

INSTYTUT BADAWCZY LEŚNICTWA
ZAKŁAD URZĄDZANIA I MONITORINGU LASU



STAN ZDROWOTNY
LASÓW POLSKI
W 2002 ROKU

Spis treści:

1. Wstęp	3
2. Program monitoringu lasu realizowany w 2002 roku oraz ogólny opis stałych powierzchni obserwacyjnych	5
3. Zróżnicowanie poziomu uszkodzenia drzewostanów w kraju	8
4. Dynamika uszkodzeń drzewostanów w latach 1998-2002	15
5. Skład chemiczny igliwia sosny i świerka, porównanie wyników z lat 2001 i 1997	18
6. Depozyt zanieczyszczeń na SPO II rzędu	23
7. Wpływ warunków pogodowych na zdrowotność drzewostanów w ostatnim pięcioleciu	30
8. Intensywność obradzania i jakość nasion sosny na SPO II rzędu w 2002 roku	32
9. Poziom zagrożenia lasów ważniejszymi gatunkami owadów liściożernych	35
10. Średnia biomasa osobnicza biegaczowatych w ekosystemach leśnych	41
11. Poziom zagrożenia lasów grzybami patogenicznymi	43
12. Ocena wpływu czynników środowiska na stan zdrowotny lasów w 2002 roku i przewidywany kierunek zmian w najbliższych latach	48
13. Stwierdzenia końcowe i wnioski	52
14. Literatura	54

1. Wstęp



Fot. 1. Drzewostan bukowy w nadleśnictwie Jagielek
fot. Jerzy Wawrzoniak

Zbliżająca się akcesja Polski do Unii Europejskiej spowoduje objęcie programu monitoringu lasu regulacjami prawnymi aktualnie obowiązującymi lub tymi, które będą obowiązywać w Unii Europejskiej. W latach 1986-2001 obowiązywało Rozporządzenie Council Regulation (EEC) nr 3528/86 pt. „Ochrona Lasów Wspólnoty przed Zanieczyszczeniami Powietrza” [2] z wieloma

późniejszymi uzupełnieniami, wprowadzanymi Rozporządzeniami Komisji UE, precyzującymi sposoby realizacji celów postawionych przez Radę Europy. Rozporządzenie (EC) nr 804/2002 z dnia 15 kwietnia 2002 [15] roku przedłuża obowiązywanie Rozporządzenie (EEC) nr 3528/86, umożliwiając przygotowanie propozycji nowego zarządzenia, obejmującego okres 2003-2008. Projekt takiego zarządzenia znajduje się w końcowej fazie uzgodnień i prawdopodobnie zacznie obowiązywać od 2003 roku, regulując zakres merytoryczny i rozliczenia finansowe programu monitoringu lasu, które będą Polskę obowiązywać od połowy 2004 roku. Projekt o roboczym tytule „Monitoring lasu i interakcji środowiskowych we Wspólnocie” (Forest Focus) [12] nawiązuje do Rozporządzenia (EEC) nr 3528/86 dot. „Ochrony Lasów Wspólnoty przed Zanieczyszczeniami Powietrza” i Rozporządzenia (EC) 804/94 „Ochrony Lasów przed Pożarami” [14] tworząc jedno wspólne Rozporządzenie. Głównym celem proponowanego Zarządzenia jest stworzenie ram do ochrony ekosystemów leśnych we Wspólnocie, przez monitorowanie stanu tych ekosystemów, co nie może być skutecznie zrealizowane przez kraje członkowskie działające oddzielnie. Pod uwagę wzięto następujące aspekty:

- Lasy zajmują prawie 44% całkowitej powierzchni Unii Europejskiej i spełniają wiele różnorodnych funkcji.
- Ekosystemy leśne poddane są poważnym zagrożeniom ze strony zanieczyszczeń powietrza, pożarów lasów, zmian klimatu oraz czynników biotycznych, w szczególności owadów i grzybów patogenicznych, a większość tych czynników oddziałuje transgranicznie.

- Strategia leśna i szósty program środowiskowy adresują identyfikację problemów leśnych do programu monitoringu.
- Zmiany warunków funkcjonowania ekosystemów leśnych oraz ich reakcji na stresy środowiskowe mogą być śledzone i identyfikowane we wczesnych stadiach rozwoju tylko przy pomocy monitoringu, pozwalając na podjęcie właściwych działań.
- Długookresowy program monitoringu jest konieczny do realizacji stawianych celów.

Przyszła regulacja Unii Europejskiej będzie oparta na czterech filarach:

- ustanowienie programu monitoringu wpływu zanieczyszczeń powietrza na lasy
- ustanowienie monitoringu pożarów lasu
- stała ocena skuteczności programu monitoringu w ocenie stanu ekosystemu lasu i przyszły rozwój monitoringu
- po rozwinięciu właściwych metod monitorowania i zapewnieniu niezbędnych środków finansowych, podjęcie nowych zakresów działalności w ramach monitoringu, obejmujących: różnorodność biologiczną w lasach, gleby, zmiany klimatu i pochłanianie węgla.



Fot. 2. Szkolenie taksatorów poziomu uszkodzenia drzewostanów w nadl. Nidzica - fot. Jerzy Wawrzoniak

Program monitoringu będzie realizowany przez kraje członkowskie, w szczególności poprzez zbieranie danych, prowadzenie badań i eksperymentów w ramach wieloletniego (3-letniego) narodowego programu monitoringu lasu, ocenianego i akceptowanego przez Komisję. Komisja ustanowi naukowy organ koordynacyjny, prawdopodobnie w ramach

Wspólnego Centrum Badawczego, który będzie organizować zbieranie i ocenę danych oraz rozwijać bazę danych dla Wspólnoty. Opracowanie raportów zostanie powierzone Europejskiej Agencji Środowiska we współpracy z paneuropejskimi i międzynarodowymi instytucjami a w szczególności z ICP-Forests.

Projekt regulacji przewiduje współfinansowanie do 50% kosztów działalności monitoringowej w zakresie: tworzenia bazy danych, badań i eksperymentów realizowanych przez kraje członkowskie w ramach narodowych programów monitoringu lasu. Na okres 2003-2006 przewidywany jest fundusz 52 milionów EURO, który może być zwiększony w latach 2007-2008 na podjęcie nowych zadań po akceptacji władz budżetowych. Fundusze te będą zwiększone po wstąpieniu krajów kandydujących do Unii Europejskiej. W celu zabezpieczenia efektywności działań, zarządzania danymi, przekazywania danych oraz administrowania funduszami Wspólnoty kraje członkowskie desygnują instytucje na szczeblu narodowym jako Narodowe Centrum Koordynacyjne (National Focal Centre). Przewiduje się coroczne przekazywanie danych oraz trzyletni okres sprawozdawczy dla działalności związanej z oceną stanu ekosystemów leśnych i coroczny okres sprawozdawczy dla monitoringu pożarów lasu.

2. Program monitoringu lasu realizowany w 2002 roku oraz ogólny opis stałych powierzchni obserwacyjnych



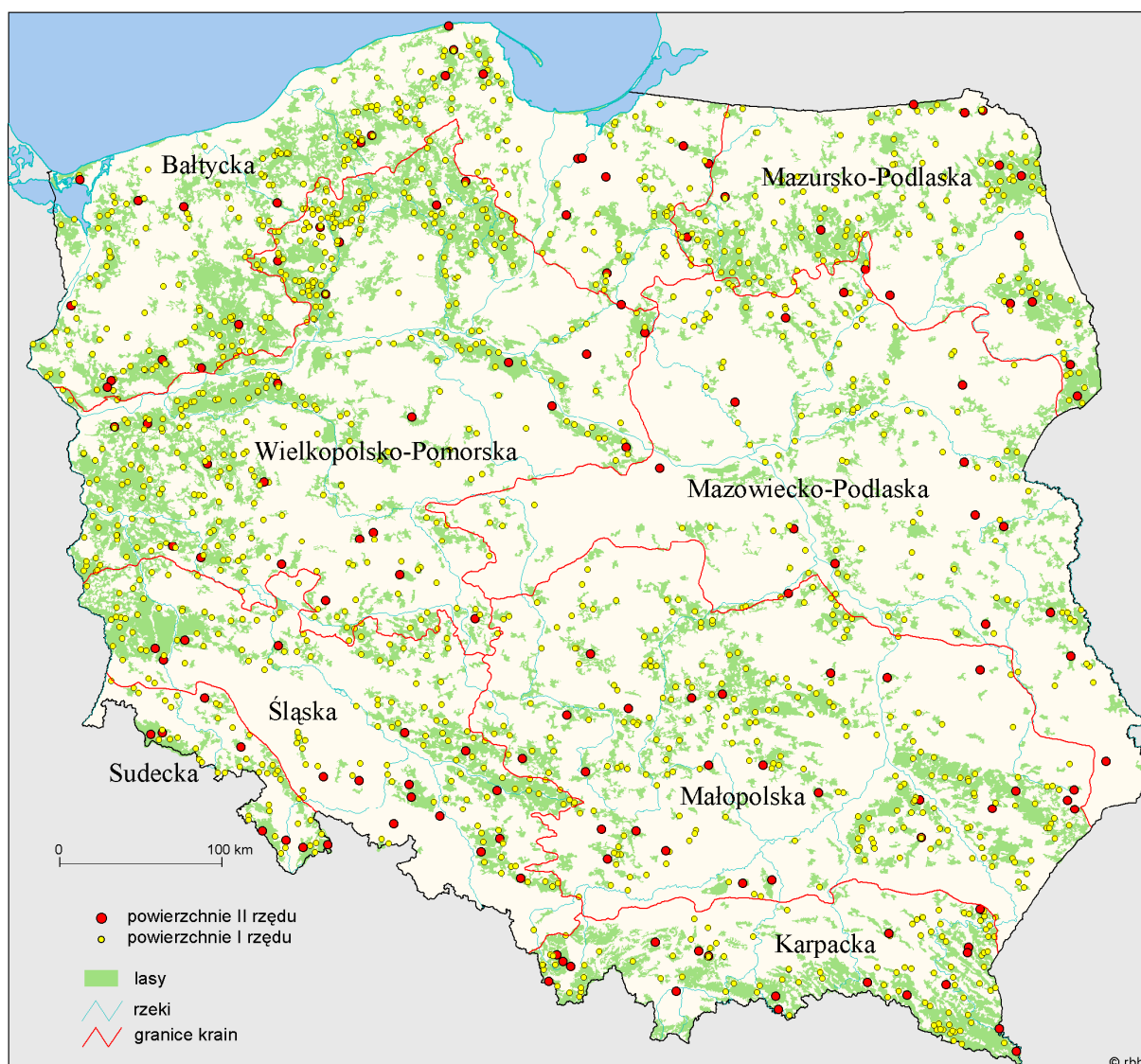
Fot. 3. Stała Powierzchnia Obserwacyjna II rzędu w nadl. Jagielek
- fot. Jerzy Wawrzoniak

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 brzoźowych 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 wchodziły w skład europejskiej sieci monitoringu.

Stała powierzchnia obserwacyjna I rzędu składa się z grupy 20 ponumerowanych drzew, wybranych z drzewostanu panującego, a jej środek jest na trwale zaznaczony w terenie. W 1995 roku na każdej powierzchni wyznaczono powierzchnię kołową o zróżnicowanej wielkości, zależnej od wieku drzewostanu. 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.



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

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 dzielnicą przyrodniczo-leśną Polski była reprezentowana przez dwie lub, w niektórych dzielnicach ze względu na ich rozległy obszar, trzy powierzchnie.

Na SPO I i II rzędu realizowany jest program badawczy, którego metodyka jest w dużym stopniu zharmonizowana z metodyką rekomendowaną przez ICP-Forests (Międzynarodowy Program Koordynacyjny „Ocena i monitoring wpływu zanieczyszczeń powietrza na lasy”) [5]. 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 [8, 9, 10, 11].

Zgodnie z długoletnim programem monitoringu lasu w 2002 roku, przeprowadzono następujące pomiary i obserwacje:

Monitoring uszkodzeń drzewostanów - przeprowadzony na 1461 SPO I rzędu w wieku powyżej 20 lat, w tym na 148 SPO II rzędu. Oceniano defoliację, odbarwienie i inne cechy morfologiczne koron drzew. Wykonano pomiary pierśnic.

Monitoring chemizmu aparatu asymilacyjnego drzew - obejmujący analizy chemiczne igliwia pobranego w 2001 roku ze 122 SPO II rzędu (100 powierzchni sosnowych i 22 powierzchni świerkowych). Próbkę igliwia reprezentowały pierwszy i drugi rocznik. Analizy chemiczne obejmowały: N, P, K, Ca, Mg, S, B, Fe, Mn, Zn, Al, Cu, Pb i Cd.

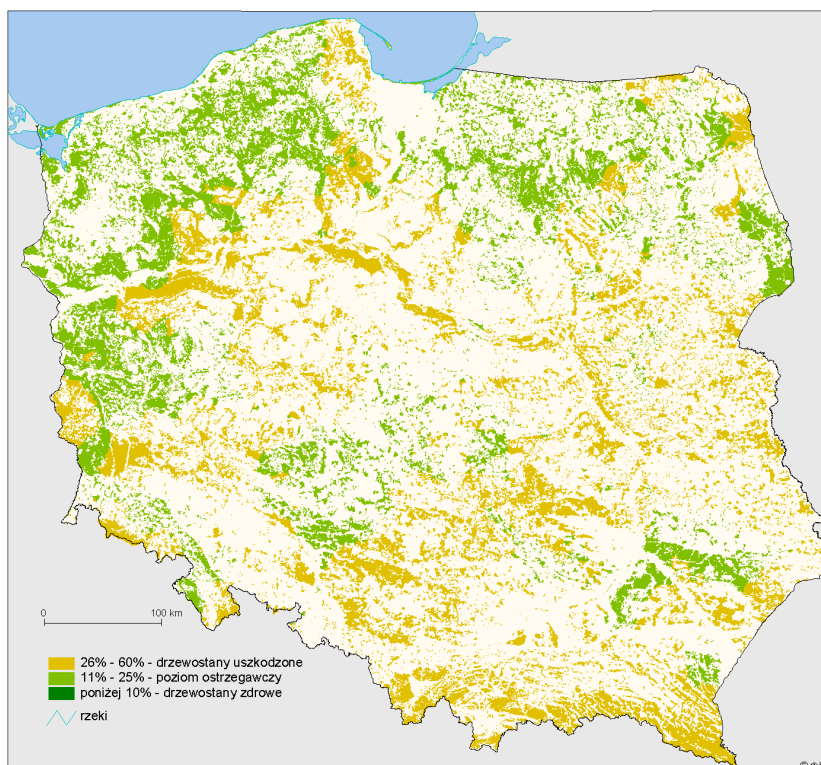
Monitoring zdrowotności nasion sosny - obejmujący ocenę jakości szyszek i nasion pozyskanych w drzewostanach sosnowych na 100 SPO II rzędu.

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 16 wybranych SPO II rzędu, dokonano oceny liczebności biegaczowatych.

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.

Monitoring depozytu zanieczyszczeń - przeprowadzony na 148 SPO II rzędu. Wykonano pomiary stężeń SO₂ i NO₂ metodą pasywną, określono pH oraz skład chemiczny opadów atmosferycznych: zawartość Ca, K, Mg, Na, NH₄, Cl, NO₃, SO₄, Al, Mn, Fe oraz metali ciężkich (Cd, Pb, Cu, Zn).

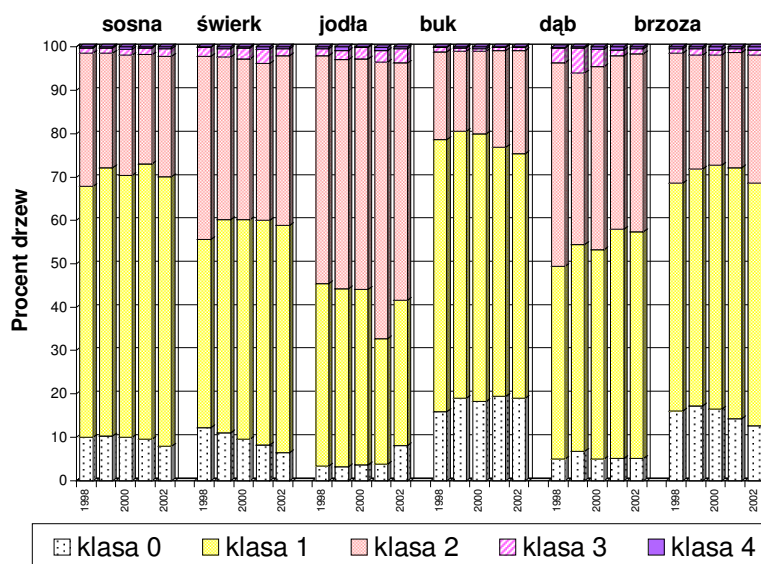
3. Zróżnicowanie poziomu uszkodzenia drzewostanów w kraju



Rys. 2. Poziom uszkodzenia lasów w 2002 roku na podstawie oceny defoliacji na stałych powierzchniach obserwacyjnych z wyróżnieniem 3 klas defoliacji

Poziom uszkodzenia gatunków drzew podlegających obserwacjom był w 2002 roku zróżnicowany - Rys. 2. Podobnie jak w latach ubiegłych najbardziej uszkodzonym gatunkiem była jodła. Porównanie istotności różnic wskaźnika defoliacji pomiędzy gatunkami drzewostanów w wieku powyżej 40 lat przy pomocy testu Tukey'a wskazuje na istotnie wyższy poziom uszkodzenia występujący w drzewostanach jodłowych niż w pozostałych gatunkach - Rys. 6. Podobny poziom uszkodzenia, wyrażony wskaźnikiem defoliacji, wykazują drzewostany świerkowe i dębowe. Są one istotnie mniej uszkodzone od drzewostanów jodłowych ale bardziej uszkodzone od pozostałych gatunków. Poziom uszkodzenia drzewostanów sosnowych i brzozowych również nie różni się istotnie. Drzewostany bukowe wykazują natomiast istotnie wyższą zdrowotność od pozostałych gatunków.

Drzewostany świerkowe i dębowe. Są one istotnie mniej uszkodzone od drzewostanów jodłowych ale bardziej uszkodzone od pozostałych gatunków. Poziom uszkodzenia drzewostanów sosnowych i brzozowych również nie różni się istotnie. Drzewostany bukowe wykazują natomiast istotnie wyższą zdrowotność od pozostałych gatunków.



Rys. 3. Udział drzew monitorowanych gatunków w klasach uszkodzeń w latach 1998-2002 (drzewostany starsze)

Podobny układ zróżnicowania poziomu uszkodzenia gatunków, jak w wypadku analizy wskaźnika defoliacji, otrzymano biorąc pod uwagę udział drzew zdrowych (defoliacja 0-10%) i udział drzew uszkodzonych (defoliacja powyżej 25%) - Tab. 1 i 2, Rys. 3 i 4.

Tabela 1. Procentowy udział drzew w klasach defoliacji, odbarwienia i uszkodzenia wg gatunków. Zestawienie krajowe - drzewostany w wieku powyżej 40 lat - 2002 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.)	7,95	6,44	8,04	7,78	19,02	5,05	12,68	12,10	8,81
1 - lekka defoliacja (11 - 25% def.)	62,18	52,50	33,59	59,66	56,37	52,33	55,95	54,78	58,49
2 - średnia defoliacja (26 - 60% def.)	27,73	39,35	54,89	30,41	23,73	41,17	29,52	31,76	30,73
3 - duża defoliacja (> 60% def.)	1,70	1,39	3,15	1,73	0,73	1,03	1,13	0,95	1,55
4 - drzewa martwe	0,44	0,32	0,33	0,42	0,15	0,42	0,72	0,41	0,42
Klasy 1 - 3 (> 10% def.)	91,61	93,24	91,63	91,80	80,83	94,53	86,60	87,49	90,77
Klasy 2 - 3 (> 25% def.)	29,43	40,74	58,04	32,14	24,46	42,20	30,65	32,71	32,28
Klasy 2 - 4 (> 25% def. i drz. martwe)	29,87	41,06	58,37	32,56	24,61	42,62	31,37	33,12	32,70
Klasy 3 - 4 (> 60% def. i drz. martwe)	2,14	1,71	3,48	2,15	0,88	1,45	1,85	1,36	1,97
Klasy odbarwienia	Udział drzew w klasach odbarwienia								
0 - bez odbarwienia (0 - 10% odb.)	99,23	98,10	99,13	99,10	99,75	99,16	99,17	99,37	99,16
1 - lekkie odbarwienie (11 - 25% odb.)	0,23	1,16	0,32	0,34	0,05	0,28	0,12	0,15	0,30
2 - średnie odbarwienie (26 - 60% odb.)	0,05	0,37	0,22	0,09	0,05	0,14	0,00	0,07	0,08
3 - duże odbarwienie (> 60% odb.)	0,05	0,05	0,00	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04
4 - drzewa martwe	0,44	0,32	0,33	0,42	0,15	0,42	0,71	0,41	0,42
Klasy 1 - 3 (> 10% odb.)	0,33	1,58	0,54	0,48	0,10	0,42	0,12	0,22	0,42
Klasy 2 - 3 (> 25% odb.)	0,10	0,42	0,22	0,14	0,05	0,14	0,00	0,07	0,12
Klasy 2 - 4 (> 25% odb. i drz. martwe)	0,54	0,74	0,55	0,56	0,20	0,56	0,71	0,48	0,54
Klasy 3 - 4 (> 60% odb. i drz. martwe)	0,49	0,37	0,33	0,47	0,15	0,42	0,71	0,41	0,46
Klasy uszkodzenia *)	Udział drzew w klasach uszkodzenia								
0 - bez uszkodzeń	7,95	6,44	8,04	7,79	19,02	5,05	12,68	12,10	8,81
1 - klasa ostrzegawcza	62,18	52,45	33,59	59,65	56,37	52,34	55,95	54,78	58,49
2 - lekkie i średnie uszkodzenie	27,72	39,08	54,67	30,35	23,73	41,07	29,52	31,72	30,68
3 - duże uszkodzenie	1,71	1,71	3,37	1,79	0,73	1,12	1,13	0,99	1,60
4 - drzewa martwe	0,44	0,32	0,33	0,42	0,15	0,42	0,72	0,41	0,42
Klasy 1 - 3	91,61	93,24	91,63	91,79	80,83	94,53	86,60	87,49	90,77
Klasy 2 - 3	29,43	40,79	58,04	32,14	24,46	42,19	30,65	32,71	32,28
Klasy 2 - 4	29,87	41,11	58,37	32,56	24,61	42,61	31,37	33,12	32,70
Klasy 3 - 4	2,15	2,03	3,70	2,21	0,88	1,54	1,85	1,40	2,02
Liczba drzew próbných	15640	2160	920	18720	2040	2140	1680	5860	24580

