

RAPORT
Państwowej Inspekcji Ochrony Środowiska

STAN ŚRODOWISKA W POLSCE

Biblioteka Monitoringu Środowiska
Warszawa 1998

Opracowano
w **Głównym Inspektoracie Ochrony Środowiska**

pod kierunkiem
mgr. inż. Zbigniewa Kamieńskiego
Zastępcy Głównego Inspektora Ochrony Środowiska

przez zespół w składzie:
mgr inż. Joanna Czajka
mgr inż. Lucyna Dygas-Ciołkowska
mgr inż. Sławomir Hebda
mgr inż. Roman Jaworski
mgr Hanna Kasprowicz
mgr Barbara Kuroczko
mgr Honorata Szatkowska-Konon
mgr inż. Anna Rudlicka
mgr inż. Zbigniew Wolnicki
mgr inż. Ewa Żrałek

Akceptował
Główny Inspektor Ochrony Środowiska
mgr inż. Teresa Warchałowska

W raporcie wykorzystano autorskie opracowanie Instytutu Ochrony Środowiska wykonane na zlecenie Państwowej Inspekcji Ochrony Środowiska pod kierunkiem **doc. dr. inż. Pawła Błaszczyka** oraz **dr. Janusza Radziejewskiego** przez zespół w składzie: mgr Mieczysław Borysiewicz, dr Marian Cieślak, dr Bożena Degórska, dr Jerzy Fleituch, mgr inż. Jacek Iwanek, mgr Magdalena Kachniarz, mgr Wanda Kacprzyk, dr Anna Kalinowska, dr Lidia Kruk-Dowgiałło, dr inż. Radosław Kucharski, mgr inż. Katarzyna Mickiewicz, dr inż. Grażyna Mitosek, dr Czesław Nowakowski, mgr Anna Olecka, mgr Zbyszko Pisarski, dr inż. Janusz Przewłocki, mgr Gabriela Przybylska, dr Grzegorz Rąkowski, dr Jadwiga Sienkiewicz, prof. dr hab. Jan Siuta, mgr Hanna Soszka, mgr inż. Małgorzata Walczak, mgr inż. Jerzy Zagórski, dr Barbara Żarska.

Komputerowe opracowanie graficzne: mgr Anna Kucharska, mgr Zbyszko Pisarski, mgr Barbara Podgórska, mgr Joanna Wójcik.



Wydano ze środków Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska
i Gospodarki Wodnej

WPROWADZENIE	9
1. ŚRODOWISKO PRZYRODNICZE I GOSPODARKA POLSKI	11
1.1. ŚRODOWISKO GEOGRAFICZNE POLSKI.....	11
1.2. KLIMAT	11
1.3. DEMOGRAFIA	15
1.4. ZAGOSPODAROWANIE PRZESTRZENNE.....	15
1.5. GOSPODARKA KRAJU	17
2. DZIAŁALNOŚĆ CZŁOWIEKA W ŚRODOWISKU.....	21
2.1. EKSPLOATACJA SUROWCÓW NATURALNYCH.....	21
2.1.1. Informacje ogólne.....	21
2.1.2. Zasoby nieodnawialne (w tym surowce energetyczne)	21
2.1.3. Zasoby odnawialne	24
2.1.4. Wnioski.....	25
2.2. EMISJA ZANIECZYSZCZEŃ DO ATMOSFEREY	26
2.2.1. Informacje ogólne.....	26
2.2.2. Emisja zanieczyszczeń w Polsce.....	27
2.2.3. Transgraniczny przepływ zanieczyszczeń powietrza	32
2.2.4. Wnioski.....	33
2.3. WYKORZYSTANIE ZASOBÓW WODNYCH.....	34
2.3.1. Informacje ogólne.....	34
2.3.2. Pobór wody	35
2.3.3. Źródła zanieczyszczenia wód powierzchniowych	36
2.3.4. Oczyszczalnie ścieków	40
2.3.5. Wody kopalniane	42
2.3.6. Wnioski.....	42
2.4. ODPADY.....	43
2.4.1. Informacje ogólne.....	43
2.4.2. Źródła i struktura wytwarzania odpadów.....	44
2.4.2.1. Odpady przemysłowe	44
2.4.2.2. Odpady komunalne.....	44
2.4.2.3. Odpady niebezpieczne.....	46
2.4.2.4. Odpady szpitalne.....	47
2.4.3. Wykorzystanie odpadów.....	47
2.4.4. Unieszkodliwianie odpadów.....	49
2.4.5. Wnioski.....	51
3. JAKOŚĆ PODSTAWOWYCH ELEMENTÓW ŚRODOWISKA	53
3.1. SYSTEM OCENY JAKOŚCI PODSTAWOWYCH ELEMENTÓW ŚRODOWISKA.....	53
3.2. POWIETRZE	53

3.2.1. Informacje ogólne.....	53
3.2.2. Zanieczyszczenia podstawowe	54
3.2.3. Zanieczyszczenia specyficzne	60
3.2.4. Zanieczyszczenia emitowane ze źródeł mobilnych	62
3.2.5. Utleniacze fotochemiczne – ozon	64
3.2.6. Skład chemiczny opadów atmosferycznych i depozycja zanieczyszczeń do podłoża	66
3.2.7. Wnioski.....	68
3.3. WODY	69
3.3.1. Informacje ogólne.....	69
3.3.2. Badania i ocena rzek.....	70
3.3.2.1. Charakterystyka ogólna sieci hydrograficznej.....	70
3.3.2.2. Ocena jakości rzek	70
3.3.3. Badania i ocena jezior.....	76
3.3.3.1. Charakterystyka ogólna jezior.....	76
3.3.3.2. Ocena jakości jezior	77
3.3.3.3. Stan czystości jezior.....	77
3.3.4. Zbiorniki zaporowe	79
3.3.4.1. Charakterystyka ogólna zbiorników	79
3.3.4.2. Jakość wód w zbiornikach zaporowych.....	81
3.3.5. Morze Bałtyckie	83
3.3.5.1. Informacje ogólne.....	83
3.3.5.2. Ocena zrzutu zanieczyszczeń rzekami do Morza Bałtyckiego	84
3.3.5.3. Stan środowiska Morza Bałtyckiego w polskiej strefie ekonomicznej.....	86
3.3.6. Wody podziemne	88
3.3.6.1. Informacje ogólne.....	88
3.3.6.2. Zagrożenia jakości wód podziemnych.....	89
3.3.6.3. Ocena jakości wód podziemnych	92
3.3.7. Wnioski.....	94
3.4. HAŁAS	95
3.4.1. Informacje ogólne.....	95
3.4.2. Ocena stanu klimatu akustycznego w kraju.....	96
3.4.2.1. Hałas drogowy	96
3.4.2.2. Hałas kolejowy.....	97
3.4.2.3. Hałas lotniczy.....	98
3.4.2.4. Hałas przemysłowy.....	99
3.4.3. Wnioski.....	101
3.5. PROMIENIOWANIE JONIZUJĄCE	104
3.5.1. Informacje ogólne.....	104
3.5.1.1. Radionuklidy naturalne	104
3.5.1.2. Radionuklidy pochodzenia sztucznego	105
3.5.2. Aktualna sytuacja radiacyjna w środowisku	107
3.5.2.1. Poziom promieniowania gamma	107
3.5.2.2. Aerozole atmosferyczne i opad całkowity	107
3.5.2.3. Gleba	109
3.5.2.4. Wody powierzchniowe oraz osady dennie	109
3.5.3. Wnioski.....	111
3.6. PROMIENIOWANIE NIEJONIZUJĄCE.....	111
3.7. GLEBY.....	113
3.7.1. Informacje ogólne.....	113
3.7.2. Degradacja gleb	115
3.7.3. Zawartość metali ciężkich w glebach użytkowanych rolniczo	116

3.7.4. Wnioski.....	117
3.8. PRZYRODA.....	118
3.8.1. Informacje ogólne.....	118
3.8.2. Stan zasobów przyrody w Polsce.....	119
3.8.2.1. Świat roślin.....	119
3.8.2.2. Świat zwierząt	119
3.8.2.3. Zagrożenia ekosystemów i gatunków. Polskie czerwone księgi roślin i zwierząt	120
3.8.3. Obszary chronionej przyrody w Polsce	121
3.8.3.1. Formy ochrony przyrody	121
3.8.3.2. Parki narodowe.....	123
3.8.3.3. Rezerваты przyrody	125
3.8.3.4. Parki krajobrazowe	126
3.8.3.5. Obszary chronionego krajobrazu	128
3.8.4. Ochrona gatunkowa roślin i zwierząt	128
3.8.5. Indywidualne formy ochrony przyrody	129
3.8.6. Wnioski.....	129
3.9. LASY	130
3.9.1. Informacje ogólne.....	130
3.9.2. Zasoby leśne i ich eksploatacja	130
3.9.3. Stan zdrowotny lasów	133
3.9.4. Zagrożenia	134
3.9.5. Wnioski.....	136
4. PRZEGLĄD WYBRANYCH PROBLEMÓW.....	137
4.1. INFORMACJE OGÓLNE	137
4.2. ZMIANY KLIMATU.....	137
4.2.1. Przewidywane konsekwencje zmian klimatu	138
4.2.2. Współpraca międzynarodowa.....	140
4.3. NIEDOBORY W WARSTWIE OZONOWEJ.....	141
4.3.1. Przyczyny spadku koncentracji ozonu w stratosferze	141
4.3.2. Zmiany w warstwie ozonowej w skali globalnej	142
4.3.3. Promieniowanie UV-B.....	143
4.4. ZAKWASZENIE ŚRODOWISKA.....	144
4.5. EUTROFIZACJA WÓD ŚRÓDLĄDOWYCH.....	146
4.6. ZASOLENIE WÓD	151
4.7. ZAGROŻENIA ŚRODOWISKA MIEJSKIEGO	153
4.8. ZAGROŻENIA ŚRODOWISKA WIEJSKIEGO	155
5. PODSUMOWANIE	158
SPIS RYSUNKÓW	168
MATERIAŁY ŹRÓDŁOWE	172

Wyzwania w sferze ekonomicznej, politycznej i socjalnej jakie stanęły przed polskim społeczeństwem w ostatniej dekadzie XX wieku mają bez wątpienia wymiar historyczny. Zachodzące w ogromnym tempie zmiany oraz ich pozytywne i negatywne skutki determinują postawy i opinie oraz koncentrują na sobie uwagę polityków i wszystkich grup społecznych. Problemy związane z koniecznością poprawy efektywności gospodarki, głębokiej reformy struktur państwa, reform społecznych przesłaniają jednak, a co najmniej spychają na dalszy plan kwestie ochrony środowiska.

Tymczasem, mimo niewątpliwych oznak poprawy jakości środowiska w wielu komponentach, a co najmniej zahamowania tempa jego degradacji, ciągle jeszcze pozostaje wiele do zrobienia. Przed użytkownikami środowiska, czyli de facto przed całym polskim społeczeństwem, stoi konieczność dalszego, znaczącego ograniczania emisji do atmosfery zanieczyszczeń gazowych i pyłowych, oczyszczania ścieków przemysłowych i komunalnych oraz ograniczania ilości i zwiększania stopnia wtórnego wykorzystywania wytwarzanych odpadów. Realizacja tych zadań leży w naszym dobrze pojętym interesie, gwarantując Polakom życie w czystym i bezpiecznym dla zdrowia środowisku, umożliwiając równocześnie wypełnianie w ten sposób zobowiązań wynikających z rosnącego znaczenia i pozycji Polski na arenie międzynarodowej. Jako kraj należący do grupy państw OECD i mający realne szanse na przyjęcie do Unii Europejskiej, musimy umieć sprostać obowiązującym w tym gronie wymogom i standardom ochrony środowiska.

Musimy dołożyć również wszelkich starań, aby chronić przed degradacją i dewastacją obszary przyrodniczo cenne, o wspaniałych walorach krajobrazowych i bogatej florze i faunie, które stanowią jedno z najważniejszych bogactw naturalnych Polski.

Osiągnięcie tych celów wymaga daleko idących zmian dotychczasowych metod ochrony środowiska oraz zwiększenia stopnia świadomości społecznej, co do istoty i rzeczywistych źródeł zagrożeń oraz sposobów przeciwdziałania negatywnym trendom. Specjaliści zajmujący się zagadnieniami ochrony środowiska mają bowiem pełną świadomość, że możliwości zmniejszania presji na środowisko, tkwiące w tradycyjnych strategiach ograniczania ilości wprowadzanych do środowiska zanieczyszczeń i nowocześniejszych strategiach recyklingu wyczerpały się już lub wkrótce się wyczerpią. Co więcej, pojawiają się nowe, trudniejsze do opanowania źródła zagrożeń. Znaczna część polskiego społeczeństwa wydaje się nie dostrzegać lub nie przyjmować do wiadomości faktu, że coraz większe zagrożenia dla środowiska stwarza już nie przemysł, a rosnąca indywidualna konsumpcja energii, paliw i przedmiotów jednorazowego, a krótkotrwałego użytku oraz niepoohamowany rozwój motoryzacji.

Szansa sprostania nowym zagrożeniom i wyzwaniom leży, jak się wydaje, w upowszechnianiu i przyjęciu do konsekwentnego stosowania zasad zrównoważonego i trwałego rozwoju, przyjętych na Szczycie Ziemi w Rio de Janeiro w 1992 roku. Pozwalają one harmonijnie łączyć i równoważyć zrozumiałe aspiracje ludzkie do poprawy warunków i komfortu życia z wymogami ochrony środowiska i racjonalnego gospodarowania jego zasobami. Wybór odpowiednich strategii oraz optymalnych metod ich realizacji nie będzie jednak możliwy bez obiektywnej i tak dalece, jak to jest możliwe i uzasadnione, kompleksowej informacji o stanie środowiska i źródłach jego zagrożeń.

Obowiązek sukcesywnego informowania opinii publicznej o stanie środowiska oraz rolę strażnika przestrzegania prawa w zakresie ochrony środowiska Sejm Rzeczypospolitej Polskiej powierzył Państwowej Inspekcji Ochrony Środowiska. Realizując te zadania przekazuję Czytelnikom Raport o stanie środowiska w Polsce. Raport ten kieruję przede wszystkim do przedstawicieli władz centralnych, regionalnych i samorządowych oraz do społeczeństwa. Kieruję go także do szeroko pojętych kręgów opiniotwórczych – naukowców i nauczycieli, działaczy organizacji pozarządowych oraz dziennikarzy, w nadziei, że przyczyni się on do rozpowszechnienia informacji o pozytywnych i negatywnych zmianach jakości środowiska, źródłach i przyczynach zagrożeń oraz najważniejszych problemach rozwiązywanych obecnie i które trzeba będzie rozwiązywać w przyszłości.

Teresa Warchałowska
Główny Inspektor Ochrony Środowiska

Dokonywanie kompleksowych ocen stanu środowiska na obszarach tak dużych jak powierzchnia Polski jest zadaniem trudnym, a w każdym razie zawsze obciążonym ryzykiem nadmiernych generalizacji i uproszczeń, bądź wchodzenia w szczegóły i rozważania, trudno zrozumiałe dla przeciętnego Czytelnika, który z reguły oczekuje przejrzystych sformułowań i jasnych, jednoznacznych konkluzji. Złożoność mechanizmów rządzących funkcjonowaniem ekosystemów oraz komplikacja wzajemnych powiązań i współoddziaływań poszczególnych czynników są tak duże, że możliwości odkrywania występujących w środowisku związków i zależności są znacznie ograniczone, a ich pełne zrozumienie ciągle jeszcze daleko przed nami. Wychodząc jednak naprzeciw oczekiwaniom użytkowników informacji, w opracowaniach oceniających stan środowiska coraz częściej stosuje się metody prezentacji oparte na schemacie **presja – stan przeciwdziałania**. Jakkolwiek metoda ta ma pewne wady, to jednak pozwala na w miarę obiektywne prezentowanie zarówno zmian zachodzących w środowisku, jak i ich przyczyn, w związku z czym została wykorzystana przy konstruowaniu powyższego Raportu. Jest ona także zgodna z podejściem do problematyki ocen stanu środowiska przyjętym w Państwowym Monitoringu Środowiska.

Kolejnym, szczególnie ważnym zagadnieniem są dane. Polska należy do stosunkowo nielicznego grona krajów, które od dziesięcioleci gromadzą ogromne ilości danych statystycznych i wyników pomiarów, obejmujących najważniejsze parametry jakości środowiska. Działania te, koordynowane w ramach Państwowego Monitoringu Środowiska, wymagają znacznych nakładów finansowych i pracy kilku tysięcy ludzi zatrudnionych w służbach pomiarowo-kontrolnych, zakładowych służbach ochrony środowiska, instytutach naukowych i urzędach statystycznych. Mimo to, gromadzone dane nie

obejmują, bo praktycznie jest to niewykonalne, wszystkich źródeł antropopresji* i wszystkich elementów narażonych na jej oddziaływanie.

Nie oznacza to oczywiście, że przeprowadzane oceny stanu środowiska oraz analiza przyczyn zachodzących zmian mają charakter fragmentaryczny lub niepełny. Prezentowane w Raporcie informacje wynikowe opierają się bowiem głównie na analizie danych liczbowych o wysokim stopniu wiarygodności, kompleksowości i reprezentatywności, pozyskiwanych w systemie Państwowego Monitoringu Środowiska i systemie statystyki publicznej. Należy jednak pamiętać, że formuła Raportu narzuca potrzebę generalizacji, uśredniania i ekstrapolacji danych jednostkowych. Stopień zagrożenia środowiska i ludzi przez poszczególne czynniki antropogeniczne jest w Polsce silnie zróżnicowany przestrzennie. Raport, choć może w stopniu niezadawalającym każdego Czytelnika, próbuje różnice te przedstawić.

Wreszcie ostatnią, jakkolwiek na pewno nie najmniej istotną kwestią są kryteria oceny. Najprostsza i najlepiej weryfikowalna metoda jest odnoszenie się do standardów jakości środowiska określonych prawnie, a wyznaczanych na podstawie wieloletnich obserwacji i badań naukowych. Polska nie ma się w tym względzie czego wstydzić. Nasze prawo określa, w podobny sposób jak systemy prawne państw uznawanych za światowych liderów ochrony środowiska, większość najważniejszych parametrów jakości środowiska oraz ważniejsze parametry emisyjne i nie są to niewątpliwie normy łagodne. Parametrów tych jest jednak z górą kilkaset, podczas gdy czynniki chemiczne i fizyczne mogące wpływać na stan środowiska liczone są w milionach. Nie obejmują one również subiektywnych czynników natury psychofizycznej, takich jak poczucie dyskomfortu czy zagrożenia.

* antropopresja – zamierzone i niezamierzone oddziaływanie człowieka na środowisko

Dobór analizowanych substancji i wskaźników wynika z wagi i sposobu ich oddziaływania na poszczególne elementy środowiska, w tym zdrowie ludzi. Z punktu widzenia zagrożeń zdrowia największe znaczenie mają te zanieczyszczenia i uciążliwości, które stosunkowo łatwo rozprzestrzeniają się w środowisku i mogą przedostawać się do organizmów ludzkich drogą inhalacyjną lub pokarmową. Dotyczy to w pierwszym rzędzie zanieczyszczeń atmosfery (narażenie dużych populacji drogą inhalacyjną) oraz zanieczyszczeń wody pitnej, a w następnej kolejności substancji przedostających się do organizmów wraz z zanieczyszczonymi produktami spożywczymi. Z kolei dla funkcjonowania ekosystemów podstawowe znaczenie mają wprowadzane do powietrza lub do wód powierzchniowych zanieczyszczenia wpływające na procesy życiowe roślin i zwierząt, czy zwiększające stopień zakwaszenia środowiska, ale także uciążliwości takie jak hałas komunikacyjny lub procesy zwiększające fragmentację przestrzeni. Niewłaściwa gospodarka odpadami obok zagrożeń natury chemicznej i biologicznej pogarsza walory estetyczne środowiska.

Warto o tym wszystkim pamiętać studiując treść niniejszego Raportu, w którym zawarto pogłębioną analizę stanu środowiska, przyczyn zachodzących w nim zmian oraz źródeł zagrożeń. Prezentowane informacje i dane zebrano w 5 działach zatytułowanych:

1. Środowisko przyrodnicze i gospodarka Polski
2. Działalność człowieka w środowisku
3. Jakość podstawowych elementów środowiska
4. Przegląd wybranych problemów
5. Podsumowanie.

Dział 1 zawiera podstawowe informacje o środowisku geograficznym Polski, jej położeniu, klimacie, warunkach demograficznych i gospodarce.

W dziale 2 zamieszczono natomiast rozdziały opisujące najważniejsze rodzaje działalności prowadzone na terytorium Polski, które mogą

wpływać na zmiany stanu środowiska. W szczególności wiele uwagi poświęcono eksploatacji zasobów kopalin i surowców (zasoby nieodnawialne) oraz wykorzystywaniu tzw. zasobów odnawialnych (powietrze, woda, powierzchnia ziemi), zarówno w kontekście prowadzonej działalności gospodarczej (wydobycie i przetwórstwo kopalin, pobór wody itp.), jak też odbiorników zanieczyszczeń wprowadzanych do środowiska (emisje do atmosfery, zrzut ścieków, składowanie odpadów).

W dziale 3 zaprezentowano informacje o wynikach badań i obserwacji podstawowych parametrów jakości środowiska w rozbiciu na poszczególne komponenty (powietrze, wody powierzchniowe i podziemne, wody morskie, gleby) i elementy środowiska (przyroda, lasy) oraz na rodzaje uciążliwości (hałas, promieniowanie niejonizujące i jonizujące). Jest to typowa część ocenna, odnosząca mierzone parametry, jeżeli jest to tylko możliwe do określonych prawem standardów i wymagań.

W dziale 4 zamieszczono rozdziały, których celem jest przybliżenie Czytelnikom zagadnień będących przedmiotem szeroko zakrojonych badań i obserwacji, w tym we współpracy międzynarodowej, a dotyczących zjawisk wykraczających poza granice naszego kraju (takich jak zmiany klimatyczne lub zmiany w warstwie ozonowej), bądź też mające charakter analiz interdyscyplinarnych (zakwaszenie środowiska, eutrofizacja i zasolenie wód śródlądowych, zagrożenia środowiska miejskiego i wiejskiego).

Całość materiału zawiera bogate tabelaryczne zestawienia danych liczbowych oraz ich graficzną prezentację w formie licznych map, rysunków i diagramów. Generalnie, prezentowane dane obejmują okres do 1996 roku, jakkolwiek w niektórych przypadkach – głównie dla porównań międzynarodowych, wykorzystano ostatnie dostępne dane, pochodzące z 1995 lub 1994 roku. Niektóre informacje – dotyczące głównie aspektów prawnych, sygnalizują istotne zmiany w tym zakresie, odwołując się do stanu w roku 1997 i 1998.

I.1. ŚRODOWISKO GEOGRAFICZNE POLSKI

Polska położona jest w Europie Środkowej, prawie w całości w zlewni Morza Bałtyckiego. Jej terytorium rozciąga się od 49° do 54°50' szerokości geograficznej północnej i od 14°07' do 24°08' długości geograficznej wschodniej. Powierzchnia kraju wynosi 312 685 km² (łącznie z morskimi wodami wewnętrznymi).

Sąsiadami Polski są Rosja, Litwa, Białoruś, Ukraina, Słowacja, Czechy oraz Niemcy. Długość granic lądowych Polski wynosi 3054 km, a granic morskich 528 km.

Polska jest krajem w większości nizinnym. Średnia wysokość terenu kraju w odniesieniu do poziomu morza wynosi 173 m, a ponad 75% powierzchni położone jest poniżej 200 m npm. Tylko 9,7% powierzchni stanowią tereny wyżynne i górskie (powyżej 300 m npm) (rys. 1.1.1 patrz str. 13). Najwyżej wyniesionym punktem Polski jest szczyt Rysy w Tatrach – 2499 m npm. Najniżej położona depresja (1,8 m poniżej poziomu morza), znajduje się na południe od Elbląga. Rzeźba powierzchni kraju jest stosunkowo urozmaicona, przy czym dominujący wpływ na jej obecny kształt miały kolejne epoki lodowcowe i okresy interglacjalne.

Przez Polskę przebiegają granice różnych wiekowo regionów geologicznych. Jej obszar należy do kilku dużych jednostek tektonicznych: platformy prekambryjskiej obejmującej tereny wschodnie i północno-wschodnie kraju, platformy paleozoicznej obejmującej środkową i zachodnią część kraju, łańcuchów kaledońskich i hercyńskich: Sudetów, Gór Świętokrzyskich, oraz łańcuchów alpejskich: Tatr, Pienin, Karpat i zapadliska przedkarpackiego.

Polska posiada wiele złóż surowców mineralnych, zajmując poczesne miejsce w świecie pod względem zasobów węgla kamiennego i brunatne-

go, rud miedzi, cynku i ołowiu oraz siarki, soli kamiennej i surowców budowlanych.

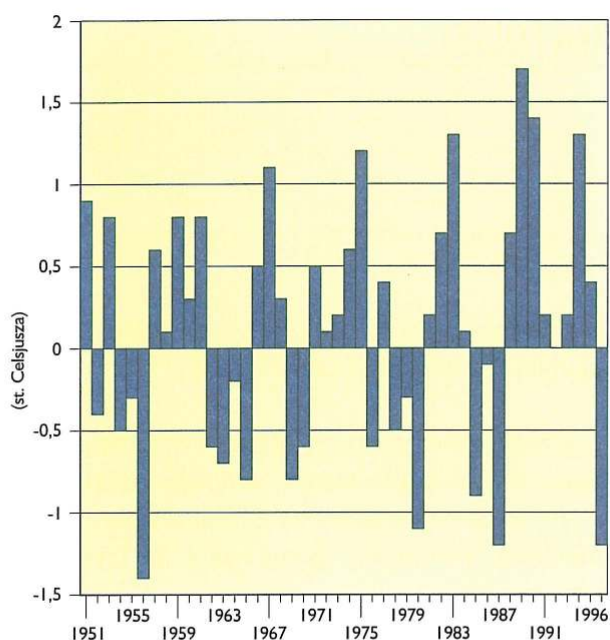
Użytki rolne stanowią blisko 60% powierzchni kraju, lasy i zadrzewienia stanowią blisko 29%, a 11% to tereny osadnicze, przeznaczone dla komunikacji, przemysłu, górnictwa i in. (rys. 1.1.2 patrz str. 14).

Przeważająca część terytorium Polski położona jest w granicach zlewni jej dwóch największych rzek: Wisły (54,0% powierzchni kraju) oraz Odry (33,9% powierzchni). Sieć hydrologiczna Polski obejmuje także rzeki Przymorza uchodzące bezpośrednio do Bałtyku. Na terenach pojezierzy, ale także w innych rejonach kraju, znajdują się liczne jeziora, z których blisko 9000 ma powierzchnię przekraczającą 1 ha.

Polska zaliczana jest jednak do krajów o ubogich zasobach wodnych, na które składają się wody powierzchniowe i podziemne. Przeciętne zasoby wód powierzchniowych wynoszą 63,1 mld m³/rok, tj. 1660 m³/mieszkańca/rok (uśrednione dane z wielolecia), natomiast zasoby eksploatacyjne wód podziemnych, możliwe do wykorzystania na cele gospodarcze szacowane są na 15,6 mld m³. Szczegółowe informacje na temat zasobów kopalin, zasobów wodnych i innych zasobów środowiska podano w dalszej części Raportu.

I.2. KLIMAT

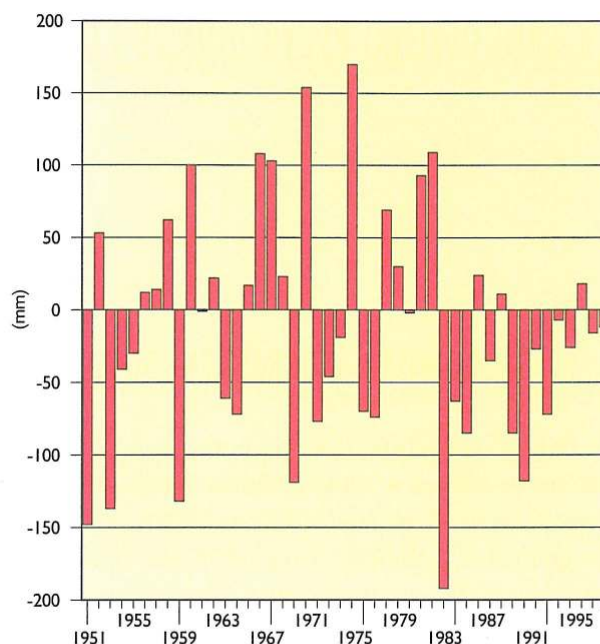
Równoleżnikowy układ rzeźby terenu, którego wysokość stopniowo wzrasta od basenu Morza Bałtyckiego w kierunku południowym, stanowi ważny czynnik w kształtowaniu się warunków klimatycznych w Polsce. Swobodna równoleżnikowa wymiana mas powietrza powoduje, że klimat Polski charakteryzuje znaczna przejściowość. W zależności od aktywności tworzących się nad Europą Środkową ośrodków niżowych i wyżowych



Rys. 1.2.1. Odchylenia średniej rocznej temperatury powietrza w okresie 1951-1996 od średniej z lat 1951-1980

przeważają wpływy klimatu morskiego lub kontynentalnego, co uwidacznia się poprzez znaczną zmienność warunków pogodowych i klimatycznych. Potwierdzają to wyniki obserwacji meteorologicznych.

Średnia roczna temperatura powietrza w Polsce w latach 1951-1996 wyniosła 7,7°C. Odchylenia od średniej rocznej temperatury powietrza w tym okresie przedstawione zostały na rysunku 1.2.1, na którym widoczne jest wyraźne ocieplenie występujące od drugiej połowy lat osiemdziesiątych. Temperatura maksymalna waha się w poszczególnych regionach Polski od 30,7°C do 38,0°C, mini-



Rys. 1.2.2. Odchylenia średnich rocznych sum opadów w okresie 1951-1996 od średniej z lat 1951-1980

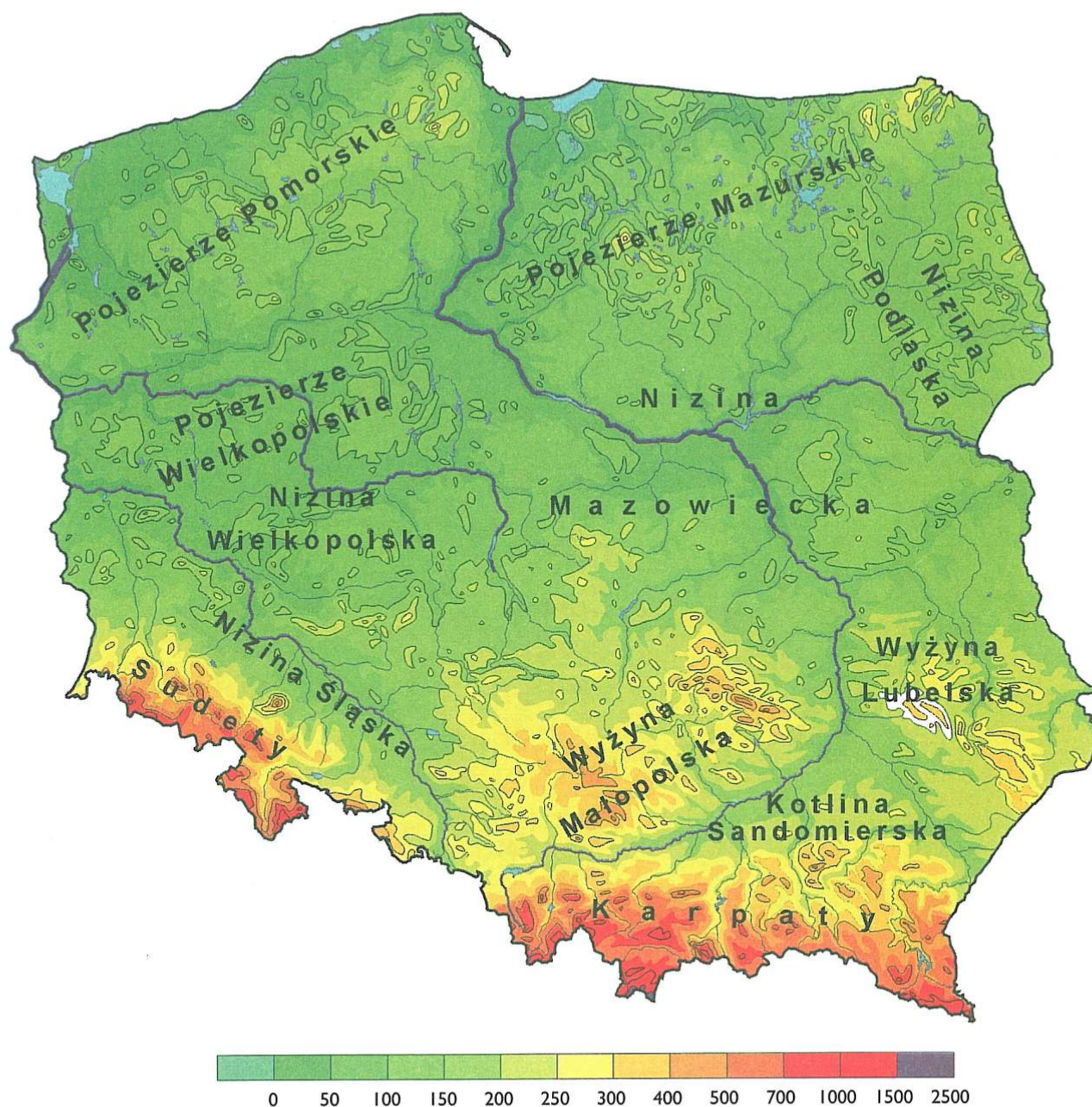
malna zaś od -18,2°C do -35,4°C. Najcieplejszym miesiącem jest lipiec, w którym średnia temperatura wynosi od 16,3°C na wybrzeżu do 18,1°C na południowych nizinach. W najwyższych partiach gór średnia miesięczna temperatura nie przekracza latem 9°C. Najchłodniejszym miesiącem roku jest styczeń, ze średnią miesięczną temperaturą zmieniającą się południkowo: od -0,1°C na zachodnim wybrzeżu do -4,2°C na wschodzie.

Zróżnicowany jest także rozkład opadów: najmniejsze roczne sumy opadów obserwowane są w nizinnej Polsce Centralnej (ok. 500 mm), najwyższe zaś w wysokich górach (ok. 1500 mm).

Lata	Suma opadów mm
średnia z lat 1951-1989	617,6
1960	707,0
1965	651,0
1970	764,0
1980	764,1
1985	610,5
1990	578,4
1991	538,1
1992	545,7
1993	606,2
1994	644,4
1995	655,7
1996	615,7

Tabela 1.2.1.

Wybrane dane
o wielkości
opadów
na obszarze
Polski



Rys. 1.1.1. Polska — mapa hipsometryczna



- grunty orne
- sady
- lasy
- łąki
- wody

Rys. 1.1.2. Użytkowanie gruntów w Polsce w 1996 r.

Uśredniona roczna suma opadów w Polsce dla okresu 1951-1996 wynosi 597 mm, przy czym opady w miesiącach letnich są zazwyczaj dwukrotnie wyższe niż w miesiącach zimowych i sięgają średnio 60 do 80 mm. Charakteryzuje je duża zmienność przestrzenna, ale także silne wahania sumy opadów (tab. 1.2.1, rys. 1.2.2).

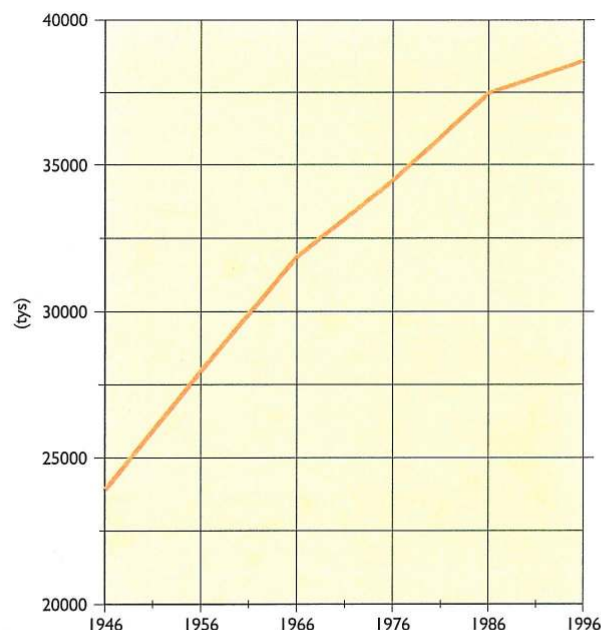
W połowie lat 80-tych rozpoczął się długotrwały okres suszy hydrologicznej, charakteryzujący się generalnym spadkiem wielkości opadów, znacznie poniżej wartości z wielolecia. Ostatnie lata przyniosły pewną poprawę sytuacji, jednak mierzone wielkości nadal są niższe niż obserwowane w tzw. latach mokrych (1960, 1970, 1980), kiedy to roczne sumy opadów przekraczały 700 mm.

1.3. DEMOGRAFIA

Ostatni spis ludności przeprowadzony w 1995 r. wykazał, że Polskę zamieszkuje 38 620 000 osób natomiast w 1988 r. ludność w Polsce liczyła 37 879 000 osób. Mieszkańcy Polski stanowią około 5,4% mieszkańców Europy. W stosunku do lat sześćdziesiątych i siedemdziesiątych istotnie zmalała dynamika wzrostu liczby ludności naszego kraju (rys. 1.3.1). Zauważyć należy zwłaszcza, że przyrost naturalny zmniejszył się w latach 1975-1996 z 10,2 do 1,2 osoby na 1000 mieszkańców. Wskaźnik przyrostu naturalnego jest stale większy na terenach wiejskich i obecnie wynosi 2,5 na wsi i tylko 0,4 w miastach. Nie spełniły się prognozy z lat wcześniejszych, które zakładały przekroczenie na początku lat dziewięćdziesiątych liczby 40 mln mieszkańców.

Przeciętna długość życia w Polsce wynosi obecnie 68 lat dla mężczyzn i 75 lat dla kobiet. Po okresie spadku w latach osiemdziesiątych od roku 1991 wskaźniki te systematycznie rosną. Trzeba jednak zwrócić uwagę, że w krajach najbardziej rozwiniętych przeciętna długość życia wynosi 70-75 lat dla mężczyzn i ok. 80 lat dla kobiet.

W miastach zamieszkuje obecnie 61,9% ludności Polski, a na obszarach wiejskich 38,1%. Średnia gęstość zaludnienia wynosi około 123 mieszkańców na km² i jest zróżnicowana terytorialnie. Największa gęstość i zaludnienie występuje w województwach: łódzkim – 733 mieszkańców/km², warszawskim – 638 mieszkańców/km², katowic-



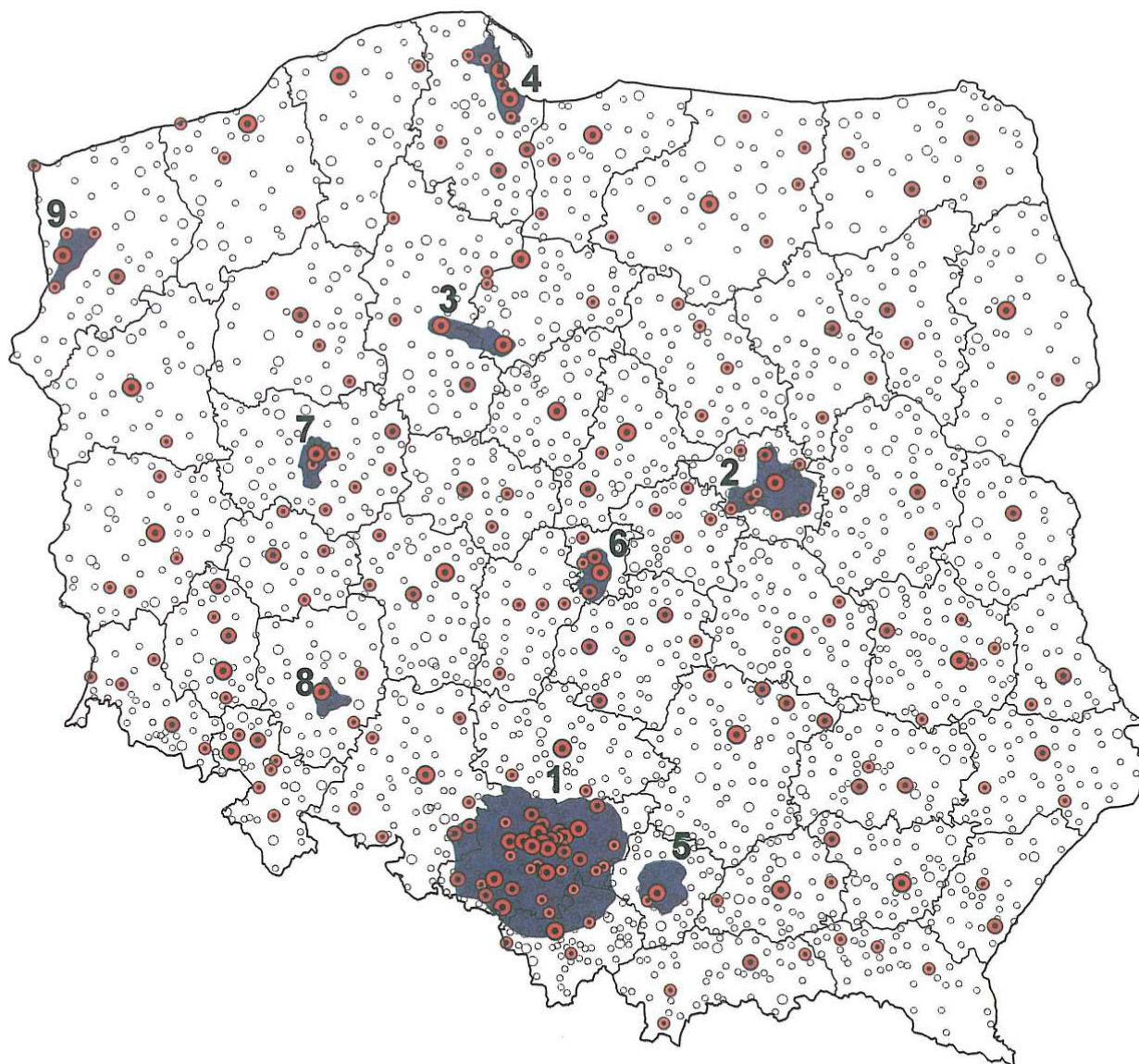
Rys. 1.3.1. Zmiana liczby ludności w latach 1946 – 1996

kim – 590 mieszkańców/km², najmniejsze – w województwach: suwalskim – 46 mieszkańców/km², łomżyńskim – 53 mieszkańców/km².

1.4. ZAGOSPODAROWANIE PRZESTRZENNE

Sprawy z zakresu tworzenia i przestrzegania ładu przestrzennego znajdują się generalnie w gestii samorządów terytorialnych (gmin). Rola władz wyższych szczebli została w minionych latach silnie ograniczona. Zgodnie z generalnym wymogiem Konstytucji RP oraz szczegółowymi zaleceniami ustawy z dnia 7 lipca 1994 r. o zagospodarowaniu przestrzennym podstawą kreowania zmian przestrzennych powinny być zasady trwałego i zrównoważonego rozwoju – stopniowo adaptowane przez Polskę ustalenia Szczytu Ziemi w Rio de Janeiro w 1992 roku. Krzewienie idei i zasad zrównoważonego rozwoju trwa jeszcze zbyt krótko, aby można było mówić w Polsce o ich pełnym wdrożeniu, niemniej jednak polityka przestrzenna w coraz większym stopniu respektuje związane z nimi wymogi. Sprzyjają temu stworzone ostatnio podstawy i instrumenty prawne, ale także rosnące zainteresowanie społeczności i samorządów lokalnych.

Sieć osadnicza, na którą składają się 864 miasta (tab. 1.4.1) i ponad 40 000 wiejskich jednostek osadniczych, oraz struktura zagospodarowania przestrzeni w swoim obecnym, zasadniczym kształcie funkcjonują od dziesięcioleci.



miejsowości z liczbą mieszkańców

- < 10 000
- 10 000 - 20 000
- 20 000 - 50 000
- 50 000 - 100 000
- > 100 000

aglomeracje

- 1 zespół aglomeracji śląskich
- 2 aglomeracja warszawska
- 3 aglomeracja bydgosko-toruńska
- 4 aglomeracja gdańska
- 5 aglomeracja krakowska
- 6 aglomeracja łódzka
- 7 aglomeracja poznańska
- 8 aglomeracja wrocławska
- 9 aglomeracja szczecińska

Rys. 1.4.1. Sieć osadnicza

Grupy miast wg liczby mieszkańców	Liczba miast	Ludność miast	
		w tysiącach	w % ludności Polski
Liczba mieszkańców miast ogółem w tym:	864	23903,6	61,9
• poniżej 5000 mieszkańców	273	840,3	2,2
• 5000-9999 mieszkańców	182	1288,1	3,3
• 10000-19999 mieszkańców	177	2549,6	6,6
• 20000-49999 mieszkańców	139	4228,1	10,9
• 50000-99999 mieszkańców	51	3427,2	8,9
• 100000-199999 mieszkańców	22	2858,4	7,4
• 200000 mieszkańców i większe	20	8711,9	22,6

Tabela 1.4.1.

Liczba
mieszkańców
w miastach
w 1996 r.

W grupie największych miast, z liczbą mieszkańców powyżej 500 tys., znajdują się:

- Warszawa 1628,5 tys. mieszkańców, stolica Polski,
- Łódź 818,0 tys. mieszkańców,
- Kraków 740,7 tys. mieszkańców,
- Wrocław 640,6 tys. mieszkańców,
- Poznań 580,8 tys. mieszkańców.

Zachodzące w ostatnich latach zmiany prowadzą, jak się wydaje, do zaniku lub marginalizacji wielu mniejszych miejscowości pozbawionych możliwości rozwoju ekonomicznego. Jednocześnie wzrasta liczba mieszkańców i powierzchnie większych aglomeracji miejskich (rys. 1.4.1 patrz str. 16), obejmujących blisko 25% wszystkich miast. Są to obszary o dużej koncentracji działalności gospodarczej, centra produkcyjne, handlowe i komunikacyjne, bądź zagłębia surowcowe. Do największych z nich należy zaliczyć aglomeracje: śląską, warszawską, gdańską, krakowską, łódzką, poznańską, wrocławską i szczecińską.

Osadnictwo wiejskie jest rozdrobnione. Na ogólną liczbę 2041 tys. gospodarstw rolnych tylko 8,5% stanowią gospodarstwa o powierzchni użytków rolnych 15 ha i więcej, przy czym prowadzą one uprawy na 35% ogółu powierzchni użytków rolnych w Polsce. Jednocześnie zmiany, stymulowane wymogami gospodarki rynkowej doprowadziły w ostatnich latach do pewnego ograniczenia areалу upraw. Spowodowało to powolny korzystny wzrost lesistości kraju.

1.5. GOSPODARKA KRAJU

Polska zaliczana jest do grupy państw Europy Środkowej i Wschodniej, które przechodzą proces intensywnych przemian gospodarczych, zastępując

systemy nakazowo-rozdzielcze mechanizmami gospodarki rynkowej. Gwałtowne zmiany polityczne, społeczne i gospodarcze na przełomie lat osiemdziesiątych i dziewięćdziesiątych, upadek wielu nierentownych zakładów, spadek produkcji, wzrost bezrobocia i wysoka inflacja były bodźcem do rozpoczęcia fundamentalnych przemian mających na celu uzdrowienie polskiej gospodarki.

Ważnym wskaźnikiem tych przemian jest stopień decentralizacji i prywatyzacji gospodarki. W 1996 r. już 51,6% Produktu Krajowego Brutto było wytwarzane przez sektor prywatny, a tylko 34,3% przez sektor państwowy. Blisko 24,2% PKB wytwarzane jest w sektorze gospodarstw domowych, w tym poprzez rodzinne gospodarstwa rolne.

Sukcesy Polski w tym procesie były m.in. możliwe dzięki stosunkowo wysokiemu, na tle innych byłych państw socjalistycznych, odsetkowi prywatnej własności w gospodarce: głównie w rolnictwie i drobnej przedsiębiorczości i związanymi z tym tradycjami działania „na własny rachunek”.

Tradycje indywidualnej przedsiębiorczości pozwoliły na łatwiejsze, niż w wielu innych krajach dawnego obozu socjalistycznego, dostosowanie się społeczeństwa do reguł gospodarki rynkowej.

W stosunkowo krótkim czasie osiągnięty został duży stopień prywatyzacji takich działów gospodarki narodowej jak rolnictwo, handel, średni i drobny przemysł, transport samochodowy – gdzie udział kapitału państwowego jest obecnie niewielki. Z drugiej jednak strony przemysł wydobywczy i przemysł ciężki, strategiczne dla funkcjonowania polskiej gospodarki przed okresem trans-

formacji, pozostają własnością Skarbu Państwa. Trudna sytuacja ekonomiczna tych sektorów powoduje duże obciążenia dla budżetu państwa w postaci dotacji na pokrycie strat i osłony społecznej oraz subwencji dla restrukturyzowanych branż.

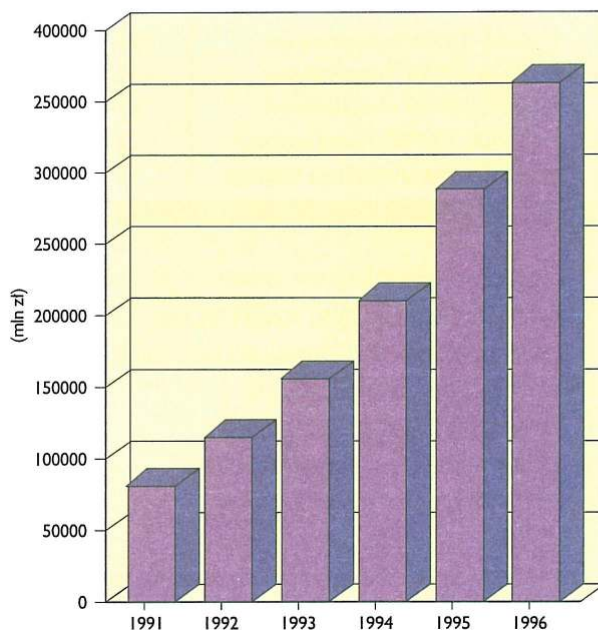
Odejście od gospodarki nakazowo-rozdzielczej oznaczało nie tylko zmianę systemu kierowania gospodarką, ale także zmianę priorytetów gospodarczych – od sektora wytwarzania środków produkcji ku sektorowi produkującemu środki konsumpcji oraz w kierunku szeroko pojętych usług. Wiązało się to z koniecznością restrukturyzacji wielu zakładów przemysłu ciężkiego i ograniczeniem zatrudnienia w tym sektorze. Gospodarka rynkowa, przywrócenie pieniądza jego podstawowych funkcji – w tym wyznacznika wartości dóbr i usług – wymusiły racjonalizację zużycia surowców i materiałów oraz oszczędność zużycia energii.

Przemiany gospodarcze sprzyjały także zmniejszeniu presji na środowisko i zahamowaniu jego degradacji, a w szeregu przypadków wręcz odwróceniu niekorzystnych zjawisk. Zauważalne stają się symptomy poprawy stanu polskiej przyrody i środowiska życia człowieka.

Racjonalizacja produkcji i zużycia energii, w połączeniu z energicznymi działaniami kontrolnymi służb ochrony środowiska, dały pozytywne rezultaty, prowadząc do ograniczenia emisji zanieczyszczeń do wód i atmosfery oraz zmniejszenia ilości wytwarzanych odpadów przemysłowych.

Pojawiły się natomiast nowe kategorie zagrożeń, związane przede wszystkim z burzliwym rozwojem motoryzacji oraz wzrostem konsumpcji prowadzącej do powstawania coraz większej ilości odpadów. W ostatnich latach gospodarkę Polski charakteryzuje nadal stosunkowo wysoka stopa

inflacji oraz duże bezrobocie, przy czym wg części ekspertów wskaźnik bezrobocia jest sztucznie powiększony o faktycznie zatrudnionych w tzw. szarej strefie. Równocześnie od 1992 roku obserwowany jest stały i stosunkowo szybki wzrost Produktu Krajowego Brutto (rys. 1.5.1).



Rys. 1.5.1. Zmiana wielkości Produktu Krajowego Brutto w Polsce w latach 1991 - 1996

Przedstawiony w tabeli 1.5.1 wzrost PKB wyrażony w USD wynika nie tylko z faktycznego wzrostu gospodarczego ale w znacznej części jest spowodowany polityką umocnienia wartości złotego.

Na Produkt Krajowy Brutto złożyły się (w %, wg cen bieżących):

- przemysł łącznie z przemysłem wydobywczym 27,1
- handel i naprawy 14,7
- rolnictwo, łowiectwo i leśnictwo 6,0
- transport, składowanie i łączność 5,4
- budownictwo 5,3
- pozostałe działy gospodarki 41,5

Rok	Dynamika Produktu Krajowego Brutto (ceny stałe)	Produkt Krajowy Brutto		
	Ceny bieżące mln zł	Ceny stałe*	mln USD	USD/głowę
1990	56 027,1	88,4	58 976	1 547
1995	283 736,6	107,0	117 978	3 057
1996	359 915,5	106,1	134 550	3 484

* ceny stałe – rok poprzedni = 100.

Tabela 1.5.1.

Produkt Krajowy Brutto w 1996 r. i jego przyrost od 1990 r.

Z porównania PKB¹ na głowę mieszkańca w Polsce i w krajach Unii Europejskiej wynika, że Polska nadal znajduje się pod tym względem znacznie poniżej poziomu PKB tych krajów (rys. 1.5.2).

W ciągu ostatniego sześćdziesięciolecia nastąpiła w Polsce znaczna zmiana produkcji i usług w po-

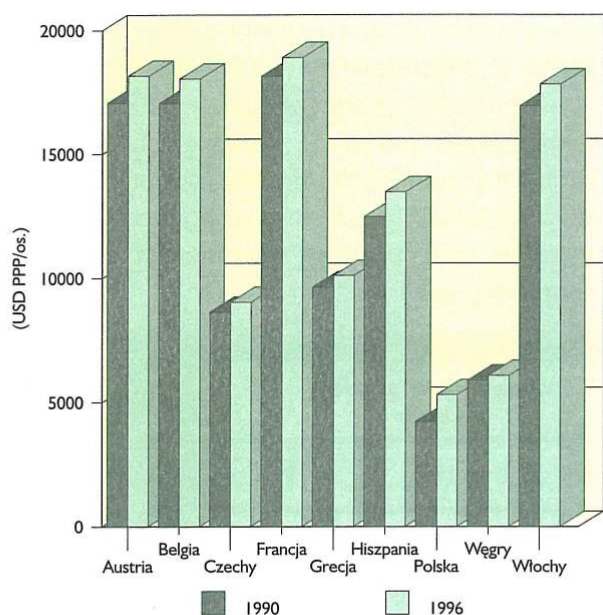
szczególnych działach gospodarki narodowej (tab.1.5.2). Przedstawione w tabeli dane wykazują wzrost produkcji przewyższający wskaźnik inflacji w energetyce, rolnictwie i niektórych rodzajach produkcji przemysłowej. Istotny wzrost notowany jest w produkcji: maszyn i wyrobów metalowych, artykułów spożywczych i zaopatrzenia w energię elektryczną, gaz i wodę.

Dział gospodarki i rodzaj produkcji	Wielkość produkcji ogółem w latach		
	1990	1995	1996
ENERGETYKA			
Energia elektryczna – produkcja krajowa ogółem (TWh)	136,3	139,0	143,2
w tym:			
• elektrownie zawodowe ciepłne (TWh)	124,9	120,8	131,1
• elektrownie wodne (TWh)	3,3	3,8	3,8
Energia elektryczna import (TWh)	10,4	4,4	4,8
Energia elektryczna eksport (TWh)	11,5	7,2	7,9
ROLNICTWO			
Powierzchnia użytków rolnych (tys. ha)	18 720	18 622	18 474
Produkcja rolnicza ogółem (mln zł, ceny bieżące)	8 848	43 347	51 040
PRZEMYSŁ			
Wartość produkcji ogółem, (mln zł, ceny bieżące)	56 591	255 626	294 990
w tym:			
• górnictwo i kopalnictwo	4 486	19 544	22 332
• działalność produkcyjna	47 628	211 533	244 193
w tym produkcja:			
• artykułów spożywczych	9 893	51 630	59 490
• chemikaliów	3 695	16 711	18 631
• metali	5 800	16 057	17 128
• maszyn i wyrobów metalowych	4 437	23 057	29 349
• zaopatrzenie w energię elektryczną, gaz i wodę	4 478	24 549	28 645
TRANSPORT			
Sieć kolejowa eksploatowana (km)	26 228	23 986	23 420
Drogi publiczne (tys. km)	218	237	239
Przewozy ładunków (tys. t.)	1 645 542	1 380 810	13 858 52
w tym:			
• koleją	281 658	225 348	223 542
• transportem samochodowym	1 292 358	1 086 762	1 091 880
• transportem rurociągowym	32 995	33 353	35 367
• transportem morskim	28 477	26 019	25 703
• śródlądowym transportem morskim	9 795	9 306	9 000
• transportem lotniczym	14	22	28

Tabela 1.5.2.

Produkcja i usługi w podstawowych działach gospodarki

¹ Produkt Krajowy Brutto wyrażony w USD PPP według parytetu cen odniesionego do 1991 r.



Rys. 1.5.2. Produkt Krajowy Brutto (USD PPP) na 1 mieszkańca w wybranych krajach europejskich w latach 1990 i 1996 wg OECD (dla Polski, Węgier i Czech dane 1991 r.)

Jednocześnie obserwowany jest wzrost produkcji nie przekraczający stopy inflacji w produkcji chemikaliów, metali oraz w górnictwie i kopalnictwie.

W tabeli 1.5.3 przedstawiono wybrane wskaźniki charakteryzujące produkcję w poszczególnych działach gospodarki narodowej w 1996 r.

Rozwój gospodarczy kraju zobrazowany danymi liczbowymi przedstawionymi w powyższych tabelach a także przemiany polityczne znajdują wysoką ocenę instytucji międzynarodowych.

Od roku 1996 Polska jest członkiem Organizacji Współpracy i Rozwoju (OECD) zrzeszającej najbardziej gospodarczo rozwinięte kraje świata. Należy też do najpoważniejszych kandydatów do członkostwa w Unii Europejskiej.

Dział gospodarki i rodzaj produkcji	Wskaźniki jednostkowe
ENERGETYKA	
Produkcja na 1 mieszkańca	3 708 kWh/mieszkańca
Produkcja na 1 USD PKB	1,06 kWh/USD
Udział w produkcji światowej*	1,1 %
ROLNICTWO	
Powierzchnia użytków rolnych	0,48 ha/ mieszkańca
w tym grunty orne	0,36 ha/ mieszkańca
Zbiory zbóż	655 kg/ mieszkańca
Bydło, trzoda chlewna, owce i konie	
w przeliczeniowych sztukach dużych	48,8 szt./ 100 ha użytków rolnych
Udział w produkcji światowej*	1,2%
PRZEMYSŁ	
Dynamika działalności produkcyjnej przemysłu	1990 r. – 100%; 1996 r. – 134%
TRANSPORT	
Gęstość linii kolejowych	7,5 km/100 km ²
Gęstość dróg kołowych	76,6 km/ 100 km ²
Przewozy ładunków na 1 USD PKB	103,0 kg/USD
Przewozy ładunków na 1 mieszkańca	35 884 kg /mieszkańca

* dostępne dane za 1994 r.

Tabela 1.5.3.

Wskaźniki charakteryzujące produkcję w 1996 r. w poszczególnych działach gospodarki narodowej

2. DZIAŁALNOŚĆ CZŁOWIEKA W ŚRODOWISKU

2.1. EKSPLOATACJA SUROWCÓW NATURALNYCH

2.1.1. INFORMACJE OGÓLNE

Występujące w środowisku zasoby naturalne, dzieli się, biorąc pod uwagę możliwość ich odtwarzania, na odnawialne i nieodnawialne. Do tych pierwszych zalicza się m.in. powietrze, wody, rośliny uprawne i lasy.

Za najważniejsze zasoby odnawialne uznaje się powietrze, gleby, zbiorowiska roślinne i lasy, wodę, łowiska i zasoby ryb, zasoby genetyczne i gatunki dziko żyjące oraz krajobraz o wysokich walorach naturalnych i kulturowych, występujący szczególnie na obszarach chronionych.

Zasobami nieodnawialnymi są natomiast przede wszystkim zasoby energetyczne (paliwa kopalne) oraz surowce mineralne.

Do szczególnie ważnych polskich zasobów nieodnawialnych zalicza się:

- surowce energetyczne: węgiel kamienny i brunatny oraz gaz ziemny,
- surowce metaliczne: rudy miedzi oraz rudy cynku i ołowiu,
- surowce chemiczne: siarka rodzima i sól kamienna,
- surowce skalne: piasek, gliny, iły i inne.

Eksploatacja surowców naturalnych niezbędna dla funkcjonowania gospodarki w jej obecnym kształcie – poza niewątpliwymi, doraźnymi korzyściami ekonomicznymi – powoduje również wiele problemów środowiskowych. Dewastacja i konieczność rekultywacji terenów, powstające wyrobiska, hałdy i zwalowiska oraz powodowane przez tę działalność szkody górnicze, zanieczyszczenie wód, powietrza i gleb, hałas, nieodwracalne

częstokroć szkody w cennych ekosystemach, zaniekanie unikalnych gatunków flory i fauny to koszty, jakie ponosimy wszyscy, a które nie były dotychczas szeroko uwzględniane przy ocenie efektywności ekonomicznej tej gałęzi gospodarki.

Szczególnie istotne problemy środowiskowe, zarówno w wymiarze światowym, jak i na terenie Polski powoduje eksploatacja surowców energetycznych. Mimo że najnowsze technologie charakteryzują się z reguły stosunkowo niskimi, jednostkowymi wskaźnikami zużycia energii, to jednak zapotrzebowanie na energię nie maleje i konieczne jest poszukiwanie nowych jej źródeł oraz wykorzystywanie rozpoznanych zasobów dyspozycyjnych.

2.1.2. ZASOBY NIEODNAWIALNE (W TYM SUROWCE ENERGETYCZNE)

Polska posiada duże zasoby surowców nieodnawialnych, z których najważniejszą część stanowią paliwa kopalne (tab. 2.1.1). W okresie mijającej dekady Polska, podobnie jak inne kraje Europy Środkowej i Wschodniej (np. Rumunia i Czechy) znacznie zmniejszyła ich wydobywanie. Nie jest to jednak trend ogólnoswiatowy. W tym samym czasie niektóre kraje istotnie zwiększyły eksploatację surowców energetycznych. Przykładowo w latach 1989-1994 Francja wyprzedziła Polskę, zwiększając wydobywanie surowców energetycznych w tych latach ponad dwukrotnie. Znaczący wzrost wydobywania paliw kopalnych zanotowały w tym okresie także Norwegia i Wlk. Brytania (rys. 2.1.1 i rys. 2.1.2).

Eksploatacja zasobów surowców mineralnych (tab. 2.1.2), mająca w Polsce wielowiekową historię doprowadziła do powstania szeregu dużych okręgów górniczych (rys. 2.1.3). Obecnie, do najważniejszych ośrodków wydobywania kopalin i surowców energetycznych należą:

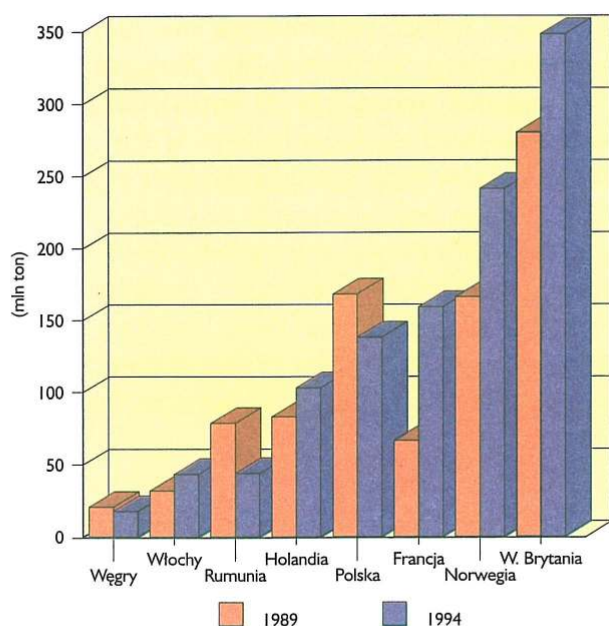
Kopaliny	Zasoby bilansowe złóż geologicznie udokumentowanych (mln ton, gaz mld m ³)	
	ogółem	w tym zagospodarowane
SUROWCE ENERGETYCZNE		
Ropa naftowa	14,4	13,1
Gaz ziemny	148,9	118,9
Węgiel brunatny	14 188,0	2 354,5
Węgiel kamienny	58 337,3	21 981,3
SUROWCE METALICZNE		
Rudy cynku i ołowiu	202,8	62,5
Rudy miedzi	2 291,1	1 731,1
SUROWCE CHEMICZNE		
Siarka rodzima	635,0	298,0
Sól kamienna	80 427,1	8 503,1
SUROWCE SKALNE		
Kamienie drogowe i budowlane	7 909,4	3 377,0
Surowce ilaste ceramiki budowlanej	3 798,8	2 739,1
Kruszywo naturalne	14 254,1	2 978,0
Wapień i margle	17 077,2	5 399,9

Tabela 2.1.1.

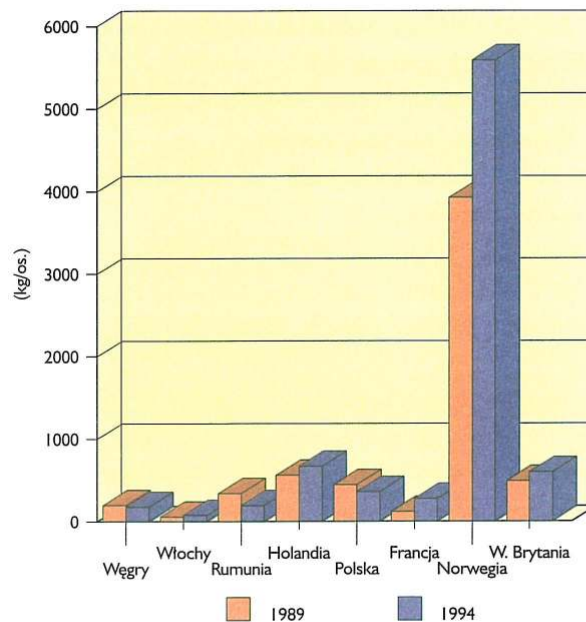
Zasoby najważniejszych surowców nieodnawialnych w 1996 r.

1) okęgi górniczo-energetyczne:

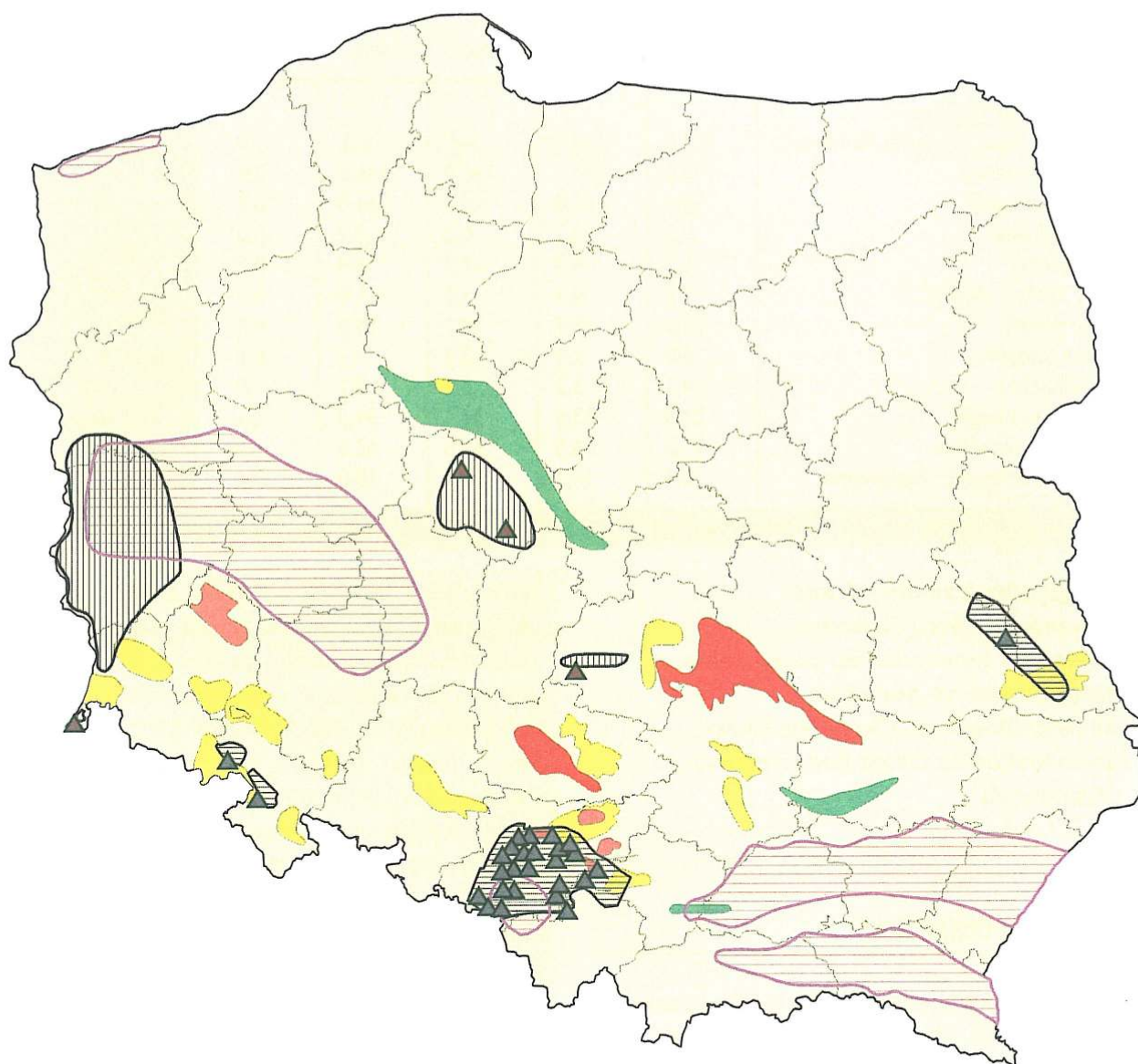
- Górnośląskie Zagłębie Węglowe,
- Turoszowski Okręg Węglowy,
- Koniński Okręg Węglowy,
- Lubelskie Zagłębie Węglowe,
- Lubaczowski Okręg Gazowy,
- Przemyski Okręg Gazowy,
- Bełchatowski Okręg Węglowy;



Rys. 2.1.1. Wydobycie surowców energetycznych niektórych krajów europejskich w przeliczeniu na węgiel kamienny



Rys. 2.1.2. Wydobycie surowców energetycznych niektórych krajów europejskich przypadające na 1 mieszkańca w przeliczeniu na węgiel kamienny



I. Okręgi surowców energetycznych

-  okręgi węgla kamiennego
-  okręgi węgla brunatnego
-  okręgi ropy naftowej i gazu
-  kopalnie węgla kamiennego
-  kopalnie węgla brunatnego

II. Okręgi surowców metalicznych

-  rud żelaza *
-  metali innych
-  II. Okręgi eksploatacji surowców skalnych
-  III. Okręgi surowców chemicznych

* obszary występowania rud żelaza wyłączone z bilansu zasobów od 1994 roku

Rys. 2.1.3. Okręgi górnicze

Kopaliny	Wydobycie (mln ton, gaz w mld m ³) w latach				Udział w* wydobyciu na świecie w (%)
	1985	1994	1995	1996	
Surowce energetyczne (w przeliczeniu na węgiel kamienny)	177,0	138,0	b.d.	b.d.	1,9
Węgiel kamienny	190,6	134,1	136,0	136,0	3,8
Węgiel brunatny	55,4	66,8	64,0	64,0	6,6
Ropa naftowa	0,2	0,2	0,2	0,2	0,01
Gaz ziemny	5,9	4,3	4,7	4,4	0,2
Rudy cynku i ołowiu	5,2	4,8	5,3	5,0	4,1
Rudy miedzi	25,6	23,7	24,1	26,0	4,0
Siarka rodzima	5,0	2,1	2,4	1,7	6,1
Sól kamienna	4,1	3,2	3,2	3,1	1,9
Wapenie i margle	24,8	33,6	34,1	34,2	b.d.
Kruszywo naturalne	11,7	54,5	54,0	62,6	b.d.
Kamienie drogowe i budowlane	0,4	16,1	17,3	18,0	0,4

* w odniesieniu do 1994 roku

b.d. - brak danych

Tabela 2.1.2.

Wydobycie
surowców
nieodnawialnych

2) okręgi górniczo-chemiczne:

- Tarnobrzeski Okręg Siarkowy,
- Kłodawski i Inowrocławski Okręg Solny;

3) okręgi hutniczo-górnice:

- Lubiąsko-Głogowski Okręg Miedziowy,
- Śląsko-Krakowski Okręg Rud Cynkowo-Ołowiowych.

2.1.3. ZASOBY ODNAWIALNE

Za najważniejsze zasoby odnawialne uznaje się powietrze, gleby, zbiorowiska roślinne i lasy, wodę, łowiska i zasoby ryb, zasoby genetyczne i gatunki dziko żyjące oraz krajobraz o wysokich walorach naturalnych i kulturowych, występujący szczególnie na obszarach chronionych.

Zarządzanie zasobami odnawialnymi leży w gestii praktycznie wszystkich dziedzin gospodarki, ale szczególny wpływ na ich stan i możliwości harmonijnego odtwarzania mają, obok uciążliwego dla środowiska przemysłu, leśnictwo i rolnictwo (wraz z rybołówstwem), gospodarka wodna oraz gospodarka komunalna.

Ich właściwe wykorzystanie pozwala niejednokrotnie na zmniejszenie zużycia surowców nieodnawialnych. Przykładem takim może być realizowany obecnie program wykorzystania wód geotermalnych jako źródła energii cieplnej.

Pod względem zasobów gleb Polska wyróżnia się w Europie, ponieważ ilość gruntów ornych przypadająca na 1 mieszkańca w naszym kraju, wynosząca w 1994 r. 0,36 ha, przewyższała nieznacznie analogiczne wskaźniki w takich państwach, jak Francja i Grecja (po 0,34 ha), czy Szwecja (0,32 ha) oraz była o wiele większa niż w Austrii i Włoszech (po 0,19 ha), w Niemczech (0,15 ha) i Wielkiej Brytanii (0,10 ha) oraz w krajach Beneluxu (0,06-0,08 ha). Uzyskiwane z tych gruntów ornych plony zbóż na 1 mieszkańca, które w Polsce wyniosły w 1996 r. 655 kg, okazały się wprawdzie wyższe niż np. w Rumunii (652 kg), Czechach (632 kg), Chorwacji (614 kg), Hiszpanii (601 kg) czy Niemczech (500 kg), jednakże można zauważyć, że zasobności gleb nie towarzyszyła ich wysoka produktywność i efektywna uprawa. Dla przykładu, z przedstawionych wskaźników wynika, że produktywność gleb w plonach zbóż w Niemczech była dwukrotnie wyższa niż w Polsce. Nasz kraj osiągnął lepsze zbiory pszenicy (3,46 ton/ha) niż Litwa (1,96 ton/ha), Mołdawia (2,14 ton/ha), Ukraina (2,55 ton/ha), Hiszpania (2,97 ton/ha), Węgry (3,29 ton/ha) czy Włochy (3,30 ton/ha), choć nie tak dobre jak Czechy (4,53 ton/ha) czy Chorwacja (4,42 ton/ha). Na uwagę zasługują również inne wskaźniki produkcji roślinnej. Dotyczy to przede wszystkim zbiorów ziemniaków, które wyniosły w 1996 r. 27,2 mln ton, co stanowiło 9,6% produkcji światowej i dało nam drugie miejsce w Europie. Polskie plony ziemniaków na poziomie 20,3 ton/ha były podobne jak w Czechach (również 20,3 ton/ha) czy w Hiszpanii (19,3 ton/ha), a wyższe niż w takich krajach, jak: Litwa (13,3 ton/ha), Słowacja (13,5 ton/ha), Węgry (14,3 ton/ha) czy Portugalia (15,9 ton/ha).

W 1996 r. powierzchnie leśne zajmowały w naszym kraju 28,1%, grunty orne – 45,5%, użytki zielone – 13,1%, a sady – 1%.

Wskaźnik eksploatacji zasobów drewna w Polsce, jednego z ważniejszych zasobów odnawialnych, w przeliczeniu na 1 mieszkańca wynosił w 1994 roku 0,53m³ i był porównywalny z danymi z obszaru Niemiec (0,46m³), czy Rumunii (0,58m³).

Gospodarowanie zasobami odnawialnymi wymaga respektowania zasad zrównoważonego rozwoju i powinno opierać się na racjonalnym i oszczędnym ich wykorzystywaniu, zapewniającym osiągnięcie efektu ekonomicznego przy minimalizowaniu niekorzystnego oddziaływania na środowisko. Osiągnięcie wysokiej efektywności gospodarowania zasobami jest jednym z celów polskiej polityki ekologicznej. Podejmowane w tym względzie działania, w tym prawne i ekonomiczne instrumenty ochrony i racjonalizacji wykorzystywania zasobów odnawialnych, omówiono bardziej szczegółowo w dalszych rozdziałach Raportu.

2.1.4. WNIOSKI

W 1988 roku, w przededniu przemian ustrojowych, Polska zajmowała wysokie miejsca w globalnych zestawieniach krajów o najwyższym poziomie eksploatacji zasobów kopalin, w tym zwłaszcza surowców energetycznych. Decydowało o tym wydobycie takich surowców jak: siarka – 4 miejsce na świecie (8,7% produkcji światowej), węgiel kamienny – 4 miejsce (5,5%), węgiel brunatny – 5 miejsce (5,9%), miedź – 6 miejsce (5,2%), srebro – 7 miejsce (6,0%), surowce wapienne – 7 miejsce (3,4%), sól kamienna – 10 miejsce (3,1%), cynk – 11 miejsce (2,6%). Niestety, silna, wynikająca z ówczesnej doktryny gospodarczej i uwarunkowań systemowych, presja na zwiększanie, lub co najmniej utrzymywanie osiągniętego poziomu wydobycia, bez liczenia się z uwarunkowaniami zewnętrznymi i wymogami efektywności, powodowała m.in. negatywne konsekwencje dla stanu środowiska Polski.

Po roku 1989 wydobycie wielu surowców znacznie się zmniejszyło. Zdecydowały o tym czynniki ekonomiczne, w tym zwłaszcza brak możliwości dalszego finansowania przez budżet państwa

strat występujących w przemyśle wydobywczym oraz spadek krajowego zapotrzebowania na energię elektryczną, zmniejszenie się popytu światowego na siarkę, eksportowaną przez Polskę w znacznych ilościach (w związku z rosnącą podażą taniej siarki odzyskiwanej po odsiarczaniu gazu i ropy naftowej) itp. Mimo to Polska utrzymała drugą pozycję w Europie pod względem wielkości wydobycia węgla kamiennego (pierwszą w przeliczeniu na 1 mieszkańca), podobnie jak w produkcji siarki rodzimej. Obserwuje się również wzrost wydobycia gazu ziemnego oraz ropy naftowej.

W omawianym okresie zanotowano również istotne ograniczenie antropogenicznej presji na zasoby odnawialne, takie jak atmosfera, ekosystemy wodne czy lasy i zbiorowiska roślinne. Obserwuje się również racjonalizację korzystania z zasobów wodnych, w tym spadek wykorzystania zasobów wód podziemnych. Pozyskanie drewna ustabilizowało się od roku 1992 na poziomie zbliżonym do stanu z 1989 r. Niewielkim zmianom ulega także produkcja rolnicza, przy czym największy wpływ na jej wielkość mają w ostatnim okresie charakterystyczne fluktuacje związane ze zmiennymi warunkami klimatycznymi. Pewne zmiany zachodzą również w zakresie gospodarki przestrzenną. Obserwowany jest m.in. stały ubytek przestrzeni rolniczej. Podczas gdy jeszcze w 1980 r. użytki rolne zajmowały 60,59%, to w 1992 r. – 59,56%, a w 1996 r. – 59,08%. Zmiany te niekoniecznie muszą być traktowane jako zjawisko negatywne. W szeregu przypadków ubytek przestrzeni rolniczej powodowany jest przez wycofanie z eksploatacji gruntów o słabszej produktywności. Szacuje się, że powierzchnia gruntów o marginalnym znaczeniu dla rolnictwa wynosi co najmniej 3,3 mln ha, z czego około 600 tys. ha przekazano w ostatnich latach na inne cele. Pewna część nieużytków i gruntów porolniczych przekazywana jest systematycznie gospodarce leśnej. Nowe zalesienia obejmowały w ostatnich latach średnio 10-15 tys. ha rocznie, dzięki czemu lesistość kraju zwiększyła się w latach 1980-1996 o 1,5%, osiągając poziom 28,1% powierzchni kraju.

Gospodarowanie zasobami odnawialnymi, wymaga troski i przeciwdziałania ich degradacji lub ubożeniu. Niektórych elementów, np. walorów krajobrazowych, nie potrafimy jeszcze szacować według ich wymiernej wartości materialnej, ale nie powinno i nie może to oznaczać zgody na ich degradację.

Stanowią one bowiem elementy bogactwa narodowego, a niekiedy także dziedzictwa światowego, które powinny stać się udziałem również następnych pokoleń.

Generalnie można jednak stwierdzić, że gospodarowanie zarówno zasobami odnawialnymi, jak i nieodnawialnymi, staje się coraz bardziej racjonalne. Obserwuje się wyraźne zmniejszenie skali eksploatacji rodzimych kopalin i zasobów wodnych oraz znaczącą poprawę efektywności produkcji, wyrażającą się m.in. w stabilizacji zapotrzebowania na energię, elektryczną, którym od 1992 roku towarzyszy ciągły, dynamiczny wzrost gospodarczy.

2.2. EMISJA ZANIECZYSZCZEŃ DO ATMOSFERY

2.2.1. INFORMACJE OGÓLNE

Udziały poszczególnych składników, tworzących atmosferę, a zwłaszcza stężenia szeregu specyficznych gazów, których domieszki nie przekraczają częstokroć ułamkowych części procenta, mogą ulegać lokalnie istotnym odchyleniom od wartości uznawanych za średnie. Decydują o tym emisje gazów, par i pyłów, pochodzące zarówno ze źródeł naturalnych (np. erupcje wulkanów, erozja gleb, procesy zachodzące w morzach i oceanach, procesy gnilne na obszarach bagiennych i torfowiskach), jak i powodowane działalnością człowieka. Antropogenicznymi źródłami emisji są m.in. różnorodne procesy przemysłowe, rolnictwo, transport, górnictwo, spalanie paliw dla celów przemysłowych i bytowych.

Generalnie wydzielić można pięć grup zagadnień problemowych w zakresie ochrony środowiska, na których skupia się obecnie największe zainteresowanie społeczności międzynarodowej i gdzie zanieczyszczenia powietrza brane są pod uwagę jako czynniki, które odgrywają, lub potencjalnie mogą odgrywać decydującą rolę. Są to:

- niekorzystne zmiany klimatyczne wraz z zanikaniem warstwy ozonowej – powodowane wzrostem zawartości w atmosferze dwutlenku węgla (CO_2), metanu (CH_4) i tlenków azotu (NO_x) oraz przenikaniem freonów i halonów do górnej warstwy atmosfery, co może doprowadzić do zwiększenia częstotliwości i rozszerzenia obszarów występowania katastrofalnych powodzi, susz, huraganów, a wskutek wzrostu średnich

temperatur również do zmian w tradycyjnych uprawach rolniczych (patrz rozdz. 4.2 i 4.3);

- zakwaszanie gleb i zasobów wodnych – wywołane zwłaszcza przez pochodzące ze źródeł antropogenicznych zanieczyszczenia takie jak dwutlenek siarki (SO_2), tlenki azotu (NO_x), amoniak (NH_3) oraz ich pochodne powstające wskutek przemian chemicznych w atmosferze, a następnie w drodze suchej i mokrej depozycji docierające do powierzchni ziemi, stanowiąc czynniki obniżające pH wód i gleb oraz powodujące uszkodzenia w lasach, korozję konstrukcji, budynków, w tym zabytków (patrz rozdz. 4.4);
- eutrofizacja – powodowana po części przez związki azotu (NO_x i NH_3 i pochodne) wymywane z powietrza przez wody opadowe, zaburzające funkcjonowanie naturalnych ekosystemów wodnych. Na skutek wzrostu ilości azotu ponad wartość średnią, dochodzi do zmian w ekosystemach (patrz rozdz. 4.5);
- pogorszenie jakości powietrza w aglomeracjach – związane ze wzrostem stężeń SO_2 , NO_2 , tlenku węgla (CO), pyłów i innych zanieczyszczeń w atmosferze, ujemnie oddziałujące na komfort życia i zdrowie mieszkańców (patrz rozdz. 3.2);
- powstawanie ozonu troposferycznego (O_3) – zwiększenie koncentracji ozonu w przyziemnej warstwie atmosfery, związane z przemianami fotochemicznymi, zachodzącymi pod wpływem światła słonecznego w powietrzu zanieczyszczonym m.in. tlenkami azotu i lotnymi związkami organicznymi, co w przypadku osiągnięcia progów ostrzegawczych lub wyższych charakterystycznych dla smogu letniego, może wpływać na pogorszenie się stanu zdrowia ludności (choroby układu oddechowego, układu krążenia) oraz zakłócać funkcjonowanie zbiorowisk roślinnych (patrz rozdz. 3.2.5).

Działania człowieka powodujące zanieczyszczenie atmosfery można umownie podzielić na grupy, o charakterystycznych wspólnych cechach. Najczęściej rozróżnia się¹:

- energetyczne spalanie paliw – główne źródło emisji dwutlenku siarki (SO_2) – średnio 60% całkowitej emisji tego zanieczyszczenia; tlenków azotu (wyrażonych w ekwiwalencie masowym NO_2) – średnio 20%; pyłów: około 40-60%, w tym pyłów metali ciężkich; dwutlenku węgla (CO_2) – średnio 33% emisji całkowitej;
- produkcję wyrobów przemysłowych – główne źródło emisji lotnych związków organicznych

¹ Wartości procentowe odnoszą się do średniego w skali Europy udziału danego rodzaju działalności w emisjach całkowitych danego zanieczyszczenia

Źródło	Emisja gazów (tys. ton)					
	SO ₂	CO	CH ₄	NO ₂	NMLZO	NH ₃
1. Procesy spalania w produkcji energii oraz jej przemian	1320	51	<1	403	13	1
2. Spalanie paliw w kotłowniach	521	2650	10	131	178	<1
3. Procesy spalania w przemyśle	428	31	2	183	11	<1
4. Procesy produkcyjne	53	27	0	21	66	6
5. Wydobywanie i dystrybucja paliw	0	0	728	0	43	0
6. Zastosowanie rozpuszczalników	0	0	0	0	136	0
7. Transport drogowy	46	1030	8	309	239	NE
8. Inne pojazdy i urządzenia	NE	140	1	108	45	NE
9. Zagospodarowanie odpadów	0	908	429	0	1	16
10. Rolnictwo	0	0	651	0	34	346
11. Przyroda	NE	NE	NE	NE	323	NE
Ogółem	2368	4837	1829	1154	1089	369

NE - nie oszacowano

0 - nie występuje

Tabela 2.2.1.

Szacunkowa emisja gazów w Polsce w 1996 r. według klasyfikacji Corinair

LZO (40%) i metanu CH₄ (50%) a także: SO₂ (25%); NO₂ (15%); pyłów (30%), w tym pyłów metali ciężkich; CO₂ (24%);

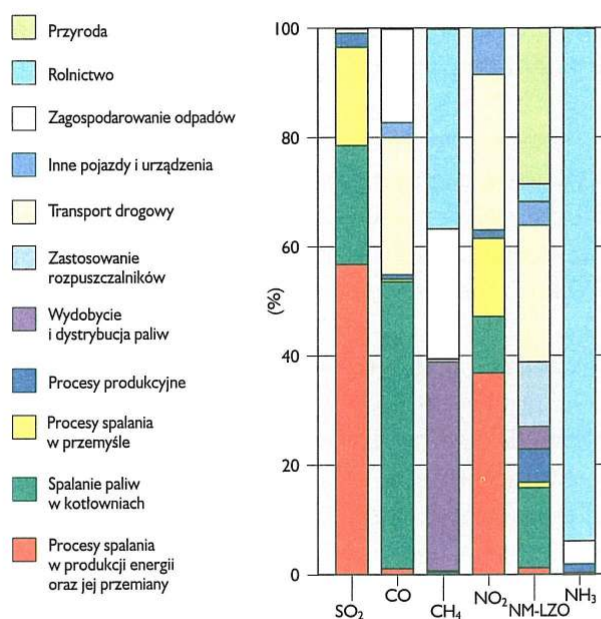
- transport towarów i ludzi – duży udział w emisjach tlenku węgla CO (70%); tlenków azotu (65%) i nie-metanowych lotnych związków organicznych (NMLZO) – 45%; dwutlenku węgla (25%);
- produkcja rolna – źródło rozproszonej emisji dużych ilości amoniaku (NH₃) – 95%; metanu (CH₄) – 45% i podtlenku azotu (N₂O) – 50%, co ma wpływ na zmiany kwasowości środowiska, eutrofizację ekosystemów wodnych, a także na ocieplenie klimatu;
- ogrzewanie budynków mieszkalnych i obiektów użyteczności publicznej – źródło emisji znacznych ilości gazów szklarniowych i zakwaszających środowisko, a w szeregu przypadków także wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych i dioksyn – substancji terato- i kancerogennych, powstających w procesach spalania przebiegających w niskich temperaturach.

2.2.2. EMISJA ZANIECZYSZCZEŃ W POLSCE

Jak wynika z analizy danych o wielkości i źródłach emisji, największy wpływ na ilość i rodzaje zanieczyszczeń wprowadzanych do atmosfery ma struktura zużycia paliw. Około 75% zużywanej w Polsce energii pierwotnej wytwarzane jest w instalacjach zasilanych paliwami stałymi – węglem brunatnym i kamiennym, ok. 12% uzyskiwane jest przy wykorzystaniu ropy naftowej, a ok. 10% – gazu ziemnego. Inne rodzaje paliw, do których zalicza się

przede wszystkim drewno nie mają istotnego znaczenia w ogólnym bilansie.

Poczynając od lat osiemdziesiątych Polska systematycznie bilansuje emisje zanieczyszczeń atmosfery. Najwcześniej przedmiotem zainteresowania była emisja związków siarki i azotu oraz pyłów. W miarę rozwoju wiedzy o środowiskowych skutkach emisji do atmosfery, do bilansów włączane są kolejne grupy substancji. Dane gromadzone są i bilansowane według metodologii Corinair (przyjętej przez Europejską Agencję Środowiska), w podziale na rodzaje działalności wg klasyfikacji systemu Corinair (tab. 2.2.1) oraz wg podziału stosowanego tradycyjnie w polskiej statystyce (tab.2.2.2).



Rys. 2.2.1. Procentowe udziały sektorów w emisji zanieczyszczeń

Źródło	SO ₂ (tys. ton)	NO ₂ (tys. ton)	Pył (tys. ton)
Ogółem	2368	1154	1250
Energetyka zawodowa	1195	360	157
Energetyka przemysłowa	406	128	623
Technologie przemysłowe	200	118	
Inne źródła stacjonarne	521	131	470
Źródła mobilne	46	417	–

Tabela 2.2.2.

Emisja podstawowych zanieczyszczeń w 1996 r. w układzie statystyki krajowej

Udział poszczególnych sektorów gospodarczych lub grup źródeł w emisji najważniejszych zanieczyszczeń przedstawiono na rysunku 2.2.1. Wszystkie szacunki wykonano na podstawie danych GUS, z uwzględnieniem wskaźników emisji z różnorodnych źródeł literaturowych.

Z analizy danych Corinair wynika, że głównym źródłem emisji dwutlenku siarki (SO₂) jest w Polsce produkcja energii elektrycznej, która odpowiada za blisko 57% emisji bilansowej. Uwzględnienie energetyki przemysłowej i systemów zaopatrzenia w ciepło sektora komunalno-bytowego (w mieście i na wsi) zwiększa ten wskaźnik do 95%.

Podczas spalania paliw, zwłaszcza w paleniskach domowych i kotłowniach o niskiej sprawności, powstaje ponad 50% emisji tlenku węgla (CO). Kolejne 28% emitowane jest z silników pojazdów i urządzeń, a ok. 20% powstaje przy spalaniu odpadów rolniczych.

Podstawowe źródła emisji do atmosfery metanu (CH₄) związane są z górnictwem i rolnictwem. Wydobycie węgla ma tu ponad 40-procentowy udział, a o kolejnych 36% decyduje produkcja zwierzęca. Około 24% emisji pochodzi z wysypisk odpadów.

Źródłem emisji tlenków azotu (ekw. masowy NO₂) są głównie procesy spalania paliw. Produkcja energii elektrycznej odpowiada za 35% emisji tlenków azotu. Szacuje się, że łącznie, podczas produkcji energii elektrycznej i ciepłej w obiektach stacjonarnych, powstaje 60% emitowanych do powietrza tlenków azotu. Od kilku lat dynamicznie wzrasta emisja ze źródeł mobilnych (transport), których udział w emisji bilansowej ocenia się obecnie na ok. 28%.

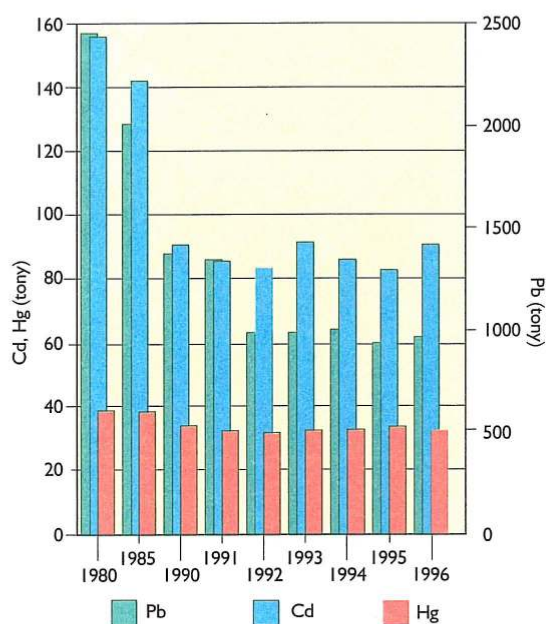
Około 30% emisji niemetanowych lotnych związków organicznych (NMLZO) pochodzi ze źródeł naturalnych: ze zbiorowisk roślinnych, a przede wszystkim z lasów. Jest to poziom porównywalny z emisją LZO ze środków transportu, którą ocenia się na 28%. Produkcja przemysłowa wymagająca stosowania rozpuszczalników jest źródłem około 12% bilansowej emisji LZO.

