

Państwowa Inspekcja Ochrony Środowiska

Centrum Informacji o Środowisku
GRID - Warszawa



STAN ŚRODOWISKA W POLSCE

pod redakcją

Romana Andrzejewskiego
i Marka Baranowskiego

Warszawa 1993

Publikacja opracowana i wydana ze środków

Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej

Współpraca redakcyjna:

Maria Andrzejewska
Teresa Gałczyńska
Michał Madaliński

Opracowania kartograficzne wykonał zespół
Centrum Informacji o Środowisku GRID-Warszawa
Zakład Narodowej Fundacji Ochrony Środowiska
w składzie:

Maria Andrzejewska
Anna Kuczyk

pod kierunkiem naukowym *Marka Baranowskiego*

przy zastosowaniu techniki komputerowej, za pomocą systemów:
pcKARTEM, SINUS, ARC/INFO i SURFER

Skład i opracowanie graficzne zespół GRID-Warszawa:

Anna Tkaczyk
Magdalena Machinko-Nagrabecka

Korekta: *Jolanta Kamecka-Grzyb*

Projekt okładki: *Marek Baranowski*

© Copyright by Państwowa Inspekcja Ochrony Środowiska i
Centrum Informacji o Środowisku GRID-Warszawa
Warszawa 1993

ISBN 83-85949-00-3

Problemy związane z niekorzystnymi zmianami środowiska w Polsce są na ogół znane dużej części naszego społeczeństwa. Ludzie profesjonalnie związani z ochroną środowiska znają również zadania jakie należałoby podjąć dla zapobiegania dalszej degradacji polskiej przyrody i zapewnienia stopniowej rekultywacji jej najbardziej zniszczonych elementów. Zakres potrzebnych działań jest jednakże niezwykle szeroki a ich pełna realizacja w krótkim czasie przekracza aktualne możliwości państwa.

Przez kilkadziesiąt lat w gospodarce centralnie sterowanej dominowała zasada zwiększenia produkcji przy minimalnych kosztach na ochronę i rekultywację eksploatowanych zasobów. Doprowadziło to do tak dużego nagromadzenia zaległości w dziedzinie ochrony środowiska, że musimy dzisiaj bardzo często wybierać między pilnym a najpilniejszym. Musimy kierować środki przeznaczone na ochronę środowiska na te zadania, które są najbardziej efektywne. Aby móc racjonalnie dokonywać takich wyborów potrzebna jest rzetelna wiedza o stanie środowiska w Polsce i zmianach w nim zachodzących.

Miarodajne informacje o stopniu degradacji poszczególnych elementów środowiska przyrodniczego, a więc wody, powietrza, gleby, roślin i zwierząt, są konieczne dla podejmowania optymalnych decyzji przez administrację państwową wszystkich szczebli. Wiadomości te potrzebne są zarówno zarządowi gminy przesadzającemu o przeznaczeniu gruntów, wojewodzie podejmującemu decyzję o lokalizacji zakładu przemysłowego, jak również rządowi uchwalającemu zasady restrukturyzacji przemysłu w regionie. Świadomość stopnia zanieczyszczenia wody, powietrza, gleby, a także produktów konsumpcyjnych jest także potrzebna każdemu z nas. W państwie demokratycznym i praworządnym człowiek ma bowiem prawo do rzetelnej informacji o stanie środowiska, w którym żyje i wynikających z tego zagrożeń. Wszystko to stanowiło powody opracowania w ciągu ostatnich dwóch lat programu Państwowego Monitoringu Środowiska.

Państwowy Monitoring Środowiska jest to właśnie system badań i ocen stanu środowiska, zapewniający rejestrację zmian, które w nim zachodzą. Podstawową cechą tego systemu jest rzetelność i miarodajność informacji. Aby to osiągnąć potrzebne stały się: jednolitość metodyk, określania uprawnień dla jednostek działających w tym systemie oraz prowadzenia ich interkalibracji (tj. kontroli prawidłowego działania). Takim koordynatorem Państwowego Monitoringu Środowiska jest Państwowa Inspekcja Ochrony Środowiska (PIOŚ) - centralny organ administracji państwowej działający ponadto w zakresie kontroli przestrzegania przepisów ochrony środowiska i egzekutor tych przepisów.

Państwowa Inspekcja Ochrony Środowiska podlega Ministrowi Ochrony Środowiska, Zasobów Naturalnych i Leśnictwa, a kieruje nią Główny Inspektor Ochrony Środowiska w randze podsekretarza stanu. Właśnie z inicjatywy i na zlecenie Państwowej Inspekcji Ochrony Środowiska powstało opracowanie - *"Stan środowiska w Polsce"*, które trafia dzisiaj do rąk czytelnika.

Opracowanie to powstało w Centrum Informacji o Środowisku GRID-Warszawa, utworzonym w 1991 roku na mocy porozumienia Rzeczypospolitej Polskiej z UNEP (United Nations Environment Programme) przy wsparciu finansowym rządu Norwegii. Jest to jeden z dziewięciu ośrodków Światowej Bazy Danych o Zasobach (Global Resource Information Database - GRID), powstałej z inicjatywy Programu Środowiskowego Narodów Zjednoczonych. GRID-Warszawa dąży do dostarczenia społeczności krajowej i międzynarodowej aktualnych danych o środowisku przy równoczesnym zapewnieniu dostępu do systemów informacji geograficznej, technologii przetwarzania zdjęć satelitarnych i technologii telekomunikacyjnej.

Na koniec chcę podkreślić, że opracowanie niniejsze nie stanowi raportu o stanie środowiska w Polsce. Raporty takie będą opracowane przez Państwową Inspekcję Ochrony Środowiska w najbliższym czasie, gdy poziom państwowego monitoringu środowiska będzie wystarczający do ich sporządzania. Dzisiaj PIOŚ informuje o stanie środowiska w poszczególnych elementach: woda, powietrze itp., natomiast to opracowanie jest kierowane do czytelnika nie przygotowanego profesjonalnie. Publikacja jest próbą oceny stanu środowiska w Polsce i klasyfikacji jego głównych zagrożeń.

Podstawową ideą jaką kierowała się PIOŚ zlecając opracowanie *"Stanu środowiska w Polsce"*, było dotarcie z wiedzą o tych problemach do szerokiego grona czytelników, nie tylko specjalistów w tej dziedzinie. Dlatego napisanie poszczególnych rozdziałów tej książki powierzone zostało wybitnym specjalistom w poszczególnych dziedzinach.

Andrzej Walewski
Główny Inspektor Ochrony Środowiska
Podsekretarz Stanu

OD REDAKTORÓW

Przygotowanie publikacji na temat stanu środowiska w Polsce wymagało zaangażowania szeregu specjalistów oraz zgromadzenia i przetworzenia ogromnej ilości danych. Wysiłek zespołu autorskiego oraz zespołu redakcyjnego doprowadził do opracowania książki *"Stan środowiska w Polsce"*, która jednakże nie mogłaby ukazać się drukiem bez wsparcia i zaangażowania licznych organizacji i osób działających na rzecz ochrony środowiska w Polsce.

Książka ta została wydana dzięki przyznaniu odpowiednich środków finansowych przez **Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej**. Miało to istotny wpływ m.in. na stosunkowo niską cenę książki, jak należy sądzić potrzebnej nie tylko instytucjom związanym z problemami ochrony środowiska, ale w pierwszym rzędzie zainteresowanym osobom, działaczom ochrony przyrody, wykładowcom, studentom i uczniom licealnym. Narodowemu Funduszowi Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej należy się podziękowanie za to, że niniejsza książka staje się szeroko dostępna.

Redaktorzy pragną szczególnie serdecznie podziękować autorom poszczególnych rozdziałów, których ogromna wiedza ujęta w krótkie teksty niniejszej publikacji pozwoliła opisać charakterystykę poszczególnych komponentów w sposób zwięzły, a jednocześnie wyczerpujący. Ich trud jest tym bardziej godny odnotowania, że przy ogromie innych zadań zdecydowali się poświęcić swój cenny czas dla przedstawianego opracowania. Podziękowania kierujemy również do dyrektora Wojciecha Szczepańskiego za współpracę i dostarczone materiały.

W pracach nad częścią ilustracyjną raportu wykorzystano szereg danych pochodzących z różnych źródeł. Głównymi dostarczycielami danych były Państwowa Inspekcja Ochrony Środowiska oraz Główny Urząd Statystyczny. Ponadto swoje zasoby informacyjne udostępnili : *w formie numerycznej* - Instytut Geodezji i Kartografii, Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej, Centralne Laboratorium Ochrony Radiologicznej, Instytut Badawczy Leśnictwa oraz Instytut Inżynierii Środowiska Politechniki Warszawskiej, *w formie tabelarycznej i kartograficznej* - Ministerstwo Ochrony Środowiska, Zasobów Naturalnych i Leśnictwa, Państwowy Instytut Geologiczny, Instytut Ochrony Środowiska, Instytut Uprawy, Nawożenia i Gleboznawstwa w Puławach, Instytut Techniki Budowlanej oraz Instytut Hydrogeologii i Geologii Inżynierskiej Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie. Autorzy raportu oraz zespół Centrum Informacji o Środowisku GRID-Warszawa, w którym to otrzymane dane mogły być przetworzone na postać kartograficzną, pragną podziękować wszystkim wyżej wymienionym instytucjom za współpracę i życzliwą pomoc.

Dziękujemy także wielu osobom, które przyczyniły się do powstania tej książki. Szczególnie dziękujemy Ministrowi **Andrzejowi Walewskiemu** za doradztwo i przychylny nadzór: Zespołowi Monitoringu Środowiska Państwowej Inspekcji Ochrony Środowiska, a w szczególności jego dyrektorowi, Zastępcy Głównego Inspektora Ochrony Środowiska **Adamowi Mierzwińskiemu**, który poświęcił wiele godzin wnikliwej lekturze i korekcie merytorycznej tej publikacji, jak również jego współpracownikom, a mianowicie Paniom Annie Andrzejewskiej, Lucynie Ciołkowskiej, Hannie Kasprowicz, Elżbiecie Roman, Ewie Żrałek oraz

Panom Jackowi Gospodarkowi i Mieczysławowi Hołdakowskiemu, za wnikliwe i życzliwe uwagi do całości opracowania.

W końcu, podziękowania należą się zespołowi Centrum Informacji o Środowisku GRID-Warszawa, który wytrwale, z pełnym zaangażowaniem i oddaniem pracował nad komputerowym przetwarzaniem danych o środowisku, ich prezentacją kartograficzną i inną graficzną, doбором pozostałych ilustracji, redakcją techniczną tekstu oraz redakcją całej publikacji. Na szczególne wyróżnienie zasługuje Pani Maria Andrzejewska, której poświęcenie połączone z wiedzą kartograficzną i zmysłem organizatorskim pozwoliły przygotować pracę w tak krótkim czasie i na niezłym poziomie edytorskim. Podziękowania należą się również Pani Teresie Gałczyńskiej za projekt merytoryczny opracowania, dobór zdjęć, tworzenie bazy informacyjnej dla niniejszego opracowania, Pani Annie Kuczyk za numeryczne opracowanie wielu map, Pani Annie Tkaczyk za skład komputerowy tekstu i opracowanie diagramów i tabel, Pani Magdalenie Machinko-Nagrabeckiej za opracowanie diagramów i niektórych map oraz Panu Michałowi Madalińskiemu za wstępną redakcję tekstów autorskich.

Roman Andrzejewski i Marek Baranowski

O AUTORACH

mgr inż. Andrzej Walewski - Główny Inspektor Ochrony Środowiska, Podsekretarz Stanu w Ministerstwie Ochrony Środowiska i Zasobów Leśnych, Przewodniczący Rady Programowej GRID. Biolog, inżynier sanitarny i budownictwa wodnego, twórca i realizator koncepcji Państwowej Inspekcji Ochrony Środowiska w Polsce, koordynator Krajowego Systemu Monitoringu Środowiska.

prof. dr hab. Roman Andrzejewski - ekolog zajmujący się teorią tej nauki i jej zastosowaniami w planowaniu przestrzennym i ochronie środowiska. Autor 200 publikacji. Pracuje w Szkole Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie.

dr Marek Baranowski - dyrektor Centrum Informacji o Środowisku UNEP/GRID-Warszawa. Specjalista w zakresie kartografii komputerowej i Systemów Informacji Przestrzennej. Autor ponad 50 publikacji. Przewodniczący Narodowego Komitetu d/s Międzynarodowej Asocjacji Kartograficznej, wiceprzewodniczący Towarzystwa Informacji Przestrzennej.

mgr Anna Olecka - pracownik Ośrodka Ochrony Klimatu w Instytucie Ochrony Środowiska w Warszawie. Zajmuje się szacowaniem przyszłych scenariuszy zmian klimatu w Polsce na podstawie wyników modeli globalnej cyrkulacji atmosfery oraz badaniami dotyczącymi konsekwencji prognozowanych zmian klimatu w rolnictwie i leśnictwie.

prof. dr hab. Maciej Sadowski - kierownik Ośrodka Ochrony Klimatu w Instytucie Ochrony Środowiska w Warszawie. Specjalista w zakresie zmian klimatu oraz ich konsekwencji w życiu gospodarczym, społecznym i politycznym. Autor kilkudziesięciu prac naukowych i popularno-naukowych. Członek Biura Komitetu Negocyjnego Konwencji Zmian Klimatu.

prof. zw. dr hab. Andrzej Ciołkosz - kierownik Ośrodka Teledetekcji i Informacji Przestrzennej OPOLIS Instytutu Geodezji i Kartografii, wykładowca Uniwersytetu Warszawskiego. Specjalista w zakresie teledetekcji lotniczej i satelitarnej. Autor ponad 200 prac naukowych, w tym kilku podręczników akademickich. Członek licznych towarzystw naukowych.

prof. dr hab. Zdzisław Harabin - dyrektor Departamentu Ochrony Przyrody w Ministerstwie Ochrony Środowiska Zasobów Naturalnych i Leśnictwa. Autor 40 prac naukowych dotyczących głównie biorestytucji terenów przekształconych działalnością przemysłu. Członek Państwowej Rady Ochrony Przyrody, Polskiego Towarzystwa Leśnego i Polskiego Towarzystwa Gleboznawczego.

prof. dr hab. Kazimierz Rykowski - specjalista z zakresu fitopatologii leśnej, grzybowych chorób drzew i biologicznej metody ochrony lasu. Zajmuje się patologią ekosystemów leśnych w warunkach antropopresji. Kierownik Zakładu Ekologii i Ochrony Środowiska oraz wicedyrektor d/s naukowych w Instytucie Badawczym Leśnictwa, współprzewodniczący Europejskiej Komisji Leśnej FAO, wiceprzewodniczący grupy roboczej IUFRO "Patologia lasów", członek komitetu naukowego fundacji BULL w programie ARBOR.

prof. dr hab. Stanisław Bałazy - współuczestnik realizacji interdyscyplinarnych programów badawczych poświęconych rozpoznaniu wpływu intensyfikacji rolnictwa na środowisko oraz ograniczania obszarowych zanieczyszczeń na obszarach wiejskich, drogą stosowania ekologicznych zasad w gospodarce rolnej i kształtowaniu krajobrazu. Specjalista w zakresie ochrony lasów i zadrzewień krajobrazu rolniczego. Opublikował około 130 prac.

prof. dr hab. Lech Ryszkowski - kierownik Zakładu Badań Środowiska Rolniczego i Leśnego PAN. Specjalista z zakresu agroekologii i ochrony środowiska rolniczego. Członek komisji d/s obszarów wiejskich, ochrony przyrody i krajobrazu Rady Europy. Autor ponad 170 publikacji.

prof. dr hab. Tadeusz Witek - specjalista w zakresie gleboznawstwa i kartografii, był kierownikiem Zakładu Gleboznawstwa i Ochrony Gruntów w Instytucie Uprawy, Nawożenia i Gleboznawstwa w Puławach. Autor koncepcji map glebowo-rolniczych i systemów syntetycznej oceny warunków przyrodniczych rolnictwa makro- i mikroregionów. Zmarł 25 kwietnia 1993 roku.

prof. dr hab. inż. Maciej Nowicki - prezes Ekofunduszu. Specjalista w zakresie ochrony atmosfery, autor ponad 100 publikacji naukowych, w tym szeregu podręczników akademickich. Członek licznych towarzystw naukowych, doradca Prezesa Rady Ministrów d/s ekologii.

dr Rajmund J. Wiśniewski - pracownik Zakładu Hydrologii Instytutu Ekologii PAN, specjalista z zakresu limnologii, krażenia substancji troficznych w ekosystemach jeziornych, eutrofizacji jezior. Autor około 50 prac naukowych i ekspertyz z dziedziny ochrony ekosystemów wodnych.

prof. dr hab. Antoni S. Kleczkowski - specjalista z zakresu hydrogeologii, gospodarki wodnej, geologii inżynierskiej i kopalnianej, historii geologii i górnictwa. Autor ponad 300 publikacji. Członek licznych towarzystw naukowych.

doc. dr inż. Hanna Piotrowska - specjalista w zakresie gospodarki odpadami komunalnymi: zgazowywanie odpadów, gospodarka odpadami w planach zagospodarowania przestrzennego. Autorka ponad 100 publikacji. Członek Sekcji Inżynierii Sanitarnej Komitetu Inżynierii Lądowej i Wodnej PAN.

prof. dr hab. Jerzy Sadowski - specjalista w zakresie akustyki budowlanej, urbanistycznej i akustyki wnętrz, ochrony przed hałasem i wibracjami. Autor 18 książek i podręczników oraz 190 innych publikacji z dziedziny akustyki i ochrony przed hałasem. Projektant akustyki specjalnej obiektów budowlanych oraz autor planów akustycznych wielu obszarów Polski. Członek licznych towarzystw naukowych.

prof. dr hab. inż. Jan Jagielak - zastępca dyrektora Centralnego Laboratorium Ochrony Radiologicznej (CLOR). Specjalista w zakresie miernictwa promieniowań jonizujących i ochrony radiologicznej.



SPIS TREŚCI

1.	Środowisko geograficzne Polski	9
	<i>Marek Baranowski</i>	
2.	Klimat Polski w aspekcie zmian globalnych	15
	<i>Anna Olecka, Maciej Sadowski</i>	
3.	Użytkowanie ziemi	22
	<i>Andrzej Ciołkosz</i>	
4.	Obszary i gatunki chronione	29
	<i>Roman Andrzejewski, Zdzisław Harabin</i>	
5.	Lasy	43
	<i>Kazimierz Rykowski</i>	
6.	Środowisko rolnicze	53
	<i>Stanisław Bałazy, Lech Ryszkowski</i>	
7.	Gleby	58
	<i>Tadeusz Witek</i>	
8.	Powietrze	66
	<i>Maciej Nowicki</i>	
9.	Wody śródlądowe i Morze Bałtyckie	72
	<i>Rajmund J. Wiśniewski</i>	
10.	Wody podziemne	80
	<i>Antoni S. Kleczkowski</i>	
11.	Odpady	84
	<i>Hanna Piotrowska</i>	
12.	Hałas i wibracje	89
	<i>Jerzy Sadowski</i>	
13.	Radioaktywność	95
	<i>Jan Jagielak</i>	
	Podsumowanie	99
	<i>Roman Andrzejewski, Marek Baranowski</i>	
	Indeks	103

1. Środowisko geograficzne Polski

Położenie i ukształtowanie terenu

Polska to jeden z większych krajów Europy. Jej powierzchnia wynosi 312 700 km² (Tab.1.1). Podzielona jest dwustopniowo na 49 województw (w tym 3 miejskie) oraz 2 459 gmin. Odznacza się bardzo zwartym terytorium o kształcie zbliżonym do koła (Ryc. 1).

Położona jest w środkowo-wschodniej Europie, w dorzeczu Wisły i Odry, na Nizinie Europejskiej, między Morzem Bałtyckim a łukiem Karpat. Najbardziej na południe wysunięty punkt to Szczyt Opołonek (49° szerokości geograficznej północnej). Na północy takim miejscem jest przylądek Rozewie (54°50' szerokości geograficznej północnej). Najbardziej na zachód wysunięty punkt leży na 14°07' długości geograficznej wschodniej, a na wschód - na 24°08' długości geograficznej wschodniej. Położenie Polski w średnich szerokościach geograficznych determinuje jej: klimat, szatę roślinną, gleby itd.

Polska zajmuje obszar między Europą Zachodnią, rozczłonkowaną, podzieloną na

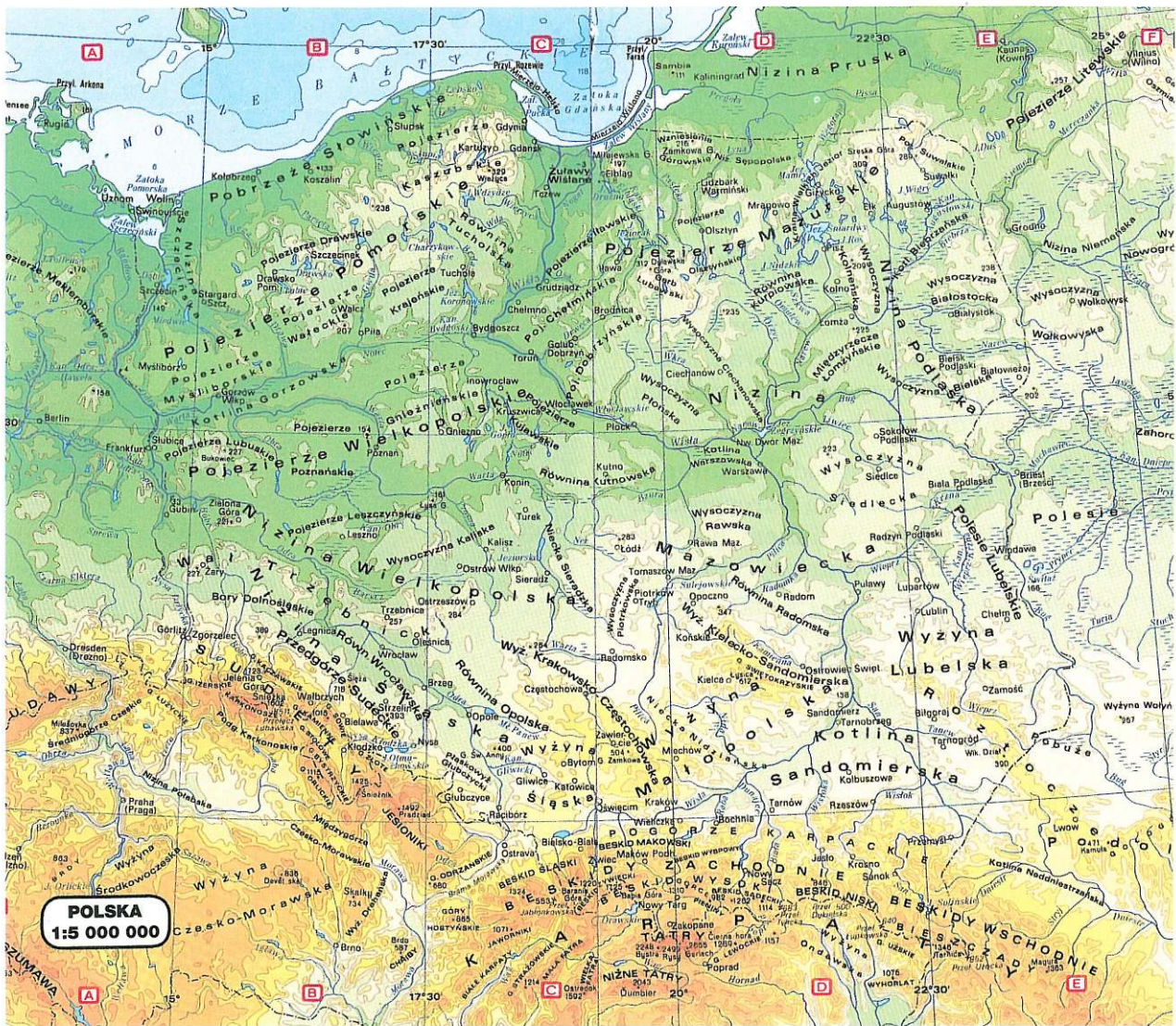


Ryc. 1. Położenie Polski w Europie

wiele krain i regionów, a Europą Wschodnią, mniej zróżnicowaną przestrzennie.

Tabela 1.1
Powierzchnia i ludność Polski na tle świata i Europy

Wyszczególnienie	Świat	Europa	Polska
Powierzchnia (lądowa) [tys. km ²]	135 800	5 000	312,7
udział w stosunku do:			
- świata		3,7%	0,23%
- Europy			6,25%
miejsce Polski	63	8	
Ludność [mln]	5 385	506	38,3
udział w stosunku do:			
- świata		9,4%	0,71%
- Europy			7,57%
miejsce Polski	25	7	



Ryc.2. Mapa fizyczna Polski. Źródło: PPWK

W budowie geologicznej a także w rzeźbie terenu z łatwością można zauważyć wiele cech wspólnych z każdym z wyżej wymienionych obszarów naszego kontynentu. Z jednej strony - na południu i południowym-zachodzie - występują obszary o bardzo urozmaiconej rzeźbie, z zespołami starych i młodych górotworów charakterystycznych dla Europy Zachodniej, z drugiej zaś - na północnym-wschodzie i na wschodzie - mało zróżnicowana platforma wschodnioeuropejska.

Nasz kraj jest na ogół nizinny. Średnia wysokość nad poziomem morza (n.p.m.) wynosi 173 m, podczas gdy dla całej Europy (najniższego z kontynentów) wynosi 330 m. Obszary zaliczane do nizin zajmują 91,3% ogólnej powierzchni Polski, wyżynne - 7,7%, natomiast obszary typowo górskie tylko 1%.

Należy jednak podkreślić, że nawet niziny mają najczęściej charakter pagórkowaty, co jest związane z działalnością lodowców (pojezierza), a tylko w centralnej Polsce są one typowo równinne. Jedną z charakterystycznych cech ukształtowania pionowego kraju jest pasowość, co oznacza, że pasy wzniesień i obniżen występują na przemian po sobie w układzie równoleżnikowym (Ryc. 2).

Budowa geologiczna i surowce

Ze zróżnicowaniem geologicznym ściśle związana jest duża różnorodność bogactw mineralnych. Polska, obok Francji, należy do najzasobniejszych w surowce mineralne państw europejskich. Posiada szczególnie duże złoża węgla kamiennego (eksploatowa-

nego w kopalniach głębinowych, głównie Górnego Śląska) oraz węgla brunatnego (wydobywanego metodą odkrywkową w okolicach Konina, Turosszowa i Bełchatowa).

Bardzo duże zasoby łupków miedzionośnych występują w rejonie Lubiąsko-Głogowskim, a znaczące złoża rud cynkowo-ołowianych w rejonie Górnego Śląska koło Olkusza, Trzebini i Siewierza. Duże znaczenie dla przemysłu chemicznego mają ważne na skalę światową złoża siarki rodzimej, występujące w okolicach Tarnobrzegu i Staszowa, oraz soli kamiennej eksploatowanej koło Inowrocławia i Kłodawy.

Klimat

Polska leży w strefie klimatów umiarkowanych. Istotną cechą klimatu Polski jest jego charakter przejściowy pomiędzy klimatem morskim a

kontynentalnym.

Wyrazem tego jest przemieszczanie się nad terytorium Polski zupełnie odmiennych mas powietrza napływających z zachodu i ze wschodu. Przewaga wpływu mas morskich lub kontynentalnych powoduje różnice w przebiegu pór roku w poszczególnych latach. Bywają zimy mroźne, bywają też łagodne. Podobnie mamy lata chłodne i deszczowe, ale również upalne i suche.

W wyniku tej przejściowości naszego klimatu, wszystkie pory

roku (z wyjątkiem lata) wkraczają do naszego kraju nie z południa lub północy, lecz z zachodu - jak wiosna, lub ze wschodu - jesień i zima. Jedynie lato wkracza do Polski od południa. Klimatolodzy wyróżniają w naszym kraju aż sześć pór roku, ponieważ między zimą a wiosną, a także między jesienią a zimą istnieją wyraźne pory przejściowe (przedwiosnie i przedzimy), w których temperatury utrzymują się dość długo w pobliżu zera.

Klimat, mający istotny wpływ na stan środowiska, został szerzej omówiony w następnym rozdziale.

Warunki wodne

Pod wpływem klimatu, budowy geologicznej i rzeźby terenu kształtują się zjawiska hydrograficzne. Polska leży niemal w całości (99,7% powierzchni) w zlewisku Morza Bałtyckiego, głównie w obrębie dorzeczy Wisły i Odry, które łączą rozległe terytorium z Morzem Bałtyckim. Niewielkie skrawki powierzchni Polski należą do zlewisk Morza Czarnego i Morza Północnego.

Dorzecza naszych głównych rzek Wisły i Odry w 90% znajdują się na terytorium Polski. Ich cechą charakterystyczną jest asymetria - oba mają bardziej rozbudowaną część wschodnią. Niskie (nizinne) działy wodne



Fot. 2.

wpływają na dużą spójność hydrograficzną obszaru Polski.

Polska, obok np. Finlandii i Szwecji, jest krajem o dużej liczbie jezior. Na jej terytorium znajduje się ponad 8 000 jezior o powierzchni powyżej 1 ha. Większość z nich jest pochodzenia polodowcowego. Najwięcej jezior jest na Pojezierzu Pomorskim. Drugim obszarem pod względem liczby jezior jest

Pojezierze Mazurskie, ale łączna powierzchnia jezior jest tu większa niż na Pojezierzu Pomorskim. Znaczące skupiska jezior występują ponadto na Pojezierzu Wielkopolsko-Kujawskim oraz na Polesiu Lubelskim.

Biocenozy

Wszystkie wyżej wymienione elementy środowiska geograficznego w istotnym stopniu wpływają na szatę roślinną i świat zwierzęcy. Polska leży w strefie lasu mieszanego, choć dominują gatunki drzew iglastych - wynik ingerencji człowieka. Większość gatunków roślin to tzw. gatunki przechodnie, występujące powszechnie na obszarze sąsiednich krajów. Z przejściowością naszego klimatu wiąże się również fakt istnienia tutaj granic zasięgów wielu gatunków roślin i zwierząt.

Lasy stanowią ok. 28% powierzchni kraju. Wskaźnik ten jest niższy od średniej europejskiej, która przekracza 30%. Rozmieszczenie lasów na terenie kraju jest jednak bardzo zróżnicowane. W niektórych województwach zachodnich (np. zielonogórskim) lasy zajmują ponad 40% powierzchni, natomiast w wielu centralnych (np. płockie) zajmują zaledwie 10%. Przeważają bory sosnowe (75%), rosnące głównie na glebach bielcowych.

Gleby

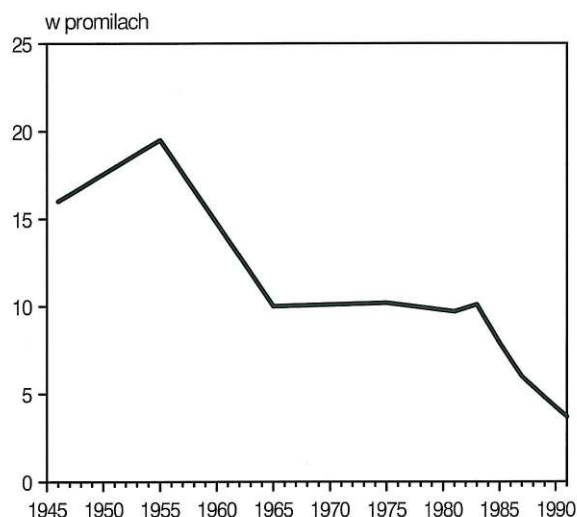
Gleby to kolejny element środowiska geograficznego bezpośrednio uzależniony od klimatu, składu mineralnego skały macierzystej, warunków wodnych oraz szaty roślinnej. Rozwój gleb na obszarze Polski datuje się od czasu ustąpienia ostatniego lodowca (ok. 12000 lat temu). Zaczęły wówczas tworzyć się gleby tundrowe. Dopiero później, po ociepleniu się klimatu i pokryciu kraju przez las iglasty rozpoczął się charakterystyczny dla naszego obszaru proces glebotwórczy jakim jest bielcowanie, polegające głównie na rozkładzie ściółki leśnej przez grzyby w środowisku kwaśnym. W ten sposób powstają gleby kwaśne bielcowe.

W podłożu lasów liściastych, w środowisku mniej kwaśnym, tworzą się z kolei gleby brunatne. Gleby bielcowe i brunatne są rozmieszczone na obszarze całej Polski, zajmując ponad 77% ogólnej powierzchni gleb.

Najlepszymi glebami naszego kraju są czarnoziemny. Są to gleby silnie próchniczne, powstające najczęściej na lessach pod wpływem roślinności łąkowo-stepowej. Większe powierzchnie czarnoziemów spotykamy głównie na południowym wschodzie. Zajmują one jedynie ok. 1% powierzchni uprawnej.

Ludność

Polska, licząca powyżej 38 mln mieszkańców to jeden z ludniejszych krajów Europy. Liczba ludności w pierwszym powojennym dziesięcioleciu szybko wzrastała, przede wszystkim za sprawą bardzo dynamicznego przyrostu naturalnego (ok. 18%). Później, z małymi wahaniami, zaczął on się zmniejszać, by osiągnąć wskaźnik około 5 ‰ w 1990 r. (Ryc. 3).



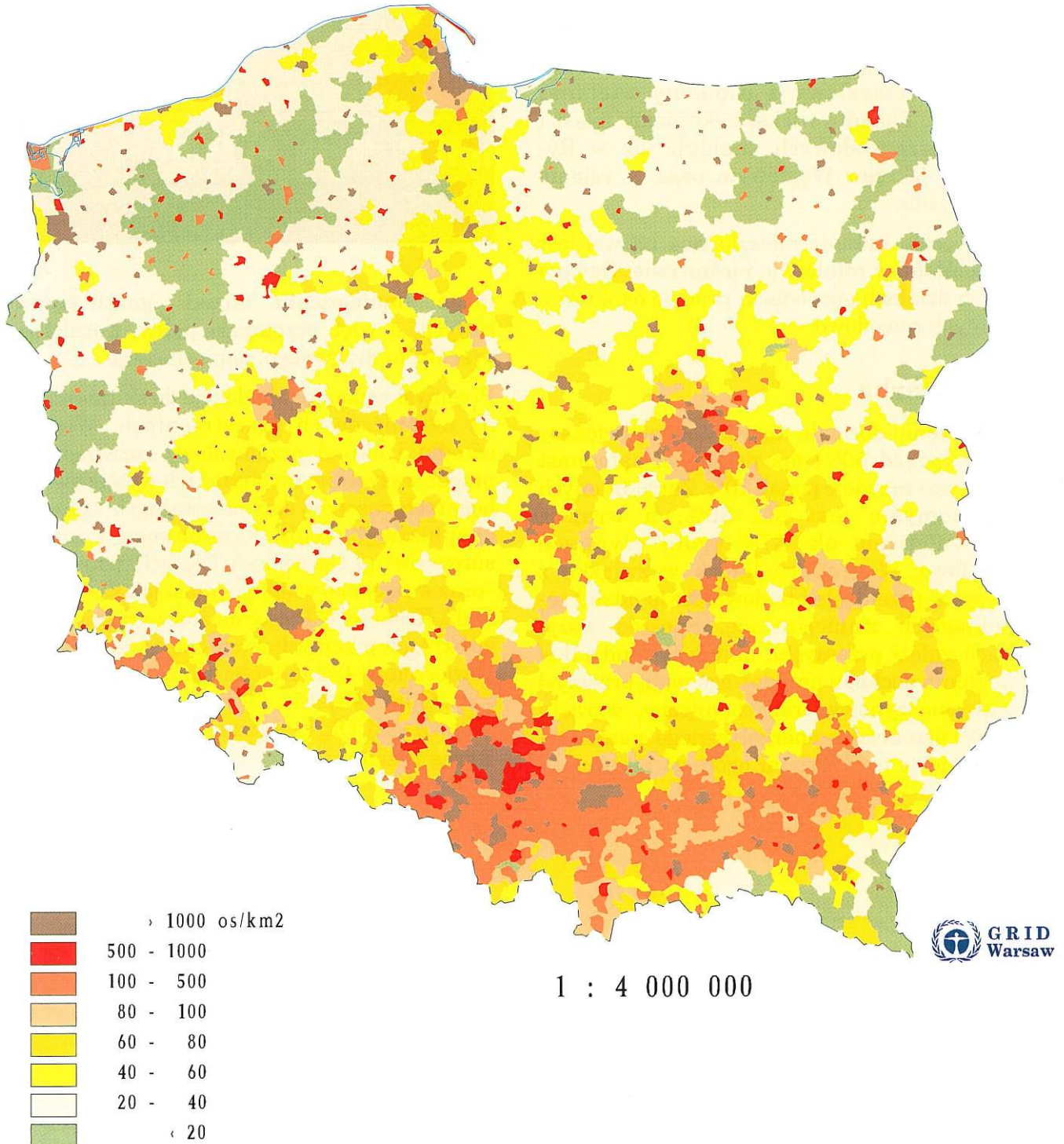
Ryc.3. Przyrost naturalny w Polsce w latach 1946-1992 (według danych GUS)

Polska należy do grupy krajów europejskich o średniej gęstości zaludnienia (119 mieszkańców/km²). Najludniejsze województwa to: łódzkie (ponad 750 osób/km²) i stołeczne warszawskie (ponad 630 osób/km²) oraz katowickie (ponad 580 osób/km²) i krakowskie (ponad 370 osób/km²). Natomiast obszary północnej i wschodniej Polski są znacznie słabiej zaludnione (woj. suwalskie - ok. 40 osób/km², łomżyńskie - ok. 50 osób/km², śląskie - nieco powyżej 50 osób/km²) (Ryc. 4).

W Polsce jest 835 miast i mieszka w nich 61% ludności, co w skali europejskiej jest wskaźnikiem niskim. W Polsce zdecydowanie

GĘSTOŚĆ ZALUDNIENIA

POPULATION DENSITY



Ryc. 4. Gęstość zaludnienia według gmin (wg danych GUS, stan na 30 VI 1991r.). Opracowano metodą komputerową.

przeważają miasta małe (poniżej 10 tysięcy mieszkańców), jednakże blisko połowa ludności miejskiej żyje w wielkich miastach (tj. miastach powyżej 100 tysięcy mieszkańców). Sieć miast nie jest równomierna. Najliczniej występują one na obszarach Wielkopolski, Kujaw i Śląska, najmniej ich jest natomiast na obszarach wschodnich kraju. Obszarem najsilniej zurbanizowanym jest Górnośląski Okręg Przemysłowy z ośmioma wielkimi miastami. Ponadto większe skupienie miast i osiedli przemysłowych znajduje się w Rybnickim Okręgu Węglowym oraz w rejonie Wałbrzycha.

Prawie cała ludność mieszkająca na wsi jest zatrudniona w rolnictwie i leśnictwie. Ogółem w tych działach gospodarki pracuje około 25% czynnych zawodowo.

Gospodarka

W tworzeniu dochodu narodowego największy udział (ponad 50%) ma przemysł, natomiast rolnictwo - niewiele ponad 10%. Zatrudnionych w przemyśle jest ok. 30%, a wraz z budownictwem ok. 37% ogółu czynnych zawodowo. W ostatnich latach w związku z recesją w przemyśle i budownictwie udział zatrudnionych zmniejsza się. Spośród wszystkich gałęzi przemysłu, największy udział w tworzeniu dochodu narodowego mają przemysł elektromaszynowy oraz chemiczny, wzrasta udział przemysłu energetycznego, natomiast - zgodnie z tendencjami ogólnosiwiatowymi -



Fot. 3

ulega zmniejszeniu udział gałęzi surowcowych, a więc przemysłu paliw, hutnictwa, przemysłu drzewnego, papierniczego.

Przemysł wykazuje tendencje do skupiania się na ograniczonych przestrzeniach. Większe ośrodki i okręgi przemysłowe rozwinęły się przede wszystkim na obszarach występowania bogatych zasobów złóż mineralnych - głównie eksploatacji węgla kamiennego i innych surowców (np. Górnośląski Okręg Przemysłowy) - oraz w rejonach wielkich miast jak Warszawa, Łódź, Kraków. W Polsce można wyróżnić ponad 20 okręgów przemysłowych; obejmują one 18,5% powierzchni i 48% ludności kraju. Największymi są: Górnośląski Okręg Przemysłowy, Warszawski Okręg Przemysłowy oraz Łódzki Okręg Przemysłowy.

2. Klimat Polski w aspekcie zmian globalnych

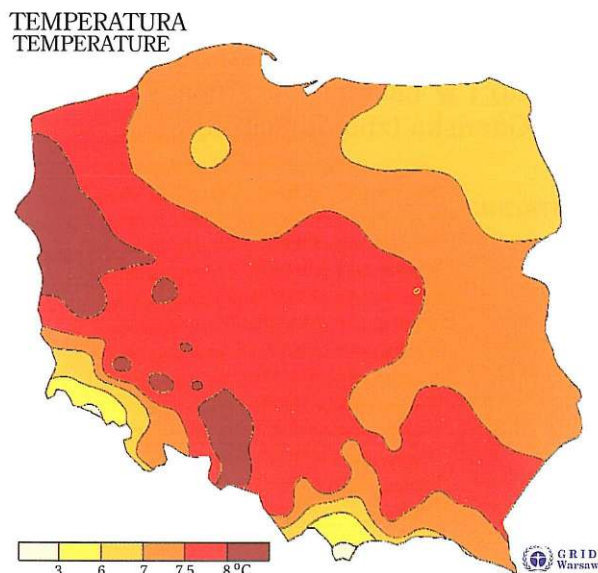
Charakterystyka klimatu Polski

Położenie geograficzne oraz ukształtowanie powierzchni to dwa najważniejsze czynniki determinujące klimat Polski. Usytuowanie naszego kraju w szerokościach umiarkowanych powoduje, że w Polsce dominują masy powietrza polarnego, przy czym udział powietrza morskiego przeważa nad kontynentalnym (46 i 38%), w związku z częściej występującą cyrkulacją zachodnią (oceaniczną). Równoleżnikowy układ form terenu w Europie również sprzyja przedostawaniu się wilgotnych mas powietrza znad oceanu do Polski (z kierunków zachodnich dociera do Polski 75% frontów atmosferycznych).

Przejściowość morsko-kontynentalna klimatu Polski powoduje dużą zmienność pogody z dnia na dzień oraz z roku na rok. Cechy klimatu kontynentalnego nasilają się w kierunku południowo-wschodnim, co znajduje odbicie we wzroście amplitudy rocznej temperatury powietrza, jak również w zmianie rozkładu opadów w ciągu roku. Na rozkład przestrzenny temperatury powietrza w Polsce ma wpływ wysokość nad poziom morza oraz odległość od Bałtyku i Oceanu Atlantyckiego.



Fot. 4

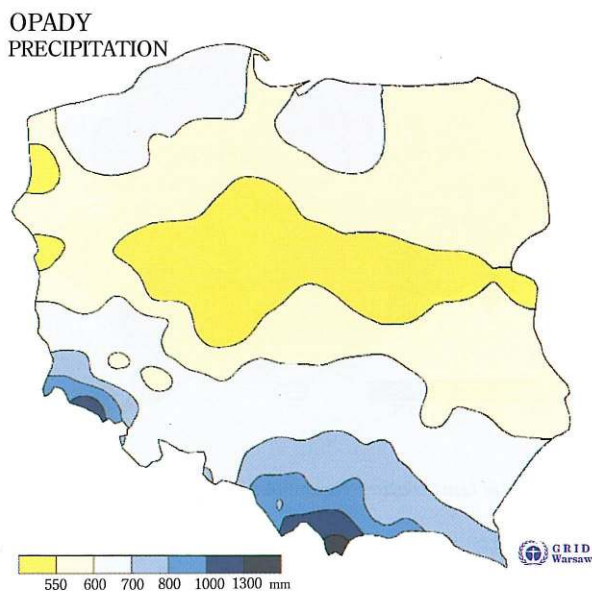


Ryc. 5. Średnie temperatury roczne (wg danych IMGW).

Obydwie te cechy widoczne są w rozkładzie średnich rocznych wartości temperatury: najchłodniej jest w górach (Tatry, Sudety, Góry Świętokrzyskie) oraz na wzniesieniach Pojezierza Pomorskiego i Mazurskiego, najcieplej - na zachodnich i centralnych nizinach (Nizina Śląska, Kujawy) (Ryc. 5). W styczniu południkowy układ izoterm wskazuje wyraźnie na wzrost kontynentalizmu ku wschodowi (średnia temperatura miesiąca waha się od minus 1°C na zachodzie do minus 4,5°C na wschodzie i minus 5,5°C na Suwalszczyźnie). Lipcowy, równoleżnikowy układ izoterm uwidacznia ochładzający wpływ Bałtyku na północną Polskę (16,5°C na wybrzeżu, 18-19°C na południu).

Wielkość opadów związana jest z rzeźbą i ekspozycją terenu. Stąd najwyższe roczne sumy opadów występują w górach i na wyżynach (powyżej 600 mm), podczas gdy w nizinnej części Polski wartości te są najniższe (450-550 mm). Maksimum opadów otrzymują obszary położone na wzniesieniach zwróconych ku przeważającym wiatrom, np. Pojezierza Pomorskie i Mazurskie na północy kra-

ju (około 600 mm) oraz najwyższe partie Sudetów i Karpat (powyżej 1200 mm), przy czym w Sudetach notuje się wyższe opady niż w Karpatach ze względu na silniejszy wpływ oceanizmu klimatu. Z kolei wybrzeże Bałtyku otrzymuje mniejszą ilość opadów niż położone na południe od niego pojezierza, ponieważ brak tutaj czynników wymuszających konwekcję (wznoszenie się mas powietrza) i w następstwie - opady. Również Zatoka Gdańska (znajdująca się w cieniu opa-



Ryc. 6. Średnie opady roczne (wg danych IMGW).

dowym) otrzymuje mniejszą ilość opadów niż tereny położone na zachód od niej (Ryc. 6). Sumy roczne opadów ulegają dużym wahaniom z roku na rok (do 250% w poszczególnych miesiącach). W ciągu roku opady letnie przewyższają zimowe: dwukrotnie w Polsce północno-zachodniej oraz czterokrotnie na południowym-wschodzie. Innym wskaźnikiem kontynentalizmu jest przewaga opadów wiosennych nad jesiennym na wschodzie, podczas gdy na zachodzie Polski stosunek ten jest odwrotny.

Zagrożenia i czynniki destabilizujące warunki klimatyczne

Działalność człowieka wpływa na klimat Polski głównie przez zmiany użytkowania powierzchni ziemi oraz zanieczyszczenia powietrza. Obydwa czynniki powodują zmiany bilansu energetycznego układu: atmosfera-

-powierzchnia ziemi, a co za tym idzie - obiegu ciepła i wody w tym układzie.

Jeśli idzie o użytkowanie ziemi, największe znaczenie mają dwa czynniki: wylesianie oraz urbanizacja. Wylesianie powoduje wzrost kontrastów termicznych w przyziemnej warstwie powietrza i spadek ilości pary wodnej w atmosferze. Proces ten, przez zmianę szorstkości podłoża, prowadzi do wzrostu prędkości wiatru a to sprzyja zmniejszeniu wilgotności powietrza i zwiększeniu parowania wody. W ciągu ostatnich 15 lat (od 1975 r.) ogólna powierzchnia lasów w kraju uległa nieznacznemu zwiększeniu (o 1,7%). Jednakże w niektórych województwach (częstochofskie, jeleniogórskie, kieleckie, krakowskie, legnickie, leszczyńskie, lubelskie i kilka innych w południowej i zachodniej Polsce) oraz w przeliczeniu na jednego mieszkańca kraju powierzchnia obszarów leśnych uległa zmniejszeniu.