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

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

Tabela 2. Procentowy udział drzew w klasach defoliacji, odbarwienia i uszkodzenia wg gatunków.
Zestawienie krajowe - drzewostany w wieku od 20 do 40 lat - 2002 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.)	13,74	28,50	90,00	14,90	40,00	16,54	19,76	20,79	15,86
1 - lekka defoliacja (11 - 25% def.)	61,15	49,50	5,00	60,26	41,25	53,85	59,28	55,53	59,48
2 - średnia defoliacja (26 - 60% def.)	22,49	18,00	5,00	22,16	16,25	26,54	20,48	22,10	22,16
3 - duża defoliacja (> 60% def.)	1,50	2,50	0,00	1,55	2,50	2,69	0,24	1,32	1,51
4 - drzewa martwe	1,12	1,50	0,00	1,13	0,00	0,38	0,24	0,26	0,99
Klasy 1 - 3 (> 10% def.)	85,14	70,00	10,00	83,97	60,00	83,08	80,00	78,95	83,15
Klasy 2 - 3 (> 25% def.)	23,99	20,50	5,00	23,71	18,75	29,23	20,72	23,42	23,67
Klasy 2 - 4 (> 25% def. i drz. martwe)	25,11	22,00	5,00	24,84	18,75	29,61	20,96	23,68	24,66
Klasy 3 - 4 (> 60% def. i drz. martwe)	2,62	4,00	0,00	2,68	2,50	3,07	0,48	1,58	2,50
Klasy odbarwienia	Udział drzew w klasach odbarwienia								
0 - bez odbarwienia (0 - 10% odb.)	98,28	98,00	100,00	98,27	100,00	98,46	99,05	98,95	98,38
1 - lekkie odbarwienie (11 - 25% odb.)	0,46	0,50	0,00	0,46	0,00	1,15	0,24	0,53	0,48
2 - średnie odbarwienie (26 - 60% odb.)	0,11	0,00	0,00	0,10	0,00	0,00	0,47	0,26	0,13
3 - duże odbarwienie (> 60% odb.)	0,03	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02
4 - drzewa martwe	1,12	1,50	0,00	1,14	0,00	0,39	0,24	0,26	0,99
Klasy 1 - 3 (> 10% odb.)	0,60	0,50	0,00	0,59	0,00	1,15	0,71	0,79	0,63
Klasy 2 - 3 (> 25% odb.)	0,14	0,00	0,00	0,13	0,00	0,00	0,47	0,26	0,15
Klasy 2 - 4 (> 25% odb. i drz. martwe)	1,26	1,50	0,00	1,27	0,00	0,39	0,71	0,52	1,14
Klasy 3 - 4 (> 60% odb. i drz. martwe)	1,15	1,50	0,00	1,17	0,00	0,39	0,24	0,26	1,01
Klasy uszkodzenia *)	Udział drzew w klasach uszkodzenia								
0 - bez uszkodzeń	13,74	28,50	90,00	14,90	40,00	16,54	19,76	20,79	15,86
1 - klasa ostrzegawcza	61,15	49,50	5,00	60,26	41,25	53,85	59,05	55,39	59,46
2 - lekkie i średnie uszkodzenie	22,46	18,00	5,00	22,14	16,25	26,54	20,71	22,24	22,16
3 - duże uszkodzenie	1,53	2,50	0,00	1,57	2,50	2,69	0,24	1,32	1,53
4 - drzewa martwe	1,12	1,50	0,00	1,13	0,00	0,38	0,24	0,26	0,99
Klasy 1 - 3	85,14	70,00	10,00	83,97	60,00	83,08	80,00	78,95	83,15
Klasy 2 - 3	23,99	20,50	5,00	23,71	18,75	29,23	20,95	23,56	23,69
Klasy 2 - 4	25,11	22,00	5,00	24,84	18,75	29,61	21,19	23,82	24,68
Klasy 3 - 4	2,65	4,00	0,00	2,70	2,50	3,07	0,48	1,58	2,52
Liczba drzew próbnych	3660	200	20	3880	80	260	420	760	4640

*) 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

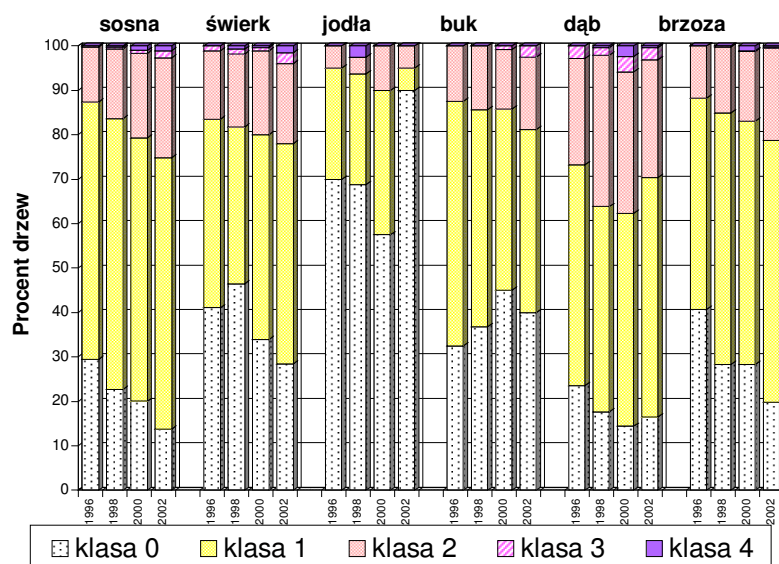
W drzewostanach starszych

(w wieku powyżej 40 lat)

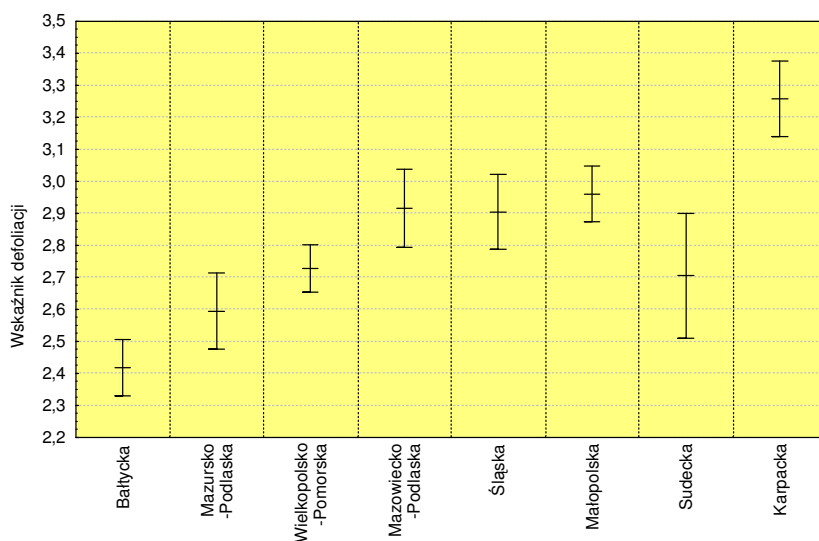
najwyższy udział drzew zdrowych wykazywały drzewostany bukowe (19,02%), wysoki drzewostany brzozowe (12,68%). Najniższy udział tych drzew odnotowano w drzewostanach dębowych (5,05%), niewiele wyższy w drzewostanach świerkowych (6,44%) - Tab. 1, Rys. 3.

Drzewa uszkodzone stanowiły najwyższy udział w

drzewostanach jodłowych (58,04%), wysoki w drzewostanach dębowych (42,20%) i świerkowych (40,74%). Najniższy udział tych drzew odnotowano w drzewostanach bukowych (24,46%), niski w drzewostanach sosnowych (29,43%) i brzozowych (30,65%).



Rys. 4. Udział drzew monitorowanych gatunków w klasach uszkodzeń w latach 1996, 1998, 2000, 2002 (drzewostany młodsze)



Rys. 5. Porównanie zmienności wskaźnika defoliacji między krainami przyrodniczo-leśnymi w 2002 roku - gatunki razem (Test Tukey'a) - drzewostany starsze

Młodsze drzewostany (w wieku od 20 do 40 lat), niezależnie od gatunku panującego, wykazywały znacznie wyższy udział drzew zdrowych i znacznie niższy udział drzew uszkodzonych niż drzewostany starsze - Tab. 2, Rys. 4. Drzewostany jodłowe wykazały bardzo wysoki (90,0%) udział drzew zdrowych, jednak wynik ten oparty na obserwacjach 20

drzew próbnych na jednej tylko powierzchni, może nie być miarodajny. Wysoki (40,0%) udział drzew zdrowych odnotowano w drzewostanach młodszych bukowych. Najniższym udziałem drzew z tej klasy charakteryzowały się drzewostany sosnowe (13,74%) i dębowe (16,54%).

Udział drzew uszkodzonych w drzewostanach tej kategorii wiekowej nie przekraczał 30%. Najwyższy udział tych drzew odnotowano w drzewostanach dębowych (29,23%), najniższy w drzewostanach jodłowych (5,00%).

Poziom odbarwienia drzew wszystkich monitorowanych gatunków był niski i nie przekraczał 2%. Najwyższy procent odbarwienia igliwia (2%) odnotowano w młodszych drzewostanach świerkowych - Tab. 1, 2.

Zdrowotność drzewostanów starszych w Polsce południowej utrzymuje się na niższym poziomie w porównaniu do Polski północnej - Rys. 2. Jednak różnice te są z roku na rok mniejsze. W 2002 roku tylko Kraina Karpacka wykazuje istotnie niższą zdrowotność od pozostałych krain. Poziom zdrowotności drzewostanów w Krainach Śląskiej i Sudeckiej, wyrażony wskaźnikiem defoliacji, nie różni się istotnie od poziomu zdrowotności w Krainach Mazowiecko-Podlaskiej, Małopolskiej i Wielkopolsko-Pomorskiej. Istotnie wyższą zdrowotność drzewostanów od większości krain odnotowano w Krainie Bałtyckiej. Tylko Kraina Mazursko-Podlaska wykazuje podobny poziom zdrowotności - Rys. 5. Stan zdrowotny drzewostanów młodszych był wyraźnie lepszy.

Potwierdza się jednak ogólny podział na dwie grupy, południową i północną, o zróżnicowanym wskaźniku defoliacji (Tab. 3). Wyjątek stanowi Kraina Karpacka, która wykazuje znacznie wyższy poziom zdrowotności niż pozostałe krainy Polski południowej, ale dane te oparte są na małej liczbie powierzchni.

Poziom zdrowotności poszczególnych gatunków w krainach przyrodniczo-leśnych odzwierciedlał w większości przypadków zróżnicowanie na obszar północny i południowy.

Najwyższą zdrowotność starszych **drzewostanów sosnowych** zaobserwowano w Krainie Bałtyckiej i Mazursko-Podlaskiej, gdzie udział drzew zdrowych był wyższy niż 16,00%, a udział drzew uszkodzonych nie przekraczał 21,00%. Drzewa uszkodzone najliczniej występowały w Krainie Karpackiej (60,00%). Młodsze drzewostany sosnowe charakteryzowały się lepszą kondycją w większości krain. Wyjątek stanowiła Kraina Mazursko-Podlaska, gdzie kondycja drzewostanów starszych była nieco lepsza.



Fot. 4. Korona sosny zwyczajnej (*Pinus sylvestris* L.) o defoliacji 35% - fot. Jerzy Wawrzoniak



Fot. 5. Korona świerka pospolitego (*Picea excelsa* Link.) o defoliacji 15% - fot. Jerzy Wawrzoniak

Drzewostany świerkowe starsze wykazywały znacznie większe powierzchniowe zróżnicowanie kondycji zdrowotnej, niż było to widoczne w drzewostanach sosnowych. W Krainach Bałtyckiej i Wielkopolsko-Pomorskiej udział drzew uszkodzonych nie przekraczał 30,00% a drzew zdrowych dochodził do 15,00%. W południowej części Polski, w Krainach Małopolskiej i Karpackiej udział drzew uszkodzonych przewyższał 50,00%, w Krainach Sudeckiej i Śląskiej nie przekraczał 40,00%. Młodsze drzewostany świerkowe znajdowały się w lepszej kondycji i nie wykazywały tak wyraźnego zróżnicowania pomiędzy południowymi a północnymi krainami przyrodniczo-leśnymi.

Powierzchnie obserwacyjne w **drzewostanach jodłowych** występują tylko w Krainie Karpackiej i Małopolskiej. Kondycja zdrowotna tych drzewostanów była lepsza w Krainie Małopolskiej. Drzewostany jodłowe młodsze poddano obserwacjom tylko na jednej powierzchni w Krainie Karpackiej. Zdrowotność tych drzewostanów była wysoka (90,00% drzew zdrowych).

Drzewostany liściaste wykazywały zróżnicowaną zdrowotność. Do najzdrowszych należały **drzewostany bukowe**. W większości krain udział drzew uszkodzonych nie przekraczał 20%. Wyjątek stanowiła Kraina Karpacka (37,28% drzew uszkodzonych). W Krainach: Małopolskiej, Wielkopolsko-Pomorskiej i Bałtyckiej ponad 30,00% drzew sklasyfikowano jako drzewa zdrowe. Najniższy udział drzew zdrowych zarejestrowano w Krainie Karpackiej (4,78%). Wyjątkowo mało drzew uszkodzonych odnotowano w Krainie Sudeckiej (4,00%). Młodsze drzewostany bukowe były reprezentowane przez tylko kilka powierzchni. Wszystkie, z wyjątkiem powierzchni



Fot. 6. Korona dębu szypułkowego (*Quercus robur* L.) o defoliacji 70% - fot. Jerzy Wawrzoniak

zlokalizowanej w Krainie Karpackiej, wykazywały bardzo wysoką zdrowotność.

Tabela 3. Zestawienie wskaźnika defoliacji badanych gatunków w krainach przyrodniczo-leśnych w kolejności malejącej dla kolumny: "razem" - 2002 rok

Wiek drzewo- stanów	Kraina przyrodniczo- leśna	Liczba drzew	Wskaźnik defoliacji ^{*)}								
			sosna	świerk	jodła	buk	dąb	brzoza	iglaste	liściaste	razem
Starsze (powyżej 40 lat)	Karpacka	2360	3,41	3,54	3,48	2,86	3,93	-	3,50	2,91	3,26
	Małopolska	4320	2,95	3,45	3,09	2,15	3,17	3,09	2,96	2,94	2,96
	Śląska	2400	2,92	2,77	-	2,28	3,02	2,83	2,90	2,90	2,90
	Sudecka	860	-	2,83	-	1,97	2,42	2,98	2,83	2,31	2,70
	Mazowiecko-Podlaska	2200	2,89	2,55	-	-	3,19	2,81	2,88	3,04	2,92
	Wielkopolsko-Pomorska	5920	2,70	2,35	-	2,25	3,09	2,85	2,70	2,89	2,73
	Mazursko-Podlaska	2320	2,54	2,85	-	-	3,17	2,35	2,60	2,55	2,59
	Bałtycka	4200	2,47	2,58	-	2,03	2,58	2,49	2,48	2,29	2,42
	Kraj	24580	2,75	2,96	3,40	2,43	3,02	2,69	2,81	2,72	2,79
Młodsze (20-40 lat)	Śląska	500	2,62	3,55	-	3,05	3,80	2,98	2,67	3,20	2,75
	Małopolska	760	2,73	-	-	-	2,53	2,98	2,73	2,68	2,72
	Mazowiecko-Podlaska	380	2,62	-	-	-	-	2,07	2,62	2,07	2,53
	Sudecka	160	3,20	2,06	-	-	3,10	1,80	2,29	2,23	2,27
	Wielkopolsko-Pomorska	1280	2,64	-	-	1,30	2,93	2,43	2,64	2,40	2,62
	Karpacka	60	-	2,45	1,25	3,25	-	-	1,85	3,25	2,32
	Bałtycka	880	2,45	2,30	-	1,25	2,95	2,12	2,45	2,12	2,38
	Mazursko-Podlaska	620	2,49	2,73	-	-	2,18	2,67	2,51	2,39	2,48
	Kraj	4640	2,60	2,43	1,25	2,21	2,65	2,35	2,59	2,44	2,56

*) 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

Odmienne przedstawiała się kondycja zdrowotna **drzewostanów dębowych**. W Krainie Bałtyckiej liczba drzew zdrowych w starszych drzewostanach dębowych przekroczyła 10,00% a udział drzew uszkodzonych (klasa 2-3) nie przekroczył 30,00%. Podobny poziom zdrowotności reprezentowała Kraina Sudecka. W pozostałych krainach udział drzew zdrowych nie osiągnął 10,00%, a udział drzew uszkodzonych przekroczył 40,00%. Szczególnie niski poziom zdrowotności odnotowano w Krainie Karpackiej, gdzie nie odnotowano drzew zdrowych a udział drzew uszkodzonych wyniósł 85,00%. Młodsze drzewostany dębowe wykazywały niższy poziom uszkodzenia, w porównaniu z drzewostanami starszymi tego gatunku w Krainach: Mazursko-Podlaskiej, Małopolskiej i Wielkopolsko-Pomorskiej. W Krainie Mazursko-Podlaskiej 35,00% drzew określono jako drzewa zdrowe, a tylko 15% jako drzewa uszkodzone.

W pozostałych krainach zbyt mała liczba powierzchni obserwacyjnych zlokalizowanych w młodych drzewostanach dębowych uniemożliwia ocenę.

Drzewostany brzozowe starsze charakteryzowały się dobrą kondycją zdrowotną w Krainach: Mazursko-Podlaskiej i Bałtyckiej, gdzie odnotowano odpowiednio: 24,44% i 18,42% drzew zdrowych i 20,84% i 21,58% drzew uszkodzonych. W Krainach Małopolskiej i Śląskiej kondycja tych drzewostanów była znacznie gorsza, udział drzew uszkodzonych przekraczał 35,00%. Młodsze drzewostany brzozowe były zdrowsze w porównaniu ze starszymi w większości krain. W gorszej kondycji, podobnie jak drzewostany starsze, znajdowały się drzewostany młodsze w Krainach Śląskiej i Małopolskiej.



Fot. 7. Korona brzozy brodawkowatej (*Betula verrucosa* Ehrh.) o defoliacji 25% - fot. Jerzy Wawrzoniak

W 2002 roku, podobnie jak w latach ubiegłych, wśród drzewostanów iglastych starszych najwyższy poziom uszkodzenia odnotowano w drzewostanach jodłowych, najniższy w drzewostanach sosnowych. Wśród drzewostanów liściastych starszych najwyższym poziomem uszkodzenia charakteryzowały się drzewostany dębowe, najniższym drzewostany bukowe.

Wśród drzewostanów młodszych najwyższy poziom uszkodzenia odnotowano w drzewostanach dębowych a najniższy w jodłowych.

4. Dynamika uszkodzeń drzewostanów w latach 1998-2002

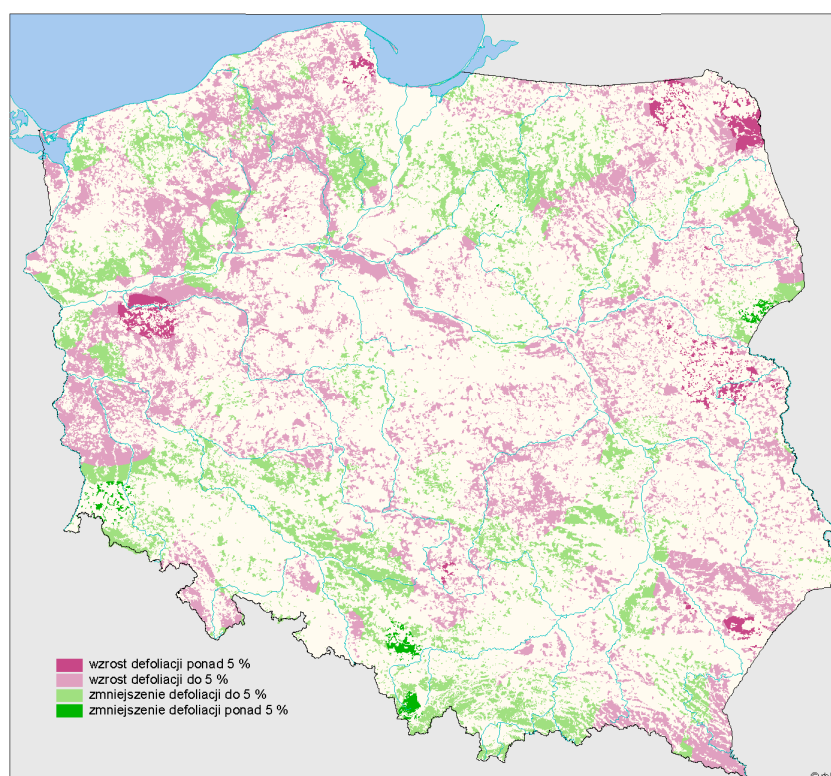
Poziom uszkodzeń drzewostanów starszych w ostatnich 5 latach podlegał niewielkim zmianom. Porównanie wskaźnika defoliacji testem Tukey'a wykazało, biorąc pod uwagę wszystkie gatunki razem, że wartość wskaźnika w 2002 roku jest istotnie wyższa niż ta z roku 1999. Porównanie pomiędzy pozostałymi latami nie wykazało statystycznie istotnych różnic. Istotnie wyższy wskaźnik pomiędzy latami 1999 i 2002 odnotowano także analizując wszystkie monitorowane gatunki iglaste razem. Nie stwierdzono takich różnic dla gatunkach liściastych razem. Przyczyną pojawienia się istotnych różnic wskaźnika defoliacji pomiędzy latami 1999 a 2002 dla wszystkich gatunków i dla gatunków iglastych był istotnie wyższy wskaźnik defoliacji



Rys. 6. Porównanie zmienności wskaźnika defoliacji badanych gatunków w kraju, w latach 1998-2002 (Test Tukey'a)

metodą najmniejszych kwadratów [1]. Dla drzewostanów sosnowych i drzewostanów świerkowych rysuje się niewielki trend wzrostu defoliacji w ostatnim pięcioleciu. Trend ten jest wyraźniejszy dla drzewostanów jodłowych. Wśród gatunków liściastych tylko drzewostany brzozowe wykazują słaby trend wzrostu defoliacji. Drzewostany bukowe oraz wyraźniej drzewostany dębowe pokazują niewielki trend spadku defoliacji w latach 1998-2002.

Analizując zmiany poziomu uszkodzenia drzewo-stanów na podstawie udziału drzew zdrowych i uszkodzonych w ostatnich latach w skali kraju można dostrzec pogorszenie się stanu zdrowotnego drzewostanów młodszych w 2002 roku. Udział drzew zdrowych dla wszystkich gatunków razem (defoliacja poniżej 10%) zmniejszył się z 31,37% w roku 1996 do 22,24% w 2000 roku i do 15,86% w roku 2002. Jednocześnie nastąpił przyrost udziału drzew



Rys. 7. Różnice w poziomie uszkodzenia lasów pomiędzy latami 2001 i 2002 na podstawie zmiany defoliacji na stałych powierzchniach obserwacyjnych

uszkodzonych (defoliacja powyżej 25%) z 13,47% w 1996 roku do 20,02% w 2000 roku i do

dla sosny pomiędzy tymi latami. Wśród poszczególnych gatunków liściastych nie stwierdzono istotnych różnic pomiędzy latami analizowanego okresu (Rys. 6). W celu określenia tendencji zmian poziomu uszkodzenia wyznaczono linie trendu średniej defoliacji w latach 1998-2002 na podstawie funkcji regresji

23,15% w 2002 roku. Tendencja ta dotyczyła zarówno młodszych drzewostanów gatunków iglastych jak i liściastych. Taki kierunek zmian odnotowano w 2002 roku w 4 krainach. Natomiast w Krainie Karpackiej i Śląskiej, a w znacznie mniejszym stopniu w Krainie Sudeckiej i Bałtyckiej, w 2002 roku udział drzew uszkodzonych w młodszych drzewostanach obniżył się.

