

INSTYTUT BADAWCZY LEŚNICTWA
ZAKŁAD URZĄDZANIA I MONITORINGU LASU



STAN ZDROWOTNY
LASÓW POLSKI
W 2001 ROKU

Spis treści:

1. Wstęp	3
2. Ogólny opis stałych powierzchni obserwacyjnych oraz program monitoringu lasu realizowany 2001 roku	4
3. Zróżnicowanie poziomu uszkodzenia drzewostanów w kraju	7
4. Dynamika uszkodzeń drzewostanów w latach 1997-2001.....	13
5. Skład chemiczny liści dębu i buka, porównanie wyników z lat 2001 i 1997	16
6. Depozyt zanieczyszczeń na SPO II rzędu	20
7. Wpływ warunków pogodowych na zdrowotność drzewostanów w ostatnim pięcioleciu ..	27
8. Intensywność obradzania i jakość nasion sosny na SPO II rzędu w 2001 roku	31
9. Poziom zagrożenia lasów ważniejszymi gatunkami owadów liściożernych.....	35
10. Średnia biomasa osobnicza biegaczowatych w ekosystemach leśnych	38
11. Poziom zagrożenia lasów grzybami patogenicznymi	40
12. Ocena wpływu czynników środowiska na stan zdrowotny lasów w 2001 roku i przewidywany kierunek zmian w najbliższych latach.....	48
13. Stwierdzenia końcowe i wnioski.....	50
14. Literatura.....	52
15. Spis tabel	53
16. Spis rysunków.....	54
17. Spis fotografii	55

1. Wstęp

Program monitoringu lasu funkcjonuje od 1989 roku, a w poszerzonym zakresie od 1994 roku. W tym okresie zaszły istotne zmiany w poziomie zagrożenia lasów przez czynniki środowiskowe. Znaczne inwestycje w instalacje ograniczające emisję gazów i pyłów oraz wprowadzanie nowszych technologii przemysłowych przyniosły istotną poprawę jakości powietrza atmosferycznego w Polsce. Emisja zanieczyszczeń gazowych, szczególnie dwutlenku siarki została ograniczona o ok. 50%. Zmniejszyła się również emisja tlenków azotu, chociaż w znacznie mniejszym stopniu. Wyraźnie obniżył się także poziom emisji pyłów. Te korzystne zmiany przyczyniły się do poprawy stanu zdrowotnego lasów w Polsce. Na poprawę kondycji drzewostanów istotny wpływ miały także warunki klimatyczne panujące w tym okresie. Wysoki poziom opadów atmosferycznych gwarantował dostateczne zaspokojenie potrzeb wodnych drzewostanów.



Fot. 1. Drzewostan dębowo-olszowy w Puszczy Niepołomickiej, nadl. Niepołomice - fot. Elżbieta Dmyterko

Ponieważ zmniejszyło się zagrożenie drzewostanów ze strony zanieczyszczeń powietrza w programie monitoringu lasu zaczęto zwracać większą uwagę na istotne aspekty gospodarki leśnej mające odniesienie do problematyki ochrony środowiska i ochrony przyrody. Najważniejsze z nich to: ocena retencji węgla w ekosystemach leśnych w związku ze zbliżającą się ratyfikacją przez Polskę protokołu z Kioto, monitoring różnorodności biologicznej w lasach w ramach realizacji konwencji o bioróżnorodności i obszarów chronionych Natura 2000, a także zastosowanie wybranych parametrów monitoringu lasu jako kryteriów i wskaźników trwałej i zrównoważonej gospodarki leśnej, zgodnie z zaleceniami Paneuropejskiej Konferencji Ministrów ds. Leśnictwa.

Dane zbierane w cyklach czteroletnich w ramach monitoringu gleb pozwalają na analizę zmian zawartości węgla organicznego w związku ze zmianami klimatycznymi czy też sposobami gospodarowania w lasach. Stanowią one cenny materiał dokumentujący zmiany retencji węgla w

glebach i pozwalające na ewentualną weryfikację przyznanej Polsce puli retencji węgla zgodnie z protokołem z Kioto.

Zgodnie z Konwencją o bioróżnorodności, obszary chronione objęte tą konwencją powinny być poddane monitorowaniu. Znaczna część ze 148 stałych powierzchni obserwacyjnych II rzędu monitoringu lasu znajduje się na obszarach Natura 2000. W 1998 roku na powierzchniach tych zostały przeprowadzone badania roślinności runa leśnego i odnowień naturalnych, obejmujące inwentaryzację występujących gatunków roślin naczyniowych, mchów i porostów metodami fitosocjologicznymi [12, 13]. Monitoring lasu przewiduje powtarzanie tych badań w okresach pięcioletnich.



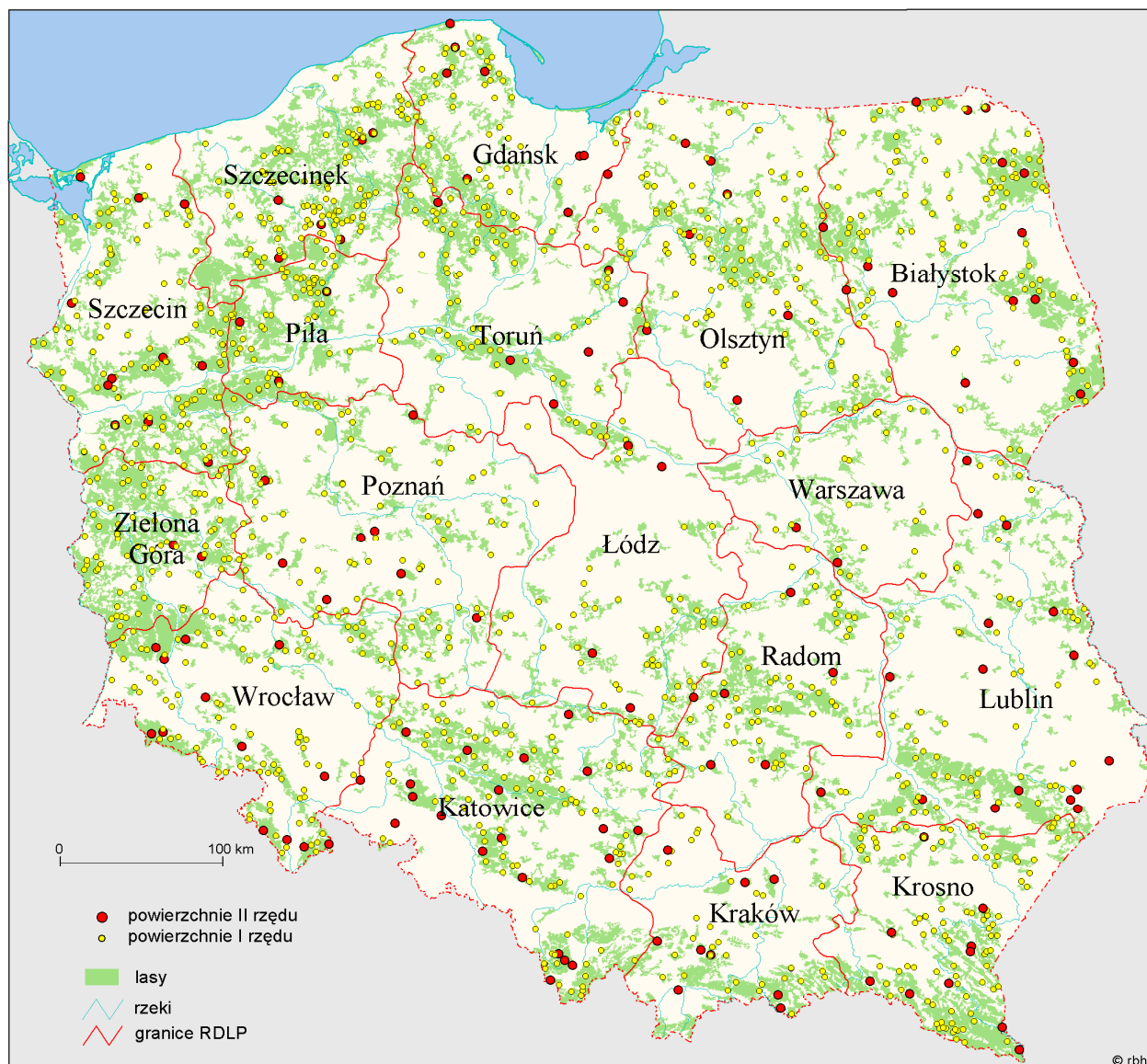
Fot. 2. Drzewostan brzozowy w nadl. Złotów -
fot. Elżbieta Dmyterko

Kolejnym obszarem wykorzystania bogatej bazy danych monitoringu lasu może być realizacja idei Paneuropejskiej Konferencji Ministrów ds. Leśnictwa, która proponuje zastosowanie systemu kryteriów i wskaźników dla oceny wdrażania zasad trwałej i zrównoważonej gospodarki leśnej. Wyniki monitoringu lasu - zbierane w ramach monitoringu gleb, monitoringu depozytu zanieczyszczeń, roślinności runa i odnowień naturalnych - w długim okresie czasu stanowią dobrą podstawę do selekcji odpowiednich kryteriów i wskaźników tej oceny.

2. Ogólny opis stałych powierzchni obserwacyjnych oraz program monitoringu lasu realizowany w 2001 roku

System monitoringu lasu oparty jest na sieci stałych powierzchni obserwacyjnych (SPO). Na terenach leśnych Polski zlokalizowano je w drzewostanach sosnowych, świerkowych, jodłowych, dębowych, bukowych i brzozowych w wieku powyżej 20 lat. Struktura rozmieszczenia i różnorodności SPO pod względem gatunku panującego, oraz wieku drzewostanów jest zgodna ze strukturą lasów w kraju. Łączna liczba SPO I rzędu wynosi 1461 (Rys. 1). Stanowi to 1 powierzchnię na ok. 60 km² powierzchni leśnej kraju. Z tej liczby 433 stałe

powierzchnie obserwacyjne rozmieszczone w sieci 16 x 16 km wchodzą w skład europejskiej sieci monitoringu.



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

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. W 1995 roku na każdej powierzchni wyznaczono powierzchnię kołową o zróżnicowanej wielkości, zależnej od wieku drzewostanu: 0,005 ha (21-30 lat), 0,01 ha (31-40 lat), 0,02 ha (41-60 lat) oraz 0,04 ha (powyżej 60 lat). Wszystkie drzewa o pierśnicy równej lub większej niż 7 cm, rosnące na tych powierzchniach zostały ponumerowane. Zarejestrowano stanowisko biosocjalne każdego drzewa, defoliację i odbarwienie koron, pierśnicę (z dokładnością do 1 mm), taryfę i występowanie drzew martwych. Na **SPO I rzędu** realizowany jest podstawowy program obserwacyjny.

Od 1994 roku 122 powierzchnie iglaste, a od 1996 roku 26 powierzchni liściastych, wybranych spośród SPO I rzędu, funkcjonują jednocześnie jako **stałe 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 dzielnica przyrodniczo-leśna Polski była reprezentowana przez dwie lub, w niektórych dzielnicach ze względu na ich rozległy obszar, trzy powierzchnie.



Fot. 3. Drzewostan sosnowy w nadl. Celestynów - fot. Zbigniew Sierota

Na SPO I i II rzędu realizowany jest program badawczy, którego metodyka jest w dużym stopniu zharmonizowana z metodyką rekomendowaną przez ICP-Forests (Międzynarodowy Program Koordynacyjny „Ocena i monitoring wpływu zanieczyszczeń

powietrza na lasy”) [7]. Do wyjątków należy ocena biotycznych elementów ekosystemu leśnego, której podstawy metodyczne zostały opracowane przez zespół realizujący program. Szczegółowy opis stosowanych w Polsce metod oceny i pomiarów publikowany jest w corocznych raportach [11, 12, 13, 14].

W 2001 roku, zgodnie z długoletnim programem monitoringu lasu, przeprowadzono następujące pomiary i obserwacje:

- 1. Monitoring uszkodzeń drzewostanów** - przeprowadzony na 1180 SPO I rzędu w wieku powyżej 40 lat, w tym na 148 SPO II rzędu. Oceniano defoliację, odbarwienie i inne cechy morfologiczne koron drzew. Wykonano pomiary pierśnic.
- 2. Monitoring chemizmu aparatu asymilacyjnego drzew** - obejmujący pobór próbek igieł lub liści z 5 stojących drzew próbnych na 148 SPO II rzędu. Próbkami igliwia reprezentowały pierwszy i drugi rocznik. Analizy chemiczne obejmowały: N, P, K, Ca, Mg, S, B, Fe, Mn, Zn, Al., Pb, Cd. W 2001 roku zakończono analizy chemiczne próbek liści dębowych i bukowych z 26 SPO.
- 3. Monitoring zdrowotności nasion sosny** - obejmujący ocenę jakości szyszek i nasion pozyskanych w drzewostanach sosnowych na 100 SPO II rzędu.

4. Monitoring depozytu zanieczyszczeń - przeprowadzony 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 i Zn).

5. Monitoring entomologiczny - przeprowadzony w drzewostanach iglastych na ok. 1130 SPO I rzędu. Obejmował ocenę gęstości populacji owadów liściożernych: brudnicy mniszki (z zastosowaniem pułapek feromonowych), boreczników, strzygonii choinówki, poprocha cetyniaka, zawisaka borowca, barczatki sosnowki, osnu gwieździstej (na podstawie jesiennych poszukiwań) oraz ocenę liczebności cetyńców (na podstawie ilości zebranej cetyny). Ponadto, na 61 wybranych SPO II rzędu, dokonano oceny liczebności biegaczowatych.

6. Monitoring fitopatologiczny - przeprowadzony na 148 SPO I rzędu. Wykonano ocenę zagrożenia drzewostanów przez grzyby wywołujące zamieranie pędów sosny, ocenę zasiedlania pniaków przez grzyby oraz ocenę zagrożenia ze strony patogenów korzeni. Ponadto wykonano identyfikację symptomów uszkodzenia koron drzew.

3. Zróżnicowanie poziomu uszkodzenia drzewostanów w kraju

Poziom uszkodzenia drzewostanów oceniany na podstawie udziału drzew zdrowych (defoliacja do 10%), udziału drzew uszkodzonych (defoliacja powyżej 25%) i wskaźnika defoliacji wskazuje na nieznaczne różnice w poziomie zdrowotności drzewostanów iglastych i liściastych. W drzewostanach iglastych udział drzew zdrowych był niższy (9,07%), ale jednocześnie udział drzew uszkodzonych był także nieznacznie niższy (30,02%) niż w drzewostanach liściastych, odpowiednio: 12,72% i 30,99% (Tab. 1). Wskaźnik defoliacji potwierdził podobny poziom uszkodzenia drzewostanów iglastych i liściastych, wyniósł odpowiednio: 2,75 i 2,70 (Tab. 2). Wśród drzewostanów iglastych drzewostany sosnowe charakteryzowały się wyraźnie wyższym udziałem drzew zdrowych (9,50%) w porównaniu do drzewostanów świerkowych (8,22%) i jodłowych (3,72%) - Tab. 1. Takie zróżnicowanie poziomu uszkodzenia monitorowanych gatunków iglastych potwierdziło się wyraźniej przy porównaniu udziału drzew uszkodzonych oraz wartości wskaźnika defoliacji. Udział drzew uszkodzonych w drzewostanach sosnowych był najniższy (26,68%), w drzewostanach świerkowych średni (39,13%), a w drzewostanach jodłowych najwyższy (66,51%). Wartości wskaźnika defoliacji wynosiły odpowiednio: 2,66, 2,97 i 3,62 (Tab. 2).

Tabela 1. Procentowy udział drzew w klasach defoliacji, odbarwienia i uszkodzenia wg gatunków.
Zestawienie krajowe - drzewostany w wieku powyżej 40 lat - 2001 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.)	9,50	8,22	3,72	9,07	19,44	5,10	14,24	12,72	9,94
1 - lekka defoliacja (11 - 25% def.)	63,53	52,12	28,95	60,57	57,45	52,84	57,91	55,90	59,46
2 - średnia defoliacja (26 - 60% def.)	25,19	36,59	63,84	28,35	22,40	40,15	26,65	30,09	28,76
3 - duża defoliacja (> 60% def.)	1,49	2,55	2,67	1,66	0,66	1,18	0,82	0,90	1,48
4 - drzewa martwe	0,29	0,53	0,81	0,34	0,05	0,74	0,38	0,39	0,36
Klasy 1 - 3 (> 10% def.)	90,21	91,25	95,47	90,58	80,51	94,17	85,38	86,88	89,71
Klasy 2 - 3 (> 25% def.)	26,68	39,13	66,51	30,02	23,06	41,32	27,47	30,99	30,25
Klasy 2 - 4 (> 25% def. i drz. martwe)	26,97	39,66	67,33	30,36	23,11	42,06	27,85	31,38	30,60
Klasy 3 - 4 (> 60% def. i drz. martwe)	1,78	3,08	3,49	2,01	0,71	1,91	1,20	1,29	1,84
Klasy odbarwienia	Udział drzew w klasach odbarwienia								
0 - bez odbarwienia (0 - 10% odb.)	99,45	96,88	99,19	99,14	99,69	98,09	99,24	98,98	99,10
1 - lekkie odbarwienie (11 - 25% odb.)	0,24	1,35	0,00	0,36	0,15	1,13	0,32	0,56	0,40
2 - średnie odbarwienie (26 - 60% odb.)	0,02	1,20	0,00	0,16	0,10	0,05	0,06	0,07	0,14
3 - duże odbarwienie (> 60% odb.)	0,00	0,05	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
4 - drzewa martwe	0,29	0,53	0,81	0,34	0,05	0,74	0,38	0,39	0,36
Klasy 1 - 3 (> 10% odb.)	0,26	2,60	0,00	0,52	0,26	1,18	0,38	0,63	0,54
Klasy 2 - 3 (> 25% odb.)	0,02	1,25	0,00	0,16	0,10	0,05	0,06	0,07	0,14
Klasy 2 - 4 (> 25% odb. i drz. martwe)	0,31	1,78	0,81	0,50	0,15	0,78	0,44	0,47	0,50
Klasy 3 - 4 (> 60% odb. i drz. martwe)	0,29	0,58	0,81	0,35	0,05	0,74	0,38	0,39	0,36
Klasy uszkodzenia *)	Udział drzew w klasach uszkodzenia								
0 - bez uszkodzeń	9,50	8,22	3,72	9,07	19,44	5,10	14,24	12,72	9,94
1 - klasa ostrzegawcza	63,53	51,83	28,95	60,53	57,45	52,84	57,91	55,90	59,44
2 - lekkie i średnie uszkodzenie	25,19	36,20	63,84	28,30	22,35	40,10	26,65	30,05	28,72
3 - duże uszkodzenie	1,49	3,22	2,67	1,75	0,71	1,23	0,82	0,93	1,56
4 - drzewa martwe	0,29	0,53	0,81	0,34	0,05	0,74	0,38	0,39	0,36
Klasy 1 - 3	90,21	91,25	95,47	90,58	80,51	94,17	85,38	86,88	89,71
Klasy 2 - 3	26,68	39,42	66,51	30,05	23,06	41,32	27,47	30,99	30,27
Klasy 2 - 4	26,97	39,95	67,33	30,39	23,11	42,06	27,85	31,38	30,63
Klasy 3 - 4	1,78	3,75	3,49	2,09	0,77	1,96	1,20	1,33	1,91
Liczba drzew próbnych	15080	2080	860	18020	1960	2040	1580	5580	23600

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

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



Fot. 4. Korona sosny zwyczajnej (*Pinus sylvestris* L.), nadl. Białobrzegi - fot. Elżbieta Dmyterko (3,01) - Tab. 2).

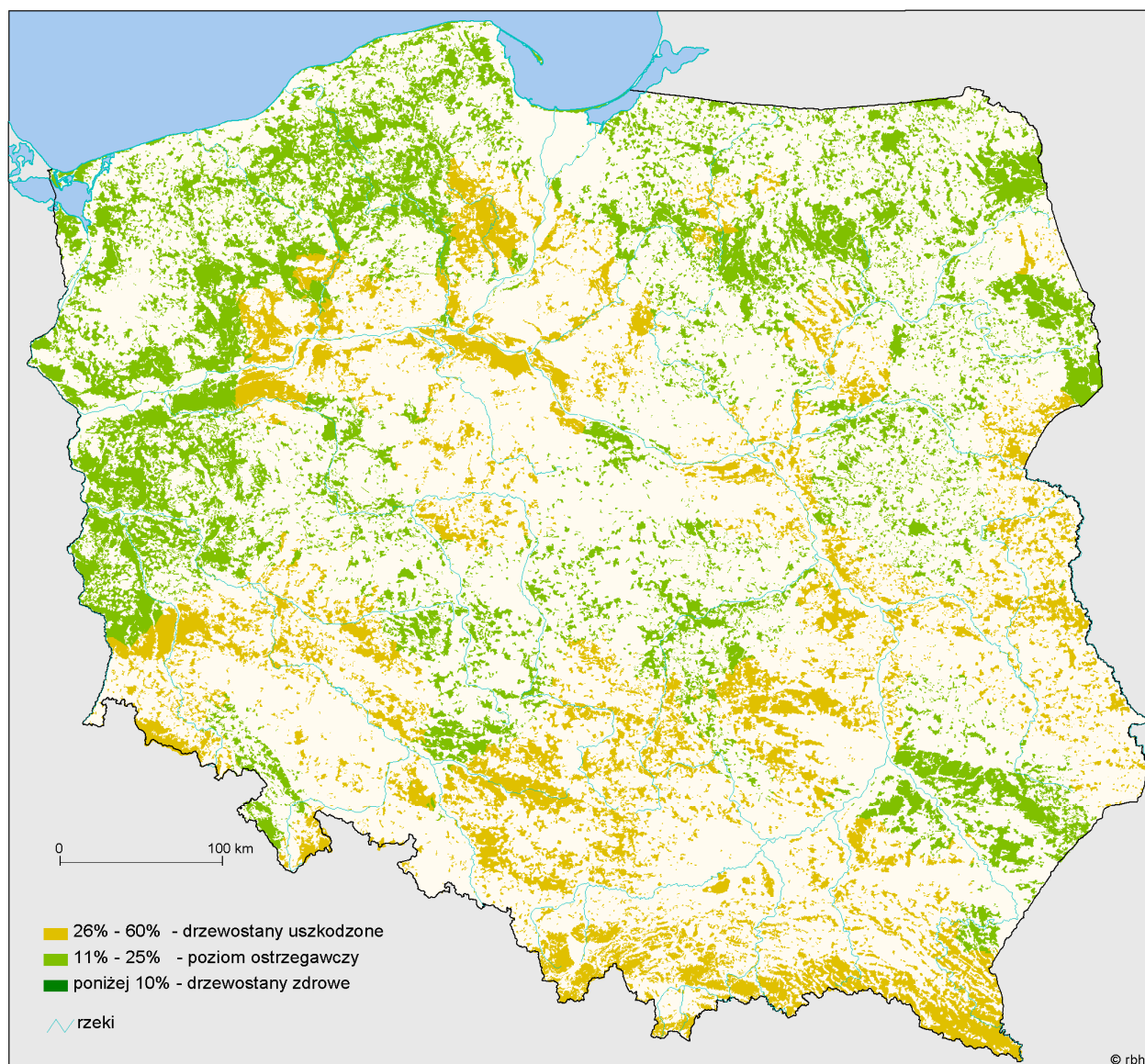
Odbarwienia aparatu asymilacyjnego drzew wynoszące powyżej 10% powierzchni asymilacyjnej u większości monitorowanych gatunków nie przekraczają 1% drzew. Tylko w drzewostanach świerkowych i dębowych występują częściej, odpowiednio u 3,12% i 1,91% drzew (Tab. 1).

