

INSTYTUT BADAWCZY LEŚNICTWA
ZAKŁAD URZĄDZANIA I MONITORINGU LASU



STAN ZDROWOTNY
LASÓW POLSKI
W 2003 ROKU

Spis treści :

1. Wstęp - <i>Jerzy Wawrzoniak</i>	3
2. Program monitoringu lasu realizowany w 2003 roku - <i>Jerzy Wawrzoniak</i>	5
3. Zróżnicowanie poziomu uszkodzeń drzewostanów w kraju w 2003 roku - <i>Jerzy Wawrzoniak, Jadwiga Małachowska</i>	7
4. Dynamika poziomu uszkodzeń drzewostanów w latach 1999 - 2003 - <i>Jerzy Wawrzoniak, Jadwiga Małachowska</i>	11
5. Florystyczne i ekologiczne zmiany charakteru runa leśnego w latach 1998-2003 - <i>Jerzy Solon</i>	13
6. Zmiany struktury poziomej runa leśnego w latach 1998-2003 – <i>Jerzy Solon</i>	21
7. Mchy, wątrobowce i porosty w lasach - <i>Wiesław Fałtynowicz</i>	24
8. Ocena występowania odnowienia naturalnego w 2003 roku oraz zmiany w latach 1998-2003 - <i>Jerzy Wawrzoniak, Jadwiga Małachowska</i>	30
9. Intensywność obradzania i jakość nasion sosny - <i>Andrzej Załęski</i>	35
10. Poziom zagrożenia lasów ważniejszymi gatunkami owadów liściożernych - <i>Jadwiga Małachowska, Andrzej Kolk</i>	38
11. Średnia biomasa osobnicza biegaczowatych w ekosystemach leśnych - <i>Marek Dobrowolski, Andrzej Kolk</i>	41
12. Poziom zagrożenia lasów grzybami patogenicznymi - <i>Paweł Lech</i>	42
13. Wpływ warunków pogodowych na zdrowotność drzewostanów w ostatnim pięcioleciu - <i>Jerzy Wawrzoniak, Jadwiga Małachowska</i>	46
14. Depozyt zanieczyszczeń na obszarach leśnych - <i>Leszek Kluziński</i>	48
15. Charakterystyka opadów podkoronowych i roztworów glebowych w drzewostanie sosnowym w Nadleśnictwie Chojnów - <i>Magdalena Janek</i>	54
16. Charakterystyka gleb leśnych - <i>Józef Wójcik</i>	57
17. Ocena wpływu czynników środowiska na stan zdrowotny lasów w 2003 roku i przewidywany kierunek zmian w najbliższych latach - <i>Jerzy Wawrzoniak</i>	64
18. Stwierdzenia końcowe i wnioski - <i>Jerzy Wawrzoniak</i>	67
Literatura	73

1. Wstęp - Jerzy Wawrzoniak



Fot. 1. Jarzab pospolity (*Sorbus aucuparia* L.) w drzewostanie sosnowym - Nadleśnictwo Radziwiłów - fot. Jerzy Wawrzoniak

Monitorowanie stanu lasów i poziomu ich zagrożeń w celu wiarygodnego prognozowania zmiany tych elementów jest jednym z wymogów realizacji polityki leśnej państwa w warunkach niepewności klimatycznej. Postulat ten jest realizowany w programie monitoringu lasu, który od ponad 15 lat gromadzi informacje o stanie lasów w Polsce. Perspektywy rozwoju tego programu w

nadchodzącym okresie wiążą się z dostosowaniem, zarówno struktury programu jak i zakresów pomiarowych poszczególnych komponentów, do zaleceń sformułowanych w rozporządzeniu Unii Europejskiej nr 2152/2003 (Forest Focus) [17] oraz z integracją monitoringu lasu z wielkoobszarową inwentaryzacją stanu lasów. Dostosowanie programu monitoringu lasu do zaleceń rozporządzenia Forest Focus nastąpi w trakcie opracowywania krajowego programu na lata 2005-2006. Podstawowe założenia tego programu polegają na rozróżnieniu poziomu monitoringu krajowego, realizującego zadania wynikające z potrzeb oceny stanu lasu w kraju, i poziomu monitoringu europejskiego, realizującego zadania wynikające z potrzeb rozporządzenia Forest Focus, dotyczącego skali Unii Europejskiej. Rozróżnienie to jest potrzebne ze względu na zróżnicowanie szczegółowości interpretacji zbieranych danych. Ocena stanu lasu dla potrzeb krajowych wymaga informacji nie tylko na poziomie całego kraju, ale także na poziomie jednostek regionalnych. Istotna jest również możliwość oceny stanu lasu według kategorii własności i kategorii ochronności. Takie informacje powinny być zbierane w sieci powierzchni o gęstości 4 x 4 km lub 8 x 8 km. Taką gęstość sieci gwarantuje program monitoringu krajowego zintegrowany z wielkoobszarową inwentaryzacją stanu lasów. Zapotrzebowanie na informacje o stanie lasów wynikające z rozporządzenia Forest Focus odnosi się do poziomu całego kraju i może być realizowane w sieci powierzchni 16 x 16 km. W ramach opracowywanego krajowego programu monitoringu lasu zmianie ulegnie struktura i zakres pomiarowy realizowany na stałych powierzchniach obserwacyjnych II rzędu (SPO II). Zmiany te będą zmierzały do rozróżnienia dwóch poziomów tych powierzchni: krajowego i europejskiego. Wybrane procedury monitoringu

lasu takie jak: monitoring gleb, monitoring roślinności runa leśnego i odnowień naturalnych, monitoring chemizmu aparatu asymilacyjnego, monitoring miąższości i przyrostu miąższości drzewostanów powinny być realizowane w dotychczasowych cyklach na istniejących 148 SPO II rzędu należących do poziomu krajowego. Z tej liczby 86 SPO II rzędu powinno przynależeć do poziomu europejskiego, realizującego cele rozporządzenia Forest Focus.

Planowane jest ograniczenie liczby powierzchni, na których wykonuje się pomiary zanieczyszczeń powietrza i depozytu całkowitego. Zamiast na 148 powierzchniach pomiary te byłyby wykonywane na 10-15 SPO II rzędu, na których obowiązywałby poszerzony program, obejmujący również analizy chemiczne opadów podkoronowych i roztworów glebowych oraz pomiary meteorologiczne. Taki zakres pomiarów i obserwacji na SPO II rzędu bardziej odpowiadałby rekomendacjom rozporządzenia Forest Focus.

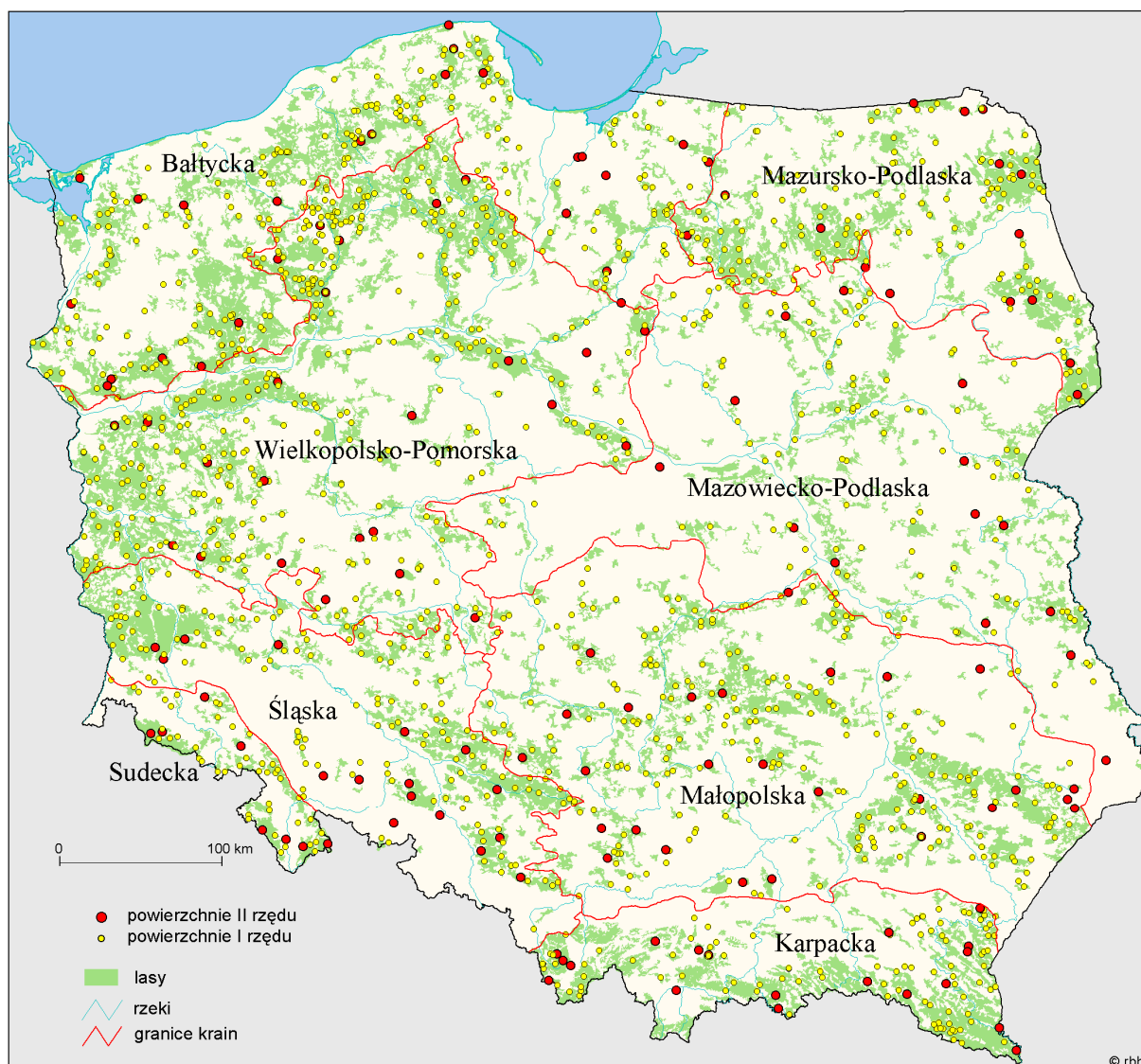


Fot. 2. Odnowienie naturalne sosny zwyczajnej (*Pinus silvestris* L.) - Nadleśnictwo Skierniewice - fot. Jerzy Wawrzoniak

Przy opracowywaniu krajowego programu monitoringu lasu należy zwrócić uwagę na konieczność stworzenia możliwości realizacji nowych celów postawionych w rozporządzeniu Forest Focus, takich jak: ocena oddziaływania zmian klimatu na lasy, określenie zmian puli węgla w lasach, ocena różnorodności biologicznej ekosystemów leśnych czy też ocena funkcji ochronnych

lasu. Podstawowym narzędziem opracowania zasad i metod włączenia tych elementów do programu monitoringu będą programy pilotażowe, przewidziane w tym celu przez rozporządzenie Forest Focus. Zadaniem priorytetowym, w ramach programów pilotażowych, będzie integracja monitoringu lasu i wielkoobszarowej inwentaryzacji lasów. Istniejąca instrukcja wielkoobszarowej inwentaryzacji stanu lasów i zebrane doświadczenia w jej wdrożeniu w skali RDLP Poznań pozwalają na podjęcie próby rozszerzenia jej na obszar całego kraju. Realizacja tego zadania umożliwiłaby stworzenie w przyszłości jednorodnego systemu zbierania informacji o stanie lasów różnych kategorii własności i pozwoliłaby na zaoszczędzenie znacznych środków finansowych.

2. Program monitoringu lasu realizowany w 2003 roku - Jerzy Wawrzoniak



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

System monitoringu lasu oparty jest na sieci stałych powierzchni obserwacyjnych (SPO) (Rys. 1).

Zgodnie z długoletnim programem monitoringu lasu w 2003 roku przeprowadzono następujące pomiary i obserwacje:

- 1. Monitoring uszkodzeń drzewostanów** - przeprowadzono na 1254 SPO I rzędu w wieku powyżej 40 lat, w tym na 148 SPO II rzędu. Oceniano defoliację, odbarwienie i kilka innych cechy morfologicznych koron drzew.
- 2. Monitoring roślinności runa i odnowień naturalnych** - przeprowadzono ponowne obserwacje składu gatunkowego roślinności runa leśnego i odnowień naturalnych na 148 SPO II rzędu w celu zarejestrowania zmian, które zaszły po 5 latach.

- 3. Monitoring zdrowotności nasion sosny** - obejmował ocenę jakości nasion, pozyskanych w drzewostanach sosnowych ze 100 SPO II rzędu.
- 4. Monitoring entomologiczny** - przeprowadzono w drzewostanach iglastych na ok. 1130 SPO I rzędu. Obejmował ocenę gęstości populacji owadów liściożernych: brudnicy mniszki (z zastosowaniem pułapek feromonowych), boreczników, strzygoni choinówki, poprocha cetyniaka, zawisaka borowca, barczatki sosnowki, osnu gwieździstej (na podstawie jesiennych poszukiwań) oraz ocenę liczebności cetyńców (na podstawie ilości zebranej cetyny). Ponadto, na 39 wybranych SPO II rzędu, dokonano oceny liczebności biegaczowatych.
- 5. Monitoring fitopatologiczny** - przeprowadzono na 148 SPO I rzędu. Wykonano ocenę zagrożenia drzewostanów przez grzyby chorobotwórcze, wywołujące zamieranie pędów sosny, ocenę zasiedlania pniaków przez grzyby oraz ocenę zagrożenia ze strony patogenów korzeni.
- 6. Monitoring depozytu zanieczyszczeń** - przeprowadzono na 148 SPO II rzędu. Wykonano pomiary stężeń SO_2 i NO_2 w powietrzu (metodą pasywną), określono pH oraz skład chemiczny opadów atmosferycznych: zawartość Ca, K, Mg, Na, NH_4 , Cl, NO_3 , SO_4 , Al, Mn, Fe oraz metali ciężkich (Cd, Pb, Cu, Zn).
- 7. Monitoring opadów podkoronowych i roztworów glebowych** - obejmował analizy chemiczne próbek zebranych na powierzchni II rzędu w Nadleśnictwie Chojnów w cyklu dwutygodniowym w okresie od 30 czerwca do 30 grudnia 2003 roku. Próbkę pochodziły chwytników podkoronowych, chwytników wód spływających po pniu i tensometrów, służących do pobierania roztworów glebowych.
- 8. Monitoring gleb** - obejmował wstępną obróbkę 888 próbek glebowych pochodzących ze 148 SPO II rzędu (suszenie w temperaturze 40°C , mielenie i przesiewanie) oraz analizę odczynu gleby w wodzie i w zawiesinie KCl, a także określenie zawartości węglanów i wielkości kwasowości hydrolitycznej.

Metodyka programu monitoringu lasu w Polsce jest w dużym stopniu zharmonizowana z metodyką rekomendowaną przez ICP-Forests [14]. Metodyki oceny biotycznych elementów ekosystemu leśnego zostały opracowane przez zespół realizujący program i nie występują w programie ICP-Forests. Szczegółowy opis stosowanych w Polsce metod oceny i pomiarów publikowany jest w corocznych raportach [20, 21, 22].

3. Zróżnicowanie poziomu uszkodzeń drzewostanów w kraju w 2003 roku -

Jerzy Wawrzoniak, Jadwiga Małachowska

Czynniki biotyczne jak i abiotyczne, w tym antropogeniczne, ze zmienną w czasie i przestrzeni intensywnością oddziałują na ekosystemy leśne. W rezultacie poziom uszkodzenia drzewostanów zmienia się w zależności od specyficznego dla danego roku układu czynników środowiska. Ten zróżnicowany poziom oddziaływania nakłada się na odmienne warunki geologiczno-glebowe oraz skład gatunkowy drzewostanów. Powoduje to powierzchnię niejednorodność poziomu uszkodzenia drzewostanów.

W 2003 roku poziom uszkodzenia drzewostanów iglastych kształtuje się na podobnym poziomie jak drzewostanów liściastych. Drzewostany iglaste wykazują nieco mniejszy udział drzew bez defoliacji - 7,97% niż liściaste - 9,08% (Tab. 1).