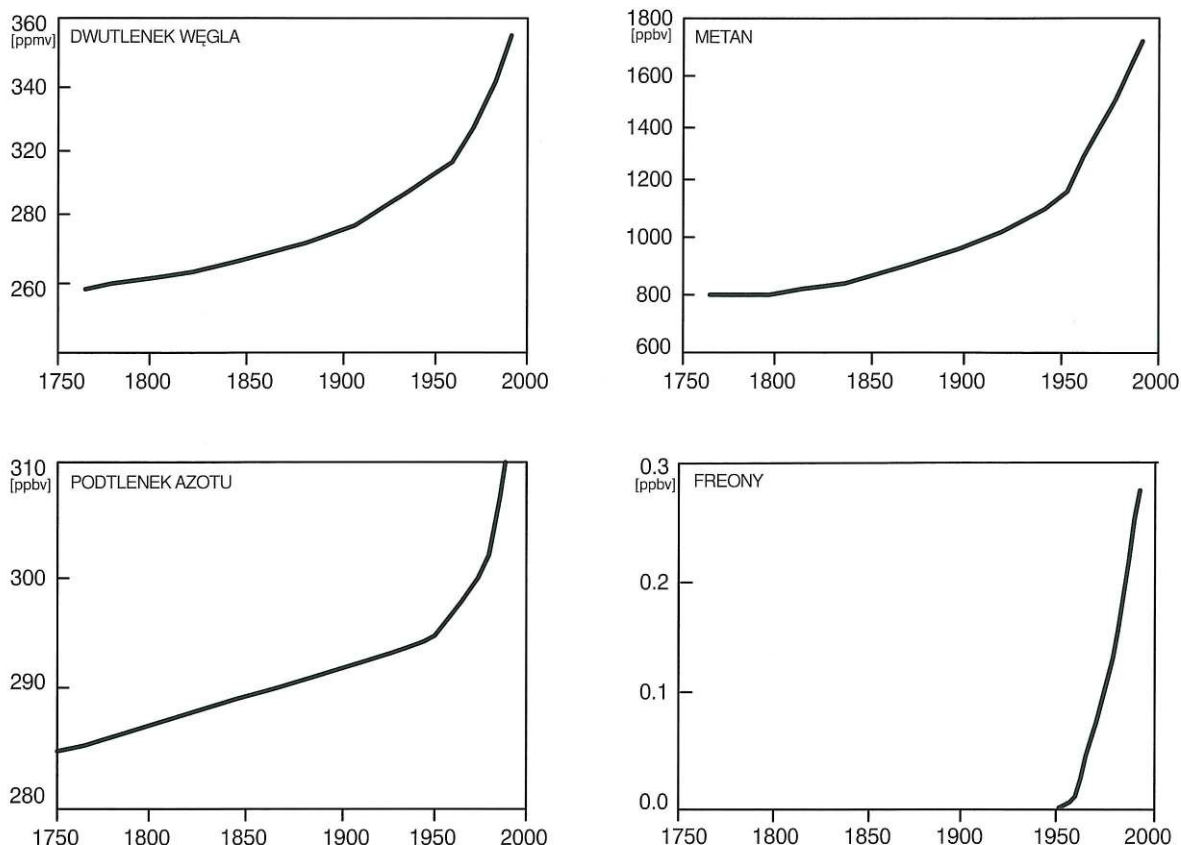
Urbanizacja sprzyja wzrostowi temperatury (tzw. miejskie wyspy ciepła), zmniejszeniu się amplitudy temperatur, osłabieniu dopływu promieniowania słonecznego i zmianie systemu opadowego.

Zanieczyszczenie powietrza zakłóca bilans promieniowania słonecznego przez zwiększenie zmgętnienia atmosfery, zmianę składu chemicznego atmosfery i kropel wody znajdujących się w powietrzu (kwaśne deszcze), wzrost koncentracji ozonu w troposferze¹ a spadek - w stratosferze², dostarczanie do atmosfery dodatkowej ilości energii cieplnej, co zmienia strukturę termiczną atmosfery.

Obserwowany jest systematyczny wzrost koncentracji ozonu w troposferze w rejonach silnie uprzemysłowionych. Ozon powstaje w wyniku fotoutleniania tlenku węgla, metanu lub innych lotnych związków organicznych

¹troposfera - dolna warstwa atmosfery ziemskiej, sięgająca do wysokości ok. 8 km nad biegunami i 18 km nad równikiem. Charakteryzuje ją spadek temperatury w miarę wzrostu wysokości. W troposferze zachodzą procesy pogodowe.

²stratosfera - warstwa atmosfery leżąca ponad troposferą, sięgająca do wysokości 45-55 km. Charakteryzuje ją stopniowy wzrost temperatury wywołany pochłanianiem promieniowania ultrafioletowego w warstwie ozonowej i związanymi z tym reakcjami chemicznymi.



Ryc. 7. Zmiany koncentracji gazów szklarniowych w atmosferze w skali globalnej (wg IPCC FIRST ASSESSMENT REPORT, Intergovernmental Panel on Climate Change, 1990);

ppmv - ilość cząstek gazu na milion cząstek powietrza w danej objętości; **ppbv** - ilość cząstek gazu na miliard cząstek powietrza

w obecności dwutlenku siarki lub tlenków azotu. Ze względu na krótki czas życia ozonu w atmosferze przyziemnej nie ma on większego wpływu na zmiany warunków klimatycznych lecz ma niekorzystny wpływ na organizmy żywe.

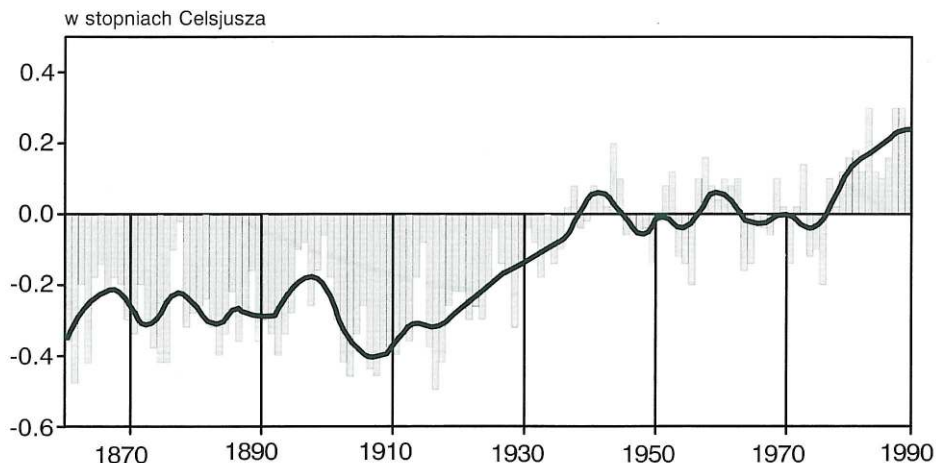
Według opinii międzynarodowych instytucji naukowych, zmiany klimatu globalnego spowodowane są emisją do atmosfery gazów powodujących efekt cieplarniany, których źródłem jest działalność człowieka. Najważniejsze z nich to: dwutlenek węgla, metan, podtlenek azotu oraz chlorofluorowęglowce (freony) - gazy o wielkiej pojemności cieplnej, stosowane m. in. w chłodnictwie (Ryc. 7). Ze wzrostem ich koncentracji wiąże się obserwowany w skali globalnej przyrost temperatury powietrza w warstwie przyziemnej (Ryc. 8).

Z gazów cieplarnianych Polska emituje głównie dwutlenek węgla i metan. Emisja dwutlenku węgla w roku 1988 wynosiła około 480 mln ton, a metanu ok. 2,7 mln ton.

Podstawowym źródłem dwutlenku węgla jest emisja z sektora energetycznego (ok. 57,5%), a następnie w kolejności: z rolnictwa i gospodarki komunalnej (23,5%), przemysłu - 11% i transportu - 8%. Emisja metanu w 38% pochodzi z kopalń węgla, 35% - z rolnictwa i hodowli, 13% - z wysypisk śmieci, 9% - naturalna emisja z bagien i 5% - z eksploatacji gazu ziemnego.

Z tendencją wzrostową temperatury globalnej związany jest także wzrost temperatury i spadek opadów atmosferycznych w Polsce (Ryc. 9). rednia roczna temperatura powietrza w Polsce wzrosła od końca lat sześćdziesiątych do lat dziewięćdziesiątych o około 0,5°C a średnia roczna suma opadów zmniejszyła się w tym czasie o około 70 mm.

Do problemów o charakterze globalnym należy także niszczenie warstwy ozonowej w stratosferze w wyniku emisji freonów (czterochloro/fluorowęglowców, w skrócie CFCs). Ozon pełni w stratosferze niezwykle ważną i korzystną funkcję pochłaniając

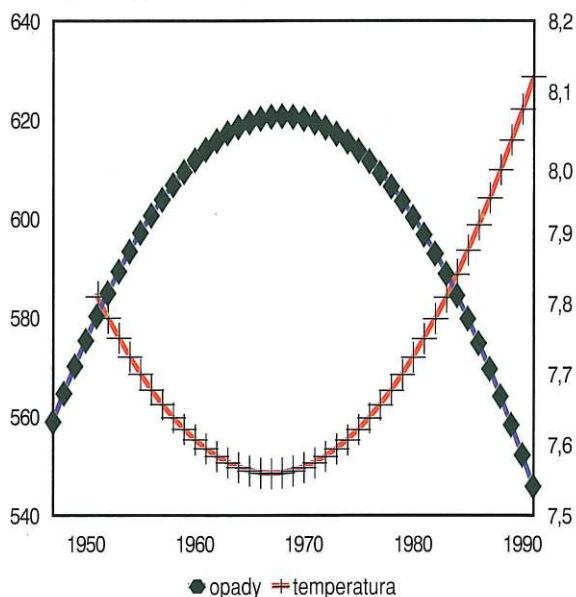


Ryc. 8. Odchylenie od średniej temperatury powietrza w warstwie przyziemnej kuli ziemskiej w stosunku do średniej z lat 1951-1980 (wg IPCC WGI)

szkodliwe dla organizmów żywych promieniowanie ultrafioletowe. Freony, które w atmosferze przyziemnej mają własności gazów szklarniowych, w stratosferze ulegają rozkładowi uwalniając atomy chloru, fluoru lub bromu, powodujące rozpad ozonu (Ryc. 10).

Zmiany klimatu

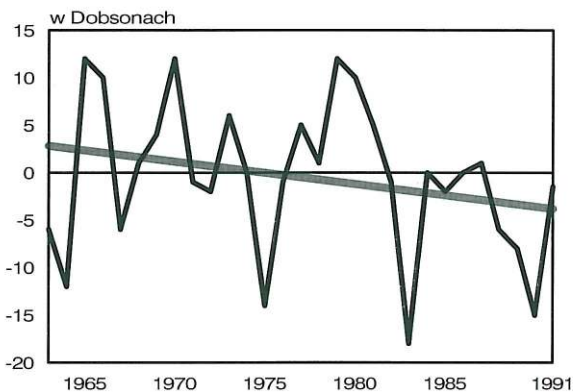
Mimo dużej zmienności elementów klimatu Polski z roku na rok, analiza długich ciągów obserwacyjnych temperatury powietrza i opadów wykazuje występowanie pewnych prawidłowości. Wykres przebiegu średniej rocznej temperatury w Warszawie od 1781 do



Ryc. 9. Średnie roczne wartości temperatury powietrza i sum opadów w Polsce w latach 1950-1991 (wg danych IMGW)

1990 roku (Ryc. 11), ukazuje wyraźnie rosnący trend, wskazujący na powolne, lecz systematyczne ocieplenie się klimatu. Podobnie analiza przebiegu średniej rocznej temperatury powietrza dla Polski (Ryc. 9) w ostatnim czterdziestolecu wykazała zdecydowany wzrost, szczególnie widoczny od drugiej połowy lat osiemdziesiątych. Do tego

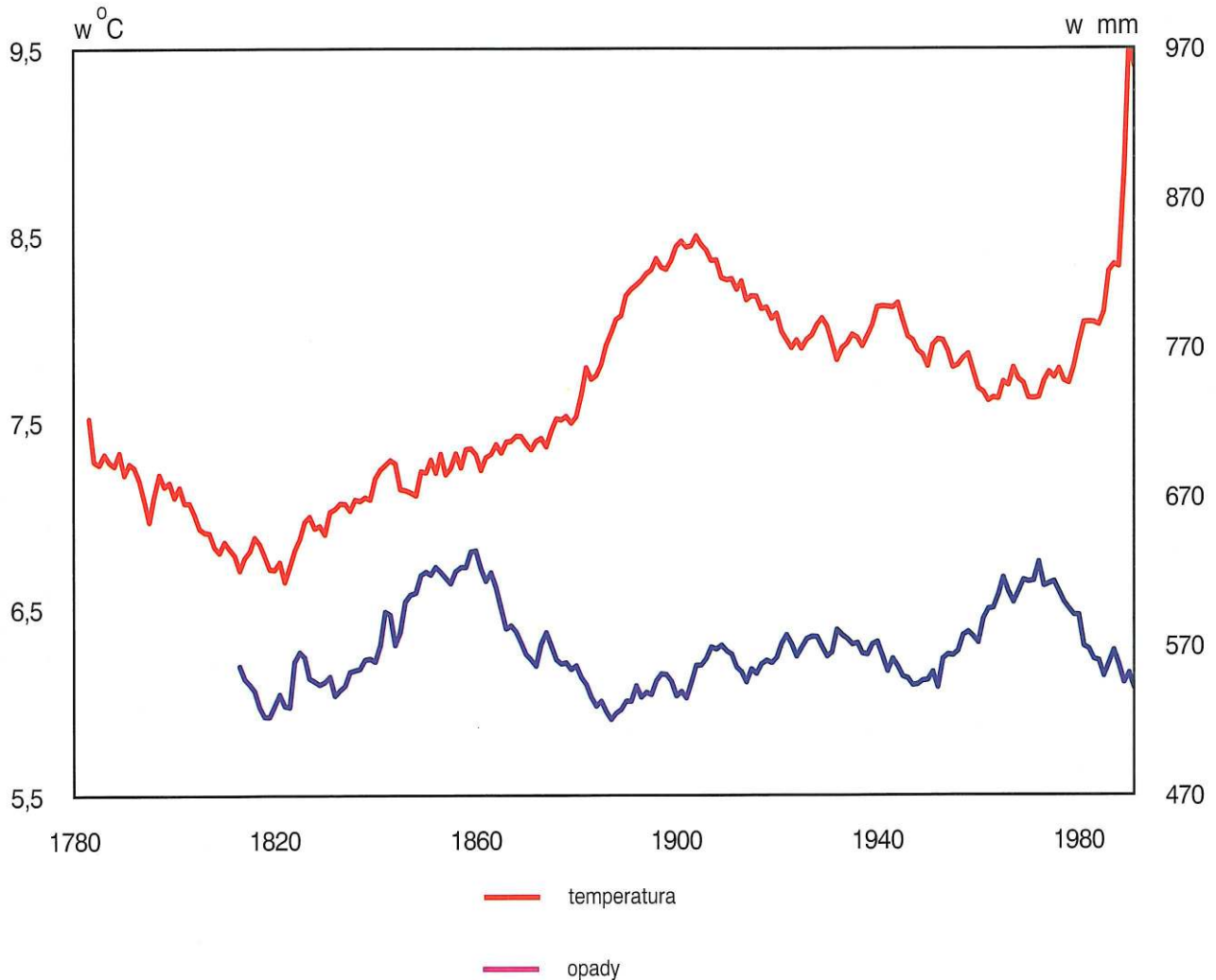
zjawiska przyczyniły się głównie ciepłe zimy i wiosny. Wyniki badań odchylen średnich rocznych wartości temperatury od średniej z okresu 1951-1980 dla półkuli północnej oraz dla Polski są bardzo zbliżone. Wykazują one



Ryc. 10. Odchylenie średnich rocznych wartości ozonu w atmosferze od średniej z lat 1963-1990 (wg danych IMGW)

znacznie wyższą temperaturę połowy i końca lat osiemdziesiątych w stosunku do średniej i jej dalszą tendencję wzrostową.

Opady atmosferyczne w skali całego kraju mają zróżnicowaną tendencję. W okresie 1931-1980 w obszarach zurbanizowanych i uprzemysłowionych obserwowano wzrost sumy opadów, podczas gdy w obszarach niezurbanizowanych opady miały tendencję malejącą (Ryc.12). W latach osiemdziesiątych tendencja spadkowa sumy opadów objęła cały kraj (Ryc. 9). Badania klimatu Krakowa wykazały, że od połowy lat siedemdziesiątych następują zmiany warunków klimatycznych



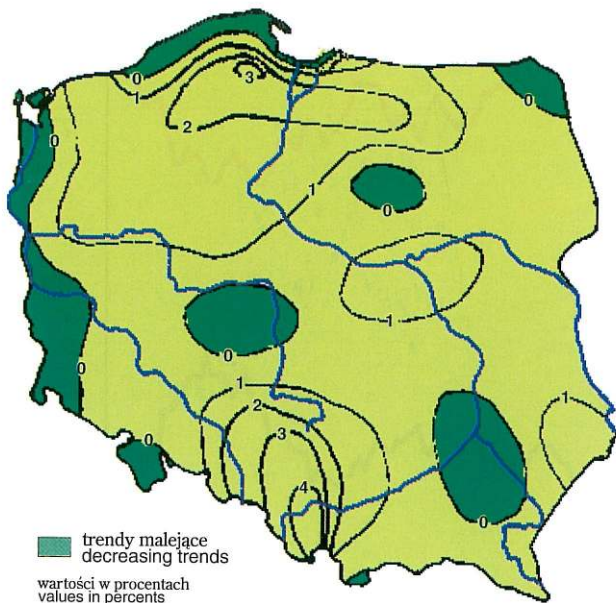
Ryc. 11. Średnia roczna temperatura powietrza w Warszawie od 1781 r. oraz uśrednione sumy rocznych opadów w Warszawie od 1813 r. (średnie konsekwtywne 20-letnie, wg danych IMGW)

miast: obserwuje się spadek wielkości zachmurzenia (mający związek z taką tendencją w całej Europie) a także spadek nasłonecznienia wywołany wzrostem zmętnienia atmosfery i pogorszeniem warunków wentylacyjnych miast. W przebiegu czasowym tendencja wzrostowa temperatury w miastach jest większa niż wzrost temperatury obserwowany w skali globalnej. Jest to niewątpliwie wynik nakładania się na siebie obu czynników, tj. urbanizacji i uprzemysłowienia obszarów miejskich oraz ocieplenia globalnego.

Tendencja ta będzie się nadal utrzymywać w przyszłości jeżeli zarówno proces urbanizacji jak i wylesienia będzie trwać także w przyszłym stuleciu. Oznacza to, że proces niekorzystnych zmian klimatu wywołanych przez człowieka

będzie się pogłębiać. Przewidywany dalszy wzrost koncentracji gazów cieplarnianych w atmosferze będzie prowadzić do wzrostu temperatury. Wielkość tego przyrostu uzależniona jest od strategii gospodarczej, a zwłaszcza od rozwoju energetyki w skali globalnej. Ocenia się jednak, że przyrost średniej rocznej temperatury globalnej w końcu przyszłego wieku powinien wahać się od 2 do 4 stopni. Opracowany scenariusz zmian klimatu w Polsce do roku 2000 przewiduje wzrost średniej rocznej temperatury powietrza wynikający przede wszystkim ze wzrostu temperatury okresu zimowego. Jednocześnie należy spodziewać się niewielkiego wzrostu opadów w okresie zimowym i spadku sumy opadów w pozostałych porach roku. Oznacza to, że malejąca tendencja opadów rocznych powinna się utrzymać do końca bieżącego stulecia.

Innym problemem, z którego istnieniem należy się liczyć w przyszłości jest dalszy spadek zawartości ozonu w stratosferze. Wobec długiego czasu życia cząsteczek freonów w atmosferze (do 150 lat) nie można oczekiwać,



Ryc. 12. Trendy rocznych sum opadów w okresie 1931-1980 (wg Kożuchowskiego, 1982 r.).

że koncentracja tych gazów w atmosferze będzie maleć. Dlatego w 1985 r., z inicjatywy Programu ONZ ds. środowiska Naturalnego (UNEP) przyjęto Konwencję Wiedeńską o Ochronie Warstwy Ozonowej, a w 1987 r. uchwalono Protokół Montrealski, określający strategię stopniowego ograniczania gazów niszczących ozon stratosferyczny. Polska ratyfikowała tę konwencję w 1990 r.

Wpływ obserwowanych i prognozowanych zmian na środowisko

Obserwowane i prognozowane ocieplenie się klimatu może wpłynąć na środowisko przyrodnicze, gospodarkę i warunki życia (Tab.2.1). Badania dotyczące wpływu zmian klimatu na rolnictwo wykazały zarówno korzystne, jak i niekorzystne konsekwencje. Do zmian pozytywnych zaliczyć można: wzrost plonów zbóż, zwiększenie areału upraw kukurydzy, soi i słonecznika olejowego, rozszerzenie gospodarki pastwiskowej oraz

wzrost zielonej masy z użytków rolnych. Ocieplenie klimatu może pociągnąć za sobą również nasilenie się występowania chorób i szkodników roślin uprawnych oraz zwiększy potrzeby wodne użytków rolnych.

Stopniowy wzrost temperatury powietrza w ciągu ostatnich dziesiątków lat przyczynił się także do poprawy środowiska dla gatunków ciepłolubnych drzew w polskich lasach. W przypadku dalszego ocieplenia klimatu można spodziewać się wzrostu udziału drzew liściastych w lasach Polski. Za przykład niech posłuży eksperymentalna szkółka leśna w Rogowie, w której przez ostatnie 40 lat powierzchnia zajmowana przez sosnę zmniejszyła się z 93% do 59%, zaś areał porośnięty przez dąb wzrósł z 6% do 38%. Z tych zmian wynikają - podobnie jak w przypadku rolnictwa - pozytywne i negatywne konsekwencje. Dalsze ocieplenie się klimatu może wpłynąć na zmniejszanie się powierzchni leśnych na korzyść rozszerzania się formacji stepowych.

Ocieplenie klimatu pociągnie za sobą przesunięcie się stref roślinnych i zwierzęcych ku północy. Przewiduje się, że niektóre gatunki nie zdążą zaadaptować się do nowych warunków, w związku z czym wiele z nich zginie. Przetrwają tylko te o szerokim zakresie tolerancji na warunki siedliskowe. Zróżnicowana reakcja gatunków na zmiany klimatu spowoduje, że w biocenozach powstaną nowe ich kombinacje, dostosowane do nowych warunków klimatycznych.

Zmiany w bilansie cieplnym Ziemi spowodują także intensyfikację procesów w obiegu wody na Ziemi. Prognozuje się wzrost parowania i odpływu, zmniejszenie się ilości wody zmagazynowanej w glebie, a także nasilenie erozji gleb. Kolejną konsekwencją ocieplania się klimatu jest podnoszenie się poziomu Bałtyku, co spowoduje wzrost ryzyka powodzi sztormowych, zalanie nizin nadmorskich lub ich zabagnienie oraz intensywną erozję brzegów klifowych, ponadto zagrozi infrastrukturze, osadnictwu, rolnictwu, przemysłowi i ekosystemom nisko położonych obszarów nadmorskich.

Zmiany klimatyczne nie pozostaną bez wpływu na zdrowie społeczeństwa. Wzrost temperatury

powietrza może zakłócić procesy odpowiedzialne za termoregulację organizmów (wzrost zachorowalności i umieralności na choroby układu krążenia), ponadto choroby zakaźne, charakterystyczne dotąd dla ciepłych stref, mogą rozszerzyć swój zasięg na północ, atakując populacje, których system immunologiczny jest nieodporny na takie choroby (np. cholera). Innym zagrożeniem dla zdrowia jest redukcja warstwy ozonowej w stratosferze (chroniącej organizmy żywe przed szkodliwym działaniem promieni ultrafioletowych UV-B), przyczyniająca się do wzrostu ryzyka zachorowań na choroby skóry i oczu.

Z powyższej analizy wynikają dwa wnioski o charakterze ogólnym:

- warunki klimatyczne ulegają wyraźnej zmianie i fakt ten powinien znaleźć odzwierciedlenie w decyzjach o charakterze gospodarczym;
- zmiany te będą, generalnie biorąc, niekorzystne dla Polski toteż działania adaptacyjne do takich zmian powinny być podjęte jak najwcześniej.

Tabela 2.1
Zmiany niektórych elementów klimatu w Warszawie pod wpływem rozwoju urbanizacji

Element klimatu	Wielkość i kierunek zmiany
Temperatura minimalna	+1° C
Okres bezprzymrozkowy	+ 16 dni
Wilgotność względna	- 7 %
Niedosyt wilgotności	+ 1.6 hPa
Zachmurzenie	+ 7 %
Dni pogodne	- 15
Suma roczna opadu	+ 60 mm
Prędkość wiatru	- 1 m/s
Liczba cisz	+ 6 %
Liczba dni z mgłą	- 11
Liczba dni z rosą	- 36

Źródło: *Stopa-Boryczka 1984*

3. Użytkowanie ziemi

Użytki rolne

Już pierwszy rzut oka na mapę przedstawiającą formy użytkowania ziemi (Ryc. 14) przekonuje nas, że w Polsce dominują dwie formy, mianowicie: użytki rolne i lasy. Łącznie zajmują one niemal 88% powierzchni kraju.

Położenie Polski w pasie wielkich równin europejskich w znacznym stopniu wpłynęło na sposób użytkowania ziemi. Przeważający typ krajobrazu naturalnego, jakim są równiny i obszary pagórkowate, mimo nie najlepszych gleb sprawił, że znaczne obszary nadawały się do wykorzystania do celów rolnictwa. Nic więc dziwnego, że około 60,1% ogólnej powierzchni kraju jest dziś zajęte przez użytki rolne - zarówno grunty orne, których ogólna powierzchnia wynosi 14 829 tys. ha, jak i trwałe użytki zielone, zajmujące łącznie około 3 891 tys. ha.

Grunty orne są niemal równomiernie rozmieszczone na obszarze całego kraju. Tę dystrybucję najlepiej oddaje statystyka przedstawiająca udział powierzchni gruntów ornych w ogólnej powierzchni województw.

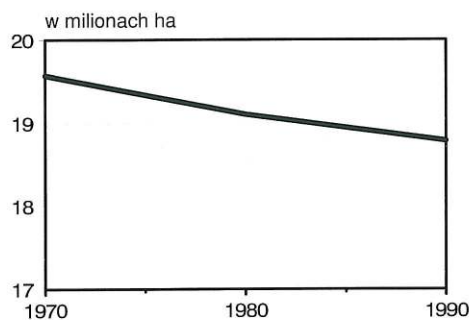
Rozpiętość udziału gruntów ornych w ogólnej powierzchni poszczególnych województw



Fot. 5.

mieści się w granicach 30 - 66%, przy czym aż w 35 województwach udział gruntów ornych przekracza 40%. Na ten udział największy wpływ ma przede wszystkim ukształtowanie terenu oraz gleby. Stąd też województwa o najniższym udziale gruntów ornych to województwa typowo górskie, jak: jeleńskie, krośnieńskie, nowosądeckie, a także województwa: zielonogórskie, gorzowskie, pilskie, gdzie słabe gleby zajęte są w dużej mierze przez lasy.

W strukturze upraw dominują zdecydowanie zboża, które w 1990 r. zajmowały ponad 51% ogólnej powierzchni gruntów ornych. Ziemiaki zajmowały 12,9%, a rośliny przemysłowe



Ryc. 13. Dynamika użytków rolnych w latach 1970-1992 (wg danych GUS).

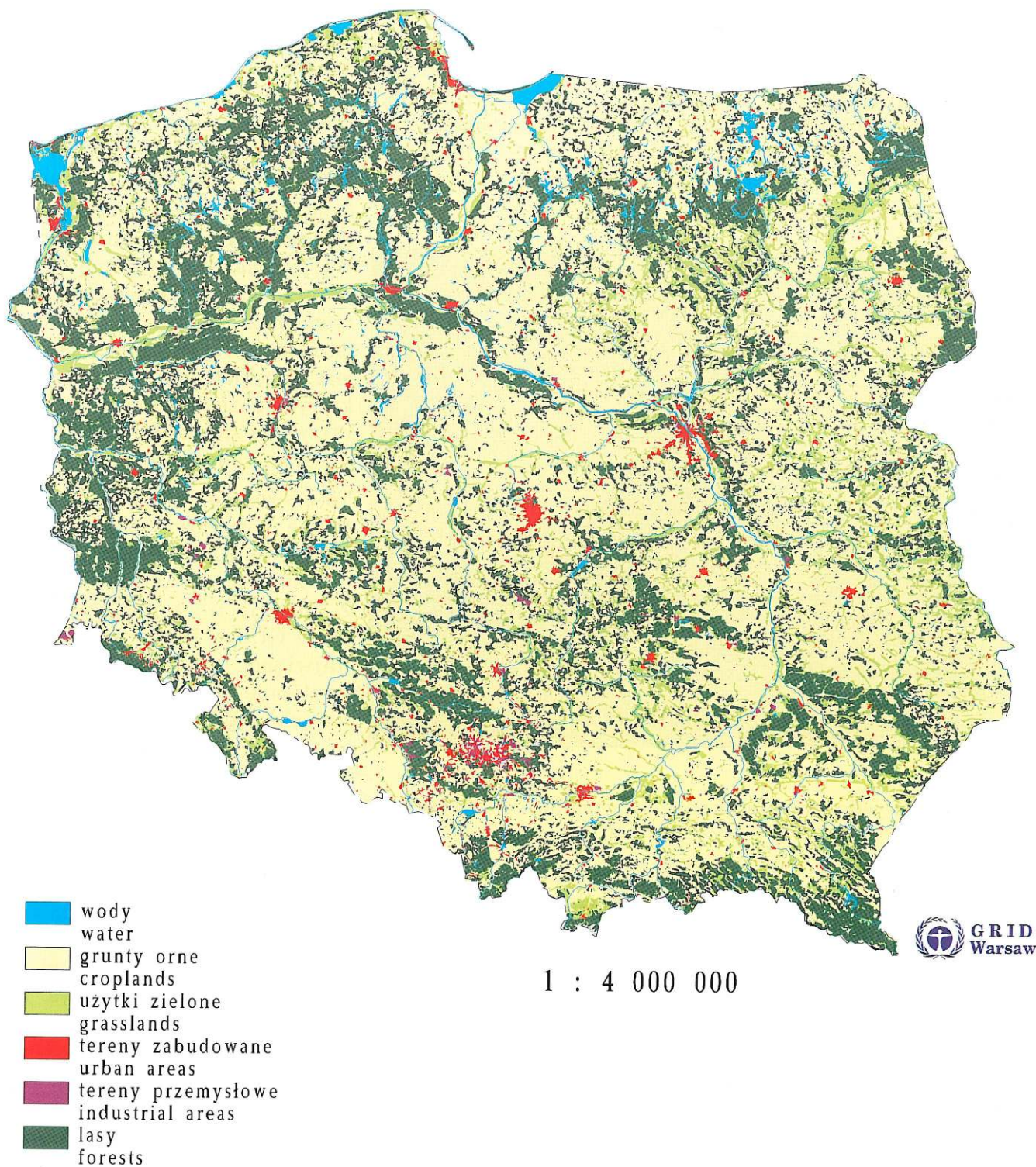
około 7,2% arealu gruntów ornych. Wśród zbóż na pierwsze miejsce wysuwa się w tej chwili pszenica, którą w 1991 r. obsiano około 2,43 mln ha, gdy w tym samym czasie żytem - około 2,23 mln ha, jęczmieniem - 1,23 mln ha, zaś owsem - 0,67 mln ha. Warto zauważyć, że obszar zajęty pod pszenicę i jęczmień zwiększa się systematycznie, gdy tymczasem maleją obszary zajmowane przez buraki cukrowe, ziemniaki i uprawy roślin oleistych.

Użytki rolne w Polsce są jedyną formą użytkowania ziemi, której powierzchnia systematycznie maleje. W 1990 r. ogólna powierzchnia użytków rolnych wynosiła 18 784 tys. ha i była mniejsza o 786 tys. ha w stosunku do 1970 r., i o 318 tys. ha w stosunku do 1980 r. (Ryc. 13).

Porównując obecną powierzchnię użytków rolnych ze stanem w 1970 r. należy zau-

UŻYTKOWANIE ZIEMI

LANDUSE



Ryc. 14. Mapa użytkowania ziemi wykonana w oparciu o najnowsze zdjęcia satelitarne jest wynikiem reklasyfikacji i generalizacji mapy źródłowej zawierającej informację zapisaną w 22 klasach. Mapa prezentuje stan na koniec lat osiemdziesiątych.
Źródło: IGiK, 1992

ważyc, że zmniejszenie ich powierzchni nastąpiło przede wszystkim na rzecz leśnictwa (około 270 tys. ha), terenów osiedlowych (260 tys. ha), nieużytków (135 tys. ha), terenów komunikacyjnych (około 100 tys. ha), a także obszarów zajętych przez wody (ponad 30 tys. ha) i użytkowanie kopalin (14 tys. ha). W stosunku do 1946 r. udział użytków rolnych zmniejszył się z 65,6% do 60,1% w 1990 r. Ten fakt, przy jednoczesnym wzroście liczby ludności Polski, spowodował zmniejszenie areału użytków rolnych przypadających na jednego mieszkańca. O ile w



Fot. 6.

1980 r. na jednego mieszkańca przypadało 0,54 ha, o tyle w 1990 r. już tylko 0,49 ha.

Trwałe użytki zielone, obejmujące zarówno trwałe łąki, jak i pastwiska, zajmują około 3,9 mln ha, co stanowi 12,5% ogólnej powierzchni kraju. Pod tym względem Polska należy do najuboższych krajów europejskich.

W 1991 r. powierzchnia trwałych użytków zielonych wynosiła 3 891 tys. ha, z czego na pastwiska trwałe przypadało 1 512 200 ha, co stanowiło 38,9% ogólnej powierzchni trwałych użytków zielonych, natomiast łąki trwałe zajmowały 2 375 800 ha, co stanowiło 61,1% powierzchni trwałych użytków zielonych w Polsce.

Przestrzenne rozmieszczenie trwałych użytków zielonych w Polsce jest bardzo

nierównomierne. Zależy ono od warunków siedliskowych sprzyjających występowaniu ekosystemów trawiastych, w tym przede wszystkim od wody. Uwilgotnienie siedlisk łąkowych w naszym kraju zależy nie tyle od opadów atmosferycznych, ile od utrzymywania się wysokiego poziomu wody gruntowej w ciągu okresu wegetacyjnego. Stąd tak duży obszar użytków zielonych występuje w środkowej, nizinnej części kraju, gdzie suma opadów jest z reguły najniższa i wynosi około 500 mm rocznie. Dla porównania, w południowej, wyżynnej części kraju, gdzie suma

opadów w ciągu roku dochodzi do 900 mm, łąk jest najmniej. Występowanie w nizinnej części kraju znacznych powierzchni zajętych przez łąki wynika zatem z istnienia korzystnych siedlisk - to jest szerokich dolin rzecznych, w których poziom wód gruntowych utrzymuje się stosunkowo wysoko przez znaczną część roku.

To nierównomierne rozmieszczenie użytków zielonych w Polsce wyraźnie podkreślają opracowania statystyczne. Z informacji opublikowanych przez GUS w 1991 r. wynika, że najwięcej użytków zielonych występuje w województwie białostockim, gdzie zajmują one powierzchnię 199 tys. ha, co stanowi 5,1% powierzchni wszystkich

użytków zielonych w kraju. Kolejnym województwem jest olsztyńskie, na które przypada 196 tys. ha (5,04%), następnie: suwalskie - 184 tys. ha (4,71%), ostrołęckie - 135 tys. ha (3,47%), łomżyńskie - 126 tys. ha (3,23%) i siedleckie - 125 tys. ha (3,21%). Z kolei województwami o najmniejszych powierzchniach użytków zielonych są: łódzkie - 15,5 tys. ha (0,29%), krakowskie - 32 tys. ha (0,82%) i wrocławskie - 33 tys. ha (0,83%). Z powyższego zestawienia wynika, że regionem o największej koncentracji użytków zielonych w Polsce jest region północno-wschodni, charakteryzujący się najkrótszym okresem wegetacyjnym, najniższymi temperaturami w ciągu roku i średnimi wartościami opadów, kształtujących się na poziomie 600-700 mm rocznie.

Łąki w Polsce stanowią w ogromnej większości zbiorowiska sztuczne. Powstały dzięki wycięciu lasów, głównie łągowych, bądź przez obrócenie w łąki lub pastwiska niegdyś uprawnych pól. Naturalne zbiorowiska łąk występują tylko na niewielkich obszarach, głównie w górach. W Polsce mało jest łąk właściwie uprawianych, przeważają łąki przesuszone przez złe przeprowadzone melioracje, lub zbyt mokre. Niewiele łąk daje wysokie plony wartościowego siana. Podobnie i pastwiska, zwykle nadmierne wypasane, są mało wydajne.

Lasy

Drugą pod względem wielkości zajmowanej powierzchni formę użytkowania ziemi w Polsce stanowią lasy. W 1990 r. zajmowały one 8 694 tys. ha, co stanowiło 27,8% powierzchni kraju. Rozmieszczenie lasów w Polsce jest bardzo nierównomierne. Najwięcej ich występuje w zachodniej i północno-zachodniej części kraju. Tu są zlokalizowane największe zwarte kompleksy leśne, takie jak Bory Dolnośląskie o powierzchni ponad 151 tys. ha, Puszcza Rzepińska nad środkową Odrą, Puszcza Nadnotecka (120 tys. ha), czy też duże obszary leśne w dolinach Drawy i Gwdy w województwie pilskim.

W północnej części kraju największy zwarty obszar leśny stanowią Bory Tucholskie, zajmujące powierzchnię około 120 tys. ha. Pozostałością po wielkich obszarach leśnych występujących jeszcze w średniowieczu na pograniczu Polski, Litwy i Białorusi są: Puszcza Augustowska (107 tys. ha), Piska (około 100 tys. ha), Knyszyńska (58 tys. ha), Białowieska, która w granicach Polski na powierzchnię 58 tys. ha.

Środkowa Polska jest praktycznie pozbawiona większych kompleksów leśnych; nawet występujące tu pod nazwą puszczy obszary leśne takie jak Puszcza Kampinoska czy Puszcza Kozienicka, są kompleksami leśnymi nie wybijającymi się na mapie użytkowania ziemi. Są one, niestety, niewielkimi pozostałościami po lasach niegdyś pokrywających mało urodzajne ziemie tej części kraju.

W wyżynnej części kraju wyróżniają się, zarówno obszarem jak i zwartością kompleksy

leśne na Równinie Opolskiej (Bory Stobrawskie) oraz Puszcza Świętokrzyska o powierzchni 53 tys. ha.

Drugi co do wielkości zwarty kompleks leśny w Polsce stanowi Puszcza Solska o powierzchni około 124 tys. ha, porastająca Równinę Biłgorajską. Sąsiadujące z nią od zachodu lasy Puszczy Sandomierskiej (o powierzchni około 110 tys. ha) są niewielkimi pozostałościami po dawnych lasach w widłach Wisły i Sanu.



Fot. 7.

Wreszcie ostatnie większe kompleksy leśne występują w górach, zwłaszcza w Karpatach, gdzie zachowały się naturalne bory świerkowe, znane pod nazwą regla górnego, lub boru karpackiego.

Z ogólnej powierzchni leśnej, stanowiącej prawie 8,7 mln ha, przeważająca część, bo niemal 78% przypada na lasy iglaste, czyli bory. Ta dominacja borów jest szczególnie wyraźna na niżu, jakkolwiek występuje ona także na wyżynach oraz w wyższych partiach gór. Dominacja borów w Polsce wynika głównie z faktu, że ich występowanie wiąże się z najuboższymi siedliskami, nie nadającymi się pod uprawę.

Lasy liściaste, zajmujące w sumie około 190 tys. ha (prawie 22% powierzchni leśnej) w większych kompleksach występują w okolicach Szczecina (Puszcza Bukowa), w Puszczy Knyszyńskiej i Białowieskiej, oraz w Karpatach Wschodnich. Warto podkreślić, że



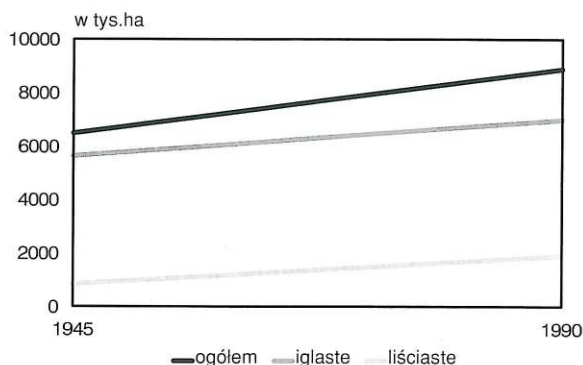
Fot. 8.

lasów stanowią tę formę użytkowania ziemi, której powierzchnia wykazuje tendencję wzrostową od zakończenia II wojny światowej (Ryc. 15). Wiąże się to z zalesianiem najślabszych gruntów rolnych. O ile w 1945 r. ogólna powierzchnia lasów w Polsce wynosiła 6 470 tys. ha, stanowiąc 20,1% powierzchni kraju, z czego na lasy iglaste przypadało 5 629 tys. ha (86,9%), a liściaste 841 tys. ha (13,1%), o tyle w 1990 r. ogólna powierzchnia lasów wzrosła o 2 414 tys. ha, co stanowi przyrost o 37%. Przyrost ten kształtował się różnie w przypadku drzew iglastych, gdzie wzrost powierzchni lasów wyniósł około 20%, gdy tymczasem powierzchnia lasów liściastych wzrosła do 1 902 tys. (w 1991 r.), czyli zwiększyła się o 126%. Te liczby świadczą o znacznej zmianie składu gatunkowego drzewostanów, co w dużej mierze jest spowodowane koniecznością wprowadzania gatunków bardziej odpornych na pogarszające się warunki środowiskowe, wywołane przede wszystkim wzros-

tem zanieczyszczenia powietrza. Duże obszary lasów w Polsce to lasy młode, w I i II klasie wieku, a więc nie przekraczające 40 lat.

Jest jeszcze jeden fakt, o którym warto wspomnieć rozważając sytuację lasów w Polsce. Jak ujawniają wykonane ostatnio zdjęcia satelitarne o dużej terenowej zdolności rozdzielczej, a więc zdjęcia pozwalające na rozpoznawanie obiektów o wielkości 1 ara, wiele obszarów w obrębie wielkich kompleksów leśnych jest totalnie zdewastowanych, gdyż są tam zlokalizowane ogromne poligony wojskowe. Przez całe lata w oficjalnych statystykach te tereny były zaliczane do lasów, choć w wielu przypadkach drzew tam od dawna nie było; teraz wiele pracy trzeba będzie włożyć aby je ponownie zalesić.

Zdjęcia satelitarne ujawniają też fakt nadmiernej eksploatacji niektórych kompleksów leśnych. Obraz takich lasów na zdjęciach satelitarnych ma w wielu miejscach strukturę



Ryc. 15. Dynamika powierzchni leśnej w latach 1945-1992 (wg GUS).

mozaikową, spowodowaną występowaniem na przemian oddziałów leśnych i oddziałów z odsłoniętą powierzchnią terenu w wyniku wycięcia drzew. W niektórych przypadkach suma powierzchni zrębów jest prawie równa powierzchni zajętej przez drzewa.

Wody powierzchniowe

Trzecią, pod względem zajmowanego arealu, formę użytków stanowią wody powierzchniowe. Obszar zajęty przez nie w 1991 r. wynosił 826 tys. ha, co stanowi 2,6% ogólnej powierzchni kraju. W stosunku do 1980 r. powierzchnia ta uległa zwiększeniu wskutek wybudowania kilku nowych zbiorników, z których największe to Jezioro na Warcie (powierzchnia około 42 tys. ha), Łąka na Pszczynce (12 tys. ha), Mietków na Bystrzycy (9 200 ha) i Brody Iłżeckie na Kamiennej (7 300 ha). Z ogólnej powierzchni wód śródlądowych na jeziora przypada około 317 tys. ha, na rzeki zaś 509 tysięcy.

Polska jest krajem bogatym w jeziora. Jezior liczących ponad 1 ha jest prawie 9 300. Zajmują one ponad 1% powierzchni całego kraju. Zdecydowana większość jezior w Polsce występuje w pasie pojezierzy. Na Pojezierzu Pomorskim jest ich 4 129 i zajmują one ponad 115 tys. ha, natomiast na Pojezierzu Mazurskim jest ich 2 561 o łącznej powierzchni prawie 142 tys. ha. Na obszar Polski środkowej (Nizina Wielkopolsko-Kujawska, Polesie Lubelskie) przypada 1 711 jezior zajmujących łącznie 53 tys. ha. W pozostałej części kraju jest zaledwie 895 jezior o łącznej powierzchni 6 800 ha.

Nieco więcej niż połowa wszystkich jezior to zbiorniki małe, o powierzchni od 1 do 5 ha.

Zajmują one w sumie 10 400 ha, co stanowi zaledwie 3,3% powierzchni wszystkich jezior. Jezior średniej wielkości (5 - 50 ha) jest 3 510, co stanowi 37% wszystkich jezior. Zajmują one łącznie ponad 57 tys. ha. Dużych jezior o powierzchni 50 - 1 000 ha jest 1 078. Zajmują one prawie 55% powierzchni jezior w Polsce. Jezior wielkich, o powierzchni przekraczającej tysiąc hektarów, jest zaledwie 34, co stanowi 0,4% liczby jezior. Zajmują one 76 200 ha, co wynosi prawie czwartą część powierzchni wszystkich jezior w naszym kraju.

Zbiorników wodnych sztucznego pochodzenia o powierzchni ponad 100 ha jest około 60, przy czym największy z nich, Zbiornik Włocławski, ma ponad 7 tys. hektarów.

Jeziora w Polsce są w większości płytkie. Maksymalna głębokość ponad 20 m należy do rzadkości. Jeziora są zjawiskiem przejściowym i krótkotrwałym. Wszystkie znajdują się w fazie powolnego zanikania na skutek zamulania, zarastania, procesów erozyjnych i wreszcie prac melioracyjnych. W zależności od pierwotnej głębokości jeziora i tempa wspomnianych procesów, zanikanie jezior przebiega z różną szybkością.



Fot. 9.

Wody zmagazynowane w jeziorach działają łagodząco na klimat i poprzez zwiększone parowanie wpływają na wielkość opadów. Wiele jezior polskich spełnia rolę odbiorników ścieków komunalno-przemysłowych, co

sprawia, że pogarsza się ich stan czystości. Część jezior jest także zanieczyszczona wskutek spłukiwania sztucznych nawozów z otaczających je terenów rolniczych.

Inne formy użytkowania ziemi

Do innych form użytkowania ziemi należy zaliczyć osiedla, tereny komunikacyjne, użytki kopalne i nieużytki. Wszystkie te formy użytkowania ziemi wykazują stałą tendencję wzrostową, to znaczy zwiększa się powierzchnia terenów zajmowanych zarówno przez drogi i koleje, budownictwo mieszkaniowe i przemysłowe, jak też przez kopalnie odkrywkowe. Wzrasta także powierzchnia nieużytków.

W ciągu ostatniego dziesięciolecia powierzchnia terenów komunikacyjnych wzrosła z 958 tys. ha (co stanowiło 3,1% ogólnej powierzchni kraju) do 989 tys. ha (3,2% powierzchni kraju). W tym czasie obszary zajęte

przez osiedla wzrosły o 112 tys. ha (z 840 tys. ha w 1980 r. do 989 tys. ha w 1990 r.) zajmując 3,0% powierzchni Polski. Tereny zajmowane przez użytki kopalne miały w 1980 r. 37 tys. ha, natomiast w 1990 ich powierzchnia zwiększyła się do 42 tys., co stanowi nieco ponad 0,1% powierzchni kraju.

Polska należy do tych krajów, w których obszary nieużytków stanowią znikomy procent terytorium. Do nieużytków zalicza się zarówno nieużytki naturalne, takie jak na przykład wydmy nadmorskie, nagie skały w wysokich partiach gór, jak i nieużytki powstałe wskutek gospodarczej działalności człowieka. Tej działalności należy przypisać fakt zwiększania się terenów nieużytków w Polsce. O ile łączna powierzchnia nieużytków (naturalnych i sztucznych) w 1980 r. wynosiła 477 tys. ha, co stanowiło 1,5% powierzchni kraju, o tyle w 1990 r. powierzchnia ta wzrosła do 504 tys. ha, zajmując 1,6% obszaru kraju.

