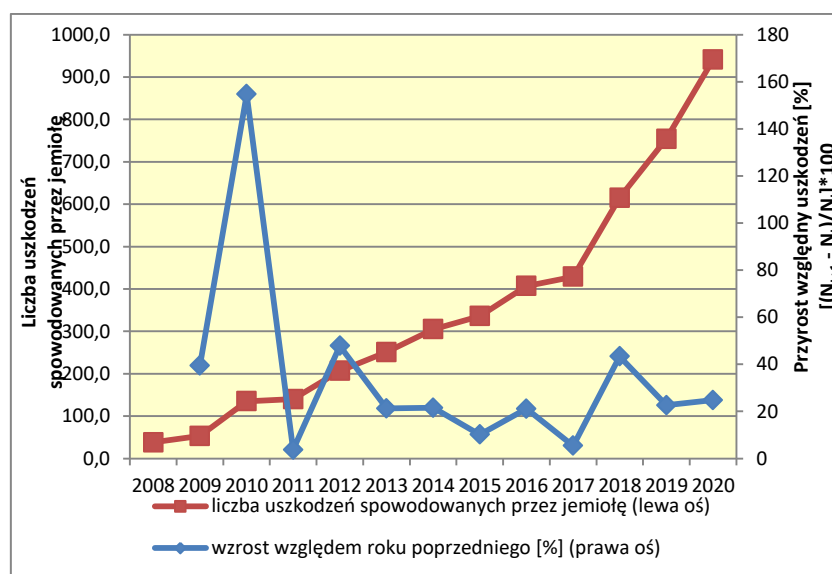
Tabela 5.7. Udział procentowy uszkodzeń drzew spowodowanych przez wyróżnione grupy owadów oraz kategorie innych czynników i konkurencji na drzewach poszczególnych gatunków na SPO I rzędu w 2020 r.

Grupy owadów Kategorie konkurencji i innych czynników		Gatunki drzew									Razem
		Sosna	Świerk	Jodła	Inne iglaste	Buk	Dęby	Brzoza	Olsza	Inne liśc.	
OWADY	Liściożerne	5,14	0,12	0,01	0,06	5,40	18,15	15,49	20,10	15,19	79,65
	Uszkodzające pień, gałęzie, pędy	7,13	1,85	0,07	0,28	0,18	0,54	0,30	0,10	0,34	10,80
	Ssące	0,00	0,04	0,04	0,00	0,23	0,29	5,79	0,12	0,04	6,54
	Bez specyfikacji	0,32	0,31	0,02	0,09	0,02	0,24	0,17	0,15	0,05	1,37
	Minujące	0,00	0,00	0,00	0,00	0,11	0,56	0,14	0,04	0,15	1,00
	Uszkodzające pączki	0,43	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,01	0,00	0,00	0,45
	Owady inne	0,07	0,01	0,00	0,02	0,00	0,02	0,01	0,02	0,01	0,15
	Galasówki	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,04
	Razem dla gatunku drzewa	13,09	2,33	0,13	0,45	5,94	19,85	21,91	20,53	15,77	100,00
	Razem igl/liśc.	16,00				84,00					
KONKURENCJA I INNE CZYNNIKI	Konkurencja	52,09	3,43	1,54	1,07	2,15	4,03	7,73	3,73	5,60	81,35
	Epifity/parazyty	6,85	0,02	0,48	0,00	0,00	0,03	0,36	0,00	0,36	8,09
	Bez specyfikacji	4,32	0,30	0,05	0,03	0,11	1,10	1,14	0,30	0,31	7,67
	Inne znane ale nie podane	1,20	0,07	0,09	0,02	0,29	0,09	0,13	0,12	0,31	2,31
	Mutacje	0,32	0,01	0,00	0,00	0,01	0,01	0,03	0,02	0,03	0,43
	Wirusy	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,03	0,02	0,05	0,13
	Nicienie	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,03
	Razem dla gatunku drzewa	64,81	3,82	2,15	1,12	2,56	5,28	9,41	4,18	6,66	100,00
	Razem igl/liśc.	71,91				28,09					

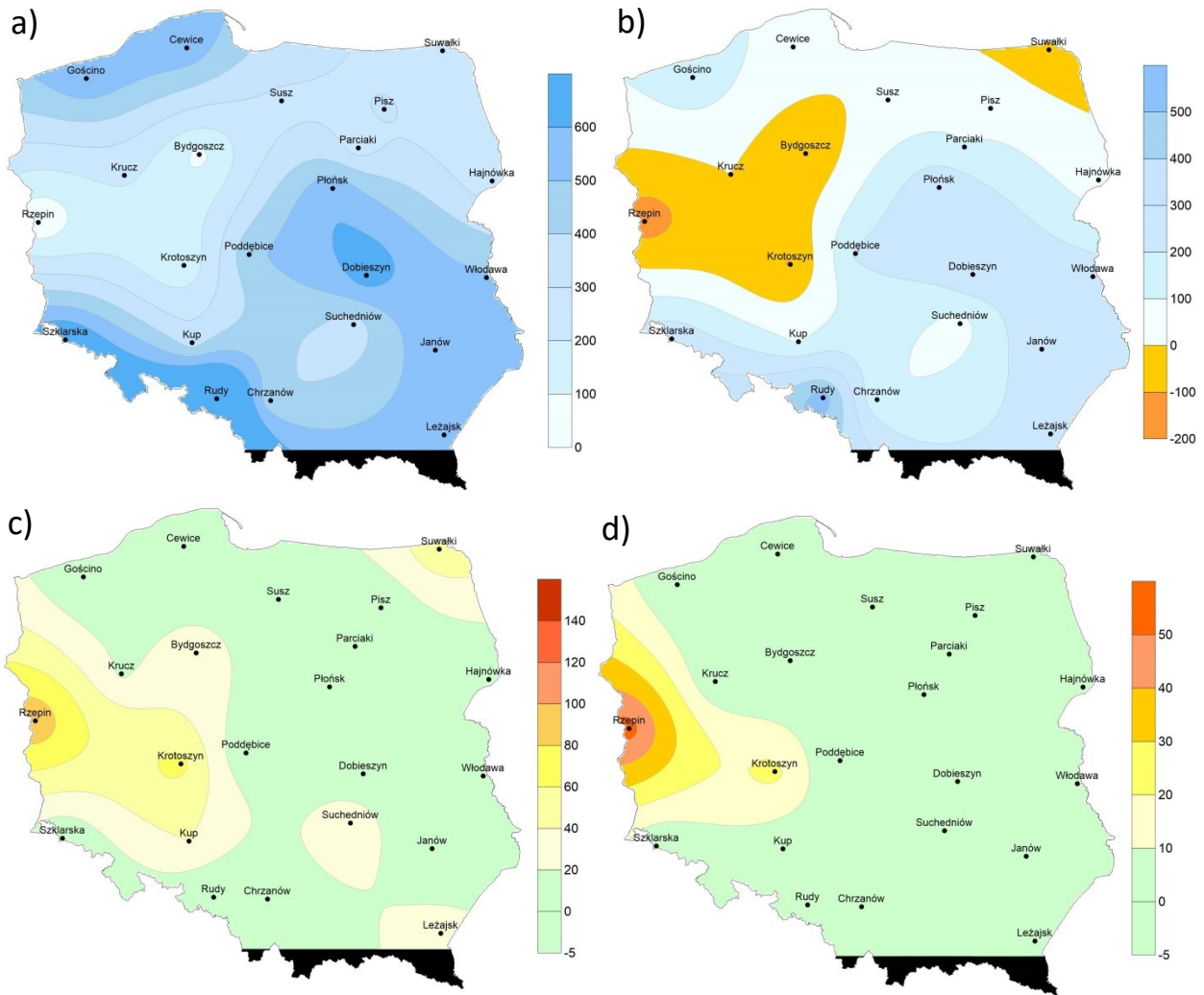
Tabela 5.8. Uszkodzenia drzew wyróżnionych gatunków i grup gatunków spowodowane przez epifity/parazyty (jemiolę) na SPO I rzędu w latach 2008–2020 wyrażone bezwzględną liczbą uszkodzeń (szt.) oraz wskaźnikiem liczby uszkodzeń przypadających na 1 drzewo [wg formuły: (liczba uszk./liczba drzew)*100] oraz 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
Trend		W		W				W		W	W

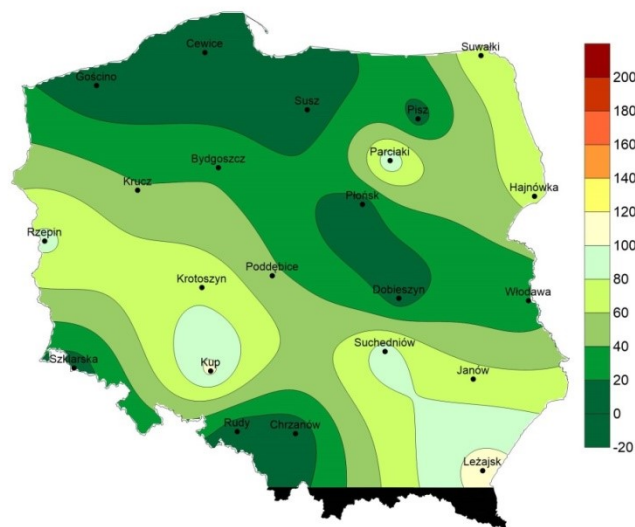
W – wzrost



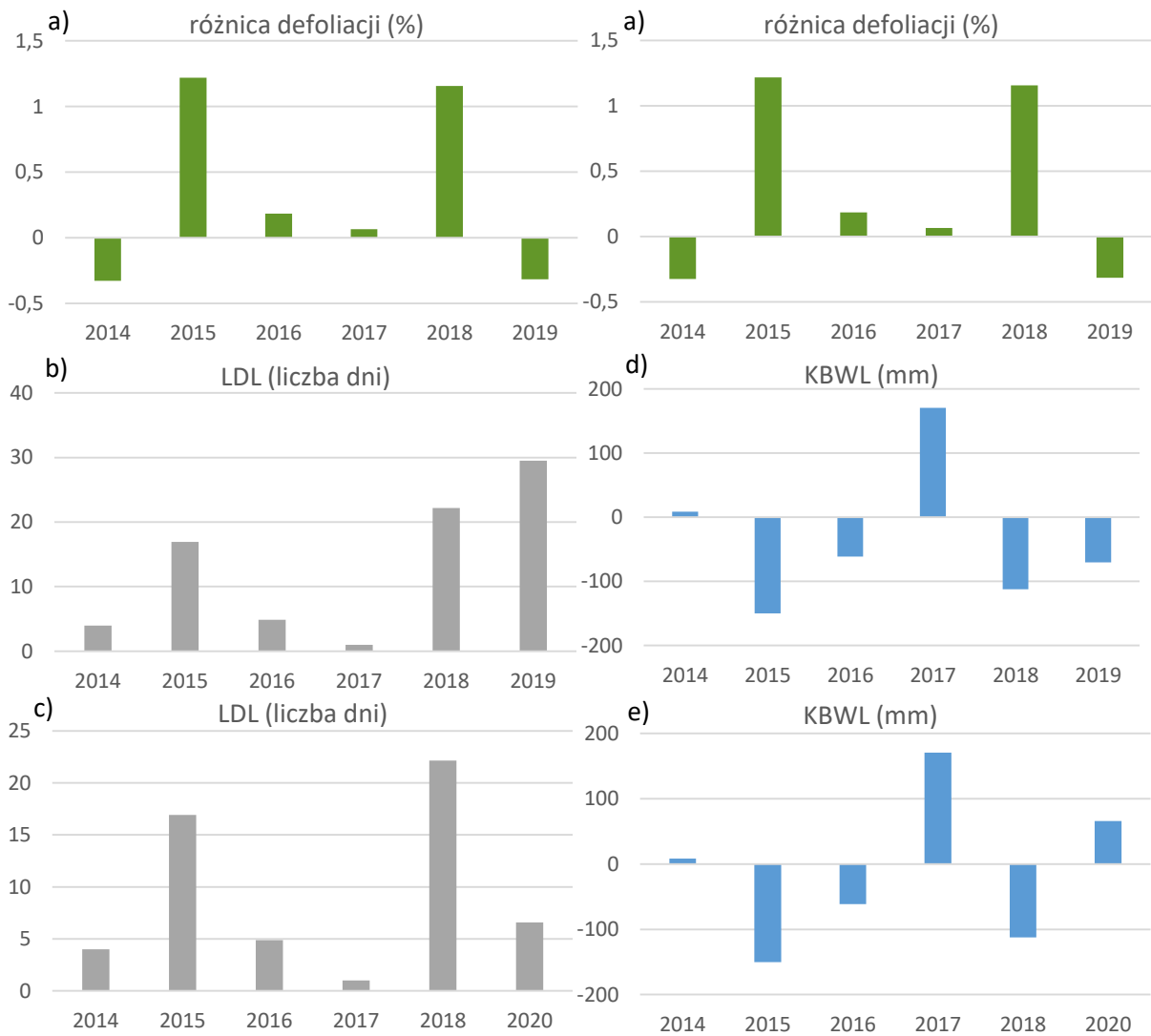
Rycina 5.1 Wzrost liczby uszkodzeń spowodowanych przez epifity/parazyty (jemiolę) wyrażony w liczbach bezwzględnych oraz przyrost tych uszkodzeń względem roku poprzedniego [%] w latach 2008–2020



Rycina 6.1. Warunki klimatyczno-wodne w 2020 r.: a) roczny klimatyczny bilans wodny, b) klimatyczny bilans wodny półrocza letniego, c) liczba dni ograniczonej dostępności wody dla roślinności w roku, d) liczba dni ograniczonej dostępności wody dla roślin w miesiącach kwiecień – lipiec



Rycina 6.2. Średni niedobór wody glebowej do poziomu połowej pojemności wodnej w okresie 15 marca – 15 kwietnia



Rycina 6.3. Różnica defoliacji drzew w stosunku do roku poprzedniego (a) oraz warunki wodne panujące w roku poprzednim (b i d) wyrażone wskaźnikami liczby dni suszy w okresie maksymalnego wzrostu (LDL) oraz klimatycznego bilansu wodnego półrocza letniego (KBWL), oraz w przypadku różnicy defoliacji w 2020 r. w roku bieżącym (c i e). Wartości obliczone jako średnie ważone dla obszaru kraju, gdzie wagą była powierzchnia występowania poszczególnych wskaźników.

Tabela 7.1. Średnia defoliacja na stałych powierzchniach obserwacyjnych (SPO) I rzędu znajdujących się na specjalnych obszarach ochrony siedlisk (SOO) Natura 2000 w 2020 r.

Kod obszaru	Nazwa obszaru	Liczba drzew	Średnia defoliacja
PLC020001	Karkonosze	20	19,5
PLC020002	Łęgi Odrzańskie	60	39,8
PLC120001	Tatry	60	35,3
PLC120003	Torfowiska Orawsko-Nowotarskie	20	28,0
PLC140001	Puszcza Kampinowska	80	30,8
PLC180001	Bieszczady	360	19,4
PLC200004	Puszcza Białowieska	220	22,0
PLH020003	Dolina Łachy	20	14,0
PLH020004	Góry Stołowe	40	27,3
PLH020015	Wrzosowisko Przemkowskie	20	30,0
PLH020016	Góry Białskie i Grupa Śnieżnika	40	17,6
PLH020017	Grądy w Dolinie Odry	20	19,8
PLH020037	Góry i Pogórze Kaczawskie	40	30,8
PLH020038	Góry Kamienne	20	13,3
PLH020041	Ostoja nad Baryczą	140	22,0
PLH020047	Torfowiska Gór Izerskich	20	28,5
PLH020054	Ostoja nad Bobrem	20	19,3
PLH020060	Góry Orlickie	20	31,3
PLH020062	Góry Bardzkie	20	32,5
PLH020071	Ostoja Nietoperzy Gór Sowich	40	17,5
PLH020072	Uroczyska Borów Dolnośląskich	20	26,3
PLH020074	Wzgórze Strzeleckie	20	22,3
PLH020082	Wzgórze Niemczańskie	20	21,8
PLH020084	Dolina Dolnej Baryczy	40	25,9
PLH020086	Pieńska Dolina Nysy Łużyckiej	20	17,3
PLH020091	Dolina Oleśnicy i Potoku Boguszyckiego	20	30,5
PLH020096	Góry Złote	20	19,8
PLH020103	Łęgi nad Bystrycą	20	43,8
PLH040007	Jezioro Gopło	20	22,3
PLH040017	Sandr Wdy	20	19,3
PLH040023	Doliny Brdy i Stażki w Borach Tucholskich	20	19,5
PLH060005	Dolina Środkowego Wieprza	20	26,8
PLH060013	Ostoja Poleska	20	28,0
PLH060015	Płaskowyż Natęczowski	20	19,0
PLH060017	Roztocze Środkowe	20	24,8
PLH060031	Uroczyska Lasów Janowskich	40	27,6
PLH060034	Uroczyska Puszczy Solskiej	80	22,3
PLH060043	Lasy Sobiborskie	20	31,0
PLH060045	Przełom Wisły w Małopolsce	20	47,8
PLH060051	Dolny Wieprz	20	34,5
PLH060093	Uroczyska Roztocza Wschodniego	20	23,0
PLH060099	Uroczyska Lasów Strzeleckich	20	28,5
PLH080001	Dolina Leniwej Obry	20	22,8
PLH080002	Rynna Jezior Obrzańskich	60	21,8
PLH080004	Torfowisko Chłopy	20	29,0

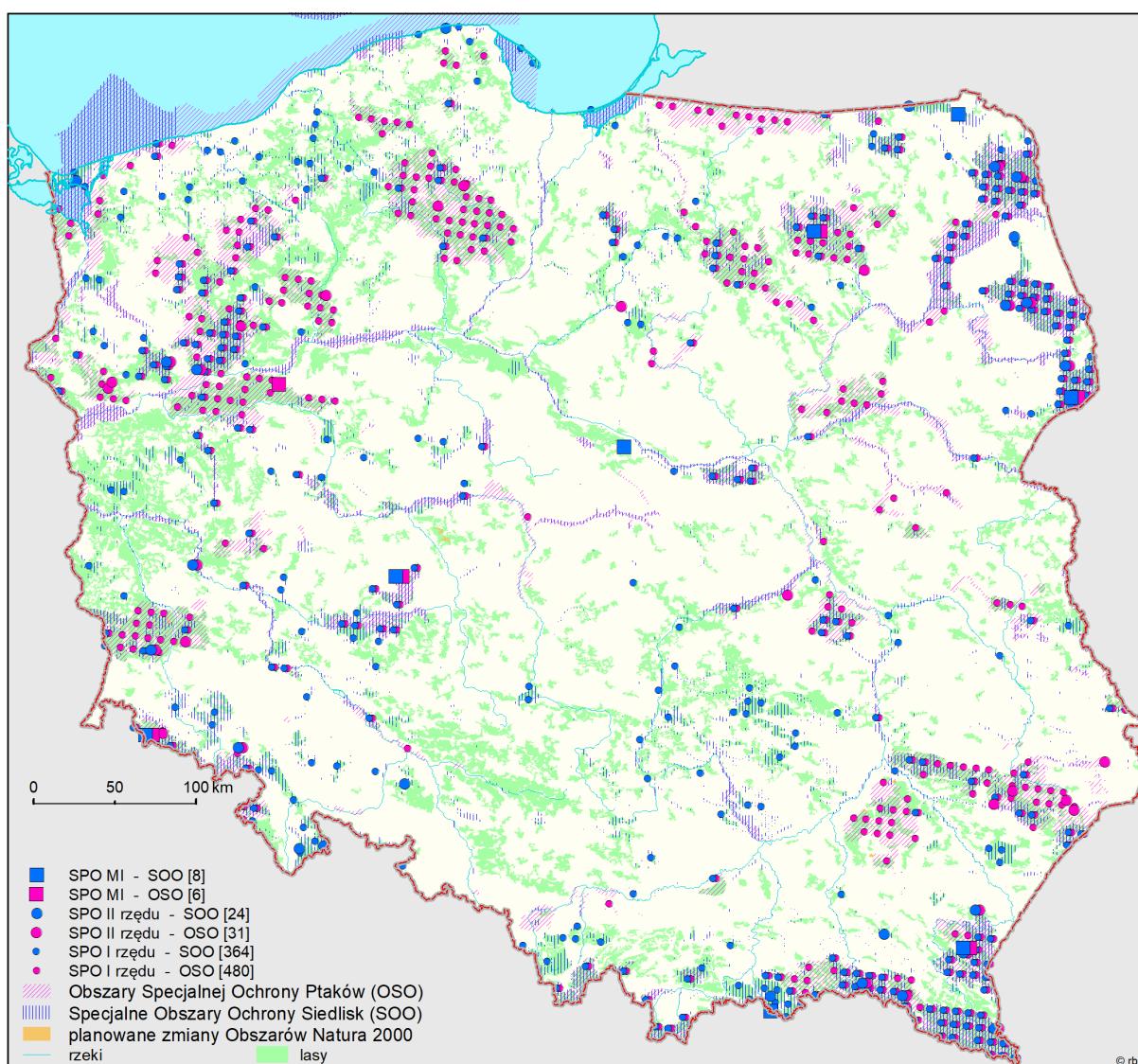
Kod obszaru	Nazwa obszaru	Liczba drzew	Średnia defoliacja
PLH080014	Nowosolska Dolina Odry	20	39,5
PLH080036	Jeziora Gościńskie	20	33,3
PLH080037	Lasy Dobrosułowskie	40	28,1
PLH080044	Wilki nad Nysą	20	23,3
PLH080060	Uroczyska Borów Zasiękich	20	13,3
PLH080070	Las Żarski	20	10,3
PLH080071	Ostoja Barlinecka	100	25,5
PLH100007	Załęczański Łuk Warty	40	15,5
PLH100008	Dolina Środkowej Pilicy	20	21,0
PLH100016	Buczyna Gałkowska	20	19,8
PLH100024	Lasy Smardzewickie	20	27,3
PLH120001	Ostoja Babiogórska	20	37,0
PLH120004	Dolina Prądnika	20	24,8
PLH120008	Koło Grobli	20	16,0
PLH120018	Ostoja Gorczańska	40	26,3
PLH120019	Ostoja Popradzka	180	23,6
PLH120036	Łabowa	40	23,1
PLH120052	Ostoje Nietoperzy Beskidu Wyspowego	20	25,0
PLH120077	Rudniańskie Modraszki - Kajasówka	20	23,0
PLH120094	Ostoje Nietoperzy Powiatu Gorlickiego	20	23,0
PLH140010	Olszyny Rumockie	20	39,8
PLH140011	Ostoja Nadbużańska	40	30,4
PLH140016	Dolina Dolnej Pilicy	20	34,0
PLH140029	Kampinowska Dolina Wisły	20	27,5
PLH140030	Łękawica	20	28,5
PLH140035	Puszcza Kozienicka	80	27,7
PLH140046	Bory bagienne i torfowiska Karaska	20	15,5
PLH140049	Myszynieckie Bory Sasankowe	20	20,5
PLH160007	Góry Opawskie	20	28,5
PLH160014	Opolska Dolina Nysy Kłodzkiej	20	36,3
PLH180001	Ostoja Magurska	80	24,6
PLH180012	Ostoja Przemyska	80	19,3
PLH180013	Ostoja Góry Słonne	160	20,7
PLH180014	Ostoja Jaślińska	120	15,0
PLH180015	Łysa Góra	20	23,8
PLH180017	Horyniec	40	17,1
PLH180018	Trzciana	20	40,0
PLH180020	Dolina Dolnego Sanu	20	18,8
PLH180023	Las nad Braciejową	20	17,3
PLH180054	Lasy Sieniawskie	60	23,1
PLH180055	Enklawy Puszczy Sandomierskiej	20	39,3
PLH200004	Ostoja Wigierska	20	24,5
PLH200005	Ostoja Augustowska	280	22,1
PLH200006	Ostoja Knyszyńska	420	21,7
PLH200007	Pojezierze Sejneńskie	40	20,8

Kod obszaru	Nazwa obszaru	Liczba drzew	Średnia defoliacja
PLH200008	Dolina Biebrzy	160	23,5
PLH200010	Ostoja w Dolinie Górnej Narwi	20	19,3
PLH200019	Jelonka	20	22,5
PLH200021	Ostoja w Dolinie Górnego Nurca	20	19,8
PLH200022	Dolina Górnej Rospudy	20	31,5
PLH220014	Kurze Grzędy	20	27,8
PLH220018	Mierzeja Sarbska	20	20,0
PLH220020	Pełcznica	20	17,0
PLH220021	Piaśnickie Łąki	20	19,3
PLH220026	Sandr Brdy	20	18,3
PLH220029	Trzy Młyny	20	19,8
PLH220032	Zatoka Pucka i Półwysp Helski	40	22,6
PLH220034	Jeziora Wdzydzkie	40	19,9
PLH220038	Dolina Wieprzy i Studnicy	20	16,5
PLH220041	Miasteczkie Jeziora Lobeliowe	20	20,3
PLH220079	Ostoja Borzyszkowska	20	18,3
PLH240001	Cieszyńskie Źródła Tufowe	20	21,5
PLH240005	Beskid Śląski	40	28,3
PLH240006	Beskid Żywiecki	40	21,6
PLH240023	Beskid Mały	60	23,1
PLH260002	Łysogóry	20	19,3
PLH260004	Ostoja Przedborska	20	21,8
PLH260010	Lasy Suchedniowskie	80	28,6
PLH260011	Lasy Skarżyskie	20	20,3
PLH260015	Dolina Czarnej	20	26,8
PLH260018	Dolina Górnej Pilicy	40	31,5
PLH260024	Krzemionki	20	26,5
PLH260027	Ostoja Gaj	20	30,5
PLH260028	Ostoja Jeleniowska	20	19,8
PLH260029	Ostoja Kozubowska	20	20,5
PLH260034	Ostoja Szaniecko-Solecka	40	26,0
PLH260040	Lasy Cisowsko-Orłowińskie	20	19,8
PLH280001	Dolina Drwęcy	80	28,1
PLH280007	Zalew Wiślany i Mierzeja Wiślana	20	21,0
PLH280012	Ostoja Lidzbarska	40	19,6
PLH280016	Ostoja Borecka	100	20,6
PLH280029	Doliny Erozyjne Wysoczyzny Elbląskiej	20	19,3
PLH280033	Warmińskie Buczyny	20	20,3
PLH280044	Ostoja nad Oświnem	20	15,5
PLH280048	Ostoja Piska	120	21,1
PLH280052	Ostoja Napiwodzko-Ramucka	80	22,6
PLH280053	Ostoja Ławska	60	17,8
PLH300001	Biedrusko	20	17,8
PLH300002	Uroczyska Płyty Krotoszyńskiej	80	34,3
PLH300009	Ostoja Nadwarciańska	20	17,3
PLH300010	Ostoja Wielkopolska	40	29,1
PLH300011	Puszcza Bieniszewska	20	15,5
PLH300026	Pojezierze Gnieźnieńskie	40	20,0

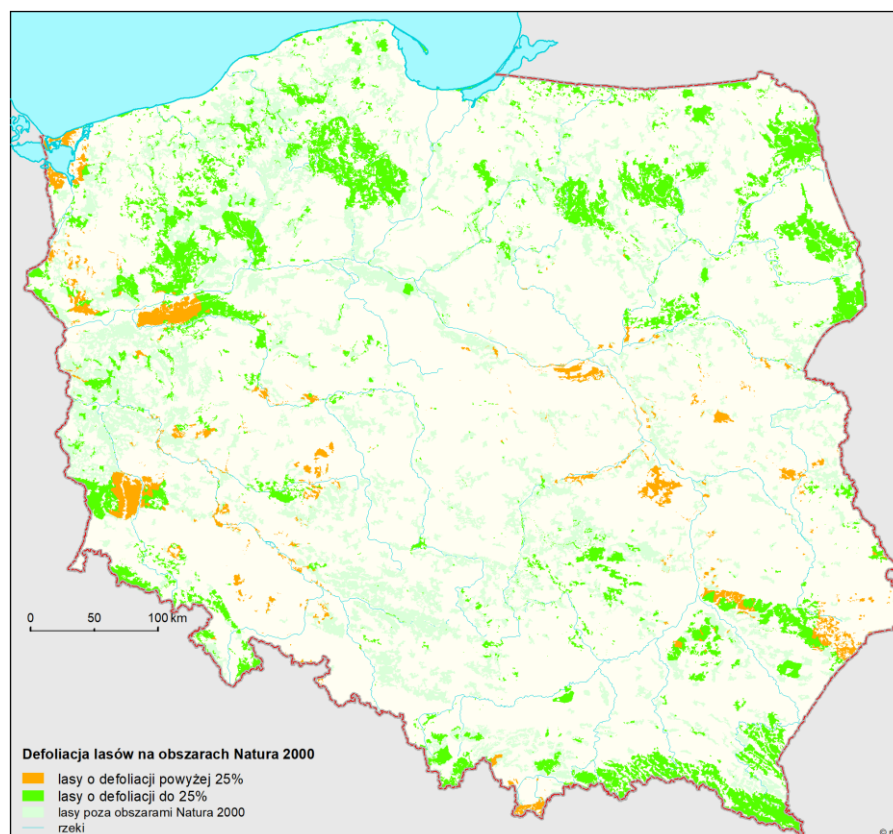
Kod obszaru	Nazwa obszaru	Liczba drzew	Średnia defoliacja
PLH300032	Ostoja Międzychodzko-Sierakowska	40	21,5
PLH300033	Dolina Mogielnicy	20	23,5
PLH300038	Dolina Cybiny	20	17,3
PLH300041	Ostoja Przemęcka	20	27,3
PLH300045	Ostoja Pilska	20	23,8
PLH300046	Dolina Bukówki	20	22,5
PLH320001	Bobolickie Jeziora Lobeliowe	20	17,8
PLH320003	Dolina Grabowej	20	22,3
PLH320006	Dolina Płoni i Jezioro Miedwie	20	19,3
PLH320007	Dorzecze Parsęty	60	21,5
PLH320008	Janiewickie Bagno	20	24,5
PLH320013	Ostoja Goleniowska	20	22,5
PLH320014	Pojezierze Myśliborskie	20	32,8
PLH320017	Trzebiatowsko-Kołobrzeski Pas Nadmorski	40	17,8
PLH320019	Wolin i Uznam	60	29,3
PLH320020	Wzgórza Bukowe	40	24,7
PLH320022	Dolina Radwi, Chocieli i Chotli	60	22,5
PLH320023	Jezioro Lubie i Dolina Drawy	60	18,1
PLH320037	Dolna Odra	20	22,3
PLH320038	Gogolice-Kosa	20	29,3
PLH320039	Jeziora Czaplneckie	60	19,7
PLH320040	Jezioro Bobięcińskie	20	19,8
PLH320044	Lasy Bierzwnickie	40	17,4
PLH320045	Miroslawiec	20	21,0
PLH320046	Uroczyska Puszczy Drawskiej	240	20,6
PLH320047	Warnie Bagno	20	21,8
PLH320049	Dorzecze Regi	60	20,7
PLH320052	Ostoja Golczewska	20	27,5
PLH320060	Dzicyz Las	20	32,5
PLH320067	Pojezierze Ińskie	60	18,9

Tabela 7.2. Średnia defoliacja na obszarach Natura 2000 z powierzchniami monitoringu leśnego w 2020 r.

