

INSTYTUT BADAWCZY LEŚNICTWA
ZAKŁAD URZĄDZANIA I MONITORINGU LASU



STAN ZDROWOTNY
LASÓW POLSKI
W 2000 ROKU

Spis treści:

1. Wstęp	3
2. Zarys metodyki i program monitoringu lasu w 2000 roku	4
3. Zróźnicowanie stanu zdrowotnego drzewostanów w kraju	6
4. Dynamika uszkodzeń drzewostanów w latach 1996-2000	14
5. Charakterystyka gleb leśnych.....	17
6. Depozyt zanieczyszczeń na terenach leśnych	26
7. Wpływ warunków pogodowych na zdrowotność drzewostanów w ostatnim pięcioleciu	33
8. Intensywność obradzania i jakość nasion sosny na SPO II rzędu.....	35
9. Poziom zagrożenia lasów ważniejszymi gatunkami owadów liściożernych.....	39
10. Średnia biomasa osobnicza biegaczowatych w ekosystemach leśnych	44
11. Poziom zagrożenia lasów grzybami patogenicznymi.....	47
12. Ocena wpływu czynników środowiska na stan zdrowotny lasów w 2000 roku i przewidywany kierunek zmian w najbliższych latach.....	55
13. Stwierdzenia końcowe i wnioski	58
14. Literatura.....	59
15. Spis tabel.....	60
16. Spis rysunków	61
17. Spis fotografii.....	62

1. Wstęp

Potrzeba stałego monitorowania stanu zdrowotnego lasów oraz procesów w nich zachodzących wynika z ich ogromnego znaczenia zarówno w aspekcie gospodarczym, społecznym jak i środowiskowym w Polsce. Lasy zajmują trzecią część powierzchni kraju i kumulują w sposób trwały największe zasoby biomasy, z których tylko część jest gospodarczo wykorzystywana.

W dobie szybkich przemian środowiska przyrodniczego kraju pod wpływem zmian klimatycznych oraz poziomu antropopresji, śledzenie reakcji ekosystemów leśnych oraz ocena ich kondycji w ramach programu monitoringu są istotne w procesie wdrażania zasad trwałej i zrównoważonej gospodarki w lasach.



Fot. 1. Drzewostan świerkowy w Beskidzie Śląskim, nadl. Węgierska Górka - fot. Jerzy Wawrzoniak

Zasadnicze cele monitoringu lasu polegają na:

- określeniu przestrzennego rozkładu poziomu uszkodzenia drzewostanów,
- ocenie poziomu różnorodności szaty roślinnej w zbiorowiskach leśnych,
- analizie związków przyczynowo-skutkowych pomiędzy zdrowotnością lasów a czynnikami środowiska,
- określeniu trendu zmian uszkodzenia drzewostanów w czasie,
- tworzeniu krótkoterminowych prognoz stanu zdrowotnego lasu.

Przedstawione cele realizowane są w sieci stałych powierzchni obserwacyjnych, według programu pomiarów, obserwacji i analiz zharmonizowanych z metodyką międzynarodowego programu: „Monitoring i ocena wpływu zanieczyszczeń powietrza na lasy” [8].

Monitoring lasu w Polsce jest podsystemem funkcjonującym w systemie państwowego monitoringu środowiska, koordynowanym przez Główny Inspektorat Ochrony Środowiska. Jego stabilne funkcjonowanie i rozwój są możliwe dzięki finansowaniu programu przez Dyрекję Generalną Lasów Państwowych, Ministerstwo Środowiska oraz Główny Inspektorat Ochrony Środowiska. Istotną rolę odgrywa Biuro Urządzania Lasu i Geodezji Leśnej, które współdziałając z Instytutem Badawczym Leśnictwa wykonuje większość prac terenowych.

Materiały zebrane w ramach monitoringu lasu są publikowane w pełnej wersji w serii „Biblioteka Monitoringu Środowiska” wydawanej przez Główny Inspektorat Ochrony Środowiska.

2. Zarys metodyki i program monitoringu lasu w 2000 roku

Stale powierzchnie obserwacyjne (SPO) są podstawowym elementem struktury systemu monitoringu lasu, funkcjonującego w kraju od 1989 roku. Na terenach leśnych w drzewostanach sosnowych, świerkowych, jodłowych, dębowych, bukowych i brzozowych w wieku powyżej 20 lat zlokalizowano 1461 SPO (Rys. 1) (jedna powierzchnia na ok. 60 km² powierzchni leśnej kraju). Z tej liczby 433 SPO, rozmieszczone w sieci 16x16 km, wchodzi w skład europejskiej sieci monitoringu. **Stała powierzchnia obserwacyjna I rzędu** składa się z grupy 20 ponumerowanych drzew, wybranych z drzewostanu panującego, a jej środek jest na trwałe zaznaczony w terenie. Struktura rozmieszczenia i różnorodności SPO pod względem gatunku panującego oraz wieku drzewostanów jest zgodna ze strukturą lasów w kraju.

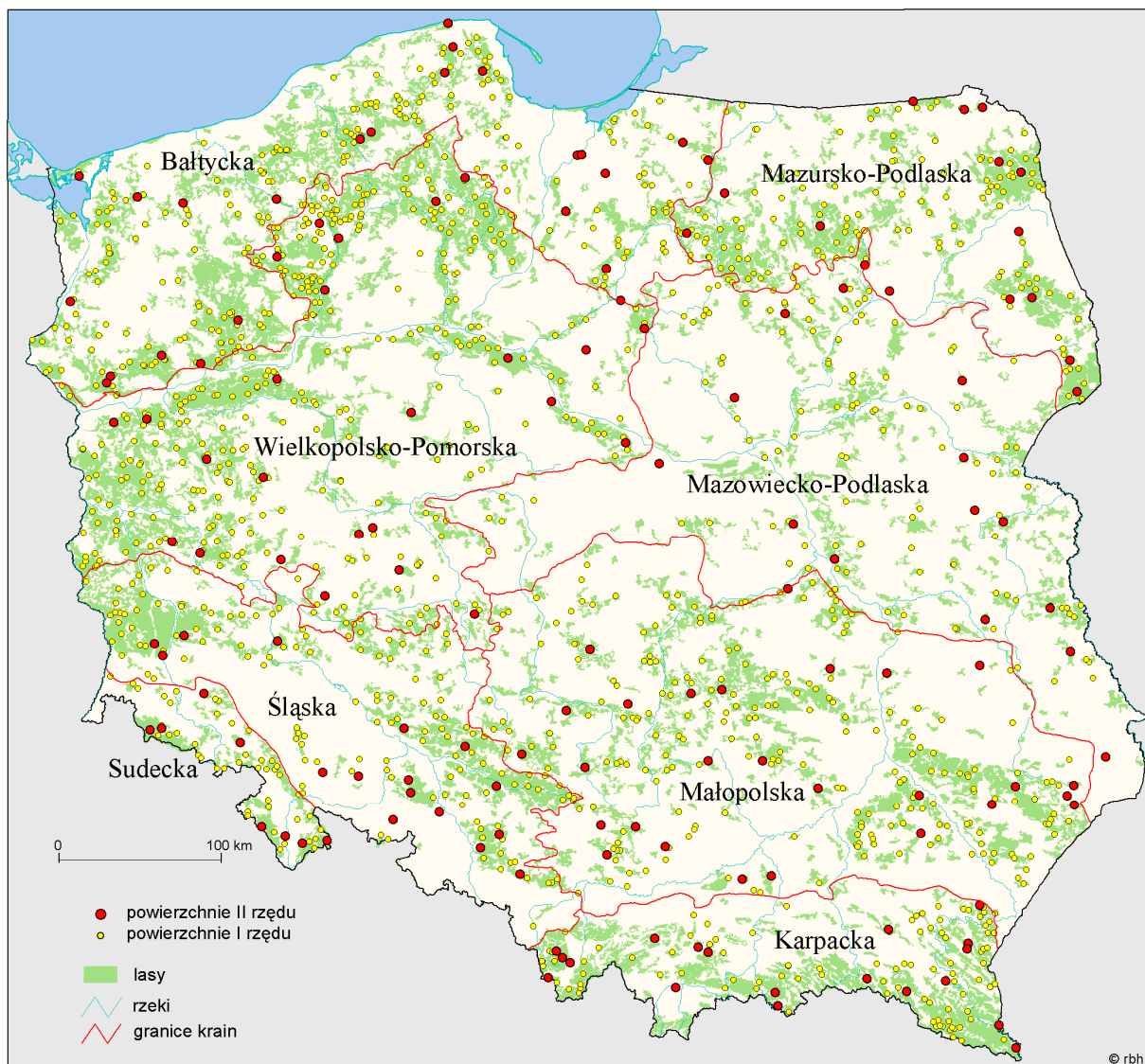


Fot. 2. Drzewostan bukowy w nadl. Wejherowo - fot. Elżbieta Dmyterko

Od 1994 roku 122 powierzchnie iglaste, a od 1996 roku 26 powierzchni liściastych, wybranych spośród SPO I rzędu, funkcjonują jednocześnie jako **stale powierzchnie obserwacyjne II rzędu** (100 sosnowych, 22 świerkowe, 15 dębowych i 11 bukowych). Na 148

SPO II rzędu obowiązuje program badawczy o znacznie poszerzonym zakresie obserwacji i analiz. SPO II rzędu wybierano w ten sposób, aby każda dzielnicą przyrodniczo-leśną Polski była reprezentowana przez dwie lub, w niektórych dzielnicach ze względu na ich rozległy obszar, trzy powierzchnie.

Na SPO I i II rzędu realizowany jest program badawczy, którego metodyka publikowana jest w corocznych raportach [17, 18, 19, 20, 21].



Rys. 1. Rozmieszczenie stałych powierzchni obserwacyjnych I i II rzędu w krainach przyrodniczo leśnych

Program monitoringu lasu w 2000 roku obejmował następujące pomiary i obserwacje:

- 1. Monitoring uszkodzeń drzewostanów** - przeprowadzony na 1313 SPO I rzędu w wieku powyżej 20 lat oraz na 148 SPO II rzędu. Obejmował ocenę defoliacji i odbarwień aparatu asymilacyjnego oraz innych cech morfologicznych koron drzew oraz pomiar pierśnic.
- 2. Monitoring gleb** - obejmował wykonanie analiz chemicznych zbiorczych próbek gleb, pobranych w 1999 roku ze 148 SPO II rzędu. Wykonano następujące oznaczenia: całkowitą zawartość P, K, Ca, Mg, S, Zn, Cu, Mn, Fe, Na, Pb i Al oraz kationów wymiennych.
- 3. Monitoring depozytu zanieczyszczeń** - na 148 SPO II rzędu wykonano pomiary stężeń SO_2 i NO_2 metodą pasywną, określono pH oraz skład chemiczny opadów atmosferycznych - zawartość Ca, K, Mg, Na, NH_4 , Cl, NO_3 , SO_4 , Al, Mn, Fe oraz metali ciężkich (Cd, Pb, Cu, Zn).
- 4. Monitoring zdrowotności nasion sosny** - ocenie poddano jakość szyszek i nasion pozyskanych ze 100 SPO II rzędu, zlokalizowanych w drzewostanach sosnowych.

5. Monitoring entomologiczny - polegał na ocenie gęstości populacji owadów liściożernych w drzewostanach iglastych na SPO I rzędu na podstawie jesiennych poszukiwań, pułapek feromonowych i zbierania cetyny oraz na określeniu liczebności biegaczowatych na wybranych SPO II rzędu - z zastosowaniem zmodyfikowanych pułapek Barbera.

6. Monitoring fitopatologiczny - obejmował ocenę fitopatologicznego zagrożenia lasu na 141 SPO I rzędu, poprzez obliczenie wartości wskaźnika zamierania pędów sosny, identyfikację symptomów uszkodzenia koron drzew oraz ocenę zasiedlania pniaków przez grzyby.

3. Zróżnicowanie stanu zdrowotnego drzewostanów w kraju

W 2000 roku ocenie poziomu zdrowotności drzewostanów poddano drzewostany młodsze (od 20 do 40 lat) na 281 SPO i drzewostany starsze (powyżej 40 lat) na 1180 SPO. Z uwagi na różny poziom naturalnej vitalności oraz inny cykl obserwacji (młodsze drzewostany są oceniane co dwa lata, starsze - corocznie) obie te grupy drzewostanów zostały omówione oddzielnie.

W 2000 roku, w grupie drzewostanów młodszych, udział drzew zdrowych (defoliacja do 10%) w drzewostanach liściastych wynosił 25,43%, w drzewostanach iglastych 21,57% - Tab. 1. W drzewostanach starszych udział drzew zdrowych był znacznie niższy i wynosił dla drzewostanów liściastych - 12,92%, a dla iglastych - 9,57%



Fot. 3. Powierzchnie wylesione w Beskidzie Śląskim - fot. Jerzy Wawrzoniak

(Tab. 2). W obu grupach wiekowych drzewostany liściaste charakteryzowały się wyższym udziałem drzew zdrowych niż drzewostany iglaste tej samej grupy wiekowej.

Wśród młodszych drzewostanów liściastych najwyższy udział drzew zdrowych odnotowano w drzewostanach bukowych (45,00%), najniższy w drzewostanach dębowych (14,41%). Wśród młodszych drzewostanów iglastych najwyższy udział drzew zdrowych odnotowano w drzewostanach jodłowych (57,50%), a najniższy - w drzewostanach sosnowych (20,02%).

Tabela 1. Procentowy udział drzew w klasach defoliacji, odbarwienia i uszkodzenia wg gatunków
Zestawienie krajowe - drzewostany w wieku od 20 do 40 lat - 2000 rok

Klasyfikacja/Gatunki	sosna	świerk	jodła	iglaste	buk	dąb	brzoza	liściaste	razem
Klasy defoliacji	Udział drzew w klasach defoliacji								
0 - bez defoliacji (0 - 10% def.)	20,02	33,93	57,50	21,57	45,00	14,41	28,33	25,43	22,24
1 - lekka defoliacja (11 - 25% def.)	59,34	46,07	32,50	58,03	40,84	47,94	55,00	50,64	56,74
2 - średnia defoliacja (26 - 60% def.)	19,05	18,93	10,00	18,88	13,33	32,06	15,42	21,17	19,28
3 - duża defoliacja (> 60% def.)	0,59	0,71	0,00	0,58	0,83	3,24	0,21	1,38	0,72
4 - drzewa martwe	1,00	0,36	0,00	0,94	0,00	2,35	1,04	1,38	1,02
Klasy 1 - 3 (> 10% def.)	78,98	65,71	42,50	77,49	55,00	83,24	70,63	73,19	76,74
Klasy 2 - 3 (> 25% def.)	19,64	19,64	10,00	19,46	14,16	35,30	15,63	22,55	20,00
Klasy 2 - 4 (> 25% def. i drz. martwe)	20,64	20,00	10,00	20,40	14,16	37,65	16,67	23,93	21,02
Klasy 3 - 4 (> 60% def. i drz. martwe)	1,59	1,07	0,00	1,52	0,83	5,59	1,25	2,76	1,74
Klasy odbarwienia	Udział drzew w klasach odbarwienia								
0 - bez odbarwienia (0 - 10% odb.)	98,63	99,64	100,00	98,72	100,00	92,06	98,12	96,17	98,28
1 - lekkie odbarwienie (11 - 25% odb.)	0,32	0,00	0,00	0,29	0,00	4,41	0,42	1,81	0,55
2 - średnie odbarwienie (26 - 60% odb.)	0,05	0,00	0,00	0,05	0,00	0,59	0,42	0,43	0,11
3 - duże odbarwienie (> 60% odb.)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,59	0,00	0,21	0,04
4 - drzewa martwe	1,00	0,36	0,00	0,94	0,00	2,35	1,04	1,38	1,02
Klasy 1 - 3 (> 10% odb.)	0,37	0,00	0,00	0,34	0,00	5,59	0,84	2,45	0,70
Klasy 2 - 3 (> 25% odb.)	0,05	0,00	0,00	0,05	0,00	1,18	0,42	0,64	0,15
Klasy 2 - 4 (> 25% odb. i drz. martwe)	1,05	0,36	0,00	0,99	0,00	3,53	1,46	2,02	1,17
Klasy 3 - 4 (> 60% odb. i drz. martwe)	1,00	0,36	0,00	0,94	0,00	2,94	1,04	1,59	1,06
Klasy uszkodzenia *)	Udział drzew w klasach uszkodzenia								
0 - bez uszkodzeń	20,03	33,93	57,50	21,57	45,00	14,41	28,33	25,43	22,24
1 - klasa ostrzegawcza	59,34	46,07	32,50	58,03	40,84	47,94	54,79	50,53	56,72
2 - lekkie i średnie uszkodzenie	19,02	18,93	10,00	18,86	13,33	31,77	15,63	21,17	19,26
3 - duże uszkodzenie	0,61	0,71	0,00	0,60	0,83	3,53	0,21	1,49	0,76
4 - drzewa martwe	1,00	0,36	0,00	0,94	0,00	2,35	1,04	1,38	1,02
Klasy 1 - 3	78,97	65,71	42,50	77,49	55,00	83,24	70,63	73,19	76,74
Klasy 2 - 3	19,63	19,64	10,00	19,46	14,16	35,30	15,84	22,66	20,02
Klasy 2 - 4	20,63	20,00	10,00	20,40	14,16	37,65	16,88	24,04	21,04
Klasy 3 - 4	1,61	1,07	0,00	1,54	0,83	5,88	1,25	2,87	1,78
Liczba drzew próbnych	4100	280	80	4460	120	340	480	940	5400

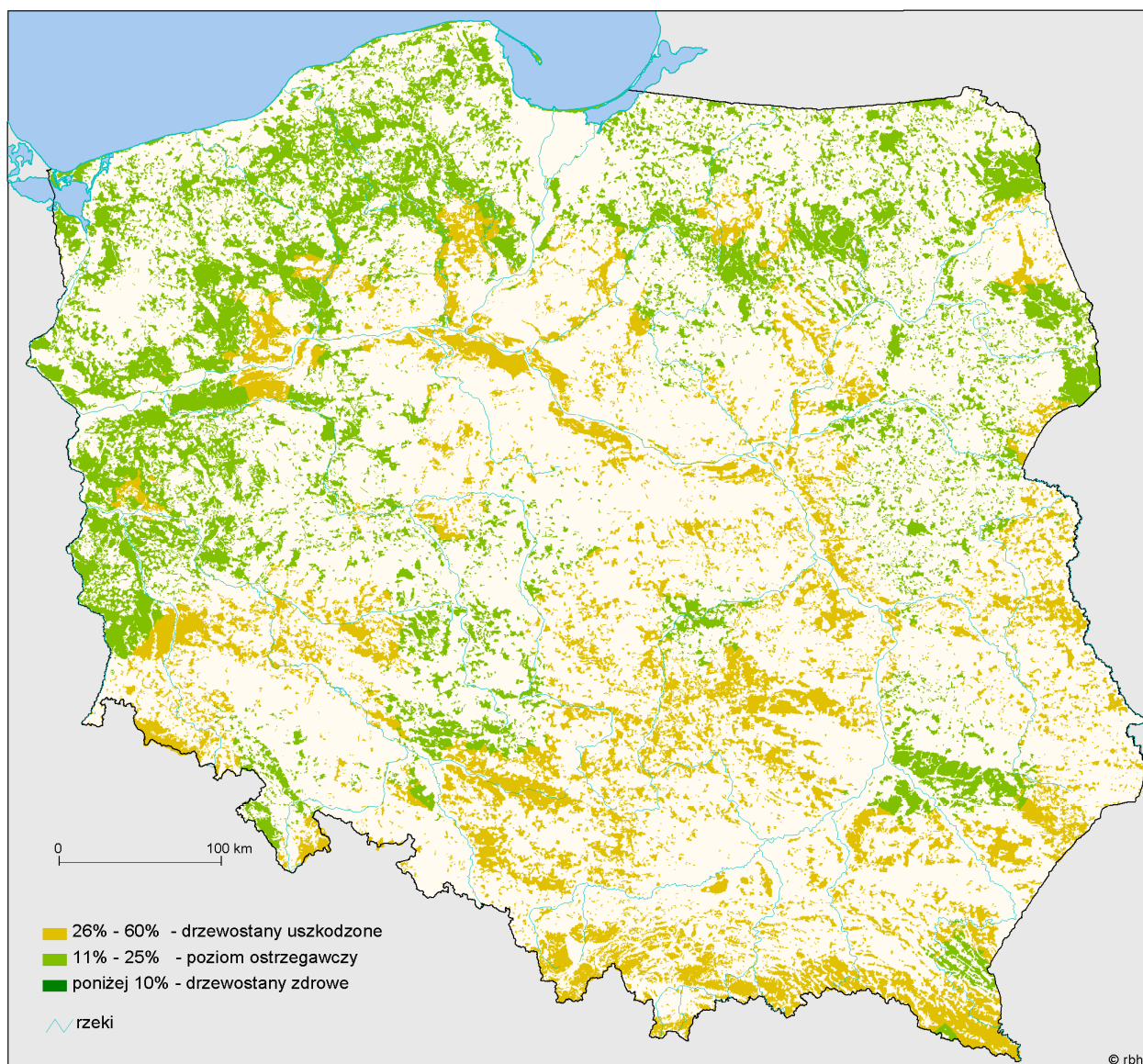
*) klasa uszkodzenia stanowi kombinację klasy defoliacji i klasy odbarwienia wg schematu:

klasa defoliacji	klasa odbarwienia				
	0	1	2	3	4
0	klasa uszkodzenia				
	0	0	1	2	
	1	1	2	2	
	2	2	3	3	
	3	3	3	3	
4					4

Tabela 2. Procentowy udział drzew w klasach defoliacji, odbarwienia i uszkodzenia wg gatunków
Zestawienie krajowe - drzewostany w wieku powyżej 40 lat - 2000 rok

Klasyfikacja/Gatunki	sosna	świerk	jodła	iglaste	buk	dąb	brzoza	liściaste	razem
Klasy defoliacji	Udział drzew w klasach defoliacji								
0 - bez defoliacji (0 - 10% def.)	9,92	9,47	3,60	9,57	18,30	4,95	16,42	12,92	10,37
1 - lekka defoliacja (11 - 25% def.)	60,47	50,77	40,46	58,41	61,75	48,45	56,36	55,39	57,69
2 - średnia defoliacja (26 - 60% def.)	27,80	37,40	53,26	30,11	19,05	44,08	25,43	29,95	30,07
3 - duża defoliacja (> 60% def.)	1,32	2,12	2,56	1,47	0,50	2,04	1,17	1,25	1,42
4 - drzewa martwe	0,49	0,24	0,12	0,44	0,40	0,48	0,62	0,49	0,45
Klasy 1 - 3 (> 10% def.)	89,59	90,29	96,28	89,99	81,30	94,57	82,96	86,59	89,18
Klasy 2 - 3 (> 25% def.)	29,12	39,52	55,82	31,58	19,55	46,12	26,60	31,20	31,49
Klasy 2 - 4 (> 25% def. i drz. martwe)	29,61	39,76	55,94	32,02	19,95	46,60	27,22	31,69	31,94
Klasy 3 - 4 (> 60% def. i drz. martwe)	1,81	2,36	2,68	1,91	0,90	2,52	1,79	1,74	1,87
Klasy odbarwienia	Udział drzew w klasach odbarwienia								
0 - bez odbarwienia (0 - 10% odb.)	99,24	97,79	98,72	99,05	99,35	94,81	98,58	97,48	98,67
1 - lekkie odbarwienie (11 - 25% odb.)	0,23	1,25	1,16	0,39	0,20	2,33	0,62	1,09	0,56
2 - średnie odbarwienie (26 - 60% odb.)	0,04	0,67	0,00	0,12	0,05	2,33	0,12	0,90	0,30
3 - duże odbarwienie (> 60% odb.)	0,00	0,05	0,00	0,00	0,00	0,05	0,06	0,04	0,01
4 - drzewa martwe	0,49	0,24	0,12	0,44	0,40	0,48	0,62	0,49	0,46
Klasy 1 - 3 (> 10% odb.)	0,27	1,97	1,16	0,51	0,25	4,71	0,80	2,03	0,87
Klasy 2 - 3 (> 25% odb.)	0,04	0,72	0,00	0,12	0,05	2,38	0,18	0,94	0,31
Klasy 2 - 4 (> 25% odb. i drz. martwe)	0,53	0,96	0,12	0,56	0,45	2,86	0,80	1,43	0,77
Klasy 3 - 4 (> 60% odb. i drz. martwe)	0,49	0,29	0,12	0,44	0,40	0,53	0,68	0,53	0,47
Klasy uszkodzenia *)	Udział drzew w klasach uszkodzenia								
0 - bez uszkodzeń	9,91	9,47	3,60	9,56	18,30	4,95	16,42	12,92	10,36
1 - klasa ostrzegawcza	60,47	50,72	40,46	58,41	61,75	48,35	56,36	55,35	57,68
2 - lekkie i średnie uszkodzenie	27,80	37,07	53,26	30,07	19,05	42,14	25,37	29,23	29,87
3 - duże uszkodzenie	1,33	2,50	2,56	1,52	0,50	4,08	1,23	2,01	1,64
4 - drzewa martwe	0,49	0,24	0,12	0,44	0,40	0,48	0,62	0,49	0,45
Klasy 1 - 3	89,60	90,29	96,28	90,00	81,30	94,57	82,96	86,59	89,19
Klasy 2 - 3	29,13	39,57	55,82	31,59	19,55	46,22	26,60	31,24	31,51
Klasy 2 - 4	29,62	39,81	55,94	32,03	19,95	46,70	27,22	31,73	31,96
Klasy 3 - 4	1,82	2,74	2,68	1,96	0,90	4,56	1,85	2,50	2,09
Liczba drzew próbných	15200	2080	860	18140	2000	2060	1620	5680	23820

W drzewostanach starszych najwyższym udziałem drzew zdrowych wśród liściastych charakteryzowały się drzewostany bukowe (18,30%), a wśród iglastych - drzewostany sosnowe (9,92%). Najniższy udział drzew zdrowych w tej grupie wiekowej odnotowano wśród liściastych - w drzewostanach dębowych (4,95%), a wśród iglastych - w drzewostanach jodłowych (3,60%) - Tab. 2.



