

PAWEŁ LECH

## Zagrożenia środowiska leśnego w Polsce

Threats to the Forest Environment in Poland

### Wprowadzenie

**N**asilenie występowania zagrożeń lasów ulega zmianom w czasie. Dotyczy to nie tylko gradacji owadów czy epifitoz chorób infekcyjnych, cechujących się szczególnie wyraźną cyklicznością, ale również takich czynników jak zanieczyszczenia powietrza, czy warunki pogodowe. Również ewolucja hierarchizowania funkcji lasu – od użytkowych (wykorzystanie i eksploatacja zasobów) w kierunku ekologicznych i środowiskotwórczych, powoduje, że zmieniają się sposoby zagospodarowania lasu i wpływ jaki wywierają one na ekosystemy leśne. Sprawia to, że systematycznym zmianom ulegają rozkłady przestrzenne poszczególnych czynników stresowych i co za tym idzie, łączne zagrożenie środowiska leśnego.

W artykule tym wykorzystano najnowsze opracowania poświęcone zagrożeniom biotycznym, abiotycznym i antropogenicznym. Uwzględniono w nich informacje o nasileniu występowania czynników stresowych, które przedstawione zostały, w miarę możliwości, w postaci graficznej.

Rozszerzoną i pełniejszą prezentację poruszonej tu problematyki, odnoszącą się zwłaszcza do zagadnień waloryzowania zagrożeń, doboru parametrów oceny, metod kartowania, jak i źródeł danych, można znaleźć w publikacjach wymienionych w spisie literatury.

### Rodzaje zagrożeń

Zagrożenia środowiska leśnego związane są z oddziaływaniem czynników stresowych, które można sklasyfikować z uwzględnieniem:

- pochodzenia jako: abiotyczne, biotyczne i antropogeniczne;
- charakteru oddziaływania jako: mechaniczne i chemiczne [7];
- długości oddziaływania jako: chroniczne, okresowe;

TABELA  
Czynniki stresowe oddziałujące na środowisko leśne (wg Łonkiewicza, 1996)

Abiotyczne	Biotyczne	Antropogeniczne
<b>1. Czynniki atmosferyczne</b> * anomalie pogodowe – ciepłe zimy – niskie temperatury – późne przymrozki – upalne lata – obfity śnieg i szadź – huragany * termiczno-wilgotnościowe - – niedobór wilgoci * wiatr – zachodni kierunek wiatrów <b>2. Właściwości gleby</b> * wilgotnościowe – niski poziom wód gruntowych * żyznościowe – gleby piaszczyste i grunty porolne <b>3. Warunki fizjograficzne</b> * rzeźba terenu	<b>1. Struktura drzewostanów</b> * skład gatunkowy – dominacja gatunków iglastych * niezgodność z siedliskiem – drzewostany iglaste na siedliskach lasowych <b>2. Szkodniki owadzie</b> * pierwotne * wtórne <b>3. Grzybowe choroby infekcyjne</b> * liści i pędów * pni * korzeni <b>4. Nadmierne występowanie ssaków roślinożernych</b> * zwierzyny * gryzoni	<b>1. Zanieczyszczenia powietrza</b> * energetyka * gospodarka komunalna * transport <b>2. Zanieczyszczenia wód i gleb</b> * przemysł * gospodarka komunalna * rolnictwo <b>3. Przekształcenia powierzchni ziemi</b> * górnictwo <b>4. Pożary lasu</b> <b>5. Nadmierna penetracja lasu</b> * rekreacja * masowe grzybobranie <b>6. Niewłaściwa gospodarka leśna</b> * schematyczne zagospodarowanie * nadmierne użytkowanie

- roli, jaką odgrywają w procesie chorobowym jako: predyspozycyjne, inicjujące i współuczestniczące [3].

Oddziaływanie czynników stresowych na środowisko leśne ma złożony charakter, często cechuje je synergizm, zaś reakcja na nie, w stosunku do okresu wystąpienia bodźca, jest niekiedy przesunięta w czasie. Rodzi to wielką trudność w interpretacji obserwowanych zjawisk, zwłaszcza dotyczących relacji przyczynowo-skutkowych.

Skutek oddziaływania czynników stresowych na środowisko leśne jest pochodną właściwości tych czynników oraz odporności ekosystemu leśnego. Równoczesne występowanie wielu czynników stresowych powoduje z reguły stałą wysoką predyspozycję chorobową lasów i ciągłość procesów destrukcyjnych w środowisku leśnym. Okresowe nasilenie występowania choćby jednego czynnika (gradacja owadów, susza, pożary) prowadzi do załamania odporności biologicznej ekosystemów leśnych, lokalnego lub regionalnego wystąpienia zagrożeń katastrofalnych.

Występowanie czynników stresowych, w zależności od ich rodzaju i nasilenia, może przynieść następujące skutki:

- uszkodzenia lub ustąpienie (wyginięcie) poszczególnych organizmów;

- zakłócenie naturalnego składu i struktury ekosystemu leśnego;
- uszkodzenie całego ekosystemu leśnego, trwałe ograniczenie produktywności siedlisk i przyrostu drzew, a zatem zmniejszenie zasobów leśnych i funkcji ochronnych lasu;
- całkowite zamieranie drzewostanów i synantropizacja całego zbiorowiska roślinnego.

Zmiany te wiążą się nierozłącznie z uproszczeniem struktury i zakłóceniem funkcjonowania tworzących las zbiorowisk, w tym roślinności runa, podszytu i drzewostanu, jak również ze zmianami silnie uzależnionych od nich zoocenoz. Konsekwencją tego może być ubożenie różnorodności biologicznej na wszystkich poziomach organizacji – genetycznym, gatunkowym i ekosystemowym.

Lasy polskie znajdują się pod stałym, negatywnym oddziaływaniem czynników stresowych, czego przejawem są występujące co pewien czas pandemiczne gradacje szkodników owadzich i epifitozy grzybowych chorób infekcyjnych, liczne i rozległe pożary, czy w skrajnych przypadkach zastąpienie zbiorowisk leśnych przez układy nieleśne. W dużym stopniu związane jest to ze zmianami szaty roślinnej Polski w porównaniu do zbiorowisk pierwotnych. Polegały one na zmniejszeniu udziału drzewostanów liściastych i mieszanych na rzecz utworzonych sztucznie monokultur sosnowych na niżu oraz świerkowych w górach. Naturalne zespoły leśne, powstałe na drodze sukcesji pierwotnej i dostosowane do lokalnych warunków środowiskowych (klimatu, siedliska), cechujące się wysokimi zdolnościami samoregulującymi, zastąpione zostały przez zbiorowiska o uproszczonej strukturze gatunkowej, wiekowej i wysokościowej. Przyczyniło się to do wzrostu predyspozycji lasów na oddziaływanie czynników stresowych i znalazło wyraz w dynamicznym wzroście w okresie powojennym wielkości szkód powodowanych przez wszystkie rodzaje stresorów.

