

ROMAN JASZCZAK, PIOTR GOŁOJUCH, KAZIMIERZ NIZIOŁEK

Naziemne inwentaryzacje szkód w polskich lasach powodowanych przez przemysłowe zanieczyszczenia powietrza w latach 1970-2009*

Ground inventory of damages in Polish forests caused by air contamination in years 1970-2009

ABSTRACT

Jaszczak R., Gołojuch P., Niziołek K. 2011. Naziemne inwentaryzacje szkód w polskich lasach powodowanych przez przemysłowe zanieczyszczenia powietrza w latach 1970-2009. Sylwan 155 (10): 687-701.

In Poland, since 1970, the impact of the industrial air contamination on forests was determined during the management work in individual forest districts. For that purpose, various methods were employed published in successive forest management instructions (1970, 1980, 1994 and 2003). Within the framework of large-area inventories, since 1983, forest health and sanitary conditions were also determined on the entire area of Poland (1983, 1985, 1988, 1991, 1999-2001, 2005-2009). The size of imissions reaching stands was assessed on the basis of the so-called technical monitoring carried out jointly by the Office of Forest Management and Forest Geodesy and Forest Research Institute. The aim of the study is to present a short historical outline as well as to review advantages and disadvantages of the applied methods and their significance for Polish forestry.

KEY WORDS

damage zones, endangered zones, degree of damage, large-area inventories, technical monitoring, biological monitoring, industrial imissions

ADDRESSES

Roman Jaszczak – e-mail: romanj@up.poznan.pl

Piotr Gołojuch – e-mail: piotrgol@wp.pl

Kazimierz Niziołek – e-mail: kazimierzn@gmail.com

Katedra Urządzania Lasu; Uniwersytet Przyrodniczy; ul. Wojska Polskiego 71 C; 60-625 Poznań

Wstęp

Na przestrzeni lat monitoring lasów w Polsce doczekał się wielu opracowań naukowych [Dmyterko 1992a, b, 1993, 1996, 1998, 1999, 2006; Beker 1993, 1994a, b, 1997, 2003; Dmyterko, Bruchwald 1998, 2000a-d, 2001; Jaszczak 1998, 1999a, 2000a-d, 2001a, b, 2005a, b, 2007a, b, 2008a-d; Buchwald, Dmyterko 1999; Wójcik 2002; Wójcik, Czarnecka 2001; Wójcik, Buczkowski 2002], dydaktycznych [Jaszczak 1999b], popularnonaukowych [Lemke 1960, 1961, 1963; Kawecka 1972; Bosiak 1984, 1985; Dunikowski 1984, 1986; Zajączkowski 1990, 1993, 1995a, b; Jaszczak, Gołojuch 1998; Jaszczak 2004; Jaszczak i in. 2008; Niziołek 2010a-d] i raportów [Bosiak i in. 1983; Fuchs 1984a, b; Wawrzoniak i in. 1989; Smykała 1991a, b, 1992, 1994, 1996; Chwojka i in. 1994].

* W pracy wykorzystano treści referatu pt. „Naziemne metody inwentaryzacji szkód w polskich lasach od przemysłowych zanieczyszczeń powietrza atmosferycznego” wygłoszonego na konferencji „Klęski żywiołowe w leśnictwie”, Poznań-Puszczykowo, 16-18.06.2010.

Podstawowym źródłem informacji o stanie i zasobach leśnych w Polsce były i są inwentaryzacje naziemne. Obecnie jest to obowiązek prawny wynikający z zapisów Ustawy o lasach [1991], z której wynika, że:

„W celu realizacji trwale zrównoważonej gospodarki leśnej Lasy Państwowe obowiązane są w szczególności do:

- 1) inicjowania, koordynowania i prowadzenia okresowej oceny stanu lasów i zasobów leśnych oraz prognozowania zmian w ekosystemach leśnych,*
- 2) sporządzania okresowych wielkoobszarowych inwentaryzacji stanu lasów oraz aktualizacji stanu zasobów leśnych,*
- 3) prowadzenia banku danych o zasobach leśnych i stanie lasów”.*

Jednym z podstawowych zadań monitoringu lasów w Polsce było przez wiele lat określenie wielkości emisji przemysłowych docierających do ekosystemów oraz określenie skutków ich oddziaływania na drzewostany. Znajomość stanu lasu była ważna zarówno z punktu widzenia leśników, którzy musieli ponosić dodatkowe koszty na hodowlę i ochronę lasu, jak i przemysłu, który musiał ponosić kary pieniężne za niszczenie środowiska i dodatkowe nakłady na zmniejszenie emisji [Jaszczak 2001b].

W historii polskiego leśnictwa szczególnie istotne były dane o wielkości szkód powstających w drzewostanach m.in. na skutek przemysłowych zanieczyszczeń powietrza. Rangę problemu w Polsce podkreśla fakt, że od dawna lasy trwale uszkodzone na skutek działalności przemysłu uznawane są za jedną z kategorii lasów ochronnych. Instrukcja Urządzenia Lasu [1957] wyróżniała wśród lasów strefy zieleni wysokiej m.in.:

*„– lasy wokół ośrodków przemysłowych,
– lasy na obszarach przemysłowych o gęstym zaludnieniu”.*

Kolejne wydanie Instrukcji [1970] rozbudowało zakres informacji co do lasów zieleni wysokiej, wśród których wymieniono:

*„– lasy wokół zakładów przemysłowych, spełniające głównie funkcje ochrony ludności przed szkodliwym wpływem zanieczyszczeń atmosfery,
– lasy na wielkoobszarowych terenach przemysłowych, spełniające w różnym stopniu (zależnie od usytuowania) funkcje ochrony ludności przed szkodliwym wpływem zanieczyszczeń atmosferycznych oraz funkcje zdrowotno-rekreacyjne”.*

Niezależnie od lasów zieleni wysokiej wyodrębniano jeszcze:

„– drzewostany leżące w I, II i III strefach wpływów przemysłowego zanieczyszczenia powietrza atmosferycznego”,

co miało związek z opracowaniem i wdrożeniem do praktyki urzędzeniowej pierwszej instrukcji oceny stopnia uszkodzenia drzewostanów.

W kolejnej Instrukcji Urządzenia Lasu [1980] pojawiły się zapisy, że w lasach grupy I wyróżnia się m.in.:

*„– lasy strefy zieleni wysokiej, położone wokół zakładów przemysłowych, spełniające głównie funkcje ochrony ludności przed szkodliwym wpływem zanieczyszczeń w atmosferze,
– lasy w strefie oddziaływania przemysłu, położone na terenach zagrożenia przez emisje pyłów i gazów wydzielanych przez zakłady przemysłowe”.*

W ostatnich dwóch wydaniach instrukcji wśród lasów ochronnych wymieniono „*lasy uszkodzone przez przemysł*” [1994] i lasy „*trwale uszkodzone na skutek działalności przemysłu*” [2003].