W drzewostanach starszych wzrost poziomu uszkodzenia nie był tak wyraźny. Biorąc pod uwagę wszystkie gatunki razem odnotowano spadek udziału drzew zdrowych z 9,94% w 2001 roku do 8,81% w 2002 roku i przyrost udziału drzew uszkodzonych z 30,28% do 32,28%. Dla gatunków iglastych zmiany te wyrażały się w spadku udziału drzew zdrowych z 9,07% w 2001 roku do 7,79% w 2002 roku i wzrostu drzew uszkodzonych z 30,05% do 32,14%. Podobny kierunek zmian odnotowano dla gatunków liściastych. W 2002 roku udział drzew zdrowych spadł do 12,10%, a udział drzew uszkodzonych wzrósł do 32,71%. W pięciolatce wyższy udział drzew uszkodzonych niż w 2002 roku odnotowano tylko w roku 1998.

Poszczególne monitorowane gatunki wykazują tę samą tendencję. Jedynie drzewostany jodłowe zwiększyły udział drzew zdrowych z 3,72% w 2001 roku do 8,04% w 2002 roku i zmniejszyły udział drzew uszkodzonych z 66,51% w 2001 roku do 58,04% w 2002 roku. Nie zmienia to jednak ich pozycji najbardziej uszkodzonych drzewostanów w porównaniu do pozostałych analizowanych drzewostanów.

W 2002 roku w porównaniu do roku 2001 przyrost udziału drzew uszkodzonych nastąpił głównie w Polsce środkowej i północnej, w Krainach: Mazowiecko-Podlaskiej, Mazursko-Podlaskiej, Wielkopolsko-Pomorskiej i Małopolskiej. Spadek udziału drzew uszkodzonych odnotowano w Krainie Śląskiej oraz w znacznie mniejszym stopniu w Krainach: Sudeckiej, Karpackiej i Bałtyckiej - Rys. 7.

Biorąc pod uwagę ostatnie pięciolecie, wartość wskaźnika defoliacji starszych drzewostanów sosnowych w 2002 roku była istotnie wyższa jedynie od tej uzyskanej w roku 1999. Wartości wskaźnika defoliacji drzewostanów pozostałych monitorowanych gatunków nie wykazywały istotnych różnic pomiędzy różnymi latami pięciolecia.

W 2002 roku w porównaniu do roku 2001 przyrost udziału drzew uszkodzonych w drzewostanach starszych (gatunki razem) nastąpił głównie w Polsce środkowej i północnej, w Krainach: Mazowiecko-Podlaskiej, Mazursko-Podlaskiej, Wielkopolsko-Pomorskiej i Małopolskiej.

W 2002 roku zaobserwowano w skali kraju niewielkie pogorszenie się stanu zdrowotnego drzewostanów młodszych. Wyraźne pogorszenie nastąpiło w Krainach: Wielkopolsko-Pomorskiej i Mazursko-Podlaskiej, mniej wyraźne w Krainie Mazursko-Podlaskiej. W Krainie Małopolskiej pogarszanie kondycji obserwowano do 2000 roku, w 2002 roku nastąpiła stabilizacja.

5. Skład chemiczny igliwia sosny i świerka, porównanie wyników z lat 2001 i 1997



Fot. 8. Jednoroczny pęd sosny zwyczajnej (*Pinus sylvestris* L.) - fot. Jerzy Wawrzoniak

W 2001 roku, po raz drugi pobrano próbki igliwia i liści ze 148 stałych powierzchni obserwacyjnych II rzędu w celu wykonania analiz chemicznych i porównania wyników z danymi z 1997 roku [19]. Analizę danych chemizmu liści dębu i buka zamieszczono w opracowaniu za rok 2001 [20]. Niniejszy rozdział dotyczy tylko chemizmu igliwia sosny i świerka.

Badania składu chemicznego igliwia sosny przeprowadzono na 100 stałych powierzchniach obserwacyjnych II rzędu zlokalizowanych na terenie całego kraju. Najwięcej powierzchni znajdowało się w Krainie Małopolskiej (24) i Wielkopolskiej (22). Najmniej powierzchni z drzewostanami sosnowymi zlokalizowano w Krainie Karpackiej (5). Drzewostany świerkowe były reprezentowane mniej licznie. Tylko 22 stałe powierzchnie obserwacyjne II rzędu znajdują się w drzewostanach świerkowych. Najwięcej powierzchni jest usytuowanych w Krainie Karpackiej (10) a najmniej, po 2 powierzchnie w Krainach: Bałtyckiej, Mazursko-Podlaskiej i Śląskiej.

Pomiędzy pierwszym a drugim rocznikiem igliwia sosny stwierdzono istotne różnice w zawartości większości analizowanych pierwiastków. Wyższe zawartości makropierwiastków N, P, K, Mg odnotowano w pierwszym roczniku, natomiast Ca w drugim roczniku. Mn, Fe i Al to mikropierwiastki, których zawartość była wyższa w drugim roczniku igliwia. Spośród mikropierwiastków tylko zawartość Cu była istotnie wyższa w pierwszym roczniku igliwia. Nie odnotowano istotnych różnic w zawartości siarki (S) oraz pozostałych badanych mikropierwiastków (Cd, Pb, Zn i B) w igliwiu sosny pomiędzy pierwszym a drugim rocznikiem.

Analizując różnice w **zawartości makropierwiastków w jednorocznym igliwiu sosny** pomiędzy krainami przyrodniczo-leśnymi, odnotowano istotnie wyższe zawartości N i Ca w Krainie Śląskiej, niż w Krainie Mazursko-Podlaskiej i Mazowiecko-Podlaskiej. Zawartość K jest istotnie wyższa w Krainie Śląskiej niż w Krainach: Mazursko-Podlaskiej, Wielkopolsko-Pomorskiej, Mazowiecko-Podlaskiej i Małopolskiej. W igłach sosny z Krainy Śląskiej stwierdzono wyższą zawartość fosforu niż tych z Krainy Wielkopolsko-Pomorskiej. Zawartość S

różni się istotnie tylko pomiędzy Krainą Śląską a Krainą Mazursko-Podlaską wykazując wyższe wartości w Krainie Śląskiej. Nie odnotowano istotnych różnic w zawartości Mg pomiędzy krainami. - Tab. 4.

Tabela 4. Średnia zawartość makropierwiastków [g*kg⁻¹] w igłach sosny i świerka w krainach przyrodniczo-leśnych w 2001 roku (1 i 2 rocznik igliwia)

Gatunek	Kraina przyrodniczo-leśna lub region	Liczba SPO	N		P		K		Ca		Mg		S	
			1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Sosna	Bałtycka	15	16,3	15,8	1,8	1,7	4,8	4,4	3,5	4,6	1,0	0,8	1,3	1,3
	Mazursko-Podlaska	9	15,5	14,9	2,2	1,9	4,4	4,0	3,0	4,3	1,0	0,7	1,2	1,2
	Wielkopolsko-Pom.	22	16,5	15,6	1,8	1,6	4,7	4,3	3,6	4,8	1,1	0,8	1,3	1,3
	Mazowiecko-Podl.	15	16,0	15,1	2,0	1,8	4,3	3,9	3,1	4,1	1,0	0,7	1,3	1,3
	Śląska	10	18,3	17,5	2,3	2,1	5,6	5,3	4,3	5,9	1,0	0,7	1,4	1,5
	Małopolska	24	16,2	15,3	2,1	1,8	4,6	4,3	3,7	5,1	1,0	0,7	1,4	1,4
	Karpacka	5	18,3	18,0	2,3	2,0	5,3	4,7	3,8	5,6	1,0	0,8	1,3	1,4
	Polska północna	24	16,0	15,4	2,0	1,8	4,6	4,2	3,3	4,5	1,0	0,8	1,3	1,3
	Polska środkowa	37	16,3	15,4	1,9	1,7	4,5	4,1	3,4	4,5	1,1	0,8	1,3	1,3
	Polska południowa	39	17,0	16,3	2,1	1,9	5,0	4,6	3,8	5,4	1,0	0,7	1,4	1,4
	Średnia dla kraju	100	16,5	15,7	2,0	1,8	4,7	4,3	3,5	4,8	1,0	0,8	1,3	1,3
Świerk	Polska północna	4	14,3	12,4	1,8	1,7	4,3	3,4	4,7	7,9	0,9	0,8	1,0	1,0
	Polska południowa	18	14,2	13,4	1,9	1,6	5,5	4,6	3,5	4,6	0,9	0,7	1,0	1,1
	Średnia dla kraju	22	14,2	13,2	1,9	1,6	5,3	4,4	3,7	5,2	0,9	0,7	1,0	1,1

Zawartość mikropierwiastków w jednorocznym igliwiu sosny istotnie różni się najczęściej pomiędzy krainami Polski południowej a krainami Polski środkowej i północnej. Zawartość Mn jest istotnie mniejsza w Krainie Małopolskiej niż w Mazowiecko-Podlaskiej. Kraina Małopolska wykazuje także istotnie wyższą zawartość Fe w porównaniu do Krain: Bałtyckiej i Wielkopolsko-Pomorskiej, a także wyższą zawartość Cd w odniesieniu do Krain: Bałtyckiej i Mazursko-Podlaskiej. Stwierdzono również istotnie wyższą zawartość Zn w Krainie Małopolskiej niż w Krainach: Mazursko-Podlaskiej, Wielkopolsko-Pomorskiej i Mazowiecko-Podlaskiej. Istotne różnice odnotowano w zawartości Al, Fe oraz Cd pomiędzy Krainą Śląską, gdzie wartości te były wyższe, a Krainą Bałtycką. Ponadto Kraina Śląska wykazuje wyższą zawartość B niż Krainy: Mazursko-Podlaska i Karpacka, a także wyższą zawartość Cd w porównaniu z Krainą Mazursko-Podlaską. Istotnie wyższą zawartość Al odnotowano w Krainach: Śląskiej i Mazowiecko-Podlaskiej, w porównaniu do Krainy Bałtyckiej. Zawartość Pb i Cu w jednorocznym igliwiu sosny nie wykazuje istotnych różnic pomiędzy krainami.

Zawartość makro- i mikropierwiastków w drugorocznym igliwiu sosny wykazuje podobną tendencję. Najczęściej istotne różnice występują pomiędzy krainami południowymi i północnymi. Kraina Śląska charakteryzuje się istotnie wyższą zawartością N i Ca w porównaniu do Krain: Mazursko-Podlaskiej i Mazowiecko-Podlaskiej. Istotnie niższą zawartość N stwierdzono w Krainach: Małopolskiej i Karpackiej w odniesieniu do Krainy Śląskiej. Zawartość K w Krainie Śląskiej była wyższa niż w Krainach: Bałtyckiej, Mazursko-Podlaskiej, Wielkopolsko-Pomorskiej, Mazowiecko-Podlaskiej i Małopolskiej. Pomiędzy Krainami Śląską a Małopolską oraz Mazursko-Podlaską odnotowano istotne różnice w zawartości S (wyższe w Krainie Śląskiej). Zawartość P była wyższa w Krainie Śląskiej, w porównaniu do Krain: Bałtyckiej i Wielkopolsko-Pomorskiej. Również w Krainie Małopolskiej zawartość P była wyższa w porównaniu do Krainy Wielkopolsko-Pomorskiej. Zawartość Mg w dwuletnim igliwiu sosny nie wykazywała różnic pomiędzy krainami.



Fot. 9. Pęd świerka pospolitego (*Picea excelsa* Link.) - fot. Jerzy Wawrzoniak

Analizując **zawartość makropierwiastków** w igliwiu świerka stwierdzono, że była ona istotnie wyższa **w jednorocznym igliwiu świerka** dla wszystkich analizowanych pierwiastków z wyjątkiem Ca. Zawartość Ca w pierwszym roczniku igliwia świerka była istotnie niższa niż w drugim. Zawartość S nie wykazywała istotnych różnic. Wśród **mikropierwiastków** Al i Fe

wykazywały istotnie wyższą zawartości **w dwuletnim igliwiu świerka** w porównaniu do igliwia jednorocznego. Odwrotny układ stwierdzono analizując zawartość Zn. Pozostałe pierwiastki nie wykazywały istotnych różnic w zawartości pomiędzy pierwszym a drugim rocznikiem igliwia świerka - Tab. 5.

Ze względu na niewielką liczbę powierzchni z drzewostanami świerkowymi oraz na występowanie świerka głównie w pasie Polski północnej i południowej zrezygnowano z analizy statystycznej wyników odnoszących się do krain przyrodniczo-leśnych, poprzestając na porównaniu Polski południowej i północnej. Różnice w zawartości makropierwiastków w jednorocznym igliwiu świerka pomiędzy Polską północną a południową okazały się nieistotne. Wśród mikropierwiastków tylko wyższa zawartość Cu w Polsce północnej okazała się istotna. Drugi rocznik igliwia świerka wykazywał nieco więcej istotnych różnic. Zawartość Ca była

istotnie wyższa w Polsce północnej a zawartość K w Polsce południowej. Wśród mikropierwiastków istotnie wyższą zawartość Cu wykazywało igliwie drugiego rocznika świerka w Polsce północnej.

Tabela 5. Średnia zawartość mikropierwiastków [$\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$] w igłach sosny i świerka w krainach przyrodniczo-leśnych w 2001 (1 i 2 rocznik igliwia)

Gatunek	Kraina przyrodniczo-leśna lub region	Liczba SPO	B		Fe		Mn		Zn		Al		Cu		Pb		Cd	
			1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Sosna	Bałtycka	15	23,3	22,8	46,2	67,1	537,4	695,7	45,6	45,5	205,5	243,2	4,8	4,7	3,2	3,7	0,2	0,2
	Mazursko-Podlaska	9	22,1	20,2	68,1	83,0	585,4	788,2	48,6	46,5	239,3	278,3	5,7	5,1	1,4	3,5	0,2	0,2
	Wielkopolsko-Pom.	22	26,6	27,4	62,9	82,9	664,0	892,8	53,6	53,5	253,1	297,3	5,3	4,9	1,1	1,5	0,2	0,2
	Mazowiecko-Podl.	15	24,1	23,8	75,1	106,3	663,8	911,7	49,8	50,8	283,2	347,6	5,2	4,6	1,1	1,7	0,2	0,2
	Śląska	10	27,8	32,7	101,4	144,1	513,7	699,1	61,4	69,3	289,3	369,1	6,5	5,8	2,2	3,0	0,5	0,5
	Małopolska	24	24,9	25,8	103,0	142,3	442,8	579,4	67,5	81,9	258,5	310,6	5,6	5,3	2,4	3,5	0,5	0,5
	Karpacka	5	19,4	20,6	95,8	118,4	456,4	644,5	57,7	63,0	238,8	249,2	5,1	4,4	2,0	2,4	0,4	0,4
	Polska północna	24	22,8	21,8	55,1	73,6	557,0	733,4	46,8	45,9	219,2	257,5	5,2	4,8	2,5	3,6	0,2	0,2
	Polska środkowa	37	25,6	26,0	67,8	92,3	663,9	900,3	52,1	52,4	265,1	317,4	5,3	4,8	1,1	1,6	0,2	0,2
	Polska południowa	39	24,9	26,9	101,7	139,7	463,2	619,5	64,6	76,1	264,0	317,9	5,8	5,3	2,3	3,2	0,5	0,5
	Średnia dla kraju	100	24,6	25,2	77,2	105,2	558,8	748,5	55,4	59,7	252,3	301,4	5,4	5,0	1,9	2,8	0,3	0,3
Świerk	Polska północna	4	18,9	16,6	62,8	93,1	1194,2	1960,1	27,7	30,5	96,1	171,0	6,0	7,3	0,8	1,6	0,1	0,1
	Polska południowa	18	19,8	19,8	67,8	117,2	732,1	938,1	29,9	25,4	98,5	155,7	4,1	4,0	2,2	3,0	0,2	0,2
	Średnia dla kraju	22	19,7	19,2	66,9	113,0	812,5	1115,9	29,5	26,3	98,1	158,4	4,4	4,6	1,9	2,8	0,2	0,2



Fot. 10. Równoczesny spektrometr emisyjny ze źródłem ICP z plazmą poziomą - fot. Józef Wójcik

Na podstawie wyników analiz chemicznych próbek igliwia sosny i świerka zebranych w 1997 roku i 2001 roku dokonano porównania zawartości podstawowych makro- i mikroelementów - Tab. 6.

Zawartość makropierwiastków w jednorocznym igliwiu sosny w 2001 roku wykazuje istotnie wyższe wartości N, P i Mg i niższą zawartość K w porównaniu do 1997 roku. Różnice w zawartości S i Ca

nie okazały się istotne. Wśród mikroelementów: Mn, B, Zn wykazują istotnie wyższe wartości w 2001 roku w porównaniu do 1997. Takich różnic nie stwierdzono w zawartości Al i Fe.

Identyczne relacje pomiędzy rokiem 1997 a 2001 w zawartości makro i mikropierwiastków stwierdzono w dwuletnim igliwiu sosny.

Jednoroczne igliwie świerka wykazuje istotny wzrost zawartości N i P oraz zmniejszenie zawartości S w roku 2001 w stosunku do roku 1997. Nie stwierdzono natomiast istotnych różnic w zawartości mikropierwiastków pomiędzy latami. Dwuletnie igliwie świerka wykazuje istotny wzrost zawartości N, Mg i P i spadek zawartości K w 2001 roku w porównaniu do roku 1997. Zmiany zawartości S i Ca nie okazały się istotne. Wśród mikropierwiastków zawartość Zn, Mn i B uległa istotnemu wzrostowi w 2001 roku.

Tabela 6. Procentowa zmiana zawartości pierwiastków w igliwiu sosny i świerka w roku 2001 w porównaniu do roku 1997 (1 i 2 rocznik igliwia)

Gatunek	Kraina przyrodniczo-leśna	Rocznik igliwia	N	P	K	Ca	Mg	S	Mn	B	Fe	Zn	Al
Sosna	Bałtycka	1	10,9	25,7	-8,0	14,3	16,7	7,8	65,7	8,1	-16,9	13,0	-4,6
		2	9,9	32,5	-7,0	8,9	24,2	6,9	47,3	4,3	-11,8	16,6	-5,6
	Mazursko-Podlaska	1	5,7	39,2	-0,3	-8,6	13,8	-6,4	42,3	6,6	-14,7	29,2	0,2
		2	2,2	46,0	-2,7	-6,3	3,7	-5,2	56,9	18,2	-14,7	30,8	4,6
	Wielkopolsko-Pom.	1	14,8	34,9	-3,0	19,6	32,1	8,5	86,7	16,2	4,0	11,0	2,1
		2	11,5	41,2	-5,8	12,9	25,9	6,0	86,8	17,0	16,0	11,3	-0,3
	Mazowiecko-Podl.	1	12,1	42,2	-7,3	0,8	9,2	5,2	79,3	14,2	24,2	17,8	10,9
		2	9,2	61,8	-6,5	-5,9	9,3	5,1	91,9	12,0	39,7	19,9	11,2
	Śląska	1	16,5	47,0	3,4	7,8	17,6	-4,8	41,7	16,6	-14,2	30,6	5,0
		2	14,9	46,2	-1,0	9,2	11,1	-4,0	45,8	20,4	-6,3	35,6	11,7
	Małopolska	1	9,3	39,4	-8,2	-6,6	10,1	-3,5	63,3	3,5	-1,8	14,9	0,8
		2	7,4	44,3	-8,3	0,0	0,1	-1,8	76,4	6,0	7,0	29,1	-0,1
	Karpacka	1	15,5	39,6	10,9	19,6	15,5	-2,1	119,3	14,4	21,6	31,3	30,3
		2	14,0	33,9	2,0	25,1	4,6	-2,8	150,7	12,7	22,7	39,5	17,9
	Kraj ogółem	1	11,7	37,6	-4,0	4,9	16,8	1,2	67,8	10,4	-2,2	17,7	3,3
		2	9,4	43,7	-5,4	4,7	11,9	1,1	72,3	11,9	5,6	24,0	3,2
Świerk	Bałtycka	1	29,6	79,6	-13,3	2,2	9,6	23,5	44,9	20,9	83,2	23,3	49,3
		2	26,8	114,2	-10,4	-6,0	32,2	26,5	12,2	11,3	62,9	41,0	21,3
	Mazursko-Podlaska	1	6,1	47,5	4,8	-31,9	-27,0	-5,0	-0,2	-3,0	15,4	-7,9	-1,6
		2	-3,1	58,9	-13,8	9,5	-28,1	-4,6	15,6	-2,1	72,7	23,2	51,7
	Śląska	1	14,2	75,1	-9,5	6,6	13,3	8,5	39,8	11,3	34,2	33,2	37,2
		2	4,6	107,1	-20,2	13,2	-2,6	8,6	86,1	1,7	118,6	26,4	52,9
	Sudecka	1	8,4	9,6	-22,0	-8,7	3,3	-19,7	39,3	2,8	40,0	-17,1	26,2
		2	7,6	7,7	-28,0	9,8	10,4	-26,0	44,6	-0,4	63,5	-6,7	57,3
	Karpacka	1	5,6	68,8	3,3	-17,8	10,7	-18,8	17,7	-3,4	-9,6	38,5	-5,6
		2	6,3	72,6	-8,7	-9,3	-3,8	-15,7	53,1	-1,3	33,0	23,5	20,8
	Kraj ogółem	1	9,2	49,8	-6,1	-14,0	3,8	-12,9	24,0	2,2	12,6	14,5	10,7
		2	7,3	55,6	-15,9	0,3	-0,7	-13,0	41,5	0,3	53,3	17,8	37,2

Odniesienie średnich zawartości makro- i mikropierwiastków w jednorocznym igliwiu sosny i świerka w Polsce do trzech zakresów zawartości (niskich, średnich i wysokich) wybranych pierwiastków w Europie [3] pokazuje, że zawartość wszystkich pierwiastków z wyjątkiem zawartości S w igliwiu świerka sytuuje się w zakresie wartości średnich. Tylko zawartość S w igliwiu świerka znajduje się w zakresie wartości niskich.