## **Charakterystyka wybranych czynników stresowych kształtujących stan lasów Polski**

### **Anomalia pogodowe**

Anomalia pogodowe wyrażają się częstym występowaniem ekstremalnych temperatur, opadów i wiatrów. Huraganowe wiatry, obfite opady, śnieg i szadź (w latach 1981, 1982, 1984 i 1987), silne mrozy (do  $-35^{\circ}\text{C}$  zimą 1984/1985 i 1986/1987) oraz susza wyrządzają w lasach poważne szkody gospodarcze. Anomalia pogodowe i obniżenie poziomu wód gruntowych w następstwie niedoboru opadów zmniejszają w znaczący sposób biologiczną odporność drzewostanów na działanie biotycznych czynników szkodotwórczych. W efekcie, w środowisku leśnym następuje wyraźny wzrost występowania niekorzystnych zjawisk, takich jak:

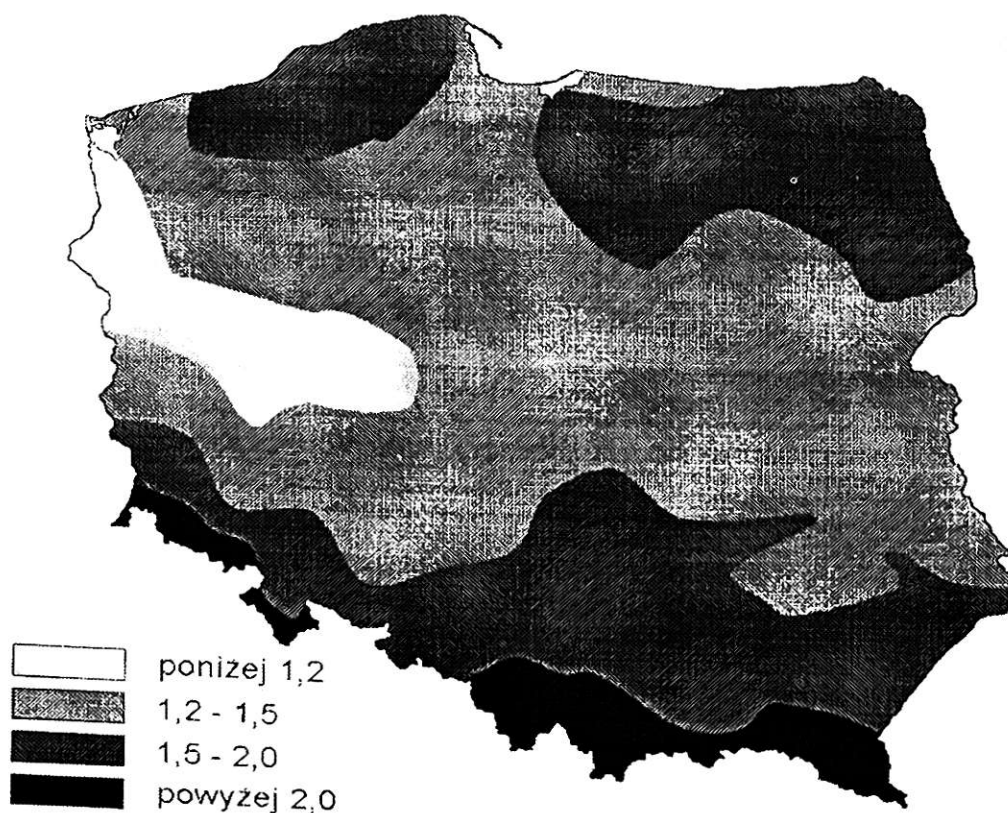
- uaktywnienie nowych i mało poznanych gatunków owadów i grzybów, nie wyrządzających dotychczas szkód;
- skrócenie okresów międzygradacyjnych przez najgroźniejsze, od dawna występujące szkodniki owadzie;

- powstanie nowych i poszerzenie starych ognisk gradacyjnych szkodliwych owadów, a tym samym zwiększenie areалу masowego ich występowania;
- pogorszenie stanu sanitarnego drzewostanów i nasilenie występowania szkodników wtórnych;
- pogorszenie stanu zdrowotnego drzew gatunków liściastych, uważanych dotychczas za bardziej odporne na zanieczyszczenia przemysłowe.

Zdecydowana przewaga wiatrów o kierunku zachodnim, jakkolwiek nie można uznać jej za anomalię, stanowi kolejny czynnik predyspozycyjny. Przyczynia się on do zwiększonego napływu zanieczyszczeń powietrza atmosferycznego z wysoko uprzemysłowionych rejonów Europy Zachodniej i Środkowej. Warunki pogodowe w rejonach górskich w połączeniu ze wzmożonym występowaniem innych czynników stresowych powodują, że przede wszystkim na tych terenach występują zjawiska klęskowe i trwałe uszkodzenia ekosystemów leśnych.

### Niedobór wilgoci

Na niekorzystny stan lasów w Polsce w istotny sposób wpływają czynniki kształtujące bilans wodny siedlisk leśnych. Należy do nich przede wszystkim deficyt opadów atmosferycznych, powtarzające się okresy suszy w sezonie wegetacyjnym oraz obniżanie się poziomu wód gruntowych. Efektem tego jest utrzymywanie się na znacznych obszarach



RYC. 1. Rozkład przestrzenny średniej wieloletniej (z okresu 1966-1990) wskaźnika hydrotermicznego Sieljaninowa dla sezonu wegetacyjnego

Polski niedoboru wilgoci dostępnej dla roślin, przejawiające się m.in. postępującymi procesami stepowania. Jak zilustrowano to na rycinie, niedoborem wilgoci charakteryzuje się rozległy obszar rozciągający się od Niziny Szczecińskiej, Pojezierza Wielkopolskiego, Niziny Wielkopolskiej i Niziny Śląskiej na zachodzie, poprzez Nizinę Mazowiecką, aż po Kotlinę Sandomierską i Polesie Lubelskie na wschodzie kraju. Wyraża się to relatywnie niskim poziomem średniej wieloletniej (z lat 1966-1990) współczynnika hydrotermicznego Sieljaninowa dla sezonu wegetacyjnego, określającego relacje między wielkością opadów atmosferycznych i temperaturą powietrza. Nie przekraczał on na wymienionych terenach wartości 1,5, zaś na niektórych obszarach (Nizina Wielkopolska) nawet 1,2, która to wartość wskazuje na występowanie trwałego deficytu zaopatrzenia roślin w wodę.