W latach dziewięćdziesiątych XX wieku problem szkód od przemysłowych zanieczyszczeń atmosferycznych urosł do tego stopnia, że wyróżniono tzw. obszary problemowe leśnictwa (Warszawski, Legnicko-Głogowski, Karkonosko-Izerski, Wschodnio-Sudecki oraz Górnosląski) [Łonkiewicz 1993]. Uznawano za nie obszary o złożonej strukturze zagospodarowania i znaczącym udziale lasów, na którym występujące konflikty przestrzenne wynikające ze stanu lasu, poziomu ich wewnętrznych zagrożeń oraz roli lasów w kształtowaniu równowagi ekologicznej, zasadniczo ograniczały możliwości osiągnięcia celów leśnictwa w ramach normalnej gospodarki leśnej. Oznaczało to, że rozwiązanie występujących konfliktów wykraczało poza możliwości leśnictwa i wymagało aktywnych działań z zakresu wielu gałęzi gospodarki narodowej, przede wszystkim z zakresu ochrony i kształtowania środowiska [Łonkiewicz 1991, 1993].

Celem opracowania jest przedstawienie krótkiego rysu historycznego podstawowych form inwentaryzacji, w których przynajmniej jednym z celów było określenie wpływu przemysłowych zanieczyszczeń atmosferycznych na polskie lasy. Przedstawione będą najważniejsze podstawy metodyczne oraz zalety i wady przyjmowanych założeń i ich znaczenie dla polskiego leśnictwa.

Rys historyczny

Na poziomie nadleśnictwa ocena wpływu przemysłowych zanieczyszczeń powietrza atmosferycznego pojawiła się w drugiej połowie lat sześćdziesiątych XX wieku, kiedy to w 1967 roku przeprowadzona została wstępna, testowa inwentaryzacja drzewostanów, które znajdowały się pod negatywnym wpływem gazów i pyłów (ryc.). W 1970 roku pojawiła się pierwsza instrukcja oceny stopnia uszkodzenia drzewostanów, wyróżniająca tzw. strefy zagrożeń według jednakowych kryteriów w skali całego kraju [Latocha, Cimander 1976; Dunikowski, Kowalkowski 1980; Bosiak i in. 1983-1984]. Obowiązywała ona w czasie I i II rewizji urządzania lasu. W okresie III rewizji urządzania lasu wprowadzono zasady ustalania tzw. stref uszkodzenia lasu na obszarach będących pod wpływem negatywnego oddziaływania pyłów i gazów [Dmyterko 1992a; Instrukcja... 1994]. Od 2003 roku określa się tzw. stopień uszkodzenia drzewostanów, które mają powyżej 20 lat [Instrukcja... 2003], jednak w tym przypadku wpływ emisji przemysłowych jest już tylko jedną z wielu możliwych przyczyn określonego stanu lasu (tab. 1).

Ocenę wpływu przemysłowych zanieczyszczeń powietrza atmosferycznego na ekosystemy leśne w skali całego kraju datuje się od pierwszej połowy lat osiemdziesiątych XX wieku. W 1983 roku przeprowadzono pierwszy raz w Polsce wielkoobszarową inwentaryzację zdrowotnego i sanitarnego stanu lasu w Lasach Państwowych. Jedną z podstawowych przyczyn podjęcia decyzji o jej przeprowadzeniu było znaczne obciążenie środowiska leśnego emisjami przemysłowymi. Kolejne inwentaryzacje miały miejsce w latach 1985, 1988, 1991 oraz 1999-2001 (tab. 2) [Musiał 1982; Fuchs 1984a, b; Smykała 1985, 1986, 1991a, b, 1992, 1994, 1996; Zajączkowski 1990]. W 1998 roku wykonano taką inwentaryzację także w lasach prywatnych. Od 2005 roku prowadzona jest kompleksowa inwentaryzacja stanu lasu, której celem jest ocena stanu lasu i kierunków zmian w skali wielkoobszarowej w lasach wszystkich kategorii własności, a emisje przemysłowe są tylko jednym z wielu badanych czynników oddziałujących na drzewostany [Instrukcja... 2005]. W 2009 roku zakończono pierwszy pięcioletni jej cykl i rozpoczęto kolejny.

W latach 1985-1994 funkcjonował w Polsce monitoring techniczny, związany z pomiarem zanieczyszczeń powietrza w lasach (tab. 3). W latach 1984-1986 Biuro Urządzania Lasu i Geodezji Leśnej (BULiGL) założyło stałe powierzchnie obserwacyjne (SPO-BULiGL), na których

przede wszystkim zbierano dane dotyczące oceny tempa zamierania drzew oraz przemieszczanie się drzew między stopniami zdrowotności w zależności od stwierdzonego stanu wejściowego. Na ich podstawie opracowywano wariantowe prognozy kształtowania się stanu zdrowotnego lasu oraz tempa zamierania drzew w następnych latach. W latach, w których nie wykonywano inwentaryzacji wielkopowierzchniowej, na ich podstawie szacowano stan zdrowotny lasów [Zajączkowski 1990, 1993, 1995a, b]. W 1989 roku Instytut Badawczy Leśnictwa (IBL) przystąpił do założenia sieci stałych powierzchni obserwacyjnych (SPO-IBL), nazwanych umownie monitoringiem biologicznym. W 1995 roku nastąpiło połączenie powierzchni prowadzonych przez BULIGL i IBL. W jego ramach realizowany był także monitoring przemysłowych zanieczyszczeń powietrza. Od 2005 roku trwa integracja tej formy monitoringu lasu z powierzchniami wielkoobszarowej inwentaryzacji stanu lasu (tab. 3).

Znaczenie dla polskiego leśnictwa

INSTRUKCJE URZĄDZANIA LASU. Z analizy zalet i wad metod związanych z ustalaniem, w ramach prac urzędzeniowych w nadleśnictwach, zasięgu szkód powodowanych przez przemysłowe zanieczyszczenia atmosfery (tab. 4) wynika, że na przestrzeni lat zmieniały się nazwy stref, ich liczba oraz kryteria ich wyróżniania, co powoduje określone trudności w śledzeniu trendów zmian dotyczących kondycji i stanu drzewostanów w danym nadleśnictwie. O przynależności drzewostanów do określonej strefy decydował stan drzew, wybieranych subiektywnie przez taksatora, z jednej rozpoznawczej powierzchni próbnej, która reprezentowała od 50 do nawet

Instrukcje urządzania lasu	Inwentaryzacje wielkopowierzchniowe	SPO-BULiGL	Monitoring techniczny	SPO-IBL
1967	1983	początek od 1984 roku	początek w 1985 roku	początek w 1989 – monitoring biologiczny
1970	1985	1995 rok – integracja z SPO-IBL	koniec w 1994 integracja z SPO-IBL	od 1995 roku pomiar depozytu zanieczyszczeń
1980	1988			
1994	1991			od 2005 integracja z inwentaryzacją wielkoobszarową
2003	1998			
	1999-2001			
	2005-2009			

Ryc.