Rys. 2. Poziom uszkodzenia lasów w 2000 roku na podstawie oceny defoliacji na stałych powierzchniach obserwacyjnych z wyróżnieniem 3 klas defoliacji

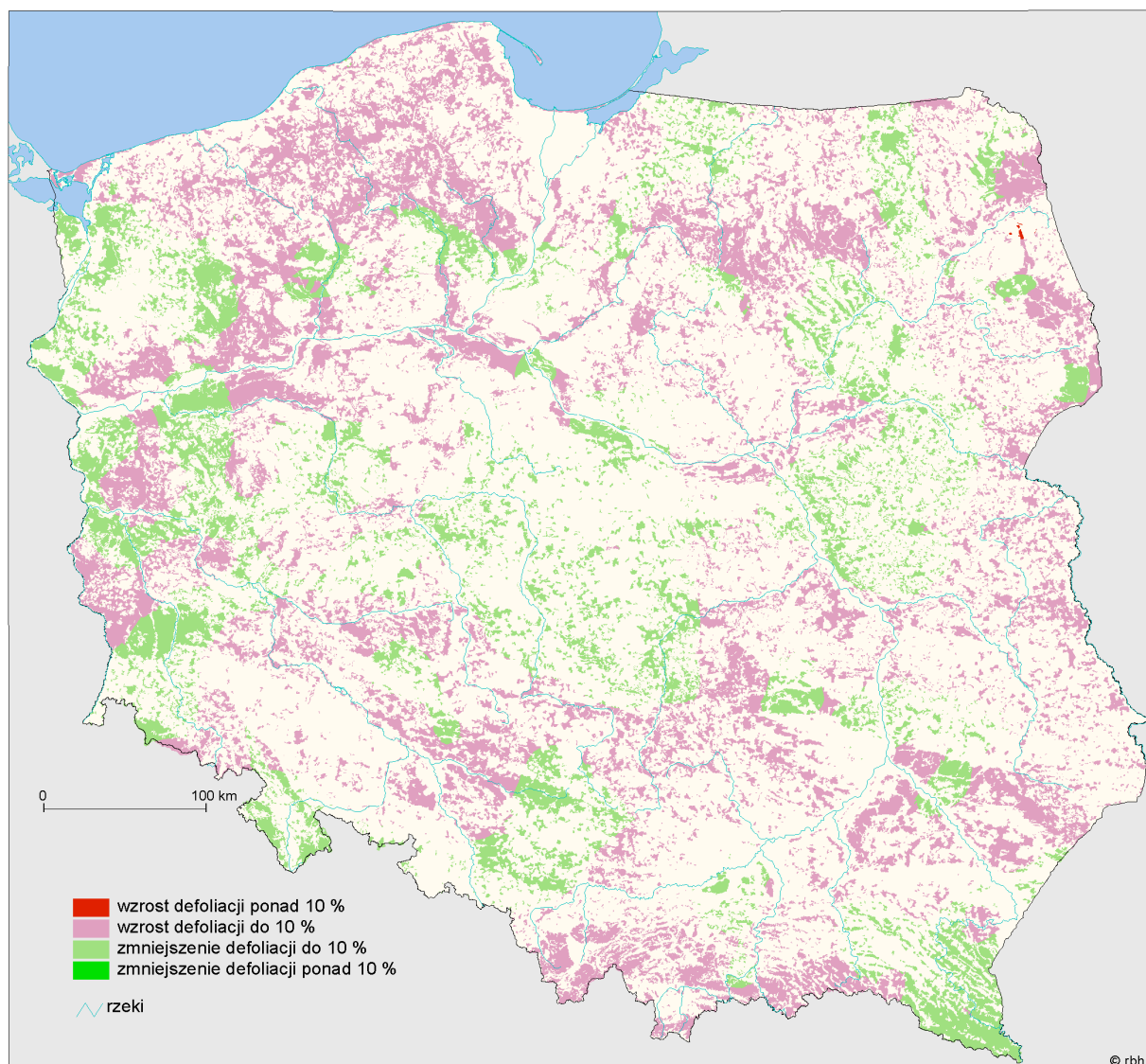
Biorąc pod uwagę udział drzew uszkodzonych (powyżej 25% defoliacji, klasa 2-4) w drzewostanach młodszych odnotowano ich łącznie 21,02%: 20,40% w drzewostanach iglastych i 23,93% w drzewostanach liściastych - Tab. 1. W drzewostanach starszych udział drzew uszkodzonych był znacznie wyższy i łącznie wynosił 31,94% (32,02% w drzewostanach iglastych i 31,69% w drzewostanach liściastych) - Tab. 2. Wśród gatunków liściastych najczęściej drzew uszkodzonych zarejestrowano w drzewostanach dębowych: 37,65% - w młodszych, 46,60% - w starszych. W młodszych drzewostanach iglastych najwyższy udział drzew uszkodzonych wystąpił w drzewostanach sosnowych (20,64%) i świerkowych (20,00%), a w starszych zdecydowanie największym udziałem tych drzew (55,94%) charakteryzowały się drzewostany jodłowe. Szczególną uwagę zwraca radykalna zmiana z wiekiem stanu zdrowotnego drzewostanów jodłowych. Młodsze drzewostany jodłowe można zaliczyć do najzdrowszych wśród monitorowanych gatunków, a starsze do najbardziej uszkodzonych.

Tabela 3. Zestawienie wskaźnika defoliacji badanych gatunków w krainach przyrodniczo-leśnych w kolejności malejącej dla kolumny: "razem" - 2000 rok

Wiek drzewo- stanów	Kraina przyrodniczo- leśna	Liczba drzew	Wskaźnik defoliacji ^{*)}								
			sosna	świerk	jodła	buk	dąb	brzoza	iglaste	liściaste	razem
Młodsze (20-40 lat)	Śląska	580	2,64	2,55	-	3,05	4,15	3,00	2,63	3,30	2,73
	Małopolska	860	2,58	-	-	1,60	3,03	2,57	2,58	2,75	2,62
	Mazowiecko-Podlaska	420	2,66	-	-	-	3,05	1,60	2,66	1,96	2,52
	Sudecka	180	3,15	2,06	-	-	4,30	2,15	2,24	2,87	2,45
	Wielkopolsko-Pomorska	1440	2,30	-	-	1,15	3,65	2,33	2,30	2,58	2,32
	Karpacka	200	-	2,94	1,64	2,43	-	-	2,29	2,43	2,32
	Bałtycka	1060	2,30	2,05	-	1,20	3,30	2,29	2,29	2,29	2,29
	Mazursko-Podlaska	660	2,14	1,05	-	-	2,17	1,70	2,05	1,99	2,04
	Kraj	5400	2,40	2,20	1,64	1,98	3,01	2,22	2,37	2,47	2,39
Starsze (powyżej 40 lat)	Karpacka	2220	3,31	3,83	3,32	2,75	4,03	-	3,51	2,81	3,21
	Małopolska	4220	3,02	3,80	3,24	2,19	3,16	2,80	3,04	2,86	3,01
	Śląska	2320	2,94	2,75	-	1,92	3,46	2,62	2,91	3,11	2,96
	Sudecka	840	-	2,94	-	1,80	2,85	3,43	2,94	2,44	2,82
	Mazowiecko-Podlaska	2160	2,84	2,18	-	-	2,96	2,64	2,81	2,83	2,81
	Wielkopolsko-Pomorska	5760	2,54	2,35	-	2,20	2,91	2,55	2,54	2,68	2,56
	Mazursko-Podlaska	2280	2,36	2,56	-	-	4,18	2,42	2,40	2,80	2,48
	Bałtycka	4020	2,49	2,50	-	2,02	2,86	2,57	2,49	2,39	2,45
	Kraj	23820	2,70	2,98	3,30	2,36	3,13	2,60	2,76	2,71	2,75

*) średnia ważona obliczona wg wzoru: $x=(n_1+2n_2+...+10n_{10}):N$, gdzie: n - liczba drzew w 10-cio procentowych przedziałach defoliacji, N - liczba wszystkich drzew, 1, 2, ..., 10 - numery przedziałów

Fakt ten jest dobrze widoczny przy porównaniu wskaźnika defoliacji drzewostanów monitorowanych gatunków - Tab. 3. W grupie drzewostanów młodszych drzewostany jodłowe mają najniższy wskaźnik defoliacji (1,64), niższy niż najzdrowsze wśród liściastych drzewostany bukowe (1,98). Wśród drzewostanów starszych drzewostany jodłowe charakteryzują się najwyższym wskaźnikiem defoliacji (3,30), wyższym niż najbardziej uszkodzone wśród liściastych drzewostany dębowe (3,13).



Rys. 3. Różnice w poziomie uszkodzenia lasów pomiędzy latami 1999 i 2000 na podstawie zmiany defoliacji na stałych powierzchniach obserwacyjnych

Poziom odbarwienia monitorowanych drzewostanów jest niski. Najwięcej odbarwień wystąpiło w drzewostanach dębowych. W młodszych drzewostanach tego gatunku lekkie odbarwienia wykazywało 4,41% drzew, w starszych odnotowano 2,33% drzew z odbarwieniami lekkimi i 2,33% drzew z odbarwieniami średnimi. Ponadto w starszych drzewostanach świerkowych i jodłowych poziom odbarwień lekkich przekraczał niewiele ponad 1%. Pozostałe gatunki nie wykazywały widocznych odbarwień, (Tab. 1, 2).

Zróznicowanie poziomu zdrowotności drzewostanów pomiędzy krainami przyrodniczo-leśnymi wskazuje na utrzymywanie się wyższego poziomu uszkodzeń drzewostanów Polski południowej. Porównanie uszkodzenia drzewostanów w układzie krain przeprowadzono posługując się wskaźnikiem defoliacji (Tab. 3).



Fot. 4. Korona sosny zwyczajnej (*Pinus sylvestris* L.), nadl. Białobrzegi - fot. Elżbieta Dmyterko

Najwyższy poziom uszkodzenia drzewo-stanów starszych wykazuje Kraina Karpacka (wsk. def. = 3,21). Najmniej uszkodzone drzewostany tej grupy wiekowej znajdują się w Krainach: Bałtyckiej i Mazursko-Podlaskiej (wartości wskaźnika poniżej 2,5). W grupie drzewostanów młodszych najwyższy poziom uszkodzenia wykazują drzewostany Krain: Śląskiej i Małopolskiej (wartości wskaźnika defoliacji odpowiednio: 2,73 i 2,62), najniższy - drzewostany Krainy Mazursko-Podlaskiej (wsk. def. = 2,04). Zwraca uwagę fakt niedużego uszkodzenia młodszych drzewostanów Krainy Karpackiej (wsk. def. = 2,32), w sytuacji gdy starsze drzewostany tej krainy wykazują najwyższy poziom uszkodzenia na tle innych krain przyrodniczo-leśnych.

Najzdrowsze **drzewostany sosnowe** (zarówno młodsze jak i starsze) występowały w Krainie Mazursko-Podlaskiej, najbardziej uszkodzone w Krainie Sudeckiej (drzewostany młodsze) i Karpackiej (drzewostany starsze).

Najmniej uszkodzone **drzewostany świerkowe** wystąpiły w Krainie Mazursko-Podlaskiej (drzewostany młodsze) oraz w Krainie Mazowiecko-Podlaskiej (drzewostany starsze), wartości wskaźnika defoliacji były równe odpowiednio: 1,05 i 2,18. Największe uszkodzenia tych drzewostanów wystąpiły w Krainie Karpackiej.

Drzewostany jodłowe występują tylko w Krainie Karpackiej i Małopolskiej. W obu krainach starsze drzewostany są silnie uszkodzone (wsk. def. równy odpowiednio 3,32 i 3,24). Młodsze drzewostany jodłowe, które



Fot. 5. Korona świerka pospolitego (*Picea excelsa* Link.), nadl. Białobrzegi - fot. Elżbieta Dmyterko

oceniano tylko w Krainie Karpackiej, wykazują krańcowo wyższą zdrowotność, osiągając dwukrotnie niższy wskaźnik defoliacji (1,64).

Poziom zdrowotności drzewostanów liściastych w krainach przyrodniczo-leśnych jest zróżnicowany. **Drzewostany dębowe** należą do najbardziej uszkodzonych wśród drzewostanów liściastych. Starsze drzewostany tego gatunku osiągnęły wysokie wartości wsk. def. w Krainach: Mazursko-Podlaskiej (4,18) i Karpackiej (4,03), niskie wartości w Krainach: Sudeckiej (2,85) i Bałtyckiej (2,86). W młodszych drzewostanach dębowych wskaźnik defoliacji był znacznie wyższy niż w drzewostanach starszych w 4 Krainach: Bałtyckiej, Wielkopolsko-Pomorskiej, Śląskiej i Sudeckiej (wsk. def. = odpowiednio: 3,30, 3,65, 4,15 i 4,30) Najniższą wartość



Fot. 7. Korona brzozy brodawkowatej (*Betula verrucosa* Ehrh.), nadl. Srokowo - fot. Elżbieta Dmyterko

Śląskiej do 1,60 w Krainie Mazowiecko-Podlaskiej.



Fot. 6. Korona jodły pospolitej (*Abies alba* Mill.), nadl. Olkusz - fot. Elżbieta Dmyterko
obliczono dla Krainy Mazursko-Podlaskiej (2,17), charakteryzującej się najwyższym uszkodzeniem drzewostanów starszych tego gatunku.

Drzewostany bukowe wykazują wyższą zdrowotność w porównaniu do drzewostanów dębowych. Wskaźnik defoliacji drzewostanów starszych waha się od 2,75 w Krainie Karpackiej do 1,80 w Krainie Sudeckiej. Młodsze drzewostany bukowe charakteryzują się na ogół niższym wskaźnikiem defoliacji.

Drzewostany brzozowe charakteryzują się wysoką zdrowotnością. Wskaźnik defoliacji w starszych drzewostanach najwyższą wartość (3,43) osiągnął w Krainie Sudeckiej, a najniższą (2,42) w Krainie Mazursko-Podlaskiej. Młodsze drzewostany wykazują niższe wartości wskaźnika. Zawiera się on w przedziale od 3,00 w Krainie

W 2000 roku poziom uszkodzenia drzewostanów starszych iglastych i liściastych kształtował się na zbliżonym poziomie (około 32% drzew w klasach 2-4). Poziom uszkodzenia drzewostanów młodszych był niższy; w tej grupie wiekowej uszkodzenie drzewostanów liściastych (23,93% drzew) było wyższe niż drzewostanów iglastych (20,40% drzew). Wśród gatunków liściastych najwyższym poziomem uszkodzenia charakteryzowały się drzewostany dębowe (niezależnie od wieku). W grupie drzewostanów iglastych starszych najwyższy poziom uszkodzenia występował w drzewostanach jodłowych, a jednocześnie w grupie drzewostanów iglastych młodszych drzewostany tego gatunku były najmniej uszkodzone.

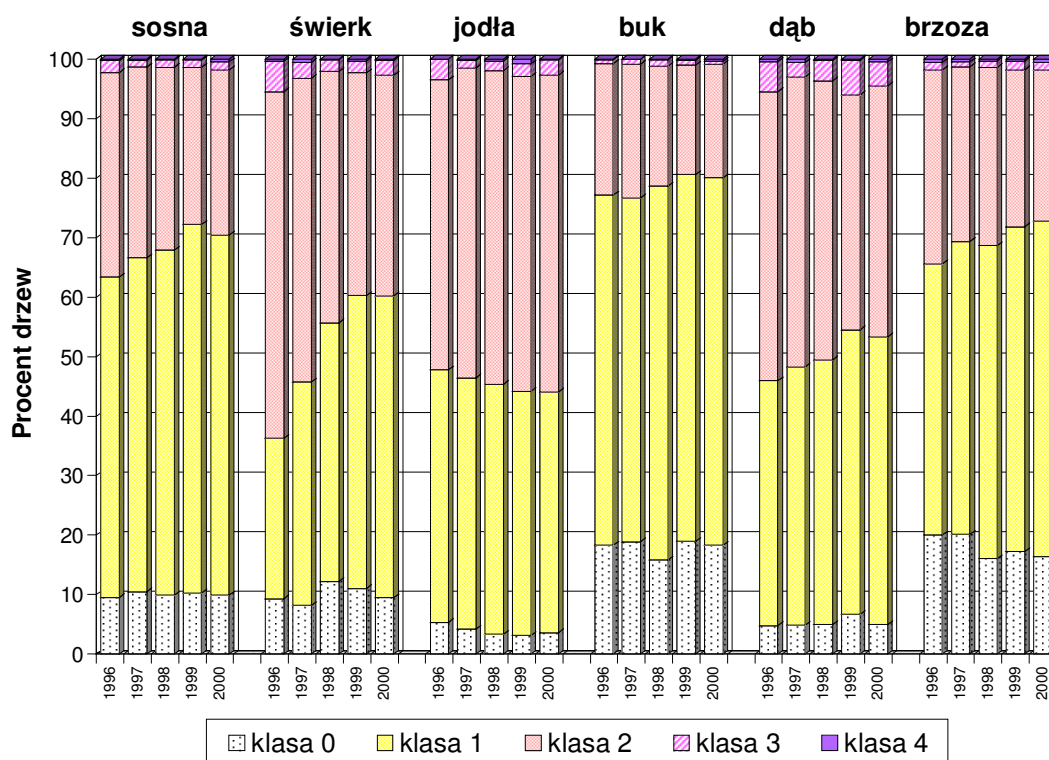
Poziom uszkodzenia drzewostanów (gatunki razem) w krainach przyrodniczo-leśnych wyrażony wskaźnikiem defoliacji wahał się od 2,45 (Kraina Bałtycka) do 3,21 (Kraina Karpacka) w drzewostanach starszych i od 2,04 (Kraina Mazursko-Podlaska) do 2,73 (Kraina Śląska) w drzewostanach młodszych.

4. Dynamika uszkodzeń drzewostanów w latach 1996-2000

Poziom uszkodzenia drzewostanów starszych, rozpatrywanych łącznie, oceniany na podstawie wskaźnika defoliacji, w ostatnim pięcioleciu zmniejszał się do roku 1999 i w kolejnych latach wynosił: 2,91, 2,79, 2,77, 2,70. W roku 2000 nastąpił wzrost wskaźnika do wartości 2,75. Przebieg zmian wskaźnika defoliacji w omawianym okresie był podobny w drzewostanach iglastych i liściastych. Jednak wzrost w 2000 roku był nieco większy w drzewostanach iglastych, głównie z powodu wyraźnego wzrostu wskaźnika w drzewostanach sosnowych z 2,64 do 2,70. Drzewostany liściaste charakteryzowały się dość znacznym przyrostem wskaźnika defoliacji, co było związane głównie ze wzrostem wskaźnika w drzewostanach dębowych z 3,03 w 1999 roku do 3,13 w roku 2000.



Fot. 8. Drzewostan brzozowy w nadl. Srokowo
- fot. Elżbieta Dmyterko



Rys. 4. Udział drzew monitorowanych gatunków w klasach uszkodzeń w latach 1996-2000 (drzewostany starsze)

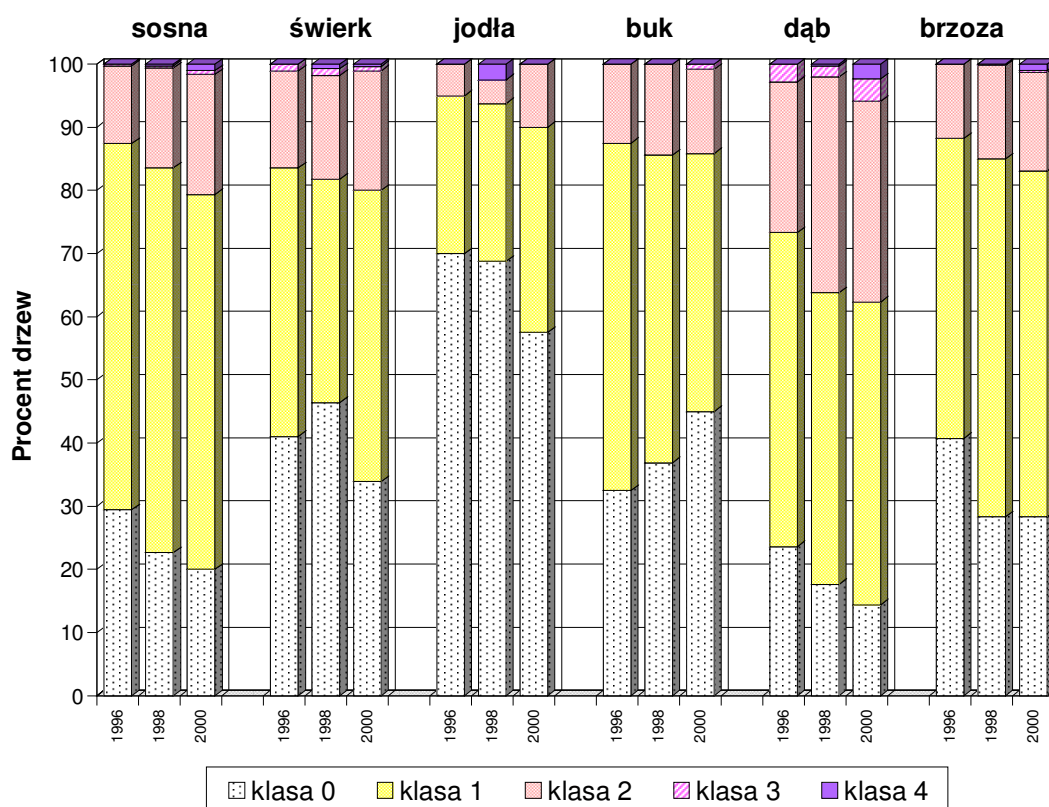


Fot. 9. Obserwacje koron drzew w nadl. Srokowo
- fot. Elżbieta Dmyterko

Analizując poziom uszkodzenia drzewostanów starszych w ostatnim pięcioleciu, na podstawie udziału drzew zdrowych (klasa 0), należy stwierdzić, że udział tych drzew nie podlega istotnym zmianom w czasie. Stanowią one ponad 10% wszystkich drzew, wahając się z roku na rok od 10,36% do 10,97%. W drzewostanach iglastych ich udział jest nieco mniejszy - od 9,32% do 10,04%, w drzewostanach liściastych nieco większy - od 11,91% do 12,92%. Najmniej drzew zdrowych odnotowano w drzewostanach jodłowych - od 3,14% do 5,35% i dębowych - od 4,85% do 6,67%, a najwięcej w drzewostanach bukowych - od 15,82% do 18,93% i brzożowych - od 16,05% do 20,13% (Rys. 4). Drzewostany młodsze charakteryzują się wyższym udziałem drzew zdrowych. W drzewostanach jodłowych tej kategorii wiekowej jest on najwyższy i sięga od 57,50% do 70,0%.

Najniższy udział drzew zdrowych wykazują drzewostany dębowe - od 14,41% do 23,61% (Rys. 5). W większości drzewostanów młodszych udział drzew zdrowych w okresie 1996-2000 wykazuje tendencję spadkową.

Udział drzew uszkodzonych w drzewostanach starszych (klasa 2-4) do roku 1999 wykazywał spadek. W roku 2000 odnotowano jego wzrost z 30,67% do 31,94%. Wzrost ten był większy w drzewostanach iglastych i dotyczył szczególnie drzewostanów sosnowych. Wśród drzewostanów liściastych najwyższy przyrost drzew uszkodzonych zanotowano w drzewostanach dębowych - udział tych drzew wzrósł z 44,70% w 1999 roku do 46,60% w 2000 roku - Tab. 2, Rys. 4. **Drzewostany młodsze wykazywały mniejszy udział drzew uszkodzonych w porównaniu z drzewostanami starszymi, ale w okresie 1996-2000 nastąpił wyraźny wzrost udziału tych drzew z 13,45% do 21,02%.** Wśród gatunków iglastych tej kategorii wiekowej najwyższym wzrostem udziału drzew uszkodzonych charakteryzowały się drzewostany sosnowe a wśród liściastych - drzewostany dębowe i brzozy (Rys. 5).



Rys. 5. Udział drzew monitorowanych gatunków w klasach uszkodzeń w latach 1996-2000 (drzewostany młodsze)

Przeprowadzono analizę porównawczą zmian uszkodzenia drzewostanów w latach 1996-2000, w krainach przyrodniczo-leśnych, na podstawie udziału drzew uszkodzonych w drzewostanie (klasa 2-4), oddzielnie dla drzewostanów starszych i młodszych.

Biorąc pod uwagę drzewostany starsze można zauważyć spadek udziału drzew uszkodzonych w pierwszej części tego okresu w Krainach Śląskiej i Sudeckiej. W pozostałych krainach udział drzew uszkodzonych utrzymuje się na podobnym poziomie przez cały omawiany okres. Rok 2000 charakteryzuje się niewielkim wzrostem udziału tych drzew we wszystkich

krainach przyrodniczo-leśnych, z wyjątkiem Krainy Sudeckiej. Z uwagi na udział drzew uszkodzonych, krainy przyrodniczo-leśne można podzielić na dwie grupy. Pierwszą grupę stanowią Krainy: Śląska, Sudecka, Małopolska i Karpacka wykazujące wyższy od średniej dla kraju udział drzew uszkodzonych. Drugą grupę stanowią Krainy: Mazowiecko-Podlaska, Wielkopolsko-Pomorska, Mazursko-Podlaska i Bałtycka wykazujące mniejszy udział drzew uszkodzonych od średniej wartości dla kraju.

Drzewostany młodsze w latach 1996-2000 wykazują stały, powolny wzrost udziału drzew uszkodzonych we wszystkich krainach. Zjawisko to w dużym stopniu może być związane ze starzeniem się drzewostanów młodszych, co w sposób naturalny zwiększa udział drzew uszkodzonych. Podział krain na dwie grupy ze względu na relację do średniego udziału drzew uszkodzonych w kraju jest dokładnie taki sam jak podział dla drzewostanów starszych. Ten fakt może oznaczać, że wzrost udziału drzew uszkodzonych w młodszych drzewostanach ma charakter wewnętrzny, związany z procesami zachodzącymi w samym drzewostanie, a nie z czynnikami zewnętrznymi.

Poziom uszkodzenia drzewostanów starszych, rozpatrywanych łącznie, oceniany na podstawie wskaźnika defoliacji, w ostatnim pięcioleciu zmniejszał się do roku 1999. W roku 2000 nastąpił wzrost wskaźnika do wartości 2,75.

W większości drzewostanów młodszych udział drzew zdrowych w okresie 1996-2000 wykazuje tendencję spadkową.

Drzewostany dębowe i bukowe wykazały widoczny spadek wartości wskaźnika defoliacji.

5. Charakterystyka gleb leśnych

5.1. Stan gleb jesienią 1999

Na stałych powierzchniach obserwacyjnych II rzędu reprezentowanych jest 11 typów gleb, przy czym na 59% powierzchni występują gleby zaliczane do najuboższych, a więc bielice, gleby bielcowe oraz rdzawe. Spośród gleb uważanych za stosunkowo żyzne najliczniej reprezentowane są gleby brunatne właściwe oraz brunatne kwaśne (31,7% powierzchni) - Tab. 4. W większości zostały one wytworzone z utworów piaszczystych, a ich poziom brunatnienia z reguły nie spełnia kryteriów poziomu diagnostycznego *cambic*.

Tabela 4. Udział typów gleb wg klasyfikacji polskiej na SPO II rzędu

Typ gleby	Liczba powierzchni	Udział procentowy
Gleby słabo wykształcone ze skał luźnych	2	1,4
Gleby brunatne właściwe	20	13,4
Gleby brunatne kwaśne	27	18,2
Gleby płowe	10	6,8
Gleby rdzawe	67	45,3
Gleby bielcowe	13	8,8
Bielice	5	3,4
Gleby glejbielcowe	1	0,7
Gleby opadowo-glejowe	1	0,7
Gleby murszowate	1	0,7
Gleby rzeczne	1	0,7

Uziarnienie (skład granulometryczny) gleb jest, obok zawartości węgla organicznego, głównym wskaźnikiem ich potencjalnej żyzności. Od zawartości części spławialnych, a zwłaszcza od zawartości iłu koloidalnego zależy między innymi zasobność gleb w takie składniki pokarmowe jak fosfor, potas, wapń, magnez, czy mikroelementy, a także pojemność wodna. Tymczasem poziomy akumulacyjne 58,8% gleb na SPO II rzędu wykazują uziarnienie piasku luźnego lub słabogliniastego, a zawartość iłu koloidalnego w 70,3% przypadków nie przekracza 5%, przy czym aż 29,1% poziomów akumulacyjnych zawiera niewykrywalne ilości tych cząstek - Tab. 5. Gleby piaszczyste, zawierające niewielkie ilości iłu koloidalnego, cierpią z reguły na niedostatek wody, są ubogie w składniki pokarmowe oraz charakteryzują się bardzo dużą wrażliwością na zmiany w środowisku. Tak więc **ponad 2/3 gleb na SPO II rzędu zaliczyć należy do kategorii gleb o małych zdolnościach buforowych, nie tylko w stosunku do jonów wodorowych (odczyn), ale także w stosunku do innych komponentów kompleksu sorpcyjnego.**

Całkowita zawartość fosforu, potasu, wapnia i magnezu była najwyższa w próchnicy nadkładowej i zmniejszała się stopniowo w miarę wzrostu głębokości. Wyjątek w tym względzie stanowiły gleby brunatne, w których wraz ze wzrostem głębokości obserwowano często zwiększanie się zawartości wapnia i magnezu.