Niedobory wilgoci w dekadzie lat dziewięćdziesiątych uległy dalszemu pogłębieniu. Na przykład współczynnik hydrotermiczny był w sezonie wegetacyjnym 1992 roku niższy od średniej wieloletniej na niemal całym terytorium Polski, w roku 1993 na około 70%, w 1994 i 1995 na ponad 65% powierzchni kraju. Wskazuje to na kluczowe znaczenie ochrony zasobów wodnych kraju dla utrzymania i poprawy w przyszłości stanu środowiska leśnego.

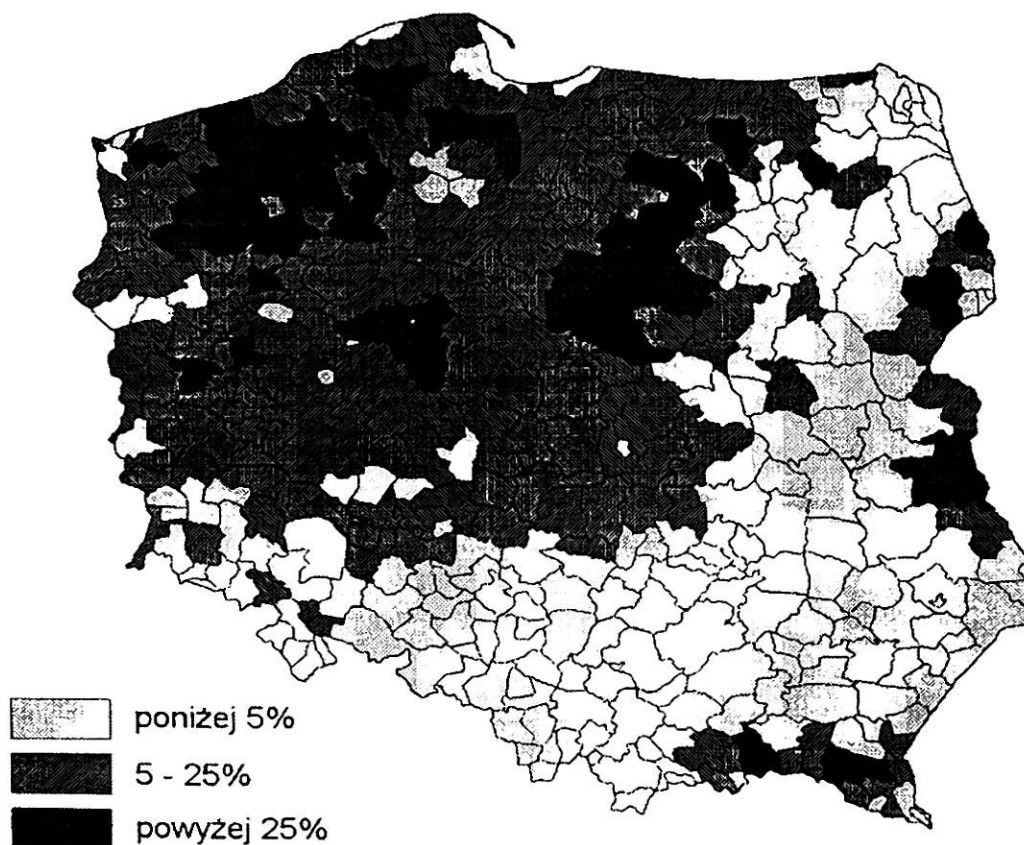
### **Gleby piaszczyste i grunty porolne**

Lasy polskie w przeważającej części położone są na glebach piaszczystych o zaawansowanych procesach degradacyjnych. Cechują się wysoką przepuszczalnością wód opadowych, niskimi zdolnościami buforowymi, małą pojemnością kompleksu sorpcyjnego i żyznością.

Szczególnie niekorzystnymi warunkami dla wzrostu drzewostanów cechują się tzw. grunty porolne (łącznie prawie 1,5 mln ha). Charakteryzują się one brakiem odpowiedniej struktury fizykochemicznej i właściwych dla gleb leśnych układów mikrobiologicznych.

Proces intensywnego zalesiania gruntów porolnych i nieużytków narastał począwszy od 1947 roku, kiedy to lesistość Polski wynosiła zaledwie 21%. Pozwolił on zwiększyć wskaźnik areалу lasów do 28,1% powierzchni kraju w roku 1995 (łącznie zalesiono ponad 1,2 mln ha). Nasilenie prac zalesieniowych cechowało się znaczną zmiennością – największe występowało w latach 1957-1966 (518,2 tys. ha – ponad 40% łącznej powierzchni zalesień powojennych). Od roku 1965 następował stopniowy spadek tempa prac zalesieniowych, których rozmiar w latach osiemdziesiątych z reguły nie przekraczał 5-6 tys. ha rocznie (w całej dekadzie 62,9 tys. ha). Ponowny wzrost rozmiarów powierzchni zalesień nastąpił w ostatnich latach, osiągając w 1994-1995 roku wielkość około 12 tys. ha [4].

Rozkład zalesień nieużytków i gruntów porolnych jest na terenie kraju nierównomierny - koncentracja występuje na terenie Regionalnej Dyrekcji Lasów Państwowych w Olsztynie (207 tys. ha), Białymstoku (około 108 tys. ha), Poznaniu (107 tys. ha), Toruniu (102 tys. ha) oraz Łodzi, Szczecinie, Szczecinku i Lublinie (po około 70 tys. ha). Jak wynika z ryciny 2 największy udział gruntów porolnych w ogólnej powierzchni lasów występuje w nadleśnictwach położonych na obszarze Pojezierza Pomorskiego, środkowej części Pojezierza Wielkopolskiego, zachodniej części Pojezierza Mazurskiego, na Polesiu Lubelskim i w Beskidzie Niskim (powyżej 25%). Mniejszym udziałem tych gruntów (5-25%) cechują się natomiast lasy nadleśnictw położonych w południowej części Pojezierza Wielkopolskiego, zachodniej części Niziny Mazowieckiej oraz Doliny Wisły od Włocławka w kierunku



RYC. 2. Klasyfikacja nadleśnictw według procentowego udziału gruntów porolnych w powierzchni leśnej ogółem [wg Sierota, Małecka, Lech 1993]

ujścia rzeki. Na pozostałej części kraju udział gruntów porolnych z reguły nie przekraczał 5% ogólnej powierzchni leśnej nadleśnictw.