4. Obszary i gatunki chronione

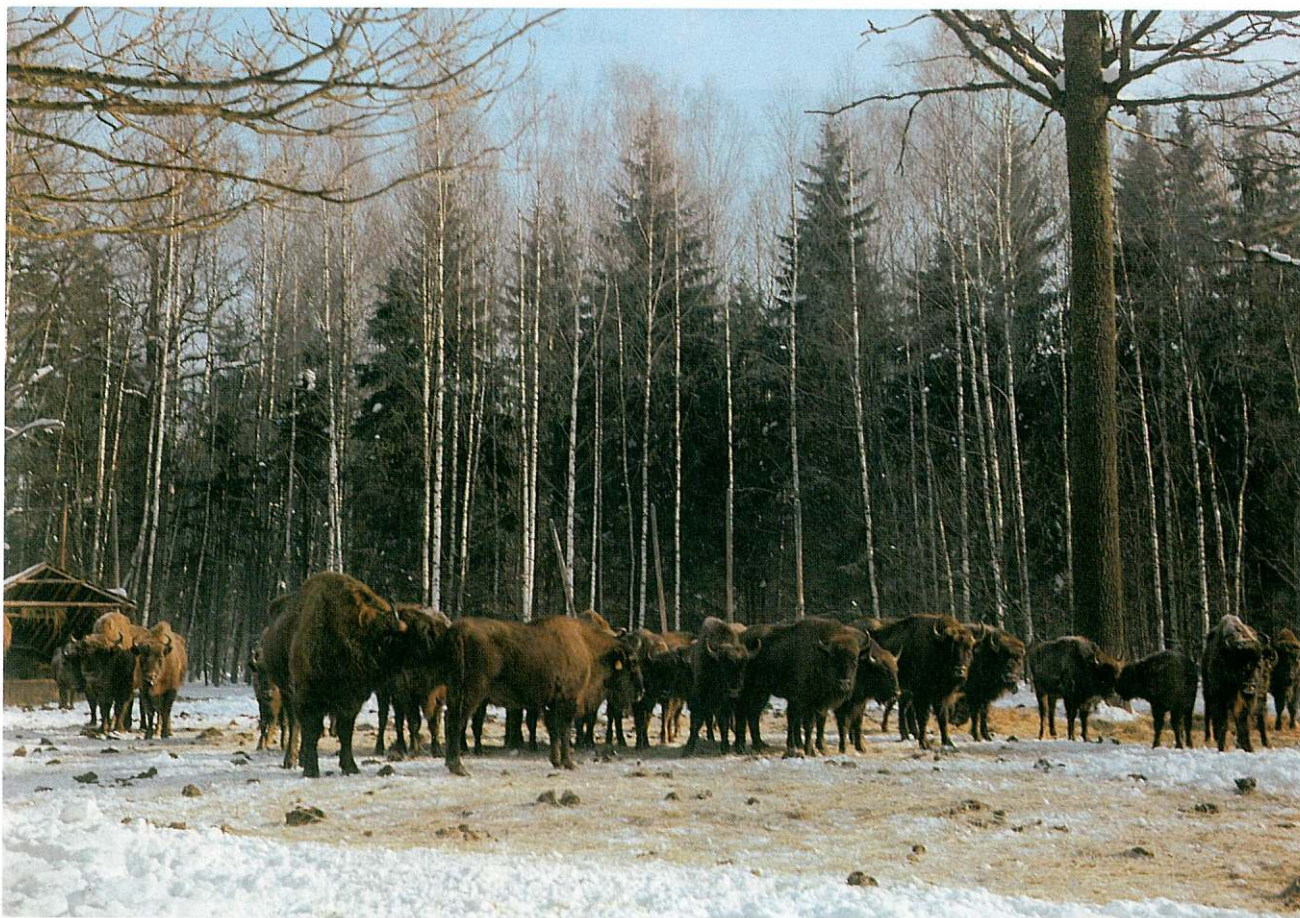
Stan zasobów przyrody

Podstawy prawne realizacji systemu ochrony przyrody w Polsce określa nowa ustawa o ochronie przyrody, z dnia 16 października 1991 r. System ten powinien - zgodnie z parafowaną przez Polskę wraz z innymi krajami (na konferencji ONZ w Rio de Janeiro) międzynarodową konwencją - zapewnić ochronę zasobów różnorodności biologicznej. Rozumie się przez to podejmowanie działań na rzecz:

- ochrony zasobów genowych istniejących w populacjach wszystkich gatunków,
- niedopuszczanie do wymierania gatunków,
- niedopuszczanie do zaniku ekosystemów, które wytworzyły się w różnych strefach klimatycznych w sposób naturalny, lub

nawet gdy wytworzył je człowiek w toku działalności gospodarczej.

Stan przyrody na obszarze naszego kraju jest dość zróżnicowany. Obok terenów silnie zdegradowanych pod względem przyrodniczym w następstwie wieloletnich oddziaływań różnych czynników destrukcyjnych (aglomeracja śląsko-krakowska, turowskie i konińskie zagłębia węgla brunatnego, Bełchatowski Okręg Przemysłowy, Legnicko-Głogowskie Zagłębie Miedziowe, Tarnobrzskie Zagłębie Siarkowe) istnieją również obszary o tak dobrze zachowanej przyrodzie, że nie mają sobie równych w Europie. Dotyczy to przede wszystkim północno-wschodniego regionu kraju (województwa: suwalskie, olsztyńskie, białostockie, łomżyńskie, ostrołęckie), który tworzy tzw. Zielone Płuca Polski, obejmując



Fot. 10. Stado żubrów w Puszczy Białowieskiej

4. Obszary i gatunki chronione

ponad 46 tysięcy kilometrów kwadratowych, co stanowi 14,7% powierzchni całej Polski. Na obszarze tym lasy zajmują 29,6% powierzchni i tworzą sześć wielkich zespołów. Są to Puszcze: Augustowska, Borecka, Knyszyńska, Piska, Romincka i najcenniejsza - Puszcza Białowieska, z zachowanymi fragmentami lasu pierwotnego o powierzchni około 59 tysięcy hektarów. Ostępy puszczańskie zamieszkuje około 11 tysięcy gatunków zwierząt, w tym 200 objętych ochroną gatunkową. W granicach "Zielonych Płuc" funkcjonują 2 parki narodowe (Białowieski i Wigierski), blisko 150 rezerwatów przyrody oraz 5 parków krajobrazowych.

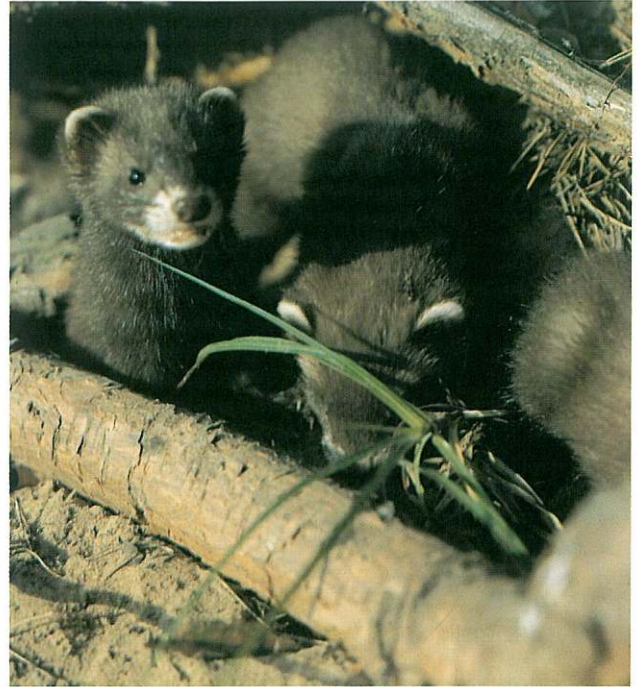
Drugim regionem niezmiernie ważnym pod względem przyrodniczym są Bieszczady, zajmujące około 21 tys. km². Ponad 60% ich powierzchni zajmują lasy jodłowo-bukowe. Niezwykle bogata flora Bieszczadów obejmuje ponad 900 gatunków roślin naczyniowych, natomiast fauna kręgowców liczy blisko 200 gatunków, z występującymi tu żubrami, niedźwiedziami, wilkami, rysiami i żbikami.



Fot.11. Jeleń szlachetny

Jest w naszym kraju znacznie więcej obszarów przyrodniczo cennych, choć mniejszych. Szczególne miejsce zajmują walory przyrodnicze Borów Tucholskich, Roztocza oraz Polesia Lubelskiego i Pojezierza Brodnickiego.

Zgodnie z polityką ekologiczną państwa spójny ekologiczny system obszarów chronionych



Fot.12. Młode tchórze

ma objąć w najbliższych latach ponad 30% powierzchni kraju, przy czym do chwili obecnej obszary te zajmują już ponad 22% powierzchni.

Przestrzennymi formami ochrony przyrody w Polsce są: parki narodowe, rezerваты przyrody, parki krajobrazowe oraz obszary chronionego krajobrazu; są także nowe formy, mianowicie: stanowiska dokumentacyjne, użytki ekologiczne oraz zespoły przyrodniczo-krajobrazowe.

Parki narodowe

Stanowią one najwyższą i najskuteczniejszą formę ochrony przyrody. Obejmują głównie ekosystemy o charakterze naturalnym lub zbliżonym do niego, wyjątkowo cenne ze względów naukowych, dydaktycznych, społecznych, kulturalnych i wychowawczych. Podstawowym celem parków narodowych jest ochrona bogactwa wartości przyrodniczych, udostępnianie ich dla badań naukowych oraz zachowanie unikatowej flory i fauny dla przyszłych pokoleń.

Historia parków narodowych w Polsce liczy już 70 lat. W 1921 roku powstało w Białowieży nadleśnictwo "Rezerwat", przekształcone w 1932 r. w Park Narodowy. Obecnie w Polsce mamy 17 parków narodowych, które łącznie

OBSZARY CHRONIONE

PROTECTED AREAS



Ryc. 16. Rozmieszczenie obszarów chronionych w Polsce. Opracowano metodą komputerową na podstawie:

- informacji uzyskanych w Departamencie Ochrony Przyrody MOŚiZL
- "Polska Czerwona Księga Zwierząt" PWRiL, Warszawa 1992
- mapa Lasy, Parki Narodowe, Parki Krajobrazowe, PPWK, Warszawa 1990
- mapa Ochrona krajobrazu - K. i J.Kamienieccy (nie publikowana)
- informacji uzyskanych w Krajowym Zarządzie Parków Narodowych.

4. Obszary i gatunki chronione

zajmują 177,8 tys. ha, co stanowi 0,6% powierzchni kraju. W porównaniu z innymi krajami europejskimi tak samo niski procent ma tylko Bułgaria, zaś znacznie wyższy: Czecho-Słowacja (1,3%), Finlandia (2,4%) oraz Norwegia (ponad 12%).

Najmniejszym naszym parkiem jest Ojcowski Park Narodowy o powierzchni zaledwie 1 592 hektarów, zaś największym - Kampinoski Park

Narodowy o powierzchni ponad 35 tys. ha (Tab. 4.1).

Zdecydowana większość parków narodowych ma charakter leśny, z ekosystemami leśnymi zajmującymi od 57% powierzchni (Poleski) do 90% (Białowieski).

Drugim komponentem przyrody parków są wody, zajmujące 9% powierzchni. Reszta zajęta jest przez wydmy, torfowiska, bagna,

Tabela 4.1
Podstawowe informacje o polskich parkach narodowych (stan na 31 grudnia 1992 r.)

L.p.	Nazwa parku	Rok utworzenia ¹⁾	Ogólna powierzchnia [ha]	Muzeum przyrodnicze
1	Babiogórski	1955, 1976*	1 734	Zawoja
2	Białowieski	(1932) 1947, 1977*, 1979**	5 348	Białowieża
3	Bieszczadzki	1973, 1992*	27 064	Ustrzyki Dolne
4	Drawieński	1990	8 626	
5	Gorczański	1981	6 744	
6	Kampinoski	1959	35 721	Granica
7	Karkonoski	1959, 1992*	5 562	Jelenia Góra
8	Ojcowski	1956	1 592	Ojców
9	Pieniński	(1932) 1954	2 231	
10	Poleski	1990	4 904	
11	Roztoczański	1974	7 905	
12	Słowiński	1967, 1977*	18 247	Smołdzino
13	Świętokrzyski	1950	5 909	Św. Krzyż
14	Tatrzański	(1947) 1954, 1992*	21 164	Zakopane
15	Wielkopolski	1957	5 194	Puszczykowo
16	Wigierski	1989	14 956	
17	Woliński	1960	4 897	Międzyzdroje

¹⁾ Uwagi: W nawiasach podano rok utworzenia parku; ponadto podano dla właściwych parków:

* - rok uznania za Światowy Rezerwat Biosfery

** - rok włączenia do listy Światowego Dziedzictwa Ludzkości



Fot.13. Rosiczka - roślina owadożerna (chroniona)

skały i tereny powyżej górnej granicy lasu.

Obszary wchodzące w skład parków narodowych podlegają ochronie ścisłej, częściowej i krajobrazowej. Ochrona ścisła polega na całkowitym zaniechaniu działalności człowieka tak, by sama przyroda regulowała swój roz-

wój, a człowiek mógł śledzić zachodzące zmiany oraz poznawać ich mechanizmy. Aktualnie ochroną ścisłą objęte jest 22,8% powierzchni parków. Ochrona częściowa zmierza do "unaturalnienia" obszarów przyrodniczych lub zachowania wybranych elementów przyrody w określonym stanie przez stosowanie odpowiednich zabiegów pielęgnacyjno-ochronnych. Ochroną częściową objęto 65% powierzchni parków narodowych. Ochrona krajobrazu polega na zachowaniu w możliwie nie zmienionym stanie naturalnych



Fot.14. Pająk na roślinności wodnej

jego składników: ukształtowania terenu, widoków, a także zabudowy itd. Ochroną taką objęto ponad 6 tys. ha.

Parki narodowe w naszym kraju charakteryzują się dużą różnorodnością zespołów roślinnych i świata zwierzęcego. Wyróżniono w nich 317 zespołów roślinnych, w tym 76 zespołów leśnych i zaroślowych, na ogólną

liczbę 410 zespołów roślinnych występujących w Polsce. Wśród nich znajduje się 20 zespołów endemicznych. Przyjmuje się, że w parkach narodowych żyją przedstawiciele wszystkich występujących w Polsce gatunków ssaków, około 200 gatunków ptaków, kilka tysięcy gatunków owadów oraz liczni przedstawiciele gadów, płazów i ryb. Należy podkreślić, że nasze parki narodowe są wpisane na listę parków Międzynarodowej Unii Ochrony Przyrody i Jej Zasobów (IUCN), bowiem spełniają ustalone kryteria, m. in. podlegają bezpośrednio państwowej władzy centralnej, tj. ministrowi i są finansowane z budżetu państwa.

O wysokich wartościach przyrodniczych naszych parków narodowych świadczy fakt, że trzy z nich (Babiogórski, Białowieski i Słowiński) zostały, decyzją UNESCO, włączone do Międzynarodowej Sieci Rezerwatów Biosfery, obejmującej przykłady chronionych systemów ekologicznych świata. Trzy dalsze (Bieszczadzki, Karkonoski i Tatrzański) oczekują na włączenie. Jeśli decyzja UNESCO



Fot.15. Żubry

będzie pozytywna, to tym samym zostaną utworzone Międzynarodowe Rezerваты Biosfery obejmujące obszary przygranicznych parków narodowych: polsko-słowacko-ukraiński "Karpaty Wschodnie", polsko-słowacki "Tatry" i polsko-czeski "Karkonosze".

Daleko zaawansowane są prace nad utworzeniem Międzynarodowego Rezerwatu Biosfery "Puszcza Białowieska", obejmującego całą puszcę, po obu stronach granicy państwowej.

Przewiduje się utworzenie w najbliższych kilku latach następnych parków narodowych, m.in. Magurskiego, Mazurskiego, Tucholskiego, Jurajskiego oraz - największego w Polsce - Biebrzańskiego Parku Narodowego, o powierzchni około 600 km², obejmującego ekosystemy o wyjątkowym znaczeniu międzynarodowym. Ponadto zostanie powiększonych dziewięć istniejących parków (m.in. Bieszczadzki, Poleski, Świętokrzyski, Wielkopolski, Babiogórski, Białowieski i Woliński).

W wyniku tych działań, łączna powierzchnia parków wzrośnie do ponad 300 tys. ha, tj. do około 1,0% powierzchni kraju.

Rezerwaty przyrody

Rezerwaty obejmują naturalne lub mało zmieszane ekosystemy, biocenozy i zbiorowiska roślinne, lub też poświęcone są ochronie rzadkich składników szaty roślinnej i świata zwierzęcego bądź ochronie określonych składników środowiska należących do przyrody nie ożywionej.

Już w 1918 r. posiadaliśmy w Polsce 39 rezerwatów przyrody o łącznej powierzchni 1469 ha, a do roku 1939 liczba rezerwatów wzrosła do 180. Po II wojnie światowej przystąpiono do rekonstrukcji sieci rezerwatów. W końcu 1965 r. było ich już 490 i zajmowały łącznie ponad 31 tys. ha. Razem w ciągu ostatnich 45 lat utworzono w Polsce 953 rezerwaty przyrody, przy czym najbardziej dynamiczne były lata 1955-1960 (278 obiektów) oraz lata 1980-1985 (161 obiektów).

Tabela 4.2
Rezerwaty przyrody w Polsce
(stan na 31 grudnia 1992 r.)

Rodzaj rezerwatu	Liczba ogółem	w tym liczba rezerwatów ścisłych	Powierzchnia ogółem [tys. ha]	w tym powierzchnia pod ochroną ścisłą [tys. ha]
Faunistyczne	107	10	41 369	4 374
Florystyczne	121	19	1 924	236
Krajobrazowe	92	5	30 999	473
Leśne	513	20	35 542	1 025
Torfowiskowe	109	28	8 742	1 071
Wodne	24	2	2 498	6
Przyrody nieożywionej	35	7	894	23
Stepowe	33	15	452	90
Słonoroślowe	3	1	23	1
OGÓŁEM	1 037	107	122 442	7 298

Obecnie sieć rezerwatów przyrody tworzy 1037 obiektów, zajmujących powierzchnię ponad 122 tys. ha, przy czym największy udział mają rezerваты leśne (Tab. 4.2). Rezerваты nie są równomiernie rozmieszczone na obszarze kraju. Największe ich zagęszczenie występuje w Karpatach, w pasie starych gór i wyżyn południowych oraz na obszarze pojezierzy: Drawskiego, Kaszubskiego, Mazurskiego i Wielkopolskiego.

Rezerваты przyrody są cennymi obiektami do badań naukowych, a główne zainteresowania badaczy skupiają się na zagadnieniach florystycznych, fitosocjologicznych (czyli dotyczących zespołów roślinnych) i faunistycznych. Spośród istniejących rezerwatów przyrody za najcenniejsze należy uznać te, które reprezentują walory przyrodnicze mające znaczenie dla międzynarodowej ochrony przyrody. I tak, na liście rezerwatów biosfery znajduje się rezerwat ornitologiczny "Jezioro Łuknajno", który został również umieszczony w spisie obszarów objętych Konwencją Ramsarską "O obszarach wodno-błotnych, mających znaczenie międzynarodowe, zwłaszcza jako środowisko życia ptactwa wodnego". W spisie tym ponadto figurują rezerваты (jeziora): "Siedem Wysp", "Karaś", "Świdwie" oraz "Słońsk". Daleko zaawansowane są prace nad utworzeniem i zgłoszeniem do tego spisu 4 dalszych obiektów, w tym Słowińskiego Parku Narodowego i rezerwatu ornitologicznego "Stawy Milickie".



Fot. 16. Orły bieliki



Fot. 17. Łabędź niemy z młodymi na gnieździe

Biorąc pod uwagę uzasadnioną potrzebę zwiększenia ogólnej powierzchni objętej ochroną rezerwatową, przewiduje się powołanie w ciągu najbliższych 5-6 lat około 200 nowych rezerwatów przyrody.

Ochrona krajobrazu

Ten rodzaj ochrony zmierza do zabezpieczenia przed zniszczeniem bądź degradacją walorów przyrodniczych i cech estetycznych środowiska na określonych obszarach, z uwzględnieniem ich znaczenia jako terenów rekreacyjnych. Jest ona realizowana przez tworzenie parków krajobrazowych i obszarów chronionego krajobrazu, których wspólną cechą jest wieloprzestrzenny charakter, a także i to, że nie są wyłączone z użytkowania gospodarczego. Idea tworzenia wyodrębnionych obszarów chronionych zrodziła się w krajach zachodnich. Wychodzono tam z założenia, że przy istniejącej presji różnorodnych czynników niszczących dotychczasowe formy ochrony są niewystarczające.

W Polsce proces formalnego tworzenia parków krajobrazowych zapoczątkowany został w 1976 r. utworzeniem 2 parków: Suwalskiego i Wigierskiego.

Do chwili obecnej powstało 79 parków krajobrazowych, które wraz ze strefami ochronnymi zajmują łącznie ponad 2,6 mln ha. Do największych zalicza się Park Krajobrazowy Puszczy Knyszyńskiej o powierzchni 73 tys. ha, oraz Park Krajobrazowy Orlich Gniazd, którego powierzchnia wynosi prawie



Fot. 18. *Sasanka*
(roślina chroniona)

60 tys. ha (Ryc. 16).

Najsłabszą, choć ważną formą ochrony są obszary chronionego krajobrazu. Z jednej strony spełniają one rolę terenów żywicielskich (ekosystemy rolne, leśne), z drugiej zaś stanowią najważniejsze tereny dla wypoczynku pobytowego i masowego wypoczynku świątecznego.

Istnieją obecnie 234 obszary chronionego krajobrazu, które zajmują 4,9 mln ha, to jest 15,9% powierzchni kraju.

Wszystkie wymienione formy przestrzennej ochrony przyrody tworzą spójny, choć wyraźnie zróżnicowany krajowy system obszarów chronionych. Ten harmonijny układ o dużym potencjale biologicznym przywróci, jak należy sądzić, przyrodnicze powiązania przestrzenne między funkcjo-

nującymi obszarami chronionymi, wpływając na charakter stosunków wodnych i klimatycznych w całym kraju oraz zabezpieczy przed degradacją zachowane jeszcze walory środowiska przyrodniczego.

Zagrożenia

Nie ulega wątpliwości, że głównym zagrożeniem dla całości obszarów chronionych w naszym kraju są zanieczyszczenia gazowe, zwłaszcza dwutlenek siarki, tlenki azotu oraz fluor.

W przypadku parków narodowych, najbardziej zagrożone przemysłowymi zanieczyszczeniami powietrza są: Karkonoski, Ojcowski, Świętokrzyski i Babiogórski; w mniejszym stopniu - Kampinoski i Wielkopolski.

Negatywny wpływ na przyrodę parków ma również masowa turystyka, zważywszy że nasze parki narodowe odwiedza rocznie od 9 do 12 milionów osób. Do najbardziej uczęszczanych należą (w nawiasie liczba osób przypadająca na ha powierzchni): Karkonoski (431), Wielkopolski (192), Ojcowski (144), Pieniński (112) oraz Tatrzański (95)



Fot. 19. Wilki zimą

(Ryc. 17). Duża liczba zwiedzających powoduje powstawanie szkód w przyrodzie parków. Największe szkody w roślinności, faunie i glebie powstają wokół schronisk turystycznych, stacji wyciągów narciarskich i kolejek linowych, pól namiotowych i parkingów.

Zagrożenie walorów przyrodniczych rezerwatów przyrody jest uzależnione głównie od ich lokalizacji. Najbardziej narażone są obiekty położone w rejonach przemysłowych, na obszarach ekologicznego zagrożenia i terenach intensywnie wykorzystywanych dla celów turystyczno-wypoczynkowych. Można tu wymienić na przykład rezerwaty:

- Las Murckowski, Segiet i Łęczak w województwie katowickim;
- Nadgoplański Park Tysiąclecia w województwie bydgoskim;
- Niebieskie Źródła, Spała i Żądłowice w województwie piotrkowskim;
- Las Kabacki i Jeziorko Czerniakowskie w Warszawie.

Realną szansę na utrzymanie stabilności ekosystemów oraz możliwość odtworzenia wybranych składników przyrody stanowią może znaczące zmniejszenie zanieczyszczeń gazowych oraz skierowanie wzmożonego ruchu turystycznego na inne atrakcyjne tereny

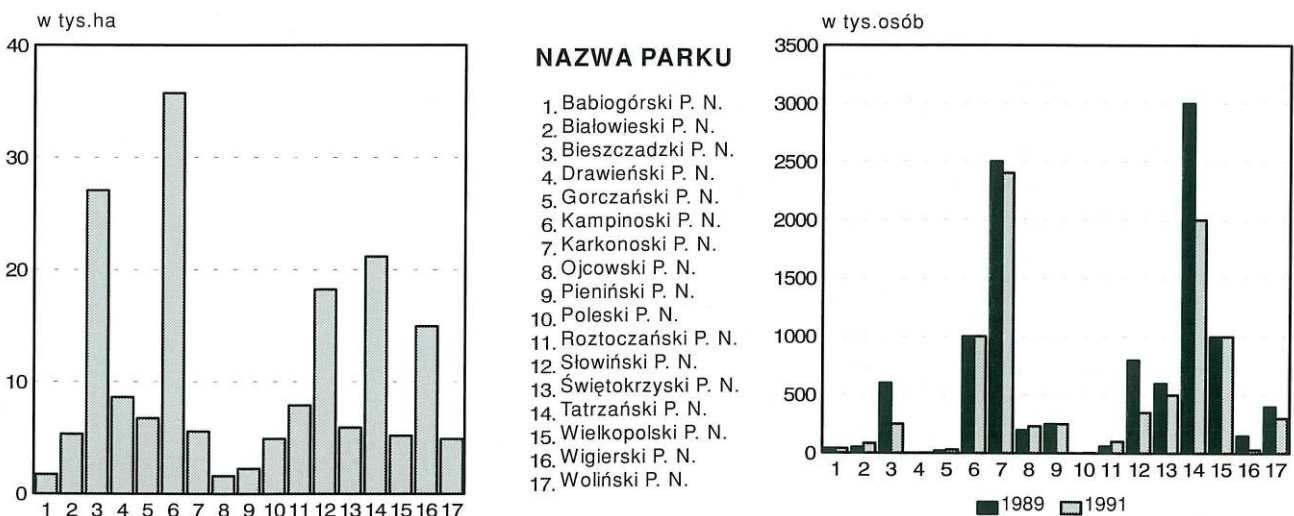
położone poza parkami narodowymi i rezerwatami przyrody. Funkcję tę mogą doskonale spełniać parki krajobrazowe i obszary chronionego krajobrazu.

Ochrona gatunków

Jednym ze wskaźników różnorodności biologicznej jest liczba gatunków występujących na obszarze kraju. Według wykonanych w 1991 roku obliczeń, w Polsce występuje około 46 900 gatunków organizmów żywych, w tym 5 tys. gatunków grzybów, około 2,2 tys. gatunków roślin naczyniowych, około 24,4 tys. - owadów, 116 - ryb, 18 - płazów, 9 - gadów, 360 - ptaków i 98 gatunków ssaków. Liczba gatunków występujących w Polsce stale się zmienia.

W ciągu ostatnich 200-300 lat przybyło do naszego kraju około 300 gatunków roślin, które człowiek sprowadził celowo lub zawłócił przy okazji transportu różnych towarów oraz które przybyły dzięki rozszerzaniu się zasięgów geograficznych gatunków na terenie Europy.

W porównaniu z Europą różnorodność biologiczna jest w Polsce stosunkowo duża. Wynika to z położenia geograficznego Polski na granicy wpływów klimatu kontynentalnego i oceanicznego oraz pomiędzy głównym pasmem gór w Europie (Karpaty, Alpy) a pasmem dolin przebiegają-



Ryc. 17. Powierzchnia parków narodowych i liczba odwiedzających turystów w latach 1989-1991 (wg danych MOŚZNiL).
Na osi poziomej numerami oznaczono parki zgodnie z zamieszczoną listą.

4. Obszary i gatunki chronione

cych wzdłuż Morza Północnego i Bałtyku. Stąd wiele gatunków ma na terenie naszego kraju granice zasięgu występowania.

Niestety, wiele gatunków w ostatnim okresie wyginęło lub jest zagrożonych wyginięciem. Ile ich jest - trudno ocenić, bo wiąże się to z prowadzeniem poszukiwań, wymagających udziału specjalistów kompetentnych w poszczególnych grupach systematycznych. Brak informacji o występowaniu jakiegoś gatunku pozostawia nadzieję, że są jeszcze jakieś miejsca w Polsce, gdzie dany gatunek przetrwał, a my o tym nie wiemy. Można być pewnym jedynie wiadomości o wyginięciu gatunków dużych, łatwo dostrzegalnych i szeroko znanych. Np. w ciągu ostatnich 100 lat



Fot. 20. Koszatka, drzewny gryzoń chroniony

tylko spośród naszej fauny kręgowców ubyło około 15 gatunków. Toteż ocena, że gatunków ginących jest obecnie w Polsce nie mniej niż tysiąc, niestety nie jest zapewne przesadzona. Pełne informacje na ten temat publikowane są w tzw. czerwonych księgach, zawierających listy zagrożonych roślin i zwierząt.

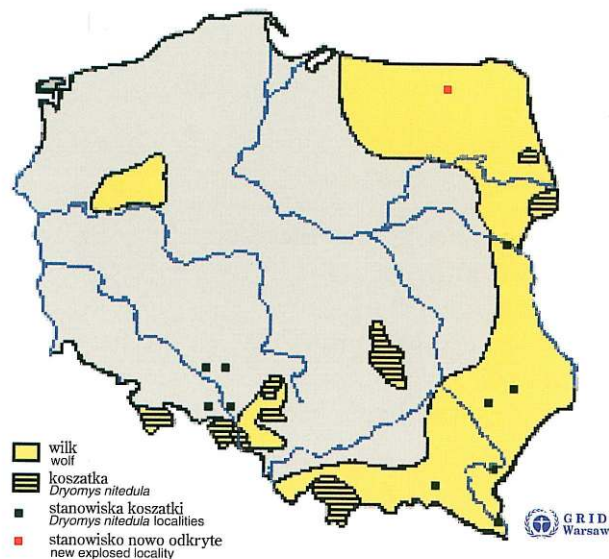
Istnieją różne przyczyny, z powodu których dany gatunek występuje nielicznie. Pierwsza to bardzo ograniczony obszar występowania, tzw. gatunki endemiczne. Druga - to gatunki, które w Polsce występują wyspowo, już na granicy swojego zasięgu występowania, który leży poza granicami naszego kraju (Ryc. 18). Trzecia - to gatunki, które wymierają z powodu działalności człowieka. Tę ostatnią grupę można jeszcze podzielić na takie, których liczebność jest niska z powodu przyczyn powstających w naszym kraju i na takie, gdzie przyczyny znajdują się poza naszymi granicami.

Zachowaniu różnorodności biologicznej gatunków służy, między innymi, ich ochrona prawna, przede wszystkim zarządzenia

ministra ochrony środowiska, zasobów naturalnych i leśnictwa (lub ministrów, którym ochrona przyrody podlegała w poprzednich okresach) oraz ministra rolnictwa i gospodarki żywnościowej (temu ostatniemu podlega ochrona ryb).

Gatunki mogą być chronione całkowicie, przez cały rok lub też objęte ochroną częściową, w niektórych okresach roku - ma to na celu zapobieżenie ich nadmiernej eksploatacji gospodarczej (dotyczy to niektórych roślin np. leczniczych, zwierzyny łownej, ryb, ślimaków winniczków).

W roku 1992 na listach roślin i grzybów objętych całkowitą ochroną znajdowało się 97 gatunków lub całych rodzajów (obejmujących



Ryc. 18. Występowanie koszatki i wilka (wg Pielowskiego, 1993) Oznaczono nowe stanowisko w Puszczy Boreckiej odkryte w 1985 r. przez R. Andrzejewskiego

po kilka-kilkanaście gatunków); częściowo chronionych było 28 gatunków lub rodzajów.

W przypadku roślin częściowo chronionych, którymi są zwykle gatunki mające znaczenie gospodarcze lub lecznicze, minister ochrony środowiska określa dla poszczególnych województw dopuszczalne ilości, które można corocznie pozyskiwać (w zależności od obszaru występowania i liczebności) pod nadzorem wojewódzkich konserwatorów przyrody (Tab. 4.3).

W Polsce jest łącznie 568 gatunków zwierząt chronionych prawem. Na liście zwierząt objętych całkowitą ochroną znajduje się 367 gatunków kręgowców i 74 gatunki bezkręgowców, w tym prawie same owady (72 gatunki).

Na liście zwierząt łownych, objętych częściową ochroną, znajduje się 19 gatunków ssaków i 42 - ptaków. Ochrona zwierząt łownych polega na ustalaniu okresów w ciągu roku, kiedy nie wolno na nie polować - w niektórych przypadkach jest to cały rok, czyli obowiązuje całkowity zakaz polowań. Są jednak 2 gatunki łowne nie mające w ogóle okresów ochronnych. Okresy ochronne mogą być różne dla samców

Tabela 4.3

Pozyskanie roślin chronionych w roku 1991
(wg danych Ministerstwa Ochrony Środowiska,
Zasobów Naturalnych i Leśnictwa)

Gatunek	Masa do pozyskania [kg suchej masy]
Porost islandzki	370
Marzanka wonna	200
Kruszyna (kora)	386 200
Mącznica lekarska (liściasta)	120
Kopytnik	2 500
Kocaka piaskowa (kwiaty)	19 730
Konwalia (kwiaty)	20 390
Konwalia (liście)	295
Turówka leśna	1 500
Widłaki (kłosy)	600

i samic, w zależności od różnic w fizjologii i zachowaniu się osobników różnej płci.

Ryby mają także okresy ochronne, w których nie wolno ich łowić, a ponadto określone są wielkości minimalne, poniżej których nie wolno łowić poszczególnych gatunków (Tab. 4.4).

Nie prowadzono dotychczas stałej obserwacji (tzw. monitoringu) liczebności populacji gatunków chronionych i jej zmian. Bardziej systematycznie śledzone są liczebności tylko niektórych gatunków, a w przypadku pozostałych liczebność badana jest tylko sporadycznie, zwykle w ramach prac naukowych. Na przykład w 1992 r. dokładnie policzono kozice i świstaki w Tatrach i wiadomo z dużą dokładnością, że jest ich odpowiednio 150 i 160 sztuk.

Oceny liczebności zwierząt łownych i nasilenia eksploatacji łowieckiej są prowadzone w sposób zorganizowany. Corocznie szacuje się liczebności podstawowych gatunków i prowadzi statystykę natężenia odstrzału

Tabela 4.4

Wymiary ochronne ryb i raków

Gatunek	Okres ochronny	Długość [cm]
Brzana	1 V - 20 VI	35
Certa	15 IV - 30 VI	30
Głowacica	1 III - 31 V	70
Lipień	1 III - 31 V	30
Peluga	15 X - 31 XIII	35
Pstrąg	1 IX - 31 V	30
Sandacz	15 III - 31 V	45
Sieja	15 X - 31 XII	35
Sielawa	15 X - 31 XII	18
Szczupak	15 III - 30 IV	40
Troć	1 IX - 31 I	50
	* cały rok	
Raki	<i>samice</i>	15 X - 31 VII
	<i>samce</i>	15 X - 15 III

* *Wisła i jej dopływy powyżej zapory wodnej we Włocławku*

większości gatunków. Dane te są obarczone pewnymi błędami: zwykle oszacowane liczebności dużych zwierząt są niższe od rzeczywistych, a zwierząt małych - zawyżone. Li-

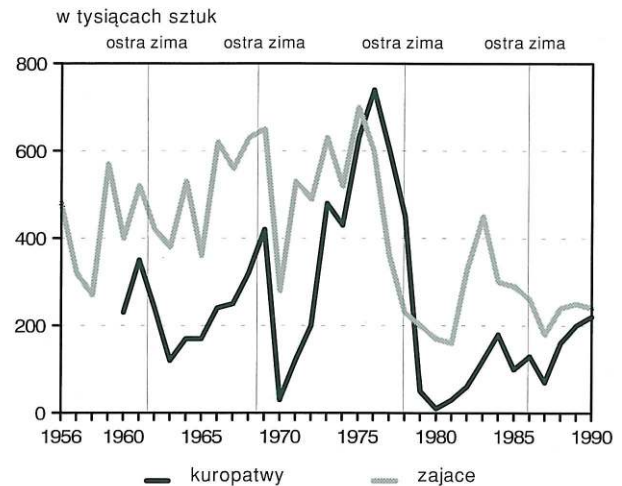
4. Obszary i gatunki chronione

czby dotyczące odstrzału zwierząt dużych są bliskie rzeczywistości, zwierząt małych - bardzo zaniżone. (Tab. 4.5). Ponieważ dane o liczbie zwierząt odstrzelonych są zwykle dokładniejsze niż informacje o ich liczebności w przyrodzie, tych pierwszych używa się często do scharakteryzowania zmian w zagęszczeniach, szczególnie u gatunków występujących licznie i na dużych obszarach (Ryc. 19, Ryc. 21).

Pełna ochrona niektórych gatunków powoduje wzrost ich liczebności na tyle duży, iż lokalnie

Tablica 4.5
Pozyskiwanie zwierzyny łownej w sezonie łowieckim 1991/1992

Gatunek	Okres ochronny	Liczba sztuk pozyskanych
Łoś	1 I - 30 IX	1 651
Daniel	1 II - 30 IX	2 274
Jeleń	1 II - 30 IX	63 535
Dzik	1 II - 31 VII	112 165
	(<i>lochy</i>)	
Sarna	1 X - 10 V	202 800
	(<i>kozły</i>),	
	1 II - 30 I X	
	(<i>kozły i kozęta</i>)	
Zajac	1 II - 30 IX	220 600
Kuropatwa	1 I - 15 IX	239 800
Bazant	1 II - 30 IX	110 000
Kaczka dzika	1 I - 15 VIII	108 500
Wilk	1 IV - 31 VII	125
Ryś	1 IV - 31 X	8
Lis	1 IV - 31 VIII	21 719
Muflon	1 II - 30 IX	84
Głuszec	1 I - 31 III	11
	15 V - 31 XII	
Cietrzew	1 I - 31 III	217
	15 V - 31 XIII	
	(<i>koguty</i>)	



Ryc. 19. Zmiany odstrzału zajacy i kuropatwy (wg Pielowskiego)

mogą one zakłócać równowagę ekologiczną lub przynosić szkody gospodarcze. W takich przypadkach minister ochrony środowiska może wyrazić zgodę na redukcję liczebności danego gatunku (odstrzał). W roku 1992 taką zgodę wyrażono dla 4 gatunków (Tab. 4.6).

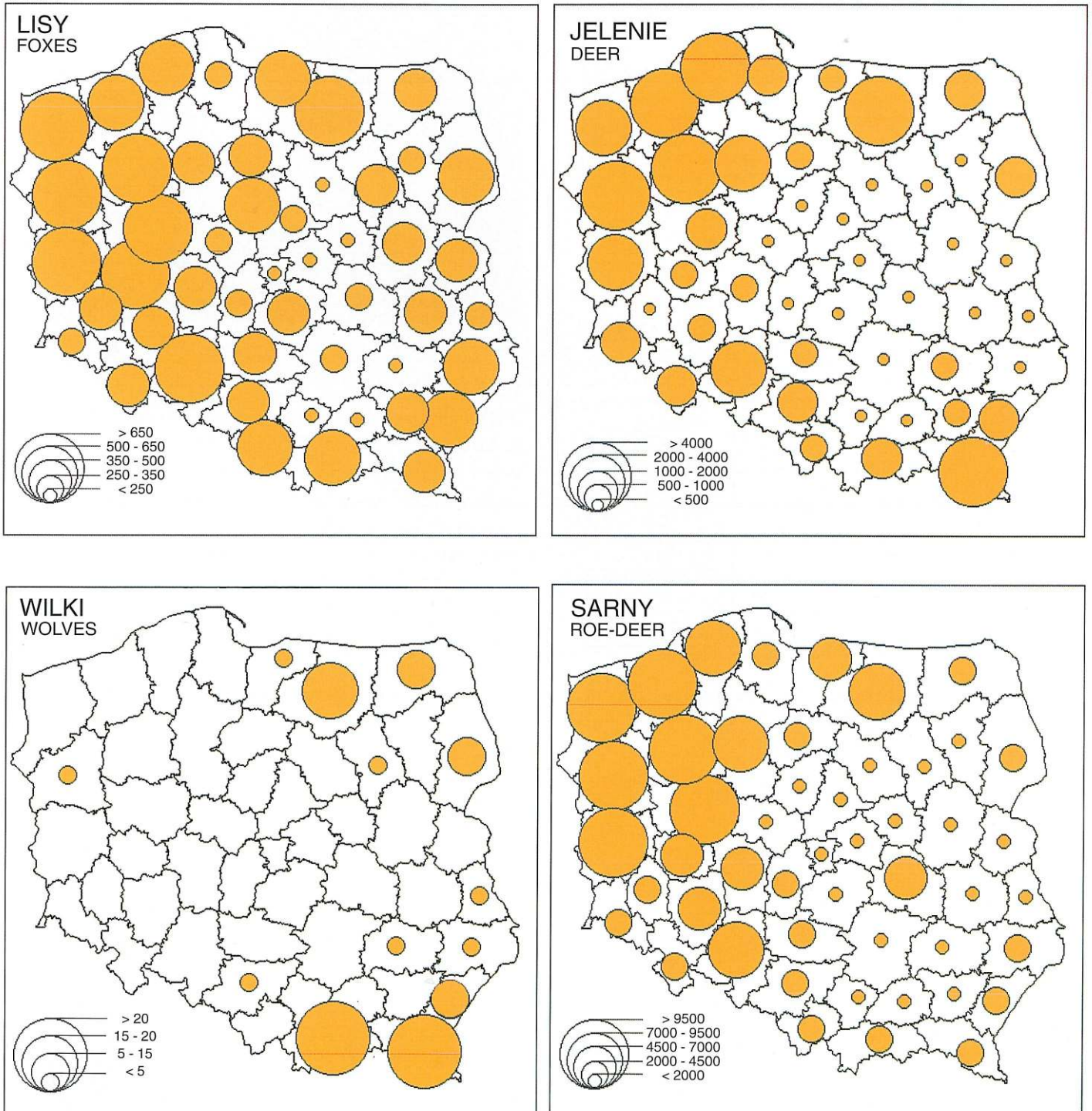
Wśród gatunków, które wykazywały tendencje zanikające są też takie, których liczebność po okresie spadku - odradza się samoistnie. Dotyczy to np. kruka i bociana czarnego (Ryc. 20). Inne zanikające gatunki wymagają nieraz skomplikowanych zabiegów, takich jak przesiedlenia w poprzednio zamieszkiwane obszary czy hodowla zamknięta. W efekcie na ogół udaje się zahamować spadek liczebności, a niekiedy następuje restytucja gatunku. W Polsce najlepszym tego przykładem jest żubr, stanowiący znany na całym świecie przypadek zapobieżenia całkowitemu wyginięciu gatunku. Podobnie

Tabela 4.6
Redukcja zwierząt chronionych w roku 1991

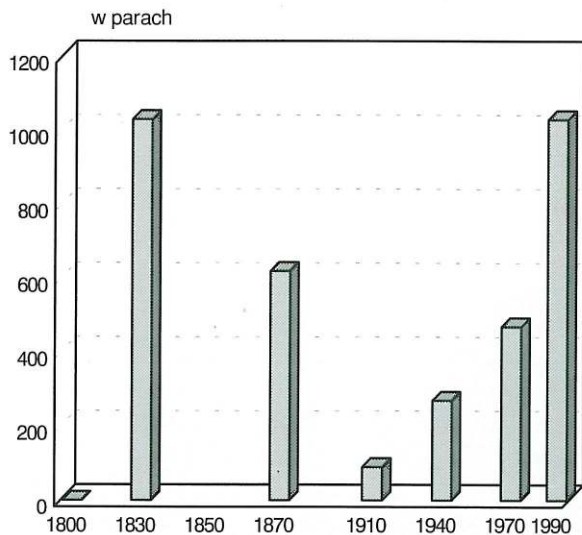
(na podstawie zezwolenia Ministra Ochrony Środowiska, Zasobów Naturalnych i Leśnictwa)

Gatunek	Liczba sztuk
Czapla siwa (w rezerwach stawowych)	400
Kormoran	800
Bóbr	17
Żubr	34

POZYSKANIE ZWIERZĄT w sztukach, w latach 1991/1992
 NUMBER OF SHOOTED ANIMALS



4. Obszary i gatunki chronione



Ryc. 20. Zmiany liczebności bociana czarnego (wg Kellera i Profusa, 1991)

Tabela 4.7

Liczba gatunków zwierząt w polskich ogrodach zoologicznych 1990 r.

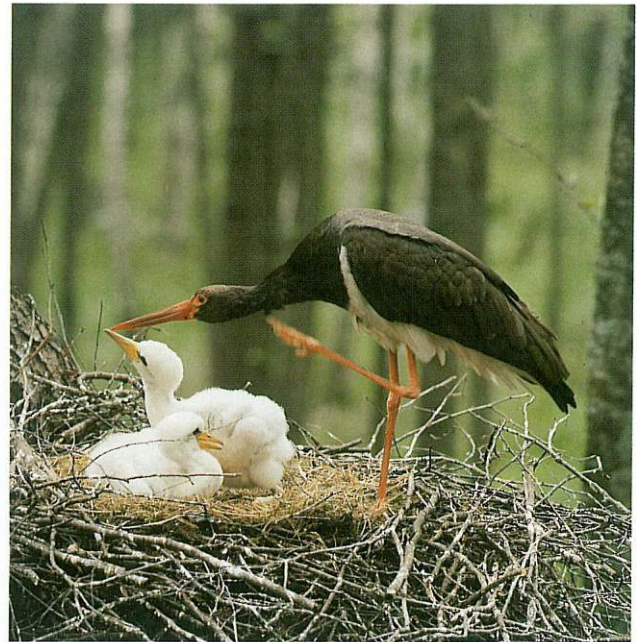
Gromada	Liczba gatunków
Ssaki	284
Ptaki	335
Gady	246
Płazy	45
Ryby	348

udało się, dzięki zabiegom hodowlanym i wsiedleniom w odpowiednie cieki i zbiorniki wodne, odtworzyć populację bobrów w Polsce. Trudnym do opanowania zjawiskiem jest zanikanie jednego gatunku, gdy wypiera go inny, przeważnie nie należący do rodzimej fauny.

Tak stało się np. z norką europejską, wypartą w ostatnich latach przez rozprzeszczynającą się norkę amerykańską, której osobniki w latach dwudziestych naszego wieku uciekły z niemieckich ferm futerkowych.



Fot. 21, 22. Bóbr z młodymi i drzewo przygotowane przez nie do zwałenia. W głębi żeremie bobrów



Fot. 23. Bocian czarny z młodymi w gnieździe

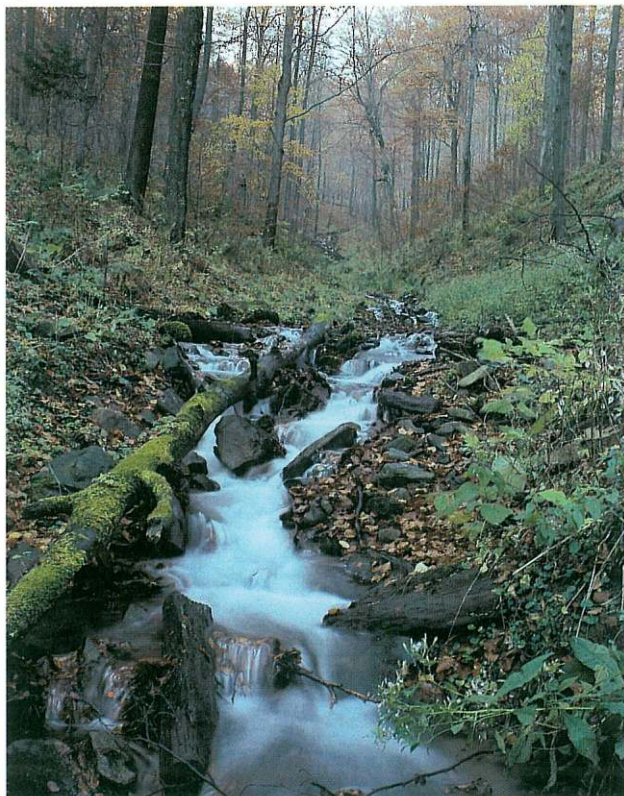
Ważne zadanie w ochronie różnorodności biologicznej spełniają ogrody zoologiczne, botaniczne i arboreta. Zachowują one gatunki, które wymierają, a nawet gatunki, które już całkowicie wyginęły w warunkach naturalnych. W Polsce jest 12 ogrodów zoologicznych, zajmujących łącznie powierzchnię około 470 hektarów. W roku 1990 żyło w nich 1 260 gatunków zwierząt o łącznej liczbie około 25 tysięcy osobników (Tab. 4.7). Ogrodów botanicznych i arboretów jest w naszym kraju 16, a w każdym znajduje się średnio około 3 tysiące gatunków roślin. Z powyższych danych widać, że nie tylko w przyrodzie otwartej, ale i w hodowlach zamkniętych mamy znaczne zasoby gatunków.

5. Lasy

Funkcje lasu

Najbardziej naturalną formacją przyrodniczą, nierozzerwalnie związaną z polskim krajobrazem są lasy (Ryc. 22). Pełnią one wielorakie funkcje. Przede wszystkim lasy chronią i współtworzą inne zasoby przyrody. Dzięki procesom fotosyntezy odnawiają zapasy tlenu w atmosferze, wiążąc dwutlenek węgla z powietrza i łagodzą tzw. efekt cieplarniany (szklarniowy). Umożliwiają bytowanie wielu gatunkom roślin i zwierząt, chronią różnorodność przyrody i jej zasoby genowe. Tłumiąc hałas, zmniejszając siłę wiatru, zatrzymując pyły i gazy - oczyszczają środowisko. Dzięki regulacyjnemu oddziaływaniu na spływy powierzchniowe wód, możliwościom retencyjnym, łagodzeniu niskich i wysokich temperatur oraz dzięki przeciwdziałaniu erozji gleb - lasy stabilizują klimat i kształtują krajobraz. Tworzą warunki do wypoczynku, rekreacji, poprawy zdrowia.