Głównym źródłem emisji amoniaku (NH₃) jest rolnictwo – 95% ogólnej ilości emitowanej, a blisko 5% stanowi emisja ze składowisk odpadów komunalnych. Zagadnienia dotyczące emisji dwutlenku węgla (CO₂) – podstawowego gazu cieplarnianego – omówiono szerzej w rozdziale 4.2.

W systemie Corinair nie są analizowane emisje pyłów. Krajowa emisja zanieczyszczeń pyłowych bilansowana jest w systemie statystyki publicznej (tab. 2.2.2)

Emitowane do atmosfery pyły, powstające podczas spalania paliw oraz w niektórych procesach produkcyjnych (np. w zakładach metalurgicznych, w cementowniach, przy produkcji nawozów mineralnych itp.), zawierają z reguły również związki metali ciężkich, takich jak kadm, ołów, rtęć, miedź, chrom i in. Szacuje się, że głównym źródłem emisji do atmosfery związków kadmu i ołowiu są obecnie procesy spalania paliw w małych i średnich obiektach. Ich udział w całkowitej emisji kadmu wynosi ok. 70%, w przypadku ołowiu ok. 40%. W przypadku rtęci największy udział w emisji całkowitej mają duże źródła energetyczne (ok. 28%). Istotnymi źródłami emisji metali są również procesy technologiczne w przemyśle metalurgicznym, a w przypadku ołowiu ciągle jeszcze emisja spalin z silników pojaz-

dów zasilanych etylinami (benzynami etylizowanymi). Udział transportu drogowego w całkowitej emisji ołowiu szacowany jest na ok. 19%. Krajowe emisje związków metali ciężkich zostały znacząco zredukowane w latach 90-tych w stosunku do emisji z roku 1985. Od roku 1990, po wyraźnie zaznaczonym w przypadku ołowiu spadku w latach 1991/1992, emisje te ustabilizowały się nie wykazując jednoznacznych tendencji malejących (rys. 2.2.2). Należy jednak zaznaczyć, iż w ostatnich latach szybko wzrasta udział benzyn bezołowiowych w ogólnej konsumpcji benzyn – z ok. 12% w 1990 r. do blisko 39% w 1997 r., co powinno korzystnie wpłynąć na bilans emisji tego zanieczyszczenia.

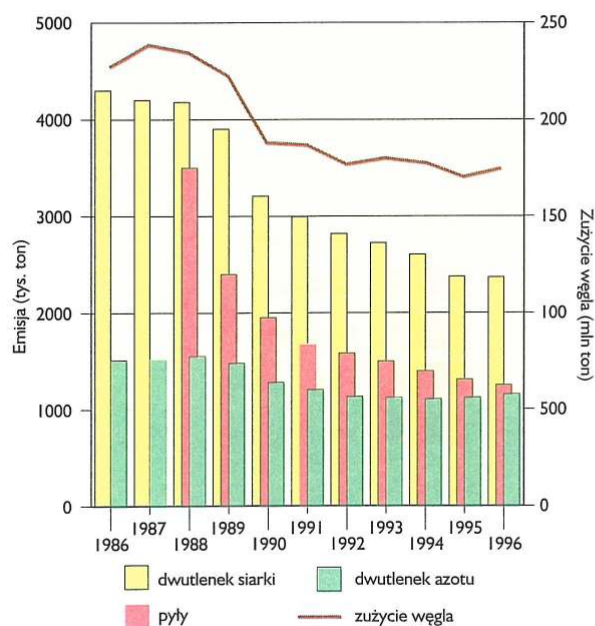


Rys. 2.2.2. Zmiany emisji metali ciężkich

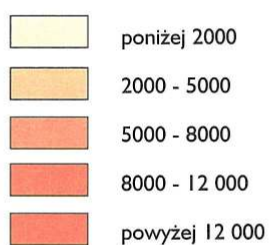
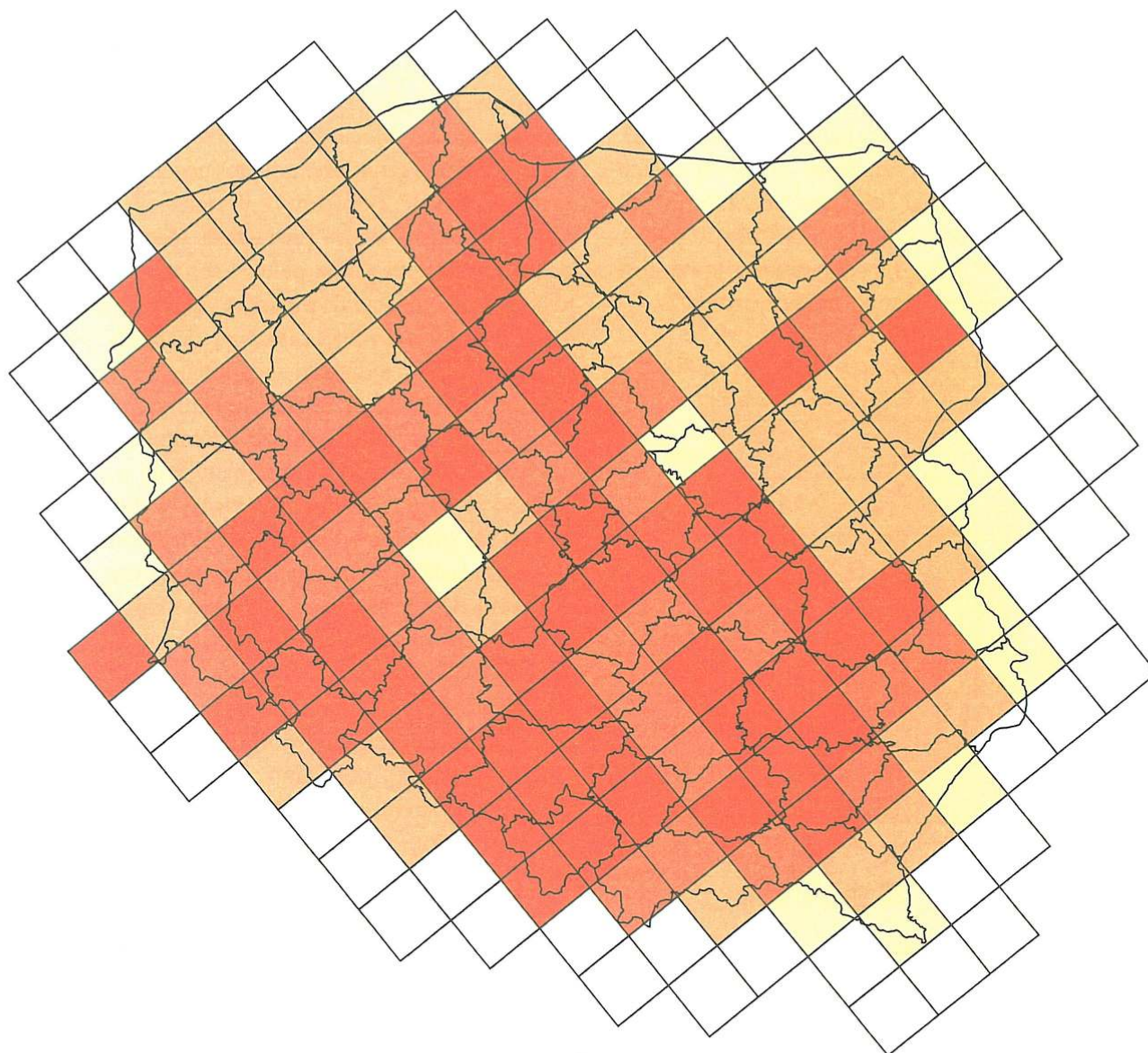
Emisje podstawowych zanieczyszczeń gazowych zakwaszających środowisko oraz emisje pyłów wykazują od roku 1988 tendencję spadkową (rys. 2.2.3), najbardziej widoczną w przypadku dwutlenku siarki i pyłu. Zmniejszenie emisji było początkowo powodowane istotnym ograniczeniem wielkości produkcji w najbardziej energochłonnych i uciążliwych dla środowiska gałęziach gospodarki. Pociągnęło to za sobą także istotny spadek zapotrzebowania na energię elektryczną i zmniejszenie zużycia paliw w energetyce. Jednak od 1992 roku Polska notuje dynamiczny wzrost gospodarczy, któremu nie towarzyszy podobny wzrost emisji. Wręcz przeciwnie – emisja pyłów i dwutlenku siarki nadal spada, co świadczy o skuteczności zastosowanych w początku lat 90-tych bodźców prawno-ekonomicznych (m.in. zaostreżenie norm emisyj-

nych dla energetyki, urealnienie poziomu opłat za emisję, wprowadzenie możliwości odraczania nałożonych kar w przypadku realizacji inwestycji sprzyjających ochronie środowiska, system pomocy finansowej dla inwestorów podejmujących działania proekologiczne). Stymulowały one działania sektora przemysłowego (w tym energetyki) i komunalno-bytowego, nie tylko w zakresie inwestycji ochrony środowiska i poprawy efektywności produkcji (zmniejszenia energochłonności i minimalizacji „produkcji” odpadów), ale także w zakresie poprawy jakości paliw (zwłaszcza węgla kamiennego) lub zastępowania paliw i surowców substytutami powodującymi mniejsze uciążliwości dla środowiska. Na uwagę zasługują działania podejmowane przez jednostki gospodarcze na rzecz ochrony powietrza przed zapyleniem; wskaźnik redukcji pyłów w zakładach szczególnie uciążliwych uzyskał wysoką wartość i systematycznie wzrastał – z 95,2% w 1990 r. do wartości 98,1% w 1996 r. Poprawia się również wskaźnik energochłonności całej gospodarki, co umożliwia ciągle jeszcze szybki wzrost PKB przy równoległym niewielkim wzroście zapotrzebowania na energię elektryczną.

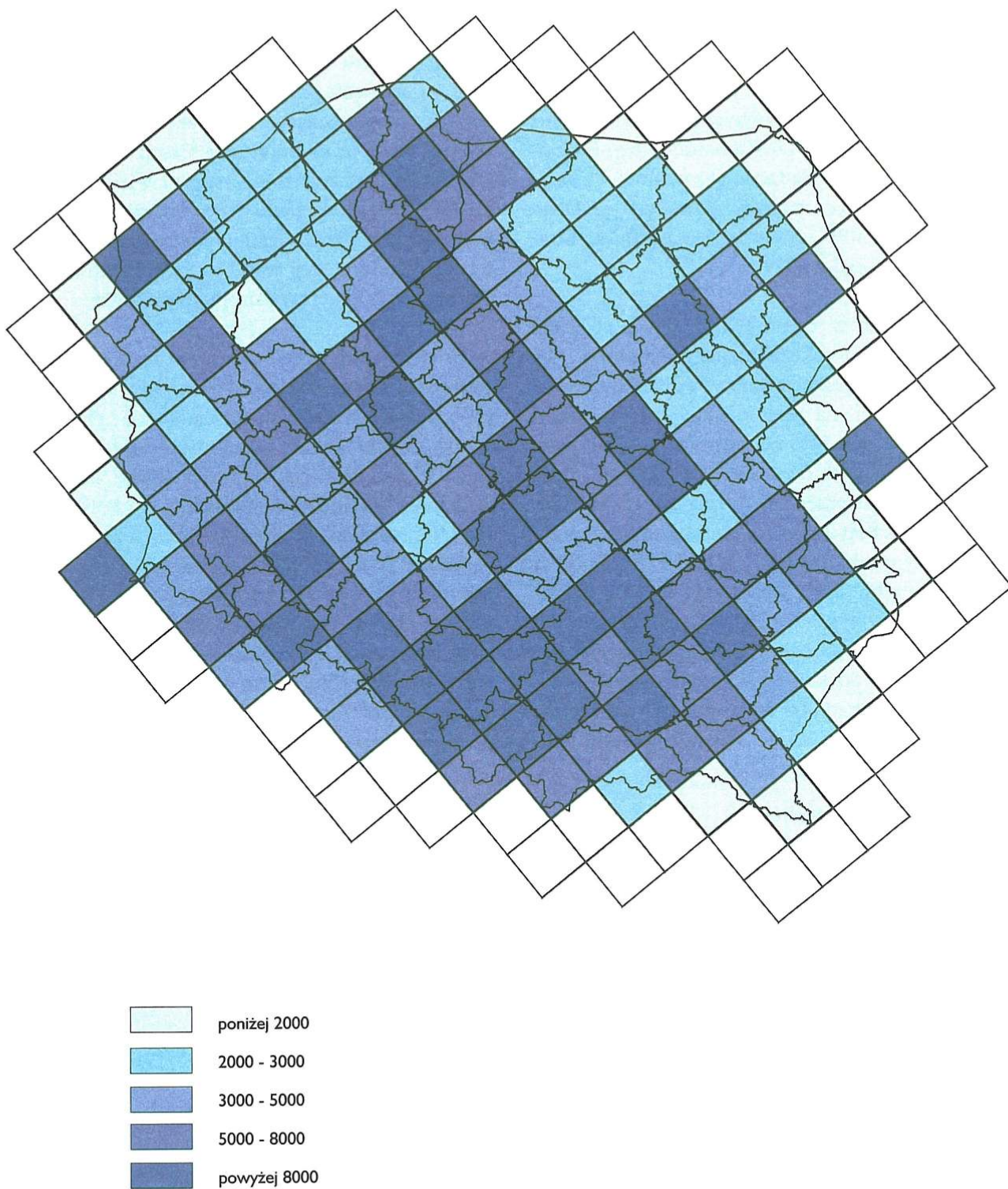
Przestrzenny rozkład emisji uwarunkowany jest położeniem dużych jej źródeł. Rozkład emisji SO_2 i NO_2 w Polsce pokazano na rysunkach 2.2.4 i 2.2.5 w oparciu o regularną siatkę kwadratów 50 km x 50 km, stosowaną w programie EMEP do modelowania wielkoskalowych przepływów zanieczyszczeń powietrza (rozdz. 2.2.3).



Rys. 2.2.3. Wielkości emisji zanieczyszczeń zakwaszających środowisko oraz pyłów



Rys. 2.2.4. Emisja SO_2 (Mg) w kwadratach 50 km x 50 km, w 1995 r.



Rys. 2.2.5. Emisja NO_x (Mg) w kwadratach 50 km x 50 km, w 1995 r.

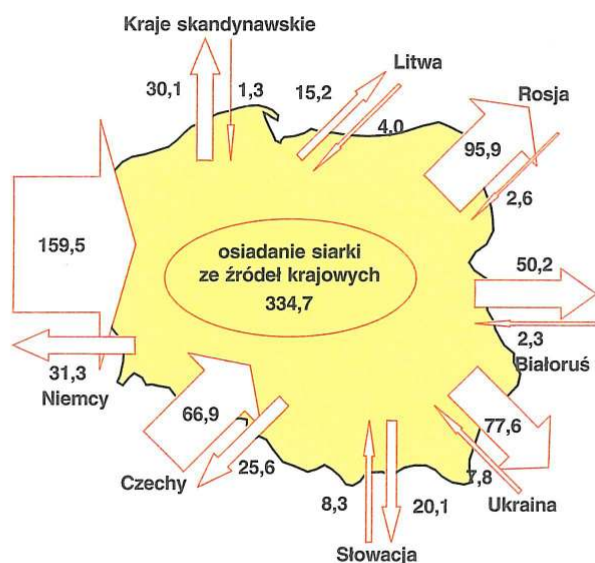
2.2.3. TRANSGRANICZNY PRZEPŁYW ZANIECZYSZCZEŃ POWIETRZA

Zanieczyszczenia emitowane na terenie danego kraju są przenoszone z masami powietrza nad obszar innych państw, niekiedy znacznie oddalonych. Problemy transgranicznego transportu zanieczyszczeń w Europie są przedmiotem badań prowadzonych w ramach Międzynarodowego Programu Współpracy w Dziedzinie Monitoringu i Oceny Przenoszenia Zanieczyszczeń Powietrza na Duże Odległości – EMEP, utworzonego na bazie Konwencji Genewskiej z 1979 r.

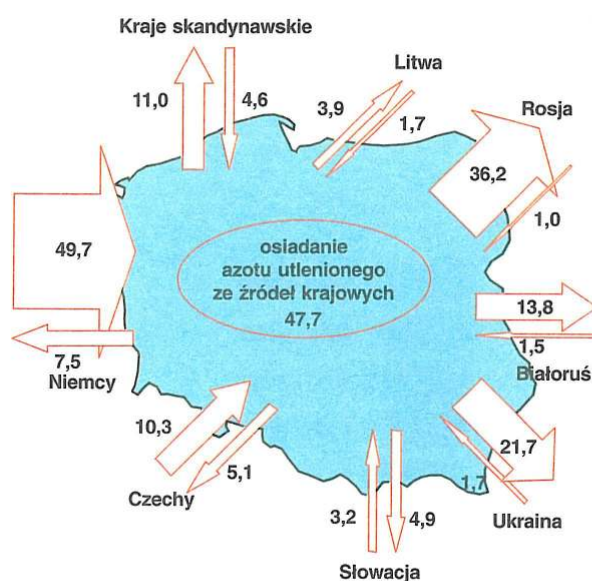
Jak wynika z ocen EMEP (rys.2.2.6 oraz rys. 2.2.7), w 1995 roku z łącznej ilości około 1300 tys. ton siarki wyemitowanej w Polsce w postaci siarki utlenionej, na terenie kraju osiadło około 26%, podczas gdy 74% zostało przeniesione poza granice Polski lub do wolnej troposfery. Ilość związków azotu przeniesionych poza obszar Polski stanowiła 86% krajowej emisji tlenków azotu, wynoszącej około 340 tys. ton (w przeliczeniu na azot), na terenie kraju osiadło około 14%. Zanieczyszczenia wpływające z Polski na zewnątrz docierały przede wszystkim do Rosji, na Ukrainę i Białoruś oraz do krajów skandynawskich. Równocześnie, z ponad 700 tys. ton siarki osiadłej na obszarze Polski (w postaci związków siarki utle-

nionej) aż 52% (ok. 370 tys. ton w przeliczeniu na siarkę) pochodziło spoza terytorium naszego kraju. Udział zewnętrznych źródeł emisji w osiadaniu związków azotu utlenionego na terenie Polski był jeszcze większy – aż 74% ze 185 tys. ton azotu osiadłego w Polsce pochodziło spoza jej granic. Największe ilości zanieczyszczeń docierających do Polski z zewnątrz pochodziły z Niemiec (43% łącznej masy napływających związków siarki i 36% związków azotu utlenionego), Czech (18% związków siarki i 8% związków azotu) i Wielkiej Brytanii (4% związków siarki i 8% związków azotu). Kierunki przepływu zanieczyszczeń nad Polską wynikają z dominacji wiatrów zachodnich i południowo-zachodnich w Europie Środkowej.

W łącznym bilansie masy zanieczyszczeń napływających i wypływających, Polska od wielu lat zajmuje pozycję kraju o dużej nadwyżce „eksportu” związków siarki i azotu utlenionego nad ich „importem”. W ostatnich latach systematycznie zmniejsza się napływ związków siarki i azotu do Polski – co jest efektem redukcji emisji tlenków siarki i azotu w Europie (rys.3.2.3. patrz str. 57). Maleje także wpływ zanieczyszczeń poza obszar Polski. Charakter zmian eksportu, jak również osiadania na terenie kraju zanieczyszczeń emitowanych z własnych źródeł, jest odzwierciedleniem zmian emisji zachodzących w Polsce – systematycznego jej spadku, bardziej wyraźnego w przypadku dwutlenku siarki.



Rys. 2.2.6. Osiadanie w Polsce związków siarki utlenionej (tys.t(S)/rok), pochodzących z emisji w krajach sąsiednich oraz osiadanie w tych krajach związków siarki pochodzącej ze źródeł polskich, według szacunkowych obliczeń EMEP dla 1995 r.



Rys. 2.2.7. Osiadanie w Polsce związków azotu utlenionego (tys.t(N)/rok), pochodzących z emisji w krajach sąsiednich oraz osiadanie w tych krajach związków azotu pochodzących ze źródeł polskich, według szacunkowych obliczeń EMEP dla 1995 r.

Ze względu na bardzo duży zasięg przenoszenia zanieczyszczeń, wychodzący znacznie poza obszar krajów, w których są emitowane, niezbędna jest współpraca międzynarodowa w działaniach zmierzających do ograniczenia emisji i jej negatywnych skutków.

2.2.4. WNIOSKI

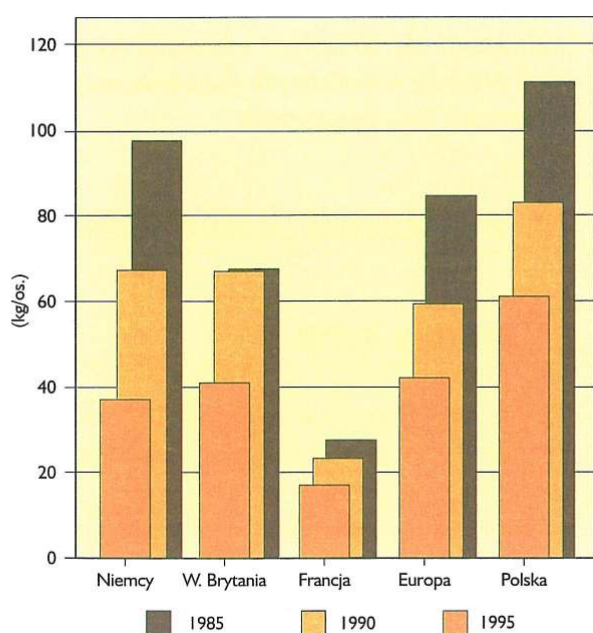
Systematyczny, blisko 50% spadek emisji SO_2 obserwowany w ostatnim dziesięcioleciu, początkowo powodowany głównie spadkiem produkcji energii elektrycznej, obecnie stanowi dowód na skuteczność wprowadzonych na początku lat 90-tych instrumentów prawno-ekonomicznych, ukierunkowanych na realizację celów określonych w przyjętej przez Sejm w 1991 roku Polityce Ekologicznej Państwa. Jedną z podstawowych zasad tej polityki – *zanieczyszczający płaci* – dzięki konsekwencji w jej stosowaniu przyczyniła się do reorientacji postaw przedsiębiorstw, które przekonały się, że działania na rzecz ograniczania emisji mogą być opłacalne. Przede wszystkim wzrosło zainteresowanie zakupem wysokokalorycznego węgla o niskiej zawartości siarki. Z dostępnych danych wynika, że średnia zawartość siarki w węglu sprzedawanym w tym okresie zmniejszyła się o około 40%. Poprawa jakości spalnego węgla oznaczała również istotną redukcję ilości popiołów elektrownianych. Kolejnym krokiem było uruchomienie instalacji odsiar-

czania spalin w kilku dużych zakładach energetyki zawodowej, co zmniejszyło emisję SO_2 o dalsze kilkaset tysięcy ton.

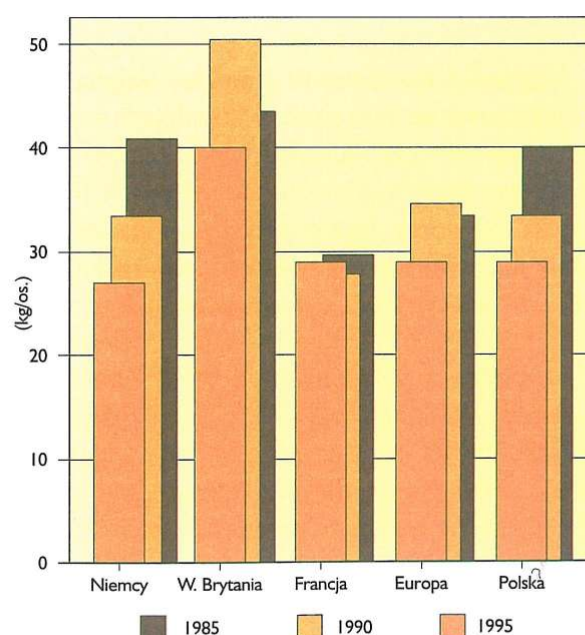
Polskę charakteryzuje wciąż wyższy niż średnia europejska poziom emisji SO_2 w przeliczeniu na 1 mieszkańca (rys. 2.2.8). Wyjątkowo niski jest wskaźnik emisji per capita we Francji, co wynika z bardzo dużego udziału elektrowni jądrowych w wytwarzaniu energii.

Dużą, realną szansą dalszego ograniczenia emisji SO_2 jest gazyfikacja i uciepłownienie gospodarstw domowych, co oprócz zmniejszenia całkowitej emisji w skali kraju wpłynie na poprawę jakości powietrza w miastach.

W okresie ostatnich dziesięciu lat zaobserwowano również globalne obniżenie emisji NO_2 z terytorium Polski; jednak dynamika tego zjawiska uległa zahamowaniu i w ostatnich latach możemy mówić raczej o stabilizacji bilansowej wielkości emisji tego zanieczyszczenia. Instalowanie w wielu zakładach palników niskoemisyjnych wpływa na zmniejszenie emisji NO_2 ze źródeł stacjonarnych. Dominujący udział w zanieczyszczaniu tlenkami azotu w skali kraju ma jednak emisja ze źródeł mobilnych. Liczba pojazdów w ostatnich latach znacznie wzrosła (rys. 3.2.11 patrz str. 62), co w konsekwencji przyczyniło się do zwiększenia zużycia paliw płynnych, a tym samym do wzrostu emisji z tej grupy źródeł.



Rys. 2.2.8. Zmiany wskaźnika emisji SO_2 na 1 mieszkańca w latach 1985-1995



Rys. 2.2.9. Zmiany wskaźnika emisji NO_2 na 1 mieszkańca w latach 1985-1995

Emisja NO_2 na mieszkańca Polski (rys. 2.2.9) osiągnęła poziom europejski. Można przypuszczać, że dalszy wzrost liczby pojazdów, dzięki zmianie parku samochodowego w wyniku wprowadzonego ostatnio pakietu przepisów prawnych określających wymagania techniczne stawiane pojazdom a także dzięki poprawie jakości paliw, nie przyczyni się w sposób znaczący do wzrostu tego wskaźnika.

Obowiązujące obecnie przepisy krajowe, takie jak: zakaz rejestracji po raz pierwszy w Polsce pojazdów z silnikami dwusuwowymi, zakaz importu ponad 10-letnich samochodów osobowych i ponad 3-letnich samochodów ciężarowych, a także przyjęcie wszystkich regulaminów Europejskiej Komisji Gospodarczej ONZ w zakresie emisji zanieczyszczeń przez pojazdy samochodowe wraz z wprowadzeniem wymogu uzyskania świadectwa homologacji międzynarodowej stwierdzającej zgodność z ww. regulaminami, oznaczające w praktyce konieczność wyposażenia w reaktory katalityczne wszystkich pojazdów o zapłonie iskrowym rejestrowanych po raz pierwszy w Polsce, powinny przynieść wymierne efekty w postaci ograniczenia emisji nie tylko tlenków azotu lecz również tlenku węgla, węglowodorów i ołowiu. W kontroli emisji zanieczyszczeń pochodzących z transportu istotne znaczenie może mieć również system koncesji na prowadzenie regularnej międzynarodowej komunikacji autobusowej i usług transportowych.

Ograniczenie emisji CH_4 można osiągnąć przez kolektorowanie tego gazu w kopalniach węgla kamiennego w celu dalszego wykorzystania gospodarczego. Podobnie można odzyskiwać CH_4 z wysypisk odpadów komunalnych, co na niewielką skalę ma już miejsce, czy z procesów rozkładu odchodów zwierzęcych w rolnictwie.

Zgodnie z założeniami polityki ekologicznej państwa, Polska dąży do dalszego obniżenia emisji szkodliwych zanieczyszczeń. Polska jako strona wielu konwencji i umów międzynarodowych przyjęła na siebie szereg zobowiązań z nich wynikających. Ich wypełnienie wiąże się z osiągnięciem określonej redukcji emisji w wyznaczonym terminie lub nieprzekraczania w przyszłości określonej wielkości emisji, nawet przy założeniu wzrostu

gospodarczego. W ramach Konwencji Genewskiej, ratyfikowanej przez Polskę w 1985 r., zostały sporządzone odrębne protokoły mające na celu poprawę jakości powietrza i zahamowanie procesu zakwaszania środowiska. Polska została sygnatariuszem:

- Protokołu z Oslo tzw. II Protokołu siarkowego – zobowiązując się m.in. do obniżenia krajowej emisji dwutlenku siarki do poziomu 1397 tys. ton w 2010 r. z dwoma etapami pośrednimi: 2583 tys. ton w 2000 r. a następnie 2173 tys. ton w 2005 r.;
- Protokołu Sofijskiego w sprawie redukcji emisji tlenków azotu – zobowiązując się m.in. do ustabilizowania emisji tlenków azotu do końca 1994 r. na poziomie emisji z roku 1987 (tzn. 1530 tys. ton) oraz do jej ograniczenia w latach następnych.

Polska wywiązuje się z ustaleń protokołów; prognozy również wskazują, że, jeśli przyjęte założenia scenariuszy rozwoju kraju zostaną spełnione, nie wystąpi przekroczenie ustalonych poziomów emisji dwutlenku siarki i tlenków azotu. Rozważana jest także możliwość podpisania przez Polskę czterech kolejnych protokołów dotyczących stabilizacji a następnie redukcji emisji: metali ciężkich, trwałych związków organicznych, lotnych związków organicznych, a także protokołu w sposób kompleksowy ujmującego wieloczynnikowe, wieloaspektowe negatywne skutki zanieczyszczenia powietrza. Dwa pierwsze protokoły zostaną podpisane przez Polskę jeszcze w 1998 r.; oznacza to skierowanie większej niż dotychczas uwagi na eliminację lub zmniejszenie zagrożenia związanego z uwalnianiem do atmosfery substancji występujących co prawda w śladowych ilościach, lecz silnie toksycznych i kancerogennych.

2.3. WYKORZYSTANIE ZASOBÓW WODNYCH

2.3.1. INFORMACJE OGÓLNE

Jak już wspomniano w rozdziale 1. Polska zaliczana jest do krajów o ubogich zasobach wodnych. Składają się na nie:

- zasoby wód powierzchniowych, których wielkość, określana jako średni odpływ z wielolecia, wynosi około 63,1 mld m^3/rok (tj. średnio 1660 m^3/rok na mieszkańca, podczas gdy w krajach europejskich przeciętne zasoby wód po-

wierzchniowych szacowane są na 4560 m³/rok na mieszkańca);

- zasoby wód podziemnych, których objętość eksploatacyjną szacowano w 1996 r. na 15,6 km³, z czego 35% z warstw geologicznych głęboko zalegających;
- zasoby morskich wód wewnętrznych i terytorialnych.

Wielkość zasobów wód powierzchniowych jest zmienna w czasie, zarówno w skali wielolecia jak w ciągu danego roku. W latach suchych wskaźnik zasobów w przeliczeniu na 1 mieszkańca spada do 1100 m³/rok (dane z 1991 r.), podczas gdy w latach mokrych notowano maksima na poziomie 2600 m³/rok na mieszkańca na rok (dane z 1975 r.). Tak duża zmienność utrudnia racjonalne zagospodarowanie wód powierzchniowych, a stosunkowo mała pojemność retencyjna sztucznych zbiorników wodnych (ok. 6% średniego rocznego odpływu) nie pozwala na skuteczne niwelowanie problemów wynikających z okresowych nadmiarów i deficytów wody w rzekach.

W 1996 roku zbilansowane zasoby wód powierzchniowych wyniosły 60,9 mld m³, tj. 1600 m³ na mieszkańca. Wody pochodzące ze zlewni położonych w całości na obszarze kraju stanowią około 87% zasobów wód powierzchniowych ogółem.

2.3.2. POBÓR WODY

Podstawowe znaczenie w zaopatrywaniu gospodarki narodowej w wodę w naszym kraju mają zasoby wód powierzchniowych. Wody ujmowane z rzek i jezior pokrywają ponad 80% potrzeb gospodarki narodowej.

Zasoby wód podziemnych przeznaczone są przede wszystkim na zaopatrzenie ludności w dobrej jakości wodę do picia. Prawo nakazuje racjonalizację ich zużycia i nie zezwala na wykorzystanie na cele przemysłowe, jeżeli nie ma to uzasadnienia w wymogach technologicznych (np. przemysł farmaceutyczny, produkcja żywności itp.).

Rejestrowany pobór wody na potrzeby gospodarki narodowej (rys. 2.3.1) w roku 1996 wyniósł 12 008 mln m³, przy czym wód powierzchniowych pobrano 10 066 mln m³, wód podziemnych

– 1685 mln m³ oraz zagospodarowano 257 mln m³ wód odprowadzanych z systemów odwadniania kopalń.

Pobrana woda została wykorzystana:

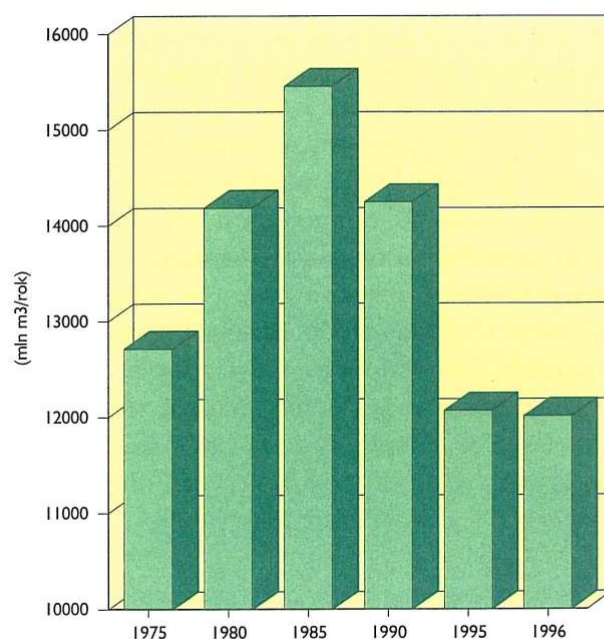
- przez przemysł 8573 mln m³ (71,4%),
- przez gospodarkę komunalną 2377 mln m³ (19,8%),
- przez rolnictwo i leśnictwo 1058 mln m³ (8,8%).

Zapotrzebowanie sektora komunalno-bytowego pokrywane jest w co najmniej 55% przez pobór wód podziemnych. W rzeczywistości udział ten jest znacznie większy, gdyż należy również uwzględnić, nie objęty statystyką, pobór wody ze studni indywidualnych.

W porównaniu do sytuacji w 1990 roku rejestrowane obecnie zużycie wody w gospodarce jest wyraźnie mniejsze. Spadek wykorzystania wody zanotowano we wszystkich gałęziach gospodarki, w tym:

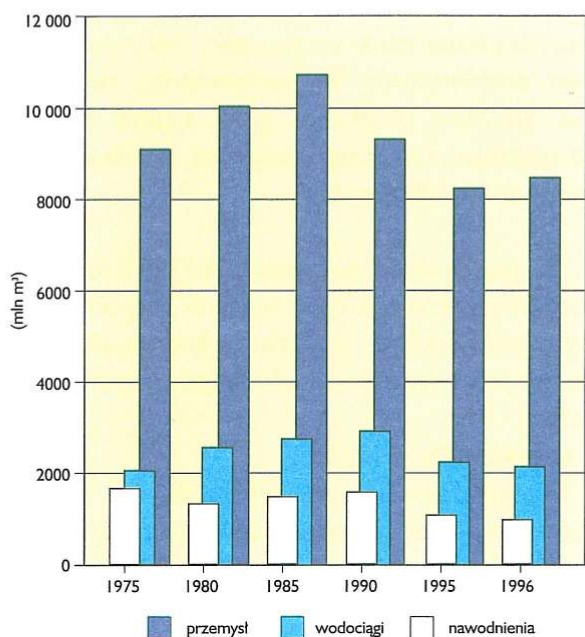
- w przemyśle o 10,2%,
- w gospodarce komunalnej o 21%,
- do nawodnień w rolnictwie i leśnictwie oraz do uzupełniania stawów rybnych o 35%.

Na ograniczenie zużycia wody istotny wpływ miały zmiany w wielkości i strukturze produkcji przemysłowej, zamykanie obiegów wodnych, urealnienie opłat za pobór wody oraz stawek eksploatacyjnych w gospodarce komunalnej przy równoległym, masowym wprowadzaniu liczników wody



Rys. 2.3.1. Pobór wody na potrzeby gospodarki narodowej w latach 1975 – 1996

dla indywidualnych odbiorców, a także likwidacja dużych państwowych kombinatów rolniczych. Należy jednak zauważyć, że po okresie radykalnego zmniejszenia zapotrzebowania na wodę, obserwowanego na przełomie minionej i obecnej dekady, od 1995 roku notuje się ponowny wzrost poboru na cele przemysłowe (rys. 2.3.2), jakkolwiek jego tempo jest zdecydowanie niższe niż tempo przyrostu produkcji.



Rys. 2.3.2. Pobór wody w przemyśle, gospodarce komunalnej oraz na potrzeby nawodnień

Jednostkowy wskaźnik zużycia wody wodociągowej w gospodarstwach domowych w miastach na terenie kraju wynosił w 1996 r. 0,157 m³ na mieszkańca na dobę, a na przestrzeni lat 1990-1995 zmniejszył się z 0,210 m³ na mieszkańca na dobę do 0,169 m³ na mieszkańca na dobę. Należy przy tym pamiętać, że sieci wodociągowe zaopatrują również, obok gospodarstw domowych, część zakładów przemysłowych, obiekty użyteczności publicznej, jednostki usługowe itp. W skali całego kraju sprzedaż wody z sieci wodociągowych do tych sektorów przekracza 24%, a w miastach 27% ogólnego rozchodu wody. Dlatego też rzeczywisty wskaźnik jednostkowego zużycia wody w miejskich gospodarstwach domowych jest zdecydowanie niższy. W zakresie racjonalizacji zużycia wody osiągnięto zatem znaczny postęp, jakkolwiek sytuacja ciągle jeszcze nie jest zadowalająca.

Przykładowo, w sieciach komunalnych rejestruje się bardzo wysoki poziom strat sięgający 1/4 całkowitego rozchodu wody. Jest bardzo prawdopodobne, że

w rzeczywistości wskaźnik ten jest jeszcze wyższy. Znaczne straty wody występują także w gospodarstwach domowych, gdzie ciągle jeszcze nie ma powszechnych nawyków jej oszczędzania, stosowane są wodochłonne urządzenia gospodarstwa domowego, albo przeciekające instalacje sanitarne. Bilansowaniu rzeczywistego poziomu, a tym samym identyfikacji i ograniczaniu strat sprzyja jednak, coraz powszechniejsze, instalowanie liczników zużycia wody.

Przykłady nieracjonalnego wykorzystania wody można także odnotować w przemyśle. Zaledwie nieco ponad 50% zakładów zużywających wodę na cele produkcyjne posiada obiegi zamknięte (najczęściej wód chłodzących), do których trafia około 4,5% pobieranej wody. Obiegi obejmujące ponad 90% wykorzystywanej wody posiadało w 1996 roku tylko 99 zakładów przemysłowych.

Zdecydowanie największym użytkownikiem wody jest przemysł, a zwłaszcza przemysł energetyczny. W roku 1996 woda wykorzystywana przez obiekty energetyczne stanowiła 82% ogólnokrajowego poboru wody na potrzeby przemysłowe. Była to przede wszystkim woda pobierana do zasilania otwartych obiegów chłodniczych. Natomiast jednostkowy wskaźnik zużycia wody w przemyśle na cele produkcyjne (bez wykorzystania na cele chłodnicze) wynosił w 1996 r. 28,5 m³ na mieszkańca na rok i 8,2 l/USD PKB.

2.3.3. ŹRÓDŁA ZANIECZYSZCZENIA WÓD POWIERZCHNIOWYCH

Przez zanieczyszczenia wód powierzchniowych rozumie się najczęściej czynniki fizyko-chemiczne lub biologiczne obniżające ich walory jakościowe i użytkowe. Część z nich przedostaje się do rzek i jezior w drodze naturalnych lub quasi-naturalnych (stymulowanych lub przyspieszanych przez człowieka) procesów, takich jak: eutrofizacja zbiorników wodnych, erozja skał, wymywanie substancji humusowych z gleb czy procesy gnicia obumierającej masy roślinnej. Zjawiska tego typu przez całe tysiąclecia decydowały o funkcjonowaniu i przekształcaniach ekosystemów wodnych na terenie naszego kraju. Rozwój gospodarczy, a zwłaszcza: wzrost produkcji przemysłowej, intensyfikacja rolnictwa oraz koncentracja ludności w dużych aglomeracjach miejskich spowodowały

pojawienie się nowych rodzajów presji na ekosystemy wodne, o czysto antropogenicznym charakterze. Obecnie o jakości wód powierzchniowych decydują przede wszystkim, częstokroć bardzo specyficzne, zanieczyszczenia chemiczne i mikrobiologiczne pochodzące ze źródeł punktowych, przestrzennych i liniowych związanych z działalnością gospodarczą i bytowaniem człowieka.

Przez zanieczyszczenia odprowadzane ze źródeł punktowych należy rozumieć ścieki odprowadzane w zorganizowany sposób systemami kanalizacyjnymi. Do podstawowych punktowych źródeł ścieków należą:

- źródła komunalne, tj. miejskie i wiejskie systemy kanalizacyjne odprowadzające zazwyczaj mieszaninę ścieków z gospodarstw domowych i z zakładów przemysłowych podłączonych do kanalizacji miejskich,
- źródła przemysłowe, tj. zakłady przemysłowe odprowadzające ścieki bezpośrednio do wód za pośrednictwem własnych systemów kanalizacyjnych.

Przez zanieczyszczenia powierzchniowe lub obszarowe rozumie się zanieczyszczenia spłukiwane opadami atmosferycznymi z terenów zurbanizowanych nie posiadających systemów kanalizacyjnych oraz z obszarów rolnych i leśnych. Obejmuje to także zanieczyszczenia wsiąkające do gruntu, przenikające do wód gruntowych i za ich pośrednictwem zasilające wody powierzchniowe. Czynnikiem zanieczyszczającymi, wymywanymi z pól, łąk i pastwisk do odbiorników, są przede wszystkim składniki nawozów mineralnych i organicznych (gnojowica, obornik), chemiczne środki ochrony roślin, ścieki i osady ściekowe wykorzystywane do celów rolniczych lub w niewłaściwy sposób wprowadzane do ziemi, substancje wymywane przez opady z atmosfery itp.

Przez zanieczyszczenia ze źródeł liniowych lub pasmowych rozumie się zanieczyszczenia komunikacyjne (wytwarzane przez środki transportu drogowego i kolejowego) spłukiwane z powierzchni dróg lub torowisk przez opady atmosferyczne oraz zanieczyszczenia przenikające do wód gruntowych z rurociągów, gazociągów, kanałów ściekowych, osadowych i odprowadzających wody słone.

Podstawowymi punktowymi źródłami antropogenicznego zanieczyszczenia wód powierzchniowych pozostają zakłady przemysłowe i większe

skupiska ludności, odprowadzające ścieki do odbiorników systemami kanalizacyjnymi. Nie można jednak pomijać oddziaływania wiejskich jednostek osadniczych. Rosnąca ilość przyłączy wodociągowych, poprawiająca zdecydowanie warunki sanitarne gospodarstw rolnych, sprzyja jednocześnie powstawaniu, w znacznie większych niż dotychczas ilościach, ścieków bytowych, względnie mieszanych ścieków bytowych i z hodowli zwierząt (gnojowica), które niejednokrotnie odprowadzane są bez jakiegokolwiek oczyszczenia do małych rzek, potoków i rowów melioracyjnych, szybko wyczerpując ich zdolność do samooczyszczania. Istotny jest również, a w przeszłości niedoceniany lub wręcz pomijany, wpływ źródeł obszarowych i liniowych.

Wg szacunków przeprowadzonych w latach 1994- 1996 (podczas realizacji programów badawczych służących opracowaniu strategii ochrony wód przed zanieczyszczeniem) ze źródeł tych pochodzi ponad 50% ładunków azotu ogólnego i ponad 25% ładunków fosforu ogólnego wprowadzanych do polskich wód powierzchniowych.

Gospodarkę ściekową w roku 1996 charakteryzują dane przedstawione w tabeli 2.3.1.

Rejestrowana w systemie statystyki państwowej ilość ścieków odprowadzanych do wód powierzchniowych z punktowych źródeł zanieczyszczeń w 1996 r. wynosiła 10 075,5 mln m³ z czego 2 913,8 mln m³ stanowiły ścieki wymagające oczyszczenia. Ogólna ilość ścieków stanowiła ponad 85% ilości wody pobranej na cele gospodarcze. Zrzuty bezpośrednio z zakładów przemysłowych (łącznie z wodami chłodniczymi i zanieczyszczonymi wodami kopalnianymi) stanowiły 82,6% ogółu ścieków, tj. 8323,7 mln m³, a odprowadzane z miejskich systemów kanalizacyjnych 17,4%, tj. 1751,8 mln m³.

W ściekach przemysłowych znaczący udział (około 86%) mają tzw. umownie czyste wody chłodnicze, które w znacznej części nie muszą być oczyszczane metodami biologicznymi, jakkolwiek mogą zawierać pewne ilości zawiesin, olejów mineralnych, a czasami także biocydów (dodawanych do obiegów chłodniczych w celu przeciwdziałania rozwojowi wewnątrz instalacji chłodzących organizmów żywych takich jak glony, małże itp.). Pozostałe wody zanieczyszczone, odprowadzane ze źródeł przemysłowych oraz praktycznie całość ścieków z gospodarki komunalnej

Wyszczególnienie	Ilość ścieków	
	(w mln m ³)	(%)
Ogółem	10 075,5	100
w tym:		
Ścieki komunalne,	1 751,8	17,4
Ścieki przemysłowe,	8 323,7	82,6
• w tym wody chłodnicze (umownie czyste).	7 161,7	69,7
Ścieki wymagające oczyszczania	2 913,8	100
w tym:		
Ścieki oczyszczone;	2 303,0	76,8
• mechanicznie,	902,5	30,4
• chemicznie,	178,2	6,2
• biologicznie,	1 096,6	37,5
• z podwyższonym usuwaniem biogenów.	125,6	2,7
Ścieki nieoczyszczone:	610,8	23,2
• z zakładów przemysłowych,	103,6	3,5
• siecią kanalizacyjną.	507,2	19,7

Tabela 2.3.1.

Zbiornice
zestawienie
ścieków
komunalnych
i przemysłowych
odprowadzonych
do wód
powierzchniowych

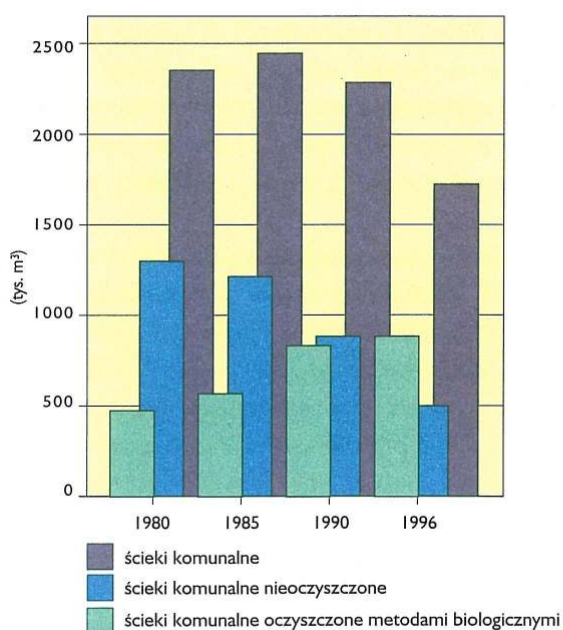
należą do kategorii ścieków wymagających oczyszczenia. Oznacza to, że około 61,4% globalnej ilości ścieków wymagających oczyszczania pochodzi z systemów komunalnych, a pozostałe 39,6% odprowadzane jest z zakładów przemysłowych.

Przestrzenny rozkład „obciążenia” środowiska ściekami pokrywa się z położeniem dużych aglomeracji miejsko-przemysłowych (rys. 2.3.3). Dorzecze Wisły (o powierzchni 194,4 tys. km²) przyjmuje dziennie około 4,44 mln m³ ścieków w tym wód chłodniczych i zanieczyszczonych wód kopalnianych. Daje to wskaźnik obciążenia dorzecza wynoszący średnio 24,2 m³/dobę/km². W dorzeczu Odry (powierzchnia 118,8 tys. km²) ilość ta wynosi około 3,13 mln m³ dziennie, a wskaźnik obciążenia ściekami sięga 29,5 m³/dobę/km².

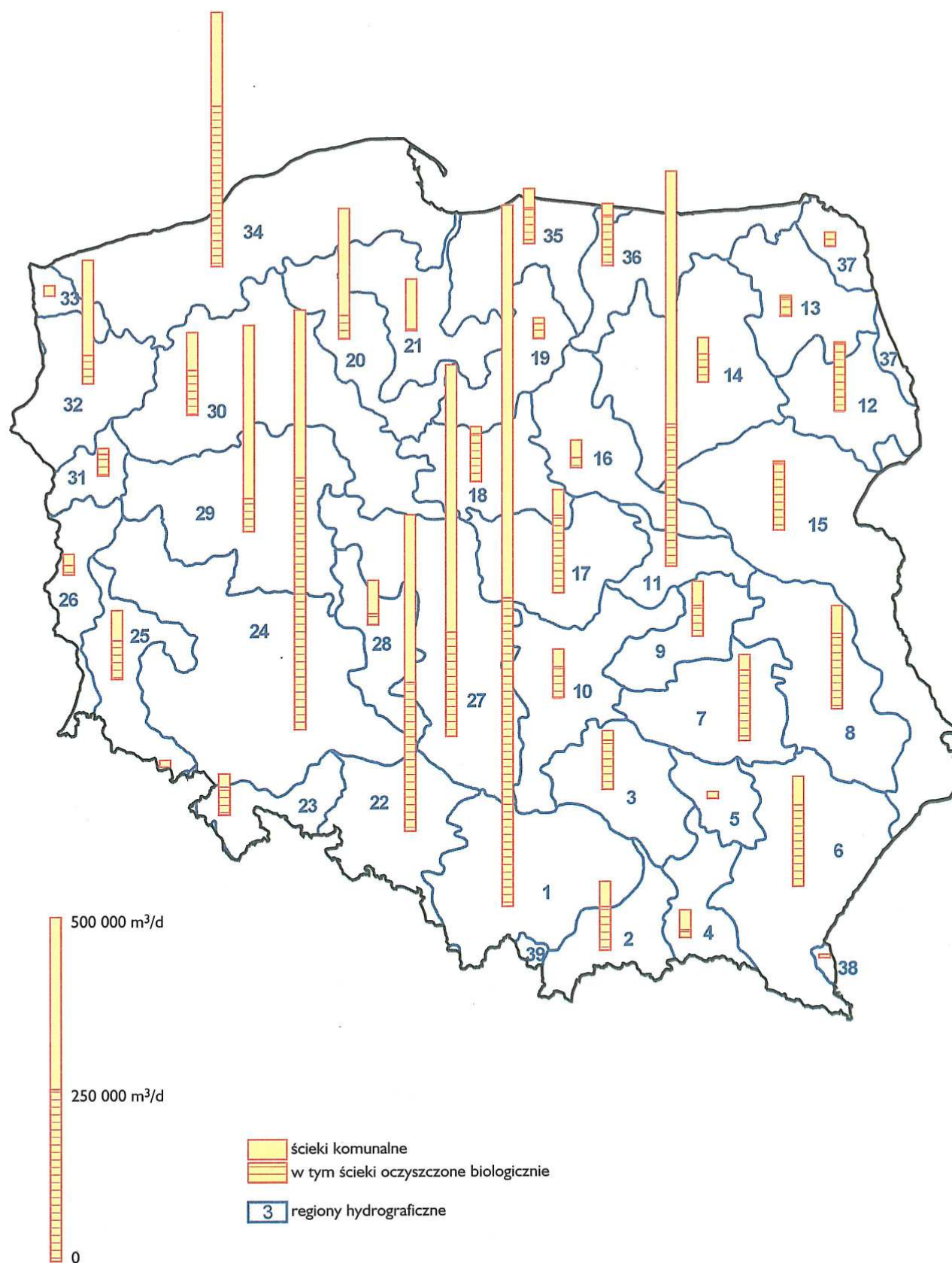
Największe ilości ścieków komunalnych i przemysłowych odprowadzano w 1996 r. do wód powierzchniowych w województwach: katowickim – 626,9 mln m³/rok, warszawskim – 227,8 mln m³/rok, bydgoskim – 123,0 mln m³/rok.

W latach 1990-1996 ilość odprowadzanych do wód powierzchniowych ścieków komunalnych zmniejszyła się z 2 313,9 mln m³/rok w 1990 r. do 1 751,8 mln m³/rok w 1996 r. tj. o 24,2 %, a ścieków przemysłowych wymagających oczyszczenia z 1 800,0 mln m³/rok w 1990 r. do 1 162,0 mln m³/rok w 1996 r. tj. o 35,5% (rys. 2.3.4, 2.3.5). Jest

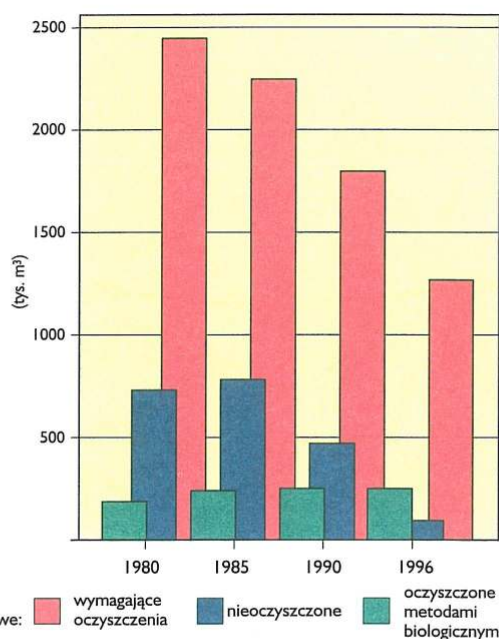
to przede wszystkim efekt racjonalizacji zużycia wody zarówno na cele produkcyjne, jak i w gospodarstwach domowych, wymuszonej przez zastosowane instrumenty prawno-ekonomiczne (opłaty, kary i skuteczniejsze kontrole). Zwłaszcza urealnienie poziomu opłat zwiększyło zainteresowanie użytkowników wody stosowaniem oszczędniejszych rozwiązań technologicznych, a czasami po prostu zmniejszeniem jej marnotrawstwa. Racjonalizacji zużycia wody sprzyja również upowszechnianie pomiaru jej zużycia, wprowadzanie zamkniętych obiegów wodnych itp.



Rys. 2.3.4. Ilość ścieków komunalnych wraz ze strukturą ich oczyszczania



Rys. 2.3.3. Ścieki z punktowych źródeł komunalnych i przemysłowych



Rys. 2.3.5. Ilość ścieków przemysłowych wymagających oczyszczenia wraz ze strukturą ich oczyszczania

Jednocześnie systematycznie rośnie ilość ścieków oczyszczanych. Z ogólnej ilości ścieków wymagających oczyszczenia (bez wód pochodnych) na oczyszczalnię kieruje się już blisko 77%. Oczyszczaniu poddaje się 71% ścieków komunalnych, w tym metodami biologicznymi 55% oraz 91% ścieków przemysłowych w tym metodami biologicznymi 21,5% (rys. 2.3.4, 2.3.5). Należy podkreślić że nie wszystkie ścieki przemysłowe wymagają oczyszczenia metodami biologicznymi. Przykładem mogą być zanieczyszczone wody dołowe z odwodnienia kopalń stanowiące ok. 30% wszystkich powstających ścieków przemysłowych wymagających oczyszczenia.

2.3.4. OCZYSZCZALNIE ŚCIEKÓW

Na terenie kraju w 1996 roku eksploatowano około 5000 oczyszczalni ścieków, w tym:

- 1471 oczyszczalni ścieków komunalnych ujętych w systemie statystyki publicznej jako oczyszczalnie będące w gestii przedsiębiorstw i zakładów wodociągowych, spółek wodnych, samorządów terytorialnych, spółdzielni mieszkaniowych i zakładów pracy jeśli oczyszczają ścieki komunalne doprowadzone siecią kanalizacyjną,
- 1759 oczyszczalni ścieków przemysłowych,
- około 1770 pozostałych oczyszczalni ścieków nie zakwalifikowanych do ww. grup (w liczbie tej znajduje się między innymi ok. 1000 małych przyzagrodowych oczyszczalni ścieków).

Eksploatowane w 1996 roku obiekty (1471) zakwalifikowane w systemie statystyki publicznej do kategorii **oczyszczalni ścieków komunalnych** posiadały łączną przepustowość około 6,7 mln m³/dobę. Blisko 87% oczyszczalni komunalnych funkcjonuje w oparciu o metody biologiczne, a kolejne 8% wyposażone jest w systemy podwyższonego usuwania biogenów. Generalnie, ponad 78% ścieków kierowanych do oczyszczalni komunalnych oczyszczanych jest metodami biologicznymi (tab. 2.3.2, rys. 2.3.4).

Przepustowość ponad połowy z tych obiektów mieści się w granicach 50-1000 m³/dobę, a dla kolejnych 25% od 1000-10000 m³/dobę. Są to zatem obiekty małe i średniej wielkości, przy maksymalnej przepustowości zdolne obsługiwać jednostki osadnicze o równoważnej liczbie mieszkańców (RLM) nie przekraczającej 40.000 -50.000 RLM, a w przypadku oczyszczalni małych – populacje od kilkuset do kilku tysięcy mieszkańców.

Oczyszczalnie ścieków posiadają 683 miasta (łącznie 844 obiekty – rys. 2.3.6, w tym 707 oczyszczalni biologicznych). W okresie od

Wyszczególnienie	Liczba oczyszczalni	Ilość ścieków oczyszczonych (mln m ³ /rok)
Oczyszczalnie mechaniczne	179	239,6
Oczyszczalnie biologiczne	1159	846,8
Oczyszczalnie mechaniczno-chemiczne	10	32,6
Oczyszczalnie z podwyższonym usuwaniem biogenów	123	125,6
Ogółem	1471	1244,6

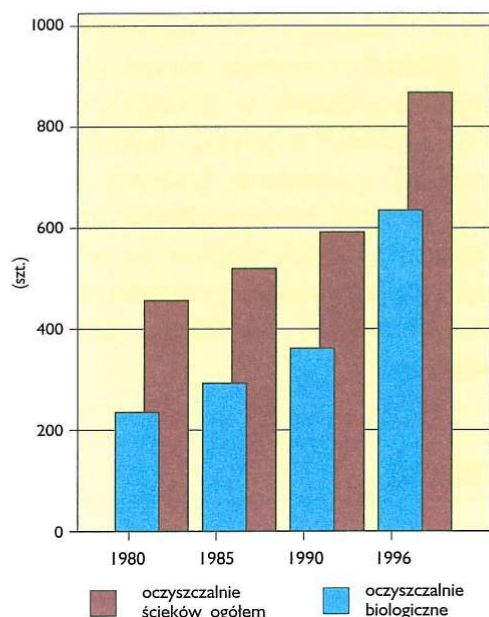
Tabela 2.3.2.

Ilość ścieków oczyszczonych w oczyszczalniach komunalnych w 1996 r.

Wyszczególnienie	Liczba oczyszczalni	Ilość ścieków oczyszczonych (mln m ³ /rok)
Oczyszczalnie mechaniczne	619	663,0
Oczyszczalnie chemiczne	151	145,5
Oczyszczalnie biologiczne	989	249,9
Ogółem	1 759	1 058,4

Tabela 2.3.3.

Struktura przemysłowych oczyszczalni ścieków w 1996 roku



Rys. 2.3.6. Ilość komunalnych oczyszczalni ścieków w miastach

1990 roku liczba tego typu obiektów funkcjonujących w miastach wzrosła o ponad 49%, przy czym liczba miejskich oczyszczalni wykorzystujących metody biologiczne zwiększyła się o ponad 92%. W stosunku do 1995 roku przybyło 51 nowych oczyszczalni. Jest to znaczący postęp, jakkolwiek ciągle jeszcze 181 miast odprowadza ścieki praktycznie nieoczyszczone, w tym 3 miasta powyżej 100 tys. mieszkańców: Grudziądz, Kalisz i Zielona Góra.

Należy pamiętać, że szereg dużych miast (powyżej 100 tys. mieszkańców) oczyszcza tylko część

swoich ścieków. Szacuje się, że tylko ok. 43% wytwarzanych przez nie ścieków jest oczyszczane metodami biologicznymi, wskutek czego odprowadzają one do odbiorników ponad 50% ładunków zanieczyszczeń zawartych w ściekach surowych (BZT₅, zawiesiny, ChZT, związki biogenne). Spektakularnym przykładem jest tu Warszawa, która do oczyszczania kieruje 90,5 mln m³/rok ścieków z globalnej ilości 188,6 mln m³/rok. Liczba oczyszczalni w dużych miastach ≥100 tys. mieszkańców nie zwiększyła się istotnie w ostatnich latach.

Oczyszczalnie ścieków przemysłowych

o łącznej przepustowości 1,9 mln m³/d posiadało 1759 zakładów. Przeważająca część ścieków przemysłowych (około 62%) jest oczyszczana mechanicznie, blisko 24% – biologicznie, a pozostałe 14% – chemicznie (tab. 2.3.3).

Rosnąca ilość oczyszczalni komunalnych i przemysłowych wykorzystujących metody biologiczne sprzyja poprawie efektów oczyszczania ścieków. Szacuje się, że obecnie około 52% oczyszczanych ścieków charakteryzuje wskaźnik redukcji BZT₅ i ChZT większy niż 60 % (tab. 2.3.4).

Poważnym dotychczas nie w pełni rozwiązany problemem towarzyszącym oczyszczaniu ścieków jest powstawanie osadów ściekowych. W 1996 r. w oczyszczalniach ścieków komunalnych i przemysłowych powstało 2507 tys. ton osadów

Wyszczególnienie	Ogółem (mln m ³)	Redukcja zanieczyszczeń (%)							
		brak analiz	30,0 i mniej	30,1-50,0	50,1-60,0	60,1-75,0	75,1-90,0	90,1-95,0	95 i więcej
BZT ₅	2303	612,3	154,1	248,5	79,7	138,2	323,5	390,9	355,7
ChZT	2303	599,9	111,2	265,6	57,4	294,4	569,4	315,3	89,4
Zawiesiny	2303	429,4	56,5	88,9	60,9	409,2	653,4	326,4	278,2

Tabela 2.3.4.

Ścieki oczyszczane wg stopnia redukcji zanieczyszczeń w 1996 r.

Wyszczególnienie	1980	1985	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
Ilość oczyszczalni	56	150	299	287	341	341	334	897*	904*
Przepustowość (m ³ /dobę)	213	799	1 003	348	740	921	842	1047*	1 494*

* – w tym oczyszczalnie przyzagrodowe

Tabela 2.3.5.

Oczyszczalnie ścieków przekazane do eksploatacji w 1980-1996 r.

(w tonach masy uwodnionej), z czego 33% wykorzystano gospodarczo (rolniczo 8%), 10% unieszkodliwiono, a pozostałą część składowano, w większości przypadków na terenach oczyszczalni.

Od 1990 roku notuje się systematyczny wzrost ilości przekazanych do eksploatacji oczyszczalni ścieków. W latach 1980-1996 przekazano do eksploatacji łącznie 3609 obiektów (tab. 2.3.5).

2.3.5. WODY KOPALNIANE

Sektor górniczy, a zwłaszcza kopalnie surowców energetycznych, rud metali nieżelaznych oraz minerałów wykorzystywanych w przemyśle chemicznym stanowią źródło, w części poważnie zanieczyszczonych, wód kopalnianych. Zawierają one, obok zawiesin mineralnych, znaczne ładunki chlorków i siarczanów. Podstawową metodą oczyszczania wód kopalnianych jest mechaniczna redukcja zawiesin mineralnych, bez usuwania zanieczyszczeń rozpuszczonych (zasolenia). Zasolone wody kopalniane stanowią około 29% ścieków przemysłowych wymagających oczyszczania. W 1996 r. odprowadzono z kopalni bezpośrednio do odbiorników około 337,1 mln m³ wód z odwodnień, powodując lokalnie znaczny wzrost zasolenia wód powierzchniowych, częstokroć uniemożliwiający ich inne gospodarcze wykorzystanie.

Ze względu na konieczność stałego odwodnienia eksploatowanych pokładów, po wydobyciu na powierzchnię wody kopalniane z reguły odprowadzane są do wód powierzchniowych, gdyż silne zasolenie wyklucza ich gospodarcze wykorzystanie. Szacuje się, że dobowy ładunek soli wprowadzany do rzek, głównie w górnych odcinkach Wisły i Odry, obniżył się z poziomu ok. 7 tys. ton/dobę notowanego w 1985 roku i wynosi ok. 6 tys. ton (w przeliczeniu na chlorki i siarczany). Wody odwodnieniowe odprowadza do odbiorników blisko 70 kopalń węgla kamiennego, jednak za prze-

ważającą część ładunku soli w dorzeczu Wisły odpowiada głównie 5 kopalń: Cieczot, Piast, Ziemowit, Wesoła i Brzeszcze. W dorzeczu Odry największy ładunek chlorków wprowadzany jest przez kopalnie położone w zlewniach rzek Olzy i Kłodnicy, natomiast największy ładunek siarczanów pochodzi z obiektów leżących w zlewni Kłodnicy. Problem odprowadzenia zasolonych wód kopalnianych i ich wpływu na pogarszanie się jakości i walorów użytkowych wód powierzchniowych omówiono bardziej szczegółowo w rozdziale 4.6.

2.3.6. WNIOSKI

W latach 1990-1996 miał miejsce wyraźny postęp w ograniczaniu ładunków zanieczyszczeń odprowadzanych z komunalnych i przemysłowych źródeł punktowych do wód powierzchniowych. Zwłaszcza podjęte na szeroką skalę działania inwestycyjne na szczeblu samorządowym przyniosły spektakularny wzrost liczby oraz poprawę skuteczności oczyszczalni komunalnych. Przykładowo, w stosunku do 1990 roku, liczba funkcjonujących oczyszczalni komunalnych w 1996 roku zwiększyła się o ok. 30%. Było to w znacznej mierze możliwe dzięki środkom pomocowym z krajowych funduszy ekologicznych.

Większość z 1471 oczyszczalni komunalnych stanowią jednak obiekty małe, rozwiązujące lokalne problemy ochrony wód przed zanieczyszczeniem, lecz mniej ważne w ogólnym bilansie ograniczenia ładunków zanieczyszczeń odprowadzanych do odbiorników. Należy bowiem zauważyć, że blisko 89% ogólnej ilości ścieków komunalnych odprowadzanych do wód powierzchniowych stanowią ścieki z 232 miast polskich o zaludnieniu powyżej 20 tys. mieszkańców. Co więcej, grupa 42 największych miast (o zaludnieniu 100 tys. mieszkańców i więcej) odprowadza aż 58% ogólnej ilo-

ści ścieków komunalnych, z czego tylko około 43% oczyszczanych metodami biologicznymi. Racjonalizacja gospodarki wodno - ściekowej w miastach doprowadziła do istotnego spadku ilości odprowadzanych ścieków komunalnych z poziomu 2313,9 mln m³/rok w 1990 r. do 1751,8 mln m³/rok w 1996 r. t.j. o 24%.

Obserwowane jest także istotne ograniczenie oddziaływania punktowych źródeł przemysłowych. W porównaniu do 1990 r. ilość ścieków przemysłowych wymagających oczyszczenia spadła w 1996 r. o 638,7 mln m³/rok tj. o blisko 36%. W tym samym czasie ilość ścieków odprowadzanych bez oczyszczenia spadła z 419,7 mln m³/rok w 1990 r. do poziomu 103,0 mln m³/rok w 1996 roku i stanowiła niecałe 9% ogółu ścieków przemysłowych (bez wód pochlodniczych).

Prognozy rozwoju oczyszczania ścieków komunalnych i przemysłowych wskazują na możliwość kontynuowania tych pozytywnych tendencji i dalszego ograniczania ładunków zanieczyszczeń ze źródeł punktowych. Obecnie w fazie włączenia do eksploatacji znajdują się oczyszczalnie komunalne dużych miast i aglomeracji m.in. oczyszczalnie ścieków dla: Łodzi, Gdańska, Wrocławia i Torunia. Przewiduje się, że w najbliższych latach nastąpi znaczna poprawa jakości odprowadzanych ścieków ze źródeł punktowych, spowodowana nie tylko włączaniem do eksploatacji kolejnych oczyszczalni ścieków, ale również racjonalizacją zużycia wody i stosowaniem biodegradowalnych substancji, w tym środków czystości. Do ograniczenia ilości i ładunków zanieczyszczeń odprowadzanych do wód przyczyni się również restrukturyzacja przemysłu. Wprowadzane nowoczesne technologie obniżają jednostkowe zużycie wody, a przez to również produkcję ścieków. Prowadzi to do ograniczenia ilości odprowadzanych ładunków zanieczyszczeń specyficznych, w tym również toksycznych. Jednym z podstawowych warunków realizacji zadań w tym zakresie pozostaje zapewnienie odpowiednich środków finansowych, w tym utrzymanie systemu wspierania inwestycji z środków funduszy celowych. W latach 1993-1996 Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej przeznaczał na dofinansowanie budowy oczyszczalni ścieków blisko 50% środków pozostających w jego dyspozycji.

Daleki od rozwiązania pozostaje nadal problem ograniczenia ładunków ze źródeł powierzchniowych. Istotne zmniejszenie zużycia nawozów sztucznych i racjonalizacja nawożenia obserwowane w latach 1990-1996 zmniejszyło wprowadzie zagrożenie wód zanieczyszczeniem z tych źródeł, jednak spodziewana i konieczna, w związku z planowanym przystąpieniem Polski do Unii Europejskiej, intensyfikacja produkcji rolnej może spowodować odwrócenie korzystnych tendencji.

2.4. ODPADY

2.4.1. INFORMACJE OGÓLNE

Od wielu lat minimalizacja ilości wytwarzanych odpadów i racjonalne nimi gospodarowanie należą w państwach najwyżej rozwiniętych do najważniejszych kierunków ochrony środowiska, ze względu na zagrożenie wszystkich elementów środowiska: powierzchni ziemi, wód i powietrza.

Zagrożenia dla środowiska występują praktycznie we wszystkich fazach gospodarki odpadami, począwszy od ich powstawania i gromadzenia, poprzez transport, ponowne wykorzystanie i unieszkodliwianie, na ostatecznym składowaniu odpadów kończąc. W Polsce zagadnienia gospodarki odpadami zaliczono do spraw priorytetowych. Przyjęta w czerwcu 1997 r., po kilkuletnich dyskusjach, ustawa o odpadach jest kolejnym etapem na drodze do całkowitego uporządkowania kwestii zarządzania i nadzoru nad gospodarką odpadami. Ustawa ta wprowadziła nową klasyfikację odpadów opartą na Europejskim Katalogu Odpadów oraz Europejskiej Klasyfikacji Odpadów. W dużej mierze ulepszyła również sposób pozyskiwania danych o postępowaniu z odpadami poprzez nałożenie obowiązku prowadzenia ewidencji przez wytwarzającego i odbiorcę odpadów.

Ze względu na ilość wytwarzanych i nagromadzonych odpadów Polska zajmuje wśród państw europejskich wysoką pozycję.

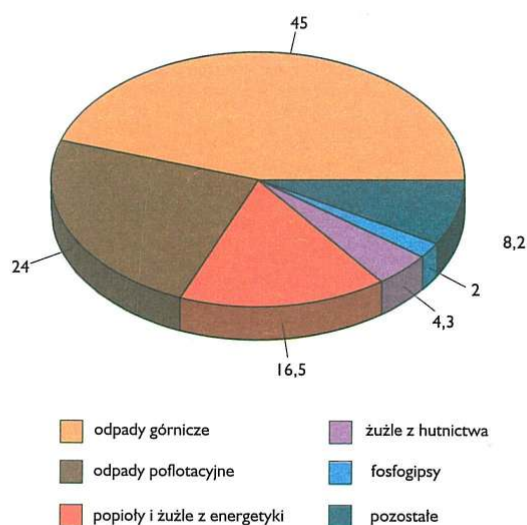
2.4.2. ŹRÓDŁA I STRUKTURA WYTWARZANIA ODPADÓW

2.4.2.1. Odpady przemysłowe

Odpady przemysłowe stanowią ponad 90% całkowitej ilości odpadów powstających w Polsce. W 1996 roku zarejestrowano ich 124,5 mln ton. Głównymi źródłami odpadów przemysłowych są górnictwo węgla, wydobywanie surowców mineralnych oraz przemysł energetyczny i hutnictwo. Szczególnie dużą grupę odpadów stanowią skały płonne i odpady powęglowe z kopalń i zakładów przerobczych. Ponadto duże ilości odpadów powstają z procesów flotacyjnych z przemysłów metali nieżelaznych, osadów z mechanicznego oczyszczania wód kopalnianych oraz popiołów lotnych i żużli z elektrowni, elektrociepłowni i kotłowni. Odpady należące do wymienionych grup stanowią ponad 85% masy odpadów przemysłowych wytwarzanych w Polsce (rys.2.4.1).

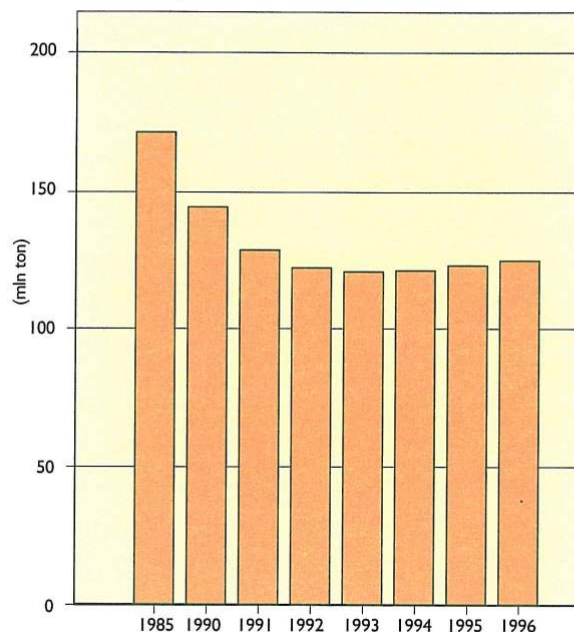
Najwięcej odpadów przemysłowych powstaje na terenie województw: katowickiego (ok. 52%) i legnickiego (ok. 21%). Ponad 3 mln ton odpadów rocznie rejestrowano także w województwach: szczecińskim i piotrkowskim (rys 2.4.2).

W przeliczeniu na 1 mieszkańca wytworzono w 1996 r. co najmniej 3223 kg odpadów przemysłowych. Wskaźnik masy odpadów przypadający na jednostkę dochodu narodowego wynosił 0,93 kg/USD PKB.



Rys. 2.4.1. Rodzaje odpadów przemysłowych wytworzonych w 1996 r. (%)

W stosunku do stanu z roku 1985 (170,9 mln ton wytworzonych odpadów przemysłowych) ich ilość zarejestrowana w 1996 r. zmniejszyła się prawie o 27%. (rys. 2.4.3). W latach 1985-1996



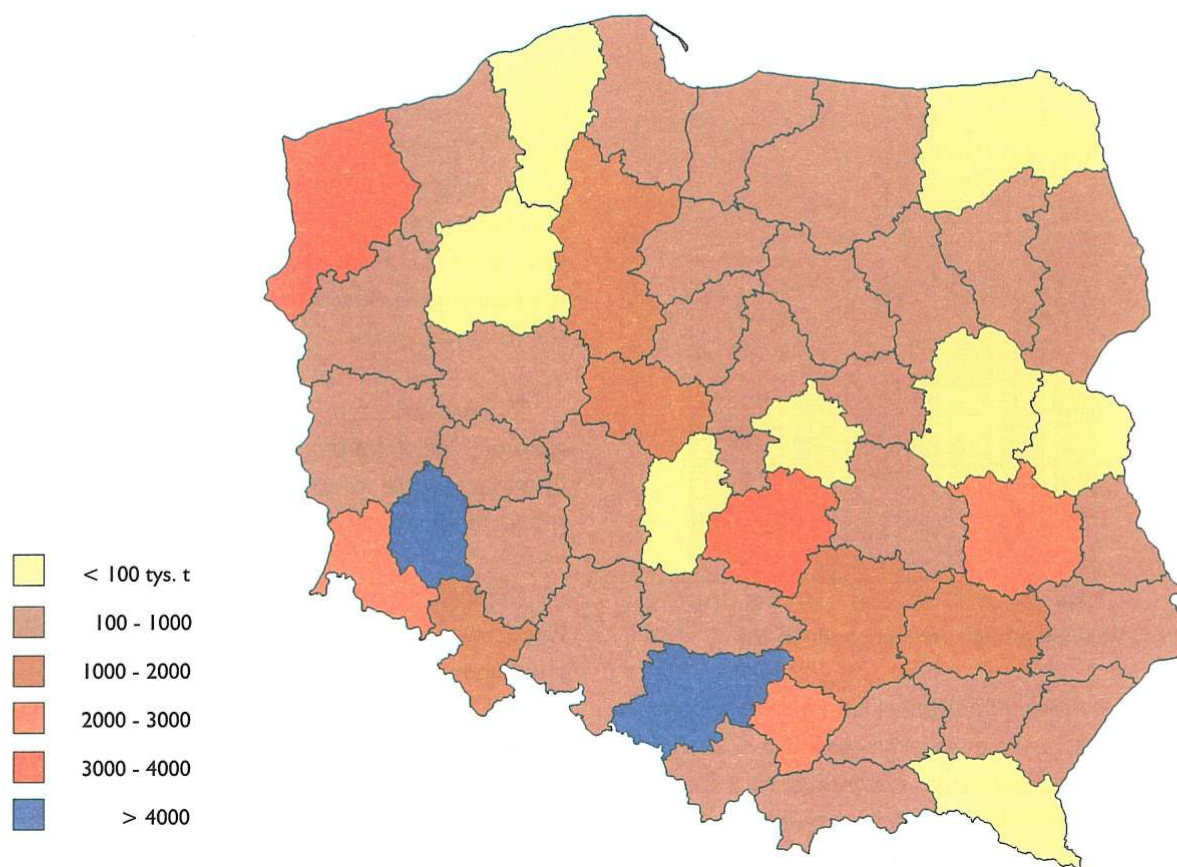
Rys. 2.4.3. Odpady przemysłowe wytworzone w latach 1985-1996

najbardziej, bo o ponad 30%, zmniejszyła się ilość odpadów górniczych, o blisko 26% – ilość popiołów lotnych i żużli z elektrowni, elektrociepłowni i kotłowni oraz o prawie 16% – ilość odpadów poflotacyjnych. Najszybszy spadek ilości wytwarzanych odpadów zaobserwowano w latach 1985-1991 (o ok. 25%). Od 1992 roku ilość powstających odpadów przemysłowych rejestrowana w systemie sprawozdawczości statystycznej utrzymuje się na względnie stałym poziomie i wynosi ok. 120-125 mln ton rocznie.

2.4.2.2. Odpady komunalne

Do kategorii odpadów komunalnych zalicza się odpady stałe i ciekłe powstające w gospodarstwach domowych, w obiektach użyteczności publicznej i obsługi ludności w tym nieczystości gromadzone w zbiornikach bezodpływowych, porzucone wraki samochodów oraz odpady uliczne.

Skład, właściwości i ilość gromadzonych odpadów komunalnych różnią się istotnie, w zależności od szeregu czynników występujących w miejscu ich powstawania (wielkość jednostki osiedleńczej, typ zabudowy, stosowane systemy ogrzewania

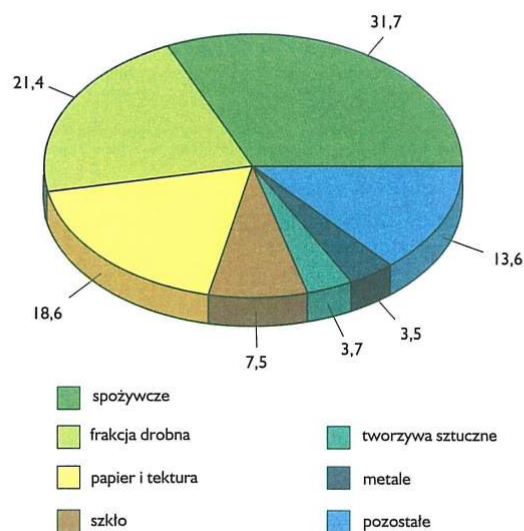


Rys. 2.4.2. Ilość odpadów przemysłowych wytworzonych w województwach w 1996 r.

mieszkań itp.). Należy stwierdzić, że w porównaniu z odpadami komunalnymi powstającymi w wysoko rozwiniętych krajach Europy Zachodniej, polskie odpady komunalne są niskokaloryczne (z małą ilością części palnych) i mocno zawilgocone. Główną ich masę (razem ok. 70%) stanowią odpady spożywcze, frakcja drobna 0-10 mm oraz papier i tektura. W dalszej kolejności zawierają one szkło, tworzywa sztuczne i metale (rys. 2.4.4). W ostatnich latach struktura odpadów komunalnych zmienia się jednak dość szybko. Notuje się zwłaszcza wzrost udziału tworzyw sztucznych, a w szczególności opakowań.

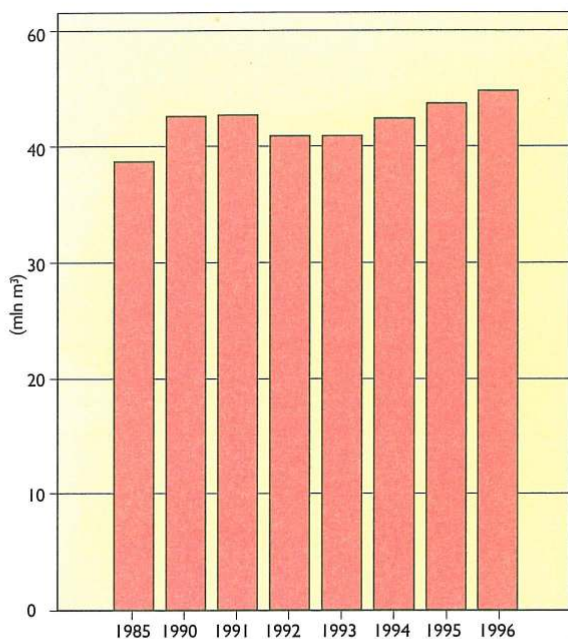
W 1996 r. powstało ok. 44,7 mln m³ odpadów komunalnych stałych i ok. 15,2 mln m³ odpadów płynnych¹. Ich ilość, w wymiarze objętościowym, zwiększa się systematycznie od 1992 r. (rys. 2.4.5). Szacowany tonaż powstających odpadów komunalnych wynosił w latach dziewięćdziesiątych ok. 11-12 mln ton rocznie. W porównaniu do roku

1975 (ok. 6,5 mln ton) ich masa wzrosła blisko dwukrotnie, natomiast w latach 1985-1996 wielkość ta zwiększyła się o ok. 8%.



Rys. 2.4.4. Struktura miejskich odpadów komunalnych (%)

¹ Przy ustalaniu ilości odpadów wytworzonych uwzględniono pojemność taboru służącego do wywozu odpadów oraz ilość kursów



Rys. 2.4.5. Odpady komunalne stałe wywiezione w latach 1985-1996

Prawie 40% ogólnej ilości odpadów stałych powstaje w pięciu województwach: katowickim, warszawskim, wrocławskim, szczecińskim i łódzkim. Natomiast największe ilości odpadów płynnych (ok. 1/3 ogólnej objętości) powstają na terenie województw: warszawskiego, poznańskiego, szczecińskiego i gdańskiego. Według danych zgromadzonych w latach 1985-1996 wynika, że ilość odpadów komunalnych od 1985 r. w przeliczeniu na 1 mieszkańca utrzymuje się na stałym poziomie i wynosi około 290 kg na osobę.

Masa odpadów komunalnych wytwarzanych w skali roku przez statystycznego mieszkańca Polski jest porównywalna do analogicznych wskaźników z Grecji, Słowacji i Niemiec (300-320 kg na osobę), natomiast obywatele Danii, Holandii, czy Norwegii wytwarzają ich dwukrotnie więcej niż Polacy.

2.4.2.3. Odpady niebezpieczne

Odpady niebezpieczne są to szczególnego rodzaju odpady przemysłowe, komunalne oraz powstające w trakcie zwalczania skutków nadzwyczajnych zagrożeń środowiska, które zawierają w swoim składzie substancje mogące powodować poważne zagrożenie środowiska. Odpady niebezpieczne stanowią obecnie ok. 3,5% masy odpadów przemysłowych ogółem. W 1996 r. przemysł polski wytworzył ich blisko 5,2 mln ton, a w przeliczeniu

na 1 mieszkańca około 134 kg. Wskaźnik obciążenia jednostki produktu krajowego brutto wynosił około 0,04 kg/USD PKB. W latach 1991-1995 zarejestrowano spadek ilości odpadów niebezpiecznych od prawie 8 mln ton do ponad 3 mln ton na co w znacznej mierze wpłynęła zmiana sposobu klasyfikacji. Jednak w 1996 r. zanotowano ponad 30% wzrost ich masy, co wiąże się zarówno ze wzrostem gospodarczym, jak i zastosowaniem doskonalszych metod inwentaryzacji.

W rozdziale tym przez odpady niebezpieczne rozumie się odpady zgodnie z prawodawstwem obowiązującym przed 1 stycznia 1998 roku tj. przed wejściem w życie ustawy o odpadach.

Największy udział w ich wytwarzaniu mają: hutnictwo żelaza i metali nieżelaznych, przemysł chemiczny, maszynowy i rolno-spożywczy oraz oczyszczalnie ścieków. W 1996 roku przeważająca część odpadów niebezpiecznych należała do kilku zaledwie kategorii.

Były to:

- żużle z hutnictwa metali nieżelaznych – 23,3%,
- osady z mechaniczno-chemicznych oczyszczalni ścieków – 11,8%¹,
- szlasy i pyły z oczyszczania gazów w hutnictwie – 11,7%,
- osad czynny nadmierny nieustabilizowany – 5,8%¹,
- odpady z rzeźni i przemysłu mięsnego – 2,6%¹.

Największe ilości odpadów niebezpiecznych rejestrowane są w województwach: legnickim (ok. 30%) i katowickim (ok. 14%).

Gromadzone dane o powstających odpadach niebezpiecznych nie obejmują ciągle jeszcze odpadów z gospodarstw domowych, usług motoryzacyjnych i innych małych zakładów produkcyjnych. Tymczasem odpady komunalne, trafiające na zwykłe składowiska, zawierają coraz częściej znaczące ilości odpadów niebezpiecznych wymagających specjalnego traktowania. Najczęściej są to baterie, świetlówki, odpady lakiernicze, przeterminowane leki i środki ochrony roślin, zużyte oleje i smary.

Powyższe dane nie obejmują również informacji o odpadach powstających w trakcie zwalczania skutków nadzwyczajnych zagrożeń środowiska

¹ Od 1998 roku odpady te nie są klasyfikowane jako niebezpieczne

występujących w związku z wypadkami komunikacyjnymi lub awariami przemysłowymi. Odpady te często zawierają substancje ropopochodne lub inne substancje niebezpieczne wymagające specjalnego traktowania.

2.4.2.4. Odpady szpitalne

Odpady szpitalne zostały wyróżnione w opracowaniu ze względu na powszechność ich wytwarzania, duże zagrożenie epidemiologiczne jak również z powodu dużego zainteresowania społecznego związanego z postępowaniem z tego rodzaju odpadami.

W placówkach opieki zdrowotnej, w tym zwłaszcza w szpitalach powstają różnorodne odpady, zarówno pozostające w związku z prowadzonymi działaniami medycznymi, jak też wytwarzane przez przebywających tam ludzi, przede wszystkim chorych. Strukturę tej grupy odpadów determinują zwłaszcza duże ilości tworzyw sztucznych i produktów celulozowych, ale także materiał biologiczny, w tym tkanki ludzkie. Ich cechą wspólną jest fakt, iż ze względu na rzeczywistą lub prawdopodobną obecność mikroorganizmów chorobotwórczych stanowią potencjalne źródło zakażenia. Ponadto podczas wykonywania specyficznych zabiegów leczniczych stosuje się częstokroć środki farmakologiczne o silnie toksycznych właściwościach, które po wykorzystaniu mogą trafiać do odpadów. Odpady szpitalne mogą również zawierać metale ciężkie, policykliczne oraz niskocząsteczkowe związki organiczne oraz bio-aerozole. Stwarza to konieczność zaliczania części odpadów szpitalnych do kategorii odpadów niebezpiecznych.

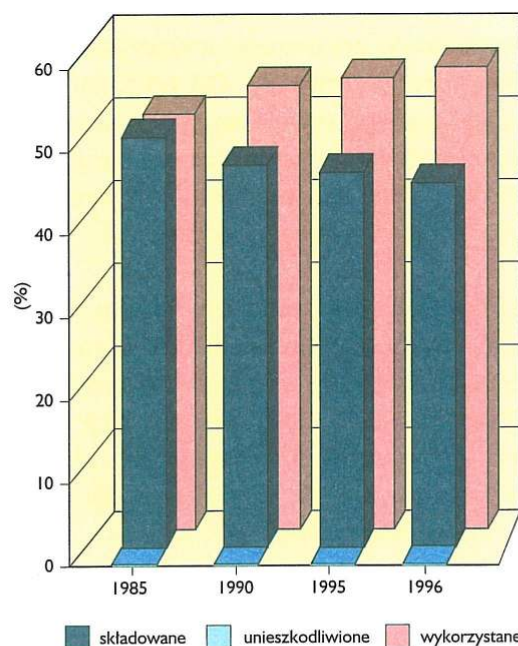
Według badań światowych został opracowany wskaźnik ilości odpadów szpitalnych, który w Polsce wynosi średnio 2,1 kg/łożko/dobę. Wielkość ta porównywalna jest z danymi z innych krajów europejskich. Przykładowo w Austrii powstaje do 2,3 kg/łożko/dobę, a w Niemczech ok. 2,5-2,8 kg/łożko/dobę odpadów szpitalnych.

Według przeprowadzonej w 1995 roku przez PIOŚ kontroli reprezentatywnej grupy placówek medycznych wśród odpadów szpitalnych dominują ilościowo odpady o charakterze komunalnym, natomiast odpady sanitarne zaliczane do kategorii niebezpiecznych stanowią 14,2% ogólnej ilości odpadów szpitalnych.

2.4.3. WYKORZYSTANIE ODPADÓW

Z gromadzonych danych wynika, że ponad połowa ogólnej masy wytwarzanych w Polsce odpadów przemysłowych jest wykorzystywana. Są to głównie odpady pochodzące z zakładów wydobywania i przeróbki węgla, energetyki i hutnictwa. Tymczasem w krajach wysoko uprzemysłowionych zagospodarowywanych jest ponad 80% odpadów przemysłowych.

W 1996 r. w Polsce wykorzystano prawie 70 mln ton odpadów przemysłowych, z tego ok. 60% wykorzystano na cele nieprzemysłowe, głównie w budownictwie i robotach inżynieryjno-drogowych. W okresie od 1985 roku wskaźnik wykorzystania odpadów przemysłowych uległ tylko niewielkiemu zwiększeniu – z 50,2% w 1985 r. do 55,8% w 1996 r. (rys. 2.4.6). W największym stopniu wykorzystuje się żużle hutnicze, popioły lotne z procesów spalania węgla kamiennego, wapno pokarbidowe oraz odpady górnicze. Rafineria „Jedlicze” uruchomiła instalację regeneracji olejów przepracowanych.



Rys. 2.4.6. Tendencje zmian w gospodarowaniu odpadami przemysłowymi w latach 1985-1996

Wykorzystanie popiołów lotnych ze spalania węgla kamiennego osiągnęło łącznie prawie 66%, a żużli – 57%, natomiast popiołów ze spalania węgla brunatnego tylko 10%. Popioły lotne i żużle z elektrowni i elektrociepłowni, których ilość szacuje się rocznie na około 20 mln ton wykorzystywane

są głównie jako składniki do produkcji materiałów budowlanych. Spośród 62 elektrowni i elektrociepłowni zawodowych w Polsce działania tego typu prowadzi 50 jednostek. Jako składniki cementów zastosowano ponad 8% odpadów ze spalania węgla. Popioły lotne i żużle stosuje się również jako materiał do podszadek w wyeksploatowanych wyrobiskach górniczych. Ostatnio wykorzystuje się w ten sposób prawie 35% tych odpadów.

Transformacja gospodarki polskiej z systemu nakazowo-rozdziałczego w kierunku gospodarki rynkowej spowodowała również zmiany funkcjonowania systemu pozyskiwania surowców wtórnych. Aktualnie system ten opiera się głównie na działaniach kilkuset prywatnych przedsiębiorstw i nieznaanej liczby osób prowadzących indywidualną działalność gospodarczą, kierujących się kryteriami opłacalności i rynkowej konkurencji. Powoduje to, że na szeroką skalę prowadzony jest przede wszystkim rentowny skup złomu żelaza i metali nieżelaznych. Roczny skup tych surowców kształtuje się następująco: stali – ok. 1500 tys. ton, żeliwa – 100 tys. ton, aluminium – 50 tys. ton, miedzi – 40 tys. ton, mosiądzu i brązu – 30 tys. ton, ołowiu – 10 tys. ton oraz cynku – 7 tys. ton. Szacuje się, że w 1996 skupiono i skierowano do ponownego wykorzystania prawie 2 mln ton tych surowców. Od początku lat dziewięćdziesiątych obserwuje się wzrost ilości skupowanego i wykorzystywanego złomu metali nieżelaznych. W okresie tym notowany jest wyraźny spadek skupu złomu żelaza i jego stopów.

Równolegle tworzony jest system kompleksowego wykorzystywania odpadów komunalnych, obejmujący recykling surowców wtórnych. M.in. na początku 1996 r. uruchomiono stację recyklingu tworzyw sztucznych w Pabianicach, której zdolności przerobowe będą w stanie zaspokoić potrzeby rejonu centralnej Polski.

Programy promujące selektywną zbiórkę odpadów prowadzone są już w większości dużych miast w Polsce, jednak ciągle jeszcze obejmują stosunkowo niewielką grupę mieszkańców, ograniczając się do wybranych dzielnic, fragmentów miast lub obiektów. Do odpowiednio oznakowanych kontenerów ustawionych na ulicach i placach zbiera się głównie makulaturę, stłuczkę szklaną, odpady metalowe, a także w mniejszym zakresie odpady z tworzyw sztucznych.

Przykładowo, dzięki realizowanemu w Warszawie programowi selektywnej zbiórki odpadów (ok. 1800 pojemników na makulaturę, szkło, opakowania metalowe, tworzywa sztuczne), który obejmuje obszar zamieszkały przez ok. 600 tys. mieszkańców, w 1995 roku odzyskano ok. 1300 ton makulatury, 2800 ton stłuczki szklanej, 48 ton opakowań metalowych oraz ok. 32 ton plastiku. W Poznaniu selektywną zbiórką odpadów objęto ok. 20-25% mieszkańców. W 1995 r. odzyskano 370 ton makulatury i 1050 ton stłuczki szklanej. W Krakowie w 1995 r. realizowano pilotażowy program MPO dla ok. 100 tys. mieszkańców, odzyskując 140 ton makulatury, ok. 170 ton stłuczki szklanej i 27 ton metalowych opakowań. W Gdańsku ok. 1/4 obszaru miasta objęto selektywną zbiórką makulatury i szkła.