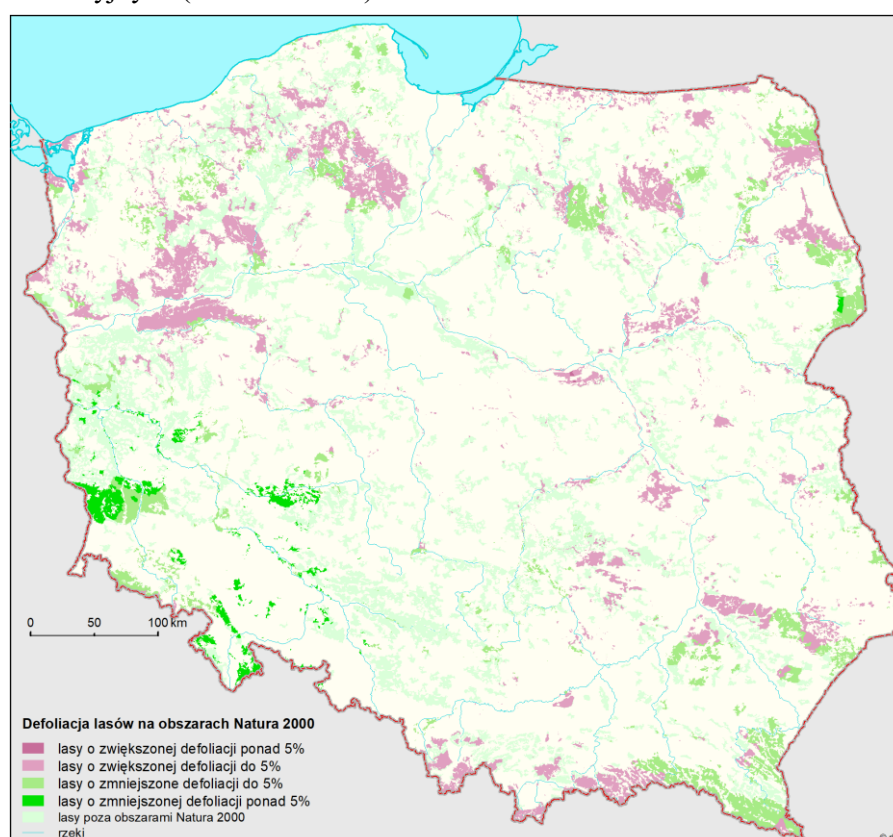
Rodzaj obszaru	Liczba obszarów Natura 2000	Liczba SPO I	Średnia defoliacja w 2019 r.	Średnia defoliacja w 2018 r.	Zmiana średniej defoliacji
Obszary ochrony ptaków (OSO)	81	480	22,8	23,0	-0,2
Obszary ochrony siedlisk (SOO)	168	364	23,2	23,4	-0,2



Rycina 7.1. Rozmieszczenie SPO I i II rzędu oraz powierzchni monitoringu intensywnego na obszarach Natura 2000 (stan na koniec 2020 r.)



Rycina 7.2. Poziom uszkodzenia lasów na obszarach Natura 2000 na podstawie oceny defoliacji na stałych powierzchniach obserwacyjnych (stan na 2020 r.)



Rycina 7.3. Różnica w poziomie uszkodzenia lasów na obszarach Natura 2000 pomiędzy latami 2020 i 2019 na podstawie zmiany defoliacji na stałych powierzchniach obserwacyjnych

Tabela 8.1. Średnie wartości miesięczne temperatury powietrza, wilgotności i promieniowania oraz miesięczne sumy opadów – stacje meteorologiczne na SPO MI – 2020 r.

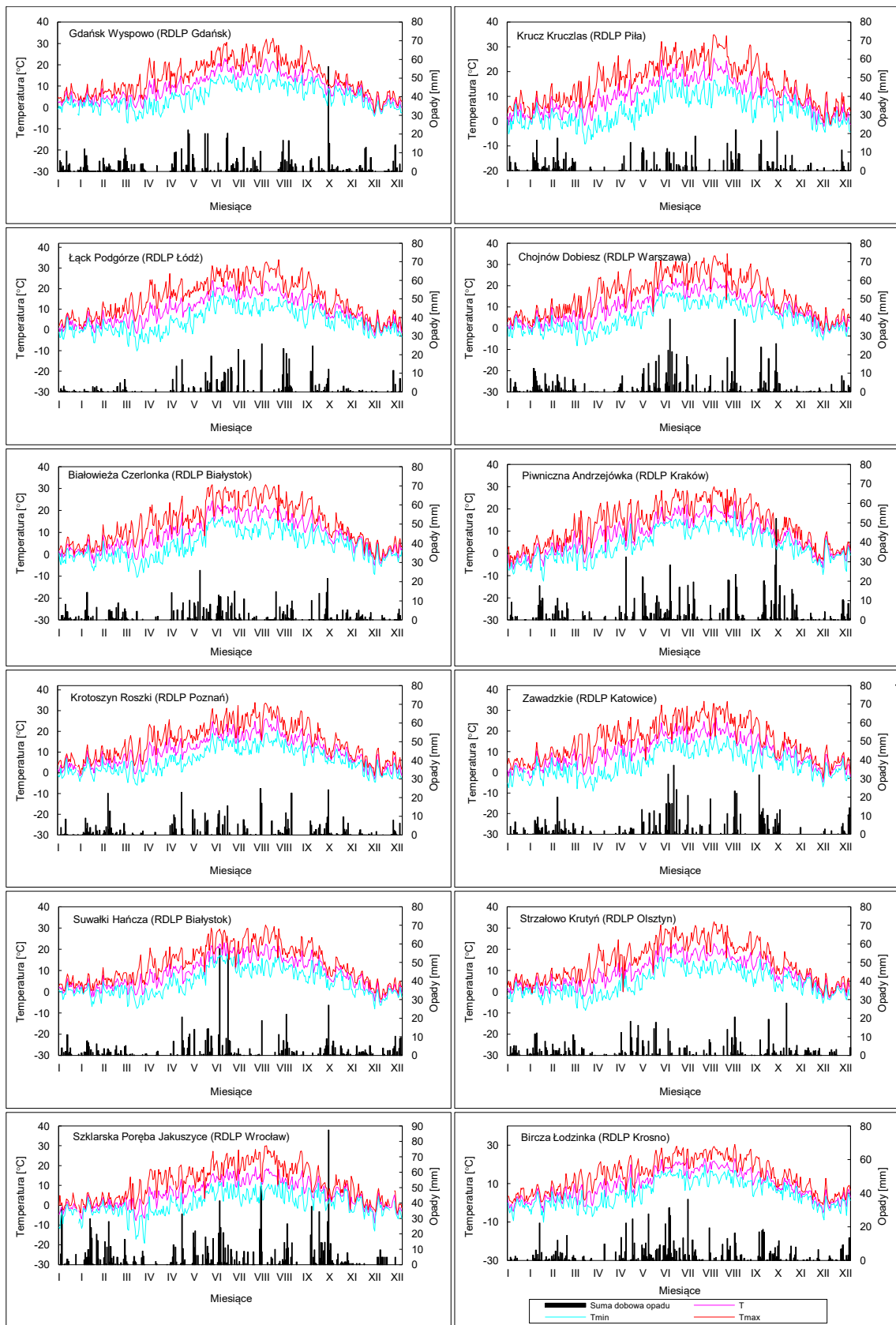
Stacja	Miesiąc											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
	Temp. +2 m [°C]											
Białowieża-Czerlonka	1,4	2,0	3,1	6,9	10,9	18,9	18,1	18,8	14,3	10,1	4,8	0,4
Piwniczna-Andrzejówka	-2,8	0,9	3,1	8,4	9,5	15,8	17,0	18,4	14,0	8,6	2,1	0,5
Bircza-Łodzinka	0,5	2,6	3,9	7,9	10,3	17,4	18,2	19,1	14,3	10,3	4,0	1,0
Chojnów-Dobiesz	1,9	3,3	4,0	8,6	11,5	18,2	18,5	19,0	14,4	10,0	5,4	1,6
Gdańsk-Wyspowo	3,6	3,8	3,6	7,5	10,1	16,9	16,8	18,3	14,6	10,1	6,6	1,6
Krotoszyn-Roszki	2,6	4,6	5,0	9,8	11,7	18,1	18,9	20,7	15,4	10,6	5,6	2,1
Krucz-Kruczlas	3,0	4,5	4,1	8,5	11,4	18,0	17,8	19,6	13,9	10,3	5,9	2,0
Łąck-Podgórze	2,2	3,6	4,2	8,3	11,4	18,4	18,2	19,2	14,4	9,9	5,4	1,8
Strzałowo-Krutyń	2,1	2,4	2,9	6,8	10,5	17,9	17,5	18,2	14,2	9,6	5,0	0,8
Suwałki-Hańcza	1,9	1,9	2,9	6,5	10,3	17,7	17,2	17,9	14,2	9,8	4,5	-0,1
Sz. Poręba-Jakuszyce	-1,8	0,1	-0,6	4,4	6,9	12,5	13,5	14,3	10,3	6,6	1,7	-0,7
Zawadzkie	1,1	4,2	4,7	8,6	10,8	17,6	18,7	19,7	14,7	10,1	5,1	2,3
Średnia	1,3	2,8	3,4	7,7	10,4	17,3	17,5	18,6	14,1	9,7	4,7	1,1
	Suma opadów [mm]											
Białowieża-Czerlonka	51,1	32,9	39,7	18,1	91,3	94,3	56,5	46,0	34,2	71,2	36,7	17,1
Piwniczna-Andrzejówka	19,0	94,6	31,1	12,5	108,1	110,7	86,6	94,5	56,8	196,7	22,3	45,5
Bircza-Łodzinka	20,0	73,9	34,0	18,4	156,5	171,1	98,8	95,1	87,6	67,2	24,7	49,4
Chojnów-Dobiesz	55,0	68,6	28,3	9,5	63,8	188,3	60,7	101,6	54,7	86,8	9,3	27,1
Gdańsk-Wyspowo	69,6	38,7	72,0	5,9	108,7	92,3	64,1	57,8	53,9	96,0	51,2	30,4
Krotoszyn-Roszki	29,9	77,6	18,8	6,6	86,1	89,1	26,3	74,8	50,1	73,7	18,6	22,3
Krucz-Kruczlas	46,2	81,2	44,2	2,2	66,8	64,8	55,2	70,3	52,9	66,9	10,3	25,7
Łąck-Podgórze	11,4	12,4	20,0	2,2	53,1	98,3	69,6	106,7	69,8	37,3	7,8	24,1
Strzałowo-Krutyń	60,4	57,6	48,7	3,9	96,1	63,3	27,1	83,9	23,2	80,4	37,2	16,8
Suwałki-Hańcza	44,1	44,2	26,1	7,1	82,8	200,6	21,9	79,3	14,8	85,6	36,2	54,3
Sz. Poręba-Jakuszyce	75,5	212,6	65,4	6,0	147,6	206,7	60,1	165,9	104,6	254,0	18,8	48,5
Zawadzkie	32,2	86,6	36,8	6,8	53,7	201,1	51,0	75,3	112,2	67,4	3,8	44,8
Średnia	42,9	73,4	38,8	8,3	92,9	131,7	56,5	87,6	59,6	98,6	23,1	33,8

Tabela 8.2. Procentowy udział pomiarów z wiatrem – stacje meteorologiczne na SPO MI – 2020 r.

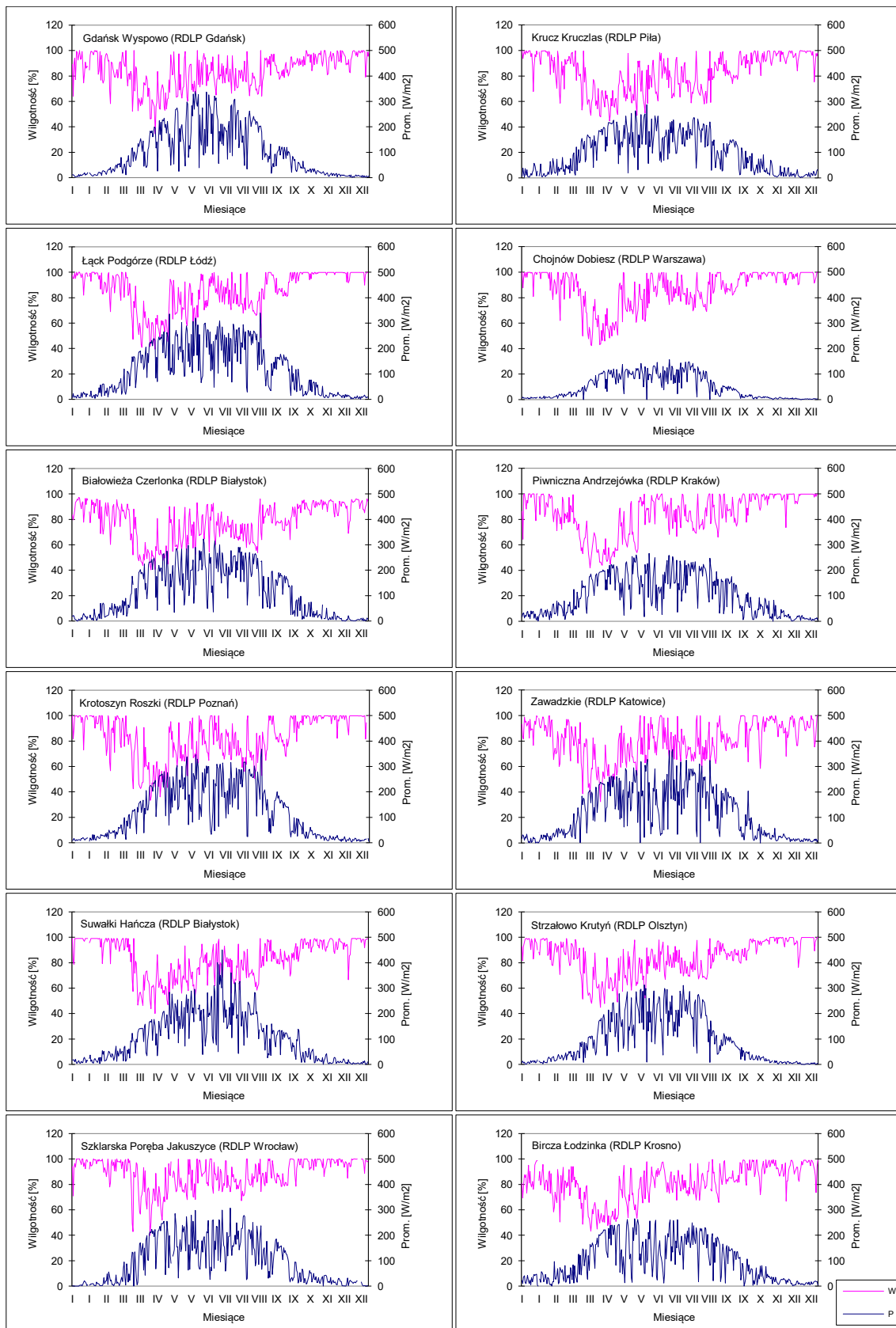
Stacja	Okres pomiarów	Liczba pomiarów			Dominujące kierunki wiatrów
		ogółem	z wiatrem	%	
Białowieża - Czerlonka	1.01.2020-31.12.2020	52704	30517	57,9	S (10,2) S-SSW (10,4)
Piwniczna - Andrzejówka	1.01.2020-31.12.2020	52704	32223	61,1	NE (17,0) SW-SSW (10,9)
Bircza-Łodzinka	1.01.2020-31.12.2020	52704	38198	72,5	SSW (5,8) S-SSW (5,5)
Chojnów-Dobiesz	1.01.2020-31.12.2020	52704	25390	48,2	W-WNW (8,7)
Gdańsk-Wyspowo	1.01.2020-31.12.2020	52704	44421	84,3	WNW (6,9)
Krotoszyn-Roszki	1.01.2020-31.12.2020	52704	38246	72,6	WSW (8,1)
Krucz-Kruczlas	1.01.2020-31.12.2020	52704	40992	77,8	SW-WSW (7,7)
Łąck-Podgórze	1.01.2020-31.12.2020	52704	50796	96,4	ESE-SE (6,6)
Strzałowo-Krutyń	1.01.2020-31.12.2020	52704	26496	50,3	SE-ESE (3,8)
Suwałki-Hańcza	1.01.2020-31.12.2020	52704	24006	45,5	S (7,9) SSE (7,1) NW (4,3)
Szklarska Poręba-Jakuszyce	1.01.2020-31.12.2020	52704	24654	46,8	SW-SSW (11,9)
Zawadzkie	1.01.2020-31.12.2020	52704	28263	54,9	SSW (6,7)

Tabela 8.3. Temperatury maksymalne oraz co najmniej 14 dniowe okresy bez, bądź z minimalnymi opadami na SPO MI w 2020 r. Kolorem czerwonym wyróżniono temperaturę maksymalną oraz okresy co najmniej 10 dni bez opadów.

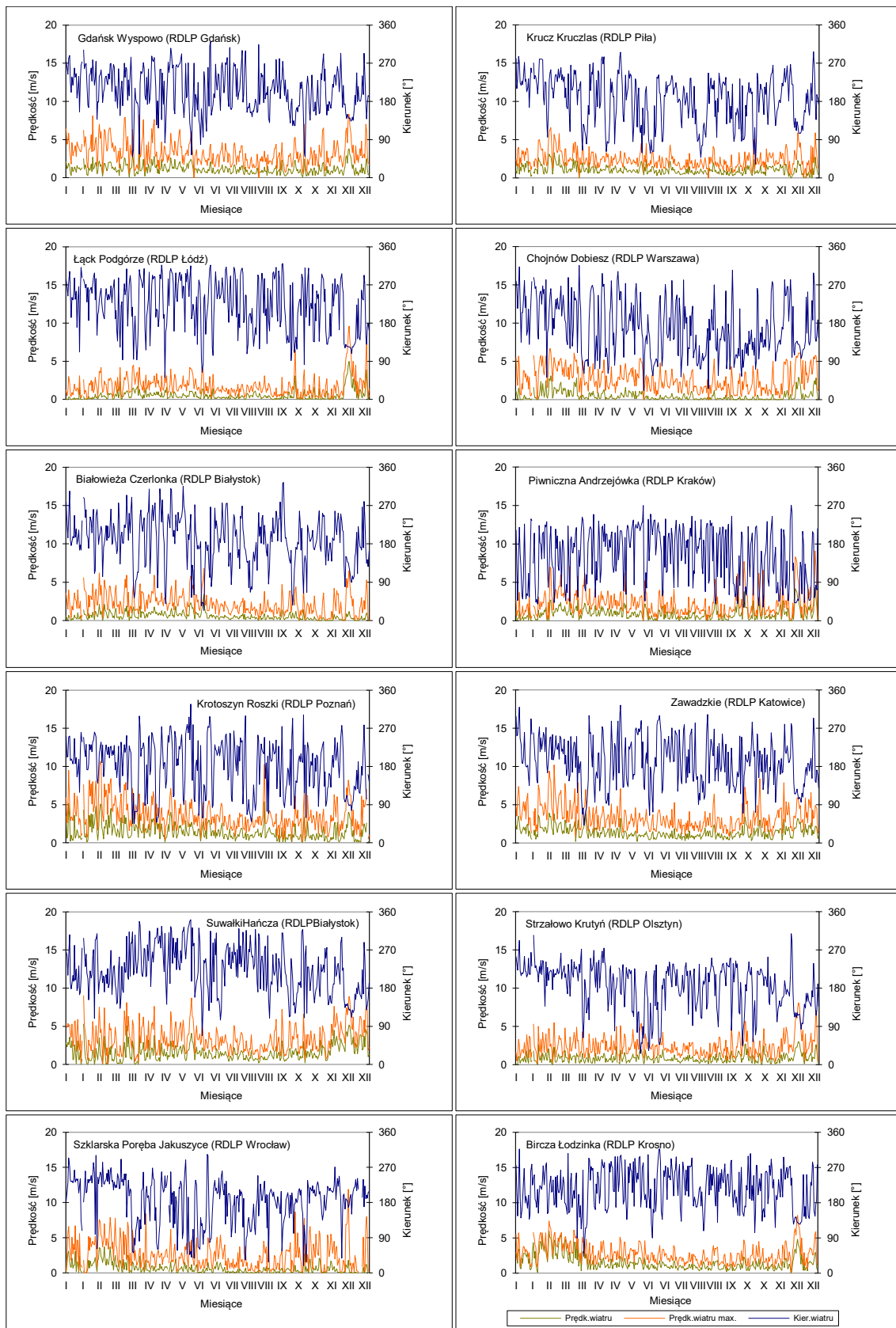
SPO MI	Data wystąpienia Tmax	Tmax (°C)	OKRESY MIN. 14 DNI Z OPADAMI < 5MM		
Białowieża	2020-08-08	31,8	25.03-29.04 22.07-08.08 07-25.09	41 (13,13) 18 19	78
Bircza	2020-08-30	30,5	23.03-12.04 14-24.04 07-24.09	21 (13) (11) 18	39
Chojnów	2020-08-22	35,1	24.03-29.04 03-17.05 02-16.09	36 15 15	66
Gdańsk	2020-08-21	33,4	02-30.04 04-24.08 11-24.09	29 (11,13) 21 (18) 14	64
Krotoszyn	2020-07-30	33,9	17.03-12.04 14-27.04 07-20.06 22.06-06.07	27 (15) 14 (13) 14 15 (14)	70
Krucz	2020-08-08	34,9	21.03-28.04 06-24.09	39 (12,15) 19 (19)	58
Łąck	2020-08-22	34,0	13.03-30.04 17.07-02.08 05-25.08 04-24.09	49 (14,15) 17 21 (12) 21 (15)	91
Piwniczna	2020-08-08	30,0	29.03-24.04 19.07-03.08 09-27.09	27 (13,10) 16 19 (14)	62
Strzałowo	2020-08-08	33,0	23.03-23.04 11-27.07 06-25.09	32 17 20	69
Suwałki	2020-08-08	31,4	14.03-13.04 15.04-01.05 13-30.07 05-21.08 11.09-04.10	31 17 (12) 18 17 (13) 24	58
Szklarska Por.	2020-08-09	30,0	01-29.04 06-24.09	29 (11,10) 19 (14)	48
Zawadzkie	2020-07-28	34,4	22.03-24.04 05-18.08 06-24.09	34 (13,11) 14 19 (14)	67



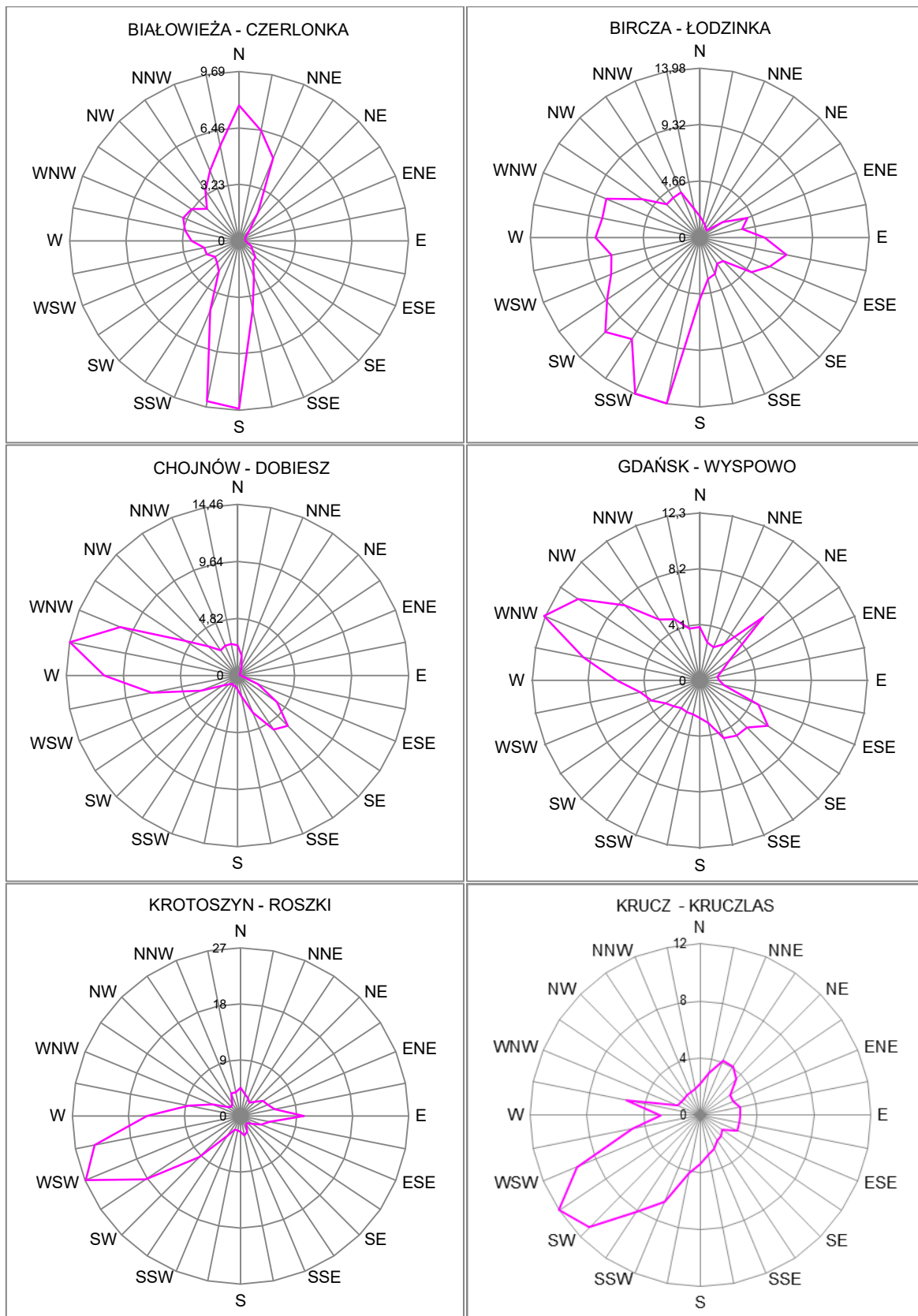
Rycina 8.1. Średnie dobowe i ekstremalne temperatury powietrza na wysokości 2 m nad ziemią oraz dobowe sumy opadów atmosferycznych mierzone na stacjach meteorologicznych monitoringu lasu w 2020 r.