W 2001 roku na SPO I rzędu, w grupie 23600 drzew próbnych zanotowano 84 drzewa martwe oraz 362 drzewa wycięte (w tym 120 drzew usuniętych, w wyniku wycięcia całych powierzchni). Najwyższy udział procentowy drzew martwych stwierdzono u jodły (0,81%) i u dęba (0,74%), najmniejszy u buka (0,05%). Najwyższy udział procentowy drzew usuniętych stwierdzono u świerka (2,31%), a najniższy u dęba (0,88%).

Drzewostany liściaste wykazują także zróżnicowany poziom uszkodzenia. Do drzewostanów o najniższym poziomie uszkodzenia należy zaliczyć drzewostany bukowe i brzoźowe. Udział drzew zdrowych w drzewostanach bukowych wyniósł 19,94%, a w drzewostanach brzoźowych 14,24%. W drzewostanach dębowych drzewa te stanowiły tylko 5,10%, co świadczy o niskim poziomie ich zdrowotności (Tab. 1). Drzewa uszkodzone stanowiły 23,06% w drzewostanach bukowych i 27,47% drzew w drzewostanach brzoźowych i aż 41,32% w drzewostanach dębowych. Wskaźnik defoliacji potwierdził wyższą zdrowotność drzewostanów bukowych i brzoźowych (odpowiednio 2,43 i 2,62), w porównaniu do drzewostanów dębowych



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



Rys. 2. Poziom uszkodzenia lasów w 2001 roku na podstawie oceny defoliacji na stałych powierzchniach obserwacyjnych z wyróżnieniem 3 klas defoliacji

Poziom uszkodzenia drzewostanów wykazuje zróżnicowanie przestrzenne, obserwuje się wzrost uszkodzenia z północy na południe kraju (Rys. 2). Porównanie uszkodzenia drzewostanów w układzie krain przeprowadzono posługując się wskaźnikiem defoliacji (Tab. 2). Wskaźnik ten policzony dla monitorowanych gatunków razem różnicuje krainy przyrodniczo-leśne na trzy grupy. Krainy: Bałtycka, Mazursko-Podlaska i Wielkopolsko-Pomorska charakteryzują się niższym wskaźnikiem defoliacji (od 2,39, do 2,61) niż krainy Polski środkowej i południowej: Sudecka, Mazowiecko-Podlaska, Małopolska i Śląska (od 2,72 do 3,01). Najwyższy wskaźnik defoliacji, istotnie różny od pozostałych krain, odnotowano dla Krainy Karpackiej (3,39). Układ ten odpowiada także rozkładowi wskaźnika defoliacji w drzewostanach iglastych.

Tabela 2. Zestawienie wartości wskaźnika defoliacji badanych gatunków w krainach przyrodniczo-leśnych w kolejności malejącej dla kolumny: "razem" - drzewostany w wieku powyżej 40 lat - 2001 rok

Kraina przyrodniczo-leśna	Liczba drzew	Wskaźnik defoliacji ^{*)}								
		sosna	świerk	jodła	buk	dąb	brzoza	iglaste	liściaste	razem
Karpacka	2220	2,94	3,86	3,77	2,93	3,28	-	3,71	2,94	3,39
Śląska	2300	2,96	2,90	-	2,07	3,39	3,26	2,95	3,22	3,01
Małopolska	4220	2,86	3,55	3,10	2,21	3,15	2,85	2,88	2,88	2,88
Mazowiecko-Podlaska	2120	2,79	2,32	-	-	2,87	2,55	2,77	2,73	2,76
Sudecka	840	-	2,82	-	1,94	2,53	3,30	2,82	2,39	2,72
Wielkopolsko-Pomorska	5680	2,59	2,73	-	2,20	2,88	2,58	2,59	2,69	2,61
Mazursko-Podlaska	2300	2,36	2,56	-	-	3,74	2,38	2,40	2,68	2,45
Bałtycka	3920	2,45	2,45	-	1,95	2,60	2,51	2,45	2,26	2,39
Kraj	23600	2,66	2,97	3,62	2,43	3,01	2,62	2,75	2,70	2,73

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

W drzewostanach liściastych wskaźnik defoliacji w Krainie Karpackiej wyniósł 2,94 i był niższy niż w Krainie Śląskiej - 3,22. Także wskaźnik defoliacji w drzewostanach liściastych Krainy Sudeckiej (2,39) okazał się niższy od wskaźników Krain: Wielkopolsko-Pomorskiej (2,69) i Mazursko-Podlaskiej (2,68), nie potwierdzając wyżej przedstawionego schematu odnotowanego dla drzewostanów iglastych.

Drzewostany sosnowe wykazywały większą zdrowotność w Polsce północnej. Wskaźnik defoliacji tych drzewostanów w Krainie Mazursko-Podlaskiej wynosił 2,36, a w Krainie Bałtyckiej - 2,45. W Polsce południowej wartości tego wskaźnika były znacznie wyższe, osiągając wartość 2,96 w Krainie Śląskiej i 2,94 w Krainie Karpackiej. Podobny układ zaznaczał się również

w **drzewostanach świerkowych**. W Krainach: Bałtyckiej, Mazursko-Podlaskiej i Mazowiecko-Podlaskiej wskaźnik defoliacji zawierał się w przedziale 2,32-2,56. W Krainach: Karpackiej i



Fot. 6. Korona dębu szypułkowego (*Quercus robur* L.), nadl. Bogdaniec - fot. Elżbieta Dmyterko

Małopolskiej wartość wskaźnika defoliacji przekroczyła znacznie 3,0 a w Krainach: Śląskiej i Sudeckiej była nieznacznie niższa (Tab. 2). **Drzewostany jodłowe** reprezentowane są przez stałe powierzchnie obserwacyjne tylko w Krainie Karpackiej i Małopolskiej. Poziom uszkodzenia jodły był wyższy w Krainie Karpackiej niż w Krainie Małopolskiej. Wskaźnik defoliacji wynosił odpowiednio: 3,77 i 3,10.



Fot. 7. Korona buka zwyczajnego (*Fagus sylvatica* L.), nadl. Sławno - fot. Elżbieta Dmyterko

wystąpiła w Krainie Karpackiej - 2,93.

Drzewostany brzozowe charakteryzowały się wyższymi wartościami wskaźnika defoliacji, w porównaniu do odnotowanych w drzewostanach bukowych. W Krainach: Śląskiej i Sudeckiej wartość wskaźnik przekroczyła 3,0. Najzdrowsze drzewostany brzozowe znajdowały się w Krainie Mazursko-Podlaskiej (2,38) i Bałtyckiej (2,51), a najbardziej uszkodzone zarejestrowano w Krainie Sudeckiej (3,30) i Śląskiej (3,26) - Tab. 2.

W 2001 roku największe uszkodzenie wśród drzewostanów iglastych wykazywały drzewostany jodłowe, wśród liściastych - drzewostany dębowe.

Uszkodzenie drzewostanów na północy kraju było najniższe i zwiększało się w kierunku południowym.

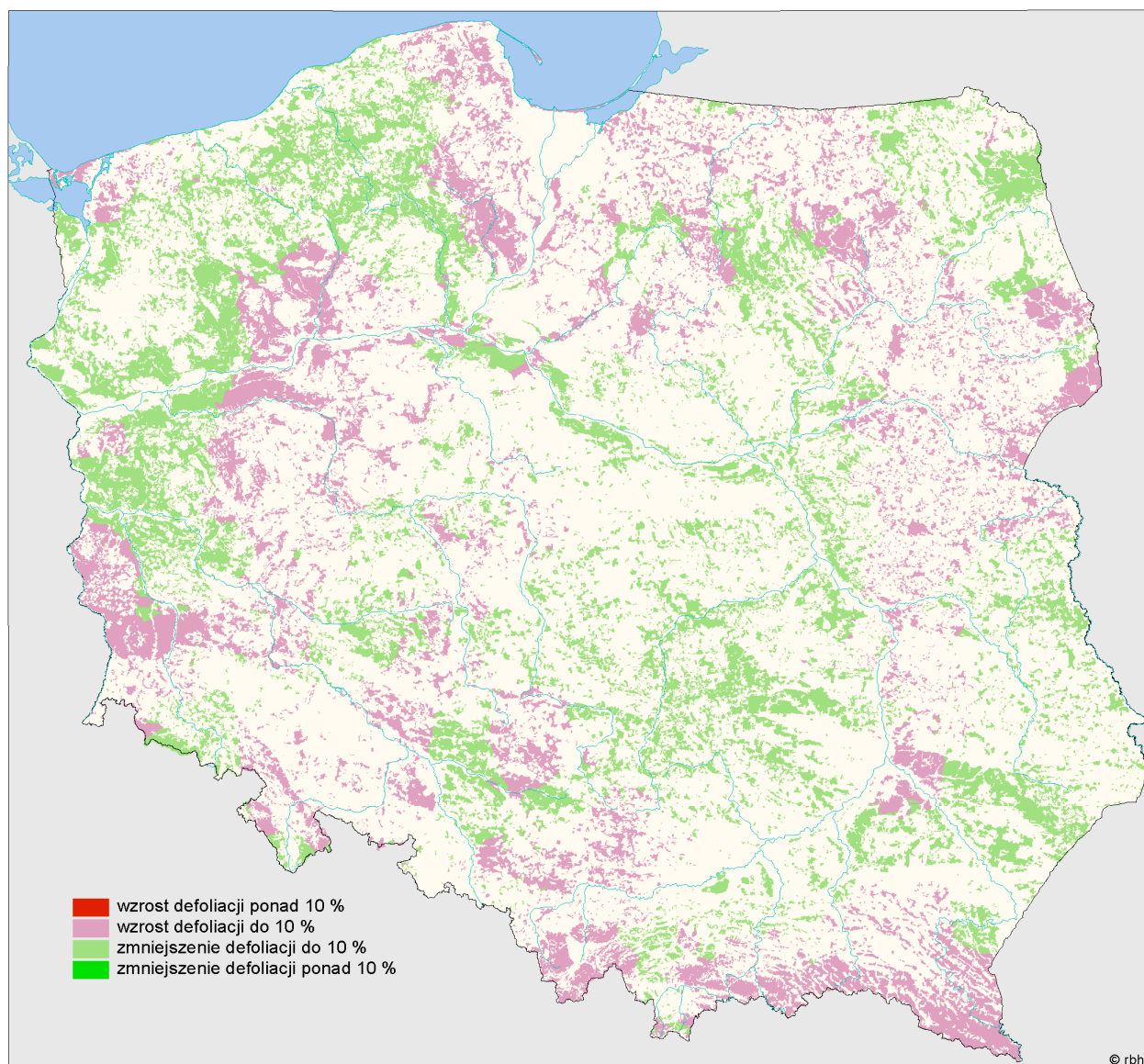
Wśród drzewostanów liściastych najwyższe wartości wskaźnika defoliacji odnotowano w **drzewostanach dębowych** niezależnie od położenia geograficznego. Wskaźnik przekraczający wartość 3,0 zarejestrowano w Krainie Karpackiej (3,28), Śląskiej (3,39), Małopolskiej (3,15), jak również w Krainie Mazurko-Podlaskiej (3,74). Najniższy wskaźnik defoliacji drzewostanów dębowych odnotowano w Krainie Sudeckiej (2,53) oraz w Krainie Bałtyckiej (2,60). Drzewostanu bukowe i brzozowe wykazywały znacznie lepszą zdrowotność. Wskaźnik defoliacji poniżej 2,0 stwierdzono w **drzewostanach bukowych** Krainy Bałtyckiej (1,95) i Sudeckiej (1,94). Najwyższa wartość wskaźnika defoliacji tego gatunku

4. Dynamika uszkodzeń drzewostanów w latach 1997-2001

Poziom zdrowotności drzewostanów w całym kraju po wyraźnym okresie poprawy w latach 1994-1999 wykazuje stabilizację w okresie 1999-2001. Wahanie w tym okresie są niewielkie i nie wykazują stałego trendu (Rys. 3). W ostatnim pięcioleciu udział drzew zdrowych wszystkich monitorowanych gatunków razem wahał się w granicach od 9,94% w 2001 roku do 10,97% w roku 1999, co świadczy o dużej stabilności tego parametru. Udział drzew uszkodzonych (defoliacja powyżej 25%) wykazuje stałą tendencję spadkową. W roku 1997 zanotowano 36,54% tych drzew a w roku 2001 udział drzew uszkodzonych wyniósł 30,60% (Rys. 4). Ta pozytywna tendencja dokumentuje proces powolnej poprawy stanu zdrowotnego drzewostanów w Polsce (Rys. 3). Poprawa ta bardziej uwidoczniła się w drzewostanach iglastych niż w liściastych. Przy bardzo małych wahaniami udziału drzew zdrowych w drzewostanach iglastych udział drzew uszkodzonych zmniejszył się w ciągu pięciu lat o 6,43%. W drzewostanach liściastych odnotowano w tym samym czasie spadek udziału drzew zdrowych o 1,38% i mniejszy, w porównaniu do drzewostanów iglastych, spadek udziału drzew uszkodzonych o 4,39%.

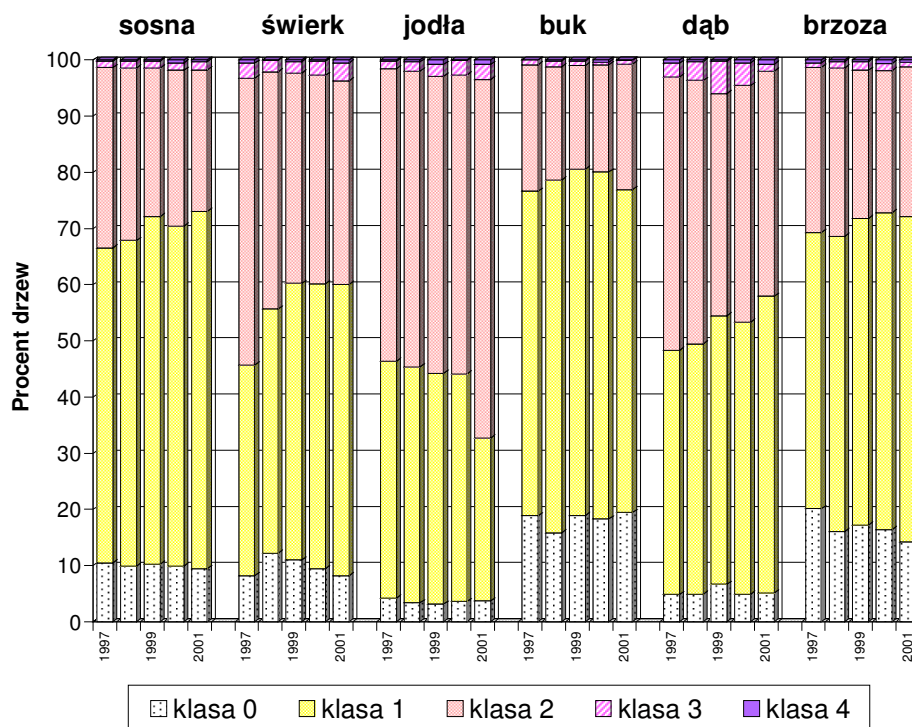
Rozpatrując zmiany poziomu zdrowotności drzewostanów poszczególnych gatunków warto zwrócić uwagę na znaczną poprawę stanu zdrowotnego **drzewostanów świerkowych** (Rys. 4). W drzewostanach tych udział drzew zdrowych pozostaje na podobnym poziomie, ale procent drzew uszkodzonych zmniejszył się w ostatnim pięcioleciu (głównie w latach 1998 i 1999) o 14,62%. Odmienne trend zaobserwowano w **drzewostanach jodłowych**. Procent drzew zdrowych waha się wokół 4% ale udział drzew uszkodzonych wzrósł w pięcioleciu o 13,73% (w tym o 11,39% w roku 2001). **Drzewostany sosnowe** wykazują poprawę stanu zdrowotnego w ostatnim pięcioleciu. Przy nieznacznych wahaniami udziału drzew zdrowych udział drzew uszkodzonych zmniejszył się w tym okresie o 6,44%.

W drzewostanach liściastych poprawę stanu zdrowotnego odnotowano w **drzewostanach dębowych**, gdzie ubytek drzew uszkodzonych w ostatnim pięcioleciu wyniósł 6,44%, a udział drzew zdrowych nieznacznie wzrósł. **Drzewostany bukowe**, charakteryzują się, w porównaniu z innymi gatunkami, wysokim poziomem zdrowotności. Jednak, w ostatnim roku, przy równoczesnym niewielkim wzroście udziału drzew zdrowych, wykazały ponad 3% przyrost udziału drzew uszkodzonych (Rys. 4). **Drzewostany brzoźowe** wykazują stabilny poziom zdrowotności. Zmiany udziału drzew uszkodzonych tego gatunku w ostatnim pięcioleciu były niewielkie, udział drzew zdrowych zmniejszył się nieznacznie.



Rys. 3. Różnice w poziomie uszkodzenia lasów pomiędzy latami 2000 i 2001 na podstawie zmiany defoliacji na stałych powierzchniach obserwacyjnych

Analiza poziomu uszkodzenia monitorowanych gatunków drzewostanów w latach 1997-2001 na podstawie wskaźnika defoliacji wykazała tendencję jego spadku w drzewostanach sosnowych, świerkowych oraz w drzewostanach dębowych. W drzewostanach jodłowych, po okresie stabilizacji wskaźnika defoliacji w latach 1997-2000, w roku 2001 nastąpił wyraźny jego wzrost. Drzewostany bukowe i brzozowe wykazywały nieznaczne wahania wskaźnika defoliacji w omawianym okresie.



Rys. 4. Udział drzew monitorowanych gatunków w klasach uszkodzeń w latach 1997-2001 (drzewostany starsze)

W układzie krain przyrodniczo-leśnych okres stabilizacji poziomu uszkodzenia drzewostanów od 1999 roku jest wyraźny w większości krain. Tylko w Krainie Karpackiej od 1998 roku następuje stały powolny wzrost udziału drzew uszkodzonych. W roku 2001 był on nieco większy niż w latach ubiegłych. W pozostałych krainach poziom udziału drzew uszkodzonych zmienia się nieznacznie. Niewielki spadek udziału tych drzew w 2001 roku odnotowano w Krainie Bałtyckiej i Krainie Mazowiecko-Podlaskiej.

W ciągu ostatniego pięciolecia znacznie poprawił się stan zdrowotny drzewostanów świerkowych (największa poprawa nastąpiła w latach 1998-1999), natomiast pogorszył się stan drzewostanów jodłowych (największe pogorszenie nastąpiło w roku 2001) .

5. Skład chemiczny liści dębu i buka, porównanie wyników z lat 2001 i 1997

Skład chemiczny liści dębu określono na 15, a liści buka na 11 stałych powierzchniach obserwacyjnych. Wyniki dotyczące liści dębu, uzyskane z poszczególnych powierzchni, uśrednione dla Polski północnej, środkowej i południowej oraz wyniki dotyczące



Fot. 8. Ulistniony pęd dębu bezszypułkowego (*Quercus sessilis* Ehrh.) - fot. Elżbieta Dmyterko

liści buka uśrednione dla Polski północnej i południowej (w Krainach: Mazowiecko-Podlaskiej i Mazursko-Podlaskiej drzewostany bukowe nie występują) przedstawiono w tabelach 3 i 4.