### Szkodniki owadzie

Szkodniki owadzie uszkadzają aparat asymilacyjny, pędy i systemy korzeniowe drzew. Powodują przez to zakłócenia procesów fizjologicznych, które w przypadku wysokiego nasilenia lub długotrwałego utrzymywania się mogą doprowadzić do zahamowania wzrostu, a nawet śmierci rośliny. Szkodniki owadzie podzielić można na dwie podstawowe grupy:

- szkodniki pierwotne – atakujące drzewa zdrowe, nie osłabione przez inne czynniki stresowe;
- szkodniki wtórne – zasiedlające przede wszystkim drzewa osłabione, chore i zamierające, niezdolne do odparcia inwazji.

Grupę pierwszą tworzą przede wszystkim **foliofagi** – owady żerujące na liściach drzew, wśród których na szczególną uwagę zasługują:

- szkodniki sosny:  
brudnica mniszka (*Lymantria monacha* L.)

strzygonia choinówka (*Panolis flammea* Den et Schiff.)  
barczatka sosnówka (*Dendrolimus pini* L.)  
poproch cetyniak (*Bupalus piniarius* L.)  
boreczniki (*Diprionidae*)

szkodniki świerka:

zawodnica świerkowa (*Prostiphora abietina* Christ.)  
zasnuje (*Cephalcia* spp.)  
ochojnik zielony (*Sacchiphantes viridis* Ratz.)

szkodniki modrzewia:

krobik modrzewiowiec (*Coleophora laricella* Hbn.)  
wskaźnica modrzewianeczka (*Zeiraphera griseana* Hbn.)

szkodniki jodły:

wyłógówka jedlineczka (*Choristoneura murinana* Hbn.)  
zwójka rdzawa (*Zeiraphera rufimitrana* H.S.)  
obiałka jodłowa (*Dreyfusia nordmanniana* Eckst.)

szkodniki drzew liściastych:

zwójka zieloneczka (*Tortrix viridiana* L.)  
piędzik przedzimek (*Operophtera brumata* L.)  
szczotecznicza szarawka (*Dasychira pudibunda* L.)  
czerwiec bukowiec (*Cryptococcus fagi* Bärsp.)  
miernikowce (*Geometridae*)  
brudnica nieparka (*Lymantria dispar* L.).

Wśród szkodników wtórnych: **kambio- i ksylofagów** (żerujących w łyku i drewnie drzew) gatunkami o największym znaczeniu gospodarczym są:

szkodniki sosny:

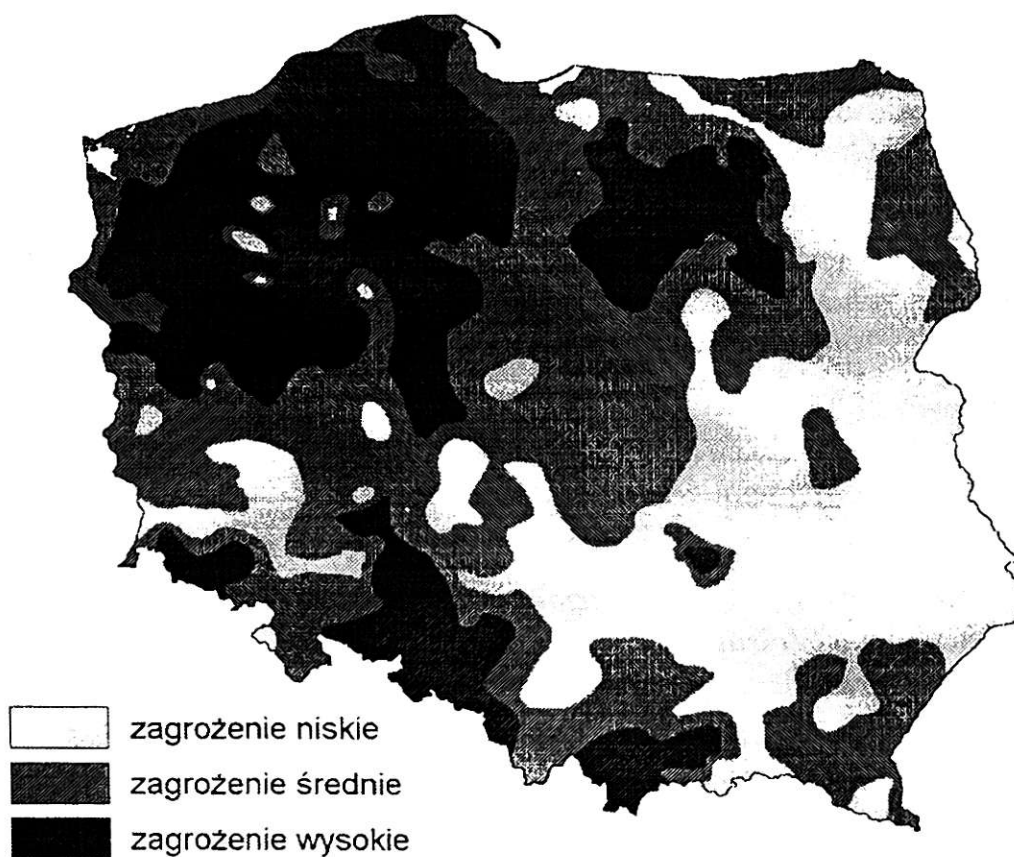
przyplaszczek granatek (*Phaenops cyanea* Fabr.)  
cetyńce (*Tomicus* spp.)  
smolik drągowinowiec (*Pissodes piniphilus* Herbst)  
kornik ostrozębny (*Ips acuminatus* Gyll.)  
żerdzianka sosnówka (*Monochamus galloprovincialis* Ol.)

szkodniki świerka:

kornik drukarza (*Ips typhographus* L.)  
kornik drukarczyk (*Ips amitinus* Eichh.)  
czterooczak świerkowiec (*Polygraphus poligraphus* L.)  
rytownik pospolity (*Pityogenes chalcographus* L.)  
kornik ostrozębny (*Ips duplicatus* R. Sahl.)  
smolik jodłowiec (*Pissodes piceae* Ill.)  
jodłowiec krzywozębny (*Pityokteines curvidens* Germ.)

szkodniki drzewostanów liściastych:

ogłodek dębowiec (*Scolytus intricatus* Ratz.)