Jednak drzew wykazujących uszkodzenia, tj. powyżej 25% defoliacji, w drzewostanach liściastych odnotowano więcej - 38,92% niż w drzewostanach iglastych - 32,69%. Wśród gatunków liściastych wysokim poziomem uszkodzenia charakteryzowały się drzewostany dębowe. Tylko 2,02% drzew okazało się w pełni zdrowe (defoliacja poniżej 10%), a 50,04% drzew było uszkodzonych (defoliacja powyżej 25%). Drzewostany bukowe wykazały wysoki, wynoszący 17,84% udział drzew zdrowych (o defoliacji poniżej 10%). Udział drzew uszkodzonych w tych drzewostanach był wyraźnie wyższy i wynosił 27,85%. Drzewostany brzoźowe, które zwykle charakteryzowały się podobnym poziomem zdrowotności jak drzewostany bukowe, w tym roku wykazały wyraźnie niższy udział drzew zdrowych - 7,64% i wysoki udział drzew uszkodzonych - 39,99% (Tab. 1).

W drzewostanach iglastych wysoki poziom uszkodzenia wykazywały drzewostany świerkowe i jodłowe. W drzewostanach świerkowych udział drzew zdrowych (poniżej 10% defoliacji) wynosił tylko 5,92%, a drzew uszkodzonych (powyżej 25% defoliacji) - 41,97%. Drzewostany jodłowe wykazywały nieco wyższy udział drzew zdrowych - 6,52% i znacznie wyższy udział drzew uszkodzonych - 62,07%. Drzewostany sosnowe charakteryzują się wyższym udziałem drzew zdrowych - 8,12% i niższym udziałem drzew uszkodzonych - 29,74%, co świadczy o ich wyższej zdrowotności (Tab. 1).

Poziom odbarwienia igliwia bądź liści w 2003 roku był niewielki zarówno w drzewostanach iglastych jak i liściastych. W związku z tym poziom uszkodzenia, będący kombinacją defoliacji i odbarwienia można uznać za równy poziomowi defoliacji.

Tabela 1. Procentowy udział drzew w klasach defoliacji, odbarwienia i uszkodzenia wg gatunków.
Zestawienie krajowe - drzewostany w wieku powyżej 40 lat - 2003 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.)	8,12	5,92	6,52	7,79	17,84	2,02	7,64	9,08	8,10
1 - lekka defoliacja (11 - 25% def.)	61,55	51,42	30,87	58,92	53,97	47,48	53,10	51,34	57,12
2 - średnia defoliacja (26 - 60% def.)	28,20	40,78	58,26	31,08	27,11	48,67	36,15	37,63	32,64
3 - duża defoliacja (> 60% def.)	1,54	1,19	3,81	1,61	0,74	1,37	1,84	1,29	1,53
4 - drzewa martwe	0,59	0,69	0,54	0,60	0,34	0,46	1,27	0,66	0,61
Klasy 1 - 3 (> 10% def.)	91,29	93,39	92,94	91,61	81,82	97,52	91,09	90,26	91,29
Klasy 2 - 3 (> 25% def.)	29,74	41,97	62,07	32,69	27,85	50,04	37,99	38,92	34,17
Klasy 2 - 4 (> 25% def. i drz. martwe)	30,33	42,66	62,61	33,29	28,19	50,50	39,26	39,58	34,78
Klasy 3 - 4 (> 60% def. i drz. martwe)	2,13	1,88	4,35	2,21	1,08	1,83	3,11	1,95	2,14
Klasy odbarwienia									
Udział drzew w klasach odbarwienia									
0 - bez odbarwienia (0 - 10% odb.)	98,82	96,51	98,59	98,54	99,51	98,39	97,59	98,54	98,55
1 - lekkie odbarwienie (11 - 25% odb.)	0,42	2,20	0,76	0,64	0,10	1,01	1,03	0,71	0,65
2 - średnie odbarwienie (26 - 60% odb.)	0,10	0,46	0,11	0,15	0,05	0,14	0,06	0,08	0,13
3 - duże odbarwienie (> 60% odb.)	0,07	0,14	0,00	0,07	0,00	0,00	0,06	0,02	0,06
4 - drzewa martwe	0,59	0,69	0,54	0,60	0,34	0,46	1,26	0,65	0,61
Klasy 1 - 3 (> 10% odb.)	0,59	2,80	0,87	0,86	0,15	1,15	1,15	0,81	0,84
Klasy 2 - 3 (> 25% odb.)	0,17	0,60	0,11	0,22	0,05	0,14	0,12	0,10	0,19
Klasy 2 - 4 (> 25% odb. i drz. martwe)	0,76	1,29	0,65	0,82	0,39	0,60	1,38	0,75	0,80
Klasy 3 - 4 (> 60% odb. i drz. martwe)	0,66	0,83	0,54	0,67	0,34	0,46	1,32	0,67	0,67
Klasy uszkodzenia *)									
Udział drzew w klasach uszkodzenia									
0 - bez uszkodzeń	8,12	5,92	6,52	7,79	17,84	2,02	7,64	9,08	8,10
1 - klasa ostrzegawcza	61,55	51,42	30,87	58,92	53,97	47,48	53,10	51,34	57,12
2 - lekkie i średnie uszkodzenie	28,17	40,23	58,15	30,98	27,11	48,53	36,15	37,58	32,55
3 - duże uszkodzenie	1,57	1,74	3,91	1,71	0,74	1,51	1,84	1,34	1,62
4 - drzewa martwe	0,59	0,69	0,55	0,60	0,34	0,46	1,27	0,66	0,61
Klasy 1 - 3	91,29	93,39	92,93	91,61	81,82	97,52	91,09	90,26	91,29
Klasy 2 - 3	29,74	41,97	62,06	32,69	27,85	50,04	37,99	38,92	34,17
Klasy 2 - 4	30,33	42,66	62,61	33,29	28,19	50,50	39,26	39,58	34,78
Klasy 3 - 4	2,16	2,43	4,46	2,31	1,08	1,97	3,11	2,00	2,23
Liczba drzew próbnych	16020	2180	920	19120	2040	2180	1740	5960	25080

*) 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

Wskaźnik defoliacji również jest stosowany jako miernik poziomu uszkodzenia drzewostanów. Najwyższymi wartościami tego wskaźnika charakteryzują się drzewostany jodłowe - 3,51 i dębowe - 3,20. Niższe wartości wskaźnika wyliczono dla drzewostanów bukowych - 2,51, brzozowych - 2,93, świerkowych - 3,01 i sosnowych - 2,76. Wskaźniki defoliacji poszczególnych gatunków drzewostanów w 2003 roku były w większości istotnie statystycznie różne od siebie.

Poziom uszkodzenia drzewostanów w krainach przyrodniczo-leśnych wyrażony wskaźnikiem defoliacji waha się od 2,52 do 3,33. Najniższą wartość wskaźnika odnotowano w Krainie Bałtyckiej i Wielkopolsko-Pomorskiej, a najwyższą w Krainie Karpackiej i Małopolskiej. W Krainie Karpackiej najwyższą wartość wskaźnika zarejestrowano w drzewostanach jodłowych - 3,63 i sosnowych - 3,61, a wśród liściastych: w drzewostanach dębowych - 4,28 i bukowych - 2,94. Drzewostany brzozowe najwyższą wartość wskaźnika defoliacji wykazały w Krainie Małopolskiej - 3,27 (Tab. 2). Najniższą wartość odnotowano w drzewostanach sosnowych - 2,52, bukowych - 2,05 i brzozowych - 2,68 w Krainie Bałtyckiej, a w Krainie Wielkopolsko-Pomorskiej w drzewostanach świerkowych - 2,30. Drzewostany dębowe najniższą wartość wskaźnika osiągnęły w Krainie Sudeckiej - 2,80 (Tab. 2). Statystycznie istotne różnice wartości wskaźnika defoliacji wystąpiły pomiędzy Krainą Bałtycką, charakteryzującą się najniższą wartością wskaźnika, a wszystkimi pozostałymi krainami. Również Kraina Karpacka wykazująca najwyższą wartość istotnie różni się od wszystkich pozostałych krain.

Tabela 2. Zestawienie wskaźnika defoliacji badanych gatunków w krainach przyrodniczo-leśnych w kolejności malejącej dla kolumny: "razem" - drzewostany w wieku powyżej 40 lat - 2003 rok

Kraina przyrodniczo-leśna	Liczba drzew	Wskaźnik defoliacji ^{*)}								
		sosna	świerk	jodła	buk	dąb	brzoza	iglaste	liściaste	razem
Karpacka	2360	3,61	3,46	3,63	2,94	4,28	-	3,56	2,99	3,33
Małopolska	4380	2,97	3,75	3,09	2,41	3,25	3,27	2,98	3,08	3,00
Mazowiecko-Podlaska	2220	2,95	2,90	-	-	3,29	2,90	2,94	3,13	2,99
Śląska	2460	2,88	3,01	-	2,87	3,14	3,25	2,89	3,14	2,95
Sudecka	920	-	2,81	-	2,16	2,80	3,25	2,81	2,59	2,76
Mazursko-Podlaska	2420	2,62	2,98	-	-	3,52	2,78	2,69	2,98	2,75
Wielkopolsko-Pomorska	6040	2,67	2,30	-	2,13	3,17	3,04	2,67	2,98	2,72
Bałtycka	4280	2,52	2,70	-	2,05	3,02	2,68	2,54	2,48	2,52
Kraj	25080	2,76	3,01	3,51	2,51	3,20	2,93	2,83	2,89	2,84

*) 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

Porównano udział drzew zdrowych (klasa 0) i udział drzew uszkodzonych (klasa 2-3) w badanych drzewostanach. W drzewostanach Krainy Bałtyckiej było 17,55% drzew zdrowych, a tylko 24,90% uszkodzonych. Nieco niższym udziałem drzew zdrowych, ale powyżej 10,0% charakteryzowała się Kraina Mazursko-Podlaska. Najniższy udział takich drzew wystąpił w Krainach: Śląskiej - 3,21%, Karpackiej - 3,31% oraz Małopolskiej - 3,54%. Udział drzew uszkodzonych w tych krainach był znacznie wyższy i wahał się pomiędzy 35,93% a 56,90%, podczas gdy w krainach Polski północnej i północno-wschodniej zawierał się w przedziale od 24,90% w Krainie Bałtyckiej do 29,02% w Krainie Wielkopolsko-Pomorskiej.

Najzdrowsze **drzewostany sosnowe**, charakteryzujące się najwyższym udziałem drzew zdrowych i najniższym udziałem drzew uszkodzonych występowały w Krainie Bałtyckiej - 16,51% i Mazursko-Podlaskiej - 13,05%. Najwyższy udział drzew uszkodzonych, powyżej 35,00%, wykazywały Krainy: Karpacka, Małopolska, i Mazowiecko-Podlaska. W tych krainach udział drzew zdrowych nie przekraczał 5,00%.

Drzewostany świerkowe w Krainie Bałtyckiej charakteryzowały się wysokim udziałem drzew zdrowych, dochodzącym do 20,0% i stosunkowo niskim udziałem drzew uszkodzonych - 35,00%. W Krainach: Karpackiej i Małopolskiej stan zdrowotny drzewostanów świerkowych był znacznie gorszy. Udział drzew zdrowych nie przekraczał 2,00%, a drzew uszkodzonych był wyższy niż 50,0%.

Powierzchnie obserwacyjne w **drzewostanach jodłowych** występowały tylko w Krainie Małopolskiej i Karpackiej. Udział drzew zdrowych w tych drzewostanach w Krainie Małopolskiej był wyraźnie wyższy - 9,50%, niż w Krainie Karpackiej - 5,69%. Jednak udział drzew uszkodzonych w obu krainach był bardzo wysoki i wynosił 45,00%.

Drzewostany bukowe wykazywały wysoką zdrowotność. Udział drzew zdrowych (klasa 0) zawierał się pomiędzy 25,00% w Krainie Małopolskiej a 42,50% w Krainie Wielkopolsko-Pomorskiej. Wyjątkiem były drzewostany bukowe w Krainie Karpackiej i Śląskiej, gdzie odnotowano odpowiednio: 3,15% i 8,33% drzew zdrowych. Udział drzew uszkodzonych (klasa 2-3) wynosił od 12,79% w Krainie Bałtyckiej do 41,30% w Krainie Karpackiej.

Drzewostany dębowe charakteryzowały się znacznie gorszą kondycją zdrowotną niż drzewostany bukowe. Pominąwszy Krainy Karpacką i Sudecką, gdzie liczba powierzchni obserwacyjnych była bardzo mała (odpowiednio 2 i 3), w pozostałych krainach udział drzew zdrowych wahał się od 0,26% w Krainie Śląskiej do 7,14% w Krainie Mazursko-Podlaskiej.

Drzewa uszkodzone najliczniej występowały w Krainie Mazursko-Podlaskiej osiągając 61,43% udziału, najmniej licznie - w Krainie Śląskiej - 35,45%.

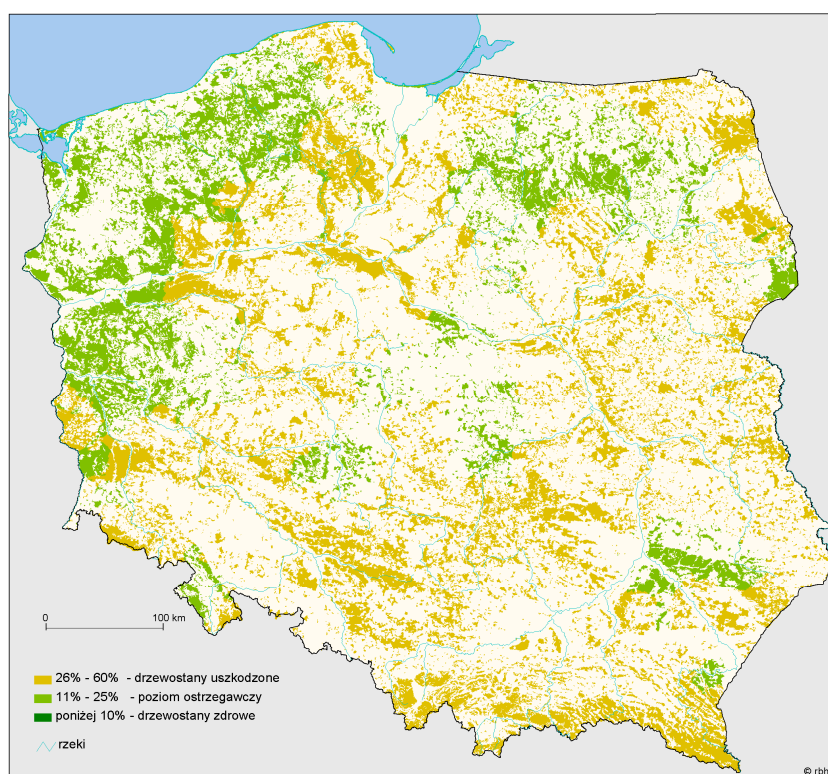
Drzewostany brzozowe wykazały wyższą zdrowotność od drzewostanów dębowych. Udział drzew zdrowych w tych drzewostanach wahał się od 2,14% w Krainie Śląskiej do 13,50% w Krainie Bałtyckiej. Drzewa uszkodzone występowały najliczniej w Krainie Małopolskiej - 47,73%, a najmniejszy ich udział odnotowano w Krainie Mazursko-Podlaskiej - 29,47%.

Najwyższy poziom uszkodzenia wykazują drzewostany jodłowe (wskaźnik defoliacji - 3,52), najniższy drzewostany bukowe (wskaźnik defoliacji - 2,51).

W Krainie Karpackiej drzewostany były najsilniej uszkodzone, w Krainie Bałtyckiej - drzewostany były najzdrowsze..