Tabela 3. Średnia zawartość makropierwiastków [$\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$] w liściach dębu i buka na SPO II rzędu w 2001 roku

Gatunek	Region	N		P		K		Ca		Mg		S		Mn	
		1997	2001	1997	2001	1997	2001	1997	2001	1997	2001	1997	2001	1997	2001
Dąb	Polska północna	24,69	23,34	1,67	2,38	7,31	8,51	6,84	7,89	1,08	1,48	1,84	1,93	2,56	2,48
	Polska środkowa	23,18	24,96	1,71	1,98	9,03	9,50	7,46	7,90	1,37	1,87	2,16	2,09	1,34	1,16
	Polska południowa	24,73	24,87	1,19	1,95	8,88	9,64	7,04	6,84	1,22	1,55	2,09	1,98	2,31	2,29
	Średnia dla kraju	24,20	24,49	1,49	2,07	8,51	9,29	7,12	7,48	1,23	1,63	2,05	2,01	2,05	1,96
Buk	Polska północna	23,90	23,26	1,17	1,71	7,62	8,64	7,02	8,41	1,10	1,49	1,73	1,83	1,33	1,85
	Polska południowa	24,22	24,80	1,18	1,51	8,81	8,57	7,23	7,92	1,04	1,24	2,01	2,00	1,27	1,56
	Średnia dla kraju	24,10	24,24	1,17	1,58	8,38	8,60	7,16	8,10	1,06	1,33	1,91	1,94	1,29	1,66

Zawartość **makropierwiastków w liściach dębu** w roku 2001 nie odbiegała w znaczący sposób od wartości zarejestrowanych w 1997 roku (Tab. 3). Średnia zawartość **azotu** wahała się od 20,44 do 28,20 $\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$. Na większości powierzchni, szczególnie w Polsce środkowej i południowej, jego zawartość nieznacznie wzrosła w porównaniu z 1997 rokiem. Średnia zawartość **fosforu** wahała się od 1,13 do 2,49 $\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ i na wszystkich powierzchniach była wyższa niż w roku 1997. Największy wzrost zanotowano w Polsce południowej i północnej. Średnia

zawartość **potasu** wahała się od 7,49 do 11,50 g*kg⁻¹ i na większości powierzchni była wyższa niż 4 lata temu. Wartości z dolnej granicy zakresu wystąpiły w Polsce północnej. Średnia zawartość **wapnia** wahała się w granicach od 6,25 do 9,05 g*kg⁻¹. W porównaniu do roku 1997 zawartość tego pierwiastka w liściach dębu wzrosła w Polsce północnej i środkowej, a zmniejszyła się na południu kraju. Średnia zawartość **magnezu** wahała się od 0,97 do 2,19 g*kg⁻¹ i na wszystkich powierzchniach była wyższa niż 4 lata temu, największy wzrost odnotowano w Polsce środkowej. Podobnie jak w 1997 roku, w Polsce północnej na większości powierzchni zarejestrowano w liściach dębu niższą zawartość magnezu niż w innych rejonach kraju. Średnia zawartość **siarki** wahała się od 1,74 do 2,38 g*kg⁻¹. W Polsce południowej i środkowej na większości powierzchni odnotowano spadek zawartości siarki a na północy kraju - nieznaczny jej wzrost. Średnia zawartość **manganu** wahała się w granicach od 0,49 do 3,96 g*kg⁻¹. Na większości powierzchni, niezależnie od geograficznego położenia, odnotowano spadek zawartości tego pierwiastka w porównaniu do roku 1997.

Tabela 4. Średnia zawartość mikropierwiastków [mg*kg⁻¹]w liściach dębu na SPO II rzędu w 2001 roku

Gatunek	Region	B		Fe		Pb		Cd		Zn		Al		Cu	
		1997	2001	1997	2001	1997	2001	1997	2001	1997	2001	1997	2001	1997	2001
Dąb	Polska północna	37,94	42,33	97,56	77,96	-	1,57	-	0,12	79,97	21,83	112,70	84,12	-	8,36
	Polska środkowa	44,54	43,44	174,00	134,62	-	0,42	-	0,13	37,36	28,70	126,02	77,07	-	9,92
	Polska południowa	42,28	41,00	90,35	116,20	-	0,68	-	0,17	48,84	21,40	116,23	80,16	-	14,27
	Średnia dla kraju	41,88	42,17	120,15	112,14	-	0,83	-	0,14	53,32	23,95	118,55	80,18	-	11,24
Buk	Polska północna	28,04	29,54	86,56	90,32	-	0,63	-	0,15	33,74	28,69	113,65	112,27	-	29,29
	Polska południowa	31,48	25,97	130,45	111,29	-	0,77	-	0,27	53,71	35,97	132,61	95,30	-	17,95
	Średnia dla kraju	30,23	27,26	114,49	103,66	-	0,72	-	0,23	46,45	33,32	125,72	101,47	-	22,07

Wśród analizowanych w liściach dębu mikropierwiastków (Tab. 4) średnia zawartość **boru i żelaza** nie wykazała stałego trendu zmian wartości w ciągu 4 lat. W 2001 roku zakresy zawartości wynosiły: od 27,94 do 62,44 mg*kg⁻¹ boru i od 21,28 do 220,78 mg*kg⁻¹ żelaza. Na kilku powierzchniach, niezależnie od regionu kraju, zanotowano wzrost, na innych spadek wartości. Średnia zawartość **cynku i glinu** była znacznie niższa niż w 1997 roku: od 8,52 do 37,50 mg*kg⁻¹ cynku i od 58,34 do 101,36 mg*kg⁻¹ glinu. W 2001 roku wykonano po raz pierwszy analizy zawartości **ołowiu, kadmu i miedzi** w liściach dębu. Średnia zawartość ołowiu wahała się od 0,10 do 4,24 mg*kg⁻¹. Wartość maksymalną zarejestrowano na powierzchni w Krainie Mazursko-Podlaskiej. Na pozostałych powierzchniach zawartość ołowiu była znacznie

niższa. Zawartość kadmu wahała się w granicach od 0,9 do 0,21 mg*kg⁻¹, miedzi – od 6,42 do 20,65 mg*kg⁻¹. Odnotowano wyraźny wzrost zawartości tych pierwiastków w liściach dębu w kierunku południowym.

Tabela 5. Zakresy wartości makropierwiastków w liściach dębu i buka w klasach w Europie (wg ICP Forests)

Gatunek	Klasa	Makropierwiastki [mg/g]					
		N	P	K	Ca	Mg	S
Dąb	1	≤ 15,0	≤ 1,0	≤ 5,0	≤ 3,0	≤ 1,0	nie określono zakresów
	2	15,1-25,0	1,1-1,8	5,1-10,0	3,1-8,0	1,1-2,5	
	3	> 25,0	> 1,8	> 10,0	> 8,0	> 2,5	
Buk	1	≤ 18,0	≤ 1,0	≤ 5,0	≤ 4,0	≤ 1,0	≤ 1,3
	2	18,1-25,0	1,1-1,7	5,1-10,0	4,1-8,0	1,1-1,5	1,4-2,0
	3	> 25,0	> 1,7	> 10,0	> 8,0	> 1,5	> 2,0

Zawartość **makropierwiastków w liściach buka** (Tab. 3) była na podobnym poziomie jak w liściach dębu. Zawartość **azotu** w roku 2001 wahała się od 20,20 do 27,94 g*kg⁻¹ i była na podobnym poziomie jak 4 lata temu. Zawartość **fosforu** wahała się od 0,96 do 2,06 g*kg⁻¹ i była wyraźnie wyższa od wartości z roku 1997. Zawartość **potasu** wynosiła od 6,04 do 11,88 g*kg⁻¹ i utrzymała poziom sprzed czterech lat. Nie odnotowano także różnic w zawartości tego pierwiastka pomiędzy Polską północną a południową. Zawartość **wapnia** wahała się od 6,17 do 12,85 g*kg⁻¹ i tylko na trzech powierzchniach wykazywała niższe wartości niż w 1997 roku. Nie odnotowano zróżnicowania zawartości wapnia w zależności od geograficznego położenia drzewostanów. Zawartość **magnezu** wynosiła od 0,85 do 1,95 g*kg⁻¹ i na wszystkich powierzchniach, z wyjątkiem jednej, była wyższa niż w roku 1997. Nie była uzależniona od położenia geograficznego powierzchni. Zawartość **siarki** wahała się od 1,60 do 2,26 g*kg⁻¹. Podobny zakres wartości odnotowano w 1997 roku. W Polsce południowej, podobnie jak w roku 1997, częściej niż w Polsce północnej występowały wyższe zawartości tego pierwiastka. Średnia zawartość **manganu** mieściła się w granicach od 0,24 do 3,65 g*kg⁻¹ i na ogół była wyższa niż cztery lata temu.

Zawartość **mikroelementów w liściach buka** w 2001 roku wykazywała na ogół podobny poziom jak w roku 1997 (Tab. 4). Tylko zawartość **glinu** w roku 2001 była (na 10 z 11 badanych powierzchni) wyraźnie niższa niż cztery lata temu. Nie odnotowano również prawidłowości w zmienności zawartości mikroelementów w zależności od położenia geograficznego powierzchni.

Zawartość **ołowiu, kadmu i miedzi** w liściach buka, określona w 2001 roku po raz pierwszy, wykazywała znaczną zmienność pomiędzy powierzchniami. W północnej części kraju średnie zawartości ołowiu i kadmu były niższe, a miedzi wyższe niż na południu.



Fot. 9. Ulistniony pęd buka zwyczajnego (*Fagus sylvatica* L.) - fot. Elżbieta Dmyterko

Otrzymane wyniki analiz chemicznych liści zestawiono w 3 klasy wartości, zgodnie z podziałem dokonany przez FFCC [1] - Tab. 5. Porównując frekwencje wyników w poszczególnych klasach w roku 1997 i 2001 odnotowano znaczny wzrost udziału wyników zawartości **fosforu**

w liściach dębu i buka w klasie wartości wysokich (klasa 3) - Tab. 6. Również frekwencja wyników zawartości **wapnia** w klasie wartości wysokich, zarówno dla drzewostanów dębowych jak i bukowych wzrosła, chociaż w mniejszym stopniu. Ponadto zmniejszył się udział procentowy wyników zawartości **magnezu** w klasie wartości niskich, zwiększając jednocześnie udział w klasie wartości średnich dla drzewostanów dębowych i w klasie wartości średnich i wysokich dla drzewostanów bukowych.

Tabela 6. Rozkład procentowy wartości makropierwiastków w liściach dębu i buka w klasach w latach 1997 i 2001 na SPO II rzędu

Gatunek	Klasa	N		P		K		Ca		Mg		S	
		1997	2001	1997	2001	1997	2001	1997	2001	1997	2001	1997	2001
Dąb	1	0,00	0,00	16,00	0,00	1,30	0,00	0,00	0,00	28,00	6,67	-	-
	2	61,30	53,33	48,00	13,33	74,70	86,67	77,30	73,33	72,00	93,33	-	-
	3	38,70	46,67	36,00	86,67	24,00	13,33	22,70	26,67	0,00	0,00	-	-
Buk	1	1,80	0,00	40,00	9,09	9,10	0,00	1,80	0,00	47,30	18,18	1,80	0,00
	2	50,90	63,64	50,90	54,55	76,40	81,82	69,10	54,55	49,10	63,64	61,80	81,82
	3	47,30	36,36	9,10	36,36	14,50	18,18	29,10	45,45	3,60	18,18	36,40	18,18

Dysponując wynikami analiz chemicznych liści dębu i buka z lat 1997 i 2001 oraz oceną defoliacji drzew z tego samego okresu, na powierzchniach, z których pobrano próbki liści do analiz wykonano obliczenia statystyczne. Obliczono korelacje pomiędzy zawartością poszczególnych pierwiastków w liściach a średnią defoliacją. Poziom korelacji był na ogół niski a tylko w przypadku kilku pierwiastków okazał się istotny.

Przy istotności współczynnika korelacji 0,05 stwierdzono istotną ujemną korelację pomiędzy zawartością fosforu w liściach dębu a średnią defoliacją. Zawartość fosforu w liściach wyjaśnia 18% zmienności defoliacji w drzewostanach dębowych. Istotną korelację, na poziomie 0,04, odnotowano pomiędzy zawartością wapnia i ołowiu a średnią defoliacją drzewostanów dębowych. W wypadku zawartości wapnia była to korelacja ujemna i tylko 13% zmienności defoliacji można wyjaśnić przez tą zmienną. Korelacja pomiędzy zawartością ołowiu a defoliacją była dodatnia, wyjaśnia 30% zmienności.

Istotność korelacji pomiędzy zawartością pierwiastków **w liściach buka** a średnią defoliacją na powierzchni stwierdzono tylko **dla żelaza, na poziomie 0,01**. Korelacja ta była dodatnia i wyjaśniała 29% zmienności defoliacji w drzewostanach bukowych.

Analizy chemiczne próbek liści pobranych w 2001 roku wykazały następujące zmiany zawartości pierwiastków, w porównaniu z wynikami z 1997 roku :

W liściach dębu: wzrost zawartości azotu, fosforu, potasu i magnezu (cały kraj) oraz wapnia (północna i środkowa część kraju); spadek zawartości manganu, cynku i glinu (cały kraj) oraz siarki (południowa i środkowa część kraju).

W liściach buka: wzrost zawartości fosforu, magnezu i manganu; spadek zawartości glinu.

6. Depozyt zanieczyszczeń na SPO II rzędu

Skład chemiczny opadów atmosferycznych charakteryzował się zróżnicowaniem przestrzennym i czasowym (Tab. 7). Latem, w porównaniu do roku ubiegłego, w większości krain koncentracje większości jonów zmalały. Wzrost koncentracji niektórych jonów w miesiącach letnich odnotowano w 3 krainach: Sudeckiej (wzrost stężeń Ca^{2+} , N-NO_3^- , N-NH_4^+), Karpackiej (K^+ , Cu^{2+}) oraz Śląskiej (K^+). Zimą w krainach Polski południowej i środkowej nastąpił wzrost koncentracji większości jonów, natomiast w północnej części kraju przeważały spadki.

Wzrost koncentracji jonów w sezonie letnim roku 2000 okazał się akcydentalny i można go tłumaczyć występującymi wówczas długimi okresami suszy, oraz krótkotrwałymi opadami.

Ten rodzaj opadów charakteryzuje się wyższymi koncentracjami zanieczyszczeń [3]. Zachodzi tu zjawisko wymywania cząsteczek pyłów i gazów należących do tzw. depozytu suchego pochodzącego z lokalnych źródeł zanieczyszczeń.

Tabela 7. Depozyt jonów w opadzie atmosferycznym w krainach przyrodniczo-leśnych – 2001 rok

Kraina przyrodniczo-leśna*)	Depozyt [kg*ha ⁻¹ *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	11,92	1,75	6,27	6,54	0,379	0,207	0,111	10,31	4,43	9,28	12,35	2,26	0,037
II	23,80	2,00	5,99	4,53	0,217	0,094	0,057	12,08	3,53	10,27	9,84	2,27	0,040
III	10,18	1,75	4,31	4,59	0,226	0,214	0,078	13,57	5,13	11,42	9,68	3,18	0,039
IV	9,56	1,40	7,27	4,57	0,207	0,130	0,066	12,71	4,53	11,47	9,54	3,05	0,050
V	24,23	3,41	12,68	4,45	0,339	0,253	0,653	6,80	3,71	15,36	12,34	3,91	0,089
VI	36,04	3,59	11,50	6,88	0,574	0,304	0,173	14,68	5,18	18,64	14,02	3,17	0,052
VII	5,02	1,16	3,36	2,63	0,198	0,301	0,048	8,50	4,54	7,53	4,97	1,71	0,051
VIII	56,70	8,69	12,87	11,84	0,387	0,367	0,134	15,28	5,41	26,43	16,63	3,31	0,082

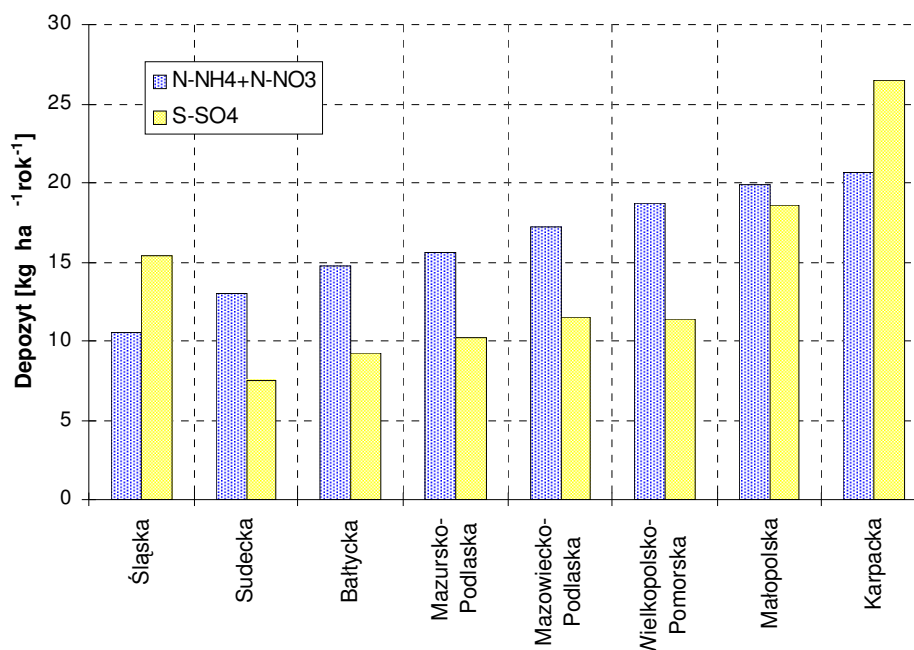
*) Krainy: I - Bałtycka, II - Mazursko-Podlaska, III - Wielkopolsko-Pomorska, IV - Mazowiecko-Podlaska,

V - Śląska, VI - Małopolska, VII - Sudecka, VIII - Karpacka

Porównanie rozkładu stężeń w 2001 roku w sezonach wykazało, że większość jonów osiąga wyższe koncentracje zimą. Wyjątek stanowią jony N-NH₄⁺ i K⁺, których stężenia są wyższe latem.

Zjawiskiem powtarzającym się jest także wyższy, dla większości jonów, poziom stężeń w Polsce południowej. Dotyczy to głównie okresu zimowego i jonów: Ca²⁺, Mg²⁺, Na⁺, S-SO₄²⁻, Mn²⁺, Al³⁺ i Cl⁻. W okresie letnim różnice w koncentracji jonów pomiędzy Polską północną i południową nie są tak wyraźne.

Podobnie jak w poprzednich latach, w całej Polsce dominują: wśród jonów alkalicznych Ca²⁺, a wśród jonów kwasogennych S-SO₄²⁻. Proporcje depozytu jonów kwasogennych do alkalicznych, w porównaniu do roku 2000, zasadniczo nie uległy zmianie, choć były bliższe tym z roku 1999. Wyjątek stanowią Krainy Polski północnej: Mazursko-Podlaska i Mazowiecko-Podlaska, gdzie wzrósł procentowy udział jonów alkalicznych oraz Kraina Wielkopolsko-Pomorska, gdzie stosunek ten uległ zmianie na korzyść jonów kwasogennych. Drugi rok z rzędu notuje się wyższy udział jonów metalicznych w ogólnym depozycie. W Krainach: Bałtyckiej i Śląskiej nastąpił wzrost tego depozytu, w porównaniu z rokiem 2000.



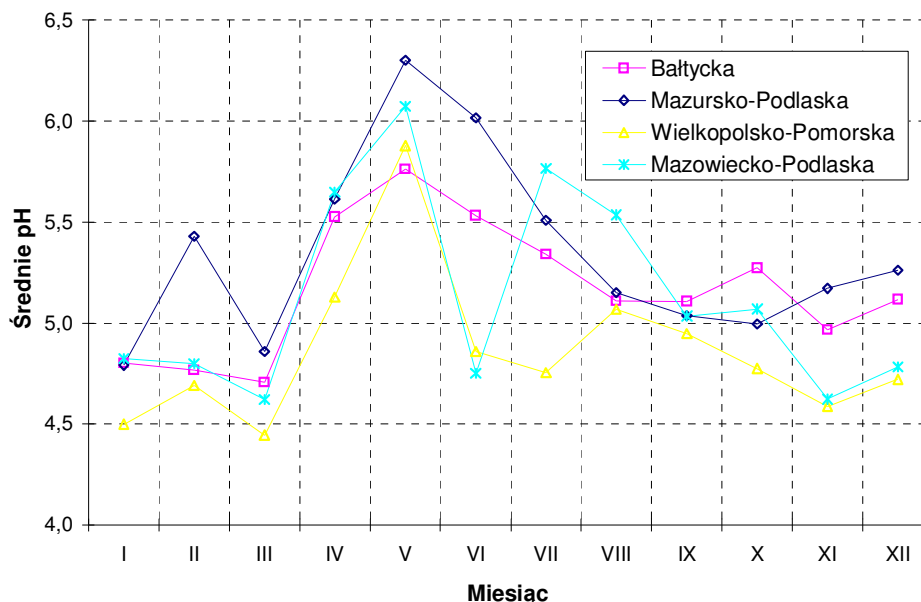
Rys. 5. Roczny dopływ azotu amonowego i azotanowego oraz siarki siarczanowej w krainach przyrodniczo-leśnych w 2001 roku wg rosnącej sumy azotu

Depozyt zanieczyszczeń docierający do ekosystemów leśnych jest kształtowany w dużym stopniu przez wysokość opadów. W roku 2001 rozkład opadów w ciągu roku różnił się od zanotowanego rok wcześniej. W okresie letnim (od kwietnia do października) średnie miesięczne opadów były znacząco wyższe niż w roku 2000, zaś w sezonie zimowym (od listopada do marca) wysokości opadów były niższe.

Dla większości jonów maksymalne roczne sumy depozytu odnotowano, podobnie jak w 2000 roku, w Polsce południowej, zwłaszcza w Krainie Karpackiej. Depozyt jonów metalicznych osiągnął najwyższe wartości w Krainach: Małopolskiej, Śląskiej i Karpackiej. Minimalne wartości depozytu jonów alkalicznych (oprócz N-NH_4^+) i kwasogennych (z wyjątkiem N-NO_3^-) oraz depozytu metali (Al^{3+} , Mn^{2+} , Zn^{2+}) odnotowano w Krainie Sudeckiej. Minimalna wartość depozytu N-NH_4^+ wystąpiła w Krainie Śląskiej, a depozytu N-NO_3^- w Krainie Mazursko-Podlaskiej. Sumy molowe depozytu jonów kwasogennych są najwyższe w Krainach: Karpackiej, Małopolskiej i Śląskiej. Najniższą wartość osiągają w Krainie Sudeckiej. Analogicznie przedstawia się ekstremum dla sum molowych jonów alkalicznych. Podobnie, najwyższy depozyt sumy molowej azotu amonowego i azotanowego miał miejsce na obszarze Krain: Karpackiej i Małopolskiej, osiągając minimum w Krainie Śląskiej.

Porównanie rocznego dopływu azotu amonowego i azotanowego z dopływem siarki siarczanowej w krainach, wyrażonego w $\text{kg/ha}\cdot\text{rok}$, przedstawiono na Rys. 5. Wartość sumy **depozytu azotu amonowego i azotanowego** zawiera się w przedziale od 10,5 do 21 $\text{kg/ha}\cdot\text{rok}$.