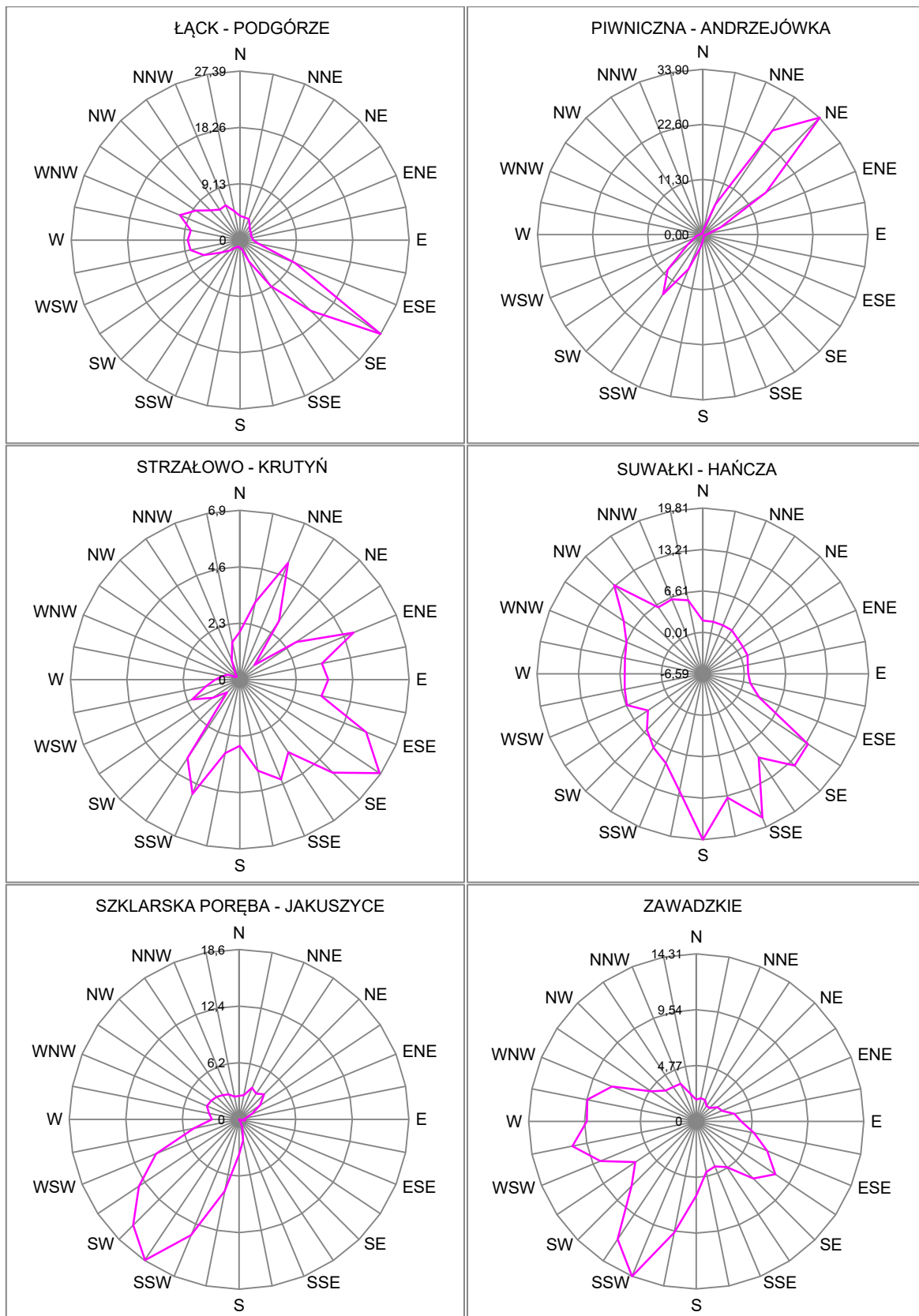
Rycina 8.2. Wilgotność względna powietrza na wysokości 2 m nad ziemią oraz całkowite promieniowanie padające, mierzone na stacjach meteorologicznych monitoringu lasu w 2020 r.



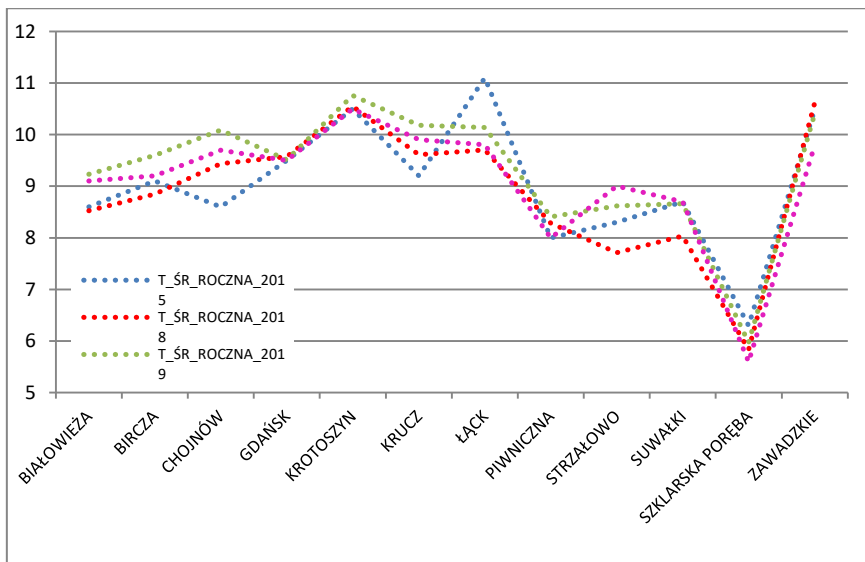
Rycina 8.3. Prędkość wiatru średnia dobowo i maksymalna oraz kierunek wiatru mierzone na stacjach meteorologicznych monitoringu lasu w 2020 r.



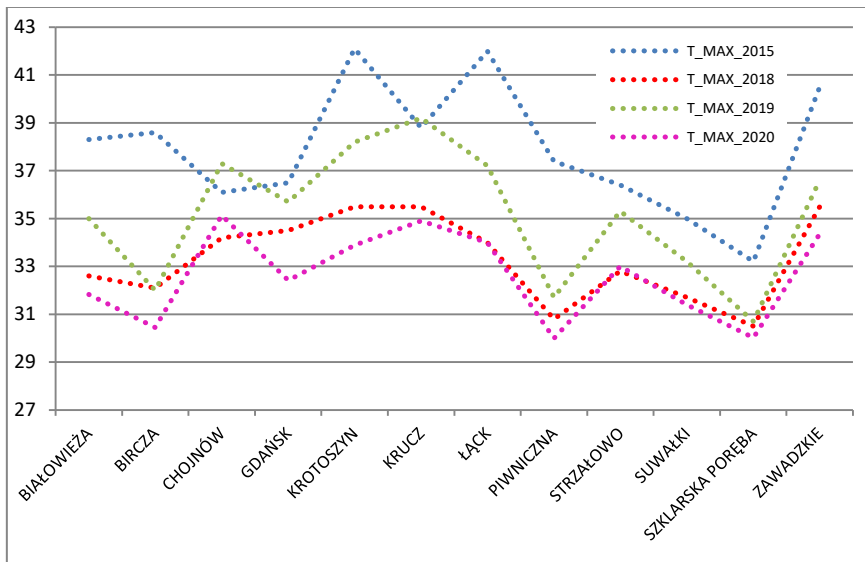
Rycina 8.4. Róża wiatrów mierzonych na automatycznych stacjach meteorologicznych MI w 2020 r.



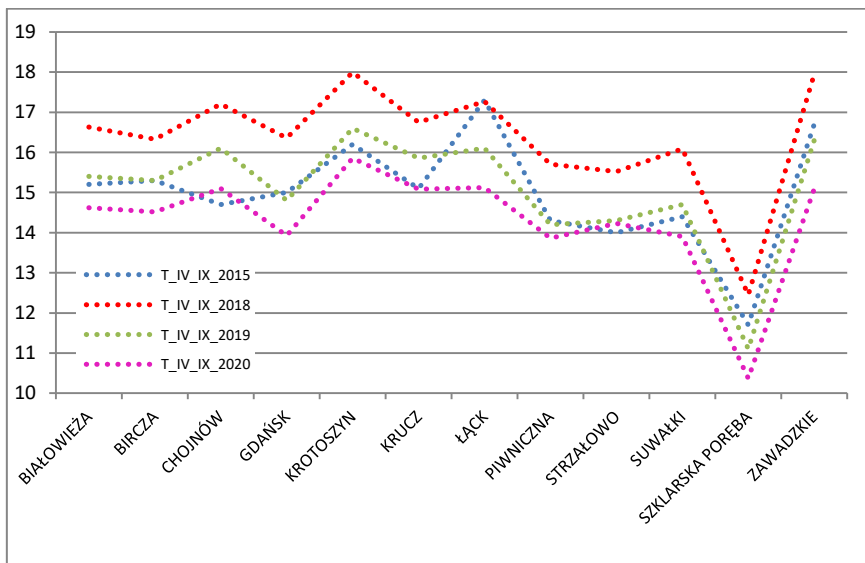
Rycina 8.4. cd.



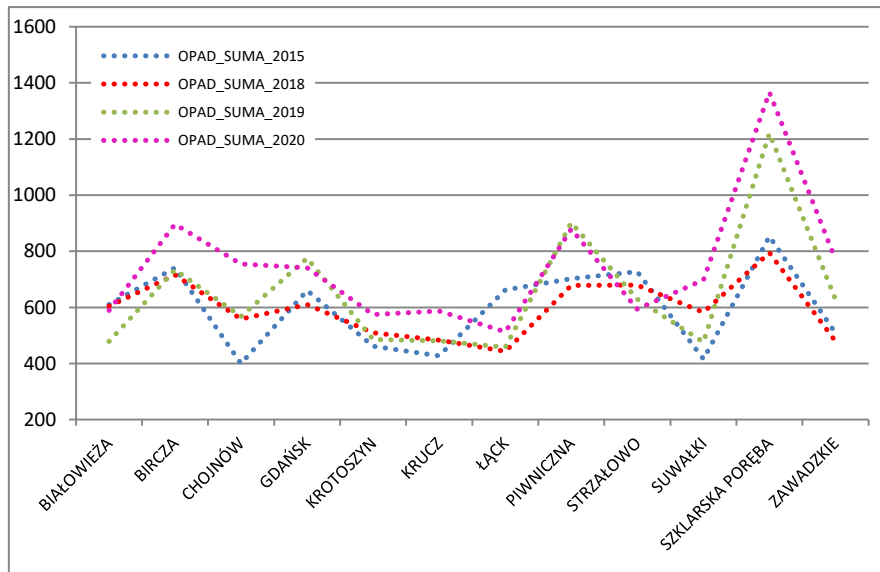
Rycina 8.5. Temperatury średnie roczne na stacjach meteorologicznych M I w roku 2020 oraz w latach 2015, 2018 i 2019.



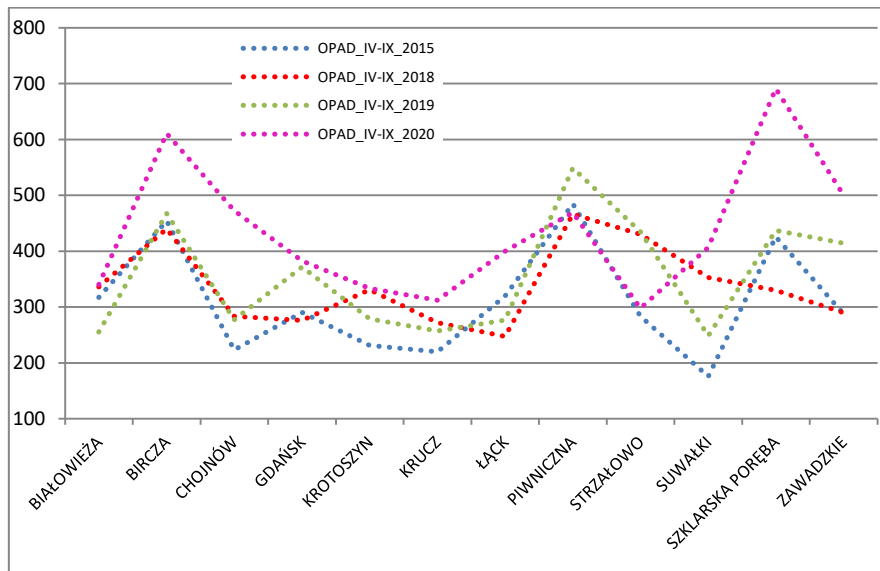
Rycina 8.6. Temperatury maksymalne na stacjach meteorologicznych M I w roku 2020 oraz w latach 2015, 2018 i 2019.



Rycina 8.7. Temperatury średnie okresu wegetacyjnego na stacjach meteorologicznych M I w roku 2020 oraz w latach 2015, 2018 i 2019.



Rycina 8.8. Suma opadów rocznych na stacjach meteorologicznych M I w roku 2020 oraz w latach 2015, 2018 i 2019.



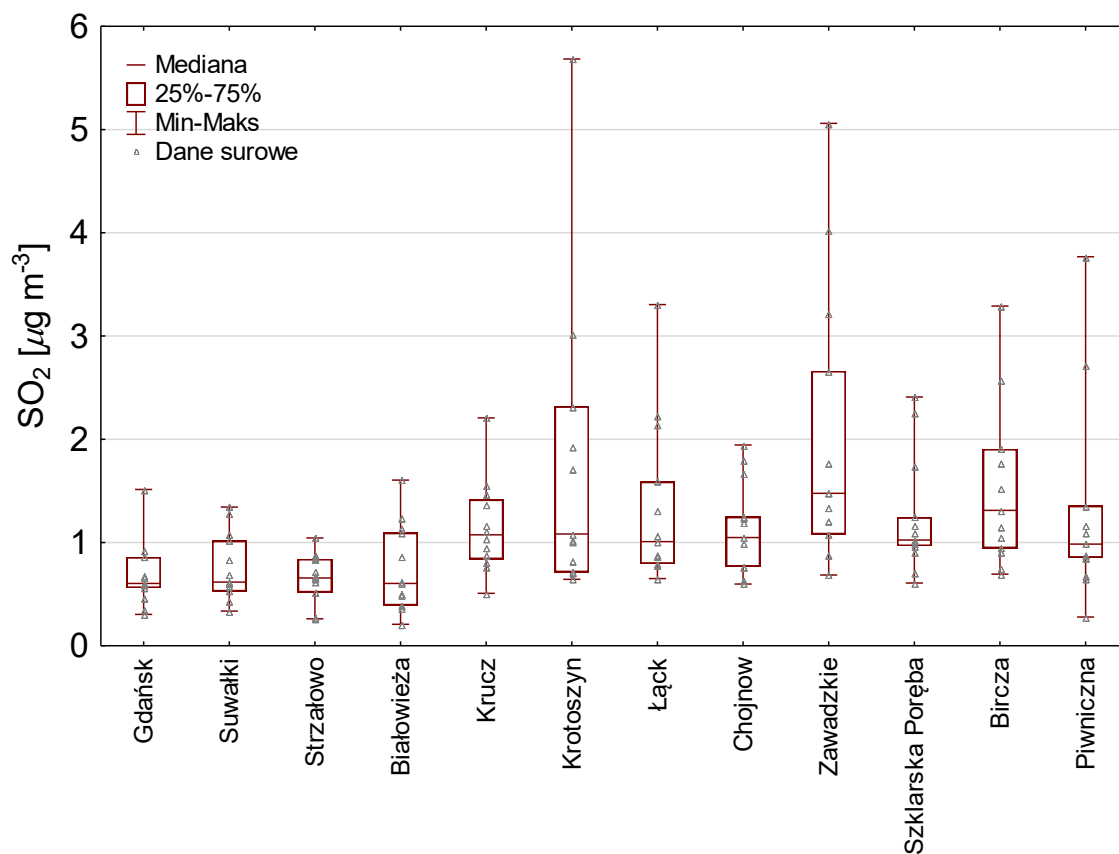
Rycina 8.9. Suma opadów okresu wegetacyjnego na stacjach meteorologicznych M I w roku 2020 oraz w latach 2015, 2018 i 2019.

Tabela 9.1. 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.

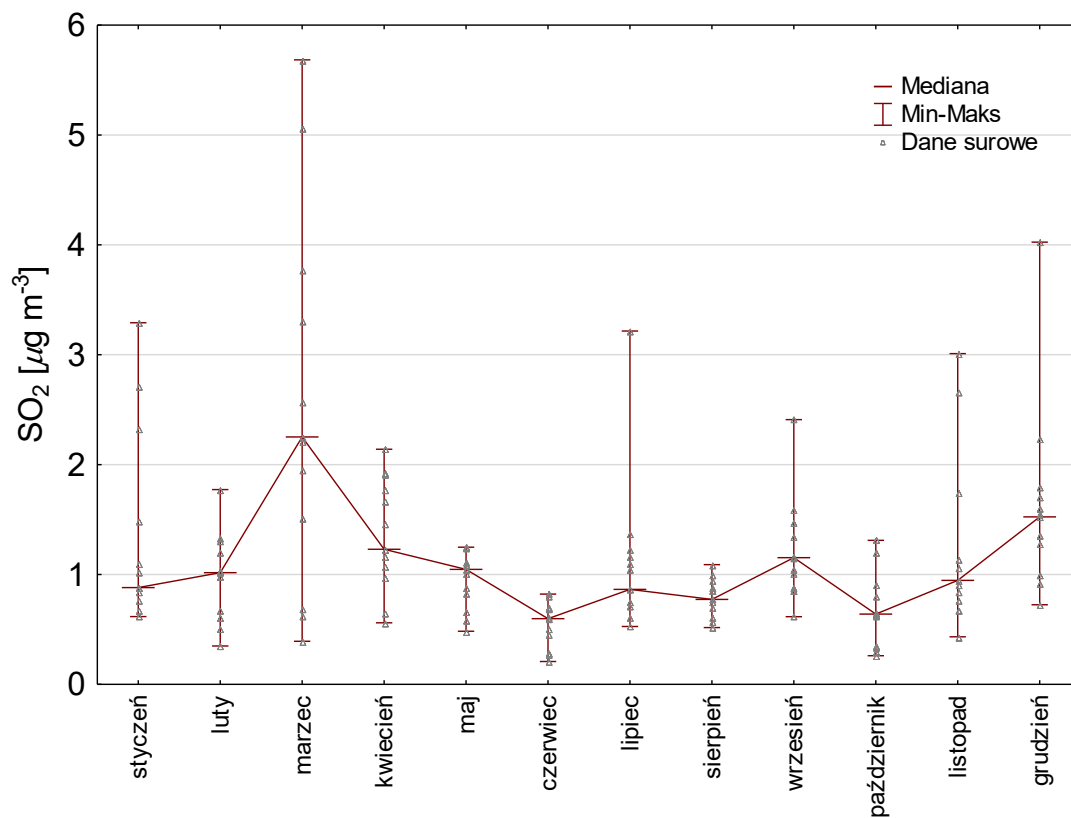
Nadleśnictwo	SO ₂		NO ₂	
	liczebność	wartość statystyki Up dla prób o małej liczebności	liczebność	wartość statystyki Up dla prób o małej liczebności
Gdańsk	16	0,8182	8	0,1320
Suwałki	15	0,6991	8	0,1320
Strzałowo	18	1,0000	1	0,0043
Białowieża	16	0,8182	2	0,0087
Krucz	16	0,8182	4	0,0260
Krotoszyn	9	0,1797	9	0,1797
Łąck	13	0,4848	7	0,0931
Chojnow	18	1,0000	16	0,8182
Zawadzkie	9	0,1797	3	0,0152
Szklarska Poręba	15	0,6991	7	0,0931
Bircza	7	0,0931	3	0,0152
Piwniczna	12	0,3939	11	0,3095

Tabela 9.2. Istotność różnic (p≤0,05) stężeń gazowych zanieczyszczeń powietrza między powierzchniami SPO MI. Wyniki testu ANOVA Kruskala-Wallisa.

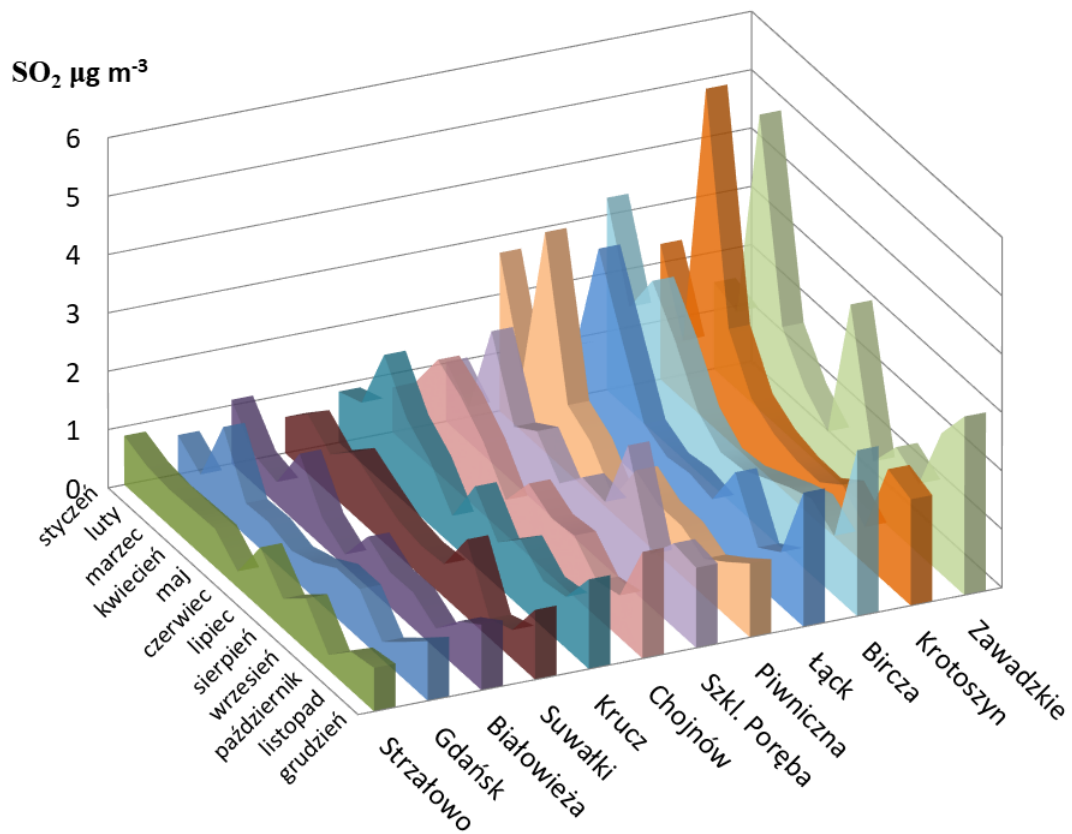
Test Kruskala-Wallisa:	NO ₂		SO ₂		
	H (11, N=144) = 66,23 p = 0,0000	p dla porównań dwustronnych	H (11, N=144) = 44,44 p = 0,0000	p dla porównań dwustronnych	
Chojnow	Gdańsk	0,0016	Zawadzkie	Gdańsk	0,0020
Chojnow	Suwałki	0,0320	Zawadzkie	Suwałki	0,0207
Chojnow	Strzałowo	0,0000	Zawadzkie	Strzałowo	0,0019
Chojnow	Białowieża	0,0001	Zawadzkie	Białowieża	0,0162
Chojnow	Szkl. Poręba	0,0005	Bircza	Gdańsk	0,0468
Chojnow	Bircza	0,0000	Bircza	Strzałowo	0,0443
Chojnow	Piwniczna	0,0000			
Łąck	Strzałowo	0,0303			
Łąck	Bircza	0,0238			
Łąck	Piwniczna	0,0132			
Krotoszyn	Bircza	0,0370			
Krotoszyn	Piwniczna	0,0209			



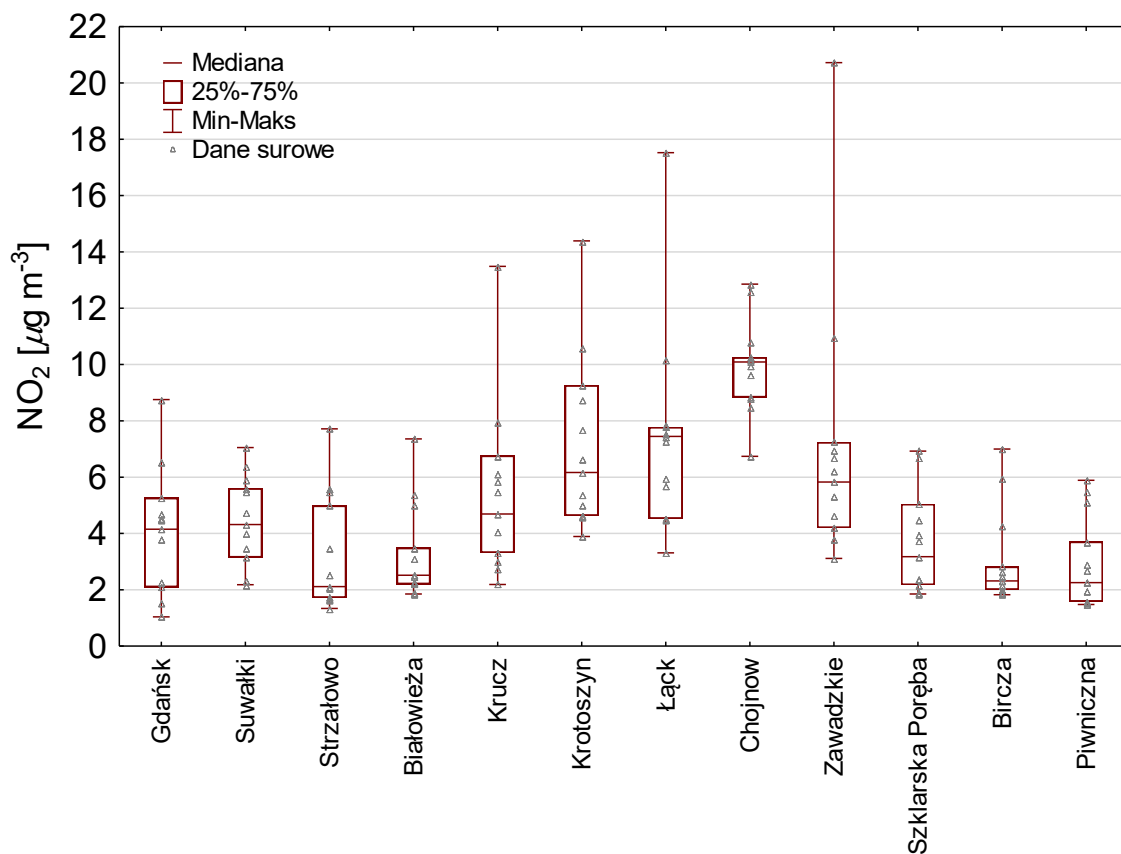
Rycina 9.1. Stężenie dwutlenku siarki w powietrzu: średnie, minima i maksima z poszczególnych miesięcy 2020 r. na SPO MI..



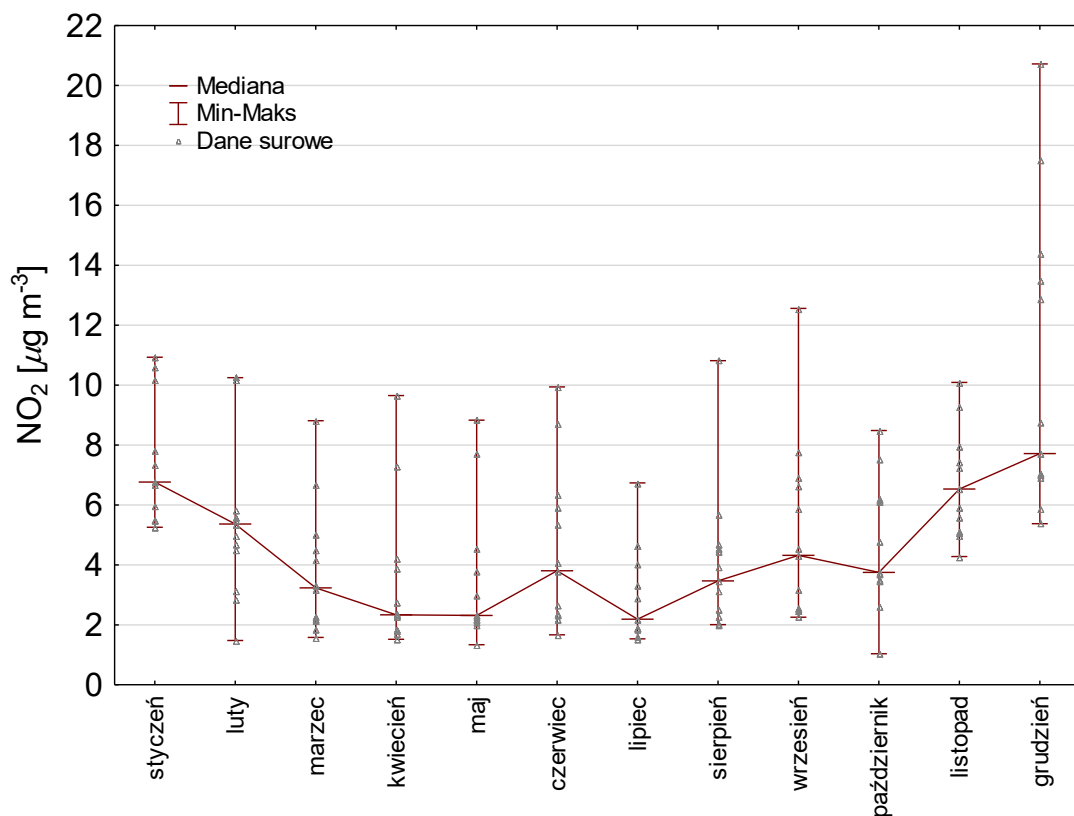
Rycina 9.2. Mediana oraz rozstęp stężenia SO₂ na SPO MI dla poszczególnych miesięcy 2020 roku.