Porównano średnie zawartości pierwiastków w igliwiu sosny z Polski i z krajów sąsiadujących: Niemiec Czech i Litwy. Odnotowano wyższą zawartość N w igłach sosny w

Niemczech niż w Polsce. Średnia zawartość N w igliwiu sosny w Niemczech odpowiada trzeciej najwyższej klasie wartości FFCC (Forest Foliar Coordinating Center). Podobną różnicę stwierdzono w zawartości Mn w igliwiu sosny w Czechach i Polsce. Zawartość Mn jest wyraźnie wyższa w igliwiu z Czech i klasyfikuje się do trzeciej klasy FFCC. Wyraźnie wyższą zawartością Ca charakteryzuje się igliwie sosny na Litwie sytuując się w klasie trzeciej FFCC. Zawartość S w igliwiu sosny na Litwie i w Czechach w porównaniu do Polski jest niższa i odpowiada klasie pierwszej FFCC.

Znaczące różnice w zawartości pierwiastków w igliwiu świerka dotyczyły Litwy. Zawartość N była wyraźnie niższa i klasyfikowała się do klasy pierwszej FFCC a zawartość Mg była wyższa w porównaniu do Polski i znalazła się w klasie trzeciej FFCC.

W igliwiu sosny: w pierwszym roczniku zawartości N, P, K, Mg i Cu były wyższe niż w drugim roczniku, drugi rocznik zawierał więcej Ca, Mn, Fe i Al.

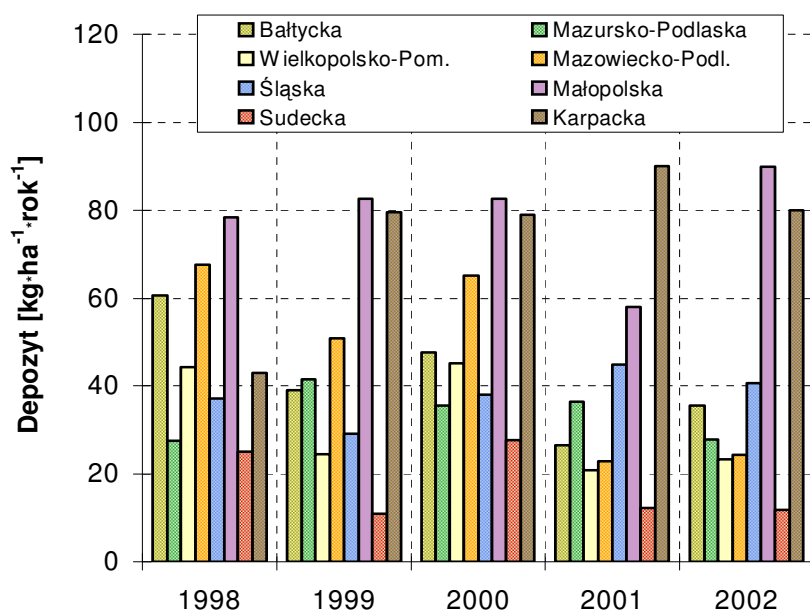
W igliwiu świerka: igliwie jednoroczne było bogatsze w Zn oraz w większość analizowanych makropierwiastków, z wyjątkiem Ca i S, niż igliwie dwuletnie. Zawartości Ca oraz mikropierwiastków Al i Fe były istotnie wyższe w igliwiu drugiego rocznika.

W 2001 roku w jednorocznym igliwiu sosny wystąpiły istotnie wyższe zawartości makropierwiastków: N, P i Mg oraz mikropierwiastków: Mn, B, Zn, w porównaniu z wynikami z roku 1997. Stwierdzono ponadto obniżenie zawartości K. Identyczne relacje pomiędzy rokiem 1997 a 2001 w zawartości makro- i mikropierwiastków stwierdzono w dwuletnim igliwiu sosny.

Jednoroczne igliwie świerka wykazało istotny wzrost zawartości N i P oraz zmniejszenie zawartości S w roku 2001 w stosunku do roku 1997. Dwuletnie igliwie świerka wykazało istotny wzrost zawartości makropierwiastków: N, Mg i P oraz mikropierwiastków: Zn, Mn i B, charakteryzowało się jednocześnie obniżoną zawartością K.

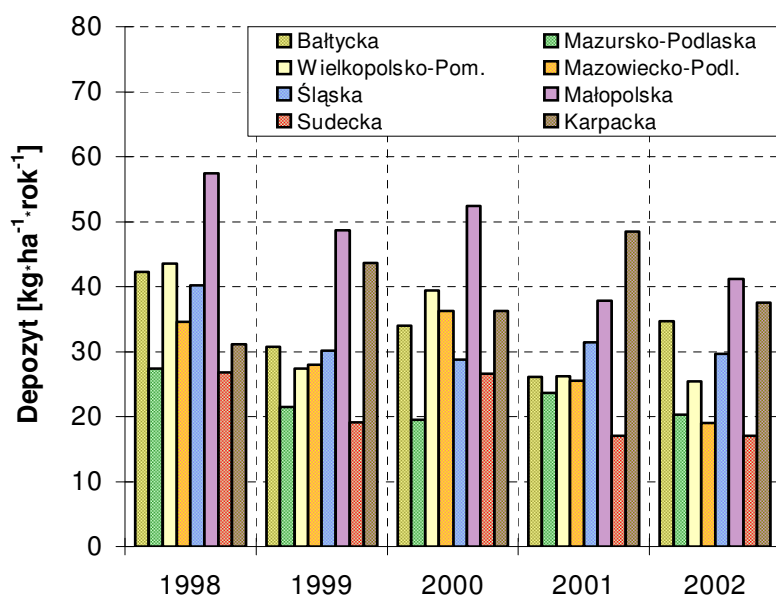
6. Depozyt zanieczyszczeń na SPO II rzędu

Depozyt zanieczyszczeń docierający do ekosystemów leśnych jest kształtowany w dużym stopniu przez wysokość opadów. Rozkład opadów w roku 2002 odbiegał od rozkładu z roku poprzedniego. Najwyższa średnia opadów przypadła na październik. Okres od marca do września był ubogi w opady. W lipcu, zwykle obfitującym w opady, opad był niższy od ubiegłorocznego o prawie 70 mm.



Rys. 8. Depozyt jonów alkalicznych (Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ , Na^+) w krainach przyrodniczo-leśnych (lata 1998-2002)

występowały w Krainie Śląskiej, natomiast zdecydowanie niski (najniższy w kraju) depozyt tych jonów wystąpił w Krainie Sudeckiej - Tab. 7.



Rys. 9. Depozyt jonów kwasogennych (N-NO_3^- , S-SO_4^{2-} , Cl^-) w krainach przyrodniczo-leśnych (lata 1998-2002)

sodu (Na^+) w Krainie Bałtyckiej można wiązać z wpływem aerozoli znad morza. Zjawisko to tłumaczyłoby wysoki poziom chloru (Cl^-) w sezonie letnim w tej krainie.

Depozyt jonów kwasogennych (N-NO_3^- , S-SO_4^{2-} , Cl^-) w całym pięcioleciu był wyższy w Krainach Polski południowej: Małopolskiej i Karpackiej - Rys. 9. W Polsce północnej i

Depozytu jonów alkalicznych (Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ , Na^+)

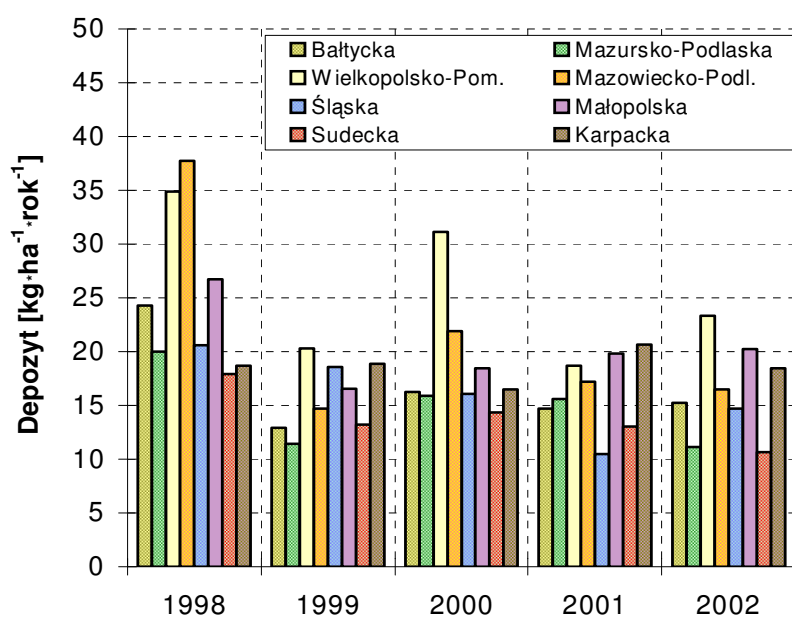
w całym pięcioleciu utrzymywał się na wysokim poziomie w Krainach: Małopolskiej i Karpackiej - Rys. 8. Do roku 2000 był również wysoki w Krainie Mazowiecko-Podlaskiej. W latach 2001-2002 odnotowano wyraźny spadek depozytu na północy kraju. Na terenie Polski południowej niższe wartości, ale z tendencją wzrostową występowały

W 2002 roku, podobnie jak w latach poprzednich, wyraźnie wyższe koncentracje występowały w sezonie zimowym. Wyjątkiem był potas (K^+), którego koncentracje były wyrównane lub nieco wyższe w sezonie letnim. Wartości maksymalne cechowały krainy Polski południowej zimą, minimalne występowały zaś latem w Krainie Sudeckiej. Stosunkowo wysoki poziom koncentracji

średkowej wysokim depozytem charakteryzowały się Krainy: Wielkopolsko-Pomorska i Bałtycka. W Krainach Bałtyckiej i Karpackiej występuje wyraźna tendencja wzrostowa depozytu tych jonów. Tendencja spadkowa zarysowuje się w Krainie Wielkopolsko-Pomorskiej oraz Mazowiecko-Podlaskiej. Najniższy depozyt występuje w Krainach: Sudeckiej i Mazowiecko-Podlaskiej. Poziom wyrównany cechuje Krainę Śląską.

Wyższe stężenia jonów kwasogennych przypadają na sezon zimowy. Zimą wyraźnie wyższe stężenia występują w krainach Polski południowej. W 2002 roku wartości maksymalne koncentracji tych jonów występowały w Krainie Śląskiej i Małopolskiej. Najniższe koncentracje odnotowano w Krainie Sudeckiej - Tab. 7. W porównaniu do roku 2001 koncentracje tych jonów nieznacznie wzrosły w sezonie zimowym, natomiast zmalały w letnim.

Depozyt **jonów metalicznych** (Al^{3+} , Fe^{2+} , Mn^{2+} , Zn^{2+} , Cu^{2+}) był w 2002 roku wyższy w sezonie zimowym oraz w krainach Polski południowej. Maksymalne koncentracje wystąpiły zimą w Krainach: Śląskiej i Małopolskiej i dla większości jonów metalicznych były wyższe niż w roku 2001. Minimalne koncentracje wystąpiły latem w Krainie Sudeckiej.



Rys. 10. Depozyt jonów eutrofizujących (N-NH_4^+ , N-NO_3^-) w krainach przyrodniczo-leśnych (lata 1998-2002)

ubiegłorocznym. Procentowy udział jonów metalicznych zmalał nieznacznie we wszystkich krainach.

Najwyższy **depozyt jonów eutrofizujących** (N-NH_4^+ , N-NO_3^-) w ciągu pięciolecia występował na północy kraju w Krainach: Wielkopolsko-Pomorskiej i Mazowiecko-Podlaskiej oraz na południu w Krainie Małopolskiej - Rys. 10. Odnotowuje się spadek depozytu tych jonów w omawianym okresie w skali kraju. Szczególnie wyraźny spadek depozytu jest zauważalny w

Policzono procentowy udział **jonów zakwaszających, alkalizujących oraz metalicznych** w ogólnym rocznym dopływie zanieczyszczeń z opadów atmosferycznych. W porównaniu do roku 2001 wzrósł udział jonów alkalicznych w stosunku do kwasogennych we wszystkich krainach przyrodniczo-leśnych oprócz Krainy Sudeckiej, gdzie pozostał na poziomie

Krainach: Wielkopolsko-Pomorskiej, Mazowiecko-Podlaskiej oraz Śląskiej. Najniższe wartości depozytu występują w Krainach: Mazursko-Podlaskiej i Sudeckiej. W 2002 roku wartość sumy depozytu azotu amonowego i azotanowego zawierała się w przedziale od 10,7 kg/(ha*rok) w Krainie Sudeckiej do 20,8 kg/(ha*rok) w Wielkopolsko-Pomorskiej - Tab. 7. W porównaniu z wynikami z roku 2001 zakres wartości był podobny. Obniżeniu uległy sumy depozytu azotu w 5 krainach, wzrost nastąpił w Krainach: Śląskiej, Bałtyckiej i Wielkopolsko-Pomorskiej. **Koncentracje azotu amonowego (N-NH_4^+)** wykazywały wyższe wartości w sezonie letnim we wszystkich krainach oprócz Krainy Sudeckiej. Najwyższe średnie stężenia cechowały Krainę Wielkopolsko-Pomorską latem, a Małopolską zimą. W porównaniu do roku 2001 nastąpił wzrost koncentracji tego jonu w krainach Polski południowej zimą. Nie dotyczy to Krainy Sudeckiej, która miała najniższe stężenia w obu sezonach.

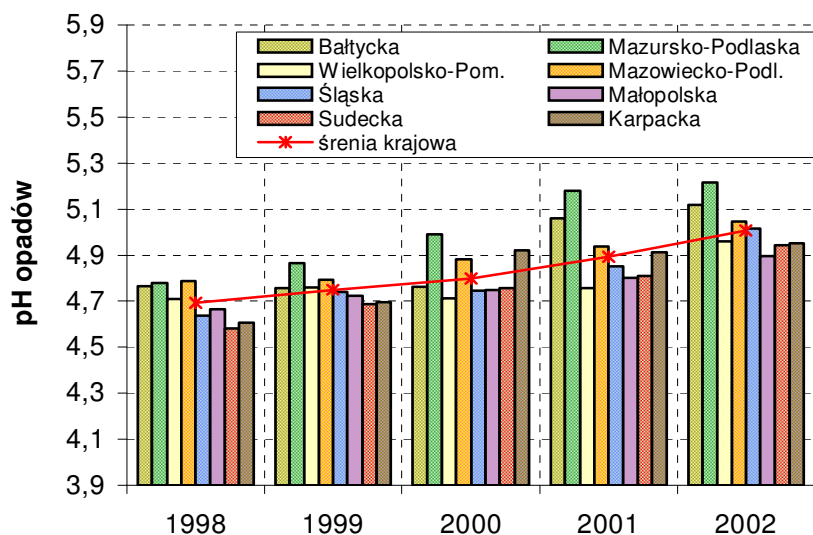
Tabela 7. Depozyt jonów w opadzie atmosferycznym w krainach przyrodniczo-leśnych - 2002 rok

Kraina przyrodniczo-leśna*)	Depozyt [$\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{rok}^{-1}$]												
	Ca^{2+}	Mg^{2+}	K^+	Na^+	Al^{3+}	Fe^{2+}	Mn^{2+}	N-NH_4^+	N-NO_3^-	S-SO_4^{2-}	Cl^-	Zn^{2-}	Cu^{2-}
I	8,51	2,47	7,49	9,99	0,141	0,193	0,197	10,17	5,11	10,50	19,04	2,10	0,087
II	15,66	2,02	4,87	5,26	0,158	0,211	0,136	7,58	4,04	7,94	9,24	3,37	0,052
III	11,23	1,33	6,67	4,04	0,124	0,250	0,097	15,99	4,79	11,27	9,59	3,31	0,072
IV	8,79	1,49	6,06	3,22	0,117	0,218	0,069	13,04	3,58	8,02	7,41	2,52	0,056
V	15,92	3,12	9,37	2,96	0,220	0,166	0,577	10,26	4,73	13,42	11,50	3,75	0,091
VI	23,98	4,24	16,21	6,53	0,267	0,258	0,236	13,21	5,97	17,95	16,85	2,90	0,097
VII	4,68	0,94	3,48	2,72	0,067	0,210	0,106	6,75	3,92	7,24	5,89	2,36	0,069
VIII	47,20	7,50	14,82	10,37	0,205	0,356	0,200	13,56	4,89	18,37	14,24	3,86	0,074

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

Roczny **dotływ siarki siarczanowej** w 2002 roku zawierał się w przedziale od 7,2 kg/(ha*rok) w Krainie Sudeckiej do 18,4 kg/(ha*rok) w Krainie Karpackiej - Tab. 7. W porównaniu do wyników z roku 2001 na większości obszaru Polski (oprócz Krainy Bałtyckiej) wystąpił spadek tego depozytu, szczególnie wyraźny w Krainie Karpackiej. Całkowita depozycja siarki na terenach tła, tj. wolnych od wpływu zanieczyszczeń ze źródeł antropogenicznych sięga kilku kg/(ha*rok) [6]. Dla Polski południowej opisane w literaturze wielkości depozytu siarki wynoszą 13-26 kg/(ha*rok) [4, 17]. Wyniki uzyskane w ramach realizacji programu monitoringu lasu wskazują na wyraźne zmniejszenie się depozycji związków siarki w opadach w ciągu ostatnich lat. W roku 2001 i 2002 dolna granica tła została przekroczona zaledwie w trzech krainach przyrodniczo-leśnych, natomiast przekroczenia górnej nie wykazano już w żadnej.

Z porównania rozkładu stężeń w ciągu roku wynika, że sezon zimowy charakteryzuje się wyższymi wartościami niż sezon letni w przypadku większości jonów. Wyjątek stanowią stężenia azotu amonowego i potasu, których stężenia w sezonie letnim były wyższe niż w zimowym. Zjawiskiem powtarzającym się dla przeważającej części jonów jest także wyższy poziom stężeń na obszarze krain Polski południowej niż Polski północnej. W okresie letnim różnice te nie są tak wyraźne.



Rys. 11. pH opadów atmosferycznych w krainach przyrodniczo-leśnych (lata 1998-2002)

W okresie pięciolecia 1998-2002 następował wyraźny wzrost **średniej wartości pH opadów** zarówno w poszczególnych krainach, jak i w skali kraju - Rys. 11. Wyższym pH cechuje się grupa krain Polski północnej, natomiast pH krain Polski południowej mieści się poniżej średniej krajowej. W 2002 roku zarejestrowano wyraźną sezonową zmienność

wartości pH opadów atmosferycznych zarówno w krainach Polski północnej jak i południowej. Opady o najwyższym pH zanotowano pomiędzy kwietniem, a wrześniem. Opady o najniższym pH wystąpiły w sezonie zimowym (styczeń, listopad, grudzień). Większe zakwaszenie opadów utrzymywało się w południowych krainach Polski. Średnie miesięczne wartości pH opadów zawierały się w granicach 4,45-6,50 dla Polski północnej i środkowej oraz 4,30-5,88 dla Polski południowej. W skali całego roku pH opadów było najniższe w Krainie Małopolskiej (średnie pH=4,90), a najwyższe w Krainie Mazursko-Podlaskiej (średnie pH=5,22). Tłem do uzyskanych wyników niech będzie informacja, że naturalne zakwaszenie opadów, będące wynikiem obecności w atmosferze CO₂ o stężeniu 320 ppm w temperaturze 15 °C wynosi 5,63 [18].

W sezonie 2001/2002 wykonano po raz pierwszy pomiary miesięcznych **koncentracji metali ciężkich w opadach atmosferycznych**. W przypadku **kadm (Cd)** najwyższe stężenia zmierzono w krainach Śląskiej i Małopolskiej w sezonie zimowym. We wszystkich krainach koncentracje tego pierwiastka były wyższe zimą niż latem. Minimalną średnią koncentrację kadmu zmierzono w Krainie Mazowiecko-Podlaskiej. Maksymalne wartości rocznej sumy depozytu kadmu odnotowano w krainach Polski południowej: Małopolskiej i Karpackiej (0,0035

kg*ha⁻¹*rok⁻¹), minimalne w Krainie Mazowiecko-Podlaskiej (0,0015 kg*ha⁻¹*rok⁻¹) - Tab. 8. Stężenia **ołowiu (Pb)** były z reguły wyższe w sezonie letnim i dla tego sezonu odnotowano najwyższą średnią w Krainie Karpackiej. Stężenia wyższe zimą niż latem cechowały Krainę Małopolską i Sudecką. Najniższa średnia wartość stężenia tego jonu zmierzono w Krainie Bałtyckiej w sezonie zimowym. Roczna suma depozytu ołowiu była niska na północy kraju (poniżej 0,0200 kg*ha⁻¹*rok⁻¹), wyższa w części środkowej i południowo-zachodniej (od 0,0205 do 0,0232 kg*ha⁻¹*rok⁻¹), wysoka w rejonie południowo-wschodnim (od 0,0318 do 0,0506 kg*ha⁻¹*rok⁻¹). W Krainie Sudeckiej odnotowano minimalną wartość rocznego depozytu ołowiu, wynoszącą 0,0118 kg*ha⁻¹*rok⁻¹ - Tab. 8.

Tabela 8. Depozyt metali ciężkich w opadach atmosferycznych [kg/ha*rok] w roku 2002 w układzie krain przyrodniczo-leśnych

Kraina przyrodniczo-leśna	Cd	Pb
Bałtycka	0,0017	0,0190
Mazursko-Podlaska	0,0017	0,0173
Wielkopolsko-Pomorska	0,0022	0,0205
Mazowiecko-Podlaska	0,0015	0,0230
Śląska	0,0023	0,0232
Małopolska	0,0035	0,0318
Sudecka	0,0019	0,0118
Karpacka	0,0035	0,0506

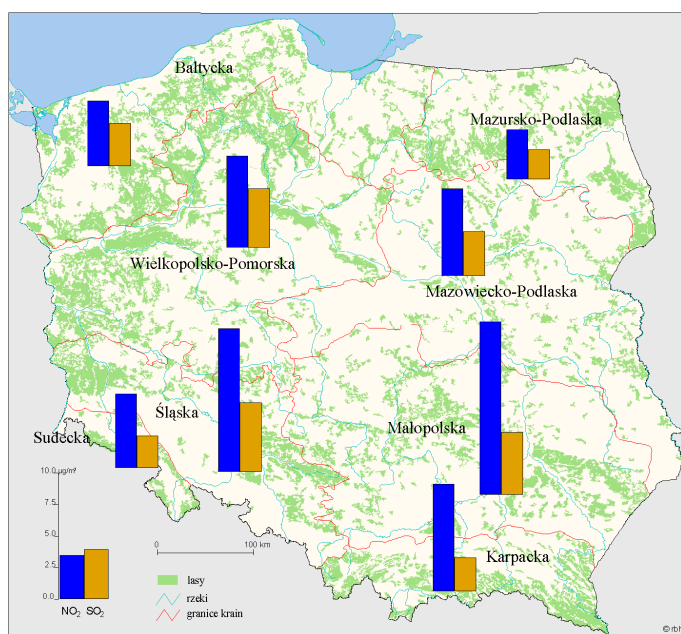
Dwutlenek siarki (SO₂) i tlenki azotu (NO_x) pełnią w atmosferze, obok dwutlenku węgla, główną rolę w procesie zakwaszania opadów atmosferycznych. Taki skład chemiczny opadów powoduje uszkodzenia aparatu asymilacyjnego drzew. Ponadto opady po przejściu przez warstwę koron zakwaszają gleby, szczególnie negatywnie oddziałując na gleby ubogie i pod drzewostanami świerkowymi, przyczyniają się do uruchomienia toksycznego aluminium oraz metali ciężkich.