4. Dynamika poziomu uszkodzeń drzewostanów w latach 1999 - 2003 -

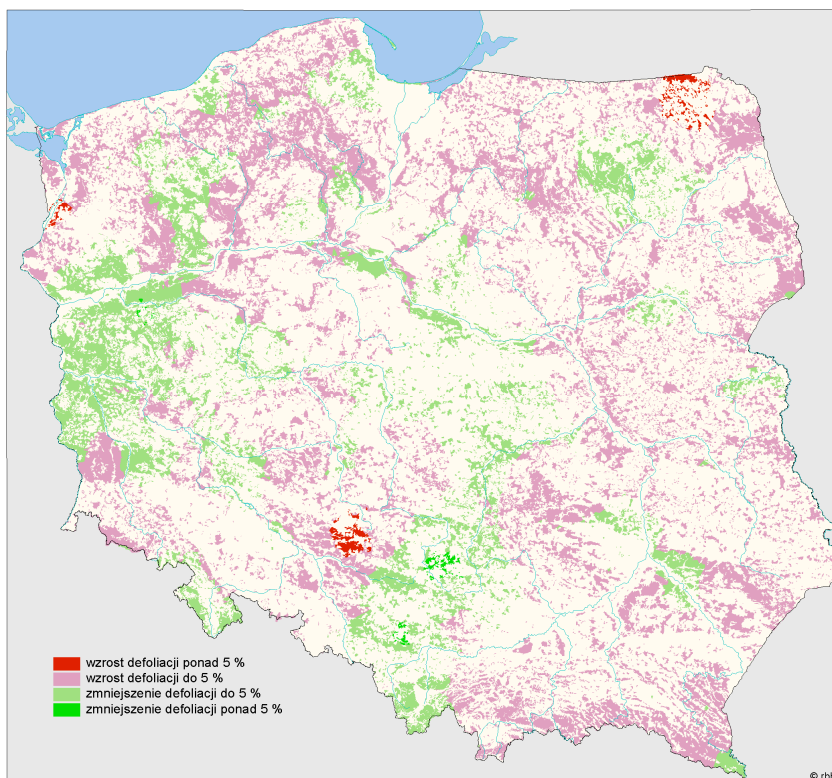
Jerzy Wawrzoniak, Jadwiga Małachowska



Rys. 2. Poziom uszkodzenia lasów w 2003 roku na podstawie oceny defoliacji na stałych powierzchniach obserwacyjnych z wyróżnieniem 3 klas defoliacji

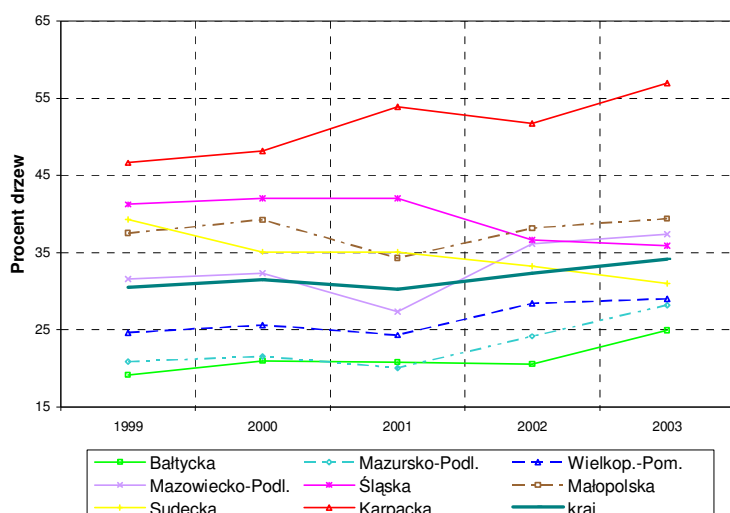
W latach 2002-2003 odnotowano pogorszenie się stanu zdrowotnego drzewostanów w Polsce - Rys. 2 i 3. Co prawda wartość wskaźnika defoliacji monitorowanych gatunków razem w 2003 roku nie różni się statystycznie istotnie od wartości z roku 2002, ale jest istotnie wyższa od wartości z lat 1999-2001. Wartość wskaźnika defoliacji gatunków liściastych również nie różniła się istotnie od wartości z roku 2002, ale była istotnie wyższa

niż wartości z okresu 1999-2001. Gatunki iglaste nie wykazywały tak jednoznacznego trendu. W 2003 roku wartość wskaźnika defoliacji tych gatunków razem nie różniła się istotnie od wartości z lat 2002 i 2000, ale była istotnie wyższa niż w latach 1999 i 2001. Analizę zmian poziomu zdrowotności drzewostanów w ostatnim pięcioleciu można dokonać porównując udziały drzew



Rys. 3. Różnice w poziomie uszkodzenia lasów pomiędzy latami 2002 i 2003 na podstawie zmiany defoliacji na stałych powierzchniach obserwacyjnych

wykazywały nieco wyższy udział drzew zdrowych. Zawierał się on od 13,96% w 1999 roku do 9,08% w 2003 roku, wykazując również trend spadkowy. Udział drzew uszkodzonych we wszystkich monitorowanych gatunkach razem w tym samym okresie zawierał się od 30,28% w 2001 roku do 34,17% w 2003 roku.



Rys. 4. Zmienność uszkodzenia drzewostanów (udział w klasach 2-3) w krainach przyrodniczo-leśnych (drzewostany starsze)

dominował trend zmniejszania się udziału drzew zdrowych. Poziom zdrowotności drzewostanów w układzie krain przyrodniczo-leśnych w 2003 roku wykazał przewagę trendu wzrostu udziału drzew uszkodzonych w większości krain. Tylko w krainach o niskim poziomie zdrowotności

zdrowych i drzew uszkodzonych w drzewostanach w kolejnych latach. Biorąc pod uwagę wszystkie gatunki monitorowane razem udział drzew zdrowych wahał się w niewielkich granicach od 10,97% w roku 1999 do 8,10% w 2003 roku, wykazując trend spadkowy. W drzewostanach iglastych zakres zmian był podobny i zawierał się od 10,04% w roku 1999 do 7,79% w roku 2003. Drzewostany liściaste

W drzewostanach iglastych udział ten wahał się od 30,05% w 2001 roku do 32,69% w 2003 roku. Na nieco wyższym poziomie sytuował się udział drzew uszkodzonych w drzewostanach liściastych, wahał się od 30,89% w 1999 roku do 38,92% w 2003 roku.

W drzewostanach liściastych

takich jak Sudecka i Śląska nastąpiło zmniejszenie poziomu udziału drzew uszkodzonych w 2003 roku. W pozostałych krainach odnotowano przyrost udziału drzew uszkodzonych w 2003 roku w porównaniu do roku 2002 (Rys. 4).

Wzrost poziomu uszkodzenia drzewostanów dotyczył wszystkich monitorowanych gatunków. Jednak wartość wskaźnika defoliacji w 2003 roku nie wykazywała istotnych różnic w porównaniu do 2002 roku. W drzewostanach sosnowych istotne różnice odnosiły się do roku 2001 i 1999, a w drzewostanach brzozowych do lat 2001, 2000 i 1999.

W 2003 roku poziom uszkodzenia drzewostanów w porównaniu do roku 2002 uległ obniżeniu w Krainach: Sudeckiej i Śląskiej, natomiast wzrósł w Krainach: Mazowiecko-Podlaskiej, Mazursko-Podlaskiej, Wielkopolsko-Pomorskiej, Karpackiej i Małopolskiej.

5. Florystyczne i ekologiczne zmiany charakteru runa leśnego w latach 1998-2003 - Jerzy Solon



Fot. 3. Dziurawiec zwyczajny (*Hypericum perforatum* L.) – wieloletnia roślina zielna – Nadleśnictwo Radziwiłłów
fot. Jerzy Wawrzoniak

Zmiany bogactwa i różnorodności gatunkowej.

Na powierzchniach monitoringowych w ciągu pięciu lat zaszły wielokierunkowe zmiany charakteru runa, przejawiające się zarówno w zmieniającej się liczbie zarejestrowanych gatunków, jak i odmiennych wartościach wskaźników różnorodności runa, oraz we wzajemnym podobieństwie składu.

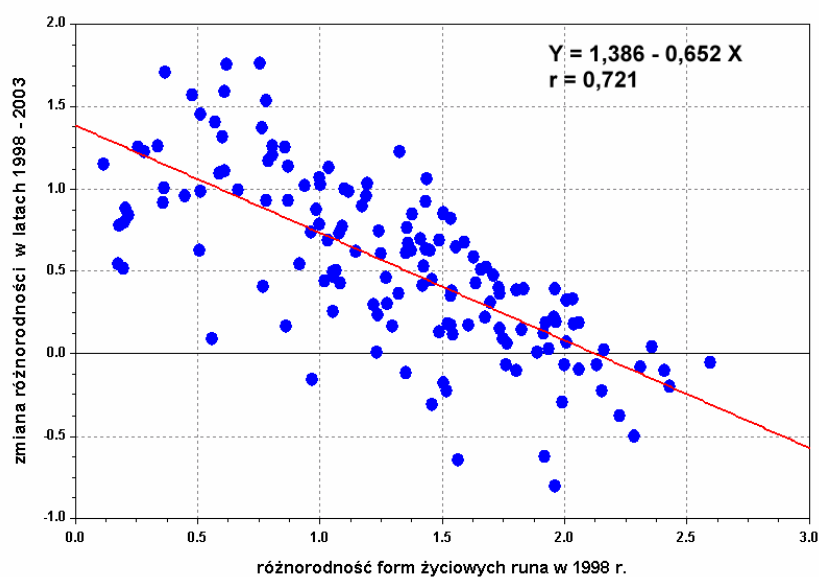
Zmiany liczby gatunków nie były zbyt duże. Na 58 powierzchniach nie przekraczały dwóch gatunków. Jedynie na 30 powierzchniach przybyło lub ubyło co najmniej 7 gatunków.

Znacznie większe zmiany dotyczyły obfitości występowania poszczególnych gatunków na powierzchniach. W efekcie obserwuje się duże zróżnicowanie wartości wskaźnika podobieństwa składu. Jedynie na 28 powierzchniach podobieństwo jest niższe niż 60%, natomiast aż na 86 jest wyższe niż 70%.

Tabela 3. Zmiana liczby gatunków oraz podobieństwo składu gatunkowego runa w krainach przyrodniczo-leśnych - porównanie obserwacji z lat 1998-99 i 2003

Kraina przyrodniczo-leśna	Liczba powierzchni	Zmiana liczby gatunków runa			Podobieństwo składu gatunkowego		
		min.	śr.	max.	min.	śr.	max.
Bałtycka	23	-9	-0,96	9	0,562	0,75	0,961
Mazursko-Podlaska	15	-37	-5,80	5	0,475	0,61	0,795
Wielkopolsko-Pomorska	25	-5	0,48	7	0,512	0,75	0,933
Mazowiecko-Podlaska	15	-11	-2,00	4	0,353	0,64	0,960
Śląska	18	-11	-2,75	13	0,396	0,68	0,870
Małopolska	27	-9	-0,07	19	0,261	0,70	0,941
Sudecka	8	-8	-3,75	2	0,615	0,76	0,900
Karpacka	19	-10	4,58	29	0,658	0,77	0,946

Poszczególne typy zbiorowisk oraz krainy przyrodniczo-leśne nie różnią się istotnie pod względem amplitudy i średnich wartości stopnia podobieństwa składu gatunkowego, oraz w większości przypadków, pod względem zmiany liczby gatunków. Jedyne istotne statystycznie różnice występują między Krainą Karpacką, w której liczba gatunków roślin naczyniowych na powierzchniach wyraźnie wzrosła, a Mazursko-Podlaską, charakteryzującą się dużym spadkiem liczby gatunków na powierzchniach (Tab. 3).



Rys. 5. Zależność między zmianą wskaźnika różnorodności form życiowych runa w latach 1998-99 i 2003 a wartością tego wskaźnika z pierwszego pomiaru 1998-99

Dalsza analiza różnic w składzie gatunkowym określonym w roku 1998 i 2003 wskazuje na brak jakiegokolwiek istotnej statystycznie zależności między następującymi zmiennymi zależnymi: (a) zmiana liczby gatunków runa, oraz (b) stopień podobieństwa składu gatunkowego, a zmiennymi niezależnymi, za które przyjęto kolejno: długość geograficzną,

szerokość geograficzną, długość i szerokość geograficzną łącznie. Brak takich zależności dotyczy zarówno wszystkich powierzchni traktowanych łącznie, jak i powierzchni pogrupowanych w poszczególne typy fitosocjologiczne. Jedyne w przypadku borów świeżych (*Leucobryo-Pinetum* i *Peucedano-Pinetum*) oraz borów mieszanych (*Quercu-Pinetum*), obserwuje się związek stopnia

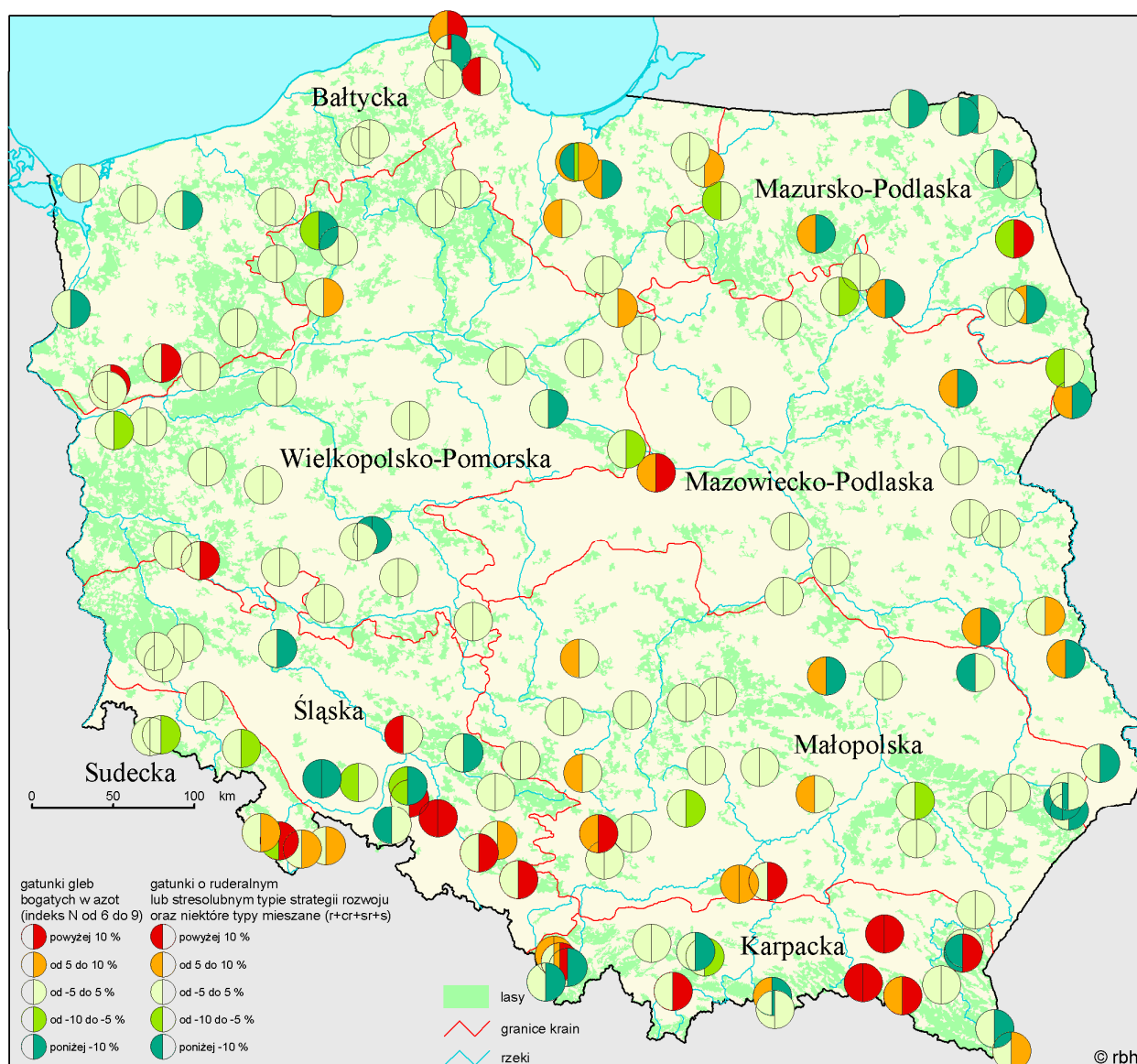
zmian runa z długością geograficzną (korelacje na poziomie ok. 0,3), ale jest to związek o bardzo słabej istotności statystycznej. Ponadto analiza autokorelacji przestrzennej nie wykazała istnienia żadnego regularnego wzoru rozmieszczenia różnic w składzie gatunkowym.