Nazienne inwentaryzacje związane z określaniem szkód od przemysłowych zanieczyszczeń powietrza w Polsce w latach 1967-2009

Ground inventories associated with the determination of damages from industrial air contamination in Poland in years 1967-2009

Tabela 1.

Podstawowe charakterystyki metod związanych z ustalaniem zasięgu szkód powodowanych przez przemysłowe zanieczyszczenia powietrza w ramach prac urzędzi-
niowych w nadleśnictwach
Major characteristics of methods associated with the determination of ranges of damages caused by industrial air contamination within the framework of management
work in individual forest districts

	Instrukcja urządzania lasu z roku		
	Inwentaryzacja z roku 1967	1970 i 1980	1994 2003
Gatunki wskaźnikowe	sosna	sosna, świerk, jodła	sosna, świerk, jodła (ocena szczegółowa), gatunki liściaste (ocena ogólna)
Wiek drzew	brak danych	30-70 lat	40-80 (100) lat
Drzewa próbne	ścięte	ścięte	od 21 lat wzwyż stojące
Kryteria oceny	– długość igłwia – stropień poparzenia igieł – liczba roczników igieł – zahamowanie przyrostu	– długość i kształt igłwia – barwa igłwia – liczba roczników igieł na pędzie – przyrost wysokości – żywotność drzewa	– stan aparatu asymilacyjnego – stan pędów głównych i bocznych – stan pnia – stan korzeni
Jedna powierzchnia charakteryzuje	brak danych	50 ha lasu	każdy drzewostan w wieku 21 lat i wyżej
Nazwy stref/stopni	– strefa uszkodzeń słabych (I) – strefa uszkodzeń średnich (II) – strefa uszkodzeń silnych (III)	– strefa wolna od zagrożeń (0) – strefa słabego zagrożenia (I) – strefa średniego zagrożenia (II) – strefa silnego zagrożenia (III)	– stopień uszkodzenia 0 – stopień uszkodzenia I – stopień uszkodzenia II – stopień uszkodzenia III
Imisje przemysłowe jako podstawa czynnik szkodliwotwórczy	tak	tak	nie

Tabela 2.
 Porównanie metod inwentaryzacji wielkopowierzchniowych z lat 1983-2001
 Comparison of inventory methods of large-area inventories from years 1983-2001

Wyszczególnienie	Metody inwentaryzacji wielkopowierzchniowej	Inwentaryzacja w roku
Kryteria oceny stanu zdrowotnego	Metoda polska: – stanowisko biosocjalne, – stopień uszkodzenia korony, – barwa aparatu asymilacyjnego, – stan strzały. Kryteria europejskie: – ocena defoliacji. – zdrowe, – osłabione, – silnie osłabione, – obumierające	1983, 1985, 1988 1988, 1991, 1998, 1999-2001 1983, 1985, 1988
Podział drzew ze względu na stan zdrowotny	– bez uszkodzeń (do 10% ubytku aparatu asymilacyjnego) – słabo uszkodzone (11-25% ubytku aparatu asymilacyjnego), – średnio uszkodzone (26-60% ubytku aparatu asymilacyjnego), – silnie uszkodzone (powyżej 60% ubytku aparatu asymilacyjnego)	1988, 1991, 1998, 1999-2001
Podział drzew ze względu na stan sanitarny	– posusz czynny, – posusz jałowy, – złomy i wywroty świeże, – złomy i wywroty starsze	1983, 1985, 1988, 1991, 1998, 1999-2001
Przydatność gospodarstwa drzew żywych i martwych	– drewno wielkowymiarowe, – drewno średniowymiarowe, – drewno stosowe – drewno poniżej normy opał	1983, 1985, 1988, 1991, 1998, 1999-2001
Forma własności lasów	Lasy Państwowe Lasy prywatne	1983, 1985, 1988, 1991, 1999-2001 1998

Tabela 3.

Podstawowe charakterystyki metodyki pomiaru zanieczyszczeń powietrza w lasach w ramach monitoringu technicznego (1984-1994) i monitoringu biologicznego (1995-2005)

Basic methodology characteristics of air contamination measurements in forests within the framework of forest technical (1984-1994) and biological (1995-2005) monitoring

Wyszczegół.	Monitoring techniczny	Monitoring biologiczny
Lokalizacja powierzchni	<p>Na terenach leśnych w miejscach otwartych, w odległości od ściany lasu minimum o 50 m. Sieć punktów pomiarowych była zagęszczana lub rozgęszczana, w zależności od istniejącego lub przewidywanego zagrożenia przez emisje przemysłowe. Wynosić ona miała:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 2×2 km (1 punkt pomiarowy na około 400 ha) – w niektórych parkach narodowych; - 4×4 km (1 punkt pomiarowy na około 1600 ha) – w większości nadleśnictw RDLP Wrocław, Katowice, Kraków, Radom, Lublin i Zielona Góra; - 8×8 km (1 punkt pomiarowy na około 6400 ha) – na terenach o mniejszym zagrożeniu imisjami przemysłowymi; - 16×16 km (1 punkt pomiarowy na około 25 600 ha). <p>Na około 1400 punktach pomiarowych mierzono zanieczyszczenia gazowe, a na ponad 350 punktach opad pyłów</p>	<p>Na terenach leśnych w pobliżu każdej ze 148 SPO II rzędu, w odległości od ściany lasu minimum o 50 m, maksymalnie około 1 km</p>
Zakres pomiarów	<p>a) opad pyłów mierzono metodą sedymentacyjną, b) zanieczyszczenia gazowe (SO₂, NO_x i F) określano metodą pasywną</p>	<p>a) określenie wskaźnika SO₂ i NO_x metodą kontaktową, b) określenie koncentracji SO₂ i NO_x metodą pasywną ze spektrofotometrycznym oznaczeniem próbek do kwietnia 1996 roku, a od tej daty – chromatograficznie, c) określenie opadu pyłów metodą sedymentacyjną wraz z określeniem depozytu metali ciężkich: Zn, Pb, Cd, Ca, Cu i Fe – metodą spektrofotometrii atomowej, d) ustalenie pH i składu chemicznego opadów atmosferycznych oznaczając: Ca²⁺, K⁺, Na⁺, Mg²⁺, Al³⁺, Fe²⁺, Mn²⁺ i NH₄⁺ – metodą spektrofotometrii atomowej, oraz SO₄²⁻, Cl⁻, NO₃⁻, HCO₃⁻ – metodą chromatografii jonowej</p>
Okresy pomiarowe	<p>Prace terenowe prowadzono z rozbięciem na dwa okresy: a) okres letni – od 15 kwietnia do 15 października, b) okres zimowy – od 16 października do 14 kwietnia. Okres ekspozycji świec kontaktowych i pojemników na pył – 30 dni</p>	<p>Depozyt metali ciężkich – raz na kwartał. Pozostałe – 1 raz w miesiącu</p>

Tabela 4.