Realizacja tych programów spowodowała stosunkowo niewielką redukcję ogólnej ilości wytwarzanych odpadów komunalnych, to jednak zapoczątkowane zostały, na stosunkowo szeroką skalę, działania zmierzające do powszechnego wdrożenia na terenie kraju tego typu nowoczesnych rozwiązań. Programy pilotażowe spełniają ważne funkcje edukacyjne, a jednocześnie służą gromadzeniu doświadczeń organizacyjnych i technicznych oraz umożliwiają ocenę efektywności ekonomicznej wdrażania tego typu systemów.

W 1996 r. w skali kraju z budynków mieszkalnych wyselekcjonowano jedynie ok. 0,7 mln m³ makulatury (ok. 2% ogólnej ilości odpadów komunalnych), ok. 0,5 mln m³ (ok. 1,5%) szkła, ok. 0,2 mln m³ (ok. 0,5%) tworzyw sztucznych, ponad 0,1 mln m³ (ok. 0,4%) metali. Zebrane surowce i materiały odpadowe przekazywane są do przerobu w zakładach przemysłowych. Przykładowo, wskaźnik powtórnego wykorzystania makulatury do produkcji papieru i tektury wynosił w 1996 r. 0,4 tony makulatury na 1 tonę produktów.

W 1996 r. przerobiono na kompost jedynie 220 tys. ton odpadów komunalnych, tj. ok. 1,9% ogólnej masy tych odpadów wytworzonych w ciągu roku. Jakość otrzymywanego kompostu, przede wszystkim ze względu na brak powszechnych systemów selektywnego gromadzenia odpadów, jest jednak stosunkowo niska (domieszki szkła oraz śladowe ilości metali ciężkich). Najwięcej kompostu wytwarza się w województwie warszawskim

i katowickim. W Warszawie w 1996 roku poddano kompostowaniu ok. 13% wytworzonych stałych odpadów komunalnych. Kompostownia w Radio-wie, w której stosuje się technologię DANO, przetwarza 580 ton odpadów na dobę, tj. 145 tys. ton rocznie. Jest ona największym tego typu zakładem w Europie.

2.4.4. UNIESZKODLIWIANIE ODPADÓW

Pod pojęciem unieszkodliwiania odpadów rozumie się poddawanie ich obróbce powodującej zmiany cech fizycznych, chemicznych lub biologicznych. Unieszkodliwianie odpadów niebezpiecznych w Polsce z wyłączeniem składowania prowadzone jest obecnie na stosunkowo małą skalę i odbywa się przede wszystkim w instalacjach przemysłowych pracujących na potrzeby zakładów – właścicieli tych instalacji. Wolny rynek usług w tym zakresie dopiero powstaje.

Z ogólnej masy wytworzonych odpadów przemysłowych w 1996 r. unieszkodliwiono jedynie ok. 0,3 mln ton (0,2%). Wskaźnik ten utrzymuje się na podobnym poziomie od kilku lat. Natomiast w grupie odpadów niebezpiecznych unieszkodliwia się nieco ponad 0,2 mln ton, co stanowi ok. 4,1% tych odpadów wytworzonych w 1996 roku.

W ostatnich latach powstało jednak kilka znaczących inwestycji w zakresie unieszkodliwiania odpadów. Między innymi w zakładach Philips Lighting w Pile została uruchomiona instalacja unieszkodliwiania świetlówek, a Zakład Górniczo-Hutniczy „Orzeł Biały” uruchomił instalację unieszkodliwiania akumulatorów i odpadów ołowionośnych.

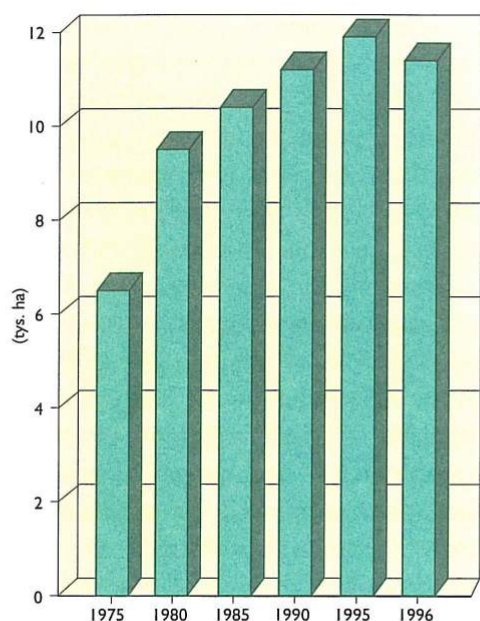
Przykładem systemowego rozwiązania problemu unieszkodliwiania odpadów jest unieszkodliwianie odpadów szpitalnych. Systemowe podejście realizowane jest przede wszystkim poprzez budowę profesjonalnych spalarni oraz równoległe wdrażanie innych technologii takich jak np. sterylizacja. Zgodnie z realizowanym w Polsce programem budowy 22 regionalnych spalarni odpadów szpitalnych w 1996 r. oddano do użytku 6 obiektów. Ogółem w 1996 r. funkcjonowało, 13 regionalnych spalarni odpadów szpitalnych.

W wyniku kontroli przeprowadzonej przez PIOŚ stwierdzono, że spośród 361 skontrolowanych w 1995 roku zakładów medycznych, metodami termicznymi unieszkodliwiano odpady szpitalne (w całości lub w części) 354 placówek. Metody te stosowane są przede wszystkim przez duże szpitale rejonowe, głównie do unieszkodliwiania odpadów sanitarnych. Obróbce termicznej w skontrolowanych placówkach medycznych poddano ok. 20 tys. ton odpadów, co stanowi ponad 20% wytworzonych w nich odpadów szpitalnych w ciągu roku. Najwięcej (ok. 86%) odpadów unieszkodliwiano w spalarkach – stosunkowo niewielkich urządzeniach przeznaczonych do spalania odpadów sanitarnych, nie wyposażonych w urządzenia ochrony środowiska. Ponad 9% spalanych odpadów szpitalnych kierowanych było do kotłowni, a jedynie 5% do profesjonalnych spalarni odpadów, wyposażonych w urządzenia kontrolno-pomiarowe procesu spalania oraz system oczyszczania gazów odlotowych.

Składowanie odpadów jest sposobem unieszkodliwiania odpadów. Niestety, nadal pozostaje najbardziej rozpowszechnioną metodą. Deponowane na składowiskach odpady ulegają niekontrolowanym procesom fizycznym, chemicznym i biologicznym, które mogą być źródłem uciążliwości dla otoczenia oraz przyczyną pogarszania jakości środowiska.

W 1996 r. skierowano na składowiska ok. 54,8 mln ton odpadów przemysłowych. Od ponad 10 lat zarówno bezwzględna ilość składowanych odpadów, jak ich udział w ogólnej masie wytworzonych odpadów przemysłowych corocznie maleje (rys. 2.4.6) W 1985 roku składowano 49,6%, a w roku 1996 – 44% odpadów wytworzonych.

Natomiast powierzchnia składowania odpadów przemysłowych zwiększyła się od 1975 r. prawie o 75%. W roku 1996 powierzchnia nie zrehabilitowanych składowisk wyniosła ok. 11,4 tys. ha, a jej największy przyrost zanotowano w latach 1975-1980. W okresie do 1995 roku średni przyrost powierzchni składowania wynosił 700-900 ha co 5 lat. W 1996 roku łączna powierzchnia rekultywowanych składowisk odpadów przemysłowych wzrosła w stopniu umożliwiającym zmniejszenie się, w porównaniu do 1995 r., nie zrehabilitowanej powierzchni składowania (rys. 2.4.7).



Rys. 2.4.7. Powierzchnia nie zrehabilitowana składowania odpadów przemysłowych w latach 1975-1996

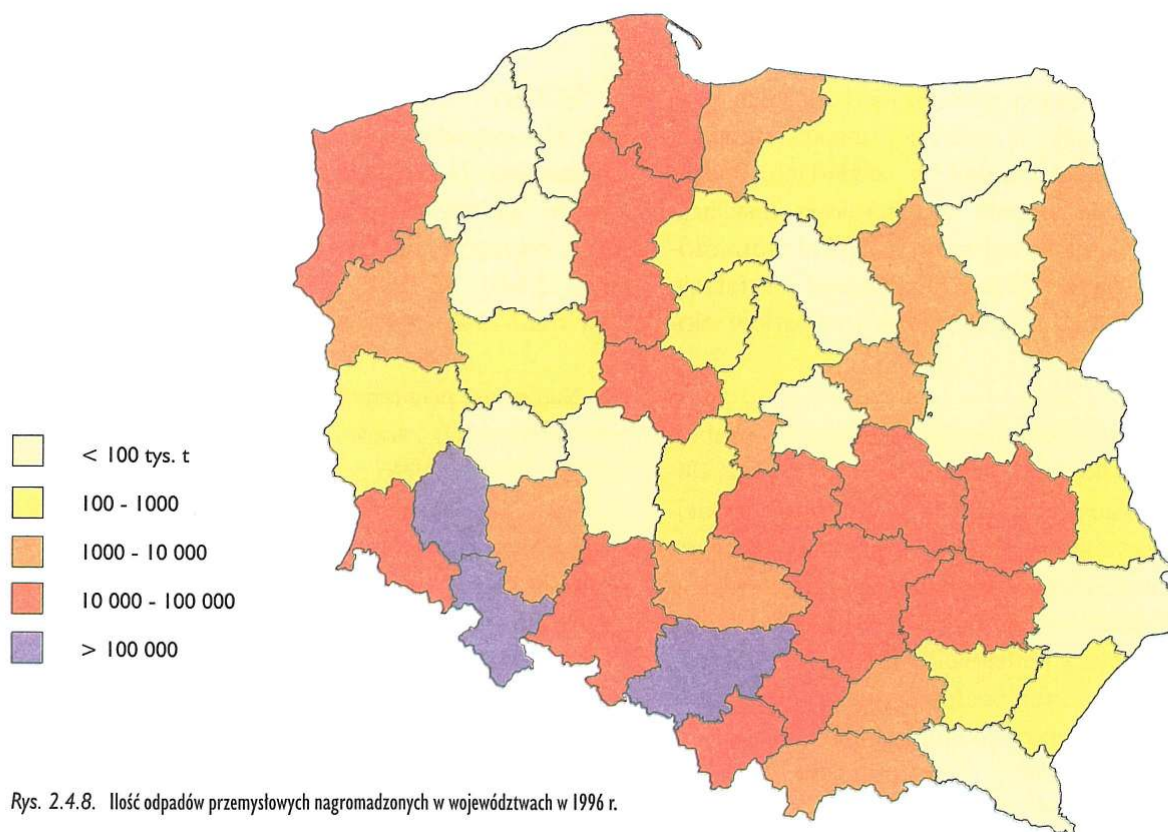
W 1996 r. na terenach 1209 ewidencjonowanych obiektów nagromadzonych było ponad 2 mld ton odpadów przemysłowych. Oznacza to, że w okresie od 1980 roku ogólna ich masa zwiększyła się ponad dwukrotnie.

Ilość nagromadzonych odpadów przemysłowych jest w poszczególnych województwach zróżnicowana (rys. 2.4.8). Prawie 3/4 nagromadzonych

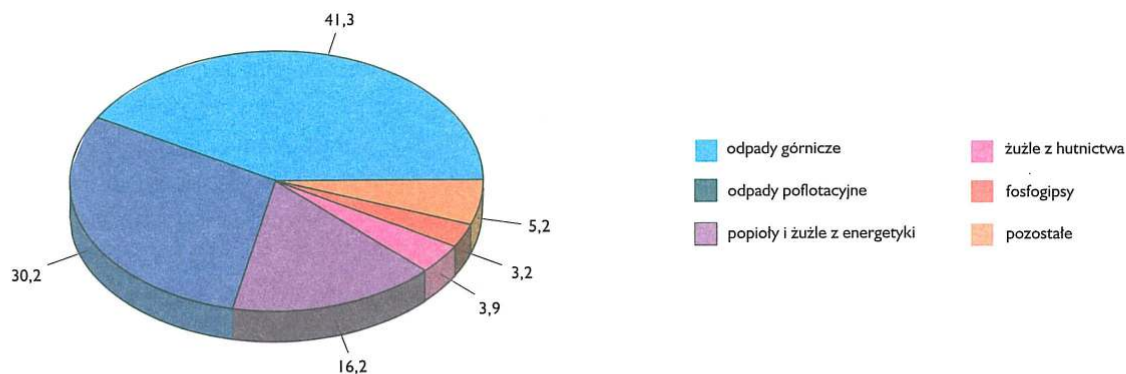
w kraju odpadów przypada na województwa: katowickie (ok. 44%), legnickie (ok. 23%) i wałbrzyskie (ok. 6%).

Ponad 40% tej ilości stanowią odpady górnicze (w tym skalne) z kopalń i zakładów przerobowych, 30% odpady połotacyjne z przemysłu metali nieżelaznych, węglowego oraz z mechanicznego oczyszczania wód kopalnianych, a ok. 16% – popioły lotne i żużle z elektrowni, elektrociepłowni i kotłowni (rys. 2.4.9). Odpady powęglowe często jeszcze składowane są na przykopalnianych hałdach.

Składowanie na wysypiskach jest podstawowym sposobem postępowania z odpadami komunalnymi. Dotyczy to 98% wytwarzanych odpadów. Tymczasem w wielu miastach istniejące wysypiska osiągnęły już granice swojej pojemności. W roku 1996 na 884 czynnych wysypisk, o łącznej powierzchni 3058 ha, skierowano 43,8 mln m³ stałych i 15,2 mln m³ płynnych odpadów komunalnych. Nagromadzenie stałych odpadów komunalnych na czynnych wysypiskach szacowano w 1996 roku na średnio 143 m³/km². W stosunku do 1980 roku oznacza to wzrost o prawie 15%. Ocenia się przy tym, że ok. 1/3 eksploatowanych obecnie wysypisk wymaga likwidacji z powodu wyczerpania chłonności terenu. Jednocześnie stan techniczny więk-



Rys. 2.4.8. Ilość odpadów przemysłowych nagromadzonych w województwach w 1996 r.



Rys. 2.4.9. Rodzaje odpadów przemysłowych nagromadzonych w 1996 r. (%)

szości starych wysypisk budzi wiele zastrzeżeń. Oprotestowywanie propozycji lokalizacyjnych nowych wysypisk powoduje jednak przedłużanie eksploatacji wysypisk starych, źle urządzonych oraz powstawanie wysypisk nielegalnych tzw. dzikich.

W takich krajach jak: Hiszpania, Francja i Niemcy na składowiska trafia od 50% do 80% odpadów komunalnych, a w Danii, Szwajcarii i Szwecji jedynie 20-40%.

Odpady niebezpieczne odprowadzane z gospodarstw domowych, takie jak: leki, baterie, akumulatory, odpady lakiernicze i rozpuszczalniki, trafiają najczęściej, wraz z pozostałymi odpadami komunalnymi, na nie przeznaczone dla tego typu odpadów wysypiska komunalne. W kilku miastach przystąpiono do tworzenia wydzielonego systemu gromadzenia i unieszkodliwiania tej grupy odpadów. Rejestrowane są również przypadki lokowania na składowiskach komunalnych niebezpiecznych odpadów przemysłowych. Powoduje to, że składowiska komunalne, zwłaszcza obiekty wybudowane w latach 70-tych i wczesnych 80-tych, stanowią częstokroć większe zagrożenie niż składowiska przemysłowe, przyjmujące selektywnie niektóre odpady zaliczone do niebezpiecznych. Większość składowisk komunalnych nie ma skutecznych zabezpieczeń przed ich szkodliwym oddziaływaniem na środowisko.

W 1996 roku na 2165 składowiskach zdeponowano ok. 24,6% (tj. ok. 1,3 mln ton) wytworzonych w ciągu roku odpadów niebezpiecznych. Wprawdzie od 1991 roku proporcja składowanych odpadów niebezpiecznych w stosunku do ilości tych odpadów wytwarzanej rocznie zmniejszyła się wyraźnie, to jednak od 1993 roku obserwuje się wzrost bezwzględnej ilości składowanych odpadów niebezpiecznych.

Stopień zabezpieczenia składowisk odpadów niebezpiecznych pod względem ograniczania wpływu na środowiska jest w większości przypadków niewystarczający. Jedynie 38% obiektów posiada zabezpieczenia techniczne (między innymi uszczelnienia czaszy składowiska) ograniczające ujemny wpływ nagromadzonych odpadów na środowisko.

Poważny problem stanowią również przeterminowane środki ochrony roślin, które przez lata składowane są w tzw. mogilnikach na terenie całego kraju. Są to zazwyczaj zbiorniki betonowe (bunkry lub silosy), w których nagromadzono duże ilości silnie toksycznych, a w większości przypadków nie zidentyfikowanych, substancji chemicznych. Na terenie kraju znajduje się ponad 320 mogilników. Najwięcej z nich zinwentaryzowano w województwie szczecińskim, kieleckim, piotrkowskim, gorzowskim, poznańskim, bydgoskim i olsztyńskim. W wielu przypadkach mogilniki powodują lokalnie istotne zagrożenie dla środowiska, ze względu na uszkodzenia lub nieszczelności ich ścian i/lub osłon.

2.4.5. WNIOSKI

Zwiększająca się masa nagromadzonych odpadów, zarówno przemysłowych jak i komunalnych, a także ich nielegalne lub niezgodne z wymogami składowanie stanowi poważne zagrożenie dla ludzi i środowiska. W ciągu ostatnich 15 lat wielkość nagromadzonych odpadów uległa podwojeniu. Dotyczy to głównie odpadów z sektora paliwowo-energetycznego gromadzonych przede wszystkim w uprzemysłowionych południowych rejonach Polski.

Spadek, a następnie stabilizacja ilości wytwarzanych odpadów mają swoje przyczyny przede wszystkim w zmianach struktury produkcji, w tym ograniczenia wydobycia węgla (odpady górnicze) oraz poprawie jego kaloryczności (odpady elektrowniane).

Chociaż widoczna jest tendencja do niewielkiego wzrostu stopnia wykorzystania odpadów przemysłowych, z ok. 50,2% w 1985 r. do 55,8% w 1996 r. (głównie na cele nieprzemysłowe), sytuacja ta wciąż jest niezadowalająca. Kraje Europy Zachodniej wykorzystują te odpady w ok. 80%.

Nowa ustawa o odpadach, która weszła w życie z dniem 1 stycznia 1998 roku, stwarza podstawy prawne do kompleksowego uporządkowania gospodarki odpadami.

Wprowadzone ustawą o odpadach nowe mechanizmy prawne takie jak: uzyskiwanie zezwoleń na prowadzenie działalności, w wyniku której powstają odpady, obowiązek ewidencji odpadów za-

równo przez ich wytwórcę jak i odbiorcę oraz wprowadzenie preferencji dla technologii wykorzystujących odpady jako surowce wtórne są kolejnym krokiem do ograniczenia ilości odpadów w środowisku. Zwiększą one skuteczność kontroli przestrzegania prawa w zakresie gospodarki odpadami oraz umożliwią utworzenie rynku specjalistycznych firm zajmujących się wykorzystywaniem lub unieszkodliwianiem odpadów, w tym również odpadów niebezpiecznych. Powinno to w krótkim okresie doprowadzić do zmniejszenia ilości wytwarzanych odpadów oraz zwiększyć stopień ich wykorzystania.

Wprowadzenie na szeroką skalę w Polsce systemu selektywnej zbiórki odpadów oraz odzysku surowców wtórnych, jak również rozwój metod kompostowania spowoduje w przyszłości zdecydowane zmniejszenie ilości odpadów lokowanych w środowisku. Jednak w celu wprowadzenia powyższego systemu niezbędne jest zapewnienie odpowiedniego rynku zbytu dla otrzymywanych surowców wtórnych.

3. JAKOŚĆ PODSTAWOWYCH ELEMENTÓW ŚRODOWISKA

3.1. SYSTEM OCENY JAKOŚCI PODSTAWOWYCH ELEMENTÓW ŚRODOWISKA

Obserwacje stanu środowiska, badania i pomiary kontrolne prowadzone są przez Państwową Inspekcję Ochrony Środowiska, inne państwowe służby kontrolne oraz wybrane instytuty naukowo-badawcze. W systemie funkcjonują specjalistyczne laboratoria, z których część jest akredytowana przez Polskie Centrum Badań i Certyfikacji w oparciu o normy serii PN/EN/45000.

Gromadzone w systemie dane dają podstawę do opracowywania ocen stanu najważniejszych elementów środowiska:

- powietrza
- wód powierzchniowych i podziemnych
- Morza Bałtyckiego
- gleb
- przyrody
- lasów,

a także do identyfikowania i oceny skali zagrożeń jakości środowiska powodowanych przez:

- hałas komunikacyjny i przemysłowy
- promieniowanie jonizujące
- promieniowanie niejonizujące.

Badania jakości środowiska wykonywane są w ramach Państwowego Monitoringu Środowiska na trzech poziomach: sieci krajowej, sieciach regionalnych i sieciach lokalnych. W niniejszym Raporcie wykorzystano głównie wyniki badań realizowanych w sieci krajowej, pozostałe traktując jako uzupełniające.

Kryterium oceny stanu i zagrożeń środowiska stanowiły przede wszystkim obowiązujące w kraju i określone przez odpowiednie akty prawne wartości dopuszczalnych stężeń zanieczyszczeń, a w niektórych przypadkach także międzynarodowe standardy i wytyczne.

3.2. POWIETRZE

3.2.1. INFORMACJE OGÓLNE

Biorąc pod uwagę strukturę krajowych źródeł emisji substancji gazowych i pyłowych do atmosfery, podczas opracowywania zbiorczych ocen jakości powietrza w Polsce stosuje się z reguły podział zanieczyszczeń na następujące grupy:

- zanieczyszczenia podstawowe: dwutlenek siarki, dwutlenek azotu i pył, powstające głównie podczas spalania paliw w procesach wytwarzania energii i powszechnie występujące na obszarze całego kraju;
- zanieczyszczenia specyficzne, pochodzące z różnych procesów technologicznych wykorzystywanych w zakładach przemysłowych;
- zanieczyszczenia emitowane ze źródeł mobilnych, głównie z pojazdów samochodowych;
- zanieczyszczenia wtórne, powstające często w znacznej odległości od źródeł emisji w efekcie reakcji i przemian zachodzących w zanieczyszczonej atmosferze, np. związki utleniające (utleniacze fotochemiczne), takie jak ozon, czy też prowadzące do zakwaszenia środowiska, takie jak siarczany i azotany.

Prezentowane w niniejszym Raporcie informacje o stężeniach zanieczyszczeń w Polsce opracowano przede wszystkim na podstawie analizy danych, gromadzonych i przetwarzanych na poziomie krajowym, a pochodzących z dwóch ogólnokrajowych sieci monitoringu zanieczyszczenia powietrza:

- krajowej sieci stacji podstawowych (nazywanej też siecią podstawową), podlegającej PIOŚ i pracującej pod nadzorem Instytutu Ochrony Środowiska;
- sieci podlegającej Państwowej Inspekcji Sanitarnej (PIS), działającej pod nadzorem Instytutu Medycyny Pracy w Łodzi.

Obie sieci funkcjonują w ramach koordynowanego przez PIOŚ programu Państwowego Monitoringu Środowiska; sieć PIS jest jednocześnie elementem monitoringu zdrowia.

Sieć Państwowej Inspekcji Sanitarnej jest najstarszą i największą siecią pomiarową zanieczyszczeń powietrza w Polsce. Od wielu lat prowadzone są w niej pomiary stężeń ponad 20 substancji. Obok stężeń zanieczyszczeń podstawowych, których pomiary prowadzone są we wszystkich miastach o liczbie mieszkańców przekraczającej 20 tysięcy oraz w uzdrowiskach, mierzone są stężenia wielu zanieczyszczeń specyficznych, m.in.: amoniaku, formaldehydu, fenolu, fluoru, benzo-a-pirenu oraz niektórych metali ciężkich.

Sieć podstawowa funkcjonuje od 1992 r., wykorzystując stacje pomiarowe prowadzone przez Wojewódzkie Inspektoraty Ochrony Środowiska, a także wybrane stacje Wojewódzkich Stacji Sanitarno-Epidemiologicznych oraz jednostek naukowo-badawczych. W 1996 r. do sieci włączonych było 90 stacji zlokalizowanych na obszarze całego kraju, głównie w miastach. Prowadzone są na nich pomiary stężeń zanieczyszczeń podstawowych, ozonu, a także tlenu węgla, tlenków azotu i pyłu na kilku tzw. stacjach komunikacyjnych.

Do opracowania informacji o zanieczyszczeniach przenoszonych do podłoża z opadami atmosferycznymi wykorzystano wyniki badań prowadzonych przez instytuty naukowo-badawcze w ramach Państwowego Monitoringu Środowiska między innymi na rzecz międzynarodowych programów, takich jak: EMEP (European Monitoring and Evaluation Programme), BMP (Baltic Monitoring Programme), GAW (Global Atmosphere Watch) oraz wyniki pomiarów z posterunku meteorologicznego IMGW w Warszawie.

Należy zaznaczyć, że prezentowane w raporcie informacje o stanie zanieczyszczenia powietrza w Polsce dotyczą najważniejszych wskaźników, dla których istnieją reprezentatywne dane pomiarowe. W powietrzu znajduje się jednak cała gama innych substancji, z których część może szkodliwie oddziaływać na człowieka i jego otoczenie. Niektóre z nich, mimo że występują w atmosferze najczęściej w ilościach śladowych, ze względu na swoją toksyczność absorbują ostatnio uwagę środowisk na-

ukowych i społeczeństwa. Dotyczy to m.in. trwałych związków organicznych, takich jak dioksyny, furany czy wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne. Informacje o poziomach stężeń tych substancji będą sukcesywnie włączane do raportów o stanie środowiska w miarę rozwoju badań.

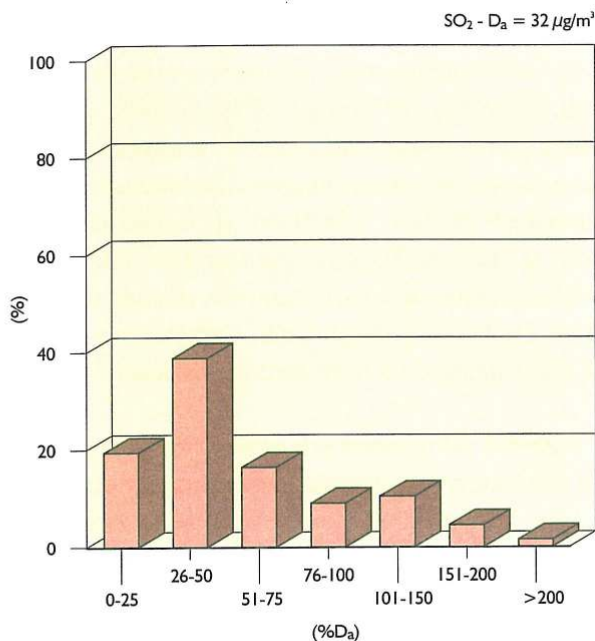
3.2.2. ZANIECZYSZCZENIA PODSTAWOWE

Źródłem emisji zanieczyszczeń podstawowych są przede wszystkim emitory elektrowni zawodowych i przemysłowych (tzw. emisja wysoka), ale także sektor komunalno-bytowy: lokalne kotłownie, zakłady usługowe oraz gospodarstwa indywidualne (tzw. emisja niska). Zanieczyszczenia emitowane z wysokich kominów przenoszone są na duże odległości i rozpraszane na znacznych obszarach, powodując podwyższenie ogólnego poziomu tła w skali całego kraju. Mają one natomiast stosunkowo ograniczony wpływ na jakość powietrza w miastach, gdzie większą rolę odgrywają małe, ale liczne obiekty zlokalizowane częstokroć w zamieszkałych rejonach miast, w bezpośrednim sąsiedztwie zwartej zabudowy mieszkaniowej.

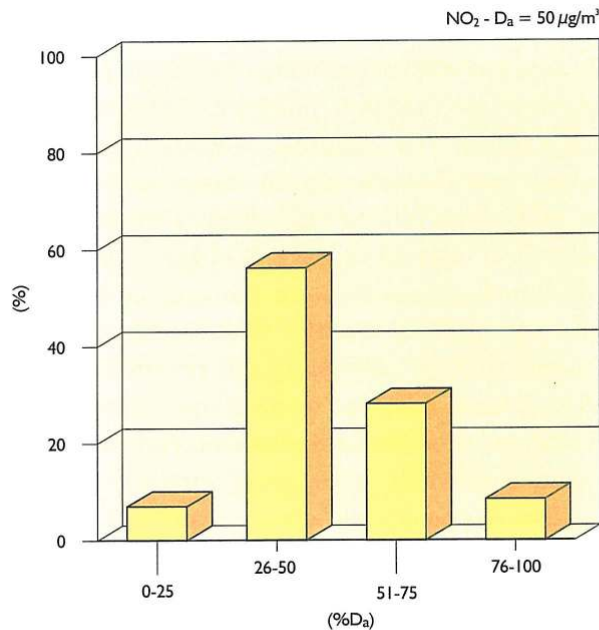
Źródła te emitują również specyficzne substancje podczas niepełnego spalania paliw w przestarzałych typach kotłów lub w paleniskach indywidualnych, stanowiąc w niektórych miastach poważny problem.

Z badań prowadzonych w krajowej sieci stacji podstawowych wynika, że stężenia głównych zanieczyszczeń powietrza: dwutlenku siarki, dwutlenku azotu i pyłu, w większości rejonów objętych pomiarami, rejestrowane w okresie ostatnich 3-4 lat, są stosunkowo niskie. Średnie roczne stężenia poniżej poziomu 3/4 dopuszczalnych wartości obowiązujących w Polsce zmierzono w 1996 r. na przeważającej większości stacji pomiarowych. W przypadku pomiarów stężeń SO_2 (wartość dopuszczalna stężenia średniorocznego $D_a=32\mu\text{g}/\text{m}^3$) wyniki niższe od 3/4 D_a uzyskano na blisko 75% stacji; dla pomiarów stężeń NO_2 ($D_a=50\mu\text{g}/\text{m}^3$) i pyłu oznaczanego reflektometrycznie ($D_a=50\mu\text{g}/\text{m}^3$) było to ponad 90% stacji (rysunek 3.2.1 a-c).

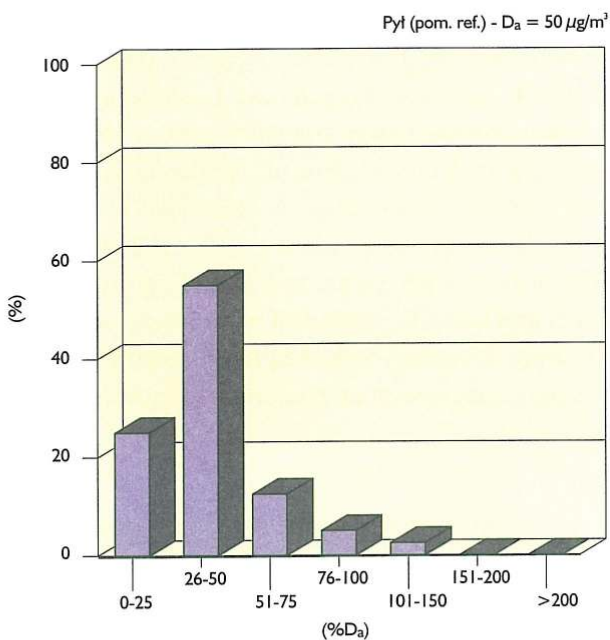
Niezależnie od korzystnej sytuacji na przeważającym obszarze kraju, w niektórych rejonach występowały jednak przekroczenia obowiązujących



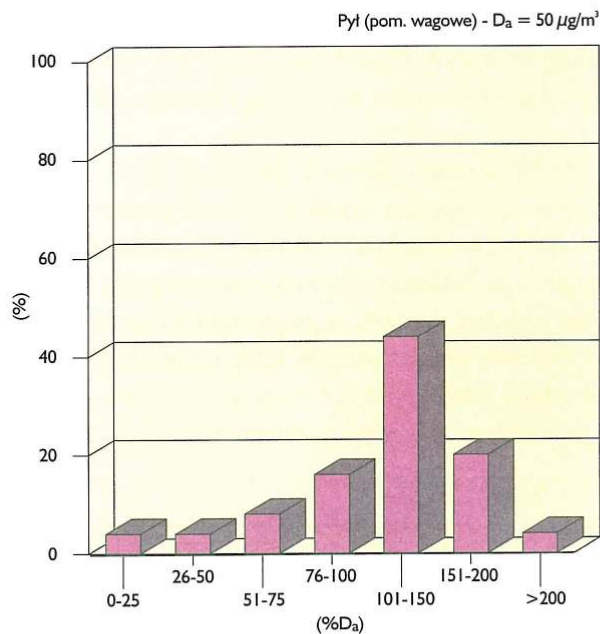
Rys. 3.2.1a. Procentowy udział średnich rocznych stężeń SO₂ w określonych przedziałach wartości dopuszczalnych D_a na terenie miast w 1996 r.



Rys. 3.2.1b. Procentowy udział średnich rocznych stężeń NO₂ w określonych przedziałach wartości dopuszczalnych D_a na terenie miast w 1996 r.



Rys. 3.2.1c. Procentowy udział średnich rocznych stężeń pyłu z pomiarów reflektometrycznych w określonych przedziałach wartości dopuszczalnych D_a na terenie miast w 1996 r.



Rys. 3.2.1d. Procentowy udział średnich rocznych stężeń pyłu z pomiarów wagowych i automatycznych w określonych przedziałach wartości dopuszczalnych D_a na terenie miast w 1996 r.

w Polsce norm. Najwięcej przekroczeń wartości dopuszczalnej zanotowano dla stężeń pyłu „zawieszonego” mierzonych metodami wagowymi lub automatycznymi. W 1996 r. wartości wyższe od normatywnej ($D_a=50\mu\text{g}/\text{m}^3$) stwierdzono na ponad 60% stanowisk wagowych pomiarów stężenia pyłu zawieszonego (rys. 3.2.1 d). Przekroczenia dopuszczalnych stężeń średnich rocznych SO₂ miały miejsce na 16% stacji pomiarowych. Najmniej przypadków przekraczania stężeń normatywnych w ostatnich latach rejestruje się w odniesieniu do dwutlenku azotu (poza bezpośrednim sąsiedz-

twem ulic). Podczas pomiarów prowadzonych w 1996 r. w sieci podstawowej nie stwierdzono przekroczeń dopuszczalnych stężeń średnich rocznych na żadnej z 82 stacji podstawowych (w latach poprzednich przekroczenia norm zawartości NO₂ zdarzały się sporadycznie).

Przekraczające wartości dopuszczalne, wysokie stężenia dwutlenku siarki i pyłu zawieszonego rejestrowane są najczęściej w uprzemysłowionych rejonach Polski południowej, szczególnie w miastach aglomeracji śląskiej. Widać tu jednak znaczą-

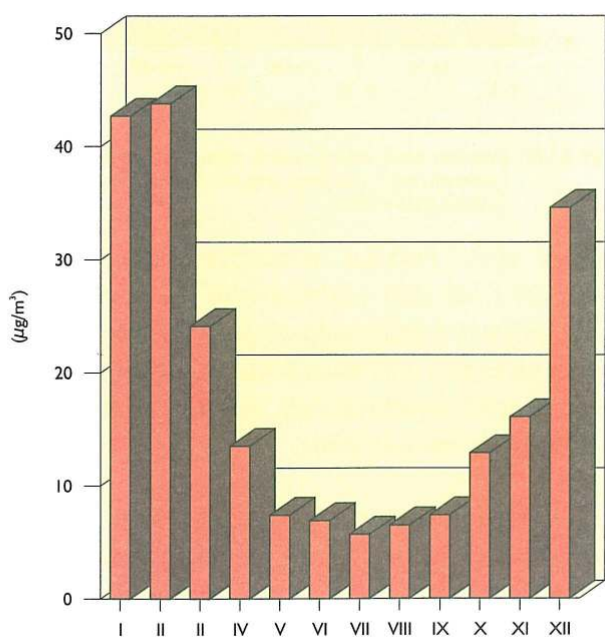
cą poprawę w stosunku do końca lat osiemdziesiątych, kiedy to wartości normatywne stężeń podstawowych zanieczyszczeń powietrza były przekraczane częściej i w znacznie większym stopniu. Przekroczenia dopuszczalnych stężeń zanieczyszczeń podstawowych na ogół dotyczą miast. Poza miastami ich stężenia są na ogół niskie, a przekroczenia obowiązujących norm zdarzają się bardzo rzadko (z wyjątkiem terenów Górnego Śląska oraz „czarnego trójkąta”, obejmującego po stronie polskiej woj. jeleniogórskie i wałbrzyskie, gdzie na jego części, ze względu na Karkonoski Park Narodowy oraz uzdrowiska, obowiązują ostrzejsze normy dla „obszarów specjalnie chronionych”). Przeciętnie w skali kraju stężenia dwutlenku siarki w miastach i poza nimi różniły się w 1996 r. o ponad 30% – na korzyść obszarów pozamiejskich. Natomiast stężenia dwutlenku azotu mierzone w miastach (uśrednione w skali kraju) były ponad 2-krotnie wyższe od pozamiejskich, co wskazuje na decydujący wpływ źródeł mobilnych na ogólny poziom rejestrowanych stężeń tego zanieczyszczenia.

Przekroczenia wartości dopuszczalnych stężeń, głównie dwutlenku siarki i pyłu, rejestrowane są również na terenach uzdrowisk – szczególnie w położonych w kotlinach miejscowościach podgórskich, gdzie znaczna częstość występowania cisz oraz częste inwersje temperatury w tych rejonach sprzyjają kumulacji zanieczyszczeń i wzrostowi ich stężeń w powietrzu. Ponadto w wielu miastach uzdrowi-

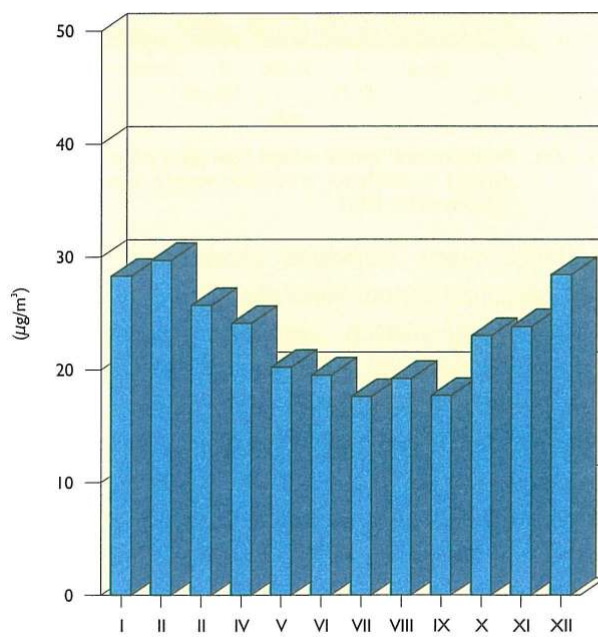
skowych większość budynków ogrzewana jest nadal przez indywidualne systemy grzewcze, zasilane węglem, o niskiej sprawności wykorzystania paliwa. Należy jednocześnie pamiętać, że wartości dopuszczalnych stężeń obowiązujące na terenie uzdrowisk zaliczanych do tzw. „obszarów specjalnie chronionych” są znacznie bardziej rygorystyczne niż na pozostałych obszarach (np. wartości dopuszczalnych stężeń D_{24} SO_2 i NO_2 są tu blisko trzykrotnie niższe niż obowiązujące na pozostałych obszarach).

Stężenia podstawowych zanieczyszczeń powietrza charakteryzuje wyraźna zmienność w ciągu roku (rys. 3.2.2 a-d). W okresie zimowym, zwłaszcza w najchłodniejszych miesiącach roku, następuje znaczny wzrost stężeń dwutlenku siarki i pyłu (oznaczanego reflektometrycznie). Wtedy też rejestruje się najwięcej przypadków przekroczeń dopuszczalnych stężeń 24-godzinnych.

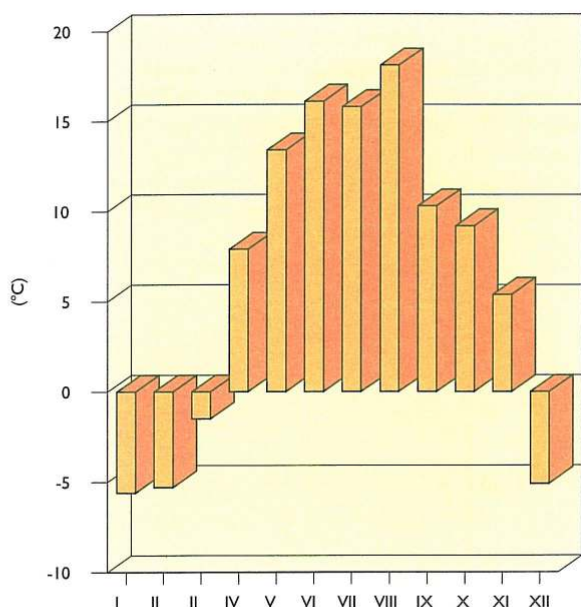
Uśrednione w skali kraju stężenia dwutlenku siarki w sezonie zimnym (od października do marca) bywają nawet ponad 5 razy, a stężenia pyłu ponad 3 razy wyższe niż w sezonie ciepłym (od kwietnia do września). Szczególnie duże różnice obserwuje się w latach z surowymi zimami. Tak duże wzrosty stężeń zanieczyszczeń w sezonach grzewczych, zwłaszcza w rejonach zabudowy mieszkaniowej, wskazują na silny wpływ tzw. niskiej emisji z sektora komunalno-bytowego.



Rys. 3.2.2a. Średnie miesięczne wartości dobowych stężeń SO_2 w miastach w 1996 r.



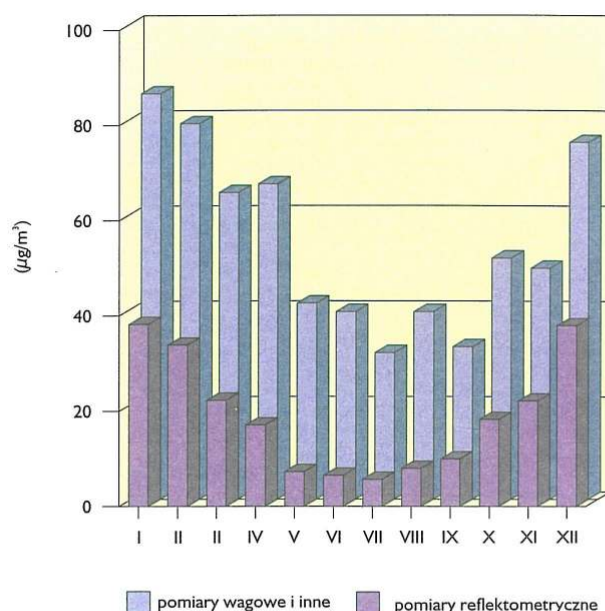
Rys. 3.2.2b. Średnie miesięczne wartości dobowych stężeń NO_2 w miastach w 1996 r.



Rys. 3.2.2c. Średnia miesięczna temperatura powietrza wg pomiarów na 12 wybranych stacjach synoptycznych w Polsce w 1996 r.

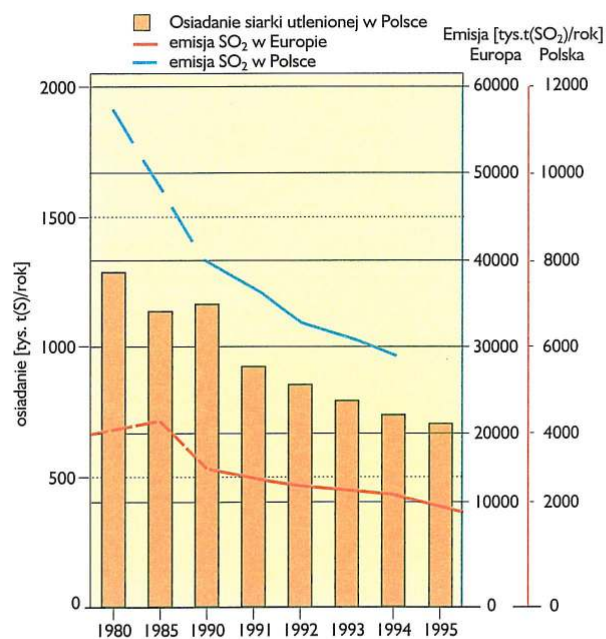
Stężenia dwutlenku azotu oraz pyłu oznaczanego wagowo wykazują mniejsze różnice sezonowe. W sezonie zimnym ich stężenia w miastach są przeciętnie o 40-70% wyższe niż w sezonie ciepłym. W tym przypadku wzrost emisji tlenków azotu powstających podczas spalania paliw do celów grzewczych jest prawdopodobnie niwelowany przez spadek emisji ze źródeł mobilnych (spadek natężenia ruchu samochodów w sezonie zimowym).

W sezonie grzewczym, w niektórych rejonach Polski południowej, najczęściej w kotlinach górskich oraz w miastach Górnego Śląska i w Krakowie, można zaobserwować występowanie tzw. epizodów podwyższonych stężeń o charakterze smogowym. Są to kilkudniowe okresy, w czasie których następuje istotny wzrost stężeń głównych zanieczyszczeń powietrza (najczęściej SO_2 i pyłu), powodowany zwykle nałożeniem się zwiększonej emisji zanieczyszczeń ze źródeł lokalnych i niekorzystnych warunków ich dyspersji w atmosferze. Rejestrowane w takich okresach stężenia średnie dobowe są na wielu stacjach wyższe od obowiązujących w Polsce wartości dopuszczalnych (D_{24}). Tak np. w grudniu 1995 r. oraz w styczniu 1996 r. na stacji pomiarowej w Bytomiu zanotowano dni, gdy stężenia średniodobowe przekroczyły poziom $2 \times D_{24}$ $\text{SO}_2 = 400 \mu\text{g}/\text{m}^3$ oraz $2 \times D_{24}$ pył $\text{PM}_{10} = 240 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

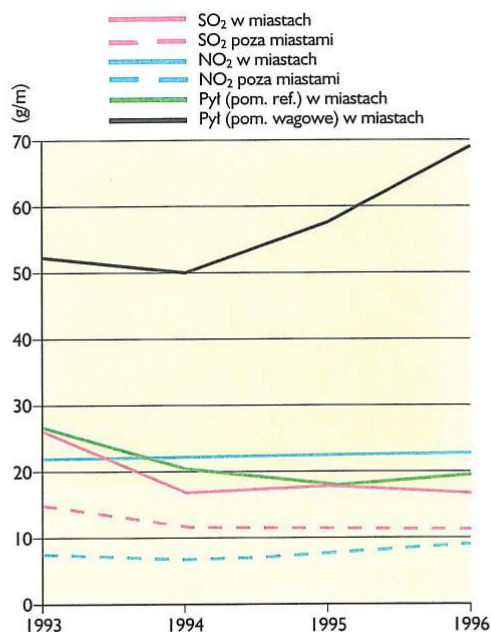


Rys. 3.2.2d. Średnie miesięczne wartości dobowych stężeń pyłu w miastach w 1996 r.

Podjęmowane w ostatnich latach działania na rzecz ograniczenia emisji zanieczyszczeń z procesów spalania paliw przyczyniają się do systematycznego zmniejszania ilości wprowadzanych do atmosfery tlenków siarki i pyłu (zagadnienia emisji zanieczyszczeń omówiono w rozdziale 2.2). W następstwie redukcji emisji tlenków siarki do atmosfery, mającej miejsce zarówno w Polsce, jak i w Europie od 1990 roku, jak wynika z danych EMEP daje się również zaobserwować systematyczne zmniejszanie się ilości siarki osiadającej w ciągu roku na terenie Polski (rys. 3.2.3).

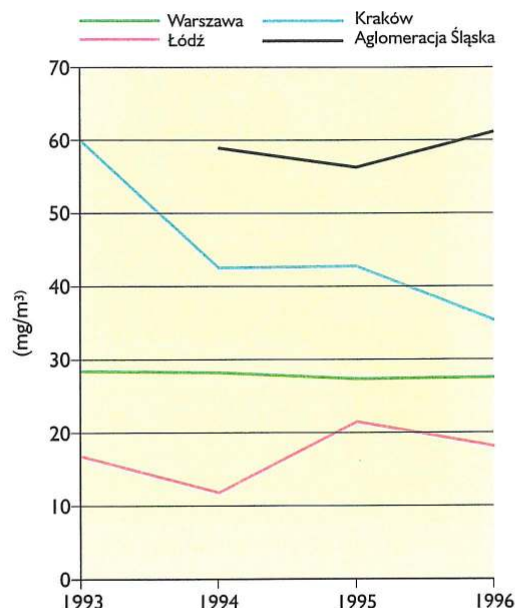


Rys. 3.2.3. Zmiany osiadania związków siarki utlenionej w Polsce na tle zmian emisji dwutlenku siarki w Polsce i w Europie w latach 1980, 1985 i 1990 – 1995 (wg danych EMEP)



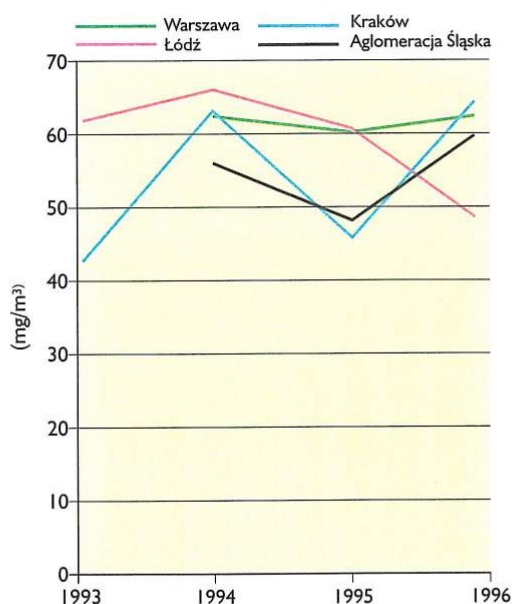
Rys. 3.2.4. Zmiany średnich rocznych stężeń (uśrednionych w skali kraju) zanieczyszczeń powietrza w Polsce w latach 1993-1996 na podstawie badań w sieci podstawowej

Z porównania zmian stężeń podstawowych zanieczyszczeń powietrza w latach 1993-1996 wynika, że obserwowane w ostatnich latach korzystne zmiany emisji krajowej (szczególnie dwutlenku siarki i pyłu) nie znajdują pełnego odzwierciedlenia w postaci jednoznacznego zmniejszenia stężeń imisyjnych tych zanieczyszczeń na obszarze kraju. (rys. 3.2.4.).

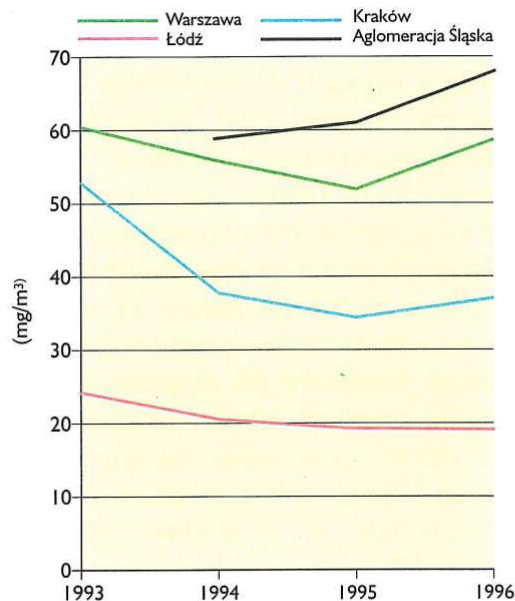


Rys. 3.2.5a. Średnie roczne stężenia SO₂ na stacjach sieci podstawowej zlokalizowanych w centralnych rejonach Warszawy, Krakowa, Łodzi oraz Aglomeracji Śląskiej (wartości średnie ze stacji Gliwice, Zabrze i Bytom) w latach 1993-96

Po korzystnym pod tym względem okresie na przełomie lat 80-tych i 90-tych, kiedy to wystąpiła wyraźna redukcja stężeń podstawowych zanieczyszczeń, w analizowanym okresie 1993-1996 dalszy systematyczny spadek stężeń zanieczyszczeń podstawowych zanotowano na niewielkiej liczbie stacji. Spadkowy trend wykazują uśrednione w skali kraju stężenia SO₂ mierzone na poza-



Rys. 3.2.5b. Średnie roczne stężenia NO₂ na stacjach sieci podstawowej zlokalizowanych w centralnych rejonach Warszawy, Krakowa, Łodzi oraz Aglomeracji Śląskiej (wartości średnie ze stacji Gliwice, Zabrze i Bytom) w latach 1993-96



Rys. 3.2.5c. Średnie roczne stężenia pyłu na stacjach sieci podstawowej zlokalizowanych w centralnych rejonach Warszawy, Krakowa, Łodzi oraz Aglomeracji Śląskiej (wartości średnie ze stacji Gliwice, Zabrze i Bytom) w latach 1993-96

miejskich stacjach sieci podstawowej, co oznacza obniżenie poziomu tła krajowego tego zanieczyszczenia.

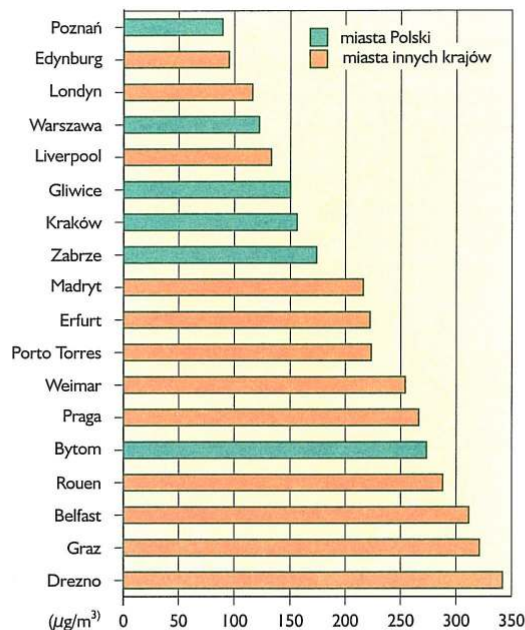
Istotne jest, że spadki stężeń zaobserwowano w latach 1993-1996 m.in. w centralnych rejonach Warszawy, Krakowa, Łodzi oraz w Aglomeracji Śląskiej (rys. 3.2.5 a-c).

Ważnym czynnikiem kształtującym poziom stężeń zanieczyszczeń pochodzących ze spalania paliw do celów grzewczych są panujące w danym roku warunki meteorologiczne. Widać to na przykładzie wyników pomiarów z 1996 r., w którym średnia temperatura powietrza w najchłodniejszych miesiącach (styczniu, lutym i grudniu) była najniższa w okresie kilku ostatnich lat. W wielu rejonach kraju spowodowało to wzrost stężeń głównych zanieczyszczeń powietrza w stosunku do stężeń tych zanieczyszczeń w roku 1995.

Poziomy stężenie dwutlenku siarki w miastach polskich o dużym stopniu uciepłownienia nie różni się w istotny sposób od rejestrowanych w wielu innych miastach Europy, zarówno Zachodniej, jak i Centralnej (rys. 3.2.6). Pod względem zanieczyszczenia powietrza dwutlenkiem azotu sytuacja w Polsce wygląda nieco korzystniej niż w wielu innych krajach, szczególnie w porównaniu z wielkimi miastami Europy Południowej (rys. 3.2.7).

Stężenia dwutlenku siarki na poziomie tła regionalnego, z dala od obszarów zamieszkałych, są w Polsce wyższe niż w większości krajów europejskich, a zbliżone do występujących w Czechach, na Słowacji i w części b. NRD (rys. 3.2.8). Według ocen dokonywanych w ramach Programu EMEP, najwyższe wartości stężeń tła regionalnego oraz najwyższe wielkości depozycji (osiadanie substancji zakwaszających – związków siarki i azotu utlenionego przedostających się z atmosfery do podłoża) występują od wielu lat w „czarnym trójkącie” – obszarze przygranicznym trzech państw u zbiegu granic Niemiec, Czech i Polski (rys. 3.2.8).

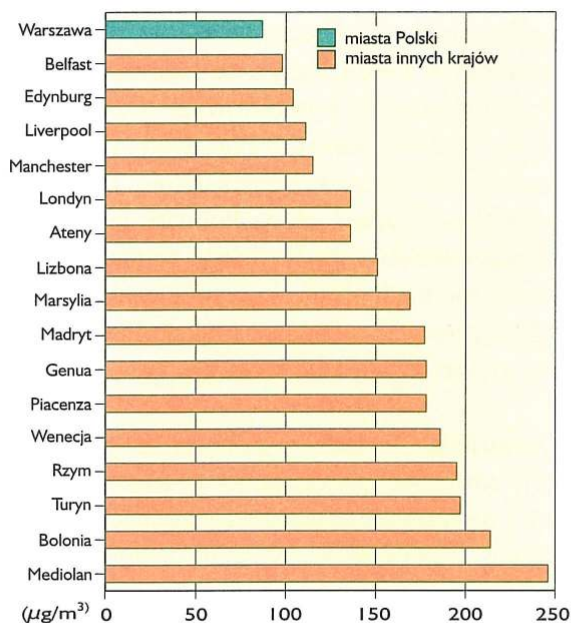
Powodowane jest to przede wszystkim znaczną koncentracją obiektów przemysłu wydobywczego, energetycznego i ciężkiego na obszarze



Rys. 3.2.6. Najwyższe wartości percentyla S_{99} ze stężeń średnich dobowych dwutlenku siarki w 1995 r.¹ w wybranych miastach Europy

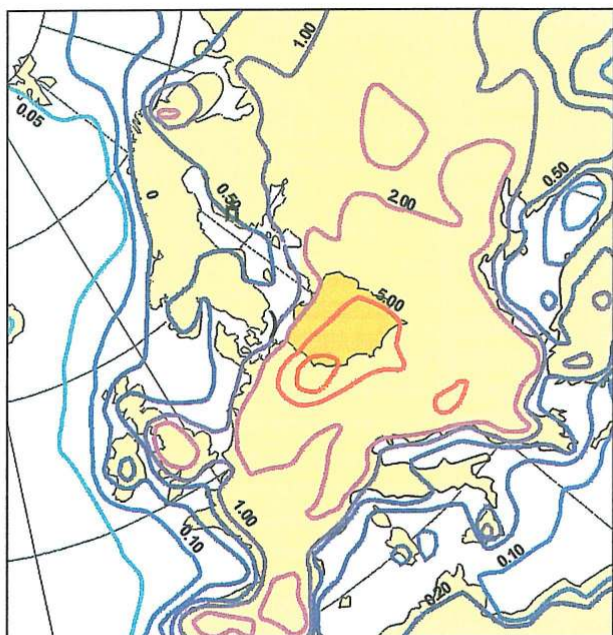
„czarnego trójkąta” i w jego sąsiedztwie oraz niekorzystnym układem lokalnych warunków topograficznych i meteorologicznych.

Wieloletnie szkodliwe oddziaływanie zanieczyszczeń, przenoszonych z licznych źródeł w okręgach przemysłowych Niemiec, Czech i Polski, doprowadziło m.in. do trwałych szkód w lasach sudeckich (szczególnie w Górach Izerskich i w Karkonoszach). W ostatnich latach, wskutek działań podejmowanych wspólnie przez rządy wymienionych krajów, sytuacja w tym rejonie ulega



Rys. 3.2.7. Wartości percentyla S_{99} ze średnich stężeń 1-godz. dwutlenku azotu pomierzonych w 1995 r.¹ na stacji IOS-EPA w Warszawie na tle wyników pomiarów w miastach Europy Zachodniej o najwyższych rejestrowanych stężeniach NO_2

¹ Dane dla Wielkiej Brytanii za 1995 r., dla pozostałych krajów za 1993 r.



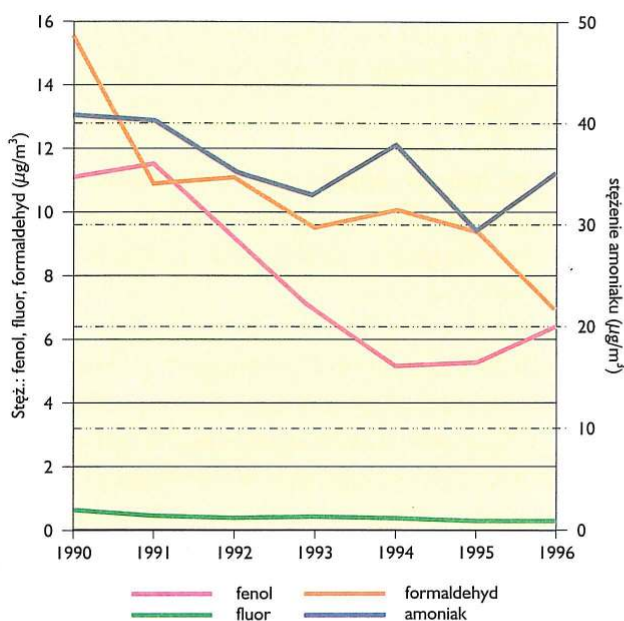
Rys. 3.2.8. Rozkład średnich rocznych stężeń SO_2 w powietrzu nad obszarem Europy w 1994 r. wg obliczeń EMEP. Izolinie: 0,05; 0,2; 0,5; 1,0; 2,0; 5,0; 10,0 ($\mu\text{g}(\text{S})/\text{m}^3$)

systematycznej poprawie. Przykładowo, z pomiarów prowadzonych na stacji Czerniawa w Górach Izerskich wynika, że w latach 1990-1995 odnotowano tu znaczące zmniejszenie średnich rocznych stężeń dwutlenku siarki – z $48\mu\text{g}/\text{m}^3$ do $28\mu\text{g}/\text{m}^3$.

3.2.3. ZANIECZYSZCZENIA SPECYFICZNE

Opracowując charakterystykę zanieczyszczenia powietrza w Polsce substancjami specyficznymi ograniczono się do wskaźników, dla których sieć pomiarowa w 1996 r. liczyła co najmniej 10 stanowisk pomiarowych, a rejestrowane stężenia przekraczały wartości dopuszczalne. Dotyczy to takich substancji jak: amoniak, benzo[*a*]piren, fenol, fluor, formaldehyd, kadm i ołów. Pomiary prowadzone były przez Państwową Inspekcję Sanitarną w wybranych miastach. Najwięcej stanowisk pomiarowych stężeń tych substancji funkcjonowało na terenie województwa katowickiego.

Amoniak. W 1996 r. pomiary 24-godzinnych stężeń amoniaku prowadzono w trzech uzdrowiskach i dwudziestu dziewięciu miastach, na terenie czterech województw. Stężenia średnie roczne przekraczające wartość dopuszczalną ($D_a=51\mu\text{g}/\text{m}^3$) zanotowano w Ciechocinku, Jastrzębiu Zdroju, Wieńcu Zdroju oraz w Tarnowskich Górach i w Pszczynie. Na terenie 6 miast (Dąbrowa Górni-



Rys. 3.2.9. Średnie arytmetyczne ze stężeń amoniaku, fenolu, fluoru i formaldehydu policzone oddzielnie dla każdego roku ze średnich rocznych stężeń zanotowanych na stanowiskach działających nieprzerwanie od 1990 r.

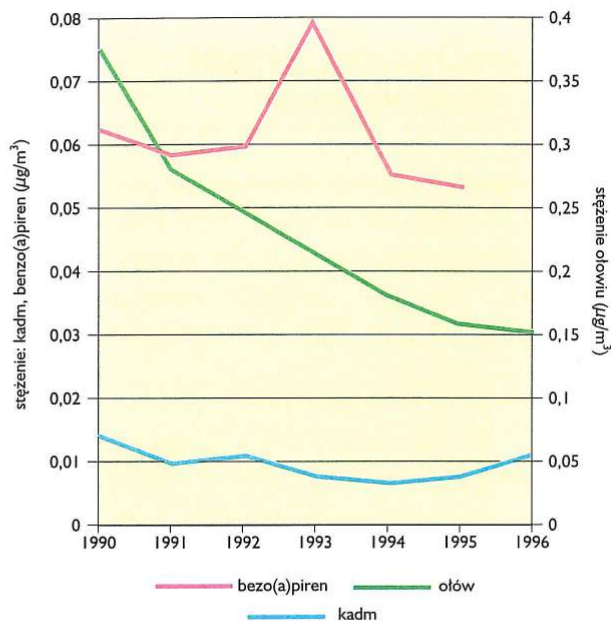
cza, Toszek, Sosnowiec, Chrzanów, Pszczyna, Tarnowskie Góry) oraz w Jastrzębiu Zdroju częstość przekroczeń dopuszczalnej wartości dla stężenia 24-godzinnego ($D_{24}=200\mu\text{g}/\text{m}^3$) była wyższa niż 2%.

Średnia arytmetyczna ze stężeń średnich rocznych (liczona oddzielnie w odniesieniu do każdego roku) zarejestrowanych na stanowiskach działających nieprzerwanie od 1990 r., była dla 1996 r. niższa niż dla lat 1990, 1991, 1992 i 1994 (rys. 3.2.9).

Benzo[*a*]piren. W latach 1990-1995 pomiary były wykonywane w kilku województwach, na 25–31 stanowiskach. Wszystkie zanotowane wartości stężenia średniego rocznego przekraczały stężenie dopuszczalne ($D_a=0,001\mu\text{g}/\text{m}^3$). W 1995 r. najwyższe stężenie średnie roczne zanotowano w Zabrze ($0,085\mu\text{g}/\text{m}^3$), w Bytomiu ($0,079\mu\text{g}/\text{m}^3$) i w Toszku ($0,076\mu\text{g}/\text{m}^3$).

Średnia arytmetyczna ze stężeń średnich rocznych zarejestrowanych na stanowiskach działających nieprzerwanie od 1990 r., była dla 1995 r. najniższa spośród wartości średnich obliczonych dla lat 1990-1995 (rys. 3.2.10).

Fenol. W 1996 r. pomiary stężenia dobowego fenolu prowadzono w trzydziestu miastach na terenie siedmiu województw. Na 91 procentach stanowisk pomiarowych zanotowano przekroczenie wartości dopuszczalnej dla stężenia średniego rocznego ($D_a=2,5\mu\text{g}/\text{m}^3$). Najwyższy poziom zanieczyszczenia



Rys. 3.2.10. Średnie arytmetyczne ze stężeń ołowiu, kadmu i benzo[a]pirenu policzone oddzielnie dla każdego roku ze średnich rocznych stężeń zanotowanych na stanowiskach działających nieprzerwanie od 1990 r.

powietrza fenolem zanotowano w Kędzierzynie-Koźlu, Pszczynie, Chorzowie, Wodzisławiu, Katowicach, Tarnowskich Górach, Rudzie Śl. i Sosnowcu.

Średnia arytmetyczna ze stężeń średnich rocznych zarejestrowanych na stanowiskach działających nieprzerwanie od 1990 r., była dla 1996 r. niższa niż dla lat 1990-1993 i wyższa niż dla lat 1994 i 1995 (rys. 3.2.9).

Fluor. W 1996 r. pomiary dobowego stężenia związków fluoru rozpuszczalnych w wodzie prowadzono na terenie trzech uzdrowisk oraz w pięćdziesięciu czterech miastach i gminach na terenie jedenastu województw. Przekroczenie wartości dopuszczalnej dla stężenia średniego rocznego ($D_a=1,6\mu\text{g}/\text{m}^3$) zarejestrowano na ponad 28% stanowisk pomiarowych. Najwyższe wartości stężenia średniego rocznego zanotowano w Jaworze, Lubinie, Tarnowie i Bochni.

Średnia arytmetyczna ze stężeń średnich rocznych zarejestrowanych na stanowiskach działających nieprzerwanie od 1990 r., wykazuje w latach 1990-1996 trend malejący (rys. 3.2.9).

Formaldehyd. W 1996 r. pomiary dobowego stężenia formaldehydu prowadzono w czterech uzdrowiskach oraz w pięćdziesięciu ośmiu miastach i gminach na terenie piętnastu województw. Na 72% stanowisk pomiarowych zanotowano prze-

kroczenie wartości dopuszczalnej stężenia rocznego ($D_a=3,8\mu\text{g}/\text{m}^3$), na 52% stanowisk pomiarowych częstość przekroczeń dopuszczalnej wartości stężenia dobowego ($D_{24}=20\mu\text{g}/\text{m}^3$) była wyższa od 2%. Najwyższy poziom zanieczyszczenia powietrza formaldehydem zanotowano w Dąbrowie Górniczej.

Średnia arytmetyczna ze stężeń średnich rocznych zanotowanych na stanowiskach działających nieprzerwanie od 1990 r., była dla 1996 r. najniższa spośród wartości średnich obliczonych dla lat 1990-1996 (rys. 3.2.9).

Kadm. Stopień zanieczyszczenia powietrza kadmem oceniono na podstawie wyników pomiarów stężenia kadmu w dobowych próbach pyłu zbieranych metodą szybkiej aspiracji bez separacji frakcji.

W 1996 r. pomiary prowadzono na trzydziestu dwóch stanowiskach zlokalizowanych w trzydziestu jeden jednostkach administracyjnych na terenie pięciu województw. Średnie roczne stężenie wyższe od wartości dopuszczalnej ($D_a=0,01\mu\text{g}/\text{m}^3$) zanotowano na dwóch stanowiskach.

Najwyższe wartości stężenia rocznego zanotowano w Bukownie k. Olkusza ($0,10\mu\text{g}/\text{m}^3$), w Katowicach ($0,01\mu\text{g}/\text{m}^3$), w Olkuszu ($0,01\mu\text{g}/\text{m}^3$) i w Tarnowskich Górach ($0,01\mu\text{g}/\text{m}^3$).

Średnia arytmetyczna ze stężeń średnich rocznych zanotowanych na stanowiskach działających nieprzerwanie od 1990 r., była dla 1996 r. niższa niż dla 1990 r. i wyższa niż dla lat 1991 oraz 1993-1995 (rys. 3.2.10).

Ołów. Stopień zanieczyszczenia powietrza ołowiem oceniono na podstawie wyników pomiarów stężenia ołowiu w dobowych próbach pyłu zbieranych metodą szybkiej aspiracji bez separacji frakcji.

W 1996 r. pomiary stężenia ołowiu prowadzono na trzydziestu sześciu stanowiskach zlokalizowanych w trzydziestu pięciu jednostkach administracyjnych na terenie ośmiu województw. Średnie roczne stężenie wyższe od wartości dopuszczalnej ($D_a=0,20\mu\text{g}/\text{m}^3$) zanotowano na dziewięciu stanowiskach. Najwyższe wartości stężenia średniego rocznego zanotowano w Bukownie k. Olkusza ($0,52\mu\text{g}/\text{m}^3$), w Piekarach Śląskich ($0,35\mu\text{g}/\text{m}^3$), w Katowicach ($0,34\mu\text{g}/\text{m}^3$), w Tarnowskich Górach ($0,32\mu\text{g}/\text{m}^3$) i w Łodzi-Śródmieściu ($0,29\mu\text{g}/\text{m}^3$).

Średnia arytmetyczna ze stężeń średnich rocznych ołowiu zanotowanych na stanowiskach działających nieprzerwanie od 1990 r., wykazuje w latach 1990-1996 trend malejący (rys. 3.2.10). Należy przy tym zaznaczyć, iż polska norma zawartości ołowiu w powietrzu atmosferycznym, obowiązująca do 1 stycznia 1998 r., była znacznie ostrzejsza od normatywów Światowej Organizacji Zdrowia i UE (została zmieniona w wyniku nowelizacji przepisów).

Z przytoczonych wyżej danych wynika, że w latach 1990-1996, w niektórych rejonach kraju poziom zanieczyszczenia powietrza substancjami specyficznymi przekraczał stale lub okresowo dopuszczalne wartości stężeń średnich rocznych, jak i częstości przekroczeń stężeń średnich dobowych. Nadmiernie wysoki, w stosunku do dopuszczalnych normatywnych stężeń, poziom zanieczyszczenia powietrza substancjami specyficznymi występuje przede wszystkim w miastach Górnośląskiego Okręgu Przemysłowego oraz na terenie uzdrowisk eksponowanych na emisje z bliskich kompleksów przemysłowych. Należy przy tym pamiętać, że na terenach uzdrowisk obowiązują znacznie ostrzejsze normy jakości powietrza.

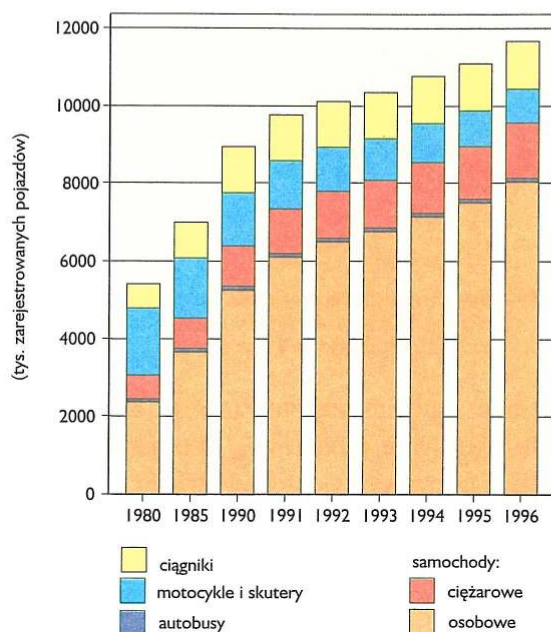
Na uwagę zasługuje m.in. rakotwórczy benzo[a]piren, w którego przypadku wyższe od wartości dopuszczalnej średnie roczne stężenia rejestrowano na wszystkich analizowanych stanowiskach pomiarowych. Najwyższą częstość przekraczania wartości dopuszczalnych notowano natomiast dla stężeń dobowych fenolu i formaldehydu.

Zarówno wielkość emisji (zwłaszcza ze źródeł przemysłowych), jak i mierzone w powietrzu poziomy stężenie większości zanieczyszczeń specyficznych wykazywały w latach 1990-1996 tendencję spadkową. Na podstawie danych ze stanowisk pomiarowych czynnych w całym analizowanym okresie można stwierdzić, że najsilniejszy spadek dotyczył stężeń ołowiu i formaldehydu, najmniej istotny – stężenie kadmu, amoniaku i benzo[a]pirenu.

Stężenia kadmu i ołowiu w powietrzu, zmierzone w ostatnich latach na terenie Polski nie odbiegają zasadniczo od wartości występujących na uprzemysłowionych obszarach Europy Zachodniej.

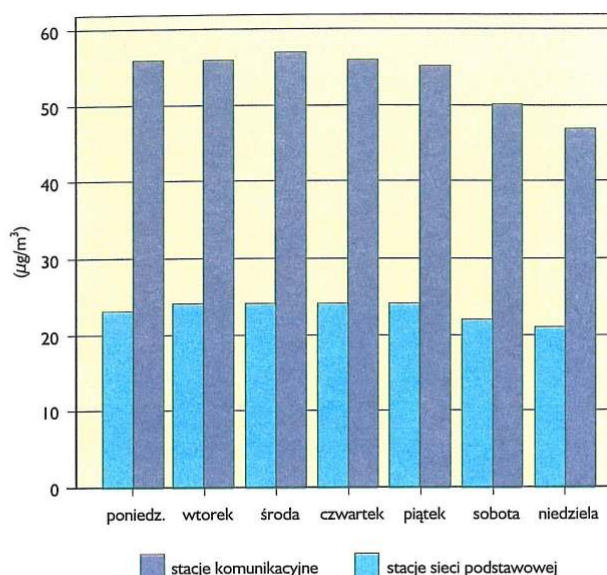
3.2.4. ZANIECZYSZCZENIA EMITOWANE ZE ŹRÓDEŁ MOBILNYCH

Przemianom społeczno-gospodarczym zachodzącym w ostatnich latach w Polsce towarzyszy również dynamiczny wzrost liczby pojazdów poruszających się po drogach naszego kraju (rys. 3.2.11). W roku 1996 liczba pojazdów wzro-



Rys. 3.2.11. Dynamika zmian liczby pojazdów w Polsce

sła w porównaniu do sytuacji w roku 1990 o 30%, a w stosunku do 1980 r. podwoiła się; w przypadku tylko samochodów osobowych potroiła się; wzrosło również natężenie ruchu tranzytowego. Tak szybkiemu rozwojowi motoryzacji nie towarzyszy również szybka rozbudowa sieci dróg oraz skuteczne i wyprzedzające działania usprawniające organizację ruchu. Stały wzrost natężenia ruchu pojazdów, szczególnie widoczny w dużych aglomeracjach miejskich, powoduje w tej sytuacji coraz częstsze tworzenie się korków ulicznych i w efekcie wzrost emisji zanieczyszczeń komunikacyjnych (głównie tlenku węgla, tlenków azotu, węglowodorów, związków ołowiu oraz sadzy). Podwyższone stężenia zanieczyszczeń powietrza (np. tlenków azotu) rejestruje się zwłaszcza przy przelotowych szlakach komunikacyjnych (rys. 3.2.12), a szczególnie w miejscach, gdzie lokalne warunki zabudowy ulic uniemożliwiają szybkie rozprzestrzenianie się zanieczyszczeń, np. w rejonach o wysokiej zwartej zabudowie tworzącej „kaniony” uliczne. W 1991 r. emisja dwutlenku azotu z pojazdów



Rys. 3.2.12. Porównanie dobowych stężeń NO_2 uśrednionych z pomiarów na stacjach komunikacyjnych oraz miejskich stacjach sieci podstawowej

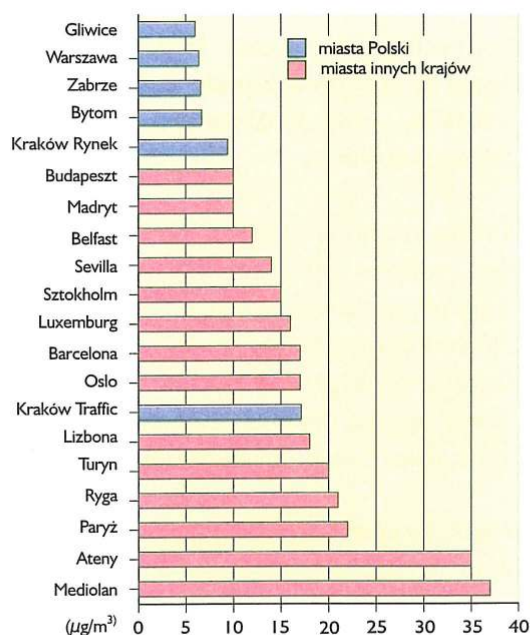
stanowiła blisko 33% łącznej emisji krajowej, w 1996 r. jej udział zwiększył się do około 36%. Skutkiem tego jest obserwowany stały wzrost stężeń dwutlenku azotu mierzonych na stanowiskach sieci podstawowej zlokalizowanych w dużych miastach, mimo iż w ostatnich latach krajowa emisja dwutlenku azotu utrzymuje się praktycznie na tym samym poziomie.

Szacuje się, że w dużych aglomeracjach miejskich Europy żyje 70-80% jej mieszkańców. Ze względu na wielkość i charakter emisji z pojazdów, warunki lokalne utrudniające szybkie przewietrzanie ulic oraz stale zwiększającą się liczbę samochodów, odsetek ludzi narażonych na szkodliwe oddziaływanie toksycznych składników spalin samochodowych jest ciągle bardzo duży. Utrzymujący się na świecie od wielu lat, wysoki popyt na ofertę przemysłu motoryzacyjnego powoduje, że zanieczyszczenie powietrza w miastach powodowane przez źródła mobilne stało się jednym z głównych i nierozwiązanych jak dotąd problemów. W coraz większym stopniu dotyczy to również Polski, mimo iż rejestrowane stężenia typowych zanieczyszczeń komunikacyjnych takich jak tlenek węgla są w naszych miastach ciągle niższe niż w dużych aglomeracjach europejskich (rys. 3.2.13).

Należy podkreślić, że zanieczyszczenia emitowane przez pojazdy nie tylko bezpośrednio pogarszają jakość powietrza w rejonach z intensywnym ruchem drogowym, ale także biorą udział w reak-

cjach fotochemicznych zachodzących w atmosferze, wpływając na wzrost stężeń ozonu w warstwie troposferycznej (patrz rozdział 3.2.5).

Działania mające na celu ograniczanie emisji ze źródeł mobilnych, głównie poprzez zaostrzenie wymagań technicznych stawianych pojazdom zaprezentowano w rozdziale 2.2. Skutkiem tego stopniowo rośnie udział nowych samochodów w ogólnej ilości zarejestrowanych pojazdów, co w konsekwencji powoduje między innymi zmianę struktury zużywanych benzyn na korzyść benzyn bezołowiowych. Osiągnięcie znaczącej poprawy w dziedzinie ograniczania negatywnych skutków motoryzacji nie będzie jednak możliwe bez podjęcia kompleksowych rozwiązań, obejmujących nie tylko zaostrzenie wymagań technicznych wobec środków transportu i zaostrzenie norm jakościowych dla paliw samochodowych, ale również działania inwestycyjne, organizacyjne i prawno-ekonomiczne, w tym usprawnienie organizacji ruchu i stymulowanie rozwoju komunikacji zbiorowej. Konieczna jest szybka realizacja programu budowy obwodnic na ważniejszych trasach tranzytowych (szczególnie w pobliżu dużych skupisk ludzkich), co powinno spowodować ograniczenie ruchu samochodów ciężarowych w miastach, poprawiając płynność ruchu lokalnego, a jednocześnie redukując emisję i nadmierne zużycie paliw przez pojazdy zatrzymywane przez „korki uliczne”. Wydaje się również niezbędna



Rys. 3.2.13. Wartości maksymalnych 8-godz. stężeń tlenku węgla w wybranych miastach Polski na tle wyników pomiarów w miastach z wysokimi stężeniami CO w Europie

rozbudowa i zwiększenie przepustowości sieci publicznych dróg krajowych (rozbudowa tras szybkiego ruchu) oraz nadanie odpowiedniej dynamiki programowi budowy autostrad. W samych miastach należy niezwłocznie przystąpić do wdrażania nowoczesnych zasad i metod organizacji ruchu pojazdów, gdyż zwłaszcza w większych aglomeracjach staje się to warunkiem ich prawidłowego funkcjonowania. Konieczne jest ponadto tworzenie preferencji dla rozwoju w miastach systemów lokalnego transportu publicznego (np. linii tramwajowych, metro) oraz dróg rowerowych, a w przypadku przewozów towarów i ludzi na większe odległości opracowanie i wdrożenie systemu bodźców prawno-ekonomicznych zachęcających do korzystania ze środków transportu bardziej przyjaznych środowisku. Istnieje również potrzeba odwrócenia relacji cenowych dla benzyn ołowiowej i bezołowiowej, na korzyść tej ostatniej.

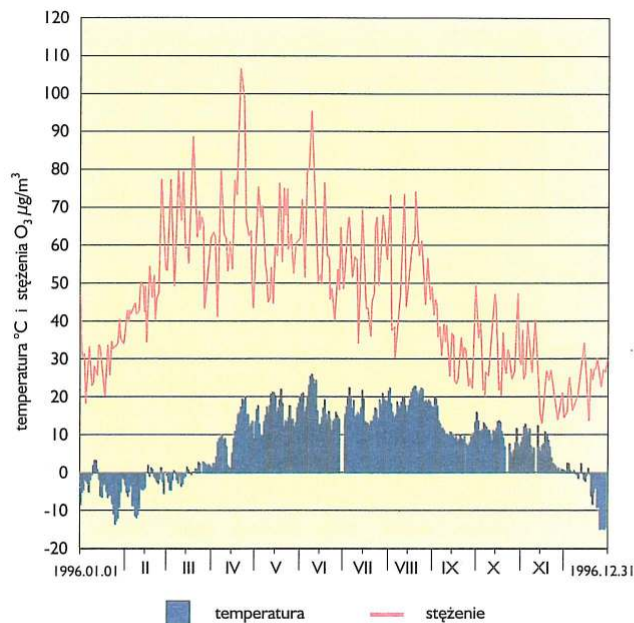
3.2.5. UTLENIACZE FOTOCHEMICZNE – OZON

Utleniacze fotochemiczne to grupa zanieczyszczeń powstających w wyniku reakcji chemicznych zachodzących pod wpływem promieniowania słonecznego w powietrzu zanieczyszczonym tlenkami azotu i węglowodorami. Głównym składnikiem tej grupy jest ozon.

Podwyższone stężenia ozonu mogą u osób wrażliwych powodować podrażnienie górnych dróg oddechowych i oczu, kaszel i ból głowy. Zwiększa się też prawdopodobieństwo występowania ataków astmy. Możliwe są uszkodzenia części zielonych roślin.

Stężenia ozonu w czystym powietrzu, w przyziemnej warstwie atmosfery, dochodzą chwilowo do $120\mu\text{g}/\text{m}^3$, natomiast w obecności tlenków azotu i węglowodorów (tzw. prekursorów ozonu) mogą być znacznie większe. Formowaniu ozonu w dolnej atmosferze sprzyja wysoka temperatura powietrza oraz duże natężenie promieniowania słonecznego.

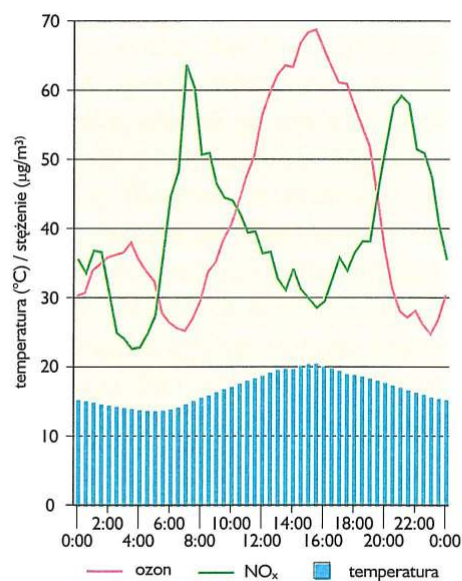
Wysoka koncentracja fotoutleniaczy w atmosferze określana jest terminem *smogu letniego*. W Europie najwyższe stężenia średnie godzinne ozonu – do $520\mu\text{g}/\text{m}^3$ – notowane były na Wyspach Brytyjskich, a w Ameryce Północnej – w Kalifornii, gdzie przekraczały poziom $660\mu\text{g}/\text{m}^3$ (smog Los Angeles).



Rys. 3.2.14. Średnie stężenia 24-godz. ozonu ze stacji sieci podstawowej i średnia dobowa temperatura powietrza w Warszawie

Stężenia ozonu zmieniają się cyklicznie w okresie doby, tygodnia i roku. Na ich poziom największy wpływ mają warunki meteorologiczne (zwłaszcza natężenie promieniowania słonecznego i temperatura powietrza) oraz zmiany natężenia emisji i stężeń tlenków azotu i węglowodorów, zależne przede wszystkim od intensywności ruchu pojazdów (rys. 3.2.14 i 3.2.15).

Rok 1996 charakteryzowało chłodniejsze niż zwykle lato. Dzięki temu, jak wynika z badań prowadzonych na stacjach sieci podstawowej, w cieplej porze roku, kiedy zwykle stężenia fotoutleniaczy są najwyższe, zanieczyszczenie powietrza ozonem



Rys. 3.2.15. Przeciętne dzienne przebiegi stężeń 30-min ozonu, NO_x i temperatury powietrza na stacji IOS-EPA w Warszawie w lipcu 1996

Wyszczególnienie	Jednostki	Przekroczenia stężeń dopuszczalnych				
		wg normy polskiej		wg normy UE		
Czas uśredniania normowanych stężeń		30-min.	24-godz.	1-godz.	8-godz.	24-godz.
Wartość normy	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	100 50*	30 20*	180	110	65
Procent stanowisk, na których zanotowano przekroczenia	%	100	100	44	94	100
Procent dni objętych pomiarami, w ciągu których wystąpiło przekroczenie normy	%	4-35 81*-99*	34-90 94*-99*	0-1,4	0-17,1	0-59,2

Tabela 3.2.1.

Przekroczenia stężeń dopuszczalnych ozonu w 1996 r. w Polsce na podstawie badań prowadzonych na stacjach sieci podstawowej (wg prawa polskiego i Unii Europejskiej)

* Na obszarach specjalnie chronionych (parki narodowe, krajobrazowe, rezerваты, uzdrowiska)

było niższe niż w latach poprzednich. Wyższe stężenia notowano natomiast w miesiącach wiosennych. Na wszystkich stacjach pomiarowych występowały duże i częste przekroczenia stężeń dopuszczalnych obowiązujących w Polsce, przekraczane były też bardziej liberalne normy określone przez Unię Europejską (tab. 3.2.1).

Największe przekroczenia stężeń dopuszczalnych 24-godzinnych zanotowano na stacjach pozamiejskich, w tym na stanowiskach pomiarowych położonych na terenie parków narodowych (tab. 3.2.2). Występowanie wyższych stężeń ozonu na obszarach pozamiejskich w porównaniu do stężeń występujących w centrach miast jest charakterystyczną cechą zjawiska. Przyczyną tego jest obecność w powietrzu, w bezpośrednim sąsiedztwie ruchliwych ciągów komunikacyjnych, tlenu azotu (NO) emitowanego w dużych ilościach z silników pojaz-

dów. Tlenek azotu redukuje ilość ozonu w centrach miast utleniając się do wyższych tlenków, które przenoszone nawet na duże odległości, przyczyniają się do powstawania ozonu na znacznych obszarach. Wzrostowi stężenia ozonu na obszarach pozamiejskich sprzyja również sąsiedztwo lasów, które stanowią naturalne źródło emisji węglowodorów.

Stężenia ozonu w Polsce w 1996 r. były ciągle niższe niż w wielu krajach UE, gdzie wg raportu Europejskiej Agencji Środowiska na trzech stacjach zanotowano przekroczenia wartości $360\mu\text{g}/\text{m}^3$, a na blisko połowie stacji przekraczane było stężenie $180\mu\text{g}/\text{m}^3$ (stężenia 1-godzinne). W Polsce najwyższe zmierzone stężenie 1-godzinne nie przekraczało $227\mu\text{g}/\text{m}^3$, a wartość $180\mu\text{g}/\text{m}^3$ przekraczana była na 44% stanowisk pomiarowych w czasie tzw. epizodów smogowych trwających od jednego do pięciu dni.

Położenie stacji	Stężenia 30-minutowe			Stężenia 24-godzinne		
	Stanowisko pomiarowe	Wartość ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Data pomiaru	Stanowisko pomiarowe	Wartość ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Data pomiaru
Miasta	Kędzierzyn-Koźle	253	3.06.96 18:30	Kraków ul. Balicka	117	19.03.96
Obszary pozamiejskie (z wyłączeniem obszarów specjalnie chronionych)	Diabla Góra (woj. suwalskie)	220 14:00	22.04.96	Diabla Góra (woj. suwalskie)	171	22.04.96
Obszary specjalnie chronione (parki narodowe, uzdrowiska)	Łeba	213	21.04.96 13:00	Śnieżka	173	21.04.96

Tabela 3.2.2.

Najwyższe stężenia ozonu notowane w 1996 r. w Polsce na stacjach sieci podstawowej

Analiza wyników pomiarów z ostatnich kilku lat wykonywanych na stacji zlokalizowanej w śródmieściu Warszawy pozwala na stwierdzenie, że w rejonie stacji istnieje stała tendencja rosnąca średnich rocznych stężeń ozonu (tendencję taką stwierdzono też w innych krajach europejskich). Wartości stężeń maksymalnych 30-minutowych i 24-godzinnych i normowane percentyle S_{98} i $S_{99,8}$ z rocznych serii pomiarowych ozonu zmieniają się z roku na rok w zależności od warunków pogodowych w danym roku (rys. 3.2.16).

Dotychczasowe wyniki badań upoważniają do stwierdzenia, iż powietrze w Polsce zanieczyszczone jest prekursorami ozonu w wystarczającym stopniu, by przy sprzyjających warunkach meteorologicznych występowały na dużych obszarach kraju wysokie stężenia ozonu, przekraczające stężenia dopuszczalne obowiązujące w Polsce i tzw. progi ochrony zdrowia i roślin określone prawem UE.

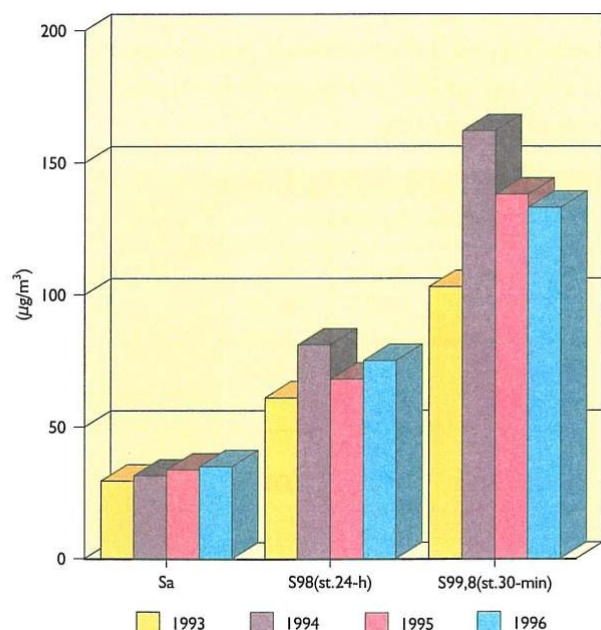
Oznacza to, iż nawet po wprowadzonej w 1998 r. zmianie polskich przepisów określających dopuszczalne stężenia ozonu w powietrzu, częściowo transponującej standardy UE (co w praktyce oznacza liberalizację normy) w dalszym ciągu będziemy mieć do czynienia z ponadnormatywnym poziomem stężeń tego zanieczyszczenia. W celu przeciwdziałania trendowi wzrostu stężeń zanieczyszczeń fotochemicznych konieczne jest ograniczenie emisji tlenków azotu i węglowodorów. Ze względu na zjawisko

przenoszenia zanieczyszczeń nawet na duże odległości i skomplikowany cykl przemian zanieczyszczeń w atmosferze, na stan zanieczyszczenia powietrza ozonem w danym punkcie wpływ ma emisja prekursorów ozonu nie tylko w bezpośrednim otoczeniu tego punktu, ale i w województwie, kraju, a nawet całej Europie. Konieczna jest zatem spójna krajowa polityka ograniczania emisji prekursorów ozonu oraz międzynarodowa współpraca i koordynacja działań prowadzących do poprawy sytuacji.