Lasy są odnawialnym źródłem surowców (głównie drewna) oraz innych produktów,



Fot. 24.

których nie sposób wyeliminować z codziennego życia człowieka ani z gospodarki państwa. Drewno współtworzy środowisko człowieka - ciepłe i przyjazne otoczenie drewnianych sprzętów i przedmiotów.

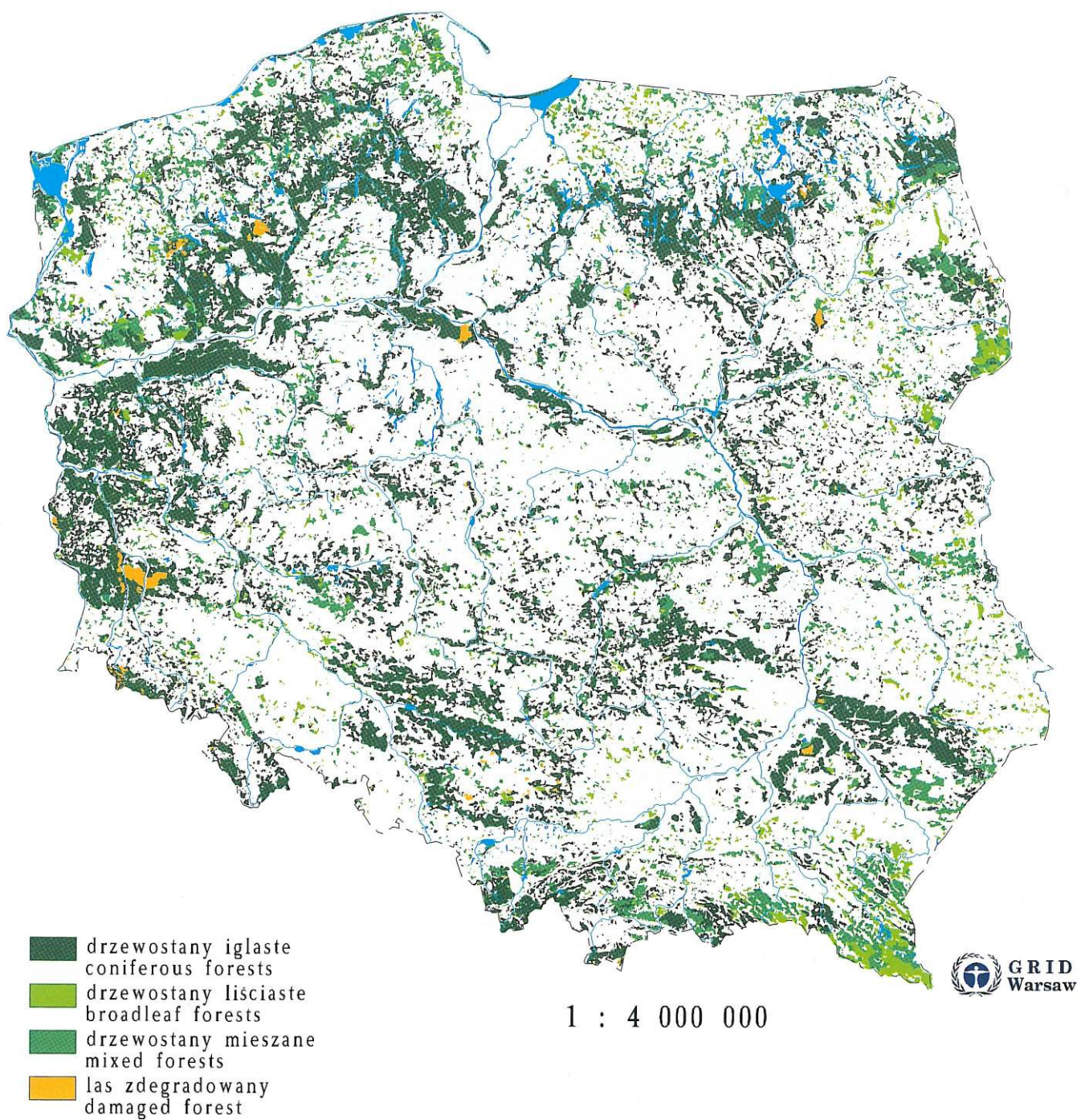
Lasy są żywymi, otwartymi systemami naturalnymi, reagującymi na wszelkie oddziaływania i wpływy zewnętrzne. Przebieg i zakres takich reakcji pozwala traktować lasy jako wskaźnik zmian całej przyrody, a stan lasów - za wyraz zagrożeń całego środowiska przyrodniczego.

Świadomość duchowych i materialnych wartości lasów staje się coraz bardziej powszechna dopiero teraz, kiedy lasy uległy już głębokiej deformacji i wartości te są silnie zagrożone. Dotyczy to zarówno tropikalnych lasów Amazonii, jak i lasów europejskich. Pogarszający się stan lasów w Polsce sygnalizowany był od dawna. Zmiany jakie nastąpiły w ostatnim dziesięcioleciu sięgają bardzo głęboko i na niektórych obszarach zagrażają istnieniu lasów.

Drzewostany współczesne

Historycznym tłem dla rozgrywających się współcześnie w całej prawie Europie procesów degradacyjnych były zmiany w szacie leśnej sięgające czasów rewolucji przemysłowej z przełomu wieków. Wyraziły się one zmniejszeniem udziału drzewostanów liściastych i mieszanych na rzecz monokultur sosnowych na niżu - i świerkowych w górach. Na miejscu wielogatunkowych i różnowiekowych drzewostanów tworzących naturalne ekosystemy leśne o wysokich zdolnościach samoregulacyjnych, powstały sztuczne zespoły drzew, wyhodowane często z nasion obcego pochodzenia i posadzone na niewłaściwych dla siebie siedliskach. Tak na ogół powstawały lasy współczesne - głównie bory iglaste o uproszczonej strukturze gatunkowej, wiekowej i wysokościowej - wybitnie podatne na wszelkie uszkodzenia. Wysoką wrażliwość lasów współczesnych na wewnętrzne i zewnętrzne zagrożenia pogłębiły sposoby ich

LASY FORESTS



Ryc. 22. Rozmieszczenie typów lasów w Polsce. Opracowano metodą komputerową na podstawie informacji uzyskanej ze zdjęć satelitarnych; prezentacja stanu na koniec lat osiemdziesiątych. Źródło: IGiK, 1992.

zagospodarowania zmierzające do stosowania najprostszych, schematycznych metod i środków, obcych gospodarce leśnej (np. sztuczne nawozy, pełna orka). Trwałym następstwem były zmiany właściwości gleb i degradacja siedlisk. Tak intensyfikowano produkcję leśną, nie respektując najważniejszej cechy strukturalnej biocenoz - ich naturalnej mozaikowatości, odpowiadającej lokalnym różnicowaniom siedliskowym. W ten sposób zburzono podstawy wielkopowierzchniowej trwałości i biologicznej odporności lasów, które polegały na rozpraszaniu ryzyka zagrożeń i dekoncentracji szkód.

W Polsce największemu przeobrażeniu uległy lasy obszarów zachodnich i północnych. Od dawna charakteryzowały się one niższą zdrowotnością niż lasy terenów wschodnich. Najbardziej wrażliwym elementem szaty leśnej, powstałym już w Polsce powojennej (również przede wszystkim na północy i zachodzie kraju) są drzewostany wyrosłe w wyniku zalesień gruntów porolnych na łącznym obszarze 1,2 miliona hektarów. Tak powstały nowe, duże kompleksy jednogatunkowych i jednowiekowych drzewostanów iglastych, które - wobec mnogości zagrożeń oraz zaległości pielęgnacyjnych - znajdują się stale na granicy załamania się ich egzystencji.

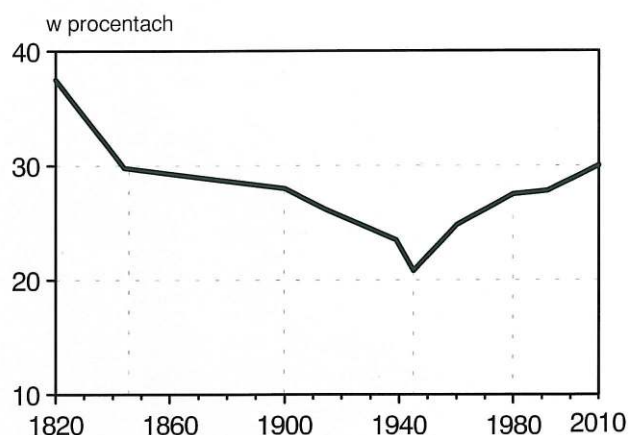
Zasoby leśne w Polsce

Powojenne zalesienia spowodowały wzrost lesistości kraju i wzrost ten trwa nadal (Ryc. 23). Lasy (wg stanu na 1 stycznia 1991 r.) zajmują łącznie 8 706,3 tysiące hektarów, co odpowiada lesistości 27,9%, wyraźnie niższej od lesistości Europy, wynoszącej około 32%. Lasy w Polsce są silnie rozdrobione - składają się z ponad 28 tysięcy kompleksów, z których ponad 6 tysięcy nie osiąga powierzchni 5 hektarów, przy jednoczesnym dużym różnicowaniu lesistości poszczególnych województw - od poniżej 12% w płockim do ponad 48% w zielonogórskim.

W składzie gatunkowym zdecydowaną przewagę mają gatunki iglaste (Ryc. 24), chociaż ich udział zmniejszył się z 87% w 1945 r. do niecałych 78% w 1991 r. Jest to rezultat stałego preferowania gatunków liściastych. Lasy

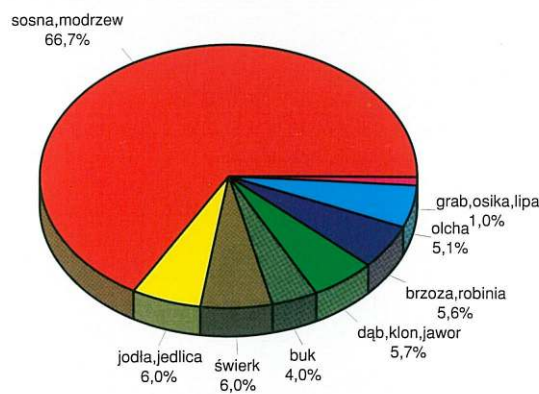
w Polsce zajmują w większości ubogie siedliska borowe i gleby piaszczyste (64,8%), na których dominują drzewostany sosnowe (71,1%).

Produkcja drewna nie jest wysoka - przeciętny przyrost roczny wynosi 3,54 m³/ha i jest niższy niż średnia w Europie oraz o około 20% niższy niż potencjalne możliwości produkcyjne naszych lasów. Ogólna ilość drewna, czyli tzw. zasoby



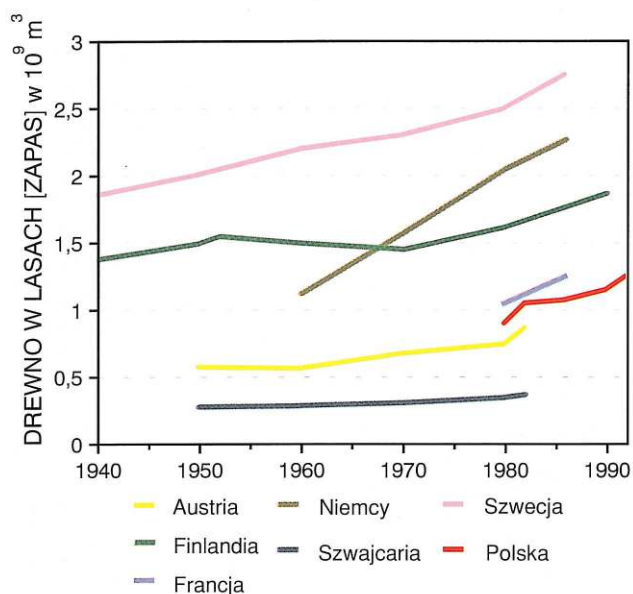
Ryc. 23. Zmiany lesistości Polski w latach 1820-1992 oraz prognoza do 2010 r. (wg danych Instytutu Badawczego Leśnictwa)

drzewne na pniu, wynosiły w 1991 r. około 1 485 mln m³, w tym w lasach państwowych 1 284 mln m³. W porównaniu z 1950 r. zasoby drzewne wzrosły ponad dwukrotnie. Podobnie rosły zasoby drzewne w całej Europie (Rys. 25). W okresie od roku 1967 wzrosła w polskich lasach przeciętna zasobność (ilość drewna na jednostkę powierzchni zalesionej) z około 140 m³/ha do 191 m³/ha, zwiększył się udział drzewostanów ponad osiemdziesięcioletnich: z 17,1% do 21,5%, a przeciętny wiek naszych lasów wzrósł w tym okresie z 47 do 54 lat.



Ryc. 24. Skład gatunkowy lasów wyrażony w procentach powierzchni leśnej, stan w 1991 r. (wg danych IBL)





Ryc. 25. Zasoby drzewne Polski i niektórych krajów Europy w latach 1940-1990 (wg danych IBL)

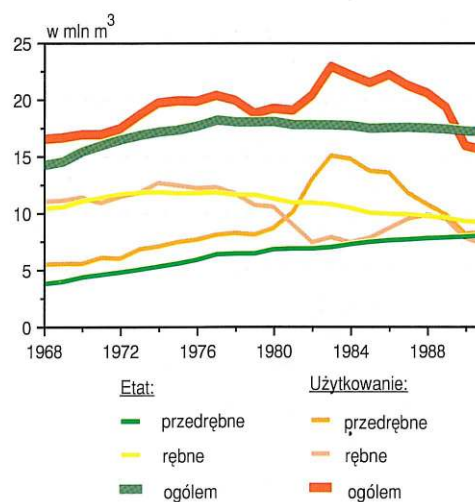
Użytkowanie zasobów drzewnych w latach 1967-1989 przekraczało dopuszczalne rozmiary użytkowania, czyli tzw. etat, średnio o 17%. Przekroczenia te dotyczyły przede wszystkim tzw. użytków przedrębnych, pobieranych w niedojrzałych jeszcze, młodych drzewostanach (czyszczenia, trzebieże oraz cięcia sanitarne i przygodne), gdzie wykonanie przekraczało dopuszczalną normę średnio o 45,6%. W najtrudniejszym do tej pory okresie polskiego leśnictwa - w latach 1982-1985, w których zbiegły się skutki klęsk żywiołowych (wiatrołomy), klimatycznych (susza) a następnie gradacji owadów (*brudnica mniszka*), użytkowanie przedrębne (a w gruncie rzeczy cięcia sanitarne i cięcia porządkujące stan zdrowotny lasu) nawet dwukrotnie przekraczały etat (213,6% w 1983 r., Ryc. 26). Zwiększając pobór drewna z młodszych drzewostanów oszczędzano drzewostany starsze, w których pozyskanie drewna, czyli tzw. cięcia rębne, były wykonywane w mniejszym rozmiarze niż wskazywał na to etat (średnio 93,7%, w 1982 r. zaś zaledwie 67,6% etatu). Historycznym zwrotem w użytkowaniu lasów w Polsce było, po raz pierwszy w okresie powojennym, zmniejszenie w 1990 r. rozmiarów wyrębów w lasach państwowych poniżej etatu pozyskania drewna. Obliczony do tego okresu etat wyniósł 17 241,5 tys. m³, wykonanie zaś - 15 863,0 tys. m³ (co stanowiło 92%).

W 1991 r. ta tendencja pogłębiła się, kiedy rozmiar użytkowania wyniósł 89,7% etatu.

W ciągu ostatnich 3 lat średnie zużycie drewna w Europie wzrosło z ok. 0,70 m³/osobę do 0,78 m³/osobę. W tym samym czasie zużycie drewna w Polsce zmniejszyło się i szacunkowo wyniosło w 1991 r. 0,44 m³/osobę. Jest to zużycie poniżej poziomu uznawanego za minimum cywilizacyjne mieszkańca Europy (0,5 m³). Dalsze obniżanie użytkowania, zwłaszcza młodszych drzewostanów, może odbić się negatywnie na ich stanie sanitarnym.

Zagrożenia lasów

Gospodarka leśna od dawna miała do czynienia z zakłóceniami cyklu produkcji: masowe pojawy szkodników owadzych, często o rozmiarach gwałtownych gradacji, występowanie chorób grzybowych - trwałe i na dużych obszarach, niekiedy masowe oraz szkody kli-



Ryc. 26. Etat i pozyskanie drewna (grubizna w korze) z podziałem na użytki przedrębne, rębne i ogółem w lasach państwowych, w latach 1968-1991 (wg danych IBL)

matyczne i klęski żywiołowe - wiatrołomy, śniegołomy, susze, mrozy. Skutki największej w historii europejskiego leśnictwa gradacji szkodnika, motyla *brudnicy mniszki* z lat 1978-1984, która objęła około jedną trzecią lasów w Polsce - trwają do dzisiaj. Podobnie groźne było masowe wystąpienie *wskaźnicy modrzewianeczki* w świerczynach sudeckich i *zwójek jodłowych* w Górach Świętokrzyskich. Zagrożeniem w 1991 r. były masowo

występujące *boreczniki*, *strzygonia choi-nówka*, *poproch cetyniak* i *osnuja gwiaździsta*, w uprawach zaś *szeliniak* i *zakorki*. Szczególnie groźne w sytuacji zakłóceń procesów ekologicznych są tzw. szkodniki wtórne, owady "dobijające" drzewa osłabione (*cetyńce*, *korniki*, *przyplaszczki*), które w dużym stopniu decydują o ilości drzew martwych w lesie (tzw. posuszu). W latach 1981-1990 z lasów usunięto ok. 98,8 mln m³ drzew martwych. Stanowi to dziesięciokrotnie więcej niż powinno wynikać z naturalnego procesu wydzielania się posuszu, tzn. zamierania drzew w wyniku konkurencji i różnicowania się struktury drzewostanu.

Na stan zdrowotny lasów silny wpływ wywierają grzyby chorobotwórcze, w tym zwłaszcza choroby systemów korzeniowych, występujące na ok. 400 tysiącach hektarów. Coraz więcej uszkodzeń powodują również choroby liści i igieł oraz choroby pędów.

Zagrożeniem dla upraw i młodych drzewostanów stają się coraz częściej zwierzęta łowne, naturalny przeciw komponent leśnych biocenoz. Powierzchnia zgryzionych i wydeptanych upraw, młodników odartych z kory i połamanych przez sarny, jelenie i łosie wynosiła w 1991 r. 390 tysięcy hektarów. Na tych obszarach realizacja celów hodowlanych leśnictwa jest niemożliwa.

W 1992 r. zarejestrowano prawie trzykrotnie więcej pożarów na 12-krotnie większej powierzchni (37 tys. ha) niż w poprzednich latach. Niewątpliwie czynnikiem decydującym o dużym zagrożeniu pożarowym lasów była długotrwała bezdeszczowa pogoda i wysokie temperatury powietrza. Nie wyjaśnia to jednak wyjątkowej w naszym klimacie dynamiki pożarów lasów w tym roku. Należy sądzić, że na wielu obszarach lasów w Polsce, zwłaszcza na południu i zachodzie kraju tworzy się nowa kategoria zagrożenia pożarowego, będąca wynikiem jednoczesnego występowania co najmniej trzech wzajemnie wspierających się zjawisk: długotrwałej suszy (być może w związku z globalnymi zmianami klimatu), skutków zanieczyszczenia powietrza (zamieranie drzew, przerzedzenie drzewostanów, bujny wzrost traw, a zatem nagromadzenie dużej ilości łatwopalnego materia-



Fot. 26.

łu) oraz zwiększonego natężenia transportu i ruchu rekreacyjno-turystycznego w lasach.

Z powyższego wynika, że pozytywne zmiany, jakie zanotowano w polskim leśnictwie, jak np. wzrost lesistości, udziału gatunków liściastych, zasobów drzewnych, średniej zasobności, podwyższenie przeciętnego wieku oraz pozytywne zmiany w użytkowaniu lasów - nie zahamowały zjawisk degradacyjnych.

Na stan lasów wpływają coraz bardziej zjawiska rozgrywające się poza lasem i poza leśnictwem. Pojawiły się nowe źródła zagro-



Fot. 27.

zeń niezależne od stopnia deformacji ekologicznych i metod gospodarki leśnej. Są to przemysłowe zanieczyszczenia powietrza i gleby, deficyt i skażenie wód, zmiany klimatyczne o charakterze globalnym, uszkodzenie warstwy ozonowej, skażenie radiologiczne. Zagrożenia te, zwłaszcza skażenie atmosfery



Fot. 28.

(głównie dwutlenkiem siarki i tlenkami azotu) zdominowały dotychczasowe niebezpieczeństwa i na nowo kształtują sytuację zdrowotną lasów. Uruchamiają zjawiska o nie znanym jeszcze zasięgu, charakterze i skali oddziaływania.

Wiadomo już jednak z całą pewnością, że mamy do czynienia z uszkodzeniami podstawowych funkcji życiowych drzew: fotosyntezy, oddychania, transpiracji, pobierania pokarmów przez korzenie i mechanizmu ich transportu. Uszkodzona jest zatem samożywność roślin - producentów, czyli proces, który uruchamia funkcjonowanie całej

przyrody. Następstwem jest zahamowanie przyrostów, karłowacenie lub zamieranie drzew, zanik niektórych bardziej wrażliwych gatunków runa, zanik towarzyszącej im fauny i korzystnych dla zdrowia lasu mikroorganizmów, głębokie zmiany glebowe. Następuje uproszczenie składów gatunkowych, przerwanie powiązań pokarmowych między poszczególnymi grupami organizmów i zanik funkcji regulacyjnych biocenoz leśnych.

Obserwacje stanu lasów poczynając od końca lat siedemdziesiątych wskazują na:

- uaktywnienie się, oprócz znanych szkodników owadów i chorób grzybowych również organizmów o drugo- i trzeciorzędym dotychczas znaczeniu tzw. szkodników nękających i patogenów słabości (łącznie około 50 gatunków owadów i 30 gatunków grzybów);
- zanik niektórych grzybów symbiotycznych, zubożenie oraz zmiany morfologiczno-anatomiczne mikoryz;
- zmiany strukturalne tkanek roślinnych, w tym zmiany anatomiczne drewna;
- zwiększanie się ilości martwych drzew w lasach (posusz) świadczy m.in. o nasileniu występowania szkodników wtórnych, co prowadzi do rozrzedzenia drzewostanów oraz do patologicznych wylesień;
- pogorszenie się stanu zdrowotnego gatunków liściastych, zwłaszcza dębu i buka, uważanych dotychczas za gatunki bardziej odporne;
- chemiczne uszkodzanie gleb i korzeni, zwłaszcza wzrost zakwaszenia i skażenia metalami ciężkimi, co przyspiesza i pogłębia degradację siedlisk.

Bezpośrednie skutki uszkodzenia lasu przez silne żery owadów, pożary czy wiatry - widoczne są natychmiast. Ale nie one w istocie określają rzeczywiste znaczenie tych zjawisk. Skutki pośrednie trwają dziesiątki lat i ujawniają się w postaci zmian, które niełatwo przypisać pierwotnym, rzeczywistym przyczynom. Stąd diagnozowanie stanu zdrowotnego lasu jest niezwykle trudne: naturalne wahania stanu fizjologicznego drzew i towarzyszące im zmiany mogą być

oceniane jako stany chorobowe, zaś początek rzeczywistej choroby może ujawnić się poprawą wyglądu zewnętrznego lub nawet zwiększonym przyrostem (np. w wyniku "nawożenia" związkami azotu z powietrza).

Stopień komplikacji oceny stanu lasów wzrósł niepomiarowo od czasu, na lasy zaczęły wpływać czynniki, których działanie jest przeciwstawne: wzrost stężenia SO_2 degraduje fotosyntezę, natomiast wzrost stężenia CO_2 wzmacnia ją; wzrost ilości tlenków azotu jest "nawożeniem" z powietrza, ale również - w wyniku procesów fotoutleniania - źródłem szkodliwego ozonu.

Część lasów jest silnie przerzedzona, czego miarą jest tzw. wskaźnik zadrzewienia, który dla około 20% lasów w Polsce wynosi poniżej 0,6, podczas gdy prawidłowy wskaźnik powinien być bliski 1,0.

Spadek liczby drzew na jednostkę powierzchni leśnej z powodu zamierania drzew najsłabszych jest przyczyną rozluźnienia zwarcia koron - prawie połowa lasów charakteryzuje się zwarciami luźnym lub przerywanym. Oznacza to brak ochronnego sklepienia koron, co udostępnia wnętrza lasów oddziaływaniu różnych czynników zewnętrznych. Rozrzedzenie drzewostanów prowadzi do zasadniczych zmian podstawowych parametrów fizycznych środowiska leśnego - warunków świetlnych, wilgotnościowych, cieplnych, zawartości w glebie i dostępności elementów odżywczych, pierwiastków i związków toksycznych. Zmienia się mikroklimat lasu i warunki troficzne. W konsekwencji następują zmiany kierunku sukcesji ekologicznej, a niekiedy - po ustąpieniu drzew w wyniku ich zamierania - cofnięcie się sukcesji do stadium jednorocznych chwastów i krótkotrwałych traw.

Stan lasów

Na podstawie comiesięcznych pomiarów ilości dwutlenku siarki, tlenków azotu i pyłów odkładających się w postaci tzw. depozytu suchego, wyznaczono strefy zagrożenia lasów emisjami przemysłowymi (Ryc. 27). Zagrożenia ze strony depozytu siarki potwierdzają analizy jej zawartości w igłach sosny zwyczajnej (Ryc. 28). Obserwacje oceniające stopień

przeświecenia (ubytek igieł lub liści) oraz przebarwienie koron wskazały, że w 1991 r. zaledwie 9,1% lasów można było uznać za zdrowe - "bez uszkodzeń", 45% znalazło się w klasie ostrzegawczej, lekkie i średnie uszkodzenia ma 41,5% drzew w Polsce, 3,5% drzew uznano za silnie uszkodzone i zamierające. Najsilniej uszkodzone były lasy województw: katowickiego, krośnieńskiego, wrocławskiego, krakowskiego i gdańskiego, najsłabiej zaś - białostockiego, lubelskiego i warszawskiego.

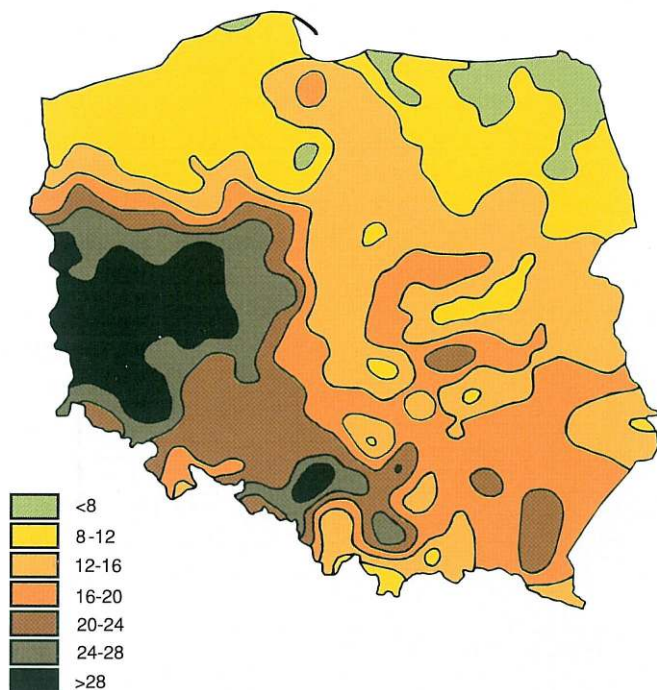
Stan lasów w Polsce od trzech lat wykazuje tendencję do stałego pogarszania się (Ryc. 29). Najbardziej zagrożonym gatunkiem jest jodła. Wyginęła już jako gatunek lasotwórczy w Sudetach, w zachodniej części Karpat i na Śląsku. Jodła zamiera w Górach Świętokrzyskich - w Puszczy Jodłowej oraz w Bieszczadach. Wiele wskazuje na to, że jodła podzieli los limby i cisa, stając się jedynie reliktem leśnej przyrody. W następnej kolejności jest świerk i sosna. Obszarami o szczególnym nasileniu zjawisk destrukcyjnych w lasach są tereny górskie. Znamiona klęski ekologicznej nosi zamieranie drzewostanów świerkowych w Sudetach, a także w Beskidzie Śląskim i Żywieckim. W reglu górnym zamierają drzewa wszystkich klas wieku. Uszkodzenia występują na 92,7% powierzchni drzewostanów iglastych we wrocławskim, na 88,6% - w katowickim i 81,3% - w krakow-



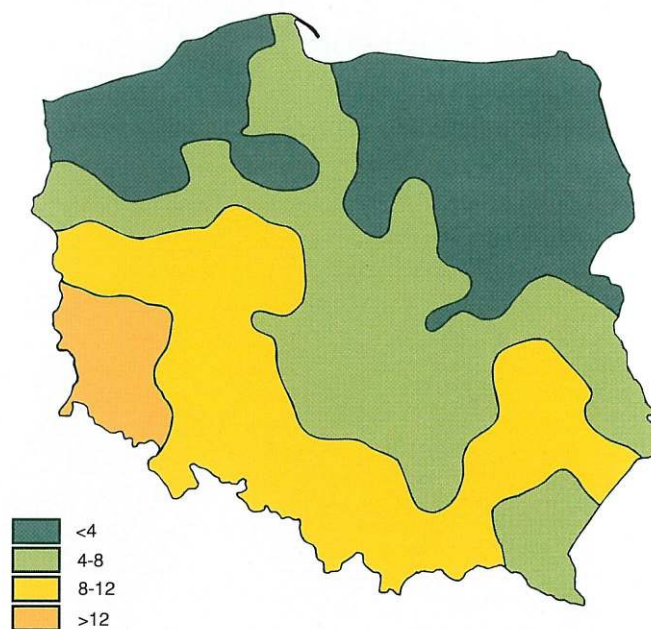
Fot. 29.

WSKAŹNIK SUCHEGO DEPOZYTU SO₂ i NO_x INDEX OF DRY DEPOSIT

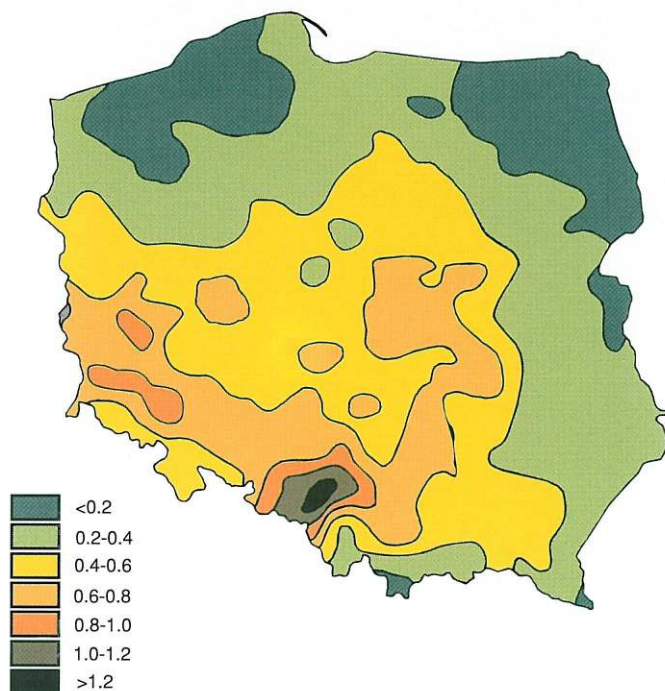
SEZON ZIMOWY SO₂
WINTER SEASON



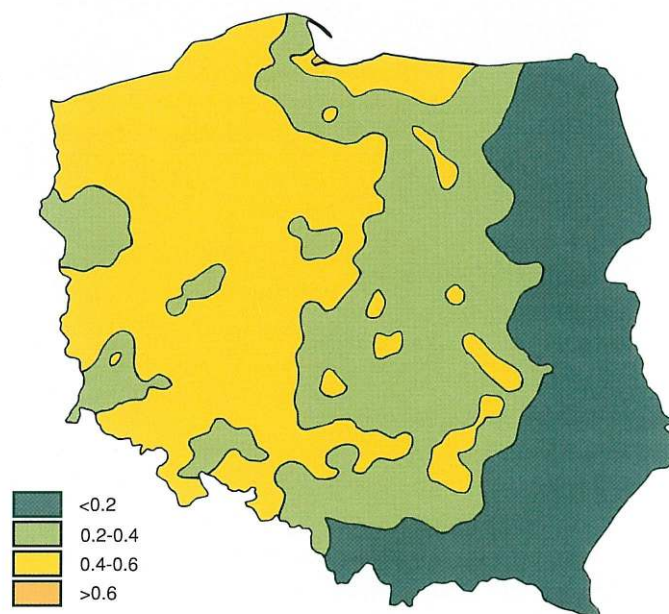
SEZON LETNI SO₂
SUMMER SEASON



SEZON ZIMOWY NO_x
WINTER SEASON



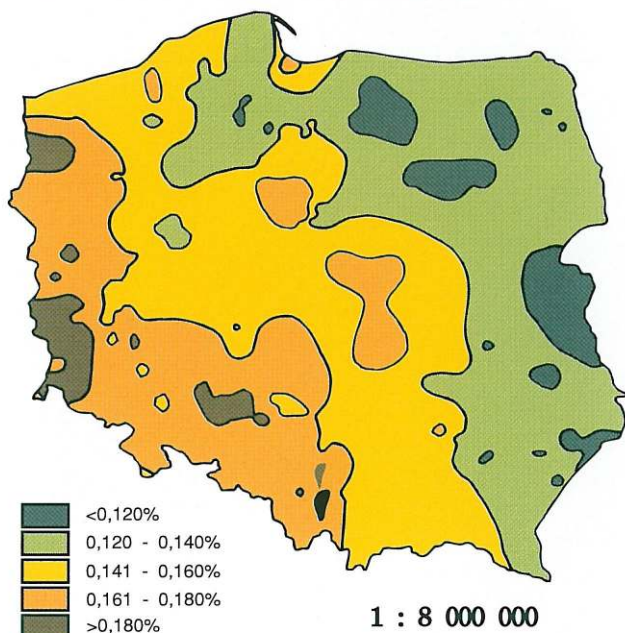
SEZON LETNI NO_x
SUMMER SEASON



Ryc. 27. Przestrzenne zróżnicowanie wskaźnika suchego depozytu SO₂ i NO_x (w mg/m²/dobę) w lasach w okresie zimowym (15 października - 15 kwietnia) i okresie letnim (15 kwietnia - 15 października), średnie z lat 1989-1991.
Źródło: Monitoring techniczny, Monitoring biologiczny, IBL 1991.

skiem. W całej Krainie Sudeckiej już tylko 1,8% lasów jest zdrowych. Dotychczas zamarło ok. 13,5 tys. ha lasów. Mimo wielokrotnego odnawiania, około 3,6 tys. ha terenów położonych powyżej 800 m nad poziomem morza pozostaje wylesionych; następuje tam cofanie

SIARKA W IGŁACH SOSNY SULPHUR IN PINE TREE NEEDLES



Ryc. 28. Przestrzenne zróżnicowanie zawartości siarki w dwuletnich igłach sosny zwyczajnej (w procentach suchej masy) w 1990 r.

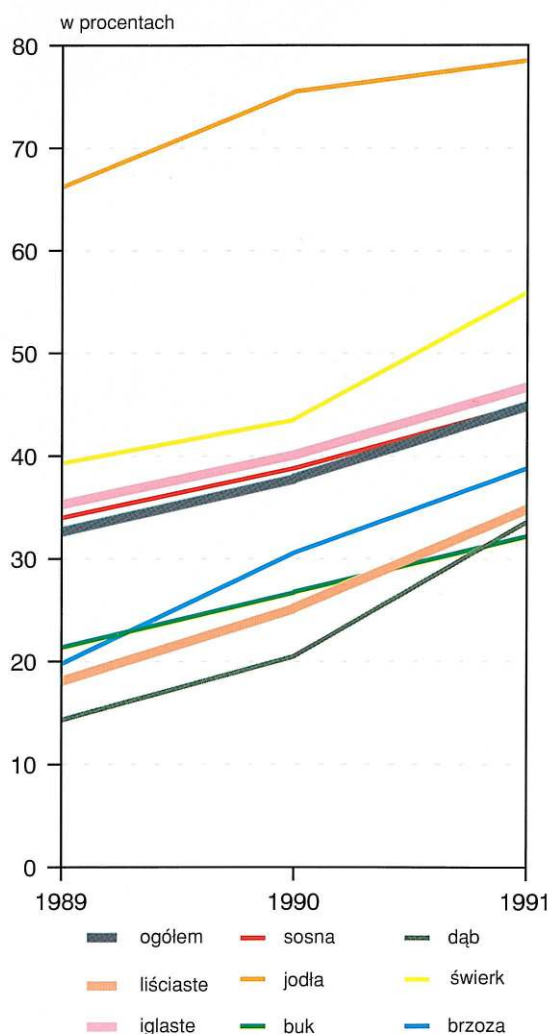
Źródło: Monitoring biologiczny, IBL, 1991.

się sukcesji do stadium traw. Zjawisko zamierania lasów górskich przesunęło się na wschód i schodzi niżej w doliny, obejmując kolejno obszary: Góry Kamienne i Wałbrzyjskie, a także Góry Bystrzyckie i Stołowe.

Wylesienie wododziałów i zlewni górskich może spowodować dotkliwe konsekwencje przyrodnicze, społeczne i ekonomiczne o charakterze nie tylko regionalnym. Jeśli zginą lasy, wszelkie inne działania na rzecz ochrony środowiska stracą sens.

Dotychczasowym modelem wyjaśniającym przebieg chorób lasu był model "choroby łańcuchowej". Prezentował on uporządkowaną sekwencję następujących po sobie przyczyn i skutków. Poszczególne ogniwa tego łańcucha można było wyodrębnić i zidentyfikować. Efektem choroby łańcuchowej była śmierć drzewa lub drzewostanu - co nie wykluczało możliwości posadzenia nowego lasu. Obecnie jednak model choroby łańcuchowej nie objaśnia wszystkich zjawisk, które kształtują

stan lasów. Cechą charakterystyczną nowych zagrożeń jest przede wszystkim brak lub trudność wskazania jednej, bądź najważniejszej przyczyny choroby. Jest to raczej ogólny zanik odporności biologicznej, będący następstwem niepomyślnych zmian środowiska, kulminacją zaś - ataki ze strony organizmów, które w innych okolicznościach byłyby bez znaczenia. Dlatego istota nowej kategorii zagrożeń nie polega na zwiększonej śmiertelności drzew, jak to było dotychczas w przypadku klęsk klimatycznych, gradacji owadów czy chorób grzybowych. W rejonach największych szkód mamy do czynienia z rozpadem ekosystemu i zanikaniem procesu lasotwórczego, tzn. z eliminowaniem lasu jako formacji roślinnej. Na miejscu lasów tworzą się nowe zgrupowania i zespoły organizmów, powstają murawy i zarośla.



Ryc. 29. Uszkodzenia lasów w latach 1989-1991 dla trzeciej i czwartej klasy uszkodzeń ustalonych na podstawie defoliacji i przebarwienia koron drzew.

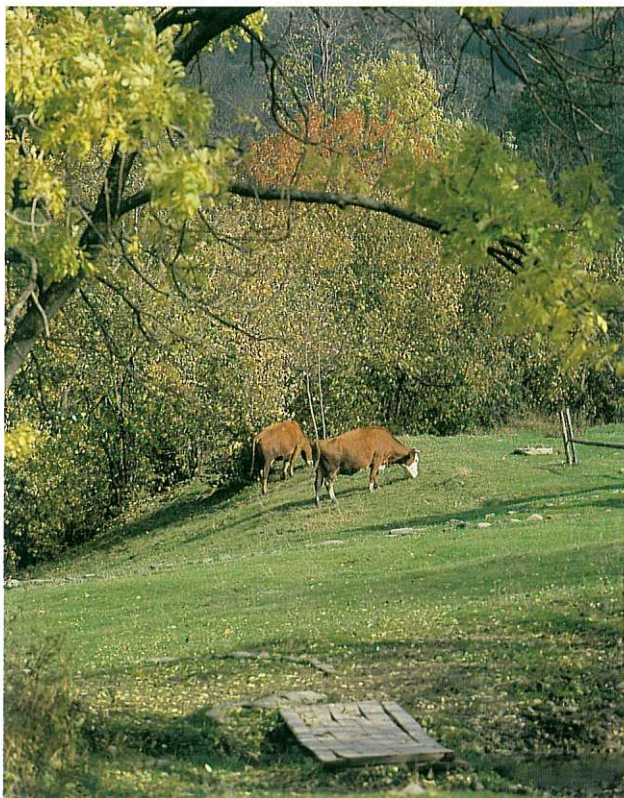
Źródło: Monitoring biologiczny, IBL, 1991.

6. Środowisko rolnicze

Spoleczno-ekonomiczne i polityczne tło narastania zagrożeń

Spośród zmian zachodzących w środowisku pod wpływem działalności człowieka, dla środowiska rolniczego najistotniejsze znaczenie mają wylesienia i przekształcenia stosunków wodnych (a zwłaszcza przyspieszenie odpływu ze zlewni i postępujące obniżenie poziomu wód gruntowych). Istotne są także zanieczyszczenia gleb i wód substancjami chemicznymi oraz odpadami przemysłowymi i komunalnymi, jak również zmiany struktury gleb i zawartości materii organicznej.

Brak w okresie powojennego 45-lecia stabilnej polityki popierającej rolnictwo prywatne i traktowanie go jako dziedziny "służebnej" w stosunku do surowcowo-energetycznego kierunku industrializacji nie sprzyjało harmonijnemu rozwojowi gospodarki rolnej. W dążeniu do uzyskiwania maksymalnych plonów powszechną praktyką stało się usiłowanie kompensowania zaniedbań lub błędów agrotechnicznych nadmiernym



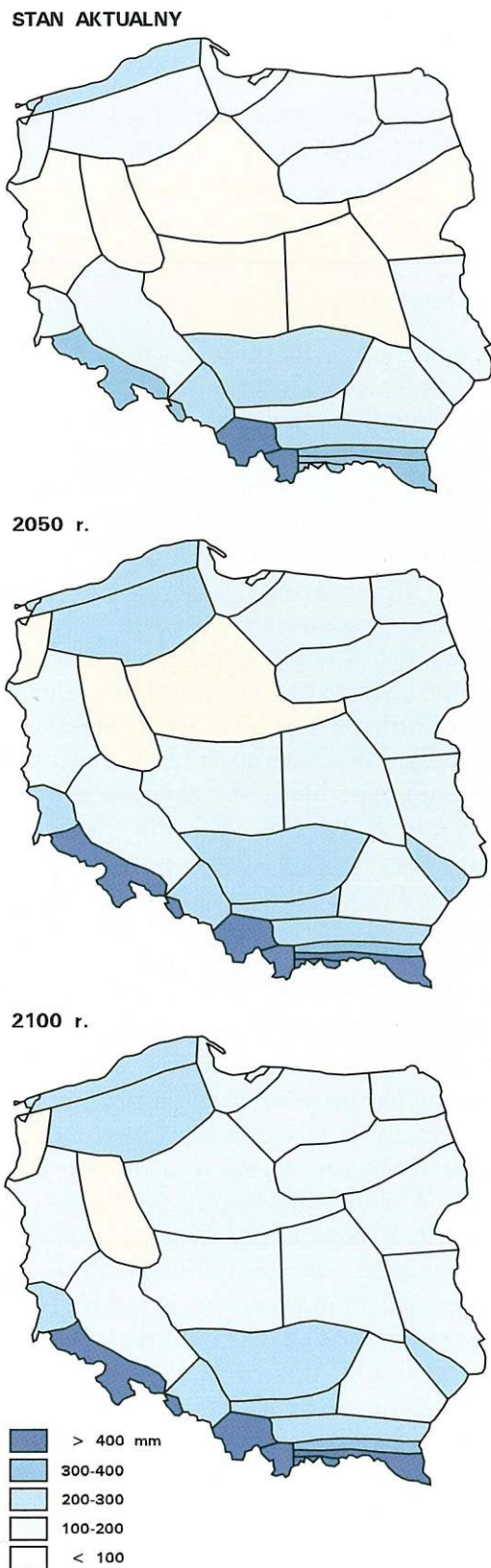
Fot. 30.

dawkowaniem nawozów sztucznych i środków ochrony roślin, bez uwzględniania niekorzystnych efektów dla środowiska przyrodniczego i jakości uzyskiwanych produktów spożywczych.

Przesuszenie gleb

W porównaniu z innymi krajami europejskimi, Polska ma najmniej korzystny układ stosunków wodnych. Niedobory wody odczuwane są szczególnie w centralnym pasie Niżu Polskiego od Wielkopolski poprzez Kujawy, Mazowsze, Podlasie i Lubelszczyznę aż do wschodniej granicy kraju. Według rozpoznania z końca lat siedemdziesiątych powierzchnia nadmiernie przesuszonych obszarów rolniczych kraju wynosiła około 4 mln ha, a większość z nich charakteryzuje się również najniższymi wskaźnikami lesistości. Przyczyną takiego stanu były dokonywane w przeszłości rozległe wylesienia oraz błędy w gospodarce zasobami wodnymi. Polegały one na nadmiernym prostowaniu i pogłębianiu koryt rzecznych oraz osuszaniu bagien, torfowisk i użytków rolnych, okresowo nadmiernie uwilgotnionych, przez wprowadzanie systemów odwadniających w ramach melioracji. Jednostronne zabiegi odwadniające, bez zadbania o zmagazynowanie okresowych nadmiarów wody w zbiornikach retencyjnych, prowadziły do uszczuplenia wód dyspozycyjnych w okresach suszy na dużych obszarach, co jest specjalnie groźne dla gleb lekkich. W wyniku postępującego przesuszenia i przyspieszonego odpływu poziom wód gruntowych ulegał obniżeniu. Obszary o dużych zdolnościach magazynowania wody, takie jak torfowiska, bagna, łąki i pastwiska, zamieniane były na pola uprawne. Przyspieszony rozkład i mineralizacja zmagazynowanych w nich pokładów materii organicznej powodowały dalszy spadek ich pojemności wodnej, wiadomo bowiem, że chłonność wodna martwej substancji organicznej może być nawet 10-krotnie wyższa od pojemności wodnej gleb mineralnych.

Ochrona zasobów wodnych polegać więc musi na zmagazynowaniu jak największej ilości



Ryc. 30. Przewidywany wzrost odpływu wód w wyniku globalnych zmian klimatu.

wiosennych wód roztopowych oraz wód z okresów intensywnej opadów, przez ograniczanie bezproduktywnego odpływu (Ryc. 30). Lasy i śródpolne zadrzewienia opóźniają topnienie śniegu i hamują spływ powierzchniowy, dzięki czemu do gleby wsiąka 20-30 mm wody więcej niż na terenach bezleśnych. Zretencjonowane w ten sposób wody stanowiłyby rezerwę na okresy letniej suszy. Zwiększenie udziału lasów i zadrzewień w krajobrazie, ochrona bagien, roślinności łąkowej i szuwarowej, śródpolnych cieków i zbiorników, wykorzystywanie zagłębień terenowych do okresowego retencjonowania nadmiaru wód drenarskich wszystko to przyczynia się do zmniejszenia i opóźnienia odpływu wód ze zlewni oraz umożliwia racjonalne użytkowanie zasobów wodnych, zgodnie z zapotrzebowaniem upraw rolnych. Tak więc drogą świadomego kształtowania stosunków krajobrazowych na obszarach rolniczych można wydatnie poprawić stosunki wodne na rozległych obszarach. W Polsce dotyczyłoby to zwłaszcza najsilniej wylesionych, centralnych obszarów niżowych o ubogiej sieci wodnej oraz o lekkich, łatwo przepuszczalnych glebach, gdzie potrzeby wprowadzania dolesień i zadrzewień śródpolnych są największe.