Nieco inny charakter mają zmiany wskaźników różnorodności runa. Co prawda, podobnie jak w przypadku zmian liczby gatunków i stopnia podobieństwa, nie ma istotnych różnic między typami fitosocjologicznymi (poza słabo zarysowaną odmiennością powierzchni reprezentujących *Quercus roboris-Pinetum*, które - średnio - charakteryzują się wyraźniejszym wzrostem różnorodności runa) i krainami przyrodniczo-leśnymi pod względem kierunku i dynamiki zmian wskaźników. Obserwuje się natomiast inny proces, polegający na wyrównywaniu się wartości wskaźników różnorodności runa. Okazuje się bowiem, że w przypadku powierzchni charakteryzujących się w roku 1998 wysokimi wartościami wskaźników, w roku 2003 wystąpiły wartości niższe, natomiast na powierzchniach o niskiej różnorodności w 1998 r. nastąpił wzrost wartości wskaźników. Najbardziej zjawisko to przejawia się w przypadku różnorodności form życiowych (Rys. 5), nieco słabiej w przypadku różnorodności gatunkowej i najslabiej, ale również istotnie statystycznie, w przypadku różnorodności syntaksonomicznej.

Zmiany stopnia synantropizacji runa

Zmiany stopnia synantropizacji runa obserwuje się zarówno w odniesieniu do liczby gatunków, jak i do ich pokrywania, przy czym zmiany w pokrywaniu są znacznie silniej wyrażone. Największe zmiany wystąpiły w przypadku udziału powierzchniowego gatunków azotolubnych, od ok. 50 % spadku na niektórych powierzchniach do ok. 30% wzrostu; nieco mniejsza amplituda charakteryzuje zmiany ilościowości gatunków charakterystycznych dla zbiorowisk ruderalnych (od 10 % spadku do 40 % wzrostu) oraz gatunków reprezentujących dwa typy strategii rozwoju: typ ruderalny i typ stresu (od 30 % spadku do 15 % wzrostu). Znacznie mniejszy zakres zmian (od minimalnego spadku do ok. 8% wzrostu udziału powierzchniowego) dotyczy euhemerobów i polyhemerobów. Należy tu podkreślić, że zmiany wyżej omówionych, poszczególnych aspektów synantropizacji, nie są ze sobą skorelowane.

Rozrzut wielkości zmian jest podobny we wszystkich analizowanych grupach zbiorowisk i nie zależy od wartości wskaźników w roku 1998.



Rys. 6. Zmiany procentowe pokrywania gatunków azotolubnych i o ruderalnej lub stresolubnej strategii rozwoju w latach 1998-2003

Nie ma wyraźnej zależności o charakterze korelacyjnym między zmianami stopnia synantropizacji a położeniem geograficznym. Niemniej jednak obserwuje się spadek udziału powierzchniowego gatunków azotolubnych na wielu powierzchniach w Polsce północno-wschodniej i wschodniej oraz silny wzrost ich udziału na przedpolu Karpat i Sudetów. Ponadto w Polsce południowej i wschodniej wzrósł udział gatunków reprezentujących dwa typy strategii rozwoju: typ ruderalny i typ stresu (Rys. 6). Te zmiany znajdują jednak słabe tylko odzwierciedlenie w wartościach średnich dla poszczególnych krain przyrodniczo-leśnych, choć rysuje się pewna specyfika Krainy Mazursko-Podlaskiej, w której spadek udziału gatunków azotolubnych jest najsilniejszy i istotnie różny od zmian, jakie zaszły w Krainie Bałtyckiej (Tab. 4).

Tabela 4. Procentowe zmiany (rok 2003 - rok 1998-99) pokrywania różnych grup gatunków wskazujących na antropogeniczne odkształcenie runa - wartości dla krain przyrodniczo-leśnych

Kraina przyrodniczo-leśna	Wskaźnik	Zmienna			
		a	b	c	d
Bałtycka	min.	-31,76	-7,14	-10,28	-0,51
	śr.	-1,94	5,67	2,93	0,15
	max.	18,22	31,34	11,71	4,07
Mazursko-Podlaska	min.	-55,31	-4,17	-34,87	-0,63
	śr.	-12,97	5,56	-0,62	-0,11
	max.	10,77	18,91	9,80	0,00
Wielkopolsko-Pomorska	min.	-24,76	-1,89	-20,68	-0,40
	śr.	-1,57	3,74	-0,35	0,19
	max.	10,09	38,47	4,90	5,09
Mazowiecko-Podlaska	min.	-40,92	-7,94	-3,72	-0,78
	śr.	-7,64	0,60	1,60	0,54
	max.	20,00	13,99	9,43	6,32
Śląska	min.	-20,37	-8,38	-37,53	-2,49
	śr.	1,41	6,19	-3,11	-0,17
	max.	31,81	44,85	21,04	0,00
Małopolska	min.	-57,46	-7,14	-23,48	-0,83
	śr.	-3,04	1,80	1,12	0,65
	max.	15,44	21,10	9,85	7,18
Sudecka	min.	-8,19	-6,15	-7,14	0,00
	śr.	3,84	-2,06	0,19	0,00
	max.	24,29	0,00	4,05	0,00
Karpacka	min.	-30,82	-4,68	-11,99	-4,30
	śr.	-0,88	3,05	2,15	-0,19
	max.	23,12	35,72	14,19	3,15

Objaśnienia zmiennych:

a - gatunki gleb bogatych w azot (indeks N od 6 do 9)

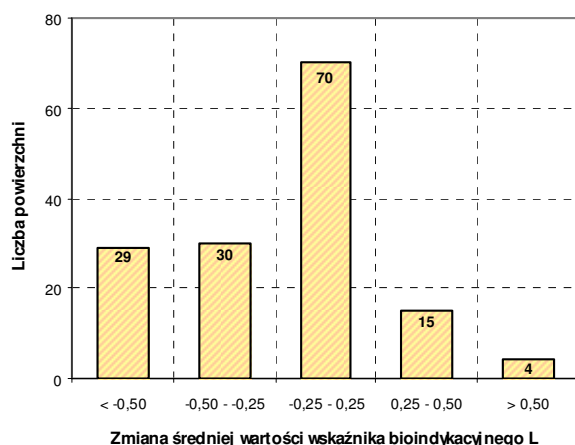
b - gatunki charakterystyczne dla klas Agropyreteae, Artemisietae (podklasy Artemisieneae), Stellarieteae, Epilobietae i jednostek niższych

c - gatunki o ruderalnym lub stresolubnym typie strategii rozwoju oraz niektóre typy mieszane (r+cr+sr+s)

d - gatunki występujące w warunkach silnej lub bardzo silnej presji antropogenicznej (euhemeroby i polyhemeroby)

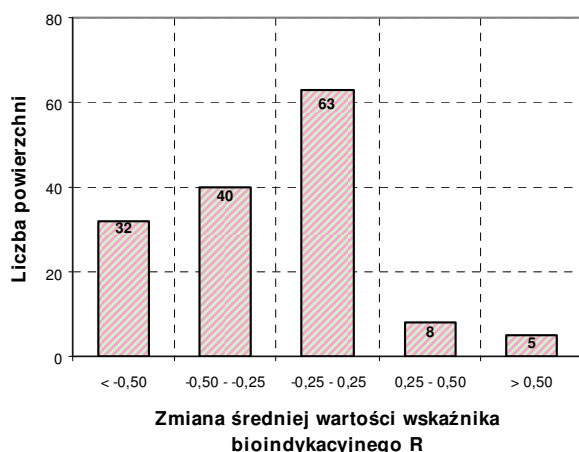
Zmiany charakteru ekologicznego runa

Charakter ekologiczny runa zmienił się w sposób zróżnicowany. W ujęciu syntetycznym, obejmującym wszystkie powierzchnie, zmiany wymagań w stosunku do kontynentalizmu klimatu



Rys. 7. Liczba powierzchni charakteryzujących się określonym poziomem zmian średnich wartości wskaźników bioindykacyjnych: stopnia kontynentalizmu (K), temperatury (T), zawartości azotu w glebie (N) oraz wilgotności podłoża (F) (wskaźnik L_{sr}) oraz odczynu podłoża (wskaźnik R_{sr}). Okazuje się bowiem, że aż na 59 powierzchniach wartość L_{sr} wyraźnie spadła, co świadczy o wzrastającym zacienieniu, natomiast na 72 powierzchniach zmiany wskaźnika R_{sr} wskazują na niewielki, ale istotny wzrost zakwaszenia (Rys. 8).

Powyższe zmiany zachodzą we wszystkich typach zbiorowisk w podobny sposób; żadna grupa zespołów nie jest istotnie różna od pozostałych pod względem rozkładu zmian wskaźników bioindykacyjnych.



Rys. 8. Liczba powierzchni charakteryzujących się określonym poziomem zmian średnich wartości wskaźników bioindykacyjnych: dostępności światła (L) oraz stopnia kwasowości podłoża (R)

(wskaźnik K_{sr}), średnich temperatur (wskaźnik T_{sr}), wilgotności podłoża (wskaźnik F_{sr}) oraz zawartości azotu w podłożu (wskaźnik N_{sr}) wykazują jedynie charakter fluktuacyjny, a histogramy frekwencji poszczególnych klas zmian obrazują symetryczny rozkład normalny (Rys. 7). Wyraźnie inny charakter mają zmiany wymagań w stosunku do oświetlenia dna lasu (wskaźnik L_{sr}) oraz odczynu podłoża

Obserwuje się natomiast wyraźnie odmienny charakter przestrzenny zmian poszczególnych wskaźników (Tab. 5).

Wzrost zacienienia dna lasu miał miejsce na wielu powierzchniach w całej Polsce, ale najsilniej zaznaczył się w Krainie Mazowiecko-Podlaskiej, która pod tym względem różni się istotnie od pozostałych krain (Tab. 5).

Zmiany wskaźnika F_{sr} świadczą o wyraźnym spadku wilgotności w Krainie Małopolskiej, i nieco mniej widocznym w Bałtyckiej i Wielkopolsko-Pomorskiej, oraz o wzroście wilgotności w Krainie Sudeckiej (Tab. 5).

Kraina Sudecka (szczególnie w części południowej) charakteryzuje się również istotnie silniejszym (w porównaniu do innych krain) obniżeniem średniego wskaźnika zawartości azotu w glebie.

Tabela 5. Zmiany (rok 2003 - rok 1998-99) średnich wartości bioindykacyjnych runa - wartości dla krain przyrodniczo-leśnych

Kraina przyrodniczo-leśna	Wskaźnik	Zmienna					
		Lsr	Tsr	Ksr	Fsr	Rsr	Nsr
Bałtycka	min.	-0,88	-0,60	-0,95	-2,67	-0,81	-0,66
	śr.	-0,11	-0,04	-0,13	-0,15	-0,34	-0,02
	max.	0,43	0,46	0,56	0,37	0,59	0,56
Mazursko-Podlaska	min.	-0,91	-0,31	-0,51	-0,46	-1,03	-0,37
	śr.	-0,23	0,04	0,02	-0,02	-0,16	0,19
	max.	0,35	0,40	0,47	0,28	0,93	0,80
Wielkopolsko-Pomorska	min.	-1,02	-0,43	-1,47	-1,08	-0,54	-0,91
	śr.	-0,18	0,07	-0,21	-0,11	-0,12	0,00
	max.	0,44	0,77	0,63	0,73	0,36	0,62
Mazowiecko-Podlaska	min.	-1,84	-0,73	-0,91	-1,14	-1,06	-0,93
	śr.	-0,42	-0,07	-0,21	0,06	-0,21	0,06
	max.	0,71	0,21	0,26	0,76	0,47	0,82
Śląska	min.	-1,62	-0,50	-0,86	-0,61	-1,09	-0,79
	śr.	-0,12	-0,04	0,04	-0,05	-0,26	0,00
	max.	1,19	0,67	0,36	0,70	0,23	0,91
Małopolska	min.	-1,27	-0,33	-0,71	-1,00	-0,84	-0,67
	śr.	-0,20	0,15	0,03	-0,18	-0,32	-0,11
	max.	0,47	2,21	0,76	0,35	0,78	0,77
Sudecka	min.	-1,33	-0,75	-0,89	-0,56	-0,69	-0,87
	śr.	-0,06	-0,21	-0,24	0,21	-0,25	-0,38
	max.	0,43	0,38	0,72	1,13	0,26	0,25
Karpacka	min.	-0,51	-0,46	-0,53	-0,28	-1,18	-1,26
	śr.	-0,14	-0,02	0,02	0,01	-0,17	0,06
	max.	0,41	0,51	1,21	0,31	0,64	0,82

Objaśnienia zmiennych:

Lsr - średnia wartość wskaźnika wymagań świetlnych

Tsr - średnia wartość wskaźnika wymagań temperaturowych

Ksr - średnia wartość wskaźnika wymagań co do kontynentalizmu klimatu

Fsr - średnia wartość wskaźnika wymagań co do wilgotności podłoża

Rsr - średnia wartość wskaźnika wymagań co do kwasowości podłoża

Nsr - średnia wartość wskaźnika wymagań co do zawartości azotu w podłożu

Obniżenie wartości wskaźnika R_{sr} (czyli wzrost kwasowości) miało miejsce na wielu powierzchniach w całej Polsce, przy czym nie można wyróżnić ani wyraźnego centrum występowania tego zjawiska, ani też żadnego trendu powierzchniowego zmian.

Zmiany liczby gatunków chronionych

Tabela 6. Zmiany występowania gatunków runa objętych ochroną ścisłą (o - gatunek zarejestrowany tylko w 1998 r. XX - gatunek zarejestrowany w obu terminach n - gatunek zarejestrowany tylko w 2003 r.)

Nr SPO II rzędu	Nazwa gatunku																		
	<i>Aquilegia vulgaris</i>	<i>Blechnum spicant</i>	<i>Chimaphila umbellata</i>	<i>Daphne mezereum</i>	<i>Dianthus arenarius</i>	<i>Diphysastrum complanatum</i>	<i>Epipactis atrorubens</i>	<i>Epipactis helleborine</i>	<i>Galanthus nivalis</i>	<i>Goodyera repens</i>	<i>Hedera helix</i>	<i>Huperzia selago</i>	<i>Lilium martagon</i>	<i>Lonicera periclymenum</i>	<i>Lycopodium annotinum</i>	<i>Lycopodium clavatum</i>	<i>Neottia nidus-avis</i>	<i>Platanthera bifolia</i>	<i>Polypodium vulgare</i>
101														o					
115																			XX
206				XX															
207	o												n						
208			o																
209			o												o	o	o		
210			o						o										
212				n								XX							
213			XX						XX						n				
215			o																
301																n			
307																		n	
309																		XX	
317							XX	XX											
324			XX			XX													
326			o																
407					o														o
418																		o	
509																			o
602														n					o
605			n												n				
607																			o
610															XX				
615			o				XX												
616							XX												
617			XX			XX								XX					
701		XX																	
801		XX										XX							
803										XX									
805																	o		
806														n					
807												o							
810		XX																	
812									XX										
818																		XX	

W 2003 r. nie udało się odszukać stanowisk 7 gatunków pod całkowitą ochroną (*Aquilegia vulgaris*, *Dianthus arenarius*, *Lonicera periclymenum*, *Prunus fruticosa*, *Pulsatilla pratensis*, *Rubus chamaemorus*, *Sorbus intermedia*). W przypadku 14 gatunków liczba stanowisk zmalała (w tym 11 gatunków pod ścisłą ochroną), natomiast liczba stanowisk 10 gatunków wzrosła (5 pod ochroną ścisłą). Stosunkowo duże zmiany nastąpiły w rozmieszczeniu gatunków podlegających ochronie ścisłej. W 1998 roku występowały one na 31 powierzchniach, natomiast w 2003 r. na 23 powierzchniach. Jedynie 19 powierzchni charakteryzowało się obecnością gatunków będących pod ścisłą ochroną w obu okresach pomiarowych (Tab. 6).