Tabela 5. Uziarnienie gleb na SPO II rzędu

Elementy uziarnienia		Liczba powierzchni	Udział procentowy
Rodzaj	Zawartość [%]		
Części spławialne	0,0 - 5,0	44	29,7
	5,1 - 10,0	43	29,1
	10,1 - 20,0	23	15,5
	20,1 - 35,0	17	11,5
	35,1 - 50,0	13	8,8
	> 50	8	5,4
Ił koloidalny	0,0 - 1,0	43	29,1
	1,1 - 3,0	38	25,7
	3,1 - 5,0	23	15,5
	5,1 - 8,0	19	12,8
	8,1 - 12,0	7	4,7
	12,1 - 20,0	18	12,2

pH wynosiło 3,22). Amplituda była tu znacznie większa: od pH 2,61 do 4,66. Odczyn próchnic nadkładowych gleb spod drzewostanów liściastych był znacznie wyższy i w drzewostanach bukowych wahał się od pH 3,14 do 5,09, a w drzewostanach dębowych od pH 3,38 do 5,47. Średnie wartości pH dla próchnic nadkładowych gleb spod drzewostanów bukowych i dębowych wynosiły odpowiednio 3,91 i 4,03.

Jedną z ważniejszych cech gleb, mającą bezpośredni wpływ na ich żyzność są właściwości sorpcyjne, charakteryzowane takimi parametrami jak: zawartość zasadowych i kwasowych kationów wymiennych, kwasowość wymienna, pojemność sorpcyjna oraz stopień wysycenia kompleksu sorpcyjnego zasadami. Dzięki właściwościom sorpcyjnym gleby mają zdolność regulowania odczynu, magazynowania składników pokarmowych oraz neutralizacji substancji chemicznych szkodliwych dla organizmów żywych.

Zawartość zasadowych i kwasowych kationów wymiennych oraz kwasowość wymienna monitorowanych gleb zmieniały się wraz ze wzrostem głębokości, uzyskując z reguły wartości najwyższe w próchnicy nadkładowej, co było związane z jednej strony z jej dużą pojemnością sorpcyjną, z drugiej zaś strony z niewielką zawartością frakcji iłu koloidalnego w poziomach mineralnych zdecydowanej większości gleb, a więc z małą pojemnością sorpcyjną tych poziomów.

Łączna zawartość wymiennych form wapnia, magnezu, potasu i sodu zwana sumą zasad (Sz) w leżącej bezpośrednio pod ektopróchnicą warstwie mineralnej wahała się od 0,16 do 24,18 cmol_c·kg⁻¹. Najniższe ilości zasadowych kationów wymiennych w wierzchnich warstwach mineralnych stwierdzano w bielicach oraz w glebach bielicowych i rdzawych, a najwyższe w madzie rzecznej oraz w glebach brunatnych, brunatnych kwaśnych i płowych.

Odczyn gleb na powierzchniach zmieniał się wraz z głębokością. Z reguły najbardziej kwaśna była próchnica nadkładowa, natomiast wartość pH warstw mineralnych rosła wraz ze wzrostem głębokości. Odczyn próchnicy nadkładowej zależał od drzewostanu. W drzewo-stanach świerkowych wahał się od pH 2,77 do 4,06, średnia wartość odczynu pH wynosiła 3,20. Podobnym odczynem charakteryzowały się ektopróchnice gleb spod drzewostanów sosnowych (średnie

Glin jest, po tlenie i krzemie, najbardziej rozpowszechnionym pierwiastkiem w litosferze (7,45%). Zawartość wymiennego glinu w warstwie 0-5 cm analizowanych gleb wahała się od 0,27 do 10,93 $\text{cmol}_c\cdot\text{kg}^{-1}$ i była ściśle skorelowana z kwasowością wymienną ($r = 0,9735$).

Pojemność sorpcyjna (T) warstwy mineralnej monitorowanych gleb, leżącej bezpośrednio pod próchnicą nadkładową, wahała się od ekstremalnie słabej (0,91 $\text{cmol}_c\cdot\text{kg}^{-1}$) do bardzo silnej (24,70 $\text{cmol}_c\cdot\text{kg}^{-1}$) i zależała od zawartości ilu koloidalnego oraz węgla organicznego. Pojemność sorpcyjna z reguły zmniejszała się wraz ze wzrostem głębokości pobrania próbki.

Stopień wysycenia kompleksu sorpcyjnego zasadami (V) stanowiący procentowy udział kationów zasadowych (Ca^{2+} , K^+ , Mg^{2+} , Na^+) w całkowitej pojemności sorpcyjnej jest również ważną cechą żyzności gleby. Wartość V w warstwie 0-5 cm gleb wahała się od 6,76% do 97,9%. Przyjmuje się, że szczególnie narażone na szybkie zakwaszenie są gleby, których V jest mniejszy niż 25%. Tak niskim stopniem wysycenia kompleksu sorpcyjnego zasadami charakteryzowało się aż 63% badanych gleb.

Analizując poszczególne właściwości w ramach typów gleb reprezentowanych na SPO II rzędu można, podobnie jak w 1996 roku, **uszeregować badane gleby leśne według ich żyzności** (od gleby najmniej do najbardziej żyznej): bielice < gleby bielcowe = gleby rdzawe < gleby płowe < gleby brunatne kwaśne < gleby brunatne właściwe

5.2. Zmiany wybranych parametrów gleb w okresie: jesień 1995 lub 1996 - jesień 1999

Po zakończeniu drugiego cyklu pomiarów możliwe było dokonanie próby określenia zmian, jakie zaszły w monitorowanych glebach leśnych w ciągu ostatnich czterech lat. Do porównań wybrano takie parametry gleb jak: całkowita zawartość fosforu, potasu, wapnia, magnezu oraz cynku jako przedstawiciela mikroelementów, a także odczyn, zawartość wymiennych form wapnia, magnezu (przedstawiciele zasadowych kationów wymiennych), glinu (przedstawiciel kwasowych kationów wymiennych) oraz stopień wysycenia kompleksu sorpcyjnego zasadami. Wymienione parametry (cechy) podzielono ze względu na ich podatność na zmiany na dwie grupy:

- ✓ stabilne cechy gleb, nie ulegające zmianom w ciągu jednego czy kilku sezonów wegetacyjnych,
- ✓ labilne cechy gleb, mogące ulec znaczącym zmianom w ciągu okresu czasu mierzonego jednym lub kilkoma sezonami wegetacyjnymi.

Ponieważ w obiegu składnika pokarmowego w ekosystemie biorą udział jedynie formy przyswajalne i aktywne, które stanowią z reguły co najwyżej kilka procent jego całkowitej zawartości w glebie, całkowita zawartość składników pokarmowych nie podlega znaczącym zmianom w stosunkowo krótkim okresie czasu i jest zaliczana do stabilnych cech gleby. Labilne

cechy gleby to odczyn oraz właściwości sorpcyjne, charakteryzowane takimi parametrami jak: zawartość wymiennych form wapnia, magnezu, potasu, sodu, glinu, manganu, żelaza, kwasowość wymienna, pojemność sorpcyjna oraz stopień wysycenia kompleksu sorpcyjnego zasadami, mogące ulegać znaczącym zmianom w stosunkowo krótkim okresie czasu. Zmiany jednych parametrów gleby mogą pociągać za sobą zmiany innych. Jeżeli na przykład wzrost stężenia kwasotwórczych zanieczyszczeń powietrza spowoduje spadek pH gleby, to nastąpi również zmniejszenie się ilości ładunków ujemnych (zależnych od pH) na koloidach glebowych, a tym samym dojdzie do zmniejszenia się pojemności sorpcyjnej (aktualnej) tej gleby.

Zmiany, jakim wymienione wyżej parametry gleb uległy w ciągu ostatnich czterech lat (SPO w drzewostanach iglastych) lub trzech lat (SPO w drzewostanach liściastych), określano z

następującego wzoru:

$$\frac{(P_{1999} - P_{1995})}{P_{1995}} \cdot 100 [\%],$$

gdzie: P_{1999} - wartość parametru w 1999 roku

P_{1995} - wartość parametru w 1995 roku (d-stany iglaste) lub w 1996 roku (d-stany liściaste).

Ze względu na dużą heterogeniczność gleb oraz trudności metodyczne występujące w ich analizie przyjmuje się powszechnie, że odchylenie $\pm 20\%$ od wartości rzeczywistej mieści się w granicach błędu. Zgodnie z tym, **w niniejszym opracowaniu o zmianie mierzonych cech gleby mówi się wtedy, gdy zwiększenie/zmniejszenie wartości przekracza 20% wartości początkowej.**

W okresie między pierwszym i obecnym cyklem analiz prób glebowych **zawartość fosforu** w glebach pod drzewostanami liściastymi nie uległa zmianie. W glebach pod drzewostanami świerkowymi zmiany w zawartości fosforu były również niewielkie. W większości próbek pobranych z różnych warstw gleb spod drzewostanów sosnowych zmiany mieściły się w granicach błędu ($\pm 20\%$), w pozostałych próbkach zaobserwowano jednak wyraźną tendencję wzrostu zawartości fosforu w ektopróchnicy oraz w wierzchnich warstwach mineralnych, podczas gdy spadek zawartości tego składnika, jeżeli miał miejsce, występował z reguły w głębszych warstwach mineralnych.

Zawartość całkowitych form makroelementów będących metalami (potasu, wapnia i magnezu) była wielkością stosunkowo stałą. Niezależnie od rodzaju drzewostanu ich zawartość w rozpatrywanym okresie nie uległa znaczącym zmianom.

Cynk jest przedstawicielem mikroelementów, a więc składników pokarmowych pobieranych przez rośliny w ilościach o 2-3 rzędy wielkości niższych niż składniki omówione wcześniej. Oznaczanie ilości tego pierwiastka obarczone jest znacznym błędem, z reguły przekraczającym $\pm 20\%$. Całkowita zawartość cynku w monitorowanych glebach leśnych zmieniła się o ponad 20% w ciągu czterech lat w 34% analizowanych próbek. Gdyby rozszerzyć

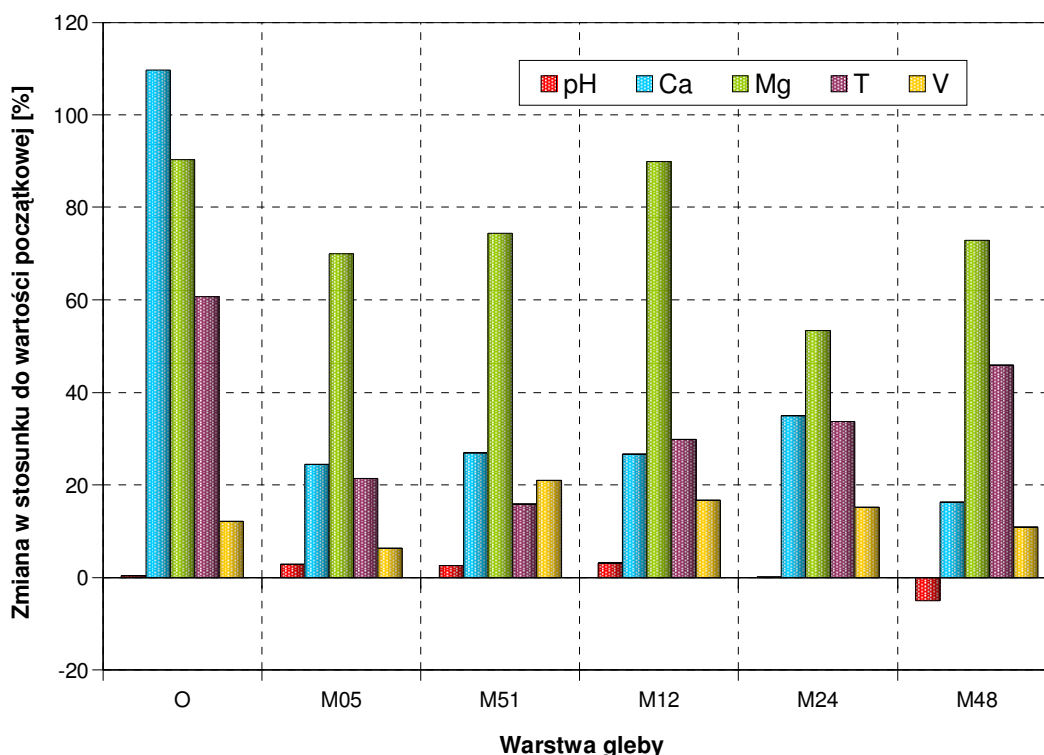
pas błędu wynikającego z heterogeniczności gleb oraz z niedoskonałości technik pomiarowych do 33%, co wydaje się być wartością realną, okazałoby się, że w ciągu czterech lat dzielących kolejne pomiary, zmianie uległo tylko 18% analizowanych przypadków.

Odczyn gleby jest określany przez stosunek jonów wodorowych $[H^+]$ do jonów wodorotlenowych $[OH^-]$ występujących w zawiesinie glebowej. Odczyn gleb mierzony w zawiesinie gleby z roztworem $CaCl_2$ w okresie między pierwszym i obecnym cyklem monitoringu zmienił się jedynie w 60 na 888 badanych próbek (7%). W 28 przypadkach zarejestrowano wzrost zakwaszenia, w 32 natomiast doszło do obniżenia kwasowości gleby. Zmiany odczynu gleb leśnych w ciągu ostatnich czterech lat miały charakter lokalny, a ich kierunek zależał od ilościowych i jakościowych zmian zanieczyszczeń powietrza.

Zmiany właściwości sorpcyjnych gleb w 1999 r. w stosunku do roku 1995 w zależności od typu gleby były następujące.

Bielice - Poziom próchnicy nadkładowej (O) oraz warstwa mineralna 0-5 cm (M05) charakteryzowały się wyraźnie zwiększoną - w stosunku do stanu zarejestrowanego cztery lata wcześniej - zawartością wymiennego wapnia i magnezu. Zaobserwowano także nieznaczny przyrost pojemności sorpcyjnej oraz stopnia wysycenia kompleksu sorpcyjnego zasadami w omawianych warstwach. W głębiej położonych warstwach mineralnych przyrost zawartości magnezu był nieco mniejszy, stwierdzono ponadto zmniejszanie się ilości wymiennego wapnia, co może świadczyć o przemieszczaniu tego składnika przez rośliny w górę profilu.

Gleby bielice (Rys. 6.) - We wszystkich warstwach mineralnych nastąpił przyrost zawartości wymiennego wapnia i magnezu. W dwóch warstwach górnych spowodowało to zwiększenie się stopnia wysycenia kompleksu sorpcyjnego zasadami. Z wyjątkiem warstwy 0-5 cm stwierdzono zwiększenie się pojemności sorpcyjnej gleb.

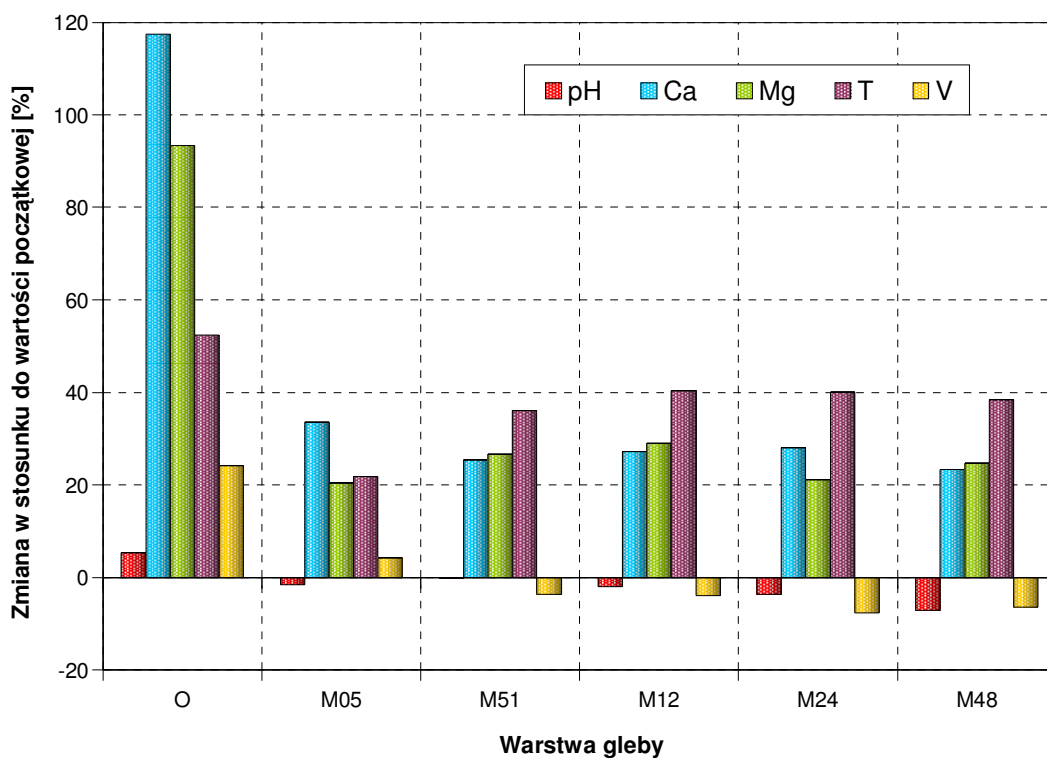


Rys. 6. Średnie zmiany wybranych cech gleb biellicowych w warstwach - porównanie wyników z lat 1995 (d-stany iglaste) i 1996 (d-stany liściaste) z wynikami z roku 1999

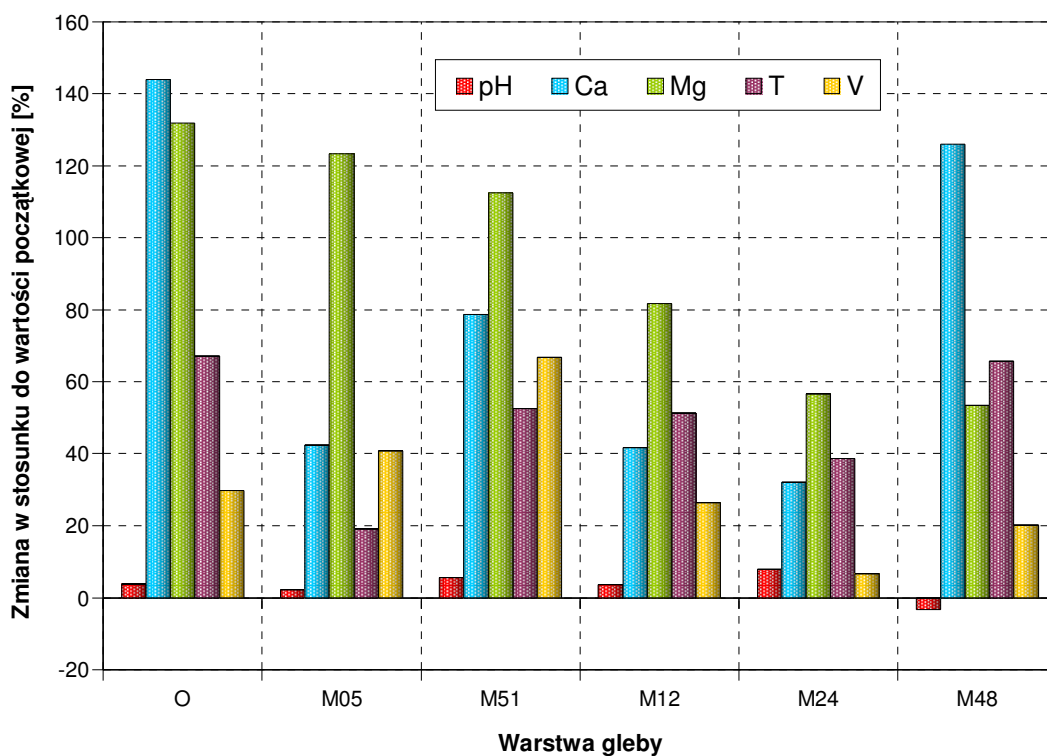
Gleby brunatne właściwe - W warstwie ektopróchnicy (O) oraz w warstwach mineralnych pobranych z głębokości 0-5, 5-10 oraz 10-20 cm (M05, M51, M12) zanotowano zwiększenie się zawartości wymiennych form Ca i Mg, wyraźny zwłaszcza w poziomie ektopróchnicy oraz w warstwach 5-10 i 10-20 cm. Próchnica nadkładowa oraz trzy górne warstwy mineralne charakteryzowały się nieznacznym wzrostem pojemności sorpcyjnej.

Gleby brunatne kwaśne (Rys. 7.) - Zanotowano wyraźny przyrost Ca, Mg oraz T (pojemność sorpcyjna) w ektopróchnicy. W warstwach mineralnych zanotowano jedynie niewielki wzrost pojemności sorpcyjnej poczynając od 5-10 cm i dalej w dół profilu.

Gleby płowe - Typ ten charakteryzował się również niewielkimi zmianami w porównaniu ze stanem zarejestrowanym cztery lata wcześniej. Zanotowano jedynie niewielki wzrost zawartości wymiennego Ca oraz pojemności sorpcyjnej w ektopróchnicy oraz w warstwie 0-5 cm, spadek stopnia wysycenia zasadami w warstwie 10-20 cm oraz niewielki wzrost wapnia w warstwie położonej najgłębiej.



Rys. 7. Średnie zmiany wybranych cech gleb brunatnych kwaśnych w warstwach - porównanie wyników z lat 1995 (d-stany iglaste) i 1996 (d-stany liściaste) z wynikami z roku 1999



Rys. 8. Średnie zmiany wybranych cech gleb rdzawych w warstwach - porównanie wyników z lat 1995 (d-stany iglaste) i 1996 (d-stany liściaste) z wynikami z roku 1999

Gleby rdzawe (Rys. 8.) są najliczniej reprezentowane na SPO II rzędu (45,3% udziału). W poziomie próchnicy nadkładowej tych gleb zanotowano zwiększenie się ilości wymiennych form Ca i Mg oraz pojemności sorpcyjnej. We wszystkich warstwach mineralnych gleb rdzawych nastąpił wyraźny przyrost zawartości wymiennego magnezu. W warstwach 10-20, 20-40 oraz 40-80 cm zanotowano wzrost pojemności sorpcyjnej.

Wnioskowanie o kierunkach zmian zachodzących w glebach leśnych na podstawie dwóch tylko cykli pomiarowych jest bardzo trudne. Stosunkowo prostym w interpretacji jest brak zmian zawartości tzw. całkowitych form potasu, wapnia i magnezu. Pierwiastki te występują w glebach głównie w stabilnych związkach mineralnych; tylko niewielki procent ich całkowitej zawartości bierze udział w krążeniu w ekosystemie. Pozostałe spośród omawianych parametrów, a więc całkowita zawartość fosforu, odczyn, zawartość zasadowych i kwasowych kationów wymiennych, czy też stopień wysycenia kompleksu sorpcyjnego zasadami są ściśle związane z przemianami związków organicznych w glebie. **W 1999 roku zanotowano wyraźny przyrost zawartości węgla organicznego w próchnicach nadkładowych - zwłaszcza w drzewostanach iglastych - w stosunku do stanu sprzed czterech lat [21].** Wzrostowi zawartości węgla organicznego w glebie nie muszą towarzyszyć zmiany omawianych parametrów labilnych. Do zmian takich dochodzi dopiero na skutek procesów mineralizacji/humifikacji świeżej materii organicznej. W dalszym ciągu, w cyklu czteroletnim i we wszystkich warstwach objętych dotychczas pomiarami, należy monitorować takie cechy gleb jak zawartość węgla organicznego, azotu całkowitego (ogólnego), odczyn oraz zawartość wymiennych form kationów zasadowych i kwasowych. Czteroletni cykl pomiarów stabilnych cech gleby nie jest natomiast konieczny - proponuje się jego wydłużenie do lat dwunastu. Całkowita zawartość fosforu w części gleb uległa w omawianym okresie znaczącym zmianom, jednak ze względu na małe potrzeby pokarmowe drzew leśnych w stosunku do tego składnika z jednej strony oraz ze względu na wysoki koszt analiz chemicznych z drugiej strony, cykl pomiarów można w tym przypadku przedłużyć również do 12 lat.

Na stałych powierzchniach obserwacyjnych II rzędu reprezentowanych jest 11 typów gleb, przy czym na 59% powierzchni występują gleby zaliczane do najuboższych, a więc bielice, gleby bielcowe oraz rdzawe. Spośród gleb uważanych za stosunkowo żyzne najliczniej reprezentowane są gleby brunatne właściwe oraz brunatne kwaśne (31,7% powierzchni).

Największe ilości ogólnych form fosforu, potasu wapnia i magnezu zawierają gleby brunatne właściwe, brunatne kwaśne oraz płowe zwłaszcza spod drzewostanów liściastych.

Około 2/3 badanych gleb charakteryzuje się bardzo niskim stopniem wysycenia kompleksu sorpcyjnego zasadami ($V < 25\%$). Gleby te są szczególnie narażone na szybkie zakwaszenie

Gatunki drzew leśnych wywierają wpływ na odczyn próchnic nadkładowych, a w konsekwencji na odczyn gleb. Badane gatunki drzew można uszeregować w sposób następujący (od najbardziej do najmniej zakwaszającego): świerk $\geq$ sosna $>$ buk $>$ dąb.

Typy badanych gleb leśnych można uszeregować według ich żyzności. Szereg taki przedstawia się następująco (od typu gleby najmniej do najbardziej żyznej): bielice $<$ gleby bielcowe = gleby rdzawe $<$ gleby płowe $<$ gleby brunatne kwaśne $<$ gleby brunatne właściwe.

6. Depozyt zanieczyszczeń na terenach leśnych

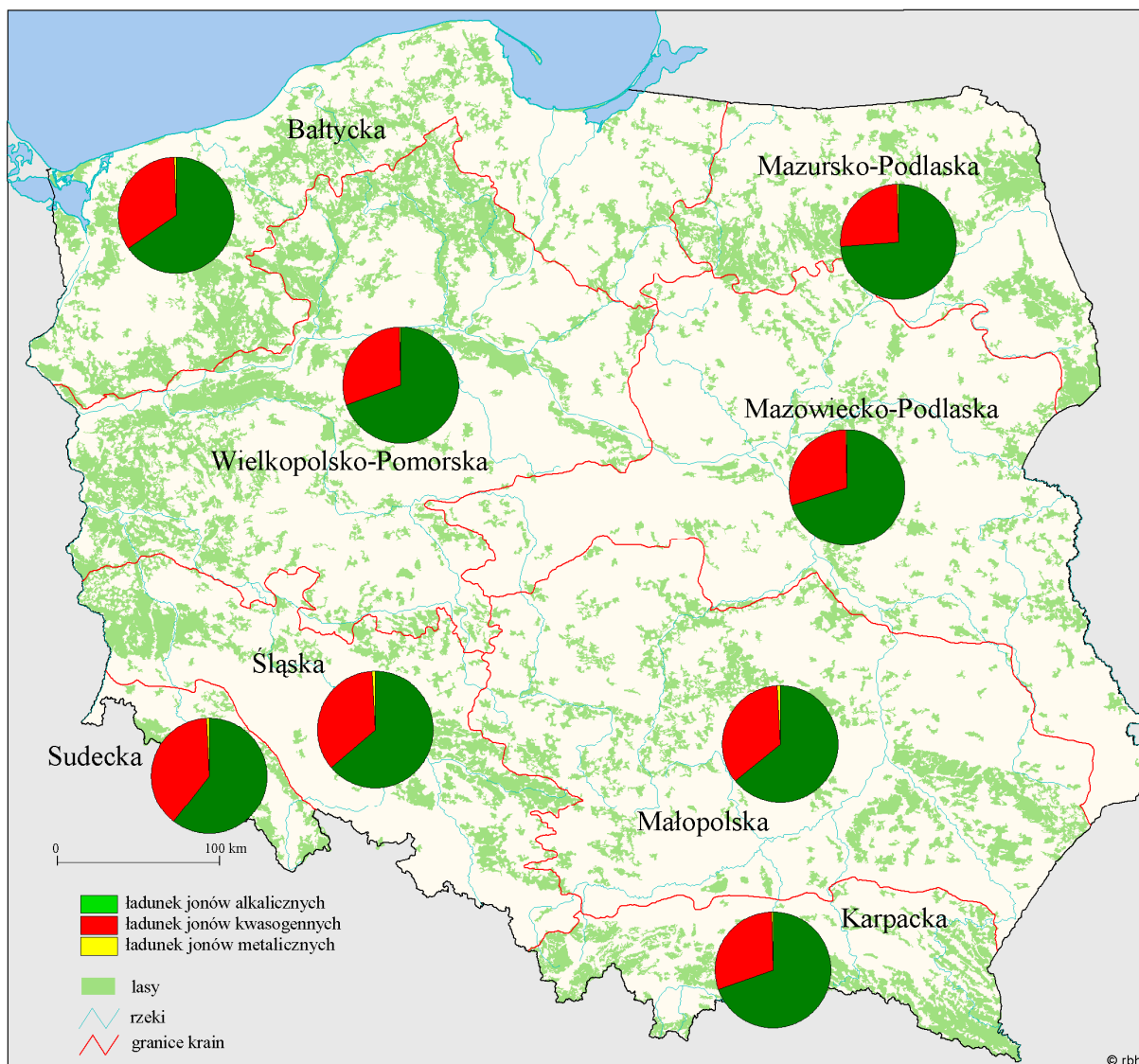
Skład chemiczny opadów atmosferycznych charakteryzował się zróżnicowaniem zarówno przestrzennym jak i czasowym. W odróżnieniu od lat ubiegłych zmianie uległy koncentracje niektórych jonów zarówno w skali kraju jak i w krainach. Koncentracje jonów (z wyjątkiem Fe^{2+} i Cu^{2+}) latem wzrosły, a zimą zmalały we wszystkich krainach. A zatem nastąpiło zmniejszenie dysproporcji stężeń pomiędzy sezonami. W przypadkach Cu^{2+} oraz Fe^{2+} odnotowano spadek koncentracji tych jonów we wszystkich krainach dla obu sezonów.