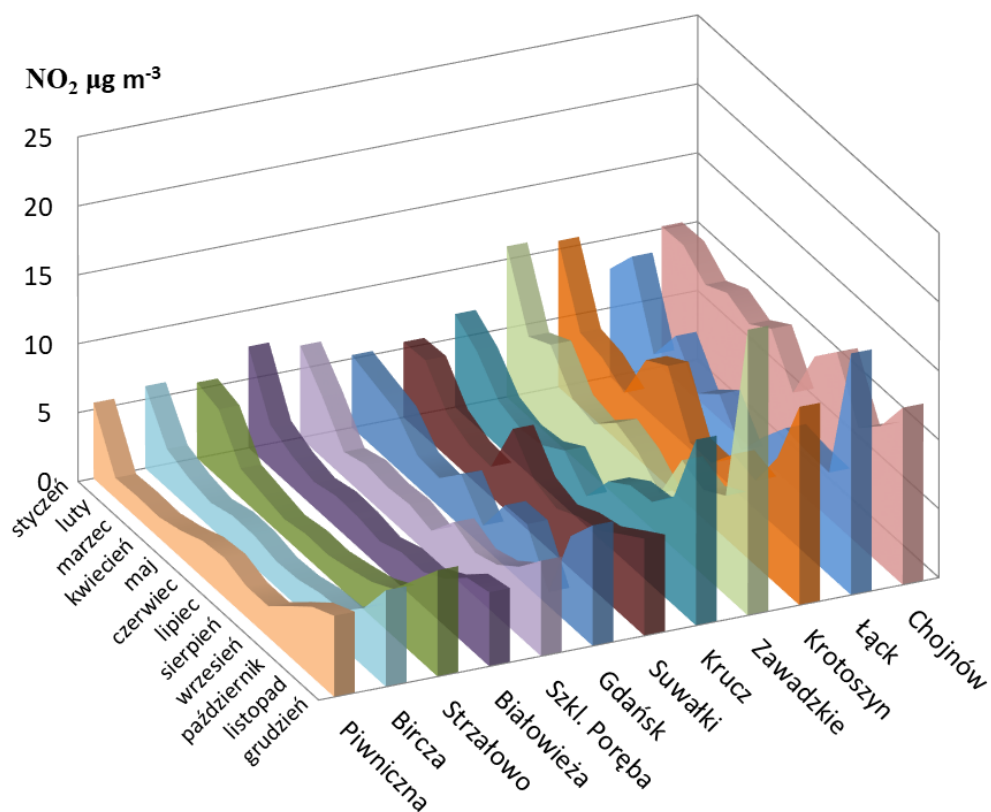
Rycina 9.3. Roczny przebieg stężenia SO_2 w powietrzu na powierzchniach SPO MI w 2020 r.



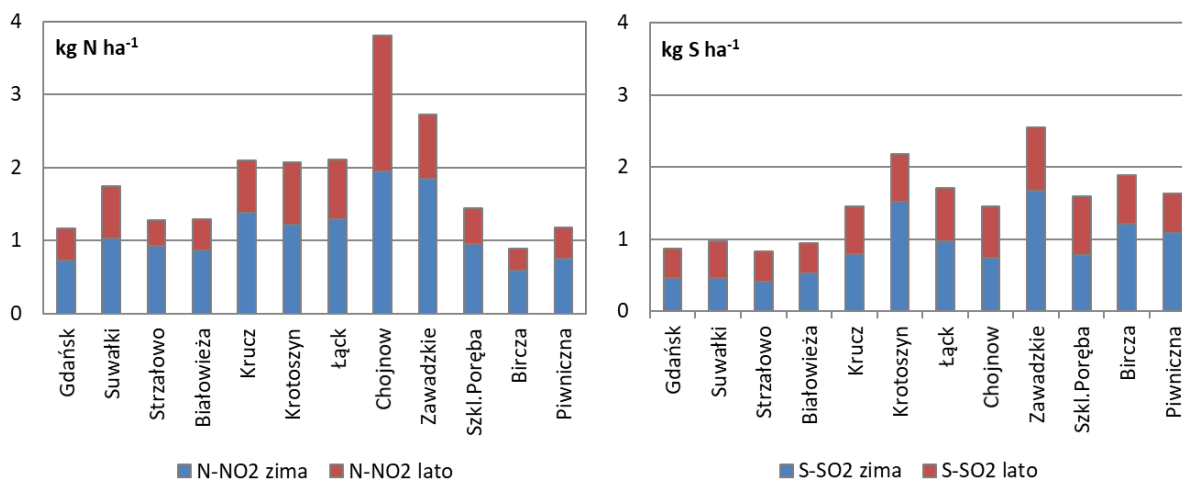
Rycina 9.4. Stężenie dwutlenku azotu w powietrzu: średnie, minima i maksima z poszczególnych miesięcy 2020 r. na SPO MI.



Rycina 9.5. Mediana oraz rozstęp stężenia NO_2 na SPO MI w poszczególnych miesiącach 2020 r.



Rycina 9.6. Roczny przebieg stężenia NO_2 w powietrzu na powierzchniach SPO MI w 2020 r.



Rycina 9.7. Szacunkowy roczny depozyt azotu w formie NO₂ i siarki w formie SO₂ na powierzchniach monitoringu intensywnego w 2020 r.

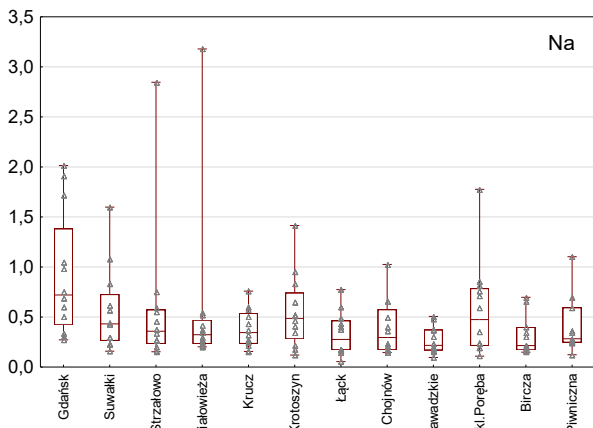
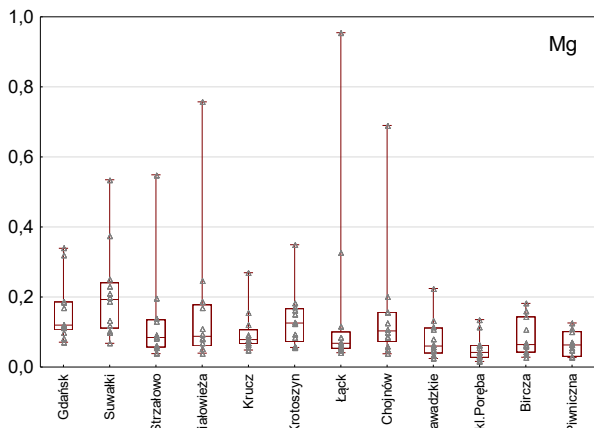
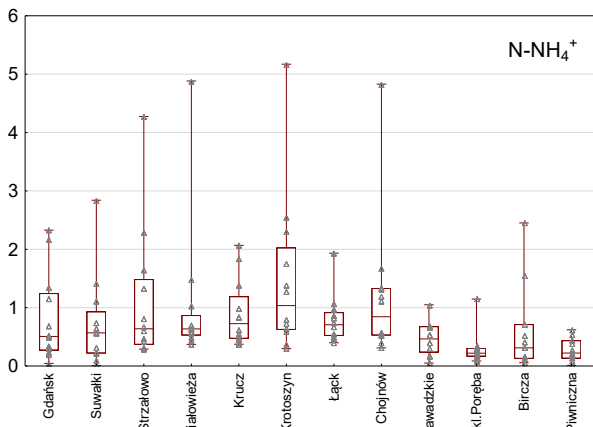
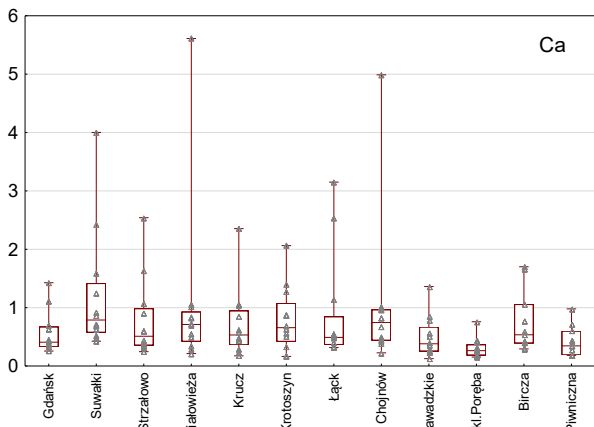
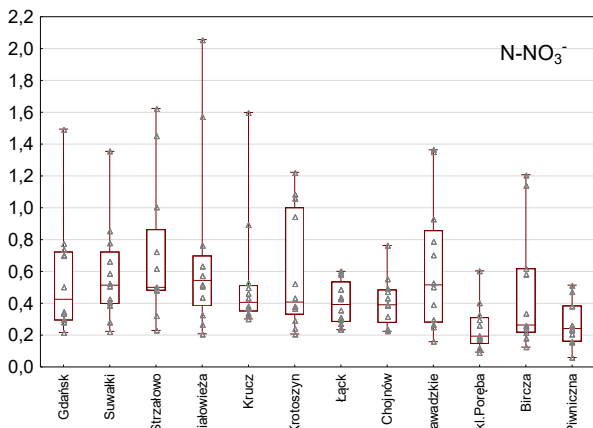
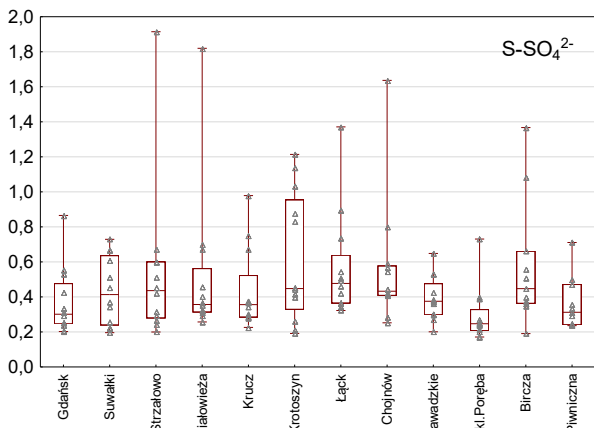
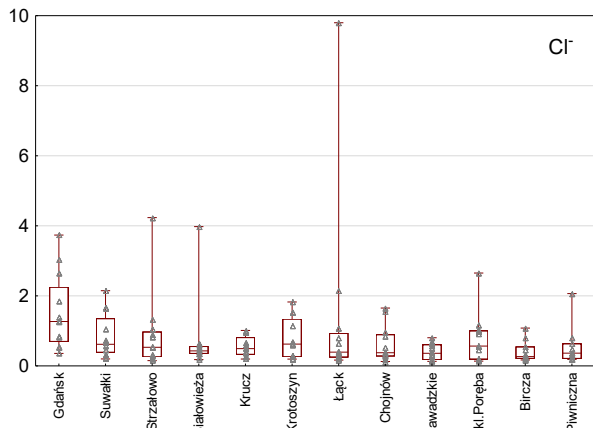
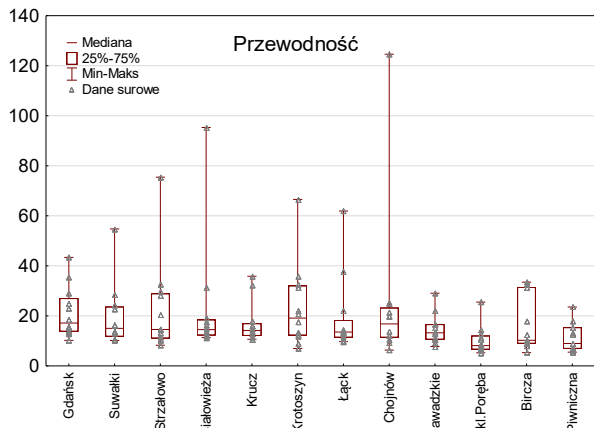
Tabela 10.1. Depozyt roczny [kg ha⁻¹] (bez RWO) wniesiony z opadami na SPO MI w 2020 r. RWO-rozpuszczony węgiel organiczny, N_{tot} – azot całkowity.

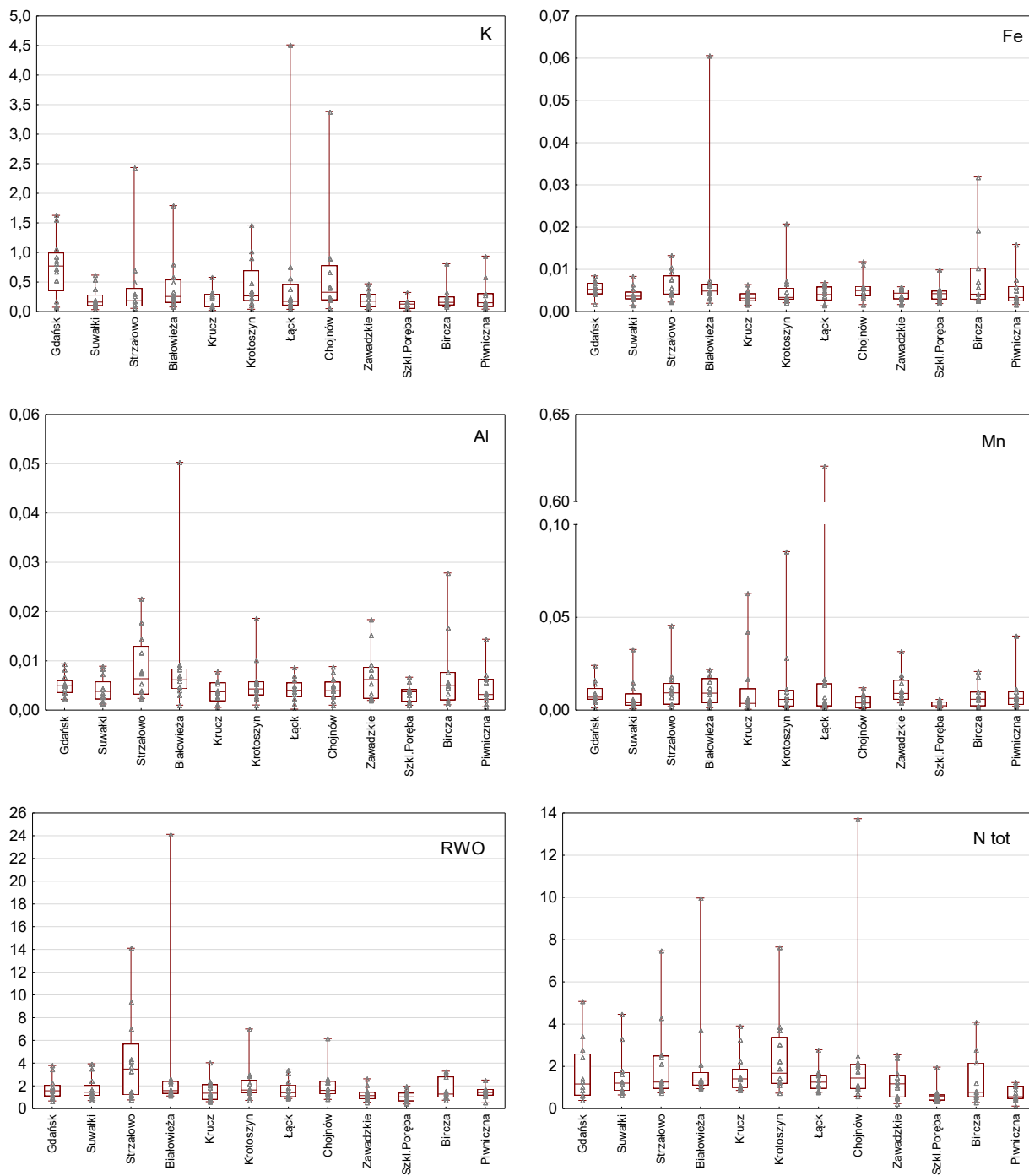
	Gdańsk	Suwałki	Strzałowo	Białowieża	Krucz	Krotoszyn	Łąck	Chojnow	Zawadzkie	Szkl.Poręba	Bircza	Piwniczna
Opad [mm]	646	582	614	603	523	546	692	714	846	1441	903	810
H ⁺	0,021	0,009	0,034	0,017	0,011	0,004	0,015	0,009	0,085	0,072	0,037	0,035
Cl ⁻	9,38	3,21	2,45	2,44	2,54	2,68	4,07	2,82	2,40	9,31	2,33	2,69
N-NO ₃ ⁻	2,97	2,55	3,21	3,26	2,19	2,29	2,31	2,37	4,16	3,22	2,47	1,72
S-SO ₄ ²⁻	2,03	1,99	2,09	2,37	1,84	2,32	3,10	3,13	2,79	3,51	3,68	2,40
N-NH ₄ ⁺	3,81	2,84	3,48	4,25	3,87	4,88	5,02	6,34	3,17	3,39	3,19	1,62
Ca	2,89	4,99	3,17	3,79	2,64	2,99	3,87	5,34	2,97	3,78	4,38	3,25
Mg	0,93	0,94	0,45	0,62	0,42	0,54	0,61	0,83	0,46	0,64	0,54	0,46
Na	5,78	2,40	1,92	1,98	1,92	2,04	1,66	2,00	1,89	7,19	1,96	2,41
K	4,72	1,00	1,18	1,95	0,89	1,64	2,19	3,49	1,64	1,35	1,58	1,50
Fe	0,035	0,021	0,031	0,031	0,019	0,020	0,026	0,033	0,032	0,062	0,038	0,033
Al	0,030	0,020	0,039	0,031	0,016	0,023	0,022	0,022	0,038	0,046	0,031	0,029
Mn	0,058	0,029	0,063	0,049	0,041	0,044	0,125	0,027	0,070	0,034	0,048	0,049
Cd	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,000	0,000	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
Cu	0,015	0,013	0,013	0,018	0,010	0,015	0,019	0,024	0,016	0,026	0,021	0,016
Pb	0,008	0,011	0,010	0,006	0,007	0,007	0,008	0,006	0,013	0,023	0,013	0,013
Zn	0,109	0,093	0,096	0,112	0,084	0,096	0,115	0,113	0,133	0,214	0,162	0,129
RWO	9,9	8,0	18,3	10,7	7,0	8,6	9,5	11,9	9,0	12,7	10,6	10,5
N _{tot}	8,5	6,6	7,8	8,9	7,2	8,4	8,3	12,0	8,1	7,9	7,2	4,5
Depozyt całkowity	34,5	21,3	19,3	22,3	17,6	20,8	24,1	29,8	20,6	34,2	22,0	17,5

Tabela 10.2. 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 $\alpha=0,05$.

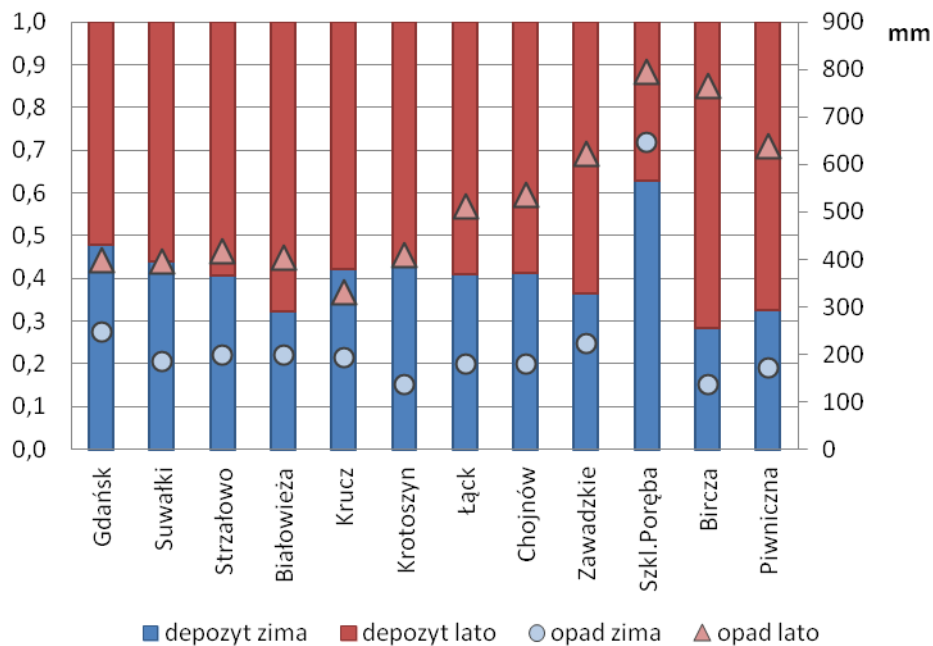
*- wymieniono pary powierzchni o różnicach istotnych przy $\alpha=0,05$.

	Test Kruskala-Wallis H(11, N= 143)	Porównania wielokrotne (dwustronne)*		
		p	Nadleśnictwo	p
opad	0,0166	-	-	-
H ⁺	0,0013	-	-	-
Cl ⁻	0,0003	Gdańsk	Białowieża	0,0001
		Gdańsk	Chojnów	0,0406
		Gdańsk	Zawadzkie	0,0303
		Gdańsk	Bircza	0,0212
		Szkl.Poręba	Białowieża	0,0083
N-NO ₃ ⁻	0,6170	-	-	-
S-SO ₄ ²⁻	0,0571	-	-	-
N-NH ₄ ⁺	0,0006	Krucz	Piwniczna	0,0022
		Krotoszyn	Piwniczna	0,0091
		Szkl.Poręba	Piwniczna	0,0209
Ca	0,3303	-	-	-
Mg	0,1224	-	-	-
Na	0,0001	Gdańsk	Białowieża	0,0036
		Gdańsk	Chojnów	0,0070
		Gdańsk	Zawadzkie	0,0035
		Szkl.Poręba	Białowieża	0,0193
		Szkl.Poręba	Chojnów	0,0351
		Szkl.Poręba	Zawadzkie	0,0189
K	0,4313	-	-	-
Fe	0,0520	Gdańsk	Suwałki	0,0172
Al	0,0000	Szkl.Poręba	Suwałki	0,0010
		Szkl.Poręba	Krucz	0,0292
		Szkl.Poręba	Łąck	0,0060
		Zawadzkie	Suwałki	0,0083
		Zawadzkie	Łąck	0,0415
		Strzałowo	Suwałki	0,0063
		Strzałowo	Łąck	0,0327
Mn	0,0534	Piwniczna	Chojnów	0,0463
RWO	0,1162	-	-	-
N _{tot}	0,1610	-	-	-
Zasadowość	0,0073	Chojnów	Zawadzkie	0,0297
ANC	0,0128	Suwałki	Zawadzkie	0,0406

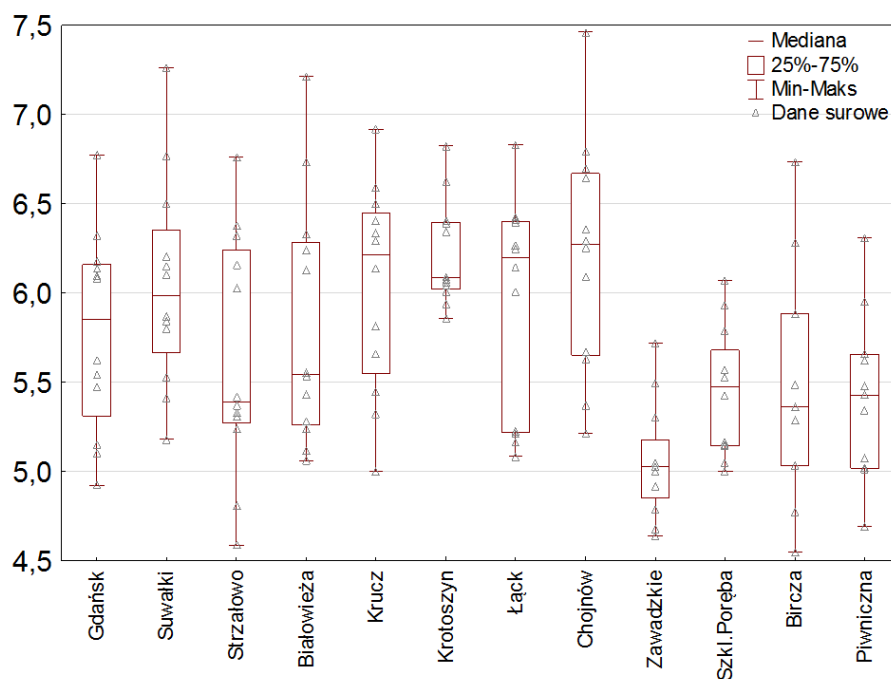




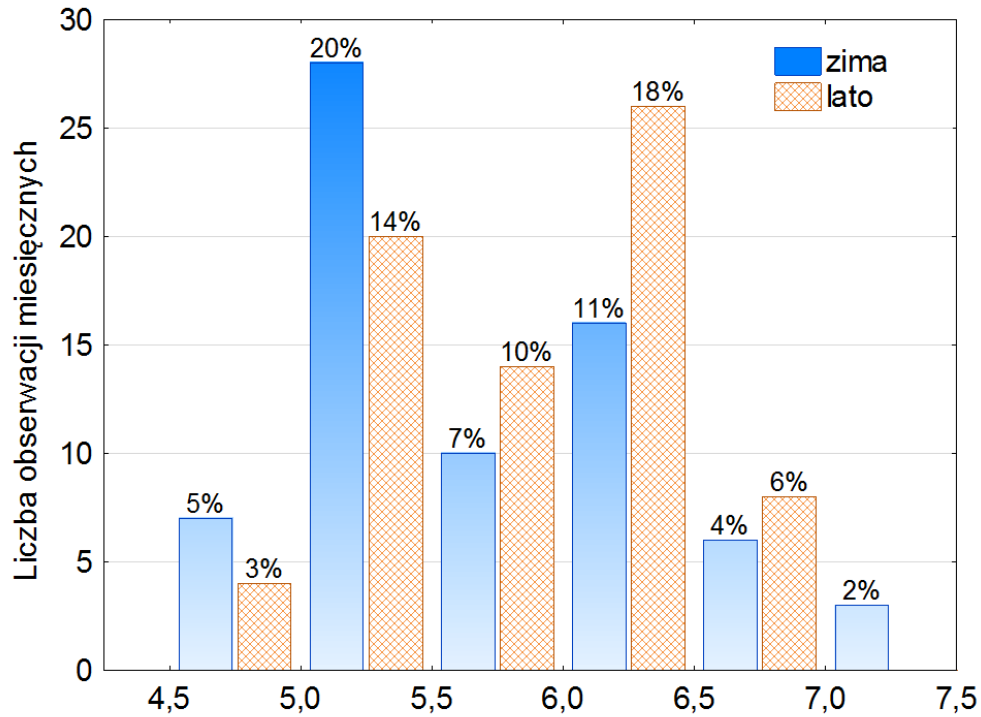
Rycina 10.1. Przewodność [$\mu\text{S cm}^{-1}$] i stężenie składników: Cl^- , S-SO_4^{2-} , N-NO_3^- , N-NH_4^+ , Ca, Mg, Na, K, Fe, Al, Mn, rozpuszczonego węgla organicznego RWO i azotu całkowitego Ntot [mg dm^{-3}] w opadach na otwartej przestrzeni na SPO MI w 2020 r.



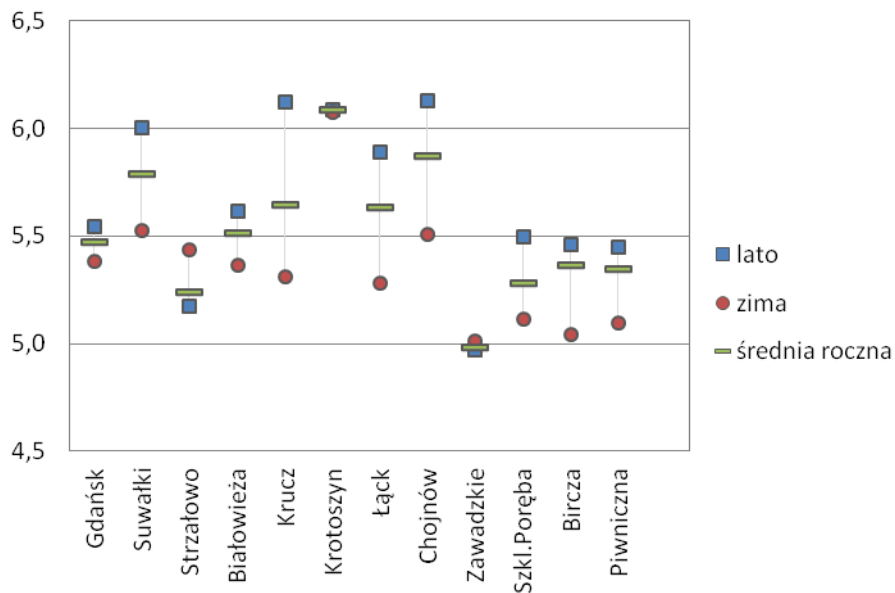
Rycina 10.2. Suma opadu bezpośredniego [mm] (prawa oś) oraz udział depozytu w sezonie letnim (V-X) i zimowym (I-IV, XI-XII) na SPO MI w 2020 r.