3.2.6. SKŁAD CHEMICZNY OPADÓW ATMOSFERYCZNYCH I DEPOZYCJA ZANIECZYSZCZEŃ DO PODŁOŻA

Analizy przestrzennej i czasowej zmienności charakterystyk opisujących jakość wód opadowych, uzyskanych w programach długookresowych badań prowadzonych w skali globalnej i regionalnej (kontynentalnej), jednoznacznie wskazują, że:

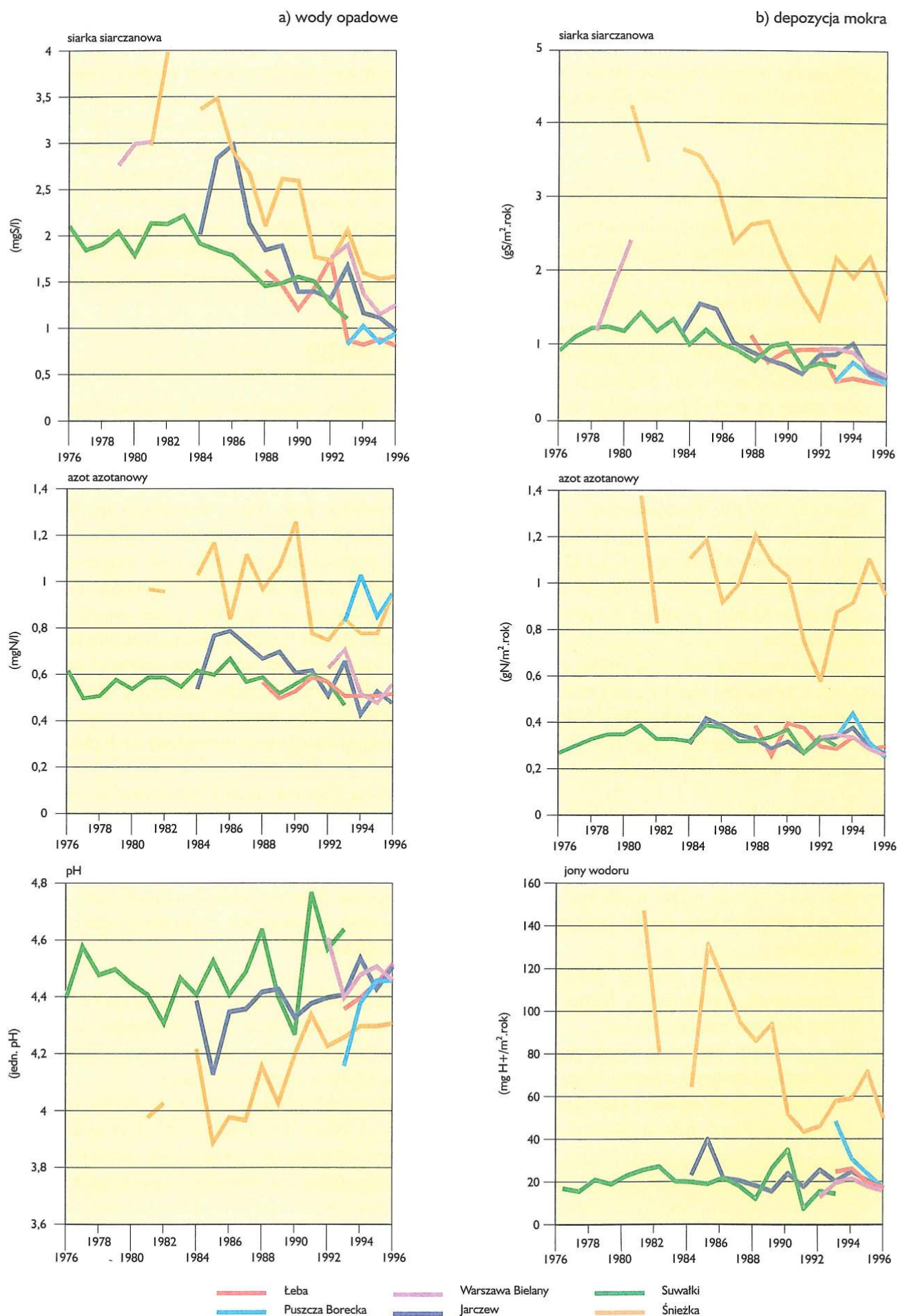
- na poziomie tła regionalnego obszar Polski od lat był objęty zasięgiem występowania największych lub zbliżonych do największych w skali kontynentu wartości stężeń, głównie siarki siarczanowej i azotu azotanowego, a w konsekwencji bardzo wysokiego poziomu kwasowości wód opadowych. W latach 1976-1996 w różnych rejonach kraju średnie roczne wartości pH mieściły się w granicach 3,8-4,8 (rys. 3.2.17 a);
- w regionie europejskim w latach osiemdziesiątych bardzo wyraźnie zaznaczyły się tendencje spadku stężeń siarki siarczanowej i azotu azotanowego w opadach oraz wzrostu wartości pH.



Rys. 3.2.16. Średnie roczne stężenia ozonu, percentyle S_{98} dla stężeń 24-godz., percentyle $S_{99,8}$ dla stężeń 30-min na stacji IOŚ-EPA w latach 1992 - 1996

Wyniki uzyskane z terenu Polski (rys. 3.2.17), przede wszystkim z rejonów badania tła zanieczyszczenia atmosfery (Łeba, Suwałki, Puszcza Borecka, Jarczew, Śnieżka) i rejonu miejskiego (Warszawa – Bielany), potwierdzają te korzystne kierunki zmian. Odnoszą się one również do stężeń jonów chloru, oznaczanych składników o charakterze zasadowym, metali ciężkich (serie do 1990 r.) oraz do wielkości ładunków wprowadzanych do podłoża z opadami (depozycja mokra – rys. 3.2.17 b). W latach 1985- 1996 nastąpiło dwukrotne zmniejszenie wartości prawie wszystkich wskaźników zanieczyszczenia wód opadowych.

Wyniki pomiarów w latach dziewięćdziesiątych wskazują, że natężenie obserwowanych korzystnych zmian znacznie zmalało. Stężenia anio-



Rys. 3.2.17. Zmiany średnich rocznych stężeń siarki siarczanowej, azotu azotanowego i wartości pH wody opadowej (a) oraz odpowiadających im rocznych ładunków depozycji mokrej (b) w okresie 1976-1996. Dla stacji Warszawa-Bielany dane fragmentaryczne

nów utrzymują się na prawie stałym poziomie (Łeba – stężenie siarczanów i azotanów) lub nieco wzrastają, jak np. stężenie azotu azotanowego na Śnieżce po 1991 r., a na pozostałych stacjach po 1994 r. (rys. 3.2.17).

Zróznicowanie przestrzenne składu chemicznego opadów w skali kraju charakteryzuje się:

- największymi średnimi stężeniami związków siarki i azotu na Śnieżce, jonów chloru i sodu w Łebie oraz jonów wapnia na stacji miejskiej;
- największym zakwaszeniem wód opadowych na Śnieżce: w roku 1996 – mimo korzystnych zmian w ostatnich latach – pH dobowych próbek opadów miało aż w 90% przypadków wartości poniżej 5.00 (wartość uznawana za dolną granicę naturalnego zakwaszenia opadów), podczas gdy w rejonie środkowo-wschodnim Polski wartości te stanowiły 74% a w Warszawie 54%;
- 2-4 krotnie większą depozycję mokrą na Śnieżce niż na terenach nizinnych (rys. 3.2.17 b), wynikającą nie tylko z występowania większych sum opadów w rejonach górskich, ale również z większych stężeń;
- większą depozycją całkowitą (suchą + mokrą) tlenowych związków siarki i azotu oraz jonów wodoru na Śnieżce – o około 35% w stosunku do rejonu środkowo-wschodniego i o ok. 65% w stosunku do rejonów północnych.

Według uśrednionych danych z lat 1993-1996 z opadem atmosferycznym wprowadzonych zostało do podłoża:

- siarki siarczanowej: od 0,5 ton[S]/km² • rok w północnych rejonach kraju do ok. 2,0 ton[S]/km² • rok na Śnieżce;
- azotu azotanowego: od 0,3 ton[N]/km² • rok w centralnych i północnych rejonach kraju do 1,0 ton [N]/km² • rok na Śnieżce;
- jonów wodoru: od 19-22 kmoli [H⁺]/km² • rok w rejonach centralnych i nadmorskim do 30 kmoli [H⁺]/km² • rok w rejonie północno-wschodnim i 60 kmoli [H⁺]/km² • rok na Śnieżce.

W 1996 roku po raz pierwszy na terenach nizinnych Polski mokra depozycja jonów wodoru była niższa niż dolna granica ładunku krytycznego dla wód powierzchniowych i gleb najbardziej wrażliwych na zakwaszenie.

Obserwowane w latach 1976-1996 korzystne zmiany jakości wód opadowych niewątpliwie zdecydowane zostały redukcją wielkości emisji zanieczyszczeń gazowych do atmosfery w Europie. Należy jednocześnie zwrócić uwagę na fakt, iż wraz z postępującą redukcją emisji pyłów maleje ich neutralizujący wpływ na kwasowość opadów. Może to w pewnym stopniu stanowić wyjaśnienie mniejszej w ostatnich latach dynamiki spadku kwasowości opadów niż spodziewanej w związku z redukcją emisji zanieczyszczeń gazowych.

3.2.7. WNIOSKI

W grupie zanieczyszczeń podstawowych (do których zalicza się dwutlenek siarki, tlenki azotu i pył, powstające głównie w procesach energetycznego spalania paliw) najgorsze wyniki notuje się w przypadku pyłu. Mimo wyraźnego spadku krajowej emisji, w wielu miejscach przekraczane są nadal dopuszczalne stężenia pyłu zawieszonego. Zapylenie powietrza w wielu miastach polskich determinowane jest bowiem przez emisję z tzw. niskich źródeł sektora komunalno-bytowego. Duże znaczenie ma także stan czystości polskich miast. Zakurzone i rzadko sprzątane ulice są poważnym źródłem wtórnej emisji niezorganizowanej, potęgowanej przez wzmożony ruch pojazdów.

Pewną poprawę można odnotować w ostatnich latach w odniesieniu do stężeń dwutlenku siarki. Jest to efekt działań podejmowanych w wielu rejonach kraju na rzecz zmniejszenia emisji tego zanieczyszczenia. Niemniej jednak na niektórych obszarach nadal rejestrowane są przekroczenia stężeń dopuszczalnych.

Przekroczenia wartości dopuszczalnej przez stężenia zarówno pyłu, jak i dwutlenku siarki najczęściej rejestruje się w sezonie grzewczym (w najchłodniejszych miesiącach roku).

Najrzadziej przekraczane są wartości dopuszczalnych stężeń dwutlenku azotu. Przypadki przekroczeń zdarzają się sporadycznie nawet w tych miastach, gdzie na wysokość mierzonych stężeń w istotny sposób wpływa emisja z pojazdów.

Wobec szybkiego wzrostu liczby i natężenia ruchu pojazdów samochodowych w Polsce należy się nadal liczyć z rosnącym, ujemnym oddziaływa-

niem źródeł mobilnych na jakość powietrza. Emittowane z silników spalinowych zanieczyszczenia powietrza, głównie tlenek węgla i tlenki azotu, a także szereg węglowodorów, wpływają na pogorszenie jakości powietrza, zwłaszcza w gęsto zaludnionych rejonach miast z intensywnym ruchem drogowym. Substancje te oddziałują na zdrowie ludzi i elementy środowiska bezpośrednio, ale także uczestnicząc w reakcjach fotochemicznych w atmosferze przyczyniają się do zwiększenia stężeń ozonu i innych fotoutleniaczy w jej warstwie troposferycznej.

Na rosnący problem zanieczyszczenia powietrza ozonem wskazuje prowadzony w Polsce monitoring jakości powietrza. Spośród badanych zanieczyszczeń jego stężenia najczęściej przekraczają wartości dopuszczalne obowiązujące w Polsce. Rejestrowane są również przekroczenia ustalonych na wyższym poziomie norm Unii Europejskiej. Zasięg przestrzenny obszarów przekroczeń wartości normatywnych w przypadku ozonu jest istotnie większy niż zasięg przekroczeń stężeń innych zanieczyszczeń.

Rejestrowane w systemie monitoringu stężenia omawianych w raporcie zanieczyszczeń specyficznych: amoniaku, benzo[a]pirenu, fenolu, fluoru, formaldehydu, kadmu i ołowiu były w roku 1996 niższe w porównaniu do danych z roku 1990. Największy spadek odnotowano w przypadku ołowiu. Mimo obserwowanych korzystnych tendencji zmian stężeń rozważanych zanieczyszczeń specyficznych, w niektórych rejonach kraju nadal występują jednak przekroczenia obowiązujących w Polsce wartości dopuszczalnych, w tym zwłaszcza uznawanego za rakotwórczy benzo[a]-pirenu, reprezentującego większą grupę wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych, powstających między innymi w procesach niepełnego spalania paliw.

Poziomy stężenie zanieczyszczeń powietrza w miastach polskich o dużym stopniu ucieplenia nie odbiegają zasadniczo od obserwowanych w wielu innych miastach Europy Zachodniej i Centralnej.

Redukcje emisji zanieczyszczeń zakwaszających w krajach europejskich, w tym także w Polsce, przyniosły pozytywny efekt w postaci spadku zanieczyszczenia i kwasowości opadów atmosferycz-

nych. W 1996 r. po raz pierwszy od czasu rozpoczęcia badań nad transgranicznym przenoszeniem zanieczyszczeń w atmosferze, na terenach nizinnych Polski mokra depozycja jonów wodorowych była niższa niż dolna granica ładunku krytycznego dla wód powierzchniowych i gleb najbardziej wrażliwych na zakwaszenie.

3.3. WODY

3.3.1. INFORMACJE OGÓLNE

Informacje o jakości i zachodzących zmianach w zasobach wodnych gromadzone są w systemie Państwowego Monitoringu Środowiska, w ramach którego realizowane są podsystemy monitoringu wód powierzchniowych i monitoringu wód podziemnych obejmujące:

- badania i ocenę rzek,
- badania i ocenę jezior,
- badania i ocenę Morza Bałtyckiego,
- badania i ocenę zbiorników zaporowych,
- badania i ocenę wód podziemnych.

Wyniki badań monitoringowych stanowią podstawę do bieżącej i okresowej oceny jakości wód zgodnie z obowiązującą w prawodawstwie polskim klasyfikacją jakości wód powierzchniowych płynących oraz opracowanymi dla potrzeb PMŚ klasyfikacjami dla pozostałych rodzajów wód (klasyfikacje te nie zostały wprowadzone do prawa polskiego). Prezentowane w niniejszym raporcie informacje o jakości wód w Polsce opracowano na podstawie analizy danych pozyskiwanych w sieciach krajowych. Dla lepszej prezentacji jakości wód wyniki badań pochodzące z sieci krajowej zostały uzupełnione danymi uzyskiwanymi w ramach realizacji zadań w sieciach regionalnych.

Wyniki badań jakości wód, dotyczące całego kraju, jak też poszczególnych regionów, dokonywane przez Państwową Inspekcję Ochrony Środowiska we współpracy z instytutami naukowymi: Instytutem Meteorologii i Gospodarki Wodnej, Instytutem Ochrony Środowiska i Państwowym Instytutem Geologicznym, udostępniane są organom decyzyjnym i społeczeństwu w formie publikacji i raportów.

Oceny stanu zanieczyszczenia międzynarodowych wód Bałtyku dokonywane są w okresach trzyletnich przez Komisję Helsińską – organ wykonawczy *Konwencji o Ochronie Środowiska Morza Bałtyckiego*.

3.3.2. BADANIA I OCENA RZEK

3.3.2.1. Charakterystyka ogólna sieci hydrograficznej

Długość sieci hydrograficznej Polski, tj. łącznie: rzek, potoków, strumieni, kanałów żeglownych i melioracyjnych ocenia się na 98 tys. km. Najważniejszymi elementami polskiej sieci hydrograficznej są jednak:

- rzeka Wisła wraz z głównymi dopływami: Wisłoką, Sanem, Wieprzem, Pilicą, Narwią z Bugiem i Bzurą, o łącznej długości 3945 km, której powierzchnia dorzecza wynosi 194 424 km² (w granicach Polski 168 699 km², tj. ponad 50% powierzchni kraju);
- rzeka Odra wraz z głównymi dopływami: Nysą Kłodzką, Baryczą, Bobrem, Nysą Łużycką i Wartą z Notecią, o łącznej długości 2889 km, której powierzchnia dorzecza wynosi 118 861 km² (w granicach Polski 106 056 km² tj. ok. 34% powierzchni kraju);
- rzeki Przymorza, a zwłaszcza: Pasłęka, Reda i Wieprza.

3.3.2.2. Ocena jakości rzek

Standardy jakości wód rzek i innych cieków, stanowiące podstawę działań na rzecz ich ochrony, określone są w klasyfikacji rzek opartej na kryteriach użytkowania wód. Polskie przepisy prawne definiują trzy klasy czystości wód, przypisując im odpowiednie standardy jakościowe, a mianowicie:

- klasa I – woda przeznaczona do zaopatrzenia w wodę ludności i niektórych zakładów przemysłowych wymagających jakości wody do picia oraz hodowli ryb łososiowatych;
- klasa II – woda przeznaczona do hodowli ryb, hodowli zwierząt gospodarskich i do celów rekreacyjnych;
- klasa III – woda do zaopatrzenia przemysłu i do nawodnień rolniczych. Dla wszystkich klas określone są wartości dopuszczalne wskaźników zanieczyszczeń.

Badania jakości rzek prowadzone są w ramach sieci krajowej obejmującej 360 przekrojów pomiarowo kontrolnych (ppk), z której wyodrębniono 20 ppk reperowych (które dodatkowo służą do wykonywania kwartalnych ocen jakości rzek oraz do bilansu ładunków odprowadzanych do Bałtyku) i ok. 60 ppk granicznych (które służą realizacji zobowiązań wynikających z dwustronnych umów o współpracy na wodach granicznych). Przekroje sieci krajowej rozmieszczone są na 20 rzekach o łącznej długości 6188 km.

W latach 1990-1996 długości odcinków rzek objętych badaniami w ramach sieci krajowej ulegały zmianom. W roku 1991 badano łącznie 9122 km rzek, a w roku 1996 – 6188 km, w tym:

- w dorzeczu Wisły odpowiednio 5247 km i 3398 km,
- w dorzeczu Odry odpowiednio 3445 km i 2790 km.

Ograniczenie długości kontrolowanych w ramach PMŚ odcinków rzek nastąpiło w wyniku optymalizacji sieci pomiarowej.

W sieci krajowej badanych jest łącznie 51 parametrów z różną częstotliwością w zależności od rodzaju przekroju. Pozostałe rzeki i odcinki rzek, nie objęte badaniami wykonywanymi w sieci krajowej, badane są w ramach sieci regionalnej i lokalnej.

O jakości wód w rzekach Polski decydują obecnie głównie odprowadzane, niedostatecznie oczyszczone ścieki komunalne oraz zrzut zasolonych wód dołowych z przemysłu wydobywczego, a przede wszystkim z kopalń węgla kamiennego. Poważnym problemem obniżającym jakość wód są związki biogenne, których głównymi źródłami są ścieki komunalne oraz spływy powierzchniowe.

Stan zanieczyszczenia rzek ocenia się, porównując wyniki badań monitoringowych ze standardami jakości wód leżącymi u podstaw klasyfikacji i zaliczając kontrolowane odcinki rzek do poszczególnych klas czystości. W tym celu rozpatruje się poszczególne wskaźniki zanieczyszczeń oddzielnie, przy czym o zaliczeniu wód do danej klasy decyduje wskaźnik najbardziej niekorzystny.

Klasyfikacja jakości wód w rzekach opiera się na następujących kryteriach:

- kryterium fizyko-chemicznym, uwzględniającym

23 wskaźniki zanieczyszczeń zawartości w wodzie substancji organicznych, zawiesin, substancji biogennych i zasolenia,

- kryterium wskaźników obligatoryjnych opartym na wybranych wskaźnikach kryterium fizyko-chemicznego, w którym oceny jakości wód dokonuje się wg następujących wskaźników zanieczyszczeń: zawartość tlenu rozpuszczonego, BZT₅, ChZT, fenoli, chlorków, siarczanów, substancji rozpuszczonych i zawiesin,
- kryterium sanitarnym, obejmującym wskaźniki obecności w wodach rzecznych bakterii Coli typu fekalnego wyrażone mianem Coli.

Jako podstawowe w ocenie stanu czystości rzek przyjmuje się obecnie kryterium wskaźników obligatoryjnych. Kryterium to obejmuje uniwersalne wskaźniki określone w większości wydawanych pozwoleń wodno-prawnych na odprowadzanie ścieków. Ujęte w kryterium wskaźniki są charakterystyczne dla wszystkich rodzajów ścieków odprowadzanych ze źródeł punktowych jak również zanieczyszczeń odprowadzanych ze źródeł obszarowych. Pozwalają one na ocenę realizowanej polityki ochrony czystości wód w skali kraju. Stosowanie tego kryterium, poprzez ujęcie uniwersalnych wskaźników obrazujących zarówno wpływ odprowadzanych zanieczyszczeń jak i stan ekosystemów wodnych, pozwala na porównanie jakości wód przy nieuwzględnieniu lokalnych naturalnych i antropogenicznych różnic występujących w wodach rzek.

Dla pełnego przedstawienia jakości rzek zaprezentowano również ocenę dokonaną przy pomocy kryterium sanitarnego wyrażonego mianem Coli. Kryterium to odzwierciedla znaczący wpływ odprowadzanych nieoczyszczonych ścieków komunalnych jak i oddziaływanie zanie-

czyszczeń wprowadzanych do rzek ze źródeł obszarowych wynikających z niskiego stopnia sanitacji wsi.

Ocenę jakości wód wykonano analizując stężenia zanieczyszczeń według metody stężeń miarodajnych. Jest to metoda obliczania stężenia miarodajnego na podstawie związku między stężeniem danego wskaźnika w danym przekroju pomiarowo-kontrolnym i występującym przepływem wody w rzece w dniu pomiaru odniesionym do przepływu średniego niskiego z wielolecia (ŚNQ).

W tabeli 3.3.1 przedstawiono klasyfikację jakości wód, wg wskaźników obligatoryjnych, w latach 1993-1996. Ocenę jakości rzek w 1996 r. przedstawiono na rys. 3.3.1.

Ocena zmian czystości wód płynących według kryterium wskaźników obligatoryjnych wskazuje na wyraźną poprawę jakości tych wód w latach 1993-1996. W okresie tym zmniejszyła się istotnie długość odcinków rzek ocenianych jako nadmiernie zanieczyszczone. Jest to wynikiem konsekwentnie prowadzonej polityki w zakresie gospodarki wodnej. W latach 1990-1996 zdecydowanie ograniczono ilość nieoczyszczonych ścieków przemysłowych i komunalnych odprowadzonych do wód.

Zmiany klasyfikacji przedstawiają się następująco:

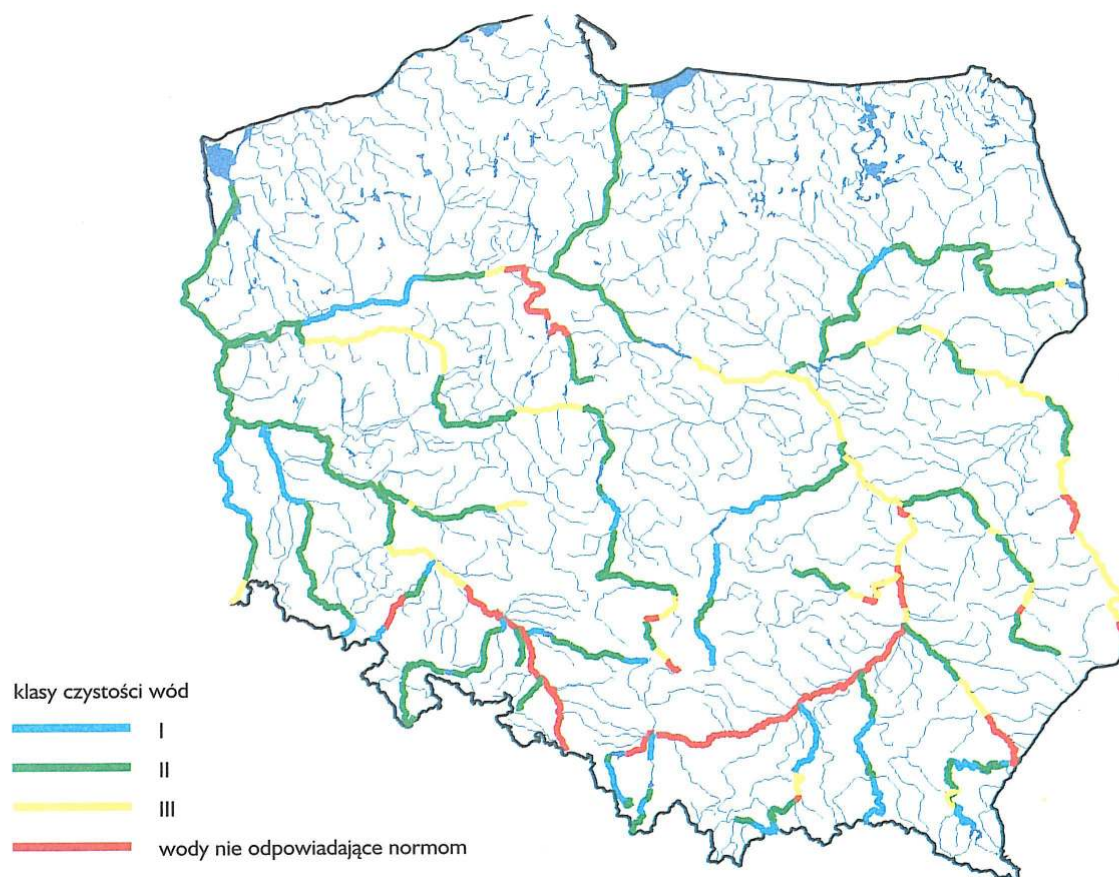
- długość rzek z wodami I klasy czystości zwiększyła się o 488,9 km, (co stanowi 7,9% w stosunku do badanych odcinków rzek),
- długość rzek z wodami II klasy czystości zwiększyła się o 637,4 km, (co stanowi 10,3% w stosunku do badanych odcinków rzek),
- długość rzek z wodami III klasy czystości zmniejszyła się o 445,5 km, (co stanowi 7,2% w stosunku do badanych odcinków rzek),

Długość rzek objętych monitoringiem (km)	Rok	Udział wód rzecznych zaliczonych do danej klasy czystości w % długości kontrolowanych odcinków			
		I	II	III	non *
6193	1993	18,1	41,8	18,9	21,2
6193	1994	17,6	47,4	20,7	14,3
6188	1995	22,4	41,0	24,0	12,6
6188	1996	26,0	51,2	11,7	11,1

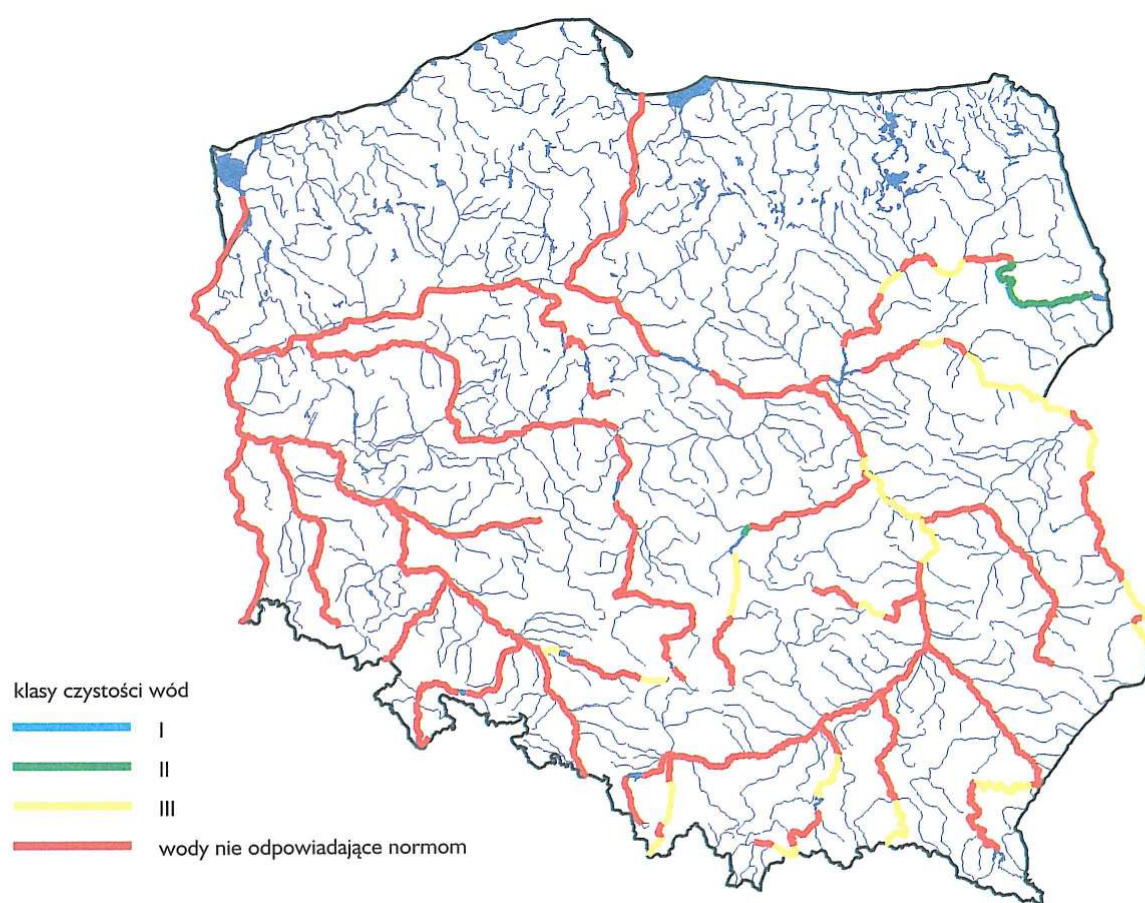
* Wody nadmiernie zanieczyszczone

Tabela 3.3.1.

Stan czystości rzek wg wskaźników obligatoryjnych



Rys. 3.3.1. Klasyfikacja jakości wód w 1996 r. na podstawie parametrów obligatoryjnych



Rys. 3.3.2. Klasyfikacja jakości wód w 1996 r. wg miana Coli

Długość rzek objętych monitoringiem (km)	Rok	Udział wód rzecznych zaliczonych do danej klasy czystości w % długości kontrolowanych odcinków			
		I	II	III	non *
6193	1993	0,0	1,8	9,7	88,5
6193	1994	0,0	2,0	6,8	91,2
6188	1995	0,0	3,1	11,8	85,1
6188	1996	0,1	2,6	13,4	83,9

* Wody nadmiernie zanieczyszczone

Tabela 3.3.2.

Stan czystości rzek wg kryterium sanitarnego

- długość rzek z wodami nie odpowiadającymi normom (non) zmniejszyła się o 680,8 km (co stanowi 10,1% w stosunku do badanych odcinków rzek).

Stan sanitarny wód płynących w polskich rzekach w latach 1993 – 1996 przedstawiono w tabeli 3.3.2. Natomiast stan sanitarny w 1996 r. przedstawiono na rys. 3.3.2.

Wykonane pomiary wskazują na nadal utrzymujący się zły stan sanitarny wód płynących, pomimo nieznacznej poprawy w latach 1993-1996. W okresie tym zmniejszeniu uległa długość odcinków rzek ocenianych jako nadmiernie zanieczyszczone. Niewielka poprawa stanu sanitarnego rzek potwierdza fakt, że obecnie największy wpływ na jakość mają nieoczyszczone ścieki komunalne oraz spływy obszarowe z terenów wiejskich o nieuregulowanej gospodarce wodno-ściekowej.

Zmiany klasyfikacji według kryterium sanitarnego przedstawiają się następująco:

- długość rzek z wodami I klasy czystości zwiększyła się o 6,2 km, (co stanowi 0,1% w stosunku do badanych odcinków rzek),

- długość rzek z wodami II klasy czystości zwiększyła się o 49,5 km, (co stanowi 0,8% w stosunku do badanych odcinków rzek),
- długość rzek z wodami III klasy czystości zwiększyła się o 229,0 km, (co stanowi 3,7 % w stosunku do badanych odcinków rzek),
- długość rzek z wodami nie odpowiadającymi normom (non) zmniejszyła się o 284,7 km (co stanowi 5,5% w stosunku do badanych odcinków rzek).

Dodatkowo dla pełniejszego zobrazowania jakości wód rzek Polski przedstawiono wyniki oceny wg kryterium fizyko-chemicznego (tab. 3.3.3). Klasyfikacja ta bazująca na ocenie znacznie większej ilości wskaźników niż kryterium wskaźników obligatoryjnych również wskazuje na tendencję poprawy jakości wód, aczkolwiek nie jest ona tak znacząca jak w przypadku wskaźników obligatoryjnych. W zakresie wód niespełniających wymagań określonych dla III klasy czystości klasyfikacja ta wykazuje nawet większą skalę poprawy.

Przyjęty w Polsce system klasyfikacji rzek odbiega w sposób istotny od systemów obowiązujących w krajach Unii Europejskiej. W krajach tych

Długość rzek objętych monitoringiem (km)	Rok	Udział wód rzecznych zaliczonych do danej klasy czystości w % długości kontrolowanych odcinków			
		I	II	III	non *
6193	1993	2,7	15,2	28,1	54,0
6193	1994	3,3	18,1	30,2	48,4
6188	1995	2,9	20,3	33,8	43,0
6188	1996	4,8	23,7	38,7	32,8

* Wody nadmiernie zanieczyszczone

Tabela 3.3.3.

Stan czystości rzek w latach 1993-1996 wg kryterium fizyko-chemicznego

Rzeka	Kraj	Rodzaje zanieczyszczeń i ich stężenia (mg/l)		
		BZT ₅	Azotany	Fosfor og.
Dunaj	Austria	3,1	2,320	0,115
Guadaluquivir	Hiszpania	15,8	1,952	0,953
Loara	Francja	2,2	4,600	0,163
Łaba	Czechy	4,9	4,900	0,194
Maas	Holandia	1,6	4,394	0,260
Odra	Polska	5,3	2,339	0,346
Ren	Niemcy	2,9	4,306	0,317
Tamiza	Wielka Brytania	2,3	7,153	1,184
Wiśła	Polska	4,4	1,719	0,233

Tabela 3.3.4.

Porównanie
wybranych
wskaźników
zanieczyszczeń
rzek
europejskich

nie stosuje się jednolitej metody klasyfikacji wód. W zależności od planowanego sposobu wykorzystania wody, zgodnie z odpowiednimi dyrektywami, określa się zakres badanych wskaźników, metodyki referencyjne oraz częstotliwość prowadzenia badań. Dla poszczególnych rodzajów przeznaczenia wód takich jak: woda przeznaczona do picia, kąpiel, hodowli ryb łososiowatych, hodowli ryb karpionowatych określone są maksymalne stężenia zanieczyszczeń. Różnice obu systemów są zasadnicze, tak pod względem liczby stosowanych wskaźników, jak i ich wartości, a także metod oceny osiągania przez monitorowane wody płynące odpowiednich klas.

Polskie wymagania w tym zakresie są znacznie ostrzejsze, co prowadzi do zaniżenia ocen jakości wód rzek polskich podczas gdy rzeczywisty sto-

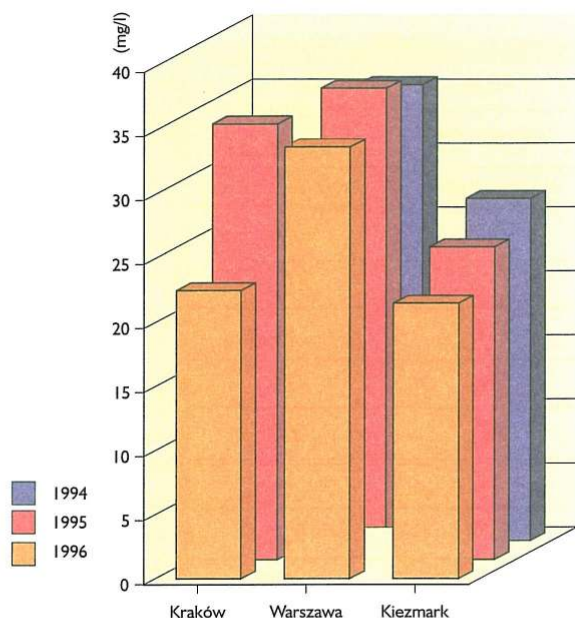
pień zanieczyszczenia wód nie odbiega zasadniczo od podobnych parametrów w innych krajach europejskich (tab. 3.3.4). Przygotowania Polski do członkostwa w UE spowodują konieczność dostosowania obowiązującej dotychczasowej klasyfikacji wód do wymogów unijnych.

Dla pełniejszej prezentacji jakości rzek Polski poniżej przedstawiono wyniki badań za 1996 r. dla wybranych przekrojów pomiarowo-kontrolnych Wisły, Odry i trzech rzek Przymorza. Z pełnego zakresu pomiarowego tj. 51 wskaźników zanieczyszczeń w tabelach 3.3.5, 3.3.6 i 3.3.7 ujęto te, które wykazują największe przekroczenia: norm wód III klasy czystości. Ponadto na rysunkach: 3.3.3, 3.3.4 i 3.3.5 przedstawiono dla tych samych przekrojów pomiarowo-kontrolnych wahania stężeń ChZT_C w latach 1994-1996.

L.p.	Parametr	Jednostka	WISŁA		
			KRAKÓW	WARSZAWA	KIEZMARK
			stężenie średnie	stężenie średnie	stężenie średnie
1.	BZT ₅	mg O ₂ /l	7,2	5,7	3,9
2.	ChZT _C	mg O ₂ /l	25,5	33,7	21,5
3.	Chlorki	mg Cl/l	851	151	155
4.	Siarczany	mg SO ₄ /l	151	69	66
5.	Subst.rozp.	mg /l	1798	567	562
6.	Zawiesina ogólna	mg /l	23	33	9,5
7.	Fosforany	mg PO ₄ /l	0,49	0,24	0,33
8.	Cynk	mg Zn/l	0,31	0,02	0,005
9.	Miano Coli	ml/bakt.	0,004	0,515	0,016

Tabela 3.3.5.

Średnie wartości
stężeń
zanieczyszczeń
w wybranych
przekrojach Wisły



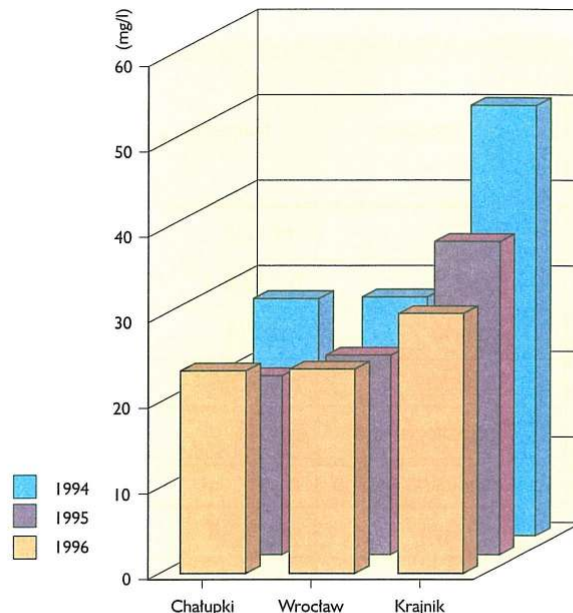
Rys. 3.3.3. Zmiany wskaźnika ChZT_{Cr} w wybranych punktach reperowych rzeki Wisły

Wisła

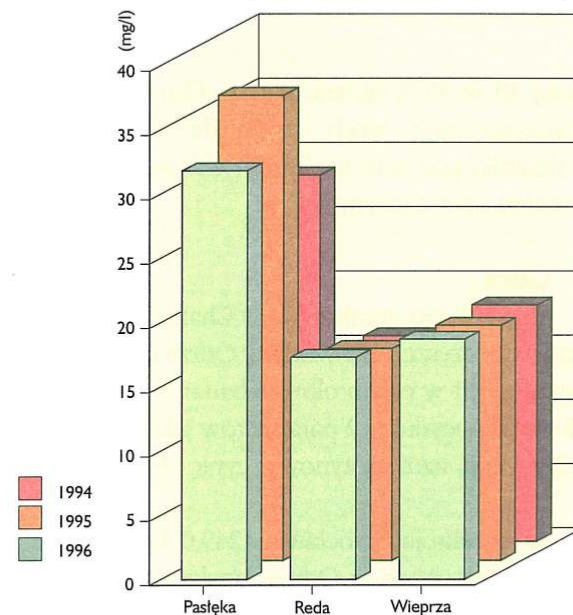
W przekroju Krakowa (km 63,7) woda w Wiśle charakteryzuje się nadmiernym zanieczyszczeniem w okresie całego roku. O dyskwalifikacji decyduje 15 parametrów jakości. Najczęściej norm III klasy nie spełniają oznaczenia: wskaźników zasolenia, substancji biogenych, metali ciężkich (cynk) oraz stanu sanitarnego.

W przekroju Warszawy (510,0 km) stan zanieczyszczenia wody w Wiśle przekracza normy klasy III w 69 % okresu badań. O dyskwalifikacji decyduje 7 parametrów jakości. Najczęściej norm nie spełniają następujące oznaczenia: miano Coli, chlorofil, zawiesiny oraz BZT₅.

W przekroju Kieźmarka (926,0 km) stan zanieczyszczenia wody w Wiśle przekracza normy



Rys.3.3.4. Zmiany wskaźnika ChZT_{Cr} w wybranych punktach reperowych rzeki Odry



Rys. 3.3.5. Zmiany wskaźnika ChZT_{Cr} w punktach reperowych wybranych rzek Przymorza

L.p.	Parametr	Jednostka	ODRA		
			CHAŁUPKI	WROCŁAW	KRAJNIK
			stężenie średnie	stężenie średnie	stężenie średnie
1.	BZT ₅	mg O ₂ /l	5,9	6,8	3,7
2.	ChZT _{Cr}	mg O ₂ /l	23,7	23,9	30,4
3.	Chlorki	mg Cl/l	90	184	83
4.	Siarczany	mg SO ₄ /l	104	111	93,6
5.	Subst.rozp.	mg /l	472	686	471
6.	Zawiesina ogólna	mg /l	45	23	17,3
7.	Fosforany	mg PO ₄ /l	0,85	0,39	0,34
8.	Cynk	mg Zn/l	0,36	0,07	0,02
9.	Miano Coli	ml/bakt.	0,0004	0,014	0,014

Tabela 3.3.6.

Średnie wartości stężeń zanieczyszczeń w wybranych przekrojach rzeki Odry

L.p.	Parametr	Jednostka	PASŁĘKA	REDA	WIEPRZA
			NOWA PASŁĘKA	WEJHEROWO	STARY KRAKÓW
			stężenie średnie	stężenie średnie	stężenie średnie
1.	BZT ₅	mg O ₂ /l	4,1	3,5	2,6
2.	ChZT _{Cr}	mg O ₂ /l	31,8	17,3	18,7
3.	Chlorki	mg Cl/l	16	13	11
4.	Siarczany	mg SO ₄ /l	26	34	33
5.	Subst.rozp.	mg /l	306	252	222
6.	Zawiesina ogólna	mg /l	8	11	14
7.	Fosforany	mg PO ₄ /l	0,43	0,18	0,26
8.	Cynk	mg Zn/l	0,031	0,004	0,003
9.	Miano Coli	ml/bakt.	0,001	0,059	0,009

Tabela 3.3.7.

Średnie wartości stężeń zanieczyszczeń w wybranych przekrojach rzek: Pasłęki, Redy i Wieprzy

klasy III w 55 % okresu badań. O nadmiernym zanieczyszczeniu wody w Wiśle decydują takie wskaźniki jak: stan sanitarny, chlorofil oraz sporadycznie azot azotynowy.

Odra

W przekroju granicznym w Chałupkach (20,0 km) stan zanieczyszczenia wody w Odrze przekracza normy klasy III w całym okresie badań. O dyskwalifikacji wody decyduje 12 parametrów jakości, a głównie: miano Coli, azot azotynowy, cynk i fosfor ogólny.

W przekroju Wrocławia (249,0 km) stan zanieczyszczenia wody w Odrze przekracza normy klasy III w 55 % okresu badań. O dyskwalifikacji wody decyduje 7 parametrów jakości, a głównie: miano Coli, zawiesina, chlorki, cynk, fosfor ogólny i chlorofil.

W przekroju Krajnika (690,0 km) stan zanieczyszczenia wody w Odrze przekracza normy klasy III w 92 % okresu badań. O dyskwalifikacji wody decydują 3 parametry jakości, a głównie: miano Coli, fosfor ogólny i chlorofil.

Rzeki Przymorza

W rzekach Przymorza obserwowana jest povolna poprawa jakości wody. Jednak nadal występują ponadnormatywne wartości: miano Coli i związków biogenych. Stężenia zanieczyszczeń przekraczały normy klasy III w 9% okresu badań dla Pasłęki, 77% okresu badań dla Redy oraz w 71% okresu badań dla Wieprzy.

3.3.3. BADANIA I OCENA JEZIOR

3.3.3.1. Charakterystyka ogólna jezior

W Polsce znajduje się ok. 9000 jezior o powierzchni większej niż 1 ha. Ich łączny obszar stanowi ok. 1% powierzchni kraju. Rozmieszczenie jezior jest bardzo nierównomierne. Występują one głównie w północnej części kraju, na obszarze, który był objęty ostatnim zlodowaceniem, tj. na Pojezierzach: Pomorskim, Wielkopolskim, Mazurskim i Litewskim. Na terenach młodogłacialnych powierzchnia jezior zajmuje 2-5% powierzchni terenu, a w Krainie Wielkich Jezior Mazurskich wskaźnik ten przekracza nawet 20%. Poza granicą ostatniego zlodowacenia większe skupisko jezior występuje w południowo-wschodniej części Polski, na Równinie Łęczyńsko-Włodawskiej.

Jeziora Polski mają w większości genezę polodowcową. W rejonie nadmorskim znajduje się kilkanaście jezior przybrzeżnych, powstałych wskutek oddzielenia od morza dawnych zatok morskich. W południowo-wschodniej części Polski spotyka się jeziora krasowe, które powstały na obszarze występowania utworów kredowych wskutek tworzenia się zapadlisk wywołanych erozyjną działalnością wód podziemnych.

Jezior o powierzchni większej od 50 ha jest w Polsce 1032. Łączna ich objętość wynosi prawie 17 km³, a powierzchnia ponad 2400 km².

Wśród tych jezior najliczniejsze są jeziora o powierzchni od 50 do 200 ha (780 jezior, tj. 75,6%). Najmniej liczną grupę stanowią jeziora największe, o powierzchni przekraczającej 1000 ha (32 jeziora).

Wśród jezior o powierzchni ponad 50 ha dużą grupę (69%) stanowią jeziora o głębokościach od 5 do 30 m, a wśród nich najliczniejsze są jeziora o głębokości od 5 do 10 m. Głębokość maksymalną większą niż 30 m ma ok. 15% jezior.

Najpowszechniejszą w warunkach polskich formą wykorzystania jezior, poza użytkowaniem rybackim, jest rekreacja. Około 20% jezior stanowi odbiorniki ścieków bytowych oraz przemysłowych, oczyszczanych w różnym stopniu i odprowadzanych do wód jezior bezpośrednio lub za pośrednictwem dopływów. Nieliczne jeziora wykorzystywane są do poboru wody na cele pitne i przemysłowe, do nawodnień rolniczych oraz do żeglugi.

3.3.3.2. Ocena jakości jezior

Badania w monitoringu jezior obejmują:

- monitoring w sieci krajowej obejmujący jeziora reperowe,
- monitoring w sieci regionalnej.

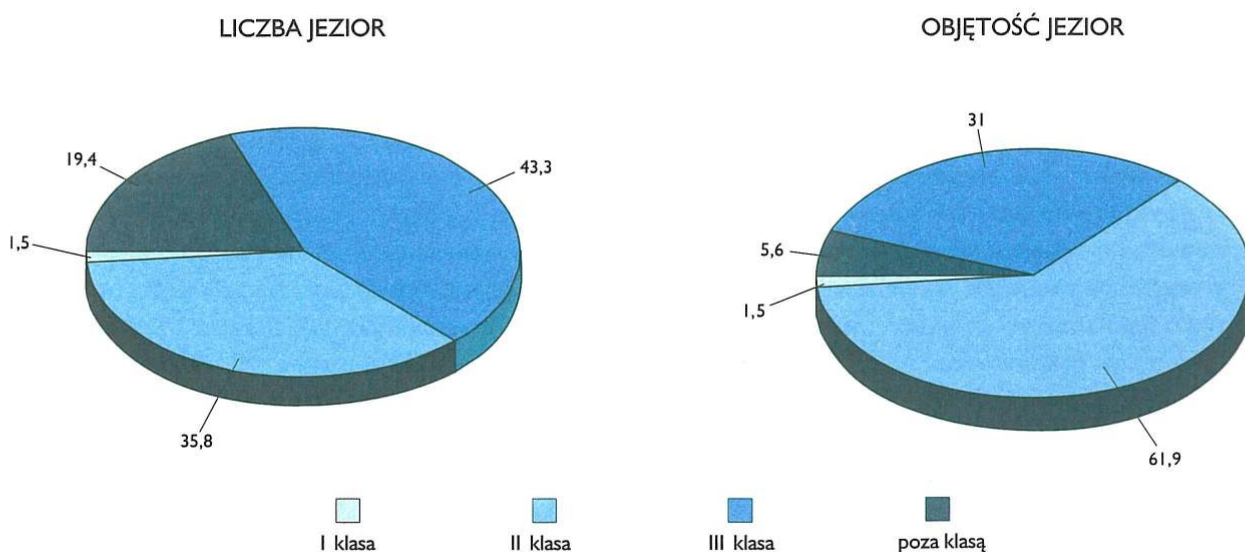
Zgodnie z programem PMŚ badaniami w sieci regionalnej objęte są jeziora o powierzchni większej od 50 ha, odgrywające istotną rolę w zasobach

wodnych kraju, a także zbiorniki mniejsze, lecz ważne dla regionu ze względów gospodarczych lub przyrodniczych. Badania prowadzone są w cyklu pięcioletnim. W sieci krajowej znajduje się 15 jezior reperowych badanych corocznie od kilku lat. Badania jakości wód jezior w Polsce prowadzone są według Systemu Oceny Jakości Jezior. System ten umożliwia klasyfikację stanu czystości wód na podstawie odpowiednio dobranych wskaźników fizycznych, chemicznych i biologicznych, pozwalających na zaliczenie wody do I, II i III klasy czystości oraz do wód pozaklasowych, odpowiadających kolejno wodom oligo-mezotroficznym, umiarkowanie eutroficznym, silnie zeutrofizowanym oraz hipertroficznym. Jednocześnie ocenia się w trzech kategoriach naturalną podatność jezior na degradację na podstawie ich cech morfometrycznych, hydrograficznych i zlewniowych.

3.3.3.3. Stan czystości jezior

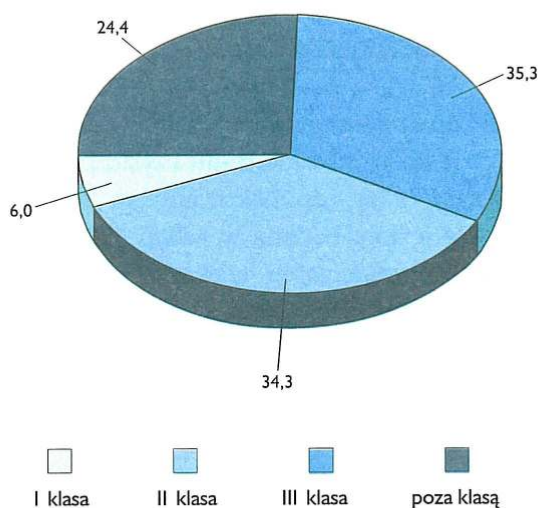
Wyniki badań monitoringowych jezior publikowane są co 5 lat w atlasach stanu czystości jezior Polski. Ostatni atlas, opublikowany w 1995 r., obejmuje 424 jeziora badane w latach 1989-1993, w tym 279 o powierzchni większej niż 50 ha, które stanowią aż 45% zasobów wodnych jezior Polski w tej grupie wielkości.

Analiza danych o stanie czystości badanych jezior (rys. 3.3.6) wskazuje na bardzo mały udział wód o I klasie czystości. Jezior o wodach najwyższej jakości stwierdzono bowiem tylko 13



Rys. 3.3.6. Ocena stanu czystości jezior badanych w 1996 r. (%)

(zaledwie 3% liczby badanych jezior i niecałe 7% objętości ich wód). Liczebność grup jezior w II i III klasie czystości jest podobna: 165 jezior w klasie II i 166 jezior w klasie III. Jednakże wzięcie pod uwagę objętości wód przechyla wskaźnik oceny na korzyść wód II klasy czystości, które stanowią prawie 60% przebadanych zasobów wodnych jezior. Do jezior o wodach pozaklasowych zaliczono blisko 20% ocenianych zbiorników. W zakresie podatności na degradację większość jezior charakteryzuje II i III kategoria podatności (kategorie podatności jezior na degradację uwzględniają cechy morfometryczne, hydrograficzne oraz zlewniowe jezior i ustalone są zgodnie z metodyką opublikowaną w opracowaniu „Wytyczne monitoringu podstawowego jezior” – BMŚ, 1994 r.). Podobne wyniki daje ocena jakości jezior zbadanych w 1996 r. (rys. 3.3.7).



Rys. 3.3.7. Ocena podatności na degradację jezior badanych w 1996 r. (%)

Analiza zmian jakości wód jezior w okresie ostatnich 20 lat wskazuje, że w jeziorach poddanych minimalnej presji antropogenicznej zmiany stanu czystości wód następują bardzo powoli i w czasie kilku lub nawet kilkunastu lat są prawie niezauważalne. Postępująca degradacja jest natomiast wyraźnie widoczna w jeziorach zanieczyszczanych ściekami, co znajduje odzwierciedlenie nie tylko w pogorszeniu wartości niektórych wskaźników jakości wód, lecz często także w obniżeniu klasy czystości wód.

Na szersze omówienie zasługują – jako szczególnie cenne – jeziora z kompleksu Wielkich Jezior Mazurskich (WJM), obejmujące ok. 10% cał-

kowitej powierzchni jezior w Polsce (tab. 3.3.8). Wyniki badań prowadzonych w kolejnych latach wskazują na systematyczne pogarszanie się jakości wód Wielkich Jezior Mazurskich. Nawet jeśli ogólna klasa czystości nie zmienia się lub nawet polepsza (co jest skutkiem poprawy warunków sanitarnych, w wyniku oddawania do użytku nowoczesnych oczyszczalni ścieków), to jednocześnie zaobserwować można znaczne pogorszenie wartości poszczególnych wskaźników trofii jeziora, takich jak: średnie nasycenie hypolimnionu tlenem, widzialność krążka Secchiego i zawartość chlorofilu a.

Wody największych zbiorników tego obszaru – jezioro Śniardwy i kompleks jeziora Mamry – od połowy lat siedemdziesiątych należą do I i II klasy czystości, co pozwala na ich zaliczenie do grupy zbiorników mezotroficznych i umiarkowanie eutroficznych. Natomiast wody takich jezior, jak Niegocin i Ryńskie, od lat zanieczyszczane ściekami, od połowy lat osiemdziesiątych zaliczane są do III klasy czystości lub pozaklasowych, co pozwala na zaliczenie ich do grupy zbiorników silnie zeutrofizowanych i hipertroficznych.

Wody Jeziora Boczego, obecnie pozaklasowe, w końcu lat siedemdziesiątych i na początku osiemdziesiątych zaliczane były jeszcze do II klasy czystości. Jezioro nie podlega bezpośrednio oddziaływaniu lokalnych źródeł zanieczyszczeń. Największym jego zagrożeniem są wody dopływające z wyżej położonego, silnie zanieczyszczonego jeziora Niegocin.

Od 1994 r. jezioro Niegocin, którego wody oceniano przez całe lata jako pozaklasowe, zostało zaliczone do III klasy czystości. O pozaklasowym charakterze wód Niegocina decydowały przede wszystkim parametry sanitarne. Po wybudowaniu nowej oczyszczalni ścieków dla Giżycka i skierowaniu oczyszczonych ścieków do jeziora Grajewko warunki sanitarne w jeziorze Niegocin uległy poprawie. Jednakże wobec ogromnego ładunku zanieczyszczeń zakumulowanego w jeziorze w wyniku wieloletniego dopływu ścieków i uwalnianego z osadów dennych (tzw. zasilanie wewnętrzne) nie można się spodziewać widocznej poprawy jakości jego wód bez zastosowania zabiegów rekultywacyjnych.

Jezioro	Lata badań	Klasa czystości wód	Średnie nasycenie hypolimnionu tlenem (%)	Widzialność krążka Secchiego (m)	Zawartość chlorofilu a ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Mamry	1978	I	31,0	4,6	3,7
	1984/85	II	32,0	3,6	5,0
	1990	I	29,6	3,7	4,9
	1993	I	31,1	2,7	5,2
Niegocin	1978	III	0	2,1	11,8
	1984/85	p.k.	0	1,9	16,7
	1990	p.k.	0	2,6	19,7
	1994	III	0	1,0	67,5
Boczne	1978	II	10,4	1,9	11,0
	1982	II	–	1,5	11,7
	1984	III	–	1,5	19,5
	1990	p.k.	–	1,7	28,5
	1994	p.k.	–	0,9	65,5
Ryńskie	1978	III	7,1	1,7	23,2
	1985	p.k.	0	0,9	45,1
	1990	III	0	1,1	51,1
	1997	III	0	1,2	17,1
Tałty	1978	II	1,7	2,2	20,8
	1985	III	0	1,6	28,3
	1990	III	0	1,5	33,2
	1997	III	0,9	1,5	20,0
Mikołajskie	1978	II	6,7	2,0	11,1
	1984/85	p.k.	0	1,5	10,3
	1990	III	0	1,3	42,7
	1997	III	0	1,3	19,7
Śniardwy	1979	I	–	3,9	5,4
	1984/85	II	–	1,8	15,8
	1990	II	–	2,8	10,4
	1997	II	3,7	2,4	5,0

Tabela 3.3.8.

Zmiany jakości wód niektórych Jezior Mazurskich

Podobna sytuacja ma miejsce w Jeziorze Mikołajskim, które pozostaje nadal jednym z najsilniej zanieczyszczonych jezior kompleksu WJM pomimo znacznej poprawy gospodarki ściekowej w jego zlewni w ciągu ostatnich lat. Wody z Jeziora Mikołajskiego odpływają do ciągle jeszcze słabo zeutrofizowanego jeziora Śniardwy, stwarzając poważne zagrożenie jakości tego akwenu. Mimo ogromnej objętości wód tego jeziora, jego możliwości rozcieńczania i rozkładu zanieczyszczeń wnoszonych z wodami Jeziora Mikołajskiego są jednak ograniczone. Jeśli nie nastąpi zdecydowana poprawa jakości wód Jeziora Mikołajskiego w bliskiej przyszłości należy liczyć się z pogorszeniem jakości wód jeziora Śniardwy.

3.3.4. ZBIORNIKI ZAPOROWE

3.3.4.1. Charakterystyka ogólna zbiorników

W Polsce istnieje ponad 100 sztucznych zbiorników zaporowych, o łącznej powierzchni ok. 350 km², co stanowi ok. 0,11% powierzchni Polski (tab. 3.3.9, rys. 3.3.8). 69 największych zbiorników i stopni wodnych (obiekty o całkowitej pojemności przy maksymalnym piętrzeniu >2,2 mln m³) może maksymalnie zgromadzić około 3423,4 mln m³ wody. Największe zbiorniki położone są w dorzeczu Wisły. Zalicza się do nich zbiornik Solina oraz zbiornik Włocławek.

Pojemność sztucznych zbiorników wodnych istniejących w Polsce odpowiada objętości ok. 6% rocznego odpływu rzek (w krajach sąsiednich 10-12%).

Większość zbiorników regulując przepływy służy ochronie przeciwpowodziowej, a w okresie suszy umożliwia podwyższanie minimalnych poziomów wody w rzece. Do tej grupy należą zbiorniki znajdujące się w Karpatach i Sudetach, a także niektóre na nizinach (np. Zegrzyński i Sulejowski). Niektóre jeziora zaporowe pełnią też ważne funkcje gospodarcze, zaopatrując duże aglomeracje miejskie w wodę do picia. Do grupy tej, będąc niejednokrotnie podstawowym źródłem zaopatrzenia w wodę, należą zbiorniki: Czaniec, Goczałkowice, Kozłowa Góra, Wapienica, Dzieckowice (zaopatrzenie Górnego Śląska), Dobczyce (zaopatrzenie Krakowa), Sulejów (zaopatrzenie Łodzi) i zbiornik Zegrzyński (zaopatrzenie części aglomeracji warszawskiej). Retencjonowane w nich wody z założenia powinny spełniać kryteria I klasy czystości.

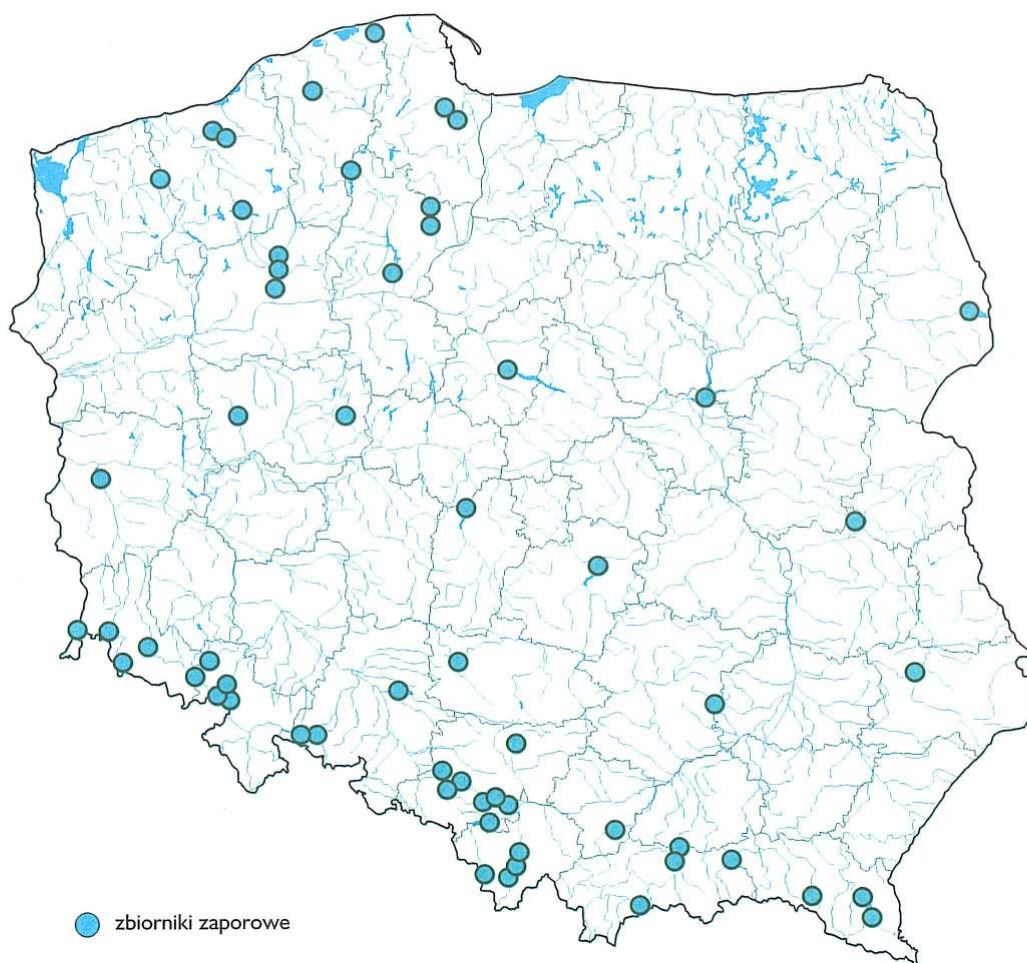
Zbiorniki zaporowe jako źródło zaopatrzenia w wodę do celów gospodarczych wykorzystuje również wiele, usytuowanych w ich pobliżu, zakładów przemysłowych, takich jak: elektrownia w Łagiszy przy zbiorniku Przeczyce, zakłady w Dzierżonowie czerpiące wodę ze zbiornika Lubachów, kopalnia węgla brunatnego w Turoszowie w pobliżu zbiornika Niedów, Huta Katowice pobierająca wodę ze zbiornika Dzieckowice i elektrownia w Połańcu w pobliżu zbiornika Chańcza. Mniejsze zbiorniki zaporowe, obok funkcji przeciwpowodziowych, pełnią zwykle rolę źródła wody do nawadniania łąk i pastwisk w okresie suszy (np. Siemianówka i Myłof).

Część zbiorników zaporowych wykorzystywana jest również do produkcji energii elektrycznej. Należą do nich największe pod względem pojemności zbiorniki: Soliński, Włocławski, Czorsztynski, Rożnowski, Dobczycki, Tresna, Zegrzyński, a także liczne, lecz mniejsze zbiorniki na Pomorzu Zachodnim. W roku 1997 w Polsce łączna moc zainstalowana w elektrowniach wodnych wynosiła 2100 MW, co stanowiło tylko ok. 6% ca-

Zbiorniki i stopnie wodne	Usytuowanie	Rok uruchomienia	Całkowita pojemność przy maksymalnym piętrzeniu (mln m ³)	Powierzchnia przy maksymalnym piętrzeniu (km ²)	Maksymalna wysokość piętrzenia lub spadku (m)
Solina	San	1968	472,0	21,1	60,0
Włocławek	Wisła	1970	408,0	70,4	11,5
Czorsztyn	Dunajec	1997	234,5	13,4	5,0
Jezioro	Warta	1968	202,8	42,3	11,5
Goczałkowice	Wisła	1956	166,8	32,0	13,0
Rożnów	Dunajec	1941	166,6	16,0	31,5
Dobczyce	Raba	1986	125,0	10,7	27,9
Otmuchów	Nysa Kłodzka	1933	124,5	19,8	17,3
Nysa	Nysa Kłodzka	1972	113,6	20,4	13,3
Turawa	Mała Panew	1948	106,2	20,8	13,6
Tresna	Soła	1967	100,0	10,0	22,0
Dębe	Narew	1963	94,3	30,3	6,8
Dzierżno Duże	Kłodnica	1964	94,0	6,2	8,0
Sulejów	Pilica	1973	88,1	19,8	11,3
Koronowo	Brda	1960	80,6	15,6	26,0
Siemianówka	Narew	1995	79,5	32,5	7,0
Mietków	Bystrzyca	1986	70,5	9,2	16,6
Pilchowice	Bóbr	1912	54,0	2,4	46,7
Dzieckowice	Soła, Skawa – pompownia	1976	52,5	7,1	14,5

Tabela 3.3.9.

Największe sztuczne zbiorniki i stopnie wodne w Polsce (maksymalna pojemność >50,0 mln m³)



Rys. 3.3.8. Zbiorniki zaporowe

kowitej mocy wszystkich zakładów energetycznych. Średnio w skali roku (w latach 1990-1996) w elektrowniach wodnych wytwarzano 3,5 MWh, co stanowiło ok. 2,5% całości wytwarzanej energii elektrycznej.

3.3.4.2. Jakość wód w zbiornikach zaporowych

Badania jakości wód w zbiornikach zaporowych odbywają się w ramach sieci monitoringu regionalnego i lokalnego.

Z punktu widzenia potrzeb gospodarczych, których realizacji służą zbiorniki zaporowe podstawowym problemem jest eutrofizacja retencjonowanej wody. Dla oceny stopnia zagrożenia trofią stosuje się często obserwacje stężeń fosforu, jednego z podstawowych biogenów. Na podstawie wyników badań trzech zbiorników o różnej trofii

(Wisła Czarne, Goczałkowice i Rybnik) stwierdzono bowiem istnienie ścisłej zależności liniowej przeciętnej ilości chlorofilu i produkcji pierwotnej od średniej rocznej koncentracji fosforu ogólnego w wodzie. Fosforany decydują także, w sprzyjających warunkach pogodowych (wysoka temperatura i bezwietrzna pogoda), o rozwoju sinic.

Zgodnie z założeniami Vollenweidera przyjmuje się, że wiosenne stężenie fosforu jest bezpieczne i nie powoduje zakwitów glonów w ekosystemach zbiorników zaporowych jeżeli nie przekracza wartości $20\mu\text{g}/\text{dm}^3$. W przeważającej części polskich zbiorników zaporowych graniczna wartość tego parametru jest jednak znacznie przekraczana (tab. 3.3.10).

Obserwowane są również wysokie stężenia chlorofilu ($>20\mu\text{g}/\text{dm}^3$), co świadczy o zwiększonej żyzności i dużym nasileniu produkcji pierwotnej

Zbiornik	Stężenie fosforu ($\mu\text{g P/dm}^3$)	Chlorofil a ($\mu\text{g/dm}^3$)	Produkcja pierwotna fitoplanktonu ($\mu\text{g O}_2/\text{dm}^3\cdot\text{h}$)
Wisła Czarne	5-71	1-13.6	–
Goczałkowice	38-230	20-163	50-105
Rybnik	86-100	18-164	–
Dobczyce	0-60*	2-32	–
Porąbka	0-16*	27-37	50-80

Tabela 3.3.10.

Stężenia fosforu ogólnego i chlorofilu a oraz zakresy produkcji pierwotnej fitoplanktonu w wybranych zbiornikach zaporowych Polski w 1996 r.

* Ortofosforany $\mu\text{g PO}_4/\text{dm}^3$

glonów. Wody takie są uznawane za pozaklasowe. Podobne zjawisko występuje w rzekach, gdzie chlorofil a jest czynnikiem najczęściej przekraczającym stan normatywny (Wisła >50% prób i Odra >77% prób). Przypuszcza się, że zjawiska zakwitów glonów należy w ostatnich latach wiązać ze zwiększonym zużyciem środków piorących (na bazie polifosforanów).

Skład gatunkowy fitoplanktonu zmienia się wraz ze starzeniem się zbiorników i wzrostem trofii wód. Stwierdzono wyraźną niekorzystną zmianę struktury zespołów fitoplanktonu w zbiorniku Rożnowskim z dominacji zespołu okrzemkowo-zielenicowego w latach czterdziestych na zespół typowo sinicowo-zielenicowy w latach osiemdziesiątych. Podobny proces, chociaż przebiegający w krótszym okresie, zaobserwowano w innych zbiornikach Polski Południowej stanowiących źródło wody pitnej (Goczałkowicki, Dobczycki).

Zakwity sinicowe w zbiornikach zaporowych stają się prawie stałym zjawiskiem spotykanym w całej Europie. Udowodniono, że kilkadziesiąt gatunków sinic m.in. z rodzajów: *Microcystis*, *Anabena*, *Oscillatoria* i *Aphanizomenon* (często spotykane w polskich wodach) zdolnych jest do produkcji toksyn (hepatotoksyny i neurotoksyny), które są groźne dla zwierząt i ludzi.

W Zbiorniku Goczałkowickim intensywne zakwity sinicowe (głównie *Aphanizomenon flos-aquae*) spowodowały, poprzez toksyczne działanie metabolitów glonów sinicowych, znaczną redukcję ilości dennych zwierząt bezkręgowych, takich jak: *Chironomidae*, *Oligochaeta* i *Bivalvia*.

Poza tym obserwuje się występowanie związków pomiędzy wzrostem udziału skąposzczetów zasiedlających dno zbiornika, a wzrostem stężenia fosforanów w warstwach przydennych, w których często występują deficyty tlenowe.

W Zbiorniku Dobczyckim wzrost obciążenia fosforem i azotem, podniesienie trofii (chlorofil a >30 $\mu\text{g/l}$), podwyższona ogólna biomasa fitoplanktonu (0,27-82,2 mg/l) i zwiększenie udziału biomasy sinic (do ok. 25 mg/l), jakie miały miejsce w okresie minionych 10 lat, spowodowały ogólne zmniejszenie zagęszczenia zooplanktonu (z 687 do 296 osob./l) i suchej masy zooplanktonu (z 2,10 do 0,79 mg/l) oraz zmniejszenie ilości czystolubnych wrotków.

Zmiany warunków termicznych, tlenowych i troficznych w zbiornikach (np. w Zbiorniku Dobczyckim i Zbiorniku Goczałkowickim) odbijają się niekorzystnie na składzie gatunkowym ichtiofauny (dominacja leszcza, płoci, uklei i okonia oraz zmniejszenie różnorodności zespołu) i zmniejszenie liczebności takich gatunków, jak: szczupak, lin i sandacz. W wyniku sedimentacji osadów następuje kumulacja biogenów w osadach dennych, zwłaszcza fosforu, w ilościach przekraczających o kilka rzędów wielkości aktualną zawartość fosforu w wodzie, a w sprzyjających warunkach zasilanie wewnętrzne zbiorników w związki fosforu może osiągnąć wielkości porównywalne z zasilaniem zewnętrznym, co w konsekwencji potęguje eutrofizację wód. Należy zaznaczyć, że zbiorniki zaporowe są wyjątkowo podatne na zanieczyszczenia chemiczne i eutrofizację.

Przyczyną tego zjawiska jest jakość wód zasilających zbiornik oraz proces zamulania materiałem wleczonym. Przykładem negatywnych wpływów wymienionych czynników jest zanieczyszczony osadami chemicznymi Zbiornik Włocławski, który przez wiele lat spełniał rolę osadnika ścieków pochodzących głównie z Górnego Śląska, Warszawy i Płocka. W trakcie budowy Zbiornika Czorsztyńskiego powyższy problem został zdecydowanie ograniczony poprzez budowę oczyszczalni ścieków w miejscowościach odprowadzających ścieki do zlewni rzek zasilających zbiornik. Jednocześnie kaskada zbiorników Sromowce Wyżne – Czorsztyn ogranicza zamulenie Zbiornika Czorsztyńskiego materiałem wleczonym. Materiał ten osadza się w mniejszym a tym samym łatwiejszym do oczyszczania zbiorniku Sromowce Wyżne. Powyższe przykłady świadczą o konieczności uwzględniania podczas budowy zbiorników zaporowych problemów istniejących w całej zlewni związanych z gospodarowaniem zasobami wodnymi.

Zwiększenie zawartości osadów w zbiornikach następuje również w wyniku erozji gleb i gruntów w bezpośredniej zlewni zbiorników i transportu erodowanego materiału, dlatego niezbędne jest właściwe zagospodarowanie terenów przylegających bezpośrednio do zbiornika.

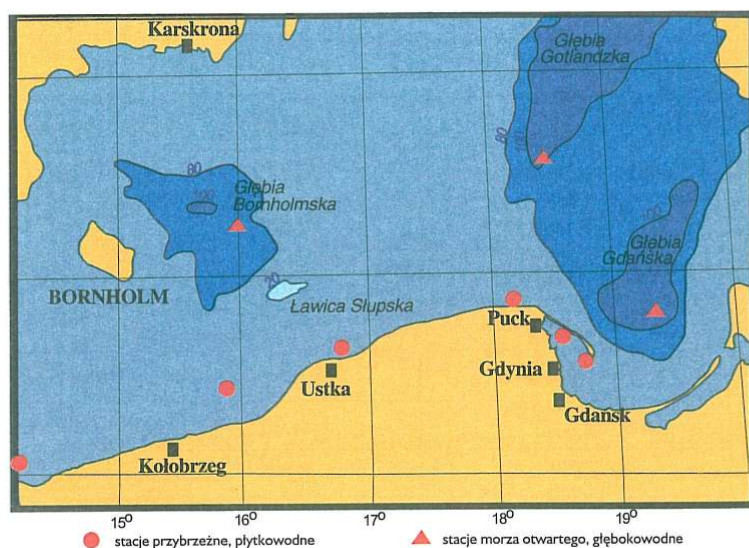
3.3.5. MORZE BAŁTYCKIE

3.3.5.1. Informacje ogólne

Powierzchnia obszarów morskich Rzeczypospolitej Polskiej wynosi 32 677 km². Stanowią one 8,5% powierzchni całego Morza Bałtyckiego. Objętość wód obszarów morskich RP oceniana jest na 1500-1700 km³. Terytorium Polski w 99,7% leży w zlewisku Bałtyku, które obejmuje 311 900 km², a zlewisko Odry i Wisły zajmuje obszar 313 295 km². Zlewisko rzek Przymorza obejmuje 17 361 km², czyli łączna powierzchnia zlewiska wynosi ok. 330 666 km².

Badania jakości Morza Bałtyckiego (rys. 3.3.9) prowadzone są w ramach programu Państwowego Monitoringu Środowiska i obejmują międzynarodowe programy pomiarowe realizowane w ramach Konwencji Helsińskiej podpisanej przez Polskę w 1994 r. Do 1997 roku były realizowane cztery programy pomiarowe obejmujące badania fizykochemiczne i biologiczne wody, osadów dennych i organizmów wodnych, ocenę spływu ładunków zanieczyszczeń z lądu do morza oraz zawartość radionuklidów w osadach dennych i organizmach morskich. Od 1998 roku Polska zgodnie z ustaleniami państw stron Konwencji Helsińskiej rozpoczęła realizację programu „Combine”, który obejmuje wszystkie dotychczas realizowane programy uzupełnione o badania strefy przybrzeżnej.

Z oceny zrzutu zanieczyszczeń do Morza Bałtyckiego w okresie 1988-1996 wynika, że podstawowe znaczenie ma stan czystości wód dużych rzek tj. Odry wprowadzającej wody do Zatoki Pomorskiej i Wisły zasilającej Zatokę Gdańską. Ładunki zanieczyszczeń odprowadzane przez rzeki stanowią około 90% całkowitego obciążenia Bałtyku z terenu Polski, przy czym 90% tych ładunków, odprowadzane jest przez Odrę i Wisłę. Zrzuty zanieczyszczeń z pozostałych rzek zasilają zalewy i strefę przybrzeżną otwartego morza. Inne źródła – punktowe i obszarowe – rozmieszczone wzdłuż linii brzegów południowego Bałtyku wywierają lokalny wpływ na środowisko i biocenozę szczególnie strefy przybrzeżnej.



Rys. 3.3.9. Polska strefa Bałtyku – rejon objęty badaniami

Ocenę stopnia obciążenia Morza Bałtyckiego zanieczyszczeniami wnoszonymi przez rzeki w 1996 r. opracowano na podstawie krajowych wyników badań monitoringowych prowadzonych w ujściowych odcinkach rzek. Badania monitorin-
gowe jakości wód samego Bałtyku przeprowadzo-
no natomiast w rejonach Głębi Gdańskiej, Głębi
Bornholmskiej i Głębi Gotlandzkiej. Badania ma-
krozoobentosu i fitobentosu przeprowadzono na
wodach przybrzeżnych. Stan ichtiofauny (ryby
użytkowe) południowego Bałtyku określono na
podstawie danych Morskiego Instytutu Rybackiego.

3.3.5.2. Ocena zrzutu zanieczyszczeń rzekami do Morza Bałtyckiego

W 1996 r. w stosunku do przepływów w 1995 r.
zanotowano ponad 8% wzrost przepływów
we wszystkich badanych rzekach. W stosunku do
uśrednionych wielkości odpływu z lat 1988 – 1995
wzrost ten był znacznie większy, sięgając 22%. Wzrost
przepływu w ujściu Odry w 1996 r. w porównaniu
do przepływu w 1995 r. wynosił ok. 16% a Wisły
ok. 7,5%. Ogólny wzrost przepływu rzek od 1996 r.
w istotny sposób przyczynia się do zmniejszenia
występującego trendu ograniczenia wielkości ładun-
ków niektórych analizowanych zanieczyszczeń
wprowadzanych do Bałtyku z terenu Polski
(rys. 3.3.10 – 3.3.16, tab. 3.3.11).

Materia organiczna. Wzrost przepływu rzek
występujący w 1996 r. spowodował zwiększenie
ładunku materii organicznej określanej przez BZT₅
i CHZT w stosunku do 1992 r. Pomimo tego stęże-
nia zanieczyszczeń w wodach morskich w latach
1993-1996 ulegają niewielkiemu, lecz systematycz-
nemu spadkowi.

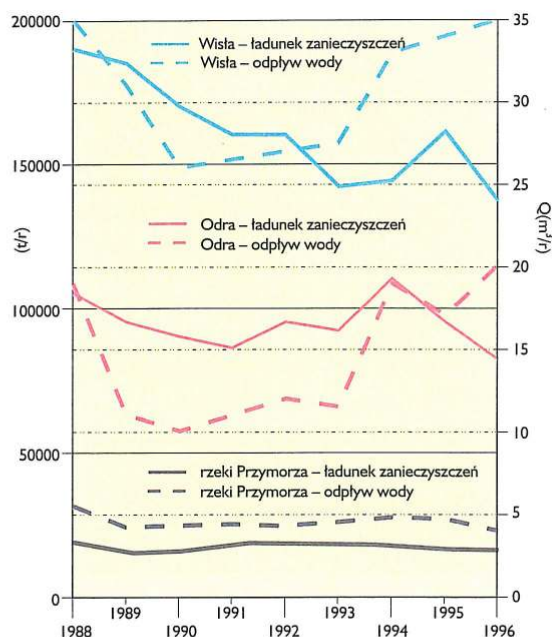
Związki azotu. Ogólny ładunek mineralnych
form azotu odprowadzany rzekami w 1996 r. wy-
nosił 136,97 tys. ton/rok, a azotu ogólnego
242,3 tys. ton/rok. W stosunku do 1995 r.
nieznacznie zwiększył się ładunek azotu mineral-
nego (ok. 2%) natomiast znacznie zwiększył się
ładunek azotu ogólnego (ok. 20%). Ładunek azotu
mineralnego w 1996 r. zwiększył się w stosunku
do średniej z wielolecia 1988-1995 o ok. 9%,
a ładunek azotu całkowitego aż o ok. 42%. Dane
te wskazują na istnienie związku pomiędzy
wielkością przepływu w rzekach, a wielkością
ładunków materii i biogenów. Na ich zwiększenie
wpływa zapewne wzrost zanieczyszczeń wprowad-
dzanych do rzek ze źródeł obszarowych.

Związki fosforu. W 1996 r. odpływ fosfora-
nów rzekami wynosił 18 565 ton/rok, a fosforu
ogólnego 12 357 ton/rok. W stosunku do 1995 r.
ładunek fosforanów zwiększył się o ok. 4%, a fos-
foru ogólnego zmniejszył się o ok. 4%. W stosun-
ku do średniej z wielolecia 1988-1995 ładunek fos-

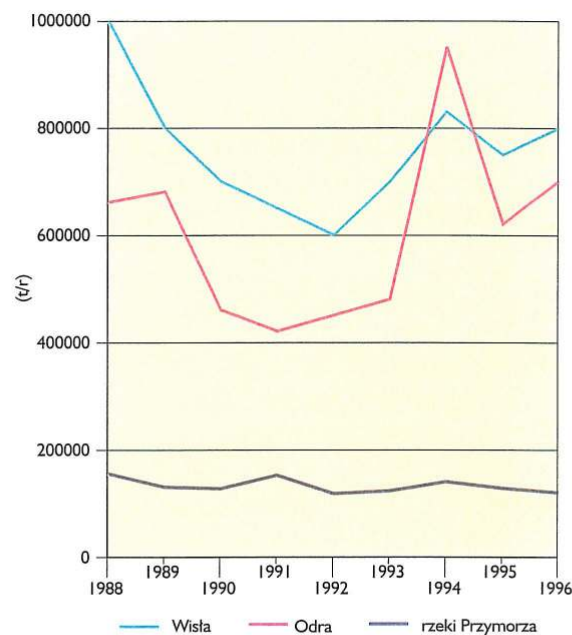
Lp.	Parametr	Ładunek zanieczyszczeń (tys. ton/rok)		
		1992	1994	1996
1	BZT ₅	221,843	220,018	225,887
2	ChZT-Cr	1 114,683	1 908,957	1 484,196
3	Azot amonowy	20,922	17,033	23,204
4	Azot azotanowy	95,366	156,736	107,656
5	Azot Kiejdahla	70,194	93,300	133,600
6	Azot ogólny	166,420	254,373	242,338
7	Fosfor ogólny	11,369	12,377	12,357
8	Cynk	1,740	1,006	0,511
9	Kadm	0,047	0,018	0,008
10	Miedź	0,276	0,181	0,116
11	Ołów	0,298	0,215	0,071

Tabela 3.3.11.

Zestawienie
ładunków
zanieczyszczeń
dopływających
do Bałtyku



Rys. 3.3.10. Zmiany odpływu wody i ładunków BZT₇ w Wisłę, Odrze i rzekach Przymorza w latach 1988-1996



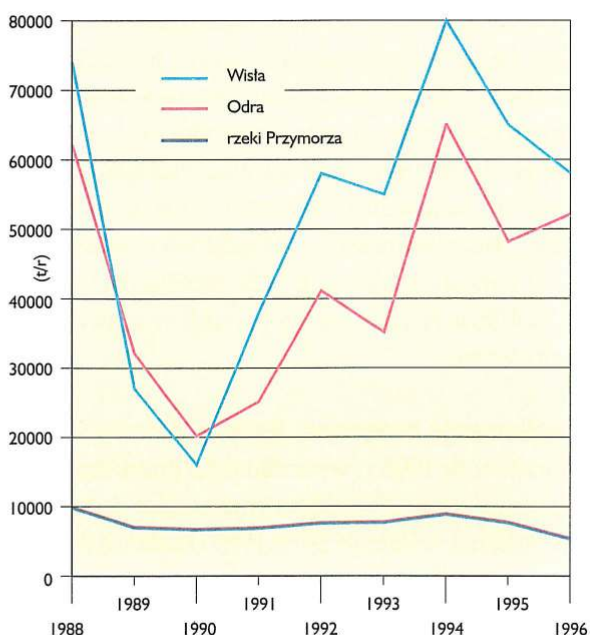
Rys. 3.3.11. Zmiany ładunków ChZT odprowadzanych wodami Wisły, Odry i rzek Przymorza w latach 1988-1996

foranów zwiększył się o ok. 5% a ładunek fosforu ogólnego zmniejszył się o 2,5%. Od 1990 r. obserwuje się stabilizację wielkości odpływu fosforu ogólnego z wodami rzek (11,0-13,2 tys. ton/rok) przy słabym związku z wielkością przepływu rzek.

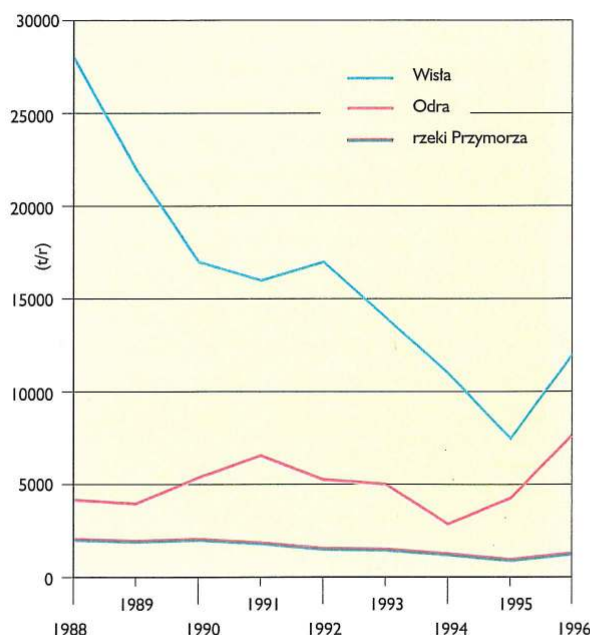
Stosunek molowy N:P (liczba Redfielda).

W 1996 r. w odpływie rzeczonym liczba Redfielda wskazywała na znaczną przewagę w odpływie do morza ładunków azotu w porównaniu do ładunków fosforu. Średnie wartości Nc:Pc wynosiły

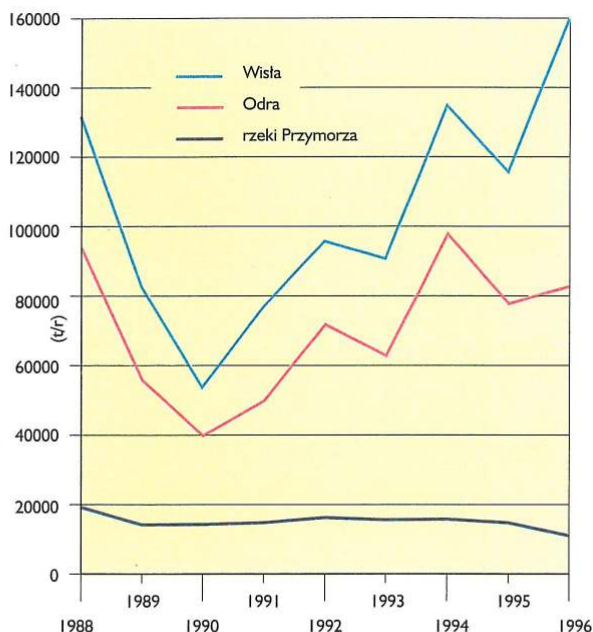
42,4:1. W wodach Wisły w 1996 r. stosunek Nc:Pc wynosił 40,6:1, a w wodach Odry 61,6:1. Średni stosunek molowy w wieloleciu 1988-1996 wynosił Nc:Pc – 33,3:1. Dane te wskazują na większe zasilenie Zatoki Pomorskiej i Zatoki Gdańskiej azotem. Jakkolwiek sumaryczny ładunek biogenów odprowadzany z terenu Polski należy do najwyższych w regionie, to w przeliczeniu na jednego mieszkańca jest on istotnie niższy niż w innych krajach nadbałtyckich (rys. 3.3.17).



Rys. 3.3.12. Zmiany ładunków N-NO₃ odprowadzanych wodami Wisły, Odry i rzek Przymorza w latach 1988-1996



Rys. 3.3.13. Zmiany ładunków N-NH₄ odprowadzanych wodami Wisły, Odry i rzek Przymorza w latach 1988-1996

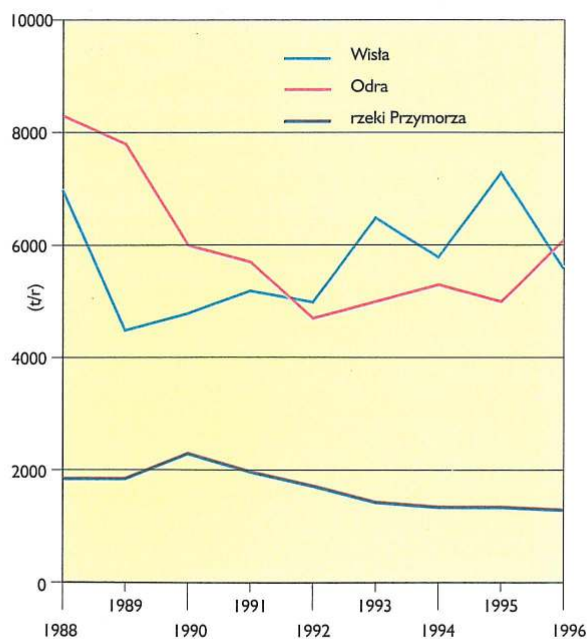


Rys. 3.3.14. Zmiany ładunków N_c odprowadzanych wodami Wisły, Odry i rzek Przymorza w latach 1988-1996

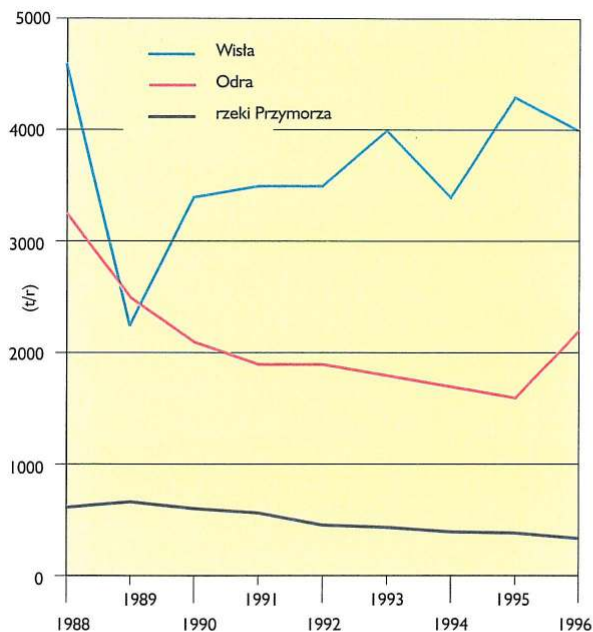
Metale. W 1996 r. w stosunku do 1995 r. ładunki związków kadmu, cynku, miedzi, ołowiu i rtęci w odpływie Wisły, Odry i rzek Przymorza uległy istotnemu obniżeniu. Spadek ten obserwowany jest od 1988 r.

3.3.5.3. Stan środowiska Morza Bałtyckiego w polskiej strefie ekonomicznej

Natlenienie. Wody Bałtyku wykazują znaczne wahania sezonowe natlenienia, które zależy od występowania ewentualnych wlewów wód oceanicznych.



Rys. 3.3.16. Zmiany ładunków P_c odprowadzanych wodami Wisły, Odry i rzek Przymorza w latach 1988-1996



Rys. 3.3.15. Zmiany ładunków $P-PO_4$ odprowadzanych wodami Wisły, Odry i rzek Przymorza w latach 1988-1996

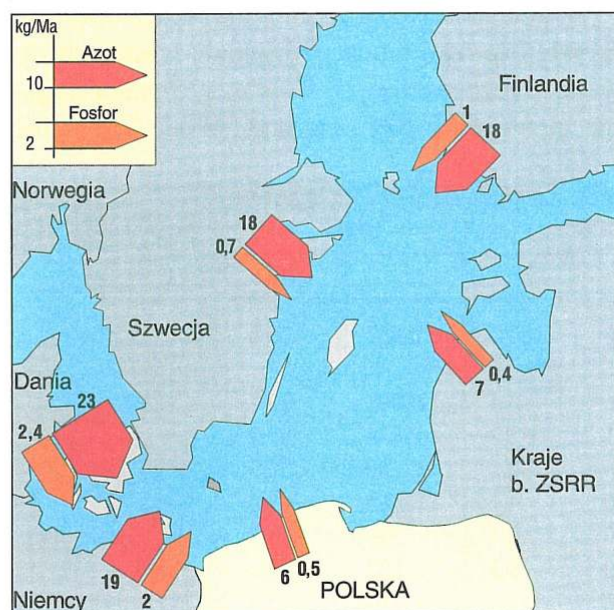
nych. Ostatni duży wlew nasąpił w 1993 roku. W 1996 roku miały miejsce niewielkie wlewy z Kattegatu, które okresowo poprawiły warunki tlenowe w Bałtyku. Na obszarze Głębi Gotlandzkiej w 1996 r. obserwowany był stabilny stan natlenienia warstwy głębinowej ($O_2 > 2 \text{ cm}^3/\text{dm}^3$). W Głębi Gdańskiej na początku roku w wodzie przydennej występował siarkowodór – stan ten uległ poprawie po napływie wód z Morza Północnego. Dlatego też do końca roku utrzymała się dobra sytuacja tlenowa. Silne wahania natlenienia wód wystąpiły w Głębi Bornholmskiej. Początkowo panowały tu silne warunki beztlenowe, następnie na skutek napływu wód z Morza Północnego nastąpiła krótkotrwała poprawa natlenienia wody. Kolejny okres beztlenowy wywołany został intensywnym napływem materii organicznej powstałej po zakwitach glonów. Po jesiennej intruzji wód nastąpiła kolejna poprawa natlenienia warstwy przydennej wód Głębi Bornholmskiej. Spadkowi natlenienia ($O_2 < 2 \text{ cm}^3/\text{dm}^3$) oraz deficytom tlenowym towarzyszy mobilizacja fosforanów z osadów i uwalnianie ich do wody.

Substancje biogenne. Średnie zimowe stężenie fosforanów w 1996 r. wynosiło $0,52 \mu\text{mol}/\text{dm}^3$ i było przeciętnie o ok. 29% niższe w stosunku do wartości tego stężenia w latach 1979-1995. Badania przeprowadzono na obszarze morza otwartego w pasie wód przybrzeżnych oraz w Zatoce Gdańskiej i Pomorskiej. Zasilanie tego obszaru w fosfor w 1996 r. utrzymywało się na stałym poziomie od 1990 r.