Zalety (+) i wady (-) metod związanych z ustalaniem zasięgu szkód powodowanych przez przemysłowe zanieczyszczenia powietrza w ramach prac urzędzeniowych

Advantages (+) and disadvantages (-) of methods associated with the determination of the range of damages caused by industrial air contamination within the framework of management work

Wyszczególnienie	Inwentaryzacja (1967) i instrukcje zarządzania lasu z lat
Konieczność ścinania drzew próbnych (-)	1967, 1970, 1980
Drzewa próbne stojące (+)	1994, 2003
Brak zasad wyboru drzew próbnych (-)	1967, 1970, 1980, 2003
15 drzew z drzewostanu panującego, ale wybór należał do taksatora (+/-)	1994
Gatunkami wskaźnikowymi były tylko gatunki iglaste (-)	1967, 1970, 1980
Gatunkami wskaźnikowymi były gatunki iglaste, ale dopuszczano także ogólną ocenę gatunków liściastych (+/-)	1994
Ocena dotyczy wszystkich gatunków drzew w drzewostanach powyżej 20 lat (+)	2003
Brak dokładnych definicji ocenianych cech (-)	1967, 1970, 1980, 2003
Dokładnie opisane oceniane cechy (+)	1994
Ocena jedynie w przypadku ewidentnych szkód w drzewostanach (-)	1967, 1970, 1980
Ocena obligatoryjna (+)	1994, 2003
Badano wpływ przemysłowych zanieczyszczeń powietrza na lasy w oparciu o cechy koron (-)	1967, 1970, 1980, 1994
Uszkodzenia drzewostanów wiązano tylko z przemysłowymi zanieczyszczeniami powietrza (-)	1967, 1970, 1980, 1994
Imisje przemysłowe są tylko jedną z możliwych przyczyn uszkodzenia drzewostanów (+)	2003
Inwentaryzacja wykonywana tylko w Lasach Państwowych (-)	1967, 1970, 1980, 1994, 2003
Powierzchnie próbne czasowe jedynie na potrzeby danej inwentaryzacji (-)	1967, 1970, 1980, 1994, 2003
Połączenie inwentaryzacji z wyceną strat (+)	1967, 1970, 1980
Zaniechanie wyceny strat (-)	1994, 2003
Jednolite kryteria oceny dla całego kraju (+)	1967, 1970, 1980, 1994, 2003
Uwzględnianie wyników oceny w planowaniu hodowlanym (+)	1970, 1980, 1994, 2003
Wyniki obowiązują przez 10 lat, niezależnie od zachodzących w międzyczasie zmian w drzewostanach (-)	1967, 1970, 1980, 1994, 2003

200 ha lasu. Drzewa i powierzchnie nie były trwale oznakowane w terenie, co uniemożliwiało praktycznie wiarygodne porównywanie wyników z kolejnych prac urzędzeniowych w danym nadleśnictwie. Na podkreślenie zasługuje fakt, że wprowadzono jednolite kryteria oceny wpływu imisji przemysłowych na polskie lasy. Jednak były one dobrze opracowane jedynie dla iglastych gatunków wskaźnikowych, natomiast dla gatunków liściastych takich kryteriów nie było (metoda z 1970 roku), albo (od 1994 roku) były one bardzo ogólnikowe, co nie służyło obiektywnej ocenie uszkodzenia ich koron.

Strefy zagrożenia (uszkodzenia) wyróżniano jedynie ze względu na jeden czynnik sprawczy – emisje przemysłowe, które do połowy lat dziewięćdziesiątych XX wieku miały faktycznie istotny wpływ na stan polskich lasów. Jednak od tego momentu wskazuje się na kompleksowy

wpływ różnych czynników. Wpływ imisji oceniano jedynie na podstawie stanu koron drzew, bez łączenia tej informacji z wynikami np. monitoringu technicznego. Ustalanie stref uszkodzenia (zagrożenia) oraz stopni uszkodzenia odbywało lub odbywa się raz na dziesięć lat, w toku prac urzędniowych w danym nadleśnictwie, co stawia pod znakiem wiarygodność takiej oceny, na podstawie której raz określony stopień uszkodzenia drzewostanów obowiązuje całą dekadę. Dotyczyło to zwłaszcza lat dziewięćdziesiątych XX wieku, kiedy to nastąpiła wyraźna poprawa stanu drzewostanów, a w zestawieniach statystycznych udział lasów uszkodzonych przez przemysł ciągle wzrastał z 1 089 tys. ha w 1990 roku do 2 224 tys. ha w 1995 roku i 4 235 tys. ha w 2002 roku [Jaszczak 2007a].

Strefy wyróżniano na podstawie wskaźnika uszkodzenia, którego przedziały były nierówne – dla stref 0 i III rozstęp wynosił 0,5, a dla stref I i II – 1,0, co w konsekwencji powodowało, że przechodzenie drzewostanów z jednej strefy uszkodzenia do drugiej było mało dynamiczne i rzadkie, nawet w przypadku znaczącego spadku wartości wskaźnika uszkodzenia, np. z 1,49 do 0,51 (drzewostan pozostawał w strefie I). Przynależność drzewostanów do stref wiązano z redukcją bieżącego przyrostu miąższości (w strefie I o 25%, w II o 50% i w III o 75%), jednak obecnie ocenia się, że dotychczas przyjmowane wskaźniki redukcyjne dla poszczególnych stref często, zwłaszcza w dużej odległości od źródeł zanieczyszczeń przemysłowych, były za duże i powinny być poddane empirycznej weryfikacji. Do tego czasu zrezygnowano z ich stosowania. Obecnie w przypadku stopnia uszkodzenia otrzymuje się informację o kondycji każdego z taksowanych drzewostanów (ale tylko od 21 lat wzwyż), ale ich stan niekoniecznie musi wynikać z wpływu imisji przemysłowych.

MONITORING TECHNICZNY. Metoda pasywna umożliwiła jedynie pomiar tzw. depozytu suchego, czyli ilości skażeń, jakie osadzały się na koronach drzew i jakie docierały do gleby bez udziału opadów atmosferycznych, natomiast metoda sedymentacyjna obarczona była błędem wynikającym z nawiewania do pojemników pomiarowych cząstek organicznych i mineralnych. Mimo to duża liczba punktów pozwalała na wiarygodne ocenienie rozkładu imisji w polskich lasach. W ramach tej formy monitoringu wyróżniano cztery strefy skażeń zanieczyszczeniami gazowymi i określono cztery przedziały wielkości depozycji zanieczyszczeń pyłowych (tab. 5). Na podstawie otrzymanych wyników opracowywano mapy ich przestrzennego rozkładu.