Fot. 11. Chromatograf jonowy SHIMADZU - fot. Józef Wójcik

Najwyższe średnie stężenia dwutlenku siarki w powietrzu w okresie ostatnich pięciu lat wystąpiły na południu kraju (Krainy: Śląska i Małopolska). Na obszarze Polski północnej i środkowej wysokie koncentracje notowano w Krainach: Wielkopolsko-Pomorskiej i Mazowiecko-Podlaskiej. We wszystkich krainach odnotowuje się spadek

koncentracji SO_2 w ciągu omawianego okresu. Średnie wartości stężeń SO_2 w 2002 roku były w porównaniu z rokiem 2001 niższe we wszystkich krainach z wyjątkiem Krainy Mazursko-Podlaskiej. Kraina ta jest obok Krainy Karpackiej i Sudeckiej regionem o najniższych stężeniach dwutlenku siarki. Zakres stężeń SO_2 w 2002 roku wynosił od $2,29 \mu\text{g}/\text{m}^3$ w Krainie Mazursko-Podlaskiej do $5,42 \mu\text{g}/\text{m}^3$ w Krainie Śląskiej - Rys. 12. Rozkłady miesięczne stężeń wskazują na podobny przebieg zmian w różnych krainach, z maksimum w styczniu lub grudniu i minimum w maju, czerwcu i lipcu. W roku 2002 stężenia dwutlenku siarki i dwutlenku azotu mieściły się w zakresie 50% normy dla obszarów Polski [16].



Rys. 12. Średnie roczne wartości stężeń SO_2 i NO_2 w krainach przyrodniczo-leśnych w 2002 roku

Wysokie stężenia NO_2 w pięcioleciu występowały w Krainach: Wielkopolsko-Pomorskiej, Śląskiej i Małopolskiej. Najniższe stężenia tego gazu notowano w krainie Mazowiecko-Podlaskiej, Sudeckiej i Karpackiej. Wszystkie krainy Polski południowej od roku 2000 wykazują wzrost stężeń NO_2 , w Krainach: Małopolskiej i Karpackiej tempo tego wzrostu jest znaczne. W Krainie Bałtyckiej od roku 2000 następuje spadek koncentracji tlenku azotu. W roku 2002 obserwuje się wyraźny wzrost średniej wartości koncentracji NO_2 w kraju w porównaniu do lat ubiegłych. Stężenia

NO_2 były wyższe od wartości z 2001 r. we wszystkich krainach z wyjątkiem Krainy Bałtyckiej i Wielkopolsko-Pomorskiej. Minimalna średnia wartość stężenia NO_2 w powietrzu wystąpiła w Krainie Mazursko-Podlaskiej ($3,91 \mu\text{g}/\text{m}^3$), maksymalna - w Krainie Małopolskiej ($13,76 \mu\text{g}/\text{m}^3$) - Rys. 12. Rozkłady miesięczne wskazują na podobny przebieg zmian w różnych krainach, z maksimum w styczniu lub grudniu oraz minimum od maja do września.

Dla większości jonów maksymalne roczne sumy depozytu przypadły podobnie jak w latach ubiegłych na Polskę południową (Krainy: Karpacka i Małopolska).

Depozyt jonów metalicznych był najwyższy w Krainach: Małopolskiej, Śląskiej i Karpackiej.

Depozyt jonów chloru oraz sodu był najwyższy lub zbliżony do najwyższego w Krainie Bałtyckiej.

Minimalne wartości depozytu jonów alkalicznych, azotu amonowego (N-NH_4^+) i jonów kwasogennych (z wyjątkiem N-NO_3^-) odnotowano w Krainie Sudeckiej.

Minimalna wartość depozytu N-NO_3^- oraz Mn^{2+} wystąpiła w Krainie Mazowiecko-Podlaskiej, a depozytu Cu^{2+} w Krainie Mazursko-Podlaskiej.

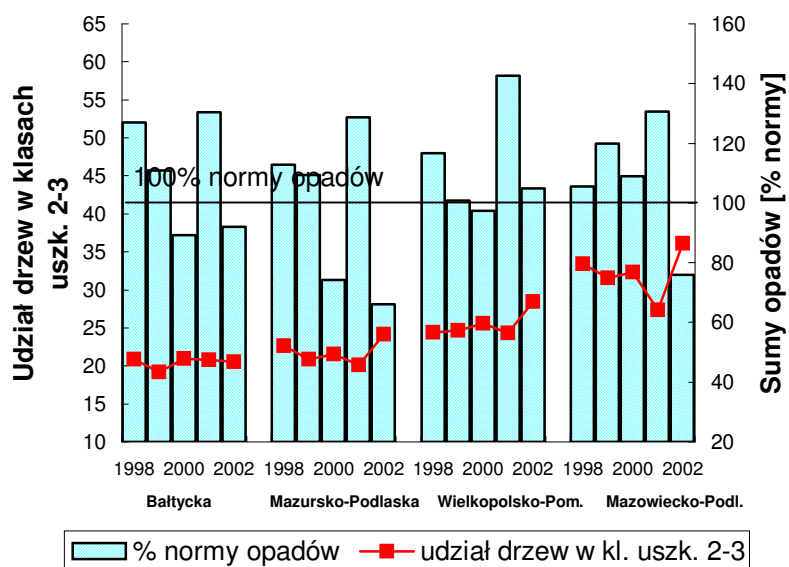
Sumy molowe depozytu jonów kwasogennych były najwyższe w Krainie Małopolskiej, a najniższe w Krainie Sudeckiej.

Depozyt jonów alkalicznych wyrażony sumą molową tych jonów dominował w Krainie Karpackiej.

Depozyt sum molowych azotu amonowego i azotanowego był najwyższy w Krainie Wielkopolsko-Pomorskiej, a najniższy w Krainie Śląskiej.

7. Wpływ warunków pogodowych na zdrowotność drzewostanów w ostatnim pięcioleciu

Opady atmosferyczne istotnie oddziałują na poziom defoliacji drzewostanów. Szczególnie znacząca jest suma opadów w okresie wegetacyjnym. Drzewostany iglaste porastające w większości gleby piaszczyste, o niewielkiej zdolności zatrzymywania wody, silnie odczuwają niedobory wilgoci. Okres wegetacyjny roku 2002 charakteryzował się niedoborem wody na większości obszaru kraju. Średnia suma opadów okresu wegetacyjnego dla kraju wyliczona na podstawie danych z ponad 50 stacji synoptycznych IMGW była w 2002 roku najniższa w pięcioleciu 1998-2002 i wynosiła 362 mm, co stanowiło 95% wieloletniej normy. Największy deficyt wody wystąpił w Krainach: Mazursko-Podlaskiej (251 mm = 66% normy) i Mazowiecko-Podlaskiej (274 mm = 76% normy) - Rys. 13. W żadnej krainie nie wystąpił przyrost opadów w okresie wegetacyjnym 2002 roku w porównaniu do tego samego okresu w roku 2001. Ponadto w Krainach: Bałtyckiej, Mazursko-Podlaskiej, Mazowiecko-Podlaskiej, Małopolskiej i Karpackiej średnia suma opadów w okresie wegetacyjnym roku 2002 była



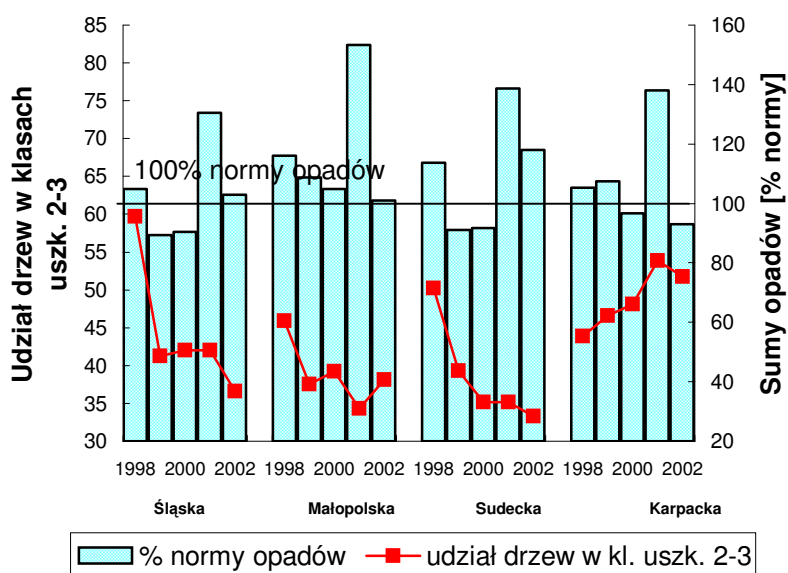
Rys. 13. Uszkodzenie drzewostanów oraz suma opadów atmosferycznych w sezonie wegetacyjnym (IV-IX) w latach 1998-2002 (wartości średnie dla krain przyrodniczo-leśnych) - część pierwsza

najniższa w ostatnim pięcioleciu - Rys. 13 i 14. Stosunkowo najmniejszy deficyt wodny w 2002 roku wystąpił w Krainie Sudeckiej, gdzie mimo zmniejszenia sumy opadów w okresie wegetacyjnym w roku 2002 w stosunku do roku 2001, jej wartość równa 505 mm stanowiła 118% normy wieloletniej.

Oddziaływanie deficytu wodnego na drzewostany

było zwiększone przez wysokie temperatury powietrza występujące w okresie wegetacyjnym 2002. Charakterystyczną cechą układu temperatur w tym okresie był gwałtowny przyrost średnich temperatur powietrza w maju i czerwcu w porównaniu do kwietnia, szczególnie wyraźny w krainach Mazursko-Podlaskiej, Mazowiecko-Podlaskiej i Wielkopolsko-Pomorskiej.

Średnia temperatura w tych krainach wzrosła z ok. 8°C w kwietniu do ponad 16°C w maju. Wysokie średnie temperatury powietrza utrzymywały się przez lipiec i sierpień przekraczając 20°C w Krainach: Mazowiecko-Podlaskiej, Mazursko-Podlaskiej, Wielkopolsko-



Rys. 14. Uszkodzenie drzewostanów oraz suma opadów atmosferycznych w sezonie wegetacyjnym (IV-IX) w latach 1998-2002 (wartości średnie dla krain przyrodniczo-leśnych) - część druga

Porównując wysokość średnich temperatur w 2002 roku z pięcioleciem 1998-2002 można stwierdzić, że były one jednymi z najwyższych w tym okresie. Konsekwencją

współwystępowania na znacznym obszarze kraju wysokich temperatur powietrza i niskich opadów było pogorszenie się stanu zdrowotnego drzewostanów, wyrażone wzrostem defoliacji. Zjawisko to wystąpiło szczególnie wyraźnie w północno-wschodniej i wschodniej części kraju, reprezentowanej przez Krainy: Mazursko-Podlaską i Mazowiecko-Podlaską, ale także w Krainie Wielkopolsko-Pomorskiej i Małopolskiej.

Okres wegetacyjny roku 2002 charakteryzował się niedoborem wody na większości obszaru kraju. Największy deficyt wody wystąpił w Krainach: Mazursko-Podlaskiej i Mazowiecko-Podlaskiej. W wymienionych krainach oraz trzech innych (Bałtyckiej, Małopolskiej i Karpackiej) średnia suma opadów w okresie wegetacyjnym była najniższa w całym pięcioleciu. Oddziaływanie deficytu wodnego na drzewostany było zwiększone przez gwałtowny przyrost średnich temperatur powietrza w maju i czerwcu w porównaniu do kwietnia oraz ich utrzymywanie się przez lipiec i sierpień.

8. Intensywność obradzania i jakość nasion sosny na SPO II rzędu w 2002 roku



Fot. 12. Tegoroczne szyszki sosny zwyczajnej (*Pinus sylvestris* L.)
- fot. Jerzy Wawrzoniak

Wyniki badań nad intensywnością obradzania i jakością nasion sosny są wykorzystywane zarówno dla celów monitoringu biologicznego, jak i w bieżącej działalności gospodarczej Lasów Państwowych. Informacje o wstępnym rozpoznaniu wydajności i żywotności nasion w różnych regionach Polski wysyłane w grudniu do regionalnych dyrekcji Lasów Państwowych ułatwiają

decyzję co do celowości podjęcia zbioru szyszek i wyłuszczenia nasion.

Zgodnie ze stałą prawidłowością notowaną w ciągu 7-letnich obserwacji, współczynniki zmienności wskaźników wydajności obradzania nasion sosny w 2002 r. były na ogół znacznie większe od współczynników zmienności cech jakościowych (Tab. 9), i przekroczyły poziom 20%. Współczynnik zmienności dla masy przeciętnej szyszki był zbliżony do wartości średniej wieloletniej. Współczynniki zmienności liczby pełnych nasion w jednej szyszce i wagowej wydajności nasion z szyszek były wyraźnie (o 4 i 5%) większe od średnich z okresu 1996-2002. Na średnim poziomie wieloletnim (13%) utrzymywał się współczynnik zmienności dla masy

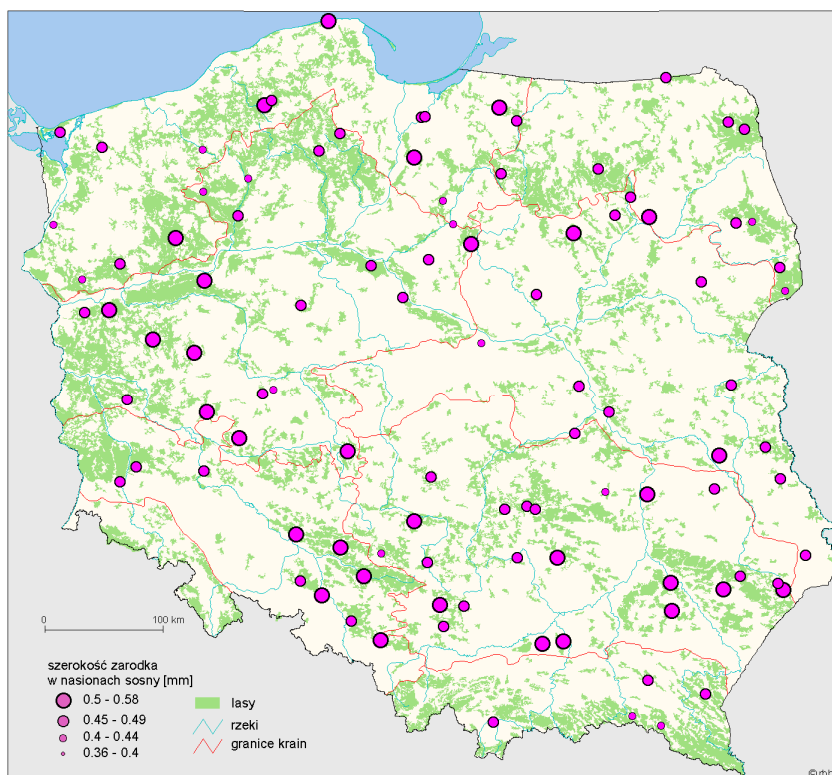
1000 nasion oraz długości i szerokości prabielma (6% i 6%). Ponad dwukrotnie mniejszą zmiennością charakteryzowała się zdolność kiełkowania nasion. Wartość współczynnika zmienności dla cechy jakościowej odznaczającej się największym zróżnicowaniem, czyli odporności nasion na stresowe warunki testu przyspieszonego postarzania, była tym razem dwukrotnie większa od średniej wieloletniej, osiągając wartość 285%.

Tabela 9. Wydajność i jakość nasion sosny na SPO II rzędu - wartości z 2002 roku (pogrubiona czcionka) oraz średnie z lat 1996-2002 w układzie krain przyrodniczo-leśnych

Kraina przyrodniczo-leśna	Przeciętna masa jednej szyszki [g]	Wagowa wydajność nasion z szyszek [%]	Przeciętna liczba pełnych nasion w jednej szyszce [szt.]	Masa 1000 nasion [g]	Zdolność kiełkowania nasion niepostarzanych [%]	Energia kiełkowania nasion niepostarzanych [%]	Różnica między zdolnością kiełkowania nasion niepostarzanych i postarzanych [%]	Długość zarodka [mm]	Szerokość zarodka [mm]	Długość prabielma [mm]	Szerokość prabielma [mm]
Bałtycka	7,84 6,78	1,88 1,76	21,1 18,3	6,96 6,58	98,5 97,4	96,5 96,6	3,5 3,6	3,16 2,99	0,48 0,48	3,44 3,24	1,92 1,83
Mazursko-Podlaska	6,58 5,91	1,57 1,43	17,3 13,7	6,04 6,25	97,8 97,4	97,1 97,0	0,4 3,4	2,94 2,89	0,46 0,47	3,22 3,14	1,83 1,81
Wielkopolsko-Pom.	6,97 6,39	2,04 1,80	21,5 17,6	6,64 6,61	98,5 97,4	98,1 96,8	0,8 3,0	3,08 2,99	0,47 0,48	3,34 3,23	1,88 1,84
Mazowiecko- Podl.	6,73 6,26	2,11 1,66	21,6 16,1	6,53 6,54	98,5 96,2	97,7 95,4	1,9 3,6	3,07 2,98	0,48 0,48	3,35 3,23	1,86 1,85
Śląska	6,98 5,98	2,19 1,98	24,0 18,3	6,40 6,58	99,5 98,2	99,4 97,8	1,2 3,1	3,07 2,99	0,51 0,49	3,35 3,23	1,88 1,85
Małopolska	6,58 6,33	1,91 1,82	19,5 17,6	6,46 6,64	98,8 97,9	98,5 97,3	0,7 2,2	3,03 2,98	0,49 0,48	3,30 3,22	1,85 1,84
Karpacka	5,82 6,39	1,29 1,61	12,5 16,1	6,05 6,49	94,4 97,0	92,6 96,3	6,2 4,9	2,87 2,91	0,44 0,48	3,17 3,15	1,74 1,82
Średnie dla kraju	6,55 6,29	1,80 1,72	18,4 16,8	6,48 6,53	97,7 97,4	97,0 96,8	2,6 3,4	3,00 2,96	0,48 0,48	3,27 3,21	1,85 1,83

Rok 2002 charakteryzował się nieco zwiększoną, w stosunku do średniej wieloletniej, przeciętną w kraju wagową wydajnością nasion z szyszek, która była również wyższa od poziomu uznawanego w gospodarce leśnej [8] za przeciętny (1,50%). Wynikało to wyłącznie z większej (o 2 szt.) niż zazwyczaj przeciętnej liczby pełnych (zapylnych) nasion w jednej szyszce. Przeciętna masa 1000 nasion była zbliżona do średniej wieloletniej, a przeciętna masa jednej szyszki była nawet nieco większa od średniej z okresu 1996-2002. Pomimo zadowalających przeciętnych wskaźników wydajności nasion, wystąpiły znaczne różnice pomiędzy różnymi regionami kraju. W 6 porównywanych krainach przyrodniczo-leśnych wskaźniki wydajności obradzania nasion sosny były wyższe od średnich wieloletnich. Natomiast w Krainie Karpackiej wskaźniki te zmniejszyły się o ok. 1/4, osiągając tym razem niższą wartość niż w Krainie Mazursko-Podlaskiej, w której, jak wynika z obserwacji wieloletnich, są najmniej sprzyjające warunki do uzyskania wysokiej wydajności obradzania. Analiza wariancji i test Tukey'a udowodniły istotność różnic w liczbie pełnych nasion w szyszce pomiędzy Krainą

Karpacką a krainami: Wielkopolsko-Pomorską, Mazowiecko-Podlaską i Śląską, a w wagowej wydajności nasion - również Małopolską.



Rys. 15. Szerokość zarodka w nasionach sosny zwyczajnej (*Pinus sylvestris* L.) - 2002 rok

Nasiona sosny wykształcone w 2002 r. można w większości krain przyrodniczo-leśnych uznać za dorodne. Przeciętna dla kraju masa 1000 nasion była zbliżona do średniej z okresu 1996-2002 (6,5 g) i znacznie większa od poziomu przyjętego w gospodarce leśnej [8] za średni (6,1 g). Podobnie było w przypadku wymiarów zarodka, które były zbliżone do średnich wieloletnich. Wymiary prąbielma były nawet nieco większe. Nasiona pozyskane

w Krainie Karpackiej odbiegały jednak znacznie od średniego poziomu. Wartości przeciętne masy i wymiarów zarodka były tu znacznie gorsze od średnich wieloletnich zarówno dla całego kraju, jak i tej krainy. Długość i szerokość zarodka zbliżone były do dolnej granicy przedziałów standardowych, wyznaczonych na podstawie wieloletnich obserwacji dla nasion sosny I klasy jakości w Polsce [21]. Analiza wariancji i test Tukey'a udowodniły, że w Krainie Karpackiej szerokość zarodków była istotnie mniejsza niż w Krainie Śląskiej (Rys. 15), a przeciętna szerokość bielma - istotnie mniejsza niż w Krainie Bałtyckiej. Istotności pozostałych różnic nie udowodniono. Na obniżenie przeciętnej masy 1000 nasion i wymiarów zarodka w Krainie Karpackiej wpłynęły głównie obniżone wartości tych wskaźników z 2 powierzchni monitoringowych w Beskidzie Niskim: w Nadl. Rymanów i Dukla.

Podobne różnice jak w przypadku wyżej omówionych wskaźników wystąpiły również w przypadku żywotności nasion. W 6 krainach przyrodniczo-leśnych przeciętna zdolność i energia kiełkowania oraz odporność na stresowe warunki testu przyspieszonego postarzania były przeważnie wyższe od średnich wartości z okresu ostatnich 7 lat (Tab. 9). Tylko w Krainie Karpackiej te wskaźniki żywotności były wyraźnie gorsze zarówno od średnich wieloletnich, jak

i od średnich z pozostałych krain. Analiza wariancji i test Tukey'a udowodniły istotność różnic w zdolności kiełkowania pomiędzy Krainą Karpacką, a krainami: Wielkopolsko-Pomorską, Mazowiecko-Podlaską, Śląską i Małopolską. Na obniżenie średniej żywotności nasion z Krainy Karpackiej zasadniczy wpływ wywarła zmniejszona o jedną klasę zdolność i energia kiełkowania oraz bardzo mała odporność na stresowe warunki testu przyspieszonego postarzania (zmniejszenie zdolności kiełkowania o 34%) nasion z terenu Nadl. Rymanów. Znaczne różnice (15-18%) pomiędzy zdolnością kiełkowania nasion postarzanych i niepostarzanych stwierdzono jeszcze u nasion z 3 powierzchni monitoringowych, rozrzuconych w innych regionach kraju (Nadl. Gryfino, Bogdaniec i Nowogród). Niższa wartość wskaźników z tych powierzchni nie wpłynęła jednak na obniżenie średnich charakterystyk dla krain, w których były te powierzchnie zlokalizowane.