Warto jednak podkreślić, że roczny ładunek fosforu całkowitego odprowadzany do wód Zatoki Gdańskiej i Pomorskiej przez polskie rzeki zwiększa zawartość fosforu w wodach (ok. 1600 km³) polskich obszarów morskich o ok. 8 µg P/dm³ (ok. 0,25 µmol P/dm³). W okresach deficytów tlenowych na głębiach polskich obszarów morskich (z wyjątkiem Głębi Götlandzkiej) dochodziło do przejścia fosforanów z osadów do wody, które na Głębiach Gdańskiej i Bornholmskiej osiągały stężenie większe niż 10 µmol/dm³.

Średnie zimowe stężenie azotanów w 1996 r. w akwenach otwartych wynosiło 3,9 µmol/dm³ a w wodach Zatok 11,35 µmol/dm³. Wystąpił wyraźny spadek zawartości azotanów w porównaniu do sytuacji obserwowanej w latach 1989-1993, odpowiednio o ok. 33,3% w wodach morza otwartego i ok. 20% w wodach zatok.

W okresie letnim dochodziło do wyczerpania azotanów (do głębokości 50 m) powodowanego przez wystąpienia bardzo silnych zakwitów. Sytuacja taka może prowadzić do rozwoju fitoplanktonu pobierającego azot gazowy (sinice). Na głębiach w warunkach deficytów dochodziło w wyniku denitryfikacji do spadku zawartości azotanów do zera i znacznego wzrostu stężenia amoniaku (szczególnie wysokiego w obecności siarkowodoru). Z analizy stosunku molowego N:P wynika, że w wodach morza otwartego występowały dobre warunki do produkcji fitoplanktonu, natomiast w wodach zatok czynnikiem ograniczającym był poziom tlenu.



Rys. 3.3.17. Zanieczyszczenia Bałtyku azotem i fosforem, w kilogramach na mieszkańca rocznie

Fitoplankton. Roślinność pelagiczna – fitoplankton należąca do pięciu gromad: sinic, zieleńców, okrzemek, bruzdnic i wiciowców – jest bardzo czułym, ale szalenie zmiennym wskaźnikiem stanu środowiska morskiego. W ciągu ostatnich dwudziestu lat nie stwierdzono zmian w składzie gatunkowym fitoplanktonu polskiej strefy wód Bałtyku. Natomiast od 1990 r. zaznaczyła się istotna zmiana w strukturze dominacji. Bruzdnice (głównie *Gonyaulax catenatae*, *Dinophysis norvegica* i *Heterocapsa triquetra*, tworzące najczęściej silne zakwity, 1-, 2-gatunkowe) sukcesywnie wypierają okrzemki i sinice. Zakwity sinic w ostatnich latach nie są już tak intensywne, jak w latach osiemdziesiątych, ponieważ stanowią zaledwie od 5% do 20% liczebności i biomasy fitoplanktonu.

Chlorofil a. O zmianach warunków środowiskowych południowego Bałtyku świadczą również wyniki koncentracji chlorofilu a. W latach 1990-1993 stwierdzono nieznaczny wzrost koncentracji chlorofilu a (do 3,7 mg/m³) w stosunku do danych z końca lat osiemdziesiątych (3,6 mg/m³). Wyniki pomiarów stężeń chlorofilu nie pozwalają na określenie jednoznacznego trendu wieloletniego. Średnie wartości stężeń oscylowały w latach osiemdziesiątych w granicach od 2 do 3 mg/m³. W latach 1991-1995 średnie koncentracje chlorofilu zbliżały się do wartości maksymalnej zmierzonej w 1984 r. i wynoszącej 3,6 mg/m³. Natomiast średnie stężenie chlorofilu a w 1996 r. miało wartość zbliżoną do średniej z 1994 r. i lat wcześniejszych, przy czym największe jego wartości stwierdzono w Głębi Gdańskiej (4,27 mg/m³).

Mezozooplankton. W mezozooplanktonie polskiej strefy Bałtyku występuje łącznie ok. 20 taksonów zwierząt należących do następujących gromad: widłonogi, wioślarki i wrotki. W ciągu ostatnich 20 lat nie stwierdzono istotnych zmian jakościowych tej formacji ekologicznej.

Fitobentos. Na przestrzeni lat 1977-1996 fitobentos Zatoki Gdańskiej, a szczególnie wewnętrznej Zatoki Puckiej, uległ wyraźnym zmianom wskazującym na jego degradację spowodowaną eutrofizacją tego akwenu. Zmiany te przejawiają się:

- zmniejszeniem liczby gatunków szczególnie dominujących niegdyś brunatnic i krasnorostów;
- zmianą struktury dominacji prowadzącej do wyraźnej dominacji nitkowatych brunatnic z rodzaju

Ectocarpus i *Pilayella* (stanowiących ponad 70% ogólnej biomasy roślinności);

- zmniejszeniem ogólnej biomasy roślinności dennej i ograniczeniem zasięgu występowania szczególnie roślin naczyniowych, zakorzenionych.

Podobne zmiany struktury dominacji fitobentosu obserwowane są w całym Bałtyku, ale w różnych jego rejonach z różnym natężeniem.

W 1996 r. stwierdzono pewną poprawę stanu fitobentosu wewnętrznej Zatoki Puckiej. Stwierdzono, że w ogólnej biomasy fitobentosu zmniejszyła się o ok. 20% dominacja brunatnic z rodzajów *Pilayella* i *Ectocarpus*, a zwiększył się udział roślin naczyniowych z gatunku *Zannichellia palustris*.

Makrozoobentos. Faunę denną południowego Bałtyku tworzą taksony z siedmiu następujących gromad: skorupiaki, wieloszczety, małże, ślimaki, skąposzczety priapulidy i mszywioty. W ciągu ostatnich 20 lat najbardziej zróżnicowana fauna denna występowała w rejonach płytkowodnych, na których rzadko stwierdzano mniej niż 10 taksonów. Najbardziej różnorodna fauna denna występowała w Zatoce Gdańskiej (powyżej 20 m głębokości) oraz w Zatoce Pomorskiej. Natomiast strefę głębokowodną charakteryzował dużo uboższy skład gatunkowy.

W Głębi Gdańskiej od połowy lat pięćdziesiątych notuje się okresowe deficyty tlenu w przydennej warstwie wody, które są bezpośrednim powodem zaników występowania makrofauny dennej. W wodach przybrzeżnych –

zarówno w latach 1988-1993, jak i ostatnio – występowanie makrozoobentosu podlega zmienności regionalnej.

Ichtiofauna. Stan zasobów ichtiofauny Morza Bałtyckiego z ekonomicznego punktu widzenia od kilku ostatnich lat oceniany jest jako kryzysowy. Mała biomasa stad dorsza, zniszczone populacje łososa, zagrożony był gatunków zalewowych oraz duża liczebność mniej wartościowych ryb pelagicznych, takich jak szprot i śledź – to obecne problemy nękające polskich rybaków bałtyckich (tab. 3.3.12).

Zdecydowanymi dominantami w polskich połowach bałtyckich są obecnie śledź i szprot. Od wielu lat zasoby tych ryb utrzymują się na stabilnym, dobrym poziomie.

Stan sanitarny plaż. Od początku lat dziewięćdziesiątych stan sanitarny plaż ulega stałej systematycznej poprawie. Prawie wszystkie kąpieliska na Wybrzeżu Zachodnim i Środkowym są otwarte. Nie dopuszczono natomiast do kąpieli, rekreacji i uprawiania sportów wodnych kilku kąpielisk nad Zatoką Gdańską i Mierzeją Wiślaną.

3.3.6. WODY PODZIEMNE

3.3.6.1. Informacje ogólne

System obserwacji monitoringowych obejmuje zwykle (słodkie) wody podziemne, w których zawartość rozpuszczonych substancji (mineralizacja) nie przekracza 1000 mg/dm³. Wody mineralne

Gatunek ryb	1993		1994		1995	
	t	%	t	%	t	%
Połowy ogółem	102 000	100,0	116 500	100,0	120 667	100,0
w tym:						
• dorsze	8900	8,7	14426	12,4	25001	20,7
• śledzie	50833	49,8	49111	42,2	45676	37,9
• szproty	33700	33,0	44556	38,2	37280	30,9
• płastugi	5101	5,0	4900	4,2	8964	7,4
• łososiowate	191	0,2	160	0,1	320	0,3
• węgorze	316	0,3	290	0,2	237	0,2
• zalewowe	2659	2,6	2978	2,6	2743	2,3
• inne	300	0,3	79	0,1	446	0,4

Tabela 3.3.12.

Skład gatunkowy polskich połowów bałtyckich

i termalne, w tym lecznicze, monitorowane są na odrębnych zasadach poza PMŚ. Wody słodkie, zwłaszcza głębokiego krążenia, są powszechnie wykorzystywane w gospodarce komunalnej, przemyśle (m.in. w rolno-spożywczym i farmaceutycznym) oraz w gospodarstwach wiejskich.

Systematyczne badania jakości wód podziemnych prowadzone są od 1991 roku w sieci krajowej monitoringu wód podziemnych. Obserwacje prowadzone są w około 700 punktach obserwacyjnych (studnie wiercone, studnie kopane, piezometry, źródła). Zakres obserwacji obejmuje pełny profil (głębokość kilka – kilkaset metrów) występowania wód podziemnych. Około 60% punktów stanowią ujęcia wód płytkiego krążenia (wody „gruntowe”) – t.j. ujęcia z poziomów o słabej naturalnej izolacji i przez to najbardziej wrażliwych na wpływ czynników antropogenicznych. Pozostałą część punktów obserwacyjnych stanowią ujęcia wód wgłębnych t.j. ujęcia z poziomów wodonośnych o dobrej i bardzo dobrej naturalnej izolacji (poziomy o charakterze subartezyjskim i artezyjskim). Główne regiony hydrogeologiczne i ich środowisko wodonośne zostały przedstawione na rysunku 3.3.18.

3.3.6.2. Zagrożenia jakości wód podziemnych

Generalnie wody podziemne i powierzchniowe tworzą zintegrowany system wodonośny, jednak ze względu na odmienny sposób ich występowania, warunki zasilania i przepływ oraz kontakt z otoczeniem cechuje je różna jakość.

Większość zasobów wód podziemnych nadaje się do bezpośredniego wykorzystania na cele gospodarcze, a na cele konsumpcyjne po zastosowaniu prostych metod uzdatniania polegających głównie na usuwaniu naturalnych pierwiastków takich jak żelazo i mangan. Także łatwość ich ujęcia w dogodnym miejscu, a zwłaszcza stabilność składu fizyczno-chemicznego przemawiają za potrzebą szczególnej ich ochrony.

Możliwość i skala antropogenicznego zanieczyszczenia wód podziemnych w dużej mierze zależą od głębokości zalegania wód i izolacji poziomów wodonośnych od powierzchni terenu. Najbardziej narażone na degradację są wody gruntowe w obrębie powszechnie występującego czwartorzę-

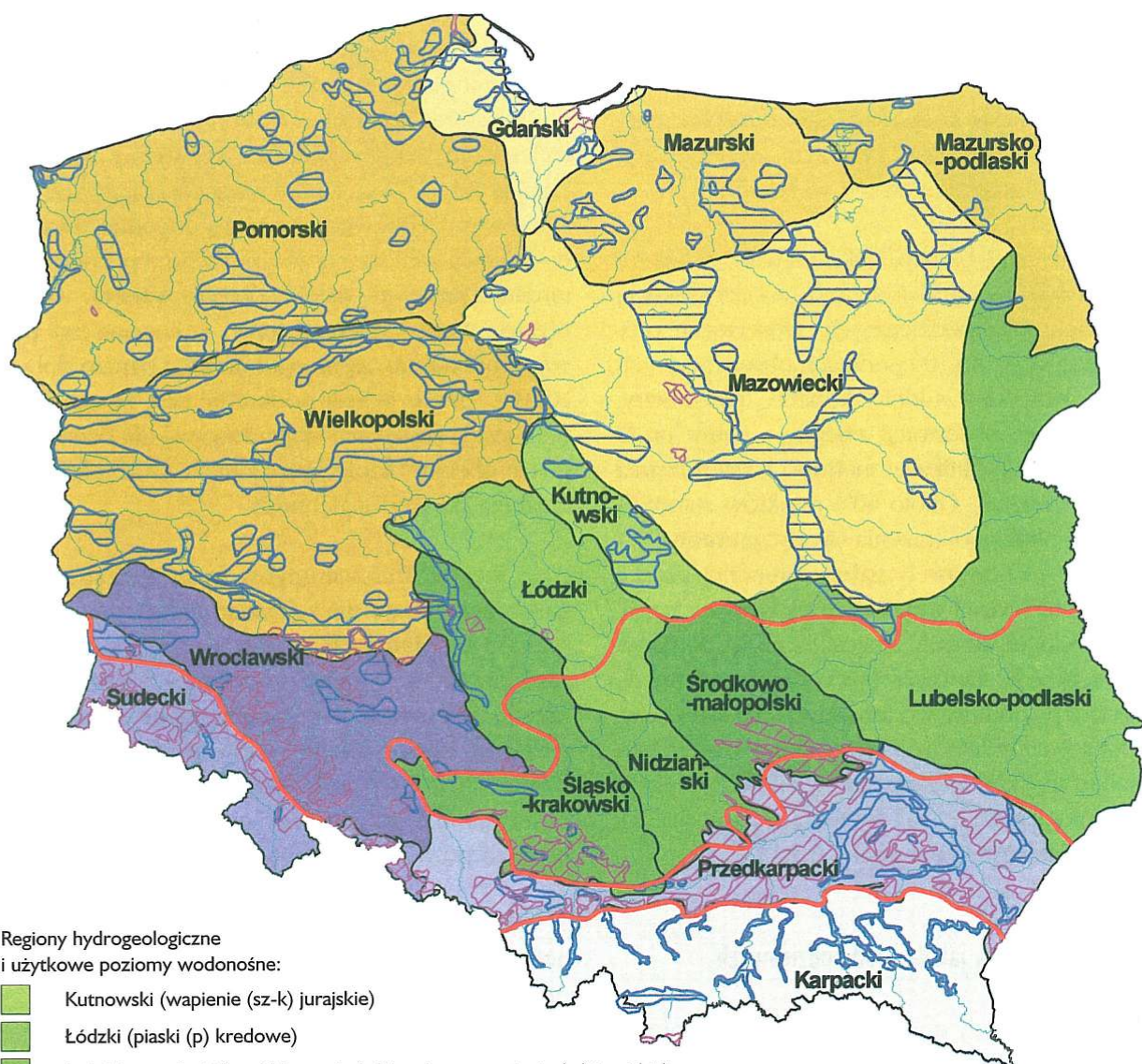
dowego piętra wodonośnego, których zwierciadło przeważnie występuje na głębokości do 5 m pod powierzchnią terenu oraz szczelinowe i szczelinowo-krasowe zbiorniki wodonośne, w których zwierciadło wody występuje przeważnie w strefie głębokości 10-50 m. Dobre własności filtracyjne poziomów szczelinowych stwarzają dogodne warunki do migracji zanieczyszczeń zarówno z powierzchni terenu, a następnie dalej w obrębie warstwy wodonośnej. Wody wgłębne, lepiej izolowane od powierzchni terenu, są na ogół dobrej i bardzo dobrej jakości. Trzeba jednak podkreślić fakt, że aktualnie brak jest rozpoznania skali czasowej dla oceny migracji obecnie zanieczyszczonych wód płytkiego krążenia do wód wgłębnych.

Z rozpoznania warunków hydrogeologicznych na obszarze kraju oraz z badań monitoringu jakości wód podziemnych wynika, że antropogeniczne zanieczyszczenia wód podziemnych występują przede wszystkim w rejonach intensywnego gospodarowania zarówno w sferze przemysłowej, komunalnej, jak i rolniczej. Zanieczyszczenia te obserwowane są przede wszystkim w wodach płytkich poziomów wodonośnych.

Głównym zagrożeniem jakości wód podziemnych są zanieczyszczenia obszarowe powodowane przez:

- chemizację rolnictwa i leśnictwa (stosowanie nadmiernych dawek nawozów mineralnych oraz chemicznych środków ochrony roślin),
- niewłaściwe stosowanie nawozów naturalnych w tym gnojowicy,
- brak systemów kanalizacyjnych, niedostateczną liczbę i skuteczność oczyszczalni ścieków,
- nieodpowiednio przygotowane składowiska odpadów, zwłaszcza niebezpiecznych, a także wylewiska odpadów płynnych,
- nieszczelne zbiorniki ściekowe,
- zanieczyszczenia atmosfery (emisja gazów i pyłów – kwaśne deszcze).

Dużym zagrożeniem jakości wód podziemnych są rozproszone na terenie całego kraju punktowe ogniska zanieczyszczeń, np. niewłaściwie zaprojektowane i wykonane magazyny środków chemicznych, stacje benzynowe itp. Ponadto istotne zagrożenie, jeżeli chodzi o jakość i ilość wód podziemnych, stwarza przemysł wydobywczy – górnictwo. Z jednej strony jest to ubożenie zasobów



Regiony hydrogeologiczne
i użytkowe poziomy wodonośne:

- Kutnowski (wapienie (sz-k) jurajskie)
- Łódzki (piaski (p) kredowe)
- Lubelsko-podlaski (opoki i margle (sz) kredowe; wapienie (sz) jurajskie)
- Nidziański (margle i wapienie (sz) kredowe)
- Śląsko-krakowski (wapienie (sz-k) i piaskowce (sz-p) Jury; wapienie (sz-k), piaskowce i piaski (sz-p) Triasu)
- Śródkowo-małopolski (wapienie i dolomity (sz-k) paleozoiku; wapienie (sz-k) i piaskowce (sz) Jury)
- Gdański (piaski (p) kredowe)
- Mazowiecki (piaski (p) trzeciorzędowe)
- Mazurski (piaski (p) trzeciorzędowe i skały węglanowe (sz) kredowe)
- Mazursko-podlaski (piaski i żwiry (p) czwartorzędowe)
- Pomorski (piaski (p) trzeciorzędowe)
- Wielkopolski (piaski (p) trzeciorzędowe)
- Karpacki (piaskowce i łupki fliszowe (sz) trzeciorzędowo-kredowe; wapienie i dolomity (sz-k) eoceńsko-triasowe)
- Przedkarpacki (piaski i żwiry (p) czwartorzędowe)
- Sudecki (piaskowce (sz-p) Kredy i Karbonu; wapienie i dolomity (sz) Trasu)
- Wrocławski (piaski (p) trzeciorzędowe)
- Granica występowania zbiorników czwartorzędowych
- Brak poziomu wodonośnego
- Zbiorniki wód podziemnych w utworach czwartorzędowych

Poziomy wodonośne: szczelinowe (sz), porowe (p), szczelinowo-krasowe (sz-k), szczelinowo-porowe (sz-p)

Rys. 3.3.18. Główne regiony hydrogeologiczne i ich środowisko wodonośne



Rys. 3.3.19. Przeobrażenia wód podziemnych pod wpływem intensywnej eksploatacji i zanieczyszczeń

wody w wyniku odwadniania górotworu wokół wyrobisk górniczych, z drugiej zaś uruchomienie procesów migracji zanieczyszczeń z powierzchni terenu oraz procesów ascenzji zasolonych wód wglębnych.

Obszary zmian warunków hydrogeologicznych i występowanie zanieczyszczonych obszarów na terenie kraju oraz przeobrażeń wód podziemnych przedstawiono na rysunku 3.3.19. Do rejonów o największych przeobrażeniach wód podziemnych w zakresie zmian układów hydrodynamicznych i zasobowych należy zaliczyć obszary górnictwa węglowego na Górnym i Dolnym Śląsku, rejon kopalń węgla brunatnego, rud miedzi i siarki. Zmiany jakości wód podziemnych, w szczególności w płytkich poziomach wodonośnych, obserwowane są w dużych aglomeracjach miejskich i miejsko-przemysłowych (Warszawy, Trójmiasta, Łodzi, Poznania, Górnego Śląska i in.).

3.3.6.3. Ocena jakości wód podziemnych

Ogólną ocenę jakości wód badanych w sieci krajowego monitoringu przeprowadzono na podstawie kryteriów (37 wskaźników) określonych

w klasyfikacji jakości zwykłych wód podziemnych na potrzeby monitoringu środowiska, zalecanej przez PIOŚ (tabela 3.3.13.).

Rozmieszczenie punktów obserwacyjnych i jakość badanych wód w podziale na wody gruntowe i wglębne przedstawiono na rysunkach 3.3.20 i 3.3.21.

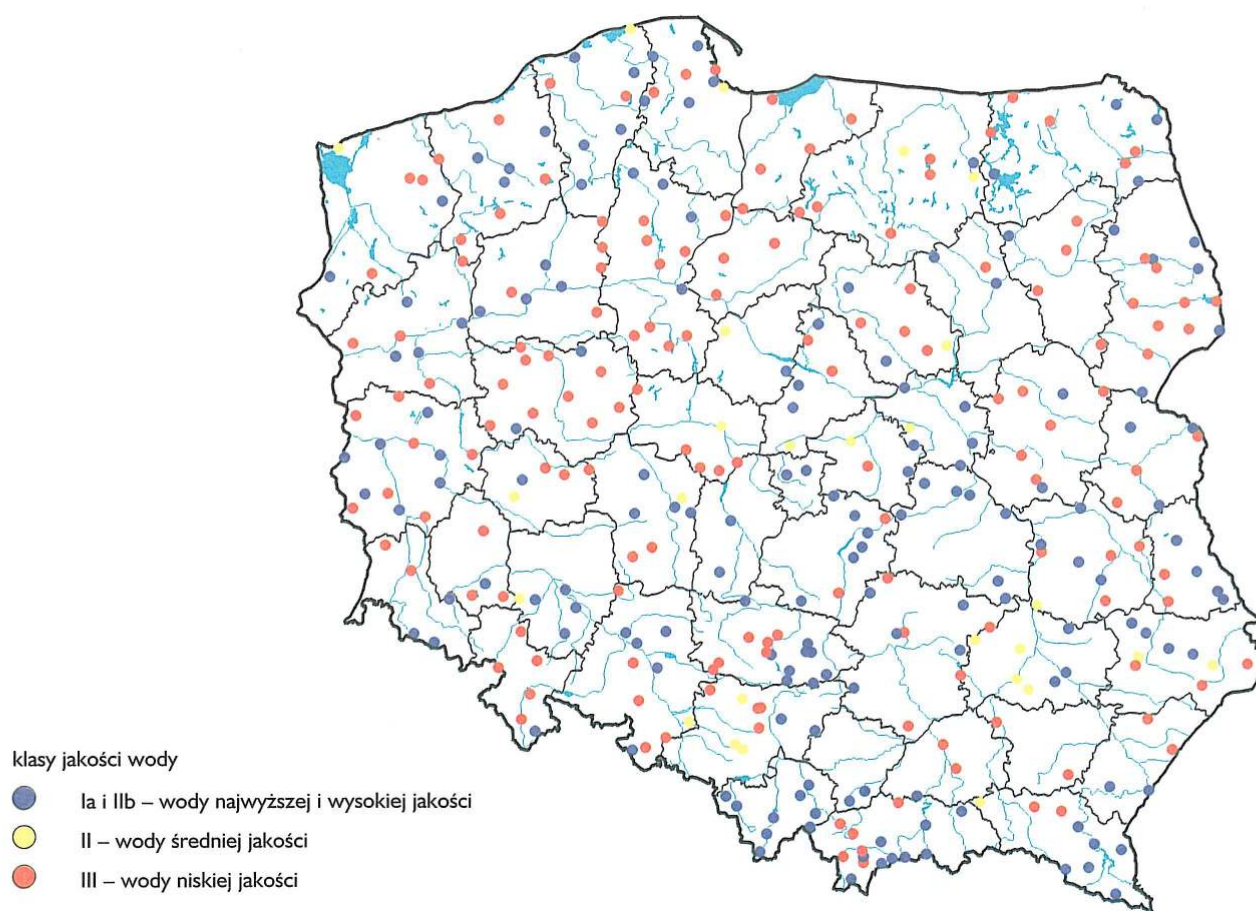
Z zestawienia ocen uzyskanych w latach 1991 – 1996 wynika, że wody wglębne wyróżniają się zdecydowanie lepszą i trwalszą jakością. Udział wód o najwyższej i wysokiej jakości (Ia + Ib) mieścił się w przedziale 54% – 67%, natomiast wód o średniej jakości (II) w przedziale 14% – 26%. Wody o niskiej jakości (III) stanowiły 15% – 23% badanych wód. Obniżenie jakości spowodowane było w większym stopniu czynnikami geogenicznymi (żelazo, mangan, twardość, barwa, azot amonowy,) niż czynnikami antropogenicznymi. Odpowiednie oceny dla wód gruntowych mieściły się w przedziałach odpowiednio: klasa Ia+Ib od 43% do 51%; klasa II od 6% do 12%; a klasa III od 39% do 49%. Na jakość wód gruntowych istotny wpływ miał sposób użytkowania i zagospodarowania terenu. Do głównych wskaźników obniżających jakość wód gruntowych należy zaliczyć: azotyny i azotany występujące często w stężeniach wysokich i ponadnormatywnych, fosforany, potas,

Rok (ilość prób)	Udział wód danej klasy jakości* (%)								
	Wody gruntowe			Wody wglębne			Wody wglębne + gruntowe		
	Ia + Ib	II	III	Ia + Ib	II	III	Ia + Ib	II	III
1991 (930)	43,5	6,6	49,9	62,5	14,1	23,0	50,6	9,3	40,1
1992 (965)	46,7	9,2	44,1	64,5	17,4	18,1	53,7	12,4	33,9
1993 (692)	51,3	9,4	39,3	67,2	17,3	15,5	57,2	12,6	29,8
1994 (714)	47,2	12,6	40,2	54,3	26,7	19,0	49,8	18,9	31,3
1995 (696)	49,6	8,0	42,4	61,7	20,6	17,7	54,9	13,6	31,5
1996 (676)	48,4	9,6	42,0	66,0	17,0	17,0	56,2	12,9	30,9

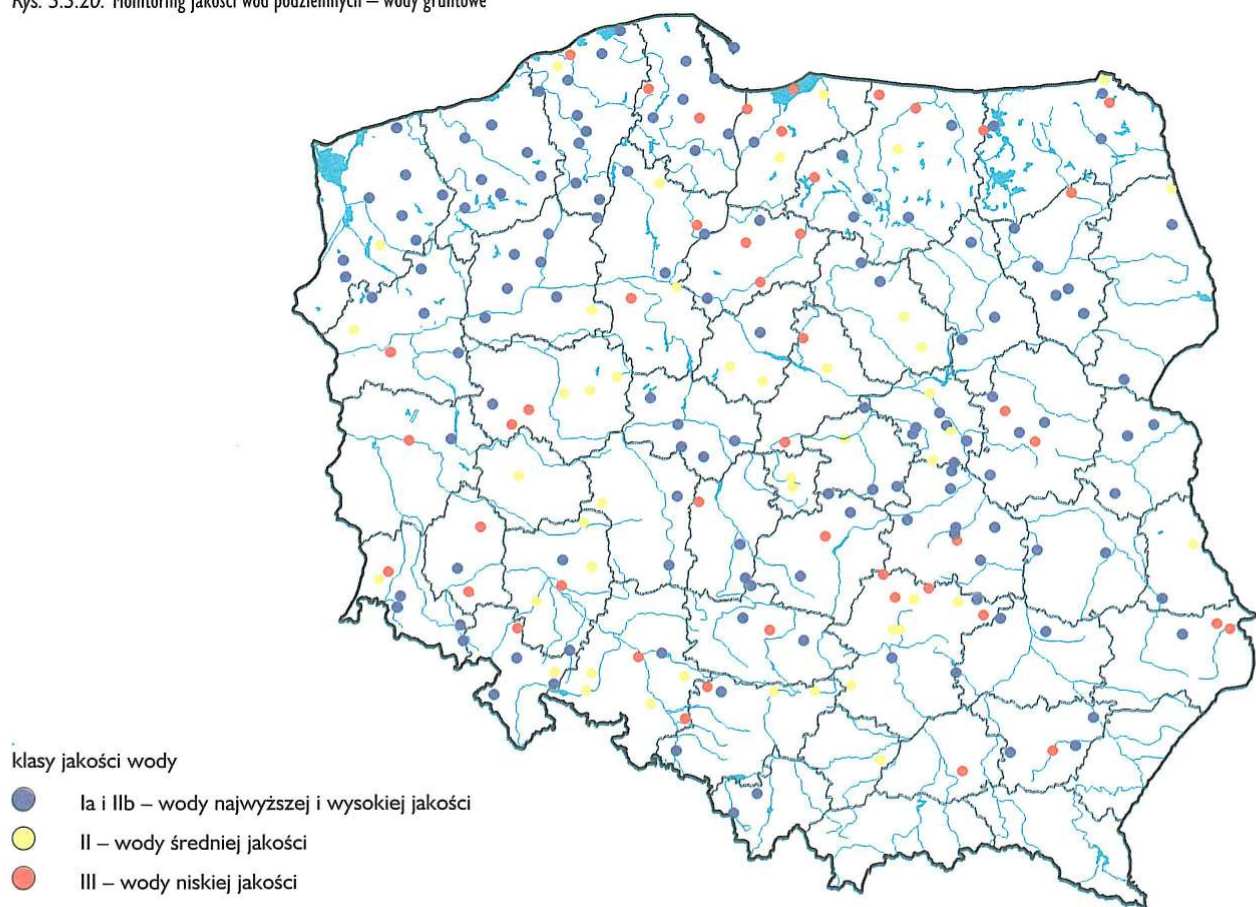
Tabela 3.3.13.

Jakość wód podziemnych wg wyników badań monitoringowych

* Klasy wód: Ia – wody najwyższej jakości; Ib – wody wysokiej jakości; II – wody o średniej jakości; III – wody o niskiej jakości.



Rys. 3.3.20. Monitoring jakości wód podziemnych – wody gruntowe



Rys. 3.3.21. Monitoring jakości wód podziemnych – wody głębokie

żelazo i mineralizację (sumę substancji rozpuszczonych). Wody tych poziomów, zwłaszcza o charakterze szczelinowym, szczelinowo-krasowym i szczelinowo-porowym, są pod wpływem wielko-przestrzennych imisji pyłów i gazów. Tym, m.in. można tłumaczyć podwyższone i wysokie zawartości związków azotowych w wodach gruntowych. Można przewidywać, że zanieczyszczenia wód płytkiego krążenia, stwierdzane obecnie na wielu obszarach kraju, mogą powodować także, w trudnym do przewidzenia terminie, obniżenie jakości wód w głębinnych.

Z porównania wyników badań uzyskanych w latach 1991-1996 wynika, że jakość badanych wód nie uległa istotnym zmianom w tym okresie badawczym. Udział wód o najwyższej i wysokiej jakości wynosił około 54%, wód o średniej jakości około 13%, a wód o niskiej jakości około 33%. Na podkreślenie zasługuje fakt, że udział metali z grupy metali toksycznych, w zakresie stężeń odpowiadających wodzie o niskiej jakości (klasa III), był niewielki i nie przekraczał 3% badanych prób wody.

3.3.7. WNIOSKI

W analizowanym okresie zaobserwowano systematyczną chociaż bardzo zróżnicowaną poprawę jakości wód. Najwyraźniejszą poprawę zaobserwowano w odniesieniu do wód powierzchniowych płynących. Udział odcinków kontrolowanych rzek o jakości nieodpowiadającej normom (klasa non) zmniejszył się wg kryterium wskaźników obligatoryjnych z 21,2% w 1993 r. do 11,1% w 1996 r. zaś według kryterium sanitarnego, uznanego jako pomocnicze przy ocenie jakości wód, zmniejszył się z 88,5% w 1993 r. do 83,0% w 1996 r. Zasolenie wód rzecznych nie uległo niestety istotnej poprawie. Jakość wód jeziornych ocenia się nadal jako złą. Pomimo zmniejszenia antropopresji, w tym wyeliminowania dopływu zanieczyszczeń ze źródeł punktowych, przede wszystkim niedostatecznie oczyszczonych lub nieoczyszczonych ścieków komunalnych i przemysłowych, stan czystości tych wód zmienia się bardzo powoli. W jeziorach zanieczyszczanych poprzednio ściekami wartość niektórych wskaźników jakości wody ulega pogorszeniu ze względu na wpływ na czystość wód zalegających osadów dennych. Dzieje

się tak na ogół przy jednoczesnej zasadniczej poprawie wskaźników sanitarnych. Obserwowana jest stopniowa poprawa jakości wód Morza Bałtyckiego. Uległy zmniejszeniu stężenia azotanów i fosforanów w wodach morskich t.j. substancji odpowiedzialnych za zakwity glonów. Nadal obserwowane są głębokie deficyty tlenowe w Głębiach: Bornholmskiej, Gotlandzkiej i Gdańskiej pogłębiane przez braki wlewów wód oceanicznych do Bałtyku (ostatni duży wlew nastąpił w 1993 r.). Nastąpiła również wyraźna poprawa stanu sanitarnego wód morskich. Jakość wód podziemnych nie uległa istotnym zmianom. Wody w głębinie są znacznie lepszej jakości od wód gruntowych. Wody podziemne charakteryzują się stabilnym składem chemicznym i mniejszą podatnością na zanieczyszczenia, a ich jakość jest znacznie wyższa od jakości wód powierzchniowych. Z tego też względu wody podziemne, jako źródło zaopatrzenia ludności w wodę pitną, powinny być szczególnie chronione przed wpływem czynników antropogenicznych. Wody o niskiej jakości (klasa III) są rejestrowane głównie w płytkich, słabo izolowanych poziomach wodonośnych, z których jest zaopatrywana znaczna część wsi i obszarów podmiejskich.

Poprawa stanu czystości wód powierzchniowych płynących oraz Bałtyku szczególnie w odniesieniu do wskaźników fizykochemicznych jest rezultatem istotnego ograniczenia w ostatnich latach ładunków zanieczyszczeń odprowadzanych do rzek w wyniku realizacji szeroko zakrojonego programu inwestycyjnego. Budowa setek nowych i modernizacja wielu istniejących oczyszczalni ścieków pochodzących ze źródeł komunalnych i przemysłowych, zmniejszenie zużycia wody i spadek ilości ścieków, zarówno ścieków ogółem, jak i ścieków nieoczyszczanych, zwiększony stopień usuwania substancji biogennych oraz zmiany struktury produkcji przemysłowej sprzyjają przywracaniu równowagi przyrodniczej w środowisku wodnym. Niestety działania te nie objęły jeszcze wielu największych źródeł komunalnych.

Kontynuacja korzystnego trendu poprawy stanu czystości wód powierzchniowych jest uzależniona od realizacji wysoko efektywnych, z usuwaniem substancji biogennych, oczyszczalni ścieków szczególnie w dużych miastach i zakładach przemysłowych. Konieczna będzie również kontynuacja

zmian technologicznych w zakładach przemysłowych ukierunkowanych na dalsze ograniczenie i racjonalizację zużycia wody oraz zmniejszanie ścieków i odprowadzanych w nich ładunków zanieczyszczeń.

Znaczącym źródłem związków azotu wprowadzanych do wód powierzchniowych są zanieczyszczenia obszarowe. Podstawowe znaczenie mają tu tereny rolnicze, z których pochodzi około 65% związków azotowych (wskaźnik azotu ogólnego). Konieczne jest rozwinięcie na szerszą niż dotychczas skalę programów sanitacji wsi i miejskich terenów nieskanalizowanych. Brak kanalizacji sanitarnych, zwłaszcza na terenach korzystających z wodociągów sieciowych, powoduje z reguły problemy o charakterze lokalnym, ale bardzo silnie determinujące stan czystości małych cieków wód powierzchniowych, zasilających większe rzeki oraz wód podziemnych.

Nie został rozwiązany problem zasolenia wód. Jego rozwiązanie wymaga dalszego ograniczenia zrzutów do rzek zasolonych wód kopalnianych.

Obserwuje się również stabilizację jakości wód gruntowych (płytkiego krążenia). Obserwowany w 1996 r. wzrost ilości wód zaliczanych do trzeciej klasy czystości spowodowany był zwiększoną ilością opadów i związanym z tym zwiększonym zasilaniem płytko zalegających i słabo izolowanych utworów wodonośnych. Poprawa jakości związana jest z ograniczeniem emisji zanieczyszczeń ze źródeł przemysłowych jak również z restrukturyzacją rolnictwa. Ograniczenie zużycia nawozów mineralnych oraz intensywnych upraw wielkoobszarowych zaowocowało zmniejszeniem się stężeń związków azotowych, które do tej pory powodowały pogorszenie jakości wód gruntowych. W celu uzyskania dalszej poprawy jakości wód gruntowych konieczna jest poprawa sanitacji wsi i obszarów podmiejskich. Wody wgłębne dobrze izolowane generalnie nie wykazują obniżenia jakości spowodowanego czynnikami antropogenicznymi. Obniżenie jakości wód wgłębnych spowodowane jest głównie podwyższoną zawartością takich naturalnych wskaźników jak żelazo, mangan, twardość ogólna, mineralizacja i barwa tj. wskaźników o charakterze geogenicznym. Zachodzi obawa, że w wyniku procesów migracji zanieczyszczonych wód gruntowych jakość wód wgłębnych może ulegać pogorszeniu.

Ponadto mogą występować zagrożenia zanieczyszczenia wód powierzchniowych, podziemnych oraz Morza Bałtyckiego na skutek występujących nadzwyczajnych zagrożeń środowiska (NZŚ) związanych z uwolnieniem do środowiska substancji niebezpiecznych. Podejmowane działania prewencyjne w znacznym stopniu ograniczają prawdopodobieństwo wystąpienia przypadków NZŚ, jednak z uwagi na charakter tych zdarzeń całkowite ich wyeliminowanie nie jest możliwe.

3.4. HAŁAS

3.4.1. INFORMACJE OGÓLNE

Hałas pochodzenia antropogenicznego występujący w środowisku można podzielić na dwie podstawowe kategorie:

- hałas komunikacyjny, w tym: drogowy, kolejowy i lotniczy (podczas rozpatrywania specyficznych zagadnień akustyki środowiska miejskiego często używa się pojęcia „hałas uliczny”, jako synonimu hałasu drogowego; przy czym należy pamiętać, że na „hałas uliczny” mogą składać się, jako jego niewyróżnialne składniki inne rodzaje oddziaływań akustycznych, np. hałas powodowany przez tramwaje),
- hałas przemysłowy.

Podstawowym technicznym wskaźnikiem oceny poziomu hałasu w środowisku, lub ogólnej oceny stanu klimatu akustycznego środowiska, jest tzw. równoważny poziom hałasu – $L_{Aeq,T}$, wyrażany w decybelach (dB).

Do ogólnych porównawczych ocen klimatu akustycznego na większych obszarach zastosowano w niniejszym raporcie również pewne wskaźniki syntetyczne, takie jak:

- wskaźnik ludności obszaru (miasta itp.) zagrożonej ponadnormatywnym hałasem komunikacyjnym;
- wskaźnik powierzchni terenu zagrożonego ponadnormatywnym hałasem;
- rozkład poziomów hałasu;
- wskaźnik presji motoryzacji na środowisko (stosowany do ocen generalnych), łączący gęstość dróg kołowych na danym obszarze ze zmierzonymi średnioważonymi natężeniami ruchu kołowego.

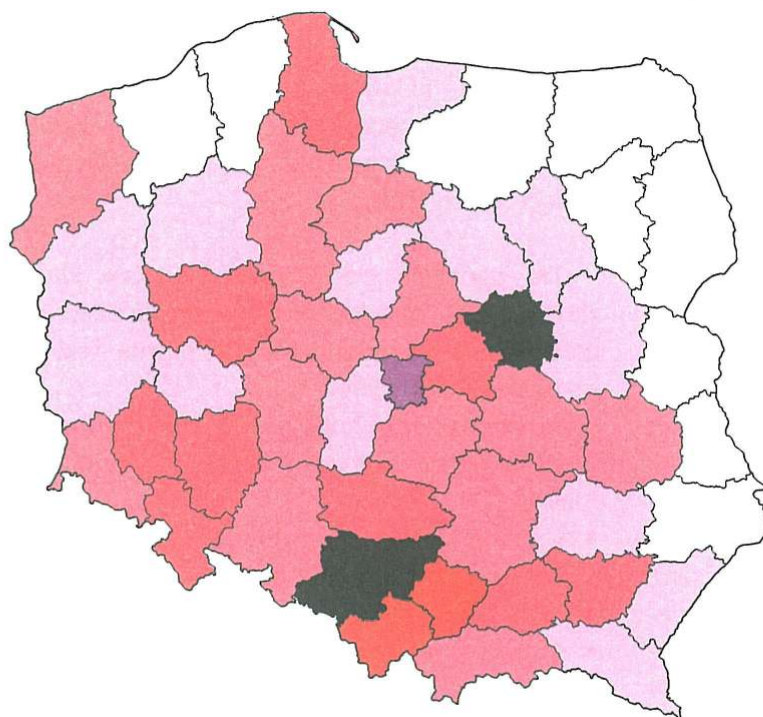
Wskaźnik presji motoryzacji został opracowany w celu umożliwienia porównywania poszczególnych rejonów i ma charakter względny. Zakłada on, iż poziom zagrożenia klimatu akustycznego jest proporcjonalny do presji motoryzacji na środowisko.

Prezentowana dalej ocena stanu klimatu akustycznego i zagrożenia środowiska ponadnormalnym hałasem, oparta została przede wszystkim o wyniki badań i obserwacji prowadzonych w ramach działającego w ramach Państwowego Monitoringu Środowiska od roku 1992 „Systemu kontrolowania i ewidencji obiektów emitujących hałas”.

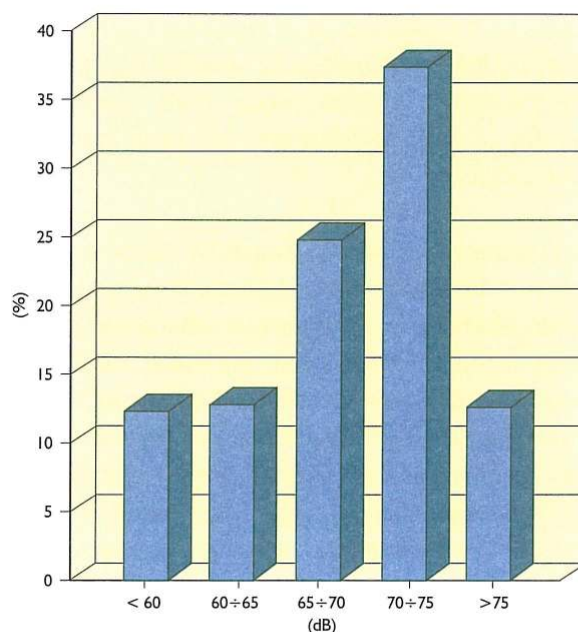
3.4.2. OCENA STANU KLIMATU AKUSTYCZNEGO W KRAJU

3.4.2.1. Hałas drogowy

Stopień obciążenia środowiska hałasem drogowym jest zróżnicowany przestrzennie. Najbardziej niekorzystna sytuacja pod względem presji komunikacji drogowej występuje w trzech województwach takich jak: warszawskie, katowickie, łódzkie (rys. 3.4.1), przy czym w województwie katowickim presja ta jest zdecydowanie największa.



Rys. 3.4.1. Zagrożenie środowiska hałasem drogowym w Polsce wyrażone wskaźnikiem presji motoryzacji



Rys. 3.4.2. Częstość występowania poszczególnych poziomów hałasu drogowego

Największe uciążliwości hałasowe obserwuje się w miastach. Na podstawie wyników badań gromadzonych przy opracowywaniu planów akustycznych miast można przyjąć, że w porze dziennej średni równoważny poziom hałasu w środowisku miejskim wynosi $L_{Aeq,dzień} = 72,4$ dB. Poziom hałasu drogowego w bezpośrednim sąsiedztwie źródeł, w przeważającej większości analizowanych przypadków (około 60%) zawiera się w granicach 65-75 dB (rys. 3.4.2) i wykazuje znaczną zmienność w ciągu doby.

Uogólnione wyniki badań hałasu wskazują, że hałasem drogowym zagrożonych jest: 9 mln $\pm$ 1,7 mln mieszkańców miast i 4,5 mln $\pm$ 1,2 mln mieszkańców terenów wiejskich.

Dodatkowo rozkład potencjalnego zagrożenia hałasem drogowym w Polsce, w szczególności w odniesieniu do krajowych i wojewódzkich dróg pozamiejskich, z podziałem na województwa, scharakteryzowano za pomocą względnych wartości wskaźnika presji motoryzacji na środowisko, i zilustrowano na rysunku 3.4.1 w odniesieniu do wartości minimalnej (woj. suwalskie).

W ramach ocen narażenia na hałas uliczny rozpatruje się także zagrożenie hałasem tramwajowym. Oszacowano, iż na hałas emitowany przez tramwaje narażonych jest obecnie (łącznie z hałasem emitowanym przez samochody) co najmniej 2,6 mln mieszkańców 14 aglomeracji.

Ze względu na przewidywane podjęcie w Polsce realizacji programu budowy autostrad przeprowadzono również pomiary monitoringowe rozprzestrzeniania się hałasu emitowanego w otoczeniu kilku istniejących już odcinków autostrad oraz dróg ekspresowych. Wyniki tych badań wskazują, iż przeciętna wartość równoważnych poziomów dźwięku (L_{Aeq}), w przyjętej jako standardowa, odległości 7,5 m od arterii wynosiła $L_{Aeq} = 73,7$ dB.

Szacuje się, odnosząc ocenę zagrożenia do 1 km bieżącej długości trasy, że powierzchnia terenu zagrożonego hałasem wzdłuż tych dróg wynosi:

- w porze dziennej:
 - $L_{Aeq} > 70$ dB – 0,03 km²/km długości trasy,
 - $L_{Aeq} = 60-70$ dB – 0,06 km²/km długości trasy,
 - $L_{Aeq} = 55-60$ dB – 0,21 km²/km długości trasy;
- w porze nocnej – przy zaokrągleniu kryteriów oceny o 10 dB – zagrożonych w różnym

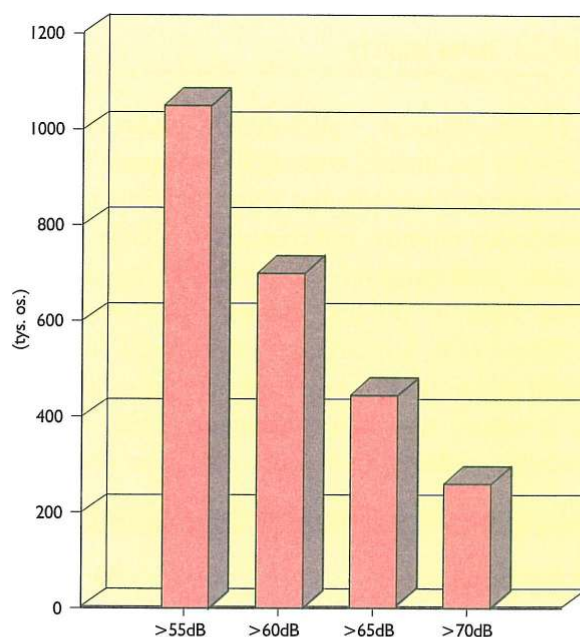
stopniu hałasem o poziomie $L_{Aeq} > 50$ dB będzie ca 0,5 km²/km długości trasy.

3.4.2.2. Hałas kolejowy

Liczba osób zagrożonych hałasem kolejowym, jak szacuje się na podstawie wyników najnowszszych badań przekracza 1 milion (tab. 3.4.1 i rys. 3.4.3 oraz 3.4.4).

Hałas kolejowy od szeregu lat utrzymuje się w zasadzie na tym samym poziomie, z lokalnymi, niekorzystnymi zmianami ze względu na pogarszający się stan infrastruktury.

W ostatnim okresie Polskie Koleje Państwowe (PKP) podjęły pracę nad modernizacją i przebudową najważniejszych połączeń kolejowych, dostosowując je do standardów międzynarodowych. Modernizacja szlaków kolejowych powoduje, jak wskazują wyniki pomiarów, obniżenie poziomu hałasu kolejowego o 3-6 dB.



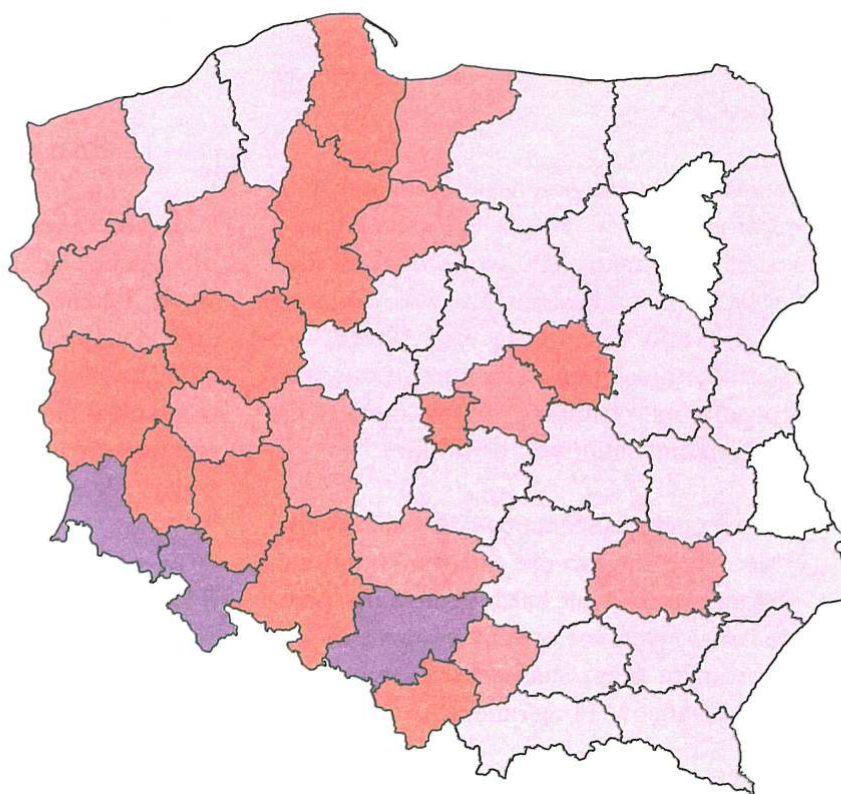
Rys. 3.4.3. Liczba osób narażona na hałas kolejowy w 1996 r.

Równoważny poziom hałasu (dB)	Liczba osób zagrożona hałasem kolejowym (tys.)
> 70	233,7
> 65	421,2
> 60	688,7
> 55	1020,7

Tabela 3.4.1.

Zagrożenie
ludności Polski
hałasem
kolejowym

Odsetek mieszkańców województwa zagrożonych hałasem



Rys. 3.4.4. Zagrożenie hałasem kolejowym

3.4.2.3. Hałas lotniczy

Hałas lotniczy, jakkolwiek uciążliwy dla otoczenia ma przede wszystkim znaczenie lokalne. Szczególnie narażeni na jego oddziaływanie są mieszkańcy terenów położonych w pobliżu dużych lotnisk, obsługujących komunikację międzynarodową oraz w pobliżu lotnisk wojskowych lub użytkowanych wspólnie z jednostkami lotnictwa wojskowego (samoloty wojskowe charakteryzują się z reguły wysokim poziomem emisji hałasu). Pozostałe obiekty (aerokluby, lotniska sanitarne)

oddziałują na otoczenie w znacznie mniejszym stopniu, jakkolwiek ich uciążliwość w niektórych przypadkach rośnie, wraz ze wzrostem natężenia ruchu lotniczego na tych obiektach. Powierzchnia terenów zagrożonych hałasem lotniczym, wyznaczana przez izofonę 50 dB sięga wokół głównych polskich lotnisk komunikacyjnych (w Warszawie i Krakowie) kilkudziesięciu km² (tab. 3.4.2 i 3.4.3). Zagrożenie hałasem wokół pozostałych objętych badaniami lotnisk w kraju (komunikacyjnych oraz wojskowych) pokazano na rysunku 3.4.5.

Izofona, dB	50	55	60	65	70
Powierzchnia terenu ekspozycja na hałas lotniczy, km ²	50,2	22,4	10,3	5,0	2,4

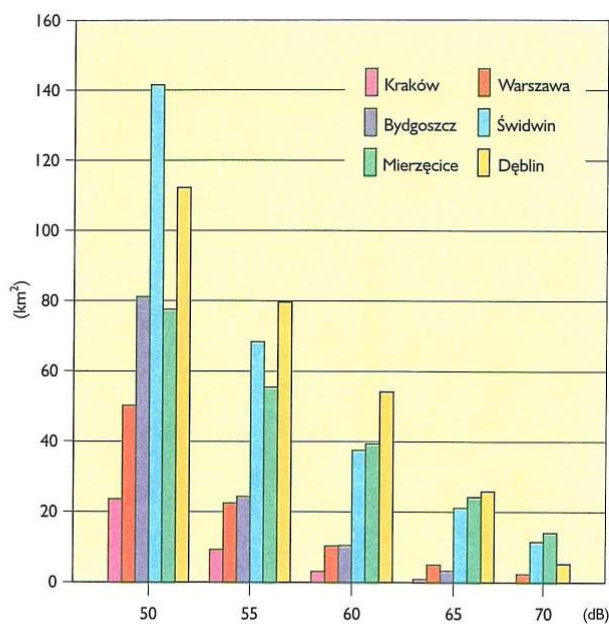
Tabela 3.4.2.

Tereny zagrożone hałasem wokół lotniska Warszawa-Okęcie (ocena całoroczna)

Izofona, dB	50	55	60	65
Powierzchnia zagrożona w porze dziennej, km ²	23,6	9,3	3,1	0,9
Powierzchnia zagrożona w porze nocnej, km ²	571,5	206,4	49,0	16,1

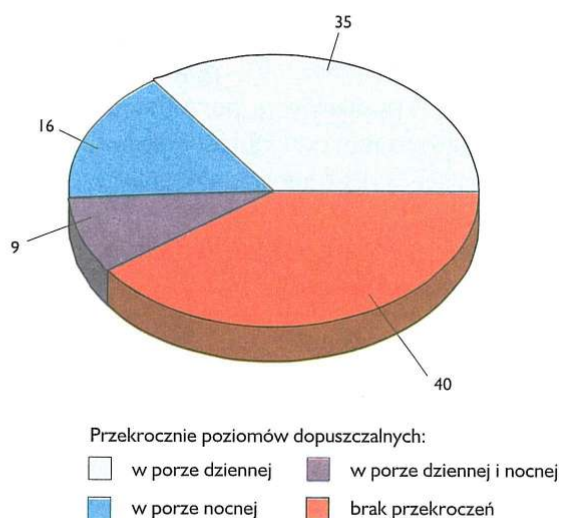
Tabela 3.4.3.

Tereny zagrożone hałasem lotniczym wokół lotniska Kraków-Balice (czas/odniesienia – 8 godz. dla pory dziennej i 0,5 godz. dla pory nocnej)



Rys. 3.4.5. Powierzchnia objęta krzywą jednakowego poziomu dźwięku dla wybranych lotnisk w kraju (dla 8 godzin pory dziennej)

W ostatnich latach zanotowano w świecie znaczny postęp w ograniczaniu uciążliwości hałasowej dużych samolotów lotnictwa cywilnego. Również polskie lotnictwo cywilne wyposażane jest sukcesywnie w nowoczesny sprzęt o coraz niższej emisji hałasu, spełniający międzynarodowe wymagania w tym zakresie, co ogranicza uciążliwość lotnisk obsługujących połączenia pasażerskie, zarówno w komunikacji krajowej, jak i międzynarodowej. Niemniej na podstawie wstępnych badań monitoringowych przeprowadzonych na lotnisku Warszawa – Okęcie można jednak stwierdzić, że w jego otoczeniu występują obszary o dużym stopniu zagrożenia hałasem. Zagrożenie hałasem sygnalizują również mapy akustyczne opraco-



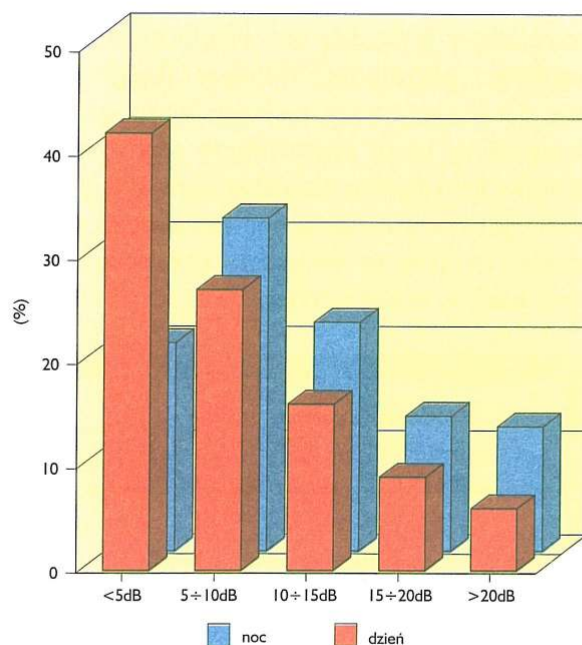
Rys. 3.4.7. Wyniki badań hałasu przemysłowego w latach 1992-1996 (%)

wane dla większości pozostałych lotnisk komunikacyjnych w Polsce. Ruch lotniczy na tych obiektach jest jeszcze stosunkowo mało intensywny, niemniej jednak obserwowane tendencje do jego szybkiego rozwoju mogą spowodować pogorszenie się klimatu akustycznego w ich pobliżu.

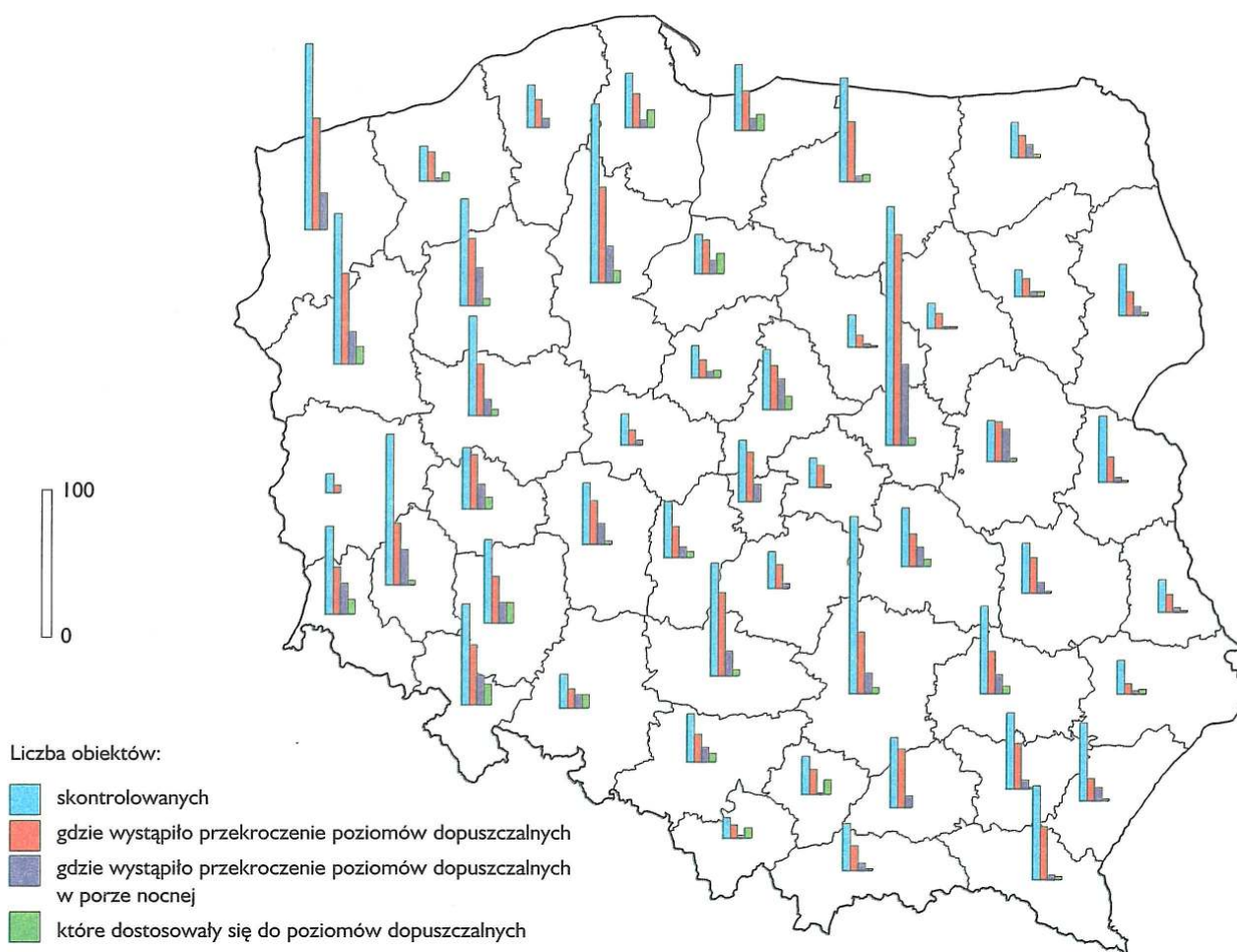
W Polsce, podobnie jak w krajach bardziej rozwiniętych, pojawia się również problem zagrożenia klimatu akustycznego ze strony lotnictwa: sportowego i dyspozycyjnego, sanitarnego oraz turystycznego (loty widokowe itp.). Samoloty tego typu operują z reguły na stosunkowo małych wysokościach, a ich lądowiska lokalizuje się często w pobliżu zabudowy wymagającej ochrony przed hałasem, np. mieszkaniowej. Zjawisko to nie jest jeszcze rozpoznane w stopniu, umożliwiającym jego ujęcie liczbowe. Niemniej notuje się coraz większą liczbę skarg na tego typu uciążliwości.

3.4.2.4. Hałas przemysłowy

Hałas przemysłowy, obok hałasu drogowego (ulicznego), lotniczego i kolejowego decyduje o ogólnym poziomie uciążliwości hałasowej w skali kraju. Szczególnie uciążliwe są stacjonarne źródła hałasu (obiekty przemysłowe i usługowe) położone w pobliżu budynków mieszkalnych, stanowiąc jedną z głównych przyczyn skarg w tym zakresie.



Rys. 3.4.8. Procentowy rozkład przekroczeń poziomów dopuszczalnych hałasu przemysłowego



Rys. 3.4.6. Wyniki działalności kontrolno-pomiarowej w zakresie hałasu przemysłowego

Pomiary kontrolne hałasu przeprowadzane w latach 1992-1996 przez Państwową Inspekcję Ochrony Środowiska prezentuje rys. 3.4.6. W 60% przypadków wykazują one przekroczenia normatywnych poziomów dopuszczalnego hałasu (rys. 3.4.7), przy czym niektóre źródła hałasu postrzegane są przez mieszkańców okolicznych budynków jako bardzo uciążliwe nawet w przypadkach, gdy nie powodują one formalnego przekroczenia. Dotyczy to zwłaszcza obiektów emitujących hałas w porze nocnej.

Polskie normy w zakresie dopuszczalnego poziomu hałasu w środowisku są stosunkowo restrykcyjne. Wiele obiektów nie jest w związku z tym w stanie ograniczyć emitowanego hałasu nawet stosując dodatkowe urządzenia, bądź instalacje ochronne. Pośrednio potwierdzają to dane dotyczące skali przekroczeń. W przypadkach naruszeń normy aż prawie 60% pomiarów w porze dziennej i 80% pomiarów w porze nocnej wykazywało przekroczenie od wartości dopuszczalnych przekraczające 5 dB (tabela 3.4.4 i rys. 3.4.8).

Przekroczenie poziomu dopuszczalnego (dB)	Rozkład przekroczeń poziomów dopuszczalnych	
	pora dzienna (%)	pora nocna (%)
<5	42	20
5-10	27	32
10-15	16	22
15-20	9	13
>20	6	12

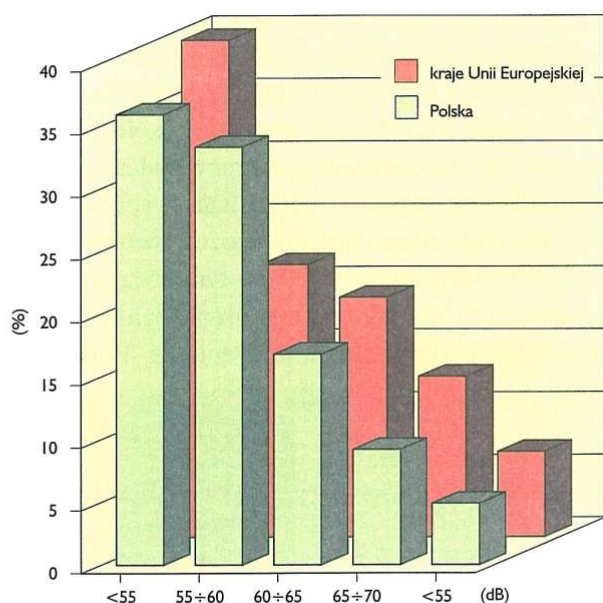
Tabela 3.4.4.

Zarejestrowany rozkład przekroczeń dopuszczalnych poziomów hałasu przemysłowego (lata 1992-1996)

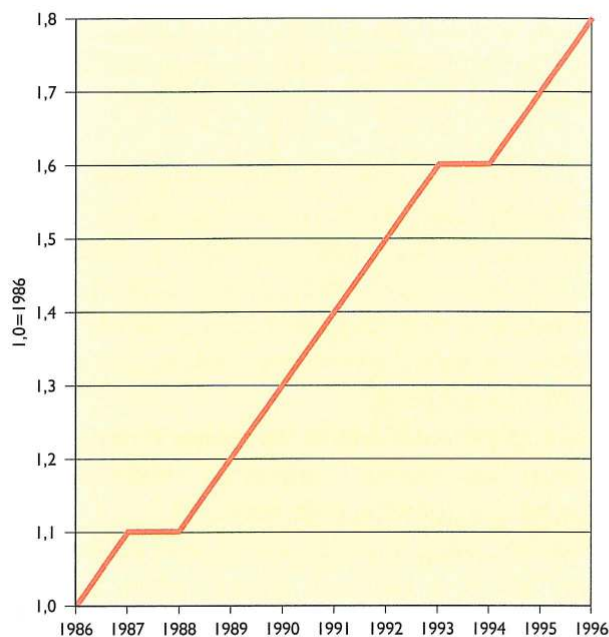
3.4.3. WNIOSKI

Przeprowadzone analizy wskazują, że na stan klimatu akustycznego środowiska Polski na początku lat 90-tych decydujący wpływ miał niezwykle dynamiczny rozwój motoryzacji, wyrażający się dużym przyrostem liczby rejestrowanych samochodów. W następnych latach zanotowano wprowadzenie zmniejszenia dynamiki przyrostu liczby pojazdów rejestrowanych, jednak sięga on nadal 9-10% rocznie, a w liczbach bezwzględnych liczba nowo rejestrowanych pojazdów wzrasta. Jednocześnie na terenie kraju wielokrotnie wzrosło natężenie przewozów towarowych i osobowych transportem samochodowym, zarówno ze względu na wzmocniony ruch lokalny, jak też ruch tranzytowy w komunikacji międzynarodowej. Szacuje się, że w zasięgu uciążliwego oddziaływania hałasu drogowego znajduje się ok. 15 mln osób, a więc około 40% populacji. Poziom narażenia populacji na ponadnormatywny hałas nie odbiega w Polsce zasadniczo od sytuacji w krajach Unii Europejskiej (rys. 3.4.9).

Wzrost potencjalnego zagrożenia hałasem drogowym w Polsce, powodowany trendami rozwoju motoryzacji w ostatnich latach, wyrażają m.in. zmiany syntetycznego wskaźnika *presji motoryzacji na środowisko* (rys. 3.4.10), opracowanego na podstawie wyników tzw. generalnego pomiaru ruchu, wykonywanego co 5 lat. Zagrożenie to potwierdzają wyniki pomiarów. Udział



Rys. 3.4.9. Ekspozycja na hałas mieszkańców Unii Europejskiej i Polski

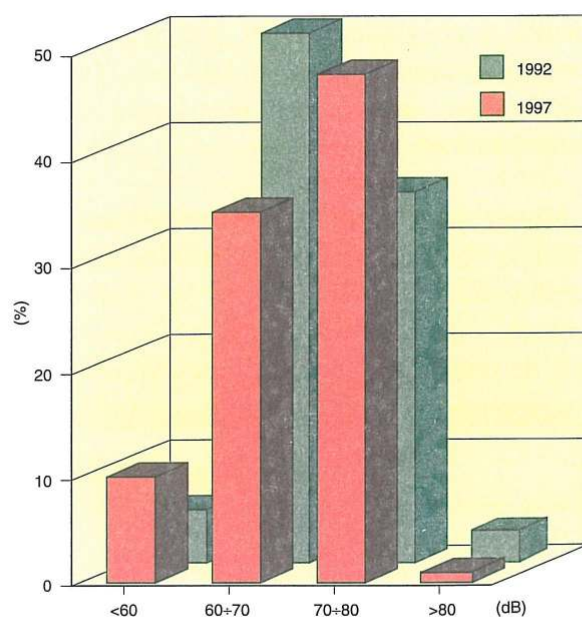


Rys. 3.4.10. Trendy zmian wskaźnika presji motoryzacji na środowisko (na podstawie wzrostu liczby pojazdów) w latach 1986 – 1996

wyników pomiarów wykazujących natężenie hałasu na poziomie 70-80 dB wzrósł w 1997 roku w porównaniu do 1992 roku z blisko 35% do ponad 45% (rys. 3.4.11).

Na szybkość zmian klimatu akustycznego istotny wpływ mają, oprócz wzrostu liczby pojazdów, również inne czynniki, takie jak:

- praktyczne zablokowanie możliwości istotnych przyrostów natężeń ruchu na większości ulic miejskich (z uwagi na ich przepustowość),
- sukcesywne zmniejszanie się poziomów emisji hałasu pojazdów samochodowych; wpływ na to



Rys. 3.4.11. Porównanie rozkładów poziomów hałasu ulicznego dla dwóch okresów czasu

mają w znacznym stopniu wprowadzane w kraju regulacje międzynarodowe (np. Regulaminy EKG ONZ itp.).

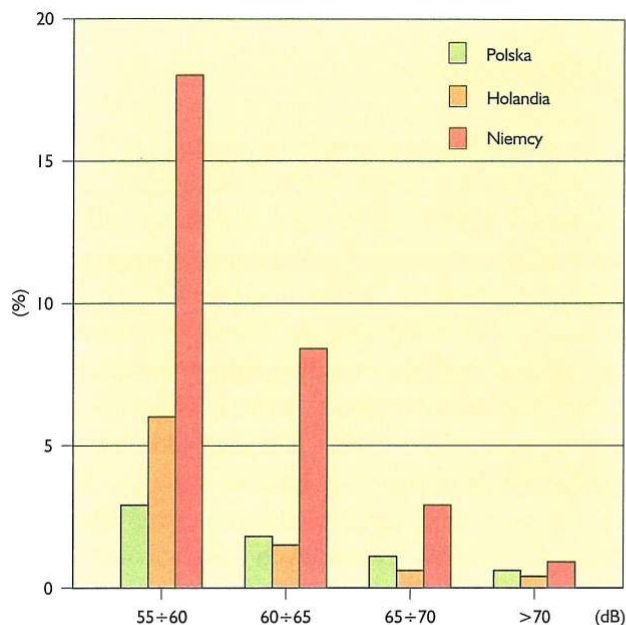
Powoduje to, iż w wielu rejonach miast, w porze dziennej poziomy hałas w zasadzie ustabilizowały się. Ponadto notuje się tendencję zmniejszania się hałasu powodowanego przez transport samochodowy, w szczególności na szlakach z niewielkim udziałem transportu ciężkiego. Z drugiej strony obserwuje się:

- wzrost poziomu hałasu na terenach dotychczas mniej zagrożonych (z uwagi na zwiększanie się ruchu pojazdów na tych terenach),
- wzrost natężenia ruchu, a co za tym idzie poziomu hałasu, w okresach poza szczytem komunikacyjnym, szczególnie w porze nocnej.

Prognozy ruchu na lata następne wskazują, że w stosunku do stanu z roku 1995 należy liczyć się z dalszym wzrostem natężenia ruchu (tab. 3.4.5). Wzrost ten jest proporcjonalny do zmian wskaźnika presji motoryzacji na środowisko, a więc także do wzrostu potencjalnego zagrożenia hałasem, w szczególności na terenach pozamiejskich.

Z drugiej strony ocenia się, że pozytywny wpływ na klimat akustyczny będzie miał, generalnie rzecz biorąc, program budowy autostrad. Ostrożne oszacowania wskazują na możliwość zmniejszenia się w tym przypadku liczby osób zagrożonych ponadnormatywnym hałasem drogowym o co najmniej 15%. Pozytywne efekty powinna przynieść również budowa obwodnic wokół miast, przez które przechodzą obecnie ważniejsze trasy tranzytowe.

Można więc uznać, iż w najbliższych latach w Polsce obserwowana będzie stabilizacja stopnia uciążliwości hałasu ulicznego na już zagrożonych terenach zurbanizowanych, na poziomie zbliżonym do obecnego, przy jednoczesnym stosunko-



Rys. 3.4.12. Odsetek mieszkańców zagrożonych hałasem kolejowym

wo szybkim przyroście powierzchni obszarów, na których zagrożenia takie występują lub mogą występować.

Zagrożenie hałasem kolejowym jest znacznie mniejsze i obejmuje nieco ponad 1 mln osób, co jest sytuacją znacznie lepszą niż występująca w krajach o większej gęstości infrastruktury kolejowej takich jak Holandia czy Niemcy (rys. 3.4.12).

Aktualne trendy rozwoju kolejnictwa w kraju, związane z koniecznością osiągnięcia standardów międzynarodowych w tym zakresie wskazują, iż możliwe jest pewne ograniczenie emisji hałasu z tych źródeł. Poprawa możliwa jest do osiągnięcia przede wszystkim dzięki realizacji programów modernizacji linii kolejowych. Jak wynika z badań, po modernizacji torowiska w rejonie linii kolejowej obserwuje się zmniejszenie poziomów hałasu średnio o 4-6 dB. Ograniczaniu emisji hałasu sprzyja również wymiana taboru kolejowego, utrzymywanie torowisk we właściwym stanie, w tym zwłaszcza szlifowanie szyn, co spowodować może bardzo istotne zmniejszenie emisji hałasu, nawet o ok. 10 dB.

Lata	1995-2000	2000-2005	2005-2010	2010-2015	1995-2015
Wskaźnik wzrostu ruchu proporcjonalny do presji motoryzacji na środowisko	1,31	1,24	1,19	1,16	2,24

Tabela 3.4.5.

Prognozowane zwiększenie potoków ruchu w pozamiejskiej sieci dróg w stosunku do roku 1995

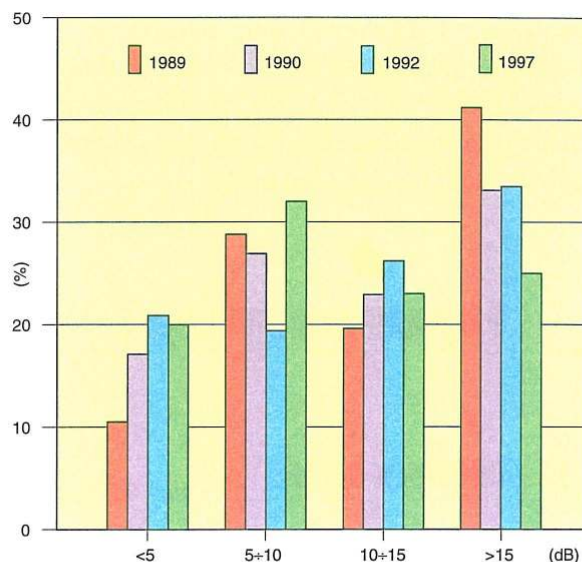
(wg TRANSPROJEKT Warszawa oraz TABLO Warszawa)

Uzyskiwane ograniczenie poziomu emitowanego hałasu nie doprowadzi jednak zapewne do szybkiego zmniejszenia zagrożonej hałasem kolejową populacji. W następnych latach przewidywany jest bowiem wzrost natężenia ruchu kolejowego, zwłaszcza przewozów towarowych oraz stałe zwiększanie prędkości trakcyjnej pociągów, które to czynniki będą najprawdopodobniej niwelować pozytywne efekty przedsięwzięć modernizacyjnych. Należy zwłaszcza zwrócić uwagę na zagrożenie klimatu akustycznego, jakie może wystąpić w przypadku wprowadzenia kolei bardzo szybkich (ponad 250 km/h).

Dlatego też modernizacja linii kolejowych obejmować musi również stosowanie różnorodnych środków ochrony akustycznej (np. ekrany akustyczne wzdłuż torowisk, stosowanie nowoczesnych rozwiązań z dziedziny akustyki budowlanej). Bardzo istotne jest również wyprowadzanie ludzi z budynków mieszkalnych zlokalizowanych w pobliżu torowisk i uniemożliwianie lokowania tam nowych obiektów.

Po wprowadzeniu do eksploatacji nowoczesnego sprzętu latającego nastąpiła pewna stabilizacja w zakresie emisji hałasu lotniczego. Spodziewać się jednak należy rozwoju tej gałęzi transportu w Polsce i narastania zagrożenia hałasem lotniczym, zwłaszcza w rejonach, gdzie dotychczas nie miał on większego znaczenia (otoczenie lotnisk cywilnych lub wykorzystywanych do celów cywilnych w rejonach większych aglomeracji miejskich). Konieczna jest zatem intensyfikacja działań legislacyjnych w zakresie podstaw prawnych ograniczania hałasu lotniczego, w tym zastosowanie w polskim systemie prawnym wymogów odpowiednich dyrektyw UE oraz norm międzynarodowych w tym zakresie.

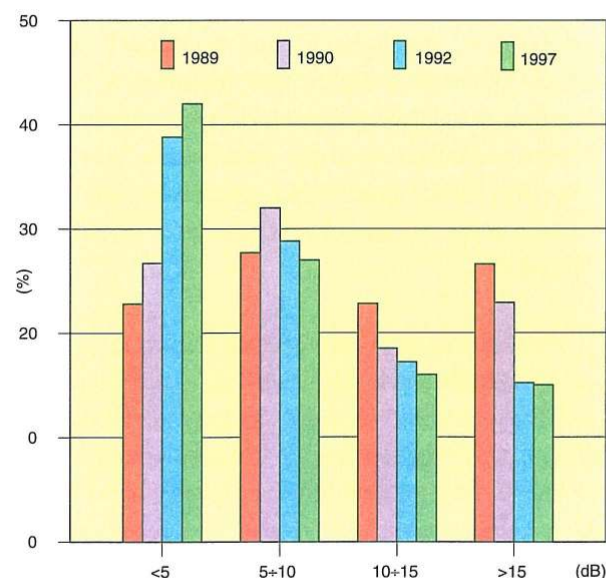
Wyniki pomiarów hałasu przemysłowego, przeprowadzone w latach 1992-1996 wskazują, że przekroczenia dopuszczalnego poziomu hałasu zarejestrowano w czasie 60% pomiarów. Skala tych przekroczeń była jednocześnie znacznie zróżnicowana. Porównanie danych określających mierzone obecnie wielkości odstępstw od dopuszczalnych poziomów hałasu, z danymi zebranymi na początku lat dziewięćdziesiątych wskazuje na względną poprawę w tym zakresie (rys. 3.4.13 oraz 3.4.14).



Rys. 3.4.13. Trendy zmian rozkładu przekroczeń dopuszczalnego poziomu hałasu przemysłowego w porze nocnej

Szeroki dostęp do przodujących na świecie technologii i wyrobów powoduje, że w przypadku modernizacji zakładu przemysłowego stosowane są coraz sprawniejsze urządzenia, charakteryzujące się obniżoną emisją hałasu. Ponadto, polscy producenci pragnąc utrzymać się na rynku, zwracają coraz większą uwagę na właściwe parametry ekologiczne wyrobów – w tym na emisję hałasu.

W ostatnich latach zaczął narastać problem będący pochodną restrukturyzacji gospodarki, tj. powstawanie obiektów o relatywnie niskiej uciążliwości akustycznej, lecz zlokalizowanych coraz bliżej zabudowy wymagającej ochrony. Do obiektów tego typu należy zaliczyć wszelkiego rodzaju zabudowę handlową (z jej systemami chłodniczymi,



Rys. 3.4.14. Trendy zmian rozkładu przekroczeń dopuszczalnego poziomu hałasu przemysłowego w porze dziennej

wentylacją, klimatyzacją oraz transportem), małe hurtownie powstające wśród zabudowy mieszkaniowej i inne. Należy liczyć się z faktem, że problemy hałasu pochodzącego od tych obiektów będą w następnych latach narastać.

3.5. PROMIENIOWANIE JONIZUJĄCE

3.5.1. INFORMACJE OGÓLNE

Podczas opracowywania zbiorczych ocen zagrożeń radiacyjnych dla ludzi i środowiska różni się zagrożenia pochodzące od radionuklidów naturalnych i sztucznych. Obecnie sytuację radiologiczną Polski określają poziomy promieniowania:

- obecnych w środowisku radionuklidów naturalnych – głównie radionuklidów szeregu uranowo-radowego, szeregu uranowo-aktynowego, szeregu torowego i potasu K-40 (radionuklidów o dużym połowicznym okresie zaniku w porównaniu z czasem istnienia Ziemi) oraz takich radionuklidów jak: H-3, Be-7, Na-22 i C-14, powstających w wyniku oddziaływania promieniowania kosmicznego na pierwiastki występujące na powierzchni ziemi i w atmosferze;
- radionuklidów pochodzenia sztucznego, które przedostały się do środowiska w wyniku prób z bronią jądrową lub zostały uwolnione z obiektów jądrowych, składowisk paliwa w trakcie ich normalnej eksploatacji, lub w stanach awaryjnych (katastrofa elektrowni jądrowej w Czarnobylu), a także promieniowanie generowane przez różnego rodzaju urządzenia stosowane w diagnostyce medycznej, przemyśle, badaniach naukowych i innych dziedzinach działalności ludzkiej.

Prezentowane w niniejszym Raporcie informacje o zagrożeniach radiacyjnych opracowano na podstawie analiz wyników badań stężeń radionuklidów w poszczególnych komponentach środowiska. Wyniki te zostały uzupełnione danymi uzyskiwanymi w trakcie eksploatacji sieci wczesnego wykrywania skażeń promieniotwórczych będącej kluczowym elementem bezpieczeństwa radiologicznego kraju.

3.5.1.1. Radionuklidy naturalne

Gleba. Śladowe ilości względnie trwałych izotopów potasu, uranu i toru (K-40, U-238, Th-232) zawierają praktycznie wszystkie minerały. Poziom ich promieniotwórczości jest różny dla różnych typów skał – względnie wysoki można odnotować w granicie, w skałach osadowych, a pośrednio w glebach.

W glebach poddawanych silnym procesom erozyjnym, stężenia radionuklidów naturalnych są mniejsze, natomiast tam, gdzie procesy takie nie są intensywne, stężenia radionuklidów są większe, zbliżone do stężeń występujących w skałach, z których powstały te gleby.

Powodowane procesami rozpadu promieniotwórczego zmiany stężeń naturalnych radionuklidów w glebie, są z praktycznego punktu widzenia pomijalne, ze względu na ich bardzo długie okresy połowicznego zaniku.

Wody. W wodach podziemnych i powierzchniowych Polski występuje przede wszystkim rad i gazowy radon (Ra-226 i Rn-222). Obecność radu (Ra-226) w środowisku wodnym jest wynikiem wymywania jego soli ze skał i gleb. We wszystkich wodach występuje także radon (Rn-222). Przenika on do wód powierzchniowych głównie z głębszych warstw geologicznych.

Stężenia innych radionuklidów występujących w wodach podziemnych i powierzchniowych Polski są pomijalnie małe i nie mają wpływu na sytuację radiologiczną wód.

Powietrze. Radionuklidy naturalne przedostają się do powietrza w wyniku:

- wywiewania i unoszenia pyłów z powierzchni ziemi (w tym także z wysypisk, hałd i stawów osadowych);
- emisji pyłów z zakładów energetycznych i przemysłowych;
- wybuchów wulkanów;
- pożarów;
- spalania gazu ziemnego;
- stosowania nawozów sztucznych;
- emanacji radonu i toronu z minerałów.

Lokalne środowiskowe warunki radiologiczne.

Lokalne uwarunkowania geologiczne czy rodzaje procesów glebotwórczych nie są jedynymi czynnikami różnicującymi stężenia naturalnych radionuklidów w środowisku różnych regionów kraju.

Wpływ antropogeniczny zaznacza się zwłaszcza na obszarze Górnego Śląska. Eksploatowane kopalnie wytwarzają m.in. odpady stałe oraz odprowadzają wody kopalniane, w których stężenia radionuklidów naturalnych mogą kilkaset razy przekraczać wartości średnie w środowisku. Przykładowo, aktywność związków radu odprowadzana przez kopalnie węgla kamiennego na powierzchnię szacowana jest na ok. 650 MBq na dobę.

W innych rejonach kraju lokalny wzrost stężeń naturalnych radionuklidów w środowisku powodowany może być przykładowo przez oddziaływanie składników popiołów i żużli wytwarzanych przez zakłady energetyczne zasilane węglem zawierającym śladowe zawartości substancji promieniotwórczych. Na zmiany stężeń radionuklidów naturalnych w środowisku wpływać może także stosowanie nawozów fosforowych i potasowych. Radionuklidy przedostające się wraz z nawozami do gleby są w niej kumulowane albo wypłukiwane do wód gruntowych i powierzchniowych, albo pobierane wraz z innymi składnikami mineralnymi i wodą przez rośliny przedostając się w ten sposób do łańcucha pokarmowego ludzi i zwierząt.

3.5.1.2. Radionuklidy pochodzenia sztucznego

Podstawowymi źródłami zagrożeń radiacyjnych dla ludzi i środowiska Polski od radionuklidów pochodzenia sztucznego są:

- obiekty jądrowe zlokalizowane wokół Polski: w odległości do ok. 250 km od granic Polski pracuje 7 elektrowni jądrowych (17 bloków reaktorów energetycznych) o łącznej mocy zainstalowanej ok. 14 tys. MWe, wśród nich znajduje się: 10 bloków z reaktorami WWER-440 (o mocy 440 MWe), 2 bloki z reaktorem WWER-1000 (o mocy 1000 MWe), 3 bloki z reaktorem BWR oraz 2 bloki z reaktorami RBMK (reaktory RBMK były eksploatowane w elektrowni jądrowej w Czarnobylu);
- krajowe obiekty jądrowe zlokalizowane w Ośrodku Świerk: reaktor EWA (eksploatowany w stanie wyłączenia), reaktor MARIA, zestawy krytyczne AGATA i ANNA, przechowalnik wypalonego paliwa;

- urządzenia wykorzystujące źródła promieniowania jonizującego, zlokalizowane głównie w takich zakładach, jak:

- Ośrodek Badawczo-Rozwojowy Izotopów (OBRI) w Świerku – główny producent i dystrybutor materiałów promieniotwórczych w Polsce;
- Zakład Doświadczalny Unieszkodliwiania Odpadów Promieniotwórczych Instytutu Energii Atomowej (ZDUOP IEA) w Świerku;
- Centralna Składnica Odpadów Promieniotwórczych (CSOP) w Różanie podległa ZDUOP IEA;
- rozproszone źródła promieniowania wykorzystywane w medycynie, przemyśle i placówkach naukowo-badawczych.

W czasie normalnej pracy obiekty i urządzenia jądrowe odprowadzają do środowiska nieznaczne ilości substancji promieniotwórczych. Są to: promieniotwórcze izotopy gazów szlachetnych, tryt w postaci gazu i w mieszaninie z parą wodną, promieniotwórcze izotopy jodu oraz pyły promieniotwórcze uwalniane z reguły w ilościach nie powodujących znaczących skutków w środowisku. Jak wykazała jednak katastrofa w elektrowni jądrowej w Czarnobylu, w wyniku awarii obiektów jądrowych do środowiska może przedostać się w sposób niekontrolowany znaczna ilość sztucznych izotopów promieniotwórczych, powodująca zmiany poziomu promieniowania w skali kontynentu.

Przed katastrofą elektrowni jądrowej w Czarnobylu w środowisku Polski występowały zanieczyszczenia promieniotwórcze pochodzenia sztucznego, których źródłem były przede wszystkim wybuchy jądrowe przeprowadzone w atmosferze. Szczególne nasilenie tych wybuchów miało miejsce w latach 1961-1962. Do chwili obecnej pozostały w środowisku i wpływają na dawkę otrzymywaną przez ludzi radionuklidy takie jak: C-14, Cs-137, Sr-90 i H-3, a także radionuklidy alfa promieniotwórcze o długich okresach połowicznego zaniku (Pu-239, Pu-240 i Am-241).

Na organizmy ludzkie substancje te oddziałują w momencie ich wchłonięcia, przede wszystkim drogą pokarmową. Dotyczy to zwłaszcza węgla, cezu i strontu, które stosunkowo łatwo przemieszczają się w łańcuchu pokarmowym (tab. 3.5.1). Dawka promieniowania, jaką otrzymał w 1985 r. przeciętny mieszkaniec Polski od radionuklidów pochodzenia sztucznego pochodziła przede

Wyszczególnienie	Cs-137**	Sr-90	Średnio (łącznie Cs-137 i Sr-90)*
Średnia roczna aktywność beta w powietrzu (mBq/m ³)	–	–	1
Aktywność beta średniego rocznego opadu całkowitego (kBq/m ²)	–	–	0,41
Średnie roczne stężenia w Warszawie (μBq/m ³)	1-2	–	–
Aktywność w średnim rocznym opadzie całkowitym (Bq/m ² rok)	6	2	–
Średnie roczne aktywności w mleku (Bq/l)	0,3	0,1	–
Średnia roczna aktywność (Bq/kg) w:			
• mięsie,	0,8	–	–
• drobiu	0,3	–	–
• rybach	0,3	–	–
Średnia roczna podaż z żywnością (Bq/rok)	325	110	–

* Tylko przy braku danych dotyczących poszczególnych radionuklidów.
 ** W roku 1985 w środowisku Polski nie występował radionuklid Cs-134.

Tabela 3.5.1.

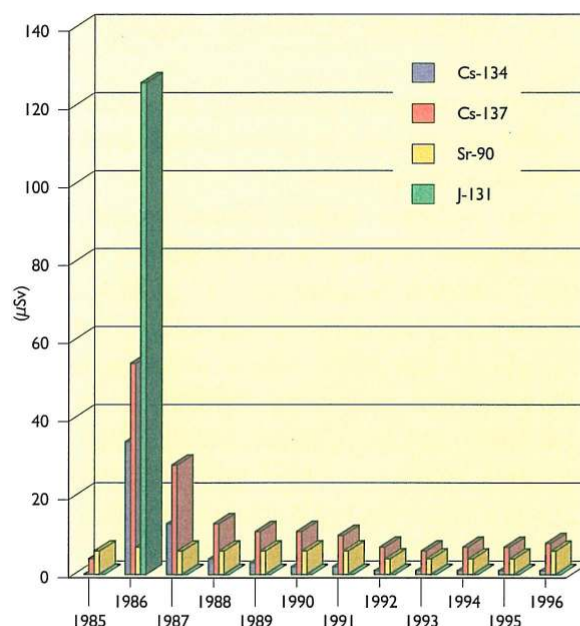
Średnie wartości stężeń radionuklidów pochodzenia sztucznego w komponentach środowiska i w żywności w 1985 r. w Polsce

wszystkim od radionuklidów wchłoniętych z żywnością i wynosiła około 10 μSv, co stanowiło około 0,3% dawki od tła naturalnego.

W 1986 r. w wyniku katastrofy elektrowni jądrowej w Czarnobylu średni roczny efektywny równoważnik dawki dla ludności Polski wzrósł o 310 μSv, w tym 18% od napromieniowania zewnętrznego, 14% od skażeń inhalacyjnych i 68% od skażeń pokarmowych (40% skażeń jodem 131 i 28% izotopami cezu). Na obszarach silniej skażonych wartość średniego efektywnego równoważnika dawki w pierwszym roku po katastrofie wynosiła 720 μSv, na terenach najmniej skażonych 120 μSv. W latach następnych skumulowane i związane w glebie izotopy cezu były stopniowo uwalniane i przyswajane przez rośliny. Wobec zaniku izotopów jodu, od 1988 roku decydującym źródłem dodatkowych dawek były wchłonięcia drogą pokarmową izotopów cezu.

Oszacowana, na podstawie danych o średnim skażeniu poszczególnych artykułów żywnościowych i spożyciu tych produktów w ciągu roku, średnia roczna podaż izotopów promieniotwórczych w żywności w przypadku cezu 137 i cezu 134 zmniejszała się w kolejnych latach po katastrofie odpowiednio od 4324 Bq/r. i 2054 Bq/r. w 1986 r.

do 520 Bq/r. i poniżej 68 Bq/r. w 1996 r. Na podstawie tak ustalonych rocznych limitów wchłoneń izotopów drogą pokarmową oceniono średnie roczne efektywne równoważniki dawki otrzymanej przez statystycznego Polaka w wyniku wchłonięcia z żywnością izotopów cezu oraz jodu 131 i strontu 90 w latach 1985-1996 (rys.3.5.1).



Rys. 3.5.1. Średni roczny efektywny równoważnik dawki otrzymywanej w Polsce w wyniku wchłoneń z żywnością sztucznych izotopów promieniotwórczych w latach 1985-1996

Rok	Przedział wartości (nGy/h)	Średnia wartość dla Polski (nGy/h)
1990	17,7 – 97,0	45,4
1993	13,2 – 82,6	41,0
1994	18,3 – 50,8	31,7
1995	24,2 – 55,0	37,0
1996	18,8 – 86,0	47,4

Tabela 3.5.2.

Moc dawki
promieniowania
gamma

Należy jednak pamiętać, że przy uwzględnieniu lokalnych różnic w poziomie skażeń cezem produktów żywnościowych oraz różnic w składzie indywidualnej rocznej diety pokarmowej maksymalne dawki od wchłonięć cezu mogą być 5-krotnie wyższe (dawka graniczna dla osób narażonych wskutek skażeń promieniotwórczych środowiska wynosi 1 m Sv/r.).