Większość zmian struktury i charakteru ekologicznego runa odzwierciedla procesy fluktuacyjne, zachodzące na powierzchniach, mające zarówno przyczyny wewnętrzne, specyficzne dla każdej powierzchni oddzielnie, jak i zewnętrzne, przejawiające się w skali regionalnej, jak np. warunki pogodowe (m.in. zmiany wskaźnika Fśr). Inne zmiany związane są z procesami sukcesyjnymi (np. wzrost zacienienia dna lasu, przejawiający się spadkiem wartości wskaźnika Lśr oraz zmiany różnorodności gatunkowej, form życiowych i syntaksonomicznej runa).

Odmienny charakter mają zmiany stopnia synantropizacji runa. Część z nich wynika z lokalnych oddziaływań człowieka, inne są związane z procesami wielkoobszarowymi, będącymi konsekwencją zmian stopnia czystości atmosfery (np. spadek udziału gatunków azotolubnych). Te same przyczyny ma, jak się wydaje, tendencja do wzrostu udziału gatunków kwasolubnych w runie, która może być związana z wyraźnym obniżeniem ilości opadających pyłów.

Dotychczasowe zmiany charakteru runa nie mogą być jednoznacznie powiązane z żadnymi wyraźnymi procesami globalnymi o charakterze przestrzennym. Okres pięciu lat jest zbyt krótki, aby takie zmiany ujawniły się w pełni. Rysuje się słabo zaznaczona odmienność między zachodnią częścią kraju (Krainy: Bałtycka, Wielkopolsko-Pomorska, Śląska i częściowo Małopolska) oraz częścią wschodnią (Kraina Mazursko-Podlaska i częściowo Mazowiecko-Podlaska), ale może to co najwyżej sugerować istnienie odrębnych trendów rozwojowych runa w obu częściach kraju.

6. Zmiany struktury poziomej runa leśnego w latach 1998-2003 – Jerzy Solon

W ciągu 5 lat struktura pozioma runa uległa niewielkim zmianom. Na 41 powierzchniach liczba typów synuzjów zmalała o 2 lub więcej, natomiast na 54 - wzrosła o co najmniej dwa typy. Na 50 powierzchniach różnorodność przestrzenna synuzjów spadła o co najmniej 0,2 natomiast na 61 wzrosła o 0,2 lub więcej (Rys. 9).

Szczegółowa analiza kierunku i natężenia zmian wskazuje na występowanie jedynie niewielkich różnic między grupami zbiorowisk roślinnych. W szczególności wydaje się, że wszystkie zbiorowiska z klasy *Vaccinio-Piceetea* charakteryzują się nieco mniejszymi zmianami liczby typów synuzjów w porównaniu ze zbiorowiskami klasy *Quercio-Fagetea*. Wyraźniejsze uproszczenie struktury runa obserwuje się natomiast w zbiorowiskach z klasy *Quercetea roboripetreae*, podczas gdy w zbiorowiskach zastępczych wystąpił wzrost liczby synuzjów. Niewielkie różnice w zmianie liczby typów synuzjów nie znalazły odbicia w zmianach wskaźnika różnorodności - między wartościami średnimi nie ma istotnych różnic (Tab. 7).

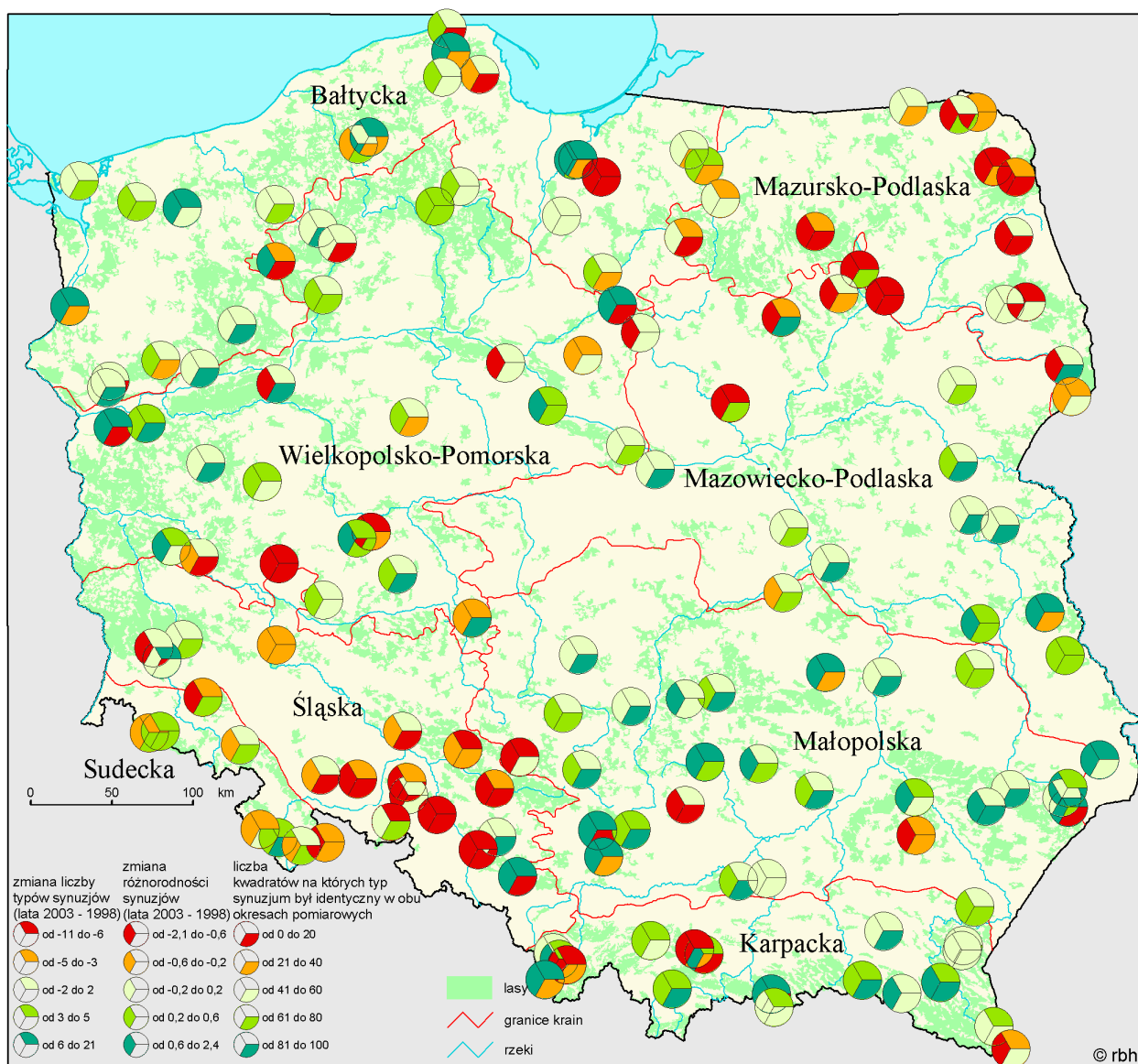
Tabela 7. Zmiana liczby typów synuzjów i ich różnorodności powierzchniowej w głównych jednostkach fitosocjologicznych w latach 1998-2003 na SPO II rzędu

Jednostka syntaksonomiczna	Zmiana liczby typów synuzjów				Zmiana różnorodności powierzchniowej			
	minimum	średnia	odchylenie standardowe	maksimum	minimum	średnia	odchylenie standardowe	maksimum
<i>Fagion</i>	-6	1,1	4,41	15	-1,10	0,1	0,72	1,69
<i>Carpinion</i>	-8	1,6	6,73	21	-1,71	0,4	1,03	2,22
<i>Quercetea robori-petreae</i>	-9	-2,1	3,31	1	-1,81	-0,5	0,66	0,29
<i>Quercu roboris-Pinetum</i>	-11	0,3	4,83	13	-1,57	0,1	0,90	2,31
<i>L.-Pinetum</i> i <i>P.-Pinetum</i>	-7	-0,1	3,15	7	-2,04	-0,1	0,69	1,10
inny <i>Dicrano-Pinion</i>	-6	1,3	5,12	8	-0,65	0,5	0,94	1,87
<i>Vaccinio-Piceion</i>	-10	-0,7	7,45	11	-1,45	0,0	1,27	2,16
zbiorowisko zastępcze z <i>Pinus</i> lub <i>Picea</i>	-3	2,8	5,07	18	-1,40	0,5	1,01	2,34

Poza ogólnymi zmianami liczby typów synuzjów istotnym zagadnieniem jest również trwałość ich występowania na poszczególnych kwadratach 4-metrowych w obrębie stałych powierzchni obserwacyjnych. Pod tym względem runo ulegało znacznie wyraźniejszym zmianom. Jedynie w przypadku 34 powierzchni zgodność całkowita (czyli liczba kwadratów na których typ synuzjum był identyczny w obu okresach pomiarowych) przekraczała 80, natomiast aż na 29 powierzchniach takich kwadratów było mniej niż 20 (Rys. 9).

Jeżeli jednak brać pod uwagę poza zgodnością całkowitą, także zgodność częściową (występującą wtedy, gdy w obu okresach pomiarowych występowały synuzja o charakterze mieszanym, mające jeden element wspólny, np. krzewinkowo-mszyste i zielno-krzewinkowe) to aż w przypadku 108 powierzchni ponad 80 kwadratów miało zbliżony charakter, natomiast jedynie na 8 powierzchniach takich kwadratów było mniej niż 40.

Zmiany rozmieszczenia na kwadratach spowodowały na 32 powierzchniach zmianę dominującego typu synuzjum. Najczęściej zanikła dominacja synuzjum mszystego (11 powierzchni) i trawiastego (6 powierzchni). Najbardziej wzrosła natomiast liczba powierzchni z dominacją synuzjum zielnych roślin dwuliściennych (o 10) i synuzjum krzewinkowego (o 8). Zmiany dominacji poszczególnych typów synuzjów wystąpiły stosunkowo najczęściej na powierzchniach grądowych (na 7 z 20 powierzchni) i w obrębie borów mieszanych (na 10 z 32), natomiast najrzadziej w obrębie zbiorowisk borów sosnowych ze związku *Dicrano-Pinion* (jedynie w 2 przypadkach na 41 powierzchni).



Rys. 9. Charakterystyka zmian struktury poziomej runa

Zmiany typu synuzjum są oczywiście wynikiem zmian obfitości występowania poszczególnych gatunków, w szczególności gatunków dominujących. Do tej grupy na wielu powierzchniach należy *Vaccinium myrtillus*. Gatunek ten wystąpił na 102 stałych powierzchniach obserwacyjnych. Ogólnie rzecz biorąc, w wyniku przemian struktury runa, które nastąpiły w okresie pięciu lat, na 25 powierzchniach zaobserwowano spadek populacji *Vaccinium myrtillus*, natomiast na 77 powierzchniach wzrost.

Zmiany struktury poziomej runa, jakie zaszły w ciągu 5 lat na powierzchniach monitoringowych są znacznie mniejsze i słabiej ukierunkowane niż zmiany, jakie zaszły w składzie gatunkowym, bogactwie i charakterystyce ekologicznej runa. Jest to o tyle zrozumiałe, iż są one w większości efektem dynamiki gatunków dominujących, z których wiele to gatunki wieloletnie, rozmnażające się wegetatywnie i reagujące na zmieniające się warunki z wyraźnym opóźnieniem.

7. Mchy, wątrobowce i porosty w lasach - Wiesław Fałtynowicz



Fot. 4. Bielistka sina (*Leucorbryum glaucum*) – pospolity mech leśny -
Nadleśnictwo Radziwiłów - fot. Jerzy Wawrzoniak

Liczne gatunki mchów cechuje wąski zakres amplitudy ekologicznej i w związku z tym wykazują one dużą wrażliwość na zmiany w środowisku, zarówno naturalne jak i antropogeniczne. Są one dzięki temu dobrymi bioindykatorami i pod tym względem tylko nieznacznie ustępują porostom. Wykorzystuje się je w monitorowaniu skażenia powietrza atmosferycznego,

czystości wody, zmian mikroklimatycznych, przy analizie gradientów środowiskowych oraz jako wskaźniki właściwości ekologicznych siedlisk [25].

Wątrobowce w większości są organizmami stenotopowymi i szybko reagują nawet na niewielkie zmiany warunków siedliskowych. Z tego powodu mogą być dobrymi biowskaźnikami zmian w środowisku; przeszkodą w ich powszechnym stosowaniu jest rzadkość występowania licznych taksonów oraz ich niewielkie rozmiary, utrudniające znalezienie w terenie oraz poprawną identyfikację gatunków [10].

Porosty są wyspecjalizowaną grupą grzybów i stanowią wynik połączenia dwóch organizmów - cudzożywnego grzyba i samożywnego glonu [7]. Reakcja porostów na czynniki naturalne i antropogeniczne jest szybka i jednoznaczna. Wizualnie przejawia się stosunkowo łatwymi do identyfikacji i interpretacji przekształceniami morfologicznymi plech oraz zmianami ilościowymi, a czasem prowadzi do ustępowania z przekształconych terenów [4, 5]. Ze względu na to porosty należą do organizmów bardzo silnie zagrożonych w całej Europie. Na polskiej „Czerwonej liście porostów zagrożonych i wymierających” znajduje się prawie 40% znanych w kraju gatunków; z nich porosty wymarłe i wymierające stanowią około 15% [2]. Stałe obserwacje kierunku i tempa zmian ilościowych i jakościowych w populacjach poszczególnych gatunków porostów dostarczają ważnych informacji o ekologii tych organizmów, ale przede wszystkim o naturalnych i antropogenicznych zmianach warunków siedliskowych, w tym o stopniu

zanieczyszczenia powietrza atmosferycznego. Z tego też powodu porosty są powszechnie na całym świecie wykorzystywane jako bioindykatory zmian w środowisku.

W Polsce porosty jako biowskaźniki są wykorzystywane, poza monitoringiem leśnym, w Zintegrowanym Monitoringu Ochrony Środowiska [24]. Są również elementem programu monitoringu biologicznego [3].