RYC. 3. Strefy zagrożenia lasów Polski przez szkodniki pierwotne i wtórne łącznie (na podstawie danych o zwalczaniu szkodników i miąższości posuszu z lat 1961-1994) [wg Kolk, Lech, Sierota 1996]

ogłodek wiązowiec (*Scolytus scolytus* Fabr.)  
 ogłodek brzoźowiec (*Scolytus ratzeburgii* Jans.)  
 drwalniki (*Trypodendron* spp.)  
 jeśniak czarny (*Hylesinus crenatus* Fabr.)

Polska należy do krajów, w których niekorzystne zjawiska związane z masowymi pojawami szkodników owadzych, często o rozmiarach gwałtownych gradacji występują w wyjątkowo dużej różnorodności i nasileniu. W kolejnych dekadach okresu 1961-1994 następował wzrost liczby gatunków owadów zagrażających drzewostanom i powierzchni drzewostanów objętych zwalczaniem szkodników. I tak, jeżeli w latach 1961-1970 zaobserwowano masowe występowanie 38 gatunków (zwalczaniem objęto 20 z nich), a zabiegi ratownicze wykonano na łącznej powierzchni około 600 tys. ha, to w dekadzie 1981-1990 masowo w formie gradacji wystąpiło już 56 gatunków (zwalczaniem chemicznym objęto 46), zaś zabiegi ratownicze wykonano na łącznej powierzchni ponad 7 mln ha. Z lasu wywieziono wówczas około 70 mln m<sup>3</sup> drewna iglastego i liściastego zasiedlonego przez owady. Podobnie dekada lat dziewięćdziesiątych cechowała się pandemicznymi gradacjami foliofagów (m.in. brudnicy mniszki w latach 1993-1994) oraz szkodników wtórnych drzew iglastych (w latach 1993-1994).

Przestrzenny rozkład stref zagrożenia przez szkodniki owadzie przedstawiono na rycinie 3. Na jej podstawie stwierdzić można, że drzewostany najbardziej zagrożone znajdują się w

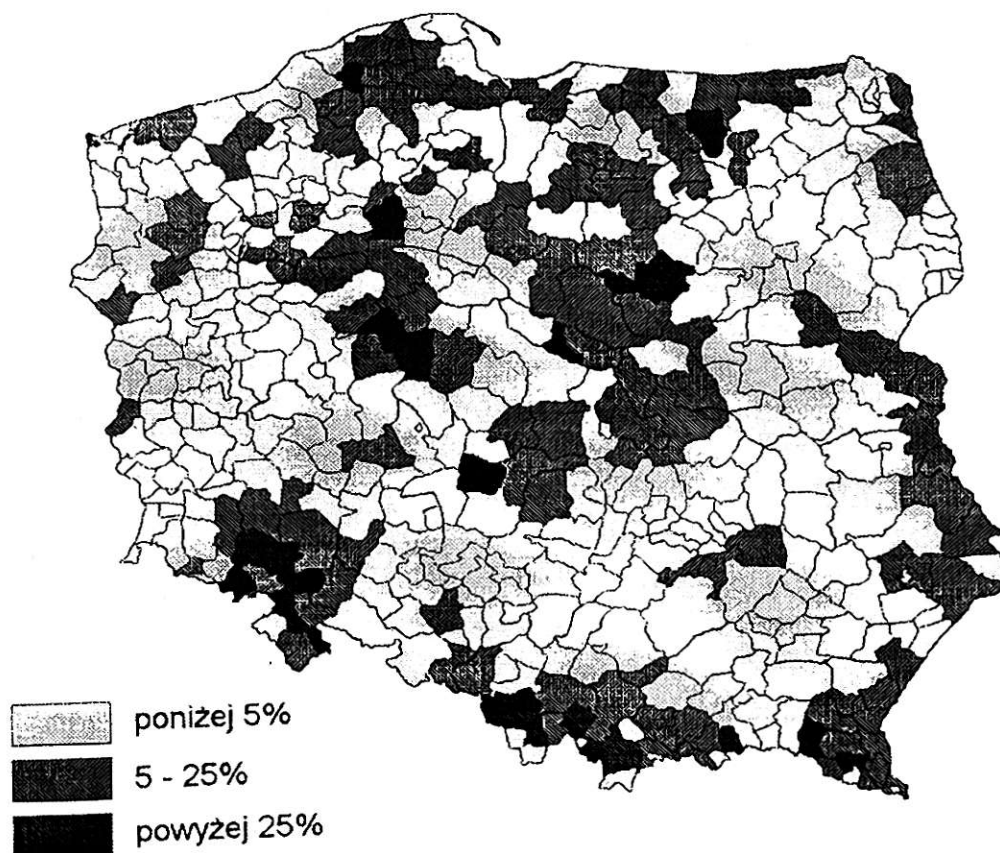


Polsce północnej – zachodnia część Pojezierza Mazurskiego, północno-zachodniej – Pojezierze Pomorskie i Pojezierze Wielkopolskie oraz w trzech rejonach w południowej części kraju – Sudetach, Śląsku Opolskim i Beskidzie Wysokim. Wysokie zagrożenie lasów Polski południowej determinowane jest niemal wyłącznie przez szkodniki wtórne, podczas gdy na pozostałych obszarach przeważa zagrożenie powodowane przez szkodniki pierwotne (głównie przez brudnicę mniszkę). Wyróżnić również można zaznaczającą się strefę zagrożenia niskiego – rozciągającą się półkoleście od Niziny Śląskiej na zachodzie Polski, poprzez obszar wyżyn: Krakowsko-Częstochowskiej, Małopolskiej (z wyłączeniem terenu Gór Świętokrzyskich), Lubelskiej, aż po wschodnią część Niziny Mazowieckiej i Pojezierza Mazurskiego na północnym-wschodzie Polski.

Zagrożenie drzewostanów liściastych, wyrażone wartościami bezwzględными, ma nieznaczny udział w zagrożeniu lasów ogółem przez szkodniki owadzie. Wynika to z dominującej pozycji drzewostanów iglastych w strukturze powierzchniowej lasów oraz ich większej podatności na oddziaływanie stresorów.