3.5.2. Aktualna sytuacja radiacyjna w środowisku

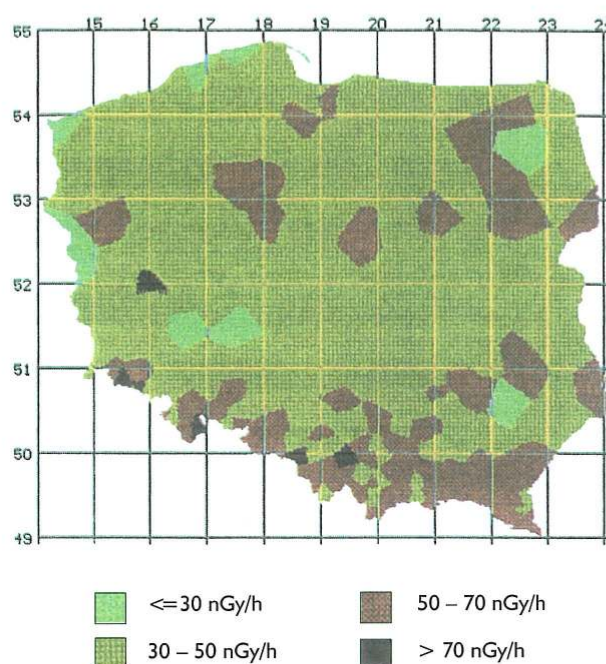
Ogólną sytuację radiacyjną w środowisku charakteryzują obecnie następujące wielkości podstawowe:

- poziom promieniowania gamma, obrazujący narażenie zewnętrzne ludzi od naturalnych i sztucznych źródeł promieniowania jonizującego, istniejących w środowisku lub wprowadzonych sztucznie przez człowieka;
- stężenia naturalnych i sztucznych izotopów promieniotwórczych w komponentach środowiska, a w konsekwencji w artykułach spożywczych, obrazujące narażenie wewnętrzne ludzi w wyniku wchłonięcia izotopów drogą pokarmową.

Wymienione wielkości charakteryzuje naturalna zmienność i są one w poważnym stopniu uzależnione od wprowadzonych do środowiska substancji promieniotwórczych w wyniku wybuchów jądrowych oraz katastrofy w Czarnobylu.

3.5.2.1. Poziom promieniowania gamma

Średnia wartość mocy dawki ziemskiego tła promieniowania gamma w 1996 r. wynosiła dla Polski 47,4 nGy/h. Dla poszczególnych punktów pomiarowych waha się w granicach od 18,8 do 86,0 nGy/h. Podobne wartości rejestrowano w latach 1990 -1995 (tab. 3.5.2) i w okresie przed katastrofą w Czarnobylu. Wyższe wartości mocy dawki występują głównie w południowych regionach kraju. Jest to związane z lokalnymi warunkami geologicznymi tych regionów.



Rys. 3.5.2. Rozkład mocy dawki ziemskiego tła promieniowania gamma na terenie Polski. (Średnie wartości dla okresu: IX.1996 – IX.1997)

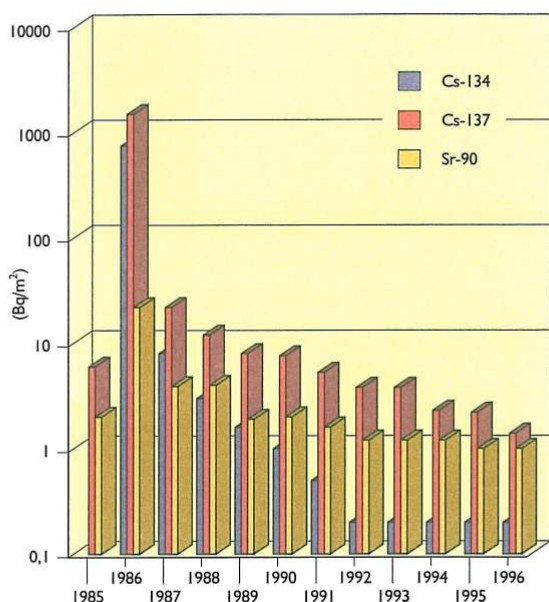
Średni roczny rozkład mocy dawki promieniowania gamma radionuklidów naturalnych i sztucznych na obszarze Polski przedstawiono na rys. 3.5.2.

3.5.2.2. Aerozole atmosferyczne i opad całkowity

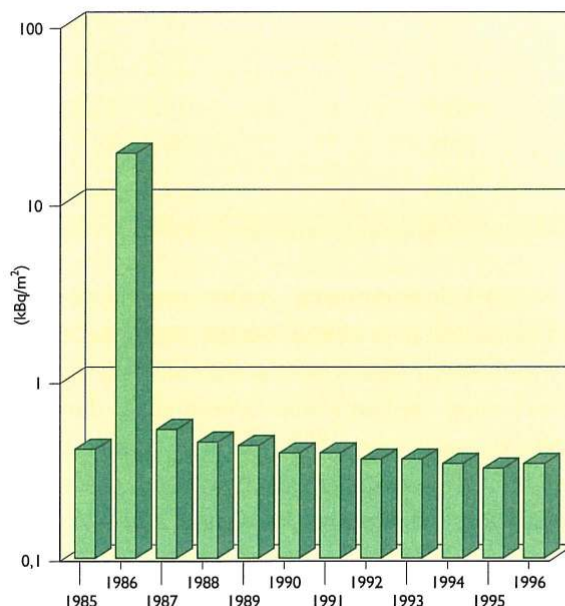
Wyniki pomiarów wskazują, że o nie wykazującym istotnych zmian, poziomie radioaktywności powietrza w latach 1990-1996 decydowały głównie izotopy pochodzenia naturalnego, a radioaktywność powietrza pochodząca od sztucznych izotopów spowodowana była głównie obecnością izotopu Cs-137. Poziom promieniowania tego izotopu był o kilka rzędów wielkości niższy niż od izotopów naturalnych.

Wyniki badań realizowanych w 1996 r. przedstawiono w tabeli 3.5.3. Dane pomiarowe dotyczące opadu całkowitego wskazują, że radioaktywność

opadu całkowitego w Polsce w 1996 r. była podobna do wartości z roku 1985 oraz z lat 1990-1995 (rys. 3.5.3 i 3.5.4).



Rys. 3.5.3. Średnia roczna zawartość Cs-134 i Cs-137 oraz Sr-90 w opadzie całkowitym



Rys. 3.5.4. Średnia roczna aktywność beta opadu całkowitego

Rodzaj radioaktywności	Przedział wartości	Wartość średnia
Przyziemna warstwa atmosfery		
Radioaktywność powietrza pochodząca od sztucznych izotopów: • Cs-137 (mBq/m³)	$0,2 \times 10^{-3} - 1,0 \times 10^{-2}$	$2,2 \times 10^{-3}$
Radioaktywność powietrza, pochodząca od naturalnych izotopów promieniotwórczych: • Be-7 (mBq/m³) • Ra-226 (mBq/m³)	$0,4 - 8,4$ $0,7 \times 10^{-3} - 58 \times 10^{-3}$	$3,0$ $10,5 \times 10^{-3}$
Średnia dobową radioaktywność globalną beta (naturalna i sztuczna) aerozoli atmosferycznych (mBq/m³)	$0,5 - 5$	1
Troposfera i dolna atmosfera, do wysokości 12 km npm		
Radioaktywność powietrza pochodząca od sztucznych izotopów: • Cs-137 i Cs-134 (mBq/m³) • Sr-90 (mBq/m³)	$< 27 \times 10^{-3}$ $11,3 \times 10^{-3} - 39 \times 10^{-3}$	
Roczny opad całkowity		
Radioaktywność pochodząca od sztucznych izotopów: • Cs-137 i Cs-134 (Bq/m²) • Sr-90 (kBq/m²)	$0,1 - 0,2$ – wartość średnia miesięczna $0,17 - 0,48$ – wartość średnia roczna	1,3 < 1,0
Radioaktywność całkowita beta naturalna i sztuczna (kBq/m²)	–	0,34

Tabela 3.5.3.

Radioaktywność powietrza i roczny opad całkowity w 1996 r.

Radionuklid	Przedział wartości	Wartość średnia
Izotopy sztuczne: • Cs-137 (kBq/m ²) ¹	0,31-37,61	3,65
Izotopy naturalne: • K-40 (Bq/kg)	123-1020	410,0
• Ra-226 (Bq/kg)	4,2-124	25,2
• Ac-228 (Bq/kg)	3,7-85,9	20,7

Tabela 3.5.4.

Radioaktywność
gleby w 1996 r.
– stężenie
w powierzchniowej
warstwie 10 cm gleby
niekulturowanej

3.5.2.3. Gleba

Radioaktywność gleby powodowana obecnością naturalnych i sztucznych izotopów promieniotwórczych wyznaczana jest na podstawie pomiarów zawartości poszczególnych izotopów promieniotwórczych w próbkach nieużytkowanej gleby, pobranych z warstwy powierzchniowej 10-centymetrowej (rys. 3.5.5 – 3.5.8). Na podstawie wyników pomiarów (tab. 3.5.4), prowadzonych systematycznie od momentu katastrofy w Czarnobylu, można sformułować następujące wnioski:

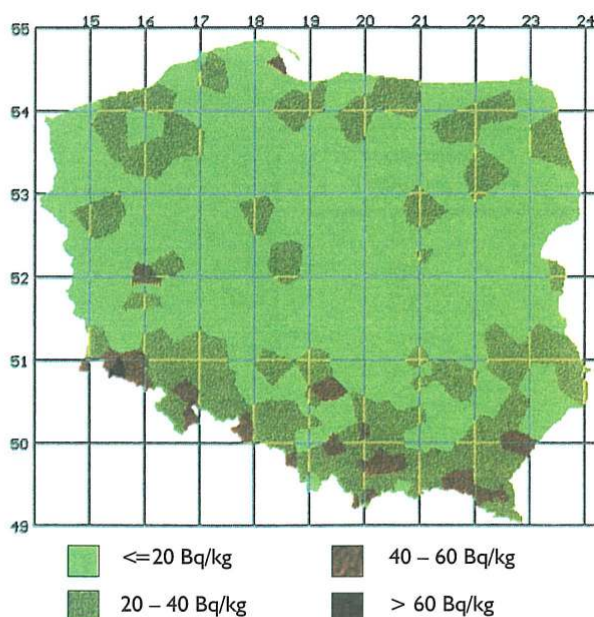
- Następuje powolny spadek zawartości w glebach sztucznego izotopu Cs-137, pochodzącego przede wszystkim z okresu katastrofy w Czarnobylu. Jest to głównie skutek stopniowego rozpadu tego izotopu, przy tym jego aktualna zawartość w glebie jest od 10 do 100 razy mniejsza niż zawartość naturalnego izotopu K-40. Stężenia izo-

topu Cs-137 rejestrowane w glebie przed katastrofą zawierały się w granicach 0,2- 0,99 kBq/m²;

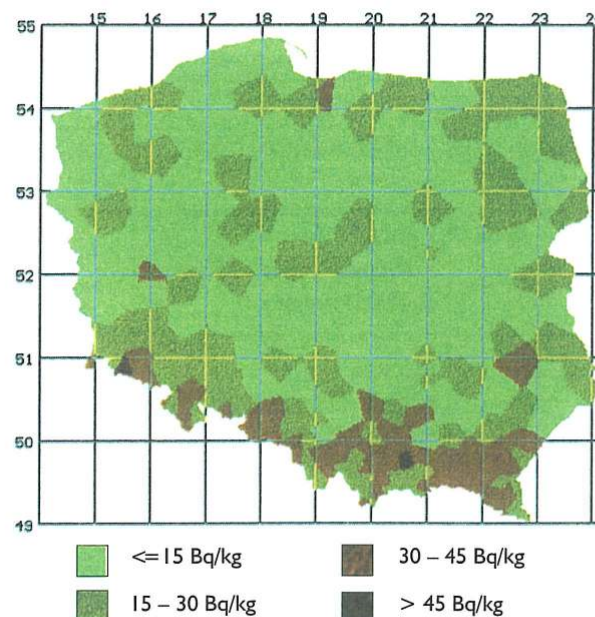
- W wielu regionach kraju zawartość w glebach sztucznego izotopu Cs-134 znajduje się obecnie na poziomie śladowym;
- Różnice stężeń izotopu Cs-137 w glebach poszczególnych rejonów kraju (rys.3.5.8) spowodowane zostały lokalnymi opadami deszczu, jakie miały miejsce w czasie katastrofy elektrowni jądrowej w Czarnobylu.

3.5.2.4. Wody powierzchniowe oraz osady denne

Oceny radioaktywności wód powierzchniowych były prowadzone w ramach Państwowego Monitoringu Środowiska na podstawie pomiarów zawartości Cs-137 oraz Ra-226 i K-40 w próbach wody pobieranych dwa razy w roku z głównych rzek i ich dorzeczy

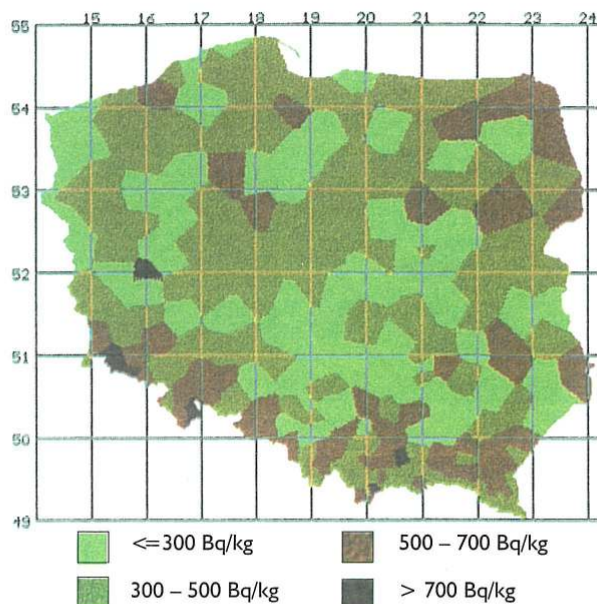


Rys. 3.5.5. Rozkład stężenia Ra-226 w glebie na terenie Polski. Mapa wykonana na podstawie pomiarów próbek pobranych we wrześniu 1996 roku z powierzchniowej warstwy gleby (0-10 cm)

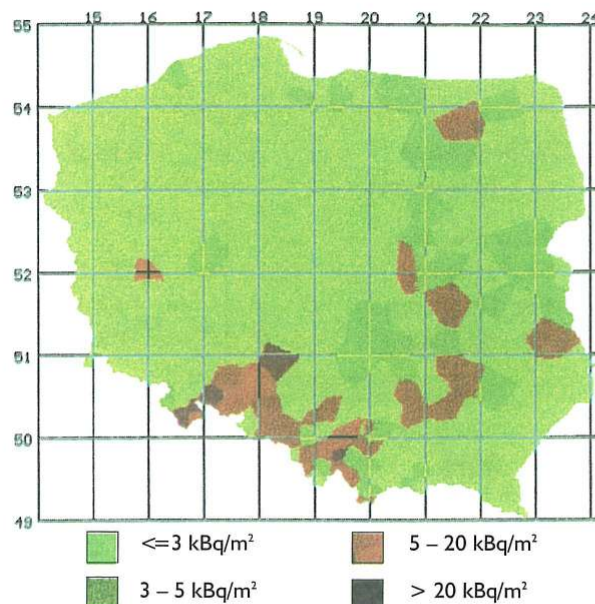


Rys. 3.5.6. Rozkład stężenia Ac-228 w glebie na terenie Polski. Mapa wykonana na podstawie pomiarów próbek pobranych we wrześniu 1996 roku z powierzchniowej warstwy gleby (0-10 cm)

¹ W odniesieniu do sztucznych izotopów nie można mówić o ich stężeniu w glebie. Z uwagi na pochodzenie zalegają one w powierzchniowej warstwie gleby a zawartość w glebie określona jest w odniesieniu do jednostki powierzchni



Rys. 3.5.7. Rozkład stężenia K-40 w glebie na terenie Polski. Mapa wykonana na podstawie pomiarów próbek pobranych we wrześniu 1996 roku z powierzchniowej warstwy gleby (0-10 cm)



Rys. 3.5.8. Rozkład stężenia Cs-137 w glebie na terenie Polski. Mapa wykonana na podstawie pomiarów próbek pobranych we wrześniu 1996 roku z powierzchniowej warstwy gleby (0-10 cm)

(Wisła i Odra), wybranych 6 jezior oraz 10 rzek Przymorza (raz w roku). Analiza wyników pomiarów wskazuje, że radioaktywność wód powierzchniowych w Polsce w 1996 r. kształtowała się na poziomie lat 1990-1995. W tabeli 3.5.5 przedstawiono wyniki badań wykonanych w 1996 r. Generalnie wyższa radioaktywność wód powierzchniowych obserwowana jest w południowej części kraju. Jest to wynikiem przestrzennego zróżnicowania poziomów skażeń promieniotwórczych po katastrofie w Czarnobylu, a także odprowadzania do rzek wód kopalnianych o zwiększonych zawartościach naturalnych izotopów radu.

Pomiary radioaktywności wód przybrzeżnych Bałtyku wykonywane są wg programu koordynowanego przez Stały Komitet MORS działający w ramach Komisji Helsińskiej (tab. 3.5.6).

Wyniki pomiarów osadów dennych wód śródlądowych (tab. 3.5.7) wskazują, że rejestrowana radioaktywność tych osadów podobnie jak badania wód powierzchniowych nie wykazują zmian w latach 1990-1996. Nie zaobserwowano również istotnych zmian w poziomie radioaktywności osadów dennych wód przybrzeżnych Bałtyku (w warstwie 0,15 cm).

Radionuklid	Miejsce pobrania próbki	Stężenie radionuklidu	
		Przedział wartości (mBq/dm³)	Wartość średnia (mBq/dm³)
Cs-137	• jeziora	4,8 – 22,5	8,8
	• Wisła, Odra i ich dorzecza	2,5 – 13,6	5,9
	• rzeki Przymorza	1,7 – 3,8	2,8
Ra-226	• jeziora	0,8 – 1,8	1,4
	• Wisła, Odra i ich dorzecza	1,0 – 61,4	6,5
	• rzeki Przymorza	1,0 – 2,7	1,6
K-40	• jeziora	50 – 88	
	• Wisła, Odra i ich dorzecza	50 – 334	
	• rzeki Przymorza	70 – 138	
Tryt	• jeziora	1300 – 1800	
	• Wisła, Odra i ich dorzecza	500 – 2300	

Tabela 3.5.5.

Radioaktywność wód powierzchniowych w 1996 r.

Miejsce pobrania próbki	Przedział wartości stężeń Cs-137 (Bq/m ³)	Wartość średnia stężenia Cs-137 (Bq/m ³)
Strefa pełnomorska	72,2 – 103,6	83,7
Strefa brzegowa	77,7 – 87,4	81,1
Zatoka Gdańska	52,6 – 86,7	74,4

Tabela 3.5.6.

Radioaktywność wód przybrzeżnych Bałtyku w 1996 r.

Radionuklid	Miejsce pobrania próbki	Stężenie radionuklidu	
		Przedział wartości (Bq/kg s.m.)	Wartość średnia (Bq/kg s.m.)
Cs-137	• jeziora	3,7 – 102	39
	• Wisła, Odra i ich dorzecza	6,7 – 81	24,5
	• rzeki Przymorza	1,7 – 12,8	6,7
Ra-226	• jeziora	5,5 – 13,3	8,6
	• Wisła, Odra i ich dorzecza	10,3 – 84,4	27,2
	• rzeki Przymorza	12,7 – 25,8	19,4
K-40	• jeziora	111 – 469	264
	• Wisła, Odra i ich dorzecza	243 – 572	330
	• rzeki Przymorza	238 – 334	304
Cs-137 Pu-239 i Pu-240 łącznie K-40 Ra-226	• wody przybrzeżne Bałtyku	6 – 516 0,07 – 8 637 – 1242 34 – 48	

Tabela 3.5.7.

Radioaktywność osadów dennych w 1996 r.

3.5.3. WNIOSKI

Sytuacja radiologiczna Polski determinowana jest przede wszystkim przez poziom naturalnego promieniowania jonizującego, związanego z rozpadem pierwiastków promieniotwórczych naturalnie występujących w przyrodzie. Naturalny poziom promieniowania, zróżnicowany w różnych regionach kraju, podwyższony jest lokalnie poprzez wprowadzanie dodatkowo do środowiska, w wyniku działalności człowieka, naturalnych i sztucznie wytworzonych substancji promieniotwórczych.

Od 1986 r. w którym nastąpiła katastrofa w elektrowni atomowej w Czarnobylu notuje się w Polsce stopniowy spadek poziomu skażeń promieniotwórczych. W 1996 r. rejestrowana moc dawki promieniowania gamma oraz poziom skażenia powietrza, opadu całkowitego i wód powierzchniowych odpowiadały sytuacji sprzed 1985 r.

Jedynie skażenia promieniotwórcze gleb, przede wszystkim izotopami cezu, pozostawały wyższe niż obserwowane w 1985 r.

Ocenia się że średni roczny efektywny równoważnik dawki otrzymany przez mieszkańca Polski, w wyniku spożycia radionuklidów w żywności, wynosił w 1986 r. 95,0 µSv i ulegał systematycznemu obniżaniu do poziomu 14,0 µSv w 1996 r.

3.6. PROMIENIOWANIE NIEJONIZUJĄCE

Głównymi źródłami promieniowania niejonizującego w środowisku są:

- elektroenergetyczne linie napowietrzne wysokiego napięcia,
- stacje radiowe i telewizyjne,
- łączność radiowa, w tym CB radio, radiotelefony i telefonia komórkowa,
- stacje radiolokacji i radionawigacji.

Znaczenie tego oddziaływania w ostatnich latach rośnie. Powodowane jest to przez burzliwy rozwój po 1990 r. radiokomunikacji oraz powstawanie coraz większej liczby stacji nadawczych radiowych i telewizyjnych (operatorów publicznych i komercyjnych). Dodatkowymi źródłami promieniowania niejonizującego są stacje bazowe telefonii komórkowych, systemów przywoławczych, radiotelefonicznych, alarmowych, komputerowych itp., pokrywających coraz gęstsza siecią obszary dużych skupisk ludności, jak również coraz powszechniej stosowane osobiste przenośne radiotelefony.

Wymieniony rozwój źródeł pól elektromagnetycznych powoduje zarówno ogólny wzrost poziomu tła promieniowania elektromagnetycznego w środowisku, jak też zwiększenie na mapie kraju liczby miejsc o podwyższonym poziomie natężenia promieniowania. Należy jednak zauważyć, że wzrost poziomu tła elektromagnetycznego nie zwiększa jak dotychczas zagrożenia środowiska i ludności. W dalszym ciągu poziom promieniowania w tle pozostaje wielokrotnie niższy od natężeń, przy których możliwe jest jakiekolwiek szkodliwe oddziaływanie na organizm ludzki. Nie dotyczy to jednak pól elektromagnetycznych w bezpośrednim otoczeniu wszelkiego rodzaju stacji nadawczych, które lokalnie, w odległościach zależnych od mocy, częstotliwości i konstrukcji stacji, mogą osiągać natężenie na poziomie uznawanym za aktywny pod względem biologicznym. Może to mieć miejsce również w przypadkach nakładania się oddziaływań kilku źródeł.

Zagrożenie promieniowaniem niejonizującym może być stosunkowo łatwo wyeliminowane lub ograniczone pod warunkiem zapewnienia odpowiedniej separacji przestrzennej człowieka od pól przekraczających określone wartości graniczne. Specyfika oddziaływującego czynnika (niewidzialnego i niewyczuwalnego przez organizm ludzki) powoduje częste jego lekceważenie, ale równie często jego przecenianie.

Pola elektromagnetyczne cechują:

- niezdolność człowieka do organoleptycznej identyfikacji oddziaływania nawet przy znacznych natężeniach pola, przy których wg współ-

czesnej wiedzy może już wystąpić tzw. nietermiczne oddziaływanie na układ nerwowy i układ krążenia,

- brakiem wyraźnej reakcji organizmu na nietermiczne oddziaływanie pól elektromagnetycznych i trudności z określeniem rzeczywistych skutków niekorzystnych oddziaływań pól elektromagnetycznych,
- pojawianie się oddziaływania wyczuwalnego dla człowieka (efekt termiczny) przy natężeniach pola, które praktycznie nie występują w otoczeniu źródeł promieniowania elektromagnetycznego w miejscach przebywania i zamieszkiwania ludności,
- brak zauważalnych i potwierdzonych zmian w środowisku przyrodniczym (faunie, florze, wodzie i powietrzu), w warunkach praktycznej eksploatacji stacji nadawczych nawet bardzo dużych mocy.

Mimo wieloletnich badań nie udało się dotychczas ustalić dopuszczalnych dla człowieka i środowiska, jednolitych dla Europy i świata, natężeń pól elektromagnetycznych. Nie prowadzi się również systematycznego monitoringu tego oddziaływania.

W przepisach obowiązujących w Polsce wprowadzono wartości graniczne odnoszące się do obszarów, w których przebywanie ludności jest zabronione (tzw. strefa ochronna I stopnia) oraz obszarów, w których zabronione jest sytuowanie budownictwa mieszkalnego i specjalnego, dopuszcza się natomiast okresowe przebywanie ludności (tzw. strefa ochronna II stopnia). Przy ustalaniu tych wartości uwzględniono stosunkowo duży margines bezpieczeństwa, dzięki czemu poziomy krajowe są obecnie wielokrotnie niższe od analogicznych poziomów przyjmowanych w różnych krajach europejskich.¹

W 1995 r. w Warszawie wykonano szerokopasmowe pomiary natężenia pola elektromagnetycznego na obszarze zurbanizowanym. Wybrano Warszawę, ponieważ na jej obszarze zlokalizowana jest duża liczba różnych rodzajów i typów stacji nadawczych wytwarzających pola elektromagnetyczne w szerokim zakresie częstotliwości. Pomiary wykonano wokół Pałacu Kultury i Nauki, ponieważ większość warszawskich, komercyjnych

¹ Według prenormy europejskiej ENV 50166-2: 1995 w zakresie 10-400 MHz (zakres stacji UKF i TV) dopuszcza się w strefach ciągłego przebywania ludności wartość natężenia pola elektromagnetycznego 27,5 V/m, a wg przepisów krajowych 2 V/m. Podobnie w paśmie telefonii komórkowych 400-2000 MHz prenorma europejska ENV dopuszcza w zależności od częstotliwości wartość strumienia mocy od 2 do 10 W/m² a przepisy krajowe 0,025 W/m².

stacji telewizyjnych zainstalowała swoje anteny nadawcze na iglicy Pałacu.

Analizując wyniki pomiarów stwierdzono, że głównymi źródłami sztucznych pól elektromagnetycznych są stacje radiofonii oraz stacje telewizyjne. Urządzenia nadawcze służb radiokomunikacji ruchomej nie wnoszą zauważalnego udziału do widma poziomu natężenia sztucznych pól elektromagnetycznych. Podobnie udział telefonii komórkowej jest niezauważalny.

Natężenia pól elektromagnetycznych występujące na obszarze centrum Warszawy poza bezpośrednim otoczeniem Pałacu Kultury i Nauki są niższe od wartości natężeń granicznych dla stref ochronnych. Szacunek średniego poziomu ekspozycji, na którą jest narażona populacja zamieszkująca centralną część śródmieścia Warszawy, jest trudny i obciążony dużym błędem. Można jednak stwierdzić, że średnia gęstość pola strumienia energii promieniowania elektromagnetycznego wynosi w tym rejonie miasta ok. $0,0025 \mu\text{W}/\text{cm}^2$.

Zasięg oddziaływania powszechnie występujących w miejskich sieciach elektroenergetycznych linii wysokiego napięcia 110 kV jest ograniczony do stref bezpośrednio pod liniami i w odległości 10 m od przewodów skrajnych.

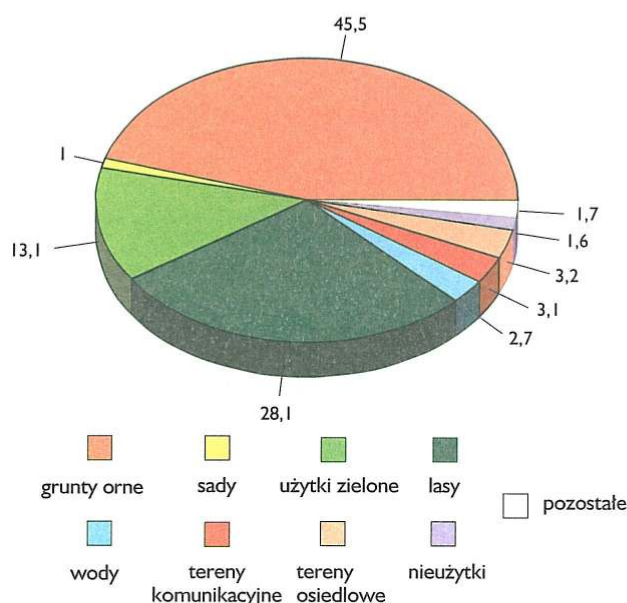
Uważa się, że duży margines bezpieczeństwa przyjęty w stosunku do poziomów uznawanych za dopuszczalne w krajach europejskich, zresztą krytykowany zdecydowanie przez zachodnich inwestorów z dziedziny radiokomunikacji, zapewnia wystarczającą ochronę ludności przed polami elektromagnetycznymi. Nie stwierdzono bowiem przypadków stałego przebywania ludności w polach strefy ochronnej I stopnia i jedynie nieliczne tego przypadki w polach strefy ochronnej II stopnia. Utrzymanie istniejącego systemu ochrony w tej dziedzinie, nawet przy znacznym zwiększeniu liczby źródeł pól elektromagnetycznych nie powinno pogorszyć tego stanu również i w przyszłości.

Wyjątkiem może być narażenie ludności na oddziaływanie pól elektromagnetycznych w mieszkaniach na skutek nakładania się promieniowania z różnych źródeł oraz w wyniku coraz powszechniejszego stosowania przenośnych urządzeń nadawczo-odbiorczych. (np. telefonów komórkowych).

3.7. GLEBY

3.7.1 INFORMACJE OGÓLNE

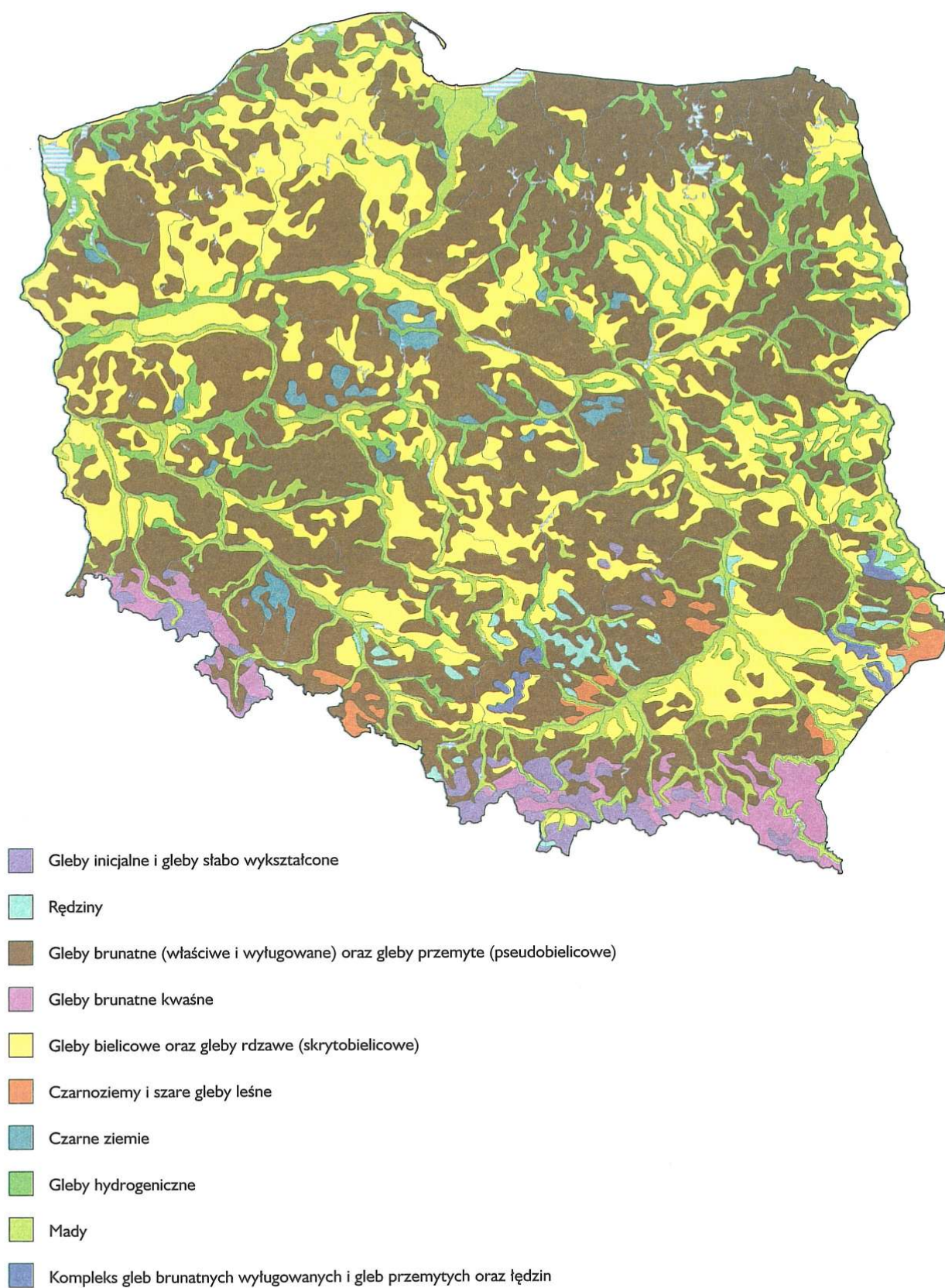
Strukturę użytkowania powierzchni w Polsce determinują funkcje rolnicze i leśne, obejmujące łącznie około 87% powierzchni kraju. Składają się na nie: grunty orne (45,5%), lasy (28,1%), użytki zielone (13,1%). Pełną strukturę wykorzystania powierzchni kraju przedstawiono na rys. 3.7.1.



Rys. 3.7.1. Wykorzystanie powierzchni kraju w 1996 r. (%)

Udział użytków rolnych maleje systematycznie od 1946 r. przy jednoczesnym znacznym wzroście lesistości (z 20,7 do 28,1%) oraz umiarkowanym wzroście powierzchni terenów osiedlowych i komunikacyjnych. Na jednego mieszkańca Polski przypada 0,48 ha użytków rolnych, 0,23 ha lasów i zadrzewień, 0,03 ha terenów osiedlowych i 0,02 ha terenów komunikacyjnych.

Gleby na terenie Polski zdominowane są przez gleby brunatne, bielcowe i rdzawe (rys. 3.7.2), które występują na prawie całej powierzchni kraju. Wśród hydrogenicznych (mokradowych) ekosystemów, zwanych bagiennymi, przeważają gleby torfowe (organiczne). Wszystkie pozostałe typy gleb powstały głównie ze skał osadowych polodowcowych, trzeciorzędowych i kredowych.



Rys. 3.7.2. Gleby

Gleby leśne i łąkowe zachowały w dużym stopniu naturalne cechy genetyczne. Gleby gruntów ornych oraz terenów miejskich i przemysłowych zostały w bardzo dużym stopniu zmienione wskutek dostosowania ich właściwości do potrzeb roślin uprawnych lub zostały zdeformowane działalnością techniczną.

Ekologiczno-produkcyjne właściwości gleb ornych zależą głównie od zwięzłości (składu mechanicznego) skały glebotwórczej. Gleby dzielimy na sześć klas bonitacyjnych. Gleby zaliczone do klas I, II, III są najlepszymi gruntami ornymi, są to gleby średniozwięzłe, zasobne w próchnicę (lessowe, pyłowe i gliniaste). Klasę IV stanowią gleby średniej jakości. Do klas V i VI zaliczane są grunty piaskowe, najmniej przydatne do uprawy roślin. Uważa się że grunty orne klasy VI kwalifikują się przede wszystkim do zalesienia, zaś grunty klasy V znajdujące się na pograniczu klasy VI powinny być zalesiane ze względu na małą produktywność i dużą podatność na degradację.

3.7.2. DEGRADACJA GLEB

Przez degradację gleb należy rozumieć zniekształcenie jednej lub wielu jej właściwości, w tym również zanieczyszczenie, pogarszające warunki życia i plonowania roślin uprawnych, skład gatunkowy roślinności trwałej, wartość użytkową (odżywczą, technologiczną, sanitarną) produktów rolnych i leśnych, ekologiczne funkcjonowanie pokrywy glebowo-roślinnej w krajobrazie.

Degradacja gleby powodowana jest głównie przez:

- oddziaływanie gazów i pyłów emitowanych ze źródeł przemysłowych i motoryzacyjnych,
- działalność górniczą,
- składowanie odpadów,
- niewłaściwe rolnicze użytkowanie gruntów podatnych na erozję wodną i wietrzną,
- stosowanie nieodpowiednich chemicznych środków produkcji roślinnej.

Szczególnie istotne w aspekcie badań środowiska jest chemiczne zanieczyszczenie gleby a w szczególności zanieczyszczenie metalami ciężkimi. Dlatego w niniejszym raporcie skoncentrowano się na omówieniu tego problemu.

Degradacja chemiczna (chemiczne zanieczyszczenie) gleby występuje głównie:

- na terenach i w otoczeniu dużych zakładów przemysłowych głównie przemysłu chemicznego, petrochemicznego i hutniczego,
- w aglomeracjach miejsko-przemysłowych,
- na terenach składowania odpadów przemysłowych i komunalnych,
- wzdłuż dróg o bardzo dużym natężeniu transportu kołowego,
- na terenach górnictwa surowców chemicznych.

Według danych podawanych przez statystykę publiczną udział gleb zdegradowanych w Polsce wynosi 2,7% powierzchni kraju. Przy czym degradacja w stopniu dużym i bardzo dużym obejmuje 0,5% zaś w stopniu średnim i małym 2,2%.

Gleby wykazujące degradację występują głównie na południu kraju wokół dużych zakładów przemysłowych. Prowadzone procesy restrukturyzacji przemysłu, w szczególności przemysłu hutniczego, petrochemicznego i chemicznego doprowadziły głównie poprzez modernizację technologii oraz stosowanie nowoczesnych urządzeń hermetyzacji produkcji (urządzenia odpylające gazy odlotowe, instalacje redukujące zanieczyszczenia gazowe, oczyszczalnie ścieków itp.) do zmniejszenia jego antropogenicznej presji na środowisko. W wyniku tych działań nastąpiło wyeliminowanie lub znaczne ograniczenie emisji zanieczyszczeń, w tym emisji pyłów zawierających metale ciężkie. Dlatego można uznać, że w Polsce obszar gleb zdegradowanych chemicznie nie powinien wzrastać.

Należy podkreślić, że zanieczyszczenie gleb z reguły ma charakter trwały i nie należy oczekiwać szybkiego ich oczyszczenia. Wydaje się właściwe, aby tereny na których stwierdzono zanieczyszczenie gleb były wyłączone z produkcji rolnej co zabezpiecza środowisko przed przemieszczaniem się zanieczyszczeń, zaś zadrzewienia lub uprawa roślin przemysłowych prowadzić będą do naturalnego oczyszczenia terenów zdegradowanych.

Lokalnie obserwuje się zanieczyszczenie gleb ropopochodnymi lub innymi substancjami niebezpiecznymi, które przedostały się do środowiska glebowego na skutek wystąpienia przypadków nadzwyczajnych zagrożeń środowiska.

3.7.3. ZAWARTOŚĆ METALI CIĘŻKICH W GLEBACH UŻYTKOWANYCH ROLNICZO

Stopień zanieczyszczenia gleb metalami ciężkimi w Polsce jest nadal jeszcze niewielki. Dlatego też, ze względu na konieczność ich ochrony przed zanieczyszczeniem, opracowano rygorystyczne kryteria oceny w tym zakresie (tab. 3.7.1). Kryteria te zostały opracowane przez Instytut Uprawy, Nawożenia i Gleboznawstwa w Puławach.

Poszczególne stopnie jakości chemicznej gleb charakteryzowane są w następujący sposób:

- 0 – zawartość naturalna, gleby nadające się pod wszystkie uprawy ogrodnicze i rolnicze, a zwłaszcza pod uprawy roślin przeznaczonych dla dzieci i niemowląt.
- I – zawartość podwyższona, gleby mogą być przeznaczone do pełnego wykorzystania rolniczego, z wyłączeniem uprawy roślin do produkcji żywności o szczególnie małej zawartości pierwiastków i substancji szkodliwych,
- II – zanieczyszczenie małe, na glebach tych należy wykluczyć uprawę warzyw (np. sałata, szpinak, kalafior, marchew), zaś dozwolona jest uprawa roślin zbożowych, okopowych i pastewnych oraz użytkowanie pastwiskowe,
- III – zanieczyszczenie średnie, dopuszczalna jest

uprawa roślin zbożowych, okopowych i pastewnych, pod warunkiem okresowej kontroli poziomu metali w konsumpcyjnych częściach roślin, zalecane są natomiast uprawy roślin przemysłowych i traw nasiennych,

IV – zanieczyszczenie duże, gleby te, a zwłaszcza gleby lekkie, powinny być wyłączone z produkcji rolniczej i przeznaczone pod zadarnianie lub zadrzewianie, dopuszcza się uprawę roślin przemysłowych (np. len, konopie, wiklina), materiału siewnego zbóż i traw oraz ziemniaków dla przemysłu spirytusowego i rzepaku na olej techniczny,

V – zanieczyszczenie bardzo duże, gleby te powinny być wyłączone z produkcji rolniczej i użytkowania pastwiskowego.

Ocena zawartości metali ciężkich w glebach użytkowanych rolniczo została dokonana na podstawie prób pobranych w 1996 r. na terenie gruntów rolnych 100 reprezentatywnych gmin całego kraju. W każdej z wytypowanych gmin w 5 regionach Polski zostały pobrane cztery próby gleb.

Prowadzone w 1996 r. badania chemizmu gleb stanowią kontynuację badań realizowanych od blisko 40 lat przez Instytut Upraw, Nawożenia i Gleboznawstwa w Puławach. W próbach określono między innymi zawartości takich metali

Metal	Gleby	0	I	II	III	IV
				mg/kg		
Kadm (Cd)	lekke	0,3	1,0	2	3	5
	średnie	0,5	1,5	3	5	10
	ciężkie	1,0	3,0	5	10	20
Miedź (Cu)	lekke	10	30	50	80	300
	średnie	20	50	80	100	500
	ciężkie	25	70	100	150	750
Chrom (Cr)	lekke	20	40	80	150	300
	średnie	30	60	150	300	500
	ciężkie	50	80	200	500	1000
Nikiel (Ni)	lekke	10	30	50	100	400
	średnie	25	50	75	150	600
	ciężkie	50	75	100	300	1000
Ołów (Pb)	lekke	20	70	100	500	2500
	średnie	40	100	250	1000	5000
	ciężkie	60	150	500	2000	7000
Cynk (Zn)	lekke	50	100	200	700	1500
	średnie	70	150	300	1000	3000
	ciężkie	100	250	500	2000	5000

Tabela 3.7.1.

Wskaźniki oceny zanieczyszczenia gleby (warstwy powierzchniowej) metalami ciężkimi

ciężkich jak: ołów, kadm, cynk, miedź, nikiel – tj. metali ciężkich dla których zostały określone stopnie zanieczyszczenia gleb w zależności od ich pochodzenia oraz zwięzłości. Ponadto wykonano badania zawartości rtęci i arsenu, dla których przyjęto zawartości naturalne podawane w literaturze a wynoszące dla rtęci – 2,0 mg/kg i dla arsenu 20,0 mg/kg. Ocenę uzyskanych wyników przedstawiono poniżej.

Ołów. Dla 97% przebadanych próbek zawartość ołowiu mieściła się w przedziale 11-16 mg/kg, czyli na poziomie naturalnej zawartości (20-60 mg/kg). Podwyższone i nadmierne ilości ołowiu stwierdzono w 3% zbadanych próbek z punktów zlokalizowanych głównie w południowej Polsce.

Kadm. Zawartość kadmu w analizowanych glebach wynosiła od 0,05 do 3,89 mg/kg. Średnie zawartości kadmu w glebie dla rejonu południowego wynosiły 0,77 mg/kg; a dla rejonów centralnego i południowo-wschodniego 0,17-0,26 mg/kg. Naturalną zawartość kadmu (0,3-1,0 mg/kg) stwierdzono w 90% prób. Podwyższone ilości kadmu zakwalifikowane jako zanieczyszczenie małe wykazano w 10% próbkach gleb.

Cynk. Zawartość cynku w analizowanych glebach wynosiła od 8,9 do 284 mg/kg, natomiast średnia zawartość wyniosła 52,2 mg/kg. Naturalną zawartość cynku (50-100 mg/kg) stwierdzono w około 83,2% kontrolowanych punktów, a podwyższoną (100-250 mg/kg) w 15,3% punktów. Jedynie około 1,5% gleb, głównie z rejonu południowego wykazało słabe zanieczyszczenie cynkiem

Miedź. Zawartość miedzi w analizowanych glebach od 1,5 do 46,2 mg/kg. W około 97% odpowiada to naturalnej zawartości (10-25 mg/kg) tego pierwiastka. Najwyższe zawartości (46,2 mg/kg) nie przekroczyły granicy ustalonej dla gleb średniozwięzłych o podwyższonej zawartości miedzi.

Nikiel. Zawartość niklu w analizowanych glebach wynosiła od 0,9 do 40,5 mg/kg, natomiast średnia zawartość wyniosła 4,2 mg/kg. Naturalną zawartość niklu (10-50 mg/kg) stwierdzono w około 97% punktach, natomiast w pozostałych,

zlokalizowanych głównie w południowej (przemysłowej) części kraju, stwierdzono podwyższoną zawartość niklu, wykazującą zanieczyszczenie małe dla gleb o średniej zwięzłości.

Rtęć. Zawartość rtęci w analizowanych próbach wynosiła od 0,01 do 0,30 mg/kg i znajdowała się znacznie poniżej wartości 2,0 mg/kg traktowanej w literaturze jako zawartość dopuszczalna w glebach uprawianych rolniczo.

Arsen. Zawartość arsenu w analizowanych próbach wynosiła od 0,35 do 10,20 mg/kg i znajdowała się znacznie poniżej wartości 20,0 mg/kg traktowanej w literaturze jako zawartość dopuszczalna w glebach uprawianych rolniczo.

Kwasowość gleb. Nadmiernie wysoka (szkodliwa dla roślin uprawnych) kwasowość gleb w Polsce ma głównie przyczyny naturalne (dawne obszary leśne). Kwasowość jest ważnym wskaźnikiem degradacji gleb uprawnych oraz sprzyja migracji składników gleby do wód podziemnych i powierzchniowych. Gleby kwaśne i bardzo kwaśne ($\text{pH}_{\text{KCl}} < 4,5 - 5,5$) stanowią ok. 45% gruntów ornych w Polsce. Gleby bardzo kwaśne ($\text{pH}_{\text{KCl}} < 4,5$) stanowią 23% gruntów ornych w rejonie centralnym, 20% w rejonie południowo-wschodnim i 19% w rejonie północno-wschodnim. Najmniej gleb bardzo kwaśnych (6%) występuje w rejonie zachodnim. Kwasowość gleb podwyższana jest lokalnie przez zanieczyszczenia przemysłowe i komunikacyjne oraz przez niektóre nawozy mineralne.

3.7.4. WNIOSKI

Z przedstawionych wyników badań monitoringu chemizmu gleb użytkowanych rolniczo wynika, że gleby na terenie kraju generalnie nie są zanieczyszczone metalami ciężkimi. Zdecydowana większość gleb wykazuje naturalną ich zawartość. Jedynie kilka procent badanych prób wykazywało koncentrację metali ciężkich na poziomie I i II stopnia zanieczyszczenia gleb, dla których zalecany jest stosunkowo łagodny reżim produkcji roślinnej.

Prowadzone badania wykazały, że zanieczyszczenie gleb wskazujące na II stopień zanieczyszczenia dotyczy ok. 3% badanych gleb dla ołowiu,

1,5% dla cynku ponadto stwierdzono małe zanieczyszczenie gleb (I-szy stopień zanieczyszczenia) dla ok. 10% gleb dla kadmu, 3% dla niklu.

Wyniki badań pozwalają stwierdzić, że gleby w Polsce są w niewielkim stopniu zanieczyszczone metalami ciężkimi co pozwala je zakwalifikować do gleb o dużej wartości rolniczej.

Obszary zdegradowane przemysłowo występują głównie na południu Polski. Na obszarach degradacji przemysłowej występują wszystkie lub większość czynników pogarszających ekologiczne i użytkowe właściwości gleby. Według danych podawanych przez statystykę publiczną udział gleb zdegradowanych w Polsce wynosi 2,7% powierzchni kraju. Przy czym degradacja w stopniu dużym i bardzo dużym obejmuje 0,5% zaś w stopniu średnim i małym 2,2 %.

Sukcesywne ograniczanie, w ostatnich latach, emisji zanieczyszczeń przemysłowych, porządkowanie gospodarki odpadami, rekultywacja gruntów zdegradowanych, a także generalna poprawa kultury użytkowania środowiska sprzyjają ograniczaniu arealu zdegradowanych gruntów. Na szczególną uwagę zasługują zakrojone na szeroką skalę inwestycje zmniejszające w znacznym stopniu emisję zanieczyszczeń. W dużym stopniu są to inwestycje hermetyzacji technologii i oczyszczania spalin.

Problemem jest wysoka kwasowość gleb w Polsce, powodowana przede wszystkim przez naturalne czynniki klimatyczno-glebowe i kwasotwórcze zanieczyszczenia. Znaczący udział w zakwaszaniu gleb użytkowanych rolniczo ma także niewłaściwe nawożenie mineralne. Niezbędne jest zintensyfikowanie działań zmniejszających kwasowość gleb, zwłaszcza na glebach użytkowanych rolniczo (dotychczasowe działania polegające głównie na sporadycznym wapnowaniu gleb nie przynoszą znaczących rezultatów). Nadmierna kwasowość gleb rolniczych powoduje bowiem obniżanie ich produktywności, ale także sprzyja migracji zanieczyszczeń w środowisku.

W ramach programu Państwowego Monitoringu Środowiska realizowany jest podsystem monitoringu gleb. Nastawiony on jest na obserwacje zmian chemizmu gleb a w szczególności na obserwacje zmian koncentracji metali ciężkich w gle-

bach uprawianych rolniczo. Istotą programu badań jest uchwycenie wszelkich zależności jakie występują między wszystkimi czynnikami zanieczyszczającymi a chemizmem gleby. Badania obejmują teren całego kraju, zaś lokalizacja punktów uwzględnia zróżnicowanie z jednej strony rodzaju gleb i z drugiej czynników antropopresji. Umożliwi to opracowanie wieloletnich prognoz, pozwalających na wypracowanie właściwych metod przeciwdziałania niekorzystnym zjawiskom zanieczyszczenia gleb. Dla realizacji założonego celu przyjęto pięcioletni cykl badań. W 1995 r. pobrano próby z 250 stałych punktów pomiarowych zlokalizowanych na obszarach o zróżnicowanej skali zagrożenia zanieczyszczeniem.

Planuje się ciągłą cykliczną realizację badań podsystemu monitoringu gleb, którego dopiero wieloletnie obserwacje pozwolą na precyzyjne określenie zachodzących zmian w środowisku glebowym.

3.8. PRZYRODA

3.8.1. INFORMACJE OGÓLNE

Środowisko przyrodnicze Polski należy do najbogatszych w Europie zarówno pod względem ilości gatunków, jak i walorów środowiskowych. Centralne położenie naszego kraju na kontynencie europejskim, w rejonie krzyżowania się geograficznych zasięgów licznych gatunków i zbiorowisk roślinnych, z jednej strony – subatlantyckich i subkontynentalnych, a z drugiej strony – śródziemnomorskich i borealnych, sprzyja utrzymywaniu się dużej różnorodności przyrodniczej i krajobrazowej.

Przekształcenie antropogeniczne środowiska przyrodniczego jest w Polsce relatywnie mniejsze niż w krajach Europy Zachodniej. Występują tu liczne gatunki roślin i zwierząt oraz typy ekosystemów o szczególnym znaczeniu w skali Europy, w tym gatunki i ekosystemy należące do najrzadszych, najbardziej zagrożonych wyginięciem i najwrażliwszych na zmiany wywołane działalnością człowieka. Z tych powodów przyroda polska stanowi istotny składnik zasobów przyrodniczych Europy i pełni ważną rolę

w systemie europejskich obszarów chronionych, a różnorodność biologiczna Polski, mierzona zarówno na poziomie różnorodności gatunkowej, jak i na poziomie różnorodności ekosystemów, należy do największych w Europie.

Środowisko przyrodnicze w Polsce jest prawnie chronione.

3.8.2. STAN ZASOBÓW PRZYRODY W POLSCE

3.8.2.1. Świat roślin

Szata roślinna Polski ukształtowała się na przestrzeni dziejów pod wpływem czynników naturalnych i działalności człowieka. Pierwotnie ok. 90% terytorium naszego kraju porastały lasy, stanowiące naturalny typ formacji roślinnej w naszej strefie geograficznej. W wyniku działalności człowieka, szczególnie w ostatnim stuleciu, nastąpiły istotne zmiany w szacie roślinnej, polegające przede wszystkim na ogólnym spadku lesistości (do ok. 28% powierzchni obecnie zajętej przez lasy) i pojawieniu się na terenach wylesionych różnorodnych roślinnych zbiorowisk zastępczych.

Przestrzenna struktura siedliskowa Polski, przedstawia się następująco:

- 41,6% – siedliska lasów grądowych,
- 13,6% – siedliska lasów bukowych,
- 2,9% – siedliska dąbrów świetlistych,
- 19,1% – siedliska borów mieszanych (w tym kwaśnych dąbrów),
- 11,4% – siedliska borów szpilkowych,
- 8,9% – siedliska łągów,
- 2,0% – siedliska olsów,
- 0,5% – łączna powierzchnia zajęta przez torfowiska oraz roślinność nadmorską i wysokogórską.

Lasy, mimo dominacji siedlisk leśnych w Polsce, zajmują obecnie ok. 28% powierzchni kraju, a więc nieco mniej niż średnia europejska wynosząca 33%. Należy jednak podkreślić, że po zniszczeniach wojennych powierzchnia lasów w Polsce stanowiła około 21% powierzchni kraju, i w całym okresie powojennym sukcesywnie wzrastała.

Rozmieszczenie lasów w kraju jest nierównomierne, najsilniej zalesione są strefy pojezierzy oraz góry i pogórza. Strefa nizin i wyżyn jest w dużej części odlesiona. Największe obszary naturalnych lasów zachowały się w północno-wschodniej części kraju.

Przeważająca część terytorium Polski położona jest w strefie lasów mieszanych. Przez obszar kraju przebiegają granice geograficznych zasięgów wielu gatunków roślin (w tym gatunków lasotwórczych np.: buka i świerka).

Naturalne zbiorowiska roślinności nieleśnej, zajmujące znikomą część powierzchni kraju, tworzą zespoły halofitów i roślinność wydym w pasie pobrzeża Bałtyku, roślinność torfowiskowa (występująca na większych powierzchniach, głównie w północno-wschodniej części kraju), wyspowe zbiorowiska muraw kserotermicznych (w południowej części kraju i w dolinach większych rzek) oraz murawy wysokogórskie.

Na terytorium Polski stwierdzono, na podstawie dotychczasowych badań, występowanie co najmniej 5000 gatunków grzybów i 11 000 gatunków roślin. Liczby te są zaniżone w stosunku do rzeczywistości ze względu na słabe rozpoznanie roślin niższych. Flora roślin naczyniowych (nasiennych) naszego kraju liczy ok. 2300 gatunków, a wraz z gatunkami obcymi niezadomowionymi trwale (pojawiającymi się spontanicznie) – około 3000 gatunków.

Główny zrąb naszej flory, z punktu widzenia geografii roślin, stanowią gatunki eurosyberyjskie i środkowoeuropejskie. Istotne znaczenie mają także gatunki borealne, górskie i subatlantyckie. Nielicznie występują gatunki arktyczne, atlantyckie, pontyjskie, śródziemnomorskie i irano-turańskie.

3.8.2.2. Świat zwierząt

Fauna Polski, na tle fauny krajów sąsiednich i całej Europy, wyróżnia się znaczną różnorodnością i bogactwem, obejmując liczne gatunki ginące i rzadkie na naszym kontynencie.

Według dotychczasowych badań, liczba znanych gatunków zwierząt w Polsce wynosi 33 066, ale szacuje się, że na naszym terytorium może

występować około 47 000 gatunków. Cechą specyficzną fauny Polski jest znaczny udział gatunków mających na obszarze kraju granice geograficznego zasięgu występowania (wschodnią, zachodnią, północną lub południową).

Fauna bezkręgowców naszego kraju liczy około 31 000 gatunków, a kręgowców – ok. 600 gatunków, w tym 434 gatunki rozmnażające się na terenie kraju. Pozostałe to gatunki migrujące i zimujące.

Największą grupę wśród kręgowców występujących na terenie kraju stanowią ptaki – ok. 370 gatunków, w tym 229 lęgowych oraz ssaki – ok. 90 gatunków żyjących w wolnej przyrodzie. Najwyższy stopień zagrożenia dotyczy awifauny środowisk górskich i wodno-błotnych. Wśród ssaków do najbardziej zagrożonych należą nietoperze oraz gatunki mięsożerne, a także ssaki występujące na siedliskach wodno-błotnych, oraz – w mniejszym stopniu zagrożone – na siedliskach leśnych i górskich.

Zdecydowana większość kręgowców występujących w Polsce objęta jest ochroną prawną, w tym wszystkie gatunki gadów i płazów oraz prawie wszystkie gatunki ptaków i ssaków. Na uwagę zasługują sukcesy Polski w dziedzinie ochrony zwierząt gatunków zagrożonych, m.in. restytucja żubra po pierwszej wojnie światowej, odbudowa populacji bobra i łosia po drugiej wojnie światowej, a także utrzymanie jednej z największych w Europie populacji wilka. W Polsce znajdują się także ostoje wielu rzadkich gatunków ptaków, przede wszystkim wodno-błotnych i drapieżnych, a populacje niektórych gatunków, takich jak bocian biały (*Ciconia ciconia*), batalion (*Philomachus pugnax*) czy wodniczka (*Acrocephalus paludicola*) należą do największych w Europie.

3.8.2.3. Zagrożenia ekosystemów i gatunków Polskie czerwone księgi roślin i zwierząt

Działalność człowieka, zwłaszcza w ciągu ostatnich kilkudziesięciu lat, wywarła ogromny wpływ na środowisko przyrodnicze Ziemi, naruszając jego równowagę w skali globu. Największymi zagrożeniami przyrody, nie tylko na terenie naszego kraju, są: wzrost urbanizacji i uprzemysłowienia, zanieczyszczenie wody, powietrza i ziemi, zmiany stosunków wodnych na wielką skalę oraz frag-

mentacja ekosystemów o charakterze naturalnym i półnaturalnym. Polska uczestniczy w międzynarodowych inicjatywach i działaniach służących ochronie przyrody. Wyrazem tego jest m.in. ratyfikowanie bądź przygotowywanie się do ratyfikacji wielu konwencji międzynarodowych dotyczących ochrony środowiska w skali globu lub kontynentu, sporządzenie tzw. czerwonych ksiąg zagrożonych i wymierających gatunków roślin i zwierząt oraz podejmowanie działań w celu ochrony występujących na terytorium kraju zasobów przyrody, stanowiących istotną część bogactwa przyrodniczego Europy.

W obliczu gwałtownego nasilenia się w ostatnich latach procesów wymierania gatunków, na niespotykaną dotąd skalę, pojawiły się w Europie inicjatywy stwierdzające konieczność podjęcia międzynarodowych działań w zakresie ochrony roślin i zwierząt zagrożonych wyginięciem.

Do najbardziej zagrożonych typów ekosystemów w Polsce należą: wodne (szczególnie wody oligotroficzne), torfowiskowe i inne wilgociolubne oraz zajmujące nieduże powierzchnie ekosystemy o charakterze stepowym, występujące głównie w południowej części kraju, a także ekosystemy nadmorskich wydm piaszczystych i niektóre ekosystemy wysokogórskie narażone na silną antropopresję związaną z masowym ruchem turystycznym.

Zestawianie czerwonych ksiąg zawierających listy gatunków zagrożonych wyginięciem jest inicjatywą Międzynarodowej Unii Ochrony Przyrody i Jej Zasobów (IUCN).

Zgodnie z „Polską czerwoną księgą zwierząt” z 1992 r. spośród dobrze rozpoznanej grupy kręgowców (624 gatunki zarejestrowane w ostatnich 4 – 5 stuleciach) 115 gatunków należy do grupy wymarłych i zagrożonych. Z tego wymarło lub wycofało się z obecnego terytorium Polski 11 gatunków rozmnażających się niegdyś w kraju, 19 gatunków jest w grupie skrajnie zagrożonych i ginących, 19 – w grupie gatunków narażonych na wyginięcie, a 48 gatunków należy do skrajnie rzadkich. Za ocalone uważa się 5 gatunków kręgowców w tym np: żubr (*Bison bonasus*), bóbr europejski (*Castor fiber*) oraz kormoran (*Phalacrocorax carbo*). Natomiast dla pozostałych

13 gatunków nie został określony status zagrożenia. Są to gatunki sporadycznie występujące, o których brak jest dokładnych danych w Polsce np: foka szara (*Halichoerus grypus*).

Zagrożenie szaty roślinnej na terenie Polski jest znaczne, ale mniejsze niż w Europie, gdzie np. zagrożenie wśród roślin naczyniowych oceniane jest na ok. 30-40% gatunków, podczas gdy w naszym kraju – ok. 19% gatunków.

Liczbę gatunków roślin zagrożonych w Polsce w 1986 i w 1992 r. przedstawia tab. 3.8.1.

3.8.3. OBSZARY CHRONIONEJ PRZYRODY W POLSCE

3.8.3.1. Formy ochrony przyrody

Ochrona przyrody w Polsce ma bardzo stare tradycje, sięgające początków państwa polskiego. Przepisy prawne jej dotyczące pojawiały się regularnie na przestrzeni wieków. Pierwszą całościową regulacją prawną była ustawa o ochronie przyrody z 1934 r. Obecnie obowiązuje ustawa o ochronie przyrody z 1991 r., która stwarza duże możliwości ochrony najcenniejszych przyrodniczo obszarów dzięki zróżnicowaniu form ochrony.

Krajowy system obszarów chronionych jest od lat tworzony i rozwijany zgodnie z ideą Ekologicznego Systemu Obszarów Chronionych (ESOCh). W myśl zasad tej koncepcji dąży się do tego, aby wszystkie typy obszarów chronionych – parki narodowe, rezerваты przyrody, parki krajobrazowe i obszary chronionego krajobrazu, a także większe kompleksy leśne, doliny rzeczne i inne tereny odgrywające istotną rolę w systemie przyrodniczym zachowywały przestrzenną ciągłość i łączność.

Zgodnie z obowiązującą ustawą o ochronie przyrody, w Polsce stosuje się następujące formy ochrony przyrody:

- parki narodowe;
- rezerваты przyrody;
- parki krajobrazowe;
- obszary chronionego krajobrazu;
- ochrona gatunkowa roślin i zwierząt;
- ochrona indywidualna w postaci: pomników przyrody, stanowisk dokumentacyjnych, użytków ekologicznych i zespołów przyrodniczo-krajobrazowych.

Obszary chronione w Polsce zajmują ponad 9 mln ha, co stanowi ok. 29,4% powierzchni kraju (rys. 3.8.1, 3.8.2, tab. 3.8.2).

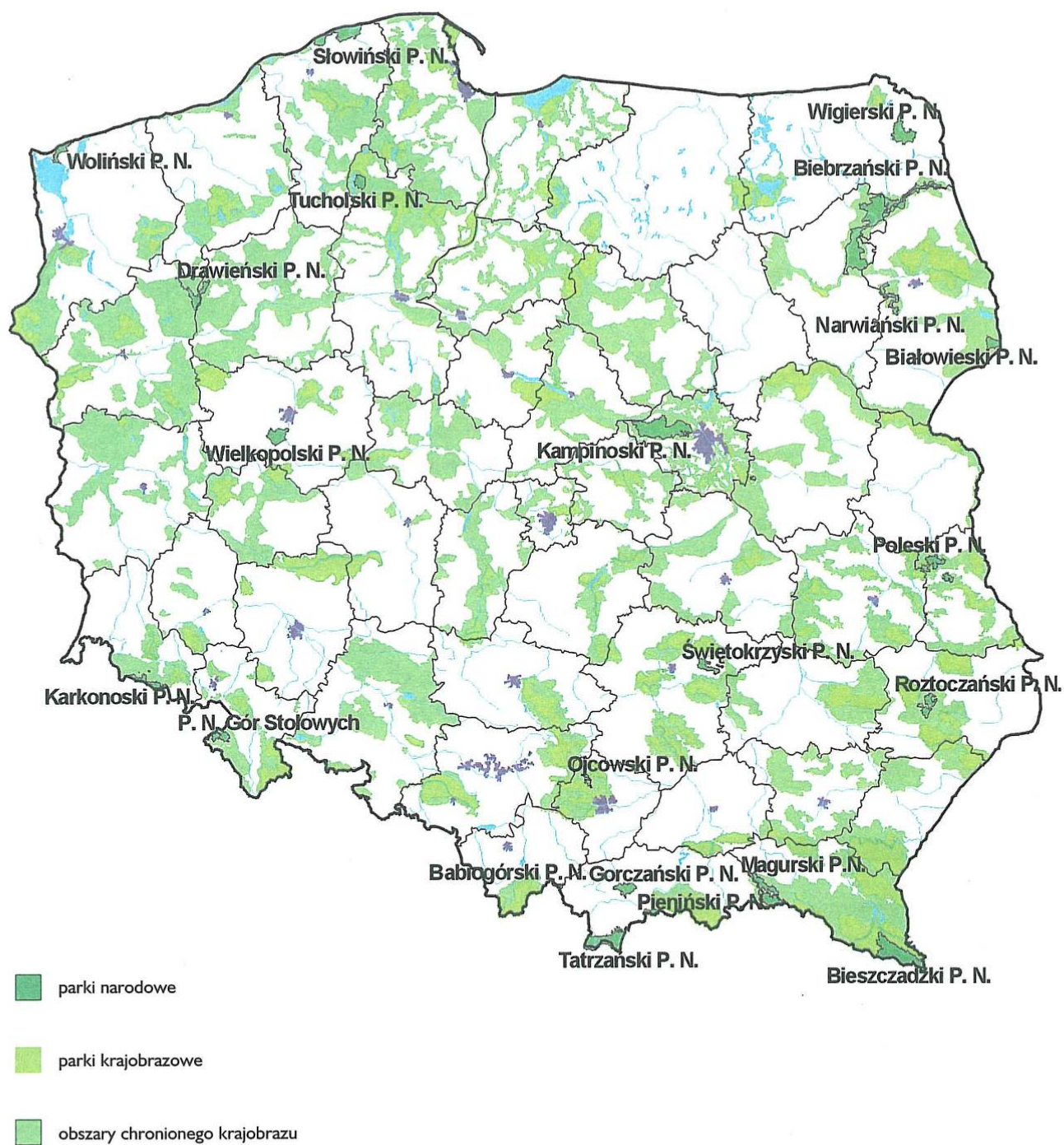
Pod koniec 1996 r. przypadało w Polsce 2377 m² powierzchni prawnie chronionej na 1 mieszkańca.

Grupa systematyczna	Rok wydania listy	Liczba gatunków zagrożonych	Udział flory Polski w grupie systematycznej (%)
Glony	1986	254	–
	1992	256	–
Śluzowce	1986	–	–
	1992	88	ok. 40
Grzyby Wielkoowocnikowe	1986	800	ok. 20
	1992	1013	ok. 25
Porosty	1986	480	ok. 29
	1992	602	ok. 38
Wątrobowce	1986	50	ok. 20
	1992	50	ok. 20
Mchy	1986	121	ok. 18
	1992	136	ok. 20
Rośliny Naczyniowe	1986	339	ok. 15
	1992	418	ok. 19

– nie określono.

Tabela 3.8.1.

Liczba gatunków zagrożonych w dwóch wydaniach „Listy roślin zagrożonych w Polsce” z 1986 r., 1992 r.

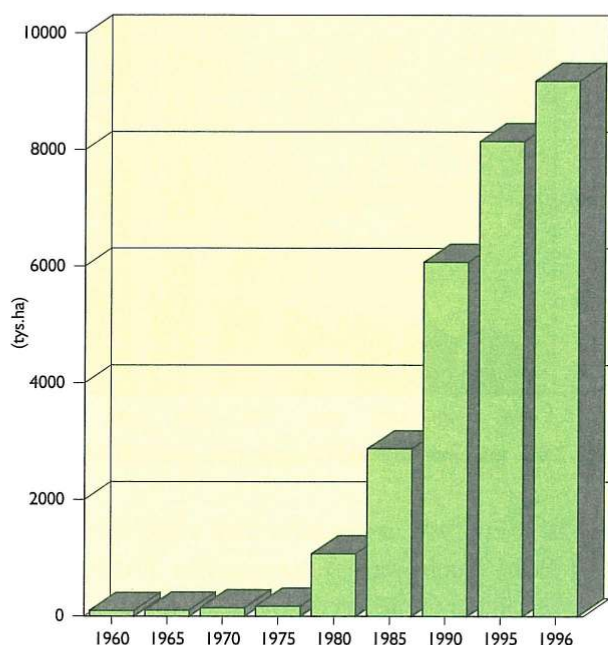


Rys. 3.8.1. Obszary chronione w Polsce

Obszar	Powierzchnia obszarów chronionych (ha)	Powierzchnia Polski (%)	Powierzchnia obszarów chronionych (%)
Razem	9 183 201	29,4	100,0
Parki narodowe	301 056	1,0	3,3
Rezerваты	128 001	0,4	1,4
Parki krajobrazowe ¹	2 081 982	6,7	22,7
Obszary chronionego krajobrazu ¹	6 612 547	21,1	72,0
Stanowiska dokumentacyjne	295	0,00	0,00
Użytki ekologiczne	25 381	0,08	0,23
Zespoły przyrodniczo-krajobrazowe	33 939	0,11	0,37

Tabela 3.8.2.

Obszary chronione w Polsce w 1996 r.



Rys. 3.8.2. Zmiany powierzchni obszarów chronionych w latach 1960-1996

W ciągu ostatnich 15 lat ilość ta wzrosła prawie sześciokrotnie (tab. 3.8.3). Największą powierzchnię wśród obszarów chronionych zajmują obszary chronionego krajobrazu (o najbardziej liberalnym reżimie ochrony), następnie parki krajobrazowe, parki narodowe i rezerваты przyrody.

Najmniej liczne są nowe formy ochrony wprowadzone przez ustawę o ochronie przyrody z 1991 r.: użytki ekologiczne, stanowiska dokumentacyjne i zespoły przyrodniczo-krajobrazowe.

3.8.3.2. Parki narodowe

Zgodnie z ustawą o ochronie przyrody z 1991 r. park narodowy jest obszarem chronionym wyróżniającym się szczególnymi wartościami naukowymi

Lata	Powierzchnia obszarów chronionych								
	Ogółem	na I mieszkańca	parki narodowe ²	rezerваты przyrody	parki krajobrazowe ³	obszary chronionego krajobrazu ³	użytki ekologiczne	stanowiska dokumentacyjne	zespoły przyrodniczo-krajobrazowe
		(m ²)	(ha)	(ha)	(ha)	(ha)	(ha)	(ha)	(ha)
1981	1 390 946	400	125 236	83 427	305 762	876 521	–	–	–
1986	3 872 316	1000	125 747	104 635	732 249	2 909 685	–	–	–
1991	6 465 502	1700	177 797	122 442	1 384 133	4 781 130	–	–	–
1996	9 183 201	2377	301 056	128 001	2 136 468	6 664 34,5	25 381	295	33 939

Tabela 3.8.3.

Powierzchnia obszarów prawnie chronionych

¹ Powierzchnia bez rezerwatów (w celu wyeliminowania podwójnego liczenia tej samej powierzchni)

² Powierzchnia bez rezerwatów przyrody położonych w granicach parków narodowych

³ Powierzchnia z rezerwatami przyrody położonymi w granicach parków krajobrazowych i obszarów chronionego krajobrazu

mi, przyrodniczymi, społecznymi, kulturowymi i wychowawczymi, o powierzchni nie mniejszej niż 1000 ha.

Na terenie parku narodowego ochronie podlega całość przyrody oraz swoiste cechy krajobrazu, a wszelkie działania w jego granicach są podporządkowane ochronie przyrody i mają pierwszeństwo przed wszystkimi innymi działaniami.

Powoływanie parków narodowych ma na celu:

- rozpoznanie i zachowanie całości systemów przyrodniczych danego terenu wraz z warunkami ich funkcjonowania,
- odtwarzanie zniekształconych i zanikłych ogniw rodzimej przyrody tam, gdzie zachodzi taka konieczność.

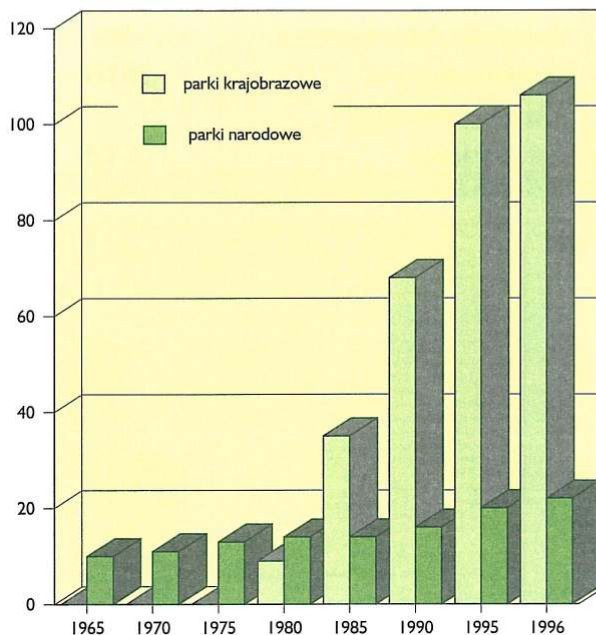
Park narodowy otoczony jest zwykle otuliną, czyli strefą ochronną, stanowiącą bufor zabezpieczający przed szkodliwym oddziaływaniem czynników zewnętrznych. Według przywołanej ustawy o ochronie przyrody może być tam utworzona także strefa ochronna zwierzyny. Parki narodowe tworzone są rozporządzeniem Rady Ministrów, a ich zarząd podlega Ministerstwu Ochrony Środowiska, Zasobów Naturalnych i Leśnictwa.

Obszary wchodzące w skład parków narodowych podlegają ochronie rezerwatowej w tym: ścisłej i częściowej oraz ochronie krajobrazowej. Ochrona ścisła polega na zakazie wykonywania jakiegokolwiek działania, w tym także zabiegów ochronnych. Ochronie podlega całość przyrody i naturalnie zachodzące procesy.

Ochrona częściowa jest ochroną czynną i polega na prowadzeniu, w zależności od potrzeb, niezbędnych zabiegów ochronnych. W jej ramach prowadzona jest ochrona wybranych zespołów roślinnych, regulowanie składu gatunkowego, przebudowa drzewostanów, ochrona ekosystemów wodnych itp.

Ochrona krajobrazowa polega na zachowaniu krajobrazu i jego składników tj: ukształtowania terenu, widoków oraz zabudowy w niezmienionym stanie. Ochroną tą objęte są tereny użytkowane rolniczo, tereny zabudowane i zajęte przez infrastrukturę techniczną (drogi itp.) oraz kulturową (cmentarze, miejsca pamięci narodowej itp.).

Do końca 1996 r. utworzono w Polsce 22 parki narodowe o łącznej powierzchni 301 056 ha (tab. 3.8.4, rys. 3.8.3), co stanowi ok. 1% obszaru Polski. W ciągu ostatnich piętnastu lat powierzchnia ta zwiększyła się prawie 2,5 raza, a najwięcej parków narodowych utworzono w latach dziewięćdziesiątych. W ciągu ostatnich pięciu lat powstało 5 parków narodowych, co prawie podwoiło powierzchnię chronioną tą formą ochrony w porównaniu do roku 1991.



Rys. 3.8.3. Ilość parków narodowych i krajobrazowych w latach 1965 – 1996

W roku 1996 utworzono dwa parki narodowe: PN Bory Tucholskie i Narwiański PN oraz powiększono 6 istniejących parków, tj: Karkonoski, Pieniński, Drawieński, Świętokrzyski, Woliński i Białowieski. Przewiduje się utworzenie jeszcze kilku nowych parków narodowych, m.in. Mazurskiego, Turnickiego i Jurajskiego oraz dalsze powiększenie Białowieskiego PN.

Sześć polskich parków narodowych: Słowiński, Białowieski, Babiogórski, Bieszczadzki, Tatrzański i Karkonoski znalazło się na światowej liście rezerwatów biosfery UNESCO. Trzy ostatnie z nich, przylegające do południowej granicy kraju, tworzą wraz z przyległymi obszarami po drugiej stronie granicy transgraniczne rezerваты biosfery (utworzone w 1992 r.).

Bieszczadzki PN jest częścią trójkątnego, polsko-słowacko-ukraińskiego rezerwatu biosfery „Karpaty Wschodnie” (jest to jedyny na świecie

L.p.	Nazwa parku	Województwo	Rok utworzenia	Powierzchnia (ha)		
				ogółem	pod ścisłą ochroną	strefy ochronnej
1	Białowiecki	białostockie	1932	10 502	4 747	3 224
2	Pieniński	nowosądeckie	1932	2 346	777	2 682
3	Tatrzański	nowosądeckie	1947	21 164	11 514	–
4	Świętokrzyski	kieleckie	1950	7 626	1 731	20 786
5	Babiogórski	bielskie	1954	1 734	1 062	–
6	Ojcowski	krakowskie	1956	1 890	251	7 000
7	Wielkopolski	poznańskie	1957	7 620	259	7 383
8	Kampinoski	warszawskie	1959	36 533	4 862	47 123
9	Karkonoski	jeleniogórskie	1959	5 573	1 718	11 265
10	Woliński	szczecińskie	1960	10 937	165	3 368
11	Słowiński	śląskie	1967	18 619	5 619	50 644
12	Bieszczadzki	kościeliskie	1973	27 834	18 425	57 150
13	Roztoczański	zamojskie	1974	8 482	806	38 096
14	Gorczański	nowosądeckie	1981	6 764	2 850	–
15	Wigierski	suwalskie	1989	15 122	380	–
16	Drawieński	gorzowskie pilskie	1990	11 056	368	35 590
17	Poleski	chełmskie lubelskie	1990	9 649	428	14 042
18	Biebrzański	łomżyńskie suwalskie białostockie	1993	59 223	2 569	66 824
19	Gór Stołowych	wałbrzyskie	1993	6 280	49	10 575
20	Magurski	krośnieńskie nowosądeckie	1995	19 962	–	22 969
21	Bory Tucholskie	bydgoskie	1996	4 789	–	10 286
22	Narwiański	białostockie łomżyńskie	1996	7 350	–	15 408
	Razem			301 055	58 580	424 415

Tabela 3.8.4.

Parki narodowe
w Polsce
w 1996 r.

trójstronny rezerwat przyrody), Tatrzański PN jest częścią polsko-słowackiego rezerwatu biosfery „Tatry”, a Karkonoski PN jest częścią polsko-czeskiego rezerwatu biosfery „Karkonosze”. W 1979 r. Białowiecki PN został wpisany na listę obiektów światowego dziedzictwa dóbr kultury i przyrody (World Heritage Sites).

3.8.3.3. Rezerваты przyrody

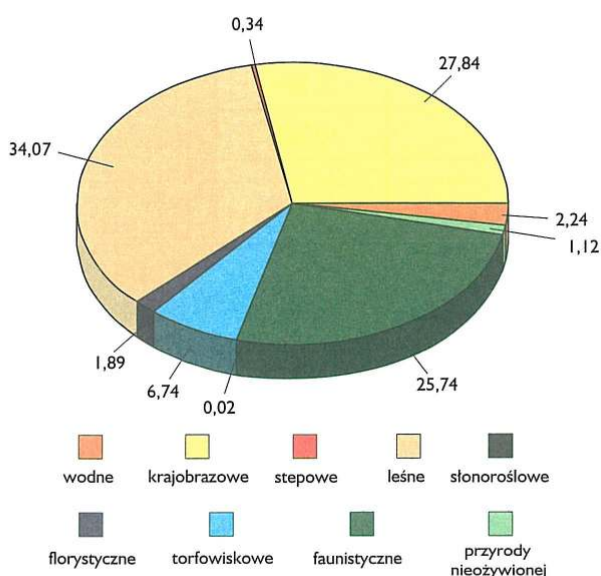
Rezerwat przyrody jest obszarem obejmującym zachowane w stanie naturalnym lub mało zmienionym ekosystemy, określone gatunki roślin i zwierząt oraz elementy przyrody nieożywionej mające istotną wartość ze względów naukowych, przyrodniczych, kulturowych bądź krajobrazowych.

Ze względu na przedmiot ochrony wyróżnia się rezerваты biocenotyczne (leśne, stepowe, słonoroślowe, torfowiskowe i wodne), florystyczne, faunistyczne (ssaków, ptaków, gadów, mięczaków i owadów), przyrody nieożywionej i krajobrazowe (rys. 3.8.4). Rezerваты przyrody są ustanawiane zarządzeniem Ministra Ochrony Środowiska Zasobów Naturalnych i Leśnictwa. Minister wyznacza również organ sprawujący bezpośredni nadzór nad rezerwatem oraz precyzuje ograniczenia – zakazy i nakazy, które służą do realizacji ochrony przyrody w rezerwacie.

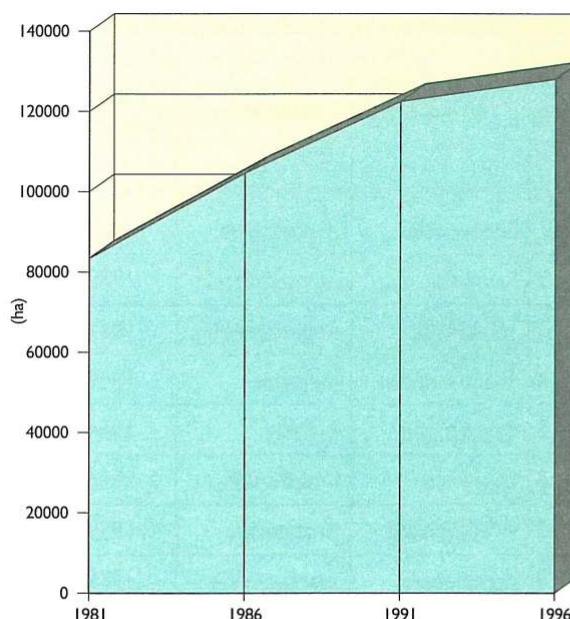
Pod koniec 1996 r. w Polsce istniały 1183 rezerваты, które zajmowały powierzchnię 128 001 ha. W ciągu ostatnich piętnastu lat liczba ich zwiększyła się o 403 obiekty, co stanowi 34% wszystkich rezerwatów utworzonych w Polsce do 1981 r. (rys. 3.8.5). Rezerваты są rozmieszczone na terenie kraju dość nierównomiernie (rys. 3.8.6).

Wielkość rezerwatów jest zróżnicowana. Ich powierzchnia waha się z reguły od kilkanastu do kilkudziesięciu hektarów, choć spotyka się również rezerваты o powierzchni bardzo małej, np. 0,1 ha. Nieliczne obiekty zajmują powierzchnię większą niż 1000 ha (przeważnie są to rezerваты ekosystemów wodnych). Rezerваты mogą być otoczone otulinami, chroniącymi je przed szkodliwymi wpływami z zewnątrz.

Za szczególnie cenne należy uznać rezerваты, których walory predysponują do uznania je za



Rys. 3.8.4. Powierzchnia rezerwatów przyrody w 1996 r. (%)



Rys. 3.8.5. Przyrost powierzchni rezerwatów przyrody w latach 1981 – 1996

obiekty o międzynarodowym znaczeniu. Na liście takich obiektów znajdują się rezerваты ornitologiczne: „Jezioro Łuknajno”, „Siedem Wysp”, „Jezioro Karaś”, „Jezioro Świdwie” oraz „Słońsk”. Są to obszary wodno-błotne będące środowiskiem życia ptactwa wodnego o międzynarodowym znaczeniu, uznane przez Konwencję Ramsarską i umieszczone w jej spisie. Rezerwat przyrody „Jezioro Łuknajno” znalazł się na światowej liście rezerwatów biosfery UNESCO.

3.8.3.4. Parki krajobrazowe

Parki krajobrazowe są to obszary chronione ze względu na wartości przyrodnicze, historyczne i kulturowe, a celem ich tworzenia jest zachowanie, popularyzacja i upowszechnienie tych wartości w warunkach racjonalnego gospodarowania przestrzenią. Parki krajobrazowe tworzone są na podstawie rozporządzenia wojewody. Reżim ich ochrony jest łagodniejszy od obowiązującego w parkach narodowych.

W parkach krajobrazowych chronione są z reguły nie tylko walory przyrodnicze danego obszaru, ale również jego krajobraz kulturowy. Są to najczęściej obszary ekstensywnie użytkowane rolniczo, z tradycyjnymi formami gospodarowania, sprzyjające utrzymywaniu harmonii środowiska przyrodniczego i kulturowego. Część parków otoczona jest także tzw. otuliną, na których obszarze mogą obowiązywać pewne ograniczenia swobody



 rezerваты

Rys. 3.8.6. Rezerваты przyrody w Polsce

Rok	Liczba parków krajobrazowych	Powierzchnia parków krajobrazowych ¹ (ha)	Powierzchnia otulin (ha)
1981	15	305 762	294 760
1986	35	732 249	748 551
1991	74	1 384 133	1 126 478
1996	106	2 136 468	1 446 531

Tabela 3.8.5.

Rozwój parków krajobrazowych w Polsce

¹ Powierzchnia z rezerwatami przyrody położonymi w granicach parków

gospodarowania. Parki krajobrazowe predestynowane są do rozwijania różnorodnych form turystyki i aktywnego wypoczynku, z pominięciem turystyki pobytowej o charakterze masowym lub trwałe i agresywnie ingerującym w środowisko.

Pod koniec 1996 r. istniało w Polsce 106 parków krajobrazowych, zajmujących łączną powierzchnię 2 136 468 ha. W ciągu ostatnich 15 lat ich liczba zwiększyła się siedmiokrotnie (tab. 3.8.5, rys. 3.8.3). Podobnie wzrosła również powierzchnia parków krajobrazowych. Stanowi ona obecnie blisko 7% powierzchni Polski.

3.8.3.5. Obszary chronionego krajobrazu

Obszary chronionego krajobrazu to kolejna forma prawnej ochrony terenów o wyróżniających się cechach krajobrazowych i przyrodniczych. Status ten nadaje się różnym typom ekosystemów, aby poprzez nałożenie pewnych, stosunkowo łagodnych ograniczeń na formy gospodarowania na ich terenach, zapewnić stan względnej równowagi ekologicznej systemów przyrodniczych. Mają one najbardziej liberalnie określony reżim ochronny. Częstość status taki nadaje się terenom otaczającym obszary podlegające bardziej restrykcyjnym formom ochrony przyrody takim jak: rezerваты przyrody, parki narodowe oraz parki krajobrazowe.

W końcu 1996 r. ta forma ochrony obejmowała około 6,6 mln ha (ponad 20% powierzchni kraju), (tab. 3.8.3).

3.8.4. OCHRONA GATUNKOWA ROŚLIN I ZWIERZĄT

Ochrona gatunkowa ma na celu zapewnienie podstaw bezpiecznej egzystencji dziko żyjącym roślinom i zwierzętom, a w szczególności gatunkom

rzadkim lub zagrożonym wyginięciem, jak też zachowanie różnorodności gatunkowej i genetycznej. Listę gatunków objętych ochroną oraz sposoby wykonywania ochrony, w tym stosowne ograniczenia, zakazy i nakazy określają odpowiednie rozporządzenia Ministra Ochrony Środowiska, Zasobów Naturalnych i Leśnictwa.

W odniesieniu do dziko żyjących roślin objętych ochroną gatunkową zabronione jest m.in.: ich niszczenie, zrywanie, zbywanie i nabywanie, wywożenie za granicę w stanie świeżym lub przetworzonym. Ochrona całkowita roślin dziko rosnących obejmuje: 5 gatunków drzew, 20 gatunków krzewów i ok. 200 gatunków roślin zielnych, a ponadto liczne gatunki grzybów i porostów. Ochroną częściową objęte są niektóre rośliny lecznicze, które mogą być pozyskiwane do celów gospodarczych, jednak wyłącznie przez osoby posiadające stosowne zezwolenie wojewódzkiego konserwatora przyrody.

Ochrona gatunkowa zwierząt polega m.in. na wprowadzaniu zakazów: zabijania, chwytania, przetrzymywania, płoszenia, niszczenia gniazd, nor, barłogów i żeremi itp. Dotyczy to wszystkich osobników z gatunków uznanych za chronione oraz ich gąsienic, piskląt i jaj. Zakazany jest też handel chronionymi zwierzętami (żywymi i martwymi), a także ich preparowanie. Chwywanie i zabijanie zwierząt chronionych do celów naukowych może być dopuszczone tylko po uzyskaniu zezwolenia Ministra Ochrony Środowiska, Zasobów Naturalnych i Leśnictwa. Ochronie gatunkowej zwierząt podlegają gatunki reprezentujące różne grupy systematyczne, takie jak: pająki, owady, mięczaki, kręglouste, ryby, płazy, gady, ptaki i ssaki (w tym walenie i płetwonogie). Ochroną gatunkową objętych jest obecnie 125 taksonów – gatunków, rodzajów i rzędów należących do fauny krajowej.

W drodze rozporządzenia wprowadzono m.in. strefową ochronę miejsc rozrodu i stałego przebywania siedemnastu gatunków ptaków drapieżnych oraz dwóch gatunków gadów: węża Eskulapa (*Elaphe longissima*) oraz żółwia błotnego (*Emys orbicularis*). Wokół gniazd tych gatunków wyznacza się 200-metrową „strefę ochronną, którą w okresie od 1 lutego do 31 sierpnia dodatkowo rozszerza się do 500 m.

Ptaki i ssaki łowne chronione są odrębnymi przepisami prawa łowieckiego.

3.8.5. INDYWIDUALNE FORMY OCHRONY PRZYRODY

Spośród form ochrony indywidualnej najdłuższą tradycję ma ochrona obiektów przyrodniczych, tzw. pomników przyrody. Ustawa o ochronie przyrody z 1991 r. wprowadziła ponadto nowe formy ochrony indywidualnej, tj. użytki ekologiczne, stanowiska dokumentacyjne i zespoły przyrodniczo-krajobrazowe. Indywidualne formy ochrony przyrody ustanawiane są w drodze rozporządzenia wojewody lub uchwały rady gminy.

Pomnikami przyrody mogą być pojedyncze obiekty przyrodnicze, a także ich zespoły, jeśli odpowiadają kryteriom wartości przyrodniczej i unikalności występowania. W szczególności obiekty te powinny odznaczać się szczególnymi wartościami naukowymi, kulturowymi, historyczno-pamiętkowymi lub krajobrazowymi oraz indywidualnymi cechami, wyróżniającymi je wśród innych tworów przyrody.

Najliczniejszą grupę pomników przyrody stanowią drzewa i głązy narzutowe. Mogą być nimi także skałki, aleje, grotty, jaskinie, czy wodospady. Ogółem zarejestrowanych jest obecnie w Polsce 30 205 pomników przyrody, z czego 23 010 stanowią pojedyncze drzewa (tab. 3.8.6).

Użytki ekologiczne wyznacza się w celu ochrony pozostałości ekosystemów mających znaczenie dla zachowania unikatowych zasobów genowych i typów środowisk tj: naturalne zbiorniki wodne, śródpolne i śródleśne „oczka wodne”, kępy drzew i krzewów, bagna, torfowiska, wydmy, płaty nie użytkowanej roślinności, starorzecza, wychodnie skalne, skarpy, kamieńce itp. Zgodnie ze stanem na koniec grudnia 1996 r. istnieje w Polsce 3356 użytków ekologicznych o łącznej powierzchni 25 381 ha.

Stanowiska dokumentacyjne to ważne pod względem naukowym i dydaktycznym miejsca występowania formacji geologicznych, nagromadzeń skamieniałości lub tworów mineralnych oraz fragmenty eksploatowanych i nieczynnych wyrobisk powierzchniowych i podziemnych. Aktualna liczba stanowisk dokumentacyjnych wynosi 48. Najwięcej stanowisk dokumentacyjnych występuje w województwie przemyskim (14) oraz kieleckim (10).

Zespoły przyrodniczo-krajobrazowe zajmują obecnie powierzchnię 33 939 ha. Ogółem zarejestrowanych jest ich w Polsce 108. Tą formą ochrony objęte są wyjątkowo cenne fragmenty krajobrazu naturalnego i kulturowego w celu zachowania jego wartości estetycznych.

3.8.6. WNIOSKI

Walory przyrodnicze Polski uważane są za bardzo wysokie, zwłaszcza na tle Europy Zachodniej. Składają się na nie liczne, a jednocześnie cenne pod względem przyrodniczym i krajobrazowym ekosystemy oraz wysoki poziom różnorodności biologicznej. Występują tu rzadkie gatunki roślin i zwierząt, gdzie indziej

Rok	Ogółem	Pojedyncze drzewa	Grupy drzew	Aleje	Głązy narzutowe	Skałki, grotty, jaskinie itp.
1981	12 333	8 944	2 053	307	720	309
1986	15 033	10 610	2 675	400	852	496
1991	19 985	14 373	3 410	510	950	742
1996	30 205	23 010	4 537	742	1 109	807

Tabela 3.8.6.

Pomniki przyrody w Polsce

nieobecne i często zagrożone w skali kontynentu. Powierzchnia obszarów chronionych o zróżnicowanym statusie, obejmujących ponad 1/4 kraju, stawia Polskę pod tym względem na jednym z pierwszych miejsc w Europie.

System obszarów chronionych, rozwijany zwłaszcza od II połowy lat 80-tych służy zachowaniu cennych, a niekiedy wręcz unikalnych walorów przyrodniczych Polski. Powierzchnia obszarów chronionych wzrosła w ciągu ostatnich 15 lat ponad 6-krotnie. W tym okresie 7-krotnie wzrosła liczba i powierzchnia parków krajobrazowych, ponad 1,5-krotnie zwiększyła się liczba parków narodowych (w samym tylko 1996 roku utworzono dwa nowe parki) i liczba rezerwatów. Dane te odzwierciedlają stopień zaangażowania państwa w działania na rzecz ochrony przyrody.

Zapewnienie odpowiedniej skuteczności działań w dziedzinie zachowania różnorodności biologicznej wymaga także współdziałania na poziomie międzynarodowym. Stopień rozpoznania walorów środowiska przyrodniczego w Polsce oraz opracowane koncepcje jego ochrony pozwalają na partnerską współpracę w tej dziedzinie z innymi państwami. Polska bierze aktywny udział w licznych międzynarodowych przedsięwzięciach i programach na rzecz ochrony przyrody w Europie i na świecie, a także jest inicjatorem współpracy w tej dziedzinie z najbliższymi sąsiadami. Nasz kraj uczestniczy m.in. w tworzeniu europejskiej sieci obszarów chronionych (Natura 2000, ECONET).

Inną międzynarodową inicjatywą jest program MaB (Man and Biosphere), któremu patronuje UNESCO. Zgodnie z jego założeniami tworzona jest światowa sieć rezerwatów biosfery, do której w Polsce należy 7 obiektów: jeden rezerwat przyrody („Jezioro Łuknajno”) i sześć parków narodowych, w tym

trzy wchodzące w skład transgranicznych obszarów chronionych. Na zachodnim pograniczu Polski funkcjonuje polsko-niemiecki obszar chroniony „Dolna Odra”, obejmujący park narodowy po stronie niemieckiej i dwa parki krajobrazowe po stronie polskiej.