INWENTARYZACJE WIELKOBSZAROWE. Przez wiele lat inwentaryzacja wielkoobrazowa dostarczała informacji o stanie zdrowotnym i sanitarnym lasu jedynie dla Lasów Państwowych, co uniemożliwiało uzyskanie pełnego obrazu o kondycji naszych lasów. Ponadto polskie kryteria oceny stanu zdrowotnego lasu były zbyt liberalne w stosunku do kryteriów europejskich, przez co wyniki oceny stanu i kondycji polskich lasów były nieprawdziwe i dalekie od ich rzeczywistego stanu (tab. 6). Zastosowanie kryteriów europejskich umożliwiło z jednej strony stwierdzenie rzeczy-

Tabela 5.

Stężenie zanieczyszczeń gazowych [mg/m²/dobę] i pyłowych [g/m²/miesiąc] w ramach monitoringu technicznego w Polsce w latach 1985-1994

Gaseous [mg/m²/day] and dust [g/m²/month] contamination concentrations within the framework of forest technical monitoring in Poland in years 1985-1994

Stężenie	SO ₂	NO _x	F	Opad pyłu
Niskie	0,000 - 10,000	0,000 - 0,200	0,000 - 0,030	0,000 - 1,000
Średnie	10,001 - 30,000	0,201 - 0,500	0,031 - 0,060	1,001 - 3,000
Wysokie	30,001 - 50,000	0,501 - 1,000	0,0601 - 0,100	3,001 - 8,000
Bardzo wysokie	powyżej 50,000	powyżej 1,000	powyżej 0,100	powyżej 8,000

wistego stanu polskich lasów, a z drugiej strony porównanie stanu polskich lasów ze stanem lasów w całej Europie. W 2005 roku nastąpiła jakościowa zmiana w podejściu do inwentaryzacji wielkoobszarowej, wynikająca m.in. z jej kompleksowości i zbierania informacji o lasach wszystkich kategorii własności i różnych form ich ochrony.

SPO-BULiGL i SPO-IBL. Na specjalnych powierzchniach obserwacyjnych BULiGL i IBL zbierano dane dotyczące oceny tempa zamierania drzew oraz przemieszczania się drzew między stopniami zdrowotności w zależności od stwierdzonego stanu wejściowego. Na ich podstawie opracowywano wariantowe prognozy kształtowania się stanu zdrowotnego lasu oraz tempa zamierania drzew w następnych latach. Ponadto w latach, w których nie wykonywano inwentaryzacji wielkopowierzchniowej, na ich podstawie szacowano stan zdrowotny lasów. Powierzchnie prowadzone przez IBL stwarzały możliwość powiązania wyników monitoringu zanieczyszczeń z wynikami innych form monitoringu biologicznego lasów.

Podsumowanie

W Polsce naziemne metody inwentaryzacji szkód w lasach uwzględniające wpływ przemysłowych zanieczyszczeń powietrza datują się od drugiej połowy lat sześćdziesiątych XX wieku. Początkowo wynikało to z potrzeby uzyskania informacji o stanie zdrowotnym i sanitarnym drzewostanów oraz podejmowania koniecznych przeciwdziałań, mających na celu poprawę ich kondycji, a w skrajnym przypadku odbudowę zniszczonych działaniem zanieczyszczeń przemysłowych ekosystemów leśnych. W latach dziewięćdziesiątych XX wieku wpływ wspomnianego czynnika na polskie lasy zaczął maleć. Zwrócono więc uwagę na inne czynniki abiotyczne i biotyczne. Pojawiły się nowe metody oceny stanu i kondycji lasów, w których emisje przemysłowe są już tylko jednym z wielu niekorzystnych czynników. Jednocześnie zbieranie informacji o lasach stało się obowiązkiem prawnym, a nie wynikającym tylko z doraźnych potrzeb.

Polskie leśnictwo starało się zbierać informacje o stanie lasów i zasobach leśnych, uwzględniając zmieniającą się sytuację polityczną i gospodarczą naszego kraju. Obecnie stosowanie nowoczesnych technik informatycznych i sprzętu umożliwia zbieranie coraz większej liczby danych, których szybkie przetworzenie daje coraz bardziej obiektywny obraz stanu naszych lasów, co przekłada się na bardziej trafne działania mające na celu zachowanie ekosystemów leśnych dla przyszłych pokoleń.

Tabela 6.

Zalety (+) i wady (–) metod inwentaryzacji wielkopowierzchniowych z lat 1983-2001
Advantages (+) and disadvantages (–) of large-area inventory methods from years 1983-2001

Metoda inwentaryzacji	Inwentaryzacja w latach
„Metoda polska” nie oddawała rzeczywistego stanu polskich lasów (–)	1983, 1985, 1988
„Kryteria europejskie” oddały rzeczywisty stan polskich lasów (+)	1988, 1991, 1998, 1999-2001
Tylko Lasy Państwowe (–)	1983, 1985, 1988, 1991, 1999-2001
Tylko prywatne (–)	1998
Inwentaryzacja jednorazowa (–)	1983, 1985, 1988, 1991, 1998,
Inwentaryzacja rozbita na trzy lata (–)	1999-2001
Lokalizacja i liczba powierzchni wynikała z siatki kwadratów (+)	1983, 1985, 1988, 1991, 1998, 1999-2001
Powierzchnie próbne kołowe (+)	1983, 1985, 1988, 1991, 1998, 1999-2001