Odnosząc to do wyników z roku 2000, można stwierdzić niewielki spadek wartości ekstremalnych, jak również obniżenie sumy depozytu azotu w 6 krainach. Wzrost zanotowano w Krainach: Małopolskiej i Karpackiej. Postać amonowa stanowiła od 65 do 80% sumy całości depozytu azotu.

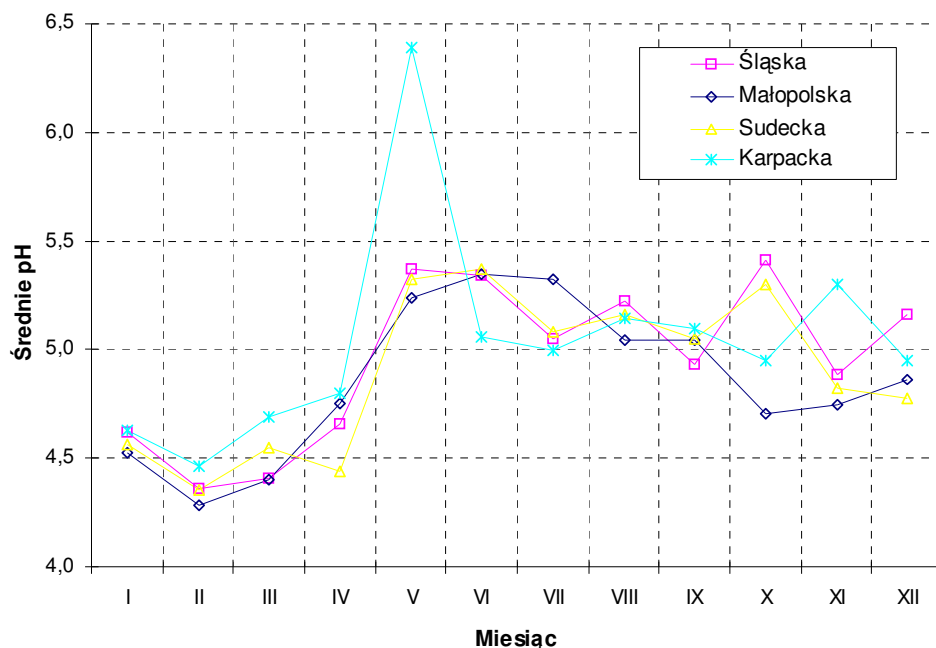


Rys. 6. Średnia kwasowość opadów atmosferycznych w krainach przyrodniczo-leśnych Polski północnej i środkowej - 2001 rok

Roczny dopływ siarki siarczanowej zawarł się w przedziale od 7,5 do 26,5 kg/ha*rok. Jest to zakres bardzo zbliżony do wyników z roku 2000. Najwyższe wartości wystąpiły w Krainach: Karpackiej, Małopolskiej i Śląskiej. Minimum odnotowano w Krainie Sudeckiej. Całkowita depozycja siarki na terenach tła, tj. terenach wolnych od wpływu zanieczyszczeń ze źródeł antropogenicznych, sięga kilku kg/ha*rok [5]. Dla Polski południowej opisane w literaturze wielkości depozytu siarki wynoszą 13-26 kg/ha*rok [2, 10]. W świetle tych porównań analiza wyników pomiarów wykonanych w sieci punktów monitoringu lasu wskazuje na wyraźne zmniejszenie zawartości związków siarki w opadach w ciągu ostatnich lat.

Zmienność czasową pH opadów atmosferycznych w krainach przyrodniczo-leśnych w 2001 roku przedstawiają Rys. 6 i 7. Od stycznia do sierpnia zakwaszenie opadów było wyższe w południowej części kraju, pod koniec roku nastąpiło jego wyrównanie. W porównaniu do lat ubiegłych, wykres sezonowej zmienności wartości pH dla Polski południowej uległ spłaszczeniu (Rys 8). Większe zróżnicowanie kwasowości opadów pomiędzy miesiącami zimowymi i letnimi wystąpiło w części północnej i środkowej kraju (Rys. 6). Wartość pH opadów przy naturalnym zakwaszeniu wynosi 5,63 [3]. Wyższe od niej wartości wystąpiły tylko w maju, w 5 krainach

(północna i środkowa część kraju oraz Kraina Karpacka). Najniższe wartości pH notowano na południu kraju, w okresie styczeń-kwiecień.



Rys. 7. Średnia kwasowość opadów atmosferycznych w krainach przyrodniczo-leśnych Polski południowej - 2001 rok

Porównano depozyt niektórych jonów w opadzie, zmierzony w Polsce w latach 1997-2001, z dostępnymi danymi, z roku 1996, odnoszącymi się do innych krajów europejskich, zawartymi w raporcie FIMCI [9]. W roku 2001 poziom depozytu jonów NH_4^+ , K^+ i Na^+ w Polsce, w dalszym ciągu, podobnie jak w latach ubiegłych, przekracza średni poziom zanotowany w 1996 roku w środkowo-wschodnim regionie klimatycznym Europy.

W Polsce, w latach 1997-2001, zawartości poszczególnych jonów w opadzie były zmienne. Jednak ostatecznie w 2001 roku, średnie zawartości większości jonów były, w porównaniu do roku 1997, niższe. Zanotowano jedynie wzrost depozytu jonów: K^+ i NH_4^+ .

W ciągu ostatnich kilku lat następuje stopniowe ograniczanie emisji metali ciężkich w wyniku zmniejszania uciążliwej produkcji, doskonalenia urządzeń filtrujących, czy wreszcie dostosowywania prawa do restrykcyjnych norm europejskich. Niemniej na obszarach poddanych w przeszłości wpływowi dużych ładunków metali ciężkich są one zakumulowane w glebie. Od stopnia zakwaszenia gleb zależy tempo uwalniania tych metali i przyswajanie ich przez drzewostany. Metale bardziej „mobilne”, do których należy cynk, mangan i kadm uwalniane są do obiegu przy $\text{pH} < 6,5$ zaś ołów i miedź zaliczane do mniej „mobilnych”, w środowisku o większym zakwaszeniu - od $\text{pH} 4,5-5,5$ [8].

Tabela 8. Średnie miesięczne wartości koncentracji [$\mu\text{g}\cdot\text{dm}^{-3}$] wybranych metali ciężkich w opadzie atmosferycznym obliczone oddzielnie dla kwartałów 2001 roku w układzie krain przyrodniczo-leśnych

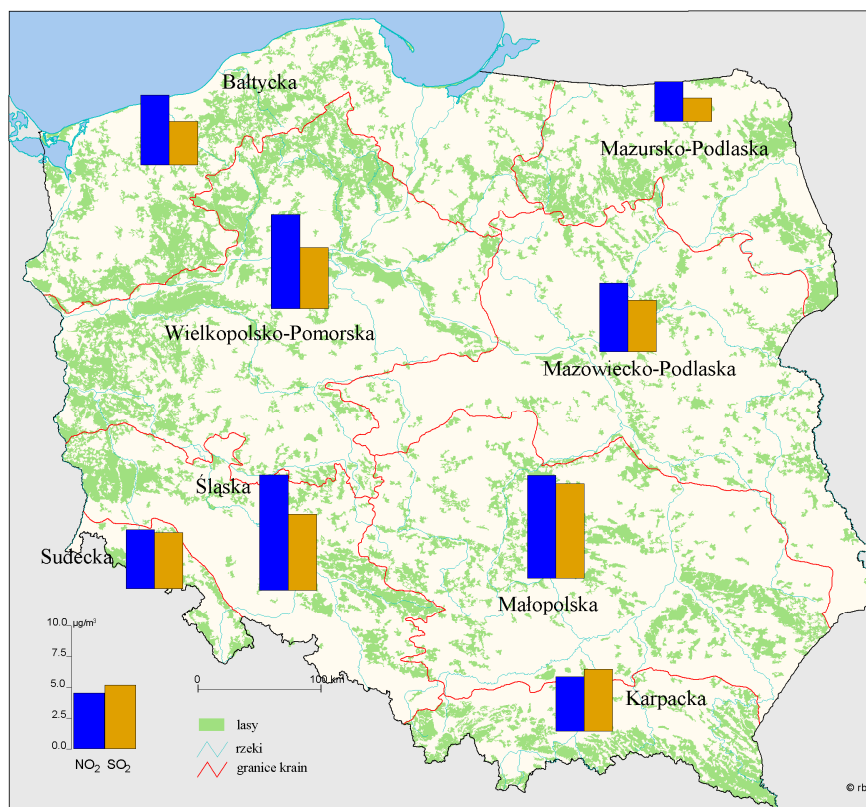
Kraina przyrodniczo-leśna	Cd [$\mu\text{g}\cdot\text{dm}^{-3}$]				Pb [$\mu\text{g}\cdot\text{dm}^{-3}$]			
	I	II	III	IV	I	II	III	IV
Bałtycka	0,7	2,02	2,45	0,14	1,68	1,99	0,16	0,85
Mazursko-Podlaska	1,6	0,95	1,24	0,19	0,84	1,32	0,22	0,80
Wielkopolsko-Pomorska	1,4	1,85	2,45	0,18	6,30	2,82	0,54	1,72
Mazowiecko-Podlaska	8,3	2,36	2,05	0,22	2,80	3,56	0,17	2,57
Śląska	2,7	1,56	1,51	0,22	2,87	0,90	0,18	2,39
Małopolska	5,8	4,70	2,53	0,27	4,27	13,32	0,53	2,13
Sudecka	1,1	1,73	1,78	0,19	2,61	2,27	0,20	1,20
Karpacka	1,6	2,72	3,31	0,11	3,13	1,73	0,23	1,23

W roku 2001, na SPO II rzędu monitorowano **zawartość metali ciężkich (kadmu i ołowiu)** w opadzie atmosferycznym. Średnie miesięczne policzone oddzielnie dla czterech kwartałów i krain przyrodniczo-leśnych przedstawiono w Tab. 8.

Minimalne wartości dla ołowiu stwierdzono w Krainach: Bałtyckiej, Mazowiecko-Podlaskiej i Śląskiej ($0,16\text{--}0,18 \mu\text{g}/\text{dm}^3$), a dla kadmu w Krainach: Karpackiej, Bałtyckiej oraz Wielkopolsko-Pomorskiej ($0,11\text{--}0,18 \mu\text{g}/\text{dm}^3$). Maksymalne wartości wynosiły: dla ołowiu - $13,32 \mu\text{g}/\text{dm}^3$ (w Krainie Karpackiej), dla kadmu - $8,30 \mu\text{g}/\text{dm}^3$ (w Krainie Mazowiecko-Podlaskiej).

W 2001 roku, w zestawieniu z rokiem 2000, w większości Krain zaznacza się niewielki przeciętny spadek masy ładunków jonów alkalicznych i jednocześnie obniżenie dopływu jonów kwasogennych oraz jonów eutrofizujących. Krainą przyrodniczo-leśną, w której, w roku 2001, notuje się wzrost wartości we wszystkich trzech grupach jonów jest Kraina Karpacka.

Dwutlenek siarki (SO_2) i tlenki azotu (NO_x) pełnią w atmosferze, obok dwutlenku węgla i ozonu, główną rolę w procesie zakwaszania opadów atmosferycznych. Wywierają wpływ bezpośredni powodując uszkodzenia aparatu asymilacyjnego drzew oraz pośredni (po przejściu przez warstwę koron) jako roztwór wypłukanych składników mineralnych, nierzadko w postaci jonów mocnych kwasów [4]. Zakwaszenie gleby powoduje, szczególnie na glebach ubogich i pod drzewostanami świerkowymi, uruchomienie toksycznego aluminium oraz metali ciężkich.



Rys. 8. Średnie roczne wartości stężeń SO₂ i NO₂ w krainach przyrodniczo-leśnych w 2001 roku

Średnie stężenia NO₂ w powietrzu były niższe od wartości z 2000 r. we wszystkich krainach z wyjątkiem Krainy Śląskiej, w której odnotowano wzrost i jednocześnie stężenie maksymalne (9,18 μg/m³). Minimalne średnie stężenie NO₂ wystąpiło w Krainie Mazursko-Podlaskiej (3,17 μg/m³). Zróżnicowanie pomiędzy krainami było nieznacznie większe niż w roku 2000 (Rys. 8). Średnie miesięczne

wskazują na podobny przebieg zmian stężenia NO₂ w poszczególnych krainach, z maksimum między grudniem a styczniem i minimum od maja do lipca.

Stężenia SO₂ w powietrzu były, w porównaniu z rokiem 2000, niższe dla 5 krain przyrodniczo-leśnych (Rys. 8). Zróżnicowanie stężeń, od 1,88 μg/m³ w Krainie Mazursko-Podlaskiej do 7,51 μg/m³ w Krainie Małopolskiej, jest nieznacznie większe niż w roku ubiegłym. Rozkłady miesięczne wskazują na podobny przebieg zmian w poszczególnych krainach, z maksimum w miesiącach zimowych (styczeń, grudzień) i minimum w miesiącach letnich (czerwiec, sierpień i wrzesień),

Podsumowując - analiza składu powietrza atmosferycznego nad obszarami lasów w okresie ostatnich 2 lat potwierdza trend systematycznego obniżania się koncentracji SO₂ i NO₂. Tempo spadku jest mniej wyraźne w przypadku dwutlenku azotu, co może mieć związek z rozwojem transportu samochodowego.

Latem, w porównaniu do roku ubiegłego, w większości krain koncentracje większości jonów zmalały. Zimą w krainach Polski południowej i środkowej nastąpił wzrost koncentracji większości jonów, natomiast w północnej części kraju przeważały spadki.

W 2001 roku większość jonów osiągała wyższe koncentracje zimą. Wyjątek stanowiły jony N-NH_4^+ i K^+ , których stężenia były wyższe latem. Podobnie jak w ubiegłych latach dla większości jonów zanotowano wyższy poziom stężeń w Polsce południowej.

Wykres sezonowej zmienności wartości pH dla Polski południowej uległ spłaszczeniu. Wyższe w tej części kraju zakwaszenie opadów w okresie od stycznia do sierpnia, pod koniec roku wyrównało do poziomu reszty kraju.

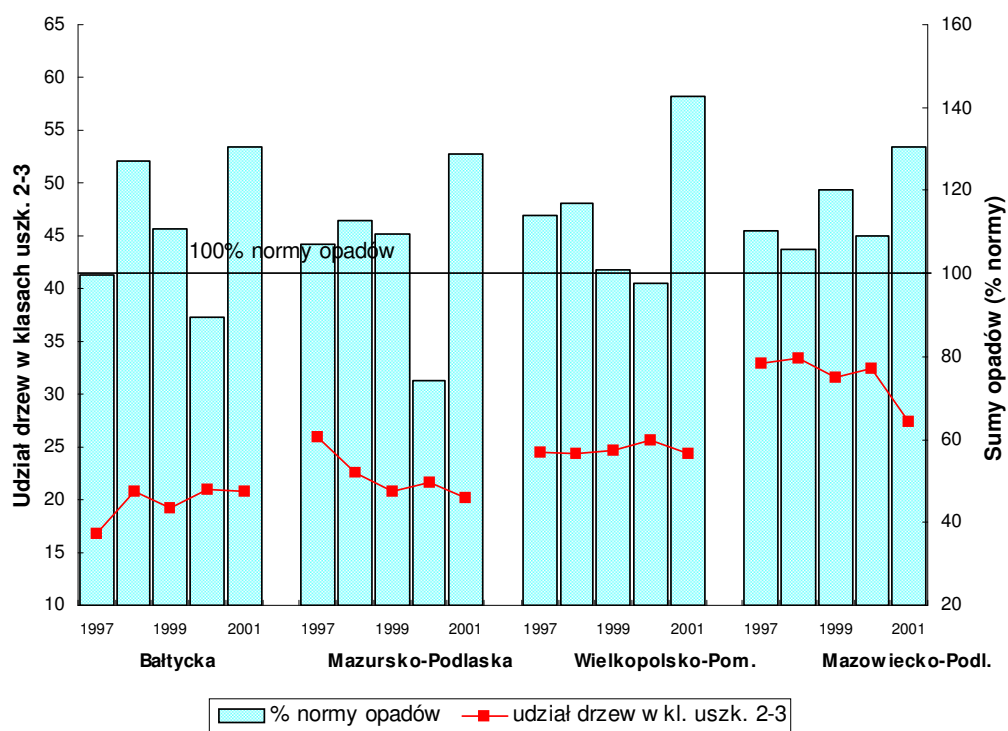
Średnie stężenia NO_2 w powietrzu były niższe od wartości z 2000 r. we wszystkich krainach z wyjątkiem Krainy Śląskiej. Stężenia SO_2 były niższe dla 5 krain przyrodniczo-leśnych (północna i środkowa część kraju oraz Kraina Małopolska).

7. Wpływ warunków pogodowych na zdrowotność drzewostanów w ostatnim pięcioleciu

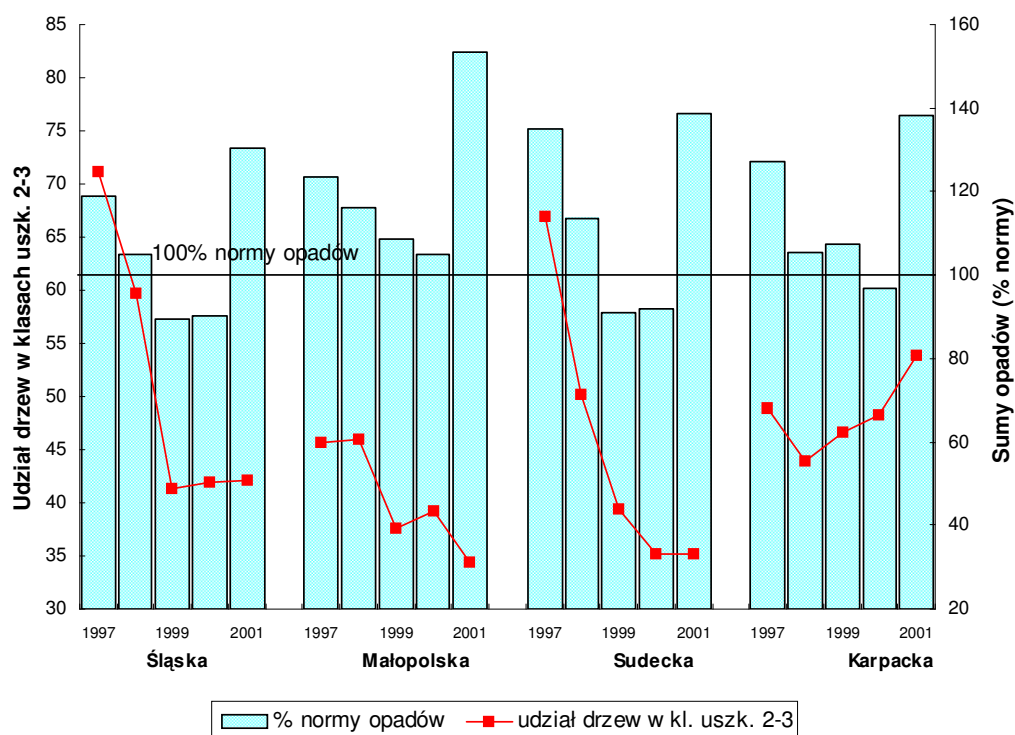
W roku 2001 średni poziom opadów atmosferycznych w sezonie wegetacyjnym (kwiecień-wrzesień) w kraju wynosił 514 mm, tj. 139% normy wieloletniej i był najwyższy w ciągu ostatniego pięciolecia. W latach 1997-2000 poziom opadów wynosił odpowiednio: 115%, 114%, 106 i 97% średniej wieloletniej.

Suma opadów atmosferycznych w okresie wegetacyjnym 2001 roku przekroczyła średnią wieloletnią i była najwyższa w ciągu ostatniego pięciolecia we wszystkich krainach przyrodniczo-leśnych. Obfitość opadów w tym sezonie kontrastuje szczególnie z sezonem wegetacyjnym 2000, kiedy to w wielu rejonach wystąpił wyjątkowo duży niedobór opadów. W Krainach: Mazursko-Podlaskiej, Bałtyckiej, Śląskiej, Sudeckiej i Wielkopolsko-Pomorskiej w okresie wegetacyjnym 2000 sumy opadów nie osiągnęły normy wieloletniej. W 2001 roku najwyższe przekroczenia średniej wieloletniej, sięgające 50% miały miejsce w Krainach: Małopolskiej i Wielkopolsko-Pomorskiej. W pozostałych krainach przekroczenia wynosiły ok. 20-40% (Rys. 9, 10).