Tabela 6. Depozyt jonów w opadzie atmosferycznym w krainach przyrodniczo-leśnych - 2000 rok

Kraina przyrodniczo-leśna*)	Depozyt [$\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$]												
	Ca^{2+}	Mg^{2+}	K^{+}	Na^{+}	Al^{3+}	Fe^{2+}	Mn^{2+}	N-NH_4^{+}	N-NO_3^{-}	S-SO_4^{2-}	Cl^{-}	Zn^{2-}	Cu^{2-}
I	28,24	3,01	7,47	8,77	0,270	0,374	0,121	12,10	4,16	13,07	16,79	2,92	0,045
II	21,86	1,83	7,29	4,57	0,134	0,150	0,065	13,32	2,57	8,41	8,48	1,76	0,016
III	25,83	3,29	9,04	7,00	0,232	0,380	0,086	26,18	4,92	18,90	15,60	2,89	0,066
IV	45,45	4,18	10,19	5,41	0,255	0,314	0,125	17,42	4,52	19,39	12,39	3,73	0,036
V	20,03	2,51	11,29	4,11	0,253	0,325	0,568	11,55	4,54	13,96	10,23	4,71	0,058
VI	55,25	5,45	12,44	9,43	0,793	0,414	0,232	13,18	5,32	27,15	19,92	3,35	0,035
VII	10,28	2,04	10,71	4,66	0,235	0,468	0,130	9,98	4,41	12,22	10,00	3,55	0,032
VIII	55,74	6,97	7,90	8,33	0,306	0,355	0,099	11,17	5,34	18,73	12,21	3,44	0,091

*) Krainy: I - Bałtycka, II - Mazursko-Podlaska, III - Wielkopolsko-Pomorska, IV - Mazowiecko-Podlaska, V - Śląska, VI - Małopolska, VII - Sudecka, VIII - Karpacka

Nietypowy wzrost koncentracji jonów w sezonie letnim można tłumaczyć długimi okresami suszy, oraz krótkotrwałymi opadami. W opadach krótkotrwałych koncentracje zanieczyszczeń są zwykle wyższe niż w opadach długotrwałych [2]. Dlatego w roku 2000 nie występowały tak wyraźne różnice między krainami przyrodniczo-leśnymi, jak pomiędzy sezonami w krainach.

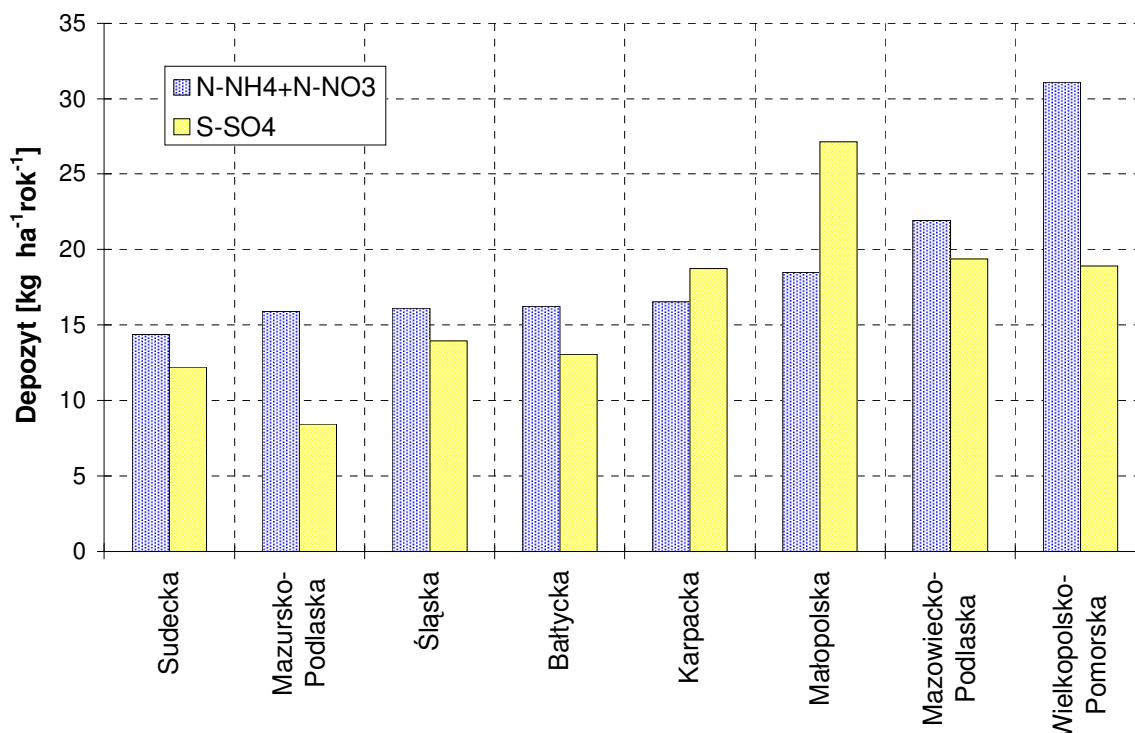


Rys. 9. Procentowy udział ładunków głównych jonów docierających z opadami atmosferycznymi do ekosystemów leśnych wg krain przyrodniczo-leśnych - 2000 rok

W całej Polsce dominują: wśród jonów alkalicznych Ca^{2+} , a wśród jonów kwasogennych SO_4^{2-} . Procentowy udział jonów zakwaszających, alkalizujących oraz metalicznych w ogólnym rocznym dopływie zanieczyszczeń z opadów atmosferycznych dla ośmiu krain przyrodniczo-leśnych przedstawia Rys. 9. Proporcje depozytów jonów kwasogennych do alkalicznych nie różnią się zasadniczo od danych z roku 1999. Wyjątek stanowią Krainy: Mazursko-Podlaska oraz Wielkopolsko-Pomorska, gdzie stosunek ten uległ zmianie na korzyść jonów alkalicznych. **W 2000 roku zaznaczył się wzrost procentowego udziału jonów metalicznych w Krainie Małopolskiej i Karpackiej.**

Depozyt zanieczyszczeń docierający do ekosystemów leśnych jest kształtowany w dużym stopniu przez wysokość opadów. W analizowanym roku 2000 wystąpiły duże różnice pomiędzy miesiącami o najwyższych sumach opadów, tj. marcem i lipcem, a zdecydowanie „suchymi” miesiącami: czerwcem oraz październikiem. Dla większości jonów maksymalne roczne sumy depozytu odnotowano, podobnie jak w 1999 roku, w Polsce południowej, zwłaszcza w Krainie Małopolskiej i Karpackiej (Tab. 6). Sumy depozytu jonów kwasogennych były szczególnie wysokie w Krainie Wielkopolsko-Pomorskiej i Małopolskiej. W Krainach: Małopolskiej i Karpackiej wystąpiły najwyższe sumy depozytu jonów alkalicznych. W Krainie Wielkopolsko-Pomorskiej zanotowano najwyższy depozyt sumy azotu amonowego i azotanowego.

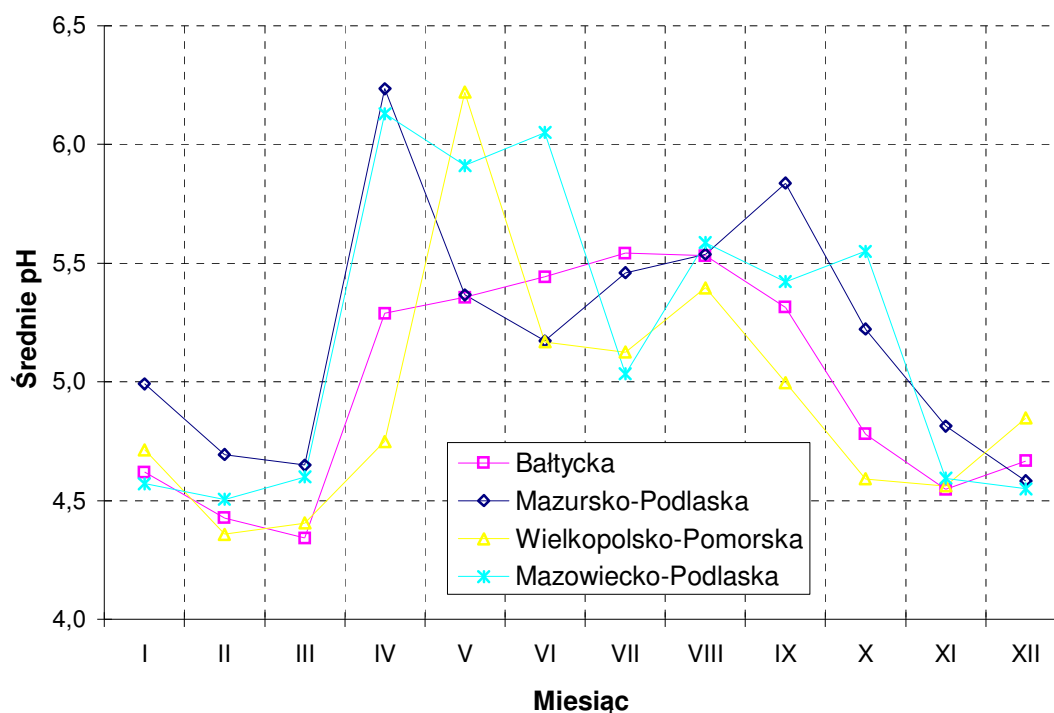
Porównanie rocznego dopływu azotu amonowego i azotanowego z dopływem siarki siarczanowej w kg/ha dla poszczególnych krain przedstawiono na Rys. 10.



Rys. 10. Roczny dopływ azotu amonowego i azotanowego oraz siarki siarczanowej w krainach przyrodniczo-leśnych w 2000 roku wg rosnącej sumy azotu

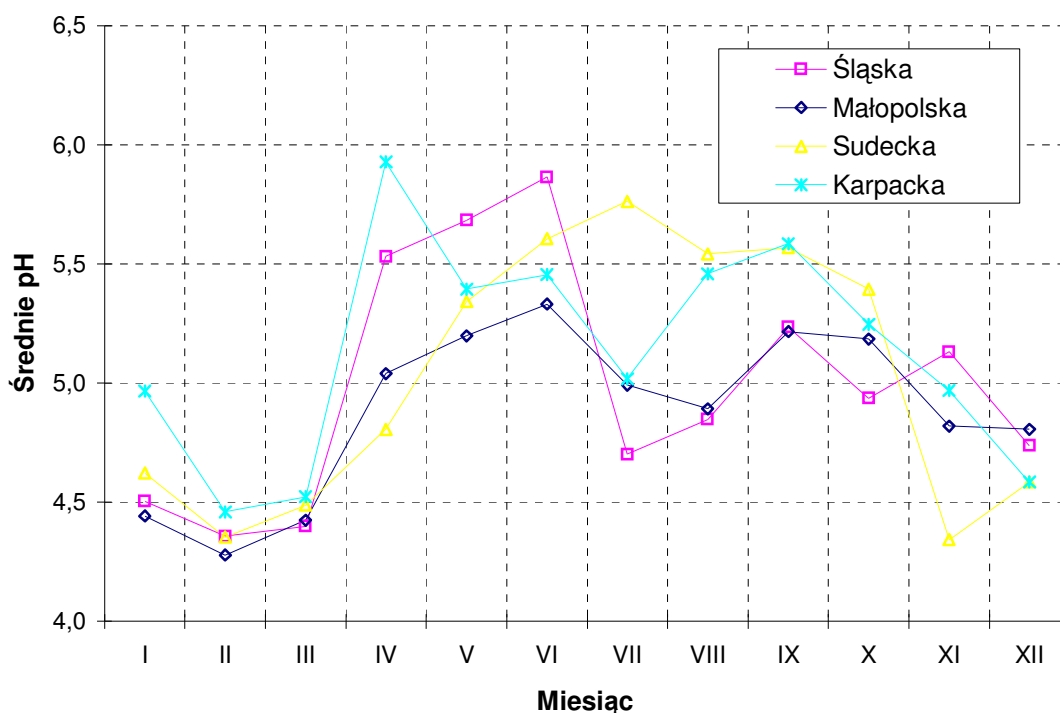
Wartości depozytu azotu amonowego i azotanowego w 2000 roku zawierały się w przedziale od ok. 15 do 31 kg/(ha*rok). Można zatem mówić o znaczącym wzroście depozytu azotu w ekosystemach leśnych wszystkich krain oprócz Karpackiej i Śląskiej. Na wysoki poziom depozytu azotu zaważyła jego postać amonowa. Maksymalna wartość omawianego azotu zmierzona została podobnie jak w roku ubiegłym w Krainie Wielkopolsko-Pomorskiej.

Roczny dopływ siarki siarczanowej zawierał się w przedziale 8 - 27 kg/(ha*rok). Jest to zakres bardzo zbliżony do wyników z roku 1999. Najwyższa wartość wystąpiła w Krainie Małopolskiej, podobnie jak w minionym okresie lat 1996-99, najniższa - w Krainie Mazursko-Podlaskiej. Wg Johnsona i Lindberga [3] całkowita depozycja siarki na terenach nie narażonych na dopływ zanieczyszczeń ze źródeł antropogenicznych sięga kilku kg/(ha*rok). Dla Polski południowej opisane w literaturze wielkości depozytu siarki wynoszą 13-26 kg/(ha*rok) [1, 15].



Rys. 11. Średnia kwasowość opadów atmosferycznych w krainach przyrodniczo-leśnych Polski północnej i środkowej - 2000 rok

Przeprowadzono analizę zmienności czasową pH opadów atmosferycznych w poszczególnych krainach przyrodniczo-leśnych Polski północnej i południowej - Rys. 11 i 12. Średnie miesięczne wartości pH opadów zawierały się w granicach 4,34-6,23 dla Polski północnej oraz 4,28-5,93 dla Polski południowej. Świadczy to o większym zakwaszeniu opadów w południowej części kraju. Wg Hryniewicza i Przybylskiej [2] pH opadów przy naturalnym zakwaszeniu, w wyniku obecności w atmosferze CO_2 o stężeniu 320 ppm w temperaturze 15 °C, wynosi 5,63. Zbliżone lub nieco wyższe wartości obserwowano w miesiącach letnich we wszystkich krainach. **Wyraźnie niższe wartości pH notowano w okresie styczeń-marzec oraz październik-grudzień.** W krainach Polski południowej w lutym i w marcu wartości pH wynosiły nawet poniżej 4,5. W skali całego roku pH opadów jest najniższe w Krainie Małopolskiej, co ma związek z najwyższymi w tym roku wartościami depozytu jonów chloru i siarki na tym obszarze. **Zaznaczyła się jednocześnie wyraźna poprawa jakości opadów atmosferycznych w Krainie Sudeckiej, uznawanej za strefę oddziaływania zakładów przemysłowych „czarnego trójkąta”.**



Rys. 12. Średnia kwasowość opadów atmosferycznych w krainach przyrodniczo-leśnych Polski południowej - 2000 rok

Porównano depozyt niektórych jonów w opadzie zmierzony w Polsce w latach 1997-2000 z wynikami uzyskanymi dla innych krajów europejskich z roku 1996, zawartymi w raporcie FIMCI [16]. **Wartości z obszaru Polski dla SO_4 , NO_3 , NH_4 , Ca i K są maksymalne w skali Europy.**

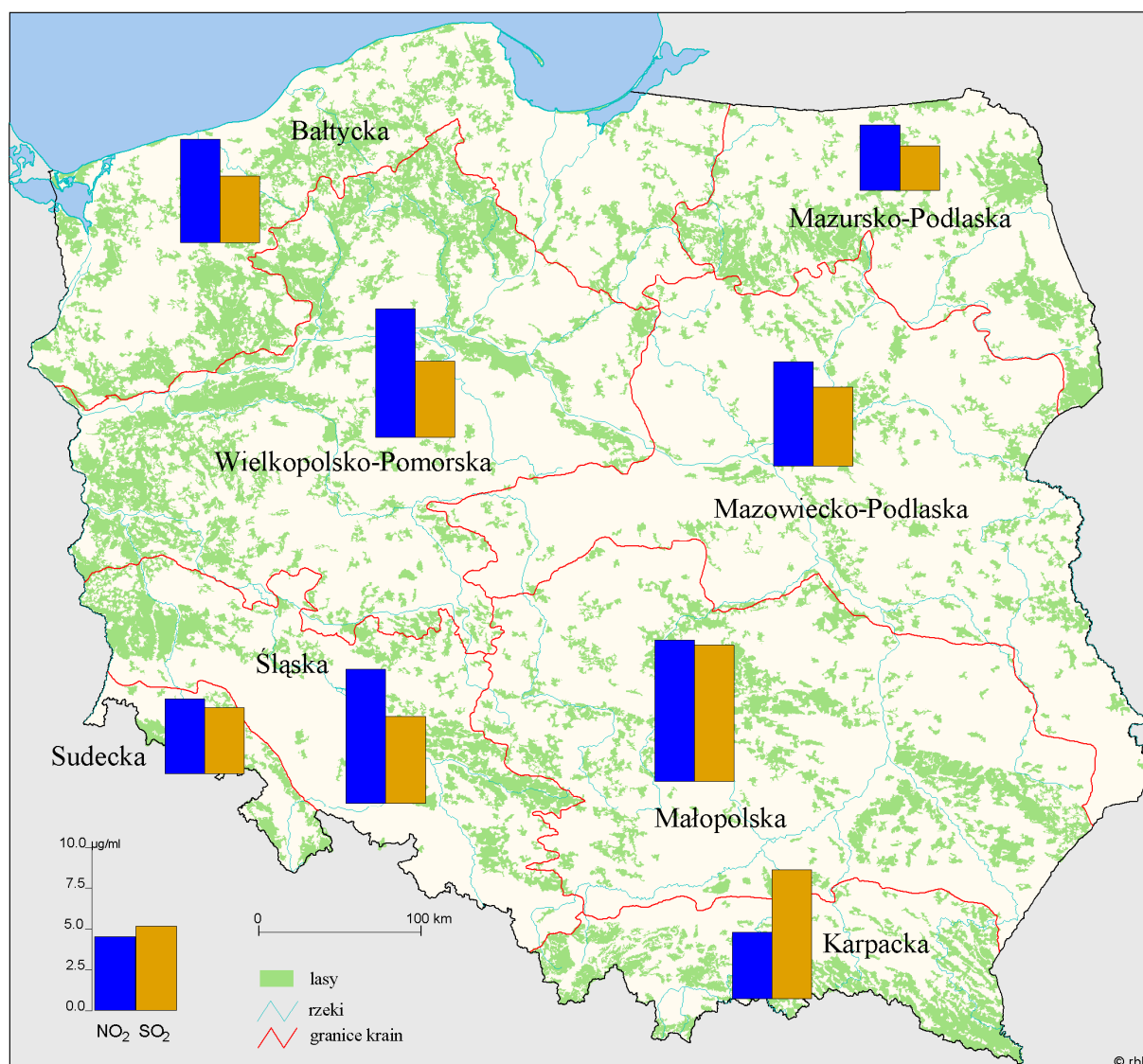
Tabela 7. Średnie miesięczne wartości koncentracji [$\mu\text{g} \cdot \text{dm}^{-3}$] wybranych metali ciężkich w opadzie atmosferycznym obliczone oddzielnie dla II, III i IV kwartału 2000 roku w układzie krain przyrodniczo-leśnych

Kraina przyrodniczo-leśna	Cd			Pb		
	II	III	IV	II	III	IV
Bałtycka	1,13	0,58	6,71	1,07	1,60	3,40
Mazursko-Podlaska	7,09	4,36	6,87	1,23	0,95	2,06
Wielkopolsko-Pomorska	1,73	0,95	7,32	2,20	1,67	4,08
Mazowiecko-Podlaska	1,58	1,14	7,21	1,12	1,36	3,74
Śląska	2,07	3,54	5,48	1,17	2,31	2,85
Małopolska	1,87	2,67	7,09	0,81	2,07	3,91
Sudecka	1,55	0,47	6,68	0,99	1,23	4,69
Karpacka	0,97	3,40	3,67	0,93	2,24	6,37

Od II kwartału roku 2000 w zbiorczych próbkach trzymiesięcznych pochodzących ze wszystkich 148 SPO II rzędu mierzy się koncentrację metali ciężkich: kadmu, miedzi, ołowiu i cynku. Wyniki pomiarów koncentracji kadmu i ołowiu dla poszczególnych krain przyrodniczo-leśnych zawiera Tab. 7.

Minimalne wartości dla ołowiu stwierdzono w Krainie Małopolskiej ($0,81 \mu\text{g}/\text{m}^3$) i Mazursko-Podlaskiej ($0,95 \mu\text{g}/\text{m}^3$), dla kadmu - w Krainie Karpackiej ($0,97 \mu\text{g}/\text{m}^3$) i Sudeckiej ($0,47 \mu\text{g}/\text{m}^3$). **Maksymalne wartości dla**

ołowiu zanotowano w Krainie Karpackiej ($6,37 \mu\text{g}/\text{m}^3$), dla kadmu - w Krainie Wielkopolsko Pomorskiej ($7,32 \mu\text{g}/\text{m}^3$). W roku 2001 będziemy dysponować danymi z czterech kwartałów, co umożliwi pełniejsze porównanie. Z dotychczasowych danych wynika, że największe koncentracje metali ciężkich występują w czwartym kwartale, praktycznie we wszystkich krainach.



Rys. 13. Średnioroczne wartości stężeń SO_2 i NO_2 w krainach przyrodniczo-leśnych w 2000 roku

Średnie roczne stężenia dwutlenku azotu w powietrzu były niższe od wartości z 1999 r. dla trzech Krain: Mazursko-Podlaskiej, Sudeckiej i Karpackiej. Dla reszty krain odnotowano niewielki wzrost stężenia tego gazu. Zróżnicowanie pomiędzy krainami kształtowało się od $3,88 \text{ mg}/\text{m}^3$ w Krainie Mazursko-Podlaskiej do $8,39$ w Krainie Małopolskiej, a więc było nieznacznie większe niż w roku 1999 (Rys. 13).

Średnie roczne wartości stężeń dwutlenku siarki były w porównaniu z 1999 r. niższe dla wszystkich krain przyrodniczo-leśnych, ze zróżnicowaniem: od $2,66 \mu\text{g}/\text{m}^3$ w Krainie Mazursko-Podlaskiej do $8,11 \mu\text{g}/\text{m}^3$ w Krainie Małopolskiej (Rys. 13), a więc nieznacznie mniejszym niż w roku poprzednim.

Tabela 8. Korelacje pomiędzy średnią defoliacją drzew a składnikami depozytu mokrego oraz zanieczyszczeniami gazowymi na SPO II rzędu - 2000 rok

Rodzaj depozytu	Składnik depozytu	Gatunki drzewostanu	Współczynnik korelacji	Współczynnik determinacji	Poziom istotności
Depozyt mokry	S-SO ₄	iglaste	0,302140	0,912890	0,01
		liściaste	brak ^{*)}	-	-
		razem	0,288594	0,083287	0,001
	N-NH ₄	iglaste	brak	-	-
		liściaste	brak	-	-
		razem	brak	-	-
	N-NO ₃	iglaste	0,285564	0,081547	0,01
		liściaste	brak	-	-
		razem	0,240079	0,057638	0,01
	Azot	iglaste	brak	-	-
		liściaste	brak	-	-
		razem	brak	-	-
Depozyt gazowy	SO ₂	iglaste	0,257569	0,066342	0,01
		liściaste	brak	-	-
		razem	0,210201	0,044185	0,02
	NO ₂	iglaste	brak	-	-
		liściaste	brak	-	-
		razem	brak	-	-

^{*)} brak - oznacza, że wartość współczynnika korelacji nie przekracza progu świadczącego o istnieniu korelacji istotnej statystycznie

Przeprowadzono badanie korelacji pomiędzy średnią defoliacją w 2000 roku dla każdej SPO II rzędu, a rocznym depozytem siarki siarczanowej, azotu azotanowego, azotu amonowego oraz sumą depozytu azotu azotanowego i amonowego, jak również zbadano korelacje pomiędzy średnią defoliacją, a średnimi rocznymi koncentracjami zanieczyszczeń gazowych: SO₂ i NO₂. Po wstępnym oczyszczeniu danych z wyników wykraczających poza trzykrotne odchylenie standardowe względem średniej do analizy korelacji wzięto ogółem 131 SPO. Badano korelacje średniej defoliacji z wymienionymi rodzajami zanieczyszczeń oddzielnie dla powierzchni z drzewostanami iglastymi, liściastymi oraz dla wszystkich powierzchni łącznie.

Korelacja średniej defoliacji gatunków iglastych oraz gatunków razem z depozytem siarki siarczanowej, azotu azotanowego oraz gazowego SO₂ przyjmuje znak dodatni, a więc oznacza, że ze wzrostem depozytu lub stężenia badanego parametru rośnie również średni procent uszkodzenia drzew na powierzchniach badawczych. W drzewostanach liściastych

takiej korelacji nie stwierdzono. Dla azotu amonowego, depozytu azotu ogółem oraz gazowego NO_2 korelacji ze średnią defoliacją nie stwierdzono w żadnej z rozpatrywanych grup drzewostanów.

Koncentracje jonów (z wyjątkiem Fe^{2+} i Cu^{2+}) latem wzrosły, a zimą zmalały we wszystkich krainach. W całej Polsce dominowały: wśród jonów alkalicznych Ca^{2+} , a wśród jonów kwasogennych SO_4^{2-} .