### Grzybowe choroby infekcyjne

Podobnie jak w przypadku szkodników owadzych ostatnie dziesięciolecie cechowało stałe narastanie zagrożenia lasów przez grzybowe choroby infekcyjne. W końcu lat pięćdziesiątych szkody spowodowane przez ten czynnik stresowy rejestrowano na około 100 tys. ha,



RYC. 4. Klasyfikacja nadleśnictw pod względem zagrożenia lasów przez choroby infekcyjne łącznie: aparatu asymilacyjnego, strzał i korzeni (na podstawie danych o występowaniu chorób z lat 1987-1994 [wg Kolk, Lech, Sierota 1996])

zaś w latach 1992-1994 już na ponad 500 tys. ha. W roku 1996 nastąpił gwałtowny wzrost powierzchni zagrożonej patogenami grzybowymi, spowodowany wystąpieniem epifitozy zamierania pędów sosny na powierzchni około 1 mln ha. Podobna sytuacja miała miejsce w latach 1972-1973 oraz 1982-1985. Świadczy to o cykliczności występowania tej kategorii chorób infekcyjnych, w związku z czym po obecnej fazie wzrostu, w kolejnych latach oczekiwać należy spadku powierzchni zagrożenia zamieraniem pędów sosny. Utrzymywać się natomiast będzie, tak jak w całym okresie powojennym, wzrost powierzchni występowania drugiej ważnej kategorii chorób infekcyjnych – korzeni, do której zalicza się opieńkową zgniliznę korzeni i hubę korzeni.

Rozkład przestrzenny zagrożenia lasów Polski ze strony chorób infekcyjnych prezentuje rycina 4. Na jej podstawie można stwierdzić, że zagrożenie to nie tworzy wyraźnych stref. Nadleśnictwa, w których areał występowania szkód przekracza 25% ogólnej powierzchni (Ciechanów, Leśny Dwór, Runowo, Gniezno, Gostynin, Mrągowo, Złoczew) są rozproszone i izolowane przez obszary o niższym poziomie zagrożeń. Wyjątkiem są jedynie lasy górskie, zwłaszcza karpackie i Pogórza Sudeckiego, gdzie rozległe obszary leśne cechuje wysoki poziom szkód powodowanych głównie przez choroby korzeni.

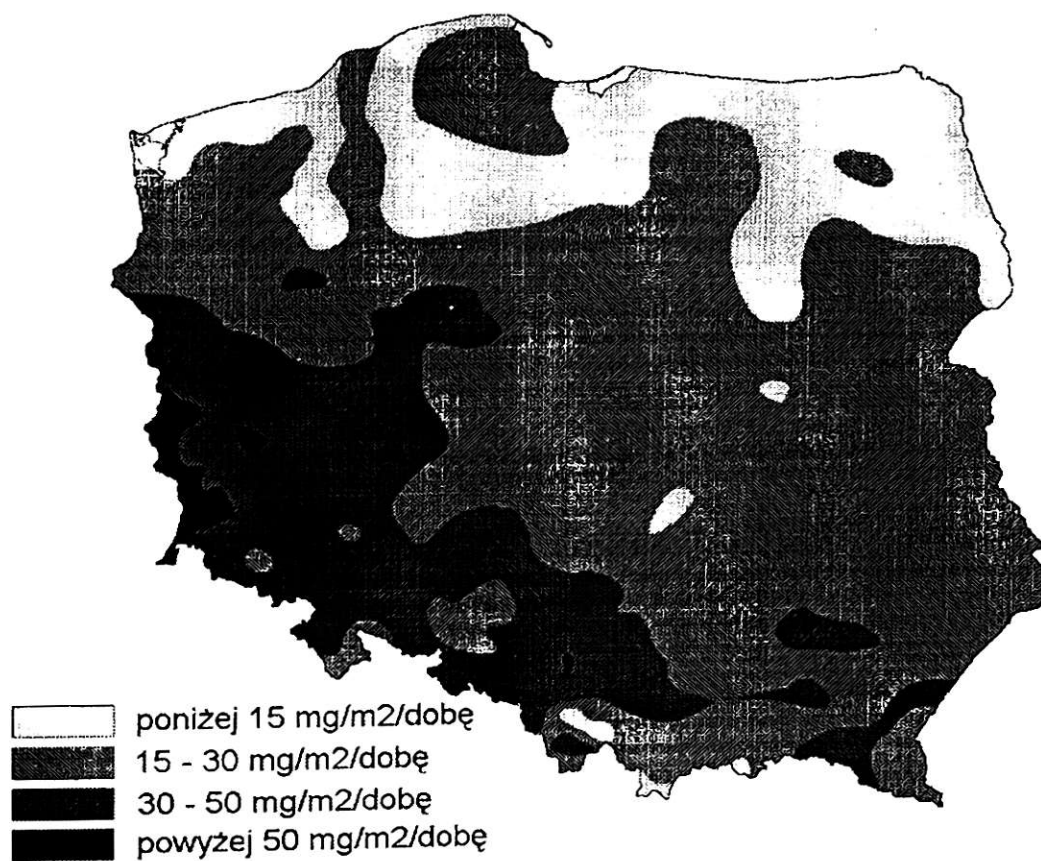
### **Zanieczyszczenia powietrza**

Spośród wszystkich rodzajów zanieczyszczeń powietrza największy wpływ na wielkość uszkodzenia i stan zdrowotny lasów Polski mają dwutlenek siarki i tlenki azotu. Wynika to z kumulowania się zanieczyszczeń emitowanych w kraju z zanieczyszczeniami transgranicznymi, pochodzącymi głównie z Niemiec i Czech, z obszaru tzw. "czarnego trójkąta".