Przyrostowi opadów w okresie wegetacyjnym 2001 roku w 5 krainach towarzyszył spadek udziału drzew uszkodzonych. W Krainie Karpackiej, mimo wzrostu opadów, nastąpił przyrost udziału drzew uszkodzonych. Jest to kontynuacja procesu zapoczątkowanego w 1999 roku, w okresie kiedy suma opadów atmosferycznych kształtowała się na poziomie średniej wieloletniej. W Krainie Sudeckiej po okresie kilkuletniego spadku udziału drzew uszkodzonych ta pozytywna tendencja została w 2001 roku zahamowana, mimo znacznego przyrostu opadów (Rys. 10). W Krainie Śląskiej zahamowanie tego trendu wystąpiło już rok wcześniej

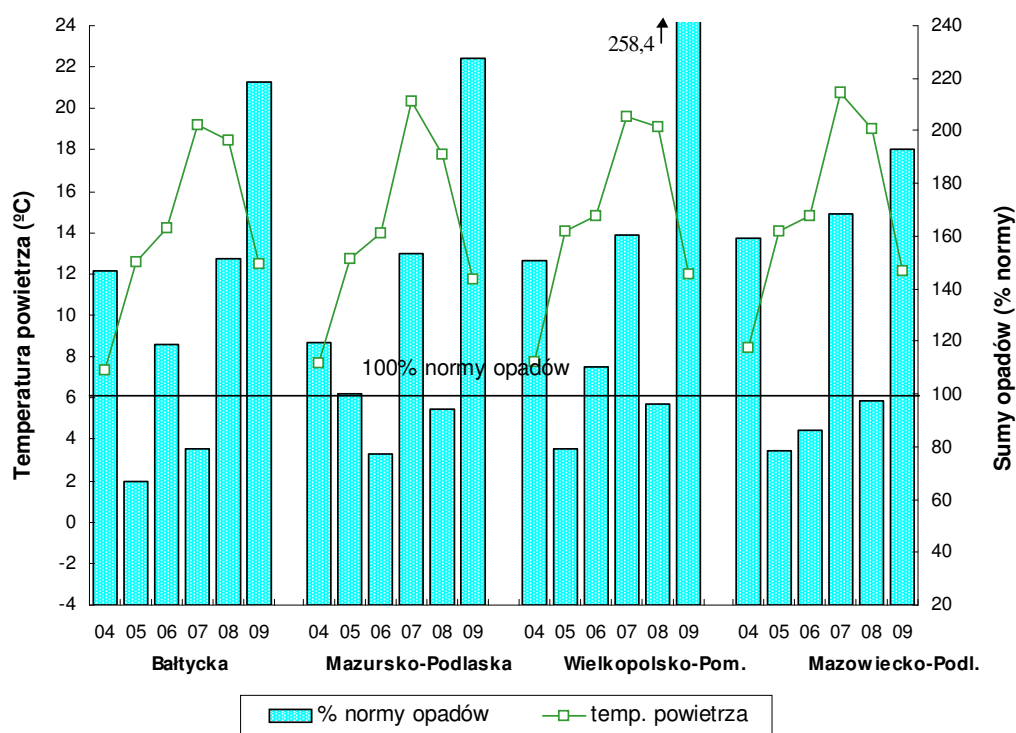


Rys. 9. Uszkodzenie drzewostanów oraz suma opadów atmosferycznych w sezonie wegetacyjnym (IV-IX) w latach 1997-2001 (wartości średnie dla krain przyrodniczo-leśnych) - Polska północna i środkowa



Rys. 10. Uszkodzenie drzewostanów oraz suma opadów atmosferycznych w sezonie wegetacyjnym (IV-IX) w latach 1997-2001 (wartości średnie dla krain przyrodniczo-leśnych) - Polska południowa

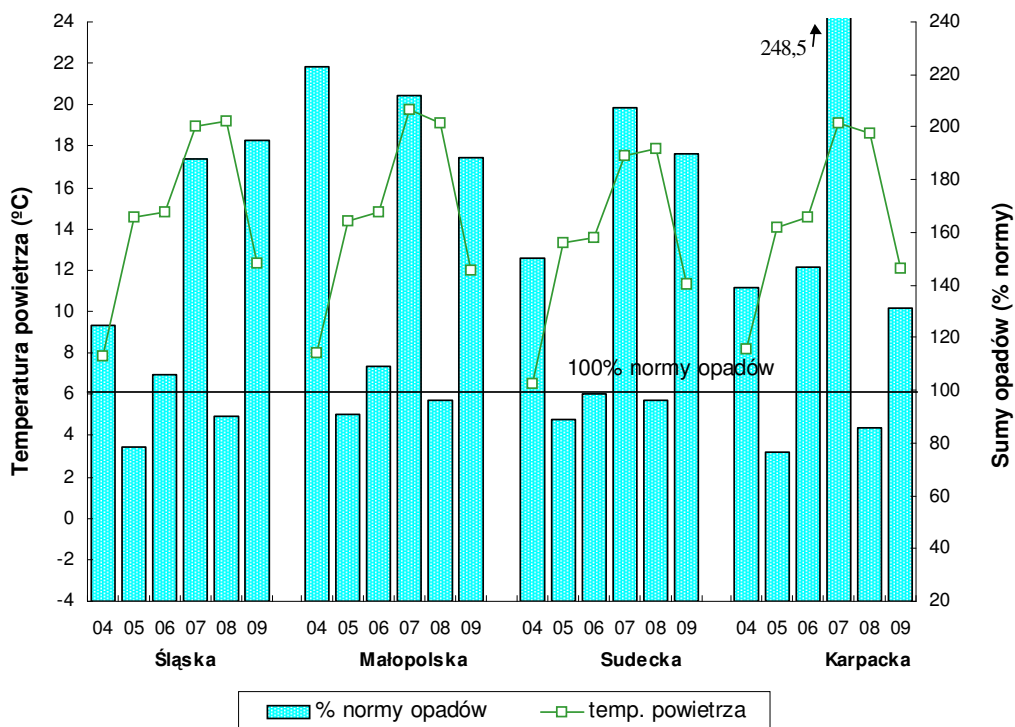
Rozkład ilości opadów w poszczególnych miesiącach okresu wegetacyjnego 2001 roku był nierównomierny (Rys. 11, 12). W całej niemal Polsce sumy opadów w maju były poniżej normy wieloletniej. W czerwcu w 5 krainach norma opadów została przekroczona o 5 do 50%. W lipcu w Polsce północnej i środkowej (Rys. 11, krainy I-IV) opady dochodziły do 160% normy, wyjątek stanowiła Kraina Bałtycka, gdzie wystąpił ponowny niedobór opadów. W sierpniu sytuacja się zmieniła, w Krainie Bałtyckiej opady przekroczyły 150% normy, w pozostałych krainach pojawił się niewielki ich niedobór. We wrześniu opady były bardzo obfite: w Krainie Wielkopolsko-Pomorskiej przekroczyły 250% normy wieloletniej, a w pozostałych krainach osiągały 190-230% normy. W Polsce południowej (Rys. 12, krainy V-VIII) sumy opadów w lipcu wahały się od 190% normy w Krainie Śląskiej do 248,5% normy w Krainie Karpackiej. W sierpniu opady osiągały poziom nieco poniżej średniej wieloletniej. We wrześniu poziom opadów znów gwałtownie wzrósł i był porównywalny z tym jaki wystąpił w lipcu (z wyjątkiem Krainy Karpackiej, gdzie odnotowano opady na poziomie 130% normy).



Rys. 11. Średnie temperatury powietrza oraz sumy miesięczne opadów w sezonie wegetacyjnym 2001 roku w krainach przyrodniczo-leśnych Polski północnej i środkowej

Taki rozkład opadów atmosferycznych, charakteryzujący się niedoborem opadów w maju i czerwcu, przy szybkim wzroście temperatur powietrza nie sprzyjał rozwojowi aparatu asymilacyjnego drzew, co mogło mieć negatywny wpływ na stan zdrowotny drzewostanów w niektórych regionach kraju. Intensywne opady w lipcu i wrześniu mogły tylko spowodować

przedłużenie okresu wegetacyjnego drzew i wpłynąć na wielkość przyrostu miąższości drzewostanów.



Rys. 12. Średnie temperatury powietrza oraz sumy miesięczne opadów w sezonie wegetacyjnym 2001 roku w krainach przyrodniczo-leśnych Polski południowej

Suma opadów atmosferycznych w okresie wegetacyjnym 2001 roku przekroczyła średnią wieloletnią i była najwyższa w ciągu ostatniego pięciolecia we wszystkich krainach przyrodniczo-leśnych. Najwyższe przekroczenia średniej wieloletniej, sięgające 50% miały miejsce w Krainach: Małopolskiej i Wielkopolsko-Pomorskiej.

Rozkład ilości opadów w poszczególnych miesiącach okresu wegetacyjnego 2001 roku był nierównomierny. Niedobór opadów jaki wystąpił w maju i czerwcu, przy szybkim wzroście temperatur powietrza nie sprzyjał rozwojowi aparatu asymilacyjnego drzew. Intensywne opady w lipcu i wrześniu mogły przedłużyć okres wegetacyjny drzew i wpłynąć na wielkość przyrostu miąższości drzewostanów.

8. Intensywność obradzenia i jakość nasion sosny na SPO II rzędu w 2001 roku



Fot. 10. Kiełkujące nasiona sosny zwyczajnej (*Pinus sylvestris* L.) - fot. Andrzej Załęski

Badania wydajności i jakości nasion sosny przeprowadzane były zarówno dla potrzeb monitoringu lasu, jak też w celu przedzbiornego testowania jakości nasion, którego wynik mówi o opłacalności zbioru i łuszczenia szyszek.

Współczynniki zmienności wskaźników wydajności obradzenia sosny osiągnęły w 2001 roku nieco niższy poziom od średniego z okresu obserwacji 1996-2000 [16]. Wynosiły one dla masy przeciętnej szyszki - 20%, dla liczby pełnych nasion w jednej szyszce - 21% i dla wydajności wagowej nasion z szyszek - 17%. Na średnim poziomie z poprzedniego 5-lecia utrzymywały się wskaźniki zmienności masy 1000 nasion (13%), długości i grubości zarodka (6%) oraz długości i szerokości prąbielma (6 i 5%). Natomiast

współczynnik zmienności odporności nasion na test przyspieszonego postarzania, najbardziej zróżnicowanej cechy jakościowej, prawie 2-krotnie przekroczył przeciętny poziom, osiągając wartość 167%.

Przeciętna wydajność nasion z szyszek w 2001 roku (1,57%) była nieco wyższa od poziomu uznawanego w gospodarce leśnej [6] za średni (1,50%) pomimo, że nie osiągnęła przeciętnej wartości (1,73%) z 5 poprzednich lat badań. Wynikało to przede wszystkim ze zmniejszonej nieco (o ok. 2 szt.) liczby pełnych nasion w jednej szyszce, w stosunku do średniej z pięciolecia, a w znacznie mniejszym stopniu związane było z relacją pomiędzy masą szyszek a masą nasion (Tab. 9). Na ogół, zwiększonej masie szyszki odpowiadała zwiększona masa nasion. Stopień zmniejszenia liczby pełnych nasion w szyszce w dużej mierze związany był z krainą przyrodniczo-leśną, choć zróżnicowanie na terenie kraju było znacznie mniejsze niż w roku poprzednim. Największy spadek liczby pełnych nasion przypadających na jedną szyszkę (o ok. 4 szt.) stwierdzono w Krainie Mazowiecko-Podlaskiej. Wyjątkowo w Krainie Bałtyckiej średnia liczba pełnych nasion w przeciętnej szyszce była o ponad 1 sztukę większa od średniej z poprzednich 5 lat. Analiza wariancyjna i test Tukey'a potwierdziły istotność różnicy w średniej

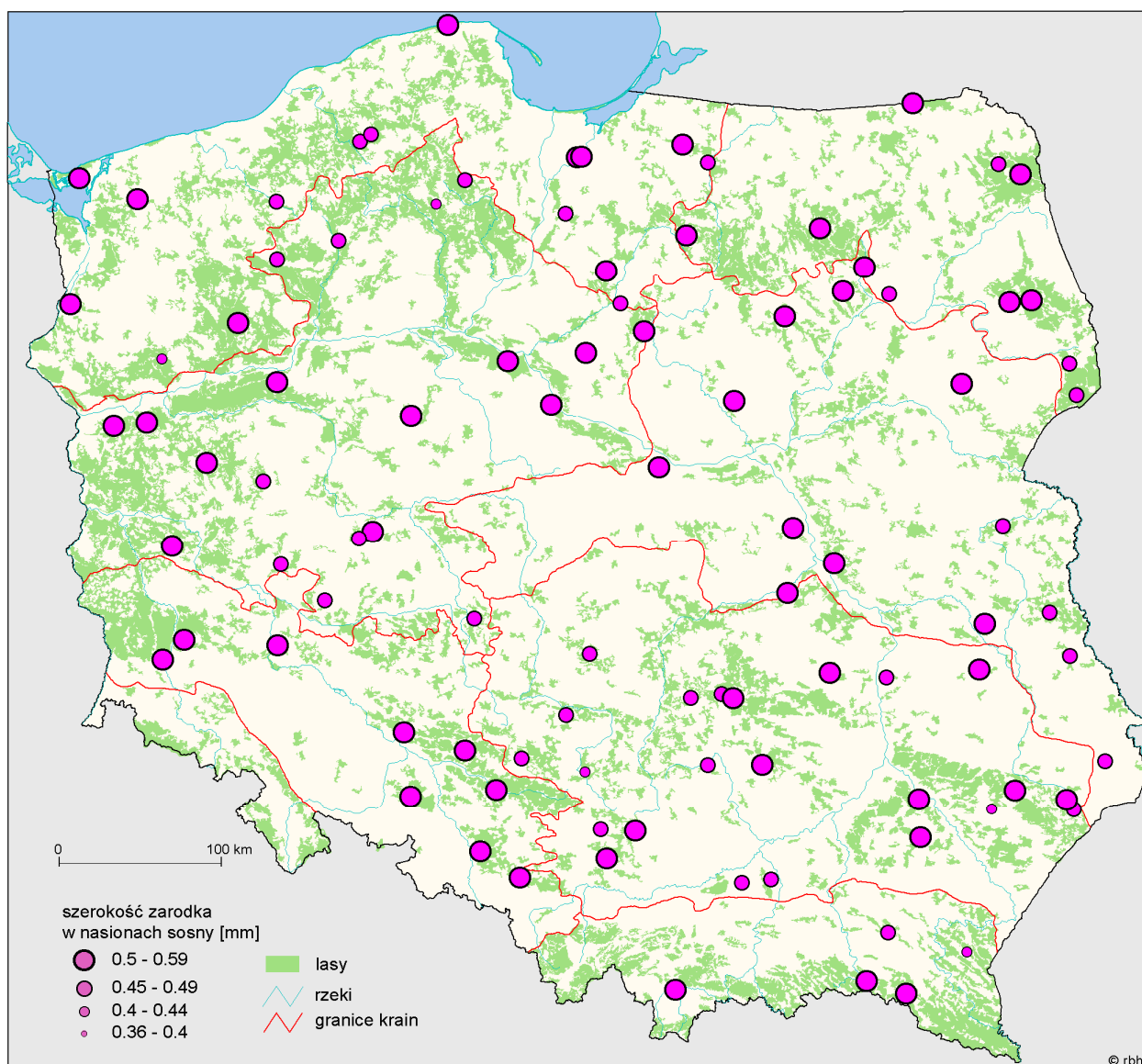
liczbie pełnych nasion przypadających na jedną szyszkę pomiędzy Krainami Bałtycką i Mazursko-Podlaską. Pozostałe krainy zajmowały pod tym względem pośrednie miejsce. Małą liczbę pełnych nasion w przeciętnej szyszce stwierdzono również na terenie Krainy Mazursko-Podlaskiej, ale wartość ta nie odbiegała od średniego poziomu z 5 poprzednich lat. Jest to więc zjawisko stałe, charakterystyczne dla tej krainy.

Tabela 9. Wydajność i jakość nasion sosny na SPO II rzędu - wartości z 2001 roku (pogrubiona czcionka) oraz średnie pięcioletnie (1996-2000) w układzie krain przyrodniczo-leśnych

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	7,23 6,47	1,82 1,73	19,0 17,6	6,93 6,43	97,7 97,1	97,3 96,5	1,2 4,1	3,06 2,94	0,49 0,47	3,33 3,18	1,90 1,80
Mazursko-Podlaska	6,22 5,72	1,33 1,42	13,1 13,1	6,48 6,24	97,9 97,3	97,8 96,9	3,3 4,0	2,98 2,86	0,50 0,47	3,25 3,10	1,88 1,79
Wielkopolsko- Pom.	6,30 6,29	1,63 1,79	14,7 17,4	6,96 6,53	98,1 97,1	97,4 96,4	0,4 3,9	3,08 2,96	0,50 0,48	3,34 3,19	1,94 1,82
Mazowiecko- Podl.	5,71 6,28	1,37 1,62	11,7 15,9	6,72 6,51	98,0 95,4	97,9 94,5	1,5 4,4	3,09 2,95	0,51 0,48	3,35 3,19	1,92 1,83
Śląska	6,37 5,71	1,71 1,99	15,3 17,8	7,23 6,49	98,6 97,9	98,1 97,4	1,5 3,9	3,15 2,94	0,52 0,48	3,45 3,17	1,99 1,81
Małopolska	6,00 6,34	1,65 1,83	15,5 17,6	6,52 6,70	97,1 98,0	96,6 97,3	1,9 2,6	3,03 2,96	0,49 0,48	3,28 3,19	1,91 1,83
Karpacka	6,05 6,57	1,49 1,70	14,4 17,2	6,34 6,61	98,7 97,2	98,0 96,7	1,1 5,4	2,87 2,93	0,49 0,48	3,12 3,16	1,87 1,82
Średnie dla kraju	6,27 6,20	1,57 1,73	14,8 16,6	6,74 6,50	98,0 97,1	97,6 96,5	1,5 4,0	3,04 2,93	0,50 0,48	3,30 3,17	1,91 1,81

We wszystkich krainach przyrodniczo-leśnych wykształciły się dorodne nasiona o przeciętnej masie 1000 sztuk znacznie większej od poziomu uznawanego w gospodarce leśnej [6] za średni (6,1 g), oraz na ogół wyższej od średniej z poprzednich 5 lat obserwacji (6,5 g). Nieco lżejsze nasiona od średniego poziomu z poprzednich 5 lat pozyskano tylko na powierzchniach monitoringowych w Krainie Karpackiej. Istotność różnic w masie 1000 nasion pomiędzy krainami nie została udowodniona za pomocą analizy wariancji. Znacznie większe różnice wystąpiły pomiędzy poszczególnymi powierzchniami monitoringowymi, ponieważ masa 1000 nasion, która

charakteryzuje się dość dużą zmiennością (współczynnik zmienności ok. 13%), wahała się w 2001 roku w granicach od 4,3 g (nadm. Czersk) do 9,9 g (nadm. Gryfino).



Rys. 13. Szerokość zarodka w nasionach sosny zwyczajnej (*Pinus sylvestris* L.) na SPO II rzędu w 2001 roku

W 2001 r. ze zwiększoną masą nasion związane były zwiększone wymiary zarodka i prąbielna, które we wszystkich krainach przekraczały poziom średnich z okresu 1996-2000. Przeciętne długości i szerokości zarodka w krainach przyrodniczo-leśnych zbliżone były do średnich wartości przedziałów standardowych, wyznaczonych na podstawie wieloletnich obserwacji dla nasion sosny I klasy jakości w Polsce [15]. Pomimo niewielkich współczynników zmienności, długość zarodka wahała się na terenie kraju od 2,60 mm (nadm. Bircza) do 3,54 mm (nadm. Gryfino), a szerokość zarodka (Rys. 13) - od 0,42 mm (nadm. Józefów) do 0,56 mm (nadm. Pruszków). Na tej podstawie można jednak stwierdzić, że w próbkach ze wszystkich powierzchni monitoringowych wymiary zarodka mieściły się w granicach przedziałów standardowych,

wyznaczonych na podstawie wieloletnich obserwacji dla nasion sosny I klasy jakości. Niewielkie współczynniki zmienności w wymiarach zarodka i prabielma na terenie kraju nie były jednak jednoznaczne z brakiem różnic regionalnych. Analiza wariancji i test Tukey'a udowodniły, że nasiona z Krainy Śląskiej miały większą średnią długość i szerokość zarodka oraz większą średnią długość prabielma niż nasiona z Krainy Karpackiej. Nasiona z pozostałych krain zajmowały pod tym względem pośrednią pozycję.

Nasiona sosny z 2001 roku charakteryzowały się wyjątkowo wysoką zdolnością i energią kiełkowania (99-98%), przekraczającą o ok. 1% średni poziom z okresu 1996-2000. Tylko na jednej powierzchni monitoringowej (nadm. Ruda Maleniecka) zdolność i energia kiełkowania nasion były na tyle niskie (ok. 67%), że nie odpowiadały nawet III klasie jakości. Zdolność i energia kiełkowania z pozostałych 98 powierzchni przekraczała zawsze graniczny poziom wyznaczony dla nasion I klasy jakości, czyli 91%. Różnice pomiędzy krainami przyrodniczo-leśnymi były pod tym względem niewielkie (Tab. 9) i ich istotność nie została oczywiście udowodniona statystycznie.

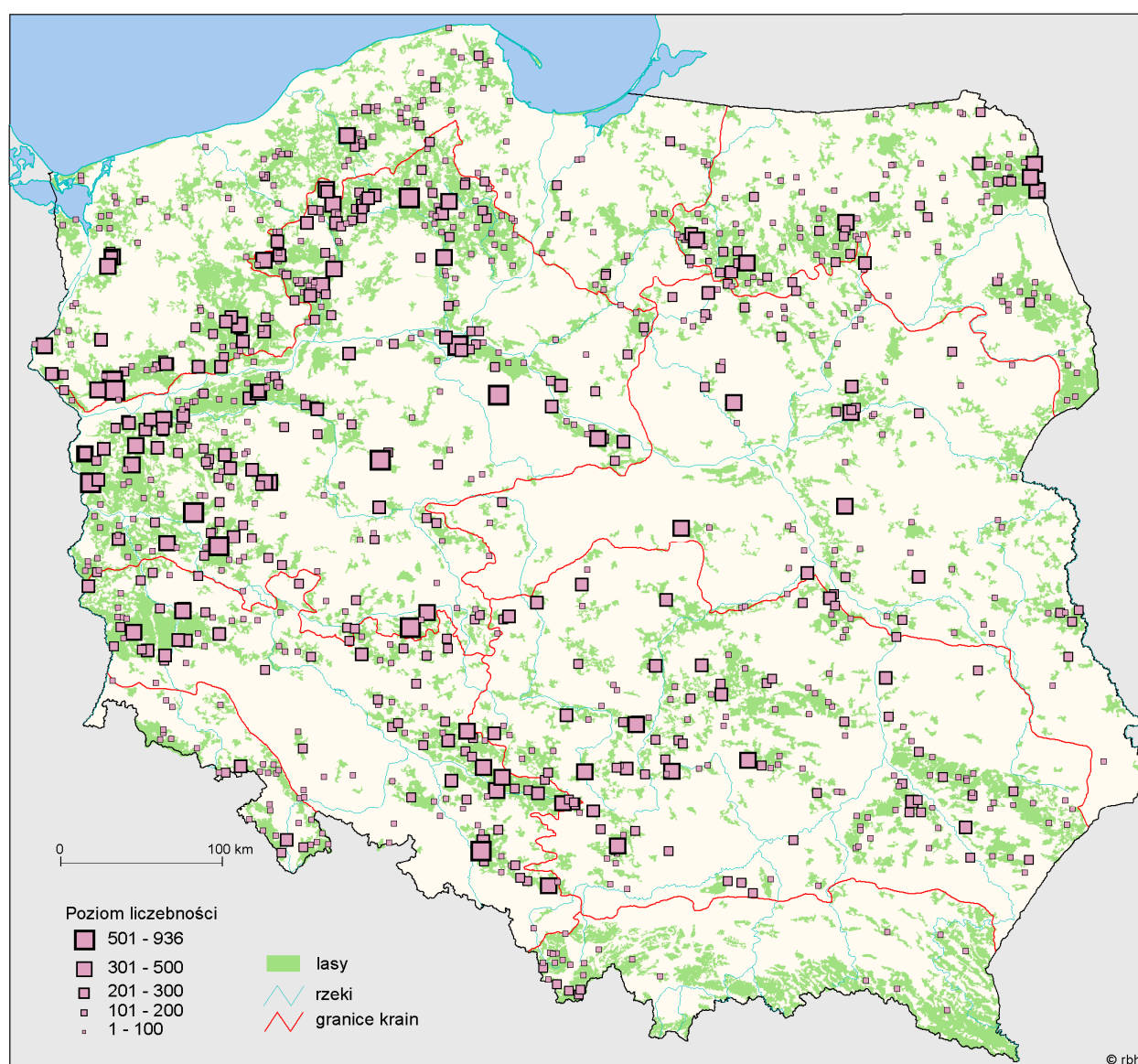
Dwukrotnie większa od średniego poziomu, z okresu poprzednich 5 lat obserwacji, była również przeciętna w kraju odporność nasion sosny na test przyspieszonego postarzania, choć charakteryzowała się bardzo wysokim współczynnikiem zmienności. Znaczące z punktu widzenia gospodarczego obniżenie zdolności kiełkowania (o ponad 10%), po poddaniu nasion warunkom stresowym, nastąpiło właściwie tylko w 2 próbkach pochodzących z: nadm. Płaska (o 18,5%) i nadm. Ruda Maleniecka (o 21,0%). Nasiona z Krainy Mazursko-Podlaskiej odznaczały się ponad dwukrotnie mniejszą, przeciętną odpornością na test przyspieszonego postarzania niż nasiona z innych krain. Jednak istotność tej różnicy, wobec dużej zmienności analizowanej cechy, nie została udowodniona statystycznie.