Zanieczyszczenia obszarowe

W odróżnieniu od punktowych, ściśle zlokalizowanych emitorów zanieczyszczeń atmosfery, miejsc zrzutu ścieków czy składowisk odpadów, zanieczyszczenia obszarowe powstają bądź w wyniku wtórnej dyspersji substancji chemicznych ze źródeł punktowych (kwaśny opad, przenikanie do systemów wodnych - fot. 31), bądź jako efekt wymywania związków chemicznych ze stosunkowo dużych powierzchni (nawozy mineralne, gnojowica, pestycydy, itp.). Substancje chemiczne przenoszone są zarówno przez wody spływające po powierzchni, jak i przesączające się przez profil glebowy w postaci roztworów lub zawiesin, powodując zanieczyszczenia wód otwartych i gruntowych na dużych obszarach. W chwili obecnej zjawiska skażenia wód gruntowych związkami azotu i fosforu wymywanymi z gleb uprawnych stały się jednym z najpoważniejszych problemów ochrony środowiska w krajach Europy

Zachodniej i regionach Ameryki Północnej, gdzie stosowano intensywne nawożenie mineralne lub gnojowicowe (Holandia, Francja, Niemcy, kraje skandynawskie). Skażenie to wyraża się zwłaszcza przekroczeniem dopuszczalnych norm stężenia jonów



Fot. 31.

azotanowych (NO_3) w wodach zasilających ujęcia wody pitnej. Stwierdzono, że w Danii 8% komunalnych ujęć dostarcza wodę o przekroczonych normach koncentracji azotanów, a w Niemczech norma ta przekroczona jest w ponad 50% indywidualnych ujęć wód. Również w Polsce, według danych Głównego Urzędu Statystycznego, woda aż w 66% studni przydomowych wykazywała nadmierne zanieczyszczenia związkami azotu, przy czym sytuację najgorszą odnotowano w województwach centralnych (konińskie, kaliskie i sieradzkie - około 85%) i w południowej Wielkopolsce (leszczyńskie - 83%). Dzieje się tak dlatego, że przy stosowaniu wysokich dawek nawożenia mineralnego tylko część substancji biogennej wykorzystywana jest przez rośliny, natomiast pozostała ilość - wymywana poza zasięg systemów korzeniowych - jest nie tylko tracona, ale przemieszczając się do systemów wodonośnych lub wód otwartych powoduje ich zanieczyszczenia ze wszystkimi tego następstwami.

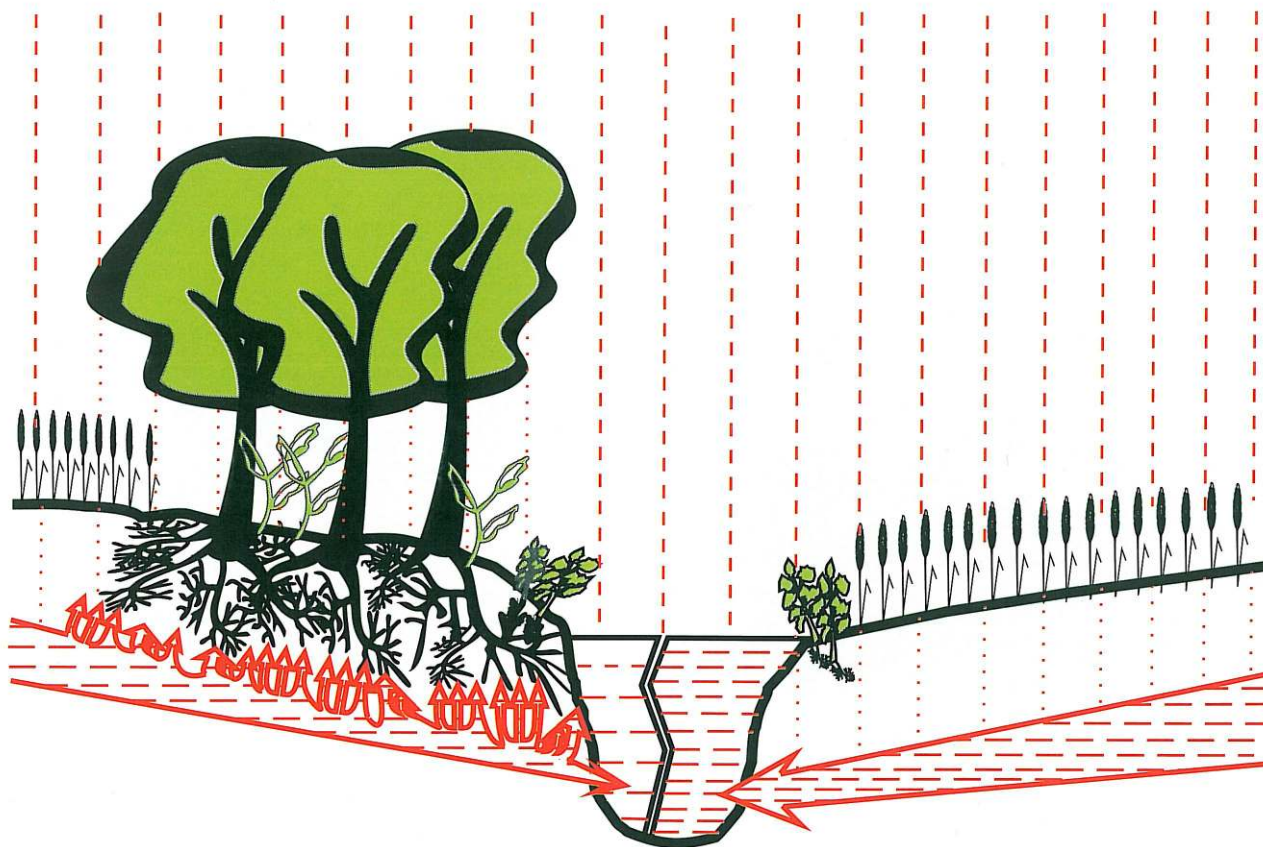
Przemieszczanie się związków chemicznych w roztworze glebowym zależy nie tylko od struktury gleby, zawartości frakcji ilastej i materii organicznej, ale także od czynników chemicznych i mikrobiologicznych. Obecnie duże znaczenie przypisuje się zmianom odczynu gleby. W ostatnich dziesięcioleciach zakwaszenie gleb wzrasta głównie z powodu kwaśnych opadów. Aktualnie w Polsce jest

ponad 25% gleb bardzo kwaśnych (wykazujących pH poniżej 4,5), a około 35% - kwaśnych (o pH 4,6 - 5,5). Wzrost kwasowości gleby ułatwia przechodzenie niektórych jonów - zwłaszcza metali ciężkich do roztworu glebowego i ich przyspieszone wymywanie (np. potas, fosfor, magnez, glin, wapń). Rezultatem tego są ich znaczne ubytki w glebach i zanieczyszczenie wód, ale także - poprzez zakłócenie równowagi jonowej - toksyczne oddziaływanie na mikroorganizmy glebowe, a tym samym na kierunki i intensywność przemian biochemicznych w glebach.

Kontrola i ograniczanie zanieczyszczeń obszarowych jest bardzo trudne z powodu rozproszenia tego zjawiska na całym obszarze kraju oraz słabe rozpoznanie dróg jego rozprzestrzeniania się i małych możliwości neutralizacji.

Zbiorowiska roślinności drzewiastej, darniowej i szuwarowo-łąkowej ze względu na trwałą, zwartą i znacznie silniej niż u jednorocznych roślin uprawnych rozbudowaną strukturę systemów korzeniowych szczególnie skutecznie ograniczają rozprzestrzenianie się zanieczyszczeń obszarowych i w znacznej części przechwytyują je lub neutralizują, spełniając w krajobrazie rolniczym funkcję barier biogeochemicznych. W szczególności wzmożony pobór wód z roztworu glebowego oraz intensywniejsze parowanie i transpiracja (ewapotranspiracja) bogatych, wielopiętrowych zadrzewień, powoduje, że są one najwydajniejsze w oczyszczaniu wód i neutralizacji zanieczyszczeń w krajobrazie rolniczym (Ryc. 31).

Jednocześnie w lasach, zadrzewieniach oraz na powierzchniach trwale pokrytych roślinnością odkłada się w warstwie ściółki i gleby znacznie więcej materii organicznej niż w glebach ornych pod uprawami jednorocznymi. Powoduje to zarówno zwiększoną chłonność wodną, prowadzącą do unieruchomienia (zakumulowania) znacznej części zanieczyszczeń zawartych w wodzie glebowej, jak i intensywniejsze przemiany biochemiczne, przyspieszające neutralizację wielu szkodliwych substancji. Według aktualnych rozpoznaw, obok kształtowania struktury barier biogeochemicznych, najefektywniejszym środkiem ograniczania zanieczyszczeń



Ryc. 31. Schemat przechwytywania zanieczyszczeń obszarowych przez zadrzewienia śródpolne: kolorem czerwonym zaznaczono źródła i miejsca koncentracji zanieczyszczeń, strzałkami kierunki ich przemieszczania się z wodami gruntowymi.

obszarowych jest stosowanie zabiegów agrotechnicznych zgodnych z najlepszą wiedzą rolniczą, a w szczególności:

- dostosowanie dawkowania nawozów mineralnych do rzeczywistych potrzeb pokarmowych roślin oraz właściwości sorbcyjnych gleb, zwłaszcza zaś unikanie jednorazowego stosowania dawek wysokich;
- uzupełnianie nawożenia mineralnego nawozami naturalnymi (obornik, nawozy zielone, poplony) w celu zachowania w glebie możliwie dużych ilości materii organicznej;
- wprowadzanie upraw wieloletnich do systemów płodozmianowych oraz unikanie wielkopowierzchniowych upraw jednogatunkowych;
- różnicowanie struktury krajobrazu rolniczego przez ochronę i wprowadzanie zalesień, zadrzewień, zbiorowisk szwarowych oraz roślinności łąkowej i nadwodnej do areałów pól uprawnych.

Efekty uproszczonych zmianowań

Jak wykazały badania, bardzo ważnym elementem mogącym oddziaływać negatywnie na efektywność produkcji rolnej w warunkach długotrwałej uprawy monokulturowej jest akumulowanie się w glebie substancji biologicznie aktywnych, hamujących wzrost roślin uprawnych. Stwierdzono, że do substancji takich należą głównie związki fenolowe oraz glikozydy pochodne flawonu, uwalniane w trakcie rozkładu resztek poźniwnych przez grzyby glebowe oraz w wyniku rozkładu młodych siewek przy udziale bakterii. Ich nagromadzenie wpływa nie tylko na obniżenie plonu o 15-30%, ale także zmienia skład i funkcjonowanie populacji mikroorganizmów i zwierząt glebowych, czego wynikiem jest pogorszenie jakości powstającej próchnicy. W glebach pod uprawami monokulturowymi następuje generalne zubożenie mikroflory i fauny glebowej, któremu jednakże towarzyszy zazwyczaj wzrost udziału patogenów (nicienie, grzyby chorobotwórcze) i szko-

dników roślin specyficznych dla uprawianego gatunku. Stwierdzone zjawiska spadku plonów, degradacji próchnicy, namnażania się patogenów i szkodników roślin oraz wzrost ilościowy chwastów przemawiają za zaniechaniem nadmiernego upraszczania płodozmiarów i specjalizacji upraw w okresach wieloletnich.

Zubożenie różnorodności biologicznej

Prowadzone w wielu regionach badania ilościowe wykazały, że pod wpływem zabiegów agrotechnicznych następuje eliminacja wielu gatunków flory i fauny z pól uprawnych i łąk, a także uproszczeniu ulega skład mikroorganizmów bytujących w glebie. Stwierdzono np. że biomasa zwierząt bezkręgowych zamieszkujących środowisko glebowe różnych upraw w Wielkopolsce jest 12-30-krotnie niższa niż w mieszanych lasach liściastych, które pierwotnie pokrywały te tereny. Z jednej strony jest oczywiste, że na polach uprawnych nie mogą być utrzymane bogate zbiorowiska dziko żyjących roślin i zwierząt, gdyż pozostawałoby to w kolizji z celami rozwoju rolnictwa. Z drugiej jednakże strony, na wielkopowierzchniowych polach uprawnych, zwłaszcza w przypadkach upraw jednorodnych - jak np. płodozmiów wyłącznie roślin zbożowych -ubożenie biologiczne jest tak silne, że przestają funkcjonować procesy regulacyjne populacji zwierząt roślinożernych przez organizmy ograniczające ich liczebność (drapieżne, pasożytnicze, chorobotwórcze); zahamowaniu ulegają również procesy regeneracji gleb. Prowadzi to do obniżenia ich żyzności i zmusza rolnika do ponoszenia dodatkowych nakładów na intensyfikację nawożenia mineralnego i chemiczną ochronę roślin. To z kolei prowadzi do spotęgowania zagrożenia środowiska zanieczyszczeniami przestrzennymi, których skutki omówione zostały wyżej.

Rozważając w szerszym kontekście zagadnienie ochrony różnorodności biologicznej i zasobów przyrody żywej trzeba zdawać sobie sprawę z faktu, że w Polsce obszary rolnicze stanowią ponad 60% powierzchni kraju oraz otaczają i przenikają wszystkie inne typy ekosystemów. Zatem nieprawidłowa gospodarka i stwarzanie

zagrożeń na obszarach wiejskich oddziaływać musi także na obszary określone jako przyrodniczo cenne, których funkcję podstawową stanowi ochrona zasobów przyrody i biologicznego zróżnicowania organizmów. Dlatego tylko właściwa gospodarka, zgodna z zasadami ekologicznymi, umożliwi zachowanie zróżnicowanych populacji organizmów.



Fot. 32.

Jest oczywiste, że samo rolnictwo, nawet po wprowadzeniu najbardziej racjonalnych form gospodarowania, nie zniweluje wszystkich zagrożeń środowiska, zwłaszcza generowanych przez przemysł, gospodarkę komunalną, komunikację, rekreację i innych. Dlatego, w celu rzeczywistej poprawy stanu środowiska konieczne jest systemowe współdziałanie w dążeniu do łagodzenia uciążliwości wynikających z zagrożeń. Dokonujące się aktualnie zmiany strukturalne i własnościowe w rolnictwie są dogodnym momentem do wdrożenia ekologicznych zasad doskonalenia gospodarki rolnej - jak chociażby zalesianie gruntów o niskich klasach żyzności, kształtowanie sieci zadrzewień i śródpolnych zbiorników retencyjnych, ograniczanie zakresu melioracji odwadniających, a zwłaszcza zaprzestanie stosowania systematycznych drenowań, zwiększanie areałów użytków rolnych wieloletnich, integracja metod zwalczania chorób i szkodników roślin z zastąpieniem metod chemicznych - biologicznymi i agrotechnicznymi.

7. Gleby

Charakterystyka gleb Polski

Gleba stanowi jeden z ważniejszych czynników środowiska przyrodniczego, stąd też jej jakość ma bardzo duży wpływ na rozwój i geograficzne rozmieszczenie cywilizacji. Polska należy do nielicznej grupy krajów, które dysponują szczegółowym przestrzennym rozpoznaniem pokrywy glebowej. Posiadamy pełną inwentaryzację wartości gleb oraz szczegółowe mapy glebowo-przyrodnicze i glebowo-rolnicze.

Poza opracowaniami kartograficznymi mamy także odpowiednie rejestry, zawierające informacje o ilościowym i jakościowym stanie pokrywy glebowej zarówno w skali kraju, jak

też jednostek administracyjnych niższego rzędu (województwa, gminy, wsie). Systematycznie badany jest stan i zachodzące zmiany właściwości gleb.

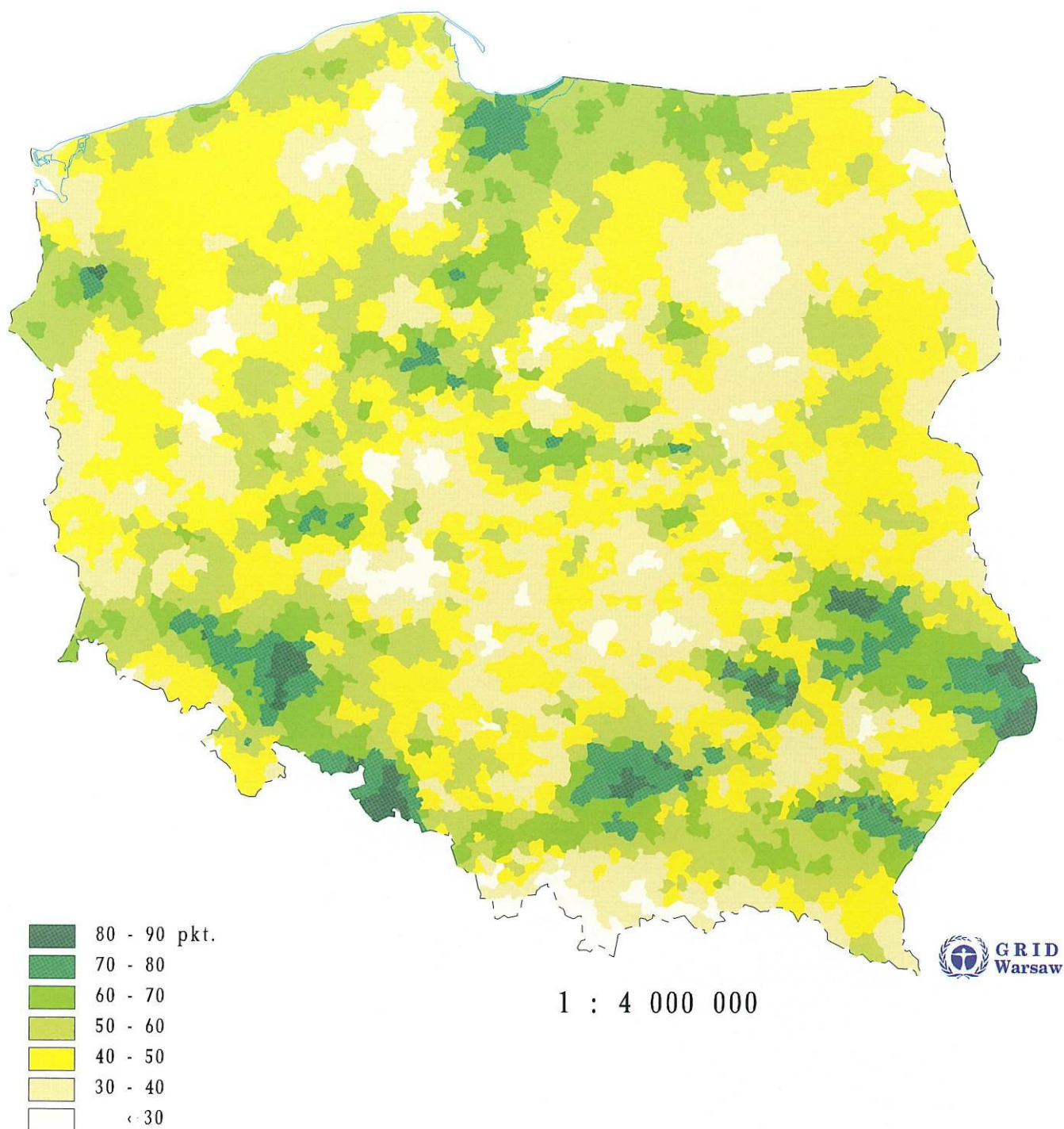
Przeciętna jakość gleb Polski jest dość niska. W obrębie gruntów ornych tylko około 23% gleb uznać można za dobre lub bardzo dobre (klasy I - IIIb), natomiast najłabsze gleby (klasy V - VI) zajmują ponad 30% powierzchni. Jeszcze bardziej niekorzystnie przedstawia się układ klas jakości gleb użytków zielonych (łąk, pastwisk), gdzie grunty klas I - III zajmują niespełna 15%, natomiast klas V - VI aż 47%; klasa IV stanowi 38% powierzchni użytków zielonych. Ponad 65% powierzchni leśnej to ubogie, piaszczyste siedliska borowe (Ryc. 32).

Tabela 7.1
Skąły macierzyste - rodzaje gleb

L.p	Skąły macierzyste gleb (rodzaje)	Udział w stosunku do powierzchni całkowitej gleb [%]	Udział w stosunku do powierzchni użytków rolnych [%]
1	Żwiry	0,9	0,5
2	Piaski luźne i słabo gliniaste	34,6	24,8
3	Piaski gliniaste głębokie i zalegające na piaskach luźnych	10,2	12,4
4	Piaski gliniaste na zwięźlejszym podłożu	7,3	8,6
5	Gliny spiaszczone	8,5	10,2
6	Gliny średnio zwięzłe i zwięzłe	9,6	13,2
7	Iły	0,8	1,0
8	Utwory pyłowe wodnego pochodzenia	4,2	4,6
9	Lessy i utwory lessowate	3,5	4,8
10	Utwory aluwialne (mady)	4,7	5,8
11	Skąły wapienne (rędziny)	1,1	1,6
12	Skąły masywne różnej genezy	6,1	3,9
13	Osady organiczne i mineralno-organiczne	8,5	9,6

OCENA GLEB UŻYTKÓW ROLNYCH POLSKI

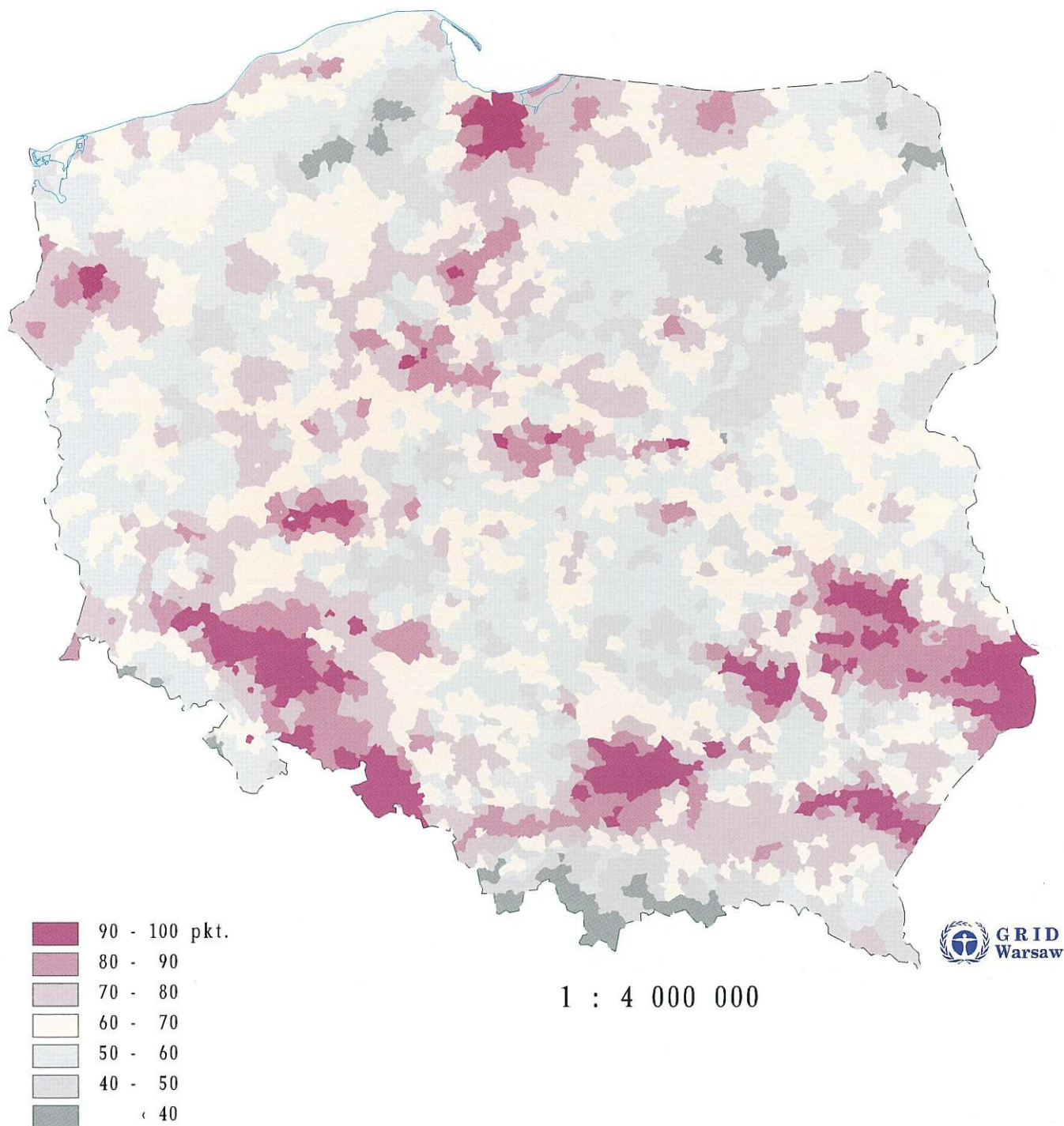
QUALITY OF AGRICULTURAL LAND IN POLAND



Ryc. 32. Ocena gleb użytków rolnych Polski (w punktach) według gmin, stan na 01.01.1991 r.
Mapa opracowana metodą komputerową na podstawie danych IUNG, Puławy.

WALORYZACJA WARUNKÓW PRZYRODNICZYCH ROLNICTWA

ASSESSMENT OF NATURAL CONDITIONS FOR AGRICULTURE



Ryc. 33. Waloryzacja warunków przyrodniczych rolnictwa (w punktach) według gmin, uwzględniająca warunki glebowe, agroklimat, rzeźbę i warunki wodne terenu, stan na 01.01.1991 r. Mapa opracowana metodą komputerową na podstawie danych Instytutu Upraw, Nawożenia i Gleboznawstwa w Puławach.

Wartość i przydatność rolnicza (także i leśna) gleb wielu krajów Europy Zachodniej (Francja, Belgia, Holandia oraz zachodnia część RFN), położonych w strefie klimatu atlantyckiego jest o około 25% wyższa od jakości gleb Polski (przy korzystniejszych dla rolnictwa warunkach klimatycznych). Pokrywa glebowa Polski charakteryzuje się dużą zmiennością powierzchniową i pionową, w niektórych regionach wręcz mozaikowatością, gdzie często na obszarze o powierzchni nie większej niż 1 hektar występują obok siebie gleby dobre i bardzo słabe.

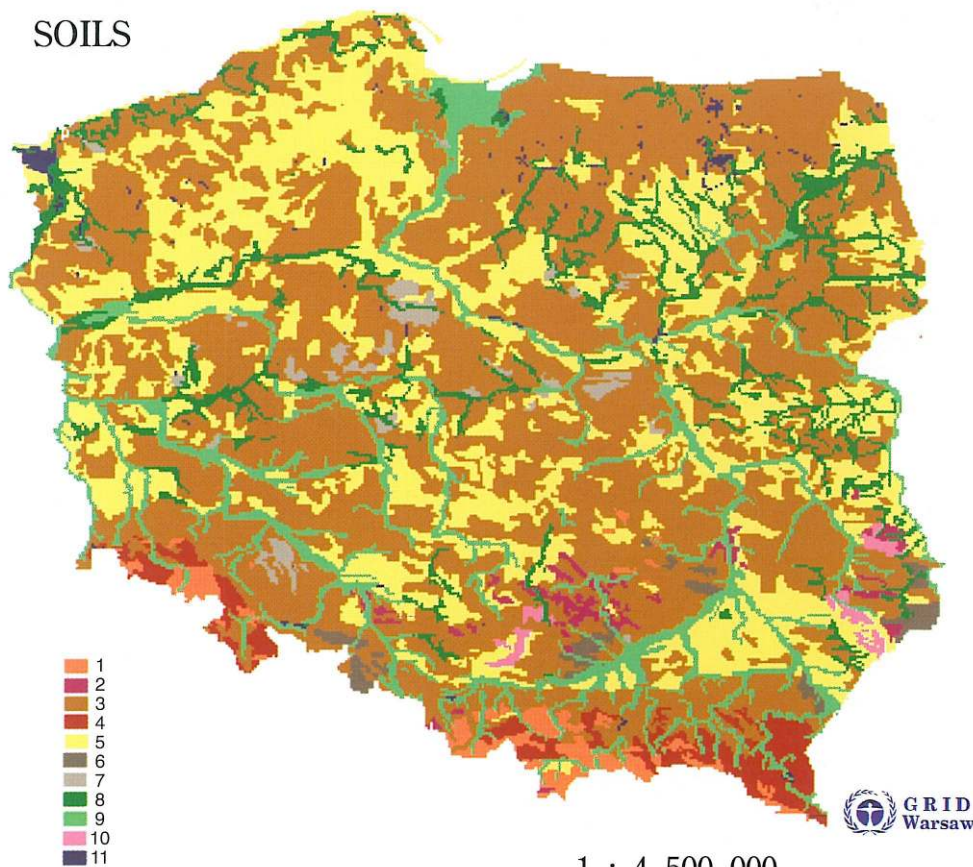
Skałami macierzystymi gleb Polski są utwory geologiczne różnego wieku występujące na powierzchni. Największe obszary (ponad 75% powierzchni kraju) zajmują osady pleistoceny. Są to głównie gliny morenowe (zwałowe) i piaski zwałowe. Pierwotny materiał glacialny osadów pleistoceny został

jednak w dużym stopniu rozmyty i przesortowany przez wody lodowcowe. Dalsza segregacja i przemieszanie utworów polodowcowych następowały pod wpływem procesów geologicznych, zachodzących w okresie peryglacialnym. Efektem tego jest duże zróżnicowanie skał glebotwórczych a w konsekwencji i gleb (Tab. 7.1).

Z poszczególnych rodzajów skał, pod wpływem procesów glebotwórczych, które z kolei zachodziły pod wpływem takich czynników jak: klimat, rzeźba terenu, warunki wodne, szata roślinna - wykształciły się różne typy i podtypy genetyczne gleb.

W systematyce gleb Polski wyróżniono kilkadziesiąt jednostek genetycznych gleb. Te genetyczno-typologiczne jednostki stanowią z reguły główny element treści map glebowych w małych skalach - w tym również na mapie włączonej do niniejszego opracowania.

GLEBY POLSKI SOILS



1-inicjalne i słabo wykształcone, 2-rędziny, 3-brunatne i pseudobielicowe,
4-brunatne kwaśne, 5-bielicowe, 6-czarnoziemy, 7-czarne ziemie,
8-hydrogeniczne, 9-mady, 10-brunatne wylugowane i przemyle, 11-wody

Ryc. 34. Typy gleb Polski wg Narodowego Atlasu Polski, 1973-78 r. Opracowano metodą komputerową.

wania (Ryc. 34). Trzeba jednak podkreślić, że charakter dominującego procesu lub procesów kształtujących oblicze typologiczne i właściwości gleb, uzależnione są w dużym stopniu od rodzaju skały macierzystej.

Procesy naturalne kształtujące gleby Polski

Należy przypomnieć, że Polska znajduje się w strefie klimatu wilgotnego, gdzie opady przewyższają parowanie. Efektem tego jest stale zachodzący proces przemycania gleb i przemieszczania składników mineralnych z poziomów powierzchniowych w głębsze.

W wyniku tego procesu, który w przeszłości zachodził głównie pod lasami iglastymi (borami), następowało tzw. bielicowanie gleb. W warunkach leśnych gleby bielicoziemne powstały głównie z ubogich utworów piaszczystych. Są to gleby bardzo kwaśne, ubogie w składniki mineralne, próchnicę i o małych właściwościach buforowych. Jako grunty orne, mimo zmiany niektórych właściwości pod wpływem zabiegów agrotechnicznych, stanowią one grunty najsłabsze, a zajmują ponad 30% powierzchni użytków rolnych. Łatwo podlegają one zniszczeniu.

Drugą grupę pod względem ilościowym stanowią gleby brunatnoziemne. W obrębie tej grupy duże obszary zajmują gleby brunatne wylugowane oraz gleby przemyte, nazywane glebami płowymi. Wspólną cechą tych gleb jest znaczne przemieszczenie składników mineralnych oraz iłu koloidalnego z poziomów powierzchniowych w głębsze warstwy, co spowodowane jest naturalnymi procesami glebotwórczymi. Wymycie nie jest tu tak silne jak w przypadku gleb bielicowych, jednakże powierzchniowe warstwy są wylugowane z niektórych składników mineralnych i często dość silnie zakwaszone. Mimo to stanowią one dobre siedliska leśne, a w uprawie polowej nabierają cech wysokiej kultury i stanowią grunty orne średniej, a niekiedy dobrej jakości. Pozostałe typy gleb mineralnych, jak: czarnoziemy, czarne ziemie, rędziny i mady stanowią przeważnie bardzo dobre gleby. Zajmują one jednak stosunkowo niewielkie powierzchnie.

Wpływ człowieka na stan gleb

Na stan gleb wpływ ma zarówno działalność rolnicza (w części i leśna), jak i pozarolnicza. Działalność rolnicza, poza poprawą właściwości i urodzajności gleb powodować może w niektórych przypadkach ich degradację. W pierwszej kolejności wymienić należy procesy erozji gleb. Wprawdzie erozja wodna i powietrzna są, jako takie, procesami naturalnymi, geomorfologicznymi, to jednak użytkowanie rolnicze gruntów, głównie orne, wyraźnie przyspiesza te procesy. Według ocen, około 39% obszaru Polski zagrożone jest erozją wodną i około 28% powierzchni gruntów ornych - erozją wietrzną. Silną i średnią erozją wodną zagrożonych jest łącznie około 16% powierzchni. Dotyczy to głównie terenów górskich i górzystych, także terenów wyżynnych. Erozją średnią zagrożone są znaczne obszary pojezierzy. W obrębie obszarów zagrożonych erozją potencjalną (średnią i silną) około 50-60% powierzchni podlega faktycznie erozji powierzchniowej czynnej, gdzie występują wyraźne oznaki degradacji gleb. Dotyczy to około 8-10% powierzchni gruntów ornych. Erozją potencjalną słabą zagrożone jest około 18% powierzchni kraju. Erozja czynna słaba występuje na znacznie mniejszych obszarach i obejmuje około 10% gruntów ornych. Erozja w tym stopniu nasilenia nie powoduje zbyt dużej degradacji gleb, można ją zresztą ograniczyć przez zabiegi agrotechniczne. Natomiast na terenach podlegających erozji średniej i silnej potrzebne są już zabiegi specjalne, np. zmiana struktury użytkowania, stosowanie uprawy w poprzek stoku i inne.

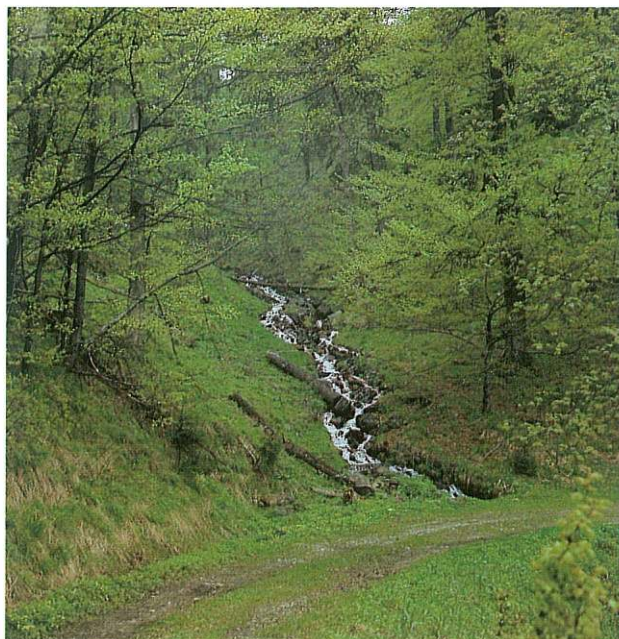
Poza erozją wodną powierzchniową na niektórych obszarach występuje erozja wąwozowa, powodująca niekiedy silną degradację gleb. Najsilniej rozczłonkowane krainy, narażone na erozję wąwozową to: Beskidy Wschodnie i Środkowe, Wyżyna Lubelska wraz z Roztoczem, następnie wschodnia i środkowa część Pogórza Środkowobeskidzkiego, Niecka Nidziańska, wschodnia część Wyżyny Kielecko-Sandomierskiej i południowa część Wyżyny Śląskiej. Łączna długość wąwozów w Polsce wynosi 34,5 tysiąca kilometrów, a ogólna powierzchnia około 86 tysięcy hektarów. Znaczna część wozów

to wąwozy stare, przeważnie zalesione lub zarośnięte darnią. Część zaś to wąwozy czynne, degradujące systematycznie przylegające tereny. Czynnikiem sprzyjającymi powiększaniu się istniejących i powstawaniu nowych wąwozów są: występowanie gleb lessowych i lessowatych, a także pylasto-gliniastych, urozmaicona rzeźba terenu i umocnione drogi gruntowe biegnące wzdłuż spadku terenu.

Duże zmiany w środowisku przyrodniczym, a w tym i w pokrywie glebowej zachodzą pod wpływem ingerencji człowieka w stosunki wodne terenu. Wiele gleb uległo daleko idącym przekształceniom pod wpływem melioracji odwadniających. Najmniejsze i w większości korzystne zmiany pod wpływem melioracji nastąpiły w gruntach ornych. Prawdopodobnie wykonane melioracje usuwają wadliwość tych gleb nie naruszając w istotny sposób stosunków wodnych terenu. Inaczej natomiast przedstawia się sprawa w przypadku melioracji użytków zielonych (często - osuszanie bagien). Szczególne znaczenie torfowisk dla środowiska geograficznego wynika ze specyfiki przyrodniczej, determinowanej elementami fizjograficznymi, takimi jak położenie, stosunki wodne, właściwości florystyczne itp. W Polsce gleby bagienne i pobagienne zajmują powierzchnię około 2,6 mln ha, a w tym połowę stanowią gleby torfowe i torfowo-murszowe (Tab.7.2).

Użytkowanie rolnicze (łąkowe) uwarunkowane jest na ogół uprzednią regulacją (odwodnieniem) torfowiska. Konsekwencją tego jest postępujący proces tzw. murszenia i mineralizacji, z czego wynika ubytek masy glebowej, powodujący spłykanie się tych gleb aż do ich zupełnego zaniku. Tempo tych zmian jest uzależnione od warunków klimatycznych i stopnia (głębokości) odwodnienia. W warunkach Polski roczne obniżanie się powierzchni zmeliorowanych złóż torfowych, użytkowanych jako łąki, wynosi około 1 cm na rok. Przy nadmiernym przesuszeniu i łąkowym użytkowaniu ubytek roczny wynosi 1,3-1,5 cm, a przy użytkowaniu polowo-warzywnym do 3 cm/rok.

Duże zmiany warunków hydrologicznych gleb (zawodnienie lub przesuszenie) powoduje górnictwo oraz czerpanie wód głębszych dla celów przemysłowych i komunalnych. Pogarsza



Fot. 33.

to stosunki wodne gleb i często prowadzi do ich degradacji (np. rejon kopalni "Bełchatów").

Chemiczną degradację gleb powodują pierwiastki chemiczne wprowadzone z różnych źródeł zanieczyszczenia (główne źródło stanowią przemysłowe emisje gazów i pyłów).

Pierwiastki anionowe, jak: azot, siarka, fluor i bor - nie są zatrzymywane w glebach. Przemieszczane w głąb gleb wraz z roztworem powodują jednak ich zakwaszenie. Degradację gleb tymi pierwiastkami można określić na podstawie stopnia zakwaszenia gleb i zmian związanych z tym procesem. Jak już wspomniano wcześniej, w pokrywie glebowej Polski duży udział stanowią gleby bardzo lekkie i lekkie, z natury swojej kwaśne. Ich pierwotne zakwaszenie było efektem działania naturalnych procesów glebotwórczych. W ostatnich dziesięcioleciach proces zakwaszenia gleb ulega dużemu nasileniu. Na użytkach rolnych zostało to w części spowodowane wzrostem dawek nawozów mineralnych, z których część stanowi sole kwasów. Największy jednak wpływ na zakwaszenie gleb mają gazowe zanieczyszczenia powietrza dwutlenkiem siarki i tlenkami azotu, docierające do szaty roślinnej, gleb i wód w postaci kwaśnych deszczów i tzw. suchego opadu. Średnio na hektar opada rocznie około 200 kg dwutlenku siarki. Efektem tego jest postępujący z dużym nasileniem proces zak-



Fot. 34.

waszania gleb. Ostatnie badania wykazują, że 60% użytków rolnych (61% gruntów ornych i 52% użytków zielonych) ma odczyn kwaśny. Gleby o odczynie bardzo kwaśnym, uznać należy za chemicznie zdegradowane. Zakwaszenie przyspiesza wiele procesów, których następstwem jest zubożenie gleb w jony zasadowe (wapń, magnez i potas) oraz uwolnienie składników szkodliwych dla roślin (glin, mangan), a także wzrost mobilności i dostępności dla roślin metali ciężkich.

Przeciwdziałanie zakwaszeniu gleb polega na ich systematycznym wapnowaniu (w praktyce co 4 lata). Trzeba tu zaznaczyć, że w latach osiemdziesiątych dla celów wapnowania gleb zużywano rocznie 2,5-3 mln ton nawozów wapniowych (w przeliczeniu na CaO). Prowadzone jednocześnie badania kwasowości gleb wykazały, że w tym samym czasie odczyn gleb nie uległ zmianie. Oznacza to, że taka ilość wapna wymywana jest każdego roku z gleb do wód gruntowych i powierzchniowych. A zatem, aby utrzymać na obecnym poziomie żyzność gleb uprawnych Polski, niezbędne jest systematyczne wapnowanie użytków rolnych odpowiednio wysokimi dawkami (średnio 200 kg CaO/rok).

W niektórych regionach kraju, a szczególnie w regionach południowych i południowo-zachodnich znaczne obszary gleb uległy i nadal ulegają degradacji chemicznej na skutek nagromadzenia w warstwach powierzchniowych nadmiernych ilości pierwiastków śladowych. Mniejsze powierzchnie zdegradowane w ten sposób występują i w innych regionach kraju. Najważniejszym źródłem zanieczyszczeń gleb tymi pierwiastkami jest opad pyłowych zanieczyszczeń atmosfery, powodowany emisją przemysłową. Obecnie należy się liczyć z ryzykiem zanieczyszczenia gleb następującymi pierwiastkami: kadmem, ołowiem, cynkiem i miedzią. Incydentalnie i lokalnie występują zanieczyszczenia rtęcią, niklem, chromem i borem, a także i innymi pierwiastkami, w

Tabela 7.2
Użytkowanie torfowisk

Rodzaj użytkowania	Powierzchnia (tys. ha)	Udział (%)
Torfowiska w stanie naturalnym	120,0	8,8
Użytkowanie łąkowe	960,0	70,7
Powierzchnia leśna	120,0	8,8
Potorfia (z przyległościami)	150,0	11,0
Torfowiska chronione	6,1	0,4
Powierzchnia eksploatowana	2,5	0,2

zależności od specyfiki produkcji przemysłowej. Dotychczasowe rozpoznanie zawartości pierwiastków śladowych w glebach całego kraju pozwala na stwierdzenie, że ponad 95% powierzchni użytków rolnych wykazuje zawartości tych pierwiastków mieszczące się w przedziale przyjętym jako zawartości naturalne. Około 4% powierzchni użytków rolnych wykazuje podwyższone zawartości metali ciężkich, które kwalifikować można jako słabe zanieczyszczenie. Powierzchnia użytków rolnych kwalifikująca

się jako chemicznie zdegradowana (w różnym stopniu) wynosi łącznie w kraju około 150 tysięcy hektarów, tj. poniżej 1% powierzchni użytków rolnych), zaś obszary skażone w takim stopniu, że konieczne stało się ich wyłączenie z upraw rolniczych - nie przekraczają 60 tysięcy hektarów (nie licząc powierzchni tzw. stref ochronnych przy zakładach produkcyjnych). Największym obszarem o najbardziej zanieczyszczonych glebach jest teren województwa katowickiego, a szczególnie obszar Górnośląskiego Okręgu Przemysłowego.

8. Powietrze

Zanieczyszczenie powietrza

W ciągu ostatnich 20 lat zanieczyszczenie atmosfery w Polsce osiągnęło poziom stawiający nasz kraj w rzędzie najbardziej zanieczyszczonych regionów Europy. Szacunkowe wartości emisji głównych zanieczyszczeń atmosfery podane są dla lat 1987-1989, gdyż dane z tego okresu służą obecnie często jako wartości wyjściowe przy konstruowaniu wieloletnich programów ochrony powietrza atmosferycznego. Były to bowiem ostatnie lata przed przeżywaną obecnie głęboką recesją gospodarczą.

Emisja dwutlenku siarki (SO_2) z terenu Polski (1987-1989) utrzymywała się na poziomie około 4 mln ton rocznie, co stanowiło około 10% emisji tego gazu w Europie. Jedyne były Związek Radziecki i była NRD miały emisję wyższą, a łączna emisja dwutlenku siarki z tych trzech państw stanowiła aż 45% emisji europejskiej. Jeszcze większe zaniedbania związane są z emisją różnego rodzaju pyłów. Mimo istnienia krajowej produkcji urządzeń odpylających na dobrym europejskim poziomie, emisja pyłów pochodzenia antropogenicznego z terenu Polski wyniosła w latach 1987-1989 około 3 mln ton rocznie (12,5% emisji w skali Europy). Większą emisję pyłów wśród państw



Fot. 35.

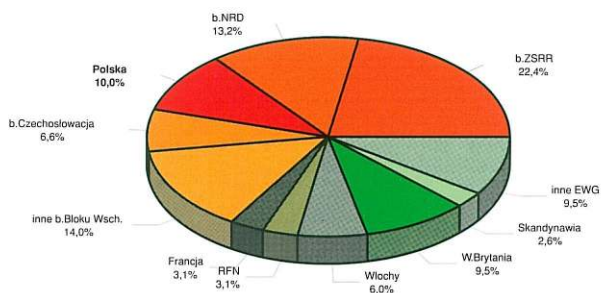
europejskich wykazywał jedynie były ZSRR (Ryc. 35).

Nieco mniejszy jest udział Polski w zanieczyszczaniu atmosfery tlenkami azotu (NO_x). W latach 1987-89 emisja ta wynosiła około 1,5 mln ton rocznie, co stanowiło ok. 7% emisji w Europie. W tym przypadku łączny udział wszystkich państw Bloku Wschodniego nie przekraczał 40% europejskiej emisji

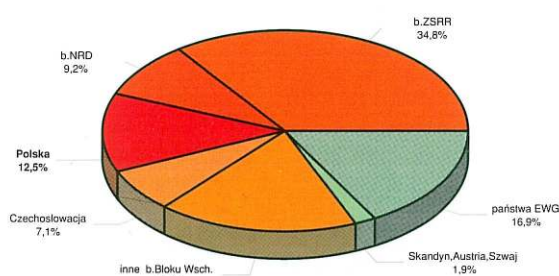
Tabela 8.1
Szacunkowa emisja głównych zanieczyszczeń atmosfery w Polsce
w latach 1987-1989, [mln ton/rok]

Nazwa substancji	Energetyka	Przemysł	Transport	Komunalno-bytowe rolnictwo	OGÓLEM
Dwutlenek siarki	2,0	1,0	0,1	0,9	4,0
Tlenki azotu	0,5	0,4	0,4	0,1	1,5
Pyły	0,8	1,3	-	0,9	3,0
Tlenek węgla	0,06	1,37	0,92	0,85	3,2
Dwutlenek węgla	180	130	37	110	457
Węglowodory aromatyczne	0,02	0,15	0,23	-	0,4

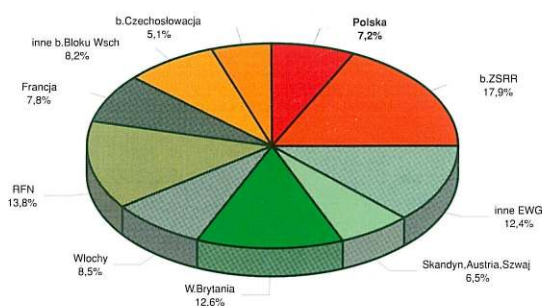
Emisja dwutlenku siarki w Europie lata 1987 - 89



Emisja pyłów w Europie lata 1987 - 89



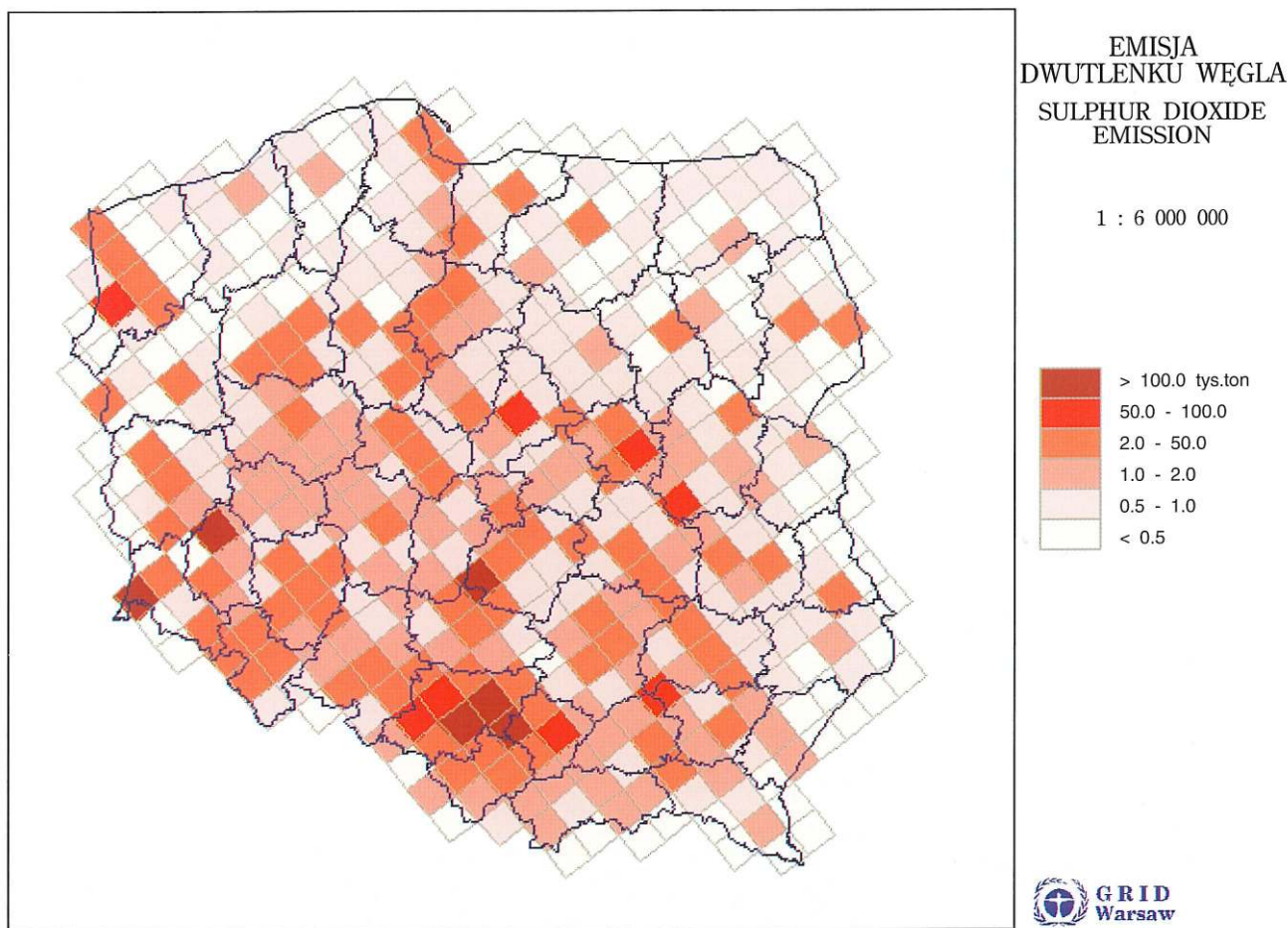
Emisja tlenków azotu w Europie lata 1987 - 89



Ryc. 35. Udział Polski i innych krajów w emisji dwutlenku siarki, pyłów i tlenków azotu na obszarze Europy, w latach 1987-1989.

tlenków azotu (Ryc. 35). Główną przyczyną tego faktu jest znacznie mniejszy rozwój motoryzacji w tych krajach, aniżeli w Europie Zachodniej, gdzie pojazdy mechaniczne stały się dominującym źródłem emisji NO_x do atmosfery. Podobnie kształtują się proporcje w odniesieniu do innych zanieczyszczeń "motoryzacyjnych", jak np. w stosunku do węglowodorów.