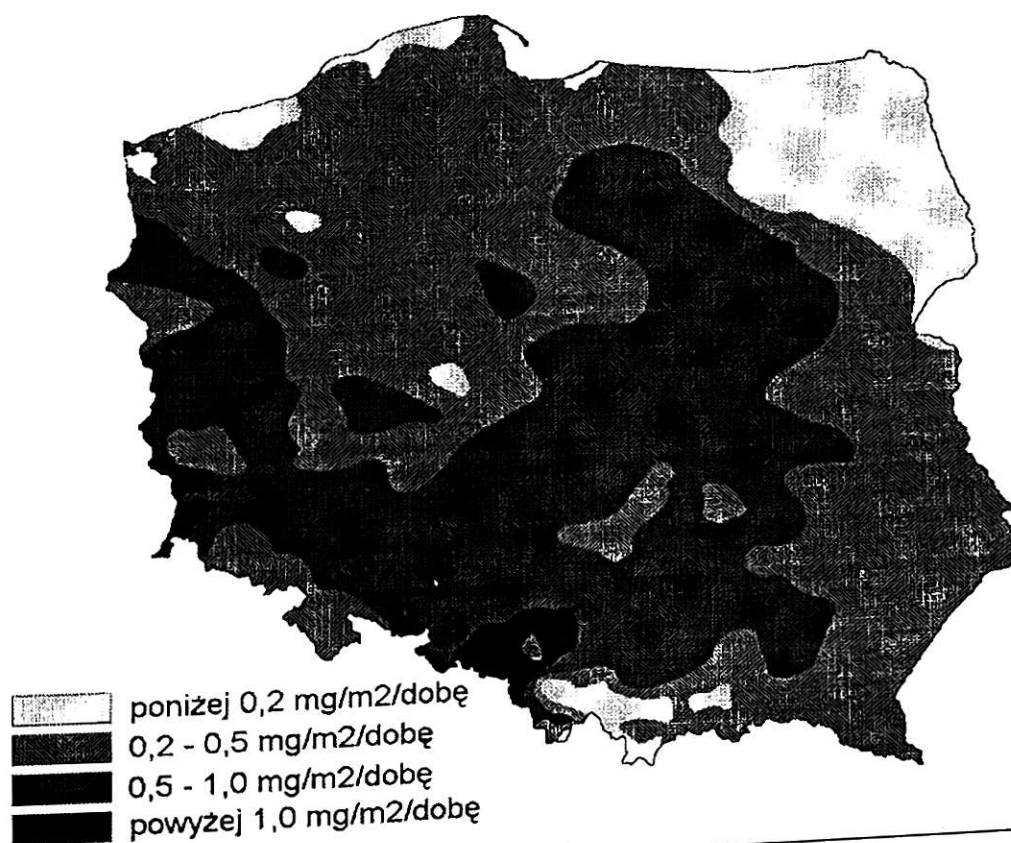
Zanieczyszczenia powietrza wpływają negatywnie na wszystkie elementy ekosystemów leśnych i są czynnikiem inicjującym wieloczynnikowe procesy chorobowe lasów, prowadzące w skrajnych przypadkach do ich całkowitego zamierania. Mechanizmy oddziaływania zanieczyszczeń powietrza na lasy stanowiły i stanowią obiekt licznych prac badawczych i znalazły szerokie odzwierciedlenie w publikacjach naukowych.

Wielkość depozytu  $\text{SO}_2$  i  $\text{NO}_x$  pozwalająca na określenie rozkładu przestrzennego i zmienności w czasie jest na terenach leśnych Polski rejestrowana od 1985 roku w sieci około 1400 punktów monitoringu technicznego. Zbierane co miesiąc informacje pozwalają na waloryzację obszaru kraju pod względem wielkości depozytu skażeń oraz na śledzenie trendów zmian tego depozytu w kolejnych latach.

Podstawową prawidłowością występującą na całym obszarze kraju jest duża różnica wielkości wskaźników zanieczyszczeń powietrza pomiędzy okresem zimowym (sezon grzewczy) a okresem letnim, wyrażająca się 2- lub nawet 3-krotnie większymi wartościami depozytu zimą. Drugą cechą, charakterystyczną w ostatnich latach, jest występująca tendencja spadku bezwzględnego ładunku zanieczyszczeń. Emisja  $\text{SO}_2$  malała z 4200 tys. ton w roku 1987 do 3210 tys. ton w roku 1990 i 2645 tys. ton w roku 1994, a emisja  $\text{NO}_x$  odpowiednio z 1530 tys. ton do 1280 tys. ton i 1120 tys. ton (1994). Zauważyć przy tym należy, że szczególnie wyraźne zmniejszenie poziomu zanieczyszczeń nastąpiło na obszarach o tradycyjnie wysokim poziomie depozytu – w Krakowskim i Katowickim. Z drugiej jednak strony odnotować należy występujący w ostatnich latach na niektórych terenach (gdańskie, toruńskie) wyraźny wzrost depozytu tlenków azotu. Przyczyną tego jest inten-



RYC. 5. Suchy depozyt SO<sub>2</sub> (przeciętna miesięczna z lat 1985-1993)



RYC. 6. Suchy depozyt NO<sub>x</sub> (przeciętna miesięczna z lat 1985-1993)

syfikacja transportu samochodowego, jednego z głównych źródeł emisji  $\text{NO}_x$ . Zamieszczona rycina 5 ilustruje przestrzenny rozkład przeciętnego miesięcznego suchego depozytu dwutlenku siarki w latach 1985-1993. Na jej podstawie stwierdzić można, że największe obciążenie depozytem  $\text{SO}_2$  (wartości powyżej  $50 \text{ mg/m}^2/\text{dobę}$ ) występowało w południowo-zachodniej części Polski, na obszarze Borów Dolnośląskich. Nieco mniejsze ( $30\text{-}50 \text{ mg/m}^2/\text{dobę}$ ) na pozostałym terenie Dolnego Śląska, na obszarze Sudetów, Niziny Wielkopolskiej, Górnego Śląska, Jury Krakowsko-Częstochowskiej, w Krakowskim, a także lokalnie w Karpatach (Beskid Śląski, Beskid Żywiecki, Beskid Niski, Pogórze Przemyskie, Pogórze Strzyżowsko-Dynowskie). Najniższe wartości depozytu  $\text{SO}_2$  (poniżej  $15 \text{ mg/m}^2/\text{dobę}$ ) występowały natomiast na terenie północno-wschodniej (olsztyńskie, białostockie, ciechanowskie) i północnej Polski (toruńskie, słupskie, koszalińskie).

Przestrzenny rozkład przeciętnych miesięcznych wartości suchego depozytu tlenków azotu z okresu 1985-1993 przedstawiono na rycinie 6. W przypadku tego polutanta, podobnie jak w odniesieniu do  $\text{SO}_2$ , występowało wyraźne zróżnicowanie poziomu depozytu w poszczególnych częściach kraju. Największy (powyżej  $1,0 \text{ mg/m}^2/\text{dobę}$ ) rejestrowany był na Górnym Śląsku oraz w okolicach Worka Żytawskiego, wysoki ( $0,5\text{-}1,0 \text{ mg/m}^2/\text{dobę}$ ) na rozległych obszarach w Polsce południowej (Dolny Śląsk, Wyżyna Krakowsko-Częstochowska, Wyżyna Małopolska) i centralnej (Nizina Mazowiecka, Nizina Wielkopolska), zaś niski ( $0,2\text{-}0,5 \text{ mg/m}^2/\text{dobę}$ ) i najniższy (poniżej  $0,2 \text{ mg/m}^2/\text{dobę}$ ) na obszarze Sudetów, Karpat i Pogórza Karpackiego, na wschodzie – Wyżyna Lubelska, Polesie Lubelskie, Nizina Podlaska, północnym-wschodzie – Pojezierze Mazurskie i północy kraju – Pojezierze Pomorskie, Pojezierze Wielkopolskie.