Tabela 8. Wykaz gatunków mchów znalezionych na SPO II rzędu w 2003 roku

Nazwa gatunku	Liczba wystąpień	% (100% = 148)
Rokietnik pospolity (<i>Pleurozium schreberi</i>)	90	60,8
Rokiet cyprysowaty (<i>Hypnum cupressiforme</i>)	67	45,3
Widłoząb miotlasty (<i>Dicranum scoparium</i>)	64	43,2
Płonnik strojny (<i>Polytrichum formosum</i>)	58	39,2
Knotnik zwisły (<i>Pohlia nutans</i>)	57	38,5
Widłoząb falisty (<i>Dicranum polysetum</i>)	54	36,5
Widłoząbek jednoboczny (<i>Dicranella heteromalla</i>)	51	34,5
Żurawiec falisty (<i>Atrichum undulatum</i>)	33	22,3
Merzyk (<i>Plagiomnium affine</i>)	33	22,3
Gajnik lśniący (<i>Hylocomium splendens</i>)	31	20,9
Krótkosz szorstki (<i>Brachythecium rutabulum</i>)	27	18,2
Płaszczeciec (<i>Plagiothecium laetum</i>)	20	13,5
<i>Pseudoscleropodium purum</i>	19	12,8
<i>Plagiothecium curvifolium</i>	17	11,5
<i>Tetraphis pellucida</i>	17	11,5
<i>Eurhynchium angustirete</i>	13	8,8
Piórosz pierzasty (<i>Ptilium crista-castrensis</i>)	13	8,8
<i>Herzogiella seligeri</i>	11	7,4
Bielistka siwa (<i>Leucobryum glaucum</i>)	10	6,8
Płaszczeciec ząbkowany (<i>Plagiothecium denticulatum</i>)	9	6,1
Krótkosz aksamitny (<i>Brachythecium velutinum</i>)	8	5,4
<i>Dicranum spurium</i>	6	4,1
Widłoząb górski (<i>Orthodicranum montanum</i>)	6	4,1
Merzyk fałdowany (<i>Plagiomnium undulatum</i>)	6	4,1
Płonnik jałowcowaty (<i>Polytrichum juniperinum</i>)	6	4,1
Zęboróg purpurowy (<i>Ceratodon purpureus</i>)	5	3,4
Dzióbkowiec (<i>Eurhynchium hians</i>)	5	3,4
<i>Mnium hornum</i>	5	3,4
<i>Plagiomnium rostratum</i>	5	3,4
<i>Brachythecium starkei</i>	4	2,7
Płonnik pospolity (<i>Polytrichum commune</i>)	4	2,7
<i>Rhytidiadelphus squarrosus</i>	4	2,7
3 wystąpienia: <i>Isopterygium elegans</i> , <i>Plagiothecium</i> sp.		
2 wystąpienia: <i>Aulacomnium palustre</i> , <i>Brachythecium curtum</i> , <i>B. oedipodium</i> , <i>Plagiothecium undulatum</i> , <i>Rhizomnium punctatum</i>		
1 wystąpienie: : <i>Aulacomnium androgynum</i> , <i>Brachythecium reflexum</i> ; <i>B. salebrosum</i> , <i>Brachythecium</i> sp., <i>Cirriphyllum piliferum</i> , <i>Climacium dendroides</i> , <i>Dicranodontium denudatum</i> , <i>Dicranoweissia cirrata</i> , <i>Eurhynchium striatum</i> , <i>Eurhynchium</i> sp., <i>Funaria hygrometrica</i> , <i>Hypnum arcuatum</i> , <i>H. pallescens</i> , <i>Hypnum</i> sp., <i>Plagiomnium cuspidatum</i> , <i>P. punctatum</i> , <i>Plagiothecium cavifolium</i> , <i>Platygyrium repens</i> , <i>Pylaisia polyantha</i> , <i>Rhytidiadelphus loreus</i> , <i>Rh. triquetrus</i> , <i>Sphagnum fallax</i> , <i>Sph. palustre</i> , <i>Sph. recurvum</i> , <i>Thuidium recognitum</i> , <i>Th. Tamariscinum</i>		

Mchy na stałych powierzchniach obserwacyjnych (SPO II rzędu) są reprezentowane bardzo licznie, zarówno pod względem liczby gatunków, jak i pokrywania. W 2003 roku stwierdzono 64

gatunki mchów, ale połowę z nich notowano sporadycznie, na co najwyżej 3 powierzchniach, a dalszych 33% nie przekraczało I stopnia stałości - Tab. 8. Tylko 10 gatunków występowało z co najmniej II stopniem stałości, a na ponad połowie powierzchni znaleziono jedynie *Pleurozium schreberi*. Ten borowy, acydofilny mech występował również z największą obfitością we wszystkich krainach przyrodniczo-leśnych, z wyjątkiem Karpackiej i Sudeckiej. Jego średnie pokrywanie w zdjęciach fitosocjologicznych przekraczało 20%, a w Krainie Małopolskiej dochodziło do prawie 40% - Tab. 9. Specyficzne jest rozmieszczenie *Hypnum cupressiforme*.

Tabela 9. Średnie pokrywanie (w %) trzech najbardziej licznych mchów w krainach przyrodniczo-leśnych

Kraina przyrodniczo-leśna (w nawiasach liczba powierzchni)	Gatunek		
	<i>Pleurozium schreberi</i>	<i>Hypnum cupressiforme</i>	<i>Dicranum scoparium</i>
Bałtycka (23)	20	2,4	0,3
Mazursko-Podlaska (15)	23	-	0,3
Wielkopolsko-Pomorska (25)	36	1	1,5
Mazowiecko-Podlaska (15)	33	<0,1	1,5
Śląska (16)	25	12	1,6
Małopolska (27)	39	0,5	2,5
Sudecka (8)	<1	2,1	2,1
Karpacka (19)	<1	0,2	0,3

Ten subatlantycki gatunek liczniej występuje tylko w zachodniej Polsce, a szczególnie tam, gdzie wpływy klimatu suboceanicznego są największe (Krainy: Śląska, Bałtycka i Sudecka) - Tab. 9.

Ze względu na to, że większość SPO jest usytuowana w borach sosnowych lub świerkowych, najliczniej i najbardziej obficie reprezentowane są mchy charakterystyczne dla zbiorowisk borowych: *Pleurozium schreberi* i *Dicranum polysetum*, a także gatunki ogólnoleśne, takie jak: *Hypnum cupressiforme*, *Dicranum scoparium* i *Polytrichum formosum* i ubikwistyczne: *Pohlia nutans* i *Dicranella heteromalla*.

Średnie pokrywanie warstwy roślin zarodnikowych na SPO (warstwę tą budują prawie wyłącznie mchy) w większości krain przyrodniczo-leśnych zawiera się w przedziale między 39% a 50%; tylko w górach (Krainy: Karpacka i Sudecka) jest znacznie niższe i nie przekracza 10% - Tab. 10. Pokrywanie warstwy roślin zarodnikowych jest zdecydowanie wyższe pod drzewostanami iglastymi niż pod liściastymi.

Tabela 10. Średnie pokrywanie warstwy roślin zarodnikowych (D) oraz porostów epifitycznych na powierzchni w krainach przyrodniczo-leśnych w 2003 roku

Kraina przyrodniczo-leśna	Liczba powierzchni	Pokrywanie D (%)	Liczba drzew	Pokrywanie epifitów (%) ¹
Bałtycka	23	39	70	33,0 (18,3)
Mazursko-Podlaska	15	45	47	58,8 (51,3)
Wielkopolsko-Pomorska	25	50	78	31,0 (19,7)
Mazowiecko-Podlaska	15	45	49	53,9 (40,3)
Śląska	16	42	52	52,3 (33,9)
Małopolska	27	46	86	44,9 (38,8)
Sudecka	8	9	27	53,7 (39,8)
Karpacka	19	8	65	48,3 (38,8)
Kraj	148	36	474	47,0 (35,1)

Czternaście gatunków mchów znalezionych na SPO jest objętych częściową ochroną prawną. Są to:

<i>Aulacomnium palustre</i>	<i>Climacium dendroides</i>
<i>Hylocomium splendens</i> (gajnik lśniący)	<i>Leucobrum glaucum</i> (bielistka siwa)
<i>Pleurozium schreberi</i> (rokietnik pospolity)	<i>Polytrichum commune</i> (płonnik pospolity)
<i>Pseudoscleropodium purum</i>	<i>Ptilium crista-castrensis</i> (piórosz pierzasty)
<i>Rhitiadelphus squarrosus</i>	<i>Rhitiadelphus triquetrus</i>
<i>Sphagnum fallax</i>	<i>Sphagnum palustre</i>
<i>Sphagnum recurvum</i>	<i>Thuidium tamariscinum</i>

Ponadto *Dicranum polysetum* znajduje się na „Czerwonej liście mchów zagrożonych w Polsce” [15] z kategorią VU (narażony).

Tabela 11. Wykaz gatunków wątrobowców znalezionych na SPO II rzędu w 2003 r.

Nazwa gatunku	Liczba wystąpień	% (100% = 148)
<i>Ptilidium ciliare</i>	10	6,8
<i>Lophocolea heterophylla</i>	8	5,4
<i>Lepidozia reptans</i>	5	3,4
<i>Calypogeia muelleriana</i>	5	3,4
<i>Bazzania trilobata</i>	4	2,7
3 wystąpienia: <i>Cephalozia bicuspidata</i> , <i>Lophocolea bidentata</i> , <i>Ptilidium pulcherrimum</i>		
1 wystąpienie: <i>Calypogeia trichomanis</i> , <i>Cephalozia cfr. heterophylla</i> , <i>Marchantia polymorpha</i> , <i>Pellia epiphylla</i>		

Wątrobowce z natury występują w zbiorowiskach roślinnych nielicznie, a ponadto - ze względu na zwykle drobne rozmiary - są trudne do odszukania. Na SPO w 2003 roku znaleziono tylko 12 gatunków tych roślin - Tab. 11. Najczęściej notowany był *Ptilidium ciliare*, który jednocześnie jest stosunkowo dużym i jednym z najłatwiej dostrzegalnych wątrobowców. Jest to gatunek o charakterze subatlantyckim, dosyć często występujący w fitocenozach borów sosnowych, zwłaszcza w zachodniej części kraju. Na uwagę zasługuje *Bazzania trilobata*,

wyróżniająca dla górskich borów reglaowych, a także nieco liczniej rosnąca w północno-wschodniej Polsce; na pozostałym obszarze jest to gatunek wyjątkowo rzadki.

W 2003 r. na wszystkich SPO II rzędu znaleziono 46 taksonów **porostów** - Tab. 12. Tylko dwa pospolite w całej Europie gatunki epifityczne: *Hypogymnia physodes* i *Lecanora conizaeoides* występują licznie i zostały zanotowane na około połowie powierzchni. Inne taksony zbierane były bardzo rzadko; większość była sporadyczna (3 i mniej notowań), a poza wymienionymi wyżej tylko *Scoliciosporum chlorococcum* znaleziono na ponad 10% SPO. Gatunek ten zapewne występuje znacznie częściej, ale ze względu na niepozorną, proszkowatą plechę i prawie niewidoczne owocniki, jest powszechnie pomijany. Na pewno niedoreprezentowany jest również rodzaj liszajec *Lepraria*. Duża i aktualna wiedza o ekologii i rozmieszczeniu porostów z tego rodzaju w Polsce, oparta na monografii M. Kukwy [12], wskazuje, że zielonkawe lub szarawe proszkowate plechy liszajców z łatwością mogły zostać pominięte podczas zbioru materiałów.

Sześć gatunków porostów znalezionych na SPO jest objętych ochroną prawną. Są to: *Cetraria islandica*, *Cladonia arbuscula*, *C. ciliata*, *C. rangiferina*, *Evernia prunastri* i *Parmeliopsis ambigua*.

Na "Czerwonej liście porostów zagrożonych w Polsce" [2], znajduje się sześć gatunków porostów spośród znalezionych na SPO w 2003 roku. Są to:

Cetraria islandica (VU - narażony)
Cladonia rei (DD - brak dostatecznych danych)
Evernia prunastri (LR - małe ryzyko zagrożenia)
Porpidia cinereoatra (VU)
Porpidia glaucophaea (VU)
Trapelia placodioides (LR)

Prawie wszystkie wymienione wyżej gatunki chronione i z Czerwonej Listy są częste w Polsce, a stopień ich zagrożenia jest niewielki.

Średnie pokrywanie epifitów (prawie wyłącznie porostów) na pniach monitorowanych drzew w krainach przyrodniczo-leśnych jest stosunkowo duże i waha się od 31% (Wielkopolsko-Pomorska) do prawie 60% (Mazursko-Podlaska) - Tab. 10.

W 2003 r. na SPO II rzędu znaleziono mniej gatunków mchów (64), wątrobowców (12) i porostów (46) niż 5 lat wcześniej (odpowiednio: 78, 18 i 54). Przede wszystkim nie odnaleziono ponownie gatunków sporadycznych, które występowały w 1998 roku na jednej do kilku SPO. Większość pozostałych gatunków mchów stwierdzono obecnie na mniejszej liczbie SPO. Dokładna analiza sytuacji daje podstawy do stwierdzenia, że wynika ona z mniej dokładnego zbioru materiałów w terenie, a zwłaszcza z pomijania murszejącego drewna. Podobne wnioski

nasuwają się w odniesieniu do wątrobowców. Zmiany w liczbie wystąpień porostów w stosunku do 1998 roku również wynikają z tej samej przyczyny, ale są one jeszcze większe. W przypadku porostów najbardziej spadła liczba wystąpień *Hypocenomyce scalaris* (z 44 do 6), *Lepraria incana* (z 54 do 11) oraz *Cladonia macilenta* (z 27 do 7). Zmniejszyło się również pokrywanie epifitów - por. Tab. 10 oraz [6].

Wartości pokrywania warstwy roślin zarodnikowych spadły w porównaniu z 1998 r., nie są to jednak duże różnice.

Tabela 57. Wykaz gatunków porostów znalezionych na SPO II rzędu w 2003 roku

Nazwa gatunku	Liczba wystąpień	% (100% = 148)
Pustułka pęcherzykowata (<i>Hypogymnia physodes</i>)	77	52,0
<i>Lecanora conizaeoides</i>	72	48,6
<i>Scoliosporum chlorococcum</i>	17	11,5
<i>Lepraria incana</i>	11	7,4
Chrobotek wysmukły (<i>Cladonia gracilis</i>)	8	5,4
Chrobotek strzępiasty (<i>Cladonia fimbriata</i>)	7	4,7
Chrobotek cienki (<i>Cladonia macilenta</i>)	7	4,7
Chrobotek szydlasty (<i>Cladonia coniocraea</i>)	7	4,7
<i>Micarea prasina</i>	7	4,7
<i>Hypocenomyce scalaris</i>	6	4,1
<i>Lepraria sp.</i>	6	4,1
Chrobotek widlasty (<i>Cladonia furcata</i>)	5	3,4
Chrobotek <i>Cladonia rangiferina</i>	5	3,4
Chrobotek palczasty (<i>Cladonia digitata</i>)	4	2,7
<i>Lepraria jackii</i>	4	2,7
3 wystąpienia: Chrobotek otwarty (<i>Cladonia cenotea</i>), Ch. kieliszkowaty (<i>C. chlorophaea</i>), Ch. siwy (<i>C. glauca</i>), <i>C. ochrochlora</i> , <i>Cladonia sp.</i>		
2 wystąpienia: <i>Cladonia arbuscula</i> , <i>C. merochlorophaea</i> , Chr. kubkowaty (<i>C. Pyxidata</i>), <i>Evernia prunastri</i> , <i>Parmelia sulcata</i> , <i>Placynthiella icmalea</i>		
1 wystąpienie: Kropnica (<i>Bacidia sp.</i>), <i>Biatora pilularis</i> , <i>Biatora sp.</i> , Płucnica islandzka (<i>Cetraria islandica</i>), <i>Cladonia ciliata</i> , <i>C. coccifera</i> , <i>C. rei</i> , <i>Dimerella pineti</i> , <i>Lepraria elobata</i> , <i>Micarea denigrata</i> , <i>M. misella</i> , <i>Parmelia sp.</i> , <i>Parmeliopsis ambigua</i> , <i>Placynthiella dasaea</i> , <i>Porpidia cinereoatra</i> , <i>P. crustulata</i> , <i>P. glaucophaea</i> , <i>Trapelia placodioides</i> , <i>Trapeliopsis flexuosa</i> , <i>T. granulosa</i>		

W 2003 roku stwierdzono 64 gatunki mchów, z czego połowę notowano sporadycznie. 14 gatunków mchów znalezionych na SPO jest objętych częściową ochroną prawną, a 1 gatunek znajduje się na „Czerwonej liście mchów zagrożonych w Polsce”.

Ponadto znaleziono tylko 12 gatunków wątrobowców oraz 46 taksonów porostów.

Wśród porostów tylko dwa pospolite w całej Europie gatunki epifityczne: *Hypogymnia physodes* i *Lecanora conizaeoides* występują licznie i zostały zanotowane na około 50% powierzchni. Inne taksony zbierane były bardzo rzadko; większość była sporadyczna, a poza wymienionymi wyżej tylko *Scoliciosporum chlorococcum* znaleziono na ponad 10% SPO. Sześć gatunków porostów znalezionych na SPO jest objętych ochroną prawną.

W 2003 r. na SPO II rzędu znaleziono mniej gatunków mchów (64), wątrobowców (12) i porostów (46) niż 5 lat wcześniej (odpowiednio: 78, 18 i 54). Przede wszystkim nie odnaleziono ponownie gatunków sporadycznych, które występowały w 1998 roku na jednej do kilku powierzchni. Większość pozostałych gatunków mchów stwierdzono obecnie na mniejszej liczbie powierzchni.

8. Ocena występowania odnowienia naturalnego w 2003 roku oraz zmiany w latach 1998-2003 - Jerzy Wawrzoniak, Jadwiga Małachowska

W 2003 roku przeprowadzono ponownie po pięciu latach ocenę występowania odnowienia naturalnego wraz z oceną jego żywotności i wieku na 148 SPO II rzędu. Analizę zmian w poszczególnych kategoriach odnowienia naturalnego przeprowadzono w układzie gatunku panującego w drzewostanie i w układzie typów siedlisk leśnych.