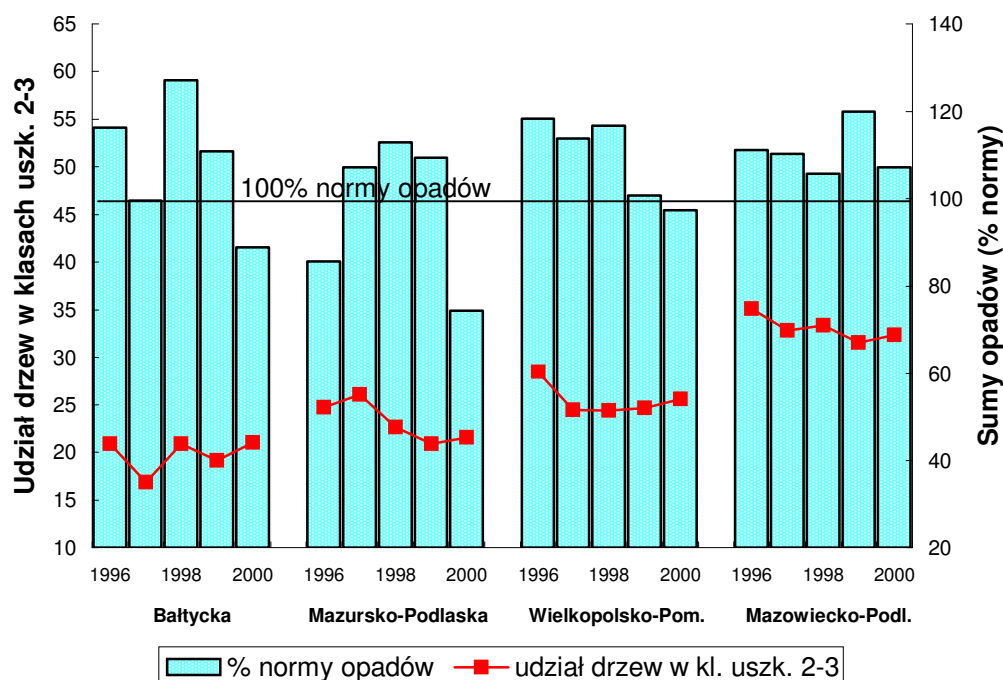
Roczny dopływ siarki siarczanowej przyjmował wartości z przedziału od 8 do 27 kg/(ha*rok), wartości depozytu azotu amonowego i azotanowego zawierały się w przedziale od ok. 15 do 31 kg/(ha*rok).

Maksymalne koncentracje ołowiu zanotowano w Krainie Karpackiej ($6,37 \mu\text{g}/\text{m}^3$), kadmu - w Krainie Wielkopolsko Pomorskiej ($7,32 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

Średnie roczne stężenia NO_2 były niższe od wartości z 1999 roku dla trzech Krain: Mazursko-Podlaskiej, Sudeckiej i Karpackiej. Dla reszty krain odnotowano niewielki wzrost stężenia tego gazu. Średnie roczne wartości stężeń SO_2 były w porównaniu z 1999 rokiem niższe dla wszystkich krain przyrodniczo-leśnych.

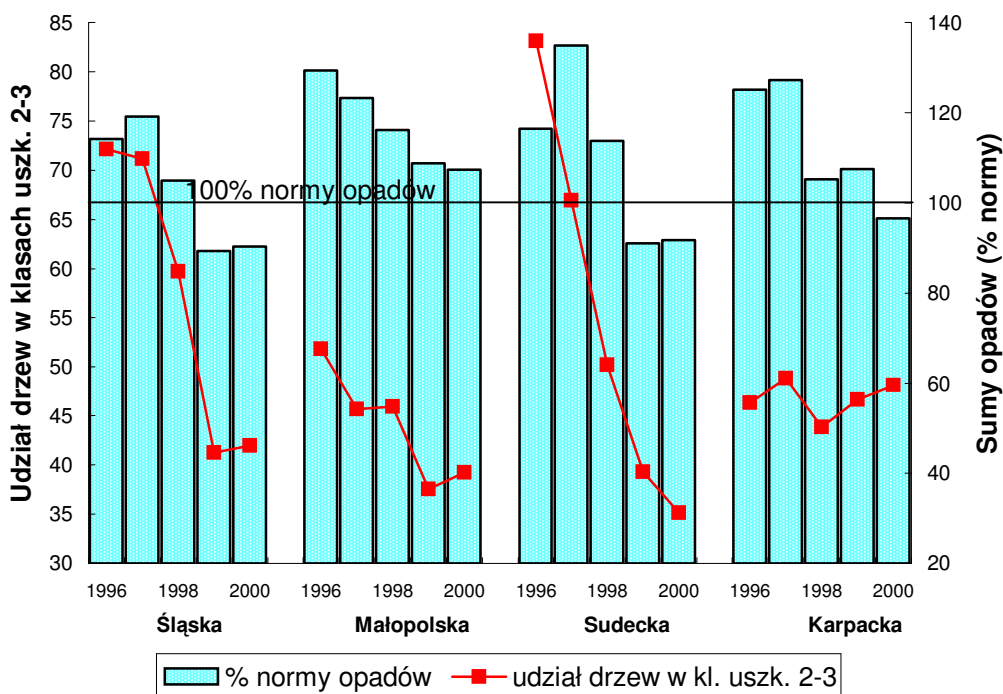
7. Wpływ warunków pogodowych na zdrowotność drzewostanów w ostatnim pięcioleciu

Warunki pogodowe w okresie wegetacyjnym roku 2000 na znacznym obszarze kraju były niekorzystne dla rozwoju drzewostanów. Tylko w Krainach: Mazowiecko-Podlaskiej i Małopolskiej suma opadów w okresie wegetacyjnym przekroczyła normę wieloletnią (o 7%) - Rys. 14 i 15. Najniższy poziom opadów w tym okresie odnotowano w Krainie Mazursko-Podlaskiej, gdzie suma opadów wynosiła ok. 75% normy wieloletniej (Rys. 14).



Rys. 14. Zmienność uszkodzenia drzewostanów w krainach przyrodniczo-leśnych Polski północnej i środkowej na tle opadów atmosferycznych w sezonach wegetacyjnych w latach 1996-2000

Przeanalizowano dane z ostatniego pięciolecia o wysokości opadów oraz średnich temperaturach powietrza w kolejnych miesiącach od marca do sierpnia (na podstawie danych uzyskanych z Instytutu Meteorologii i Gospodarki Wodnej). Zaobserwowano, że **szczególnie niekorzystne warunki pogodowe wystąpiły w okresie wiosennym 2000 roku**. Na przeważającym obszarze kraju w kwietniu i maju, a także w czerwcu wysokość opadów była znacznie niższa w porównaniu do lat ubiegłych. Jednocześnie w tych miesiącach nastąpił znaczny wzrost temperatury powietrza. **Średnia temperatura kwietnia we wszystkich krainach przyrodniczo-leśnych była najwyższa w ostatnim pięcioleciu. Niedobór opadów oraz wysokie temperatury powietrza towarzyszące początkowej fazie rozwoju wegetacyjnego wpłynęły niekorzystnie na rozwój ulistnienia drzew.** Prawdopodobnie był to jeden z istotnych czynników decydujących o podwyższeniu poziomu defoliacji w drzewostanach sosnowych i dębowych, gdzie wzrost wskaźnika defoliacji i udziału drzew uszkodzonych był szczególnie wyraźny. **Najwyższy przyrost wskaźnika defoliacji w drzewostanach sosnowych w stosunku do roku 1999 miał miejsce w Krainie Mazursko-Podlaskiej i Bałtyckiej, gdzie niedobór opadów w okresie wczesnej wiosny był wyjątkowo duży.**



Rys. 15. Zmienność uszkodzenia drzewostanów w krainach przyrodniczo-leśnych Polski południowej na tle opadów atmosferycznych w sezonach wegetacyjnych w latach 1996-2000

Z wcześniejszych obserwacji wynika, że niedobór opadów na ogół odbija się niekorzystnie na poziomie zdrowotnym drzewostanów. Tak było po wyjątkowo suchym roku 1992, kiedy to w następnych latach wyraźnie wzrósł wskaźnik defoliacji i udział drzew uszkodzonych w drzewostanach. Susza może zaburzyć nie tylko gospodarkę wodną (naruszenie równowagi kationowej) drzew, ale także odżywianie mineralne (obniżyć dostępność substancji pokarmowych). Wrażliwość drzewostanów na niedobór wody wynika z faktu zajmowania przez lasy ubogich gleb piaszczystych o małej pojemności wodnej z głęboko zalegającymi pokładami wody gruntowej. Taka sytuacja całkowicie uzależnia te drzewostany od wód opadowych.

Warunki pogodowe w okresie wegetacyjnym roku 2000 na znacznym obszarze kraju były niekorzystne dla rozwoju drzewostanów. Najniższy poziom opadów w tym okresie odnotowano w Krainie Mazursko-Podlaskiej, gdzie suma opadów wynosiła ok. 75% normy wieloletniej.

Średnia temperatura kwietnia we wszystkich krainach przyrodniczo-leśnych była najwyższa w ostatnim pięcioleciu. Niedobór opadów oraz wysokie temperatury powietrza towarzyszące początkowej fazie rozwoju wegetacyjnego wpłynęły niekorzystnie na rozwój ulistnienia drzew.

8. Intensywność obradzania i jakość nasion sosny na SPO II rzędu



Fot. 10. 2,5-letnia zdrewniała szyszka sosny zwyczajnej (*Pinus sylvestris* L.) po wysypaniu nasion - fot. Elżbieta Dmyterko

(25,0%) i przeciętnej liczbie nasion w jednej szyszce (29,0%) osiągnęły jeszcze większe wartości, niż w latach poprzednich. Zmienność w masie 1000 nasion, w zdolności kiełkowania, a także w wymiarach zarodka i prąbielma, utrzymywała się natomiast na poziomie z ubiegłych lat (współczynniki zmienności wynosiły odpowiednio: 14,4% oraz 7,0%, 8,0% i 7,0%). Największą zmiennością (współczynnik zmienności ok. 100%) charakteryzowała się jak zwykle odporność nasion na test przyspieszonego postarzania.

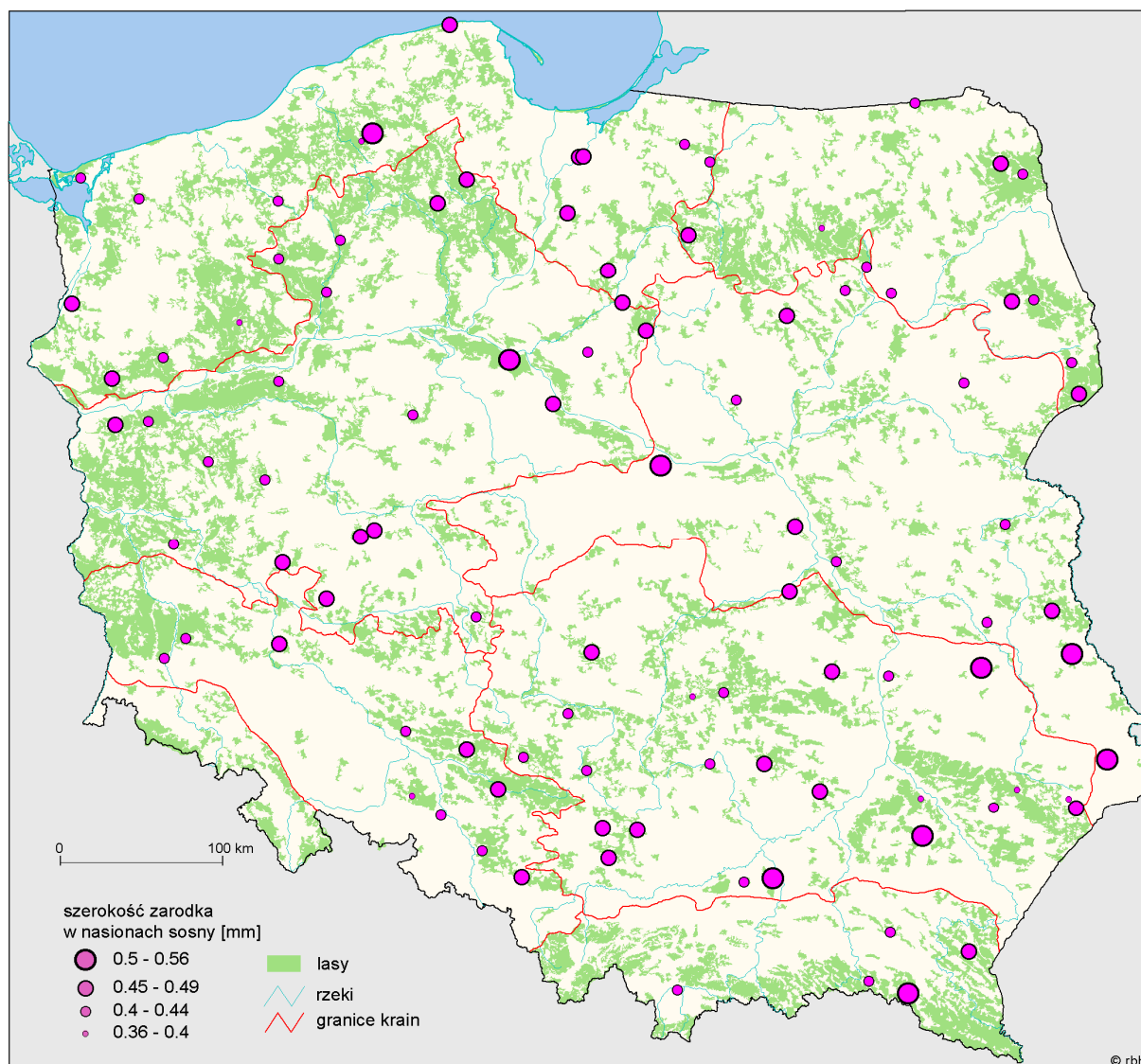
Rok 2000 wyróżniał się niskim wskaźnikiem przeciętnej w kraju wydajności nasion z szyszek, która była znacznie niższa (o ok. 20%) od średniej z okresu ostatnich pięciu lat - Tab. 9. Wynikało to przede wszystkim ze zmniejszenia przeciętnej liczby pełnych nasion w jednej szyszce. Zjawisko obniżonej wydajności wystąpiło prawie we wszystkich krainach przyrodniczo-leśnych, poza Krainą Mazursko-Podlaską, w której liczba pełnych nasion w jednej szyszce i wagowa wydajność nasion osiągają co roku bardzo niskie wartości.

Obserwacje z 5-letnich badań monitoringowych intensywności obradzania i jakości nasion sosny wskazują na istnienie dość stałej prawidłowości, zgodnie z którą **na terenie Polski zmienność w wydajności obradzania sosny jest na ogół większa od zmienności cech jakościowych nasion**. Tak było również w 2000 roku, w którym współczynniki zmienności w masie przeciętnej szyszki (23,0%), wagowej wydajności nasion

Tabela 9. Wydajność i jakość nasion sosny na SPO II rzędu - wartości z 2000 roku (pogrubiona czcionka) oraz średnie pięcioletnie

Kraina przyrodniczo-leśna	Przeciętna masa jednej szyszki	Wagowa wydajność nasion z szyszek	Przeciętna liczba pełnych nasion w jednej szyszce	Masa 1000 nasion	Zdolność kiełkowania nasion niepostarzanych	Energia kiełkowania nasion niepostarzanych	Różnica między zdolnością kiełkowania nasion niepostarzanych i postarzanych	Długość zarodka	Szerokość zarodka	Długość prąbielma	Szerokość prąbielma
	(g)	(%)	(szt.)	(g)	(%)	(%)	(%)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)
Bałtycka	6,61 6,47	1,47 1,73	15,8 17,6	6,30 6,43	97,6 97,1	96,7 96,5	1,0 4,1	2,92 2,94	0,44 0,47	3,18 3,18	1,78 1,80
Mazursko-Podlaska	5,64 5,72	1,40 1,42	13,3 13,1	5,94 6,24	98,9 97,3	98,4 96,9	0,6 4,0	2,72 2,86	0,43 0,47	2,98 3,10	1,77 1,79
Wielkopolsko-Pomorska	5,77 6,29	1,07 1,79	9,8 17,4	6,27 6,53	97,5 97,1	96,9 96,4	0,8 3,9	2,88 2,96	0,45 0,48	3,13 3,19	1,79 1,82
Mazowiecko-Podlaska	5,17 6,28	1,30 1,62	10,5 15,9	6,48 6,51	98,3 95,4	97,5 94,5	1,9 4,4	2,86 2,95	0,45 0,48	3,10 3,19	1,80 1,83
Śląska	5,48 5,71	1,56 1,99	14,0 17,8	6,12 6,49	98,1 97,9	97,7 97,4	0,8 3,9	2,88 2,94	0,44 0,48	3,11 3,17	1,80 1,81
Małopolska	5,94 6,34	1,60 1,83	15,1 17,6	6,42 6,70	98,3 98,0	97,6 97,3	1,3 2,6	2,87 2,96	0,44 0,48	3,11 3,19	1,79 1,83
Karpacka	6,92 6,57	1,62 1,70	16,4 17,2	7,10 6,61	96,3 97,2	95,3 96,7	2,4 5,4	3,02 2,93	0,47 0,48	3,27 3,16	1,87 1,82
Średnie dla kraju	5,86 6,20	1,40 1,73	13,1 16,6	6,34 6,50	97,9 97,1	97,3 96,5	1,2 4,0	2,87 2,93	0,44 0,48	3,12 3,17	1,79 1,81

Największe obniżenie przeciętnej liczby pełnych nasion w jednej szyszce i największy spadek wydajności nasion (o ponad 1/3) stwierdzono w Krainie Wielkopolsko-Pomorskiej. Na niektórych powierzchniach w tej krainie przeciętna liczba pełnych nasion w jednej szyszce wynosiła zaledwie 1-3 sztuki (średnia krajowa z 5 lat wynosi 17 sztuk), a wagowa wydajność nasion osiągnęła poziom 0,1-0,4% (przy średniej krajowej z 5 lat równej 1,73%). W gospodarce leśnej za średni poziom uznawana jest wydajność wagowa 1,5% nasion z szyszek [4]. Najmniej, w stosunku do średnich z 5 ostatnich lat, parametry wydajnościowe obniżyły się w Krainach: Karpackiej i Małopolskiej. Pomimo dość dużego zróżnicowania regionalnego, istotność różnic w wagowej wydajności nasion pomiędzy krainami przyrodniczo-leśnymi została udowodniona z prawdopodobieństwem 95% tylko za pomocą analizy wariancyjnej, natomiast test Tukey'a nie wykazał krain różniących się istotnie między sobą pod tym względem. Obserwacje monitoringowe spowodowały, że w grudniu 2000 roku został przesłany do wszystkich RDLP sygnał o obniżonej wydajności nasion z szyszek w niektórych regionach Polski i wiele nadleśnictw zrezygnowało ze zbioru szyszek, unikając strat gospodarczych.



Rys. 16. Szerokość zarodka w nasionach sosny zwyczajnej (*Pinus sylvestris* L.) na SPO II rzędu w 2000 roku

W większości krain przyrodniczo-leśnych (z wyjątkiem Mazowiecko-Podlaskiej) wykształciły się nasiona średnio dorodne o masie 1000 sztuk nieco większej od 6,1 g (Tab. 9) - poziomu uznawanego za przeciętny w gospodarce leśnej [4]. Wskaźniki masy 1000 nasion były jednak prawie we wszystkich krainach (poza Karpacką) mniejsze od średnich z ostatnich 5 lat (średnia dla kraju wynosi 6,5 g). Nasiona z Krainy Mazursko-Podlaskiej, które co roku są najdrobniejsze w kraju, osiągnęły w 2000 roku przeciętną masę 1000 sztuk na poziomie zaledwie 5,94 g. Istotność różnic w masie 1000 nasion pomiędzy krainami przyrodniczo-leśnymi nie została jednak udowodniona statystycznie. Wynikało to między innymi z dużej zmienności tego wskaźnika (niezależnie od krainy), który wahał się w dość szerokich granicach - od 4,28 do 9,23 g.

Przeciętne wymiary zarodka w znacznie większym stopniu niż masa 1000 nasion odbiegały od średnich z ostatnich 5 lat, przyjmując prawie we wszystkich krainach (poza Karpacką) wartości znacznie niższe od tych średnich. Dotyczyło to głównie przeciętnych szerokości zarodka (Rys. 16), które aż w 6 krainach utrzymywały się na poziomie dolnych granic przedziałów standardowych, wyznaczonych na podstawie wieloletnich obserwacji dla nasion sosny I klasy jakości [22]. Natomiast tak niską, w odniesieniu do standardów, przeciętną długość zarodka obserwowano tylko w Krainie Mazursko-Podlaskiej. Na tle zmienności krajowej analiza wariancyjna nie

udowodniła istotności różnic w średniej długości i szerokości zarodka oraz prąbielma pomiędzy krainami przyrodniczo-leśnymi.

Zmniejszenie wymiarów zarodka nie wpłynęło w najmniejszym stopniu na obniżenie zdolności kiełkowania nasion sosny wykształconych w 2000 roku. Średnie dla krain przyrodniczo-leśnych zdolności kiełkowania wahały się w granicach od 95 do 98%. , a istotność niewielkich różnic między krainami nie została udowodniona statystycznie.

Nienormalnie zmniejszone wymiary zarodków nie spowodowały tym razem zmniejszenia odporności nasion na test przyspieszonego postarzania. Przeciętnie dla krain przyrodniczo-leśnych spadki żywotności po teście postarzania wahały się w granicach od 0,5 do 2,5% i istotność tych niewielkich różnic nie została udowodniona statystycznie.

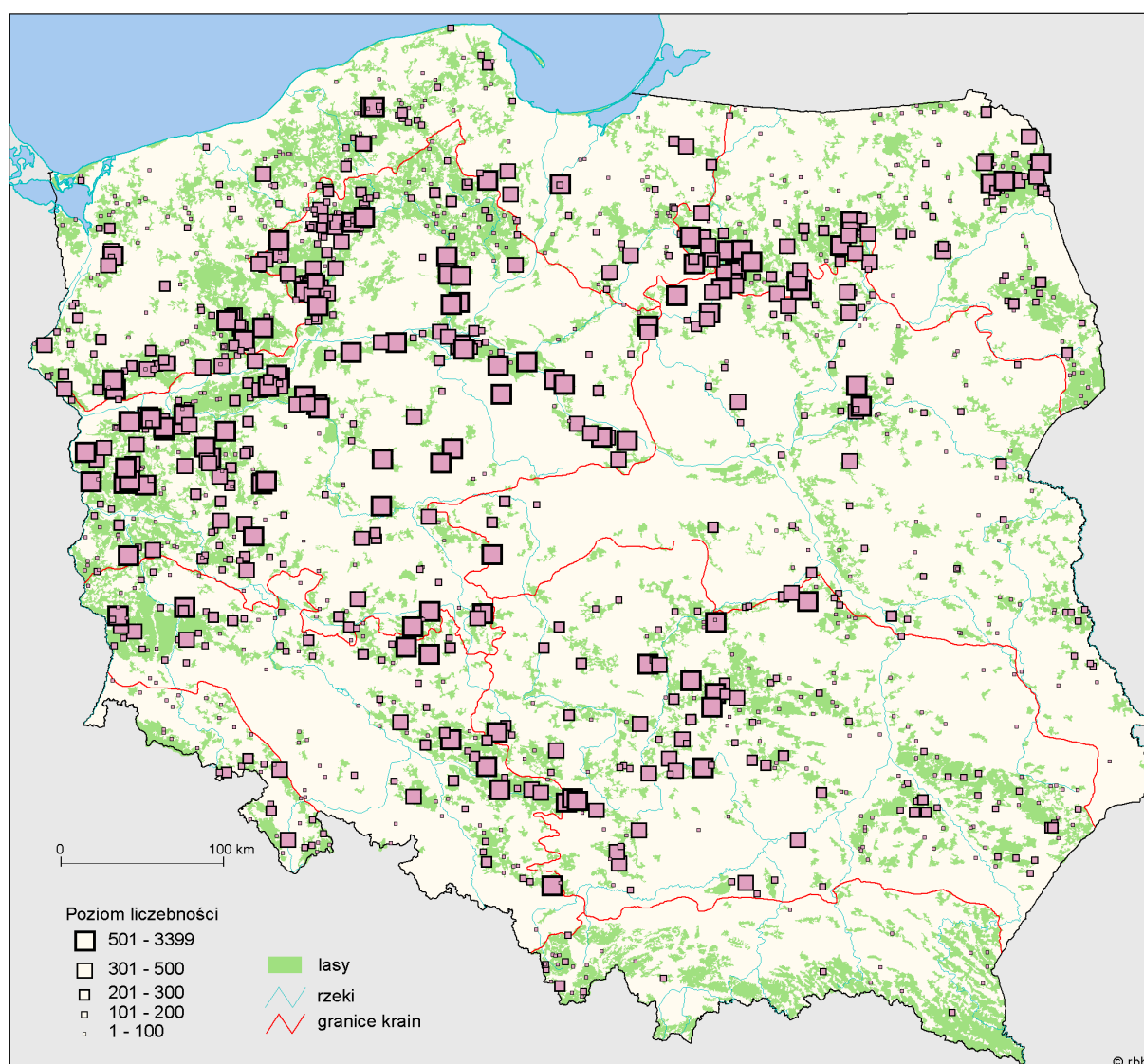
W 2000 roku przeciętna dla kraju wydajność obradzania sosny była znacznie niższa niż w 4 poprzednich latach, co niewątpliwie było związane ze zmniejszoną liczbą pełnych (zapyłonych) nasion w szyszkach.

Przeciętne wymiary zarodków (zarówno długość jak i szerokość) były znacznie niższe od średnich 5-letnich.

Stwierdzono wysoką zdolność kiełkowania nasion i dużą ich odporność na warunki stresowe testu postarzania.

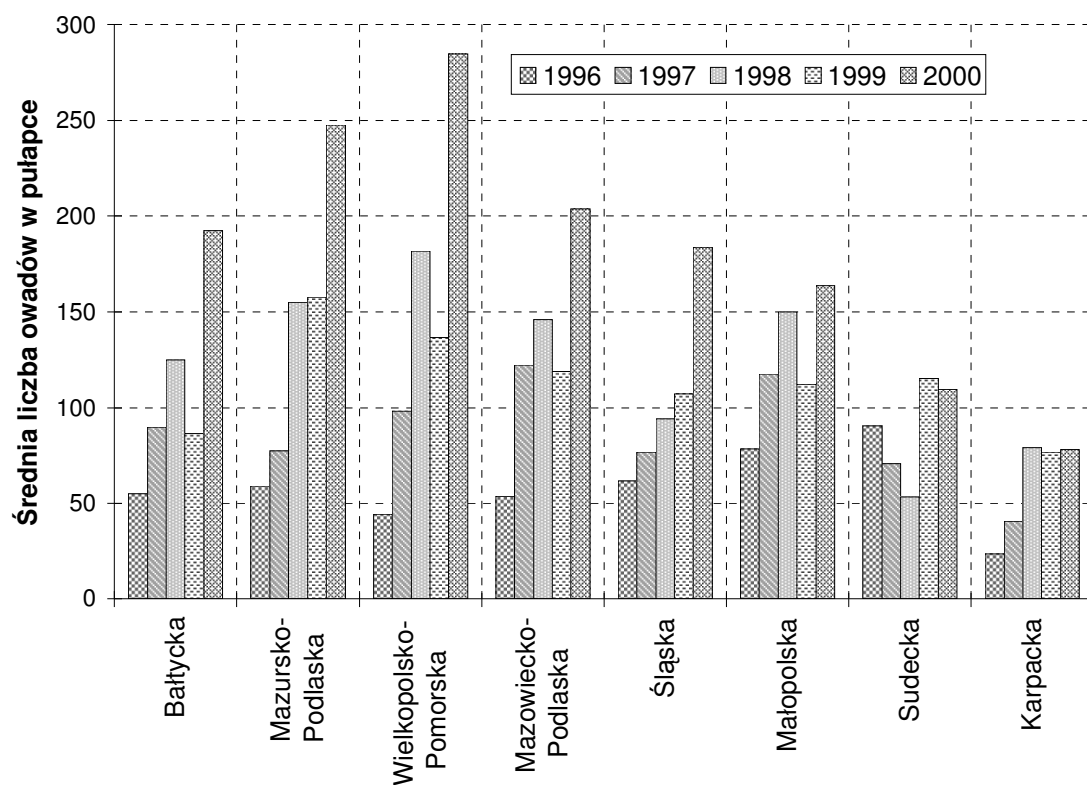
9. Poziom zagrożenia lasów ważniejszymi gatunkami owadów liściożernych

W ostatnich latach obserwuje się w polskich lasach masowe pojawy wielu gatunków szkodliwych owadów. Duża zmienność liczebności populacji owadów oraz okresowe gradacje stwarzają poważne zagrożenie dla lasów. Dane o aktualnym stanie liczebności najbardziej szkodliwych foliofagów uzupełniają obraz stanu uszkodzenia drzewostanów ocenianego w programie monitoringu lasu.