W tab. 8.1 zamieszczono szacunkowe wartości emisji głównych zanieczyszczeń atmosfery w Polsce w latach 1987-1989, z podziałem na główne typy źródeł. Dokonujące się od trzech lat gruntowne przeobrażenia ustroju politycznego i gospodarczego przyniosło czasowe obniżenie aktywności produkcyjnej w znacznej części zakładów przemysłowych i spowodowało istotne zmniejszenie zapotrzebowania na energię. Ubocznym skutkiem tych przemian jest spadek emisji niemal wszystkich zanieczyszczeń atmosfery o 15 - 25% w stosunku do roku 1989. I tak, dla przykładu, w 1991 r. emisja SO_2 wyniosła około 3,2 mln ton, a emisja NO_x - 1,25 mln ton rocznie. Oznacza to zmniejszenie emisji tych gazów w ciągu zaledwie dwóch lat aż o 20%. Trudno jednak wyniki te uznać za sukces w zwalczaniu tych groźnych zanieczyszczeń atmosfery, gdyż są one ściśle związane z niewykorzystywaniem pełnej mocy produkcyjnej przemysłu i systemu energetycznego. Już jednak w najbliższych latach spodziewane jest ożywienie gospodarcze, a to wiązać się będzie z ponownym wzrostem zanieczyszczenia atmosfery na obszarze Polski, o ile wcześniej nie zostaną podjęte skuteczne środki zaradcze. Największym źródłem emisji wszystkich głównych zanieczyszczeń są procesy spalania paliw, mające na celu wytwarzanie energii elektrycznej, ciepłej i energii kinetycznej (transport) (Tab. 8.1). Szacuje się, że ponad 90% emisji dwutlenku siarki i tlenków azotu oraz 70-80% emisji pyłów pochodzi z procesów spalania, w tym głównie ze spalania węgla kamiennego i brunatnego. Nic więc dziwnego, że przestrzenny rozkład emisji tych zanieczyszczeń na terenie kraju jest bardzo nierównomierny i główna jej część skupiona jest na obszarach dużych aglomeracji miejskich oraz w głównych okręgach przemysłowych (Ryc. 36).



Ryc. 36. Emisja SO_2 (w tys. ton) dla 1990 roku wyznaczona jako suma emisji z energetyki zawodowej, energetyki przemysłowej, przemysłu, sektora komunalno-bytowego i rolnictwa. Siatka kwadratów (o boku 30 km) jest modyfikacją siatki międzynarodowej. Opracowano metodą komputerową na podstawie danych Instytutu Inżynierii Środowiska ZOA Politechniki Warszawskiej.

Zdecydowanie najgorsza sytuacja panuje w województwie katowickim, gdzie na obszarze stanowiącym zaledwie 2,1% powierzchni Polski skoncentrowane jest aż 20-25% krajowej emisji dwutlenku siarki, tlenków azotu i pyłów. Nic więc dziwnego, że w województwie tym od wielu lat systematycznie przekraczane są wartości dopuszczalnych stężeń wszystkich ważniejszych zanieczyszczeń atmosfery (Tab. 8.2).

Powoduje to dramatyczną sytuację zdrowotną dla mieszkających tam ludzi (około 4 mln osób) i silną degradację środowiska przyrodniczego. Województwo katowickie, a właściwie nieco szerzej - Górny Śląsk, uznawany jest obecnie za najbardziej zanieczyszczony region w Europie. Jest przy tym rzeczą charakterystyczną, że szczególnie duże zagrożenie związane jest tu raczej ze specyficznymi dla tego terenu zanieczyszczeniami (metale ciężkie, tlenek węgla, węglowodory), aniżeli z zanieczyszczeniami stanowiącymi główny problem w skali krajowej

czy kontynentalnej (SO_2 , NO_x). Wysokie, często ponadnormatywne stężenia SO_2 , NO_x i pyłów występują na obszarach niemal wszystkich dużych miast Polski (Ryc. 37). Fakt ten wiąże się nierozdzielnie ze spalaniem ogromnych ilości węgla kamiennego w celu ogrzewania budynków oraz dostarczania energii cieplnej licznym zakładom przemysłowym. Spalanie to bardzo często odbywa się w sposób wysoce nieefektywny. W Polsce stale jeszcze istnieje 8-9 milionów pieców kaflowych do ogrzewania mieszkań i około 1,5 miliona małych kotłowni centralnego ogrzewania, dostarczających ciepło do jednego lub najwyżej kilku budynków. Te źródła emisji, skoncentrowane zazwyczaj w gęsto zabudowanych centrach miast i posiadające niskie kominy (10-20 m wysokości) są w największej mierze odpowiedzialne za wysokie stężenia pyłów i gazów w powietrzu w sezonie grzewczym na obszarach miejskich i tworzenie się tzw. smogu kwaśnego, stanowiącego duże zagrożenia dla ludzkiego zdrowia,

Tabela 8.2
Średnioroczne wartości stężeń głównych zanieczyszczeń atmosfery
na obszarze Górnośląskiego Okręgu Przemysłowego w 1989 roku, [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]

Nazwa substancji	Stężenie dopuszczalne wg norm	Średnie stężenie na terenie G.O.P.	Maksymalne stężenie w miastach Śląska
Dwutlenek siarki	32	44	65-83
Tlenki azotu	50	66	100-120
Pyły	50	132	185-214
Tlenek węgla	120	6500	12 900-17 500
Ołów	0,2	0,3	1,3-1,9
Kadm	0,01	0,10	0,80-1,16
Węglowodory alifatyczne (do C-5)	820	5700	11 100-13 600
Benzo(a)piren	0,001	0,042	0,070-0,89

Źródło: pomiary WSSE w Katowicach

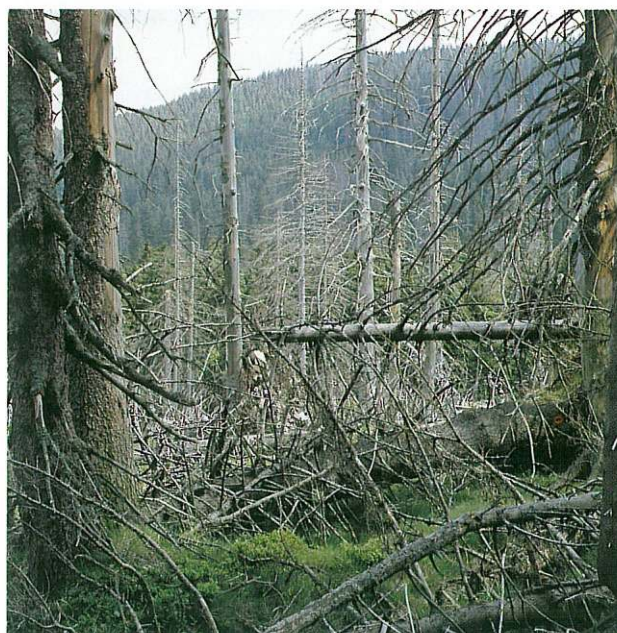
powodującego też znaczne straty materialne. Szczególnie częste występowanie tego rodzaju smogu notowane jest w Krakowie i w niektórych miastach Górnego Śląska.

W ostatnim czasie, wraz z rozwojem motoryzacji szybko narasta problem zanieczyszczenia centrów dużych miast przez gazy emitowane z pojazdów mechanicznych. Problem ten jest szczególnie dotkliwy w cieplej porze roku, kiedy to w wyniku reakcji fotochemicznych powstaje silnie toksyczny tzw. smog utleniający. Już obecnie zjawisko to notowane jest często w centralnych strefach wszystkich większych miast w Polsce, chociaż określenie jego natężenia stale jeszcze jest trudne z powodu braku specjalistycznej aparatury pomiarowej. Tlenki azotu i węglowodory emitowane z samochodów są główną przyczyną powstawania tego rodzaju smogu.

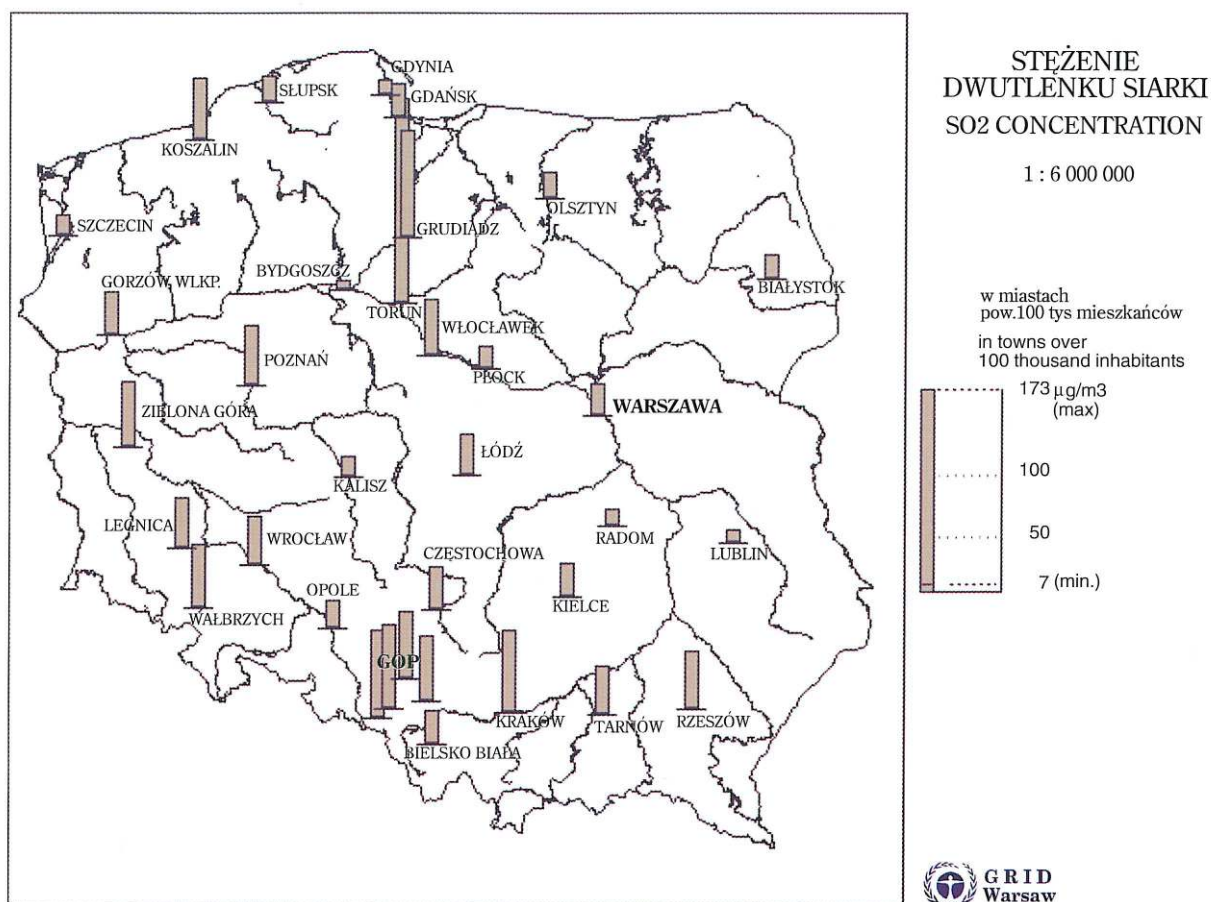
Jednym z najtrudniejszych problemów związanych z zanieczyszczeniem atmosfery na obszarze Polski są tzw. kwaśne deszcze południowo-zachodniej części kraju, w tym szczególnie w Górach Izerskich i Karkonoszach. Występujące tu opady atmosferyczne cechują się największym zakwaszeniem w skali Europy. Na Śnieżce średnia roczna kwasowość kształtuje się na poziomie pH 4,0-4,2, a zdarzają

się opady o pH poniżej 3,0. Opady te silnie zakwaszają glebę, powodując jej degradację, są też przyczyną zupełnego zniszczenia pięknych lasów górskich. Dotychczas całkowitej zagładzie uległy lasy świerkowe na obszarze ponad 13 tysięcy hektarów i obszar katastrofy ekologicznej powiększa się z każdym rokiem.

Podobnie wielkie spustoszenia w świecie przyrody występują po stronie czeskiej. Nic



Fot. 36



Ryc. 37. Średnie roczne wartości stężeń dwutlenku siarki (w $\mu\text{g}/\text{m}^3$) z pomiarów 24-godzinnych w 1989 roku (wg danych Instytutu Ochrony Środowiska).

więc dziwnego, że teren ten, leżący u zbiegu granic Polski, Czech i Niemiec nazwano "czarnym trójkątem". Jest to największy w Europie rejon wydobywania węgla brunatnego, który spalany jest na miejscu w 16 wielkich elektrowniach zlokalizowanych głównie w Saksonii i północnych Czechach. Polska ma w tym rejonie tylko jedną elektrownię - w Turowie. Zaden z wymienionych zakładów nie ma dotąd instalacji do odsiarczania gazów spalinowych, stąd też emisja SO₂ z tego niewielkiego terenu wynosi aż około 3 milionów ton rocznie. Znaczna przewaga wiatrów zachodnich powoduje, że ogromna większość związków siarki i azotu emitowanych z wysokich kominów elektrowni przenoszona jest nad obszar Sudetów i tam opada wraz z deszczem lub śniegiem, powodując bezprecedensową w Europie klęskę ekologiczną.

Powyżej przedstawiono najbardziej dramatyczny przykład zanieczyszczenia atmosfery na obszarze Polski. Poza tym jednak w wielu miejscach kraju występują problemy lokalne, często o wielkim natężeniu, jak choćby problem

zanieczyszczenia powietrza i gleby metalami ciężkimi wokół hut metali kolorowych w Legnicy, Głogowie czy Miasteczku Śląskim, wysokie stężenia fluoru w pobliżu huty aluminium w Koninie i licznych hut szkła czy fabryk nawozów fosforowych, a także cała gama zanieczyszczeń specyficznych dla emisji z przemysłu chemicznego. Te lokalne problemy mają często podstawowe znaczenie dla zdrowia okolicznych mieszkańców, chociaż w skali kraju usuwane są w cień przez problemy zanieczyszczeń występujące powszechnie.

Skutki zanieczyszczenia atmosfery

Obecne znaczne zanieczyszczenie powietrza na obszarze Polski jest przyczyną ogromnych strat materialnych i zdrowotnych. Szacuje się, że straty wymierne finansowo sięgają kilku procent dochodu narodowego, są więc jednym z głównych czynników uniemożliwiających wzrost tego dochodu. Głównymi ich źródłami są:

- przyspieszone niszczenie maszyn, mechanizmów i konstrukcji (korozja metali i kamieni),
- spadek plonów w rolnictwie przez zakwaszenie gleby i bezpośrednie szkodliwe oddziaływanie zanieczyszczeń gazowych,
- straty w lasach związane zarówno ze zmniejszeniem ich produktywności (działanie chroniczne), jak i ze zniszczeniem drzew w wyniku wysokich stężeń gazów w atmosferze,
- wymierne straty zdrowotne wynikające ze zwiększonej absencji w pracy, zwiększonych kosztów opieki zdrowotnej i rent chorobowych.

Oczywiście, w obliczeniach tych nie można uwzględnić czynników niewymiernych, takich jak wartość zdrowia i życia człowieka, czy wartość kulturowa zabytków ulegających przedwczesnemu zniszczeniu.

Wszystko to powoduje, że podjęcie walki z zanieczyszczeniem atmosfery jest koniecznością zarówno z ekonomicznego, jak i zdrowotnego punktu widzenia. Podstawą dla podejmowania działań ochronnych musi być prawo, wymuszające proekologiczne zachowania podmiotów gospodarczych. W zakresie ochrony atmosfery podstawowe znaczenie miało ogłoszenie w lutym 1990 r. przepisów ustalających, po raz pierwszy w Polsce, wartości dopuszczalnej emisji dla wszelkiego rodzaju stacjonarnych procesów spalania. Normy emisji dla urządzeń nowych zostały ustalone na poziomie takim samym, jak w krajach EWG. Dla kotłów już działających normy są liberalniejsze, ale zostaną zaostrzone od 1998 r., jest to więc ostateczny termin realizacji przedsięwzięć ochronnych.

Przeciwdziałanie zagrożeniom

Należy zaznaczyć, że w ciągu ostatnich trzech lat dokonano wielu ważnych inwestycji zmierzających do redukcji emisji zanieczyszczeń

do atmosfery. Należą do nich m. in.:

- budowa czterech wielkich instalacji do odsiarczania i wzbogacania węgla kamiennego o największej zawartości siarki (zagłębie jaworznicko-sierszańskie),
- uruchomienie w Polsce seryjnej produkcji kotłów z paleniskami fluidalnymi, pozwalającymi na redukcję emisji SO_2 i NO_x o 60-80% w stosunku do kotłów konwencjonalnych,
- zawarcie pierwszych wielkich kontraktów zagranicznych na budowę instalacji odsiarczania spalin w elektrowniach (w Turowie, Bełchatowie, Jaworznie III, Skawinie oraz w nowej elektrowni w Opolu),
- zbudowanie pierwszych instalacji dla odsiarczania spalin według polskich technologii (w elektrowni Rybnik oraz w około 20 ciepłowniach w różnych miastach),
- uzyskanie pożyczek z Banku Światowego i z Europejskiego Banku Odbudowy i Rozwoju (łącznie 320 mln dolarów) na modernizację systemów ciepłowniczych w kilku aglomeracjach miejskich,
- prace nad wyeliminowaniem spalania węgla na obszarze starego miasta w Krakowie i w Toruniu,
- działania związane z intensyfikacją wydobywania gazu ziemnego ze złóż polskich, importem gazu z Morza Północnego oraz z pozyskiwaniem metanu ze złóż węgla kamiennego.

Suma tych przedsięwzięć w połączeniu z nieuniknioną, ze względów ekonomicznych, restrukturyzacją przemysłu i racjonalizacją zużycia energii powinna dać pierwsze wymierne efekty już w najbliższych latach. Przewiduje się, że do roku 2000 emisja pyłów zmaleje o 50%, dwutlenku siarki o 30% a tlenków azotu co najmniej o 10% w stosunku do lat 1987-1989, mimo przewidywanego w tym czasie niemal dwukrotnego wzrostu dochodu narodowego. Dotychczasowe działania wykazują, że prognozy te są całkowicie realne.

9. Wody śródlądowe i Morze Bałtyckie

Zasoby wód

Obszar Polski leży w zlewiskach mórz: Bałtyckiego, Czarnego i Północnego. Odprowadzane są do nich wody odpowiednio z 99,7%, 0,2% i 0,1 % powierzchni kraju.

Wody powierzchniowe zajmują w Polsce 8 265 km², co stanowi 2,6 % powierzchni kraju. Dominującą rolę odgrywają wśród nich jeziora i rzeki wraz ze zbiornikami zaporowymi.

Ważną rolę w kształtowaniu zasobów wodnych kraju odgrywają także obszary podmokłe, bagna i torfowiska. Najrozleglejsze z nich, Bagna Biebrzańskie, zajmują powierzchnię około 1 400 km² i są największym w kraju naturalnym zbiornikiem retencyjnym. Powierzchnia obszarów podmokłych, bagien i torfowisk ulega stałemu i trwałemu zmniejszaniu w następstwie niewłaściwie prowadzonych melioracji, a także trwającej od kilku lat suszy hydrologicznej.

Bilans wodny obszaru Polski w przeciętnym roku zamyka się sumą 191,4 km³. Po stronie przychodów jest on w 97% kształtowany przez opady atmosferyczne. Po stronie rozchodów główną pozycją są straty na parowanie i transpirację, które stanowią blisko 70% ubytków.

Składnikiem bilansu informującym o wielkości naturalnych zasobów wodnych jest odpływ rzeczny. W roku przeciętnym wynosi on 58,6 km³ tj. około 1 550 m³ na mieszkańca. Jest



Fot. 37.

to trzykrotnie mniej niż średnio w Europie i pięciokrotnie mniej niż średnio na Ziemi.

Niewielkie ogólnie zasoby wodne rozmieszczone są w Polsce nierównomiernie. Obszary deficytu wód powierzchniowych, obejmujące praktycznie cały pas Nizin Środkowopolskich, związane są głównie z niedostatkiem opadów. Wielkość tych obszarów ocenia się na 38,5% powierzchni kraju.

Wielkość odpływu rzecznego z powierzchni Polski waha się w poszczególnych latach od około 30 km³ do 90 km³, a wobec nierównomierności opadów w ciągu roku znaczna część odpływu ma charakter sezonowy. W związku z tym za podstawę obliczenia zasobów dyspozycyjnych bierze się odpływy gwarantowane w 95% czasu. Ocenia się je na 22 km³. Po odjęciu zasobu nienaruszalnego, czyli ilości wody, która musi pozostać w rzekach i zbiornikach wodnych dla zapewnienia funkcjonowania ekosystemów wodnych, szacowanego na 15 km³, pozostaje 7 km³ wody rocznie, którą można bezzwrotnie zużytkować na potrzeby gospodarcze.

Zasoby dyspozycyjne mogą być powiększane przez rozwijanie retencji naturalnej (glebowej) i sztucznej (budowę zbiorników zaporowych).

Użytkowanie zasobów wodnych

Podstawowym rodzajem użytkowania zasobów wodnych, najsilniej oddziaływującym na ich stan ilościowy i jakościowy, jest pobór wody na cele gospodarcze i wykorzystywanie wód jako odbiorników ścieków wytworzonych w różnych sektorach gospodarki. Pobór wody w ostatnich kilkudziesięciu latach wzrastał w Polsce systematycznie, przekraczając w końcu lat siedemdziesiątych wielkość 15 km³ rocznie. Na tym poziomie, na skutek recesji gospodarczej w latach osiemdziesiątych zatrzymał się, a nawet nieco obniżył u progu lat dziewięćdziesiątych (Tab. 9.1).

Głównym odbiorcą wody jest przemysł, który użytkuje około 2/3 pobieranych wód. Na potrzeby gospodarki komunalnej pobierane

Tabela 9.1

Pobór wody na potrzeby gospodarki narodowej
(km³ / rok)

(wg "Ochrona Środowiska 1992", GUS, Warszawa 1992)

Pobór	Rok			
	1980	1985	1990	1991
Ogółem	14,18	15,45	14,25	13,27
w tym:				
przemysł	10,14	10,92	9,55	8,88
gospodarka komunalna	2,72	2,93	3,00	2,87
rolnictwo i leśnictwo	1,32	1,61	1,69	1,52

jest około 3-krotnie mniej, zaś rolnictwa i leśnictwa 6-krotnie mniej wody niż na cele przemysłowe (Tab. 9.1). Wśród działów przemysłu największe zapotrzebowanie na wodę wykazuje energetyka, która użytkuje 77% wody pobieranej na potrzeby przemysłu i 52% ogólnej ilości pobieranych wód.

Ponad 84% wody pobieranej na potrzeby gospodarki narodowej pochodzi z wód powierzchniowych, 14% - z wód podziemnych, tylko około 2% - ze zrzutów wód kopalnianych. Ponad 1/4 wód podziemnych o bardzo wysokiej jakości wykorzystywana jest przez przemysł na cele produkcyjne. Nie są właściwie zagospodarowane wody kopalniane spełniające wymogi jakościowe wody pitnej. Z ogólnej ilości tych wód osiagającej 0,8 km³ rocznie użytkowane jest jedynie niecałe 40%.

Znaczącą formą użytkowania wód powierzchniowych jest gospodarka rybacka. Ryby występują w sposób naturalny w 85% powierzchni ogólnej zbiorników i cieków. Planowana produkcja i połowy są realizowane w wodach o powierzchni 3,5 tys. km², tj. na około 60% ich areału.

Jednym ze sposobów użytkowania wód jest żegluga. Transport towarów wodami śródlądowymi osiąga w Polsce zaledwie 0,8% łącznej masy towarów przewożonych w kraju, zaś żegluga pasażerska przewozi jedynie około 0,2% ogółu pasażerów korzystających z komunikacji państwowej.

Zagrożenia wód powierzchniowych

Około 80% wody pobieranej na cele gospodarcze wraca z powrotem do wód powierzchniowych jako ścieki. W końcu lat osiemdziesiątych i na początku dziewięćdziesiątych nastąpił spadek ogólnej ilości odprowadzanych ścieków o 12-18% w stosunku do roku 1985, w tym ścieków przemysłowych o 14-20%, głównie w województwach silnie uprzemysłowionych (Ryc. 37). Jak można sądzić nie ma on charakteru trwałego, a jest wynikiem recesji gospodarczej.

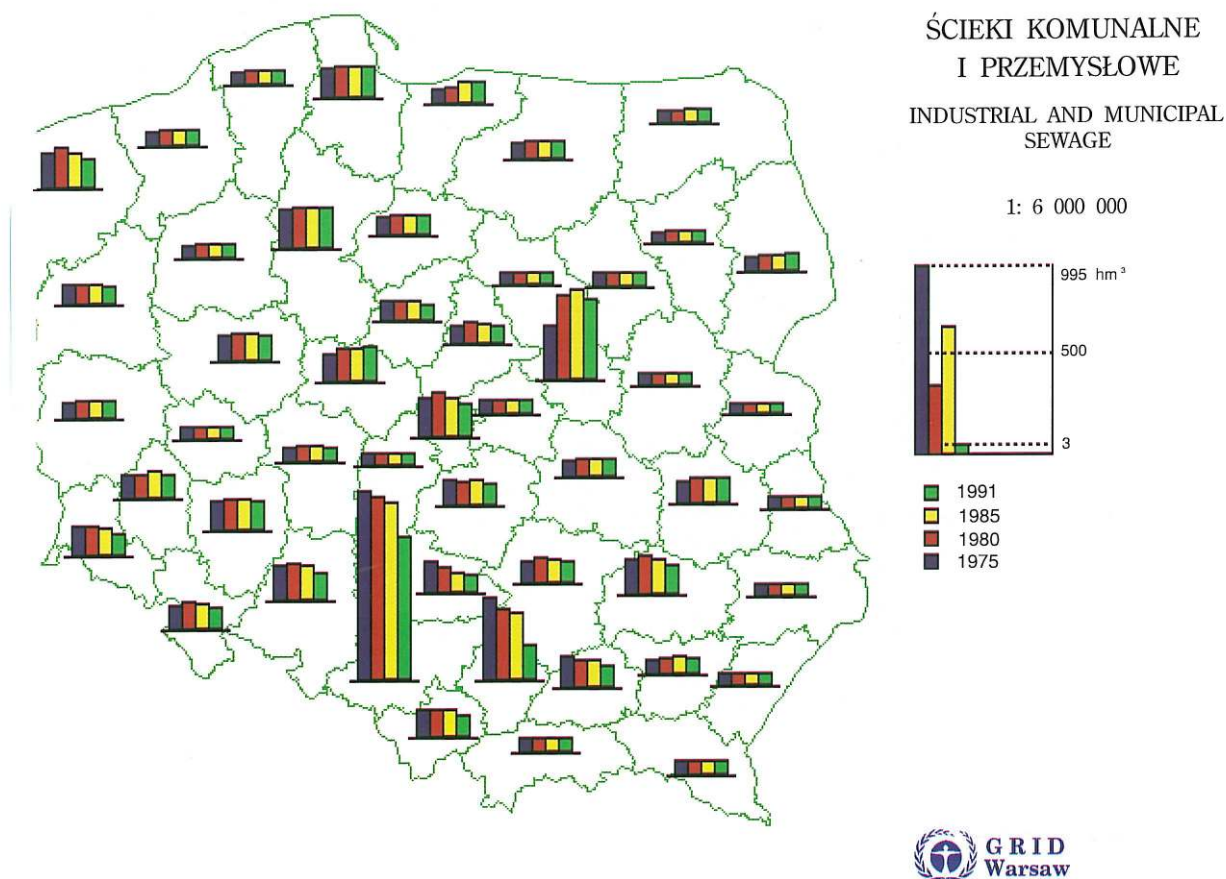
Blisko 2/3 wszystkich ścieków zrzucanych do wód powierzchniowych stanowią wody pochłodnicze. Wnosząc dodatkowe ilości ciepła oddziałują na charakter procesów fizykochemicznych i biologicznych oraz na stan ekosystemów, do których są odprowadzane.

Reszta wytwarzanych ścieków przemysłowych i komunalnych, w 1991 r. - 3,75 km³ wymaga oczyszczenia. Z tej ilości jest oczyszczane, często w niewystarczającym stopniu, niecałe 70%. Pozostałe 30%, na które składa się ponad 0,3 km³ ścieków przemysłowych i 0,8 km³ ścieków komunalnych odprowadzane jest bezpośrednio do wód powierzchniowych.

W 1991 r. na 4414 zakładów przemysłowych 48% nie posiadało w ogóle oczyszczalni ścieków, blisko 5% miało oczyszczalnie o niewystarczającej przepustowości. Na 833 miasta polskie w 1991 r. 355 nie posiadało oczyszczalni ścieków, a w 160 funkcjonowały jedynie oczyszczalnie mechaniczne.

Problemem narastającym w ostatnich latach jest zanieczyszczenie wód ściekami z terenów wsi. Na 29% wsi z instalacjami wodociagowymi tylko około 6% jest skanalizowanych, a jedynie 2% posiada oczyszczalnie ścieków.

Jednym z rodzajów dopływu zanieczyszczeń do wód powierzchniowych są spływy obszarowe. Wnoszą one do wód substancje erodowane z gleby, głównie materię organiczną, związki fosforu i azotu z nawozów sztucznych stosowanych w rolnictwie, substancje toksyczne pochodzące ze środków ochrony roślin używanych w rolnictwie i leśnictwie. Szacuje się, że w odpływie rzeczonym ponad 50% ładunku azotu, 40% ładunku związków



Ryc. 37. Ścieki przemysłowe i komunalne wymagające oczyszczenia odprowadzane do wód powierzchniowych w latach 1975-1991 (wg "Ochrona Środowiska 1992", GUS, 1992).

organicznych i 30% ładunku fosforu pochodzi z zanieczyszczeń obszarowych.

Szczególnym rodzajem oddziaływań obszarowych są zanieczyszczenia wprowadzane do wód powierzchniowych z opadem atmosferycznym. Ich wynikiem jest obniżanie odczynu pH wód płynących notowane lokalnie na terenach górskich z glebami o małej zdolności buforowej (Karkonosze, Tatry, Góry Świętokrzyskie).

Specyficznym rodzajem zanieczyszczenia wód powierzchniowych Polski są wody zasolone, pochodzące głównie z kopalń węgla kamiennego. Odprowadzany do wód ładunek soli wynosi około 9 tys. ton chlorków i siarczanów na dobę. W dorzeczu Wisły odprowadzane jest 2/3 tego ładunku, pozostała część w dorzeczu Odry.

Stan jakościowy wód powierzchniowych

W Polsce, na podstawie ustawy z 1974 r. - Prawo wodne, wyróżnia się trzy klasy czystości

powierzchniowych wód śródlądowych:

- I - nadające się do picia,
- II - wody nadające się do chowu i hodowli zwierząt gospodarskich,
- III - wody nadające się do zaopatrzenia zakładów przemysłowych i nawadniania terenów rolniczych.

Zaliczenie wody do odpowiedniej klasy następuje w oparciu o analizy cech fizyczno-chemicznych i biologicznych. Wody, których cechy przekraczają granice charakterystyczne dla klasy III określane są ogólnie jako pozaklasowe.

Podział wód na klasy jakości wg omówionego systemu sprawdza się dla wód płynących, natomiast dla wód stojących jego stosowanie okazało się problematyczne. Z tego powodu Instytut Kształtowania Środowiska w 1983 r. zaproponował odrębny System Oceny Jakości Jezior, dostosowany do ich właściwości ekologicznych, a także system oceny podatności jezior na degradację, na podstawie którego charakteryzuje się jakość wód stojących. Kon-

trale stanu czystości wód powierzchniowych w Polsce prowadzi Państwowa Inspekcja Ochrony Środowiska.

Rzeki

Badania jakości wód rzecznych prowadzone są w sieciach:

- reperowej, którą tworzy 20 przekrojów badawczych zamykających obszary dorzeczy o szczególnym znaczeniu gospodarczym i zlokalizowane powyżej ujść głównych rzek do Bałtyku (12 przekrojów),
- podstawowej, która umożliwia: kontrolę i gromadzenie informacji o jakości i ilości wód z 57 rzek kraju, porównywanie zmian jakości wód rzecznych w wieloleciu oraz analizę porównawczą stopnia zanieczyszczenia wód w Polsce i Europie.

W 1991 r. ocenę jakości wód rzecznych uzyskano na podstawie pomiarów w sieci podstawowej, wykonane na 896 przekrojach zlokalizowanych na 52 rzekach o łącznej długości blisko 10,5 tys. km. Wśród kontrolowanych rzek nie było wód spełniających kryteria ogólne (łącznie fizykochemiczne i biologiczne) wymagane dla klasy I, a udział wód pozaklasowych przekraczał 82% (Rys. 38).



Fot. 38.

Porównanie oceny jakości wód rzecznych w 1991 r. i wcześniejszych, w oparciu o te same kryteria wskazuje, że mimo spadku obciążenia rzek ściekami w latach 1990-1991, w odniesieniu do roku 1985, stan ich czystości utrzymuje się na stałym, niezadawalającym poziomie (Tab. 9.2).

Istotne znaczenie dla jakości wód w rzekach Polski ma fakt, że rejon koncentracji przemysłu

Tabela 9.2
Zmiany stanu czystości rzek kontrolowanych pomiarami w
w latach 1974-1991

(w % długości odcinków rzek objętych kontrolą)

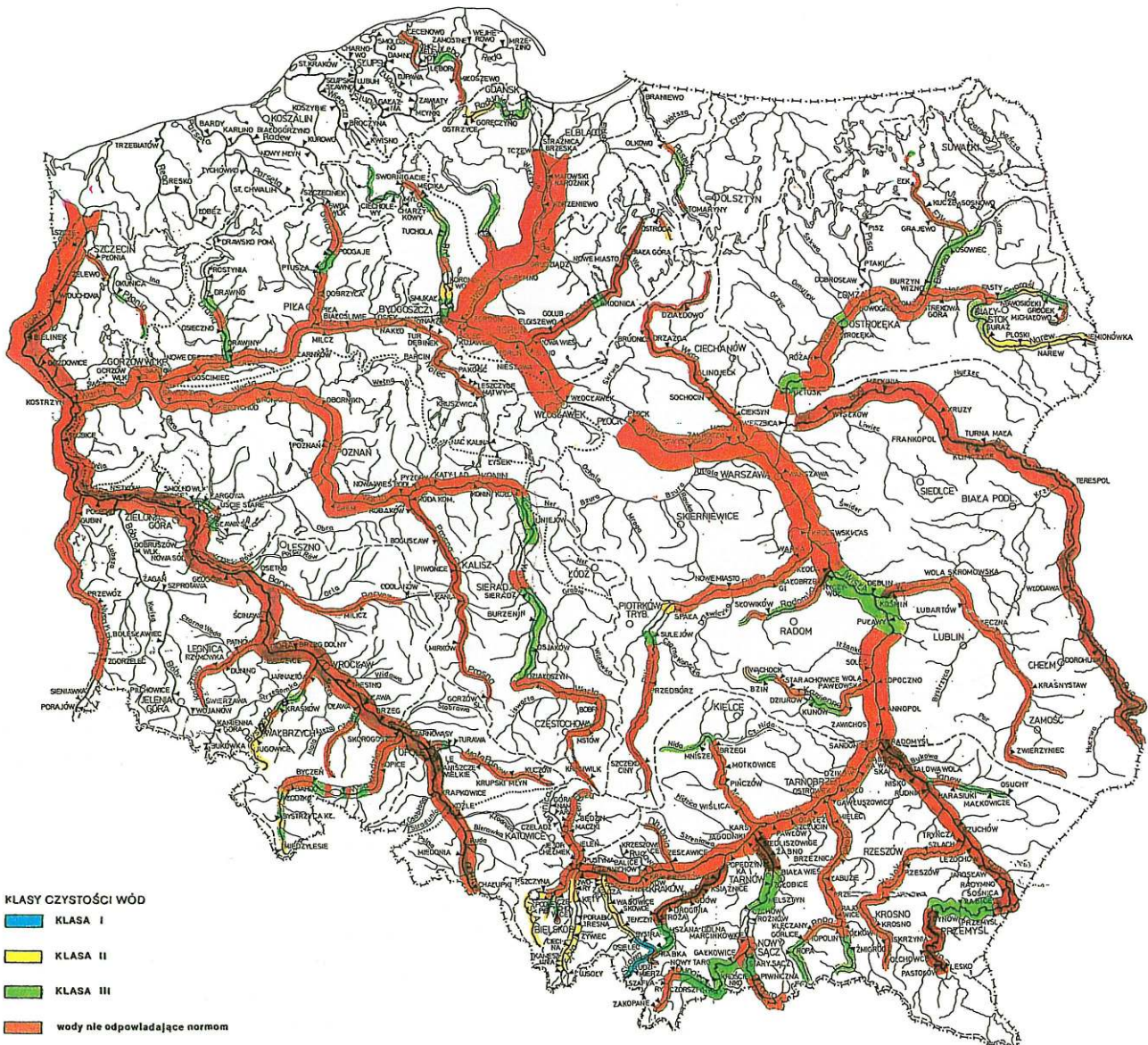
(wg "Raportu o stanie, zagrożeniu i ochronie środowiska 1990", GUS Warszawa 1990,

"Ochrona Środowiska 1991", GUS Warszawa 1991

"Ochrona Środowiska 1992", GUS Warszawa 1992)

Rok	Kryterium (cechy badane)	Długość odcinków kontrolnych (tys. km)	Klasa czystości			Wody pozaklasowe (nadmiernie zanieczyszczone)
			I	II	III	
1974-77	fizykochemiczne	17,8	9,6	30,7	26,7	33,0
1978-83	fizykochemiczne	16,2	6,8	27,8	29,0	36,4
1984-88	fizykochemiczne	17,6	4,8	30,3	27,8	37,1
	biologiczne	16,5	0	3,9	20,3	75,8
1990	fizykochemiczne	10,1	6,0	27,9	30,3	35,8
	biologiczne	10,1	0	3,0	16,8	80,2
1991	fizykochemiczne	10,5	2,3	32,7	30,0	35,0
	biologiczne	10,5	0	3,7	18,4	77,9
	ogólne*	10,5	0	3,3	14,5	82,2

* fizykochemiczne łącznie z biologicznym



Ryc. 38. Ogólna ocena stanu czystości rzek w 1990 r. (wg kryterium fizykochemicznego oraz stanu sanitarnego). Pomiarzy przeprowadzono w ramach monitoringu podstawowego. (Mapa dostarczona przez PIOS).

i główne źródła niebezpiecznych zanieczyszczeń są zlokalizowane w górnych częściach ich dorzeczy, oddziałując następnie na całą rzekę poniżej.

Jeziora

Badania jakości jezior polskich wykonywane są w sieci reperowej i podstawowej.

Monitoring reperowy obejmuje 33 jeziora. Jego celem są ciągłe standardowe pomiary i obserwacje w jeziorach i ich zlewniach. Wyniki mają służyć ocenie i prognozie zmian środowiska jezior zachodzących pod wpływem działalności ludzkiej.

Monitoring podstawowy ma na celu określenie stanu zanieczyszczenia jezior oraz dostarczanie informacji o różnicowaniach regionalnych stanu jezior i ich przyczynach. Badania w ramach tego monitoringu prowadzi się co roku na innych jeziorach, pomiary wykonuje się dwukrotnie w ciągu roku: wiosną i jesienią. Docelowo przewiduje się objęcie badaniami wszystkich jezior o powierzchni większej od 50 ha, a także zbiorników mniejszych ważnych dla regionu z gospodarczego lub ekologicznego punktu widzenia.

W latach 1974-1990 zbadano w ramach monitoringu podstawowego 485 jezior. Wyniki

Tabela 9.3
Ocena stanu czystości jezior badanych
w latach 1974-1990

(na podstawie: "Ochrona Środowiska 1992", GUS
Warszawa 1992)

Klasa czystości	Liczba jezior	Objętość (tys. m ³)
I	26	2 242
I/II*	3	249
II	170	6 984
II/III*	11	378
III	154	3 531
III/poza klasą*	2	311
poza klasą	119	2 581
Razem	485	16 276

* odnosi się do jezior o klasach wód w różnych częściach jeziora

wskazują na zły ogólnie stan ich jakości. W klasie I i przejściowej I/II mieściło się jedynie 6% jezior. Prawie 1/4 jezior zawierała wody pozaklasowe (Tab. 9.3).

Odnosząc przyjętą wyżej klasyfikację jezior do terminologii związanej z żywnością wody (trofizm) można stwierdzić, że jedynie 6% spośród badanych jezior (I klasa) może być uznane za mezotroficzne, około 40% za eutroficzne, a ponad 50% stanowią jeziora w wysokim stopniu eutroficzne i hypereutroficzne.

Jeziora polskie charakteryzuje silna podatność na wpływy zlewni. Jedynie około 10% jezior z 494 zbadanych, ze względu na cechy morfometryczne, hydrograficzne oraz podłoże geologiczne, ukształtowanie i pokrycie zlewni wykazywało znaczną odporność na wpływy zewnętrzne.

Stan i zagrożenie Morza Bałtyckiego

Polska jest sygnatariuszem Konwencji Helsińskiej o ochronie środowiska morskiego Bałtyku. W ramach tej konwencji uczestniczy w Międzynarodowym Programie Monitoringu

Bałtyku. Z raportów opracowanych dla jego potrzeb wynika, że Polska jest jednym z głównych dostarczczyeli substancji pokarmowych do ekosystemu Bałtyku.

W 1991 r. z obszaru Polski wprowadzono do Bałtyku:

- 282 tys. ton zanieczyszczeń wyrażonych wskaźnikiem BZT₅¹,
- 124 tys. ton azotu (93 % z wodami Wisły i Odry),
- 15 tys. ton fosforu (87 % z wodami Wisły i Odry).

Znajduje to odzwierciedlenie w rozmieszczeniu azotanów i fosforanów w wodach powierzchniowych polskiej strefy morza (Ryc. 39).

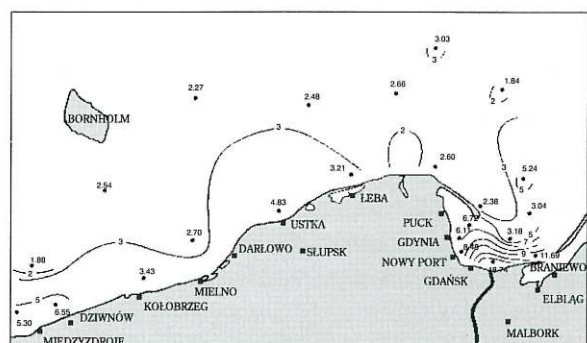
Wysokie koncentracje fosforanów i azotanów w Zatoce Gdańskiej i Zatoce Pomorskiej oraz wzdłuż wybrzeża środkowego, w pobliżu ujść rzecznych, sprzyjają eutrofizacji polskiej strefy ekonomicznej Bałtyku. Przejawem tego jest wysoka wydajność energetyczna fotosyntezy i wzrost produkcji pierwotnej w 1991 r., w stosunku do lat wcześniejszych, zwłaszcza w Zatoce Gdańskiej.

Notowany wzrost produkcji nie powoduje negatywnych zmian w reżimie tlenowym stref głębinowych. Sezonowe zmiany stężenia tlenu w 1991 r. w Głębi Gdańskiej, południowej części basenu Gotlandzkiego i Głębi Bornholmskiej były podobne jak w roku 1990.

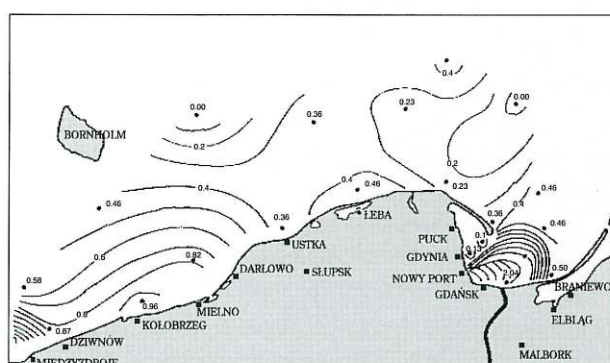
Eutrofizacja na obecnym poziomie nie stwarza jeszcze zagrożenia dla różnorodności biologicznej w polskiej strefie Bałtyku. W 1991 r. nie obserwowano istotnych zmian w składzie gatunkowym zooplanktonu i zoobentosu w porównaniu do lat poprzednich.

Symptomy degradacji ekosystemu bałtyckiego występują z różnym nasileniem w różnych regionach, lecz zasadnicze przyczyny tej degradacji są wspólne dla całego morza. Skutkiem braku od 1977 r. dużych wlewów oceanicznych, w Bałtyku obserwuje się znaczny spadek zasolenia wody. Obniżyła się również temperatura i gęstość wód głębinowych. Obecny okres stagnacji uważany jest za najdłuższy i

¹ BZT₅ - biologiczne zużycie tlenu w okresie pięciogodzinnym



AZOTANY [$\mu\text{mol}/\text{dm}^3$]



FOSFORANY [$\mu\text{mol}/\text{dm}^3$]

Ryc. 39. Rozmieszczenie fosforanów i azotanów w wodach powierzchniowych polskiej strefy Bałtyku (listopad 1991 r.) (na podstawie "Stanu czystości rzek, jezior i Bałtyku", Warszawa 1992).

najpoważniejszy w skutkach spośród wszystkich stagnacji odnotowanych w XX wieku.

W Bałtyku Centralnym i Zatoce Fińskiej powierzchnia obszarów, na których stężenie tlenu przy dnie jest niedostateczne do życia makrofauny, oscyluje wokół 70 tys. km². W wyniku wyjątkowo długiej stagnacji zasoby tlenu przy dnie głębi bałtyckich nadal maleją, zaś stężenie siarkowodoru osiągnęło tam w końcu lat osiemdziesiątych nie notowany dotychczas poziom. Jednocześnie jednak spadek zasolenia i przesunięcie w głąb morza głównej bariery gęstościowej (halokliny) uaktywniły procesy mieszania się warstw wody o różnej gęstości. W niektórych regionach tlen atmosferyczny rozpuszczony w górnych warstwach wody dochodzi teraz łatwiej do warstw pośrednich, zalegających na głębokości 80-100 m, wywołując tam poprawę warunków życia fauny dennej.