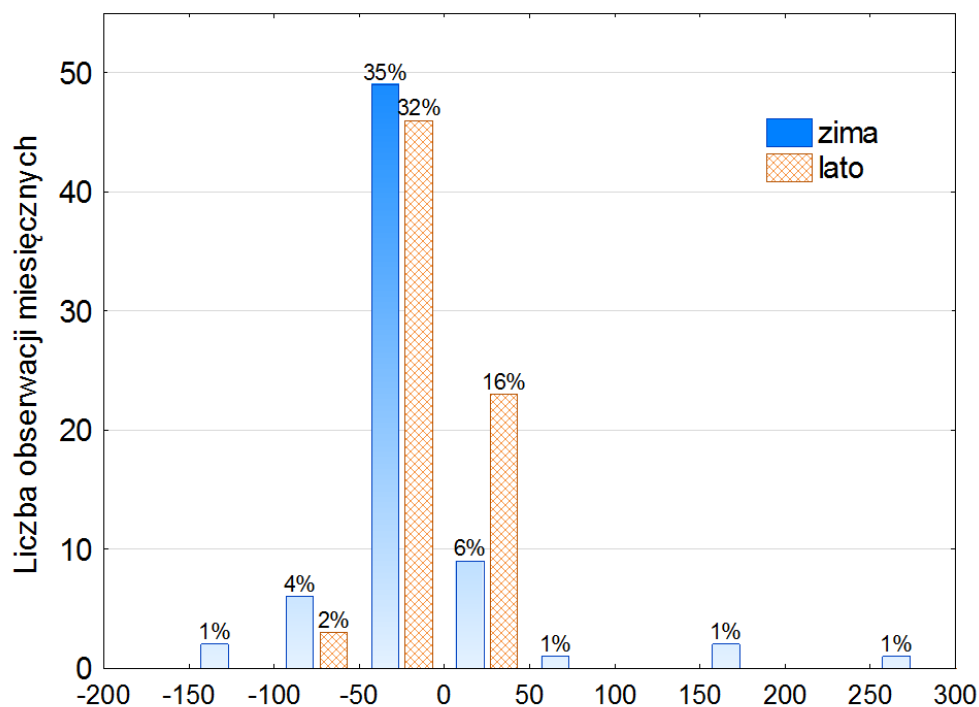
Rycina 10.3. pH opadów na otwartej przestrzeni na SPO MI w 2020 r.



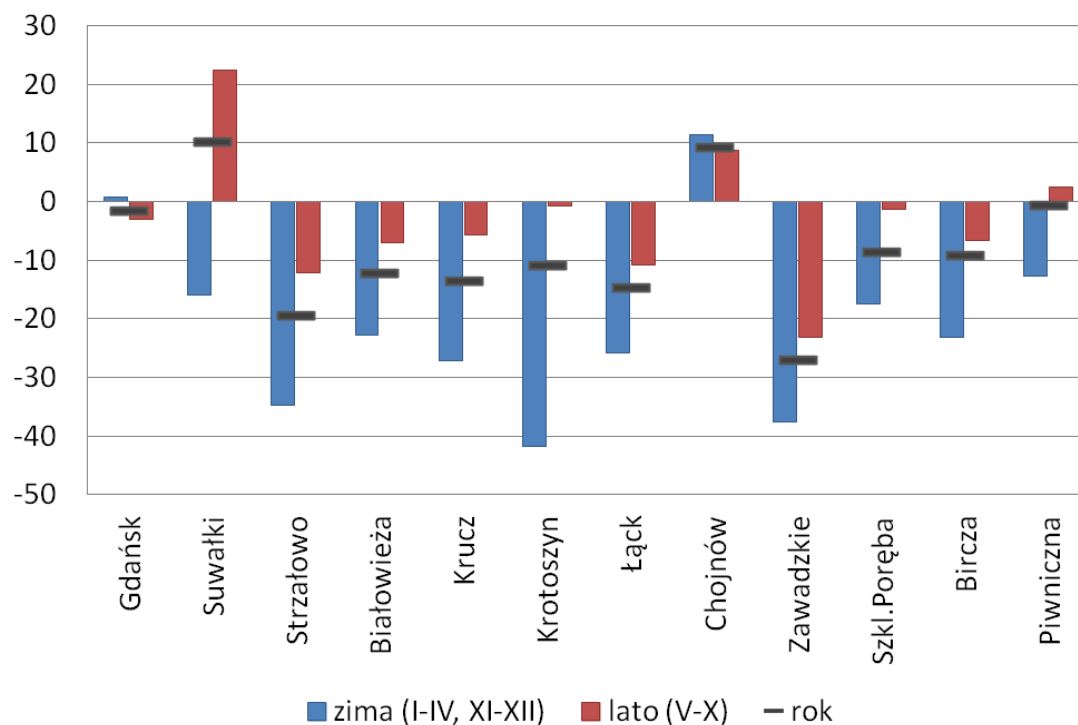
Rycina 10.4. Histogram pH opadów na otwartej przestrzeni na SPO MI w sezonie letnim (maj-październik) i zimowym (styczeń-kwiecień, listopad-grudzień) w 2020 r., na osi odciętych znaczki wskazują na środki przedziałów.



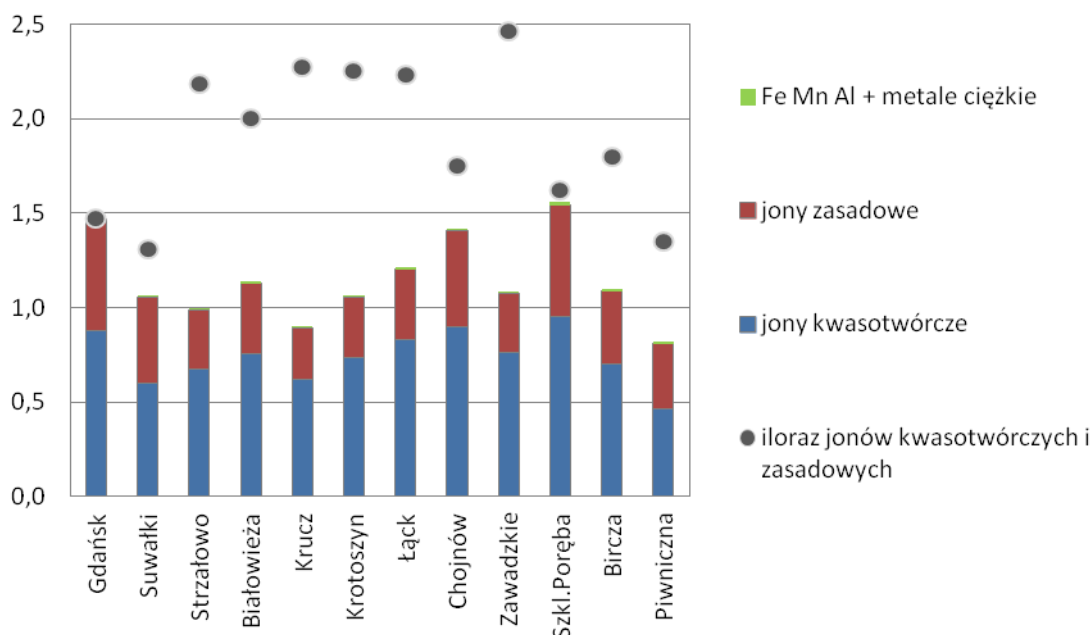
Rycina 10.5. Średnie pH roczne, sezonu letniego (V-X) i zimowego (I-IV i XI-XII) na SPO MI w 2020 r. w opadach na otwartej przestrzeni



Rycina 10.6. Histogram ANC [$\mu\text{eq dm}^{-3}$] w opadach na otwartej przestrzeni w sezonie letnim (maj-październik) i zimowym (styczeń-kwiecień, listopad-grudzień) w 2020 r.



Rycina 10.7. Pojemność zobojętnienia 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 2020 r.



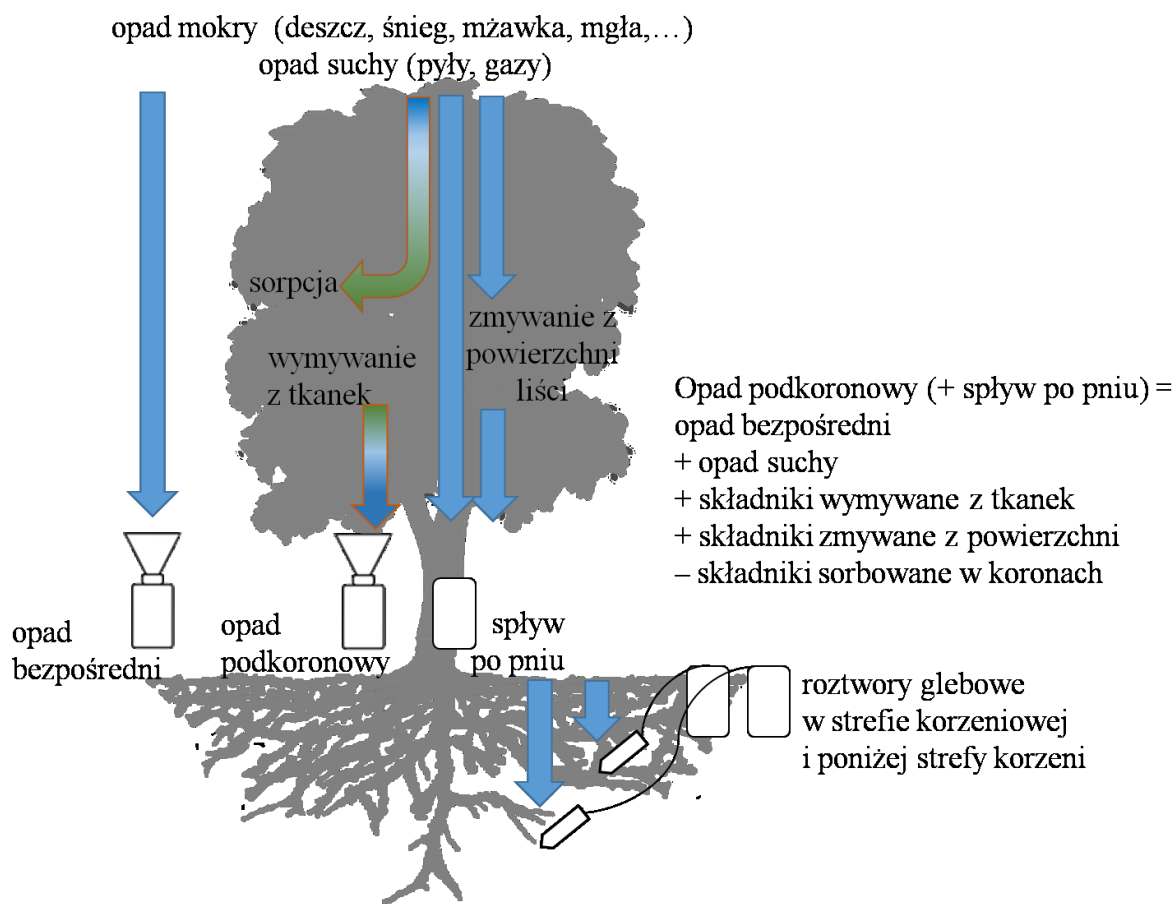
Rycina 10.8. Ładunek jonów [kmolc ha⁻¹] oraz stosunek depozytu jonów kwasotwórczych do zasadowych w opadach na otwartej przestrzeni na SPO MI w 2020 r.

Tabela 11.1. Depozyt [kg ha⁻¹] wniesiony z opadami w drzewostanach na SPO MI w 2020 r. (bez RWO). RWO – rozpuszczony węgiel organiczny, Ntot – azot całkowity, PK – depozyt podkoronowy, PP – depozyt wniesiony ze splywem po pnium.

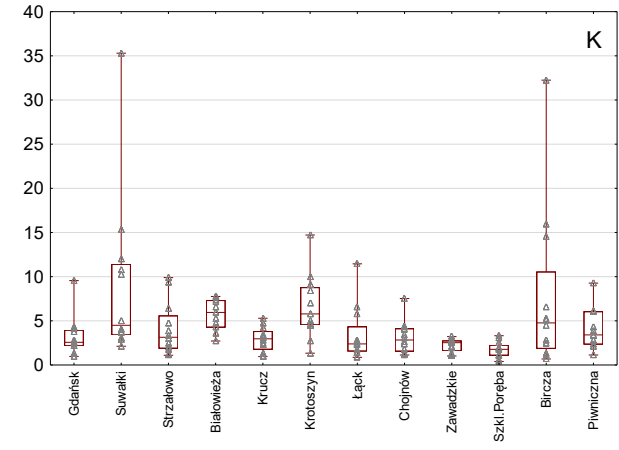
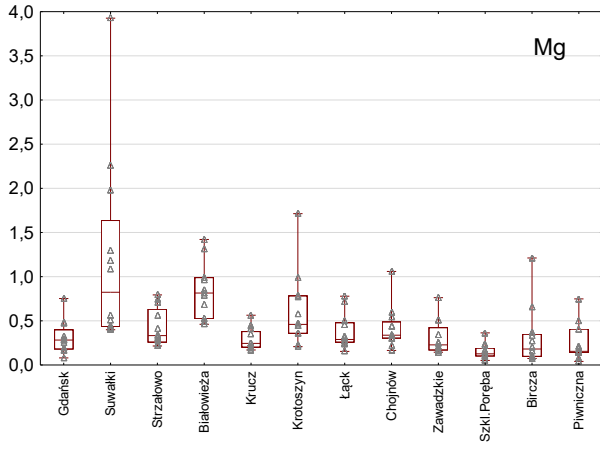
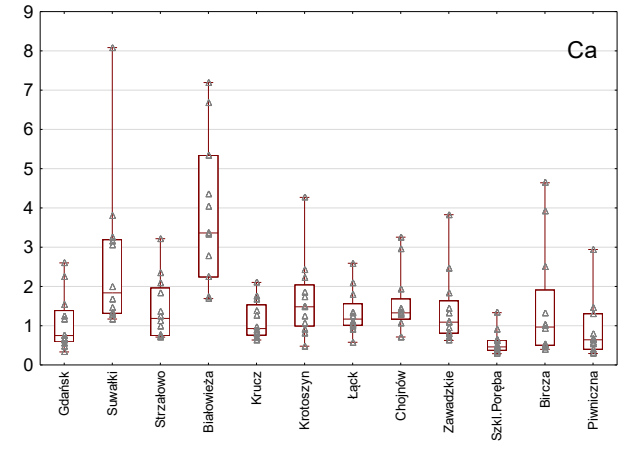
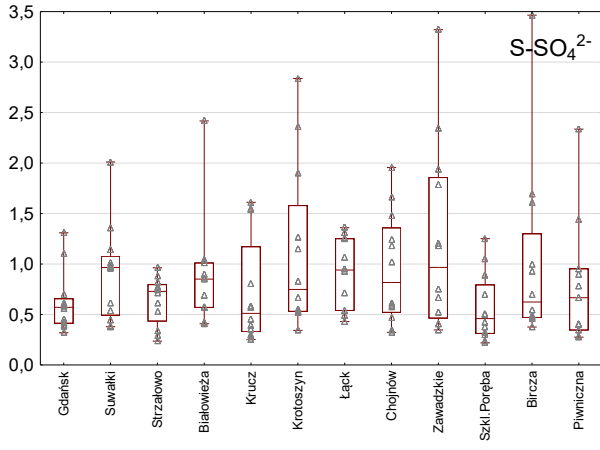
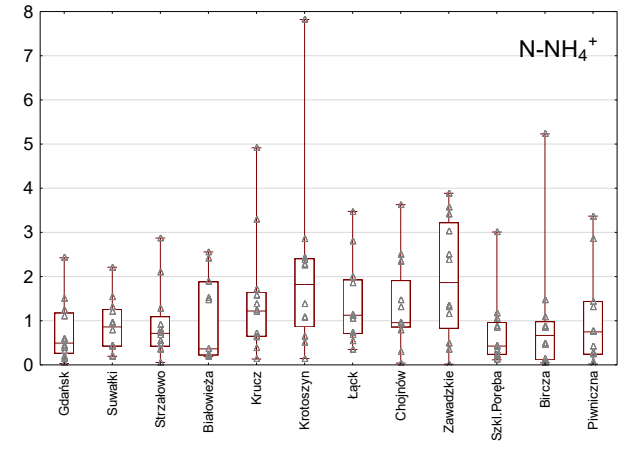
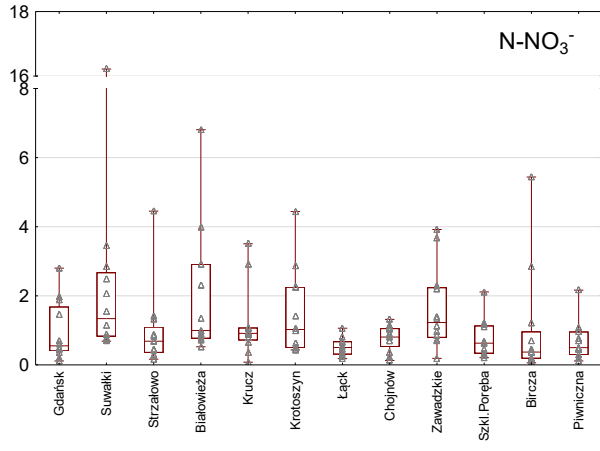
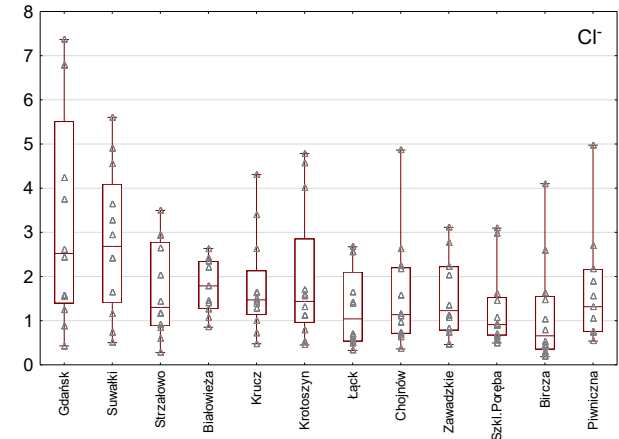
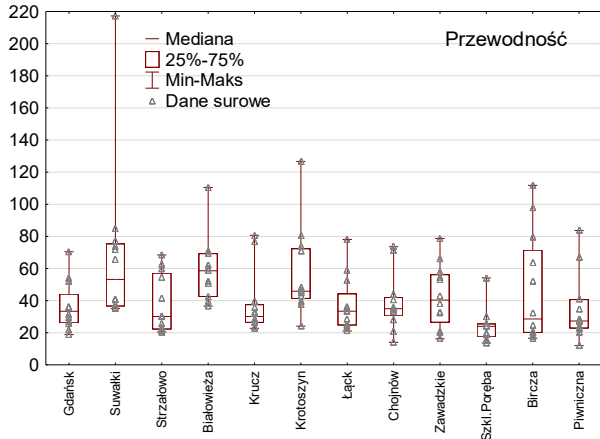
	Buk		Dąb		Sosna						Świerk			
	PK	PP	PK	PP	PK	PK	PK	PK	PK	PK	PK	PK	PK	
Opad [mm]	470	40	776	42	408	550	495	332	381	582	636	466	1281	563
H	0,007	0,001	0,018	0,000	0,007	0,009	0,011	0,015	0,012	0,018	0,044	0,004	0,088	0,023
Cl ⁻	12,31	1,39	3,86	0,24	5,49	4,50	5,26	5,32	5,16	5,59	6,63	9,00	17,06	6,96
N-NO ₃ ⁻	3,47	0,18	3,52	0,05	5,20	2,37	2,92	5,69	3,05	3,15	6,79	7,92	7,74	2,90
S-SO ₄ ²⁻	2,38	0,26	4,45	0,25	3,01	3,97	2,43	2,51	1,98	3,76	5,38	3,18	5,32	3,19
N-NH ₄ ⁺	3,21	0,14	4,98	0,53	6,41	6,86	3,96	3,37	4,05	5,67	7,50	3,54	7,38	4,91
Ca	3,90	0,27	5,94	0,23	5,12	5,81	5,35	11,25	3,60	6,84	6,58	9,55	5,65	3,99
Mg	1,13	0,07	1,32	0,05	1,91	1,70	1,59	2,48	0,93	1,92	1,44	4,51	1,45	1,06
Na	6,71	0,70	2,37	0,11	2,55	1,97	2,95	2,71	3,03	2,87	3,09	4,08	9,40	2,25
K	13,01	2,54	33,83	2,12	25,02	17,57	16,59	20,11	10,58	17,05	14,61	33,09	19,85	21,57
Fe	0,049	0,008	0,066	0,011	0,126	0,092	0,054	0,077	0,063	0,083	0,110	0,066	0,179	0,101
Al	0,057	0,007	0,076	0,008	0,115	0,088	0,102	0,205	0,165	0,195	0,242	0,072	0,194	0,126
Mn	0,377	0,051	0,236	0,014	0,589	0,768	0,208	0,690	0,470	0,541	0,422	0,350	0,189	0,283
Cd	0,000	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000	0,001	0,000	0,001	0,001	0,002	0,000	0,001	0,001
Cu	0,015	0,001	0,022	0,001	0,027	0,031	0,016	0,019	0,016	0,033	0,023	0,017	0,040	0,021
Pb	0,007	0,001	0,012	0,001	0,009	0,009	0,008	0,005	0,005	0,009	0,015	0,007	0,024	0,010
Zn	0,080	0,007	0,123	0,008	0,109	0,109	0,095	0,113	0,090	0,138	0,173	0,090	0,190	0,128
RWO	21,20	5,21	36,83	5,53	63,18	48,64	50,06	88,96	56,02	73,49	80,26	50,02	83,86	63,43
N _{tot}	8,17	0,62	11,02	0,91	14,66	11,90	8,96	11,81	8,91	11,85	16,71	14,17	18,88	10,71
Depozyt w drzewostanie	48,2	5,9	63,4	4	58,7	48,5	43,6	57,3	35	50,9	55,5	78,2	78,5	50,4

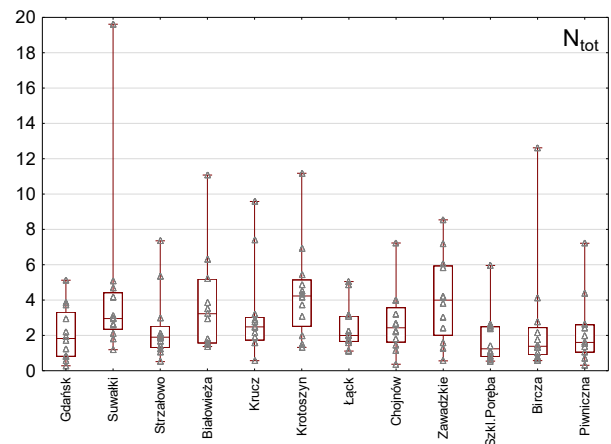
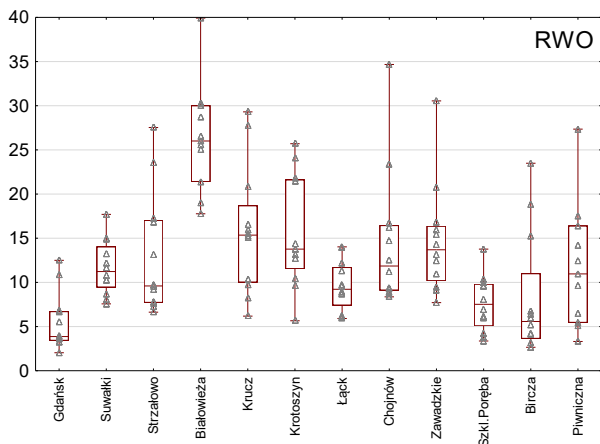
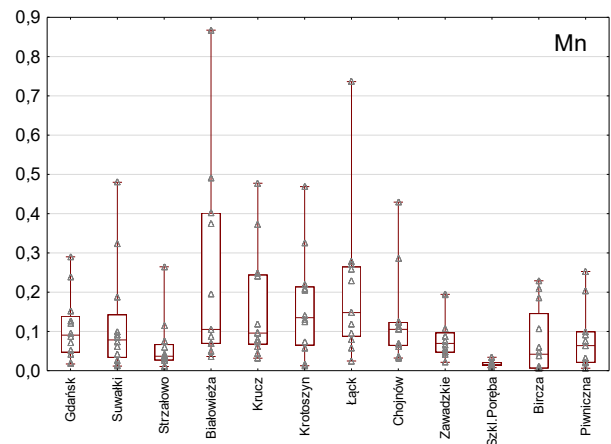
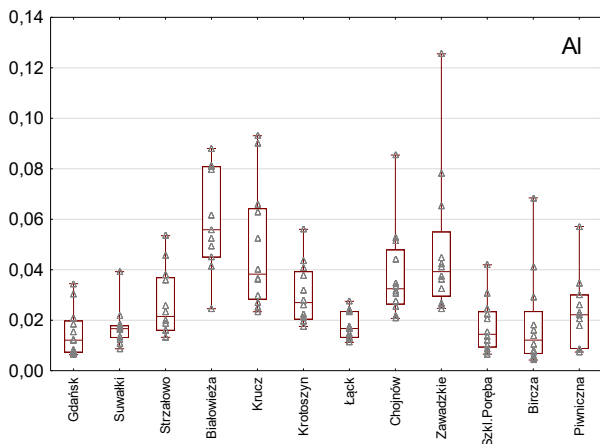
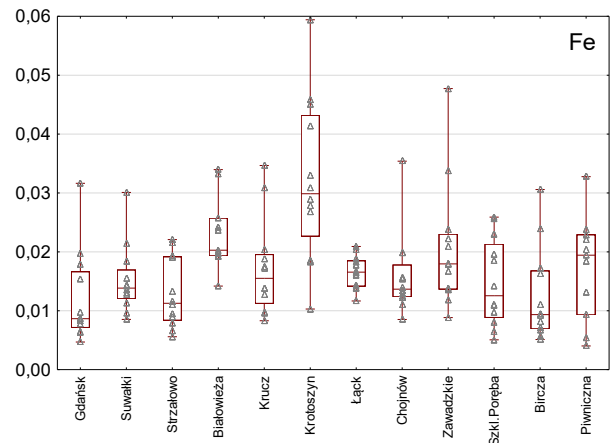
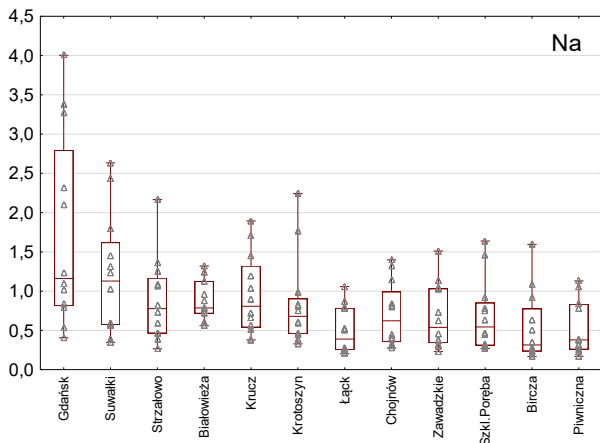
Tabela 11.2. Wyniki testów istotności różnic między SPO MI pod względem wielkości opadu podkoronowego i depozycji głównych składników. Czcionką pogrubioną zaznaczono wartości prawdopodobieństwa testowego p mniejsze od poziomu istotności $\alpha=0,05$. *wymieniono pary powierzchni o różnicach istotnych przy $\alpha=0,05$.