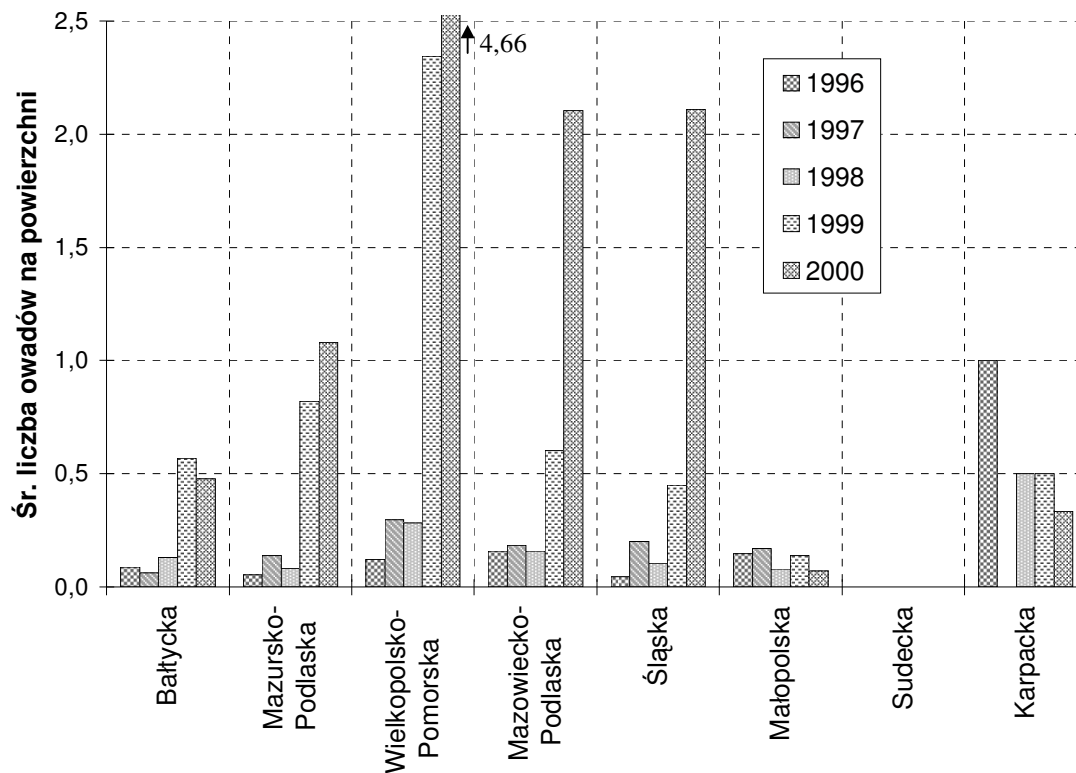


Rys. 17. Występowanie brudnicy mniszki (*Lymantria monacha* L.) na stałych powierzchniach obserwacyjnych w drzewostanach iglastych w 2000 roku

Brudnica mniszka w ostatnich latach stwarza duże zagrożenie w polskich lasach. Liczba owadów odławianych na SPO w latach 1996-1998 stale rosła, osiągając w 1998 roku średnią 145,5 szt./pułapkę, w 1999 roku średnia obniżyła się do 119 szt./pułapkę, jednak w 2000 roku ponownie wzrosła do 214,3 szt./pułapkę. Znaczący wzrost liczebności tego owada wystąpił w 6

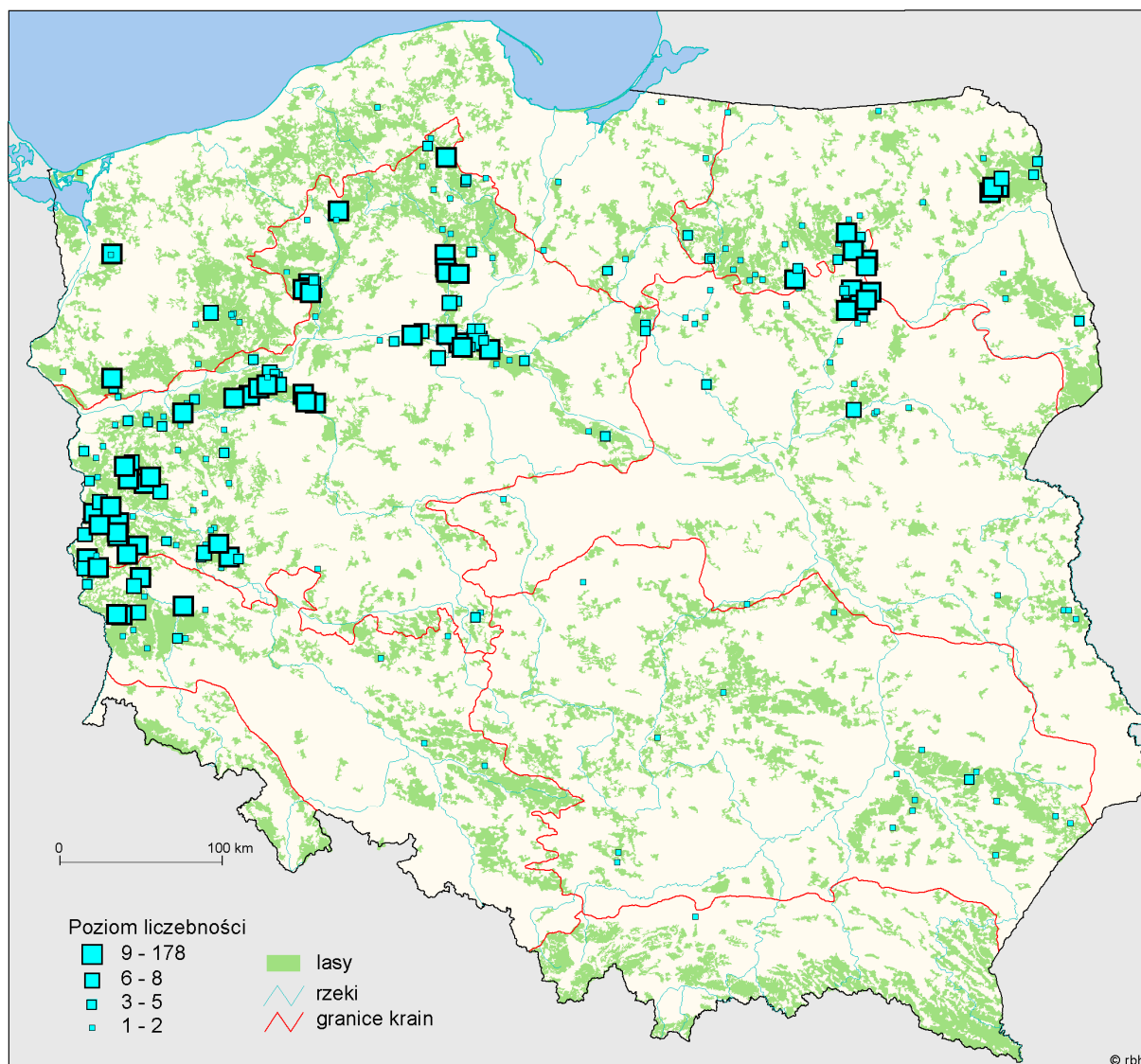


Rys. 18. Dynamika występowania brudnicy mniszki w drzewostanach iglastych na SPO wg krain przyrodniczo-leśnych w latach 1996-2000



Rys. 19. Dynamika występowania strzygonii choinówki w drzewostanach iglastych na SPO wg krain przyrodniczo-leśnych w latach 1996-2000

krainach (z wyjątkiem Krainy Sudeckiej i Karpackiej). Największe zagrożenie od tego owada wystąpiło w Krainie Wielkopolsko-Pomorskiej i Mazursko-Podlaskiej (285 i 248 szt./pułapkę), najmniejsze w Krainie Karpackiej i Sudeckiej (78 i 110 szt./pułapkę) - Rys. 17 i 18. W drzewostanach młodszych również odnotowano wzrost zagrożenia ze strony brudnicy mniszki. Średnia dla kraju wzrosła z 96 w 1998 roku do 211 w roku 2000. Największe ilości owadów odłowiono w Krainie Wielkopolsko-Pomorskiej i Mazursko-Podlaskiej (273 i 253 szt./pułapkę).

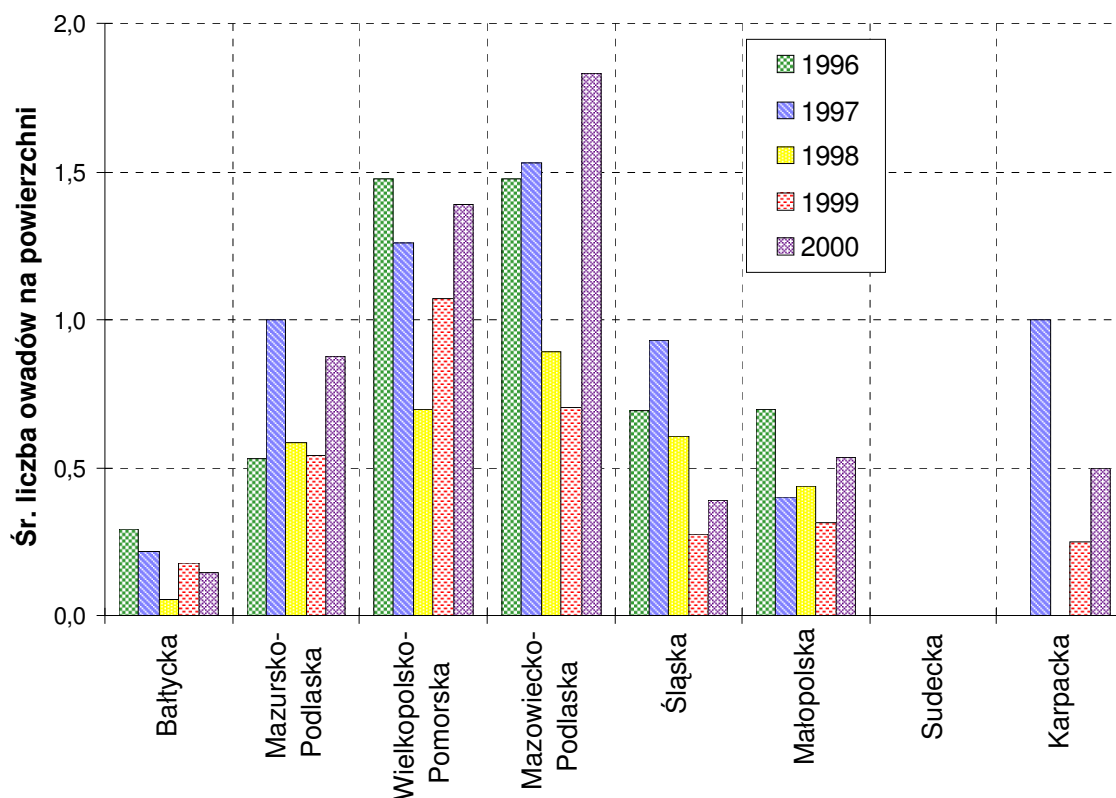


Rys. 20. Występowanie strzygonii choinówki (*Palonis flammea* Schiff.) na stałych powierzchniach obserwacyjnych w drzewostanach iglastych w 2000 roku

Drugim groźnym w ostatnim okresie szkodnikiem drzewostanów sosnowych jest **strzygonia choinówka**. Owad ten po ostatniej gradacji, jaka miała miejsce w latach 1992-1994, do roku 1999 nie stwarzał większego zagrożenia. Na SPO w okresie 1994-98 obserwowano niewielkie ilości tych owadów - średnia liczebność dla kraju wynosiła 0,10-0,19 szt./pow. Rok 1999 przyniósł silny wzrost liczebności tego szkodnika w skali kraju, jednocześnie we wszystkich krainach przyrodniczo-leśnych, z wyjątkiem Krainy Karpackiej. Średnia dla kraju wzrosła do 1,05 szt./pow. W roku 2000 nastąpił dalszy wzrost liczebności tego owada. Średnia dla kraju osiągnęła wartość 2,07 szt./pow. **Najwięcej owadów tego gatunku wystąpiło w Krainie Wielkopolsko-Pomorskiej (średnio 4,66 szt./pow.).** Wzrost liczebności populacji tego gatunku w porównaniu z rokiem 1999 zanotowano w 4

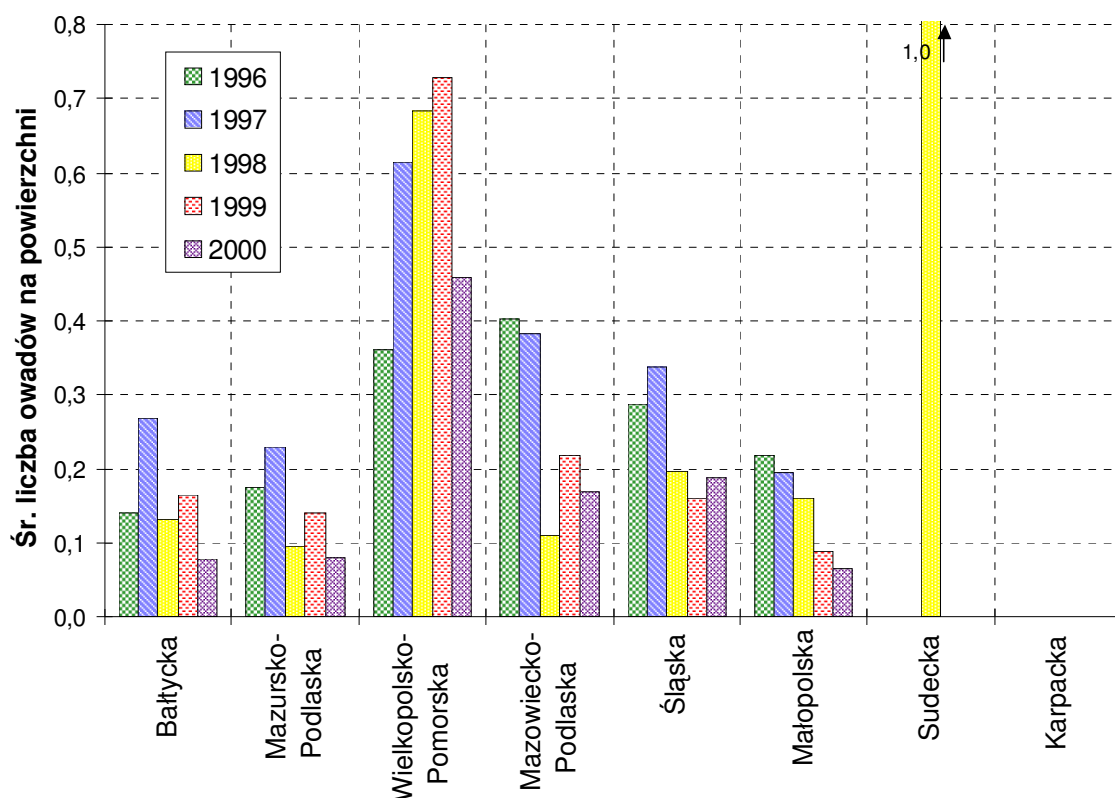
krainach - Rys. 19 i 20. W drzewostanach młodszych również odnotowano wzrost zagrożenia ze strony strzygonii choinówki. Średnia dla kraju wzrosła z 0,19 w 1998 roku do 2,37 w roku 2000. Największe ilości owadów odłowiono w Krainie Wielkopolsko-Pomorskiej (5,43 szt./pułapkę).

Pozostałe owady liściożerne, których liczebności oznaczano, nie stanowią obecnie dużego zagrożenia w lasach.



Rys. 21. Dynamika występowania boreczników w drzewostanach iglastych na SPO wg krain przyrodniczo-leśnych w latach 1996-2000

Boreczniki, po okresie wzmożonej gradacji w latach 1991-1993 i 1995, w latach 1996-1999 znacznie zmniejszyły swoją liczebność. W 1999 roku w 3 krainach odnotowano niewielki wzrost populacji tego owada, w ostatnim roku wzrost zanotowano w 6 krainach. Najwięcej osobników tego gatunku odłowiono w Krainie Mazowiecko-Podlaskiej (1,83 szt./pow.) - Rys. 21.



Rys. 22. Dynamika występowania zawisaka borowca w drzewostanach iglastych na SPO wg krain przyrodniczo-leśnych w latach 1996-2000



Fot. 11. Zawisak borowiec (*Hyloicus (Sphinx) pinastri* L.) pospolicie występujący na sośnie, świerku i modrzewiu - fot. Stanisław Niemtur

Zawisak borowiec w ostatnim roku zmniejszył swoją liczebność na znacznym obszarze (Rys. 22). Populacje **barczatki sosnowki** i **osnu gwiazdzistej** nie ostatnio są zbyt liczne i zmieniają swoją liczebność jedynie lokalnie. Liczebność **poprocha cetyniaka** znacznie zmniejszyła się, jednak i tak owad ten nie występował w ostatnich latach zbyt licznie. Ilość zebranej cetyny również nie wskazuje na istnienie zagrożenia ze strony **cetyńców**.

Wyraźny wzrost liczebności brudnicy mniszki wystąpił w 6 krainach (z wyjątkiem Krainy Sudeckiej i Karpackiej). Największe zagrożenie od tego owada wystąpiło w Krainie Wielkopolsko-Pomorskiej i Mazursko-Podlaskiej.

W Krainach Mazursko-Podlaskiej, Wielkopolsko-Pomorskiej, Mazowiecko-Podlaskiej i Śląskiej odnotowano znaczny wzrost liczebności populacji strzygonii choinówki.

10. Średnia biomasa osobnicza biegaczowatych w ekosystemach leśnych

Podejmowanie decyzji dotyczących postępowania hodowlanego i ochronnego w leśnictwie powinno opierać się na jak najlepszej znajomości warunków przyrodniczych. Nieodzwonne jest więc stosowanie syntetycznych wskaźników, charakteryzujących w możliwie najlepszy sposób stan środowiska leśnego. Bioindykatory, gatunki roślin i zwierząt wchodzące w skład ekosystemów leśnych stale lub przejściowo, są często wykorzystywane do oceny stopnia rozwoju bądź degeneracji biocenoz leśnych.

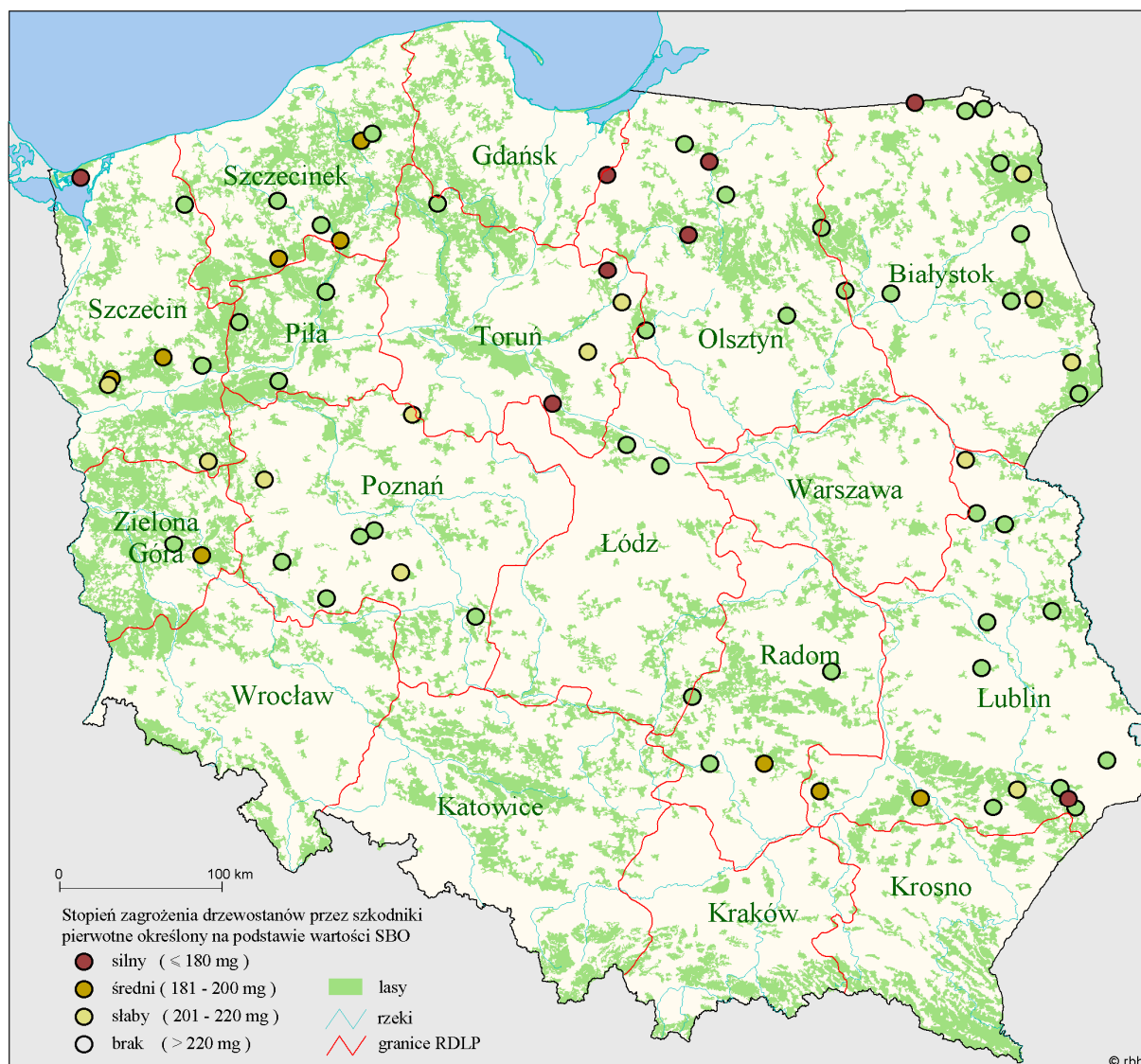


Fot. 12. Biegacz skórzasty (*Carabus coriaceus* L.) - największy z biegaczy osiągający długość 34-40 mm, występuje na wilgotniejszych siedliskach w drzewostanach sosnowych - fot. Stanisław Niemtur

Zaproponowany przez Szyszko i in. wskaźnik [14] - średnia biomasa osobnicza epigeicznych biegaczowatych (SBO), wydaje się dobrze spełniać szereg wymagań stawianych tego typu parametrom.

Klasyfikacja zagrożenia wyrażona poprzez SBO (legenda Rys. 23), wykonana przez Szyszko [14], odnosi się do drzewostanów sosnowych. Wartość wskaźnika SBO może informować o stopniu zagrożenia drzewostanu przez szkodniki pierwotne. Na przykład wartość SBO powyżej 220 mg wskazuje, że w drzewostanie, w którym wystąpiła prawdopodobieństwo masowego pojawu owadów foliofagicznych jest znacznie niższe niż w drzewostanach, gdzie wartość SBO jest niższa. Nie oznacza to jednak, że w danym drzewostanie nigdy nie może wystąpić gradacja owadów takich, jak brudnica mniszka czy strzygonia choinówka.

Od 1999 roku na wybranych SPO II rzędu przeprowadza się ocenę populacji biegaczowatych. W pierwszym roku ocenę przeprowadzono na 48 SPO zlokalizowanych w RDLP Białystok, Lublin, Toruń, Radom i Łódź. W drugim roku pomiarami objęto 38 SPO położonych w RDLP Olsztyn, Piła, Poznań, Szczecin, Szczecinek i Zielona Góra. Wyniki uzyskane w trakcie badań przedstawiono na mapie - Rys. 23.



Rys. 23. Stopień zagrożenia drzewostanów przez szkodniki pierwotne określony na podstawie SBO (średniej biomasy osobniczej biegaczowatych), wyniki z lat 1999-2000

Powierzchnie SPO, na których określono wartość wskaźnika SBO w 1999 roku nie są jednorodne pod względem podstawowych parametrów środowiska. Po pierwsze występują na nich rozmaite typy siedliskowe lasu. Ponadto różnią się składem gatunkowym: 35 SPO poddanych ocenie porastają drzewostany sosnowe, 5 - drzewostany dębowe, 2 - drzewostany świerkowe. Drzewostany różnią się dość znacznie pod względem wieku (47-89 lat). Powierzchnie SPO, na których określono wartość wskaźnika SBO w roku 2000 również wykazywały tego typu różnice. Występuje na nich 5 typów siedliskowych lasu. Drzewostany różnią się od siebie składem gatunkowym (3 pow. bukowe, 4 pow. dębowe, 1 świerkowa, a pozostałe 30 - sosnowe) oraz wiekiem (51-94 lat).

Wartość wskaźnika SBO powinna wzrastać wraz z wiekiem drzewostanu. Tego typu zależność wykryto we wcześniejszych badaniach [13] prowadzonych na siedliskach borowych. Mała ilość danych zebranych na powierzchniach SPO nie pozwala na obecnym etapie na ocenę tej zależności. Obliczony na podstawie niniejszych badań współczynnik korelacji porządku rang Spearmana wskazuje, że dodatnia korelacja wieku i wartości SBO jest wysoka i statystycznie istotna ($R=0,670$, $p=0,012$) na siedlisku boru mieszanego świeżego, oraz ujemna i bardzo wysoka ($R=-0,731$, $p=0,0252$) na siedlisku boru świeżego. Gdy wzięto pod uwagę wartości SBO z wszystkich powierzchni SPO na siedliskach borowych i z dominującą sosną, to okazało się, że związek pomiędzy wiekiem

drzew a SBO jest słaby i nieistotny statystycznie ($R=0,159$, $p=0,480$). Należy podkreślić, że wyniki te mogą być obarczone błędami z uwagi na niewielką próbę (24 powierzchnie). Zmienność SBO wraz z wiekiem drzewostanów na siedlisku boru świeżego szczególnie mocno odbiega od wcześniej stwierdzonych przez Szyszko [14] zależności. Na SPO, na których takie siedlisko występuje, wiek drzewostanu waha się pomiędzy 53 a 70 lat. W tym wieku w drzewostanach na gruntach leśnych obserwowano szybki wzrost wskaźnika SBO związany z osiąganiem przez zespół epigeicznych biegaczowatych struktury gatunkowej i dominacyjnej charakterystycznej dla dobrze wykształconych zespołów końcowych stadiów sukcesyjnych. W szczególności wiązało się to ze zwiększeniem udziału w zespole gatunków dużych zoofagów [11], a zanikaniem gatunków o mniejszej masie osobniczej.