Tempo wzrostu stężeń związków fosforu i azotu uległo ostatnio pewnemu zahamowaniu we

wszystkich regionach z wyjątkiem Kattegatu i Zatoki Ryskiej. W Zatoce Gdańskiej nadal akumulują się jednak związki azotu. Zasoby podstawowych soli odżywczych recyrkulujących w morzu są obecnie tak duże i stale uzupełniane emisją ze źródeł punktowych i dyfuzyjnych (rolnictwo, dopływ z atmosfery), że wywołało to wzrost produkcji biologicznej, sedimentacji niezużytej materii organicznej, a tym samym wzrost zużycia tlenu na jej rozkład. To spowodowało, że deficyt tlenowy jest spotykany obecnie także w stosunkowo płytkich wodach zachodniego Bałtyku, w tym również w południowej części Basenu Bornholmskiego znajdującej się w granicach Polski.

Duża częstotliwość okresów złego natlenienia wody i spadek jej zasolenia wpływają ujemnie na zoobentos i ryby żyjące przy dnie. Wywołuje to odczuwalne już negatywne skutki ekonomiczne. W Kattegacie granice komercyjnego odłowu ryb przesunęły się na północ. W Basenie Bornholmskim, Gdańskim i Gotlandzkim zniszczone zostały tradycyjne tarliska dorsza.

Wodne bariery rozwoju

W końcu lat siedemdziesiątych Polska stanęła przed zagrożeniem zahamowania rozwoju gospodarczego ze względu na niedostatek ilościowy i jakościowy wody. Zagrożenie to nie zdążyło ujawnić się w pełni ponieważ w międzyczasie nastąpiło załamanie socjalistycznego modelu gospodarki.

Mimo recesji gospodarczej i pewnego spadku zapotrzebowania na wodę regionalne i lokalne wodne bariery rozwoju utrzymują się i przejawiają brakiem wody w małych miastach i na znacznej powierzchni terenów wiejskich. Dotyczy to zwłaszcza obszarów objętych deficytami wód powierzchniowych.

Wzrost gospodarczy w dowolnej dziedzinie będzie skutkował zwiększeniem zapotrzebowania na wodę. Są dziedziny takie jak gospodarka komunalna i rolnictwo, w których wzrost zapotrzebowania na wodę jest nieunikniony. Szacuje się, że potrzeby tylko ze strony intensywnie rozwijanego rolnictwa mogą być równe zasobom dyspozycyjnym. Sytuację pogarsza tragiczna sytuacja jakościowa powierzchniowych wód Polski wynikająca z

wieloletnich zaniedbań w racjonalizacji użytkowania wody przez przemysł i gospodarkę komunalną, a także w budowie oczyszczalni ścieków.

Dla poprawy sytuacji konieczne jest zwiększenie dyspozycyjności zasobów wodnych przez rozwijanie retencji naturalnej, a tam gdzie to

możliwe i wskazane także przez budowę zbiorników retencyjnych. Niezbędne jest także poprawienie stanu jakościowego wód powierzchniowych przez budowę wydajnych oczyszczalni ścieków wykorzystujących technologie pozwalające na wysoką redukcję związków pokarmowych, zwłaszcza fosforu.

10. Wody podziemne

Zasoby wód podziemnych w Polsce

Przedmiotem rozważań są wody słodkie (zwykłe) o zawartości substancji rozpuszczonych (mineralizacji) poniżej 1 g/dm^3 . Aktualne przepisy sanitarne z 1990 r. i odpowiednie normy ustalają tę granicę (biorąc pod uwagę tzw. suchą pozostałość) na $0,8 \text{ g/dm}^3$. Przyjmuje się, że wkrótce będzie ją trzeba przesunąć na 2 g/dm^3 , z uwagi na coraz większą potrzebę wykorzystywania wód podziemnych. Tylko takie wody nadają się do picia i na potrzeby gospodarcze. Występują w Polsce najczęściej na głębokościach od 200-300 m do powierzchni. Wyjątkowo znajdujemy je na 1000-1500 m. Wody podziemne zawarte w pustkach skalnych o charakterze porowatym - *p* (piaski, żwiry), szczelinowym - *sz* (piaskowce, margle, opoki), szczelinowo-krasowym - *sz-k* (wapienie, dolomity) dzieli się na swobodne (swobodne zwierciadło), często zwane gruntowymi i naporowe (artezyjskie).

W obrębie wód podziemnych wyróżnia się piętra wodonośne według wieku skał, w obrębie których występują (Tab. 10.1).

Wprowadzono pojęcie użytkowego poziomu wód podziemnych - to jest zbiorników, z których można uzyskać wodę w ilości większej niż $5-10 \text{ m}^3/\text{h}$ z pojedynczej studni i powyżej $0,3 \text{ tys. m}^3/\text{dobę}$ z ujęcia. Zbiorniki podzielono według ich wydajności (Tab. 10.2).

Całkowite zasoby dyspozycyjne wody w Polsce, pojmowane jako ilość wody możliwa do wykorzystania w 95% czasu wynoszą około $22,5 \text{ km}^3/\text{rok}$, z czego na wody podziemne przypada $12,5 \text{ km}^3/\text{rok}$ (Tab. 10.1).

Wody podziemne są w znacznie niższym stopniu zdegradowane jakościowo niż wody powierzchniowe. Wynika to z faktu, iż są częściowo chronione przed bezpośrednimi wpływami z powierzchni przez strefę aeracji (strefa ponad podziemnym zwierciadłem wody, łącznie z glebą). Gdy już nastąpi jednak zanieczyszczenie wód podziemnych, to nosi ono charakter trwały.

Udział wód podziemnych w ogólnym poborze wody wynosi 14,2%. Wzrasta jednak do ok. 40%, jeżeli odliczymy wody chłodnicze, a pod dodaniu nie ujętego statystyką zaopatrzenia ze studzien indywidualnych wyniesie ok. 45%.

Tabela 10.1
Główne piętra wodonośne w Polsce i związane z nimi zasoby wód podziemnych

Piętro wodonośne (symbol)	Powierzchnia piętra [tys.km ²]	Charakter pustek	Zasoby dyspozycyjne całość $12,50 \text{ km}^3$ [%]	Zasoby dyspozycyjne w Głównych Zbiornikach Wód Podziemnych $7,35 \text{ km}^3$ [%]	Zasoby zatwierdzone stan na dzień 1.01.1992 $14,40 \text{ km}^3$ [%]
Czwartorzędowe (Q)	234	<i>p</i>	65,0	51,3	54,5
Trzeciorzędowe (Tr)	191	<i>p</i>	11,0	5,5	10,9
Kredowe (K)	70	<i>sz</i>	13,0	23,1	13,9
Jurajskie (J)	60	<i>sz,k</i>	5,0	11,7	} 10,7
Triasowe (T)	15	<i>sz,k</i>	3,0	7,1	
Piętra starsze (S)		<i>sz, sz,k</i>	3,0	2,3	

Z wód podziemnych korzysta około 50% ludności miast i około 95% ludności wsi, w sumie ponad 25 milionów mieszkańców. Z tego od 4,0 do 5,5 miliona czerpie wodę z płytkich wód studziennych

Wody podziemne charakteryzują się stabilnością składu chemicznego i temperatury (około 6-8°C), zawierają substancje mineralne podnoszące wartość smakową i często niezbędne dla organizmu ludzkiego.

Zagrożenia dla czystości wód podziemnych

Zasoby wód podziemnych Polski należą głównie do czwartorzędowego piętra wodonośnego (51-65%), występującego w Polsce na dużych obszarach (Tab. 10.1). Wielkie znaczenie mają też piętra kredowe, jurajskie i triasowe z wodami szczelinowymi i szczelinowo-krasowymi (najbardziej narażonymi na zanieczyszczenie), zawierające od 21% do 42% zasobów. W obrębie piętra czwartorzędowego najobfitsze w wodę zbiorniki mają charakter dolin i pradolin oraz stożków i równi napływowych (sandrów), są otwarte, nieizolowane - a więc podatne na zanieczyszczenia. Znaczne zasoby (ok. 50%) wód piętra czwartorzędowego są związane z dolinami i pradolinami, a przez to narażone na kontakty z silnie zanieczyszczonymi wodami rzek. W obrębie starszych pięter przeważają zbiorniki otwarte nieizolowane,

podatne na zanieczyszczenia ze względu na charakter szczelinowo-krasowy i szczelinowy. Zwierciadło pierwszego poziomu wód podziemnych leży często płytko: na około 50% powierzchni kraju - na głębokości mniejszej od 5 m. Średnia głębokość ujmowania wód podziemnych z głównych zbiorników wód podziemnych wynosi w piętrze czwartorzędowym średnio od 25 do 50 m (w dolinach rzek karpackich 5-10 m), ale często jest znacznie mniejsza. W piętrze kredowym ujmuje się wody na głębokości 20-150 m, jurajskim 100-150 (200) m, triasowym 100 (250) m.

Gleby w Polsce i leżące pod nimi skały strefy aeracji przeważnie nie stanowią ochrony dla wód podziemnych. Przeważają bowiem gleby lekkie, rozwijające się na piaskach i słabych (średnich) glinach, odznaczające się małą retencją.

Głównym i trudnym do opanowania zagrożeniem dla czystości wód podziemnych są zanieczyszczenia obszarowe związane z działalnością rolnictwa (nawozy, chemiczne środki ochrony roślin, gnojowica, soki kiszonkowe itp.), a także zanieczyszczenia z atmosfery (tlenki siarki i azotu - "kwaśne deszcze", metale ciężkie) oraz nie skanalizowanym osadnictwem miejskim i wiejskim. Ponadto wodom podziemnym zagrażają w wysokim stopniu, jako rozproszone, punktowe ogniska - substancje ropopochodne (stacje benzynowe, magazyny

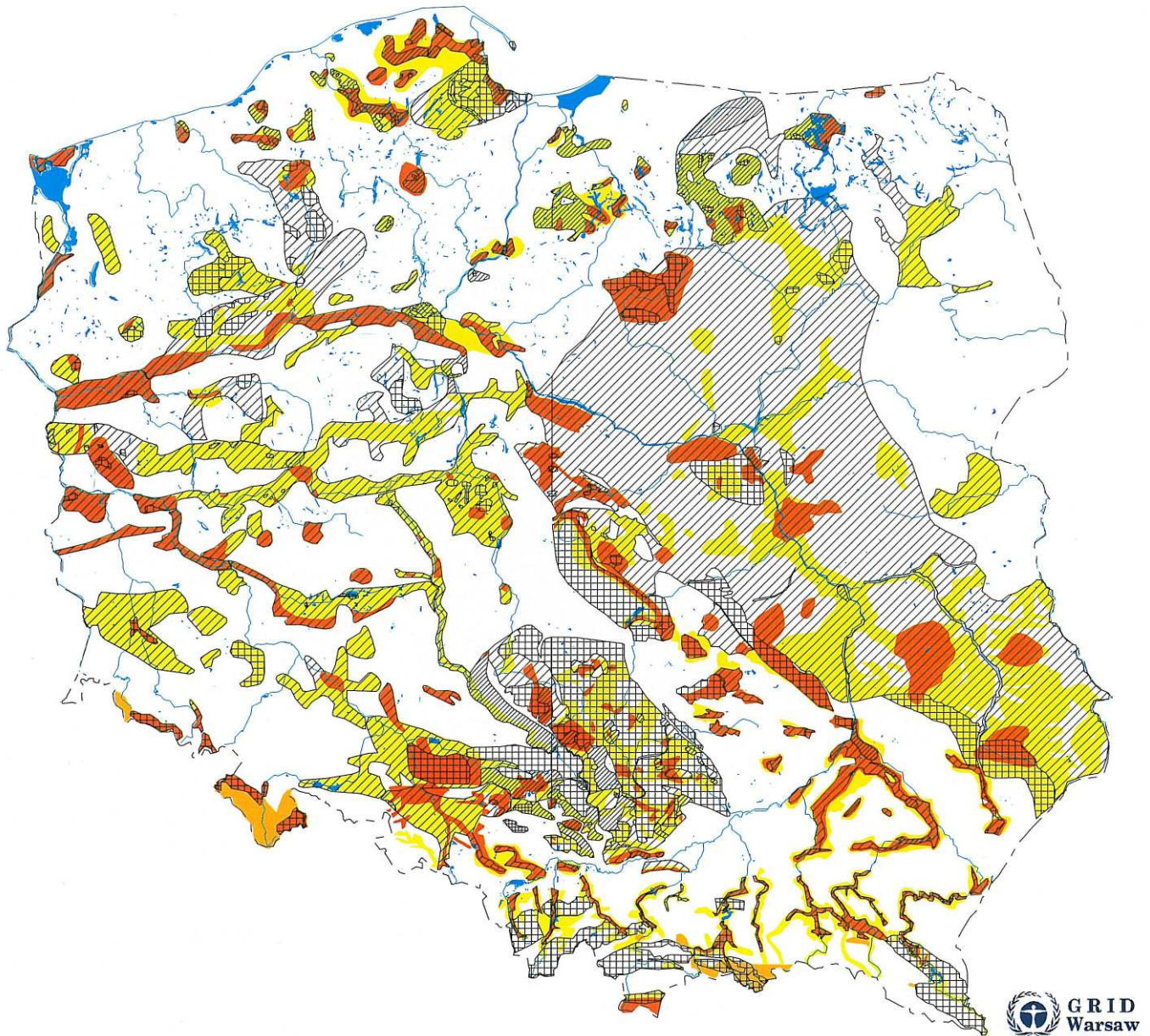
Tabela 10.2
Klasyfikacja zbiorników wód podziemnych

Nazwa zbiornika (poziomu) wód podziemnych	Wydajność studni [m ³ /h]	Wydajność ujęcia [tys. m ³ /dobę]	Liczba mieszkańców, którą można zaopatrzyć [tys.]
Miejscowy zbiornik	poniżej 5-10	poniżej 0,3	poniżej 2,0
Użytkowy poziom	powyżej 5-10	0,3-1,0	2,0-6,6
Lokalny zbiornik	10-70	1-10	6,6-66
Główny zbiornik	powyżej 70	powyżej 10	powyżej 66

Możliwość zaopatrzenia w wodę mieszkańców podano przy zakładanym zużyciu 150 dm³/dobę na osobę

OCHRONA WÓD PODZIEMNYCH

UNDERGROUND WATER PROTECTION



GRID
Warsaw

1 : 4 000 000

OBSZARY OCHRONNE GZWP

UNDERGROUND WATER PROTECTION AREAS

- obszary najwyższej ochrony
highest protection areas
- obszary najwyższej ochrony
(Masyw Karpacki i Sudecki)
highest protection areas
(Carpathians and Sudetes Mountains)
- obszary wysokiej ochrony
high protection areas

JAKOŚĆ WÓD W GZWP

UNDERGROUND WATER QUALITY

- bardzo czyste i czyste
very clean and clean
- nieznacznie zanieczyszczone
insignificantly polluted
- zanieczyszczone
polluted
- niezdadne do picia
unsafe for drinking

Ryc. 40.. Główne Zbiorniki Wód Podziemnych wymagające szczególnej ochrony. Opracowano metodą komputerową na podstawie materiałów Instytutu Hydrogeologii i Geologii Inżynierskiej Akademii Górniczo Hutniczej w Krakowie.

materiałów pędnych i inne) oraz pasmowe ogniska - zanieczyszczone wody powierzchniowe, linie transportowe (np. środki zimowego utrzymania dróg - sól, metale ciężkie itp.). Składowiska odpadów komunalnych i przemysłowych tworzą tak zwane punktowe ogniska zanieczyszczeń, mogące zagrażać wodom podziemnym z uwagi na lęgowanie substancji szkodliwych (odcieki).

Ocenia się, że zanieczyszczenie wód podziemnych objęło już około 25% ich zasobów dyspozycyjnych, zwłaszcza na obszarach aglomeracji śląskiej, warszawskiej, gdańskiej i łódzkiej. Stan czystości wód podziemnych nie jest tak dobrze rozpoznany jak dla wód powierzchniowych. Lukę tę uzupełnią dopiero wyniki powstającej sieci monitoringu.

Wody podziemne wymagają ochrony jakości wobec faktu, że są użytkowane na bardzo szeroka skalę dla zaopatrzenia ludności, zwłaszcza w mniejszych miejscowościach. Ponadto stanowią rezerwę dobrej wody pitnej (w wąskim znaczeniu - jako wody do bezpośredniej konsumpcji) dla przyszłych pokoleń. Obecnie także dla wielu miast mogą być uzupełnieniem używanych wód powierzchniowych o niższej jakości.

Niezależnie od degradacji jakościowej występuje zagrożenie zasobności wód podziemnych przez nadmierną miejscową eksploatację niektórych pięter wodonośnych, przez odwadnianie kopalń (ok. 1,2 km³/rok) i odwadnianie budowlane (w okresach inwestowania do ok. 1,0 km³/rok), a także przez drenowanie gleb, regulację rzek i potoków, likwidację małej retencji (młynówki), zabudowę powierzchni, utwardzanie (zagęszczanie) gleb w rolnictwie przez użycie ciężkiego sprzętu itd.

Powinno się dążyć do zwiększenia zasobów wód podziemnych i ich wspólnego, zespolonego wykorzystania z wodami powierzchniowymi. Zwiększenie retencji podziemnej można osiągnąć przez odpowiednie poczynania hydrotechniczne, łącznie ze sztucznym wzbogaceniem wód podziemnych oraz przez odpowiednią wodochroną gospodarkę rolną i leśną.

Przykładem wskazań dla ochrony wód podziemnych może być wytypowanie na

terenie całej Polski 180 tzw. głównych zbiorników wód podziemnych (GZWP), z określeniem obszarów ich zasilania, które powinny być objęte najwyższą ochroną lub wysoką ochroną. Za obszary wymagające najwyższej ochrony uznano te, w których czas przenikania potencjalnego zanieczyszczenia z powierzchni jest mniejszy od 25 lat (niekiedy znacznie krótszy). Za obszary wysokiej ochrony uznano te, w których wynosi on od 25 do 100 lat. Na liście GZWP znalazło się 40 zbiorników, które nie odpowiadają podstawowym kryteriom, ale znajdują się na obszarach deficytu wód podziemnych (Karpaty, Sudety i przedpola tych gór) (Ryc. 40).

Na obszarach zasilania GZWP obowiązywać winny odpowiednie ograniczenia, zakazy i nakazy. Mają one zapewnić ochronę około 7,35 km³ zasobów wód podziemnych, co stanowi aż 58,8% całości. Obszary, które powinny być objęte najwyższą ochroną zajmują 9,6% powierzchni kraju, a wysoką ochroną - 19,0%. Dlatego celowe jest wskazanie tych obszarów, które są najzasobniejsze i położone korzystnie w stosunku do potencjalnych odbiorców i objęcie ich ochroną w pierwszej kolejności.

Ochronę wód podziemnych trzeba podejmować według *zasady trzech E: Edukacja - Ekonomia - Egzekucja (prawa)*. Działania edukujące społeczeństwo to przekazanie opartych na monitoringu danych o stanie zanieczyszczenia wód podziemnych, informacja o metodach ochrony i wdrażanie do ich stosowania. Działania ekonomiczne dotyczą ochrony wód poprzez opłaty za korzystanie z wód podziemnych i kary za ich marnotrawstwo i zanieczyszczanie. Działania egzekucyjne to ustalenia prawne ochrony wód i ich przestrzeganie.

Należy zaznaczyć, że wszelkie poczynania ochronne mogą budzić sprzeciw oraz konflikty interesów i priorytetów. Trzeba będzie dążyć do rozwiązań kompromisowych, uzasadnionych ekonomicznie. Rosnąca cena wody może kompensować straty wynikające z ograniczeń w użytkowaniu powierzchni. Ochronę wód podziemnych należy rozpatrywać wspólnie z ochroną atmosfery, gleb, lasów i innych komponentów środowiska naturalnego.

11. Odpady

Odpady przemysłowe i komunalne stanowią znaczne potencjalne zagrożenie ludzkiego zdrowia i środowiska. Odpady przemysłowe powstają w dużej masie i charakteryzują się w wielu przypadkach znacznym ładunkiem niebezpieczeństwa, ze względu na wysoką toksyczność, palność, wybuchowość, rakotwórczość itp. Odpady komunalne, z uwagi na rozproszony charakter powstawania na obszarze siedzib ludzkich i wysoki udział substancji organicznej sprzyjającej rozwojowi mikroorganizmów chorobotwórczych, owadów przenoszących zarazki, gryzoni, są zagrożeniem sanitarno - epidemiologicznym.

Poza przemysłem i sektorem komunalnym inne działy gospodarki wytwarzają małe ilości odpadów - trafiają one najczęściej do odpadów komunalnych. Wyjątek stanowią odpady z rolnictwa i hodowli, w znacznej części wykorzystywane ponownie, a częściowo wymagające unieszkodliwienia.

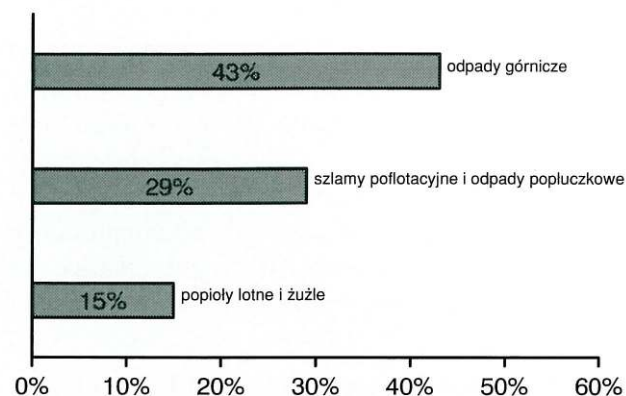
Źródła zagrożeń, rozmieszczenie na terenie kraju

Wśród około 128 milionów ton odpadów przemysłowych wytworzonych w kraju w roku 1991 ponad połowę wytworzył przemysł paliwowo - energetyczny. Łącznie z odpadami z przemysłu metalurgicznego i metali nieżelaznych stanowiło to 83% całkowitej ilości odpadów (Ryc. 41). Z tego było:

- 43% odpadów górniczych (w tym skalnych) z kopalń i zakładów przerobczych;
- 29% szlamów poflotacyjnych i odpadów popłuczkowych przemysłu węglowego, barytowego, siarkowego, miedziowego i cynkowo-ołowiowego;
- 15% popiołów lotnych i żużli z elektrowni i elektrociepłowni oraz pyłów mineralnych.

Ilość odpadów przemysłowych, która została w 1991 r. zdeponowana na składowiskach, hałdach, stawach osadowych itp. wyniosła 62,3 mln ton. I w tej ilości udział odpadów z

przemysłu paliwowo-energetycznego wyniósł prawie połowę, a odpady z 3 powyżej wymienionych grup stanowiły 86% (53,7 milionów ton).



Ryc. 41. Odpady wytworzone - pochodzenie odpadów przemysłowych.

Przestrzenny rozkład odpadów przemysłowych wytworzonych w 1990 r. (według województw) przedstawia ryc. 42. Największe potencjalne zagrożenie obserwuje się w województwie katowickim (połowa całkowitej ilości odpadów w kraju!) i legnickim (16% całkowitej ilości).

Obciążenie środowiska odpadami skierowanymi na składowiska itp. jest największe także w tych dwóch województwach:

- katowickie - 33% odpadów krajowych skierowanych do składowania;
- legnickie (25%);

W większości tych województw dominują odpady z wydobycia i przerobu kopalin oraz z energetyki. Inny charakter zagrożeń dają: w województwie bydgoskim - odpady przemysłu sodowego, w szczecińskim - fosfogipsy, a w krakowskim - żuźle hutnicze.

Szacuje się, że w ogólnej masie wytworzonych w ciągu roku odpadów przemysłowych około 1,5% stanowią odpady szczególnie niebezpieczne dla zdrowia ludzkiego i organizmów żywych - przede wszystkim odpady toksyczne. Ich głównymi wytwórcami są: przemysł chemiczny i koksowniczy, hutniczy, maszynowy i niektóre gałęzie przemysłu lekkiego. W niewielkich ilościach powstają one na terenie

całego kraju, jednak znacznie zwiększoną koncentrację obserwuje się w Polsce południowej (Ryc. 42).

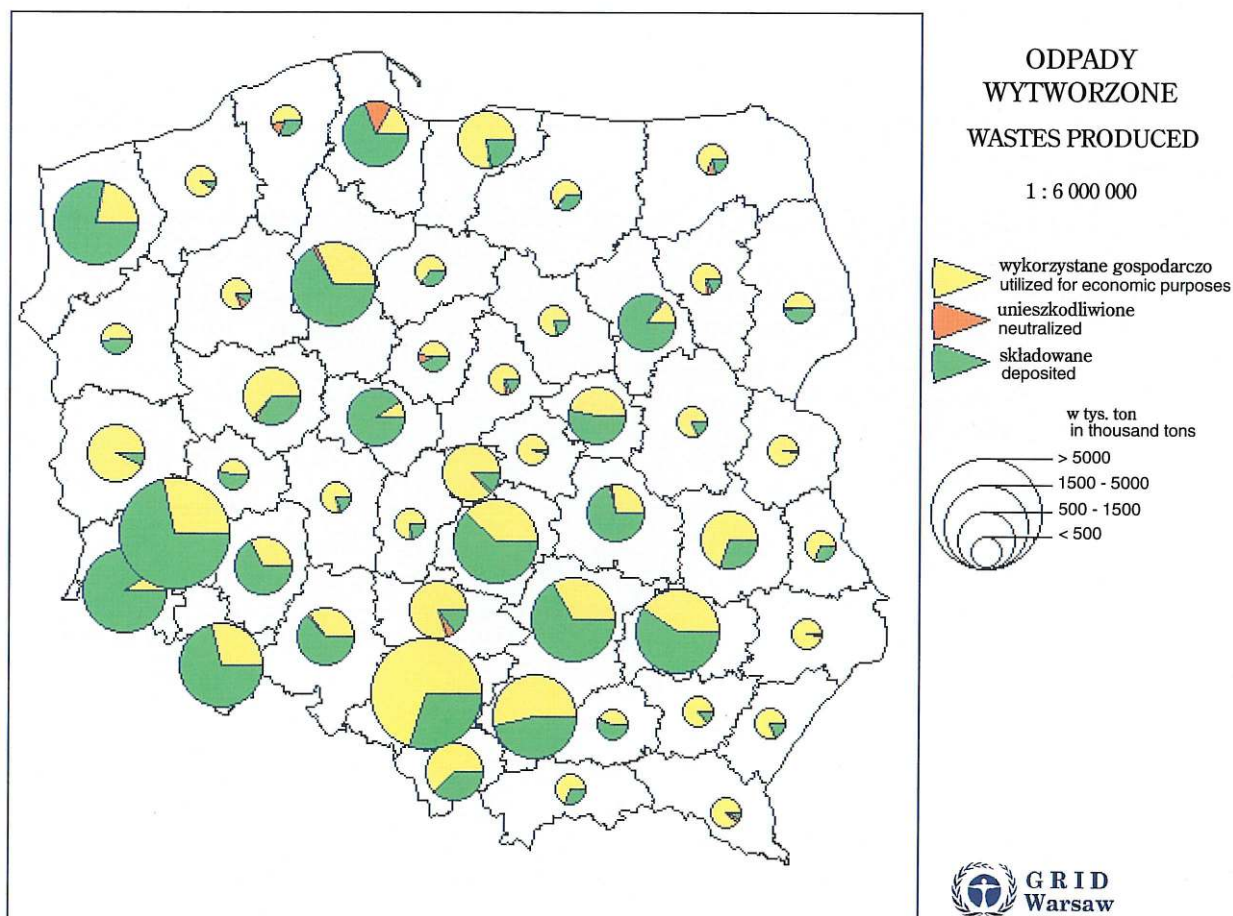
Odpady komunalne, to przede wszystkim odpady z gospodarstw domowych, obiektów obsługi ludności (handel, gastronomia, szkoły, urzędy, służba zdrowia itp.) oraz z terenów otwartych (drogi, parki, tereny rekreacyjne). Do odpadów komunalnych trafiają również odpady z rzemiosła i tych gałęzi przemysłu, które produkują odpady podobne do komunalnych.

W masie odpadów komunalnych około 40-50% stanowią części organiczne, resztę - mineralne. Intensywność powstawania odpadów komunalnych na obszarze kraju jest proporcjonalna do gęstości zaludnienia. Szacuje się, że w roku 1990 na 1 mieszkańca objętego obsługą usuwania odpadów przypadało około 2 m³ wytworzonych odpadów, z czego około jednej trzeciej stanowiły odpady produkcyjne, objęte wywozem przez służby komunalne.

Ilość odpadów w przeliczeniu na 1 mieszkańca różni się w zależności od poziomu życia, struktury zabudowy i poziomu obsługi oraz od sposobu ogrzewania budynków.

Wśród odpadów komunalnych ułamek procenta, za to niezwykle groźny, stanowią odpady szczególnie niebezpieczne dla człowieka i organizmów żywych. Należą do nich: opakowania z resztkami produktów toksycznych, resztki rozpuszczalników, farb i lakierów, przeterminowane leki i chemikalia, materiały zakaźne (w tym z ośrodków zdrowia i prywatnych gabinetów lekarskich), zużyte baterie, lampy jarzeniowe itd. Trafiając do odpadów komunalnych stwarzają one, mimo małej ilości, wysokie zagrożenie dla pracowników służb komunalnych oraz możliwość trudnego do skontrolowania przepływu zanieczyszczeń do środowiska.

W latach 1990 i 1991 prawie 100% odpadów komunalnych skierowano na wysypiska, które zajmują łącznie powierzchnię około 2600 hektarów. Tylko ułamek procenta odpadów



Ryc. 42. Odpady przemysłowe (w tys. ton) wytworzone w 1990 r. Opracowano metodą komputerową na podstawie danych GUS "Ochrona Środowiska 1991", Warszawa 1992.

przerabiały dwie kompostownie: w Katowicach, przerabiająca 240 ton dziennie oraz rozbudowana w r. 1991 do przepustowości 290 ton/dzień - kompostownia warszawska (fot. 39).

Obserwowane tendencje zmian

Od roku 1988, w którym wytworzono 185,9 mln ton odpadów przemysłowych następuje spadek ich ilości (Ryc. 43). W roku 1990 powstało o ok. 23% mniej odpadów i o ok. 17% mniej odprowadzono na składowiska. Jest to wynik zmniejszenia się globalnej produkcji przemysłowej, zwłaszcza że przede wszystkim zmalała produkcja w działach i zakładach wybitnie "odpadotwórczych", przy czym część zakładów najbardziej uciążliwych dla środowiska - zamknięto. Z punktu widzenia ochrony środowiska stanowi to korzystny przełom. Należy jednak odnotować, że w tym samym czasie zmniejszyły się wskaźniki gospodarczego wykorzystania i unieszkodliwiania odpadów.

Według statystyki wywozu odpadów komunalnych, ilość usuwanych odpadów zmalała z około 46 mln m³ w 1989 r. do ok. 41 mln m³ w 1991 r. Dane te nie odzwierciedlają jednak rzeczywistej ilości powstających odpadów komunalnych z uwagi na zmiany organizacji wywozu, jakie zaszły w tym czasie (włączenie prywatnego sektora, nie ewidencjonującego ilości wywożonych odpadów) oraz gwałtowny spadek liczby umów z przedsiębiorstwami oczyszczania wywołany wzrostem cen tych usług.

W rzeczywistości wielki wzrost ilości opakowań pokonsumpcyjnych,

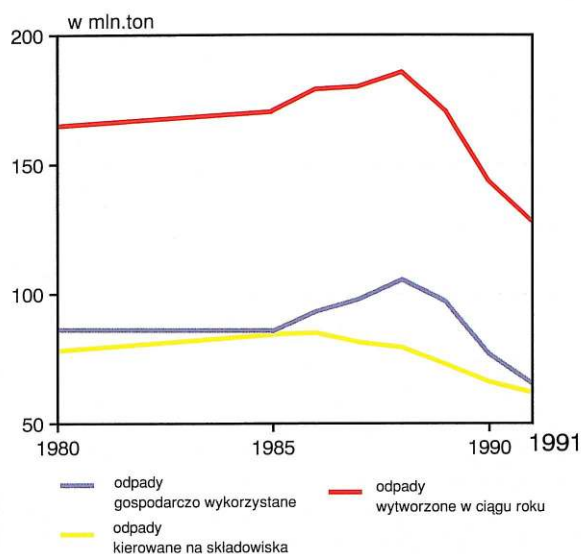
wzrost zużycia tworzyw sztucznych, zwiększona podaż produktów odpadotwórczych (np. banany, owoce cytrusowe, małe porcje żywności w jednorazowych opakowaniach itd.) musi prowadzić do wzrostu ilości odpadów mimo ogólnej tendencji spadku spożycia. Potwierdza to wzrost powierzchni zajętej pod wysypiska, jak również katastrofalny stan zaśmiecenia naszych lasów, poboczy dróg, brzegów rzek itp.

Wpływ stanu obecnego i obserwowanych zmian na warunki życia i zdrowia

Negatywny wpływ wielkich mas składowanych odpadów przemysłowych na środowisko i jakość życia ludzi jest szczególnie widoczny na obszarach największego zagrożenia - zwłaszcza województw legnickiego, katowickiego i krakowskiego. Na pozostałym obszarze kraju istnieje również wiele zagrożeń lokalnych. Mimo, że oficjalne dane szacują łączną ilość nagromadzonych odpadów przemysłowych na terenie Polski na około 1,76 miliarda ton. Natomiast szacunki dokonywane na podstawie



Fot. 39



Ryc. 43. Odpady przemysłowe wytworzone, wykorzystywane i składowane w ciągu roku (w tys. ton) (wg danych GUS)

inwentaryzacji terenowej wykazują, że na składowiskach samego tylko województwa katowickiego jest zdeponowanych prawie 2 mld ton odpadów, w makroregionie południowym ok. 3 mld ton, a w całym kraju - 4 mld ton, leżących jak bomba z opóźnionym zapłonem.

Obok zagrożeń spektakularnych, takich jak np. zakłady Rudna w woj. legnickim, gdzie zgromadzono odpady przemysłu miedziowego na powierzchni 1600 hektarów, istnieją zagrożenia nieświadomione ze strony rozsianych na terenie całego kraju starych składowisk odpadów o nie znanych cechach i niewiadomych przeobrażeniach jakie w nich mogły zachodzić.

Jeżeli idzie o wysypiska odpadów komunalnych to jedynie 30% czynnych obiektów jest zlokalizowanych, urządzonych i eksploatowanych zgodnie z obowiązującymi wytycznymi technicznymi, a więc nie powoduje zagrożeń. Pozostałe obiekty, pracujące od wielu lat, były lokalizowane niegdyś bez szczegółowego rozpoznania warunków hydrogeologicznych, mogą więc zagrażać jakości wód



Fot. 40.

podziemnych. Około 20-25% wysypisk jest nie ogrodzonych i nie ma stałego nadzoru; w tych przypadkach istnieje duże ryzyko podrzucania takich odpadów, które na wysypiska nie powinny trafiać w ogóle.

Podsumowując, należy stwierdzić, że poza dobrze uświadomionym zagrożeniem ze strony "masowych" odpadów przemysłowych, istnieją zagrożenia wynikające z:

- braku wydzielonego, autonomicznego systemu zbierania i unieszkodliwiania odpadów toksycznych i innych niebezpiecznych, powstających w przemyśle, rolnictwie i innych działach gospodarki;
- braku prawidłowo zorganizowanego systemu unieszkodliwiania odpadów zakaźnych i pooperacyjnych, powstających w obiektach służby zdrowia;
- braku informacji o miejscach, ilości i ładunku niebezpieczeństwa zgromadzonych w kraju odpadów;
- braku prawnego obowiązku korzystania przez ludność z istniejących systemów usuwania i unieszkodliwiania odpadów komunalnych oraz "nieszczelność" tych systemów.

Tabela 11.1
Gromadzenie odpadów komunalnych w latach 1975 - 1991

Ogółem w latach	Powierzchnia wysypisk komunalnych [ha]		Stałe odpady komunalne wywiezione z terenów zurbanizowanych [dam ³]
	zorganizowanych	zrekultywowanych w ciągu roku	
1975	1194,6	-	13004,8
1980	2267,3	-	38672,7
1985	2346,4	211,5	42642,1
1989	2568,7	219,9	46157,5
1990	2630,0	223,1	42685,7*
1991		205,6	40915,0*

* Tendencja spadkowa usuwanych odpadów nie wynika z ograniczenia "produkcji" odpadów przez 1 mieszkańca, a z braku ewidencji odpadów usuwanych przez małe firmy prywatne oraz ze zjawiska zrywania przez mieszkańców umów na wywóz śmieci

12. Hałas i wibracje

Hałas i wibracje jako zanieczyszczenie środowiska

Hałas i wibracje są zanieczyszczeniami środowiska przyrodniczego charakteryzującymi się mnogością źródeł i powszechnością występowania. Świadczy o tym fakt, że hałas o ponadnormatywnym poziomie obejmuje 21% powierzchni kraju, oddziałując na jedną trzecią ludności. Wpływ hałasu na człowieka jest często bagatelizowany, dlatego że skutki oddziaływania hałasu nie są dostarczalne natychmiast.

Wyniki badań ankietowych wskazują jednak, że w krajach wysoko rozwiniętych narzekania na uciążliwość hałasu i wibracji wysuwają się na pierwsze miejsce. Na przykład w Japonii w 1979 r. skargi ludności na poszczególne zanieczyszczenia środowiska przedstawiają się następująco: hałas - 36,6%, intensywny odór - 24,6%, zanieczyszczenie powietrza - 18,3%, zanieczyszczenie wody - 14,7%, wibracje - 5,5%, zanieczyszczenie powierzchni ziemi - 0,3%, osiadanie gruntu - 0,1%. We francuskich badaniach z 1986 r. narzekania na hałas są jeszcze bardziej eksponowane. Skargi na ten rodzaj zanieczyszczenia formułowało

79,2% ankietowanych, podczas gdy na zanieczyszczenie powietrza jedynie 7,7%. Wyniki powyższe wykazują, że nie można bagatelizować tego tak poważnego problemu.

Zgodnie z definicją, hałasem są wszelkie niepożądane, nieprzyjemne, dokuczliwe lub szkodliwe drgania mechaniczne ośrodka sprężystego, działające za pośrednictwem powietrza na organ słuchu i inne zmysły oraz elementy organizmu człowieka. W zależności od częstotliwości drgań wyróżnia się:

- hałas infradźwiękowy, niesłyszalny, lecz odczuwalny, o częstotliwości drgań niższej od 20 Hz,
- hałas słyszalny o częstotliwości w przedziale 20 - 20000 Hz,
- hałas ultradźwiękowy, niesłyszalny, ponad 20000 Hz.

Określenie "wibracje" stosuje się do drgań oddziałujących nie za pośrednictwem powietrza lecz ciał stałych.

Hałas jako czynnik szkodliwy towarzyszy człowiekowi od wieków. Uciążliwe i szkodliwe działanie hałasu było znane i sporadycznie



Fot. 41

wykorzystywane od tysięcy lat (trąby jerychońskie). Nigdy jednak hałas nie był tak powszechny i uciążliwy jak obecnie.

Stan zanieczyszczenia hałasem i wibracjami w Polsce

Stan środowiska ze względu na jego zanieczyszczenie hałasem i wibracjami określa się za pomocą zespołu wskaźników tzw. klimatu akustycznego, rozumianego jako wynik różnych grup hałasów i wibracji:

komunikacyjnych (drogowych, kolejowych, lotniczych, wodnych), przemysłowych i innych.

Najczęściej jakość klimatu akustycznego środowiska określa się za pomocą wskaźnika tzw. poziomu ekwiwalentnego dźwięku, mierzonych w decybelach (dB), stanowiącego w przybliżeniu uśrednienie poziomu dźwięku w danym okresie czasowym. Uzupełnia się go niekiedy wskaźnikiem maksymalnego poziomu dźwięku (także w decybelach), szczególnie w przypadku hałasów o działaniu krótkotrwałym, charakteryzujących się wysokimi poziomami maksymalnymi.

Miarą globalnej oceny zagrożenia hałasem są procentowe wskaźniki: ludności narażonej na działanie hałasu o poziomie ponadnormatywnym (w skrócie LZH) oraz udziału terenu zanieczyszczonego takim hałasem (TZH).

Stosowane są również wskaźniki cząstkowe, służące do oceny zagrożenia w określonych warunkach: w miastach, na stanowiskach pracy itd. Ponadto stosuje się wskaźniki zachorowań na chorobę wibracyjną i głuchotę zawodową (np. w przemyśle, w wojsku).

Stan zanieczyszczenia kraju hałasem o poziomie ponadnormatywnym, określony szacunkowo na podstawie badań, przedstawiono

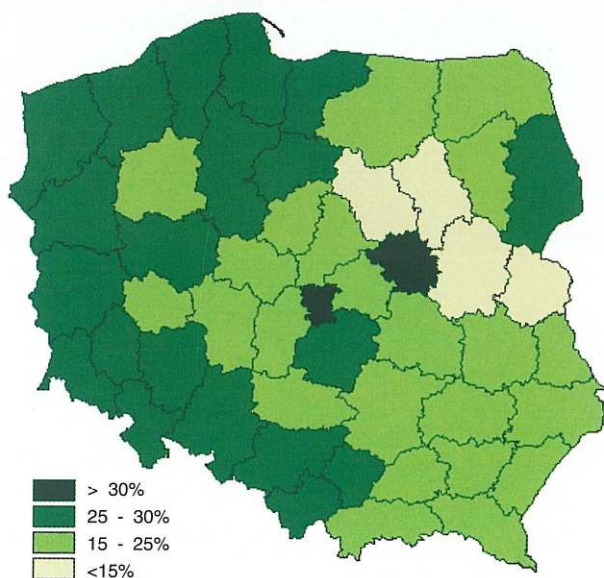
na mapach w układzie wojewódzkim (Ryc. 44, 45), z obliczonymi wskaźnikami LZH i TZH dla końca 1986 roku. Prezentowane mapy zawierają uproszczone dane dla lat 1989-1990 skategoryzowane według 4 stopni zanieczyszczenia. Takie ujęcie pozwoliło na wyodrębnienie grupy województw najbardziej zagrożonych hałasem.

Do roku 1992 opracowano w Polsce około 200 tzw. planów akustycznych miast, opartych głównie na wynikach pomiarów terenowych, jednakże ze względu na niejednorodność metodyki trudno jest je porównywać między sobą. Ograniczając się do hałasów drogowych w miastach można jednak stwierdzić, że poziomy ekwiwalentne tych hałasów są następujące:

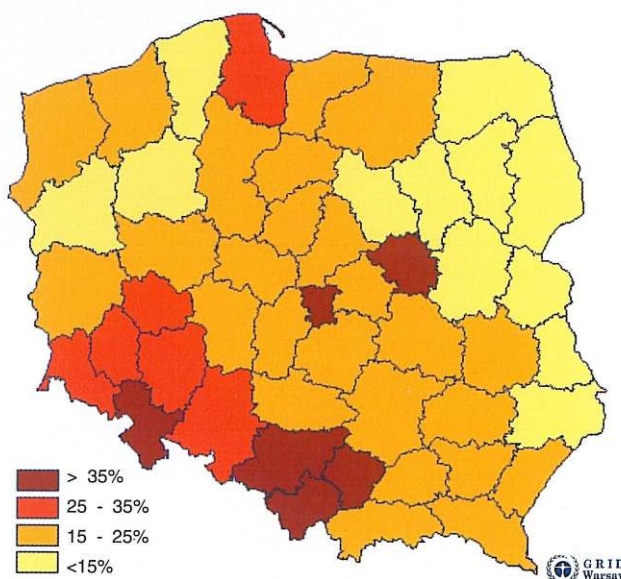
- miasta duże 65-75 dB
- miasta średnie 63-73 dB
- miasta małe 62-71 dB
- tereny wiejskie i osiedlowe 45-62 dB

Określono, również w sposób szacunkowy, procent liczby ludności narażonej na ponadnormatywny hałas zewnętrzny w miastach i stwierdzono, że im większe miasto, tym jego ludność jest bardziej narażona na hałas. Odsetek ludności narażonej wynosi:

Ludność narażona na hałas pow. 60 dB
Percent of the population exposed to noise above 60 dB



Powierzchnia objęta hałasem pow. 60 dB
Percent of the area exposed to noise above 60 dB



1 : 9 000 000

Ryc. 44, 45. Zagrożenie hałasem o poziomie ponadnormatywnym (powyżej 60 dB). Opracowano metodą komputerową na podstawie danych Zakładu Akustyki Instytutu Techniki Budowlanej.

- w miastach powyżej 1 miliona mieszkańców - 40% (wg badań przeprowadzonych we Francji - 36%),
- w miastach 200 tys. - 1 mln mieszkańców - także 40% (we Francji - jedynie 30%);
- od 50 do 200 tys. - 35% (Francja - 24%);
- 5-50 tys. - 25% (Francja 12-18%)
- w osiedlach wiejskich już tylko 7% (we Francji więcej - 11%)

U mieszkańców budynków narażonych na hałasy komunikacyjne o poziomie zewnętrznym (ekwiwalentnym) ponad 60 dB występują objawy chorobowe. Liczba mieszkańców takich budynków skarżących się na zmęczenie i wyczerpanie jest o 15% wyższa niż u mieszkańców budynków o poziomie hałasu poniżej granicy 60 dB, podobnie 50% więcej uskarża się na zakłócenia snu a 40% więcej na objawy charakterystyczne dla nerwicy serca.

Tylko 12% stref przyszpitalnych spełnia wymagania akustyczne jakie są im stawiane, natomiast aż w 40% tych stref ekwiwalentne poziomy hałasu przekraczają wartość 60 dB. Dopuszczalny poziom hałasu, wynoszący 40 dB w dzień a 30 dB w nocy, jest znacznie przekraczany w większości uzdrowisk polskich, szczególnie tych, przez które przebiegają trasy komunikacyjne o dużym natężeniu ruchu drogowego (np. Cieplice-Zdrój, Kudowa-Zdrój, Krynica, Szczawno-Zdrój). Pomiar przeprowadzone w ośmiu uzdrowiskach (Augustów, Horyniec, Inowrocław, Iwonicz, Kamień Pomorski, Połczyn-Zdrój, Rymanów, Wieliczka) wykazały poziom ekwiwalentny hałasu drogowego w granicach 61-80 dB, w niektórych ponad 80 dB (w Iwoniczu i Rymanowie).

W przemyśle krajowym średni poziom wartości maksymalnych hałasu na stanowiskach pracy wynosi ok. 100 dB. Przeciętne przekroczenie normy, wynoszącej 85 dB dochodzi więc do 15 decybeli.

Na stanowiskach pracy, gdzie występuje zagrożenie hałasem i wibracjami, pracuje około 4 miliony osób. Spośród nich 1,5 mln pracuje na stanowiskach o ponadnormatywnym poziomie hałasu, 500 tys. tam, gdzie poziom hałasu

(ekwiwalentny) przekracza 90 dB, a 22 tysiące - w hałasie ekwiwalentnym ponad 100 dB. Na działane wibracji o ponadnormatywnych poziomach narażonych jest 90 tys. pracowników, natomiast ponad 800 tys. osób narażonych jest na bierne odbieranie drgań.

Warunki mieszkaniowe około 4,5 miliona osób są pod względem hałasu gorsze od preferowanych, a 2,5 mln mieszka w warunkach gorszych od tolerowanych. Około 6 milionów osób narzeka na hałasy w budynkach mieszkalnych, z tego około 800 tys. na hałasy maszyn i instalacji. Ponad połowa mieszkańców miast skarży się na hałas zewnętrzny, nieco mniej - na hałasy przenikające przez stropy, a jedna czwarta - na hałasy zza ścian.

Wśród pracowników przemysłu i transportu głuchota jest na pierwszym miejscu jako choroba zawodowa. Liczba zachorowań podwaja się co 10 lat. Trzecie miejsce na liście chorób zawodowych zajmuje choroba wibracyjna.

Źródła hałasu i wibracji

Klasyfikacja źródeł hałasu i wibracji wyróżnia źródła pojedyncze (np. środki komunikacji, transportu i produkcji w obiektach i na zewnątrz) oraz źródła zgrupowane na określonej przestrzeni (drogi, lotniska, dworce, zajezdnie, stacje rozrządowe, obiekty przemysłowe, rozrywkowe, sportowe itp.). Dominujący wpływ na klimat akustyczny środowiska przyrodniczego mają hałasy komunikacyjne. Oprócz właściwości źródeł hałasu, na klimat akustyczny środowiska w dużym stopniu oddziałuje lokalizacja obiektów komunikacyjnych (np. lotnisk) i przemysłowych wraz z prowadzącymi do nich trasami komunikacyjnymi.