Biorąc pod uwagę liczbę gatunków w **warstwie nalotu** zarejestrowanych na powierzchniach w roku 2003 i w latach 1989-99 można odnotować tendencję wzrostu liczby zarejestrowanych gatunków w ostatnim pięcioleciu - Tab. 13. W drzewostanach sosnowych, występujących na siedliskach boru mieszanego świeżego i boru świeżego, które to siedliska były reprezentowane przez największą liczbę powierzchni, odnotowano wzrost liczby gatunków, średnio o 0,47 i 0,42. Najwyższy wzrost liczby gatunków (o 3,5) odnotowano w drzewostanach sosnowych na siedlisku lasu wyżynnego (reprezentowane tylko przez 2 powierzchnie). W drzewostanach świerkowych, bukowych i dębowych tendencja wzrostu liczby gatunków była słabsza.

Zmiany ilościowości poszczególnych gatunków zarejestrowanych w warstwie nalotu wskazywały na przeważający trend wzrostowy. Na 23 zarejestrowane gatunki odnotowano w ostatnim pięcioleciu przyrost ilościowości 12 gatunków. Spadek dotyczył 8 gatunków a ilościowość 3 gatunków nie uległa zmianie - Tab. 14.

Tabela 13. Liczba gatunków w poszczególnych kategoriach odnowienia naturalnego na SPO II rzędu w latach 1998-99 i 2003 - średnia dla gatunku panującego w drzewostanie i typu siedliskowego lasu

Gatunek panujący drzewostanu	Typ siedliskowy lasu	Liczba SPO	Liczba gatunków w odnowieniu naturalnym											
			nalot 98-99	mł. podrost 98-99	st. podrost 98-99	posadzenia 98-99	nalot 2003	mł. Podrost 2003	st. podrost 2003	posadzenia 2003	nalot - różnica	mł. podrost - różnica	st. podrost - różnica	posadzenia - różnica
Sosna	BMśw	38	2,84	1,87	1,71	0,61	3,32	2,97	2,39	0,53	0,47	1,11	0,68	- 0,08
Sosna	Bśw	33	2,24	0,61	0,42	0,64	2,67	1,12	0,70	0,48	0,42	0,52	0,27	- 0,15
Sosna	LMśw	17	2,76	2,41	2,29	0,00	3,24	2,82	2,53	0,29	0,47	0,41	0,24	0,29
Sosna	Lśw	5	1,60	1,60	1,60	0,00	2,40	2,20	3,20	0,00	0,80	0,60	1,60	0,00
Sosna	LG	2	0,50	1,50	3,00	0,00	2,50	3,50	3,50	1,00	2,00	2,00	0,50	1,00
Sosna	Lwyż	2	0,50	0,50	0,50	0,00	4,00	3,50	2,00	0,50	3,50	3,00	1,50	0,50
Sosna	BMw	1	6,00	2,00	1,00	0,00	6,00	1,00	2,00	0,00	0,00	- 1,00	1,00	0,00
Sosna	Bw	1	3,00	0,00	0,00	0,00	4,00	2,00	0,00	0,00	1,00	2,00	0,00	0,00
Sosna	LMG	1	4,00	3,00	4,00	1,00	4,00	3,00	4,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Świerk	LMG	9	4,22	1,11	0,22	0,44	4,22	2,33	0,67	0,67	0,00	1,22	0,44	0,22
Świerk	LG	5	4,00	1,60	0,40	0,00	5,60	3,20	1,60	0,20	1,60	1,60	1,20	0,20
Świerk	Lśw	5	5,40	2,80	0,60	0,00	5,40	5,40	3,00	0,00	0,00	2,60	2,40	0,00
Świerk	BMG	2	1,50	0,50	0,00	0,00	3,00	0,00	0,00	0,00	1,50	- 0,50	0,00	0,00
Świerk	LMśw	1	3,00	0,00	0,00	0,00	4,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00
Buk	Lśw	5	2,40	1,00	0,80	0,00	3,20	1,40	0,80	0,00	0,80	0,40	0,00	0,00
Buk	LMG	2	5,00	2,00	0,50	0,00	4,00	2,50	0,50	0,00	- 1,00	0,50	0,00	0,00
Buk	LMśw	2	1,50	0,00	0,00	0,00	2,00	0,00	0,00	0,00	0,50	0,00	0,00	0,00
Buk	LG	1	3,00	3,00	0,00	0,00	3,00	4,00	1,00	0,00	0,00	1,00	1,00	0,00
Buk	Lwyż	1	2,00	1,00	0,00	0,00	4,00	4,00	3,00	0,00	2,00	3,00	3,00	0,00
Dąb	Lśw	6	2,00	1,67	1,33	0,00	4,17	3,50	2,67	0,00	2,17	1,83	1,33	0,00
Dąb	LMśw	3	4,00	1,33	1,33	0,00	4,33	1,33	1,33	0,00	0,33	0,00	0,00	0,00
Dąb	LM	2	2,50	2,00	1,50	0,50	2,00	1,50	1,50	2,00	- 0,50	- 0,50	0,00	1,50
Dąb	BMśw	1	4,00	2,00	1,00	0,00	3,00	4,00	1,00	0,00	- 1,00	2,00	0,00	0,00
Dąb	Lł	1	6,00	2,00	3,00	0,00	6,00	4,00	2,00	0,00	0,00	2,00	- 1,00	0,00
Dąb	LMwyż	1	6,00	2,00	1,00	0,00	5,00	2,00	2,00	0,00	- 1,00	0,00	1,00	0,00
Dąb	Lwyż	1	3,00	1,00	0,00	0,00	6,00	6,00	5,00	0,00	3,00	5,00	5,00	0,00

Tabela 14. Średnia ilość, wiek i żywotność nalotu na SPO II rzędu *) - zestawienie dla kraju - porównanie w latach (na 2 SPO w ogóle nie zanotowano nalotu)

Nazwa rodzajowa lub gatunkowa nalotu	Liczba SPO z co najmniej jednokrotnym wystąpieniem nalotu danego gat.	Ocena I				Ocena II				Różnica między ocenami		
		Liczba SPO z wystąpieniem nalotu	Średnia ilość	Średni wiek	Średnia żywotność	Liczba SPO z wystąpieniem nalotu	Średnia ilość	Średni wiek	Średnia żywotność	Średnia ilość	Średni wiek	Średnia żywotność
brzoza	71	48	0,28	2,29	2,17	54	0,39	2,98	2,40	0,11	0,69	0,23
buk	43	37	0,47	3,06	2,18	38	0,45	4,34	2,33	-0,02	1,28	0,15
czeremcha	11	6	0,24	2,56	2,04	6	0,43	2,75	2,20	0,19	0,20	0,16
czereśnia	5	1	0,20	4,00	2,00	5	0,25	3,23	1,94	0,05	-0,77	-0,06
dąb	114	100	0,40	2,93	2,50	106	0,37	3,97	2,84	-0,03	1,03	0,34
dąb czerwony	17	10	0,28	2,85	2,27	13	0,37	3,07	2,42	0,09	0,22	0,15
głóg	2	1	0,36	2,16	1,98	1	0,20	3,00	2,00	-0,16	0,84	0,02
grab	26	12	0,32	2,71	2,27	23	0,30	4,04	2,54	-0,03	1,33	0,27
jarzębina	71	15	0,26	3,21	2,46	71	0,41	3,79	2,47	0,15	0,57	0,01
jawor	34	24	0,28	2,28	2,43	28	0,43	3,70	2,16	0,15	1,43	-0,27
jedlica (daglezja)	1	1	0,20	2,20	2,20	1	0,20	3,00	2,00	0,00	0,80	-0,20
jesion	9	7	0,39	2,61	2,30	7	0,54	3,54	2,38	0,15	0,93	0,08
jodła	17	13	0,41	3,76	2,08	15	0,29	4,97	2,33	-0,12	1,21	0,25
klon	12	9	0,27	2,57	2,25	9	0,32	4,01	2,76	0,05	1,45	0,51
lipa	15	11	0,39	2,49	2,43	11	0,37	3,32	2,36	-0,02	0,83	-0,07
modrzew	3	3	0,20	2,62	3,02	2	0,20	4,00	2,90	0,00	1,38	-0,12
olsza	1	1	0,78	4,58	2,00	1	0,60	4,50	2,83	-0,18	-0,08	0,83
osika	10	4	0,20	2,79	2,54	9	0,26	3,40	2,21	0,06	0,61	-0,33
sosna wejmutka	1	1	0,20	6,00	1,00	0	0,00	0,00	0,00	-0,20	-6,00	-1,00
sosna												
zwyczajna	78	68	0,29	1,81	2,18	56	0,38	1,74	2,12	0,08	-0,07	-0,06
świerk	52	44	0,41	3,44	2,22	44	0,46	4,67	2,49	0,04	1,22	0,27
wiąz	5	3	0,25	2,42	1,40	5	0,31	2,82	2,32	0,06	0,40	0,92
wierzba	4	2	0,20	2,50	2,00	3	0,20	4,67	2,33	0,00	2,17	0,33

Analizując sześć najważniejszych gatunków tworzących monitorowane drzewostany należy odnotować przyrost ilościowości nalotu brzozy, sosny i świerka oraz spadek ilościowości buka, dębu i jodły. Średni wiek nalotu dla większości omawianych gatunków wzrósł, a tylko wiek nalotu sosny obniżył się nieznacznie. Podobną prawidłowość odnotowano w odniesieniu do żywotności. Nalot wszystkich omawianych gatunków, z wyjątkiem sosny, wykazał większą żywotność (Tab. 14).

W kategorii **młodsze podrostu** ogółem zanotowano 21 gatunków, z których 12 zwiększyło swoją liczebność, a 9 wykazało zmniejszenie liczebności w porównaniu do okresu sprzed 5 lat. Wśród sześciu podstawowych gatunków, których drzewostany podlegają monitorowaniu, znacznie zwiększyły swoją liczebność świerk i buk, w mniejszym stopniu brzoza i sosna. Liczebność młodsze podrostu jodły i dębu uległa zmniejszeniu. Średnia żywotność wykazywała tendencję poprawy u wszystkich podstawowych gatunków, z wyjątkiem buka.

Średni wiek tej kategorii odnowienia naturalnego wzrósł dla wszystkich sześciu gatunków - Tab. 15.

Tabela 15. Średnia liczebność, wiek i żywotność młodszego podrostu na SPO II rzędu *) - zestawienie dla kraju - porównanie w latach (na 28 SPO w ogóle nie zanotowano młodszego podrostu)

Nazwa rodzajowa lub gatunkowa młodszego podrostu	Liczba SPO z co najmniej jednokrotnym wystąpieniem mł. podrostu danego gat.	Ocena I				Ocena II				Różnica między ocenami		
		Liczba SPO z wystąpieniem mł. podrostu	Średnia liczba sztuk	Średni wiek	Średnia żywotność	Liczba SPO z wystąpieniem mł. podrostu	Średnia liczba sztuk	Średni wiek	Średnia żywotność	Średnia liczba sztuk	Średni wiek	Średnia żywotność
brzoza	59	34	5,09	4,63	2,42	52	6,90	7,85	2,81	1,82	3,22	0,39
buk	39	27	5,04	8,00	2,34	26	23,12	9,06	2,28	18,08	1,06	-0,06
czeremcha	2	2	4,00	5,86	1,00	2	2,50	7,38	2,50	-1,50	1,52	1,50
czereśnia	4	1	4,00	5,75	2,25	4	1,25	8,25	2,50	-2,75	2,50	0,25
dąb	76	56	19,18	6,95	2,81	70	18,41	9,25	3,02	-0,76	2,30	0,21
dąb czerwony	6	3	21,33	4,79	2,06	6	16,83	8,06	2,42	-4,50	3,27	0,36
głóg	1	1	6,00	4,67	2,17	0	0,00	0,00	0,00	-6,00	-4,67	-2,17
grab	18	4	17,50	6,80	2,99	18	25,28	7,94	3,02	7,78	1,14	0,03
grochodrzew	1	0	0,00	0,00	0,00	1	2,00	5,00	2,00	2,00	5,00	2,00
jarzębina	56	7	2,86	4,81	2,50	55	24,24	7,45	2,71	21,38	2,63	0,21
jawor	16	8	9,75	5,27	2,18	15	20,07	7,86	2,42	10,32	2,59	0,25
jesion	11	9	13,33	5,30	2,47	8	26,25	8,29	2,50	12,92	2,99	0,02
jodła	9	6	19,00	9,27	2,77	7	17,57	12,47	2,78	-1,43	3,20	0,01
klon	10	5	4,40	5,62	2,58	10	4,10	7,66	2,91	-0,30	2,04	0,32
lipa	9	5	3,80	5,65	2,58	8	4,00	8,56	2,52	0,20	2,91	-0,07
olsza	1	1	57,00	7,56	2,04	1	43,00	11,28	2,91	-14,00	3,72	0,87
osika	14	8	3,88	3,53	2,32	12	7,50	7,44	2,59	3,63	3,91	0,27
sosna zwyczajna	24	13	2,46	6,63	3,26	15	2,87	9,34	3,31	0,41	2,71	0,04
świerk	41	27	4,67	9,24	2,52	38	25,29	11,24	2,74	20,62	2,00	0,23
wiąz	5	2	45,50	7,37	2,34	4	38,25	10,59	2,25	-7,25	3,22	-0,09
wierzba	6	1	1,00	3,00	2,00	5	1,80	8,00	2,60	0,80	5,00	0,60

Rozpatrując występowanie młodszego podrostu w zależności od gatunku panującego w drzewostanie należy odnotować, że najwięcej gatunków zarejestrowano w drzewostanach sosnowych. Wystąpiło tam 19 gatunków, z czego 12 wykazało przyrost liczebności, a 7 jej spadek. W drzewostanach świerkowych wystąpiło 16 gatunków i dla 10 gatunków odnotowano przyrost liczebności, a dla 6 gatunków spadek. Taką samą liczbę gatunków w młodszym podroście odnotowano w drzewostanach dębowych. W tych drzewostanach wzrost liczebności wykazało 10 gatunków, spadek 5 gatunków, jeden gatunek nie zmienił liczebności. Drzewostany bukowe charakteryzowały się wystąpieniem 11 gatunków w młodszym podroście i tylko jeden gatunek wykazał obniżenie liczebności.

Odnutowano 20 gatunków **starszego podrostu**. 13 gatunków wykazało wzrost liczebności, a 7 gatunków zmniejszyło swoją liczebność. Wśród podstawowych gatunków wzrosła średnia

liczebność starszego podrostu dębu, jodły i sosny, a zmniejszyła się liczebność brzozy, buka i świerka. Poziom żywotności uległ poprawie u 16 gatunków, a obniżył się u 4 gatunków. Wśród gatunków podstawowych obniżenie średniej żywotności wykazał starszy podrost sosnowy, dębowy zachował żywotność na poprzednim poziomie. Świerk, jodła, brzoza i buk poprawiły poziom żywotności. Średni wiek starszego podrostu wzrósł dla 18 gatunków, a obniżył się dla 2 gatunków. Wszystkie podstawowe gatunki drzew wykazały wzrost średniego wieku - Tab. 16.

Liczba gatunków starszego podrostu w zależności od gatunku panującego na stałych powierzchniach obserwacyjnych wskazuje następujące uszeregowanie: drzewostany sosnowe - 12 gatunków, drzewostany dębowe - 14 gatunków, drzewostany świerkowe - 12 gatunków i drzewostany bukowe - 6 gatunków.