W 2002 roku na powierzchniach monitoringowych w 6 krainach przyrodniczo-leśnych wydajność obradzania nasion sosny oraz ich masa 1000 sztuk, wielkość zarodka i żywotność były ponadprzeciętne. Tylko w Krainie Karpackiej wskaźniki te kształtowały się na poziomie niższym od średniego poziomu zarówno wieloletniego, jak i tych z 2002 roku w pozostałej części kraju. Na obniżenie przeciętnej jakości nasion z Krainy Karpackiej zasadniczy wpływ wywarły niskie wartości charakterystyk z 2 powierzchni monitoringowych zlokalizowanych w Beskidzie Niskim, w Nadl. Rymanów i Dukla.

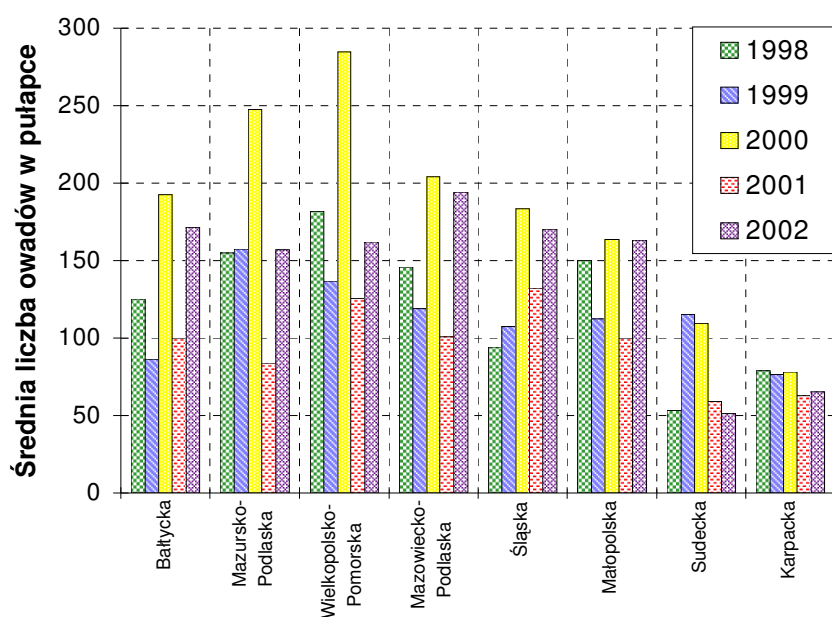
9. Poziom zagrożenia lasów ważniejszymi gatunkami owadów liściożernych

Dość ubogi skład gatunkowy drzewostanów oraz inne cechy drzewostanowo-siedliskowe, w powiązaniu z warunkami pogodowymi oraz depozytem zanieczyszczeń, sprzyjają występowaniu gradacji foliofagów. Liczebności populacji różnych gatunków szkodników są zmienne w czasie. Są lata, w których są one niewielkie, ale co jakiś czas, pod wpływem czynników sprzyjających gwałtownie wzrastają, powodując duże zniszczenia w lasach.

Analizę zagrożenia lasów ze strony owadów w ostatnim pięcioleciu przeprowadzono na podstawie wyników odłowów brudnicy mniszki oraz oceny występowania innych szkodników liściożernych i cetyńców przeprowadzonych na SPO I rzędu zlokalizowanych w drzewostanach iglastych.

Brudnica mniszka jest jednym z najgroźniejszych szkodników owadzych. Jej liczebność w **drzewostanach starszych** w ostatnim pięcioleciu była zmienna, a jednocześnie wysoka. W latach 1998, 2000, 2002 średnie liczebności w kraju były znacznie wyższe (odpowiednio: 145,5, 214,3, i 160,4 szt./pułapkę) niż w latach 1997 i 2001 (odpowiednio: 119,5, 106,7 szt./pułapkę). Podobna zmienność była również obserwowana w skali regionalnej - Rys. 16. W roku 1999

liczebności tego szkodnika w niektórych regionach obniżyły się, jednak nie wszędzie (Krainy: Mazursko-Podlaska, Śląska i Sudecka). Na przeważającym obszarze kraju największe liczebności tego szkodnika obserwowano w 2000 roku, najniższe w 2001 roku.



Rys. 16. Dynamika występowania brudnicy mniszki w drzewostanach iglastych (starszych) na SPO wg krain przyrodniczo-leśnych w latach 1998-2002

Wysokie zagrożenie, utrzymujące się w ciągu całego pięciolecia, pomimo opisywanej wcześniej zmienności w czasie, występowało w Krainach:

Mazursko-Podlaskiej, Wielkopolsko-Pomorskiej, Mazowiecko-Podlaskiej i Małopolskiej. W latach parzystych liczebności

wynosiły od 146,0 do 284,7 szt./pułapkę, w latach nieparzystych: od 83,9 do

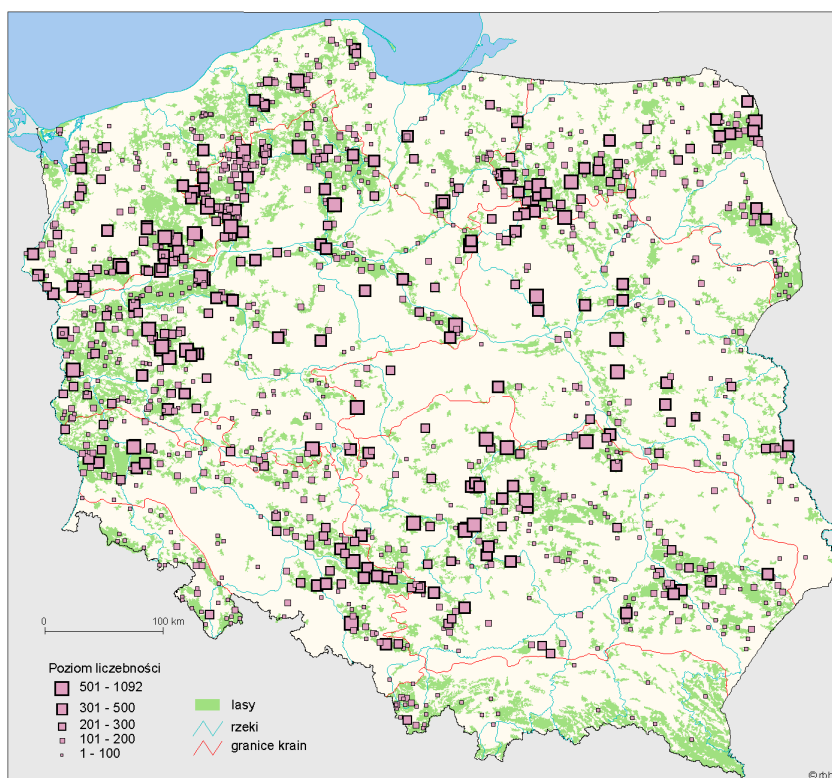
157,6 szt./pułapkę. Najniższe

liczebności występowały w Krainie Karpackiej (od 79,1 do 62,9 szt./pułapkę), dość niskie w Krainie Sudeckiej (od 51,0 do 115,3 szt./pułapkę).

W 2002 roku zagrożenie ze strony brudnicy mniszki było wyższe niż w 2001 roku we wszystkich krainach, z wyjątkiem Sudeckiej. Największy wzrost liczebności, w porównaniu z 2001 r. nastąpił w Krainie Mazowiecko-Podlaskiej. W 2002 roku liczebności tego szkodnika były niskie w Krainach: Sudeckiej i Karpackiej (51,0 i 65,1 szt./pułapkę), w pozostałych krainach były wysokie (od 157,0 do 194,2 szt./pułapkę) - Rys. 17.

Występowanie brudnicy mniszki w **drzewostanach młodszych** oceniano w latach 1998, 2000 i 2002, czyli w latach, w których jej liczebności w drzewostanach starszych były wysokie. W porównaniu z drzewostanami starszymi liczebności tych owadów były w niektórych regionach i latach niższe, w innych wyższe. Trudno tu znaleźć jakąś prawidłowość.

W większości krain najwyższe liczebności wystąpiły, podobnie jak w drzewostanach starszych, w 2000 roku. W 2002 roku liczebności tego szkodnika były niskie w Krainie Sudeckiej (35,3 szt./pułapkę). W pozostałych krainach liczebności były wysokie (od 139,8 166,7 szt./pułapkę).



Rys. 17. Występowanie brudnicy mniszki (*Lymantria monacha* L.) na stałych powierzchniach obserwacyjnych w drzewostanach iglastych - 2002 rok

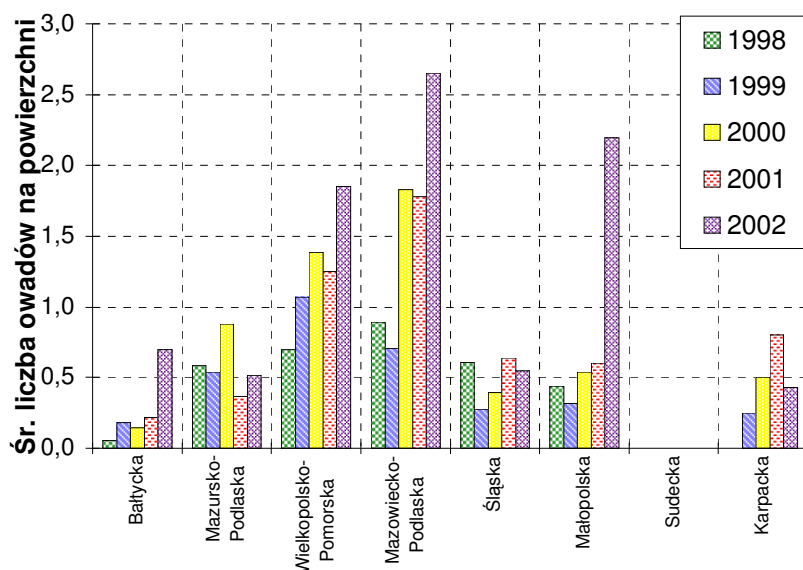
Boreczniki to również groźne ostatnio szkodniki drzewostanów sosnowych. Ich liczebność w latach 1998-1999 w **drzewostanach starszych** utrzymywała się na niskim poziomie na znacznym obszarze kraju. W latach 2000-2001 liczebności tych owadów były wyższe, średnie wartości dla kraju były podobne (odpowiednio: 0,89 i 0,84 szt./pow.), nieco wyższe niż średnie z lat 1998-1999 (odpowiednio: 0,54 i 0,59 szt./pow.). W 2002 roku średnia dla kraju znacznie

wzrosła, osiągając wartość 1,53 szt./pow - Rys. 18. W 5 krainach liczebności wzrosły, w 2 zmniejszyły się. Liczebności przekraczające 2 szt./pow. wystąpiły w Krainach: Małopolskiej i Mazowiecko-Podlaskiej. W **drzewostanach młodszych** w skali kraju również zaobserwowano wzrost liczebności boreczników w ciągu pięciolecia. Wysokie zagrożenie utrzymywało się w tym okresie w Krainach: Wielkopolsko-Pomorskiej i Mazowiecko-Podlaskiej, niskie w Krainach: Bałtyckiej i Sudeckiej.

Poproch cetyniak to kolejny groźny foliofag. W latach 1998, 1999 i 2002 średnie liczebności dla kraju w **drzewostanach starszych** wynosiły odpowiednio: 1,14, 1,37 i 1,29 szt./pow. W latach 2000-2001 średnie przyjmowały niskie wartości, odpowiednio: 0,30 i 0,23 szt./pow. W latach podwyższonej liczebności tego szkodnika w skali kraju, średnie dla Krain: Bałtyckiej i Wielkopolsko-Pomorskiej były znacznie wyższe (od 1,19 do 2,72 szt./pow.) niż w pozostałych krainach - Rys. 19. W **drzewostanach młodszych** również zaobserwowano wyższe liczebności w latach 1998 i 2002, niż w roku 2000. W roku 1998 zagrożenie od tego szkodnika wystąpiło w Krainie Wielkopolsko-Pomorskiej i Bałtyckiej (od 0,97 do 1,70 szt./pow.). W 2002 roku podwyższone liczebności wystąpiły w Krainach: Wielkopolsko-Pomorskiej, Bałtyckiej, Mazowiecko-Podlaskiej i Małopolskiej (od 1,08 do 1,88 szt./pow.).

Liczebność **zawisaka borowca** w latach 1998-2001 utrzymywała się na podobnym poziomie. Średnia liczebność w kraju w **drzewostanach starszych** wahała się od 0,20 do 0,33

szt./pow. W Krainie Wielkopolsko-Pomorskiej notowano podwyższone liczebności tego szkodnika w ciągu całego pięciolecia - Rys. 20. W 2002 roku w porównaniu z rokiem 2001 w 6 krainach zanotowano wzrost liczebności. Średnia liczebność dla kraju wzrosła do 0,46. Najwięcej osobników odłowiono w Krainie Wielkopolsko-Pomorskiej (0,72 szt./pow.). W **drzewostanach młodszych** zawisak borowiec również nie występował zbyt licznie. Jego liczebność w skali kraju w kolejnych latach badań wynosiła 0,23, 0,14 i 0,20 szt./pow. W Krainie Wielkopolsko-Pomorskiej liczebności w każdym roku pomiarowym przewyższały średnią krajową.



Rys. 18. Dynamika występowania boreczników w drzewostanach iglastych (starszych) na SPO wg krain przyrodniczo-leśnych w latach 1998-2002

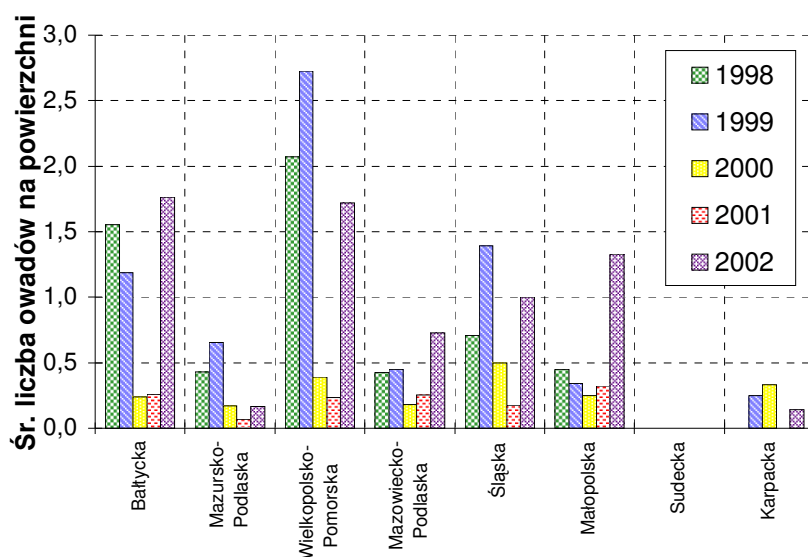
Strzygonia choinówka należy do groźniejszych szkodników w drzewostanach sosnowych. W ostatnim pięcioleciu największe zagrożenie od tego owada w **drzewostanach starszych** wystąpiło w latach 1999-2000. W roku 2001 zagrożenie znacznie zmniejszyło się we wszystkich krainach przyrodniczo-leśnych. W 2002 roku na przeważającym obszarze

kraju nastąpił dalszy spadek liczebności tego owada. W niektórych regionach zaobserwowano wzrost liczebności, jednak nie są to wartości alarmujące. Najwięcej owadów tego gatunku odnotowano w Krainie Karpackiej. W **drzewostanach młodszych**, podobnie jak w drzewostanach starszych, w 2000 roku odnotowano wzrost zagrożenia ze strony strzygonii choinówki. Średnia dla kraju wzrosła z 0,19 w 1998 roku do 2,37 w roku 2000. Największe ilości owadów odłowiono w Krainie Wielkopolsko-Pomorskiej (5,43 szt./pow.). W 2002 roku w większości krain nastąpił dość wyraźny spadek liczebności tego owada, do poziomu z roku 1998, a nawet w niektórych regionach niższego. Średnia dla kraju spadła do 0,11 szt./pow.

Liczebność **barczatki sosnówki w drzewostanach starszych** na przeważającym obszarze kraju utrzymywała się na niskim poziomie. Średnia krajowa w latach 1998-2000 była bardzo niska (od 0,02 do 0,24 szt./pow.). W 2001 roku znacznie wzrosła, osiągając wartość 1,41 szt./pow., jednak w roku 2002 ponownie zmniejszyła się (do 0,14). Wzrost średniej w 2001 roku spowodowany był lokalnymi znacznymi zwyżkami liczebności w RDLP Toruń (do 17,22

szt./pow.), Szczecin (do 0,82 szt./pow.) oraz Łódź (do 0,41 szt./pow.). W 2002 roku te podwyższone liczebności nie powtórzyły się, wartości spadły do poziomu sprzed 2 lat, lub nawet niższego. W **drzewostanach młodszych** liczebność barczatki sosnówki w większości krain utrzymywała się na zerowym poziomie w całym okresie pomiarowym. Lokalne podwyższenie liczebności zanotowano w Krainie Wielkopolsko-Pomorskiej.

Osnuja gwiaździsta w okresie ostatniej pięciolatki nie stanowiła dużego zagrożenia w lasach. Średnia w **drzewostanach starszych** w skali kraju wahała się od 0,28 do 0,58 szt./pow. Liczebności tego owada nie ulegały znacznym zmianom. Podwyższone liczebności zanotowano w Krainie Śląskiej (w latach 1999-2002 od 0,80 do 1,00 szt./pow.) i Małopolskiej (w latach 1998, 2002, odpowiednio: 0,90 i 0,80 szt./pow.). W 2002 najwięcej owadów tego gatunku wystąpiło w Krainie Małopolskiej i Śląskiej (0,80 i 1,00 szt./pow.) W **drzewostanach młodszych** średnie liczebności dla kraju nie były wysokie. Znacznie podwyższone wartości w całym okresie pomiarowym występowały w Krainie Śląskiej (od 1,40 do 4,10 szt./pow.). W 2002 roku w drzewostanach młodszych nie zanotowano poważnych zmian w liczebności tego owada.

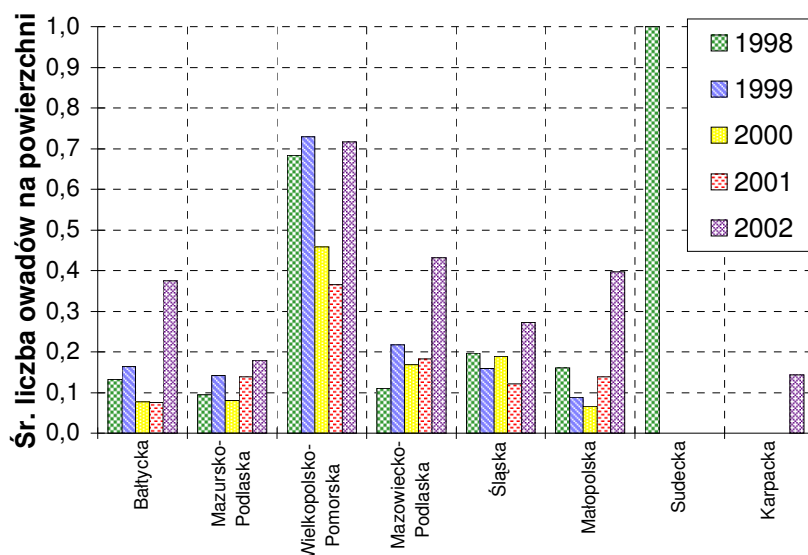


Rys. 19. Dynamika występowania poprocha cetyniaka w drzewostanach iglastych (starszych) na SPO wg krain przyrodniczo-leśnych w latach 1998-2002

Cetyńce są najczęściej spotykanymi szkodnikami wtórnymi drzewostanów sosnowych. W latach 1998, 2000 i 2001 średnia ilość zebranej cetyny na SPO w **drzewostanach starszych** w skali kraju była porównywalna (od 6,4 do 6,8 szt./pow.). W latach 1999, 2002 wartości te były wyższe (odpowiednio: 8,7 i 8,3 szt./pow.). W 1999 roku najwięcej cetyny średnio na

SPO zebrano w Krainie Karpackiej (25 szt./pow.), powyżej 10 szt./pow. w Krainie Bałtyckiej i Mazursko-Podlaskiej. W 2002 roku najwięcej cetyny zebrano w Krainie Bałtyckiej (11,5 szt./pow.) i Karpackiej (10,9 szt./pow.). W **drzewostanach młodszych** w 1998 roku średnia ilość cetyny zebranej na SPO w skali kraju wynosiła 7,7 szt./pow. i była wyższa niż w drzewostanach starszych. Najwięcej cetyny zebrano w Krainie Mazursko-Podlaskiej (16,6) i

Mazowiecko- Podlaskiej (14,1). W 2000 roku średnia dla kraju wynosiła 6,3 szt./pow. i była porównywalna do wartości uzyskanej w drzewostanach starszych (6,4). Najwięcej cetyny zebrano w Krainie Mazursko-Podlaskiej (10,2). W 2002 roku średnia dla kraju znacznie wzrosła (do 8,9 szt./pow.). Duże ilości cetyny w przeliczeniu na powierzchnię zebrano w tym roku w Krainie Mazowiecko-Podlaskiej (26,9).



Rys. 20. Dynamika występowania zawisaka borowca w drzewostanach iglastych (starszych) na SPO wg krain przyrodniczo-leśnych w latach 1998-2002

Łącznie w ciągu pięciolecia największe zagrożenie ze strony szkodników liściożernych w drzewostanach iglastych starszych występowało w Krainach: Wielkopolsko-Pomorskiej (zagrożenie ze strony 6 szkodników, z wyjątkiem osui i cetyńców) i Mazowiecko-Podlaskiej (zagrożenie ze strony 5 szkodników, z wyjątkiem poprocha, barczatki i osui).

Najmniej zagrożone były drzewostany w Krainach: Mazursko-Podlaskiej (brak zagrożenia ze strony 7 szkodników, z wyjątkiem brudnicy) i Karpackiej (brak zagrożenia ze strony 7 szkodników, z wyjątkiem cetyńców).

Największe zagrożenie w ciągu pięciolecia ze strony szkodników liściożernych w drzewostanach iglastych młodszych występowało w Krainie Wielkopolsko-Pomorskiej (zagrożenie ze strony 6 szkodników z wyjątkiem osui i cetyńców), wysokie w Krainie Mazowiecko-Podlaskiej (zagrożenie ze strony 5 szkodników z wyjątkiem zawisaka, barczatki i osui). **Najmniej zagrożone były drzewostany** w Krainie Sudeckiej (brak zagrożenia ze strony 7 szkodników z wyjątkiem osui), Krainie Śląskiej (brak zagrożenia ze strony 6 szkodników z wyjątkiem brudnicy i osui) i Krainie Bałtyckiej (brak zagrożenia ze strony 6 szkodników z wyjątkiem brudnicy i poprocha).