W 2001 roku wydajność obradzania sosny zbliżona była do przeciętnego poziomu wieloletniego, osiągając najniższe wartości w Krainie Mazursko-Podlaskiej i Mazowiecko-Podlaskiej. Nasiona charakteryzowały się zwiększoną masą właściwą, dużymi wymiarami zarodka i prabielma oraz bardzo wysoką zdolnością i energią kiełkowania. Większa niż w innych latach była również przeciętna w kraju odporność nasion sosny na warunki stresowe testu przyspieszonego postarzania, choć charakteryzowała się ona bardzo dużą zmiennością.

9. Poziom zagrożenia lasów ważniejszymi gatunkami owadów liściożernych

Duża zmienność liczebności populacji szkodliwych owadów oraz okresowe gradacje stwarzają poważne zagrożenie dla lasów. W tej sytuacji coroczny pomiar liczebności najbardziej uciążliwych foliofagów jest koniecznością. Uzupełnia obraz stanu uszkodzenia drzewostanów ocenianego w programie monitoringu lasu.

Do analizy zagrożenia lasów ze strony owadów wykorzystano wyniki odłowów samców brudnicy mniszki (Rys. 14) oraz oceny występowania innych szkodników liściożernych i cetyńców przeprowadzonych na SPO I rzędu zlokalizowanych w drzewostanach iglastych starszych (powyżej 40 lat).

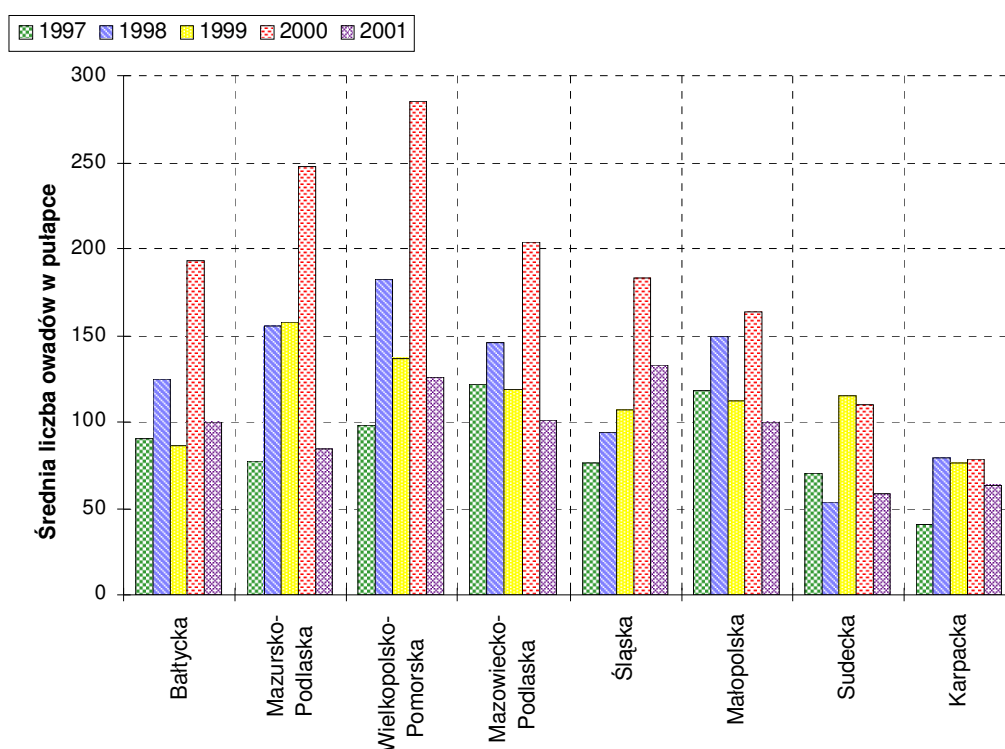


Rys. 14. Występowanie brudnicy mniszki (*Lymantria monacha* L.) na stałych powierzchniach obserwacyjnych w drzewostanach iglastych w 2001 roku

Brudnica mniszka w ostatnich latach stwarzała 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, jednak w 2000 roku ponownie wzrosła (do 214,3 szt./pułapkę). W roku 2001 nastąpiło dość duże ograniczenie liczebności tego szkodnika, średnio w kraju odłowiono 106,7 szt./pułapkę. Obniżenie liczebności wystąpiło we wszystkich krainach przyrodniczo-leśnych - Rys. 15. Największe zagrożenie od tego owada wystąpiło w Krainie Wielkopolsko-Pomorskiej i Śląskiej (125,8 i 132,3 szt./pułapkę), najmniejsze w Krainie Karpackiej i Sudeckiej (62,9 i 58,9 szt./pułapkę) - Rys. 14 i 15. Na kilku powierzchniach odłowiono ponad 750 osobników na pułapkę. Miało to miejsce w nadleśnictwach: Antonin (RDLP Poznań), Bogdaniec (RDLP Szczecin), Bydgoszcz (RDLP Toruń) i Cybinka (RDLP Zielona Góra). Utrzymujące się lokalnie podwyższone liczebności tego motyla mogą stanowić ognisko zapalne nowej gradacji.

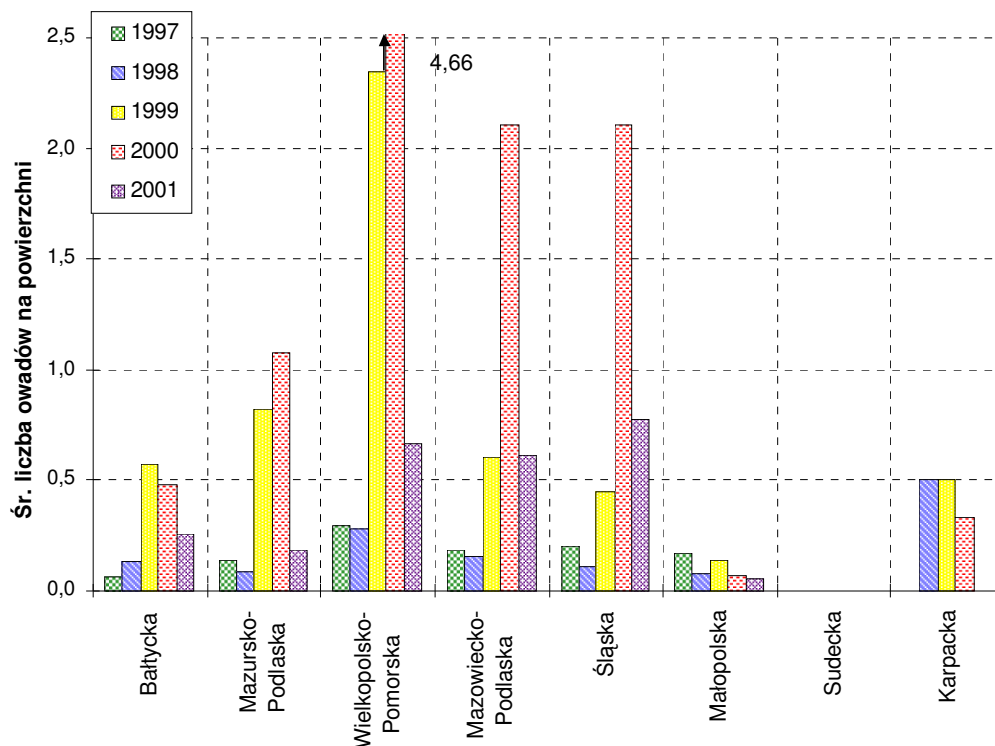


Rys. 15. Dynamika występowania brudnicy mniszki w drzewostanach iglastych (starszych) na SPO wg krain przyrodniczo-leśnych w latach 1997-2001

Analiza wyników z ostatnich 5 lat wykazała, że w południowej części kraju (Krainy: Sudecka i Karpacka) brudnica mniszka występuje stale mało licznie. Wysoka jej liczebność utrzymuje się w Krainie Wielkopolsko-Pomorskiej. Od dwóch lat wysokie liczebności tego szkodnika notuje się w RDLP Szczecin, a od trzech lat w RDLP Poznań.

Strzygonia choinówka po ostatniej gradacji, jaka wystąpiła w latach 1992-1994, do roku 1999 nie stwarzała większego zagrożenia. Rok 1999 przyniósł silny wzrost liczebności tego szkodnika we wszystkich krainach przyrodniczo-leśnych, z wyjątkiem Krainy Karpackiej. W roku 2000 liczebność tego owada wzrosła do 2,07 szt./pow. W roku 2001 zagrożenie lasów ze strony

strzygonii choinówki znacznie zmniejszyło się na terenie całego kraju - Rys. 16. Średnia dla kraju wyniosła 0,41 szt./pow. Najwięcej owadów tego gatunku wystąpiło, podobnie jak rok wcześniej, w Krainie Śląskiej (0,77 szt./pow.) Podwyższone liczebności zanotowano na kilku powierzchniach w nadleśnictwie Lubsko (od 12 do 28 szt./pow.).



Rys. 16. Dynamika występowania strzygonii choinówki w drzewostanach iglastych (starszych) na SPO wg krain przyrodniczo-leśnych w latach 1997-2001

Barczatka sosnówka i osnuja gwiazdzista to szkodniki, które nie stanowią obecnie zbyt dużego zagrożenia w lasach, ale których liczebności w ostatnim roku nieco wzrosły, co może przyczynić się do wzrostu zagrożenia w przyszłym roku. Szczególnie niepokojący wydaje się silny wzrost liczebności barczatki sosnówki w RDLP Toruń. Średnia liczebność w tym RDLP wynosi 17,22 szt./pow., podczas gdy rok wcześniej osiągnęła wartość zaledwie 0,31 szt./pow. Wynik odłowów przeprowadzony na powierzchni w nadl. Bydgoszcz, wynoszący 980 szt. gąsienic tego szkodnika, miał znaczący wpływ na wzrost średniej w tym RDLP.

Pozostałe owady liściożerne, których liczebności oznaczano, nie stanowią obecnie dużego zagrożenia w lasach. Liczebności **boreczników** i **zawisaka borowca**, utrzymują się na względnie stałym poziomie. Liczebność **poprocha cetyniaka** ponownie zmniejszyła się, ponadto owad ten nie występował w ostatnich latach zbyt licznie. Ilość zebranej cetyny również nie wskazuje na wzrost zagrożenia ze strony **cetyńców**.

W roku 2001 nastąpiło dość duże ograniczenie liczebności brudnicy mniszki i strzygonii choinówki. Liczebność barczatki sosnówki i osnu gwieździstej w ostatnim roku nieco wzrosła, jednak nadal nie stanowią one zbyt dużego zagrożenia w lasach, podobnie jak pozostałe owady liściożerne oraz cetyńce.

10. Średnia biomasa osobnicza biegaczowatych w ekosystemach leśnych



Fot. 11. Biegacz błyszczący (*Carabus nitens* L.) - jeden z najmniejszych biegaczy (12-18 mm) występujących w Polsce i w odróżnieniu od innych aktywny w ciągu dnia - fot. Stanisław Niemtur

W 2001 roku określono wartość wskaźnika średniej biomasy osobniczej (SBO) epigeicznych biegaczowatych dla potrzeb monitoringu biologicznego na 61 SPO II rzędu zlokalizowanych w lasach RDLP Gdańsk, Katowice, Kraków, Krosno i Wrocław (Rys. 20).

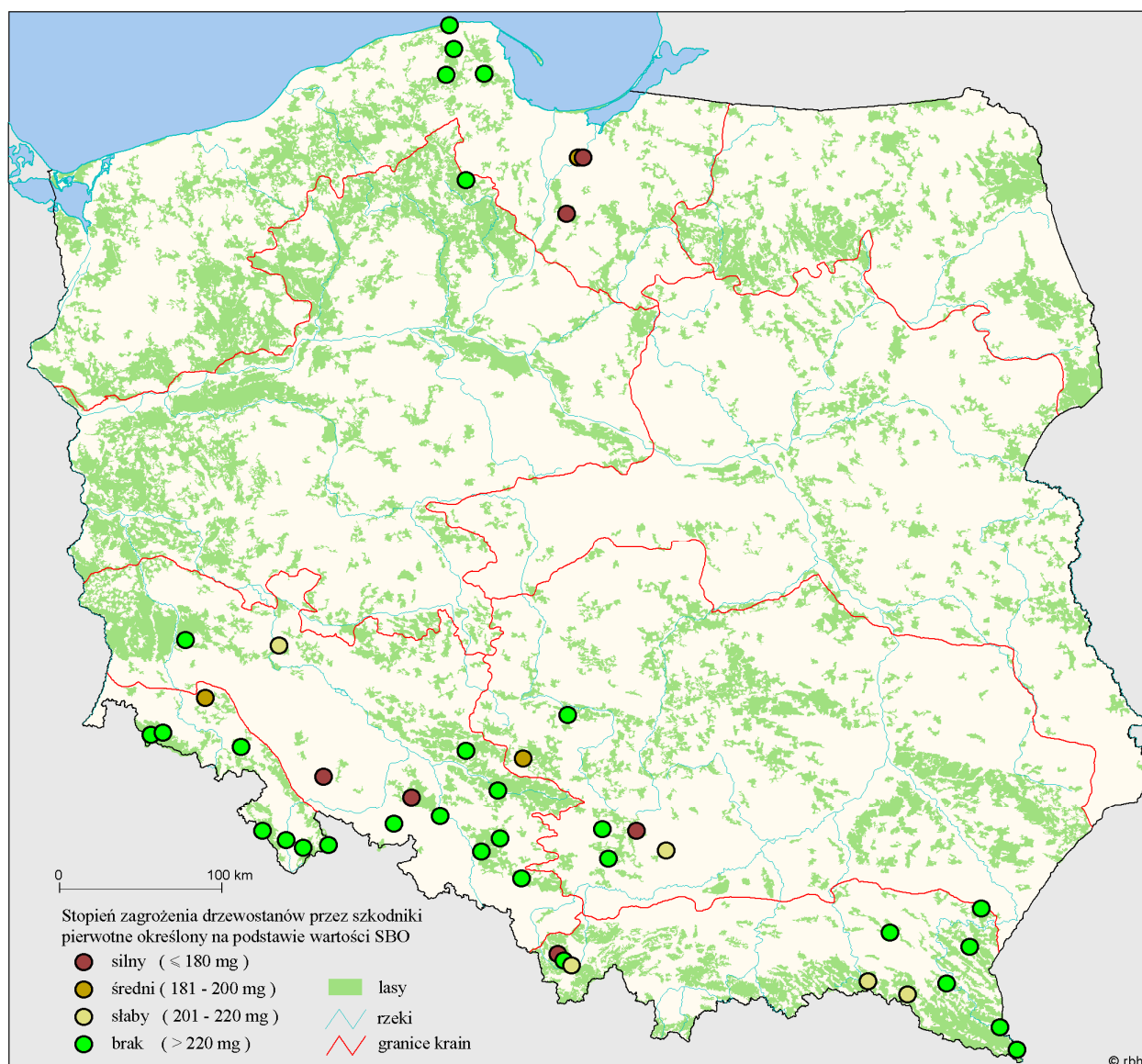
Na kilku powierzchniach odłowy były tak niskie, że wyniki odrzucono. Prawdopodobnie niekorzystne warunki pogodowe doprowadziły do obniżenia aktywności owadów oraz zmniejszenia zasięgu penetracji terenu. Obserwacje na tych powierzchniach zostaną powtórzone w przyszłym roku. Do dalszej analizy przyjęto dane uzyskane na 44 powierzchniach SPO.

Powierzchnie badane w 2001 roku charakteryzują się różnymi typami siedliskowymi

lasu. 16 powierzchni jest umiejscowionych na siedlisk borowych, 28 powierzchni - na różnych typach siedlisk lasowych. Zróżnicowanie dotyczy też gatunku panującego w drzewostanie (21 powierzchni sosnowych, 14 świerkowych, 4 dębowe i 5 bukowych) oraz wieku drzewostanu (od 41 do 99 lat).

Na 30 powierzchniach wartość wskaźnika SBO nie wskazuje na istnienie zagrożeń ze strony owadów liściożernych ($SBO > 220 \text{ mg}$). 12 z tych powierzchni jest zlokalizowanych na siedliskach borowych, a 18 na siedliskach lasowych. Na siedlisku boru świeżego wartość SBO wyniosła średnio 264 mg i była podobna do wartości uzyskanych w ubiegłych latach na innych powierzchniach zlokalizowanych na tym typie siedliska (251 mg w 1999 roku oraz 269 mg w

2000 roku). Z kolei na siedlisku boru mieszanego świeżego średnia wartość SBO w 2001 roku (261 mg) była wyższa niż w latach 1999-2000 (odpowiednio: 211 i 231 mg).



Rys. 17. Stopień zagrożenia drzewostanów przez szkodniki pierwotne określony na podstawie wartości SBO (średniej biomasy osobniczej biegaczowatych) - 2001 rok

Na siedliskach lasowych średnie wartości SBO były na ogół wyższe od 220 mg, z jednym wyjątkiem. Na siedlisku lasu mieszanego wyżynnego średnia (policzona z 2 powierzchni: świerkowej i dębowej, zlokalizowanych w RDLP Wrocław) osiągnęła wartość równą zaledwie 133 mg. W przypadku pierwszej z wymienionych powierzchni (nadm. Henryków) tak niską wartość SBO można tłumaczyć niedostosowaniem składu gatunkowego drzewostanu do istniejącego siedliska. Podobne zjawiska można obserwować w lasach Pomorza Zachodniego, gdzie często drzewostany bukowe zastąpiono sosnowymi, w których wartości SBO są znacznie niższe, niż na podobnych powierzchniach z drzewostanami o właściwym składzie gatunkowym. W przypadku drugiej powierzchni (nadm. Złotoryja) nie można jednoznacznie stwierdzić, jaka jest

przyczyna tak niskiej wartości SBO. Charakterystyka przyrodniczo-leśna tej powierzchni nie wskazuje na istnienie naturalnych czynników zaburzających wzrost drzewostanu oraz procesy sukcesyjne w glebie.

Wartość SBO niższą niż 180 mg zanotowano na 6 powierzchniach i można w ich przypadku stwierdzić, że utrzymuje się na nich wysokie zagrożenie ze strony foliofagów sosny. Jedna z tych powierzchni została już omówiona (nadm. Henryków), trzy inne również leżą na siedliskach lasowych: 2 pow. z dominującą w drzewostanie sosną położone są w RDLP Gdańsk (nadm. Elbląg i Kwidzyn), trzecia świerkowa, w RDLP Katowice (nadm. Bielsko). Dwie pozostałe powierzchnie, charakteryzujące się niską wartością SBO znajdują się na siedliskach borowych w RDLP Katowice (nadm. Olkusz i Tułowice).

Zagrożenie średnie ($181 \text{ mg} \leq \text{SBO} \leq 200 \text{ mg}$) wykazano na 3 powierzchniach, w tym na 1 z siedliskiem borowym, zagrożenie małe ($201 \text{ mg} \leq \text{SBO} \leq 220 \text{ mg}$) stwierdzono na 5 powierzchniach, w tym również tylko na jednej z siedliskiem borowym.

Spośród 44 powierzchni, na których przeprowadzono odłowy biegaczowatych na 6 powierzchniach stwierdzono wysokie zagrożenie ze strony foliofagów sosny, na 3 powierzchniach - zagrożenie średnie i na 5 powierzchniach - zagrożenie małe.

11. Poziom zagrożenia lasów grzybami patogenicznymi

Monitoring fitopatologiczny realizowany był w 2001 r. we wszystkich krainach przyrodniczo-leśnych na 556 poletkach pomiarowych, w sieci 148 powierzchni SPO I rzędu monitoringu lasu. Łączna powierzchnia poddana ocenom wyniosła 8,145 ha: największa w Krainie Małopolskiej (1,724 ha), najmniejsza w Krainie Sudeckiej (0,402 ha).

Wybrane powierzchnie charakteryzowały się wysoką reprezentatywnością. Zlokalizowane zostały w drzewostanach reprezentujących główne typy siedliskowe lasu występujące w Polsce, ogółem w 18 jednostkach typologicznych. Dominowały siedliska BMśw, Bśw, LMśw i Lśw, łącznie 373 poletka. Siedliska wyżynne charakteryzowały 52 poletka, górskie - 68 poletek, bagienne - 14 poletek oraz olsy i łęgi - 14 poletek. Brak było poletek zlokalizowanych na siedlisku boru suchego.