Poziomy dźwięku, których źródłem są środki komunikacji drogowej i kolejowej, wynoszą od 75 do 95 dB, w podziale na poszczególne rodzaje pojazdów przedstawia się to następująco: pojazdy jednośladowe 79-87 dB, samochody ciężarowe 83-93 dB, autobusy i ciągniki 85-92 dB, samochody osobowe 75-84 dB, maszyny drogowe i budowlane 75-85 dB, wozy oczyszczania miasta 77-95 dB. Powyższe wartości przekraczają o kilka decybeli wyma-

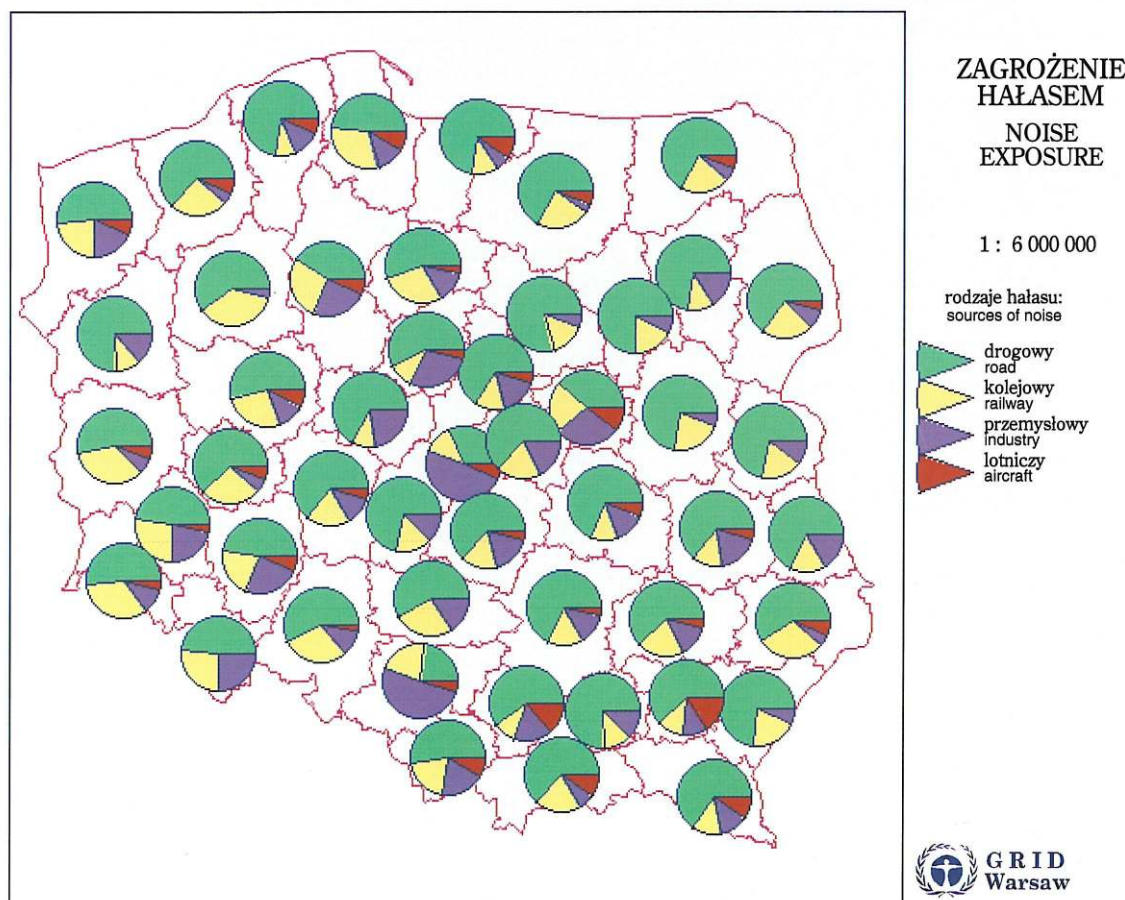
gania określone dla krajowych producentów przez polską normę. Natomiast dopuszczalne poziomy hałasu, określone dla środowiska innymi przepisami do maksimum 45-60 dB, są przekraczane aż o 12 do 37 dB.

Istotną rolę w kształtowaniu klimatu akustycznego środowiska odgrywa układ dróg w kraju. Średnia krajowa gęstość dróg wynosi około 50 km na 100 km². Największa gęstość - 70 km/100 km² - występuje w województwach południowych, najmniejsza - 40 km/100 km² - w województwach północno-wschodniej Polski.

Szacuje się, że natężenie ruchu drogowego w ciągu ostatnich pięciu lat wzrosło trzykrotnie. Hałas wywołany ruchem drogowym (poziom ekwiwalentny) większy od 60 dB występuje na ponad 60% długości dróg rangi krajowej i aż na 92% długości dróg międzyregionalnych. Fakt, że 25% sieci dróg krajowych przenosi aż 60% ruchu, wskazuje na wyczerpanie przepustowości dróg, czego konsekwencją jest zwiększenie na nich poziomów hałasu do maksimum. Szacuje się, że średniodobowe poziomy ekwiwalentne hałasu wynoszą: na sieci dróg krajowych -

70dB, na sieci dróg kolejowych - 69 dB, na terenach przylotniskowych 80-100 dB i w otoczeniu zakładów przemysłowych - od 50 do 90 dB.

Lotniska stanowią powierzchniowe źródła oddziaływania wielu pojedynczych źródeł hałasu - samolotów stojących na płycie z pracującymi silnikami oraz startujących i lądujących. Na uciążliwość lotniska istotny wpływ ma hałaśliwość samolotów oraz intensywność i organizacja ruchu lotniczego - na samym lotnisku, w strefie lotów nad lotniskiem, w strefie oczekiwania i w strefie podejścia. Samoloty na trasach wznoszenia i oczekiwania emitują hałas na okoliczne tereny o poziomie 80-110 dB. Hałaśliwość samolotów zależy od ich rozwiązań technicznych oraz od maksymalnej masy startowej. Nowe generacje samolotów są z reguły mniej hałaśliwe od starszych. Nie dotyczy to samolotów wojskowych. O ile obszar narażony na hałas o poziomie 80 dB wynosi dla samolotów starszych typów około 150 km², to dla samolotów nowych, tzw. drugiej generacji wynosi tylko 35-45 km².



Ryc. 46. Struktura hałasu o poziomie ponadnormatywnym (pow. 60 dB). Opracowano metodą komputerową na podstawie danych Zakładu Akustyki Instytutu Techniki Budowlanej.

Hałas emitowany przez samoloty startujące i lądujące oraz będące w ruchu obejmuje swym zasięgiem nie tylko tereny lotniska, ale czyni nieprzydatnymi do zamieszkania tereny położone od kilku do kilkunastu kilometrów od granicy lotniska - zależnie od położenia pasów startowych. Lotniska towarowe są dla mieszkańców szczególnie uciążliwe, ponieważ loty często odbywają się w nocy.

Skutki oddziaływania hałasu i wibracji na człowieka i środowisko naturalne

Społeczne i zdrowotne skutki oddziaływania hałasu i wibracji wyrażają się:

- szkodliwym działaniem tych zanieczyszczeń na zdrowie ludności;
- obniżeniem sprawności i chęci działania oraz wydajności pracy;
- negatywnym wpływem na możliwość komunikowania się;
- utrudnianiem odbioru sygnałów optycznych;
- obniżeniem sprawności nauczania;
- powodowaniem lokalnych napięć i kłótni między ludźmi;
- z w i ę k s z e n i e m negatywnych uwarunkowań w pracy i komunikacji, powodujących wypadki;
- rosnącymi liczbami zachorowań na głuchotę zawodową i chorobę wibracyjną.

Hałas i wibracje powodują pogorszenie jakości środowiska przyrodniczego, a w konsekwencji:

- utratę przez środowisko naturalne istotnej wartości, jaką jest cisza;
- zmniejszenie (lub utratę) wartości terenów rekreacyjnych lub leczniczych;

- zmianę zachowań ptaków i innych zwierząt (stany lękowe, zmiana siedlisk, zmniejszenie liczby składanych jaj, spadek mleczności zwierząt i inne).

Hałas i wibracje powodują także ujemne skutki gospodarcze, takie jak:

- szybsze zużywanie się środków produkcji i transportu;
- pogorszenie jakości i przydatności terenów zagrożonych nadmiernym hałasem oraz zmniejszenie przydatności obiektów położonych na tych terenach;
- absencję chorobową spowodowaną hałasem i wibracjami, z czym są związane koszty



Fot. 42.

leczenia, przechodzenia na renty inwalidzkie, utrata pracowników;

- pogorszenie jakości wyrobów (niezawodności, trwałości);
- utrudnienia w eksporcie wyrobów nie spełniających światowych wymagań ochrony przed hałasem i wibracjami.

Działania dotyczące ochrony środowiska przed hałasem i wibracjami

Program działań dotyczących ochrony środowiska przed hałasem i wibracjami jest w Polsce realizowany w skromnym zakresie, ze względu na niewielkie środki przeznaczone na te cele, szczególnie zmniejszone w ostatnich latach. Istotne osiągnięcia w tej dziedzinie mają zatem swoje źródło w badaniach przeprowadzonych w latach 1986-1990.

Pozwoliły one na opracowanie zbioru skomputeryzowanych instrukcji, umożliwiających podjęcie kontroli stanu akustycznego środowiska, przystąpienie przez Państwową Inspekcję Ochrony Środowiska do wpro-

wadzenia systemu ewidencji hałaśliwych obiektów w środowisku. Możliwa stała się nowelizacja ustaw i przepisów wykonawczych dotyczących ochrony środowiska przed hałasem i wibracjami.

Realizowane są w kraju przeciwhałasowe ekrany urbanistyczne (w Krakowie, w Płudach pod Warszawą i inne np. fot. 42), antywibracyjne podtorza tramwajowe (np. w Krakowie). Wykonywane są również liczne oceny obiektów szczególnie uciążliwych dla środowiska, pomiary kontrolne, mapy akustyczne terenów wokół lotnisk i całych miast (np. w 1990 r. zakończono prace nad planem akustycznym Bydgoszczy).

Niestety, w związku z obecnymi ograniczeniami finansowymi, powstały ogromne trudności w podejmowaniu dalszych prac.

13. Radioaktywność

Z uwagi na ich pochodzenie, pierwiastki radioaktywne (tzw. radionuklidy), które występują w środowisku naturalnym można podzielić na dwie grupy.

Pierwszą grupę stanowią pierwiastki radioaktywne utworzone w okresie formowania się systemu słonecznego. Charakteryzują się one długimi okresami połowicznego zaniku¹, porównywalnymi do czasu istnienia Ziemi wynoszącego około $5 \cdot 10^9$ lat. Do grupy tej zaliczane są także pierwiastki promieniotwórcze pochodzące od pierwiastków, które zapoczątkowują tzw. naturalne szeregi promieniotwórcze.

W środowisku Ziemi obecne są pierwiastki promieniotwórcze trzech naturalnych szeregów promieniotwórczych: torowego, uranowo-radowego i uranowo-aktynowego. Pierwiastki promieniotwórcze tych szeregów są źródłem promieniowania alfa, beta i gamma.

We wszystkich trzech naturalnych szeregach promieniotwórczych jest obecny radon: w torowym - radon-220 (toron), w uranowo-radowym - radon-222 (radon), w uranowo-aktynowym - radon-219 (aktynon). Izotopy radonu, ulegając rozpadowi, tworzą osad promieniotwórczy zawierający dalsze kolejne pierwiastki promieniotwórcze. Naturalna mieszanina uranu zawiera 99,28 % uranu-238, który jest pierwiastkiem macierzystym szeregu uranowo-radowego, 0,0058 % uranu-234 i 0,714 % uranu-235 dającego początek szeregowi uranowo-aktynowemu. Wzajemne stosunki stężeń izotopów uranu w próbkach środowiskowych są najczęściej takie same, jak w jego mieszaninie naturalnej.

Ważnym radionuklidem naturalnym (z uwagi na jego duży udział w ziemskim tle promieniowania jonizującego) jest potas-40 stanowiący ok. 0,01% domieszkę w potasie

naturalnym. Potas-40 emituje promieniowanie beta i gamma. Okres jego połowicznego zaniku wynosi $1,32 \cdot 10^9$ lat. W środowisku ziemskim obecne są w bardzo małych ilościach również inne długo żyjące pierwiastki promieniotwórcze naturalne, jak np. rubid-87, lantan-138, samar-147.

Do drugiej grupy radionuklidów naturalnych zaliczane są izotopy promieniotwórcze, powstałe w wyniku reakcji jądrowych zachodzących między cząstkami promieniowania kosmicznego, a jądrami niektórych pierwiastków znajdujących się w powietrzu. W ten sposób powstają: wodór-3 (tryt), beryl-7, węgiel-14.

Pierwiastki promieniotwórcze naturalne z obu grup są wszechobecne w środowisku Ziemi. Wartości ich stężeń w poszczególnych komponentach środowiska mogą się różnić kilkadziesiąt lub kilkaset razy w zależności od naturalnych i sztucznie wytworzonych warunków lokalnych. Stężenia radionuklidów naturalnych w pyłach odprowadzanych do atmosfery, odpadach gromadzonych na wysypiskach, hałdach i w stawach osadowych są często wielokrotnie większe od stężeń tych radionuklidów w glebie.

W następstwie wybuchów jądrowych przeprowadzanych w atmosferze oraz awarii elektrowni jądrowej w Czernobylu, środowisko Polski zanieczyszczone zostało wieloma radionuklidami pochodzenia sztucznego, z których większość, z uwagi na krótki okres ich połowicznego zaniku, całkowicie się rozpadła i obecnie nie występuje już w środowisku naszego kraju. Natomiast niektóre sztuczne pierwiastki promieniotwórcze o długim wieloletnim okresie połowicznego zaniku (cez-134, cez-137, stront-90) w dalszym ciągu zanieczyszczają środowisko.

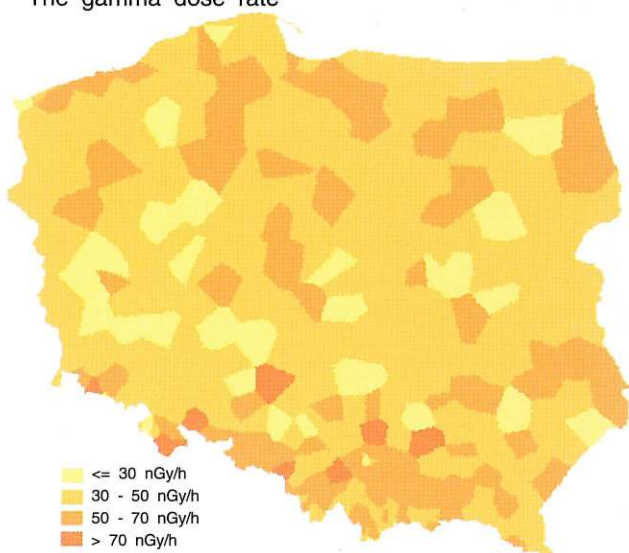
Sytuacja radiologiczna środowiska w Polsce

Warunki radiologiczne środowiska to przede wszystkim promieniowanie gamma, które stanowi o wielkości narażenia ludności na

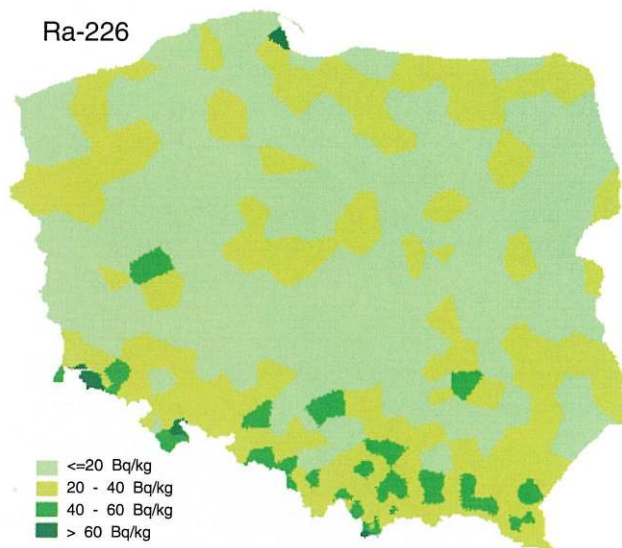
¹Okres połowicznego zaniku - czas, w którym aktywność radionuklidu zmniejsza się do połowy.

WARUNKI RADIOLOGICZNE RADIOLOGICAL SITUATION

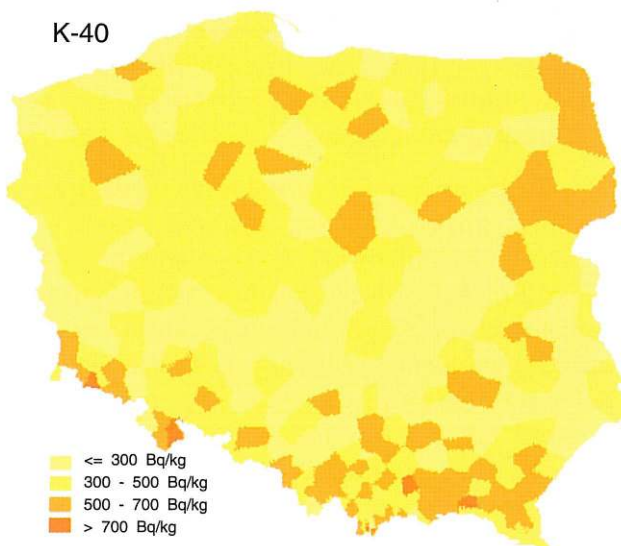
Moc dawki gamma
The gamma dose rate



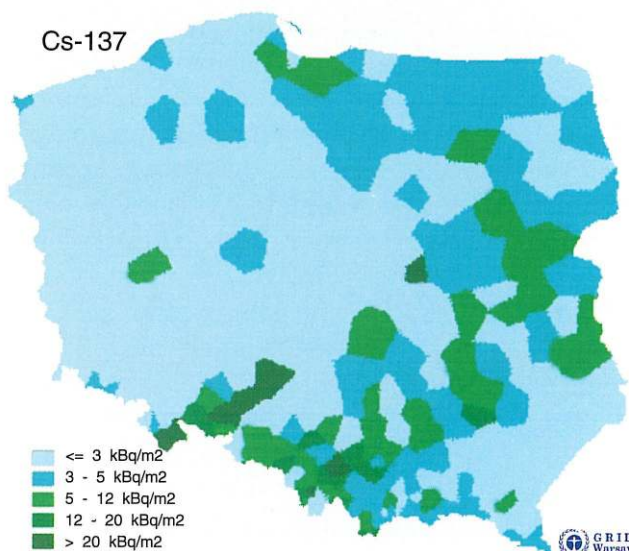
Ra-226



K-40



Cs-137



GRID
Warsaw

1 : 8 000 000

Ryc. 47. Warunki radiologiczne naturalnego środowiska Polski w 1991 r.

Opracowano metodą komputerową na podstawie danych Centralnego Laboratorium Ochrony Radiologicznej.

działanie promieniowania zewnętrznego oraz obecność radionuklidów w komponentach środowiska naturalnego powodujących skażenie wewnętrzne organizmu drogą pokarmową i oddechową.

Wartości mocy dawki² promieniowania gamma na terenie Polski mieszczą się w granicach od 17,7 do 97 nGy/h (Ryc. 47), wartość średnia wyznaczona dla obszaru Polski wynosi 45,4 nGy/h. Stężenie radu-226 w glebie na terenie Polski wynosi od 4,8 do 118 Bq/kg³. Zakładając, że w środowisku naturalnym istnieje równowaga promieniotwórcza między radem-226 i uranem-238, można przyjąć, że stężenia obu tych radionuklidów są w glebie takie same. Stężenia toru-228 w glebie na terenie Polski mieszczą się w granicach od 3,6 do 77 Bq/kg. Wartości średnie stężeń radu-226 i toru-228 dla obszaru Polski wynoszą odpowiednio 26 i 21 Bq/kg. Stężenie potasu-40 w glebie wynosi od 111 do 967 Bq/kg (Ryc. 47). Wartość średnia stężenia tego radionuklidu w glebie na obszarze Polski - 413 Bq/kg.

Wartości średnich stężeń radu-226, toru-228 i potasu-40 w glebie obszaru Polski różnią się nieznacznie od średnich światowych, które wynoszą odpowiednio: 26, 26 i 370 Bq/kg. Wartości stężeń cezu-137 w glebie na terenie Polski w roku 1990 wynosiły od 0,76 do 54,5 kBq/m. Wartość średnia stężenia tego radionuklidu wyznaczona dla obszaru Polski wynosiła 4,72 kBq/m. Stężenia cezu-134 w glebie były w roku 1990 około 10-krotnie mniejsze od stężeń cezu-137.

Roczny efektywny równoważnik dawki otrzywanej przez mieszkańców Polski

Wartość średnia całkowitego rocznego efektywnego równoważnika dawki⁴ promieniowa-

² *Dawka* - termin ogólny, oznaczający dawkę pochłoniętą, mogący również oznaczać np. równoważnik dawki lub efektywny równoważnik dawki.

Dawka pochłonięta - ilość energii promieniowania jonizującego przekazana jednostce masy napromieniowanej materii. Jednostką dawki pochłoniętej jest grej (Gy; lub nGy = 10⁻⁹)

Moc dawki - dawka przypadająca na jednostkę czasu.

³ *Stężenie promieniotwórcze* - aktywność radionuklidu odniesiona do masy lub objętości materiału, w którym substancja promieniotwórcza jest rozłożona. Jednostką stężenia promieniotwórczego jest Bq/kg, Bq/m.

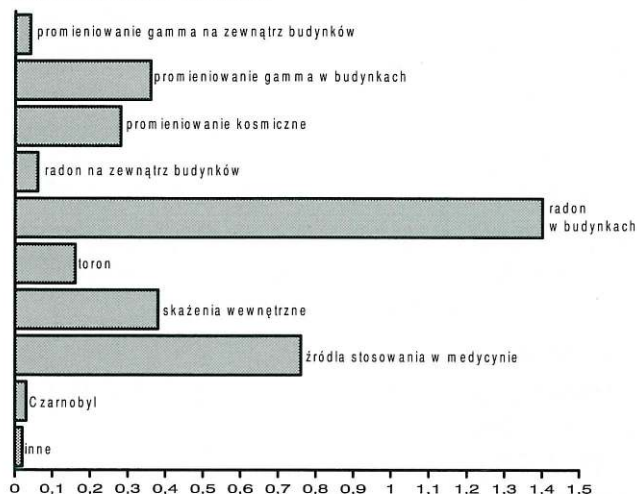
nia jonizującego, otrzymanej w roku 1991 przez statystycznego mieszkańca Polski wyniosła 3,6 mSv. Na wartość tę złożyło się promieniowanie radionuklidów naturalnych i pochodzenia sztucznego obecnych w środowisku oraz promieniowanie radionuklidów, które ze środowiska przedostały się do wszelkiego rodzaju materiałów i produktów, takich jak np. materiały budowlane czy produkty żywnościowe. Znaczny udział w całkowitym rocznym efektywnym równoważniku dawki ma także promieniowanie jonizujące stosowane w diagnostyce medycznej (Ryc. 48).

Obowiązujące w Polsce przepisy przyjmują, że dawka graniczna dla zamieszkałych lub przebywających w ogólnie dostępnym otoczeniu źródeł promieniowania jonizującego, w tym również obiektu jądrowego oraz narażonych wskutek skażeń promieniotwórczych środowiska, wyrażona jako efektywny równoważnik dawki w ciągu 12 miesięcy wynosi 1 mSv. Dawka graniczna nie obejmuje napromieniowania pochodzenia kosmicznego oraz z naturalnych pierwiastków promieniotwórczych zawartych w środowisku w jego naturalnym stanie lub występujących w organizmach w warunkach fizjologicznych.

Badania pozwalają ocenić, że wartość rocznego efektywnego równoważnika dawki powodowanej promieniowaniem radionuklidów pochodzenia sztucznego, jaką otrzymał mieszkaniec Polski w 1991 r. wyniosła około 0,032 mSv. Na wartość tę złożyło się 0,02 mSv będącego wynikiem oddziaływania na organizm ludzki zewnętrznego promieniowania gamma, oraz 0,012 mSv pochodzącego z promieniowania radionuklidów, które przedostały się do wnętrza organizmu drogą pokarmową i oddechową. Z porównania wartości 0,032 mSv z wartością dawki granicznej i z wartością średnią całkowitego rocznego efektywnego równoważnika dawki wynika, że w 1991 r. efektywny równoważnik dawki powodowany promieniowaniem radionuklidów pochodzenia sztucznego stanowił odpowiednio około 3,2 %

⁴ *Efektywny równoważnik dawki (dawka efektywna)*- dawka obrazująca całkowite narażenie organizmu przy równomiernym lub nierównomiernym napromienieniu narządów lub tkanek. Jednostką efektywnego równoważnika dawki jest siwert (sy; lub mSv10⁻³)

dawki granicznej i około 1 % średniego całkowitego rocznego efektywnego równoważnika dawki otrzymanywanej przez mieszkańca Polski.



Ryc. 48. Średnie roczne efektywne równoważniki dawki otrzymanej od różnych źródeł promieniowania przez mieszkańca Polski w 1991 r.

Działania służb ochrony radiologicznej

Zgodnie z obowiązującymi w Polsce przepisami, wszelka działalność powodująca lub mogąca powodować narażenie na promieniowanie podlega nadzorowi i kontroli. Dotyczy to jądrowych reaktorów badawczych i wszelkiego rodzaju zakładów stosujących źródła promieniowania jonizującego. Kontrolą objęte są takie działania, jak transport i składowanie źródeł promieniotwórczych, materiałów jądrowych i odpadów promieniotwórczych. Zadania służb ochrony radiologicznej w zakresie kontroli skażeń promieniotwórczych

środowiska polegają na wykrywaniu tych skażeń i prowadzeniu systematycznych pomiarów radioaktywności: powietrza, opadu całkowitego, wód powierzchniowych i wodociągowych, ścieków, gleby, roślin, artykułów i produktów żywnościowych.

W celu zapewnienia możliwości szybkiego wykrywania skażeń i dokonywania w trybie pilnym ocen sytuacji radiologicznej kraju, część placówek badających radiologiczne warunki środowiska tworzy sieć alarmową, której zadaniem jest prowadzenie ciągłych pomiarów mocy dawki promieniowania gamma i radioaktywności powietrza.

Ważnym zadaniem ochrony radiologicznej jest wykrywanie i kontrola zanieczyszczeń środowiska powodowanych radionuklidami naturalnymi. Zanieczyszczenia te są następstwem działalności energetyki, przemysłu i górnictwa.

Materiały zgromadzone na składowiskach, hałdach i w stawach osadowych zawierać mogą pierwiastki promieniotwórcze w stężeniach wielokrotnie większych od występujących w środowisku w jego naturalnym stanie. Dlatego też stosowanie żużli i popiołów lotnych jako surowców do produkcji materiałów budowlanych, bez ich właściwej kontroli i selekcji, prowadzić może do wzrostu dawki promieniowania jonizującego otrzymanywanej przez ludność. Prowadzone w Polsce badania radioaktywności surowców i materiałów budowlanych oraz pomiary stężeń radonu w powietrzu budynków mieszkalnych mają na celu możliwie jak największe ograniczenie tego zagrożenia.

Podsumowanie

Dużo wiemy i dużo nie wiemy

Stan środowiska przyrodniczego, lub ogólniej - stan przyrody, ocenia się na podstawie różnych pomiarów i obiektywnych obserwacji. Jeżeli ocena taka ma charakteryzować duże obszary, a szczególnie gdy ma odnosić się do całej Polski na tle sytuacji europejskiej, to pomiary i obserwacje muszą być dokonywane w wielu punktach jednorodnymi metodami, tak by ich wyniki były porównywalne, wiarygodne i obiektywne. Ocena stanu środowiska jest prowadzona głównie przez państwowy monitoring środowiska, funkcjonujący w ramach Państwowej Inspekcji Ochrony Środowiska. Służba ta jest obecnie organizowana. Między innymi, fakt ten jest przyczyną, iż wiele informacji o stanie środowiska jest jeszcze mało dokładnych lub, że takich informacji brakuje.

Metody stosowane do oceny środowiska można podzielić na dwie grupy. Grupa pierwsza, to metody, do których potrzebna jest aparatura pomiarowa, często bardzo precyzyjna i nowoczesna. Użycie tylko takiej aparatury daje pomiary porównywalne z dokonywanymi w innych krajach Europy, spełniające przyjęte we Wspólnotach Europejskich standardy EWG. Ograniczeniem potrzebnej liczby pomiarów jest w tym przypadku brak środków krajowych na zakup aparatury; bywa także brak odpowiednio przeszkolonych kadr do obsługi tej aparatury. Ograniczenia te są obecnie szybko likwidowane. Na coraz lepszej aparaturze opierają się oceny zanieczyszczenia rzek i jezior, powietrza atmosferycznego, gleb, czy zawartości szkodliwych substancji chemicznych w ciałach organizmów.

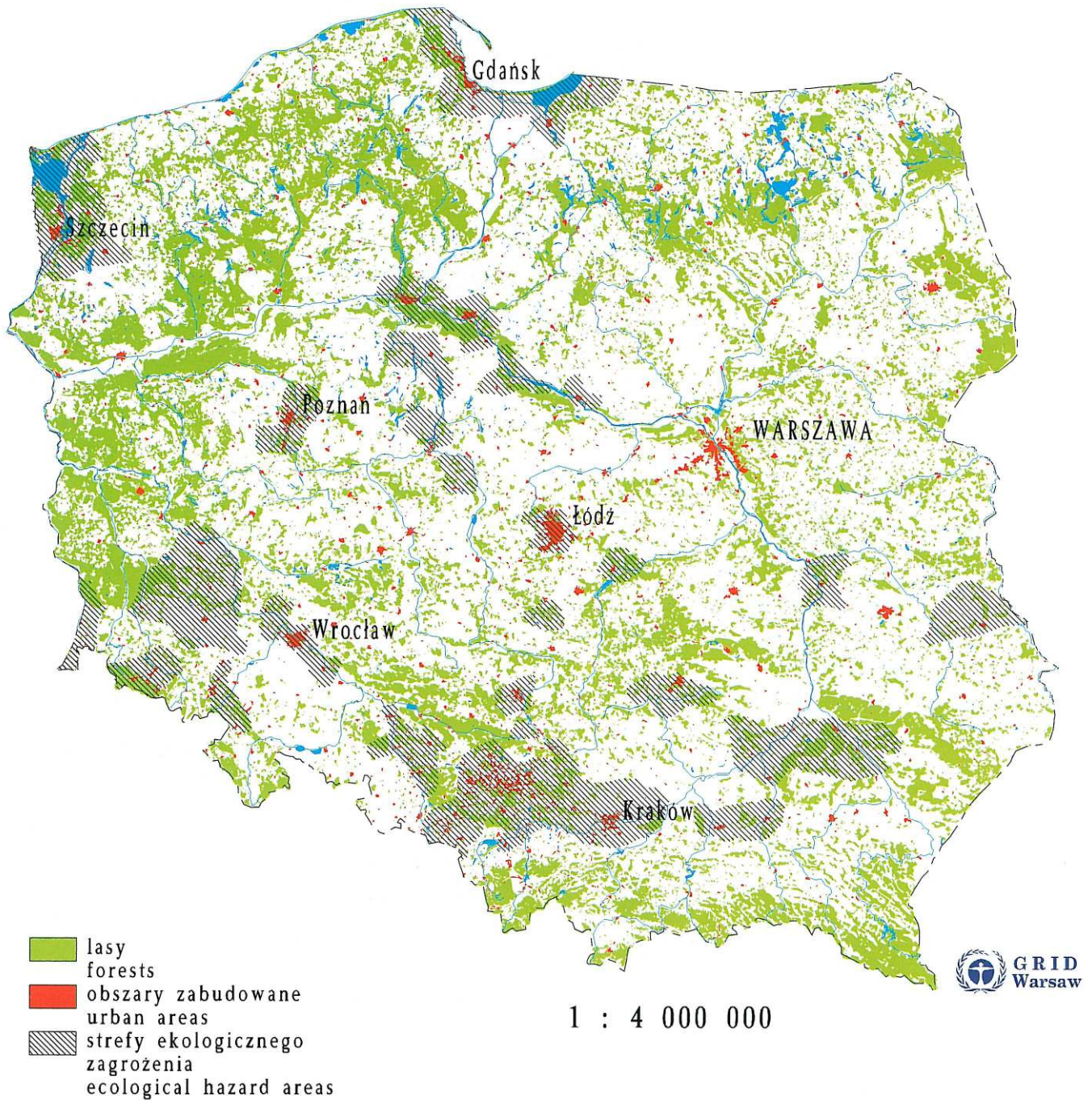
Do tej grupy monitorowania środowiska można zaliczyć także ocenę zmian zachodzących w przyrodzie, dokonywanych na podstawie zdjęć satelitarnych i lotniczych naszego kraju. Mimo wysokiej ich ceny, dostępność takich zdjęć staje się w Polsce coraz większa. W wielu przypadkach brak jeszcze metod odszukiwania na tych zdjęciach właściwych informacji o zmianach zachodzących w przyrodzie, jakże różnej i różnie reagującej na oddziaływanie człowieka w poszczególnych obszarach geograficznych.

Grupa druga metod monitorowania stanu przyrody występuje w sytuacjach, gdy nie można zastosować aparatury, a jedynym rozwiązaniem jest dokonanie tego "swoim okiem". Nie można zastosować żadnej, aparatury by ocenić, ile żyje w Polsce niedźwiedzi, świstaków lub zajęcy - ktoś musi to policzyć (stosując odpowiednią metodę liczenia) i odpowiedzieć na pytanie, czy zmienia się liczebność tych gatunków. Trzeba "naocznie" określić zmiany różnorodności biologicznej na poziomie gatunków.

Pojawia się coraz więcej nowych metod oceny zmian zachodzących w przyrodzie, dokonywanych automatycznie przy pomocy aparatury lub półautomatycznie, gdy człowiek obsługuje daną aparaturę. Okazuje się jednak, że wszędzie tam, gdzie do monitorowania stanu środowiska możemy użyć nawet bardzo skomplikowanych przyrządów, zebranie informacji jest stosunkowo proste, gdzie zaś informacje musi zebrać człowiek (często pracownik o wysokich kwalifikacjach), tam brakuje danych do oceny stanu przyrody.

Oglądając stronicę niniejszego opracowania, czytelnicy mogą się przekonać o prawdziwości powyższych zdań. Wiemy stosunkowo dużo o czystości (zanieczyszczeniu) naszych wód, powietrza, degradacji gleb, lub nawet o stanie lasów (tu służba dokonuje względnie prostych, ale masowych obserwacji), natomiast o zasobach żywej przyrody wiemy niewiele lub nic. Brak jest informacji o liczebnościach ogromnej większości gatunków znajdujących się na listach roślin i zwierząt chronionych, a szczególnie o gatunkach rzadkich, które rzeczywiście są zagrożone wymarciem. Nie wiemy ile gatunków w Polsce jest zagrożonych całkowitym wyginięciem (szacuje się, że takich gatunków jest około 1000), a ile gatunków zginie, zanim odnotujemy ich występowanie w naszym kraju. Mamy stosunkowo słabe informacje, jak zmienia się przyroda na obszarach gospodarki rolnej i łąkowej, trudno precyzyjnie i syntetycznie odpowiedzieć, jak zmienia się przyroda na terenie całego kraju. Dotyczy to w szczególności zmian w biologicznej różnorodności, to jest tej cechy, o której

STREFY EKOLOGICZNEGO ZAGROZENIA ECOLOGICAL HAZARD AREAS



*Ryc. 49. Strefy ekologicznego zagrożenia na tle rozmieszczenia lasów.
Opracowano metodą komputerową na podstawie mapy "Ochrona krajobrazu" K. i J. Kamienieccy (nie publikowana).*

tak wiele i tak mocno mówi się w kręgach światowej ochrony przyrody.

Czy jest to raport?

Raporty o stanie środowiska przyrodniczego Polski przygotowywano już kilkakrotnie, a Główny Urząd Statystyczny publikuje regularnie wiele danych o zanieczyszczeniu środowiska i eksploatacji jego zasobów. Czym więc różni się od tego typu raportów opracowanie, które czytelnicy mają właśnie w ręku? Zawiera ono sporo informacji dotąd nie publikowanych. Jego główną zaletą jest jednak fakt, iż opracowano go w polskim Centrum GRID, którego specyfiką działania jest przestrzenne ujmowanie zjawisk przyrodniczych i zagrożeń przyrody. GRID-Warszawa ma rejestrować zmiany przyrody w taki sposób, by można je było odnosić do przestrzeni geograficznej. Bardziej precyzyjnie można to sformułować jeszcze inaczej: ośrodek ten powinien zbierać, analizować i przekazywać informacje o zjawiskach i procesach dotyczących zmian zachodzących w przyrodzie, w całej biosferze i na poszczególnych obszarach. Chodzi tu więc o zjawiska dotyczące przestrzeni zajętej przez życie (organizmy, systemy ekologiczne, człowieka) i na to życie oddziaływające. GRID ma więc analizować zmiany zachodzące w przestrzeni ekologicznej - przestrzeni, w której dynamicznie toczy się życie kuli ziemskiej. Oczywiście taka przestrzeń nie zna granic politycznych czy administracyjnych. GRID jest więc organizacją uniwersalną - światową.

Polskie Centrum GRID funkcjonuje dopiero od roku. Przedstawiając czytelnikom jego pierwszą publikację o stanie środowiska przyrodniczego Polski, traktujemy ją jako wstępną, eksperymentalną wersję prowadzącą do stałej, ale i stale doskonalonej pracy nad kolejnymi opracowaniami o stanie środowiska naszego kraju na tle kontynentu europejskiego i zmian zachodzących na Ziemi. Cechą tych publikacji ma być ich przestrzenność: pokazywanie zasięgu zjawisk w przestrzeni ekologicznej, w ich przestrzennej dynamice. Będzie w nich istotna nie tylko ilościowa strona pozytywnych i negatywnych zjawisk środowiskowych, ale także specjalnie ważna będzie informacja, w jakiej skali przestrzennej zjawiska te zachodzą. Pod tym względem to pierwsze opracowanie jest jeszcze bardzo

niedoskonałe - wiele zamieszczonych w nim danych dotyczy całej Polski, wiele danych agregowanych jest w granicach administracyjnych (np. województw), a nie przyrodniczych. Od czegoś trzeba jednak zacząć: podajemy dane jakimi dysponowaliśmy w końcu roku 1992. Nie oznacza to stanu aktualności przedstawionych informacji. Wiele danych o zjawiskach i procesach jest rejestrowanych w różnych przedziałach czasowych, a często z powodu szczupłych środków, obserwacje te powtarzane są zbyt rzadko.

Obraz środowiska Polski

Jaki obraz Polski wynika z tego raportu? Kraj nasz charakteryzują ogromne kontrasty środowiskowe. Posiadamy piękną, na ogół stosunkowo dobrze - na tle całej Europy - zachowaną przyrodę. Dotyczy to szczególnie naszej części niżu europejskiego. To w polskich niżowych parkach narodowych, już istniejących (Białowieski, Kampinoski, Poleski, Roztoczański i parki nadmorskie) lub projektowanych (Biebrzański, Mazurski, Borów Tucholskich) znajdują się najcenniejsze pod względem różnorodności biologicznej zasoby przyrody. Nie gorsze od wielu parków narodowych Europy są parki naszych gór. Perłą przyrodniczą jest - nie uregulowana w swoim środkowym biegu - Wisła wraz z wieloma dopływami, mimo zanieczyszczenia wód. Stosunkowo mało przekształconą przyrodę mają nie tylko województwa północno-wschodnie (tak zwane "Zielone Płuca Polski", a niedługo może trzon "Zielonych Płuc Europy"), ale także województwa północno-zachodnie wraz z wybrzeżem Bałtyku, województwa południowo-wschodnie i niektóre centralne.

Równocześnie w Polsce znajdują się obszary o najbardziej zdegradowanym środowisku w Europie: Górny Śląsk, Okręg Legnicko-Głogowski, Karkonosze i Izery (w tym Karkonoski Park Narodowy z wymierającymi lasami z powodu kwaśnych deszczów). Mamy 27 obszarów ekologicznego zagrożenia, gdzie niektóre wskaźniki zanieczyszczenia środowiska przekraczają normy dopuszczalne dla życia przyrody i zdrowia człowieka. Już na ogromnej części Polski zagrożone jest istnienie lasów.

Emisja zanieczyszczeń do wód i powietrza, a także gromadzenie się odpadów na powierzchni ziemi, zmniejszyły się w ostatnich latach na skutek recesji gospodarczej. Polityka państw w zakresie ochrony środowiska zmierza w tym kierunku, by nie dopuścić do ponownego wzrostu zanieczyszczeń, mimo odbudowy gospodarki. Mamy również nadzieję, że kraje sąsiednie zmniejszą transgraniczne zanieczyszczanie naszego kraju.

Pozytywne dla środowiska unowocześnienia technologiczne polskiego przemysłu, nowe założenia ustrojowe i suwerenność polityczna Polski nie niosą automatycznie zmniejszania antropogenicznego nacisku na przyrodę.

Nadal na liście podstawowych zagrożeń trzeba zapisać:

- nadchemizację środowiska przez zrzut do przyrody zanieczyszczeń, trucizn i używających pierwiastków biogennych,

- przemiany w użytkowaniu ziemi niszczące strukturę przyrody,
- zmniejszanie się biologicznej różnorodności na poziomie genetycznym, gatunkowym i ekosystemowym,
- zmniejszanie się środowiskotwórczych funkcji obszarów biologicznie aktywnych, szczególnie na terenach zurbanizowanych i uprzemysłowionych.

Ogromną rolę w ochronie przyrody w naszym nowym ustroju powinna odgrywać inicjatywa indywidualna, samorządowa, społeczna. Skuteczność ochrony przyrody w Polsce zależy będzie od wielu czynników. Jednym z nich, może nawet głównym czynnikiem, będzie szeroka, oparta na dobrej informacji, świadomość społeczna o zmianach zachodzących w przyrodzie. Przedstawiona publikacja o stanie środowiska Polski jest próbą upowszechnienia takiej informacji.

INDEKS

- b**ariery biogeochemiczne 57
bilans energetyczny 18
biocenoza 14, 22, 36, 47, 50, 51
budowa geologiczna 12, 13
- d**awka efektywna 97, 98
dawka pochłonięta 97
degradacja środowiska 37, 38, 47, 50, 51, 59, 64-66, 68, 69, 74, 77, 83, 99
- e**fekt cieplarniany 19, 45
ekosystem 22, 26, 31, 34, 36, 38, 39, 45, 54, 59, 72, 73, 77
emisja gazów 19, 65, 66, 67
erozja 22, 45, 64
- f**auna 32, 39, 40, 44, 51, 58, 59, 78
flora 32, 59
- g**atunki chronione 31, 41
gleby 9, 14, 24, 47, 51, 56, 57, 60, 63-66, 70, 71, 73, 81, 98
góry 17, 54, 74
gospodarka 16, 19, 22, 40, 45, 47, 49, 59, 72, 73, 78, 79, 83, 84, 87, 99, 102
- h**ałas 45, 89, 90-94
hydrografia 13, 77
informacja 26, 33, 34, 40, 42, 60, 75, 76, 83, 87, 99, 101, 102
- k**lasa czystości 74
klasy jakości gleb 60
klęska ekologiczna 52, 70
klęski żywiołowe 49
klimat 9, 13, 14, 17-23, 29, 39, 45, 50, 52, 56, 62-64, 89, 90-92
kompostownie odpadów 86
kwaśne deszcze 18, 57, 65, 69, 81, 101
- l**asy 14, 24, 27, 28, 32, 33, 45, 47, 52, 54, 56, 69, 71, 83, 86, 99, 100, 101
lesistość 47, 50, 55
ludność 9, 14, 16, 26, 81, 83, 85, 87, 89, 90, 93, 95, 98
- m**elioracje 27, 29, 55, 59, 65, 72
mikroklimat lasu 52
moc dawki 97, 98
monitoring biologiczny 53, 54
monitoring środowiska 99
mozaikowatość gleb 63
- n**arażenie ludności 90, 95
nieużytki 30
- o**bszary chronionego krajobrazu 38, 39
obszary ekologicznego zagrożenia 101
ochrona gatunków 39
ochrona przyrody 40, 101, 102
ochrona wód 83
odczyn gleb 57, 74
odpady komunalne 83-88, 95, 98, 102
odpady przemysłowe 55, 84, 85, 86, 87
odpady szczególnie niebezpieczne 85
odpady toksyczne 84, 87
ogrody botaniczne 44
ogrody zoologiczne 44
opady 18, 20, 64
- p**arki krajobrazowe 33, 39, 32, 33, 35
parki narodowe 32, 33, 35, 38, 101
pierwiastki radioaktywne 95
położenie geograficzne 17
powietrze 66, 68, 89, 95, 98, 99, 102
procesy glebotwórcze 14
prognozowanie 22, 71, 76
przekształcenia stosunków wodnych 55
przemysł 13, 16, 18, 19, 22, 24, 29, 30, 38, 51, 52, 55, 59, 65-68, 70-75, 79, 83-85, 91, 98, 102
przestrzenny rozkład emisji 67
punktowe ogniska zanieczyszczeń 56, 83
- r**adioaktywność 95, 98
restytucja gatunku 42
rezerваты przyrody 32, 36, 37, 39
rolnictwo 16, 22, 55, 59, 68, 71, 73, 78, 81, 83, 84, 87
rozkład temperatur 17
równowaga ekologiczna 42
różnorodność biologiczna 39, 77, 99, 101, 102
- s**iedlisko 22, 26, 27, 45, 47, 60, 64, 93
skażanie wód gruntowych 51
skutki zanieczyszczenia 59, 70
smog 68, 69
stężenie promieniotwórcze 97, 98
struktura upraw 24
szata roślinna 9, 14, 36, 63, 65
szkody gospodarcze 42
- ś**cieki 29, 56, 72, 73, 98
środowisko geograficzne 14, 65
środowisko naturalne 83, 93, 95, 97

środowisko rolnicze 55
świadomość społeczna 102

transgraniczne zanieczyszczenia 102
turystyka 38
typy gleb 63, 64

użytki rolne 22, 24, 26, 55, 59, 61, 64, 65, 67
użytki zielone 24, 26, 60, 66
użytkowanie ziemi 18, 24, 27, 30, 102
ukształtowanie powierzchni 17

warstwa ozonowa 18, 19, 22, 23, 51
warunki radiologiczne środowiska 95, 96
warunki troficzne 52
warunki wodne 13, 14, 62, 63
wibracje 89, 90, 91, 93, 94
wody powierzchniowe 29, 72-80, 83, 98
wskaźniki zachorowań 90
wylesianie 21, 54, 55
wysypiska 19, 85-87, 95

zagrożenia 18, 23, 38, 39, 45, 49, 50-52, 59, 68, 71,
73, 75, 77, 78, 81, 83-87, 98, 100, 101
zagrożenie hałasem 90, 91
zakwaszenie gleb 57, 65, 71
zanieczyszczenia 18, 28, 30, 38, 39, 50, 51, 55-71,
71, 73-77, 80, 81, 83, 89, 90, 93, 95, 99, 101, 102
zanieczyszczenia obszarowe 56-58, 74, 81
zanieczyszczenie środowiska 85, 89, 98, 101
zanieczyszczenie powietrza 18, 28, 38, 50, 51, 65,
66, 70, 89
zasoby leśne 47
zasoby przyrody 31, 59, 99, 101
zasoby wód podziemnych 80, 81, 83
zatrudnienie 16
zbiorowiska sztuczne 27
zdjęcia satelitarne 25, 28, 99
zdrowie 22, 23, 45, 51, 68, 70, 71, 84-87, 93, 101
zgrożenia lasów 49, 52
zmiany globalne 17
zmiany klimatu 19, 21, 22, 50, 51, 56
zoobentos 77, 78
zwierzęta łowne 41

źródła emisji 67, 68
źródła hałasu i wibracji 91, 92
źródła zagrożeń 40

SPIS FOTOGRAFII

archiwum Kampinowskiego Parku Narodowego (Fot. 26)
archiwum Spółki "Inżynieria- Engineering" (Fot. 39)
archiwum warszawskiego ZOO (Fot. 15)
St. Bałazy (Fot. 31)
A. Ciołkosz (Fot. 29)
Z. Harabin (Fot. 10)
M.A. Kalinowski (Fot. 12)
T. Kłosowski (Fot. 1, 2, 6, 7, 8, 13, 14, 16, 17, 18, 21, 22, 23, 25, 27, 30, 32, 34, 37, 38, 40, 41, 42)
J. Krasnodębski (Fot. 9)
K. Rykowski (Fot. 33, 36)
M. Szymański (Fot. 3)
S. Wąsik (Fot. 19, 20, 24, 28, 35)
A. Wierzbieniec (Fot. 11)

Wydrukowano na papierze bezchlorowym.