Literatura

- Beker C. 1993. Ocena defoliacji drzew jako podstawowe kryterium klasyfikacji stanu zdrowotnego lasu. Pr. Inst. Bad. Leśn. ser. B 18: 89-94.
- Beker C. 1994a. Ocena korony sosny zwyczajnej dla potrzeb określania stanu zdrowotnego drzew. PTPN, Pr. Kom. Nauk Roln. i Kom. Nauk Leśn. 77: 15-19.
- Beker C. 1994b. Lokalna inwentaryzacja stanu zdrowotnego drzewostanów sosnowych w LZD Murowana Goślina. Sylwan 138 (12): 79-88.
- Beker C. 1997. Dendrometryczna charakterystyka wybranych drzewostanów sosnowych znajdujących się pod wpływem emisji przemysłowych. Wyd. SGGW, Warszawa.
- Beker C. 2003. Kryteria oceny stanu drzewostanów sosnowych. W: Miler A. [red.]. Kształtowanie i ochrona środowiska leśnego. Wyd. AR Poznań. 648-660.
- Bosiak A. 1984. Stan zagrożenia środowiska leśnego w Polsce. Las Polski 8: 11-15.
- Bosiak A. 1985. Aktualny i przewidywany stan zagrożenia lasów przez przemysł w Polsce. W: Problemy zagrożenia środowiska leśnego w Polsce. Min. Leśn. i Przem. Drzew., Nacz. Zarząd LP, Inst. Bad. Leśn., Warszawa. 23-30.
- Bosiak A., Dmyterko E., Kłubińska T. 1983-1984. Informacja o wynikach powszechnej inwentaryzacji szkód przemysłowych, górniczych i komunalnych w lasach kraju. Inst. Bad. Leśn., Zakład Urządzania Lasu, Warszawa.
- Bruchwald A., Dmyterko E. 1999. Reakcja przyrostowa dębu w powiązaniu ze stopniem uszkodzenia korony. Sylwan 143 (2): 47-58.
- Chwojka M., Liwińska A., Wawrzoniak J. 1994. Zanieczyszczenia powietrza w lasach. Okres zimowy 1993/1994 – zanieczyszczenia gazowe. Rok 1993 – zanieczyszczenia. Inst. Bad. Leśn., Warszawa.
- Dmyterko E. 1992a. Struktura uszkodzenia drzewostanów na podstawie wielkoobszarowej inwentaryzacji stanu uszkodzenia lasu w 1991 roku. Notat. Nauk. Inst. Bad. Leśn. 9 (19).
- Dmyterko E. 1992b. Strefy uszkodzenia lasu a planowanie hodowlane. W: Urządzanie lasu – stan i perspektywy rozwoju. Inst. Bad. Leśn., Warszawa. 141-145.
- Dmyterko E. 1993. Monitoring wpływu zanieczyszczeń powietrza na lasy metodą drzewostanową na podstawie stałych powierzchni obserwacyjnych. Pr. Inst. Bad. Leśn. ser. B 18: 12-25.
- Dmyterko E. 1996. Metoda drzewostanowa w ocenie uszkodzenia lasu. W: Reakcje biologiczne drzew na zanieczyszczenia przemysłowe. III Krajowe Sympozjum. Kórnik, 23-26 maja 1994. Wyd. Sorus. 287-295.
- Dmyterko E. 1998. Metody określania uszkodzenia drzewostanów dębowych. Sylwan 142 (10): 29-38.
- Dmyterko E. 1999. Kryteria oceny uszkodzenia drzewostanów bukowych. Sylwan 143 (9): 31-45.
- Dmyterko E. 2006. Cechy korony jako podstawa metody określania uszkodzenia drzewostanów olszy czarnej [*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.]. Pr. Inst. Bad. Leśn., Rozprawy i monografie 5. Warszawa.
- Dmyterko E., Bruchwald A. 1998. Weryfikacja metod określania uszkodzenia drzewostanów dębowych. Sylwan 142 (12): 11-21.
- Dmyterko E., Bruchwald A. 2000a. Wielkopowierzchniowa metoda określania stopnia uszkodzenia drzewostanów dębowych i bukowych. Pr. Inst. Bad. Leśn. ser. A 3 (901): 17-33.
- Dmyterko E., Bruchwald A. 2000b. Metody określania stopnia uszkodzenia drzewostanów bukowych i ich weryfikacja. Sylwan 144 (5): 49-60.
- Dmyterko E., Bruchwald A. 2000c. Reakcja przyrostowa brzozy brodawkowatej (*Betula pendula* Roth.) rosnącej na terenie Nadleśnictwa Olkusz. Sylwan 144 (6): 15-25.
- Dmyterko E., Bruchwald A. 2000d. Rozwój korony brzozy brodawkowatej (*Betula pendula* Roth.). Sylwan 144 (1): 11-17.
- Dmyterko E., Bruchwald A. 2001. Rozwój ugałęzienia w koronie młodej brzozy brodawkowatej (*Betula pendula* Roth.). Sylwan 145 (12): 19-26.
- Dunikowski S. 1984. Projekt pomiaru zanieczyszczeń powietrza w lasach. Las Polski 8: 15-17.
- Dunikowski S. 1986. Pomiar zanieczyszczeń powietrza w lasach (monitoring techniczny). Las Polski 4: 15-17.
- Dunikowski S., Kowalkowski A. 1980. Problemy zagospodarowania terenów leśnych w zasięgu emisji Zakładów Azotowych w Puławach. Sylwan 124 (11): 69-76.
- Fuchs S. 1984a. Wyniki inwentaryzacji wielkopowierzchniowej – stan zdrowoty lasów. Las Polski 5: 6-10.
- Fuchs Z. 1984b. Wyniki inwentaryzacji wielkopowierzchniowej – stan sanitarny lasów. Las Polski 6: 20-22.
- Gadzikowski R. 1971. Oddziaływanie Zakładów Azotowych na lasy w latach 1967-1970. Sylwan 115 (5): 17-29.
- Instrukcja Urządzania Lasu. 1957. Ministerstwo Leśnictwa i Przemysłu Drzewnego. PWRiL, Warszawa.
- Instrukcja Urządzania Lasu. 1970. Ministerstwo Leśnictwa i Przemysłu Drzewnego. PWRiL, Warszawa.
- Instrukcja Urządzania Lasu. 1980. Prace urzędniowe. Ministerstwo Leśnictwa i Przemysłu Drzewnego. PWRiL, Warszawa.
- Instrukcja Urządzania Lasu. 1994. Ministerstwo Ochrony Środowiska, Zasobów Naturalnych i Leśnictwa, Warszawa.
- Instrukcja Urządzania Lasu. 2003. Centrum Informacyjne LP, Warszawa.
- Instrukcja wykonywania wielkoobszarowej inwentaryzacji stanu lasu. 2005. Inst. Bad. Leśn., Warszawa.