Biorąc pod uwagę kolejne lata pięciolecia dla każdego roku można wskazać szkodniki najbardziej uciążliwe w skali kraju. W 1998 roku utrzymywało się duże zagrożenie ze strony brudnicy mniszki i poprocha cetyniaka. W 1999 roku zagrożenie stwarzały strzygonia choinówka i poproch cetyniak. W 2000 roku największym zagrożeniem były brudnica mniszka i

strzygonia choinówka. W 2001 roku zagrożenie stanowiła barczatka sosnówka. W 2002 roku zanotowano wzrost liczebności brudnicy mniszki, boreczników, poprocha cetyniaka i zawisaka borowca.

Największe zagrożenie w ciągu pięciolecia ze strony szkodników liściożernych w drzewostanach iglastych zarówno młodszych jak i starszych występowało w Krainie Wielkopolsko-Pomorskiej, wysokie w Krainie Mazowiecko-Podlaskiej. Najmniej zagrożone były drzewostany iglaste starsze w Krainach: Mazursko-Podlaskiej i Karpackiej oraz drzewostany iglaste młodsze w Krainie Sudeckiej. W 2002 roku w porównaniu z 2001 rokiem na przeważającym obszarze kraju zanotowano wzrost liczebności brudnicy mniszki, boreczników, poprocha cetyniaka i zawisaka borowca.

10. Średnia biomasa osobnicza biegaczowatych w ekosystemach leśnych

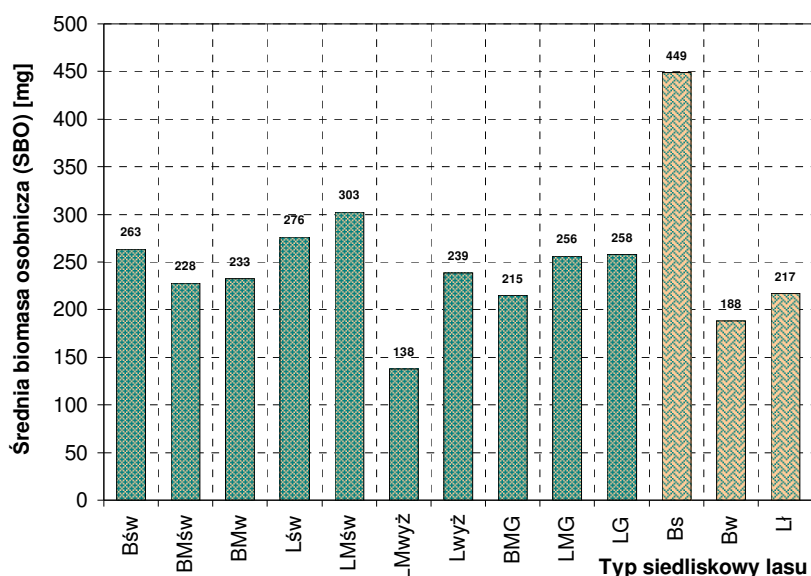
W 2002 roku określono wartość wskaźnika średniej biomasy osobniczej (SBO) epigeicznych biegaczowatych na 16 stałych powierzchniach obserwacyjnych II-go rzędu zlokalizowanych w lasach RDLP Katowice, Kraków, Lublin, Łódź i Szczecin.

Odłowy przeprowadzone w 2002 roku zamykają 4 letni cykl badań SBO na powierzchniach monitoringu lasu. W niniejszym opracowaniu dokonano podsumowania całości badań.

Ogółem przez 4 lata przeprowadzono jednokrotne odłowy biegaczowatych na 148 stałych powierzchniach obserwacyjnych II-go rzędu. W obliczeniach podsumowujących pominięto, ze względów metodycznych, wyniki z 10 powierzchni.

Na powierzchniach z panującą sosną wartość SBO wahała się pomiędzy 64 a 660 mg. Na powierzchniach z drzewostanem dębowym wskaźnik SBO przyjmował wartości od 61 do 532 mg. Wartość SBO na powierzchniach z drzewostanami świerkowymi zawierała się między 66 mg a 392 mg. W przypadku powierzchni z panującym bukiem wartości tego wskaźnika znajdowały się w przedziale od 180 do 581 mg.

Wartości SBO były uzależnione od typu siedliskowego lasu - Rys. 21. Najwyższą średnią stwierdzono na powierzchniach z siedliskiem lasu mieszanego świeżego (LMśw) - 303 mg, najniższa wystąpiła na powierzchniach z siedliskiem lasu mieszanego wyżynnego (LMwyż) - 138 mg. Na powierzchniach z pozostałymi typami siedliskowymi średnia wartość SBO wahała się w zakresie od 215 do 276 mg. Bór suchy (Bs), bór wilgotny (Bw) i las łęgowy (Lł) były reprezentowane przez pojedyncze powierzchnie, także uzyskane wyniki nie są wartościami średnimi. Na siedlisku boru suchego (drzewostan 67-letni), najuboższym wśród badanych, wartość SBO wyniosła niemal 450 mg i była jedną z najwyższych wśród wszystkich zanotowanych wartości SBO.



Rys. 21. Średnie wartości SBO na powierzchniach SPO w zależności od typu siedliskowego lasu (na siedliskach BS, Bw, Ł – wartości z pojedynczych powierzchni) Bśw - bór świeży, BMśw - bór mieszany świeży, BMw - bór mieszany wilgotny, Lśw - las świeży, LMśw - las mieszany świeży, LMwyż - las mieszany wyżynny, Lwyż - las wyżynny, BMG - bór mieszany górski, LMG - las mieszany górski, LG - las górski, Bs - bór suchy, Bw - bór wilgotny, Ł - las łęgowy

Rozpatrując kształtowanie się wartości SBO na powierzchniach monitoringowych należy mieć na uwadze przede wszystkim takie czynniki środowiska jak wiek drzewostanów, żyzność siedliska, rodzaj próchnicy ale też i zwarcie drzewostanu oraz poziom defoliacji. Dwa ostatnie czynniki wpływają bowiem na ilość światła docierającego do dna lasu, a zatem mogą modyfikować procesy zachodzące w tej warstwie lasu. Analiza statystyczna danych

wskazuje, że związki SBO z wymienionymi czynnikami środowiska nie są aż tak silne, jak można by przypuszczać. Obliczone współczynniki korelacji rang Spearmana pomiędzy SBO a niektórymi parametrami drzewostanowo-środowiskowymi przyjmują wartości bliskie zeru. Najsilniejszy i ujemny związek istnieje pomiędzy SBO a typem próchnicy, choć jest to zaledwie korelacja słaba. Inne parametry, a w tym i wiek drzewostanu, nie okazały się na badanych powierzchniach czynnikami znacząco wpływającymi na stan zgrupowań biegaczowatych.

W niektórych opracowaniach podkreślany jest związek pomiędzy wielkością SBO a zagrożeniem drzewostanów przez owady foliofagiczne [7]. W niniejszych badaniach sprawdzono siłę związku pomiędzy stanem populacji najgroźniejszych foliofagów sosny a wielkością SBO. W analizach wykorzystano dane o stanie populacji foliofagów na powierzchniach SPO z sosną jako gatunkiem panującym z ostatnich czterech lat. Na powierzchniach, gdzie wartość SBO była szczególnie niska (<180 mg) nie zaobserwowano zwiększonego zagrożenia ze strony strzygonii choinówki. Współczynnik korelacji pomiędzy SBO a liczebnością poczwerek strzygonii był bardzo mały i ujemny ($r=-0,040$; $p>0,05$). Wartości SBO korelowały przeciętnie z liczebnością poczwerek poprocha cetyniaka ($r=0,316$; $p<0,05$). W przypadku osui gwiazdzistej współczynnik korelacji pomiędzy SBO a liczbą larw

szkodnika był również przeciętny ($r=-0,304$; $p>0,05$). Wysoka korelacja ($r=0,646$; $p=0,166$) wystąpiła pomiędzy liczbą poczwerek barczatki sosnowki a wartościami SBO.

Zagrożenie sumaryczne ze strony wszystkich wymienionych foliofagów sosny korelowało słabo z wartością SBO ($r=0,162$; $p>0,05$).

Uzyskane wyniki nie potwierdzają więc założenia o związku pomiędzy SBO a zagrożeniem drzewostanów sosnowych ze strony owadów foliofagicznych. Dodatkowo wartości wskaźnika korelacji w przypadku barczatki sosnowki i poprocha cetyniaka wskazują wręcz, że stan procesów glebowych, których wyrazem jest wartość SBO, nie musi zawsze w jednakowy sposób wskazywać na podatność drzewostanów na inwazję szkodników.

Analiza statystyczna danych wskazała, że związki SBO z takimi czynnikami jak wiek drzewostanów, żyzność siedliska, rodzaj próchnicy, czy też zwarcie drzewostanu oraz poziom defoliacji nie są silne. Najsilniejszy i ujemny związek istnieje pomiędzy SBO a typem próchnicy, choć jest to zaledwie korelacja słaba.

Nie stwierdzono związku pomiędzy SBO a zagrożeniem drzewostanów sosnowych ze strony owadów foliofagicznych.

11. Poziom zagrożenia lasów grzybami patogenicznymi

Monitoring fitopatologiczny w 2002 roku realizowany był we wszystkich krainach przyrodniczo-leśnych, na 576 poletkach, w sieci 148 SPO I rzędu monitoringu lasu. Łączna powierzchnia obserwacji wyniosła 8,814 ha, największa w Krainie Wielkopolsko-Pomorskiej (1,657 ha), najmniejsza w Krainie Sudeckiej (0,603 ha).

Wybrane powierzchnie charakteryzowały się wysoką reprezentatywnością, zarówno w skali rdLP, jak i krain przyrodniczo-leśnych. Powierzchnie reprezentowały główne typy siedliskowe lasu występujące w Polsce (ogółem 15 jednostek typologicznych). Dominowały siedliska: boru świeżego (Bśw), boru mieszanego świeżego (BMśw), lasu świeżego (Lśw) i lasu



Fot. 13. Grzyb z rodzaju pieniążek (*Collybia* spp.) pospolicie występujący latem i jesienią, często gromadnie, stanowisko w nadl. Nidzica – fot. Jerzy Wawrzoniak

mieszanego świeżego (LMśw), łącznie 413 poletek. Na siedliskach nizinnych zlokalizowanych było łącznie 464 poletka, na siedliskach wyżynnych - 32 poletka, górskich - 80 poletek.

Wiek badanych drzewostanów mieścił się w przedziale 41-138 lat. Przeciętna wieku wynosiła około 77 lat i była o 5 lat wyższa niż w roku 2001.

Fitopatologicznej ocenie poddano łącznie 2394 pniaki, w tym 1266 sosnowych (53%), 383 świerkowych (16%) i 199 dębowych (8%). Pniaków gatunków iglastych było łącznie 1769 (74%), zaś gatunków liściastych - 625 (26%).

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

Kraina przyrodniczo-leśna	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	30	32	-	-	2	-	1,125	1,000	1,125
Mazursko-Podlaska	32	33	1	1	1	-	1,088	1,029	1,120
Wielkopolsko-Pom.	69	74	16	13	4	2	1,270	1,191	1,513
Mazowiecko-Podl.	32	52	11	5	14	-	1,684	1,088	1,832
Śląska	22	28	7	2	1	-	1,300	1,067	1,387
Małopolska	25	59	17	6	23	-	1,969	1,092	2,151
Sudecka	2	2	-	-	-	-	1,000	1,000	1,000
Karpacka	5	5	-	-	-	-	1,000	1,000	1,000
Kraj 2002	217	285	52	27	45	2	1,452	1,099	1,596
Kraj 2001	219	277	49	13	31	9	1,371	1,104	1,513
Kraj 2000	160	210	34	23	44	5	1,513	1,139	1,723
Kraj 1999	160	272	96	48	78	14	1,754	1,228	2,153

Wg - wskaźnik liczby gałęzi pozostających na dnie lasu

Wp - wskaźnik nasilenia porażenia gałęzi przez grzyby

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

Ocenę zagrożenia drzewostanów przez grzyby wywołujące zamieranie pędów sosny (na 314 poletkach) wykonano na podstawie analizy dwóch parametrów: liczby pędów pozostających na dnie lasu (Wg) oraz nasilenia występowania owocowania porażających je grzybów (Wp). Policzone syntetyczny wskaźnik WZD potencjalnego zagrożenia drzewostanów zamieraniem pędów, równy iloczynowi Wg i Wp. Wartości wskaźnika Wp bezpośrednio

wskazują na występowanie i porażenie pędów przez chorobotwórcze grzyby. Wartości wskaźnika Wg nie są tak miarodajne, z uwagi na możliwość kształtowania się jego wartości w wyniku oddziaływania innych niż patogeny przyczyn, np. silne wiatry, żerowanie szkodników owadzych, wykonywane w drzewostanie prace pielęgnacyjne.

W 2002 roku zagrożenie drzewostanów sosnowych ze strony grzybów powodujących uszkodzenia aparatu asymilacyjnego było niskie (Tab. 10). Wartość wskaźnika WZD była nieznacznie wyższa niż w roku 2001 oraz mniejsza niż w latach 2000 i 1999. Wartość wskaźnika Wp w roku 2002 (1,099) była nieco niższa niż w latach poprzednich (od 1,104 w 2001 do 1,228 w roku 1999). Wyższe w roku 2002 wartości wskaźnika Wg (1,452) względem roku 2001 (1,371) były pochodną uszkodzeń spowodowanych na kilkunastu powierzchniach przez huraganowe wiatry.

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

Kraina przyrodniczo-leśna	Pn/ha	WG [%]	Wiek	Rozł.
Bałtycka	203	48,41	2,40	2,27
Mazursko-Podlaska	175	36,42	2,56	2,36
Wielkopolsko-Pomorska	277	28,10	2,49	2,41
Mazowiecko-Podlaska	275	33,33	2,43	2,35
Śląska	231	26,57	2,65	2,17
Małopolska	371	31,70	2,46	2,24
Sudecka	334	22,39	2,44	2,18
Karpacka	273	39,92	2,63	2,17
Kraj 2002	272	32,87	2,49	2,28
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)

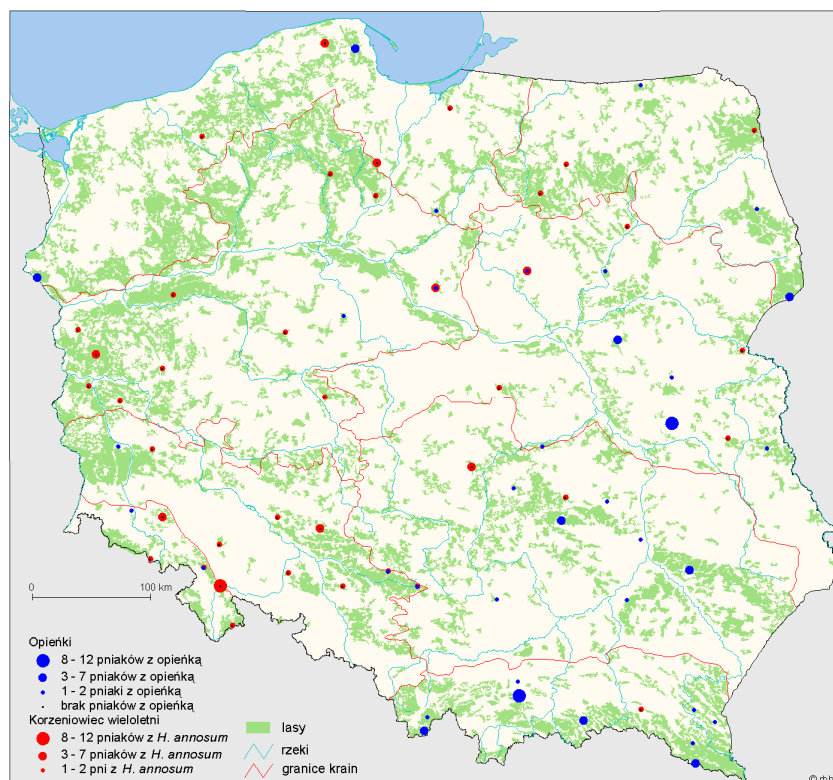
Wiek - wskaźnik wieku pniaków (średnia ważona)

Rozł. - wskaźnik rozłożenia pniaków (średnia ważona)

Zróżnicowanie powierzchniowe wartości wskaźnika WZD było w 2002 roku wysokie. Wskaźnik ten osiągał wartości od 1,00 (Krainy: Sudecka i Karpacka) do 2,15 (Kraina Małopolska). Przyczyną tego były z jednej strony wspomniane wcześniej szkody wyrządzone w lasach przez silne wiatry, a z drugiej mała liczba inwentaryzowanych poletek z sosną na terenach pogórza i gór. W przypadku wskaźnika Wp tak dużego zróżnicowania nie było (od 1,00 do 1,91) - Tab. 10.

W roku 2002 na powierzchniach monitoringu fitopatologicznego stwierdzano od 175 (Kraina Mazursko-Podlaska) do 371 (Kraina Małopolska) pniaków/ha (Pn/ha) - Tab. 11. Średnia dla całego kraju wynosiła 272 pniaków/ha i była nieznacznie większa niż w roku 2001 (268 pniaków/ha). **Zasiedlenie pniaków przez grzyby (WG)** zawierało się w przedziale od 22,39%

(Kraina Sudecka) do 48,41% (Kraina Bałtycka), przy średniej dla kraju wynoszącej 32,87%. Wartość ta jest wyraźnie niższa niż w roku poprzednim (44,11%) i zbliżona do średniej z roku 2000 (36,90%). Świadczy to o utrzymywaniu się kolonizacji pniaków przez grzyby na poziomie, który uznać można za naturalny dla przeprowadzanej inwentaryzacji. Nie było dużego zróżnicowania średnich wartości **wskaźników wieku i stopnia rozłożenia pniaków** w krainach przyrodniczo-leśnych. Średnie wartości tych wskaźników dla całego kraju nie różniły się znacznie od średnich z lat poprzednich -Tab. 11.



Rys. 22. Występowanie patogenów korzeni (*Heterobasidion annosum* oraz *Almillaria* spp.) na powierzchniach monitoringu fitopatologicznego w 2002 roku

Występowanie patogenów, wyrażone liczbą pniaków skolonizowanych przez korzeniowca wieloletniego bądź opieńki (P/ha), było w 2002 roku nieco mniejsze niż w latach 2000 i 2001 (odpowiednio 24,8 i 23,7) i średnio w kraju wynosiło 23,7 pniaków/ha - Tab. 12 i Rys. 22. Również wielkość **wskaźnika zasiedlenia pniaków przez patogeny (WP)** była w roku 2002 niższa (6,98%) niż w latach poprzednich (8,85% w roku 2001 i 8,50% w roku

2000). Z uwagi na porównywalną strukturę gatunkową drzewostanów i pniaków inwentaryzowanych w roku 2002 i wcześniej, obniżony poziom występowania patogenów korzeni w roku 2002 wydaje się być odzwierciedleniem zmian w strukturze siedliskowej inwentaryzowanych drzewostanów oraz ich wieku. W roku 2002 udział poletek zlokalizowanych na siedliskach żyznych (las mieszany i lasy) wyniósł 47,9%, natomiast w roku 2001 - 54,9%. Średni wiek wynosił odpowiednio: 77 i 72 lata. Oznacza to, że w roku 2001 zinwentaryzowano więcej drzewostanów iglastych zajmujących żyzne, nieodpowiednie dla nich, siedliska lasowe oraz, że były one nieco młodsze i podatniejsze na infekcje przez patogeny korzeni niż drzewostany inwentaryzowane w roku 2002. Pniaki gatunków iglastych, zwłaszcza sosny, świerka i w nieco mniejszym stopniu jodły, były najczęściej kolonizowane przez patogeny korzeni. Ta obserwacja może uzasadniać tezę o niedostosowaniu składu gatunkowego

drzewostanu do zajmowanego przezeń siedliska, jako pierwotnego czynnika o charakterze predyspozycyjnym w procesie rozwoju chorób korzeni w drzewostanach gospodarczych Polski.

Rozpowszechnienie patogenów wykazywało wyraźne zróżnicowanie regionalne. Najwięcej pniaków zasiedlonych przez sprawców chorób korzeni stwierdzono w Krainach: Karpackiej i Sudeckiej (P/ha powyżej 30, WP odpowiednio: 14,29% i 10,45%) - Tab. 12. Znacznie mniejsze rozpowszechnienie patogenów występowało w Krainach: Mazursko-Podlaskiej, Wielkopolsko-Pomorskiej, Małopolskiej i Bałtyckiej, gdzie wskaźnik P/ha nie przekraczał 15 pniaków/ha, zaś udział pniaków skolonizowanych przez patogeny (wskaźnik WP) zawierał się w przedziale od 3,68% (Kraina Małopolska) do 6,75% (Kraina Bałtycka).

Tabela 12. Wskaźniki występowania patogenów korzeni, grzybów saprofitycznych oraz zagrożenia drzewostanów w krainach przyrodniczo-leśnych - 2002 r.

Kraina przyrodniczo-leśna	P/ha	WP [%]	S/ha	WS [%]	WD	EP [%]
Bałtycka	13,7	6,75	85,6	42,06	6,24	13,08
Mazursko-Podlaska	11,6	6,62	54,5	31,13	4,70	10,42
Wielkopolsko-Pomorska	13,3	4,79	64,6	23,31	4,86	6,67
Mazowiecko-Podlaska	22,7	8,25	70,6	25,71	3,12	12,38
Śląska	17,9	7,73	44,7	19,32	2,50	10,53
Małopolska	13,6	3,68	106,5	28,72	7,81	5,38
Sudecka	34,8	10,45	43,1	12,94	1,24	13,46
Karpacka	39,1	14,29	71,2	26,05	1,82	23,78
Kraj 2002	18,9	6,98	71,8	26,44	3,79	10,39
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)

W roku 2002 **grzyby saprotroficzne** były rzadziej identyfikowane na powierzchniach monitoringu fitopatologicznego, niż to miało miejsce w roku 2001 - Tab. 12. Średnie dla całego kraju wartości wskaźników S/ha i WS wynosiły 71,8 pniaki/ha i 26,44%, podczas gdy rok wcześniej odpowiednio: 94,4 pniaki/ha i 35,26%. Wartości z roku 2002 były natomiast zbliżone do wartości z roku 2000.

Regionalne zróżnicowanie kolonizacji pniaków przez grzyby saprotroficzne było wysokie. Najliczniej grzyby te stwierdzano na pniakach w Krainie Małopolskiej (wskaźnik S/ha = 106,5 pniaków/ha), najrzadziej zaś w Krainach: Sudeckiej i Śląskiej (poniżej 50 pniaków/ha). Wskaźnik WS w większości krain przyrodniczo-leśnych osiągał wielkości z przedziału 20-30%. W Krainie Sudeckiej wyniósł 12,94%, w Krainie Bałtyckiej 42,06%.