	Test	Porównania wielokrotne (dwustronne)*		
	Kruskala-Wallis H(11, N= 142)	Nadleśnictwa		p
opad	0,0425	Szkl.Poręba	Białowieża	0,0101
H ⁺	0,0000	Szkl.Poręba	Gdańsk	0,0407
		Szkl.Poręba	Suwałki	0,0001
		Szkl.Poręba	Strzałowo	0,0083
		Szkl.Poręba	Białowieża	0,0422
		Szkl.Poręba	Krotoszyn	0,0021
		Szkl.Poręba	Łąck	0,0056
		Szkl.Poręba	Bircza	0,0058
Cl ⁻	0,0003	Zawadzkie	Suwałki	0,0091
		Gdańsk	Bircza	0,0266
		Szkl.Poręba	Łąck	0,0321
N-NO ₃ ⁻	0,0017	Szkl.Poręba	Bircza	0,0025
		Szkl.Poręba	Łąck	0,0379
S-SO ₄ ²⁻	0,0000	Szkl.Poręba	Gdańsk	0,0041
		Szkl.Poręba	Strzałowo	0,0099
		Szkl.Poręba	Krucz	0,0003
		Zawadzkie	Krucz	0,0196
N-NH ₄ ⁺	0,1209	-	-	-
Ca	0,0016	Białowieża	Gdańsk	0,0037
		Białowieża	Krucz	0,0012
		Białowieża	Piwniczna	0,0354
Mg	0,0003	Białowieża	Gdańsk	0,0463
		Białowieża	Krucz	0,0038
		Białowieża	Piwniczna	0,0480
		Suwałki	Krucz	0,0078
Na	0,0019	Gdańsk	Łąck	0,0128
		Szkl.Poręba	Łąck	0,0050
K	0,1821	-	-	-
Fe	0,0162	Szkl.Poręba	Gdańsk	0,0303
Al	0,0000	Zawadzkie	Gdańsk	0,0024
		Zawadzkie	Suwałki	0,0271
		Zawadzkie	Bircza	0,0292
		Szkl.Poręba	Gdańsk	0,0251
		Chojnów	Gdańsk	0,0415
		Białowieża	Gdańsk	0,0107
Mn	0,0015	Łąck	Strzałowo	0,0247
		Łąck	Szkl.Poręba	0,0247
		Łąck	Bircza	0,0271
RWO	0,0007	Białowieża	Gdańsk	0,0010
		Zawadzkie	Gdańsk	0,0242
		Szkl.Poręba	Gdańsk	0,0024
N _{tot}	0,1280	-	-	-
ANC	0,0005	Suwałki	Zawadzkie	0,0379
		Suwałki	Szkl.Poręba	0,0175
		Białowieża	Zawadzkie	0,0115
		Białowieża	Szkl.Poręba	0,0051

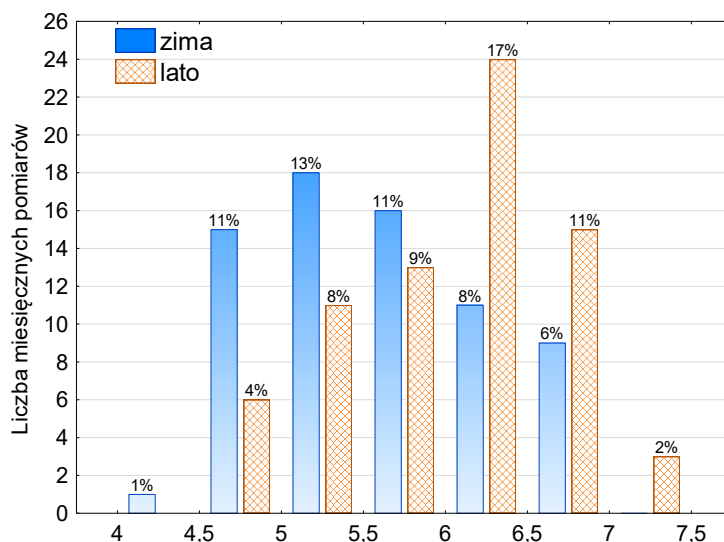


Rycina 11.1. Schemat koncepcyjny badań depozytu i przepływu składników w środowisku leśnym na SPO MI.

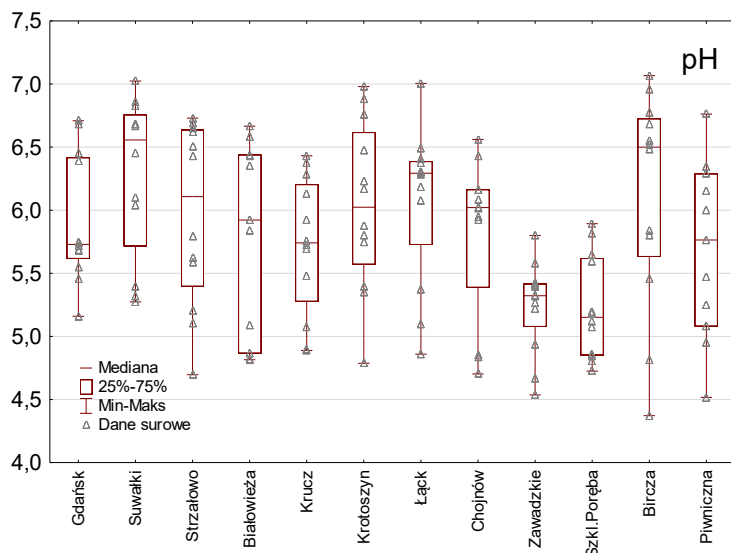




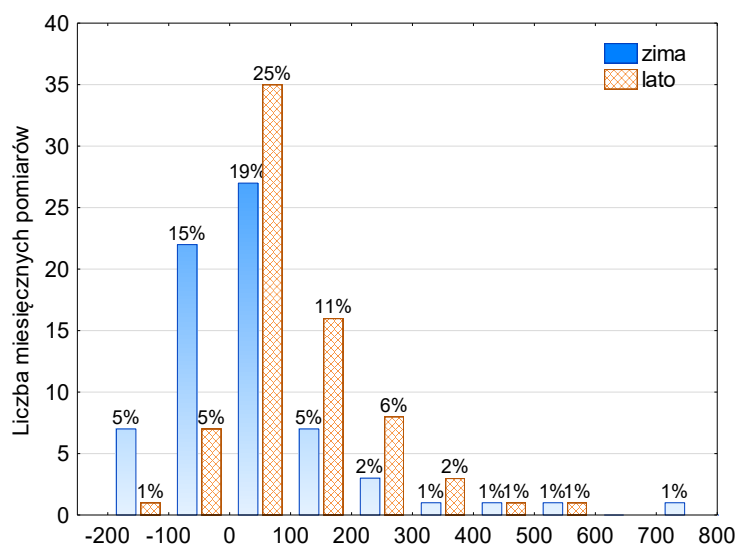
Rycina 11.2. Przewodność [$\mu\text{S cm}^{-1}$] i stężenie głównych składników [mg dm^{-3}] w opadach podkoronowych na SPO MI w 2020 r. RWO – rozpuszczony węgiel organiczny, Ntot – azot całkowity.



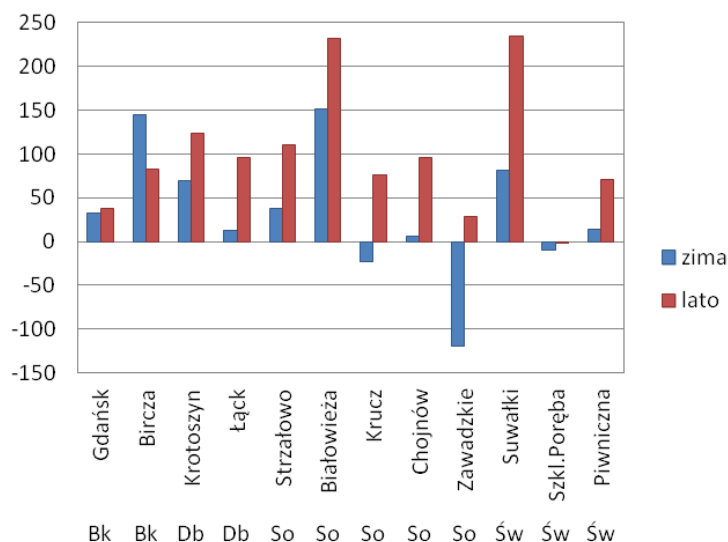
Rycina 11.3. Histogram pH opadów podkoronowych na SPO MI w okresie letnim oraz zimowym 2020 roku.



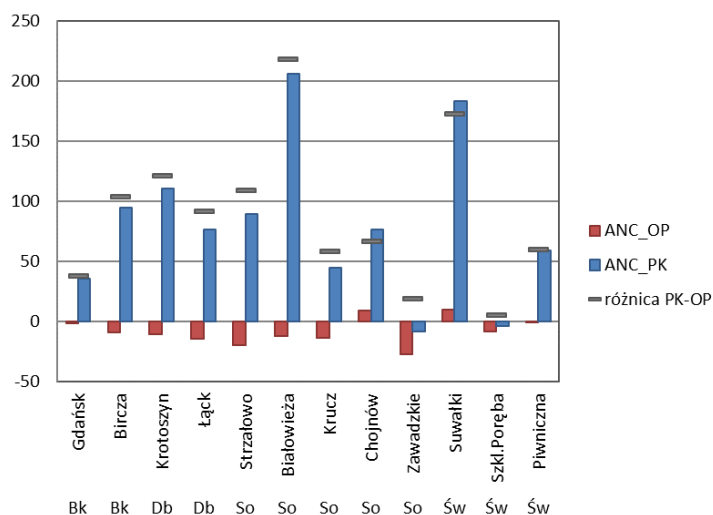
Rycina 11.4. pH opadów podkoronowych na SPO MI w 2020 r.



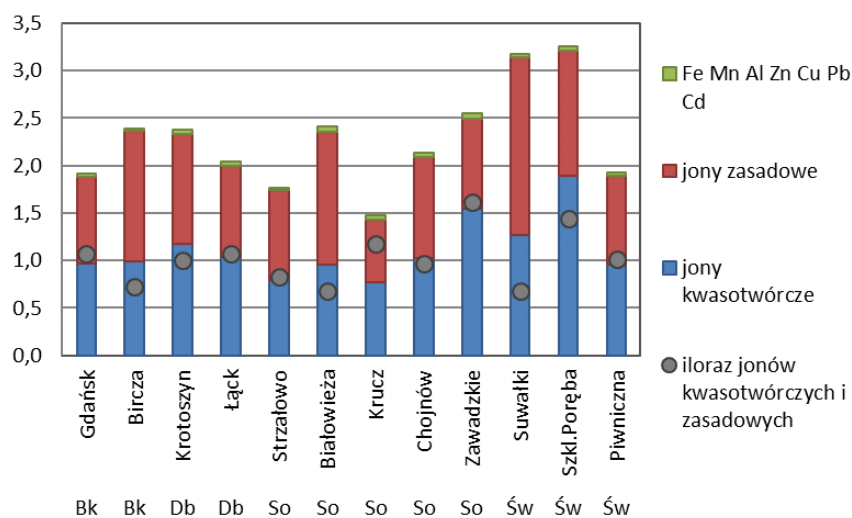
Rycina 11.5. Histogram pojemności zobojętniania kwasów ANC [µeq dm⁻³] w opadach podkoronowych na SPO MI w sezonie zimowym oraz letnim 2020 r.



Rycina 11.6. Pojemność zobojętniania kwasów (ANC) [$\mu\text{eq} \cdot \text{dm}^{-3}$] w opadach podkoronowych na SPO MI w 2020 r. Średnie dla okresu zimowego (miesiące I-IV, XI i XII) i letniego (V-X).

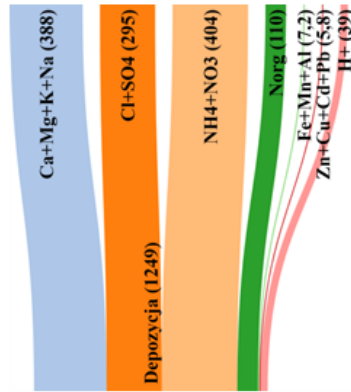


Rycina 11.7. Średnia roczna pojemność zobojętniania kwasów (ANC [$\mu\text{eq} \text{dm}^{-3}$]) w opadach na otwartej przestrzeni (OP) i podkoronowych (PK) na SPO MI w 2020 r.

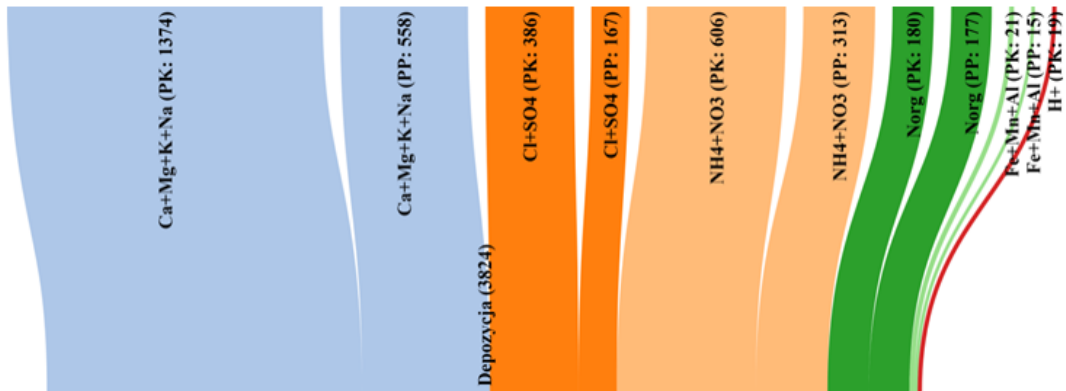
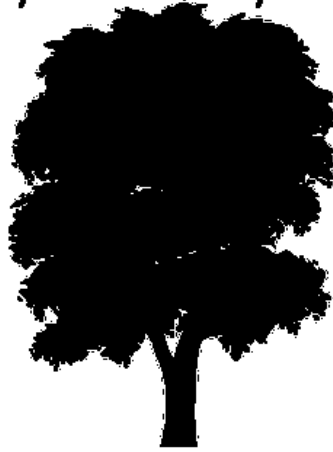


Rycina 11.8. Ładunek jonów [$\text{kmol}_c \text{ha}^{-1}$] oraz stosunek depozytu jonów kwasotwórczych do zasadowych w opadach podkoronowych na SPO MI w 2020 r.

Bircza (buk)

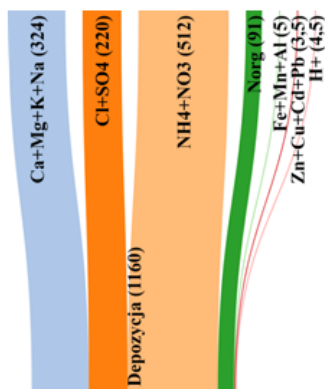


Opady atmosferyczne (OP)

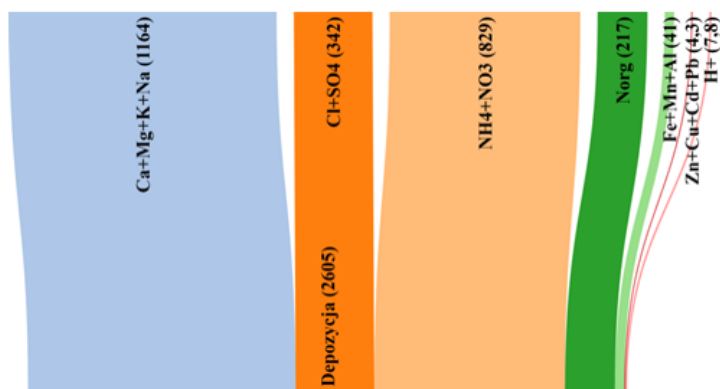
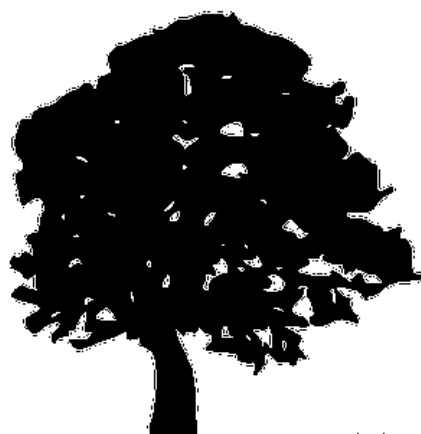


Opady podkoronowe (PK) + spływ po pniu (PP)

Krotoszyn (dąb)

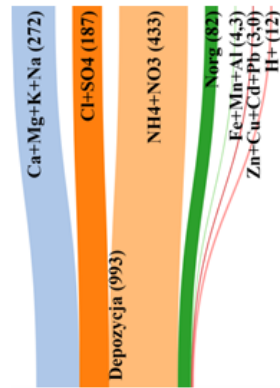


Opady atmosferyczne (OP)

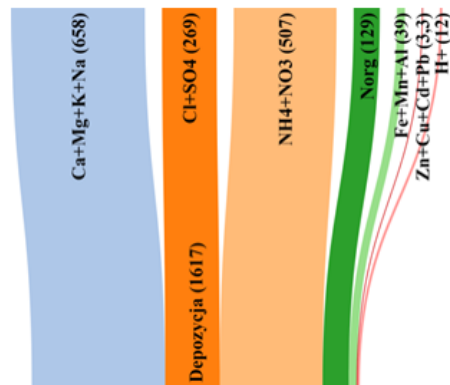


Opady podkoronowe (PK)

Krucz (sosna)

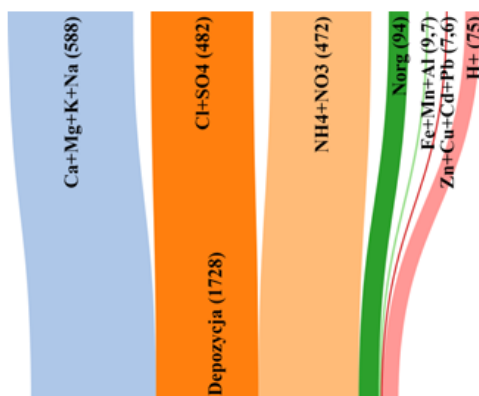


Opady atmosferyczne (OP)

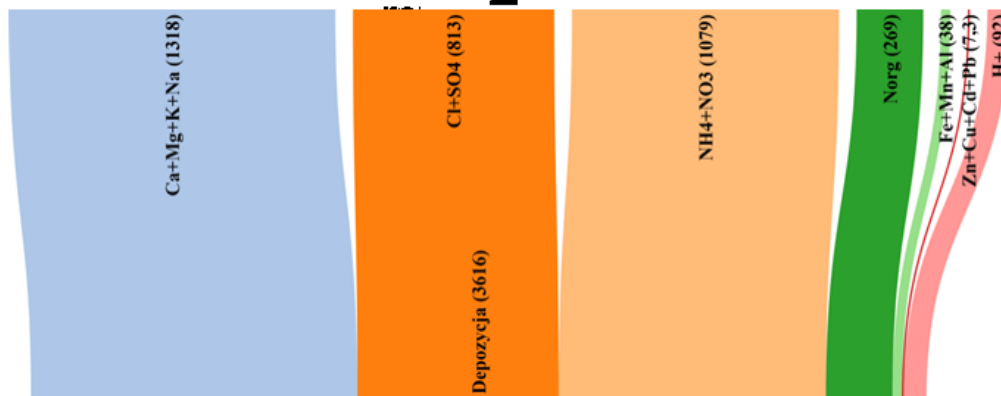


Opady podkoronowe (PK)

Szklarska Poręba (świerk)

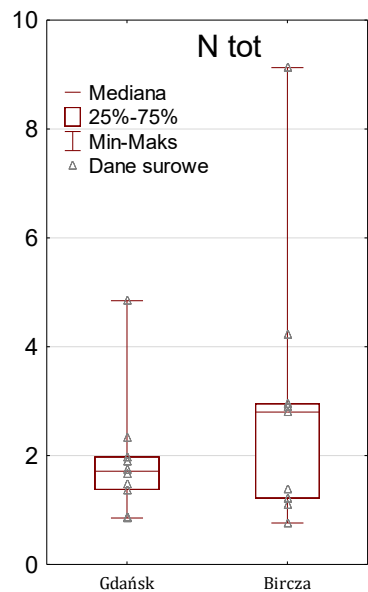
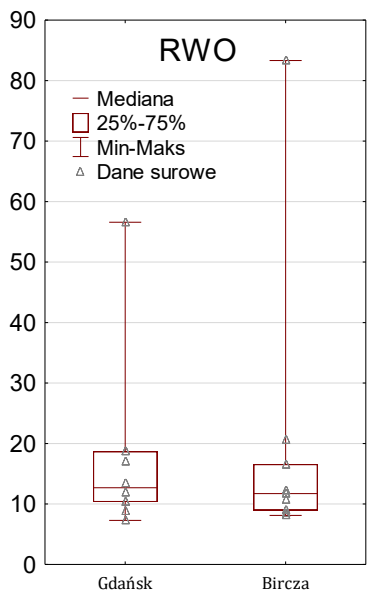
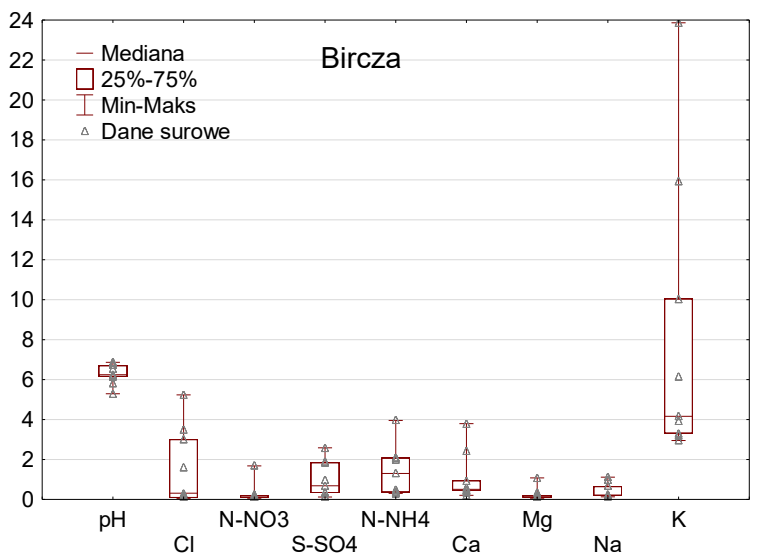
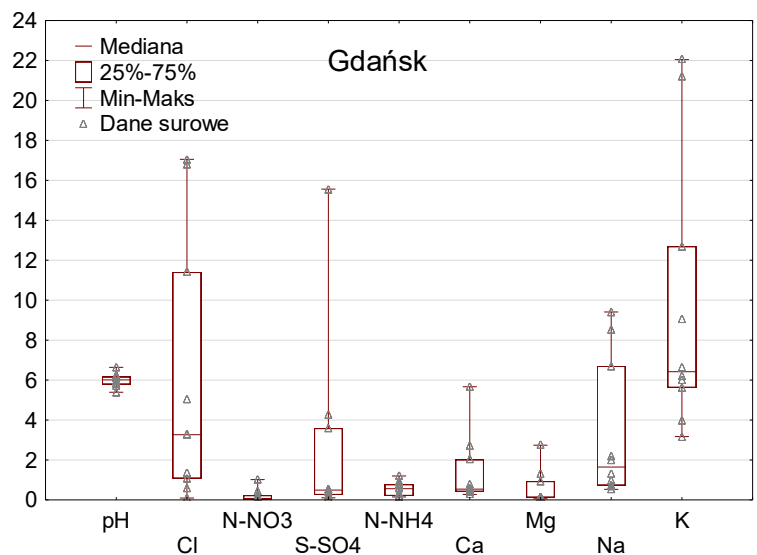


Opady atmosferyczne (OP)

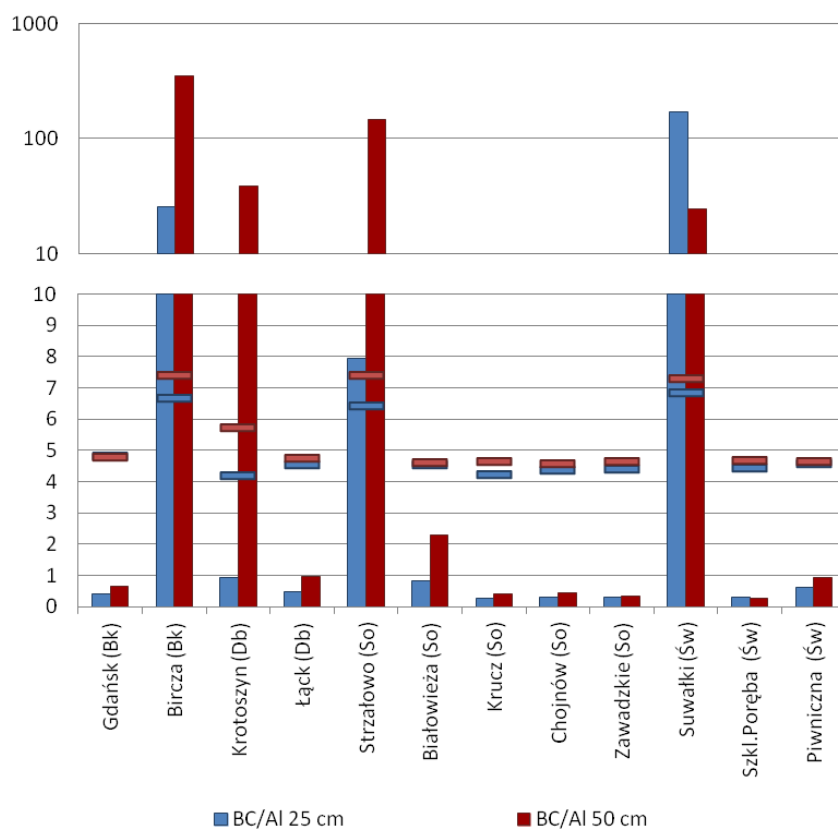


Opady podkoronowe (PK)

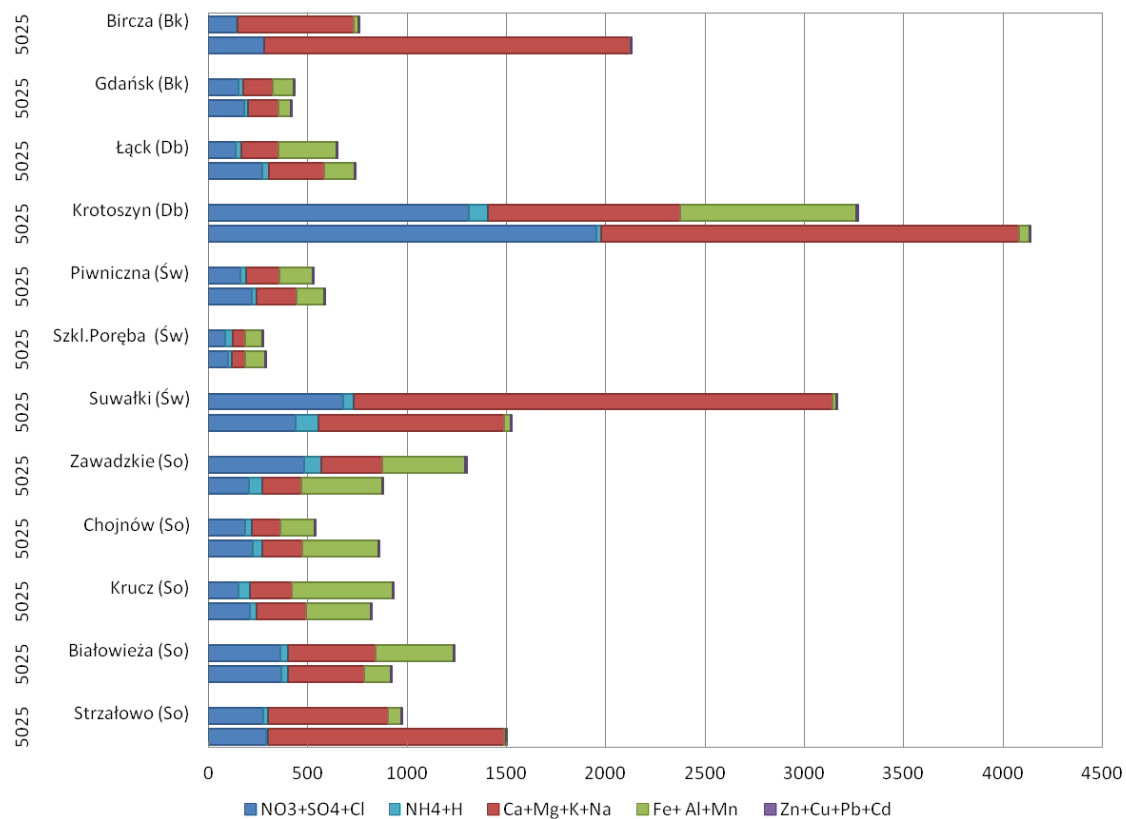
Rycina 11.9. Przepływ jonów w z opadami atmosferycznymi i podkoronowym (i po pniu w drzewostanie bukowym) w mol_c ha⁻¹ w 2020 r. na wybranych SPO MI: w drzewostanie bukowym w Nadleśnictwie Bircza, dębowym w Nadleśnictwie Krotoszyn, sosnowym w Nadleśnictwie Krucz i świerkowym w Nadleśnictwie Szklarska Poręba



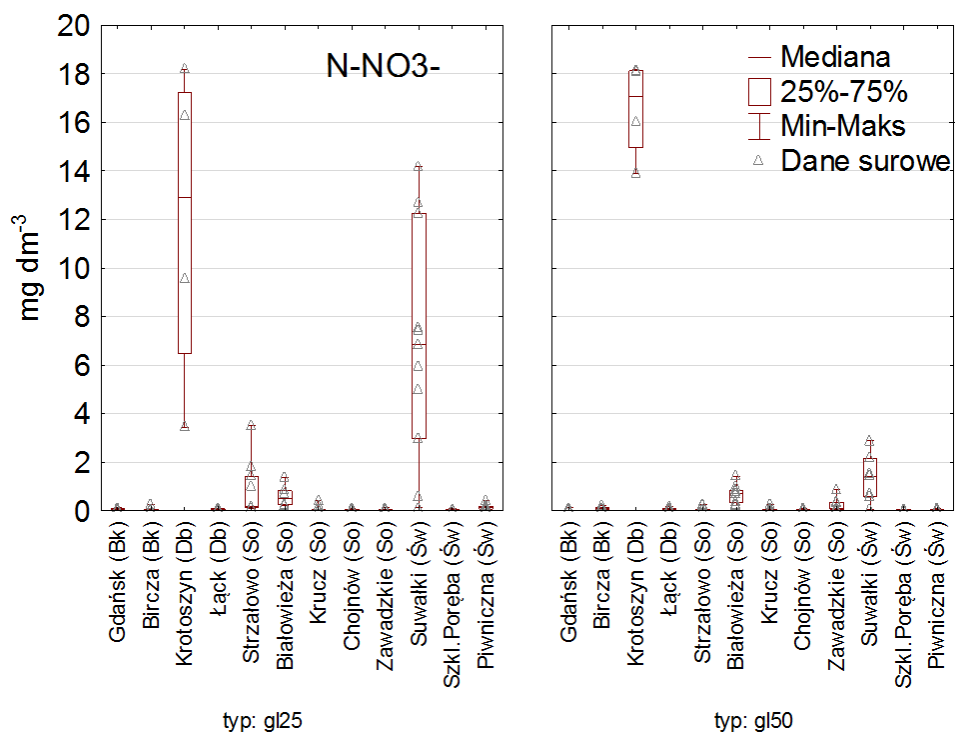
Rycina 11.10. Stężenie głównych składników w mg dm^{-3} oraz pH w wodach spływających po pniach drzew w 2020 r. Poziomą linią zaznaczono medianę, wąsami – zakres wartości miesięcznych oraz ramką – zakres kwartylowy.