- Jaszczak R. 1998. Ustalanie stref uszkodzenia lasów znajdujących się pod wpływem emisji przemysłowych. II Forum Inżynierii Ekologicznej. Monitoring środowiska. Wyd. Ekoinżynieria, Lublin. 105-114.
- Jaszczak R. 1999a. Monitoring lasów w kształtowaniu społecznej świadomości ekologicznej. Międzynarodowa Konferencja „Ekologia a transformacje cywilizacyjne na przełomie wieków”, Lublin.
- Jaszczak R. 1999b. Monitoring lasów. Wyd. AR Poznań.
- Jaszczak R. 2000a. Pozycja biosocjalna drzew sosny zwyczajnej (*Pinus sylvestris* L.) a zmiana wskaźników uszkodzenia ich koron określonych metodą drzewostanową. Sylwan 144 (8): 103-115.
- Jaszczak R. 2000b. Charakterystyka wskaźników uszkodzenia koron drzew sosny zwyczajnej (*Pinus sylvestris* L.) różnych klas biosocjalnych. Sylwan 144 (9): 65-76.
- Jaszczak R. 2000c. Wskaźniki uszkodzenia koron drzew określone metodą drzewostanową w okresowej ocenie stanu lasu. Sylwan 144 (10): 69-81.
- Jaszczak R. 2000d. Ocena wybranych parametrów monitoringu lasów w Polsce. Stan i perspektywy badań z zakresu zarządzania lasu i ekonomiki leśnictwa. Materiały IV Konferencji Leśnej Sękocin Las, 13-14 czerwca 2000. 226-234.
- Jaszczak R. 2001a. Monitoring lasów w Polsce – problemy i kierunki rozwoju. Inżynieria ekologiczna, Kształtowanie środowiska 5: 70-81.
- Jaszczak R. 2001b. Ustalanie stref uszkodzenia lasu w Polsce metodą drzewostanową w warunkach trwale zrównoważonej gospodarki leśnej. Roczn. AR Pozn. 331 Leśn. 39: 121-126.
- Jaszczak R. 2004. Rozważania o strefach uszkodzenia lasu. Las Polski 13-14: 20-21.
- Jaszczak R. 2005a. Wskaźnik uszkodzenia koron sosny (*Pinus sylvestris* L.) III i IV klasy wieku a ustalanie stref uszkodzenia lasu. Sylwan 149 (11): 25-36.
- Jaszczak R. 2005b. Defoliation of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) crowns of the IIIrd and IVth age classes and its significance for the interpretation of results of forest monitoring in Poland. Acta Sci. Pol. Silv. Colendar. Rat. Ind. Lignar. 4 (2): 25-34.
- Jaszczak R. 2007a. Die Forsteinrichtung und die Methoden und die Ergebnisse der Beurteilung der Beständebeschädigung nach dem zweiten Weltkrieg in Polen. Nauka-Przyroda-Technologie 1 (3): 47.
- Jaszczak R. 2007b. Wiek a defoliacja koron drzew sosny zwyczajnej (*Pinus sylvestris* L.) wybranych klas biosocjalnych. Sylwan 151 (10): 16-24.
- Jaszczak R. 2008a. Strefy uszkodzenia a defoliacja koron drzew sosny zwyczajnej (*Pinus sylvestris* L.) wybranych klas biosocjalnych. Sylwan 152 (2): 20-25.
- Jaszczak R. 2008b. Typ siedliskowy lasu a defoliacja koron drzew sosny zwyczajnej (*Pinus sylvestris* L.) wybranych klas biosocjalnych. Sylwan 152 (3): 22-26.
- Jaszczak R. 2008c. Defoliacja koron drzew sosny zwyczajnej (*Pinus sylvestris* L.) wybranych klas biosocjalnych niezależnie od strefy uszkodzenia, klasy wieku i typu siedliskowego lasu. Sylwan 152 (4): 13-20.
- Jaszczak R. 2008d. Rola zarządzania lasu w monitorowaniu uszkodzenia ekosystemów leśnych w Polsce. W: Mazur S., Tracz H. [red.]. VIII Sympozjum Ochrony Ekosystemów Leśnych. Zagrożenie ekosystemów leśnych przez człowieka – rozpoznanie – monitoring – przeciwdziałanie. Wyd. SGGW, Warszawa. 85-94.
- Jaszczak R., Beker C., Gołojuch P. 2008. Badania w zakresie monitoringu lasu Katedry Urządzania Lasu Akademii Rolniczej im. Augusta Cieszkowskiego w Poznaniu. W: Mazur S., Tracz H. [red.]. VIII Sympozjum Ochrony Ekosystemów Leśnych. Zagrożenie ekosystemów leśnych przez człowieka – rozpoznanie – monitoring – przeciwdziałanie. Wyd. SGGW, Warszawa: 281-288.
- Jaszczak R., Gołojuch P. 1998. Monitoring biologiczny lasów w Polsce. W: II Forum Inżynierii Ekologicznej. Monitoring środowiska. Wyd. Ekoinżynieria, Lublin. 115-122.
- Kawecka A. 1972. Stopień uszkodzenia drzewostanów w nadleśnictwie Puławy pod wpływem emisji związków azotu. Las Polski 4: 12-13.
- Latocha E., Cimander B. 1976. Najważniejsze metody diagnostyki zanieczyszczenia powietrza. Sylwan 120 (10): 1-29.
- Lemke J. 1960. Dymy fabryczne niszczą podmiejskie lasy Poznania. Las Polski 6: 1-4.
- Lemke J. 1961. Wpływ dymów fabrycznych na przyrost podmiejskich lasów Poznania. Sylwan 105 (6): 9-22.
- Lemke J. 1963. Kilka uwag na temat szkód dymowych. Las Polski 3: 7-8.
- Łonkiewicz B. 1991. Wytyczne w zakresie planowania przestrzennego w dziedzinie leśnictwa. Naczelny Zarząd LP, Inst. Bad. Leśn., Warszawa.
- Łonkiewicz B. 1993. Założenia delimitacji obszarów leśnych w gospodarce przestrzennej kraju. Pr. Inst. Bad. Leśn. 748: 33-62.
- Musiał J. 1982. Zastosowanie wielkoobszarowej metody inwentaryzacji do oceny stanu zdrowotnego lasu. Las Polski 7: 11-13.
- Niziołek K. 2010a. Monitoring lasu w Polsce. Część I – wprowadzenie i rys historyczny. Przegl. Leśn. 1: 7-9.
- Niziołek K. 2010b. Monitoring lasu w Polsce. Część II – aspekty metodyczne. Przegl. Leśn. 2: 6-8.
- Niziołek K. 2010c. Monitoring lasu w Polsce. Część III – badanie stanu i kondycji drzewostanów. Przegl. Leśn. 3: 26-28.
- Niziołek K. 2010d. Monitoring lasu w Polsce. Część IV – wyniki. Przegl. Leśn. 4: 18-19.
- Smykała J. 1985. Stan zdrowotny i sanitarny lasu w organizacji gospodarczej Lasy Państwowe w świetle wyników wielkopowierzchniowej inwentaryzacji. Sylwan 129 (2): 19-31.