Zagrożenie drzewostanów ze strony chorób systemów korzeniowych (opieńkowej zgnilizny korzeni i huby korzeni) w ocenie monitoringu fitopatologicznego wyrażone jest wskaźnikami dominacji saprotrofów (WD) i ekspozycji pniaków na zasiedlenie przez patogeny (EP) - Tab. 12. Średnie dla kraju wartości wskaźnika WD w roku 2002 (3,79) były zbliżone do tych z lat poprzednich (3,98 w roku 2001 i 3,34 w roku 2000). Wartość wskaźnika EP (10,39%) była natomiast istotnie niższa niż w latach 2001 (15,83%) i 2000 (13,46%). Uwzględniając przyczyny, o których wspomniano wcześniej (wyższy wiek inwentaryzowanych w roku 2002 drzewostanów i ich lepsze dostosowanie do zajmowanych siedlisk), powyższa „poprawa” wartości wskaźników wydaje się być naturalna i oczekiwana. Można zatem uznać, że w lasach gospodarczych w skali całego kraju nie występują dynamiczne zmiany zagrożenia ze strony patogenów korzeni.

Zróżnicowanie wartości wskaźników WD i EP pomiędzy krainami przyrodniczo-leśnymi było duże. Największe zagrożenie, występowało w Krainach: Sudeckiej (WD=1,24 i EP=13,46%) i Karpackiej (WD=1,82 i EP=23,78%). W pozostałych krainach wartości wskaźnika WD były wyższe i mieściły się w przedziale 2,5-7,81, a wartości wskaźnika EP były niższe i zawierały się w przedziale 5,38-13,08%. Najniższym zagrożeniem ze strony patogenów korzeni charakteryzowały się drzewostany położone na północnym zachodzie, na wschodzie i w centrum Polski, w Krainach: Wielkopolsko-Pomorskiej, Bałtyckiej i Małopolskiej.

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

W 2002 roku wskaźniki zagrożenia drzewostanów ze strony patogenów korzeni były nieznacznie niższe niż w roku 2001.

Obecnie w skali kraju nie występują zjawiska chorobowe o znaczącej dynamice, co wskazuje, że stan zdrowotny lasów jest stabilny.

12. Ocena wpływu czynników środowiska na stan zdrowotny lasów w 2002 roku i przewidywany kierunek zmian w najbliższych latach

W ostatnim pięcioleciu 1998-2002 stan zdrowotny lasów wykazywał znaczną stabilność w skali kraju. Wartość wskaźnika defoliacji wszystkich gatunków razem wahała się od 2,58 w 1999 roku do 2,69 w 2002 roku. Tylko pomiędzy tymi dwoma latami wykazano istotne statystycznie różnice wartości tego wskaźnika. Wyższy wskaźnik defoliacji w 2002 roku w porównaniu do roku 1999 wynikał z pogorszenia się kondycji zdrowotnej drzewostanów sosnowych w 2002 roku. Pozostałe monitorowane gatunki nie wykazały istotnych różnic wskaźnika defoliacji w pięcioleciu 1998-2002.

Powierzchniowe zróżnicowanie uszkodzenia drzewostanów potwierdza utrzymujący się od wielu lat podział na bardziej uszkodzone drzewostany Polski południowej, reprezentowane szczególnie licznie w Krainie Karpackiej oraz mniej uszkodzone drzewostany Polski północnej występujące najliczniej w Krainach Bałtyckiej i Mazursko-Podlaskiej. Różnice w uszkodzeniu drzewostanów pomiędzy regionami północnymi i południowymi kraju są jednak w 2002 roku mniejsze niż w latach ubiegłych. Wynika to zarówno z poprawy stanu zdrowotnego lasów w Polsce południowej jak i z pogorszenia się kondycji drzewostanów w Polsce północno-wschodniej. W Krainie Mazursko-Podlaskiej i Mazowiecko-Podlaskiej odnotowano przyrost drzew uszkodzonych w porównaniu do roku 2001. Przyczyną pogorszenia się stanu zdrowotnego w regionie wykazującym dotychczas najwyższy poziom zdrowotności drzewostanów były niesprzyjające warunki pogodowe, a szczególnie deficyt wody w okresie wegetacyjnym 2002 roku. W RDLP Białystok, Olsztyn i Warszawa średni poziom opadów w okresie od kwietnia do września wynosił od 61% do 76% normy wieloletniej. Niski poziom opadów występował przy jednoczesnym skokowym przyroście średnich temperatur maja i czerwca.

Istotnym czynnikiem abiotycznym oddziałującym na stan zdrowotny drzewostanów jest poziom zanieczyszczeń atmosferycznych i wielkość depozytu zanieczyszczeń na terenach leśnych. W 2002 roku poziom stężeń SO_2 w powietrzu atmosferycznym we wszystkich krainach przyrodniczo-leśnych z wyjątkiem Krainy Mazursko-Podlaskiej wykazywał niższe wartości w porównaniu do 2001 roku. Taką tendencję odnotowano w całym okresie pięciolecia 1998-2002. Przy zmniejszającej się w kolejnych latach koncentracji SO_2 w powietrzu zachowane zostało zróżnicowanie poziomu koncentracji SO_2 na wyższy w Polsce południowej (Krainy: Śląska i Małopolska) i niższy w Polsce północnej (Krainy: Bałtycka i Mazursko-Podlaska). W analizowanym okresie odnotowano wyraźne zróżnicowanie poziomu koncentracji SO_2 na wyższy w okresie zimowym i niższy w okresie letnim.

Stężenie NO_2 w 2002 roku było wyższe w porównaniu do roku 2001 na większości obszarów leśnych Polski, z wyjątkiem Krainy Bałtyckiej i Wielkopolsko-Pomorskiej. Od roku 2000 notuje się stały wzrost stężeń NO_2 w krainach Polski południowej, szczególnie wyraźny w Krainach: Małopolskiej i Karpackiej. Jednocześnie utrzymuje się zróżnicowanie stężeń NO_2 w ciągu roku na wyższe w okresie zimowym i niższe w okresie letnim.

Poziom stężeń SO_2 i NO_2 na terenach leśnych sytuuje się wyraźnie poniżej norm ustanowionych rozporządzeniem Ministra Środowiska [16].

Z poziomem stężeń SO_2 i NO_2 w dużym stopniu związany jest poziom kwasowości opadów atmosferycznych. Stwierdzono utrzymywanie się wyższej kwasowości opadów w Polsce południowej w porównaniu do Polski północnej, jak również utrzymywanie się wyższej

kwasowości opadów w okresie zimowym w porównaniu z okresem letnim. W ostatnim pięcioleciu odnotowano stałe obniżanie się kwasowości opadów atmosferycznych we wszystkich krainach przyrodniczo-leśnych. Powyższe dane świadczą o minimalizacji roli stężeń dwutlenku siarki i tlenków azotu oraz kwasowości opadów na stan zdrowotny drzewostanów w Polsce. Wpływ ten może być istotny lokalnie, w bezpośredniej bliskości dużych źródeł emisji tych związków.

Na funkcjonowanie ekosystemów leśnych znaczny wpływ wywiera dopływ pierwiastków chemicznych wraz z opadami atmosferycznymi. Wielkość depozytu większości jonów utrzymywał się na podobnym poziomie jak w roku ubiegłym. Charakterystyczny był wyższy depozyt jonów w okresie zimowym, z wyjątkiem jonów K^+ i $N-NH_4^+$, w porównaniu do okresu letniego. W 2002 roku odnotowano kontynuację tendencji spadkowej depozytu siarki siarczanowej, szczególnie wyraźną w Krainie Karpackiej. Pomiary depozytu metali ciężkich: ołowiu i kadmu wykazały ich najwyższe wartości w Polsce południowej, w Krainach: Małopolskiej i Karpackiej, a najniższe w Polsce północnej i środkowo-wschodniej, w Krainach: Bałtyckiej i Mazowiecko-Podlaskiej.

Zarówno właściwości gleb jak i wielkość depozytu związków biogenych wpływają na skład chemiczny igliwia. Wyniki analiz chemicznych igliwia sosny i świerka wykazały przyrost zawartości azotu i fosforu w igliwiu sosny i świerka pomiędzy rokiem 1997 a 2001. Odnotowano również spadek zawartości siarki w igliwiu świerka, co może mieć związek z niższymi koncentracjami SO_2 w powietrzu, jak i z malejącym depozytem związków siarki w ostatnich latach. W składzie chemicznym igliwia sosny pobranego z północnych regionów kraju stwierdzono niższą zawartość większości badanych pierwiastków niż w igliwiu pochodzącym z regionów południowych.

Równie ważne dla zdrowotności drzewostanów są czynniki biotyczne. W ramach programu monitoringu lasu na stałych powierzchniach obserwacyjnych oceniana jest gęstość populacji owadów liściożernych, jak również występowanie zagrożeń powodowanych przez grzyby patogeniczne.

W 2002 roku odnotowano przyrost liczebności boreczników w krainach: Mazowiecko-Podlaskiej, Małopolskiej, Wielkopolsko-Pomorskiej i Bałtyckiej. We wszystkich krainach, w których zlokalizowane były powierzchnie obserwacyjne, wzrosła, w porównaniu do roku ubiegłego, liczebność zawisaka borowca i poprocha cetyniaka. Poziom liczebności brudnicy mniszki utrzymuje się na wysokim poziomie, a w większości krain wzrósł w porównaniu do roku 2001.

Wyniki badań monitoringu fitopatologicznego wykazują, że zagrożenie zamieraniem pędów sosny utrzymuje się na niewielkim poziomie. Również wskaźnik zagrożenia drzewostanów patogenami korzeni jest niski. Oznacza to, że w lasach nie występują obecnie zjawiska chorobowe o znacznej skali i dynamice.

Kondycja lasów w Polsce jest determinowana przez układ warunków siedliskowych, strukturę gatunkową i wiekową drzewostanów, czynniki względnie trwałe, podlegające bardzo wolno zmianom w czasie oraz przez czynniki zmienne, takie jak warunki pogodowe, poziom zanieczyszczeń powietrza, poziom liczebności owadów szkodliwych i występowanie grzybów patogenicznych. Na warunki siedliskowe wpływa w ostatnich latach proces eutrofizacji, wywołany znacznym depozytem pierwiastków biogennych, a szczególnie związków azotowych. Zjawisko to prowadzi do wzrostu żyzności gleb i większego udziału gatunków eutroficznych w składzie roślinności runa. Wzrost żyzności siedlisk leśnych zwiększa konkurencyjność gatunków liściastych, co w dłuższym czasie może prowadzić do zmiany struktury gatunkowej drzewostanów. Proces ten może być wspierany zaznaczającym się ocieplaniem klimatu. Z powodu ograniczenia wielkości pozyskania drewna w lasach, w ostatnich latach, pogorszeniu uległa struktura wiekowa drzewostanów. Wzrasta powierzchnia drzewostanów starszych oraz średni wiek drzewostanów [13]. Wymienione cechy polskich lasów czynią je wrażliwymi na występujące niekorzystne zmiany warunków pogodowych, pojawy owadów szkodliwych lub grzybów patogenicznych.

Stan zdrowotny lasów w 2002 roku wykazywał znaczną stabilność. Najważniejszym w tym roku czynnikiem niekorzystnym dla kondycji drzewostanów był deficyt wodny, który wystąpił w okresie wegetacyjnym w Polsce północno-wschodniej. Spowodował on wzrost uszkodzenia drzewostanów w tych regionach kraju. Jednak ten zaobserwowany wzrost uszkodzenia nie jest trwały i głęboki. Poprawa stanu zdrowotnego drzewostanów tego regionu może nastąpić szybko, jeżeli poprawie ulegną warunki pogodowe, a szczególnie gdy wielkość opadów w przyszłym roku będzie zbliżona do normy wieloletniej. Stabilność kondycji drzewostanów w najbliższych latach w znacznym stopniu zależeć będzie od warunków pogodowych. Wzrost średnich temperatur w okresie wegetacyjnym przy jednoczesnym deficycie wody i przy utrzymującym się procesie eutrofizacji siedlisk leśnych może prowadzić regionalnie do incydentalnych i krótkotrwałych zakłóceń funkcjonowania ekosystemów leśnych. Zakłócenia te mogą skutkować nagłym wzrostem populacji szkodliwych owadów lub występowaniem ekstremalnych zjawisk pogodowych powodujących wiatrołomy, powodzie lub pożary.

13. Stwierdzenia końcowe i wnioski

Wyniki zebrane w ramach programu monitoringu lasu w 2002 roku umożliwiają sformułowanie poniższych stwierdzeń i wniosków:

- W 2002 roku poziom uszkodzenia drzewostanów w porównaniu do lat ubiegłych uległ nieznacznemu pogorszeniu. Wskaźnik defoliacji drzewostanów starszych, powyżej 40 lat, wzrósł z 2,73 w 2001 roku do 2,79 w roku 2002. Jednak statystycznie istotny wzrost wskaźnika defoliacji nastąpił tylko pomiędzy rokiem 1999 a 2002. Również poziom uszkodzenia drzewostanów młodszych uległ zwiększeniu. Wskaźnik defoliacji wzrósł z 2,30 w 2000 roku do 2,56 w roku 2002.
- Najwyższy poziom uszkodzenia w 2002 roku wykazywały drzewostany jodłowe a najniższy drzewostany bukowe. Wśród drzewostanów młodszych najwyższy poziom uszkodzenia odnotowano w drzewostanach dębowych a najniższy w jodłowych.
- Wzrost poziomu uszkodzenia drzewostanów dotyczył drzewostanów sosnowych. Wskaźnik defoliacji starszych drzewostanów sosnowych był istotnie wyższy pomiędzy 1999, 2001 a 2002. Pozostałe gatunki nie wykazywały statystycznie istotnych różnic wskaźnika defoliacji w latach 1998-2002.
- Trend zmian średniej defoliacji w okresie 1998-2002 wykazał nieznaczny spadek defoliacji w drzewostanach dębowych i bukowych. Pozostałe gatunki wykazały nieznaczny trend wzrostu średniej defoliacji.
- Uszkodzenia drzewostanów w Krainie Karpackiej wykazują najwyższy poziom. Krainy: Bałtycka, Mazursko-Podlaska charakteryzują się drzewostanami o najniższym poziomie uszkodzenia.
- W 2002 roku poziom uszkodzenia drzewostanów w porównaniu do roku 2001 wzrósł w Krainie: Mazowiecko-Podlaskiej i Mazursko-Podlaskiej, jak również w Krainie Wielkopolsko-Pomorskiej i Małopolskiej. Poprawę odnotowano w krainach: Śląskiej i Karpackiej oraz w mniejszym stopniu w krainach: Sudeckiej i Bałtyckiej.
- Skład chemiczny igliwia sosny wykazuje powierzchniowe zróżnicowanie wyrażające się na ogół wyższą zawartością makro- i mikropierwiastków w krainach Polski południowej w porównaniu do krain Polski północnej. Różnice te nie potwierdziły się w wypadku zawartości magnezu (Mg).
- Skład chemiczny igliwia świerka nie wykazuje istotnych różnic w zawartości makro- i mikropierwiastków pomiędzy Polską południową a północną. Do wyjątków należy wapń (Ca), którego zawartość była wyższa w Polsce północnej i potas (K), którego zawartość była wyższa w Polsce południowej w dwuletnim igliwiu świerka.

- Porównanie zawartości pierwiastków w igliwiu sosny pomiędzy rokiem 1997 a 2001 wykazało istotny wzrost zawartości azotu (N), fosforu (P) i magnezu (Mg) oraz obniżenie zawartości potasu (K). Różnice w zawartości siarki (S) i wapnia (Ca) nie okazały się istotne. Wśród mikropierwiastków istotny przyrost zawartości nastąpił dla manganu (Mn), boru (B) i cynku (Zn). Prawidłowości te dotyczyły obu roczników igliwia sosny.
- Jednoroczne igliwie świerka wykazało istotny przyrost zawartości azotu (N) i fosforu (P) oraz zmniejszenie zawartości siarki (S) w 2001 roku w porównaniu do roku 1997. W dwuletnim igliwiu świerka zebranego w 2001 roku odnotowano przyrost azotu (N), fosforu (P) i magnezu (Mg), jak również mikropierwiastków: cynku (Zn), manganu (Mn) i boru (B) oraz spadek zawartości potasu (K).
- Odniesienie średnich zawartości makro- i mikropierwiastków w jednorocznym igliwiu sosny i świerka w Polsce do trzech zakresów zawartości pierwiastków w Europie pokazało, że zawartości wszystkich badanych pierwiastków, z wyjątkiem siarki (S) w igliwiu świerka, sytuują się w zakresie średnim. Zawartość siarki (S) w igliwiu świerka znalazła się w zakresie wartości niskich.
- Przyczyną wzrostu poziomu uszkodzenia drzewostanów w 2002 roku był znaczny niedobór opadów atmosferycznych w okresie wegetacyjnym. Największy deficyt wody deszczowej wystąpił w RDLP Białystok, Olsztyn, Warszawa i Lublin, gdzie wielkość opadów wynosiła od 61 do 76% normy wieloletniej.
- Dodatkowym czynnikiem negatywnie wpływającym na stan zdrowotny drzewostanów tego regionu był znaczny przyrost średnich temperatur powietrza w maju i czerwcu w porównaniu do kwietnia 2002 roku.
- W 2002 roku w 6 krainach wydajność obradzania nasion sosny oraz ich masa 1000 sztuk, wielkość zarodka i żywotność była ponadprzeciętna. Tylko w Krainie Karpackiej wskaźniki te były na poziomie niższym od średniego poziomu wieloletniego.
- W 2002 roku odnotowano wzrost liczebności boreczników w krainach: Mazowiecko-Podlaskiej, Małopolskiej, Wielkopolsko-Pomorskiej i Bałtyckiej. We wszystkich krainach, w których zlokalizowane były powierzchnie obserwacyjne wzrosła liczebność zawisaka borowca i poprocha cetyniaka w porównaniu do roku ubiegłego. Poziom liczebności brudnicy mniszki utrzymuje się na wysokim poziomie, a w większości krain wzrósł w porównaniu do roku 2001.
- Zagrożenie ze strony zamierania pędów sosny utrzymuje się na niewielkim poziomie. Również wskaźnik zagrożenia drzewostanów patogenami korzeni był niski. Oznacza to, że w 2002 roku w lasach nie wystąpiły zjawiska chorobowe o znacznej skali i dynamice.

- Poziom koncentracji SO₂ w powietrzu atmosferycznym na przeważającym obszarze kraju wykazuje tendencję malejącą, osiągnął on wartość znacznie poniżej normy. Koncentracja NO₂ w powietrzu atmosferycznym na przeważającym obszarze kraju była wyższa w porównaniu do 2001 roku, pozostając jednak poniżej normy.
- Kwasowość opadów atmosferycznych zmniejszyła się w okresie 1998-2002. Utrzymuje się wyższa kwasowość opadów w Polsce południowej i w okresie zimowym.
- Depozyt siarki siarczanowej w 2002 roku zmniejszył się w porównaniu do roku 2001 na większości obszaru kraju. Depozyt azotu amonowego i azotanowego w 2002 roku utrzymywał się na porównywalnym do roku ubiegłego poziomie. Określony w 2002 roku po raz pierwszy depozyt ołowiu (Pb) i kadmu (Cd) wykazują niskie wartości. Odnotowano jednak wyższe wartości depozytu tych pierwiastków w południowej części kraju.

14. Literatura

1. Bruchwald A., *Statystyka matematyczna dla leśników*, Wydawnictwo SGGW-AR, 1989.
2. *Council Regulation (EEC) N° 3528/86 of 17 November 1986 on the protection of the Community's forests against atmospheric pollution*, Official Journal L 326, 21.11.1996.
3. *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.
4. Grodzińska K. i in., *Ocena stanu środowiska i procesów zachodzących w lasach zlewni potoku Ratanica (Pogórze Wielickie, Polska południowa)*, Biblioteka Monitoringu Środowiska, Warszawa, 1996.
5. *International Rules for Seed Testing*, ISTA, Seed Sci. And Technol., 27, Suplement, Zurich, 1999.
6. Johnson D. W., Lindberg S. E., *Atmospheric deposition and forest nutrient cycling: a synthesis of the integrated forest study*, Springer-Verlag, New York, 1992.
7. Klimaszewski K., Szyszko J., Konopka M., Kowalczyk H., *Projekt pułapki żywotowej do szacowania wskaźnika SBO wraz z projektem instrukcji wskaźnikowania lasu przy użyciu SBO*, Katedra Zoologii SGGW, maszynopis, 41pp, Warszawa, 1998.
8. Kocięcki S., *Terminarz nasiennictwa leśnego*, PWRiL, Warszawa, 1966.
9. Kolk A., Lech P., Sierota Z., *Określenie stref zagrożeń lasów Polski przez czynniki biotyczne*, Biblioteka Monitoringu Środowiska, PIOŚ, Warszawa, 1996.
10. Krochmal D., Kalina A., *A method of nitrogen dioxide and sulphur dioxide determination in ambient air by use of a passive samplers and ion chromatography*, Atmospheric Environment, Vol. 31, No. 20, pp. 3473-3479, 1997.
11. *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.

12. *Proposal of 15 July 2002 for a European Parliament and Council Regulation concerning monitoring of forests and environmental interactions in the Community (Forest Focus), COM (2002) 404 final - not published in the Official Journal.*
13. *Raport o stanie lasów w Polsce 2001.* Centrum Informacji Lasów Państwowych. Warszawa, 2002.
14. *Regulation (EC) No 804/94, Official Journal L93, 12.04.1994 Commission Regulation of 11 April 1994 laying down certain detailed rules for the application of Council Regulation (EEC) No 2158/92 as regards forest-fire information systems*
15. *Regulation (EC) N° 804/2002 of the European Parliament and of the Council of 15 April 2002, Official Journal L 132 of 17.05.2002.*
16. *Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 5 grudnia 2002 r. w sprawie wartości odniesienia dla niektórych substancji w powietrzu.* W: Dz. U. Nr 1 z dnia 8 stycznia 2003 r., poz. 12. zał. 2,3.
17. Turzański K. P., Godzik B., *Mokra depozycja zanieczyszczeń w rejonie krakowskim, Chemizm i oddziaływanie kwaśnych deszczy na środowisko przyrodnicze* Sesja naukowa - materiały konferencyjne, Jeziory, 1996.
18. De Vries W. i in., *Intensive monitoring of forest ecosystems in Europe*, FIMCI Technical Report 1999, Forest Intensive Monitoring Coordinating Institute, Brussels, Geneva, 1999.
19. Wawrzoniak J. i in., *Stan uszkodzenia lasów w Polsce w 1998 roku na podstawie badań monitoringowych*, Inspekcja Ochrony Środowiska, Biblioteka Monitoringu Środowiska, Warszawa, 1999.
20. Wawrzoniak J. i in., *Stan uszkodzenia lasów w Polsce w 2001 roku na podstawie badań monitoringowych*, Inspekcja Ochrony Środowiska, Biblioteka Monitoringu Środowiska, Warszawa, 2002.
21. 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.