3.9. LASY

3.9.1. INFORMACJE OGÓLNE

Lasy stanowią najwyżej zorganizowany, wyodrębniający się strukturalnie, funkcjonalnie i fizjonomicznie typ roślinności. Lasy, będące od zarania dziejów podstawą egzystencji człowieka, pełnią bardzo ważne funkcje: przyrodniczą, gospodarczą, społeczną i estetyczną. Chociaż niegdyś porastały niemalże cały obszar kraju, obecnie zajmują około 28,1% powierzchni całkowitej Polski, co stanowi około 8779 tys. ha (tab. 3.9.1).

Zbiorowiska leśne zostały silnie przekształcone na skutek działalności człowieka, głównie z powodu zmniejszenia ich areалу, zniekształcenia naturalnych fitocenoz leśnych i tworzenia często jednogatunkowych drzewostanów w wyniku preferowania sosny lub świerka w gospodarce leśnej. Mimo to lasy w Polsce są nadal miejscem występowania rodzimych gatunków flory i fauny oraz biocenoz o charakterze naturalnym i odznaczają się często dużymi walorami przyrodniczymi.

3.9.2. ZASOBY LEŚNE I ICH EKSPLOATACJA

W minionych dziesięcioleciach nastąpiło silne rozdrobnienie powierzchni leśnych. Obecnie w Polsce występuje 45 wielkich obszarów leśnych o charakterze puszczańskim. Resztę stanowią przeważnie małe i średnie pod względem powierzchni

Wyszczególnienie	Lata			
	1980	1985	1990	1996
Powierzchnia lasów (tys. ha)	8622,3	8653,9	8693,9	8779,3
Powierzchnia lasów na I mieszkańca (ha)	0,241	0,234	0,228	0,227
Lesistość (%)	27,6	27,7	27,8	28,1

Tabela 3.9.1.

Powierzchnia lasów i lesistość

Struktura wiekowa drzewostanów wg klas wiekowych (lata)	Powierzchnia (tys. ha)	Udział poszczególnych klas wiekowych (%)
Ogółem	8756	100
Klasa I (1-20)	1522	17,4
Klasa II (21-40)	2201	25,1
Klasa III (41-60)	1886	21,5
Klasa IV (61-80)	1519	17,4
Klasa V (81 i więcej)	1468	16,8
Halizny, zręby i płazowizny	160	1,8

Tabela 3.9.2.

Struktura
wiekowa
drzewostanów
według klas
drzewostanów
w 1996 r.

lasy. Puszcze, będące głównymi ostojami zasobów leśnych, skupiają się przede wszystkim na północnym południu kraju, w północno-wschodniej jego części i przy zachodniej granicy Polski. Centralna część kraju jest słabiej zalesiona – dominują tu małe i średnie kompleksy leśne.

Struktura siedliskowa terenów leśnych w Polsce przedstawia się następująco: zdecydowanie dominują siedliska borowe, zajmując około 2/3 powierzchni leśnej, pozostałe – to siedliska lasów liściastych. Obszary lasów liściastych w Polsce zostały na przestrzeni dziejów w większości wylesione i przeznaczone do użytkowania rolniczego.

Różnorodność zbiorowisk roślinnych w lasach Polski jest bardzo duża. Zgodnie z przyjętą w kraju systematyką zbiorowisk roślinnych, należą one głównie do 4 klas i 58 zespołów, nie licząc zróżnicowania w obrębie zespołów.

Lasy w Polsce odznaczają się obecnie zbyt dużym udziałem drzewostanów młodych i średniego wieku. Według tabeli 3.9.2 przedstawiającej strukturę wiekową drzewostanów w 1996 r. lasy w wieku powyżej 80 lat zajmują jedynie 16,8% powierzchni leśnej kraju (1468 tys. ha), a w wieku do 40 lat aż 42,5% (3723 tys. ha). Stwierdza się jednak stały wzrost przeciętnego wieku drzewostanów, który obecnie wynosi 51 lat; w lasach państwowych – 55 lat, a w lasach prywatnych – 37 lat. Upowszechnianie w kraju gospodarki leśnej na podstawach ekologicznych (m.in. polegającej na podnoszeniu wieku rębności drzewostanów) sprzyja dalszej poprawie tej sytuacji.

W strukturze gatunkowej drzewostanów (tab. 3.9.3) odznacza się nadmierna przewaga gatunków iglastych w stosunku do struktury siedliskowej terenów pokrytych lasem. Drzewa iglaste zajmują 77,5% (6788 tys. ha) powierzchni zalesionej,

Struktura gatunkowa	Powierzchnia (tys. ha)	Udział poszczególnych gatunków (%)
Ogółem	8756	100
Drzewa iglaste ogółem	6788	77,5
Sosna i modrzew	6063	69,2
Świerk	510	5,8
Jodła i jedlica	215	2,5
Drzewa liściaste ogółem	1968	22,5
Dąb, jesion, klon, jawor, wiąz	538	6,1
Buk	358	4,1
Grab	37	0,4
Brzoza i robinia akacjowa	521	6,0
Olcha	464	5,3
Osika, lipa, wierzba i topola	50	0,6

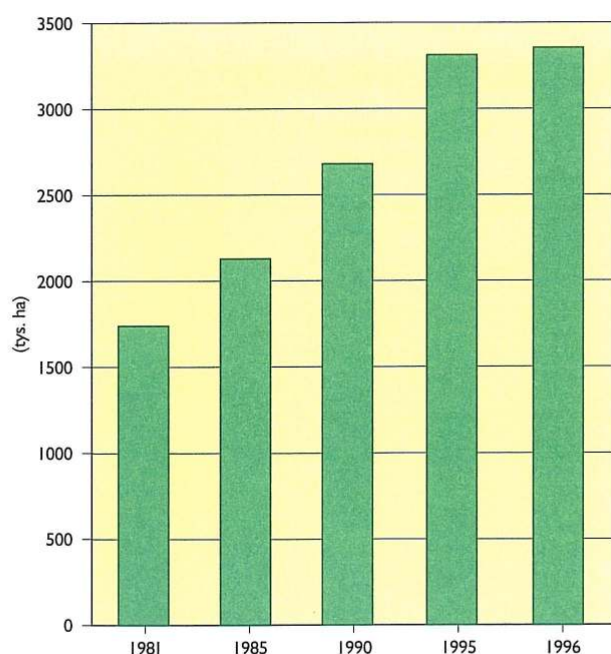
Tabela 3.9.3.

Struktura
gatunkowa
drzewostanów
według grup
rodzajowych
drzew w 1996 r.

a drzewa liściaste – 22,5% (1968 tys. ha). Według raportu Lasów Państwowych na znacznej części powierzchni leśnej poddano już przebudowie skład gatunkowy drzewostanów, a także wprowadzono podszyty wzbogacające strukturę biocenozy leśnych. Działania te będą kontynuowane. Na przestrzeni ostatnich 50 lat struktura gatunkowa lasów systematycznie się poprawiała: udział gatunków liściastych w drzewostanach zwiększył się od ok. 13% w 1945 r. do 22,5% w 1996 r.

Zdecydowana większość lasów stanowi własność państwową, należącą głównie do Państwowego Gospodarstwa Leśnego Lasy Państwowe – około 83% (7282 tys. ha) powierzchni leśnej. Lasy prywatne zajmują tylko 17% (1497 tys. ha) powierzchni leśnej. Taka struktura własnościowa lasów jest bardzo korzystna, ponieważ wprowadzanie zgodnie z leśną polityką ekologiczną państwa zasad zrównoważonego rozwoju do gospodarki leśnej jest łatwiejsze na terenach lasów państwowych.

Pozytywnym faktem zgodnie z ustawą o lasach z 1991 r. jest uznanie w 1997 r. 37,8% powierzchni lasów w kraju za lasy ochronne podczas gdy w 1980 r. zajmowały one jedynie 20,2% (rys.3.9.1). Stanowią one około 48% lasów państwowych. Zgodnie z raportem Lasów Państwowych udział powierzchniowy lasów ochronnych systematycznie się zwiększa. Lasy ochronne pełnią funkcje: glebochronne, wodochronne, zdrowotno-rekre-



Rys. 3.9.1. Powierzchnia lasów ochronnych w latach 1981-1996

acyjne, zmniejszają oddziaływanie zanieczyszczeń powietrza. Na obszarze lasów ochronnych obowiązują ograniczenia gospodarcze określone przez Ministra Ochrony Środowiska, Zasobów Naturalnych i Leśnictwa.

Lasy są też bardzo ważnym i cennym składnikiem krajowych obszarów chronionej przyrody, utworzonych na mocy ustawy o ochronie przyrody. Znaczna część kompleksów leśnych w Polsce znajduje się w granicach parków narodowych, parków krajobrazowych, rezerwatów przyrody i obszarów chronionego krajobrazu, a ich udział procentowy w powierzchni tych obszarów systematycznie wzrastał w wieloletnim okresie 1980-1996 (tab. 3.9.4). W najbliższej przyszłości planowane jest objęcie ochroną dalszych obszarów leśnych zgodnie z wypracowaną w Polsce filozofią Ekologicznego Systemu Obszarów Chronionych.

Na szczególną uwagę zasługuje utworzenie w latach 1995-1996 Leśnych Kompleksów Promocyjnych (LKP) na terenie PGL Lasy Państwowe w celu prowadzenia modelowej gospodarki leśnej opartej na zasadach ekorozwoju. Obecnie istnieje 10 Leśnych Kompleksów Promocyjnych o łącznej powierzchni 445 tys. ha (6,1% powierzchni lasów państwowych): Lasy Puszczy Białowieskiej, Lasy Oliwsko-Darżlubskie, Bory Tucholskie, Lasy Puszczy Kozienickiej, Lasy Puszczy Bukowej i Goleńowskiej, Lasy Gostynińsko-Włocławskie, Bory Lubuskie, Lasy Rychtańskie, Lasy Janowskie i Lasy Beskidu Śląskiego. Planowane jest utworzenie dalszych 8 LKP, a łączna ich powierzchnia wyniesie wtedy około 750 tys. ha, czyli ok. 10,0% powierzchni lasów zarządzanych przez Lasy Państwowe.

W tabeli 3.9.5 prezentowane są dane dotyczące wielkości użytkowania lasów. Począwszy od lat powojennych aż do roku 1989 użytkowanie lasów w Polsce było stosunkowo wysokie.

W latach 1990-1991 nastąpiło zmniejszenie pozyskania grubizny w lasach, natomiast w latach następnych pozyskanie grubizny ponownie wzrosło i utrzymuje się na zbliżonym poziomie. Przeciętne roczne rozmiary pozyskania drewna kształtowały się na poziomie 1-3 % jego zasobów na pniu i nie przekroczyły poziomu bieżącego przyrostu mierzoności drzewostanów.

Rodzaj obszaru chronionej przyrody	Lata			
	1980	1985	1990	1996
Parki narodowe:				
• powierzchnia (tys. ha)	118,9	125,8	165,9	301,0
• w tym lasy: (tys. ha)	82,9	88,6	118,8	183,7
• % pow. parków narodowych	69,7	70,4	71,6	61,0
Rezerваты przyrody:				
• powierzchnia (tys. ha)	75,3	104,6	117,0	128,0
• w tym rezerваты leśne (tys. ha)	16,7	27,2	35,9	43,6
• % pow. rezerwatów	22,2	26,0	30,7	34,1
Parki krajobrazowe:				
• powierzchnia (tys. ha)	236,4	614,3	1215,4	2136,4
• w tym lasów (tys. ha)	109,8	342,2	687,7	1149,3
• % pow. parków krajobrazowych	46,4	55,7	56,6	53,8
Obszary chronionego krajobrazu:				
• powierzchnia (tys. ha)	642,3	2030,5	4574,8	6665,4
• w tym lasów (tys. ha)	283,4	944,2	2113,8	2860,2
• % pow. obszarów chron. krajob.	44,1	46,5	46,2	42,9

Tabela 3.9.4.

Lasy na
obszarach
chronionej
przyrody

Lata	Pozyskanie grubizny (tys. m ³)	Pozyskanie grubizny na 100 ha powierzchni lasów (m ³)
1980	20 822	241,5
1985	23 184	267,9
1990	17 617	202,6
1991	17 026	195,6
1992	20 638	236,7
1993	20 256	232,3
1994	20 122	230,4
1995	20 651	235,8
1996	20 287	231,1

Tabela 3.9.5.

Pozyskanie
drewna
w Polsce

3.9.3. STAN ZDROWOTNY LASÓW

Stan zdrowotny lasów oceniany jest na podstawie wyników monitoringu lasów prowadzonego od 1989 r., opierającego się na sieci stałych powierzchni obserwacyjnych (w 1996 r. było ich 1461) i przyjmującego jako podstawowe kryteria oceny poziomu uszkodzenia drzew defoliację (ubytek aparatu asymilacyjnego koron drzew) i odbarwienie koron drzew. Wyniki szacowania defoliacji i odbarwień są grupowane w klasy uszkodzeń drzewostanów. W 1996 roku 10,4%

badanych drzew było bez uszkodzeń (klasa 0), natomiast liczebność drzew uszkodzonych (klasa 2 – 3) wynosiła 39,5%. Gatunki iglaste są uszkodzone silniej niż liściaste. Wśród iglastych najmocniej uszkodzone są drzewostany świerkowe, a wśród liściastych – dębowe. Udział drzew w poszczególnych klasach uszkodzeń przedstawia tabela 3.9.6.

Od roku 1995 stwierdza się zauważalną poprawę stanu zdrowotnego drzewostanów. Poprawa stanu zdrowotnego gatunków iglastych najwyraźniej zaznaczyła się w drzewostanach sosnowych

klasa uszkodzenia	1994			1995			1996		
	iglaste	liściaste	razem	iglaste	liściaste	razem	iglaste	liściaste	razem
0-bez uszkodzeń	4,8	6,9	5,2	5,1	7,3	5,7	9,3	13,8	10,4
1-klasa ostrzegawcza	39,5	41,3	39,8	40,3	45,9	41,6	50,2	48,6	49,8
2-lekkie i średnie uszkodzenia	51,9	47,6	51,2	51,5	43,0	49,5	37,8	34,7	37,1
3-duże uszkodzenia	3,4	3,6	3,5	2,8	3,5	3,0	2,4	2,4	2,4
4-drzewa martwe	0,3	0,5	0,3	0,2	0,3	0,2	0,3	0,4	0,3

Tabela 3.9.6.

Uszkodzenia
drzewostanów
(%)

i jodłowych, nieznacznie natomiast – w świerkowych. W lasach liściastych najbardziej poprawił się stan drzewostanów bukowych i brzozowych, a minimalnie – dębowych. Poprawa kondycji lasów jest związana z utrzymującym się zmniejszeniem poziomu zanieczyszczeń powietrza oraz wyższymi opadami atmosferycznymi w okresie wegetacyjnym.

Na rysunku 3.9.2 przedstawiono poziom uszkodzenia lasów w Polsce w 1996 r. na podstawie oceny defoliacji na stałych powierzchniach obserwacyjnych z wyróżnieniem 5-procentowych przedziałów defoliacji. Relatywnie niskim poziomem uszkodzeń odznaczają się obszary północnej, północno-wschodniej i północno-zachodniej Polski, obejmujące Krainę Mazursko-Podlaską, Bałtycką i Wielkopolsko-Pomorską, a także Mazowiecko-Podlaską. Wysoki stopień uszkodzenia charakteryzuje lasy w Krainie Śląskiej i Sudeckiej.

Na podstawie *Raportu o stanie uszkodzeń lasów Europy* z 1995 r. można stwierdzić, że Polska zajmuje jedno z dalszych miejsc w Europie ze względu na stan zdrowotny lasów. Przyjmując jako miernik defoliację (ubytek aparatu asymilacyjnego koron drzew), Polska znajduje się w grupie krajów, w których defoliacja jest największa.

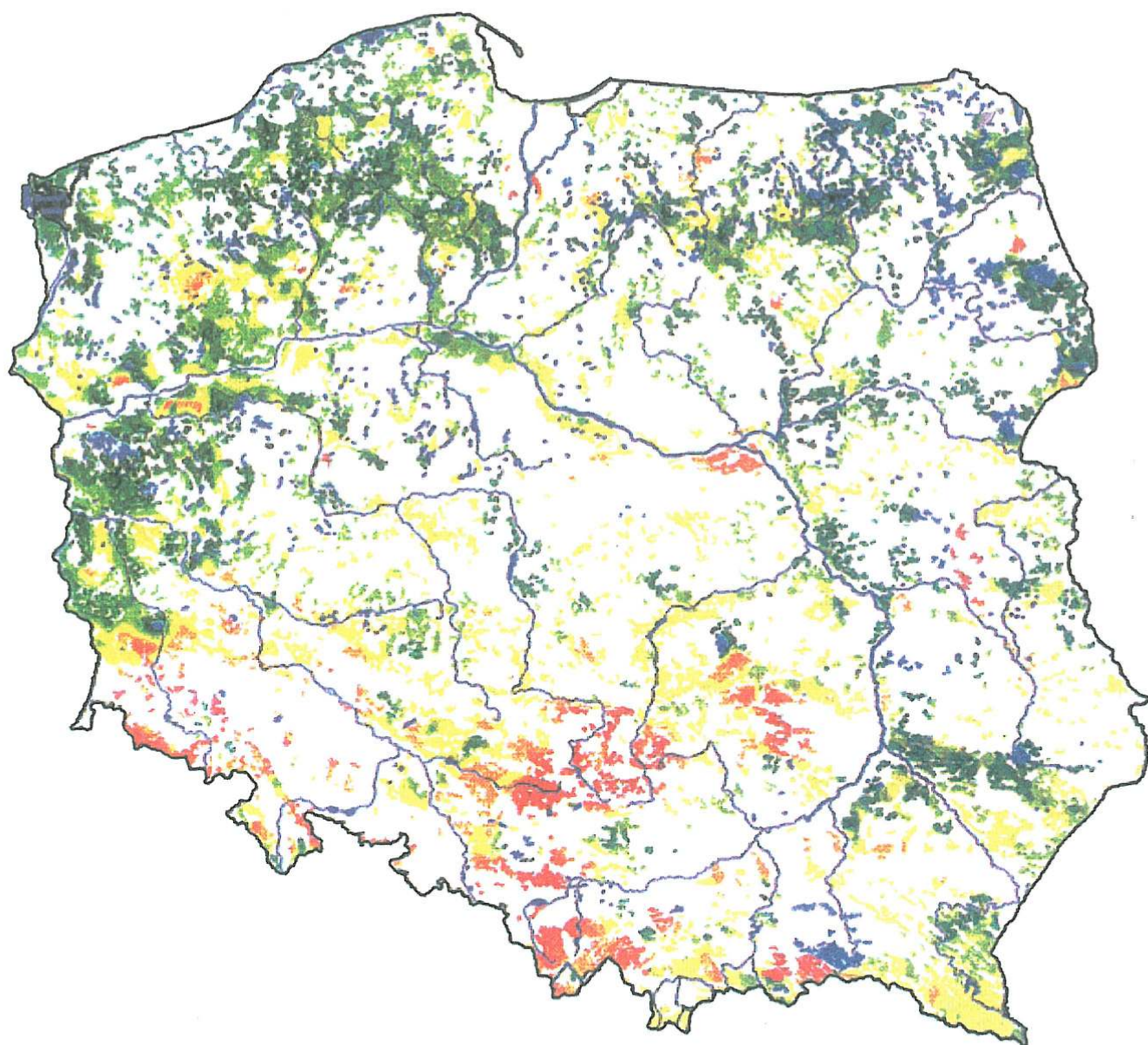
Lasy z drzewostanem o średniej i silnej defoliacji, wg danych za 1996 r. zajmują 39,7% powierzchni leśnej w Polsce, wobec średniej w Europie wynoszącej 25,1%. Spośród krajów sąsiednich gorszą zdrowotność lasów mają jedynie Czechy 71,9% drzew o średniej i silnej defoliacji i Ukraina (51,9%). Zbliżony stopień

zdrowotności lasów mają Słowacja (34,0%) i Białoruś (39,7%). Zdecydowanie lepszy jest stan zdrowotny lasów w Niemczech i na Litwie, gdzie drzewostany o średniej i silnej defoliacji zajmują odpowiednio 20,4% i 12,6% powierzchni leśnej.

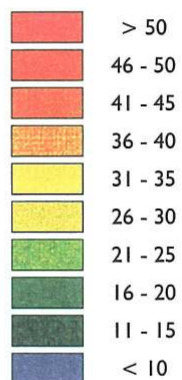
Zarówno krajowe dążenia do zmniejszenia poziomu zanieczyszczeń w środowisku przyrodniczym, jak i realizowana już przebudowa gatunkowa drzewostanów w kierunku zwiększenia udziału gatunków lasów liściastych, a więc lepiej znoszących zanieczyszczenia atmosfery, stwarzają realne podstawy poprawy tej sytuacji.

3.9.4. ZAGROŻENIA

Lasy znajdują się pod presją różnych zagrożeń, zarówno o charakterze naturalnym, jak i antropogenicznym. Najbardziej groźne są antropogeniczne czynniki zagrożeń, ale jednocześnie możliwości przeciwdziałania im są największe. Do antropogenicznych czynników zalicza się m.in.: zanieczyszczenie powietrza, wód i gleb, przekształcenia powierzchni ziemi, zmiany stosunków wodnych, pożary i nadmierna penetracja. Wśród czynników biotycznych należy wymienić jako najistotniejsze masowe pojawienie się szkodliwych owadów oraz zagrożenia chorobami roślin, których przyczyny też mają charakter antropogeniczny, ponieważ powodem jest zaburzenie równowagi ekologicznej w środowisku na skutek działalności człowieka. Trzecią grupę stanowią czynniki abiotyczne związane z warunkami atmosferycznymi (termicznymi, wilgotnościowymi, wiatrowymi), właściwościami gleby i warunkami fizjograficznymi.



defoliacja (%)



Rys. 3.9.2. Poziom uszkodzenia lasów w 1996 r. na podstawie oceny defoliacji

Podsumowując można stwierdzić, że obecnie najistotniejszymi zagrożeniami lasów Polski są przede wszystkim:

- zanieczyszczenie środowiska, a w szczególności atmosfery,
- duża fragmentacja kompleksów leśnych (zwłaszcza w Polsce Środkowej) i mała lesistość w Polsce Centralnej (występowanie znacznej izolacji przestrzennej kompleksów leśnych),
- wzrost urbanizacji i uprzemysłowienia kraju,
- zmiany stosunków wodnych i niekorzystny bilans wodny kraju,
- zagrożenie szkodnikami i chorobami roślin,
- pożary lasów.

W najbliższej przyszłości powinno nastąpić zmniejszenie tych zagrożeń. W 1996 r. stwierdzono zauważalny spadek poziomu zanieczyszczeń na terenach leśnych. Zagrożenie masowymi pojawieniami się szkodników i chorobami roślin nie było wysokie w ostatnich 2 latach. Postępująca ekologizacja gospodarki leśnej, realizacja krajowego programu zwiększenia lesistości, rozwój systemu obszarów chronionej przyrody w Polsce, istniejące i projektowane przepisy prawne dotyczące ochrony środowiska oraz przepisy dotyczące zagospodarowania przestrzennego kraju uwzględniające w szerokim zakresie problematykę przyrodniczą – stwarzają realne podstawy minimalizacji zagrożeń lasów.

3.9.5. WNIOSKI

Mimo nie najkorzystniejszej struktury wiekowej, gatunkowej i stanu zdrowotnego znaczną część lasów w Polsce odznaczają wysokie walory przyrodnicze. Lasy w Polsce stanowią ważny składnik zasobów przyrodniczych Europy.

Realne szanse na poprawę stanu i skuteczną ochronę lasów w Polsce stwarza realizowana koncepcja trwałego zagospodarowania i zrównoważonego rozwoju lasów, obejmująca nie tylko szerokie

aspekty natury przyrodniczej, wymienione w tej części Raportu, ale także komplementarne rozwiązania o charakterze ekonomicznym, społecznym, prawnym, administracyjnym, technicznym i naukowym.

W krajowym programie wzrostu lesistości (przyjętym przez Radę Ministrów w 1995 r.), którego realizację rozpoczęto, założono zwiększenie powierzchni lasów do 30% powierzchni kraju do roku 2020 i do 33% powierzchni kraju do roku 2050.

Opracowano polską politykę kompleksowej ochrony zasobów leśnych. Przy formułowaniu założeń tej polityki za jedną z najważniejszych zasad uznano: *utworzenie systemu leśnych obszarów funkcjonalnych jako ekologicznej osnowy przestrzennego zagospodarowania kraju.*

W 1994 r. sporządzono nową *Instrukcję Urządzania Lasów* zawierającą istotne elementy ze względu na ochronę różnorodności biologicznej w lasach, a w 1995 r. ukazało się Zarządzenie Nr 11 Dyrektora Generalnego Lasów Państwowych w sprawie doskonalenia gospodarki leśnej na podstawach ekologicznych.

Kolejnym i bardzo istotnym przejawem ekologizacji polskiego leśnictwa jest utworzenie w latach 1995 i 1996 wspomnianych wcześniej Leśnych Kompleksów Promocyjnych w celu prowadzenia modelowej gospodarki leśnej zgodnej z zasadami ekorozwoju.

Stan lasów i kierunki przemian są objęte ciągłą kontrolą w systemie monitoringu lasów, dobrze rozwiniętym i zintegrowanym z programami europejskimi.

Przyjęcie i wdrożenie w Polsce kierunku gospodarki leśnej opartej na zasadach zrównoważonego rozwoju i ochrony przyrody oraz doskonalenie prawa ochrony środowiska stwarza podstawę do skutecznej ochrony walorów przyrodniczych lasów i poprawy ich stanu zdrowotnego.

4. PRZEGLĄD WYBRANYCH PROBLEMÓW

4.1. INFORMACJE OGÓLNE

W rozdziale tym dokonano przeglądu wybranych zagadnień związanych z zagrożeniami środowiska i negatywnymi ich skutkami dla ludzi i ekosystemów, których zasięg występowania, natężenie lub kumulacja na pewnym obszarze upoważnia do określenia ich mianem ekologicznego problemu. Wśród prezentowanych zagadnień znalazły się powszechnie znane problemy o charakterze globalnym, które mogą być rozwiązane jedynie poprzez wspólne działania społeczności międzynarodowej a Polska solidarnie włączyła się w ten proces. Przedstawiono tu również problemy regionalne, które ze względu na powszechność występowania lub oddziaływania transgraniczne uznano za istotne w skali kontynentu. Ostatnią grupę stanowią zagadnienia uznane za ważne z perspektywy kraju, głównie ze względu na brak znaczącego postępu w ich rozwiązywaniu.

Przedstawione w tym rozdziale informacje nie stanowią powtórzenia kwestii prezentowanych w poprzednich partiach raportu; są natomiast ich istotnym uzupełnieniem i, poprzez zaakcentowanie a także szersze przedstawienie związków przyczynowo-skutkowych, powinny przyczynić się do lepszego zrozumienia problemów będących przedmiotem polityki ekologicznej Polski, innych krajów a także szeregu programów międzynarodowych.

Dla poszczególnych problemów zaprezentowano syntetycznie ich istotę, przyczyny występowania, zwymiarowano ich skutki oraz omówiono przeciwdziałania. Omówiono mające istotne znaczenie:

- w skali światowej:
 - zmiany klimatu,
 - niedobory w warstwie ozonowej
 - zagrożenia środowiska miejskiego;
- w skali regionalnej (europejskiej):
 - zakwaszenie środowiska,
 - eutrofizacja wód śródlądowych;

- w skali krajowej:
 - zasolenie wód,
 - zagrożenia środowiska wiejskiego.

4.2. ZMIANY KLIMATU

Klimat ziemski kształtowany jest w dużej mierze przez stan i zmiany atmosfery. Zasadniczą, decydującą rolę mają tu zwłaszcza niektóre gazy, naturalne składniki atmosfery, takie jak dwutlenek węgla, metan, tlenki azotu czy para wodna (tzw. gazy cieplarniane). Determinują one bowiem bilans energetyczny systemu klimatycznego, sprzyjając utrzymywaniu się względnie stałej temperatury na powierzchni Ziemi (tzw. efekt cieplarni). Zmiany koncentracji tych substancji w atmosferze decydują o zmianach akumulacji energii słonecznej, a tym samym o podwyższaniu lub obniżaniu się średniej temperatury powietrza oraz o występujących w tym zakresie fluktuacjach.

Szczególne znaczenie w kształtowaniu zmian klimatycznych przypisuje się dwutlenkowi węgla (CO_2). Pomiary koncentracji tego gazu w dolnych warstwach atmosfery, prowadzone od początku XIX w., wykazały wzrost jego stężenia z 280 ppmv¹ do 360 ppmv obecnie (o ponad 28%). Uważa się, że wzrost ten, podobnie jak w przypadku innych gazów cieplarnianych, powodowany jest przede wszystkim działalnością człowieka. Przyczyną wzrostu emisji CO_2 do atmosfery jest przede wszystkim spalanie paliw kopalnych (w celu zaspokajania dynamicznie rosnących potrzeb energetycznych gospodarki światowej) oraz wylesianie znacznych obszarów Ziemi. Intensywne rolnictwo, górnictwo i nieszczelne rurociągi są źródłem emisji metanu (CH_4), a produkcja przemysłowa – emisji chlorowcopochodnych węglowodorów (CFCs), uważanych za najsilniej oddziałujące gazy cieplarniane pochodzenia antropogenicznego. Przewidywany dalszy rozwój gospodarczy świata i zwiększanie się liczby ludności pozwala przypuszczać,

¹ ppmv – liczba cząstek gazu na milion cząstek powietrza w jednostce objętości

że emisja, a wraz z nią koncentracja w atmosferze, niektórych gazów będzie nadal się zwiększać. Oszacowano, że jeśli emisja CO₂ utrzyma się na obecnym poziomie, doprowadzi to do prawie stałego tempa wzrostu koncentracji tego gazu w atmosferze, osiągającej wartość ponad 500 ppmv do końca XXI wieku.

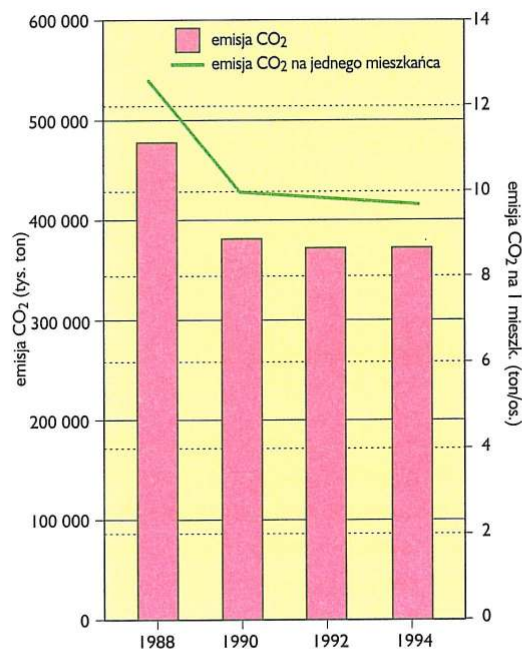
Przemiany gospodarcze w Polsce po roku 1989 oraz liczne działania na rzecz efektywniejszego wykorzystania energii, prowadzące do ograniczenia i względnej stabilizacji jej zużycia, spowodowały w pierwszej połowie lat dziewięćdziesiątych znaczne zmniejszenie emisji CO₂ (rys. 4.2.1).

Udział Polski w światowej emisji CO₂ szacowany jest na 1,6% (16 miejsce). W największym stopniu za globalną emisję tego gazu odpowiedzialne są takie kraje, jak: Stany Zjednoczone (23,7%), Chiny (12,2%), Rosja (8,4%), Japonia (5,1%) i Niemcy (4,2%). Emisja CO₂ w różnych krajach w 1994 r. wynosiła:

Kraj	Emisja tys. ton
Stany Zjednoczone*	5 214 600
Japonia	1 211 740
Niemcy	904 500
Polska	372 293
Czechy	127 700
Dania	63 344
Słowacja	43 454
Norwegia	37 785
(* Emisja w 1995 r.)	

Wielkość emisji CO₂ na 1 mieszkańca Polski zmniejszyła się z 12,61 ton CO₂ na osobę w 1988 r. do 9,65 ton CO₂ na osobę w 1994 r. Średnia wartość tego wskaźnika w krajach OECD wynosiła 11,8 ton CO₂ na osobę, a w świecie 3,9 ton CO₂ na osobę. Zmniejszeniu w tym okresie uległa również emisja CH₄.

Modele klimatyczne wskazują, że jednym z głównych efektów wywołanych antropogeniczną emisją gazów cieplarnianych będzie wzmocnienie efektu cieplarnianego i globalne ocieplenie klimatu. Oszacowano, przy założeniu, że nie zostaną



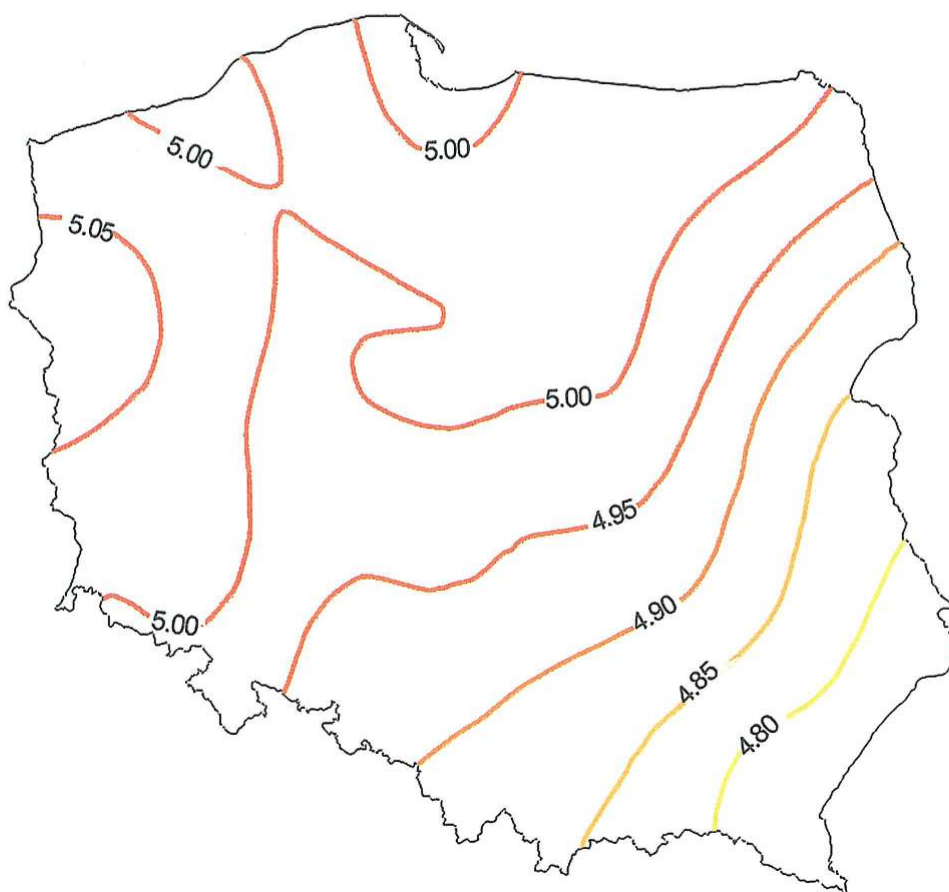
Rys. 4.2.1. Zmiany całkowitej emisji CO₂ w latach 1988-1994

podjęte żadne działania na rzecz redukcji emisji gazów cieplarnianych, że w ciągu nadchodzącego stulecia średnia globalna temperatura może podnieść się o 1-3,5°C.

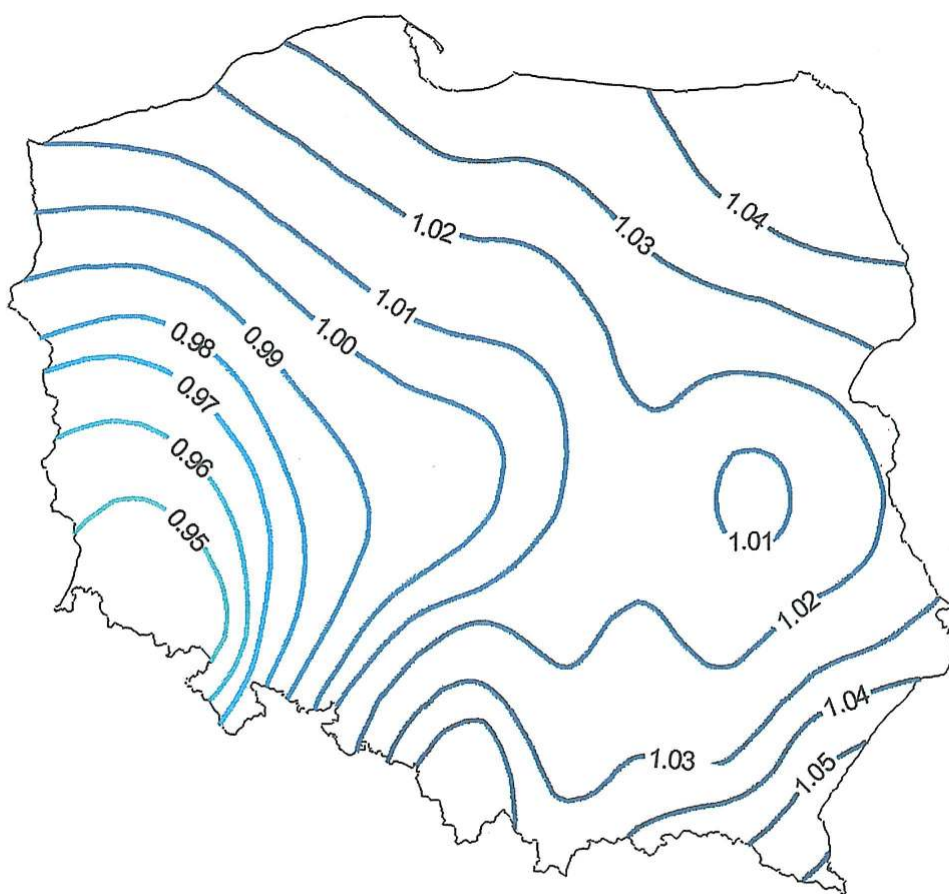
Hipotezę taką potwierdzają obserwacje meteorologiczne, w tym zwłaszcza pomiary temperatury. Od początku XX w. następuje bowiem wzrost średniej globalnej temperatury powietrza (w zależności od miejsca pomiaru średnio o 0,3-0,6°C). W Polsce – w zależności od regionu – średnia temperatura w tym okresie również wzrosła (od 0,2 do 0,6°C). Potencjalne zmiany średniej rocznej temperatury powietrza w Polsce, jakie mogą wystąpić w przypadku podwojenia się obecnego poziomu koncentracji CO₂ w atmosferze, zostały oszacowane przy wykorzystaniu modelu klimatycznego GFDL (rys. 4.2.2). Największy wzrost temperatury spodziewany jest w zachodniej Polsce, powyżej 5°C, najmniejszy na południowym wschodzie, ok. 4,8°C. Wartości te są różne przy zastosowaniu różnych modeli, lecz wyniki uzyskane na podstawie wszystkich modeli są zgodne co do kierunku zmian – wykazują wzrost temperatury.

4.2.1. PRZEWIDYWANE KONSEKWENCJE ZMIAN KLIMATU

Globalny wzrost temperatury może prowadzić m.in. do zmian w rozkładzie i obiegu opadów, zarówno w skali regionalnej, jak i światowej.



Rys. 4.2.2. Wzrost średniej rocznej temperatury powietrza w Polsce wg modelu GFDL



Rys. 4.2.3. Względne zmiany średnich rocznych sum opadów w Polsce wg modelu GFDL

Spodziewane jest wzmożenie cyklu hydrologicznego: wzrost opadów w jednych regionach, w innych – spadek, zwiększone parowanie, zmniejszony odpływ oraz redukcja zimowej pokrywy śnieżnej, czego następstwa mogą mieć wpływ na środowisko i działalność człowieka.

Potencjalne zmiany średnich rocznych opadów w Polsce, oszacowane przy wykorzystaniu modelu GFDL, wskazują na zmniejszenie się średnich rocznych opadów w południowozachodniej części Polski o ok. 5% oraz zwiększenie średnich rocznych opadów na wschodzie o ok. 4% (rys.4.2.3). Należy tu jednak nadmienić, że podczas gdy w odniesieniu do temperatury wszystkie modele klimatyczne zgodnie wskazywały na postępujący jej wzrost, to w odniesieniu do opadów uzyskiwane wyniki modelowe znacznie różnią się od siebie – jedne modele przewidują zwiększenie opadów w Polsce, inne ich zmniejszenie.

Mimo niejednoznaczności prognoz co do spodziewanych zmian wielkości opadów, konieczne jest konsekwentne ulepszanie systemu gospodarowania zasobami wodnymi w Polsce. Racjonalizacja wykorzystania wody, w tym zwiększenie poziomu jej retencji może okazać się skuteczną ochroną przed niekorzystnymi konsekwencjami zmian klimatu. Prawdopodobne, duże zmiany temperatury atmosfery i obiegu wody w środowisku mogą pociągnąć za sobą poważne konsekwencje zarówno w odniesieniu do funkcjonowania ekosystemów, jak i do działalności społeczno-gospodarczej. Należy się liczyć ze zwiększeniem częstości występowania anomalii pogodowych (upałów, susz, powodzi, huraganowych wiatrów itp.) oraz z podniesieniem się poziomu morza (co szczególnie zaważy na życiu społeczeństw zamieszkujących wybrzeża morskie). Konieczne będzie dostosowanie rolnictwa, gospodarki leśnej, wodnej i innych sektorów gospodarki do zmienionych warunków klimatycznych.

Średni globalny poziom morza podniósł się o ok. 15 cm w ciągu ostatniego stulecia (w Polsce zaobserwowano podniesienie się poziomu morza o ponad 10 cm), a przewidywane zmiany klimatu w okresie do 2100 r. mogą spowodować dalszy jego wzrost od 15 cm nawet do 95 cm (w zależności od przyjętego scenariusza emisji gazów cieplarnianych). Będzie to skutkiem ter-

micznej ekspansji oceanów oraz topnienia lodów (w strefie podbiegunowej oraz lodowców górskich).

Podwyższenie poziomu morza może spowodować zagrożenie całego polskiego wybrzeża. Należy się liczyć ze wzrostem zasolenia wód gruntowych, nasileniem się częstości występowania sztormów oraz przyspieszeniem erozji brzegowej. W strefie ryzyka powodziowego (w przypadku znaczącego podniesienia się poziomu wody w Bałtyku) zamieszkuje obecnie ponad 230 tys. osób. Opracowano w związku z tym strategię ochrony polskiego wybrzeża Bałtyku, mającą na celu zminimalizowanie ewentualnych strat łądu oraz infrastruktury m.in. poprzez tworzenie systemów ochronnych (wałów, opasek i falochronów brzegowych).

Rolnictwo stanowi jeden z najbardziej wrażliwych sektorów gospodarki na zmiany warunków klimatycznych. Przewidywane zmiany klimatu mogą mieć wieloraki wpływ także na produkcję rolną w Polsce. Optymistycznie można założyć, że dzięki wydłużeniu okresu wegetacyjnego powstaną warunki sprzyjające uprawie roślin ciepłolubnych (kukurydza, soja, słonecznik oleisty), przy jednoczesnym ograniczeniu uprawy ziemniaków. Należy się jednak także spodziewać nasilenia chorób i zwiększenia ilości szkodników roślin uprawnych. Pojawić się również mogą znaczne, okresowe deficyty i nadmiary wody, co sugeruje konieczność zintensyfikowania prac nad tworzeniem nowoczesnych systemów melioracyjnych, spełniających przede wszystkim funkcje nawadniająco-retencjonujące.

4.2.2. WSPÓŁPRACA MIĘDZYNARODOWA

Potencjalne zagrożenie ekosystemu Ziemi zmianami klimatu o skali globalnej, powodowanymi czynnikami antropogenicznymi, stanowi poważny problem, wobec konieczności rozwiązania którego stoi cała ludzkość. W szczególności konieczne są porozumienie i współpraca międzynarodowa w celu uzyskania znacznego zmniejszenia emisji gazów cieplarnianych (uważanych za główną przyczynę zmian klimatu). W 1992 r. opracowana została *Ramowa konwencja NZ w sprawie zmian klimatu*, która jest pierwszym międzynarodowym traktatem prawnym w kwestii przeciw-

działania niekorzystnym zmianom klimatycznym. Podstawowym celem konwencji jest *stabilizacja koncentracji gazów cieplarnianych na poziomie, który zapobiegłby niebezpiecznej antropogenicznej ingerencji w system klimatyczny*. Polska ratyfikowała konwencję w 1994 r. Jako strona konwencji, wraz z blisko 170 innymi krajami, zobowiązała się tym samym do stabilizacji do roku 2000 emisji gazów cieplarnianych (na poziomie roku bazowego, za który przyjęto w Polsce – rok 1988). Polska ma realną szansę wywiązać się z tego zadania, ponieważ w 1994 r. emisja CO₂ stanowiła 78% emisji z roku bazowego i pomimo jej prognozowanego zwiększenia, poziom z roku 1988 nie powinien zostać przekroczony.

Kraje – strony konwencji uznały jednak, że dotychczasowe zobowiązania są niewystarczające i podczas dalszych negocjacji zdecydowano o podjęciu konkretnych działań mających na celu redukcję emisji również po roku 2000. Podczas III Konferencji Stron *Ramowej konwencji NZ w sprawie zmian klimatu* (Kioto, XII 1997 r.) podpisany został protokół określający zobowiązania krajów do redukcji emisji gazów cieplarnianych w horyzoncie czasowym 2008-2012 r. Polska jest zobowiązana do zmniejszenia emisji gazów cieplarnianych w tym okresie o 6% w stosunku do roku 1988 (w przeliczeniu na ekwiwalent CO₂).

W odpowiedzi na zalecenia konwencji przystąpiono w Polsce do opracowania strategii redukcji emisji gazów cieplarnianych i adaptacji gospodarki do zmian klimatu oraz do wdrożenia Narodowego Programu Klimatycznego. Około 97% emisji CO₂ w Polsce pochodzi ze spalania i użytkowania paliw kopalnych, tj. węgla, ropy naftowej i gazu ziemnego. Największe możliwości ograniczenia emisji gazów cieplarnianych leżą zatem w sektorze energetycznym. Możliwości redukcji polegają głównie na wprowadzaniu nowych, energooszczędnych technologii (o zmniejszonym zapotrzebowaniu na energię i paliwa), wykorzystaniu, w szerszym niż dotychczas zakresie, odnawialnych źródeł energii oraz usprawnieniu technologii wydobycia, przetwarzania i dystrybucji paliw. Wywiązaniu się Polski ze zobowiązań nałożonych przez *Ramową konwencję NZ w sprawie zmian klimatu* oraz *Protokół z Kioto* sprzyjać będzie również dalsza restrukturyzacja gospodarki, w tym sektora energetycznego.

4.3. NIEDOBORY W WARSTWIE OZONOWEJ

Ozon występuje w atmosferze do wysokości około 100 km od powierzchni Ziemi. Maksimum jego koncentracji (około 5×10^{12} cząsteczek/cm³) występuje jednak w stratosferze na wysokości 19-23 km, w tzw. warstwie ozonowej. Warstwa ozonowa w atmosferze osłania powierzchnię Ziemi przed nadmiernym promieniowaniem słonecznym, zwłaszcza w paśmie promieniowania ultrafioletowego. Obniżanie się zawartości ozonu w stratosferze powoduje zwiększenie natężenia tego promieniowania na powierzchni ziemi, co może mieć ujemny wpływ na zdrowie ludzi oraz ogólnie rzecz biorąc, na ekosystemy wodne i lądowe. Spadek zawartości ozonu w stratosferze, przy jednoczesnym wzroście koncentracji niektórych gazów powodujących efekt cieplarniany, może przyczyniać się również do zmian klimatu w skali regionalnej, bądź globalnej, modyfikując strukturę termiczną atmosfery.

W ostatnim dwudziestoleciu, na podstawie wieloletnich obserwacji i pomiarów, sformułowano hipotezę o antropogenicznych przyczynach zmniejszania się warstwy ozonowej. Stwierdzono, że zmiany te są znaczące, występują w skali planety i mogą przynieść bardzo poważne i niekorzystne skutki.

4.3.1. PRZYZYNY SPADKU KONCENTRACJI OZONU W STRATOSFERZE

W ostatnich latach upowszechnił się pogląd, że główną przyczyną występowania zmian koncentracji ozonu w stratosferze zarówno na półkuli południowej, jak i północnej jest emisja do atmosfery antropogenicznych związków chemicznych, zwłaszcza związków organicznych, chloru (Cl) i bromu (Br), które w wyniku działania łańcucha procesów chemicznych i fotochemicznych mogą doprowadzić do masowego rozpadu cząsteczek ozonu. Czynnikiem sprzyjającym tego rodzaju procesom jest bardzo niska temperatura w atmosferze (poniżej -78°C), umożliwiająca pojawienie się tzw. polarnych chmur stratosferycznych. Występowanie tych chmur sprzyja intensyfikacji powstawania i wydłużaniu czasu życia cząsteczek aktywnego chloru, a co za tym idzie, przyspieszaniu rozpadu cząsteczek ozonu.

Substancje	1986 r.	1990 r.	1993 r.	1994 r.	1995 r.
Freony	6710	4945	2605	1852	1762
Halony	1250	105	6	1	0

a) zużycie = (produkcja + import) – eksport

Tabela 4.3.1.

Zużycie ^{a)}
w Polsce
substancji
zubożających
warstwę
ozonową (tony)

Pełniejsze wyjaśnienie występowania anomalii związanych ze stężeniami ozonu i zmianami temperatury wymaga uwzględnienia nie tylko mechanizmu i wydajności reakcji fotochemicznych, lecz także zrozumienia najważniejszych procesów dynamicznych zachodzących w atmosferze. Ogromna złożoność tych procesów, zwłaszcza na półkuli północnej, stała się w ostatnich latach kanwą do dyskusji, jaka jest ich waga w stosunku do procesów chemicznego rozpadu ozonu oraz które z nich i kiedy odgrywają tu największą rolę. Potencjalne, negatywne skutki spadku koncentracji ozonu w stratosferze (powstawanie tzw. dziur w warstwie ozonowej) mają znaczenie dla całej ludzkiej populacji. Dlatego też społeczność międzynarodowa podjęła starania na rzecz ograniczenia antropogenicznych czynników przyspieszających naturalne procesy rozpadu cząsteczek ozonu ustanawiając *Konwencję wiedeńską o ochronie warstwy ozonowej (1985 r.)* oraz *Protokół montrealski w sprawie substancji zubożających warstwę ozonową (1987 r.)*.

Jakkolwiek dzięki wypełnianiu zaleceń *Protokołu montrealskiego* tempo dopływu do stratosfery związków zawierających chlor i brom (freonów i halonów), ulega zahamowaniu, to ze względu na stosunkowo długi *czas życia* tych substancji w powietrzu, ich koncentracja w stratosferze nadal wzrasta. Jeśli tendencja ta nie ulegnie zmianie, w najbliższych latach na polarnych i średnich szerokościach geograficznych mogą pogłębić się, przy sprzyjających warunkach meteorologicznych, znaczne niedobory ozonu. W tej sytuacji zalecenia *Protokołu montrealskiego* w sferze ograniczania produkcji i stosowania substancji powodujących lub przyspieszających rozpad cząsteczek ozonu muszą być sumiennie wypełnione przez każdy kraj. Jest to podstawowy warunek przywrócenia dawnego stanu warstwy ozonowej. Należy przy tym zdawać sobie sprawę, że zarówno procesy przyspieszonego rozpadu, jak i zwiększonej pro-

dukcji cząsteczek ozonu mają w stratosferze stosunkowo dużą bezwładność. Zahamowanie, a następnie odwrócenie niekorzystnego trendu wymaga całych dziesięcioleci, a przywrócenie pożądanego stanu wydaje się nie być możliwe wcześniej niż w drugiej połowie przyszłego stulecia.

Polska przyłączyła się do międzynarodowych wysiłków mających na celu ochronę warstwy ozonowej, ratyfikując w 1990 r. Konwencję wiedeńską i Protokół montrealski. Od roku 1997 Polska jest również stroną Poprawek londyńskich i kopenhaskich do Protokołu. W ramach realizacji zobowiązań wydano szereg aktów prawnych dotyczących m.in. ograniczenia obrotu towarowego z zagranicą substancjami zubożającymi warstwę ozonową, w 1996 r. wstrzymano import najczęściej stosowanych w Polsce freonów CFC-11 i CFC-12, uruchomiono programy wprowadzania zamienników dla tych substancji w przemyśle chłodniczym, izolacyjnym i kosmetycznym, wyeliminowano z użytku gaśnice halonowe poprzez wstrzymanie ich atestowania. Zmiany zużycia w Polsce substancji zubożających warstwę ozonową przedstawiono w tabeli 4.3.1.

4.3.2. ZMIANY W WARSTWIE OZONOWEJ W SKALI GLOBALNEJ

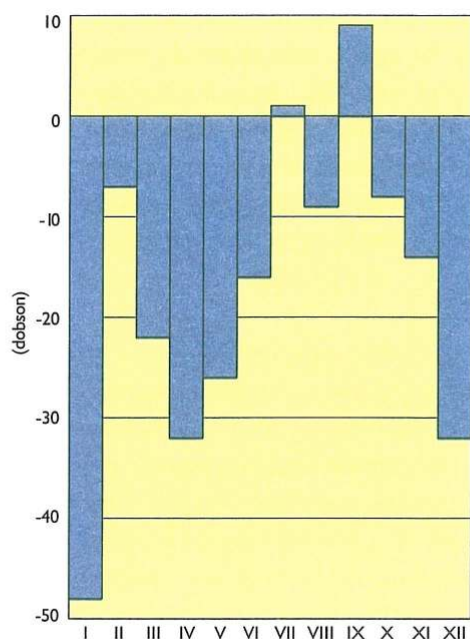
W ciągu ostatniego dwudziestolecia obserwuje się znaczące zubożenie stratosferycznej warstwy ozonowej Ziemi, zwłaszcza na dużych i średnich szerokościach geograficznych, w okresie wiosny i zimy, kiedy przewaga reakcji rozpadu ozonu nad reakcjami prowadzącymi do jego syntezy jest szczególnie widoczna (odtworzeniu cząsteczek ozonu sprzyja bowiem zwiększone natężenie promieniowania słonecznego). W skali globalnej zmniejszenie stężenia ozonu w ciągu ostatnich piętnastu lat szacuje się na ok. 5%, przy czym niedobór ozonu w stratosferze nad zagrożonymi obszarami półkuli północnej wynosi ok. 6,5%, na pół-

kuli południowej zaś 9,5%. Tempo zmniejszania się warstwy ozonowej wzrosło znacząco w ostatniej dekadzie.

W 1996 r. w rejonach wysokich i średnich szerokości geograficznych półkuli północnej obserwowano podobnie jak w kilku poprzednich latach znaczne spadki całkowitej zawartości ozonu. Na półkuli południowej pojawiła się w 1996 r. – tak jak w latach wcześniejszych – bardzo rozległa, intensywna i najbardziej z dotychczas obserwowanych długotrwała „dziura ozonowa”.

W Polsce systematyczne pomiary ozonu prowadziły dwie stacje: od 1978 r. w Obserwatorium Aerologicznym IMGW w Legionowie wykonywane są pionowe sondáže ozonu, zaś od 1963 r. w Centralnym Obserwatorium Geofizycznym PAN w Belsku prowadzone są, za pomocą spektrofotometru Dobsona pomiary całkowitej zawartości ozonu i jej pionowego rozkładu metodą Umkehr. Obie te stacje działają w ramach Globalnego Systemu Monitorowania Ozonu (GO₃OS) Światowej Organizacji Meteorologicznej (WMO).

Od całkowitej zawartości ozonu, zależy w znacznej mierze dopływ do powierzchni Ziemi słonecznego promieniowania nadfioletowego UV-B. Grubość warstwy ozonu w atmosferze, po sprowadzeniu go do standardowych warunków ciśnienia i temperatury, wynosi średnio ok. 0,3 cm.



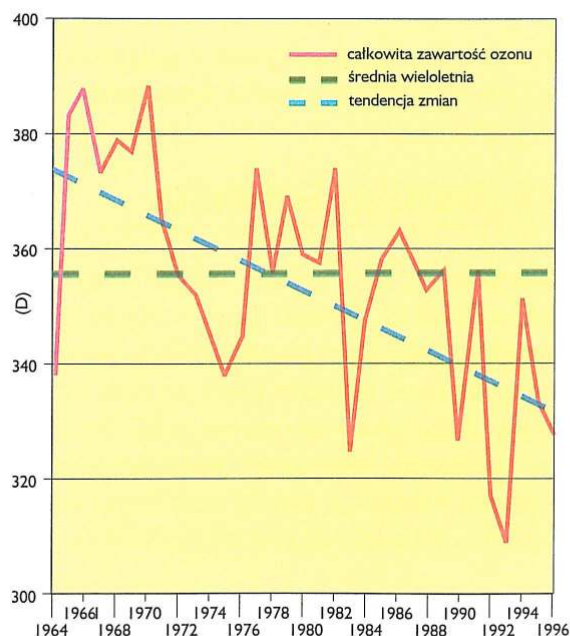
Rys. 4.3.1. Odchylenia średniej miesięcznej całkowitej zawartości ozonu w atmosferze w 1996 r. od średnich wieloletnich 1963 – 1995

Analiza danych o całkowitej zawartości ozonu uzyskanych na stacji w Belsku pozwala stwierdzić, że rok 1996 był kolejnym rokiem występowania zmniejszonej koncentracji ozonu. W ciągu prawie całego 1996 r. wartości średnich miesięcznych całkowitej zawartości ozonu mierzone w Belsku były mniejsze niż średnia wieloletnia uzyskana z danych z lat 1963-1995 dla tych samych miesięcy (rys.4.3.1). Największe niedobory całkowitej zawartości ozonu obserwowano w sezonie zimowym (grudzień-marzec). Średnie w sezonie zimowym całkowite zawartości ozonu zmierzone na stacji w Belsku w latach 1964-1996 przedstawiono na rysunku 4.3.2. Są to dane reprezentatywne dla zmian zachodzących w ostatnich dziesięcioleciach w warstwie ozonowej w średnich szerokościach geograficznych.

4.3.3. PROMIENIOWANIE UV-B

Fakt ubożenia warstwy ozonowej może mieć, ze względu na zwiększenie dopływu czynnego biologicznie promieniowania UV-B, bardzo poważne konsekwencje dla całego ekosystemu Ziemi. W Belsku poza pomiarami ozonu prowadzona jest m.in. od 1975 r. rejestracja biologicznie czynnego nadfioletowego promieniowania słonecznego.

Tendencje zmian promieniowania UV-B oraz całkowitej zawartości ozonu (wyniki pomiarów



Rys. 4.3.2. Średnie sezonowe (od grudnia do marca) całkowitej zawartości ozonu w Belsku w latach 1963-1996

Pora roku	przyrost UV-B (Med)	ubytek ozonu (D)
Zima (XII-III)	4,4	-5,8
Lato (V-VIII)	5,3	-2,9
Jesień (IX-XI)	2,3	-1,2
Rok (I-XII)	3,9	-3,5

Tabela 4.3.2.

Tendencje zmian UV-B i całkowitej zawartości ozonu na podstawie wyników pomiarów wykonanych w Belsku w latach 1976-1996

w dniach, gdy mierzone były jednocześnie ozon i UV-B) w Belsku, w latach 1976-1996, w poszczególnych porach roku (tabela 4.3.2) wskazują na występowanie w tej kwestii wyraźnej zależności. Wzrostowi promieniowania UV-B towarzyszy w tym samym czasie zmniejszenie zawartości ozonu.

Pamiętając o wadze problemu w skali globalnej należy jednak zauważyć, że zjawisko ubożenia warstwy ozonowej, które w świetle prowadzonych badań dotyczy również obszaru Polski, ma tu mniejsze znaczenie, gdyż w strefie umiarkowanej półkuli północnej ubytki ozonu są największe w zimie, gdy wzrost natężenia promieniowania słonecznego nie jest istotny z punktu widzenia skutków zdrowotnych. Ponadto związane z ubytkiem ozonu zmiany intensywności promieniowania słonecznego niwelowane są przez charakterystyczne dla naszego klimatu stosunkowo długie okresy całkowitego lub częściowego zachmurzenia. Tym niemniej, w okresie letnim podawane są do publicznej wiadomości informacje o rejestrowanych nad obszarem Polski znaczących ubytkach ozonu w stratosferze, w celu kształtowania odpowiednich zachowań ochronnych przed negatywnymi skutkami nadmiaru promieniowania słonecznego.

4.4. ZAKWASZENIE ŚRODOWISKA

Zakwaszenie środowiska stanowi zagrożenie w skali regionalnej. Zjawisko to ma w Polsce przyczyny naturalne, związane z pierwotnymi cechami środowiska, pogłębiane jednakże przez czynniki antropogeniczne. Zakwaszenie środowiska powodowane jest przez zaburzenia równowagi kwasowo-zasadowej w glebach i wodach, a szerzej rzecz biorąc poprzez zaburzenia zdolności buforowych środowiska.

W warunkach naturalnych stopień zakwaszenia środowiska zależy od szeregu czynników, w tym zwłaszcza od składu mineralnego biologicznie

czynnej warstwy gleby, pokrywy roślinnej oraz lokalnych warunków klimatycznych. Zakwaszanie gleb, jednego z najważniejszych elementów środowiska przyrodniczego, jest powodowane przez wody glebowe i opadowe, które łągają w pierwszej kolejności wapń i magnez, uwalniane podczas wietrzenia minerałów. Zjawisko to przyspieszane jest w miarę wzrostu kwasowości środowiska oraz gdy przesiąkająca woda zawiera rozpuszczony CO_2 , mocne kwasy nieorganiczne (HNO_3 i H_2SO_4), a także kwasy organiczne (np. humusowe). Kwasy organiczne powstają m.in. w wyniku zachodzących w pokrywie glebowo-roślinnej procesów biologicznych. Wzrost zakwaszenia gleb powodowany jest także przez rośliny korzeniowe (pobieranie kationów i wydzielanie jonów wodoru przez korzenie roślin) oraz mikroorganizmy glebowe (wytwarzanie kwasów organicznych i mineralnych).

Wymienione czynniki sprzyjały zakwaszaniu środowiska Polski, przy czym intensywność procesu mierzona dekalcytacją gleby malała w kierunku z północy na południe. Zakwaszenie gleb postępowało w miarę zastępowania wielogatunkowej roślinności naturalnej monokulturami rolnymi i leśnymi. Od wielu lat silnie zakwaszone były gleby leśne w siedliskach borowych, obserwuje się również podpowierzchniowe zakwaszenie w glebach uprawnych, zwłaszcza wytworzonych z piasków gliniastych i glin lekkich.

Na naturalne zakwaszanie środowiska nakłada się oddziaływanie antropogenicznej emisji dwutlenku siarki, tlenków azotu, tlenków węgla i amoniaku. Dwutlenek siarki powstaje przede wszystkim w procesie spalania węgla i ropy naftowej, głównymi zaś źródłami tlenków azotu w atmosferze są spaliny samochodowe, energetyka i nawożenie mineralne. Gazy te z parą wodną tworzą silne kwasy: siarkowy i azotowy, opadające w postaci mokrego depozytu. Tlenki siarki i azotu są też

zatrzymywane przez cząsteczki pyłu zawieszonego w powietrzu, które osiadają na powierzchni ziemi, tworząc depozyt suchy. Depozyt ten, opadając na ziemię przy kontakcie z wodą tworzy również kwasy. W rejonach miejsko-przemysłowych kwasowość opadów jest mniejsza niż na terenach nieuprzemysłowionych ze względu na większą zawartość pyłów zasobnych w składniki neutralizujące jony kwasowe (patrz rozdział 3.2.6).

Zanieczyszczenia znajdujące się w atmosferze oddziałują na środowisko w sposób bezpośredni, tj. dostają się do organizmów żywych w procesie oddychania, a w postaci kwaśnych deszczy osiadają na powierzchni pokrywy glebowo-roślinnej, a także oddziałują na przyrodę nieożywioną, inicjując np. procesy korozyjne, intensyfikując wietrzenie.

Całkowity depozyt siarki (suchy i mokry) na powierzchni ziemi w nizinnej części Polski szacowany jest w skali roku na 10-13 kg/ha, a w górach na ok. 27 kg/ha.

Według szacunków uwzględniających emisję dwutlenku siarki w Polsce oraz eksport i import wyemitowanych związków siarki na obszarze Polski osiadło w 1995 r. łącznie około 704 tys. ton siarki w postaci związków siarki utlenionej (patrz rozdział 2.2), a to oznacza, że na każdy hektar powierzchni kraju w ciągu roku spadło średnio 69 kg kwasu siarkowego, przy znacznym zróżnicowaniu przestrzennym tej depozycji z wyraźnie zaznaczonym w skali Europy maksimum, obejmującym południowo-zachodnie obszary Polski.

Siarka dopływająca do środowiska glebowego może być przemieszczana wraz z krążącymi wodami do wód gruntowych, a następnie powierzchniowych, może wchodzić w reakcje ze składnikami gleby, modyfikując odczyn i chemizm roztworów glebowych. Emisja dwutlenku siarki do atmosfery i wynikające z niej zakwaszanie opadów, wód powierzchniowych i gleb prowadzi w efekcie do uszkodzenia roślinności i innych organizmów. Dwutlenek siarki powoduje silną chlorozę i nekrozy liści, doprowadza do przedwczesnego opadania liści (defoliację), a także do zmniejszania ich ilości i powierzchni oraz do zmniejszania masy drzewnej. Intensywna kwasowość opadów atmosferycznych uszkadza aparat asymilacyjny roślin.

Równie silnym czynnikiem zakwaszającym są związki azotu. Według szacunkowych danych EMEP na obszarze Polski osiadło w 1995 roku 185 tys. ton azotu utlenionego (rozdział 2.2), co odpowiada ok. 27 kg kwasu azotowego dopływającego na każdy hektar. Aby zneutralizować tę kwasowość, należałoby zastosować rocznie ok. 50 kg tlenku wapnia na hektar. Emisja tlenków azotu pozostaje na podobnym poziomie, a w 1996 r. nieco się zwiększyła, na skutek rozwoju motoryzacji i transportu.

Azot jest jednym z podstawowych składników wykorzystywanych do produkcji substancji organicznej (głównie białek). W wyniku procesów biologicznych azot w środowisku glebowym znajduje się w różnych formach. Rośliny pobierają zarówno formę kationową (NH_4^+), jak i anionową (NO_3^-), ale metabolizm ich wiązania jest różny. W środowisku kwaśnym aktywność bakterii nityfikujących jest bardzo spowolniona, co powoduje, że azot w glebie występuje głównie w postaci jonu amonowego i w takiej formie pobierany jest przez rośliny. W rezultacie zakwaszanie postępuje, co szczególnie wyraźnie odnotowywane jest w glebach siedlisk borowych.

W wyniku zakwaszenia następuje zubożanie gleb w jony zasadowe (wapń, magnez, potas) oraz uwolnienie takich składników, jak glin, mangan i żelazo, a także wzrost mobilności i dostępności dla roślin metali ciężkich. Przy nadmiernym zakwaszeniu gleby stężenie jonów wodorowych w roztworze glebowym zakłóca wzrost korzeni roślin.

Wyniki monitoringu w 1996 r. wskazują, że prawie połowa (46%) gleb uprawnych jest bardzo kwaśna i kwaśna ($\text{pH}_{\text{KCl}} < 5,5$), w tym udział gleb bardzo kwaśnych ($\text{pH}_{\text{KCl}} < 4,5$) wynosi aż 16%. Gleby o odczynie obojętnym ($\text{pH}_{\text{KCl}} 6,6-7,2$) stanowią 24% gleb uprawnych, gleby zaś alkaliczne ($\text{pH}_{\text{KCl}} > 7,2$) tylko 4%. Gleby słabo kwaśne ($\text{pH}_{\text{KCl}} 5,5-6,6$) stanowią 26% gleb uprawnych. Stwierdzone znaczne zakwaszenie gleb wiąże się z dużym udziałem gleb lekkich oraz oddziaływaniem czynników antropogenicznych. Potrzeby wapnowania gleb uprawnych są większe niż faktyczne zużycie nawozów wapniowych, które w 1996 r. wynosiło średnio 124,4 kg CaO/ha . Silnie zakwaszone są gleby leśne, zwłaszcza siedlisk borowych ($\text{pH} 3,5-4,5$).

Najbardziej oczywistym skutkiem postępującego zakwaszania środowiska (atmosfery, gleb, wód) jest obumieranie lasów. Szacuje się, że w roku 1996 w różnym stopniu uszkodzenie drzewostanów spowodowane oddziaływaniem gazów i pyłów wystąpiło prawie na 40% powierzchni lasów. Pomimo tego zjawiska zaobserwowano w porównaniu do roku 1995 istotną poprawę kondycji drzewostanów. Uszkodzenia drzewostanów oceniane są głównie na podstawie rocznego szacowania stopnia defoliacji drzew.

Problem zakwaszenia nie dotknął jezior polskich. Wyniki monitoringu wskazują, że zbiorniki te w zdecydowanej większości odznaczają się trwałym alkalicznym odczynem – w 1995 r. średnia wartość pH w 21 jeziorach wynosiła 8,1. Sprzyja temu obecność węglanu wapnia w skałach macierzystych gleb. Lokalnie na terenach górskich o małej zdolności buforowej, w Tatrach i Karkonoszach, obserwowane jest powolne zakwaszanie wód jeziornych.

W celu przeciwdziałania zakwaszaniu środowiska kraje członkowskie Europejskiej Komisji Gospodarczej ONZ stworzyły międzynarodowy instrument prawny – *Konwencję w sprawie transgranicznego zanieczyszczenia powietrza na dalekie odległości*. Polska będąc stroną tej Konwencji od 1985 r., a także podpisując towarzyszące tej Konwencji protokoły (patrz rozdz. 2.2), realizuje programy redukcji emisji substancji zakwaszających. Europejską strategię redukcji emisji dwutlenku siarki w ramach tzw. II Protokołu siarkowego zbudowano w oparciu o koncepcję ładunków krytycznych związków kwaśnych wprowadzanych z powietrza do poszczególnych elementów środowiska. W przypadku Polski jako główny receptor przyjęto gleby leśne. Obliczenia modelowe wykonane dla Europy przez Centrum EMEP wg danych o emisjach z lat 1987-1991 wykazały, że przekroczenia ładunków krytycznych dla siarki na znacznej części obszaru Polski (ok. 30%) należą do bardzo wysokich w skali europejskiej. Redukcje emisji w Europie, w tym w Polsce będą stopniowo eliminowały problem antropogenicznego zakwaszenia środowiska na obszarze kraju.

4.5. EUTROFIZACJA WÓD ŚRÓDLĄDOWYCH

Eutrofizacja, czyli wzrost żyzności jest naturalnym procesem starzenia się wód na przestrzeni wieków, powodowanym ich wzbogacaniem

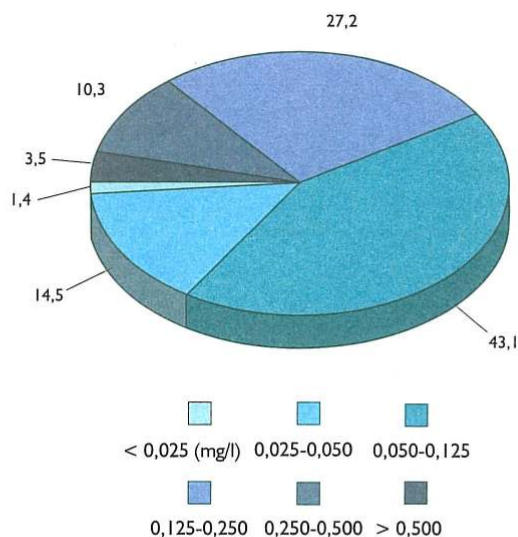
w substancje biogenne spływające z terenu zlewni. Obecnie proces ten jest przyspieszany działalnością człowieka, a głównymi źródłami przyspieszonej eutrofizacji wód są ścieki, zarówno komunalne jak i przemysłowe, oraz rolnictwo w tym hodowla. Pewne znaczenie może mieć tu również dopływ substancji biogennych z atmosfery wraz z opadami. W wyniku zachodzących procesów eutrofizacji obserwuje się między innymi następujące niekorzystne zmiany w ekosystemach wodnych: wzrost zawartości substancji biogennych (azotu i fosforu), spadek stężenia tlenu rozpuszczonego, a także masowe zakwity glonów.

W latach pięćdziesiątych i sześćdziesiątych postępująca eutrofizacja wód obserwowana była głównie w jeziorach, objawiając się wieloma niekorzystnymi zjawiskami z punktu widzenia przyrodniczego i gospodarczego, jak: zakwity glonów planktonowych w pelagialu, rozwój glonów nitkowatych oraz makrofitów w litoralu, zmniejszenie przezroczystości wód, deficyty tlenowe, którym niejednokrotnie towarzyszy występowanie siarkowodoru oraz niekorzystne zmiany w składzie gatunkowym zespołów organizmów zasiedlających poszczególne strefy jezior (w tym ryb).

Wzrastające ilości substancji biogennych dopływające do rzek w latach siedemdziesiątych spowodowały nasilenie procesu eutrofizacji również w rzekach. W małych rzekach eutrofizacja objawia się zasadniczo wzmożonym rozwojem makrofitów, podczas gdy w dużych zwykle fitoplanktonu. Budowa zbiorników retencyjnych zmniejszających prędkość przepływu wody w rzece zwykle prowadzi również do wzmożenia eutrofizacji wód.

Powszechnie wiadomo, że podstawowymi czynnikami decydującymi o stopniu zeutrofizowania wód są fosfor i azot, przy czym zdecydowanie przeważa opinia, że to fosfor jest głównym czynnikiem limitującym produkcję pierwotną. W okresie od 1989 r. do 1996 r. w ramach Państwowego Monitoringu środowiska przeprowadzono ocenę i badania 359 jezior o powierzchni powyżej 50 ha zlokalizowanych na terenie wszystkich regionów pojeziernych kraju.

Analizując uzyskane wyniki należy stwierdzić, że jeziora w Polsce odznaczają się stosunkowo wysokimi stężeniami substancji biogennych.

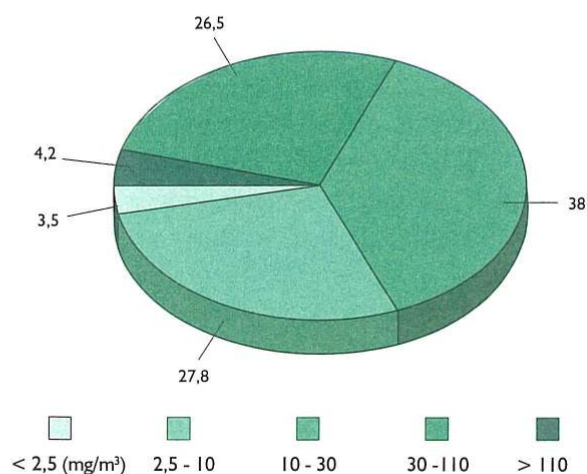


Rys. 4.5.1. Zawartość fosforu całkowitego w wodach jezior polskich (%)

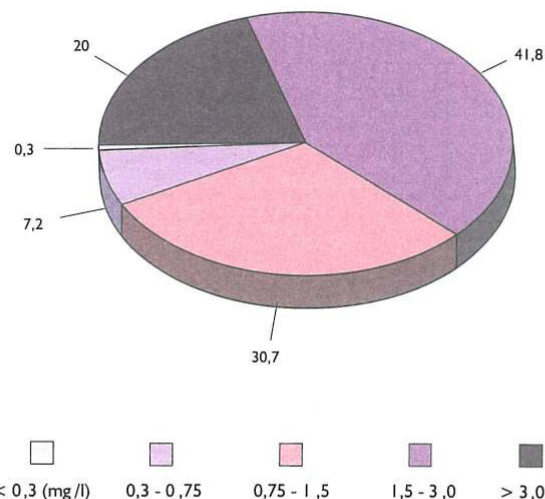
Zdecydowanie przeważają zbiorniki (84,1% jezior) o zawartości fosforu całkowitego powyżej 0,05 mg/l, czyli stężenia określonego dla I klasy czystości, natomiast parametrów III klasy nie dotrzymuje 13,8% jezior (rys. 4.5.1).

Stężenie azotu całkowitego w ponad 90% badanych jezior przekracza 0,75 mg/l, czyli wartość określoną dla I klasy, natomiast parametrów III klasy nie dotrzymuje 61,8% jezior (rys. 4.5.2).

W efekcie tego w większości jezior obserwuje się silny rozwój fitoplanktonu ograniczający przezroczystość wód. W ponad 68,7% badanych jezior stwierdzono, że stężenie chlorofilu (będącego miarą biomasy glonów) przekracza 0,01 mg/l, czyli wartość określoną dla I klasy czystości (rys. 4.5.3).



Rys. 4.5.3. Zawartość chlorofilu w wodach jezior polskich (%)

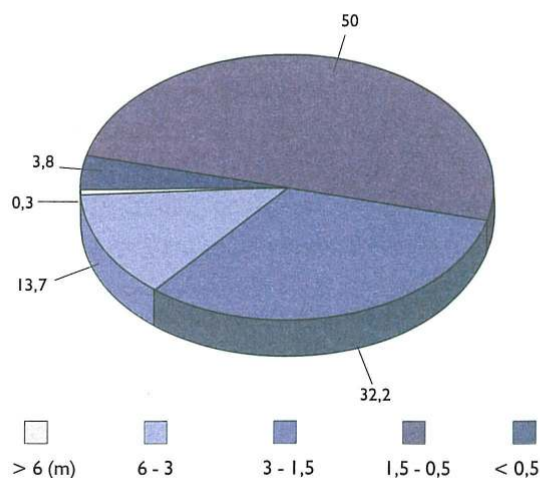


Rys. 4.5.2. Zawartość azotu całkowitego w wodach jezior polskich (%)

Najliczniejszą grupę stanowią jeziora charakteryzujące się przezroczystością wód, określaną wskaźnikiem widzialności krążka Secchiego (od 0,5 m do 1,5 m), czyli znajdują się na granicy wód pozaklasowych (rys. 4.5.4).

Dla porównania standardów krajowych i międzynarodowych w tabeli 4.5.1 przedstawiono ocenę stanu troficznego 359 jezior badanych w ramach Państwowego Monitoringu Środowiska dokonaną według kryteriów OECD. Przyjęte wartości liczbowe znajdują się na pograniczu naszej I i II klasy czystości.

Jak wynika z zestawienia ponad 85% analizowanych jezior charakteryzuje się stężeniem fosforu całkowitego i przezroczystością wód właściwą dla jezior eutroficznych.



Rys. 4.5.4. Przezroczystość wód w jeziorach polskich (%)

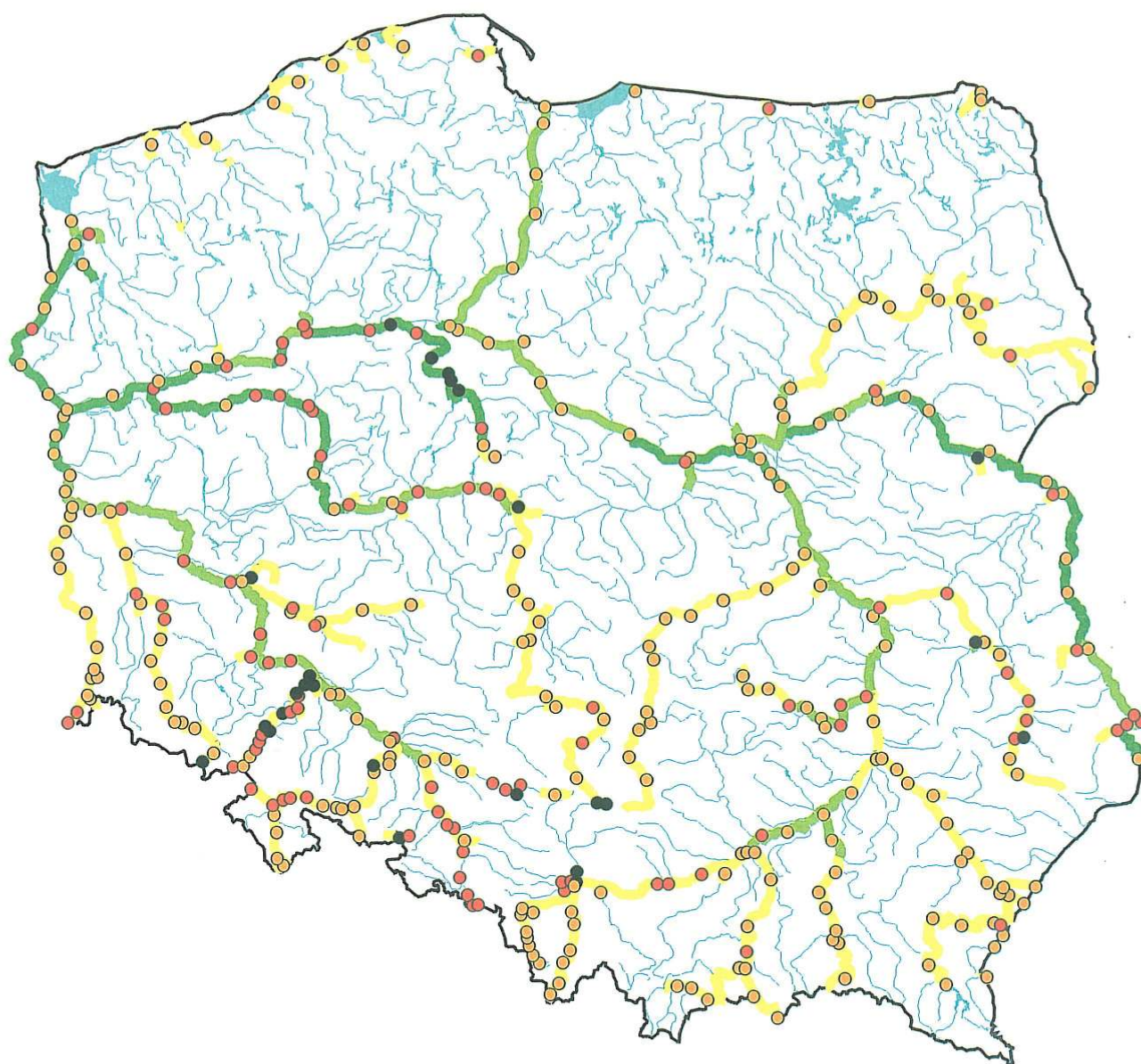
L.p.	Region	Liczba jezior	Udział jezior (%)		
			o średnim stężeniu chlorofilu a większym niż 0,009 mg/l	o średnim stężeniu $P_{\text{całk.}}$ większym niż 0,05 mg/l	o widzialności krążka Secchiego mniejszym niż 3 m
1.	Pojezierze Zachodniopomorskie	37	54,1	75,7	91,1
2.	Pojezierze Wschodniopomorskie	28	70,7	85,7	85,7
3.	Pojezierze Południowopomorskie	55	54,5	80,0	96,4
4.	Pojezierze Wielkopolskie	51	68,6	88,2	84,3
5.	Pojezierze Leszczyńskie	6	100	100	100
6.	Pojezierze Lubuskie	17	41,2	70,6	88,2
7.	Pradolina Toruńsko-Eberswaldzka	21	100	100	100
8.	Pojezierze Chełmińsko-Dobrzyńskie	31	77,4	100	90,3
9.	Pojezierze Mazurskie	81	69,1	96,3	80,2
10.	Pojezierze Litewskie	17	70,6	64,7	23,5
12.	Polesie Podlaskie	15	73,3	93,3	86,7

Tabela 4.5.1.

Ocena stanu troficznego jezior Polski według kryteriów OECD

W celu osiągnięcia poprawy wód zdegradowanych już jezior konieczne jest zastosowanie zabiegów rekultywacyjnych. Samo ograniczenie ładunku zanieczyszczeń dostających się ze źródeł punktowych i powierzchniowych jest niewystarczające. Prace rekultywacyjne prowadzone są obecnie w Polsce na licznych jeziorach (np. Jezioro Rudnickie, Skąpe, Mogileńskie, Lidzbarskie, zespół Jezior Kartuskich, Jezioro Żnińskie Duże, Kierskie, Jaroszewskie, Swarzędzkie, Zamkowe, Długie k. Olsztyna, Jamno, Kortowskie i inne). Najczęściej stosowaną metodą rekultywacji jest napowietrzanie wód, które często wspomagane jest zastosowaniem struktur Bio-Hydro, działających jako biologiczny filtr redukujący koncentrację związków biogenych w wodzie. Na rezultaty podjętych działań trzeba jednak poczekać, bowiem precyzyjne prognozy efektów rekultywacji i czasu niezbędnego do ich osiągnięcia są trudne do określenia.

Ocena stanu troficznego rzek jest daleko bardziej skomplikowana niż jezior. Objawy eutrofizacji, jak to już zaznaczono, są różne w różnych typach rzek. O ile pomiary stężenia chlorofilu a w wodach rzek są na świecie i w Polsce, rozpozszechnione, o tyle ocena obfitości glonów poroślowych i makrofitów w rutynowych badaniach monitoringowych przeprowadzana jest bardzo rzadko. Wykorzystując dane dotyczące zawartości związków biogenych oraz chlorofilu a zidentyfikowano te rzeki w Polsce, w których eutrofizacja objawia się wzmożonym rozwojem glonów planktonowych. Wyniki oceny występowania fosforu całkowitego i chlorofilu a w wodach najważniejszych rzek polskich przedstawiono na mapie (rys.4.5.5). Jako rzeki zeutrofizowane przyjęto te, w których średnie roczne stężenie chlorofilu a przekracza 25 mg/m³. Objawy eutrofizacji przeja-



stężenie fosforu całkowitego (mgP/l)

○ < 0,25

● 0,25 – 0,6

● > 0,6

odcinki rzek o stężeniu chlorofilu „a” mg/m³

— < 25

— 25 – 50

— > 50

Rys. 4.5.5. Stopień zeutrofizowania rzek w Polsce

wiające się intensywnym rozwojem glonów planktonowych występują na nizinnych odcinkach głównych rzek Polski: Wisły, Odry, Bugu i Warty oraz Noteci i Kamiennej, a także na krótkich przyujściowych odcinkach innych rzek (m.in. Narwi, Wisłoki i Wieprza). Rzeki te wyróżnia znaczna retencja korytowa (ok. 5 dni) i niski poziom turbulencji wód (rzeki o charakterze nizinnym) oraz odpowiednie stężenia substancji biogennych.

Eutrofizacja wód śródlądowych jest problemem ogólnoeuropejskim. Stan jezior w Polsce zbliżony jest do sytuacji stwierdzonej w zbiornikach Anglii, Walii, Hiszpanii, Rumunii, Danii i Holandii. Rzeki polskie w stosunku do rzek europejskich odznaczają się dość wysokimi stężeniami fosforu, podobnie jak ma to miejsce w Belgii, Luksemburgu i Wielkiej Brytanii.

Wysokie stężenia substancji biogennych w rzekach polskich są przede wszystkim wynikiem odprowadzania do ich wód niedostatecznie oczyszczonych ścieków oraz spływami i odpływami z terenów rolnych. Jak opisano w rozdziale 2.3 około 7% ścieków komunalnych odprowadzane jest do rzek po wysokoefektywnym oczyszczeniu z usunięciem substancji biogennych. Ładunek fosforu w wodach powierzchniowych pochodzący ze źródeł punktowych szacuje się na ponad 60%. Również jeziora o zaawansowanej trofii są często odbiornikami ścieków bytowych i przemysłowych odprowadzanych bezpośrednio do ich wód lub za pośrednictwem dopływów. Ponad 20% jezior w Polsce znajduje się pod wpływem punktowych źródeł zanieczyszczeń.

Przepisy polskie regulujące warunki odprowadzania ścieków do jezior ustalają najwyższą dopuszczalną zawartość fosforu w ściekach (pierwiastka decydującego o eutrofizowaniu się wód i w głównej mierze odpowiedzialnego za stan ich czystości) na 1 mgP/l. W niektórych krajach europejskich wody stojące z racji swojej specyfiki i dużej wrażliwości na wpływy zewnętrzne objęte są bardziej rygorystyczną ochroną. W niektórych landach niemieckich, na przykład, maksymalne dopuszczalne stężenie fosforu w ściekach odprowadzanych z większych oczyszczalni w zlewniach jezior wynosi 0,3 mgP/l. Tak samo wygląda sytuacja w Austrii, a podobnie w Finlandii.

Wydaje się, że podobne rozwiązania są niezbędne w Polsce, przynajmniej w wypadku niektórych jezior, będących odbiornikami ścieków komunalnych, gdy nie ma możliwości innego sposobu ich odprowadzania.

Przyjmuje się, że około połowa fosforu w ściekach odprowadzanych do wód pochodzi z detergentów. Trudności techniczne oraz koszty związane z usunięciem związków fosforu ze ścieków powodują, że działania stosowane w wielu krajach świata dla zmniejszenia ładunku fosforu zawartego w ściekach obejmują także kontrolę zanieczyszczeń u źródła ich powstawania itp. wycofywanie z produkcji i stosowania detergentowych środków piorących zawierających fosforany. W Polsce wprowadzono zakaz stosowania detergentów zawierających powyżej 6% fosforanów w przeliczeniu na fosfor. Jest to wielkość zapewniająca optymalne właściwości piorące przy braku konieczności stosowania zeolitów, których oddziaływanie na środowisko jest również szkodliwe. Oddawanie do użytku nowych oczyszczalni ścieków, modernizacja starych i poprawa ich eksploatacji, a także zmiany technologii stosowanych w zakładach przemysłowych sprawiają, że zasięg wód silnie obciążonych substancjami biogennymi ulega w ostatnich latach systematycznemu zmniejszeniu (patrz rozdział 3.3).

Źródłem substancji biogennych wpływających na eutrofizację wód są tereny użytkowane rolniczo. Substancje te pochodzą przede wszystkim z nawożenia użytków rolnych a także z hodowli zwierzęcej prowadzonej na pastwiskach w obszarze zlewni. Ponad 50% związków azotu pochodzi z tego źródła. Często zdarza się, że przylegają one bezpośrednio do obrzeży zbiornika a brak barier ochronnych w postaci pasów zadrzewień i zakrzewień wzdłuż linii brzegowej sprzyja przenikaniu zanieczyszczeń do wód. Ograniczenie naturalnego procesu wymywania substancji biogennych z obszaru zlewni osiągnąć można przez racjonalną gospodarkę nawozami i uprawę ziemi.

Należy zauważyć, że zanieczyszczenie wód związkami azotu jest w Polsce kilkakrotnie mniejsze (tab. 3.3.4) niż w krajach zachodniej Europy o bardzo intensywnej produkcji rolnej. Przemiany polskiego rolnictwa oparte na wzorach zachodnich mogą spowodować narastanie problemu eutrofizacji wód w Polsce.

Źródło zasolenia	Ładunek chlorków		Ładunek siarczanów	
	(tys. ton/rok)	%	(tys. ton/rok)	%
Zlewnia Wisły				
Kopalnie węgla kamiennego GZW	1 278	55	131	42
Zakłady Janik Soda i Soda Mątwy w Inowrocławiu	835	36	7	2
Zagłębie siarkowe w Tarnobrzegu	75	3	37	12
Generalna Dyrekcja Dróg Publicznych	47	2	0	0
Z poza granic Polski	30	1	66	21
Pozostałe	63	3	68	23
Razem	2 328	100	309	100
Zlewnia Odry				
Kopalnie węgla kamiennego GZW	370	53	38	17
Kopalnie węgla kamiennego DZW	2	<1	10	4
KGHM Polska Miedź w Legnicy	178	25	67	29
Zakłady Chemiczne „Rokita” w Brzegu Dolnym	36	5	5	2
Generalna Dyrekcja Dróg Publicznych	22	3	0	0
Z poza granic Polski	66	9	52	23
Pozostałe	28	4	56	25
Razem	702	100	228	100

Tabela 4.6.1.

Źródła zasolenia i ładunki chlorków i siarczanów odprowadzane w zlewniach Wisły i Odry w 1995 r.

4.6. ZASOLENIE WÓD

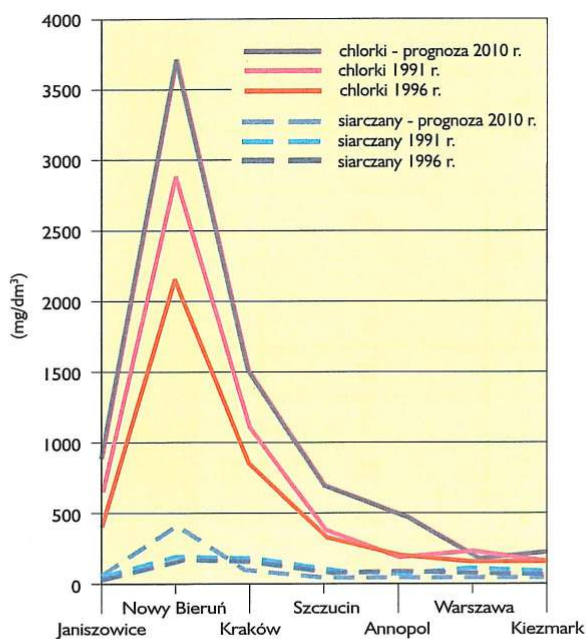
Zasolenie rzek szczególnie Odry i Wisły oraz niektórych ich dopływów stanowi bardzo istotny, charakterystyczny dla Polski, element zanieczyszczenia środowiska wodnego w Polsce, ograniczający lub wręcz uniemożliwiający wykorzystanie gospodarcze tych zasobów w niektórych rejonach kraju oraz powodujący szkody w środowisku i infrastrukturze technicznej. Zasolenie wód jest szkodliwe gdyż wpływa na biocenozę, powoduje pogorszenie własności organoleptycznych ujmowanej wody przez wodociągi komunalne i przemysłowe, korozję instalacji przemysłowych i domowych, a także korozję budowli hydrotechnicznych i taboru rzeczno-

Powodowane jest przede wszystkim przez górnictwo, głównie przez kopalnie węgla kamiennego, w których wypompowuje się na powierzchnię

wody z odwadniania wyrobisk górniczych (tab. 4.6.1). Trudną sytuację w tym zakresie pogłębia fakt, że źródła zasolenia zlokalizowane są w górnych odcinkach biegu Odry i Wisły oraz że obecna deficytowość wydobycia węgla nawet, bez kosztów przeciwdziałania zasoleniu wód, nie wskazuje na szybkie rozwiązanie problemu. W innych krajach (USA, Niemcy) problem ten zlikwidowano poprzez zaprzestanie wydobycia węgla w zagłębiach powodujących zrzuty do rzek zasolonych wód kopalnianych.

W zlewni Wisły istotny ładunek siarczanów trafia do wód z Ukrainy – 19% ładunku w całej zlewni Wisły: (punkt monitoringowy Horodło na rzece Bug). W zlewni Odry 23% ładunku siarczanów pochodzi z Czech (punkt monitoringowy Chałupki).