9 powierzchni spośród wszystkich przebadanych w 1999 roku charakteryzowało się SBO mniejszą niż 180 mg (najwyższe zagrożenie ze strony pierwotnych szkodników owadzych), 3 SPO trzeba uznać za zagrożone w stopniu średnim, 7 - w stopniu słabym, a 24 SPO - za potencjalnie niezagrożone przez szkodniki pierwotne. Nie znalazło to odzwierciedlenia w wynikach jesiennych poszukiwań przeprowadzonych na badanych SPO w tym samym roku. Na siedlisku boru mieszanego świeżego tylko na jednej powierzchni znaleziono 2 poczwarki poprocha. Pozostałe SPO były wolne od foliofagów sosny. Na siedlisku boru świeżego znaleziono poczwarki różnych gatunków szkodników sosny na 5 spośród 10 powierzchni. Na powierzchni, gdzie SBO wyniosła 660 mg odnotowano największą liczbę zimujących form różnych szkodników sosny, ale też dużą liczbę różnych owadów pożytecznych. Na powierzchni z siedliskiem boru świeżego i najniższą wartością SBO biegaczowatych (143 mg) znaleziono 3 poczwarki strzygoni choinówki i 1 oprzęd boreczników. Na siedlisku boru suchego, które występuje tylko na jednej SPO, znaleziono jedynie 1 oprzęd boreczników. SBO na tej powierzchni (449 mg) mogłaby wskazywać na całkowity brak zagrożenia ze strony pierwotnych szkodników sosny. Na siedlisku lasu mieszanego świeżego zagrożeń ze strony pierwotnych szkodników sosny nie obserwowano. SBO na tych powierzchniach wynosiła od 202 mg do 488 mg, co wskazuje na słabe lub brak zagrożenia przez pierwotne szkodniki sosny. Na siedlisku lasu świeżego odnotowano niewielkie zagrożenie ze strony strzygoni, zawisaka i boreczników przy SBO wynoszącej 334 mg.

Spośród wszystkich SPO z drzewostanem sosnowym przebadanych w 2000 roku 6 odznacza się silnym zagrożeniem ze strony foliofagów sosny ($SBO \leq 180$ mg), na 2 SPO jest średni poziom zagrożenia ($180 < SBO \leq 200$ mg), na 6 SPO zagrożenie jest słabe ($200 < SBO \leq 220$ mg), a na pozostałych powierzchniach nie ma zagrożenia ($SBO > 220$ mg).

W 2000 roku na siedlisku boru świeżego uzyskano wartość SBO zbliżoną do analogicznej, stwierdzonej w 1999 roku. Z kolei na siedlisku boru mieszanego świeżego średnia SBO w 2000 roku była nieznacznie wyższa niż w 1999 roku, ale obie wartości nie różniły się od siebie istotnie statystycznie. Wartość SBO na siedlisku lasu mieszanego świeżego w drzewostanie sosnowym wyniosła 569 i była o 200 mg wyższa niż w ubiegłym roku, ale została uzyskana tylko z jednej powierzchni. Ponadto wydaje się, że wielkość SBO została w tym przypadku zawyżona na skutek odrzucenia przez wykonującego pomiar najmniejszych i średnich wielkością gatunków biegaczowatych, które były stwierdzane w 1999 roku w materiale badawczym przesłanym z innych nadleśnictw.

W przypadku powierzchni na siedlisku lasu mieszanego świeżego z panującym dębem, wartości SBO uzyskane w 1999 i 2000 roku były zbliżone (średnie $SBO=248$ mg z 4 powierzchni w 1999 roku i $SBO=224$ mg w 2000 roku z 2 powierzchni). Z uwagi na małą liczbę danych niemożliwe było porównanie statystyczne wyników.

Na siedlisku lasu świeżego z panującą sosną wartości SBO były podobne w obu okresach badań. Podobne wartości SBO uzyskano również na powierzchniach z siedliskiem lasu świeżego i panującym dębem (221 mg w 1999 roku i 217 mg w 2000 roku). Mała ilość powierzchni uniemożliwiła statystyczne opracowanie wyników. Drzewostany bukowe na siedlisku lasu świeżego badano ogółem na czterech SPO, z czego jedną oceniono w 1999

roku. Średnia SBO z trzech powierzchni w 2000 roku wyniosła 208 mg, a SBO odnotowana na analogicznej powierzchni w roku ubiegłym wyniosła 306 mg. Duża różnica, przy bardzo zbliżonym wieku drzewostanów bukowych omawianych powierzchni, jest trudna do wytłumaczenia.

W 2000 roku, podobnie jak rok wcześniej, oceniono związek pomiędzy wiekiem drzewostanu a wskaźnikiem SBO. Obliczono współczynnik korelacji rang Spearmana na siedliskach boru świeżego i boru mieszanego świeżego. Wyniki wskazują na istnienie dużej zmienności SBO w zbliżonych warunkach środowiskowych.

Podsumowując należy stwierdzić, że **wartość SBO oceniona na powierzchni jednokrotnie nie odzwierciedla w należyтым stopniu stanu środowiska leśnego**. Dopiero systematyczne wieloletnie badania pozwolą na oszacowanie tempa i kierunku zmian na monitorowanych powierzchniach. Niewielka ilość danych uzyskanych w pierwszych latach badań nie pozwala na szeroką analizę wskaźnika SBO na tle innych parametrów mierzonych na SPO. Uwaga ta dotyczy zwłaszcza powierzchni z panującymi gatunkami drzew innymi niż sosna oraz powierzchni, na których występuje siedlisko lasu mieszanego lub lasu liściastego.

Wydaje się, że związek SBO epigeicznych biegaczowatych ze stopniem zagrożenia drzewostanów przez szkodniki pierwotne należy badać biorąc pod uwagę wyniki jesiennych poszukiwań szkodników sosny z kilku lat.

W trakcie badań stwierdzono, że ryzykowne jest powierzanie prac związanych z odławianiem biegaczowatych osobom, bez uprzedniego szczegółowego przeszkolenia. **Niekiedy wartości wskaźnika SBO mogą być zawyżone.** Źródłem tego błędu może być zbyt płytkie umieszczenie pułapek w glebie. Wówczas drobne i zarazem o dużej liczbie osobników gatunki biegaczowatych nie odławiają się do pojemników. Wiele gatunków mających bardzo małe rozmiary, kształtem nie przypominających typowych dużych biegaczowatych z rodzaju *Carabus* lub *Pterostichus* może być odrzuconych podczas wstępnej selekcji odłowionego materiału. Dodatkowym źródłem błędów może być ucieczka najmniejszych osobników z nieszczelnych pojemników transportowych lub ich pożeranie przez duże drapieżne gatunki. Brak tych najmniejszych osobników rzutuje w znaczący sposób na wartość SBO.

Klasyfikacja zagrożenia na stałych powierzchniach obserwacyjnych wyrażona poprzez SBO nie znalazła odzwierciedlenia w wynikach jesiennych poszukiwań owadów liściożernych przeprowadzonych na badanych SPO w tym samym roku. Wartość SBO oceniona na powierzchni jednokrotnie nie odzwierciedla w należyтым stopniu stanu środowiska leśnego.

Wydaje się, że związek SBO epigeicznych biegaczowatych ze stopniem zagrożenia drzewostanów przez szkodniki pierwotne należy badać biorąc pod uwagę wyniki jesiennych poszukiwań szkodników sosny z kilku lat.

11. Poziom zagrożenia lasów grzybami patogenicznymi

W roku 2000 prace z zakresu **monitoringu fitopatologicznego** przeprowadzono w nowej sieci powierzchni obserwacyjnych SPO, zmodyfikowanej (rozbudowanej) względem lat poprzednich. Przyjęto 5-letni nawrót obserwacji na tych samych powierzchniach, zaś sam zakres obserwacji, zgodny z przyjętą wcześniej metodyką [6], nie zmienił się. Zbliżona pozostała również liczba powierzchni objętych coroczną lustracją (około 150), co w całym cyklu pozwoli na przeprowadzenie pomiarów i obserwacji łącznie na 730 powierzchniach. 147 spośród nich to

powierzchnie II rzędu, oceniane do tej pory, zaś prawie 600 pozostałych to SPO I rzędu. Zasadniczym powodem rozbudowy sieci powierzchni obserwacyjnych i wprowadzenia nowego układu chronologicznego wykonywania obserwacji było dążenie do poprawy reprezentatywności w odniesieniu do regionalnych dyrekcji LP oraz gatunków lasotwórczych.

Tabela 10. Zestawienie wartości wskaźników zamierania pędów sosny (Wg, Wp, WZD) w układzie krain przyrodniczo-leśnych

Kraina przyrodniczo-leśna	Udział drzew z symptomami uszk. aparatu asymilacyjnego [%]	Liczba poletek w stopniach liczby gałęzi (LP) i nasilenia porażenia (NP)						Wskaźniki zagrożenia zamieraniem pędów sosny		
		1		2		3		Wg	Wp	WZD
		LP	NP	LP	NP	LP	NP			
Bałtycka	11,76	26	29	1	2	5	1	1,344	1,125	1,512
Mazursko-Podlaska	0,00	14	17	2	0	1	0	1,235	1,000	1,235
Wielkopolsko-Pom.	33,51	32	39	9	7	5	0	1,413	1,152	1,628
Mazowiecko-Podl.	47,91	23	21	1	7	7	3	1,484	1,419	2,106
Śląska	30,60	31	36	4	2	3	0	1,263	1,053	1,330
Małopolska	6,23	31	65	17	5	23	1	1,887	1,099	2,074
Sudecka	100,00	1	1	0	0	0	0	1,000	1,000	1,000
Karpacka	0,00	2	2	0	0	0	0	1,000	1,000	1,000
Kraj 2000	22,36	160	210	34	23	44	5	1,513	1,139	1,723
Kraj 1999	nie oceniano	160	272	96	48	78	14	1,754	1,228	2,153
Kraj 1998		233	319	79	42	63	14	1,547	1,187	1,835
Kraj 1997		388	485	93	42	66	20	1,411	1,150	1,623

Wg - wskaźnik liczby gałęzi pozostających na dnie lasu

Wp - wskaźnik nasilenia porażenia gałęzi przez grzyby

WZD - syntetyczny wskaźnik zagrożenia drzewostanów ($WZD = Wg \cdot Wp$)

Ocenę zagrożenia drzewostanów przez grzyby wywołujące **zamieranie pędów sosny** wykonano na podstawie analizy dwóch parametrów: liczby pędów pozostających na dnie lasu (Wg) oraz nasilenia występowania owocowania porażających je grzybów (Wp). Parametry te umożliwiły określenie syntetycznego wskaźnika potencjalnego zagrożenia drzewostanów zamieraniem pędów WZD (iloczyn $Wg \cdot Wp$). Dodatkowym kryterium oceny może być występowanie symptomów uszkodzeń drzew typowych dla zamierania pędów sosny.

W roku 2000 zagrożenie drzewostanów sosnowych ze strony grzybów powodujących uszkodzenia aparatu asymilacyjnego (zamieranie pędów, osutki) było niewielkie i porównywalne z tym z lat ubiegłych - Tab. 10. Wskazują na to wartości wszystkich wskaźników wykorzystywanych do oceny ($Wg=1,513$, $Wp=1,139$ i $WZD=1,723$), które były zbliżone do wartości z roku 1998. **Udział sosen wykazujących symptomy uszkodzenia**

aparatu asymilacyjnego, w ogólnej liczbie sosen zinwentaryzowanych na powierzchniach, przekroczył nieznacznie 22%. Ostatni wymieniony wskaźnik po raz pierwszy zastosowano w roku 2000, także niemożliwe jest jego porównanie wynikami z lat ubiegłych. W 2000 roku nie wystąpił wzrost zagrożenia sośnin ze strony chorób aparatu asymilacyjnego w porównaniu do lat poprzednich, kiedy to takie zagrożenie występowało [9]. Wskazuje na typowy poziom zagrożenia dla okresu pomiędzy epifitozami.



Fot. 13. Hubiak pospolity (*Fomes fomentarius* (Fr.) Fr.), drzewostan bukowo-dębowy na terenie Drawieńskiego Parku Narodowego - fot. Elżbieta Dmyterko

Wartości wskaźników, jak i udziały drzew z uszkodzeniami aparatu asymilacyjnego w poszcze-gólnych krainach przyrod-niczo-leśnych, wykazują duże zróżnicowanie. Naj-niższe wartości (Wg, Wp i WZD równe 1,0) cechowa-ły regiony górskie (Krainy: Sudecka i Karpacka), zaś

najwyższe Krainę Mało-polską oraz Mazowiecko-Podlaską (Tab. 10). Również udział drzew uszkodzonych był zróżnicowany pomiędzy poszczególnymi krainami. Pomijając wyniki z Krain: Karpackiej i Sudeckiej (ze względu na niewielką liczbę sosen poddanych ocenie), największy procent drzew uszkodzonych stwierdzono w Krainie Mazowiecko-Podlaskiej (47,91%), najmniejszy zaś w Krainie Mazursko-Podlaskiej, gdzie drzew uszkodzonych nie było wcale. Uzyskane wyniki, podobnie jak wartości wskaźników Wp, Wg i WZD, wskazują, że w 2000 roku najwyższe zagrożenie drzewostanów sosnowych chorobami aparatu asymilacyjnego występowało na Mazowszu. Odpowiada to opisanym w innej pracy [9] wynikom, dotyczącym występowania osutek, zamierania pędów i skrętaka sosny.

Tabela 11 zawiera dane o występowaniu w krainach przyrodniczo-leśnych pniaków (Pn/ha), okresie ich powstania (wieku), zasiedleniu ich przez grzyby (WG) i stopniu ich rozkładu. W roku 2000 na powierzchniach monitoringu fitopatologicznego stwierdzano od 159 (Kraina Bałtycka) do 390 pniaków/ha (Kraina Małopolska), przy średniej dla kraju równej 291. Zasiedlenie pniaków (WG) przez grzyby było w poszczególnych krainach przyrodniczo-leśnych zróżnicowane i zawierało się w przedziale od 6% w Krainie Mazursko-Podlaskiej do 46,1% w Krainie Wielkopolsko-Pomorskiej (36,9% średnio w kraju). Wartości te są znacznie niższe od wyników z lat poprzednich, zwłaszcza w odniesieniu do liczby pniaków na hektar. Należy

jednak pamiętać, że w latach 1997-99 obserwacje wykonywane były na SPO II rzędu, wśród których dominowały powierzchnie z sosną, zaś przeciętny wiek drzewostanów wynosił około 60 lat. W roku 2000 powierzchni sosnowych było relatywnie mniej, zaś przeciętny wiek inwentaryzowanych drzewostanów był wyższy i osiągał 68 lat.

Tabela 11. Występowanie pniaków na powierzchniach monitoringu fitopatologicznego w układzie krain przyrodniczo-leśnych

Kraina przyrodniczo-leśna	Pn/ha	WG [%]	Wiek	Rozł.
Bałtycka	159	33,60	2,31	2,23
Mazursko-Podlaska	191	6,00	2,60	2,48
Wielkopolsko-Pomorska	242	46,10	2,46	2,32
Mazowiecko-Podlaska	276	44,20	2,54	2,26
Śląska	291	45,30	2,53	2,32
Małopolska	390	39,90	2,42	2,25
Sudecka	382	6,30	2,83	2,41
Karpacka	322	31,50	2,62	2,07
Kraj 2000	291	36,90	2,51	2,27
Kraj 1999	403	46,94	2,44	2,28
Kraj 1998	400	42,91	2,49	2,33
Kraj 1997	404	39,15	2,48	2,24

Pn/ha - liczba pniaków na 1 ha

WG - wskaźnik zasiedlenia pniaków przez grzyby (udział pniaków zasiedlonych przez grzyby w ogólnej liczbie pniaków)

Wiek - wskaźnik wieku pniaków (średnia ważona)

Rozł. - wskaźnik rozłożenia pniaków (średnia ważona)

Tabela 12 zawiera wartości wskaźników rozpowszechnienia patogenów (P/ha i WP), grzybów saprotroficznych (S/ha i WS) oraz wskaźników zagrożenia drzewostanów ze strony patogenów korzeni (WD i EP). Występowanie patogenów wyrażone wskaźnikiem P/ha było w 2000 roku znacznie mniejsze (25 pniaków/ha), niż w latach poprzednich (od 40 do 58 pniaków/ha). W przypadku wskaźnika WP różnice te nie były tak duże. Stwierdzone w roku 2000 mniejsze niż w latach poprzednich rozpowszechnienie patogenów korzeni wynikało z przeprowadzenia obserwacji na nowych, wcześniej nie ocenianych powierzchniach, a także ze zmniejszenia udziału powierzchni iglastych, najsilniej zagrożonych przez choroby korzeni. W 2000 roku pniaki iglaste stanowiły około 72% wszystkich zinwentaryzowanych pniaków, podczas gdy w latach 1998-99 było ich 83%. Na wyniki te z pewnością wpłynęła także znacznie niższa liczba pniaków na 1 hektar (Tab. 11), co w przypadku huby korzeni mogło wpłynąć na ograniczanie rozprzestrzeniania się choroby.

Tabela 12. Wskaźniki występowania patogenów korzeni, grzybów saprofitycznych oraz zagrożenia drzewostanów w układzie krain przyrodniczo-leśnych

Kraina przyrodniczo-leśna	P/ha	WP [%]	S/ha	WS [%]	WD	EP [%]
Bałtycka	12,4	7,81	41,1	25,78	3,30	11,76
Mazursko-Podlaska	0,0	0,00	11,4	5,97	brak patogenów	
Wielkopolsko-Pomorska	22,9	9,47	88,6	36,63	3,87	17,56
Mazowiecko-Podlaska	15,9	5,77	106,2	38,46	6,67	10,34
Śląska	24,8	8,53	107,1	36,82	4,32	15,60
Małopolska	37,6	9,64	118,1	30,29	3,14	16,06
Sudecka	9,0	2,34	14,9	3,91	1,67	2,50
Karpacka	41,6	12,90	59,7	18,55	1,44	18,82
Kraj 2000	24,8	8,50	82,7	28,38	3,34	13,46
Kraj 1999	58,3	14,46	130,9	32,48	2,25	27,26
Kraj 1998	51,8	12,97	119,6	29,94	2,31	22,72
Kraj 1997	40,2	9,94	118,2	29,24	2,94	16,35

- P/ha - Wskaźnik rozpowszechnienia patogenów (liczba pniaków z patogenami na 1 ha)
 WP - Wskaźnik zasiedlenia pniaków przez patogeny (procentowy udział pniaków z patogenami w ogólnej liczbie pniaków)
 S/ha - Wskaźnik rozpowszechnienia grzybów saprotrof. (liczba pniaków z saprotrofami na 1 ha)
 WS - Wskaźnik zasiedlenia pniaków przez grzyby saprotroficzne (udział pniaków z saprotrofami w ogólnej liczbie pniaków)
 WD - Wskaźnik dominacji saprotrofów (stosunek liczby pniaków z saprotrofami do liczby pniaków z patogenami)
 EP - Wskaźnik ekspozycji pniaków (stosunek liczby pniaków z patogenami do liczby pniaków nie zasiedlonych przez grzyby)

Rozpowszechnienie patogenów wykazywało wyraźne zróżnicowanie regionalne. Najwięcej pniaków zasiedlonych przez sprawców chorób korzeni stwierdzono na południu Polski, co związane jest z koncentracją występowania na tym terenie opieńki. Liczbę pniaków skolonizowanych przez patogeny, wyższą od przeciętnej dla kraju, stwierdzono także w Krainach: Małopolskiej i Śląskiej, znacznie niższą natomiast w Krainach: Mazursko-Podlaskiej, Sudeckiej i Bałtyckiej. Przestrzenny rozkład częstości występowania patogenów nie uległ większym zmianom w porównaniu do wyników inwentaryzacji z lat poprzednich.

Grzyby saprotroficzne były w roku 2000 znacznie rzadziej identyfikowane na powierzchniach monitoringu fitopatologicznego, niż to miało miejsce w latach ubiegłych. Przyczyny wystąpienia tych różnic były zapewne takie same jak w przypadku patogenów.

Regionalne zróżnicowanie kolonizacji pniaków przez grzyby saprotroficzne było wysokie. Najliczniej grzyby te stwierdzano na pniakach w Krainach: Małopolskiej, Śląskiej i Mazowiecko-Podlaskiej, najrzadziej w Krainach: Mazursko-Podlaskiej i Sudeckiej. Rozkład przestrzenny występowania saprotrofów w 2000 roku zbliżony był do rozkładu z roku 1999.

Zagrożenie drzewostanów ze strony chorób systemów korzeniowych (opieńkowej zgnilizny korzeni i huby korzeni) wyrażone jest wskaźnikami dominacji saprotrofów (WD) i ekspozycji pniaków na zasiedlenie przez patogeny (EP) - Tab. 12. Wartości tych wskaźników w roku 2000 były znacznie korzystniejsze, niż w latach poprzednich, zwłaszcza w roku 1999. Liczba pniaków skolonizowanych przez saprotrofy była średnio w kraju 3,34 razy większa niż liczba pniaków z patogenami, podczas gdy w roku 1999 wartość wskaźnika WD wyniosła jedynie 2,25. Średnia dla kraju wartość wskaźnika ekspozycji pniaków (13,46%) była w roku 2000 ponad dwukrotnie mniejsza niż w roku 1999 (27,26%), co wskazuje na znacznie lepszą sytuację drzewostanów inwentaryzowanych w roku 2000, niż ocenianych wcześniej. Przyczyną takiej sytuacji, była wspomniana już wcześniej, znacznie mniejsza liczba pniaków na 1 ha, oraz mniejszy udział powierzchni zlokalizowanych w drzewostanach iglastych.



Fot. 14. Żółciak siarkowy (*Laetiporus sulphureus* (Fr.) Murrill) - fot. Elżbieta Dmyterko

Zróźnicowanie wartości wskaźników WD i EP pomiędzy krainami przyrodniczo-leśnymi było duże (Tab. 12). Największe zagrożenie występowało w Krainie Karpackiej (WD=1,44 i EP=18,82%). W pozostałych krainach wartości wskaźnika WD były większe od 3, w Krainie Mazowiecko-Podlaskiej osiągały wartość 6,67. Wartości wskaźnika EP w większości krain zawierały się w przedziale 10-17%, jedynie w Krainie Sudeckiej były znacznie mniejsze (2,5%), co spowodowane było małą liczbą pniaków skolonizowanych przez grzyby (6,3%) oraz niskimi wartościami wskaźnika WP (2,34%).

Uszkodzenia aparatu asymilacyjnego drzew (zamieranie pędów i pączków, przebarwienia igliwia, zamieranie wierzchołka) stanowiły najliczniejszą grupę uszkodzeń gatunków iglastych, zwłaszcza sosny i świerka (Tab. 13). Tego typu uszkodzenia stwierdzono u 22,4% sosen i 15,2% świerków, co stanowi odpowiednio 82 i 42% wszystkich uszkodzeń stwierdzonych na drzewach tych gatunków. Najczęściej występującym rodzajem uszkodzenia było zamieranie pędów i pączków, stwierdzone u 12,2% sosen i 13,8% świerków.

Tabela 13. Wyniki oceny uszkodzeń poszczególnych gatunków drzew

Gatunek drzewa	Udział drzew z uszkodzeniami w ogólnej liczbie drzew żywych [%]				Uszkodzenia najczęściej występujące
	Wszystkich rodzajów uszkodzeń	Aparatu asymilacyj- nego	Innych niż aparatu asy- milacyjnego	Uszkodzenia najczęściej występującego	
Sosna	27,3	22,4	5,0	12,2	Zamieranie pędów i pączków
Świerk	35,9	15,2	20,7	13,8	Zamieranie pędów i pączków
Jodła	12,9	3,9	9,0	3,2	Zrakowacenia, otwarte rany, suchoczub
Dąb	18,7	7,1	11,6	4,7	Zamieranie pędów i pączków, rozkład drewna, otwarte rany
Buk	20,2	2,6	17,6	10,5	Rozkład drewna
Brzoza	16,2	3,2	13,0	7,7	Rozkład drewna
Inne gatunki	13,4	2,4	11,0	5,7	Rozkład drewna
Iglaste razem	28,0	20,1	7,9	11,8	Zamieranie pędów i pączków
Liściaste razem	17,7	4,2	13,5	7,1	Rozkład drewna
Kraj 2000	24,6	14,8	9,8	8,7	Zamieranie pędów i pączków

W przypadku gatunków liściastych najczęściej występującym rodzajem uszkodzenia był rozkład drewna. Stwierdzono go u 7,1% inwentaryzowanych drzew. Najwięcej tego typu uszkodzeń wystąpiło u buka (10,5% wszystkich drzew) oraz brzozy (7,7%), co stanowiło odpowiednio 52 i 47% wszystkich uszkodzeń stwierdzonych na drzewach tych gatunków. Zamieranie pędów i pączków, rozkład drewna, otwarte rany - w przypadku dębu, oraz zrakowacenia, otwarte rany i suchoczub - w przypadku jodły, były rodzajami uszkodzenia występującymi jednakowo często (odpowiednio 4,7 i 3,2% wszystkich drzew).

Łącznie 24,6% drzew wykazywało symptomy uszkodzeń. Uszkodzenia aparatu asymilacyjnego były najliczniejsze (60% wszystkich uszkodzeń). Na powierzchniach, na których występowały patogeny korzeni, liczba drzew wykazujących uszkodzenia była wyższa (192,9 drzew/ha), zaś liczba drzew zdrowych i bez uszkodzeń znacznie niższa (471,4 drzew/ha), niż na powierzchniach gdzie występowania patogenów nie stwierdzono (odpowiednio 183,7 i 596,9 drzew/ha).

Na podstawie wyników badań wykonanych w ramach monitoringu fitopatologicznego w 2000 roku stwierdzić można, że zagrożenie ze strony zamierania pędów sosny utrzymuje się na raczej niewielkim poziomie, typowym dla okresu międzyepifitozyjnego. Potwierdza to wykonaną w ubiegłych latach prognozę długoterminową występowania chorób tej kategorii [5], wg której zwiększony poziom zagrożeń może wystąpić dopiero w drugiej połowie bieżącej dekady. Oznacza to również, że wykazywany wcześniej wzrost w kolejnych latach wartości

wskaźników waloryzujących zagrożenie nie przekraczał granic naturalnie występującej zmienności.



Fot. 15. Opieńka ciemna (*Armillaria ostoyae* (Romagn.) Herink) - fot. Elżbieta Dmyterko

W 2000 roku również wskaźniki zagrożenia drzewostanów ze strony patogenów korzeni przyjmowały niższe wartości niż w latach 1997-99. Spowodowane to było przeprowadzeniem obserwacji na nowych, wcześniej nie inwentaryzowanych punktach oraz ograniczeniem udziału punktów zlokalizowanych

w drzewostanach iglastych. Również niższa liczba pniaków na 1 ha na poletkach poddanych ocenom w 2000 roku, w porównaniu do tych z lat wcześniejszych, mogąca świadczyć o mniejszej intensywności cięć przedrębnych i będąca czynnikiem ograniczającym rozprzestrzenianie się huby korzeni, mogła wpływać na wartości wskaźników oceny. Dlatego też o trendach w rozwoju zagrożenia przez choroby korzeni wnioskować będzie można dopiero po powtórnych wykonaniu ocen na tych samych powierzchniach.

Ocena uszkodzenia drzew, po raz pierwszy prezentowana w opracowaniu wyników monitoringu fitopatologicznego, pozwoliła wyróżnić dwie kategorie najczęściej występujących uszkodzeń: aparatu asymilacyjnego (zamieranie pędów i pączków, przebarwienia liści, zamieranie wierzchołka) oraz występowanie oznak rozkładu drewna. Pierwsza z nich stwierdzana była zwłaszcza na drzewach iglastych, druga zaś na drzewach liściastych. Przeprowadzone analizy wykazały także, że drzewa na poletkach, na których występowały patogeny korzeni, częściej wykazywały symptomy uszkodzeń niż drzewa z poletek na których patogenów nie stwierdzono. Podobną zależność stwierdzono również dla danych z roku 1999 [7]. Potwierdza to trafność metodyki oceny uszkodzeń drzew i zagrożenia ze strony patogenów korzeni.

Wyniki obserwacji dokonanych w 2000 roku potwierdziły słuszność przeprowadzenia modyfikacji sieci punktów monitoringu fitopatologicznego. Nowy układ powierzchni i pięcioletni cykl prowadzenia obserwacji pozwoli zwiększyć liczbę obiektów poddanych ocenie oraz podnieść wiarygodność i reprezentatywność tej oceny. Zaproponowany układ wydaje się być również optymalny z organizacyjnego punktu widzenia, zakłada bowiem utrzymanie dotychczasowej liczby punktów ocenianych corocznie (około 150).