- Smykała J.** 1986. Stan zdrowotny i sanitarny lasu w Lasach Państwowych na dzień 30 września 1985 r. *Sylwan* 130 (12): 11-23.
- Smykała J.** 1991a. Stan zdrowotny i sanitarny lasu w organizacji gospodarczej Lasy Państwowe na 30 września 1988 r. *Sylwan* 135 (1/3): 17-33.
- Smykała J.** 1991b. Stan zdrowotny i lasu w organizacji gospodarczej Lasy Państwowe w świetle „kryteriów europejskich”. *Sylwan* 135 (4/6): 13-24.
- Smykała J.** 1992. Stan zdrowotny i sanitarny lasów w Lasach Państwowych w 1991 roku. *Sylwan* 136 (7): 5-15.
- Smykała J.** 1994. Wyniki inwentaryzacji wielkopowierzchniowych stanu zdrowotnego i sanitarnego lasów w Polsce. *Sylwan* 138 (11): 5-19.
- Smykała J.** 1996. Wyniki inwentaryzacji wielkoobszarowych stanu zdrowotnego i sanitarnego lasów w Polsce. Reakcje biologiczne drzew na zanieczyszczenia przemysłowe. III Krajowe Sympozjum. Kórnik, 23-26 maja 1994. Wyd. Sorus, Poznań. 61-71.
- Ustawa z dnia 28 września 1991 r. o lasach.** 1991. Dz.U. z 2005 r. Nr 45, poz. 435.
- Wawrzoniak J., Małachowska J., Kowalska D.** 1989. Pomiar zanieczyszczeń powietrza w lasach – monitoring techniczny. Sprawozdanie za okres 1985-1988. Inst. Bad. Leśn., Warszawa.
- Wójcik R.** 2002. Wybrane cechy morfologiczne sosny zwyczajnej jako wskaźnik uszkodzenia drzew. W: Siwecki R. [red.]. IV Krajowe Sympozjum Reakcje Biologiczne Drzew na Zanieczyszczenia Przemysłowe. Poznań-Kórnik, 29.05-1.06.2001. Bogucki Wyd. Naukowe, Poznań. 485-491.
- Wójcik R., Buczowski R.** 2002. Analiza przestrzenna rozmieszczenia uszkodzeń drzewostanów powodowanych przez przemysł w Nadleśnictwie Świerklaniec. W: Siwecki R. [red.]. IV Krajowe Sympozjum Reakcje Biologiczne Drzew na Zanieczyszczenia Przemysłowe. Poznań-Kórnik, 29.05-1.06.2001. Bogucki Wyd. Naukowe, Poznań. 457-466.
- Wójcik R., Czarnicka R.** 2001. Cechy morfologiczne korony jako wskaźnik uszkodzenia drzewostanów sosnowych. *Sylwan* 145 (4): 79-87.
- Zajączkowski S.** 1990. Stałe powierzchnie obserwacyjne a inwentaryzacja wielkopowierzchniowa. *Las Polski* 19: 4-6.
- Zajączkowski S.** 1993. Ocena zdrowotnego i sanitarnego stanu lasu w praktyce urzędniczej. Pr. Inst. Bad. Leśn., ser. B 18: 48-54.
- Zajączkowski S.** 1995a. Inwentaryzacja wielkopowierzchniowa. Wykorzystanie wyników ze stałych powierzchni obserwacyjnych. *Las Polski* 13/14: 6-8.
- Zajączkowski S.** 1995b. Inwentaryzacja wielkopowierzchniowa. Wykorzystanie wyników ze stałych powierzchni obserwacyjnych (2). *Las Polski* 15/16: 6-8.

SUMMARY

Ground inventory of damages in Polish forests caused by air contamination in years 1970-2009

For many years, one of the basic tasks of forest monitoring in Poland was to determine the level of industrial imissions reaching to ecosystems and to estimate the consequences of their action on tree stands. The knowledge of the conditions of the forests was important both from the point of view of foresters who had to bear the additional costs for forest cultivation and protection and of industry which had to pay fines for the destruction of the environment and bear additional expenditure to reduce emissions.

The establishment of the extent of damages caused by industrial air contamination within the framework of management work in forest districts was for many years the principal basis of knowledge about the condition of tree stands. Over the time, names of zones, their number and criteria of their identification changed making it difficult to follow trends of changes regarding the condition and state of forests in a given forest district. The allocation of a stand to a specific zone was influenced by the state of trees selected subjectively by the valuator from a single time-recognition sample plot which represented from 50 up to even 200 ha of forest. Trees and surfaces were not marked permanently which made it practically impossible to reliably compare results from consecutive management work in a given forest district. It is worth stressing that uniform assessment criteria were introduced of the impact of industrial imissions on Polish

forests, although they were developed well only in the case of coniferous indicator species. Hazard (damage) zones were distinguished only due to one causative agent – industrial emissions which – until mid 1990s – exerted a significant influence on the condition of Polish forests but, since then, a combined impact of different factors is stressed. In addition, the effect of imissions was evaluated only on the basis of the condition of tree crowns without combining this information with the results of, for example, technical monitoring. The determination of damage (hazard) zones and damage degrees took or takes place once every ten years in the course of management work in a given forest district questioning the reliability of such evaluation on the basis of which a determined degree of stand damage was valid for an entire decade.

Zones were identified on the basis of the damage index whose intervals were unequal – for zones 0 and III the range amounted to 0.5, while for zones I and II – 1.0 which caused that the transfer of stands from one damage zone to another was not very dynamic and rare even in cases of considerable decline in the damage index, e.g. from 1.49 to 0.51 (the stand remained in zone I). The allocation of a stand to zones was associated with the reduction of the current volume increment (in zone I by 25%, in zone II – by 50% and in zone III – by 75%). However, at the present time it is believed that the adopted reduction indices for individual zones – especially at considerable distances from sources of industrial emissions – were too high and should be empirically verified.

Right now, in the case of the degree of damage, we obtain information about the condition of each of the evaluated stands (although only from the 21 years of age upwards) and their condition need not necessarily result from the impact of industrial imissions.

Within the framework of technical monitoring (tab. 3), the passive method allowed only measurements of the so called dry deposit, i.e. the amount of contamination which deposited on tree crowns and which reached the soil without participation of atmospheric precipitation, whereas the sediment method was burdened with the error resulting from organic and mineral particles blown into measurement containers. Nevertheless, a large number of measuring points allows reliable assessment of the imission distribution in Polish forests. On the basis of the obtained results, four zones of contamination with gaseous pollutants and dust contamination depositions were determined (low, medium, high and very high – tab. 5). This allowed development of a map of spatial distribution of gaseous and dust contamination.

Large-area inventories (tab. 2, 6) provided information about health and sanitary forest conditions only about the State Forests (without forests in other kinds of ownership) which made it impossible to obtain a complete picture of the condition of Polish forests. Initially applied, so called Polish criteria of assessment of the forest health condition were excessively liberal in comparison with European criteria and, therefore, the results of the evaluation of the state and condition of Polish forests were false and far from their real conditions. The application of European criteria, on the one hand, allowed determination of the true state of Polish forests and, on the other, comparison of the state of Polish forests with that of the entire Europe. In 2005, a qualitative change took place in the approach to large-area inventory resulting, among others, from its complex nature and collection of information about forests of all ownership categories and different forms of their protection.

Permanent observation posts looked after by the Office of Forest Management and Forest Geodesy and Forest Research Institute (SPO-BULiGL and SPO-IBL) allowed collection of data regarding the assessment of the dying rate of trees and transfer of trees between degrees of health in relation to the recorded initial state. They were then used as a basis for the development of variant forecast of the forest health condition and the rate of tree death in the

following years. Moreover, in years when no large-scale inventories were made, these were used to evaluate health condition of forests. Surfaces established and cared for by the Forest Research Institute made it possible to link the results of contamination monitoring with the results of other forms of forest biological monitoring.

It is evident that Polish forestry made all attempts to gather information about the condition of forests and forest resources taking into consideration changing political and economical situations of our country. At the present time, the application of modern information techniques and equipment makes it possible to collect increasing quantities of data whose rapid processing gives increasingly objective picture of the condition of our forests which finds its expression in better actions aiming at the maintenance of forest ecosystems for future generations.