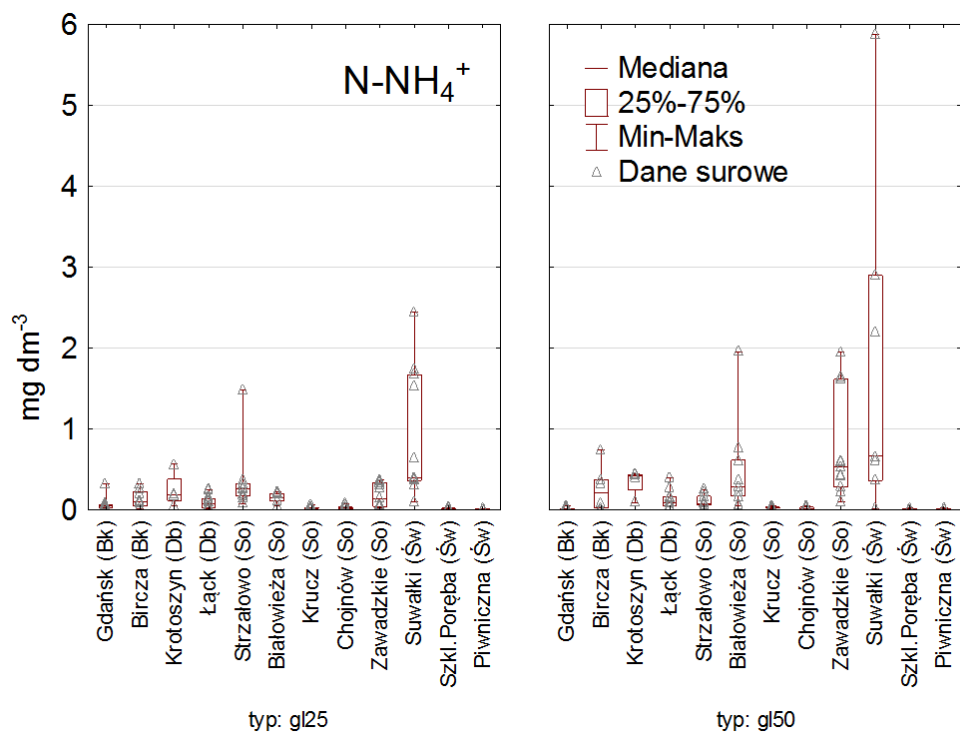
Rycina 12.1. Stosunek molowy kationów zasadowych do glinu (BC/Al) w roztworach glebowych na SPO MI w 2020 r. Poziomymi kreskami zaznaczono średnią roczną wartość pH na głębokości 25 cm (kolor niebieski) i 50 cm (kolor czerwony).



Rycina 12.2. Suma stężeń jonów [$\mu\text{molę dm}^{-3}$] w roztworach glebowych na głębokości 25 i 50 cm (oznaczenie z lewej strony pionowej osi wykresu) na SPO MI w 2020 r.



Rycina 12.3. Stężenia azotanów (V) w roztworach glebowych na głębokości 25 cm i 50 cm na SPO MI w 2020 r.



Rycina 12.4. Stężenia jonów amonowych [mg N dm⁻³] w roztworach glebowych na głębokości 25 cm i 50 cm na SPO MI w 2020 r.

Tabela 13.1. 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 2011–2020. Pogrubioną czcionką zaznaczono wartości wykryte trendy ($p \leq 0,05$). Ujemne wartości τ wskazują na trend malejący.

	Gdańsk	Suwałki	Strzałowo	Białowieża	Krucz	Krotoszyn	Łąck	Chojnów	Zawadzkie	Szkl. Poręba	Bireza	Piwniczna
SO ₂												
SMK τ	-0,3481	-0,2148	-0,2981	-0,1704	-0,2907	-0,2574	-0,3093	-0,3037	-0,1796	-0,4630	-0,3796	-0,1805
SMK p	0,0000	0,0030	0,0000	0,0188	0,0001	0,0004	0,0000	0,0000	0,0132	0,0000	0,0000	0,0494
SKT slope	-0,1124	-0,0511	-0,0461	-0,0358	-0,1075	-0,0780	-0,1244	-0,0841	-0,0967	-0,1484	-0,1704	-0,0515
NO ₂												
SMK τ	-0,2741	-0,0870	-0,3426	-0,3037	-0,2093	-0,2093	-0,2926	-0,3852	-0,3593	-0,4167	-0,4074	-0,3797
SMK p	0,0001	0,2348	0,0000	0,0000	0,0038	0,0038	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
SKT slope	-0,1920	-0,0752	-0,1376	-0,1088	-0,1820	-0,1713	-0,3703	-0,5651	-0,2985	-0,2219	-0,1634	-0,2628

Tabela 13.2. 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 2010–2020. 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											
buk	Gdańsk	SMK τ	-0,0697	0,2652	-0,0788	-0,1636	-0,3394	-0,1394	0,1561		
		SMK p	0,3119	0,0001	0,2517	0,0162	0,0000	0,0408	0,0165		
		SKT slope	-0,7400	0,0518	-0,3208	-0,8444	-1,1829	-0,4856	0,1713		
		PK									
		SMK τ	-0,0515	0,1152	-0,0803	-0,2030	-0,3379	-0,1485	0,0045		
		SMK p	0,4583	0,0916	0,2424	0,0028	0,0000	0,0293	0,9636		
	SKT slope	-0,4517	0,0243	-0,2992	-1,0125	-1,0273	-0,5043	0,0000			
	Bircza	OP									
		SMK τ	-0,0742	0,2045	-0,2561	-0,2515	-0,3273	-0,1000	0,0636		
		SMK p	0,2806	0,0026	0,0002	0,0002	0,0000	0,1441	0,3093		
		SKT slope	-0,6519	0,0408	-0,9883	-1,3440	-1,1650	-0,3555	0,0000		
		PK									
SMK τ		-0,0030	0,2394	-0,0470	-0,0833	-0,1318	-0,0167	0,1515			
SMK p	0,9821	0,0004	0,5001	0,2248	0,0532	0,8221	0,0200				
SKT slope	-0,1678	0,0600	-0,1878	-0,2738	-0,6480	-0,0688	0,0656				
dąb	Krotoszyn	OP									
		SMK τ	-0,1273	0,3924	-0,1606	-0,0636	-0,3439	-0,0758	0,2485		
		SMK p	0,0620	0,0000	0,0183	0,3568	0,0000	0,2708	0,0002		
		SKT slope	-1,1200	0,0971	-0,7614	-0,3625	-1,0067	-0,2311	1,2535		
		PK									
		SMK τ	-0,1409	0,2167	-0,0273	-0,1636	-0,3182	-0,0879	0,0652		
	SMK p	0,0386	0,0014	0,7024	0,0162	0,0000	0,2002	0,3443			
	SKT slope	-1,0663	0,0494	-0,0850	-0,8783	-1,7683	-0,4950	0,4798			
	Łąck	OP									
		SMK τ	0,0121	0,3258	-0,1667	-0,0364	-0,2394	-0,1545	0,1303		
		SMK p	0,8750	0,0000	0,0143	0,6052	0,0004	0,0232	0,0431		
		SKT slope	0,1444	0,0489	-0,3430	-0,1762	-0,7175	-0,3992	0,0000		
PK											
SMK τ		-0,0182	0,1909	-0,1242	-0,0152	-0,1833	-0,0167	0,1000			
SMK p	0,8047	0,0049	0,0687	0,8397	0,0070	0,8221	0,1280				
SKT slope	-0,2493	0,0305	-0,2813	-0,0727	-0,8183	-0,0906	0,0000				
sosna	Strzałowo	OP									
		SMK τ	-0,0273	0,0818	-0,0303	-0,1515	-0,3606	-0,0879	0,0182		
		SMK p	0,7024	0,2334	0,6694	0,0260	0,0000	0,2002	0,7932		
		SKT slope	-0,5570	0,0133	-0,0831	-0,5607	-0,8175	-0,2308	0,0000		
		PK									
		SMK τ	-0,0606	0,1470	0,1091	-0,0288	-0,3121	-0,0667	-0,0333		
	SMK p	0,3808	0,0308	0,1106	0,6858	0,0000	0,3339	0,6337			
	SKT slope	-0,5516	0,0324	0,3231	-0,0688	-0,7624	-0,1750	0,0000			
	Białowieża	OP									
		SMK τ	-0,0364	0,0591	0,2136	0,1242	-0,2515	-0,2667	-0,0818		

		SMK p	0,6051	0,3930	0,0016	0,0687	0,0002	0,0001	0,2239
		SKT slope	-0,3743	0,0150	0,6667	0,6367	-0,5492	-1,4844	-0,1948
						PK			
		SMK τ	-0,1015	0,2682	0,1348	0,1348	-0,2879	0,0606	0,1167
		SMK p	0,1379	0,0001	0,0479	0,0479	0,0000	0,3808	0,0824
		SKT slope	-0,7958	0,0424	0,3667	0,3667	-1,0755	0,4538	0,5463
						OP			
		SMK τ	-0,0485	0,2182	-0,2455	-0,2576	-0,3924	-0,1333	0,0273
		SMK p	0,4860	0,0013	0,0003	0,0001	0,0000	0,0506	0,6850
	Krucz	SKT slope	-0,5786	0,0450	-1,0739	-1,9840	-1,3984	-0,4268	0,0000
						PK			
		SMK τ	-0,0803	0,3212	-0,0061	0,0258	-0,2818	-0,1242	0,2121
		SMK p	0,2424	0,0000	0,9462	0,7191	0,0000	0,0687	0,0014
		SKT slope	-0,6000	0,0683	-0,0168	0,2057	-0,9461	-0,3705	0,5800
						OP			
		SMK τ	-0,0273	0,3152	-0,1076	0,0212	-0,2515	0,0288	0,1955
		SMK p	0,7024	0,0000	0,1156	0,7702	0,0002	0,6858	0,0029
	Chojnów	SKT slope	-0,3639	0,0650	-0,2316	0,1025	-0,9351	0,0742	0,3538
						PK			
		SMK τ	-0,0091	0,4167	0,0424	0,0924	-0,2606	-0,0197	0,1333
		SMK p	0,9105	0,0000	0,5440	0,1774	0,0001	0,7874	0,0313
		SKT slope	-0,1381	0,0722	0,1400	0,5025	-1,5776	-0,0459	0,0000
						OP			
		SMK τ	-0,0727	0,1379	0,0758	-0,1121	-0,3909	-0,3364	-0,0136
		SMK p	0,2909	0,0429	0,2708	0,1009	0,0000	0,0000	0,8398
	Zawadzkie	SKT slope	-1,1514	0,0250	0,3248	-0,5644	-1,3683	-0,7218	0,0000
						PK			
		SMK τ	-0,0197	0,1833	0,1197	-0,0333	-0,2545	-0,0848	0,1379
		SMK p	0,7874	0,0069	0,0795	0,6368	0,0002	0,2164	0,0357
		SKT slope	-0,1381	0,0357	0,6483	-0,4698	-1,9843	-0,6896	0,0650
						OP			
		SMK τ	-0,0500	0,1136	-0,0803	-0,1485	-0,3348	-0,1742	-0,0273
		SMK p	0,4719	0,0957	0,2424	0,0293	0,0000	0,0104	0,7010
	Suwałki	SKT slope	-0,7052	0,0275	-0,2346	-0,8700	-1,0106	-0,6848	-0,0483
						PK			
		SMK τ	-0,0742	0,2879	0,1106	-0,2030	-0,3136	-0,0212	0,1636
		SMK p	0,2806	0,0000	0,1056	0,0028	0,0000	0,7702	0,0159
		SKT slope	-0,7850	0,0678	0,7013	-1,7130	-1,2780	-0,1981	1,4942
						OP			
		SMK τ	-0,1242	0,4318	-0,3606	-0,1697	-0,3879	-0,2091	0,2818
		SMK p	0,0681	0,0000	0,0000	0,0126	0,0000	0,0021	0,0000
	świerk	SKT slope	-3,1881	0,0688	-1,8272	-1,1025	-2,3015	-0,7222	0,0000
						PK			
		SMK τ	-0,1606	0,3758	-0,1394	-0,1000	-0,5030	-0,2879	0,3455
		SMK p	0,0183	0,0000	0,0408	0,1441	0,0000	0,0000	0,0000
	Szklarska Poręba	SKT slope	-3,9879	0,0629	-1,5158	-0,9356	-5,2579	-1,6433	0,0088
						OP			
		SMK τ	-0,1692	0,1579	-0,2105	-0,2218	-0,3008	-0,0150	0,0414
		SMK p	0,0660	0,0859	0,0217	0,0154	0,0010	0,9004	0,6540
	Piwniczna	SKT slope	-2,6250	0,0300	-0,5043	-1,0800	-1,4290	-0,0629	0,0000
						PK			
		SMK τ	-0,0752	-0,1391	0,1429	0,0000	-0,3308	-0,0865	-0,1880
		SMK p	0,4278	0,1326	0,1225	1,0000	0,0003	0,3581	0,0348
		SKT slope	-0,8500	-0,0417	1,0045	0,0021	-2,2663	-0,4050	-1,3150

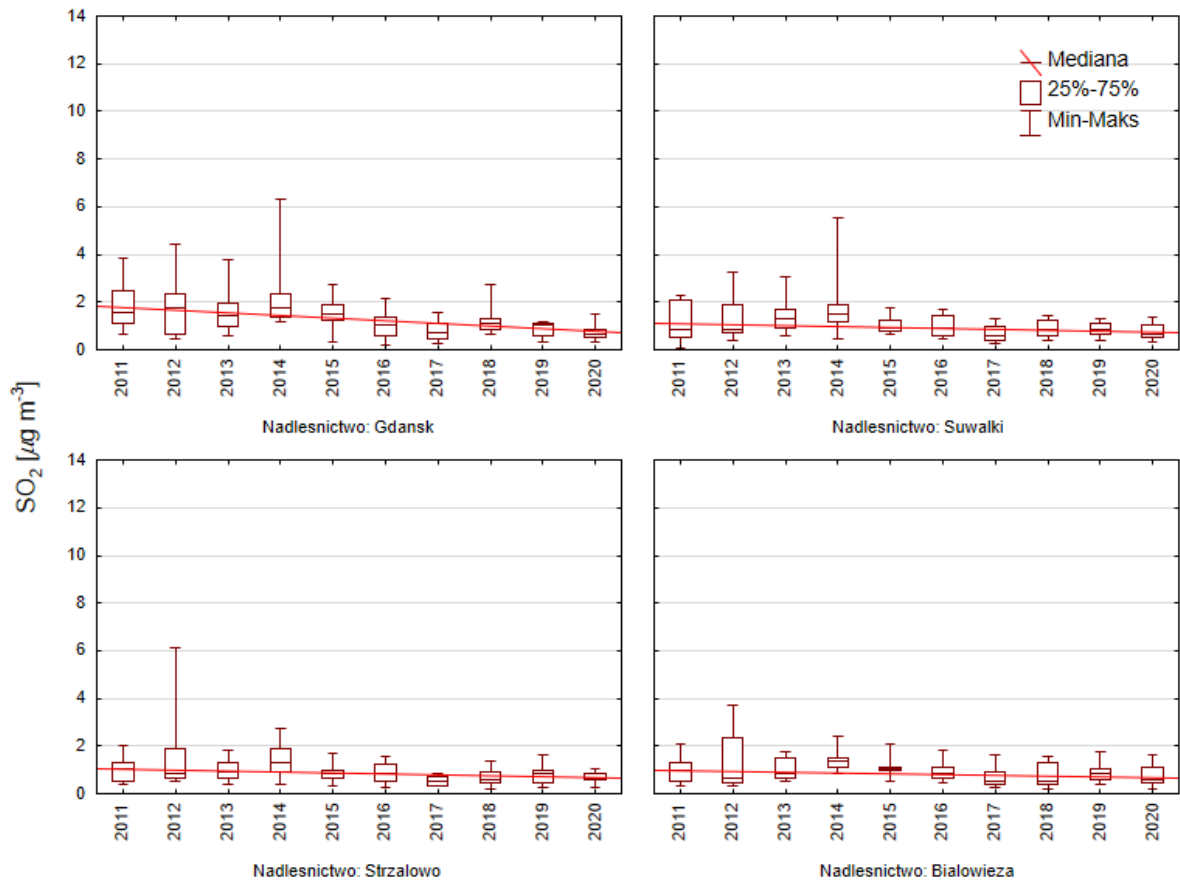
Tabela 13.3. Podstawowe statystyki testu Manna Kendalla (MK): b – współczynnik kierunkowy, τ – tau, współczynnik korelacji rangowej, p – prawdopodobieństwo testowe oraz przedziały ufności współczynnika kierunkowego b testu Manna Kendalla dla objętości [cm³] i stężeń składników [mg dm⁻³] w próbkach roztworów glebowych z głębokości 25 cm i 50 cm na powierzchniach monitoringu intensywnego w latach 2010–2020. 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	Głębokość		Objętość	pH	Ntot	Al	Ca	RWO	S-SO ₄ ²⁻	BC:Al	
buk	Gdańsk	25 cm	SMK τ	-0,3818	0,3818	0,1455	-0,3455	-0,3273	0,2000	-0,2000	0,0000	
			SMK p	0,1195	0,1142	0,5846	0,1611	0,1844	0,4363	0,4363	1,0000	
			SKT slope	-975	0,01	0,01	-0,02	-0,01	0,12	-0,05	0,00	
		50 cm	SMK τ	0,2000	0,4182	-0,1273	-0,5636	-0,4727	0,1273	-0,3818	0,2545	
			SMK p	0,4363	0,0849	0,6404	0,0195	0,0509	0,6404	0,1195	0,3100	
			SKT slope	1385	0,01	-0,01	-0,02	-0,02	0,00	-0,06	0,01	
	Bircza	25 cm	SMK τ	0,0909	0,1273	-0,3091	-0,4364	-0,0545	-0,2000	-0,3091	0,0545	
			SMK p	0,7555	0,6404	0,2129	0,0725	0,8763	0,4363	0,2129	0,8763	
			SKT slope	45	0,04	-0,04	-0,01	-0,10	-0,11	-0,03	0,22	
		50 cm	SMK τ	0,0182	0,2909	-0,1818	0,3818	-0,0545	0,5091	-0,1636	-0,2182	
			SMK p	1,0000	0,2415	0,4822	0,1172	0,8763	0,0350	0,5334	0,3904	
			SKT slope	34	0,08	-0,01	0,00	-0,48	0,15	-0,10	-57,70	
	dąb	Krotoszyn	25 cm	SMK τ	-0,4545	-0,5091	0,5455	0,6727	0,7818	0,2727	0,3091	-0,2727
				SMK p	0,0617	0,0335	0,0235	0,0051	0,0011	0,2758	0,2129	0,2758
				SKT slope	-689	-0,03	1,35	0,44	0,43	0,51	0,07	-0,02
			50 cm	SMK τ	-0,3818	0,1273	0,6000	-0,0545	0,7091	-0,3818	-0,2364	0,6364
				SMK p	0,1195	0,6404	0,0127	0,8763	0,0031	0,1195	0,3502	0,0081
				SKT slope	-470	0,02	1,75	-0,01	1,08	-0,47	-0,16	2,83
Łąck		25 cm	SMK τ	-0,2000	0,2182	0,1273	0,1636	-0,2000	0,2727	-0,2727	-0,3273	
			SMK p	0,4363	0,3904	0,6404	0,5334	0,4363	0,2758	0,2758	0,1808	
			SKT slope	-440	0,01	0,00	0,04	-0,02	0,99	-0,06	-0,02	
		50 cm	SMK τ	-0,6727	0,0545	0,1636	0,0545	-0,5636	0,2727	-0,1818	-0,6000	
			SMK p	0,0051	0,8755	0,5334	0,8763	0,0195	0,2758	0,4822	0,0127	
			SKT slope	-850	0,00	0,02	0,01	-0,08	0,33	-0,05	-0,08	
sosna		Białowieża	25 cm	SMK τ	-0,4182	-0,2545	-0,2727	0,5273	0,2545	0,6000	0,1455	-0,2909
				SMK p	0,0868	0,3100	0,2758	0,0293	0,3100	0,0127	0,5846	0,2376
				SKT slope	-313	-0,01	-0,09	0,13	0,06	1,42	0,02	-0,02
			50 cm	SMK τ	-0,1636	-0,0727	-0,0545	0,1273	-0,5455	0,2000	-0,2364	-0,5273
				SMK p	0,5334	0,8098	0,8763	0,6404	0,0224	0,4363	0,3502	0,0293
				SKT slope	-285	0,00	-0,06	0,03	-0,23	0,15	-0,06	-0,13
	Strzałowo	25 cm	SMK τ	-0,7455	0,3636	-0,0545	0,2000	-0,1636	-0,0545	-0,2364	-0,1636	
			SMK p	0,0018	0,1347	0,8763	0,4363	0,5334	0,8763	0,3502	0,5334	
			SKT slope	-479	0,03	-0,03	0,01	-0,17	-0,09	-0,04	-0,20	
		50 cm	SMK τ	-0,5636	0,8182	-0,4182	-0,2727	-0,0909	0,0182	-0,3091	0,2000	
			SMK p	0,0195	0,0006	0,0868	0,2758	0,7555	1,0000	0,2129	0,4363	
			SKT slope	-383	0,10	-0,09	0,00	-0,19	0,04	-0,10	2,24	
	Krucz	25 cm	SMK τ	-0,3818	-0,2545	0,3455	0,2727	0,4000	0,3818	-0,1636	-0,2727	
			SMK p	0,1195	0,3100	0,1611	0,2758	0,1010	0,1195	0,5334	0,2758	
			SKT slope	-393	-0,01	0,02	0,12	0,05	1,59	-0,03	-0,01	
		50 cm	SMK τ	-0,5273	0,4727	0,3455	0,6545	-0,2364	0,4909	-0,2364	-0,4909	
			SMK p	0,0293	0,0509	0,1611	0,0063	0,3473	0,0430	0,3502	0,0417	
			SKT slope	-387	0,01	0,03	0,10	-0,01	1,23	-0,09	-0,04	
Chojnów	25 cm	SMK τ	0,1765	0,3824	0,2647	-0,3824	-0,6324	0,2059	-0,5000	-0,4412		
		SMK p	0,3434	0,0312	0,1471	0,0357	0,0005	0,2633	0,0056	0,0133		
		SKT slope	270	0,01	0,01	-0,05	-0,08	0,12	-0,12	-0,01		
	50 cm	SMK τ	0,3382	0,7206	0,1397	-0,7941	-0,6618	0,1912	-0,6912	-0,2868		
		SMK p	0,0638	0,0001	0,4552	0,0000	0,0002	0,3003	0,0001	0,1166		
		SKT slope	1116	0,01	0,00	-0,11	-0,10	0,06	-0,20	-0,01		
Zawadzkie	25 cm	SMK τ	-0,2364	0,4364	0,2727	0,2364	-0,8909	-0,0909	-0,1636	-0,8545		
		SMK p	0,3502	0,0725	0,2758	0,3502	0,0002	0,7555	0,5334	0,0003		
		SKT slope	-232	0,02	0,04	0,04	-0,18	-0,09	-0,05	-0,03		
	50 cm	SMK τ	-0,2364	0,2909	0,4182	0,6000	-0,7455	0,3818	0,2364	-0,7455		
		SMK p	0,3502	0,2376	0,0868	0,0127	0,0018	0,1195	0,3502	0,0018		

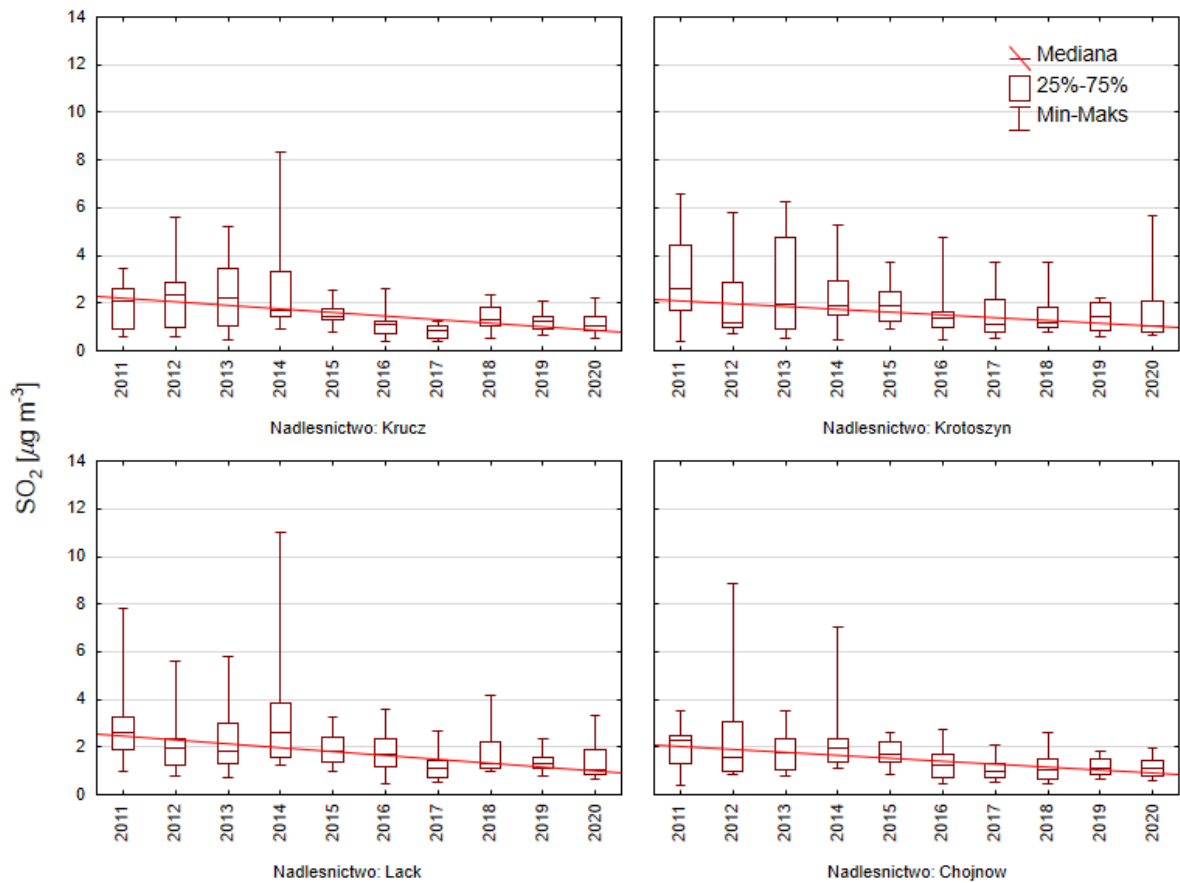
		SKT slope	-94	0,02	0,09	0,14	-0,11	0,37	0,16	-0,05	
	Suwałki	25 cm	SMK τ	-0,4182	0,7091	0,2364	-0,5636	0,3818	0,0909	-0,2364	0,5636
		SMK p	0,0868	0,0031	0,3502	0,0195	0,1195	0,7555	0,3502	0,0195	
		SKT slope	-100	0,25	0,18	-0,14	1,64	0,31	-0,08	6,04	
		50 cm	SMK τ	-0,4545	0,3818	0,4182	-0,0182	-0,2727	0,0909	-0,1273	-0,0182
		SMK p	0,0617	0,1195	0,0868	1,0000	0,2758	0,7555	0,6404	1,0000	
		SKT slope	-293	0,05	0,27	0,00	-0,88	0,20	-0,07	-0,03	
świerk	Szklarska Poręba	25 cm	SMK τ	-0,3091	0,8364	-0,2727	-0,7091	-0,3455	0,0545	-0,6909	-0,1455
		SMK p	0,2129	0,0004	0,2758	0,0031	0,1586	0,8763	0,0039	0,5823	
		SKT slope	-1732	0,02	-0,01	-0,02	-0,01	0,02	-0,05	0,00	
		50 cm	SMK τ	-0,3455	0,7636	-0,0545	-0,7455	-0,3273	-0,1273	-0,7455	-0,3636
		SMK p	0,1611	0,0013	0,8763	0,0018	0,1844	0,6404	0,0017	0,1323	
		SKT slope	-2255	0,01	0,00	-0,03	-0,01	-0,02	-0,06	0,00	
	Piwniczna	25 cm	SMK τ	-0,3333	0,7143	-0,7143	-0,8095	-0,7143	-0,5238	-0,6190	-0,2381
		SMK p	0,3675	0,0355	0,0355	0,0163	0,0355	0,1331	0,0715	0,5480	
		SKT slope	-4266	0,03	-0,08	-0,09	-0,07	-0,67	-0,11	-0,01	
		50 cm	SMK τ	0,0476	0,6190	-0,6190	-0,5238	-0,5238	-0,1429	-0,1429	0,3810
		SMK p	1,0000	0,0715	0,0715	0,1331	0,1331	0,7639	0,7639	0,2876	
		SKT slope	51	0,02	-0,09	-0,07	-0,06	-0,07	-0,04	0,02	

Tabela 13.4. Empiryczne ładunki krytyczne N i objawy towarzyszące ich przekroczeniu dla poszczególnych elementów ekosystemów leśnych (wg Bobbink i Hettelingh 2011).