W 1999 roku obserwowano narastanie zjawiska zamierania pędów sosnowych oraz odnotowano wzrost wartości wskaźników zagrożenia patogenami korzeni

Nie stwierdzono dużych różnic pomiędzy krainami przyrodniczo-leśnymi w stopniu porażenia pędów sosny przez grzyby. Najwyższe rozpowszechnienie patogenów korzeni wystąpiło na południu Polski, w Krainie Karpackiej, Śląskiej i Sudeckiej.

12. Ocena wpływu czynników środowiska na stan zdrowotny lasów w 2000 roku i przewidywany kierunek zmian w najbliższych latach

W roku 2000 stan zdrowotny drzewostanów w Polsce, oceniany na podstawie ubytku aparatu asymilacyjnego zgodnie z metodyką ICP-Forest, wykazywał nieznaczne pogorszenie w porównaniu do lat ubiegłych. Wskaźnik defoliacji dla wszystkich gatunków monitorowanych łącznie wzrósł z 2,70 w roku 1999 do 2,75 w roku 2000. Wzrost ten dotyczył głównie drzewostanów sosnowych, w znacznie mniejszym stopniu świerkowych, a drzewostany jodłowe wykazały wyraźny spadek wskaźnika defoliacji w stosunku do roku 1999. W drzewostanach liściastych znaczny wzrost wskaźnika defoliacji dotyczył drzewostanów dębowych - z 3,03 w 1999 roku do 3,13 w roku 2000. Drzewostany bukowe wykazały niewielki spadek wskaźnika a drzewostany brzozone niewielki jego wzrost. Drzewostany młodsze, podobnie jak w latach ubiegłych wykazują wzrost wskaźnika defoliacji co prawdopodobnie jest związane ze starzeniem się tych drzewostanów.

Zróznicowanie powierzchniowe zmian poziomu uszkodzenia drzewostanów wskazuje na dominację tendencji wzrostu poziomu uszkodzenia drzewostanów na przeważającym obszarze Polski. Biorąc pod uwagę wskaźnik defoliacji tylko w Krainie Sudeckiej i Karpackiej wskaźnik defoliacji okazał się niższy niż w roku 1999.

Stan zdrowotny drzewostanów zależy od wielu czynników środowiska, oddziałujących na ekosystem leśny w krótkim lub długim okresie czasu. Wśród czynników abiotycznych silnie wpływającymi na stan zdrowotny lasów w krótkim okresie czasu są czynniki meteorologiczne a szczególnie wielkość opadów. Okres suszy w okresie wegetacyjnym powoduje zazwyczaj obniżenie poziomu zdrowotności drzewostanów. **Rok 2000 charakteryzował się niedoborem opadów na przeważającym obszarze kraju.** Tylko w Krainach: Mazowiecko-Podlaskiej i Małopolskiej suma opadów w okresie wegetacyjnym przekroczyła nieznacznie wieloletnią normę (Rys. 14, 15). W pozostałych krainach suma opadów była niższa od tej normy. W Krainach Śląskiej i Sudeckiej niedobór opadów w okresie wegetacyjnym utrzymuje się już drugi rok (Rys. 15). Okres wegetacyjny 2000 roku charakteryzował się dużym miesięcznym zróżnicowaniem opadów. Po wysokich opadach w marcu, kolejne dwa lub w niektórych

krainach trzy miesiące były bardzo suche, przy jednoczesnym szybkim wzroście temperatur powietrza. Taki układ meteorologiczny wystąpił najwyraźniej w Krainach: Bałtyckiej, Mazursko-Podlaskiej i Mazowiecko-Podlaskiej. **Niedobór opadów, który wystąpił w 2000 roku w okresie wegetacyjnym, był jedną z przyczyn obniżenia poziomu zdrowotności większości drzewostanów w porównaniu z rokiem 1999.**

Zanieczyszczenie powietrza SO_2 i NO_2 na terenach leśnych w ostatnich latach było niskie i trend obniżania poziomu koncentracji SO_2 i NO_2 utrzymuje się w roku 2000. Najwyższą wartość stężenia SO_2 odnotowano w Krainie Małopolskiej, a najniższą w Krainie Mazursko-Podlaskiej. Stężenie NO_2 najwyższą wartość osiągnęło również w Krainie Małopolskiej, a najniższą w Krainie Mazursko-Podlaskiej. Wartości te sytuują się znacznie poniżej norm określonych w 1998 roku Rozporządzeniem MOŚZNiL [10]. **Biorąc pod uwagę wielkość mokrego depozytu, w roku 2000 zwraca uwagę wysoki depozyt NH_4 i NO_3 w Polsce w porównaniu do innych krajów w Europie.** W pewnym stopniu może to wynikać z długiego okresu ekspozycji kolektorów, w których, mimo zabezpieczeń przed zmianami temperatury, może dochodzić do wzrostu zawartości związków azotowych na skutek procesów mikrobiologicznych zachodzących w próbce wody. **Podwyższony depozyt azotu może powodować eutrofizację siedlisk leśnych i uwrażliwiać drzewa na działanie czynników abiotycznych i biotycznych.** Przeprowadzone obliczenia statystyczne wykazały słabą dodatnią korelację pomiędzy depozytem SO_4 i NO_3 a defoliacją drzewostanów iglastych.

W roku 2000 zakończono analizę chemiczną próbek glebowych pobranych powtórnie w 1999 roku z SPO II rzędu (po czterech latach w przypadku drzewostanów iglastych lub po trzech latach w przypadku drzewostanów liściastych). Dokonano szczegółowego porównania zawartości pierwiastków w 5 warstwach gleby, celem ustalenia wielkości zmian. Stwierdzono brak zmian w zawartości całkowitej pierwiastków w badanych glebach. Zaobserwowane zmiany dotyczyły pierwiastków kompleksu sorpcyjnego. Wymienne formy: Ca, Mg, K, Al i Mn wykazują znaczące zmiany zawartości we wszystkich badanych warstwach gleby. **Odnnotowano wzrost zawartości Ca i Mg w próchnicy nadkładowej i wzrost zawartości magnezu w wierzchnich warstwach mineralnych większości typów gleb. Fakt ten stanowi potwierdzenie występowania procesu eutrofizacji badanych gleb leśnych. Postępujący proces eutrofizacji w lasach może skutkować wzrostem przyrostu młaższości drzewostanów, co odnotowywano na wielu powierzchniach badawczych w Europie [12].**

Istotny wpływ na stan zdrowotny drzewostanów mają czynniki biotyczne. W ramach monitoringu lasu prowadzona jest ocena liczebności populacji owadów liściożernych, wyznaczana jest średnia biomasa osobnicza biegaczowatych będąca wskaźnikiem poziomu degradacji siedlisk leśnych oraz prowadzona jest ocena zagrożenia grzybami patogenicznymi. **W**

roku 2000 zaznacza się dalszy wzrost liczby odławianych w pułapki feromonowe samców brudnicy mniszki. Wzrost ten jest szczególnie duży w Krainach: Wielkopolsko-Pomorskiej, Mazursko-Podlaskiej i Mazowiecko-Podlaskiej. Liczebność strzygoni choinówki w Krainach: Wielkopolsko-Pomorskiej, Mazowiecko-Podlaskiej i Śląskiej wykazuje znaczący wzrost w stosunku do lat ubiegłych. W kilkunastu nadleśnictwach przekroczone zostały liczby ostrzegawcze. **W nadchodzących latach, przy sprzyjających dla strzygoni choinówki warunkach pogodowych, w niektórych regionach kraju, może wystąpić wzrost liczebności tego owada mający charakter gradacji.**

Zagrożenie ze strony grzybów patogenicznych w 2000 roku było niskie. Zarówno zamieranie pędów sosny jak i rozwój patogenów korzeni utrzymywał się na niższym poziomie niż w latach ubiegłych.

Przyczyną niewielkiego pogorszenia się poziomu zdrowotności drzewostanów w Polsce w 2000 roku były niskie opady oraz wysokie temperatury powietrza towarzyszące początkowej fazie rozwoju wegetacyjnego, które wpłynęły niekorzystnie na rozwój ulistnienia drzew.

Czynniki biotyczne w 2000 roku nie wykazywały natężenia negatywnie wpływającego na stan zdrowotny lasu na większych obszarach, jednak przy sprzyjających warunkach pogodowych, w niektórych regionach kraju, może nastąpić wzrost zagrożenia ze strony brudnicy mniszki i strzygoni choinówki.

Poziom zanieczyszczenia powietrza utrzymuje się na niskim poziomie i wykazuje dalszą tendencję spadkową. Jednak wielkość depozytu związków azotowych jest wysoki, co wzmaga proces eutrofizacji siedlisk leśnych. Wniosek ten jest również potwierdzony przez wykazany w analizach laboratoryjnych wzrost zawartości pierwiastków wymiennych w kompleksie sorpcyjnym większości typów gleb.

W nadchodzących latach poziom zdrowotności drzewostanów będzie kształtowany głównie warunkami pogodowymi, a w szczególności poziomem zaspokojenia potrzeb wodnych.

Wzrastająca zasobność siedlisk leśnych w procesie eutrofizacji przyczynia się do zwiększenia wrażliwości lasów na niekorzystne czynniki środowiska, co w przyszłości może spowodować obniżenie kondycji zdrowotnej drzewostanów.

13. Stwierdzenia końcowe i wnioski

Analiza wyników zebranych w ramach programu monitoringu lasu w 2000 roku umożliwia sformułowanie poniższych stwierdzeń i wniosków:

- W 2000 roku poziom uszkodzenia drzewostanów (rozpatrując gatunki razem) w porównaniu do lat ubiegłych uległ nieznacznemu pogorszeniu. Wskaźnik defoliacji drzewostanów starszych (powyżej 40 lat) wzrósł z 2,70 w 1999 roku do 2,75 w roku 2000. Również poziom uszkodzenia drzewostanów młodszych (20-40 lat) zwiększył się - wskaźnik defoliacji wzrósł z 2,21 w 1998 roku do 2,39 w roku 2000.
- Wzrost poziomu uszkodzenia drzewostanów dotyczy głównie drzewostanów sosnowych i dębowych. Drzewostany świerkowe i brzozowe wykazały tylko nieznaczny wzrost wskaźnika defoliacji, a drzewostany jodłowe i bukowe nieznaczne zmniejszenie tego wskaźnika.
- W 2000 roku wśród drzewostanów starszych najwyższy poziom uszkodzenia wykazują drzewostany jodłowe, najniższy drzewostany bukowe. Wśród drzewostanów młodszych najwyższy poziom uszkodzenia odnotowano w drzewostanach dębowych, a najniższy w jodłowych.
- Uszkodzenia drzewostanów w Krainie Karpackiej wykazują najwyższy poziom. Drzewostany występujące w Krainach: Bałtyckiej, Mazursko-Podlaskiej i Wielkopolsko-Pomorskiej charakteryzują się najniższym poziomem uszkodzenia.
- Przyczyną wzrostu poziomu uszkodzenia drzewostanów w 2000 roku był niedobór opadów atmosferycznych w okresie wegetacyjnym, który szczególnie wyraźnie wystąpił w Krainach: Bałtyckiej, Mazursko-Podlaskiej, Śląskiej i Sudeckiej. Duże niedobory opadów, przy jednoczesnym znacznym wzroście temperatur powietrza, odnotowano wiosną: w kwietniu, maju i czerwcu.
- Rok 2000 wyróżniał się niskim wskaźnikiem przeciętnej wydajności nasion z szyszek sosny, była ona znacznie niższa od średniej z ostatnich 5 lat. Również wskaźnik masy 1000 nasion, jak i przeciętne wymiary zarodka były mniejsze od średniej z ostatnich 5 lat prawie we wszystkich krainach. Pomimo to zdolność kiełkowania nasion i ich odporność na warunki stresowe były wysokie.
- Odnotowano kolejny rok wzrostu liczebności brudnicy mniszki odławianej w pułapki feromonowe. Znaczący wzrost liczebności populacji strzygoni choinówki odnotowano w Krainach: Wielkopolsko-Pomorskiej, Mazowiecko-Podlaskiej i Śląskiej.
- Zagrożenie grzybami patogenicznymi w 2000 roku utrzymywało się na niskim poziomie.
- Porównanie zawartości całkowitej pierwiastków w warstwie organicznej i w 5 warstwach mineralnych gleby z lat 1995 (1996) i 1999 nie wykazało zmian, co umożliwia wydłużenie okresu analiz porównawczych z 4 do 8 lub 12 lat.
- W okresie czteroletnim w drzewostanach iglastych, i w okresie trzyletnim w drzewostanach liściastych, zaobserwowano zmiany zawartości pierwiastków wymiennych w warstwie organicznej i warstwach mineralnych większości typów gleb. Odnotowano wzrost zawartości Ca i Mg w próchnicy nadkładowej i wzrost zawartości Mg w wierzchnich warstwach mineralnych większości typów gleb.
- Poziom koncentracji SO_2 i NO_2 w powietrzu atmosferycznym na terenach leśnych osiągnął niskie wartości i wykazuje kontynuację istniejącego od kilku lat trendu spadkowego.
- Depozyt siarki siarczanowej zawiera się w przedziale od 8 do $27 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$ i utrzymuje się w 2000 roku na porównywalnym do roku ubiegłego poziomie. Depozyt azotu amonowego i azotanowego zawiera się w

przedziale 15 do 31 kg*ha⁻¹*rok⁻¹ i wykazuje wzrost w stosunku do roku ubiegłego. Wzrost ten dotyczy szczególnie azotu amonowego.

- Wartość pH wody opadowej zawierała się w przedziale od 4,28 do 6,23 , wykazując niższe wartości w okresie zimowym i w Polsce południowej.

14. Literatura

1. Grodzińska K. i in., *Ocena stanu środowiska i procesów zachodzących w lasach zlewni potoku Ratanica (Pogórze Wielickie, Polska południowa)*, Biblioteka Monitoringu Środowiska, Warszawa, 1996.
2. Hryniewicz R., Przybylska G., *Zanieczyszczenie opadów atmosferycznych w Polsce, Przemiany stosunków wodnych w Polsce w wyniku procesów naturalnych i antropogenicznych*, PWN, Kraków, 1993.
3. Johnson D. W., Lindberg S. E., *Atmospheric deposition and forest nutrient cycling: a synthesis of the integrated forest study*, Springer-Verlag, New York, 1992.
4. Kocięcki S., *Terminarz nasiennictwa leśnego*, PWRiL, Warszawa, 1966.
5. Kolk A., Lech P., Sierota Z., *Określenie stref zagrożeń lasów Polski przez czynniki biotyczne*, Biblioteka Monitoringu Środowiska, PIOŚ, Warszawa, 1996.
6. Lech P., Sierota Z., *Instrukcja zakładania powierzchni i oceny stanu zagrożenia w monitoringu fitopatologicznym*, IBL, Warszawa, 1996.
7. Lech P., (w druku), *Fungal diseases of forests in Poland - trends and current status as expressed by the 1997-1999 results of the phytopathological monitoring*, referat wygłoszony na IUFRO WP 7.03.10 Workshop: Methodology of Forest Insects and Disease Survey in Central Europe, 24-28.09.2000, Busteni, Rumunia.
8. *Manual on Methodologies and criteria for harmonized sampling, assessment, monitoring and analysis of the effects of air pollution on forests*, International Co-operative Programme on Assessment and Monitoring of Air Pollution Effects on Forests, Programme Coordinating Centres, Hamburg and Prague, 1994.
9. *Ocena występowania ważniejszych szkodników i chorób infekcyjnych drzew leśnych w Polsce w roku 2000 oraz prognoza ich pojawu w 2001 roku* - praca zbiorowa, IBL, Warszawa, 2001.
10. *Rozporządzenie Ministra Ochrony Środowiska, Zasobów Naturalnych i Leśnictwa z dnia 28 kwietnia 1998 r. w sprawie dopuszczalnych wartości stężeń substancji zanieczyszczających w powietrzu* (Dz. U. Nr 55 z dnia 6 maja 1998 r., poz. 355)
11. Skłodowski J., *Interpretacja stanu środowiska leśnego za pomocą modelu SCP/SBO zgrupowań biegaczowatych (Col. Carabidae)*, str. 69-87 w: *Waloryzacja ekosystemów leśnych metodami zooindykacyjnymi*, VI Sympozjum Ochrony Ekosystemów Leśnych. Jedłania, 2-3 grudnia 1996, Katedra Ochrony Lasu i Ekologii SGGW, RDLP Radom, Warszawa, 1997.
12. Spiecker H., Mielikainen K., Kohl M., Skovsgaard J.P., (eds.), *Growth trends in European forests*, European Forest Research Institute, Report No. 5. Springer, Berlin Heidelberg New York, 1996.
13. Szyszko J., *State of Carabidae (Col.) fauna in fresh pine forest and tentative valorisation of this environment*, Warsaw Agricultural University Press, Treat. & Monogr., 28, 1-80, Warszawa, 1983.

14. Szyszko J., *Próba waloryzacji środowisk leśnych przy pomocy biegaczowatych (Carabidae, Col.)*, str. 42-60 w: *Waloryzacja ekosystemów leśnych metodami zooindykacyjnymi*, VI Sympozjum Ochrony Ekosystemów Leśnych, Jedlnia 2-3 grudnia 1996, Katedra Ochrony Lasu i Ekologii SGGW, RDLP Radom, Warszawa, 1997.
15. Turzański K. P., Godzik B., *Mokra depozycja zanieczyszczeń w rejonie krakowskim, Chemizm i oddziaływanie kwaśnych deszczy na środowisko przyrodnicze* Sesja naukowa - materiały konferencyjne, Jezioro, 1996.
16. De Vries W. i in., *Intensive monitoring of forest ecosystems in Europe*, FIMCI Technical Report 2000, Forest Intensive Monitoring Coordinating Institute, Brussels, Geneva, 2000.
17. Wawrzoniak J. i in., *Stan uszkodzenia lasów w Polsce w 1995 roku na podstawie badań monitoringowych*, PIOŚ, Biblioteka Monitoringu Środowiska, Warszawa, 1996.
18. Wawrzoniak J. i in., *Stan uszkodzenia lasów w Polsce w 1996 roku na podstawie badań monitoringowych*, PIOŚ, Biblioteka Monitoringu Środowiska, Warszawa, 1997.
19. Wawrzoniak J. i in., *Stan uszkodzenia lasów w Polsce w 1997 roku na podstawie badań monitoringowych*, PIOŚ, Biblioteka Monitoringu Środowiska, Warszawa, 1998.
20. Wawrzoniak J. i in., *Stan uszkodzenia lasów w Polsce w 1998 roku na podstawie badań monitoringowych*, PIOŚ, Biblioteka Monitoringu Środowiska, Warszawa, 1999.
21. Wawrzoniak J. i in., *Stan uszkodzenia lasów w Polsce w 1999 roku na podstawie badań monitoringowych*, PIOŚ, Biblioteka Monitoringu Środowiska, Warszawa, 2000.
22. Załęski A., Gozdałik M., *Standardowe wymiary zarodka i bielma nasion sosny zwyczajnej w Polsce i ich znaczenie dla oceny żywotności nasion*, Prace IBL, Nr 780, Warszawa, 1994.

15. Spis tabel

- Tabela 1. Procentowy udział drzew w klasach defoliacji, odbarwienia i uszkodzenia wg gatunków
Zestawienie krajowe - drzewostany w wieku od 20 do 40 lat - 2000 rok
- Tabela 2. Procentowy udział drzew w klasach defoliacji, odbarwienia i uszkodzenia wg gatunków
Zestawienie krajowe - drzewostany w wieku powyżej 40 lat - 2000 rok
- Tabela 3. Zestawienie wskaźnika defoliacji badanych gatunków w krainach przyrodniczo-leśnych
w kolejności malejącej dla kolumny: "razem" - 2000 rok
- Tabela 4. Udział typów gleb wg klasyfikacji polskiej na SPO II rzędu
- Tabela 5. Uziarnienie gleb na SPO II rzędu
- Tabela 6. Depozyt jonów w opadzie atmosferycznym w krainach przyrodniczo-leśnych - 2000 rok
- Tabela 7. Średnie miesięczne wartości koncentracji [$\mu\text{g} \cdot \text{dm}^{-3}$] wybranych metali ciężkich w opadzie
atmosferycznym obliczone oddzielnie dla II, III i IV kwartału 2000 roku w układzie krain
przyrodniczo-leśnych
- Tabela 8. Korelacje pomiędzy średnią defoliacją drzew a składnikami depozytu mokrego oraz
zanieczyszczeniami gazowymi na SPO II rzędu - 2000 rok
- Tabela 9. Wydajność i jakość nasion sosny na SPO II rzędu - wartości z 2000 roku oraz średnie
pięcioletnie

- Tabela 10. Zestawienie wartości wskaźników zamierania pędów sosny (Wg, Wp, WZD) w układzie krain przyrodniczo-leśnych
- Tabela 11. Występowanie pniaków na powierzchniach monitoringu fitopatologicznego w układzie krain przyrodniczo-leśnych
- Tabela 12. Wskaźniki występowania patogenów korzeni, grzybów saprofitycznych oraz zagrożenia drzewostanów w układzie krain przyrodniczo-leśnych
- Tabela 13. Wyniki oceny uszkodzeń poszczególnych gatunków drzew

16. Spis rysunków

- Rys. 1. Rozmieszczenie stałych powierzchni obserwacyjnych I i II rzędu w krainach przyrodniczo-leśnych
- Rys. 2. Poziom uszkodzenia lasów w 2000 roku na podstawie oceny defoliacji na stałych powierzchniach obserwacyjnych z wyróżnieniem 3 klas defoliacji
- Rys. 3. Różnice w poziomie uszkodzenia lasów pomiędzy latami 1999 i 2000 na podstawie zmiany defoliacji na stałych powierzchniach obserwacyjnych
- Rys. 4. Udział drzew monitorowanych gatunków w klasach uszkodzeń w latach 1996-2000 (drzewostany starsze)
- Rys. 5. Udział drzew monitorowanych gatunków w klasach uszkodzeń w latach 1996-2000 (drzewostany młodsze)
- Rys. 6. Średnie zmiany wybranych cech gleb bielcowych w warstwach - porównanie wyników z lat 1995 (drzewostany iglaste) i 1996 (drzewostany liściaste) z wynikami z roku 1999
- Rys. 7. Średnie zmiany wybranych cech gleb brunatnych kwaśnych w warstwach - porównanie wyników z lat 1995 (drzewostany iglaste) i 1996 (drzewostany liściaste) z wynikami z roku 1999
- Rys. 8. Średnie zmiany wybranych cech gleb rdzawych w warstwach - porównanie wyników z lat 1995 (drzewostany iglaste) i 1996 (drzewostany liściaste) z wynikami z roku 1999
- Rys. 9. Procentowy udział ładunków głównych jonów docierających z opadami atmosferycznymi do ekosystemów leśnych wg krain przyrodniczo-leśnych - 2000 rok
- Rys. 10. Roczny dopływ azotu amonowego i azotanowego oraz siarki siarczanowej w krainach przyrodniczo-leśnych w 2000 roku wg rosnącej sumy azotu
- Rys. 11. Średnia kwasowość opadów atmosferycznych w krainach przyrodniczo-leśnych Polski północnej i środkowej - 2000 rok
- Rys. 12. Średnia kwasowość opadów atmosferycznych w krainach przyrodniczo-leśnych Polski południowej - 2000 rok
- Rys. 13. Średnioroczne wartości stężeń SO_2 i NO_2 w krainach przyrodniczo-leśnych w 2000 roku
- Rys. 14. Zmienność uszkodzenia drzewostanów w krainach przyrodniczo-leśnych Polski północnej i środkowej na tle opadów atmosferycznych w sezonach wegetacyjnych w latach 1996-2000

- Rys. 15. Zmienność uszkodzenia drzewostanów w krainach przyrodniczo-leśnych Polski południowej na tle opadów atmosferycznych w sezonach wegetacyjnych w latach 1996-2000
- Rys. 16. Szerokość zarodka w nasionach sosny zwyczajnej (*Pinus sylvestris* L.) na SPO II rzędu w 2000 roku
- Rys. 17. Występowanie brudnicy mniszki (*Lymantria monacha* L.) na stałych powierzchniach obserwacyjnych w drzewostanach iglastych w 2000 roku
- Rys. 18. Dynamika występowania brudnicy mniszki w drzewostanach iglastych na SPO wg krain przyrodniczo-leśnych w latach 1996-2000
- Rys. 19. Dynamika występowania strzygonii choinówki w drzewostanach iglastych na SPO wg krain przyrodniczo-leśnych w latach 1996-2000
- Rys. 20. Występowanie strzygonii choinówki (*Palonis flammea* Schiff.) na stałych powierzchniach obserwacyjnych w drzewostanach iglastych w 2000 roku
- Rys. 21. Dynamika występowania boreczników w drzewostanach iglastych na SPO wg krain przyrodniczo-leśnych w latach 1996-2000
- Rys. 22. Dynamika występowania zawisaka borowca w drzewostanach iglastych na SPO wg krain przyrodniczo-leśnych w latach 1996-2000
- Rys. 23. Stopień zagrożenia drzewostanów przez szkodniki pierwotne określony na podstawie SBO (średniej biomasy osobniczej biegaczowatych), wyniki z lat 1999-2000

17. Spis fotografii

- Fot. na okładce: Kwiatostan męski sosny zwyczajnej (*Pinus sylvestris* L.) - fot. Elżbieta Dmyterko
- Fot. 1. Drzewostan świerkowy w Beskidzie Śląskim, nadl. Węgierska Górka - fot. Jerzy Wawrzoniak
- Fot. 2. Drzewostan bukowy w nadl. Wejherowo - fot. Elżbieta Dmyterko
- Fot. 3. Powierzchnie wylesione w Beskidzie Śląskim - fot. Jerzy Wawrzoniak
- Fot. 4. Korona sosny zwyczajnej (*Pinus sylvestris* L.), nadl. Białobrzegi - fot. Elżbieta Dmyterko
- Fot. 5. Korona świerka pospolitego (*Picea excelsa* Link.), nadl. Białobrzegi - fot. Elżbieta Dmyterko
- Fot. 6. Korona jodły pospolitej (*Abies alba* Mill.), nadl. Olkusz - fot. Elżbieta Dmyterko
- Fot. 7. Korona brzozy brodawkowatej (*Betula verrucosa* Ehrh.), nadl. Srokowo - fot. Elżbieta Dmyterko
- Fot. 8. Drzewostan brzożowy w nadl. Srokowo - fot. Elżbieta Dmyterko
- Fot. 9. Obserwacje koron drzew w nadl. Srokowo - fot. Elżbieta Dmyterko

- Fot. 10. 2,5-letnia zdrewniała szyszka sosny zwyczajnej (*Pinus sylvestris* L.) po wysypaniu nasion - fot. Elżbieta Dmyterko
- Fot. 11. Zawisak borowiec (*Hyloicus (Sphinx) pinastri* L.) pospolicie występujący na sośnie, świerku i modrzewiu - fot. Stanisław Niemtur
- Fot. 12. Biegacz skórzasty (*Carabus coriaceus* L.) - największy z biegaczy osiągający długość 34-40 mm, występuje na wilgotniejszych siedliskach w drzewostanach sosnowych - fot. Stanisław Niemtur
- Fot. 13. Hubiak pospolity (*Fomes fomentarius* (Fr.) Fr.), drzewostan bukowo-dębowy na terenie Drawieńskiego Parku Narodowego - fot. Elżbieta Dmyterko
- Fot. 14. Żółciak siarkowy (*Laetiporus sulphureus* (Fr.) Murrill) - fot. Elżbieta Dmyterko
- Fot. 15. Opieńka ciemna (*Armillaria ostoyae* (Romagn.) Herink) - fot. Elżbieta Dmyterko