### Schematyczne zagospodarowanie

Sposób zagospodarowania lasu stanowi jeden z czynników determinujących skład gatunkowy, formę mieszaniny, strukturę wiekową czy wysokościową drzewostanu, a pośrednio również bogactwo roślinności dolnych pięter i dna lasu, czy różnorodności innych organizmów współtworzących ekosystem leśny. Może zatem być przyczyną zarówno jego degradacji – w przypadku zagospodarowania schematycznego, jak i formą rewitalizacji, czego przykładem jest proces przebudowy drzewostanów, czy metoda ogniskowo-biologiczna ochrony lasu. Zakładanym skutkiem tych działań jest wzrost trwałości i stabilności formacji leśnej, wyrażający się poprawą wszystkich wskaźników (kryteriów) zdrowotności: produktywności, homeostatycznej odporności na zakłócenia, różnorodności biologicznej.

Zagospodarowanie lasu, którego podstawowym celem była maksymalizacja dochodu obowiązywało powszechnie w leśnictwie europejskim od połowy ubiegłego stulecia do czasów niemal obecnych. Wiązało się ono z zastępowaniem gatunków drzew nie znajdujących zbytu lub osiągających niskie ceny, przez gatunki wysoko produkcyjne oraz upraszczaniem zróżnicowanej struktury lasu naturalnego. Doprowadziło to do dominacji gatunków iglastych – sosny na niżu i świerka w górach, powstania wielkopowierzchniowych i równoległych monokultur, zastąpienia odnowienia naturalnego – sztucznym, nadmiernego stosowania zrębów zupełnych. Jak wykazuje praktyka leśnictwa, są to czynniki sprzyjające występowaniu wielkopowierzchniowych pożarów, gradacji szkodników i epifitoz chorób grzybowych, czy braku odporności na oddziaływanie antropogenicznych czynników stre-

sowych: zanieczyszczeń powietrza, penetracji lasu (turystyka, masowe grzybobrania). Ilustracją tego jest sytuacja lasów sudeckich, których obecny zły stan był poprzedziny przez długotrwały proces ubożenia struktury gatunkowej. Przykładowo, w nadleśnictwach Stornie Śląskie i Strachocin udział drzewostanów mieszanych malał z 70% w roku 1834, poprzez 52% w 1842, 35,4% w 1872, do 4,5% w roku 1953, zaś udział litych świerczyn wzrósł w tym okresie z 30 do 96% [9]. Podobne zmiany miały miejsce na niektórych obszarach Karpat, zwłaszcza Tatr, Beskidu Śląskiego i Małego oraz częściowo Wysokiego [6]. Można przypuszczać, że zmiany te były jedną z głównych przyczyn rejestrowanych na wspomnianych obszarach niekorzystnych zjawisk: deforestacji (Sudety Zachodnie) oraz choroby opieńkowej (Karpaty).

## Podsumowanie

Nasilenie występowania wszystkich rodzajów zagrożeń środowiska leśnego nieustannie podlega zmianom i wahaniom. Na tym tle szczególnego podkreślenia wymaga systematyczne obniżanie w ostatnim dziesięcioleciu większości wskaźników charakteryzujących antropogeniczne czynniki stresowe. Maleją emisje (z około 4,2 mln ton w roku 1987 do 2,7 mln ton w 1994) i suchy depozyt dwutlenku siarki (z około 26 mg/m<sup>2</sup>/dobę do 11 mg/m<sup>2</sup>/dobę dla okresu zimowego), jak i tlenków azotu (odpowiednio z 1,5 mln ton i 0,6 mg/m<sup>2</sup>/dobę do 1,1 mln ton i 0,1 mg/m<sup>2</sup>/dobę). Następuje również powolna i nieznaczna na razie poprawa stanu zdrowotnego lasów. W 1995 roku po raz pierwszy od początku funkcjonowania monitoringu biologicznego lasów wskaźniki uszkodzenia drzewostanów (defoliacja i przebarwienie liści) były mniejsze niż w roku poprzednim, jednakże ciągle większe niż w roku 1991 czy 1992 [8]. Jest prawdopodobne, że poprawa kondycji lasu będzie występowała również w następnych latach. Związane jest to jednak nie tylko z poziomem zanieczyszczeń powietrza, ale również warunkami hydrotermicznymi, występowaniem szkodników owadzych i grzybowych chorób infekcyjnych.

## Literatura

1. **Kolk A., Lech P., Sierota Z.:** Określenie stref zagrożeń lasów Polski przez czynniki biotyczne. PIOŚ, Biblioteka Monitoringu Środowiska, Warszawa 1996.
2. **Łonkiewicz B.:** Raport o stanie lasów. DGLP, IBL, Warszawa 1996.
3. **Manion P. D.:** Tree disease concepts. Prentice-Hall, Inc., Engelwood Cliffs, New Jersey 1981.
4. **Rozwałka Z., Fonder W.:** Zalesianie gruntów porolnych w ujęciu historycznym. Postępy Techniki w Leśnictwie, nr 58, 1996.
5. **Sierota Z., Małecka M., Lech P.:** Ocena zagrożenia środowiska leśnego w 1992 r. i prognoza na rok 1993. Notatnik Naukowy IBL, nr 6 (25), 1993.
6. **Sikorska E.:** Próba oceny zubożenia karpaccich ekosystemów leśnych po wprowadzeniu sztucznych drzewostanów. Prace IBL, seria B., nr 18, 1993.
7. **Trojan P.:** Ekologia ogólna. PWN, Warszawa 1981.

**Wawrzoniak J., Małachowska J., Wójcik J., Liwińska A.:** Stan uszkodzenia lasów w Polsce w 1995 r. na podstawie badań monitoringowych. PIOŚ, Biblioteka Monitoringu Środowiska, Warszawa 1996.

**Wilczkiewicz M.:** Rys historyczny gospodarki w lasach sudeckich. Sylwan, nr 6, 1982.

## **Summary**

### **Threats to the Forest Environment in Poland**

The report presents classification and ecological characteristics of selected stressing factors in weather anomalies, moisture shortage, soil conditions, insect pests, infection diseases, air pollution, schematic management, which they all determine the condition of forests in Poland to a extremely high degree. To this end elaborations were used that had been devoted to biotic, abiotic and anthropogenic threats, being published in the recent years. They took into account the newest information on intensity of the occurrence of stressing factors, that in their majority undergo to strong fluctuations in time. In a measure of possibilities the description of threats has been illustrated graphically in the form of spatial distribution maps.