Wiek badanych drzewostanów mieścił się w przedziale 47-138 lat, najliczniej (47% wszystkich poletek) reprezentowane były drzewostany IV klasy wieku.

Obserwacjami objęto ogółem 5323 drzewa ponad 25 gatunków, wśród których najliczniej reprezentowane były: sosna - 49% drzew, dąb - 13% drzew i świerk - 12% drzew. Łączny udział gatunków iglastych (sosna, świerk, jodła i modrzew) wynosił 66%, liściastych (dąb, buk, brzoza, grab, czereśnia, lipa, osika, jesion i in.) - 34%.

Ocenie fitopatologicznej poddano łącznie 2181 pniaków, wśród których 47% to pniaki sosnowe, 16% - świerkowe i 11% - dębowe. Pniaków gatunków iglastych było łącznie 1621 (74%), gatunków liściastych - 560 (26%).

Analiza zakresu ocen i przydatności wyników uzyskiwanych w poprzednich latach była podstawą do modyfikacji sieci punktów monitoringu fitopatologicznego oraz przyjęcia pięcioletniego cyklu prowadzenia obserwacji. Pozwoliło to zwiększyć liczbę obiektów poddanych ocenom, a co za tym idzie podnieść wiarygodność i reprezentatywność tych ocen, przy założeniu utrzymania dotychczasowej liczby punktów ocenianych corocznie (około 150).

Ocenę zagrożenie 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), zgodnie z kryteriami przyjętymi w roku epifitozy tego zjawiska (1996). Parametry te umożliwiają określenie syntetycznego wskaźnika potencjalnego zagrożenia drzewostanów zamieraniem pędów (WZD). Wcześniejsze doświadczenia wykazują, że dla oceny zagrożenia drzewostanów decydujące znaczenie mają wartości wskaźnika Wp - bezpośrednio wskazujące na występowanie i porażenie pędów przez chorobotwórcze grzyby. Wartości wskaźnika Wg okazują się być kryterium pośrednim, z uwagi na możliwość oddziaływania innych niż patogeny przyczyn, np. silnych wiatrów, wzmożonego żerowania szkodników owadzych, wykonywania w drzewostanie prac pielęgnacyjnych. Dodatkowym kryterium oceny może być występowanie symptomów uszkodzeń drzew związanych z zamieraniem pędów sosny, takich jak nekrozy i zamieranie pędów i pączków (kod 1), przebarwienia igliwia (kod 5), zamieranie wierzchołka (kod 8).

W roku 2001 zagrożenie drzewostanów sosnowych ze strony grzybów powodujących uszkodzenia aparatu asymilacyjnego było niskie (Tab. 10). Wartość wskaźnika WZD była nieznacznie niższa niż w roku 2000 oraz istotnie niższa (o około 1/3) niż w roku 1999. Różnice wartości wskaźnika Wp, bezpośrednio odnoszącego się do występowania zagrożenia przez grzyby porażające pędy sosen, były niewielkie (od 1,104 w 2001 do 1,228 w roku 1999), co świadczy o utrzymywaniu się stanu niskiego zagrożenia. Do podobnego wniosku prowadzi analiza uszkodzeń aparatu asymilacyjnego (pędów, igieł i pączków) sosen. Udział drzew z

symptomami tego rodzaju uszkodzeń był w 2001 roku (17,12%) mniejszy niż w roku poprzednim (22,36%).

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	16,36	28	34	5	1	3	1	1,306	1,083	1,415
Mazursko-Podlaska	1,16	39	39	-	-	-	-	1,000	1,000	1,000
Wielkopolsko-Pom.	10,84	40	48	4	1	7	2	1,353	1,098	1,486
Mazowiecko-Podl.	10,06	28	40	17	7	4	2	1,510	1,224	1,849
Śląska	60,13	32	38	7	1	3	3	1,310	1,167	1,528
Małopolska	2,60	46	72	16	3	14	1	1,579	1,066	1,683
Sudecka	100,00	3	3	-	-	-	-	1,000	1,000	1,000
Karpacka	0,00	3	3	-	-	-	-	1,000	1,000	1,000
Kraj 2001	17,12	219	277	49	13	31	9	1,371	1,104	1,513
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

Pomimo niskich przeciętnych wartości wskaźnika WZD, zróżnicowanie drzewostanów sosnowych pod względem zagrożenia zamieraniem pędów było duże (Tab. 10). Wskaźnik ten osiągał wartości od 1,000 (Krainy: Mazursko-Podlaska, Sudecka i Karpacka), do 1,849 (Kraina Mazowiecko-Podlaska). Zróżnicowanie wartości wskaźnika Wp było mniejsze: od 1,000 do 1,224. Wyniki wskazują na południowe Mazowsze i Lubelszczyznę, jako regiony Polski najsilniej zagrożone w roku 2001 przez choroby aparatu asymilacyjnego i pędów.

W roku 2001 na powierzchniach monitoringu fitopatologicznego stwierdzano od 156 (Kraina Bałtycka) do 361 (Kraina Karpacka) pniaków/ha, przy średniej dla całego kraju wynoszącej 268 pniaków/ha - Tab. 11. Na powierzchniach poddanych ocenie w roku 2001, w porównaniu z powierzchniami z roku 2000, zanotowano mniejszą liczbę pniaków. Może to mieć związek z wyższą średnią wieku (72 lata) drzewostanów ocenianych w roku 2001.

Zasiedlenie pniaków przez grzyby zawierało się w przedziale od 28,82% (Kraina Karpacka) do 66,96% (Kraina Wielkopolsko-Pomorska), przy średniej krajowej wynoszącej 44,11%. Wartości te są nieco wyższe niż w roku poprzednim (36,90%) i zbliżone do danych z roku 1999 (46,94%). Wartości wskaźników wieku i stopnia rozłożenia pniaków były do siebie w

większości krain przyrodniczo-leśnych zbliżone. Średnie wartości tych wskaźników dla całego kraju nie odbiegały od średnich z lat poprzednich (Tab. 11), co świadczy o zrównoważonym charakterze zasiedlania pniaków przez organizmy grzybowe.

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

Kraina przyrodniczo-leśna	Pn/ha	WG [%]	Wiek	Rozł.
Bałtycka	156	39,72	2,44	2,33
Mazursko-Podlaska	241	37,61	2,69	2,47
Wielkopolsko-Pomorska	188	66,96	2,31	2,26
Mazowiecko-Podlaska	292	48,91	2,12	2,12
Śląska	302	55,19	2,34	2,02
Małopolska	312	42,38	2,51	2,32
Sudecka	261	30,48	2,67	2,32
Karpacka	361	28,81	2,81	2,19
Kraj 2001	268	44,11	2,49	2,24
Kraj 2000	291	36,90	2,51	2,27
Kraj 1999	403	46,94	2,44	2,28

Pn/ha - liczba pniaków na 1 ha

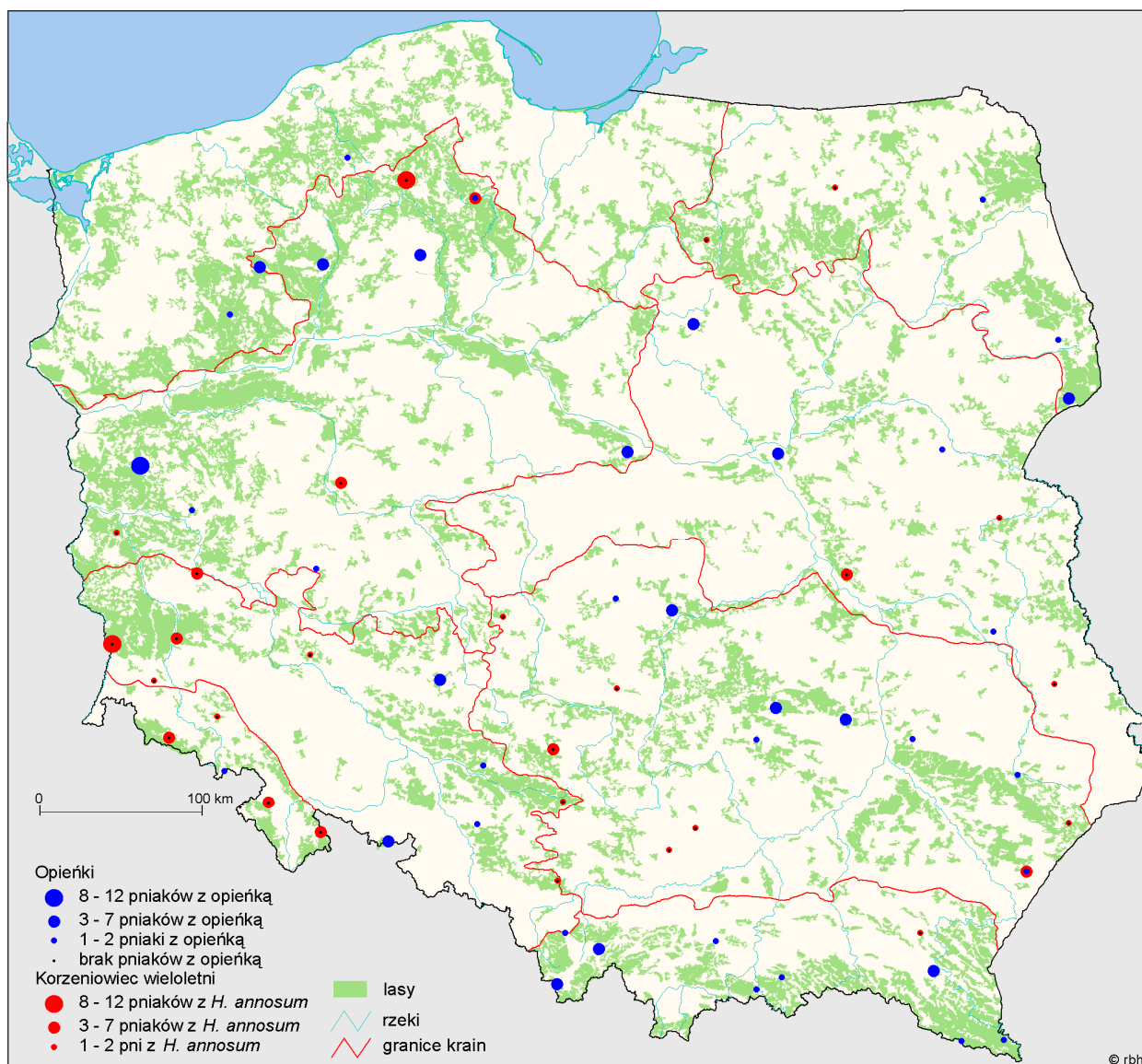
WG - wskaźnik zasiedlenia pniaków przez grzyby (udział pniaków zasiedlonych przez grzyby w ogólnej liczbie pniaków)

Wiek - wskaźnik wieku pniaków (średnia ważona)

Rozł. - wskaźnik rozłożenia pniaków (średnia ważona)

Występowanie patogenów, wyrażone liczebnością pniaków skolonizowanych przez **korzeniowca wieloletniego** bądź **opieńki**, było w 2001 roku zbliżone do tego z roku poprzedniego (24,8) i średnio w kraju wynosiło 23,7 pniaków/ha - Tab. 12, Rys. 21. Również wielkość wskaźnika WP% była podobna (8,85%) jak w roku poprzednim (8,50%). Z pewnością jest to związane ze zbliżoną strukturą gatunkową inwentaryzowanych drzewostanów, wyrażającą się m.in. udziałem drzew i pniaków iglastych. Wyniósł on w latach 2000 i 2001 odpowiednio 65% i 66% dla drzew oraz 72% i 73% dla pniaków.

Rozpowszechnienie patogenów wykazywało wyraźne zróżnicowanie regionalne (Rys. 21). Miało podobny rozkład przestrzenny jak w roku poprzednim. Najwięcej pniaków zasiedlonych przez sprawców chorób korzeni stwierdzono w Krainach: Śląskiej, Wielkopolsko-Pomorskiej i Sudeckiej (P/ha powyżej 30 pniaków/ha i WP w zakresie wartości 12,01-18,50). Znacznie mniej rozpowszechnione były patogeny w drzewostanach Krain: Mazursko-Podlaskiej i Bałtyckiej - P/ha = 8,2 i 8,8 pniaków/ha oraz WP% = 3,42 i 5,67%.



Rys. 18. Występowanie patogenów korzeni (*Heterobasidion annosum* oraz *Armillaria* spp.) na powierzchniach monitoringu fitopatologicznego w 2001 roku

W roku 2001 **grzyby saprotroficzne** były nieznacznie częściej notowane na powierzchniach monitoringu fitopatologicznego, niż to miało miejsce w roku 2000 - Tab. 12. Średnie wartości wskaźników S/ha i WS% dla całego kraju wynosiły 94,4 pniaki/ha i 35,26%, podczas gdy rok wcześniej: odpowiednio 82,7 pniaki/ha i 28,38%. Przyczyn tego upatrywać można w fakcie nierównomiernego występowania grzybów saprotroficznych w poszczególnych latach, na co istotny wpływ wywierają warunki termiczne i wilgotnościowe oraz dostępność świeżej bazy pokarmowej (pniaków) w okresie kolonizacji.

Regionalnie, zróżnicowanie kolonizacji pniaków przez grzyby saprotroficzne było duże. Najliczniej grzyby te stwierdzano na pniakach w Krainach Śląskiej (S/ha = 130,2 pniaków/ha), Mazowiecko-Podlaskiej (115,2 pniaków/ha) i Małopolskiej (113,1 pniaków/ha), najrzadziej zaś w Krainach Sudeckiej i Bałtyckiej (około 50 pniaków/ha). Rozkład przestrzenny wartości wskaźnika

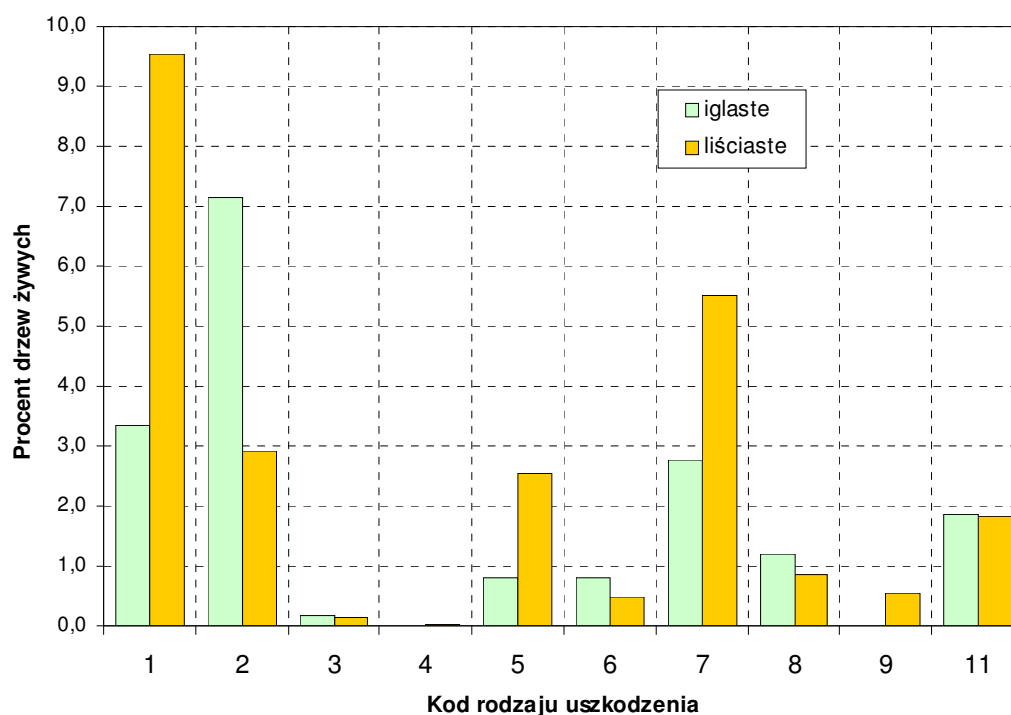
WS% był zróżnicowany w dużo mniejszym stopniu. W większości krain przyrodniczo-leśnych wskaźnik ten osiągał wielkości z przedziału 34-49%, tylko w Krainach Sudeckiej i Karpackiej - około 20%. Rozkład przestrzenny występowania saprotrofów w 2001 roku zbliżony był do rozkładu stwierdzonego w roku 2000.

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

Kraina przyrodniczo-leśna	P/ha	WP [%]	S/ha	WS [%]	WD	EP [%]
Bałtycka	8,8	5,67	53,1	34,04	6,00	9,41
Mazursko-Podlaska	8,2	3,42	82,4	34,19	10,00	5,48
Wielkopolsko-Pomorska	34,8	18,50	91,3	48,46	2,62	56,00
Mazowiecko-Podlaska	27,7	9,49	115,2	39,42	4,15	18,57
Śląska	36,2	12,01	130,2	43,18	3,59	26,81
Małopolska	19,1	6,13	113,1	36,25	5,91	10,65
Sudecka	32,4	12,38	47,3	18,10	1,46	17,81
Karpacka	26,5	7,34	77,6	21,47	2,92	10,32
Kraj 2001	23,7	8,85	94,4	35,26	3,98	15,83
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

- 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 - Wsk. 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)

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. Średnie dla kraju wartości tych wskaźników w roku 2001 (3,98 i 15,83%) były nieznacznie wyższe od tych z roku poprzedniego (3,34 i 13,46%), co interpretować można, w przypadku WD - jako niewielkie zwiększenie udziału saprotrofów względem patogenów, zaś w przypadku EP% - nieznaczne zmniejszenia potencjalnego zagrożenia wynikającego z mniejszej dostępności baz pokarmowych. Wskazuje to na brak dynamicznych postępujących zmian zagrożenia ze strony patogenów korzeni w lasach Polski.



Rodzaje uszkodzeń:		6	Zrakowacenia
1	Uszkodzenia (zamieranie) pędów, pączków	7	Otwarte rany
2	Owocniki grzybów i inne indykatory rozkładu drewna	8	Martwy wierzchołek, suchoczub
3	Zerwane korzenie (do 1 m od pnia)	9	Wycieki żywicy i inne wycieki (na drzewach liściastych)
4	Zerwane lub martwe korzenie (ponad 1 m od pnia)	11	Inne uszkodzenia
5	Przebarwienia liści		

Rys. 19. Udział procentowy różnych rodzajów uszkodzeń pojawiających się na drzewach iglastych i liściastych w 2001 roku (monitoring fitopatologiczny)

Zróznicowanie wartości wskaźników WD i EP pomiędzy krainami przyrodniczo-leśnymi było duże (Tab. 12). Największe zagrożenie, występowało w Krainie Sudeckiej (WD = 1,46 i EP = 17,81%). W pozostałych krainach wartości wskaźnika WD były większe od 2,50. W Krainie Mazursko-Podlaskiej osiągnął wartość 10,00. Wartości wskaźnika EP zawierały się w przedziale 10-56%. Jedynie w Krainie Mazursko-Podlaskiej były mniejsze (5,48%), co spowodowane było małą liczbą pniaków skolonizowanych przez patogeny (8,2 pniaków/ha) oraz małym udziałem tych pniaków w ogólnej liczbie zinwentaryzowanych pniaków (WP = 3,42%). Przestrzenny rozkład wartości omówionych powyżej wskaźników w 2001 roku był podobny jak w roku 2000. Najniższe zagrożenie ze strony patogenów korzeni charakteryzowało drzewostany położone na północy i wschodzie Polski (Krainy: Mazursko-Podlaska, Bałtycka i Małopolska). Najwyższe zagrożenie przypisać natomiast należy drzewostanom górskim (Krainy: Sudecka i Karpacka).

Dane na temat **symptomów uszkodzeń drzew** wybranych rodzajów w układzie 6 podstawowych gatunków lasotwórczych oraz drzewostanów liściastych i iglastych łącznie przedstawia Tab. 13 oraz Rys. 22.

Tabela 13. Wyniki oceny uszkodzeń drzew gatunków występujących na poletkach monitoringu fitopatologicznego

Gatunek drzewa	Udział drzew z uszkodzeniami w ogólnej liczbie drzew żywych [%]				Rodzaj uszkodzenia najczęściej występującego
	Wszystkie uszkodzenia	Aparat asymilacyjny	Rozkład drewna	Uszkodzenia najczęstsze	
Sosna	21,8	17,1	1,5	10,5	Zamieranie pędów i pączków
Świerk	37,4	10,6	7,2	17,9	Otwarte rany
Jodła	20,2	1,6	7,7	7,7	Rozkład drewna
Dąb	21,9	13,1	4,8	6,7	Zamieranie pędów i pączków
Buk	24,4	4,1	16,4	16,4	Rozkład drewna
Brzoza	6,9	3,6	0,3	2,4	Inne uszkodzenia
Inne gatunki	14,8	2,8	7,5	7,5	Rozkład drewna
Iglaste razem	24,4	14,8	2,9	9,6	Zamieranie pędów i pączków
Liściaste razem	18,1	7,2	7,1	7,1	Rozkład drewna
Kraj 2001	22,3	12,2	4,3	7,5	Zamieranie pędów i pączków
Kraj 2000	24,6	14,8	4,0	8,7	Zamieranie pędów i pączków

Spośród głównych gatunków lasotwórczych uszkodzenia najczęściej stwierdzane były na świerku (na 37,4% drzew). Liczba sosen, jodeł, dębów i buków z uszkodzeniami stanowiła około 20% analizowanych drzew, natomiast dla brzozy była znacznie niższa, stanowiąc 6,9% drzew z uszkodzeniami. U pozostałych gatunków (modrzew oraz inne gatunki liściaste) uszkodzenia stwierdzono u 14,8% drzew, które najczęściej ulegały rozkładowi drewna - ten rodzaj uszkodzenia stwierdzono u 7,5% drzew. Uszkodzenia aparatu asymilacyjnego drzew (zamieranie pędów i pączków, przebarwienia igliwia, zamieranie wierzchołka) stanowiły najliczniejszą grupę uszkodzeń sosen i dębów - stwierdzono je u 22,4% sosen i 13,1% dębów, co stanowiło odpowiednio 78 i 60% wszystkich uszkodzeń stwierdzonych na drzewach tych dwu gatunków. Najczęściej występującym rodzajem uszkodzenia u obu tych gatunków było zamieranie pędów i pączków, stwierdzone u 10,5% sosen i 6,7% dębów. Uszkodzenia aparatu asymilacyjnego (jako kompleks uszkodzeń) i zamieranie pędów i pączków (jako wyróżniony rodzaj uszkodzenia) dominowały także w odniesieniu do drzew gatunków iglastych łącznie (14,8% i 9,6%) oraz wszystkich drzew łącznie (12,2% i 7,5%). Spośród innych wyróżnionych rodzajów uszkodzeń rozkład drewna stwierdzany był najczęściej wśród wszystkich rodzajów uszkodzeń na bukach (16,4% drzew) oraz na drzewach liściastych łącznie (7,1%). Natomiast najczęściej występującym rodzajem uszkodzenia na świerku były otwarte rany, stwierdzane na 17,9% drzew tego gatunku, co stanowi blisko 48% wszystkich uszkodzeń świerków.