Zasolenie wód rzeki Wisły i Odry jest związane z funkcjonowaniem odwodnienia kopalń i nie jest proporcjonalne do wydobycia węgla. Jak przedstawiono

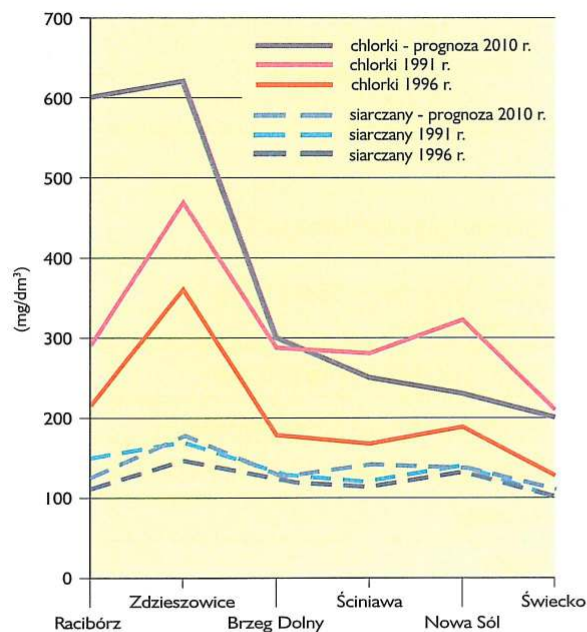


Rys. 4.6.1. Zmiany zasolenia wód Wisły w 1991 r. i 1996 r. wraz z prognozą na 2010 r. (przy przepływach ŚNQ z lat 1951-1990)

na rysunkach 4.6.1 i 4.6.2 występujące zasolenie (wyrażone w stężeniach chlorków i siarczanów) wód rzek Wisły i Odry jest zbliżone w latach 1991 i 1996. Natomiast według prognoz Głównego Instytutu Górnictwa pomimo znacznego spadku wydobywania węgla do poziomu 100 mln ton (tab. 4.6.2) ulegnie ono w 2010 r. znacznemu wzrostowi jeżeli nie nastąpi poprawa ochrony wód przed zasoleniem. Jest to spowodowane koniecznością utrzymywania odwodnienia kopalń niezależnego od wielkości wydobywania węgla oraz ujmowania coraz głębszych pokładów węgla.

Stan zasolenia głównych rzek Polski może ulec poprawie jedynie w przypadku zastosowania technologii odsalania (zatlaczania) wód słonych albo poprzez wyłączenie części kopalń zrzucających największe ładunki chlorków i siarczanów łącznie z wyłączeniem funkcjonowania ich systemów odwodnienia.

Problem ten jest bardzo trudny do rozwiązania ze względu na znaczenie węgla kamiennego jako



Rys. 4.6.2. Zmiany zasolenia wód Odry w 1991 r. i 1996 r. wraz z prognozą na 2010 r. (przy przepływach ŚNQ z lat 1951-1990)

surowca energetycznego w Polsce i ogromne w porównaniu z wartością wydobywanego węgla, koszty odsalania wód kopalnianych.

Jeżeli przeciwdziałania te nie zostaną podjęte, to przewiduje się, że podobnie jak obecnie wody Wisły do przekroju pomiarowo-kontrolnego w Annopolu nie będą odpowiadały normom III klasy czystości ze względu na zawartość chlorków zaś wody Odry nie będą spełniały norm III klasy czystości do przekroju pomiarowo-kontrolnego w Brzegu Dolnym również ze względu na zawartość chlorków. Zrzuty siarczanów występują na zdecydowanie niższym poziomie i zgodnie z prognozą będą powodowały niedotrzymanie norm dla III klasy czystości tylko dla wód Wisły w przekroju pomiarowo-kontrolnym w Nowym Bieruniu.

W strategii ograniczania zasolenia wód założono:

- zatlaczanie wód dołowych metodami odwróconej osmozy i ich utylizację metodami wyparnymi przy dużych stężeniach soli w tych wodach (>100 g NaCl/l);

Lata	Wydobycie węgla kamiennego (tys. ton)
1991	140 376
1996	137 987
2010 prognoza	100 000

Tabela 4.6.2.

Wydobycie
węgla
kamiennego
w Polsce

- hydrotechniczny system odprowadzania wód dołowych: gromadzenie wód dołowych w zbiornikach retencyjnych i dozowanie ich odpływu do rzek w zależności od rozmiaru przepływu w rzece w celu uzyskania odpowiedniego rozcieńczenia;
- zatłaczanie wód dołowych do górotworu.

Utylizacja wód słonych metodami wyparnymi. Ten sposób utylizowania wód słonych stosuje się od 1975 r. w Zakładzie Odsalania Wód Kopalnianych „Dębieńsko II”. Obecnie eliminuje się w ten sposób z wód Odry ładunek około 300 ton/dobę jonów Cl i SO₄. Jednakże proces jest energochłonny i kosztowny. Jednocześnie występują trudności ze zbytem poszczególnych produktów utylizacji, w tym chlorku sodu. W procesie utylizacji pozyskiwana jest także czysta woda wykorzystywana do celów komunalnych.

W zlewni Wisły przewiduje się budowę dwóch zakładów odsalania przeznaczonych do utylizacji słonych wód kopalnianych:

- przy Firmie Chemicznej „Dwory” S.A. w Oświęcimiu, do utylizacji wód z kopalń „Piaś”, „Czechczt” i „Ziemowit”, o ładunku jonów chlorkowych i siarczanowych 2240 ton/dobę,
- przy Zakładach Chemicznych „Organika” w Jaworznie do utylizacji wód z kopalni „Jaworzno”, o ładunku 140 ton/dobę.

Hydrotechniczny system odprowadzania wód dołowych. System ten funkcjonuje w zlewni Wisły i Odry. W zlewni Wisły zasolone wody kopalniane z kopalni węgla kamiennego „Brzeszcze” odprowadzane są przez zbiornik retencyjno-dozujący, a w zlewni Odry zrzut słonych wód z 11 kopalń do rzeki Olzy regulowany jest w sposób hydrotechniczny. Także wody z kopalń KGHM „Polska Miedź” odprowadzane są poprzez zbiornik retencyjno-dozujący „Żelazny Most” w zależności od przepływów w Odrze. Zakres stosowania metod hydrotechnicznych jest jednak bardzo ograniczony przede wszystkim ze względu na dostępność terenu pod budowę zbiorników i warunki hydrologiczne.

Zatłaczanie wód dołowych do górotworu. Ten system utylizowania wód zasolonych znajduje się w fazie eksperymentu, którego wyniki wydają

się być obiecujące. Pełna ocena możliwości stosowania tej metody do ograniczania ładunków soli odprowadzanych do wód powierzchniowych będzie możliwa po zebraniu doświadczeń prowadzonej eksploatacji na skalę przemysłową.

Realizacja wszystkich ww. sposobów ochrony powierzchniowych wód płynących przed zasoleniem wymaga bardzo wysokich nakładów inwestycyjnych.

Pomimo znacznych nakładów finansowych jakie należy ponieść na utylizację zasolonych wód kopalnianych, problem ten powinien zostać w szybkim okresie rozwiązany. Przeprowadzone analizy ekonomiczne wykazują, że straty powstające w wyniku nadmiernego zasolenia wód, ponoszone przez całe społeczeństwo, a wynikające z przyspieszonej korozji urządzeń i budowli wodnych, rosnących kosztów uzdatniania wody oraz korozji urządzeń wodociągowych i kanalizacyjnych są zdecydowanie wyższe nawet bez uwzględnienia strat w ekosystemach. Obserwowany obecnie postęp prac nad rozwiązaniem tego problemu jest niezadowolający. Ograniczenie zrzutu zasolonych wód dołowych, pochodzących z kopalń węgla kamiennego, powinno być jednym z ważnych elementów programu restrukturyzacji górnictwa.

4.7. ZAGROŻENIA ŚRODOWISKA MIEJSKIEGO

Zanieczyszczenie miejskiego środowiska przyrodniczego: powietrza, wody, ziemi, zagrożenie hałasem, nierozwiązane problemy odpadowe, niedostatek a niekiedy także degradacja terenów zieleni miejskiej stanowi problem wielu dużych miast i aglomeracji miejsko-przemysłowych w Polsce, podobnie jak wielu wielkich miast Europy i świata.

Za taką sytuację są odpowiedzialne zaniedbania z przeszłości, jak również obecnie funkcjonujące modele produkcji i konsumpcji, przede wszystkim zużycie i sposób wytwarzania energii oraz przemysł i transport, oddziałujące niekorzystnie na środowisko i zdrowie ludności miejskiej.

Powietrze. Przekroczenia dopuszczalnych stężeń zanieczyszczeń podstawowych: dwutlenku siarki i pyłów, a także najwyższe rejestrowane

stężenia tlenków azotu dotyczą przede wszystkim dużych miast. Na zwiększenie stężeń pyłu w miastach istotny wpływ ma wtórne pylenie z niedostatecznie oczyszczonych ulic oraz erozja wietrzna, ze względu na stosunkowo duże powierzchnie terenów nieuporządkowanych. Różnice stężeń dwutlenku siarki w miastach i poza nimi w 1996 r. wyniosły ponad 30%, a w przypadku dwutlenku azotu 50%.

Na jakość powietrza w miastach istotny wpływ ma sposób organizacji ruchu kołowego i stan techniczny pojazdów, w tym transportu zbiorowego. W roku 1996 w stosunku do 1990 liczba samochodów osobowych wzrosła o ok. 50%, a w porównaniu z 1980 r. potroiła się osiągając średnio w skali kraju liczbę 200 pojazdów osobowych na 1000 mieszkańców. W miastach wzrost liczby pojazdów jest jeszcze większy. W największych miastach w Polsce o zaludnieniu przekraczającym 500 tys. mieszkańców: Warszawie, Łodzi, Krakowie liczba pojazdów na 1000 mieszkańców osiągnęła wielkość ponad 500. Za tempem przyrostu liczby samochodów nie nadąża rozbudowa sieci ulic. Brak jest również odpowiedniej organizacji ruchu, a zbyt słabe bodźce ekonomiczne i przestarzała infrastruktura transportu zbiorowego nie stanowią zachęcającej alternatywy dla użytkowników samochodów osobowych. Czynniki te powodują tworzenie się korków ulicznych i w efekcie wzrost emisji pochodzących ze źródeł mobilnych, głównie tlenku węgla, tlenków azotu, węglowodorów, związków ołowiu i sadzy.

W obecności tlenków azotu i węglowodorów, pod wpływem promieniowania słonecznego powstają zanieczyszczenia wtórne o silnie utleniających właściwościach t.j. ozon. W okresie letnim, przy utrzymującej się przez kilka dni wysokiej temperaturze powietrza i dużym nasłonecznieniu, stężenia ozonu mogą osiągnąć wartości charakterystyczne dla smogu letniego.

Czynnikiem istotnie wpływającym na jakość powietrza w miastach w okresie zimy (wrzesień-kwiecień) są źródła emisji niskiej z sektora komunalno-bytowego. Zdarza się, że stężenia dwutlenku siarki w półroczu zimnym są (średnio w kraju) 5-krotnie wyższe, a w przypadku pyłów 3-krotnie wyższe niż w okresie ciepłym. W sezonie grzewczym można zaobserwować w miastach południo-

wej Polski występowanie kilkudniowych epizodów podwyższonych stężeń, osiągających wartości przyjęte w wielu krajach za alertowe dla smogu zimowego.

Na niekorzystną sytuację w tym zakresie wpływają także warunki przewietrzania miast, determinowane jego układem architektonicznym lub naturalną rzeźbą terenu, tak jak w przypadku Krakowa położonego w kotlinie, co sprzyja kumulacji zanieczyszczeń. Nawet w przypadku Warszawy, mimo że jej rozwój był realizowany z zachowaniem nawietrzających klinów zieleni, wprowadzających powietrze z terenów zewnętrznych do śródmieścia miasta, obserwowane jest ograniczanie tych przestrzeni i ich zabudowywanie.

Woda. Dostarczana wodociągami woda, choć dopuszczana do spożycia, przez mieszkańców większości dużych miast uważana jest za nieprzydatną do konsumpcji. Szczególnie w okresach małych przepływów w rzekach stanowiących źródło wody, a także w czasie zakwitów glonów spowodowanych nadmiarem substancji biogennej, smak i zapach wody budzą zastrzeżenia. Jakość wody w wodociągach, wykorzystujących jako źródło zaopatrzenia wody powierzchniowe (z tych źródeł zaopatrywane są wszystkie duże miasta w Polsce) nie spełnia części wysokich standardów Unii Europejskiej, odpowiadając zazwyczaj krajowym normom sanitarnym.

Gminy miejskie starają się przeciwdziałać temu niekorzystnemu zjawisku, rozbudowując sieć ujęć wód podziemnych, skąd woda w ilościach potrzebnych do picia udostępniana jest bezpłatnie ludności. Podejmowane są również działania związane z udoskonaleniem technologii uzdatniania wody i poprawą jakości wody dostarczanej przez wodociągi komunalne. Dotychczasowe działania należy jednak uznać za niewystarczające, a zapewnienie właściwej jakości wody do picia staje się jednym z najważniejszych czynników wpływających na stan zdrowia ludności miejskiej.

Hałas. Stopień narażenia ludności miejskiej na hałas determinowany jest, podobnie jak w przypadku zanieczyszczenia powietrza, przez źródła mobilne – narastającą w miastach liczbę pojazdów. Na pogarszanie klimatu akustycznego, obok wzrostu natężenia ruchu mają wpływ także korki ulicz-

ne, blokujące ruch na najbardziej obciążonych trasach miejskich. Strumienie pojazdów kierują się w takich przypadkach na obszary miasta dotychczas nienarażone na intensywny ruch samochodowy, zwiększając zasięg uciążliwości hałasowych. W niektórych miastach natężenie hałasu stabilizuje się ostatnio, na stosunkowo wysokim poziomie, ze względu na wyczerpanie przepustowości ulic. Stale rośnie natomiast poziom rejestrowanego hałasu w porze nocnej, co powodowane jest m.in. przez wzrost natężenia ruchu tranzytowego (rozdz. 3.4).

Odpady. Odpady komunalne, przy obserwowanej tendencji wzrostowej i wobec braku kompleksowych rozwiązań organizacyjno-technicznych stanowią narastający wciąż problem środowiska miejskiego. Częstokroć znajdują się w nich także odpady niebezpieczne (np. zużyte baterie, świetlówki, przepracowane oleje, odpady lakiernicze), co poza bezpośrednim zagrożeniem dla środowiska ogranicza możliwości unieszkodliwiania i wykorzystania produktów kompostowania. Na rozwiązanie oczekuje również problem usuwania zużytych, często wielkogabarytowych przedmiotów użytku domowego.

Usuwanie odpadów na wysypiska, znajdujące się w coraz większej odległości od miast, stwarza narastające problemy ekonomiczne i organizacyjno-techniczne. Pomimo powszechnie uznanej prawdy, iż warunkiem koniecznym racjonalnej gospodarki odpadami komunalnymi jest wdrożenie systemu ich segregacji, podjęte w wielu miastach działania na rzecz selektywnego gromadzenia mają w wielu przypadkach charakter akcyjny, a ich efekty nie są znaczące wobec ilości wytwarzanych odpadów. Należy podkreślić, iż obecny stan prawny stwarza już możliwości skutecznego rozwiązywania problemu odpadów komunalnych, konieczna jest jednak większa determinacja organów samorządowych przy wdrażaniu i egzekwowaniu nowoczesnych metod gospodarki odpadami.

Nierozwiązanym problemem miast są również przemysłowe odpady niebezpieczne, składowane na terenach zakładów, zlokalizowanych z reguły w granicach miast. Brak jest miejsc do ich bezpiecznego unieszkodliwiania, w tym składowania. Szczególne zagrożenie stwarzają odpady niebezpieczne i tereny zanieczyszczone (wymagające niezwłocznej rekultywacji), należące do zakładów

zlikwidowanych lub będących w procesie upadłości. Ze względu na brak środków likwidatorzy rzadko podejmują działania na rzecz usuwania tych zanieczyszczeń, mimo iż w wielu przypadkach są one źródłem zagrożeń dla wód podziemnych, gleby i przyrody ożywionej, a czasami także dla zdrowia ludzi.

Zieleń. Wielkość terenów zielonych w miastach ulega w ostatnich latach powolnemu ale systematycznemu zmniejszaniu w wyniku przekazywania tych terenów pod zabudowę mieszkaniową i usługową. Obok ubytków zieleni, zanieczyszczenie powietrza w miastach i obniżanie poziomu wód gruntowych w wyniku zabudowy i uszczelniania powierzchni powoduje jej degradację. Pozyskiwanie nowych terenów dla „zieleni miejskiej” jest po 1989 r. bardzo utrudnione ze względu na związane z tym koszty. W wielu miastach istnieją, w tym na terenie aglomeracji śląskich, stosunkowo duże powierzchnie zieleni nie pełniące funkcji ogólnomiejskich: tereny ogródków działkowych. W ogródkach tych w warunkach zwiększonego zanieczyszczenia powietrza i gleb produkowane są warzywa i owoce. W wielu przypadkach stanowią one niestety istotne źródło zaopatrzenia miejscowej ludności w te produkty, mimo że obserwowane zanieczyszczenie związkami metali ciężkich może być szkodliwe dla zdrowia.

Skala i natężenie zasygnalizowanych wyżej problemów nie osiąga w dużych miastach Polski rozmiarów obserwowanych w wielkich metropoliach świata. Jednak postępująca urbanizacja, przy stosunkowo szybkim wzroście konsumpcji, oznacza konieczność podjęcia już dzisiaj zdecydowanych działań na rzecz zrównoważonego rozwoju miast. Istotne znaczenie będzie tu miała umiejętność pozyskiwania społecznego poparcia; dotychczasowe doświadczenia wskazują bowiem, iż protesty często nielicznych lokalnych społeczności mogą skutecznie zablokować działania mające na celu ochronę środowiska i dobro większości.

4.8. ZAGROŻENIA ŚRODOWISKA WIEJSKIEGO

Problemy zagrożeń środowiska i zdrowia ludzi na terenach wiejskich wynikają ze specyfiki polskiego rolnictwa. Mała efektywność i duże

rozdrobienie gospodarstw rolnych przy charakterystycznym dla Polski wysokim odsetku społeczeństwa, utrzymującego się z dochodów z produkcji rolnej, decydują o relatywnie niższym poziomie życia ludności wiejskiej. W latach dziewięćdziesiątych pojawiły się dodatkowo problemy społeczne związane z wysoką stopą bezrobocia na wsi, szczególnie w rejonach, na których zlikwidowano wielkoobszarowe Państwowe Gospodarstwa Rolne. Status ekonomiczny ludności wiejskiej, wraz z zaniedbaniami infrastruktury tych obszarów i utrzymującym się w wielu rejonach tradycyjnym sposobem produkcji rolnej stanowią czynniki sprzyjające nasileniu się zagrożeń środowiska wiejskiego. Zachodzące procesy restrukturyzacji polskiego rolnictwa są procesami powolnymi, nie pozwalającymi na szybkie i skuteczne przeciwdziałania ujemnym zjawiskom. Należy jednak zaznaczyć, że pewne ograniczenie presji na środowisko na terenach wiejskich można uzyskać również działaniami bezinwestycyjnymi, poprzez podnoszenie wiedzy i świadomości ekologicznej mieszkańców wsi i kształtowanie właściwych zachowań. Stąd, pomimo iż w powszechnym odczuciu środowisko wiejskie wolne jest od problemów ekologicznych, istotne jest ich prezentowanie. Należą do nich:

Zaopatrzenie wsi w wodę pitną dobrej jakości. Obecnie na znacznej części terenów wiejskich ujmowane są do picia i na potrzeby gospodarcze słabo izolowane wody podziemne płytkiego krążenia. Wody te z uwagi na lokalizację ujęć często nie spełniają warunków sanitarnych wymaganych dla wody do picia; ponadto mogą zawierać zwiększone ilości azotanów i azotynów. Realizowane obecnie na szeroką skalę wodociągowanie wsi poprawia warunki bytowe mieszkańców oraz tworzy warunki do wzrostu produkcji zwierzęcej i poprawy jej higieny. Powoduje to jednak równocześnie wzrost ilości ścieków, które wymagają oczyszczania. Budowa kanalizacji i oczyszczalni ścieków nie nadąża za postępem w zaopatrzeniu wsi w wodę. Powoduje to narastające zagrożenie dla czystości wód powierzchniowych i podziemnych, a także gleb i plonów roślin jadalnych. Z uwagi na rozproszenie zabudowy zagrodowej w wielu przypadkach budowa systemu kanalizacji jest ekonomicznie nieuzasadniona. Dlatego w latach 1996-1997 wybudowano około 1000 oczyszczalni zagrodowych, rozwiązujących proble-

my gospodarki ściekowej w gospodarstwach rolnych. Budowanie oczyszczalni rodzi konieczność właściwego przygotowania i właściwego użytkowania osadu ściekowego.

Gospodarka odpadami. Na terenach wiejskich powstaje coraz większa ilość odpadów, których struktura odbiega od typowych dla środowiska miejskiego odpadów bytowo-komunalnych. O ich specyfice i w konsekwencji trudnościach z właściwym zagospodarowaniem decyduje obecność odpadów organicznych z produkcji rolnej oraz odpadów niebezpiecznych pochodzenia przemysłowego, zwłaszcza opakowań wraz z pozostałościami produktów, przeterminowanych preparatów chemicznych, odzieży, folii ogrodniczej, przepracowanych olejów silnikowych i tkanin zaolejonych. Brak systemu selektywnego zbierania odpadów, w tym specjalnego traktowania odpadów niebezpiecznych i często niska świadomość zagrożeń powodują, że są one usuwane w sposób niekontrolowany na nielegalne wysypiska, które nie tylko stanowią bezpośrednie zagrożenie dla jakości wód, ekosystemów glebowo-leśnych, ale także niekorzystnie wpływają na walory estetyczne krajobrazu. W licznych gminach wiejskich zbudowano i buduje się wysypiska odpadów. Oczekuje się przyspieszonego postępu w tym zakresie. Wysypiska odpadów nie rozwiążą jednak złożonego zagadnienia. Niezbędna jest kompleksowa gospodarka wszystkimi rodzajami odpadów (stałych, płynnych) w osiedlu, gminie, regionie, wyraźnie ukierunkowana na odzysk części użytecznych, likwidację składników szkodliwych, składowanie na wysypiskach części nie zagrażających środowisku.

Stosowanie chemicznych środków ochrony roślin. Wobec stosunkowo niskiej kultury technicznej, braku wiedzy co do toksycznych właściwości stosowanych preparatów, zasad ich przechowywania, stosowania i postępowania z pozostałościami, a także braku systemowych rozwiązań umożliwiających bezpieczne likwidowanie przeterminowanych środków ochrony roślin, substancje te mogą stać się źródłem poważnych zagrożeń zdrowia i środowiska.

Często obserwuje się wykonywanie zabiegów bez stosowania właściwych środków ochrony osobistej. Stosowanie przestarzałego sprzętu do wykonywania zabiegów agrochemicznych powoduje, że

podstawowe zasady bezpieczeństwa i higieny nie mogą być spełnione. Nie został rozwiązany problem mycia sprzętu i postępowania z powstającymi ściekami zawierającymi substancje chemiczne o wysokiej klasie toksyczności; są one często wylwane do przydrożnego rowu lub na pole. Wprowadzone w ostatnich latach rozwiązania ustawowe, polegające na udzielaniu zezwoleń na handel i wykonywanie zabiegów agrochemicznych powinny w krótkim czasie doprowadzić do znacznego ograniczenia zagrożeń związanych z chemizacją rolnictwa.

Stosowanie nawozów mineralnych. Niewłaściwe nawożenie może stanowić źródło nadmiernego zanieczyszczenia powierzchni ziemi i wód podziemnych. Często obserwowane jest także niewłaściwe składowanie nawozów mineralnych – bezpośrednio na ziemi, bez właściwego zabezpieczenia przed opadami atmosferycznymi. Powoduje to wymywanie i rozcieńczanie substancji aktywnych, które przedostają się do wód gruntowych, z których ujmuje się wodę do picia i na potrzeby gospodarstwa.

Odchody zwierzęce i odpady roślinne. Powstające w produkcji rolnej odpady roślinne i odchody zwierzęce powinny po odpowiednim przetworzeniu zostać wykorzystane jako nawóz naturalny. Ich składowanie wymaga zabezpieczenia przed infiltracją, głównie zanieczyszczeń biologicznych

do wód podziemnych i powierzchniowych. Koniecznym do rozwiązania problemem jest gnojówka i gnojowica, powstające w dużych ilościach w fermach przemysłowych. Rolnicze jej wykorzystanie wymaga dużego areалу upraw oraz wybudowania infrastruktury do jej gromadzenia i stosowania we właściwych terminach agrotechnicznych.

Związany z integracją europejską proces restrukturyzacji obszarów wiejskich powinien przyczynić się do poprawy statusu ekonomicznego mieszkańców wsi i poprawy infrastruktury technicznej tych obszarów. Konieczność sprostania wymogom konkurencji wymusi również w krótkim okresie czasu intensyfikację produkcji rolnej, w tym również zwiększenie dawek stosowanych nawozów mineralnych. Nie musi to oznaczać wzrostu zagrożeń, gdyż wprowadzenie zasad „dobrej praktyki rolnej” powinno zagwarantować właściwe stosowanie środków nawozowych, dotrzymywanie terminów agrotechnicznych oraz zachowanie równowagi wszystkich składników pokarmowych w glebie. Przyjęcie regulacji UE dotyczących substancji chemicznych poprawi bezpieczeństwo obrotu i użytkowania środków ochrony roślin i innych niebezpiecznych preparatów chemicznych. W ogólnym bilansie, proces integracji z Unią Europejską powinien okazać się korzystny dla ochrony i minimalizacji zagrożeń zdrowia i środowiska naturalnego na terenach wiejskich.

W prezentowanym Raporcie przedstawiono ocenę stanu poszczególnych komponentów środowiska w Polsce oraz analizę przyczyn zachodzących zjawisk i zmian, oparte przede wszystkim na bogatych danych liczbowych, o bardzo wysokim stopniu wiarygodności i kompleksowości, gromadzonych w systemie Państwowego Monitoringu Środowiska i statystyki publicznej. Wiele z tych informacji zbieranych jest od dziesięcioleci co daje możliwość porównań i oceny trendów zachodzących zmian. Najdłuższe tradycje ma monitoring jakości wód powierzchniowych. W latach 90-tych rozwinięto również kompleksowe programy monitoringu jakości jezior i wód podziemnych, poziomu zanieczyszczenia atmosfery i gleb, zagrożeń hałasowych oraz stanu lasów tworzące łącznie najważniejszy blok informacyjny Państwowego Monitoringu Środowiska.

Nie ulega wątpliwości, że stopień, rodzaje i znaczenie antropogenicznego zagrożenia, zarówno ludzi, jak i środowiska jako całości, są w Polsce silnie zróżnicowane przestrzennie. Zdecydowanie największa presja obserwowana jest na terenach dużych aglomeracji miejsko-przemysłowych.

Z punktu widzenia zagrożeń zdrowia ludzi największe znaczenie mają te zanieczyszczenia i uciążliwości, które stosunkowo łatwo rozprzestrzeniają się w środowisku i mogą przedostawać się do organizmów ludzkich drogą inhalacyjną lub pokarmową. Dotyczy to w pierwszym rzędzie zanieczyszczeń atmosfery oraz źródeł wody pitnej, a w następnej kolejności substancji przedostających się do ludzkich organizmów wraz z zanieczyszczonymi produktami spożywczymi.

Z kolei dla funkcjonowania ekosystemów podstawowe znaczenie mają wprowadzane do powietrza lub do wód powierzchniowych zanieczyszczenia wpływające na procesy życiowe roślin i zwierząt oraz zmieniające stan środowiska (eutrofizacja, zakwaszenie), także uciążliwości takie jak hałas

komunikacyjny lub procesy zwiększające fragmentację przestrzeni. Niewłaściwa gospodarka odpadami obok zagrożeń natury chemicznej, biologicznej i sanitarnej pogarsza natomiast walory estetyczne środowiska.

Potencjał gospodarczy pozwala zaliczać nasz kraj do grupy państw wysoko rozwiniętych, w których zagrożenia dla środowiska powodowane są głównie przez przemysł, w tym zwłaszcza energię, gospodarkę komunalną i transport. Różnorodne działania gospodarcze lub inne formy aktywności ludzkiej, wpływające niejednokrotnie w znaczącym stopniu na stan i skalę przekształceń środowiska, prowadzone są praktycznie na całym terytorium Polski. Przyroda w swoim pierwotnym kształcie zachowała się w nielicznych enklawach objętych od dziesięcioleci ochroną prawną, takich jak fragmenty Puszczy Białowieskiej, czy trudno dostępne rejony górskie. Jednak i te obszary nie są wolne od wpływu różnych form antropopresji, podlegając przykładowo oddziaływaniu zanieczyszczeń powietrza przenoszonych na dalekie odległości, czy coraz silniejszej eksploatacji turystycznej.

Rozwój gospodarczy Polski a w szczególności zwiększenie przewozu materiałów, wśród których znajdują się również substancje niebezpieczne, stwarza potencjalne zagrożenie wystąpienia nadzwyczajnych zagrożeń środowiska¹ (NZŚ). Prowadzone działania prewencyjne ograniczają częstotliwość występowania tych zdarzeń jednak z uwagi na ich charakter nie mogą doprowadzić do ich całkowitego wyeliminowania. Występujące w latach 90-tych przypadki NZŚ miały zasięg lokalny.

Mimo to walory przyrodnicze Polski uważane są za bardzo wysokie, zwłaszcza na tle Europy Zachodniej. Liczne, a jednocześnie cenne pod względem przyrodniczym i krajobrazowym ekosystemy charakteryzuje wysoki poziom różnorodności biologicznej. Miejsce i względnie dobre warunki byto-

¹ Informacje nt. nadzwyczajnych zagrożeń środowiska publikowane są w cyklicznych materiałach PIOŚ oraz dostępne w internecie pod adresem <http://www.pios.gov.pl>

wania znajdują ciągle jeszcze w Polsce rzadkie gatunki roślin i zwierząt, gdzie indziej nieobecne i często zagrożone w skali kontynentu.

Powierzchnia obszarów chronionych o różnicowanym statusie, obejmujących ponad 1/4 kraju, stawia Polskę pod tym względem na jednym z pierwszych miejsc w Europie. System obszarów chronionych, rozwijany zwłaszcza od połowy lat 80-tych, służy zachowaniu szczególnie cennych, a niekiedy wręcz unikatowych walorów przyrodniczych Polski. Powierzchnia obszarów chronionych wzrosła w ciągu ostatnich 15 lat ponad 6-krotnie. W tym okresie 7-krotnie wzrosła liczba i powierzchnia parków krajobrazowych, ponad 1,5-krotnie zwiększyła się liczba parków narodowych (w samym tylko 1996 roku utworzono dwa nowe parki) i liczba rezerwatów.

Gospodarcze wykorzystanie większości terytorium naszego kraju ma charakter zdecydowanie ekstensywny, w umiarkowany sposób wpływając na zmiany jakości środowiska. Około 60% powierzchni kraju użytkowane jest rolniczo. Produkcja rolna utrzymuje się od szeregu lat na podobnym poziomie, ulegając stosunkowo niewielkim zmianom, na które największy wpływ mają jak dotychczas fluktuacje pogodowe, charakterystyczne dla zmiennego klimatu Polski. Stosunkowo niewielkie zużycie nawozów mineralnych oraz chemicznych środków ochrony roślin nie powoduje istotnego i powszechnie występującego zagrożenia dla środowiska ze strony tej gałęzi gospodarki (nie dotyczy gospodarki ściekami i odpadami w ośrodkach wiejskich, co bardziej szczegółowo omówiono w Raporcie).

Kolejne 28% obszaru kraju stanowią lasy, z których większość stanowi własność państwa. Niezależnie od zastrzeżeń w odniesieniu do metod prowadzenia gospodarki leśnej w Polsce, formułowanych przez niektóre środowiska naukowe i organizacje proekologiczne, należy stwierdzić, że lasy pełnią znaczącą funkcję środowiskotwórczą, sprzyjając utrzymywaniu wysokich walorów przyrodniczych i krajobrazowych środowiska na całym obszarze kraju. Powierzchnia lasów systematycznie rosła w całym okresie powojennym. Również w przyszłości zakłada się wzrost lesistości (do 30% powierzchni kraju do roku 2020 i do 33% do roku 2050). W latach 1995-1996 utworzono system tzw.

Leśnych Kompleksów Promocyjnych w celu prowadzenia modelowej gospodarki leśnej zgodnej z zasadami ekorozwoju.

Jednocześnie polskie lasy znajdują się pod presją różnych zagrożeń, zarówno o charakterze naturalnym, jak i antropogenicznym. Do najgroźniejszych czynników antropogenicznych zaliczyć należy: zanieczyszczenie powietrza, zmiany stosunków wodnych oraz nadmierną penetrację lasów przez ludzi. Wpływ na stan lasów ma również duża fragmentacja oraz znaczna izolacja przestrzenna kompleksów leśnych.

Uciążliwe rodzaje działalności gospodarczej oraz antropogeniczne oddziaływania związane z bytowaniem człowieka koncentrują się głównie na terenach miejsko-przemysłowych i w ich bezpośrednim sąsiedztwie, stanowiących łącznie nie więcej niż 10-15% obszaru kraju (łącznie z infrastrukturą komunikacyjną). Podczas przeprowadzonej przez Państwową Inspekcję Ochrony Środowiska w 1995 roku *klasyfikacji gmin pod względem występowania zagrożeń dla środowiska*, do grupy silnie zagrożonych zaliczono 114 jednostek (4,6% ogółu gmin), z czego ponad 60% stanowiły gminy miejskie, a do grupy o wyższym niż przeciętny poziomie antropopresji dalszych 329 jednostek (13,4% ogółu gmin, głównie miejskich i miejsko-wiejskich). Źródłami zagrożeń są na tych terenach przede wszystkim uciążliwe zakłady przemysłowe, ale także obiekty gospodarki komunalnej i w coraz większym stopniu transport samochodowy.

W strukturze przemysłu ciągle jeszcze znaczący udział mają gałęzie silnie oddziałujące na stan środowiska, takie jak przemysł wydobywczy, przetwórstwo surowców mineralnych, czy oparta na węglu energetyka. Mimo że po 1989 roku wydobycie wielu surowców znacznie zmalało, Polska zajmuje nadal wysokie miejsca wśród krajów o największym poziomie eksploatacji kopalin, w tym zwłaszcza surowców energetycznych. Utrzymujemy przykładowo, drugą pozycję w Europie pod względem wielkości wydobycia węgla kamiennego (pierwszą w przeliczeniu na 1 mieszkańca), oraz w produkcji siarki rodzimej. Obserwuje się również wzrost wydobycia gazu ziemnego i ropy naftowej.

Charakterystycznym zjawiskiem ostatnich lat jest systematyczny spadek uciążliwości dużych zakładów przemysłowych, które poddane silnej presji

kontrolnej i oddziaływaniu instrumentów takich jak „Lista 80”¹, podjęty realizację szeroko zakrojonych przedsięwzięć mających m.in. na celu systematyczne ograniczanie ich negatywnych oddziaływań na środowisko. Notuje się tu znaczące ograniczenie antropogenicznej presji na zasoby odnawialne, takie jak atmosfera i hydrosfera, czy też na florę i faunę. Racjonalizuje się korzystanie z zasobów naturalnych, i tak np. spada wykorzystanie zasobów wód podziemnych. Na wspomnianej liście, aktualnie najliczniej reprezentowane są zakłady z branży przemysłu chemicznego (23 jednostki) oraz energetyka zawodowa (12 elektrowni i elektrociepłowni). Ponadto lista obejmuje kopalnie (węgla kamiennego, węgla brunatnego i siarki), huty żelaza i metali nieżelaznych, koksownie, cementownie, rafinerie i zakłady celulozowo-papiernicze.

Na tym tle rośnie znaczenie sektora komunalnego, z ciągle jeszcze nierozwiązanymi problemami gospodarki wodno-ściekowej i odpadowej oraz mniejszych źródeł lokalnych, czy to przestarzałych i źle eksploatowanych kotłowni i ciepłowni, czy też dynamicznie rozwijających się drobnych zakładów usługowych i przetwórczych, stanowiących częstokroć źródło wielu uciążliwości dla najbliższych sąsiadów.

Generalnie można jednak stwierdzić, że równoległe do trwającego od początku lat 90-tych procesu transformacji gospodarki, obserwuje się w Polsce zmniejszenie presji na środowisko i stopniową poprawę jego stanu. Korzystne zmiany dostrzegalne są przede wszystkim w komponentach takich, jak atmosfera oraz powierzchniowe wody płynące, które szybko reagują na ograniczanie emisji szkodliwych zanieczyszczeń do środowiska. Można także zauważyć stabilizację stanu lub zarysowujące się trendy poprawy w wielu, wolniej reagujących ekosystemach: np. na terenach leśnych.

Poprawa jakości środowiska stała się możliwa dzięki ograniczeniu energochłonności, wodochłonności i materiałochłonności gospodarki oraz towarzyszącemu tym procesom zmniejszaniu poziomu emisji do środowiska. Znaczną rolę, zwłaszcza w początkowym okresie transformacji, odegrało w tym zakresie ograniczenie produkcji przemysłowej, a nawet upadek szeregu zakładów uciążliwego dla środowiska przemysłu wydobywczego i przetwórstwa surowców. Obecnie jednak podstawowe

znaczenie w utrzymywaniu korzystnych trendów ma coraz skuteczniejsze egzekwowanie przepisów ochrony środowiska, jak również oddziaływanie instrumentów ekonomicznych, zwłaszcza systemu opłat i kar. Ich skuteczność w coraz większym stopniu wzmacniana jest przez samoregulujące mechanizmy gospodarki rynkowej, wymuszające ograniczanie kosztów produkcji.

Spektakularnym tego przykładem jest obserwowany w ostatnim dziesięcioleciu systematyczny, blisko 50% spadek emisji SO₂. Początkowo powodowany był on głównie spadkiem produkcji energii elektrycznej. Jednak już od połowy roku 1993 zużycie energii w gospodarce narodowej ustabilizowało się (z lekką tendencją wzrostową), natomiast emisja dwutlenku siarki dalej spadała. Jest to wymierny dowód na skuteczność wprowadzonych na początku lat 90-tych instrumentów prawno-ekonomicznych, ukierunkowanych na realizację celów określonych w przyjętej przez Sejm w 1991 r. Polityce Ekologicznej Państwa. Jedną z podstawowych zasad tej polityki – *zanieczyszczający płaci* – dzięki konsekwencji w jej stosowaniu przyczyniła się do reorientacji postaw jednostek gospodarczych. Przedsiębiorstwa, m.in. zakłady wytwarzające energię elektryczną i ciepłą, przekonały się, że działania na rzecz ograniczania emisji mogą być opłacalne. Przede wszystkim wzrosło zainteresowanie zakupem wysokokalorycznego węgla o niskiej zawartości siarki. Z dostępnych danych wynika, że średnia zawartość siarki w węglu sprzedawanym w tym okresie zmniejszyła się o około 40%. Poprawa jakości spalanego węgla oznaczała również istotną redukcję ilości popiołów elektrowniowych. Kolejnym krokiem było uruchomienie instalacji odsiarczania spalin w kilku dużych zakładach energetyki zawodowej, co zmniejszyło emisję SO₂ o dalsze kilkaset tysięcy ton rocznie. Specyfika polskiego systemu energetycznego, wykorzystującego jako paliwo głównie węgiel kamienny i brunatny sprawia jednak, że emisja SO₂ z terenu naszego kraju należy do najwyższych w Europie (ponad 2,3 mln ton rocznie), a wskaźnik emisji SO₂ w przeliczeniu na 1 mieszkańca wciąż jeszcze jest wyższy niż średnia europejska.

Dwutlenek siarki jest jednym z najbardziej znanych opinii publicznej zanieczyszczeń, emitowanych do atmosfery przede wszystkim ze źródeł energetycznych. Równie znaczące zanieczyszcze-

¹ Na „Listę 80” wpisane zostały zakłady najbardziej uciążliwe dla środowiska w skali kraju

nie atmosfery stanowią tlenki azotu. Ze względu na wielkość i powszechność emisji oraz właściwości chemiczne oba zanieczyszczenia oddziałują praktycznie na wszystkie elementy środowiska, w tym na organizmy żywe powodując w ekosystemach wiele negatywnych zmian i szkód, a wspólnie z tlenkiem węgla stanowią ponad 70% głównych zanieczyszczeń gazowych emitowanych z terenu Polski do atmosfery ze źródeł przemysłowych, energetyki, sektora komunalnego, transportu i rolnictwa.

Także w przypadku NO_2 w okresie ostatnich dziesięciu lat zaobserwowano w Polsce globalne obniżenie emisji. Dynamika tego zjawiska uległa jednak w ostatnich latach zahamowaniu. Obecnie można raczej mówić o stabilizacji wielkości emisji tego zanieczyszczenia, na poziomie przekraczającym nieznacznie 1,1 mln ton rocznie. Dane źródłowe wskazują przy tym, że emisja NO_2 ze źródeł stacjonarnych dalej spada, czemu sprzyja wprowadzenie (na początku lat 90-tych) wyjątkowo ostrych norm emisyjnych dla procesów spalania paliw do celów energetycznych. Obecnie praktycznie wszystkie nowe i modernizowane obiekty energetyczne wyposażane są w tzw. palniki nisko-emisyjne, w wydajny sposób ograniczające emisję tlenków azotu. W skali kraju dominujący wpływ na poziom zanieczyszczania powietrza tlenkami azotu zyskuje jednak w coraz większym stopniu emisja ze źródeł mobilnych, której szybki wzrost niweluje pozytywne efekty uzyskiwane w przypadku stacjonarnych źródeł energetycznych. Przyczyniły się do tego dynamiczne zwiększanie się liczby pojazdów i jeszcze szybszy wzrost zużycia paliw pędnych, jakie miały miejsce w ostatnich latach. Emisja NO_2 w przeliczeniu na mieszkańca Polski osiągnęła poziom europejski. Można jedynie przypuszczać, że dalszy wzrost liczby pojazdów nie spowoduje znaczącego zwiększenia tego wskaźnika. Sprzyjać temu powinna stopniowa wymiana pojazdów na nowocześniejsze, spełniające wymogi wprowadzonych niedawno przepisów prawnych określających warunki techniczne, w tym parametry emisyjne, stawiane pojazdom.

Zgodnie z założeniami Polityki Ekologicznej Państwa, Polska dążyć będzie do dalszego obniżenia emisji do atmosfery podstawowych zanieczyszczeń, spełniając w ten sposób również zobowiązania wynikające z szeregu konwencji i umów mię-

dzynarodowych, których nasz kraj jest sygnatariuszem. Poważnego wysiłku inwestycyjnego wymaga zwłaszcza realizacja wymogów określonych w Protokołach (tzw. Protokole Siarkowym i Protokole Azotowym) do Konwencji Genewskiej (ratyfikowanej przez Polskę w 1985 r.). Jak dotychczas Polska wywiązuje się z przyjętych zobowiązań, a opracowywane prognozy wskazują również, że w przypadku zrealizowania założonych przedsięwzięć ustalone poziomy emisji dwutlenku siarki i tlenków azotu nie zostaną przekroczone.

Dotychczasowa redukcja emisji do powietrza substancji zakwaszających przynosi już pierwsze pozytywne efekty w postaci spadku stopnia zanieczyszczenia i kwasowości opadów atmosferycznych. W roku 1996 na terenach nizinnych Polski rejestrowana mokra depozycja jonów wodorowych była niższa niż dolna granica ładunku krytycznego dla wód powierzchniowych i gleb najbardziej wrażliwych na zakwaszenie (po raz pierwszy od czasu rozpoczęcia badań nad transgranicznym przenoszeniem zanieczyszczeń w atmosferze).

Należy dodać, że w okresie od 1990 roku zanotowano również ponad 33% spadek emisji pyłów. Szczególne osiągnięcia zanotowano w obiektach energetyki zawodowej, gdzie ilość emitowanych pyłów zmniejszyła się w latach dziewięćdziesiątych o ponad 66%, a udział tej grupy obiektów w globalnej emisji pyłów ze źródeł stacjonarnych spadł poniżej 15%. Obecnie najpoważniejszym źródłem tego zanieczyszczenia są energetyka i technologie przemysłowe.

Pozytywne tendencje w zakresie emisji zanieczyszczeń podstawowych znajdują również odzwierciedlenie w wynikach badań krajowej sieci monitoringu jakości powietrza. Pewną poprawę można odnotować w ostatnich latach zwłaszcza w odniesieniu do stężeń dwutlenku siarki, jakkolwiek na niektórych obszarach nadal rejestrowane są przekroczenia stężeń dopuszczalnych. Występują one w najchłodniejszych miesiącach roku na obszarach, gdzie dominującym źródłem energii dla potrzeb bytowo-komunalnych jest spalanie węgla w małych kotłowniach i indywidualnych paleniskach domowych. Dopuszczalne stężenia dwutlenku azotu przekraczane są znacznie rzadziej. Są to sporadyczne przypadki,

nawet w tych miastach, gdzie na wysokość mierzonych stężeń w istotny sposób wpływa emisja z pojazdów. Generalnie można stwierdzić, że poziomy stężenie zanieczyszczeń powietrza w miastach polskich o dużym stopniu ucieplowania nie odbiegają zasadniczo od obserwowanych w wielu innych miastach Europy Zachodniej i Centralnej.

W grupie zanieczyszczeń podstawowych (do których zalicza się dwutlenek siarki, tlenki azotu i pył, powstające głównie w procesach energetycznego spalania paliw) najgorsze wyniki notuje się w przypadku pyłu. Mimo wyraźnego spadku krajowej emisji, w wielu miejscach przekraczane są nadal dopuszczalne stężenia pyłu zawieszonego. Przekroczenia norm stężeń pyłu, jak i dwutlenku siarki najczęściej rejestruje się w sezonie grzewczym (w najchłodniejszych miesiącach roku). Zapylenie powietrza w wielu miastach polskich determinowane jest bowiem przez emisję z tzw. niskich źródeł sektora komunalno-bytowego. Duże znaczenie ma także stan czystości polskich miast. Zakurzone i rzadko sprzątane ulice są poważnym źródłem wtórnej emisji niezorganizowanej, potęgowanej przez wzmożony ruch pojazdów.

Inne rodzaje zanieczyszczeń gazowych, emitowane są w ilościach znacznie mniejszych i oddziałują na środowisko przede wszystkim w skali lokalnej. Również w tym zakresie uzyskano znaczącą poprawę, jednak w sąsiedztwie niektórych, na szczęście coraz mniej licznych zakładów, ciągle jeszcze występują przekroczenia dopuszczalnych norm stężeń lub podwyższone koncentracje zanieczyszczeń specyficznych, takich jak lotne związki organiczne, siarkowodór, chlorowodór, merkaptany, a zwłaszcza uznawanego za rakotwórczy benzo[a]pirenu, reprezentującego większą grupę wielopierścieniowych węglowodórów aromatycznych, powstających między innymi w procesach niepełnego spalania paliw. Należy jednak zauważyć, że rejestrowane w systemie monitoringu stężenia zanieczyszczeń specyficznych: amoniaku, benzo[a]pirenu, fenolu, fluoru, formaldehydu, kadmu i ołowiu były w roku 1996 generalnie niższe w porównaniu do danych z roku 1990. Największy spadek odnotowano w przypadku zanieczyszczenia powietrza związkami ołowiu.

Wobec szybkiego wzrostu liczby i natężenia ruchu pojazdów samochodowych należy się jednak liczyć z możliwością lokalnego pogarszania się jakości powietrza, zwłaszcza w pobliżu głównych ciągów komunikacyjnych przebiegających przez gęsto zaludnione rejony miast. Emitowane z silników spalinowych zanieczyszczenia powietrza, głównie tlenek węgla, tlenki azotu i węglowodory, wpływają na pogorszenie jakości powietrza, oddziałując na zdrowie ludzi i elementy środowiska bezpośrednio, ale także uczestnicząc w tzw. reakcjach fotochemicznych, które przyczyniają się do zwiększenia stężeń ozonu i innych fotoutleniaczy w warstwie troposferycznej atmosfery. Na rosnący problem zanieczyszczenia powietrza ozonem wskazują wyniki badań monitoringowych, zasięg przestrzenny obszarów przekroczeń wartości normatywnych jest w przypadku ozonu istotnie większy niż innych zanieczyszczeń powietrza. Zaostrzone w ostatnich latach wymagania prawne w stosunku do parametrów emisji z silników spalinowych powinny jednak przyczynić się w realnej perspektywie czasu do ograniczenia tego zagrożenia.

Do podstawowych komponentów środowiska, o ogromnym znaczeniu dla gospodarki i warunków bytowania człowieka, a jednocześnie szczególnie silnie podatnym na szkodliwe oddziaływania, należą wody powierzchniowe. Podczas gdy w atmosferze substancje zanieczyszczające stosunkowo łatwo rozprzestrzeniają się i często przenoszone są na dalekie odległości, to wody powierzchniowe, stojące i płynące, stanowią dla większości zanieczyszczeń odbiornik ostateczny. Na jakość wód powierzchniowych wpływają bowiem nie tylko ścieki przemysłowe i komunalne, ale także zanieczyszczenia wymywane z wodami opadowymi z atmosfery i ze środowiska gruntowego. Oddziaływanie wymienionych źródeł zanieczyszczeń doprowadziło w niedalekiej przeszłości do dramatycznego pogorszenia się jakości wód w większości rzek i jezior na terenie Polski, a odwrócenie tych tendencji stanowiło jeden z podstawowych priorytetów Polityki Ekologicznej Państwa.

Skumulowane działania w sferze prawno-ekonomicznej, organizacyjnej, technicznej i inwestycyjnej spowodowały, że w latach 1990-1996 osiągnięto znaczący postęp w ograniczaniu ładunków zanieczyszczeń oraz zmniejszeniu ogólnej ilości ścieków odprowadzanych do wód powierzchniowych.

wych z komunalnych i przemysłowych źródeł punktowych. W ślad za tym zaobserwowano systematyczną, chociaż jeszcze bardzo powolną poprawę stanu jakości wód powierzchniowych śródlądowych i morskich.

Znaczące sukcesy osiągnięto zwłaszcza w zakresie ograniczania oddziaływania punktowych źródeł przemysłowych. Tylko 9% ścieków przemysłowych nie poddawanych jest jeszcze oczyszczaniu, a ich całkowita ilość spadła w stosunku do 1990 roku o ponad 35%. Zasadniczo, najpoważniejszym źródłem zanieczyszczenia wód powierzchniowych ściekami przemysłowymi jest obecnie sektor górnictwa węgla kamiennego, odprowadzający w górnych dorzeczach Wisły i Odry ciągle jeszcze nadmierne ilości silnie zasolonych wód z odwodnień kopalni.

Analiza danych monitoringowych potwierdza, że przemysł przestał być głównym sprawcą nadmiernego zanieczyszczenia rzek i jezior. Biorąc pod uwagę typowe „przemysłowe” wskaźniki zanieczyszczenia wody, takie jak temperatura, odczyn, chlorki i siarczany, azot azotanowy, kadm, miedź, nikiel, ołów czy rtęć ponad 90% analizowanych prób wody można by było zaliczyć do I klasy czystości.

O zaliczeniu próby wody do kategorii wód pokazlasowych decyduje natomiast w ponad 50% przypadków tzw. miano Coli, (parametr charakterystyczny dla nieoczyszczonych ścieków komunalnych), a w następnej kolejności oznaczenia wskaźników takich jak chlorofil „a”, fosfor ogólny i azot azotanowy (blisko 1/4 wykonywanych oznaczeń). Wskazuje to, że głównym źródłem nadmiernego zanieczyszczenia polskich wód powierzchniowych staje się obecnie gospodarka komunalna, która odprowadza ponad 60% ogólnej objętości ścieków wymagających oczyszczania, w tym ścieków nieoczyszczanych pięciokrotnie więcej niż źródła przemysłowe.

Podjęte na szeroką skalę działania inwestycyjne na szczeblu samorządowym przyniosły w ostatnich latach spektakularny wzrost liczby oraz poprawę skuteczności oczyszczalni komunalnych, a wolumen ścieków nieoczyszczonych zmniejszył się o ponad 45%. Niemniej jednak większość z eksploatowanych oczyszczalni komunalnych stanowią obiekty małe, rozwiązujące lokalne problemy

ochrony wód, lecz mniej ważące w ogólnym bilansie ograniczenia ładunków zanieczyszczeń odprowadzanych do odbiorników. Należy bowiem zauważyć, że aż 58% ogólnej ilości ścieków komunalnych odprowadzanych jest z 42 największych miast (o zaludnieniu 100 tys. mieszkańców i więcej), z czego tylko około 43% oczyszczanych jest, uważanymi za wystarczające, metodami biologicznymi. W najbliższym czasie prognozowane jest jednak ograniczenie ładunków zanieczyszczeń z dużych źródeł komunalnych, dzięki włączeniu do eksploatacji oczyszczalni komunalnych w tak dużych aglomeracjach i miastach jak: Łódź, Gdańsk, Wrocław i Toruń.

Konieczne jest także rozwinięcie na szerszą niż dotychczas skalę programów sanitacji wsi i terenów podmiejskich, nie posiadających systemów kanalizacyjnych. Brak kanalizacji sanitarnych, zwłaszcza na terenach korzystających z wodociągów sieciowych, częstokroć bardzo silnie determinuje stan czystości małych cieków wód powierzchniowych, ograniczając pośrednio zdolność samooczyszczania się wód większych rzek.

Daleki od rozwiązania pozostaje również problem ładunków ze źródeł powierzchniowych. Zanieczyszczenia obszarowe, zwłaszcza pochodzące z terenów rolniczych są znaczącym źródłem wprowadzanych do wód powierzchniowych związków azotu. Istotne zmniejszenie i racjonalizacja zużycia nawozów sztucznych ogranicza wprawdzie zagrożenie wód zanieczyszczeniem z tych źródeł, jednak spodziewana i konieczna, w związku z planowanym przystąpieniem Polski do Unii Europejskiej, intensyfikacja produkcji rolnej może spowodować odwrócenie obecnych korzystnych tendencji.

Stopień zanieczyszczenia rzek determinuje również stan czystości polskich wód przybrzeżnych Morza Bałtyckiego. Wielkość ładunków zanieczyszczeń wprowadzanych przez polskie rzeki do wód morskich ulega wprawdzie okresowym fluktuacjom, to w wieloleciu 1988-1996 stwierdzono tendencję do ich powolnego zmniejszania. Największy wpływ na zmiany jakości wód Bałtyku mają Wisła i Odra, przy czym potencjał eutrofizacyjny Wisły jest w niektórych grupach wskaźników (np. azot całkowity lub fosfor fosforanowy) prawie dwukrotnie wyższy. Badania wód zatok i strefy przybrzeżnej wskazują na zdecydowanie wyższe

stężenia biogenów oraz silniejsze skażenia bakteryjne (sanitarne) niż w wodach morza otwartego, jakkolwiek parametry sanitarne wód przybrzeżnych uległy w ostatnich latach zdecydowanej poprawie.

Zmniejszenie antropopresji, w tym zwłaszcza eliminacja dopływów zanieczyszczeń ze źródeł punktowych – przede wszystkim niedostatecznie oczyszczonych lub nieoczyszczonych ścieków komunalnych i przemysłowych – spowodowało również pewne ustabilizowanie się jakości wód jeziorowych, w tym zasadniczą poprawę wskaźników sanitarnych. Generalna poprawa stanu tej części wód następuje jednak bardzo powoli, a sytuację w większości jezior ocenia się nadal jako złą (m.in. ze względu na uwalnianie się zanieczyszczeń zakumulowanych w osadach dennych).

Istotny element polskiego środowiska stanowią również wody podziemne, stanowiące główne źródło zaopatrzenia w wodę do picia przeważającej części mieszkańców Polski. Wody podziemne, a zwłaszcza przypowierzchniowe wody gruntowe, słabiej izolowane przed przenikaniem zanieczyszczeń z powierzchni ziemi oraz z zanieczyszczonych cieków i zbiorników wodnych, są jednocześnie bardzo dobrym wskaźnikiem poziomu presji na środowisko.

Prowadzone od szeregu lat obserwacje monitoringowe nie wykazują ostatnio istotnych zmian jakości wód podziemnych. Wody wgłębne mają generalnie dobrą jakość, lepszą w porównaniu do wód gruntowych, i znacznie wyższą od jakości wód powierzchniowych. Charakteryzuje je z reguły stabilny skład chemiczny oraz mniejsza podatność na zanieczyszczenia. Udział wód o niskiej jakości (klasa III) nie przekracza 15-23%.

Natomiast w płytkich, słabo izolowanych poziomach wodonośnych, z których ciągle jeszcze zaopatrywana jest znaczna część mieszkańców wsi i obszarów podmiejskich, udział wód o niskiej jakości sięga 50%. Obok czynników naturalnych (np. podwyższone stężenia związków żelaza i manganu), jedną z podstawowych przyczyn takiego stanu rzeczy jest nieprawidłowa gospodarka ściekami bytowymi, odprowadzanymi do gruntu bez należytego oczyszczenia.

Zanieczyszczenia wód gruntowych związane z oddziaływaniem obiektów przemysłowych występują na znacznie mniejszych obszarach, jakkolwiek w przypadku substancji toksycznych mogą stanowić poważne zagrożenie dla ludzi oraz lokalnej flory i fauny, a także dla położonych niżej warstw wód wgłębnych. Na stosunkowo niewielkie rozpowszechnienie zagrożeń tego typu wskazują wyniki analiz na obecność metali ciężkich, których stężenia charakterystyczne dla wody o niskiej jakości stwierdzono jedynie w około 3% badanych prób wody.

Rzeczywiste natężenie antropopresji jest również dobrze odzwierciedlane przez stopień przekształcenia środowiska glebowego. Szacuje się, że obszar zauważalnych symptomów chemicznej degradacji gleb nie przekracza 2,7% powierzchni kraju, a za silnie zdegradowane uważa się około 0,5% powierzchni Polski. Gleby zdegradowane pod wpływem czynników przemysłowych występują głównie w południowo-środkowej i południowo-zachodniej części kraju, a na pozostałych obszarach środowisko glebowe jest zasadniczo wolne od nadmiernych zanieczyszczeń pochodzenia antropogenicznego. Odrębnym, najpowszechniej występującym problemem jest wysoka kwasowość gleb, powodowana przede wszystkim przez naturalne czynniki klimatyczno-glebowe, ale także przez zanieczyszczenia kwasorodne oraz niewłaściwe nawożenie mineralne.

Niewłaściwie składowane i zagospodarowywane odpady przemysłowe, które powstają w Polsce w stosunkowo dużych, a biorąc pod uwagę wskaźnik obciążenia Produktu Krajowego Brutto (0,93 kg/USD PKB) w nadmiernie dużych ilościach a także odpady komunalne, są jednym z ważniejszych czynników powodujących zanieczyszczenie wód podziemnych oraz lokalnie – degradację gleb. Obciążenie środowiska odpadami w minionych latach systematycznie wzrastało, gdyż blisko połowa odpadów przemysłowych i praktycznie 100% odpadów komunalnych wytwarzanych w Polsce kierowana była na składowiska. Masa nagromadzonych odpadów przemysłowych, która w 1996 r. wynosiła ponad 2 mld ton stanowi obecnie jeden z najtrudniejszych do rozwiązania problemów ochrony środowiska. W ciągu ostatnich 15 lat wielkość ta uległa podwojeniu. Dotyczy to głównie odpadów z sekto-

ra paliwowo-energetycznego gromadzonych przede wszystkim w uprzemysłowionych południowych rejonach Polski.

Dopiero w drugiej połowie lat 80-tych nastąpił około 25% spadek, a w latach 90-tych stabilizacja ilości wytwarzanych odpadów przemysłowych. Jednocześnie jednak dynamicznie rosła ilość wytwarzanych odpadów komunalnych, których masa w porównaniu do roku 1975 wzrosła blisko dwukrotnie.

Sytuacja w tym zakresie budzi rosnący niepokój. Nadal podstawową metodą gospodarki odpadami komunalnymi pozostaje kierowanie ich na składowiska, a wtórne wykorzystanie nie przekracza 2-3% ilości wytwarzanej w skali roku, przy czym głównymi metodami wykorzystywania jest odzysk podstawowych surowców wtórnych (papier, złom, tworzywa sztuczne) oraz przeróbka na kompost. Wdrażanie nowoczesnych rozwiązań organizacyjnych i technicznych, umożliwiających segregację odpadów „u źródła” oraz zmniejszanie ich ilości napotyka na bariery ekonomiczne, ale także na niezrozumiałe bariery psychologiczne.

Do niedawna brak było również odpowiednio skutecznych bodźców ekonomiczno-prawnych stymulujących wytwórców odpadów do ich właściwego zagospodarowania lub utylizacji. Szczególnie istotny był zwłaszcza brak uregulowań prawnych i organizacyjno-technicznych rozwiązań w zakresie gospodarki odpadami niebezpiecznymi. Dopiero w minionym roku stworzone zostały nowe podstawy prawne umożliwiające kompleksowe uporządkowanie gospodarki odpadami. Rozwiązania przyjęte w ustawie o odpadach z 1997 r. preferują takie formy produkcji i usług oraz sposoby wykorzystania surowców i materiałów, które zapobiegają powstawaniu odpadów lub pozwalają utrzymać ich ilość na możliwie najniższym poziomie. Ustawa stanowi również ramy prawne dla szczegółowego uregulowania problematyki odpadów niebezpiecznych.

Nierozwiązane pozostały w dalszym ciągu kwestie gospodarki odpadami niebezpiecznymi na poziomie gospodarstw domowych oraz małych zakładów usługowych. Substancje niebezpieczne zanieczyszczające odpady komunalne lub trafiające do kanalizacji miejskich stanowią bezpośrednie za-

grożenie dla środowiska, utrudniają także przeróbkę odpadów komunalnych i osadów ściekowych na kompost nadający się do rolniczego wykorzystania. W tej sferze konieczne jest podjęcie szybkich działań legislacyjnych wymuszających odpowiednie rozwiązania organizacyjne i techniczne.

Jednym z najbardziej rozpowszechnionych czynników determinujących jakość środowiska, a zwłaszcza poczucie tzw. komfortu środowiskowego jest hałas. Jego wpływ na ogólny stan zdrowotności ludzi jest ciągle jeszcze niedoceniany lub wręcz pomijany. Tymczasem w minionych kilku latach problem zagrożenia hałasem systematycznie narastał. Decydujący wpływ na stan klimatu akustycznego środowiska Polski miał zwłaszcza niezwykle dynamiczny rozwój motoryzacji. Aktualnie szacuje się, że w zasięgu uciążliwego oddziaływania hałasu drogowego znajduje się ok. 15 mln osób (około 40% populacji), co zasadniczo nie odbiega od sytuacji w krajach Unii Europejskiej.

Narażenie na hałas drogowy wydaje się jednak ulegać obecnie pewnej stabilizacji, a znaczącą poprawę sytuacji może przynieść wyprowadzenie ruchu samochodowego, zwłaszcza tranzytowych przewozów towarowych poza rejony zabudowy mieszkalnej. Zagrożenie hałasem kolejowym jest znacznie mniejsze i obejmuje nieco ponad 1 mln osób, a jeszcze mniejszy zasięg ma oddziaływanie hałasu lotniczego. Należy się jednak spodziewać rozwoju transportu lotniczego w Polsce, a w konsekwencji narastania zagrożenia hałasem w otoczeniu lotnisk.

Przekroczenia dopuszczalnego poziomu hałasu przemysłowego zarejestrowano w czasie 60% pomiarów dziennych przeprowadzonych w latach 1992-1996; 6% wyników wykazało przekroczenia bardzo wysokie, rzędu 20dB i więcej. Gromadzone dane i materiały kontrolne wskazują na stopniową poprawę w tym zakresie. Dotyczy to zwłaszcza większych obiektów poddanych systematycznej kontroli ze strony służb inspekcyjnych ochrony środowiska. W ostatnich latach zaczęły natomiast narastać problemy powodowane lokalizowaniem obiektów przemysłowych i usługowych, wprawdzie o relatywnie niskiej uciążliwości akustycznej, ale coraz bliżej gęsto zaludnionych obszarów miejskich i innych obszarów wymagających ochrony.

Duże kontrowersje i zaniepokojenie opinii publicznej budziła także ostatnio kwestia narażenia ludzi na promieniowanie niejonizujące. Pola elektromagnetyczne występują powszechnie, a natężenie ich oddziaływań w ostatnich latach rośnie, ze względu na stosunkowo szybki rozwój nowych źródeł. Należy jednak zauważyć, że poziom tła elektromagnetycznego pozostaje niższy od natężeń, przy których możliwe jest szkodliwe oddziaływanie na organizm ludzki. Polskie normy w tym zakresie uwzględniają stosunkowo duży margines bezpieczeństwa, dzięki czemu dopuszczalne natężenia pól elektromagnetycznych ustalane są na poziomach wielokrotnie niższych, niż przyjmuje się w różnych krajach europejskich.

Na obszarze Polski nie rejestruje się także zagrożeń związanych z podwyższoną radioaktywnością powodowaną przez przedostające się do środowiska zanieczyszczenia promieniotwórcze. Po okresie przejściowego wzrostu natężenia promieniowania jonizującego, spowodowanego katastrofą elektrowni jądrowej w Czarnobylu sytuacja wróciła obec-

nie do stanu sprzed tego zdarzenia. Jedynie skażenia promieniotwórcze gleb, głównie izotopami ceszu pozostawały wyższe niż obserwowane w 1985 r. Poziom tła promieniowania jonizującego oraz otrzymywane przez mieszkańców Polski dawki nie przekraczały jak dotychczas progów uznawanych za bezpieczne dla zdrowia i życia ludzi.

W niniejszym „Podsumowaniu” jedynie zasygnalizowano najważniejsze zagadnienia omówione szczegółowo w treści Raportu. Zainteresowany Czytelnik może tam również znaleźć informacje dotyczące zagrożeń globalnych, takich jak zmiany klimatyczne w wyniku nadmiernej emisji gazów szklarniowych, czy konsekwencje środowiskowe zjawisk zachodzących w warstwie ozonowej. W poszczególnych rozdziałach zaprezentowane zostały analizy i oceny stanu obecnego, w tym omówienie przyczyn zachodzących zjawisk i zmian oraz próby ich prognozowania, a także sformułowano szereg szczegółowych konkluzji i wniosków, co do niezbędnych działań w przyszłości.

- Rys. 1.1.1.* Polska – mapa hipsometryczna
- Rys. 1.1.2.* Użytkowanie gruntów w Polsce w 1996 r.
- Rys. 1.2.1.* Odchylenia średniej rocznej temperatury powietrza w okresie 1951-1996 od średniej z lat 1951-1980
- Rys. 1.2.2.* Odchylenie średnich rocznych sum opadów w okresie 1951-1996 od średniej z lat 1951-1980
- Rys. 1.3.1.* Zmiana liczby ludności w latach 1946 - 1996
- Rys. 1.4.1.* Sieć osadnicza
- Rys. 1.5.1.* Zmiana wielkości Produktu Krajowego Brutto w Polsce w latach 1991 - 1996
- Rys. 1.5.2.* Produkt Krajowy Brutto (USD PPP) na 1 mieszkańca w wybranych krajach europejskich w latach 1990 i 1996 wg OECD (dla Polski, Węgier i Czech dane 1991 r.)
- Rys. 2.1.1.* Wydobycie surowców energetycznych niektórych krajów europejskich w przeliczeniu na węgiel kamienny
- Rys. 2.1.2.* Wydobycie surowców energetycznych niektórych krajów europejskich przypadająca na 1 mieszkańca w przeliczeniu na węgiel kamienny
- Rys. 2.1.3.* Okręgi górnicze
- Rys. 2.2.1.* Procentowe udziały sektorów w emisji zanieczyszczeń
- Rys. 2.2.2.* Zmiany emisji metali ciężkich
- Rys. 2.2.3.* Wielkości emisji zanieczyszczeń zakwaszających środowisko oraz pyłów
- Rys. 2.2.4.* Emisja SO₂ (Mg) w kwadratach 50 km x 50 km, w 1995 r.
- Rys. 2.2.5.* Emisja NO_x (Mg) w kwadratach 50 km x 50 km, w 1995 r.
- Rys. 2.2.6.* Osiadanie w Polsce związków siarki utlenionej (tys.t(S)/rok), pochodzących z emisji w krajach sąsiednich oraz osiadanie w tych krajach związków siarki pochodzącej ze źródeł polskich, według szacunkowych obliczeń EMEP dla 1995 r.
- Rys. 2.2.7.* Osiadanie w Polsce związków azotu utlenionego (tys.t(N)/rok) pochodzących z emisji w krajach sąsiednich oraz osiadanie w tych krajach związków azotu pochodzącego ze źródeł polskich, wg szacunkowych obliczeń EMEP dla 1995 r.
- Rys. 2.2.8.* Zmiany wskaźnika emisji SO₂ na 1 mieszkańca w latach 1985-1995
- Rys. 2.2.9.* Zmiany wskaźnika emisji NO₂ na 1 mieszkańca w latach 1985-1995
- Rys. 2.3.1.* Pobór wody na potrzeby gospodarki narodowej w latach 1975-1996.
- Rys. 2.3.2.* Pobór wody w przemyśle, gospodarce komunalnej oraz na potrzeby nawodnień
- Rys. 2.3.3.* Ścieki z punktowych źródeł komunalnych i przemysłowych
- Rys. 2.3.4.* Ilość ścieków komunalnych wraz ze strukturą ich oczyszczania
- Rys. 2.3.5.* Ilość ścieków przemysłowych wymagających oczyszczenia wraz ze strukturą ich oczyszczania
- Rys. 2.3.6.* Ilość komunalnych oczyszczalni ścieków w miastach
- Rys. 2.4.1.* Rodzaje odpadów przemysłowych wytworzonych w 1996 r. (%)
- Rys. 2.4.2.* Ilość odpadów przemysłowych wytworzonych w województwach w 1996 r.
- Rys. 2.4.3.* Odpady przemysłowe wytworzone w latach 1985-1996
- Rys. 2.4.4.* Struktura miejskich odpadów komunalnych (%)
- Rys. 2.4.5.* Odpady komunalne stałe wywiezione w latach 1985-1996
- Rys. 2.4.6.* Tendencje zmian w gospodarowaniu odpadami przemysłowymi w latach 1985-1996

- Rys. 2.4.7.* Powierzchnia nie zrekultywowana składowania odpadów przemysłowych w latach 1975-1996
- Rys. 2.4.8.* Ilość odpadów przemysłowych nagromadzonych w województwach w 1996 r.
- Rys. 2.4.9.* Rodzaje opadów przemysłowych nagromadzonych w 1996 r. (%)
- Rys. 3.2.1a.* Procentowy udział średnich rocznych stężeń SO_2 w określonych przedziałach wartości dopuszczalnych D_a na terenie miast w 1996 r.
- Rys. 3.2.1b.* Procentowy udział średnich rocznych stężeń NO_2 w określonych przedziałach wartości dopuszczalnych D_a na terenie miast w 1996 r.
- Rys. 3.2.1c.* Procentowy udział średnich rocznych stężeń pyłu z pomiarów reflektometrycznych w określonych przedziałach wartości dopuszczalnych D_a na terenie miast w 1996 r.
- Rys. 3.2.1d.* Procentowy udział średnich rocznych stężeń pyłu z pomiarów wagowych i automatycznych w określonych przedziałach wartości dopuszczalnych D_a na terenie miast w 1996 r.
- Rys. 3.2.2a.* Średnie miesięczne wartości dobowych stężeń SO_2 w miastach w 1996 r.
- Rys. 3.2.2b.* Średnie miesięczne wartości dobowych stężeń NO_2 w miastach w 1996 r.
- Rys. 3.2.2c.* Średnia miesięczna temperatura powietrza wg pomiarów na 12 wybranych stacjach synoptycznych w Polsce w 1996 r.
- Rys. 3.2.2d.* Średnie miesięczne wartości dobowych stężeń pyłu w miastach w 1996 r.
- Rys. 3.2.3.* Zmiany osiadania związków siarki utlenionej w Polsce na tle zmian emisji dwutlenku siarki w Polsce i w Europie w latach 1980, 1985 i 1990 - 1995 (wg danych EMEP)
- Rys. 3.2.4.* Zmiany średnich rocznych stężeń (uśrednionych w skali kraju) zanieczyszczeń powietrza w Polsce w latach 1993-1996 na podstawie badań w sieci podstawowej
- Rys. 3.2.5a.* Średnie roczne stężenia SO_2 na stacjach sieci podstawowej zlokalizowanych w centralnych rejonach Warszawy, Krakowa, Łodzi oraz Aglomeracji Śląskiej (wartości średnie ze stacji Gliwice, Zabrze i Bytom) w latach 1993-96
- Rys. 3.2.5b.* Średnie roczne stężenia NO_2 na stacjach sieci podstawowej zlokalizowanych w centralnych rejonach Warszawy, Krakowa, Łodzi oraz Aglomeracji Śląskiej (wartości średnie ze stacji Gliwice, Zabrze i Bytom) w latach 1993-96
- Rys. 3.2.5c.* Średnie roczne stężenia pyłu na stacjach sieci podstawowej zlokalizowanych w centralnych rejonach Warszawy, Krakowa, Łodzi oraz Aglomeracji Śląskiej (wartości średnie ze stacji Gliwice, Zabrze i Bytom) w latach 1993-96
- Rys. 3.2.6.* Najwyższe wartości percentyla S_{98} ze stężeń średnich dobowych dwutlenku siarki w 1995 r. w wybranych miastach Europy (dane dla Wielkiej Brytanii za 1995 r., dla pozostałych krajów za 1993 r.)
- Rys. 3.2.7.* Wartości percentyla S_{98} ze średnich stężeń 1-godz. dwutlenku azotu pomierzonych w 1995 r. na stacji IOŚ-EPA w Warszawie na tle wyników pomiarów w miastach Europy Zachodniej o najwyższych rejestrowanych stężeniach NO_2 (dane dla Wielkiej Brytanii za 1995 r., dla pozostałych krajów za 1993 r.)
- Rys. 3.2.8.* Rozkład średnich rocznych stężeń SO_2 w powietrzu nad obszarem Europy w 1994 r. wg obliczeń EMEP. Izolinie: 0,05; 0,2; 0,5; 1,0; 2,0; 5,0; 10,0 ($\mu\text{g (S)}/\text{m}^3$)
- Rys. 3.2.9.* Średnie arytmetyczne ze stężeń amoniaku, fenolu, fluoru i formaldehydu policzone oddzielnie dla każdego roku ze średnich rocznych stężeń zanotowanych na stanowiskach działających nieprzerwanie od 1990 r.
- Rys. 3.2.10.* Średnie arytmetyczne ze stężeń ołowiu, kadmu i benzo(a)pirenu policzone oddzielnie dla każdego roku ze średnich rocznych stężeń zanotowanych na stanowiskach działających nieprzerwanie od 1990 r.

- Rys. 3.2.11. Dynamika zmian liczby pojazdów w Polsce
- Rys. 3.2.12. Porównanie dobowych stężeń NO_2 uśrednionych z pomiarów na stacjach komunikacyjnych oraz miejskich stacjach sieci podstawowej
- Rys. 3.2.13. Wartości maksymalnych 8-godz. stężeń tlenu węgla w wybranych miastach Polski na tle wyników pomiarów w miastach z wysokimi stężeniami CO w Europie
- Rys. 3.2.14. Uśrednione stężenia 24-godz. ozonu ze stacji sieci podstawowej i średnia dobową temperatura powietrza w Warszawie
- Rys. 3.2.15. Przeciętne dzienne przebiegi stężeń 30-min ozonu, NO_x i temperatury powietrza na stacji IOŚ-EPA w Warszawie w lipcu 1996
- Rys. 3.2.16. Średnie roczne stężenia ozonu, percentyle S_{98} dla stężeń 24-godz., percentyle $S_{99,8}$ dla stężeń 30-min na stacji IOŚ-EPA w latach 1992 - 1996
- Rys. 3.2.17. Zmiany średnich rocznych stężeń siarki siarczanowej, azotu azotanowego i wartości pH wody opadowej (a) oraz odpowiadających im rocznych ładunków depozycji mokrej (b) w okresie 1976-1996. Dla stacji Warszawa-Bielany dane fragmentaryczne
- Rys. 3.3.1. Klasyfikacja jakości wód w 1996 r. na podstawie parametrów obligatoryjnych
- Rys. 3.3.2. Klasyfikacja jakości wód w 1996 r. wg miana Coli
- Rys. 3.3.3. Zmiany wskaźnika ChZT-Cr w wybranych punktach reperowych rzeki Wisły
- Rys. 3.3.4. Zmiany wskaźnika ChZT-Cr w wybranych punktach reperowych rzeki Odry
- Rys. 3.3.5. Zmiany wskaźnika ChZT-Cr w punktach reperowych wybranych rzek Przymorza
- Rys. 3.3.6. Ocena stanu czystości jezior badanych w 1996 r.(%)
- Rys. 3.3.7. Ocena podatności na degradację jezior badanych w 1996 r.(%)
- Rys. 3.3.8. Zbiorniki zaporowe
- Rys. 3.3.9. Polska strefa Bałtyku – rejony objęte badaniami
- Rys. 3.3.10. Zmiany odpływu wody i ładunków BZT_7 w Wiśle, Odrze i rzekach Przymorza w latach 1988-1996
- Rys. 3.3.11. Zmiany ładunków ChZT odprowadzanych wodami Wisły, Odry i rzek Przymorza w latach 1988-1996
- Rys. 3.3.12. Zmiany ładunków N- NO_3 odprowadzanych wodami Wisły, Odry i rzek Przymorza w latach 1988-1996
- Rys. 3.3.13. Zmiany ładunków N- NH_4 odprowadzanych wodami Wisły, Odry i rzek Przymorza w latach 1988-1996
- Rys. 3.3.14. Zmiany ładunków Nc odprowadzanych wodami Wisły, Odry i rzek Przymorza w latach 1988-1996
- Rys. 3.3.15. Zmiany ładunków P- PO_4 odprowadzanych wodami Wisły, Odry i rzek Przymorza w latach 1988-1996
- Rys. 3.3.16. Zmiany ładunków Pc odprowadzanych wodami Wisły, Odry i rzek Przymorza w latach 1988-1996
- Rys. 3.3.17. Zanieczyszczenia Bałtyku azotem i fosforem, w kilogramach na mieszkańca rocznie
- Rys. 3.3.18. Główne regiony hydrogeologiczne i ich środowisko wodonośne
- Rys. 3.3.19. Przeobrażenia wód podziemnych pod wpływem intensywnej eksploatacji i zanieczyszczeń
- Rys. 3.3.20. Monitoring jakości wód podziemnych – wody gruntowe
- Rys. 3.3.21. Monitoring jakości wód podziemnych – wody wgłębne
- Rys. 3.4.1. Zagrożenie środowiska hałasem drogowym w Polsce wyrażone wskaźnikiem presji motoryzacji
- Rys. 3.4.2. Częstość występowania poszczególnych poziomów hałasu drogowego
- Rys. 3.4.3. Liczba osób narażona na hałas kolejowy w 1996 r.
- Rys. 3.4.4. Zagrożenie hałasem kolejowym
- Rys. 3.4.5. Powierzchnia objęta krzywą jednakowego poziomu dźwięku dla wybranych lotnisk w kraju (dla 8 godzin pory dziennej)
- Rys. 3.4.6. Wyniki działalności kontrolno-pomiarowej w zakresie hałasu przemysłowego
- Rys. 3.4.7. Wyniki badań hałasu przemysłowego w latach 1992-1996 (%)

- Rys. 3.4.8. Procentowy rozkład przekroczeń poziomów dopuszczalnych hałasu przemysłowego
- Rys. 3.4.9. Ekspozycja na hałas mieszkańców Unii Europejskiej i Polski
- Rys. 3.4.10. Trendy zmian wskaźnika presji motoryzacji na środowisko (na podstawie wzrostu liczby pojazdów) w latach 1986 – 1996
- Rys. 3.4.11. Porównanie rozkładów poziomów hałasu ulicznego dla dwóch okresów czasu
- Rys. 3.4.12. Odsetek mieszkańców zagrożonych hałasem kolejowym
- Rys. 3.4.13. Trendy zmian rozkładu przekroczeń dopuszczalnego poziomu hałasu przemysłowego w porze nocnej
- Rys. 3.4.14. Trendy zmian rozkładu przekroczeń dopuszczalnego poziomu hałasu przemysłowego w porze dziennej
- Rys. 3.5.1. Średni roczny efektywny równoważnik dawki otrzymywanej w Polsce w wyniku wchłonięć z żywnością sztucznych izotopów promieniotwórczych w latach 1985-1996
- Rys. 3.5.2. Rozkład mocy dawki ziemskiego tła promieniowania gamma na terenie Polski. (średnie wartości dla okresu: wrzesień 1996 – wrzesień 1997)
- Rys. 3.5.3. Średnia roczna zawartość Cs-134 i Cs-137 oraz Sr-90 w opadzie całkowitym
- Rys. 3.5.4. Średnia roczna aktywność beta opadu całkowitego
- Rys. 3.5.5. Rozkład stężenia Ra-226 w glebie na terenie Polski. Mapa wykonana na podstawie pomiarów próbek pobranych we wrześniu 1996 r. z powierzchniowej warstwy gleby (0-10 cm)
- Rys. 3.5.6. Rozkład stężenia Ac-228 w glebie na terenie Polski. Mapa wykonana na podstawie pomiarów próbek pobranych we wrześniu 1996 r. z powierzchniowej warstwy gleby (0-10 cm)
- Rys. 3.5.7. Rozkład stężenia K-40 w glebie na terenie Polski. Mapa wykonana na podstawie pomiarów próbek pobranych we wrześniu 1996 r. z powierzchniowej warstwy gleby (0-10 cm)
- Rys. 3.5.8. Rozkład stężenia Cs-137 w glebie na terenie Polski. Mapa wykonana na podstawie pomiarów próbek pobranych we wrześniu 1996 r. z powierzchniowej warstwy gleby (0-10 cm)
- Rys. 3.7.1. Wykorzystanie powierzchni kraju w 1996 r. (%)
- Rys. 3.7.2. Gleby
- Rys. 3.8.1. Obszary chronione w Polsce
- Rys. 3.8.2. Zmiany powierzchni obszarów chronionych w latach 1960-1996
- Rys. 3.8.3. Ilość parków narodowych i krajobrazowych w latach 1965-1996
- Rys. 3.8.4. Powierzchnia rezerwatów przyrody w 1996 r. (%)
- Rys. 3.8.5. Przyrost powierzchni rezerwatów przyrody w latach 1981-1996
- Rys. 3.8.6. Rezerваты przyrody w Polsce
- Rys. 3.9.1. Powierzchnia lasów ochronnych w latach 1981-1996
- Rys. 3.9.2. Poziom uszkodzenia lasów w 1996 r. na podstawie oceny defoliacji
- Rys. 4.2.1. Zmiany całkowitej emisji CO₂ w latach 1988-1994
- Rys. 4.2.2. Wzrost średniej rocznej temperatury powietrza w Polsce wg modelu GFDL
- Rys. 4.2.3. Względne zmiany średnich rocznych sum opadów w Polsce wg modelu GFDL
- Rys. 4.3.1. Odchylenia średniej miesięcznej całkowitej zawartości ozonu w atmosferze w 1996 r. od średnich wieloletnich 1963-1995
- Rys. 4.3.2. Średnie sezonowe (od grudnia do marca) całkowitej zawartości ozonu w Belsku w latach 1963-1996
- Rys. 4.5.1. Zawartość fosforu całkowitego w wodach jezior polskich (%)
- Rys. 4.5.2. Zawartość azotu całkowitego w wodach jezior polskich (%)
- Rys. 4.5.3. Zawartość chlorofilu w wodach jezior polskich (%)
- Rys. 4.5.4. Przezroczystość wód w jeziorach polskich (%)
- Rys. 4.5.5. Stopień zeutrofizowania rzek w Polsce
- Rys. 4.6.1. Zmiany zasolenia wód Wisły w 1991 r. i 1996 r. wraz z prognozą na 2010 r. (przy przepływach ŚNQ z lat 1951-1990)
- Rys. 4.6.2. Zmiany zasolenia wód Odry w 1991 r. i 1996 r. wraz z prognozą na 2010 r. (przy przepływach ŚNQ z lat 1951-1990)

Andrzejewski R., Weigle R., 1993 – *Polskie studium różnorodności biologicznej*, Narodowa Fundacja Ochrony Środowiska, Warszawa

B. Paczyński, praca zbiorowa, 1995 – *Atlas hydrogeologiczny Polski cz. II- zasoby, jakość i ochrona zwykłych wód podziemnych* – PIG Warszawa

Barret R., Berge E., 1996 – *Transboundary air pollution in Europe*. Part. 1-2. Ed.: EMEP/MSC-W. Report 1/96, Oslo

Borkowski J., praca zbiorowa, 1996 – *Monitoring zawartości ozonu i natężenia promieniowania ultrafioletowego, raport końcowy z realizacji zlecenia PIOŚ, IGF PAN*

Cieślak M., 1995 – *Krajowa strategia ochrony różnorodności biologicznej* (maszynopis), IOŚ, Warszawa

Devek E., 1996 – *Smog Alert. Managing Urban Air Quality*. Earthscan Publications, London

EEA Topic Centers on Air Quality and Air Emissions, 1997 – *Air Pollution in Europe 1997*, Kopenhaga

Federal Research Centre for Forestry and Forest Products, 1997 – *Forest Condition in Europe, Results of the 1996 crown condition survey*, Technical report

Fudała J., 1997 – *Raport o emisji niemetanowych lotnych związków organicznych w Polsce w 1995 roku*, Katowice

Głowaciński Z., 1992 – *Polska czerwona księga zwierząt*, PAN, Kraków

Głowaciński Z., praca zbiorowa, 1992 – *Czerwona lista zwierząt ginących i zagrożonych w Polsce*, PAN, Kraków

Główny Instytut Górnictwa, 1996 – *Raport końcowy z realizacji zadania „Strategia i działania ograniczające zasolenie wód”*. PB2-28-02. (kier. zadania: M. Rogoż), maszynopis, Katowice

Główny Urząd Statystyczny – *Ochrona Środowska 1991, 1992, 1993, 1994, 1995, 1996*, materiały i opracowania statystyczne, Warszawa

Główny Urząd Statystyczny, 1997 – *Rocznik Statystyczny 1996*, Warszawa

Gordon McInnes, 1995 – *CORINAIR Default Emission Handbook*

Grabowski D., praca zbiorowa, 1997 – *Skażenia promieniotwórcze środowiska i żywności w Polsce w 1996 roku*, PIOŚ, Biblioteka Monitoringu Środowiska, Warszawa

Grzywacz A., praca zbiorowa, 1994 – *Polityka kompleksowej ochrony zasobów leśnych*, MOŚNiL, Warszawa

Grzywacz A., praca zbiorowa, 1994 – *Polska polityka kompleksowej ochrony zasobów leśnych*, T. 2, synteza, MOŚNiL, Warszawa

IEA/OECD, 1997 – *CO₂ Emission from Fuel Combustion 1972-1995*, Paris

Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej, 1996 – *Bilans ładunków zanieczyszczeń rzek kontrolowanych na potrzeby państwowego monitoringu wód płynących w 1995 r.*

Instytut Ochrony Środowiska, 1994 – *Konwencja o różnorodności biologicznej, Konwencje Międzynarodowe i Uchwały Organizacji Międzynarodowych*. Z. 8, Warszawa

- Instytut Ochrony Środowiska, 1996 – *Raport końcowy z realizacji zadania „Strategia i działania ograniczające ładunki zanieczyszczeń komunalnych”*. PB2-28-02. (kier. zadania: P. Błaszczyk), maszynopis, Warszawa
- Instytut Ochrony Środowiska, 1996 – *Strategie redukcji emisji gazów cieplarnianych i adaptacja polskiej gospodarki do zmian klimatu. Studium krajowe w sprawie zmian klimatu*, Warszawa
- IPCC, 1993 – *Greenhouse Gas Inventory, Reference Manual*
- Iwanek J., 1997 – *Wyniki pomiarów stężeń zanieczyszczeń powietrza atmosferycznego na stacji IOŚ-EPA w okresie 01.01.1996-31.12.1996* (maszynopis), IOŚ, Warszawa
- Jagiela J., praca zbiorowa, 1998 – *Radiologiczny atlas Polski 1997*, PIOŚ Biblioteka Monitoringu Środowiska, Warszawa
- Kozłowski S., praca zbiorowa, 1995 – *Prognoza ostrzegawcza zmian środowiskowych warunków życia człowieka na początku XXI w., ekspertyza*, PAN, Komitet Naukowy „Człowiek i Środowisko”, Warszawa
- Lasy Państwowe, 1997 – *Lasy Państwowe. Raport za rok 1996*, Warszawa
- Michna W., praca zbiorowa, 1997 – *Raport z badań monitoringowych nad jakością gleb, roślin, produktów rolniczych i spożywczych w 1996 r.*, PIOŚ, Biblioteka Monitoringu Środowiska, Warszawa
- Ministerstwo Gospodarki Przestrzennej i Budownictwa, 1995 – *Założenia polityki państwa w zakresie racjonalizacji użytkowania energii w sektorze komunalno-bytowym*
- National Environmental Technology Centre – *Air Pollution in the UK: 1995*
- NILU, 1996 – *Summary report from the chemical co-ordinating centre for the fifth phase of EMEP. EMEP/CCC-Report 7/96*
- OECD, 1997 – *OECD Environmental Data – Compendium 1997*
- Official Journal of the European Communities, 1992 – *Council Directive 92/72/EEC of September 1992 on air pollution by ozone*, 297/17
- Państwowa Agencja Atomistyki, 1997 – *Atomistyka oraz bezpieczeństwo jądrowe i ochrona radiologiczna w Polsce w 1996 roku*, Warszawa
- Państwowa Inspekcja Ochrony Środowiska, 1994 – *Zanieczyszczenie powietrza w Polsce w 1993 roku*, PIOŚ, PIS, Biblioteka Monitoringu Środowiska, Warszawa
- Państwowa Inspekcja Ochrony Środowiska, 1995 – *Zanieczyszczenie środowiska hałasem w świetle badań WIOŚ w 1994 roku*, Biblioteka Monitoringu Środowiska, Warszawa
- Państwowa Inspekcja Ochrony Środowiska, 1996 – *Pola elektromagnetyczne wielkiego miasta z punktu widzenia ochrony środowiska*, Biblioteka Monitoringu Środowiska, Warszawa
- Państwowa Inspekcja Ochrony Środowiska, 1996 – *Stan czystości rzek, jezior i Bałtyku w latach 1994-95*, Biblioteka Monitoringu Środowiska, Warszawa
- Państwowa Inspekcja Ochrony Środowiska, 1996 – *Wyniki monitoringu jakości zwykłych wód podziemnych w latach 1991-95 (sieć krajowa)*, Biblioteka Monitoringu Środowiska, Warszawa
- Państwowa Inspekcja Ochrony Środowiska, 1996 – *Zanieczyszczenie środowiska hałasem w świetle badań WIOŚ w 1995 roku*, Biblioteka Monitoringu Środowiska, Warszawa
- Państwowa Inspekcja Ochrony Środowiska, 1996 – *Zmiany sytuacji radiologicznej środowiska Polski w okresie 10 lat po awarii czarnobylskiej*, Biblioteka Monitoringu Środowiska, Warszawa
- Państwowa Inspekcja Ochrony Środowiska, 1997 – *Zanieczyszczenie środowiska hałasem w świetle badań WIOŚ w 1996*, maszynopis, Warszawa
- Państwowa Inspekcja Ochrony Środowiska, 1997 – *Zmiany jakości wody jezior na podstawie badań prowadzonych w monitoringu referencyjnym jezior polskich w latach 1991-1996*, Biblioteka Monitoringu Środowiska, Warszawa

Państwowa Inspekcja Ochrony Środowiska, 1997 – *Stan czystości rzek, jezior i Bałtyku w latach 1995-96*, Biblioteka Monitoringu Środowiska, Warszawa

Państwowa Inspekcja Ochrony Środowiska, 1997 – *Zanieczyszczenie powietrza w Polsce w 1995 roku*, PIOŚ, PIS, Biblioteka Monitoringu Środowiska, Warszawa

Państwowy Instytut Geologiczny, 1986 – *Bilans zasobów kopalin i wód podziemnych w Polsce wg stanu na 31.XII.1985*, Warszawa

Państwowy Instytut Geologiczny, 1995 – *Bilans zasobów kopalin i wód podziemnych w Polsce wg stanu na 31.XII 1994*, Warszawa

Państwowy Instytut Geologiczny, 1996 – *Bilans zasobów kopalin i wód podziemnych w Polsce wg stanu na 31.XII 1995*, Warszawa

Państwowy Instytut Geologiczny, 1996 – *Monitoring jakości zwykłych wód podziemnych – sieć krajowa 1996 – sprawozdanie z badań*, maszynopis, Warszawa

Państwowy Instytut Geologiczny, 1997 – *Bilans zasobów kopalin i wód podziemnych w Polsce wg stanu na 31.XII 1996*, Warszawa

Przybylska G., 1997 – *Wyniki badania tła zanieczyszczenia atmosfery w Polsce w 1996 roku*, maszynopis, IMGW, Warszawa

Radziejowski J., praca zbiorowa, 1996 – *Obszary chronione w Polsce*, IOŚ, Warszawa

Siuta J., 1996 – *Wieloczynnikowa degradacja środowiska. Komentarz do mapy w skali 1:750 000*, PIOŚ, IOŚ, Biblioteka Monitoringu Środowiska, Warszawa

Skotak K., praca zbiorowa, 1996 – *Raport o stężeniach zanieczyszczeń powietrza w Polsce w 1995 roku na podstawie pomiarów w sieci podstawowej*, PIOŚ, Biblioteka Monitoringu Środowiska, Warszawa

Skotak K., praca zbiorowa, 1997 – *Raport o stężeniach zanieczyszczeń powietrza w Polsce w 1996 roku na podstawie pomiarów w sieci podstawowej*, PIOŚ, Biblioteka Monitoringu Środowiska, Warszawa

SWI – System Wymiany Informacji o Różnorodności Biologicznej w Polsce. Internet: <http://ciu.warman.net.pl/alf/biodiversity>

Wawrzoniak J., praca zbiorowa, 1997 – *Stan uszkodzenia lasów w Polsce w 1996 r. na podstawie badań monitoringowych*, PIOŚ, Biblioteka Monitoringu Środowiska, Warszawa

WHO European Centre for Environment and Health – *Concern for Europe's Tomorrow, Health and the Environment in the WHO European Region*. Wissenschaftliche Verlags-gesellschaft. Stuttgart 1995

World Resource Institute Publications, 1992 – *Global biodiversity strategy*. Policy – maker's guide, Baltimore

Zarzycki K., Wojewoda W., 1986 – *Lista roślin wymierających i zagrożonych w Polsce*, PWN, Warszawa

Zarzycki K., Wojewoda W., Heinrich Z., 1992 – *Lista roślin zagrożonych w Polsce*, Wyd. 2, PAN, Kraków



EDYTOR S.A.
WYDAWNICTWO

00-950 Warszawa, ul. Marszałkowska 140
tel. 826-68-07, fax 828-36-57
e-mail: wydawnictwo@edytor.com.pl

ISBN: 83-7217-059-2