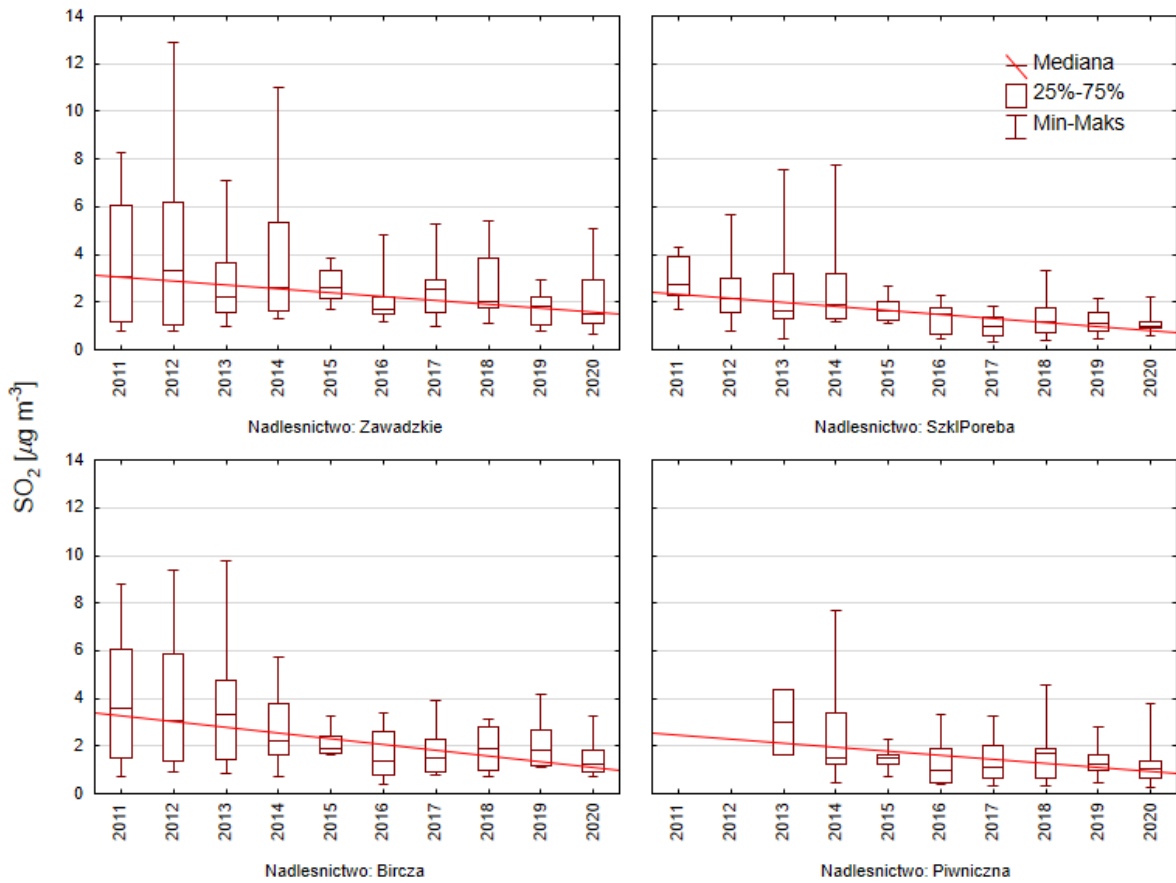
Elementy	kg N ha ⁻¹	Wskaźniki przekroczenia
Procesy glebowe		
igłaste i liściaste	10-15	wzrost mineralizacji i nityfikacji
	10-15	zwiększenie wymywania NO ₃ ⁻
Drzewa		
igłaste i liściaste	10-15	zaburzenia równowagi składników odżywczych, wzrost zawartości N i spadek P, K, i Mg w aparacie asymilacyjnym
lasz strefy umiarkowanej	10-15	wzrost wrażliwości na szkodniki i choroby, zmiany w fungistatycznych związkach fenolowych
Mikoryza		
lasz strefy umiarkowanej i borealne	10-20	spadek produkcji sporokarp, zmiany lub zubożenie składu gatunkowego grzybów mikoryzowych
Roślinność runa		
lasz strefy umiarkowanej	10-15	zmiany składu gatunkowego, wzrost liczby gatunków nitrofilnych, wzrost wrażliwości na ataki szkodników
Mchy i porosty		
lasz strefy umiarkowanej i borealne	5-10	spadek liczby porostów, rozwój glonów niesymbiontycznych (wolnożyjących)



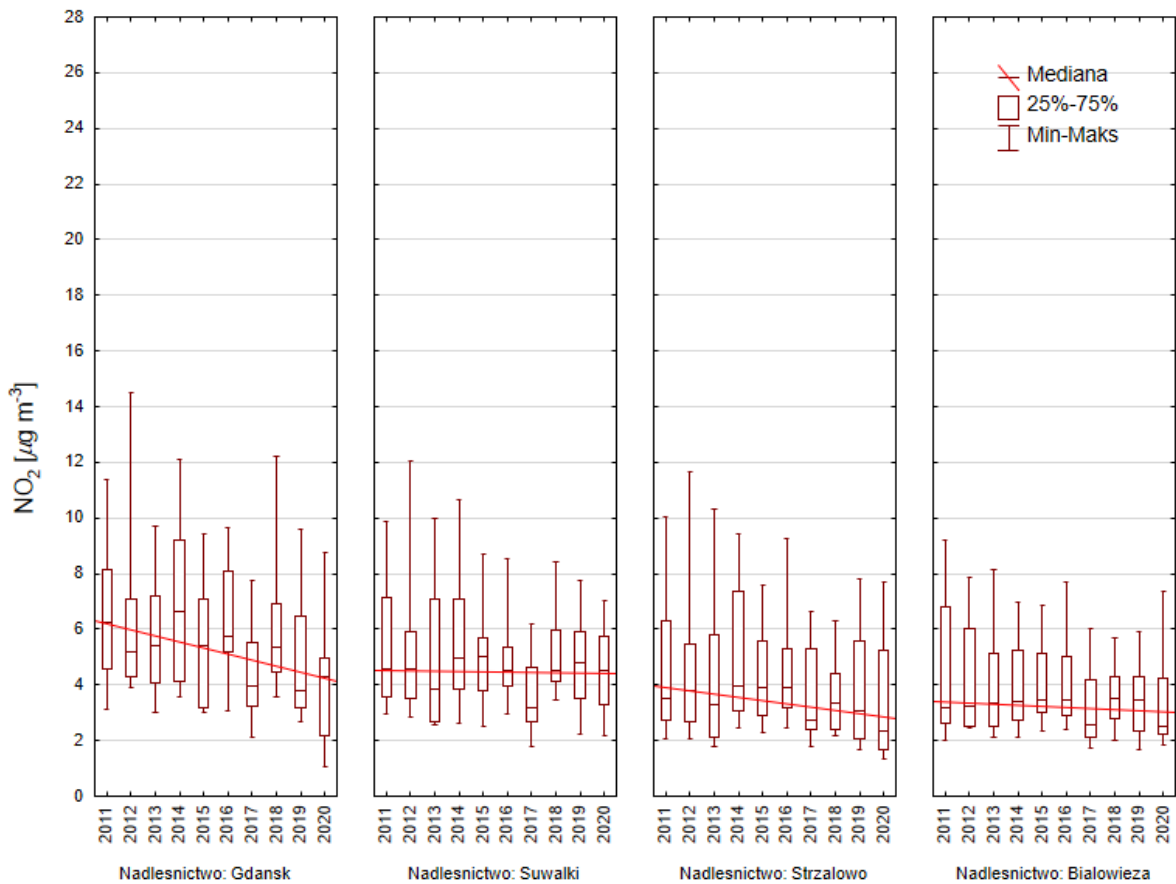
Rycina 14.1. Stężenia dwutlenku siarki w Polsce północnej i północno-wschodniej w latach 2011–2020



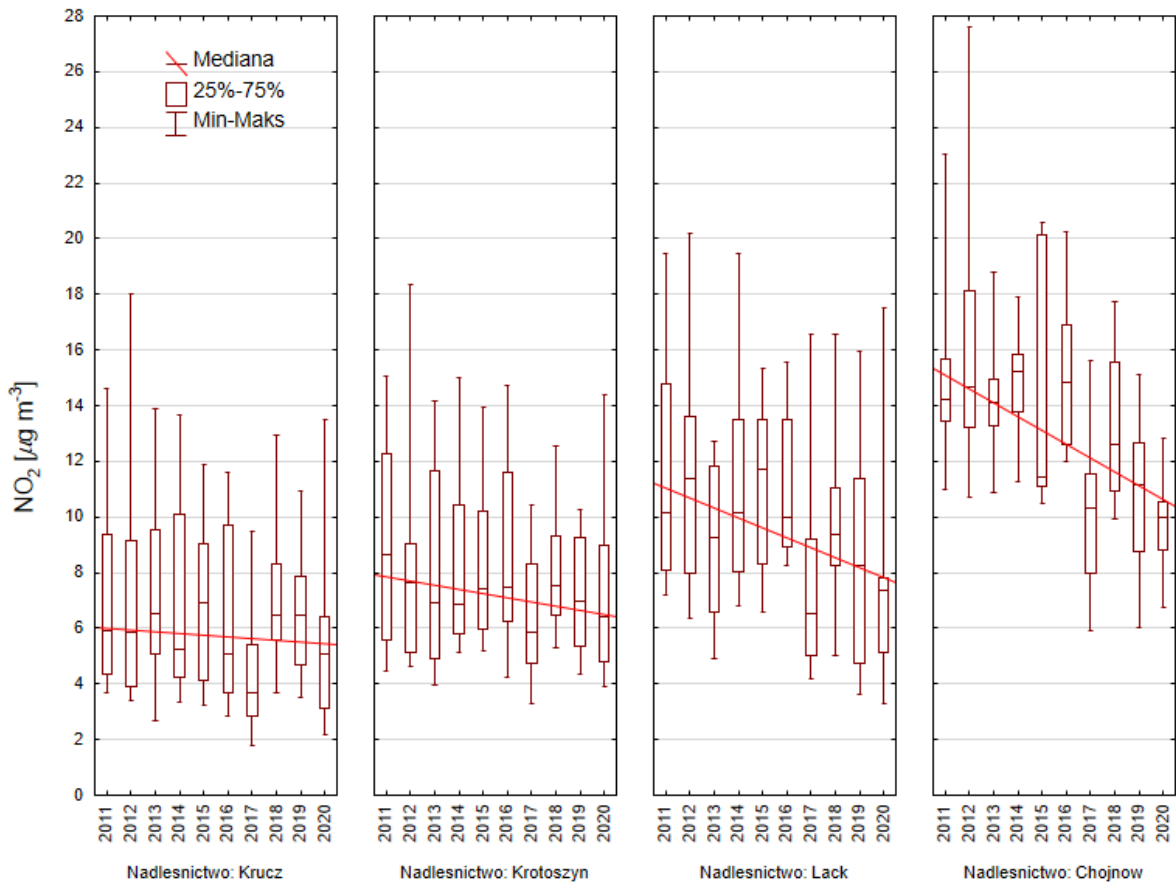
Rycina 13.2. Stężenia dwutlenku siarki w Polsce centralnej w latach 2011–2020



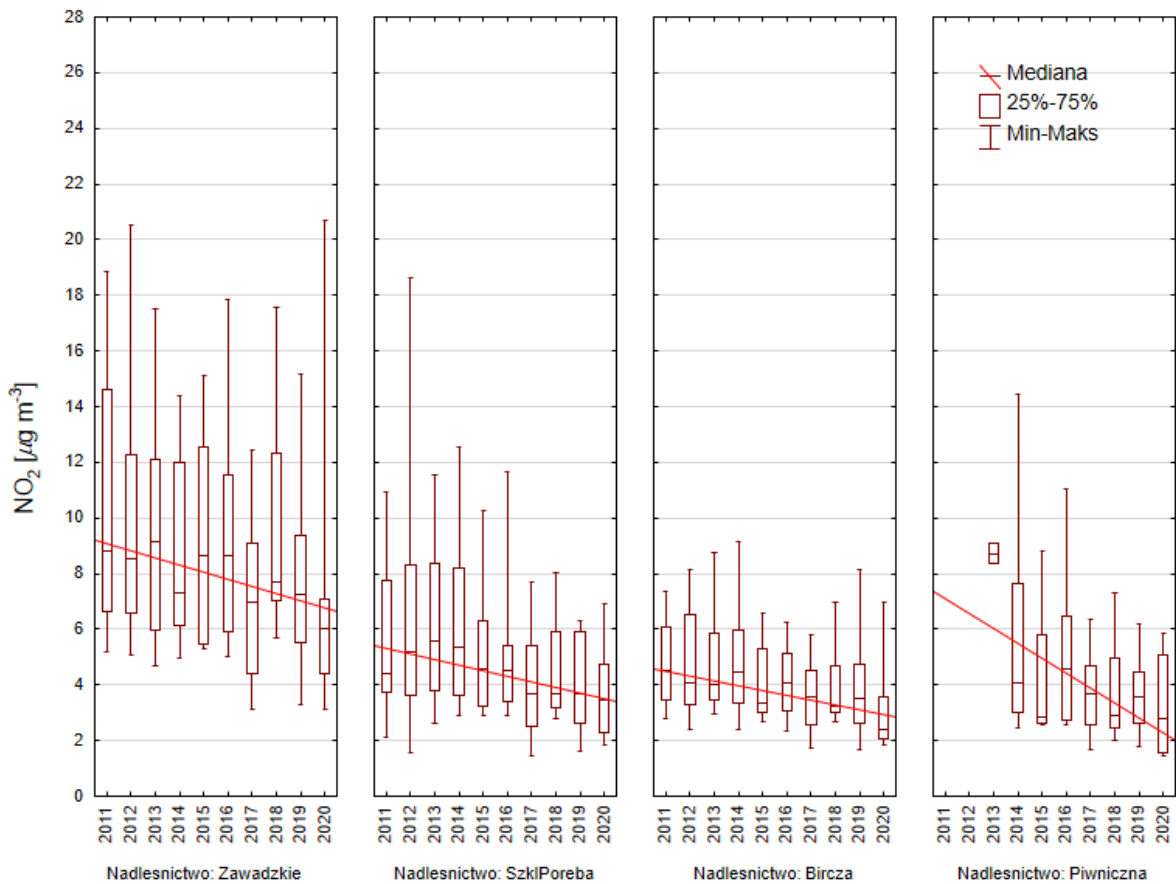
Rycina 13.3. Stężenia dwutlenku siarki w Polsce południowej w latach 2011–2020



Rycina 13.4. Stężenia dwutlenku azotu w Polsce północnej i północno-wschodniej w latach 2011–2020



Rycina 13.5. Stężenia dwutlenku azotu w Polsce centralnej w latach 2011–2020



Rycina 13.6. Stężenia dwutlenku azotu w Polsce południowej w latach 2011–2020

Tabela 14.1. Procentowy udział drzew w klasach defoliacji (gatunki iglaste, liściaste i razem) w krajach Europy w 2019 r. na podstawie krajowych inwentaryzacji*) według rosnących wartości w klasach 2-4

Kraj	Iglaste razem		
	Klasa 0	Klasa 1	Klasy 2-4
Estonia	49,4	44,8	5,8
Serbia	78,9	11,3	9,8
Turcja	34,0	54,6	11,4
Rumunia	57,8	28,5	13,7
Norwegia	46,2	37,3	16,5
Szwecja	51,2	31,7	17,1
Belgia-Flandria	7,1	75,3	17,6
Mołdawia	48,9	31,9	19,2
Polska	6,3	74,1	19,6
Litwa	13,6	64,7	21,7
Dania	38,0	40,0	22,0
Hiszpania	14,9	58,4	26,7
Grecja	41,3	30,0	28,7
Włochy	34,2	37,0	28,8
Cypr	14,8	55,6	29,6
Niemcy	23,5	45,3	31,2
Szwajcaria	14,8	51,6	33,6
Luksemburg	34,2	30,3	35,5
Francja	28,2	29,8	42,0
Słowenia	22,2	35,1	42,7
Węgry	33,0	23,8	43,2
Słowacja	6,2	48,5	45,3
Bułgaria	29,2	25,4	45,4
Chorwacja	19,8	26,6	53,6
Czechy	11,3	24,4	64,3
Belgia-Walonia	1,1	6,8	92,1

Kraj	Liściaste razem		
	Klasa 0	Klasa 1	Klasy 2-4
Estonia	53,3	41,6	5,1
Serbia	78,6	12,7	8,7
Rumunia	54,9	33,9	11,2
Turcja	40,6	46,3	13,1
Litwa	19,6	65,2	15,2
Grecja	70,2	14,3	15,5
Bułgaria	36,8	42,9	20,3
Polska	11,6	64,5	23,9
Chorwacja	34,0	39,6	26,4
Belgia-Flandria	9,7	63,5	26,8
Hiszpania	16,3	56,7	27,0
Mołdawia	35,2	36,8	28,0
Szwajcaria	15,3	51,5	33,2
Węgry	31,4	34,3	34,3
Słowacja	8,7	56,5	34,8
Słowenia	16,4	48,5	35,1
Włochy	21,9	42,1	36,0
Czechy	18,4	44,1	37,5
Niemcy	19,1	37,3	43,6
Belgia-Walonia	14,4	41,3	44,3
Dania	21,0	33,0	46,0
Luksemburg	6,0	36,6	57,4
Francja	9,8	28,0	62,2
Cypr	tylko	gatunki	iglaste
Norwegia	tylko	gatunki	iglaste
Szwecja	tylko	gatunki	iglaste

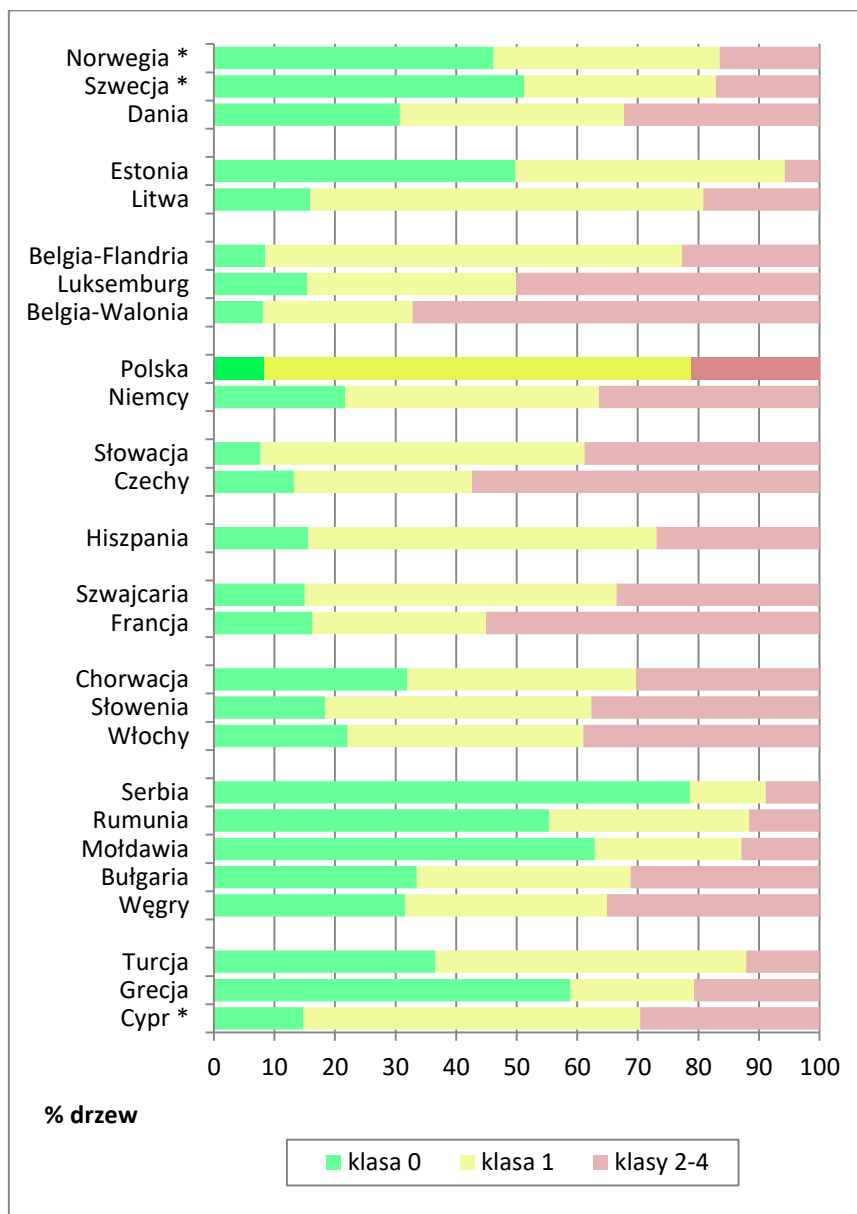
Kraj	Gatunki razem		
	Klasa 0	Klasa 1	Klasy 2-4
Estonia	49,8	44,5	5,7
Serbia	78,6	12,5	8,9
Rumunia	55,4	33,0	11,6
Turcja	36,6	51,3	12,1
Mołdawia	62,9	24,2	12,9
Norwegia	46,2	37,3	16,5
Szwecja	51,2	31,7	17,1
Litwa	15,9	64,9	19,2
Grecja	58,9	20,4	20,7
Polska	8,3	70,5	21,2
Belgia-Flandria	8,5	68,8	22,7
Hiszpania	15,6	57,5	26,9
Cypr	14,8	55,6	29,6
Chorwacja	31,9	37,8	30,3
Bułgaria	33,5	35,3	31,2
Dania	30,7	37,0	32,3
Szwajcaria	15,0	51,5	33,5
Węgry	31,6	33,3	35,1
Niemcy	21,7	41,9	36,4
Słowenia	18,4	43,9	37,7
Słowacja	7,7	53,5	38,8
Włochy	22,1	38,9	39,0
Luksemburg	15,4	34,5	50,1
Francja	16,2	28,7	55,1
Czechy	13,2	29,4	57,4
Belgia-Walonia	8,1	24,7	67,2

*) wg Michel A, Prescher A-K, Schwärzel K, editors (2020) Forest Condition in Europe. The 2020 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>

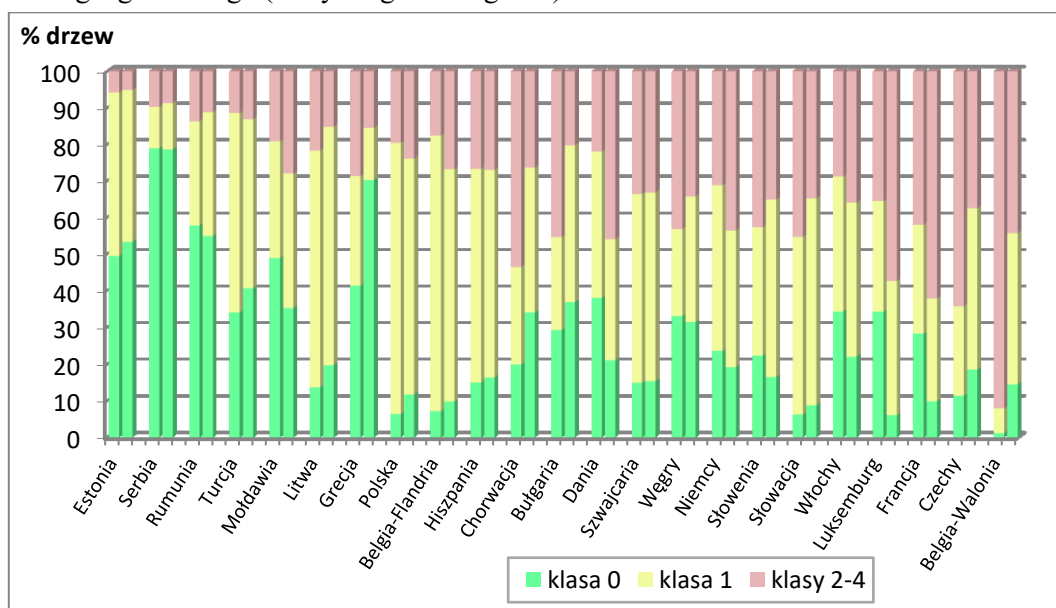
Tabela 14.2. Zmiany w udziale drzew w klasach defoliacji 2-4 w latach 2015-2019 w krajach Europy na podstawie krajowych inwentaryzacji *)

Kraj	Iglaste razem					Liściaste razem					Gatunki razem				
	2015	2016	2017	2018	2019	2015	2016	2017	2018	2019	2015	2016	2017	2018	2019
Belgia	27,9	24,6	26,8	27,7	27,6	25,1	27,4	26,2	27,7	26,8	26,4	26,1	26,6	27,7	27,8
Bułgaria	40,1	39,9	37,0	45,0	45,4	15,6	22,3	20,5	21,8	20,3	26,2	29,9	27,7	31,9	31,2
Chorwacja	56,0	51,0	35,0	47,0	53,6	25,3	24,7	24,0	27,8	26,4	29,7	28,5	25,6	30,8	30,3
Cypr	12,5	35,0	23,6	33,5	29,6	-	-	-	-	-	12,5	35,0	23,6	33,5	29,6
Czechy	57,8	60,3	60,3	63,0	64,3	32,7	34,7	31,6	35,6	37,5	52,0	54,3	53,6	56,4	57,4
Dania	7,4	11,3	11,8	15,2	22,0	10,8	19,7	14,4	30,0	46,0	8,7	14,8	12,9	21,5	32,3
Estonia	6,5	6,7	5,5	9,3	5,8	8,0	5,2	3,3	4,1	5,1	6,7	6,4	5,2	8,6	5,7
Francja	38,0	39,3	38,8	40,0	42,0	47,0	53,5	53,2	58,8	62,2	43,4	48,6	48,8	52,2	55,1
Grecja	27,2	-	32,1	26,2	28,7	11,3	-	14,6	14,4	15,5	20,2	-	20,2	18,4	20,7
Hiszpania	-	20,9	26,2	23,1	26,7	-	22,7	29,3	22,4	27,0	-	21,9	27,8	22,7	26,9
Litwa	25,0	21,7	23,5	21,1	21,7	21,9	20,0	17,8	14,2	15,2	23,8	21,0	21,1	18,5	19,2
Luksemburg	18,7	17,4	17,7	16,2	35,5	40,3	49,0	37,2	39,7	57,4	32,6	38,2	30,3	31,3	50,1
Niemcy	20,3	22,3	19,5	22,8	31,2	29,0	35,7	27,5	37,1	43,6	23,8	28,0	22,7	28,7	36,4
Norwegia	16,5	15,5	19,0	15,5	16,5	-	-	-	-	-	16,5	15,5	19,0	15,5	16,5
Polska	15,7	17,1	18,4	17,2	19,6	18,4	24,0	23,3	21,1	23,9	16,7	19,5	20,2	18,7	21,2
Rumunia	8,0	10,4	10,7	10,3	13,7	13,9	14,2	15,3	15,8	11,2	13,1	13,4	14,5	14,8	11,6
Serbia	14,5	13,5	12,0	10,2	9,8	10,1	11,0	11,8	12,1	8,7	10,7	11,3	11,8	11,9	8,9
Słowacja	49,4	45,6	41,6	49,7	45,3	24,3	36,5	26,7	38,4	34,8	34,5	40,3	32,6	42,7	38,8
Słowenia	41,0	38,6	40,6	40,3	42,7	35,9	31,1	35,1	33,7	35,1	37,8	33,9	37,0	36,0	37,7
Szwajcaria	24,0	24,9	33,4	22,1	33,6	26,4	25,9	34,7	26,6	33,2	24,8	25,2	33,7	23,5	33,5
Szwecja	19,8	16,4	18,2	17,6	17,1	-	-	-	-	-	19,8	16,4	18,2	17,6	17,1
Turcja	8,6	9,1	8,2	10,2	11,4	10,8	11,0	9,8	11,0	13,1	9,5	9,8	8,8	10,5	12,1
Węgry	46,5	52,8	44,9	52,3	43,2	21,4	32,5	40,6	46,8	34,3	24,0	34,6	41,0	47,3	35,1
Włochy	22,6	19,6	22,3	25,1	28,8	32,1	39,5	44,9	44,0	36,0	29,8	34,7	38,8	39,0	39,0

*) wg Michel A, Prescher A-K, Schwärzel K, editors (2020) Forest Condition in Europe. The 2020 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>



Rycina 14.1 Udział drzew (gatunki razem) w klasach defoliacji w krajach Europy w 2019 r., kraje uszeregowane według położenia geograficznego (* - tylko gatunki iglaste)



Rycina 14.2 Udział drzew gatunków iglastych (słupki po lewej stronie) i gatunków liściastych (słupki po prawej stronie) w klasach defoliacji w krajach Europy w 2019 r.