W porównaniu do roku 2000 nie stwierdzono zasadniczych zmian pod względem częstości występowania uszkodzeń, zarówno w odniesieniu do wszystkich łącznie, jak i uszkodzeń aparatu asymilacyjnego i rozkładu drewna. W roku 2001, podobnie jak to miało miejsce w roku poprzednim, najczęściej identyfikowanym uszkodzeniem było zamieranie pędów i pączków.

Zagrożenie ze strony zamierania pędów sosny utrzymuje się na niewielkim poziomie, typowym dla okresu międzyepifitozyjnego.

Wskaźniki zagrożenia drzewostanów ze strony patogenów korzeni przyjmowały wartości zbliżone do tych z roku 2000, co świadczy o powolnym charakterze zmian zagrożenia lasów ze strony tej grupy grzybów.

Ocena stanu drzew pozwoliła wyróżnić dwie kategorie najczęściej występujących uszkodzeń: uszkodzenia aparatu asymilacyjnego (zamieranie pędów i pączków, przebarwienia liści, zamieranie wierzchołka) oraz występowanie oznak rozkładu drewna. Wyniki uzyskane w roku 2001 w wysokim stopniu są zgodne z danymi z roku poprzedniego.

12. Ocena wpływu czynników środowiska na stan zdrowotny lasów w 2001 roku i przewidywany kierunek zmian w najbliższych latach

Stan zdrowotny lasów w 2001 roku, oceniany na podstawie defoliacji koron drzew, wykazał nieznaczną poprawę w odniesieniu do roku 2000. Wskaźnik defoliacji w roku 2001 dla wszystkich gatunków razem w 2001 roku wyniósł 2,73 i był o 0,02 niższy niż w roku 2000. Udział drzew uszkodzonych (powyżej 25% defoliacji) zmniejszył się w 2001 roku o 1,33% i był najniższy w pięcioleciu 1997-2001. Nieznacznie, o 0,42% zmniejszył się również udział drzew zdrowych. Ostatnie pięciolecie wykazuje tendencję powolnej poprawy stanu zdrowotnego lasów, zakłócaną niekiedy wzrostem udziału drzew uszkodzonych, powodowanym niekorzystnymi warunkami pogodowymi.

Wśród monitorowanych gatunków stała choć powolną poprawę stanu zdrowotnego odnotowano w drzewostanach dębowych i w drzewostanach sosnowych. W 2001 roku drzewostany tych gatunków charakteryzowały się mniejszym udziałem drzew uszkodzonych w porównaniu do roku 2000. W drzewostanach dębowych udział drzew uszkodzonych obniżył się o 4,90%, w drzewostanach sosnowych o 2,45%. Udział drzew uszkodzonych w drzewostanach świerkowych utrzymywał się na tym samym poziomie. U tego gatunku największa poprawa kondycji drzewostanów nastąpiła w latach 1998-1999. Przeciwną tendencję zarejestrowano w

drzewostanach jodłowych, które w 2001 roku wykazały wyraźne pogorszenie stanu zdrowotnego, udział drzew uszkodzonych wzrósł o 10,69% w stosunku do roku 2000. Obniżenie poziomu zdrowotnego, chociaż w znacznie mniejszym stopniu, zarejestrowano również w drzewostanach bukowych, gdzie udział drzew uszkodzonych wzrósł o 3,51% i w drzewostanach brzoźowych, gdzie wzrost ten wyniósł 0,87%.

Zmiany stanu zdrowotnego drzewostanów w układzie geograficznym wykazywały zmienne tendencje.

Można wnioskować, że w 2001 roku zaistniał zrównoważony układ czynników środowiska, nie wpływający w sposób znaczący na zmianę zdrowotności drzewostanów. Występujące w maju na obszarze całego kraju: deficyt opadów oraz wysokie temperatury powietrza to czynniki abiotyczne mogące mieć niekorzystny wpływ na kształtowanie się aparatu asymilacyjnego.

Stężenia dwutlenku siarki i dwutlenku azotu, mierzone w sieci SPO II rzędu metodą pasywną, w większości punktów wykazywały podobny poziom jak w roku 2000. Najwyższe wartości stężeń odnotowano w Krainach Małopolskiej i Śląskiej, a najniższe w Krainie Mazursko-Podlaskiej. Podobnie jak w roku poprzednim w całym kraju odnotowano wyższe stężenia NO₂ niż SO₂. Zarysowująca się tendencja niewielkiego wzrostu stężeń dwutlenku azotu w Polsce południowej może, w dłuższym okresie czasu, wpływać na eutrofizację siedlisk leśnych. Przewidywania te potwierdza wysoki depozyt związków azotowych, szczególnie w formie N-NH₄, który występuje na znacznym obszarze kraju. Kwasowość opadów utrzymuje się na podobnym poziomie jak w roku ubiegłym. Zauważalna jest ciągle wyższa kwasowość opadów w Polsce południowej niż w północnej. Koncentracje metali ciężkich w opadzie atmosferycznym w Polsce południowej na ogół wykazują wyższe wartości niż w północnej części kraju. Biorąc pod uwagę pozytywną istotną korelację pomiędzy zawartością ołowiu w liściach dębu a defoliacją można sądzić, że obciążenie ekosystemu leśnego ołowiem ma wpływ na zdrowotność drzewostanów dębowych w Polsce południowej.

Porównanie wyników analiz chemicznych liści dębu i buka z lat 1997 i 2001 wykazało wzrost zawartości takich makroelementów jak potas, wapń, magnez i fosfor w tym materiale na większości powierzchni. Zjawisko to wskazuje na występowanie procesu eutrofizacji siedlisk leśnych. Spadek zawartości siarki w liściach na kilku powierzchniach zlokalizowanych w południowej części kraju może być skutkiem występującego w ostatnim okresie w tych rejonach spadku stężeń SO₂ w powietrzu. Proces eutrofizacji siedlisk leśnych może spowodować znaczące zmiany w ekosystemach leśnych. Zmiany te w pierwszym okresie będą dotyczyły składu

gatunkowego roślin runa. Prawdopodobny jest również wzrost wrażliwości ekosystemów leśnych na czynniki chorobowe i oddziaływanie czynników abiotycznych. Wydaje się koniecznym dalsze monitorowanie tych procesów i ich ewentualnych skutków.

Ocena poziomu zagrożeń biotycznych w 2001 roku dokonana na podstawie oceny intensywności zamierania pędów sosny oraz występowania patogenów korzeni a także liczebności populacji foliofagów nie wskazuje na wzrost zagrożenia w porównaniu do roku 2000. Od kilku lat poziom zagrożenia grzybami patogenicznymi i owadami liściożernymi utrzymuje się na niskim poziomie i nie obserwuje się przesłanek zapowiadających gwałtowny wzrost zagrożenia czynnikami biotycznymi.

Prognozując poziom zdrowotności lasów na najbliższe lata, można przewidywać jego stabilizację z wahaniami wokół aktualnego poziomu, zależnie od warunków pogodowych. Obserwowany proces eutrofizacji siedlisk leśnych może zwiększać wrażliwość ekosystemów leśnych na czynniki środowiska. Jednocześnie istnieje prawdopodobieństwo wystąpienia anomalii pogodowych, związanych ze zmianami klimatycznymi. Współwystępowanie tych zjawisk może prowadzić do wystąpienia, lokalnie lub regionalnie, zdarzeń ekstremalnych stwarzających zagrożenie dla lasów.

13. Stwierdzenia końcowe i wnioski

Wyniki obserwacji, pomiarów i analiz wykonanych w 2001 roku pozwalają na sformułowanie poniższych stwierdzeń i wniosków:

- W 2001 roku poziom zdrowotny drzewostanów (gatunki razem) w porównaniu do roku ubiegłego uległ nieznacznej poprawie. Wskaźnik defoliacji drzewostanów starszych (powyżej 40 lat) zmniejszył się z 2,75 w 2000 roku do 2,73 w roku 2001.
- Wzrost poziomu uszkodzenia drzewostanów, statystycznie istotny, dotyczył wyłącznie drzewostanów jodłowych. Nieznaczny wzrost poziomu uszkodzenia odnotowano w drzewostanach bukowych i brzoźowych. Poprawę odnotowano w drzewostanach dębowych i sosnowych. Drzewostany świerkowe zachowały poziom zdrowotności podobny jak w 2000 roku.
- Drzewostany Krainy Karpackiej wykazują statystycznie istotny wyższy poziom uszkodzenia w porównaniu do innych regionów kraju. Drzewostany Krain: Bałtyckiej i Mazursko-Podlaskiej charakteryzują się najniższym poziomem uszkodzenia.

- W większości krain przyrodniczo-leśnych odnotowano trend poprawy stanu zdrowotnego drzewostanów. Do wyjątków należy Kraina Karpacka.
- Warunki pogodowe w okresie wegetacyjnym 2001 roku były zróżnicowane. W maju, w niektórych regionach kraju, wystąpił niedobór opadów przy wysokich temperaturach powietrza. Taki układ pogodowy w okresie intensywnego wzrostu drzew mógł niekorzystnie odbić się na ich stanie zdrowotnym. Występujący lokalnie deficyt wodny ustąpił w końcowym okresie sezonu wegetacyjnego, kiedy to wystąpiły bardzo intensywne opady, znacznie przekraczające wieloletnie normy.
- W 2001 r. wydajność obradzania sosny zbliżona była do przeciętnego poziomu wieloletniego, osiągając najniższe wartości w Krainie Mazursko-Podlaskiej i Mazowiecko-Podlaskiej. Nasiona charakteryzowały się zwiększoną masą właściwą, dużymi wymiarami zarodka i prabielma oraz bardzo wysoką zdolnością i energią kiełkowania. Większa niż w innych latach była również przeciętna w kraju odporność nasion sosny na warunki stresowe testu przyspieszonego postarzania, choć charakteryzowała się ona bardzo dużą zmiennością
- Liczebność owadów liściożernych, utrzymywała się na poziomie nie stwarzającym większego zagrożenia w lasach. Liczebność populacji brudnicy mniszki zmniejszyła się, chociaż lokalnie utrzymuje się na poziomie, który może stanowić ognisko zapalne nowej gradacji. Lokalnie zanotowano podwyższone liczebności barczatki sosnówki (nadm. Bydgoszcz) oraz strzygonii choinówki (nadm. Lubsko)
- Zagrożenie grzybami patogenicznymi zarówno ze strony zamierania pędów sosny jak i ze strony patogenów korzeni w 2001 roku, podobnie jak w roku poprzednim, utrzymywało się na niskim poziomie.
- W próbkach liści dębu i buka pobranych w 2001 r. stwierdzono zwiększone zawartości fosforu i magnezu oraz zmniejszone zawartości glinu w porównaniu z wynikami z roku 1997. Zawartości innych pierwiastków również różniły się od zanotowanych w 1997 roku, jednak różnice były mniejsze lub dotyczyły tylko niektórych powierzchni.
- Przy istotności współczynnika korelacji 0,05 stwierdzono istotną ujemną korelację pomiędzy zawartością fosforu w liściach dębu a średnią defoliacją drzewostanów tego gatunku. Istotną korelację na poziomie 0,04 odnotowano także pomiędzy zawartością wapnia i ołowiu w liściach a średnią defoliacją drzewostanów dębowych.
- W zestawieniu z rokiem 2000, w 2001 roku zaznacza się niewielki przeciętny spadek masy ładunków jonów alkalicznych, przy jednoczesnym obniżeniu się dopływu jonów

kwasogennych oraz jonów eutrofizujących wnoszonych z opadami atmosferycznymi na obszary leśne kraju.

- Analiza pomiarów zanieczyszczenia powietrza atmosferycznego nad obszarami lasów z ostatnich 2 lat potwierdza trend systematycznego obniżania się koncentracji głównych zanieczyszczeń gazowych: SO₂ i NO₂. Tempo spadku jest mniej wyraźne w przypadku dwutlenku azotu, co może mieć związek z rozwojem transportu samochodowego.

14. Literatura

1. *Forest Foliar Condition in Europe, Results of large-scale foliar chemistry surveys (survey 1995 and data from previous years)*, Forest Foliar Co-ordinating Centre in co-operation with the Austrian Federal Forest Research Centre, EC-UN/ECE-FBVA, Brussels, Geneva, Vienna, 1997.
2. Grodzińska K. i in., *Ocena stanu środowiska i procesów zachodzących w lasach zlewni potoku Ratanica (Pogórze Wielickie, Polska południowa)*, Biblioteka Monitoringu Środowiska, Warszawa, 1996.
3. Hryniewicz R., Przybylska G., *Zanieczyszczenie opadów atmosferycznych w Polsce, Przemiany stosunków wodnych w Polsce w wyniku procesów naturalnych i antropogenicznych*, PWN, Kraków, 1993.
4. Janek M., *Ocena wpływu drzewostanów iglastych na jakość wód opadowych w Puszczy Augustowskiej*. W: Stan i antropogeniczne zmiany jakości wód w Polsce, red. Burchard J., Wyd. Uniw. Łódzkiego, Łódź, 2000.
5. Johnson D. W., Lindberg S. E., *Atmospheric deposition and forest nutrient cycling: a synthesis of the integrated forest study*, Springer-Verlag, New York, 1992.
6. Kocięcki S., *Terminarz nasiennictwa leśnego*, PWRiL, Warszawa, 1966.
7. *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.
8. Rademacher P., *Atmospheric Heavy Metals and Forest Ecosystems*, Federal Research Centre for Forestry and Forest Products, UN/ECE Geneva, 2001.
9. *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)
10. 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.

11. Wawrzoniak J. i in., *Stan uszkodzenia lasów w Polsce w 1997 roku na podstawie badań monitoringowych*, PIOŚ, Biblioteka Monitoringu Środowiska, Warszawa, 1998.
12. Wawrzoniak J. i in., *Stan uszkodzenia lasów w Polsce w 1998 roku na podstawie badań monitoringowych*, Inspekcja Ochrony Środowiska, Biblioteka Monitoringu Środowiska, Warszawa, 1999.
13. Wawrzoniak J. i in., *Stan uszkodzenia lasów w Polsce w 1999 roku na podstawie badań monitoringowych*, Inspekcja Ochrony Środowiska, Biblioteka Monitoringu Środowiska, Warszawa, 2000.
14. Wawrzoniak J. i in., *Stan uszkodzenia lasów w Polsce w 2000 roku na podstawie badań monitoringowych*, Inspekcja Ochrony Środowiska, Biblioteka Monitoringu Środowiska, Warszawa, 2001.
15. 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 powyżej 40 lat - 2001 rok
- Tabela 2. Zestawienie wartości wskaźnika defoliacji badanych gatunków w krainach przyrodniczo-leśnych w kolejności malejącej dla kolumny: "razem" - 2001 rok
- Tabela 3. Zakresy wartości makropierwiastków w liściach dębu i buka w klasach w Europie (wg ICP Forests)
- Tabela 4. Rozkład procentowy wartości makropierwiastków w liściach dębu i buka w klasach w latach 1997 i 2001 na SPO II rzędu
- Tabela 5. Średnia zawartość makropierwiastków [$\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$] w liściach dębu i buka na SPO II rzędu w 2001 roku
- Tabela 6. Średnia zawartość mikropierwiastków [$\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$] w liściach dębu na SPO II rzędu w 2001 roku
- Tabela 7. Depozyt jonów w opadzie atmosferycznym w krainach przyrodniczo-leśnych - 2001 rok
- Tabela 8. Średnie miesięczne wartości koncentracji [$\mu\text{g} \cdot \text{dm}^{-3}$] wybranych metali ciężkich w opadzie atmosferycznym obliczone oddzielnie dla kwartałów 2001 roku w układzie krain przyrodniczo-leśnych
- Tabela 9. Wydajność i jakość nasion sosny na SPO II rzędu - wartości z 2001 roku (pogrubiona czcionka) oraz średnie pięcioletnie (1996-2000) w układzie krain przyrodniczo-leśnych
- 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 saprotroficznych oraz zagrożenia drzewostanów w układzie krain przyrodniczo-leśnych

Tabela 13. Wyniki oceny uszkodzeń drzew gatunków występujących na poletkach monitoringu fitopatologicznego

16. Spis rysunków

- Rys. 1. Rozmieszczenie stałych powierzchni obserwacyjnych I i II rzędu w krainach przyrodniczo-leśnych
- Rys. 2. Poziom uszkodzenia lasów w 2001 roku na podstawie oceny defoliacji na stałych powierzchniach obserwacyjnych z wyróżnieniem 3 klas defoliacji
- Rys. 3. Różnice w poziomie uszkodzenia lasów pomiędzy latami 2000 i 2001 na podstawie zmiany defoliacji na stałych powierzchniach obserwacyjnych
- Rys. 4. Udział drzew monitorowanych gatunków w klasach uszkodzeń w latach 1997-2001 (drzewostany starsze)
- Rys. 5. Roczny dopływ azotu amonowego i azotanowego oraz siarki siarczanowej w krainach przyrodniczo-leśnych w 2001 roku wg rosnącej sumy azotu
- Rys. 6. Średnia kwasowość opadów atmosferycznych w krainach przyrodniczo-leśnych Polski północnej i środkowej - 2001 rok
- Rys. 7. Średnia kwasowość opadów atmosferycznych w krainach przyrodniczo-leśnych Polski południowej - 2001 rok
- Rys. 8. Średnie roczne wartości stężeń SO_2 i NO_2 w krainach przyrodniczo-leśnych w 2001 roku
- Rys. 9. Uszkodzenie drzewostanów oraz suma opadów atmosferycznych w sezonie wegetacyjnym (IV-IX) w latach 1997-2001 (wartości średnie dla krain przyrodniczo-leśnych) - Polska północna i środkowa
- Rys. 10. Uszkodzenie drzewostanów oraz suma opadów atmosferycznych w sezonie wegetacyjnym (IV-IX) w latach 1997-2001 (wartości średnie dla krain przyrodniczo-leśnych) - Polska południowa
- Rys. 11. Średnie temperatury powietrza oraz sumy miesięczne opadów w sezonie wegetacyjnym 2001 roku w krainach przyrodniczo-leśnych Polski północnej i środkowej
- Rys. 12. Średnie temperatury powietrza oraz sumy miesięczne opadów w sezonie wegetacyjnym 2001 roku w krainach przyrodniczo-leśnych Polski południowej
- Rys. 13. Szerokość zarodka w nasionach sosny zwyczajnej (*Pinus sylvestris* L.) na SPO II rzędu w 2001 roku
- Rys. 14. Występowanie brudnicy mniszki (*Lymantria monacha* L.) na stałych powierzchniach obserwacyjnych w drzewostanach iglastych w 2001 roku
- Rys. 15. Dynamika występowania brudnicy mniszki w drzewostanach iglastych (starszych) na SPO wg krain przyrodniczo-leśnych w latach 1997-2001

- Rys. 16. Dynamika występowania strzygonii choinówki w drzewostanach iglastych (starszych) na SPO wg krain przyrodniczo-leśnych w latach 1997-2001
- Rys. 17. Stopień zagrożenia drzewostanów przez szkodniki pierwotne określony na podstawie wartości SBO (średniej biomasy osobniczej biegaczowatych) - 2001 rok
- Rys. 18. Występowanie patogenów korzeni (*Heterobasidion annosum* oraz *Armillaria spp.*) na powierzchniach monitoringu fitopatologicznego w 2001 roku
- Rys. 19. Udział procentowy różnych rodzajów uszkodzeń pojawiających się na drzewach iglastych i liściastych w 2001 roku (monitoring fitopatologiczny)

17. Spis fotografii

- Fot. na okładce: Wawrzynek wilczełyko (*Daphne mezereum* L.) - fot. Elżbieta Dmyterko
- Fot. 1. Drzewostan dębowo-olszowy w Puszczy Niepołomnickiej, nadl. Niepołomnice - fot. Elżbieta Dmyterko
- Fot. 2. Drzewostan brzozy w nadl. Złotów - fot. Elżbieta Dmyterko
- Fot. 3. Drzewostan sosnowy w nadl. Celestynów - fot. Zbigniew Sierota
- Fot. 4. Korona sosny zwyczajnej (*Pinus sylvestris* L.), nadl. Białobrzegi - fot. Elżbieta Dmyterko
- Fot. 5. Korona świerka pospolitego (*Picea excelsa* Link.), nadl. Olkusz - fot. Elżbieta Dmyterko
- Fot. 6. Korona dębu szypułkowego (*Quercus robur* L.), nadl. Bogdaniec - fot. Elżbieta Dmyterko
- Fot. 7. Korona buka zwyczajnego (*Fagus sylvatica* L.), nadl. Sławno - fot. Elżbieta Dmyterko
- Fot. 8. Ulistniony pęd dębu bezszypułkowego (*Quercus sessilis* Ehrh.) - fot. Elżbieta Dmyterko
- Fot. 9. Ulistniony pęd buka zwyczajnego (*Fagus sylvatica* L.) - fot. Elżbieta Dmyterko
- Fot. 10. Kielkujące nasiona sosny zwyczajnej (*Pinus sylvestris* L.) - fot. Andrzej Załęski
- Fot. 11. Biegacz błyszczący (*Carabus nitens* L.) - jeden z najmniejszych biegaczy (12-18 mm) występujących w Polsce i w odróżnieniu od innych aktywny w ciągu dnia - fot. Stanisław Niemtur