Tabela 16. Średnia liczebność, wiek i żywotność starszego podrostu na SPO II rzędu ^{*)} - zestawienie dla kraju - porównanie w latach (na 45 SPO w ogóle nie zanotowano starszego podrostu)

Nazwa rodzajowa lub gatunkowa st. podrostu	Liczba SPO z co najmniej jednokrotnym wystąpieniem st. podrostu danego gat.	Ocena I				Ocena II				Różnica między ocenami		
		Liczba SPO z wystąpieniem st. podrostu	Średnia liczba sztuk	Średni wiek	Średnia żywotność	Liczba SPO z wystąpieniem st. podrostu	Średnia liczba sztuk	Średni wiek	Średnia żywotność	Średnia liczba sztuk	Średni wiek	Średnia żywotność
brzoza	45	26	6,35	9,47	2,33	38	5,05	13,59	2,49	-1,29	4,12	0,16
buk	32	18	8,83	15,14	1,94	30	7,27	15,34	2,09	-1,57	0,20	0,15
czeremcha	3	1	8,00	9,25	1,00	3	6,67	14,07	2,20	-1,33	4,82	1,20
dąb	50	41	11,61	14,38	2,57	47	14,87	16,04	2,57	3,26	1,66	0,00
dąb czerwony	3	2	24,00	10,96	1,61	3	21,67	21,53	2,20	-2,33	10,57	0,60
głóg	1	1	4,00	18,00	1,00	0	0,00	0,00	0,00	-4,00	-18,00	-1,00
grab	19	6	12,83	16,25	2,04	17	17,53	15,18	2,29	4,70	-1,07	0,25
grochodrzew	1	0	0,00	0,00	0,00	1	2,00	14,00	2,50	2,00	14,00	2,50
jarzębina	32	3	5,67	8,37	2,40	32	28,44	12,29	2,46	22,77	3,92	0,06
jawor	13	5	2,20	13,60	1,85	13	3,31	14,06	2,16	1,11	0,46	0,31
jesion	7	5	2,40	12,30	2,10	5	3,40	15,31	2,03	1,00	3,01	-0,07
jodła	7	5	10,60	13,47	1,95	5	12,20	17,76	2,44	1,60	4,29	0,49
klon	6	5	1,60	10,60	2,00	5	4,40	16,92	2,48	2,80	6,32	0,48
lipa	8	7	5,00	10,23	2,55	7	6,14	14,96	2,18	1,14	4,74	-0,37
olsza	1	1	11,00	10,36	1,91	1	1,00	14,00	3,00	-10,00	3,64	1,09
osika	7	2	1,00	4,50	2,50	6	6,00	11,25	3,30	5,00	6,75	0,80
sosna												
zwyczajna	17	11	1,27	15,95	2,91	7	1,57	17,50	2,86	0,30	1,55	-0,05
świerk	36	28	7,68	16,22	2,25	36	7,31	20,44	2,57	-0,37	4,22	0,32
wiąz	3	3	3,33	17,22	2,17	3	6,33	18,73	2,65	3,00	1,51	0,48
wierzba	2	0	0,00	0,00	0,00	2	1,00	14,00	3,00	1,00	14,00	3,00

Rozpatrując zmiany liczebności starszego podrostu podstawowych gatunków w zależności od gatunku panującego w drzewostanie należy odnotować wzrost liczebności tej kategorii odnowienia naturalnego dla dębu i sosny oraz spadek liczebności dla jodły, brzozy, buka i świerka. W drzewostanach świerkowych nastąpił przyrost liczebności starszego podrostu dla

wszystkich zarejestrowanych podstawowych gatunków. Najsilniejszy przyrost liczebności odnotowano dla jodły i świerka. W drzewostanach bukowych zarejestrowano tylko starszy podrost buka i jodły spośród gatunków podstawowych. W porównywanym okresie wzrosła liczebność buka, a jodły pozostała na tym samym poziomie.

W drzewostanach dębowych nie odnotowano starszego podrostu sosny i stwierdzono wyraźnie zmniejszoną liczebności dębu. Liczebność starszego podrostu pozostałych gatunków tj. buka, brzozy, jodły i świerka wzrosła.

W analizowanym okresie zaobserwowano tendencję wzrostu liczby gatunków w odnowieniu naturalnym. Zarejestrowano również wzrost średniej liczebności większości gatunków wszystkich kategorii odnowienia naturalnego. Średnia żywotność i średni wiek odnowienia naturalnego dla 6 podstawowych gatunków drzew również wykazywały tendencję wzrostową.

9. Intensywność obradzania i jakość nasion sosny - Andrzej Załęski

Wyniki badań nad intensywnością obradzania i jakością nasion sosny są wykorzystywane zarówno dla celów monitoringu biologicznego, jak i w bieżącej działalności gospodarczej Lasów Państwowych.

Wskaźniki wydajności obradzania nasion, które co roku wykazują znacznie większe zróżnicowanie przestrzenne niż wskaźniki jakościowe, w roku 2003 charakteryzowały się wyjątkowo dużą zmiennością, znacznie większą od średniej z okresu 1996-2003 (Tab. 17).

Współczynniki zmienności tych cech wynosiły bowiem: przeciętna masa jednej szyszki - 23%, wagowa wydajność nasion z szyszek - 37% i przeciętna liczba pełnych nasion w jednej szyszce - 44%. Natomiast zmienność takich cech jakościowych, jak: masa 1000 szt., zdolność i energia kiełkowania, długość i grubość zarodka oraz prabielma, była znacznie mniejsza (współczynniki zmienności odpowiednio: 14, 5 i 8, 6 i 9 oraz 6 i 7%), osiągając poziom średnich wieloletnich. Wyjątkowo dużym współczynnikiem zmienności (529%) charakteryzowała się jedynie odporność nasion na test przyspieszonego postarzania. Wynikało to prawdopodobnie ze zjawiska, że przy niewielkiej wartości średniej różnicy w kiełkowaniu w niektórych regionach kraju stresowe warunki testu postarzania podziałały stymulująco na kiełkowanie nasion z 2003 roku (ujemne wartości różnicy w Tab. 17), a w innych nie (dodatnie wartości różnicy w Tab. 17).

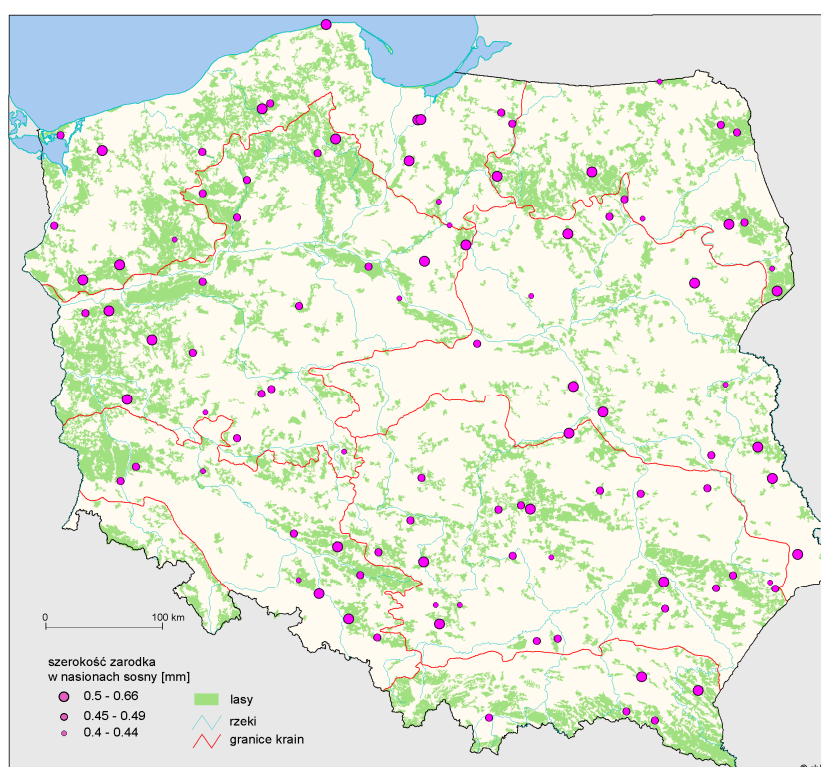
Tabela 17. Wydajność i jakość nasion sosny na SPO II rzędu - wartości z 2003 roku (pogrubiona czcionka) oraz średnie z lat 1996-2003 w układzie krain przyrodniczo-leśnych

Kraina przyrodniczo-leśna	Przeciętna masa jednej [g]	Wagowa wydajność [%]	Przeciętna liczba pełnych [szt.]	Masa 1000 nasion [g]	Zdolność kielkowania [%]	Energia kielkowania [%]	Różnica między [%]	Długość zarodka [mm]	Szerokość zarodka [mm]	Długość prąbielna [mm]	Szerokość prąbielna [mm]
I Bałtycka	6,84 6,78	1,49 1,76	16,1 18,3	6,54 6,58	96,7 97,4	95,7 96,6	-1,1 3,6	3,02 2,99	0,50 0,48	3,30 3,24	1,90 1,83
II Mazursko-Podlaska	6,42 5,97	1,59 1,45	16,8 14,1	6,21 6,24	97,1 97,4	96,4 97,0	1,3 3,1	2,93 2,89	0,48 0,47	3,21 3,15	1,85 1,81
III Wielkopolsko-Pomorska	5,45 6,27	1,49 1,76	13,1 17,0	6,39 6,58	96,4 97,3	94,2 96,5	0,6 2,7	2,97 2,99	0,47 0,48	3,23 3,23	1,86 1,85
IV Mazowiecko-Podlaska	6,51 6,29	1,39 1,62	13,3 15,7	6,73 6,57	97,8 96,4	97,2 95,6	1,1 3,3	3,03 2,99	0,49 0,48	3,29 3,24	1,94 1,86
V Śląska	5,65 5,94	1,54 1,92	13,6 17,8	6,51 6,57	96,2 97,9	93,9 97,3	1,1 2,9	3,03 3,00	0,48 0,49	3,31 3,24	1,87 1,85
VI Małopolska	6,30 6,33	1,65 1,80	15,9 17,3	6,61 6,64	97,3 97,9	96,4 97,2	1,9 2,2	2,99 2,98	0,48 0,48	3,26 3,22	1,89 1,85
VIII Karpacka	7,69 6,55	1,59 1,61	16,3 16,1	7,49 6,62	88,3 95,9	78,1 94,0	-1,0 4,2	3,13 2,94	0,51 0,48	3,43 3,19	1,99 1,84
Średnie wartości dla kraju	6,41 6,31	1,53 1,70	15,0 16,6	6,64 6,54	95,7 97,2	93,1 96,3	0,5 3,0	3,02 2,97	0,49 0,48	3,29 3,22	1,90 1,84
Współczynnik zmienności na terenie kraju	23 21	37 23	44 29	14 13	5 5	8 6	529 190	6 7	9 7	6 6	7 6

Przeciętna liczba pełnych nasion w jednej szyszce była w 2003 r. nieco niższa od średniej wieloletniej, co przy minimalnie większej przeciętnej wadze jednej szyszki i większej masie 1000 szt. zdecydowanie wpłynęło na obniżenie wagowej wydajności nasion z szyszek. Wagowa wydajność nasion z szyszek osiągnęła mimo to poziom (1,5%) uznawany w gospodarce za przeciętny [11]. Mniejszą od średniej wieloletniej liczbą nasion w jednej szyszce i mniejszą wagową wydajnością nasion z szyszek charakteryzował się materiał siewny sosny z 5 krain. Wyjątek stanowiła tu przede wszystkim Kraina Mazursko-Podlaska, w której wydajność obradzenia była dużo większa niż w latach poprzednich, oraz Kraina Karpacka, w której była ona zbliżona do poziomu średniej z okresu 1996-2003. Analizy statystyczne nie udowodniły jednak istotności różnic pomiędzy krainami przyrodniczo-leśnymi pod względem przeciętnej liczby nasion w jednej szyszce i wagowej wydajności nasion. Udowodniono jedynie, że masa przeciętnej szyszki z Krainy Wielkopolsko-Pomorskiej była istotnie mniejsza niż w Krainach: Bałtyckiej i Karpackiej.

Nasiona sosny wykształcone w 2003 r. były na ogół dorodne. Przeciętna w kraju masa 1000 nasion (ok. 6,6 g) była nieco większa od średniej wieloletniej (ok. 6,5 g) oraz większa od wartości (6,1 g) przyjętej za średnią w gospodarce leśnej [11]. Zdecydowanie mniejszą masą od

średniej wieloletniej odznaczały się tylko nasiona z Krainy Wielkopolsko-Pomorskiej, natomiast w Krainie Karpackiej była ona aż o ok. 0,9 g większa. Analiza wariancji i test Tukey'a nie wykazały jednak istotności różnic pomiędzy różnymi krainami pod względem tego wskaźnika. Przeciętne wymiary zarodka (Rys. 10) i prabielma nasion z 2003 roku były również większe od średnich wieloletnich. Mieściły się one na ogół w granicach przedziałów standardowych, wyznaczonych na podstawie wieloletnich obserwacji dla nasion sosny I klasy żywotności [23]. Wyjątek stanowiła tu Kraina Wielkopolsko-Pomorska, w której wymiary zarodka i prabielma utrzymywały się tylko na poziomie średniej z okresu 1996-2003. Analizy statystyczne nie udowodniły jednak istotności różnic pomiędzy krainami przyrodniczo-leśnymi pod względem długości i grubości zarodka oraz prabielma.



Rys. 10. Szerokość zarodka w nasionach sosny zwyczajnej (*Pinus sylvestris* L.) - 2003 rok

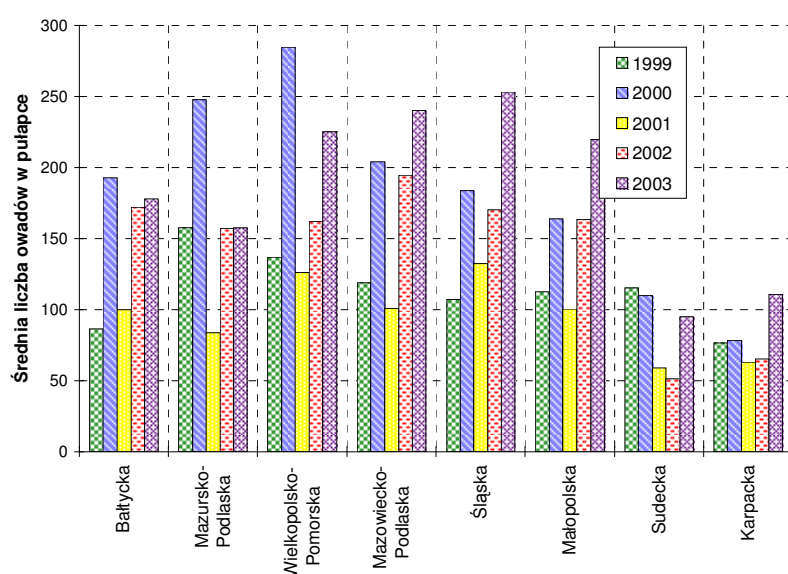
kraju dominowały natomiast nasiona o zdolności i energii kiełkowania odpowiadającej I i wyjątkowo II klasie żywotności. Analiza wariancji i test Tukey'a udowodniły, że żywotność nasion z Krainy Karpackiej była niższa niż w innych krainach. Wysoka była natomiast odporność nasion na stresowe warunki testu przyspieszonego postarzania. Przeciętna różnica w zdolności kiełkowania pomiędzy nasionami postarzonymi i niepostarzonymi była 5-krotnie mniejsza od średniej wieloletniej. Zjawisko zwiększonej odporności nasion na test przyspieszonego postarzania wystąpiło we wszystkich krainach przyrodniczo-leśnych. Stresowe warunki testu przyspieszonego postarzania podziały nawet stymulująco na kiełkowanie nasion z Krainy Bałtyckiej i Karpackiej (lepiej kiełkowały).

Minimalnie mniejsza od średniej wieloletniej była natomiast przeciętna w kraju zdolność i energia kiełkowania. Zjawisko to dotyczyło przede wszystkim Krainy Karpackiej. Jednak na obniżenie przeciętnej zdolności i energii kiełkowania w tej krainie wpłynęła bardzo słaba jakość nasion (poniżej III kl.) tylko z jednej powierzchni monitoringowej, zlokalizowanej w Nadl. Bircza. Na pozostałych powierzchniach w

Rok 2003 odznaczał się nieco obniżoną wydajnością obradzania nasion, która ponadto charakteryzowała się bardzo dużą zmiennością na terenie całego kraju. Nasiona sosny w Polsce były na ogół dorodne, co przejawiało się zwiększonymi (lub wyjątkowo w niektórych krainach - przeciętnymi) wskaźnikami: masy 1000 szt. i wymiarów zarodka oraz prabielma. W minimalnym stopniu obniżona była zdolność i energia kiełkowania nasion, drastyczne obniżenie żywotności nasion wystąpiło tylko na jednej powierzchni w Krainie Karpackiej (w Nadl. Bircza). Bardzo wysoka była natomiast odporność nasion na stresowe warunki testu przyspieszonego postarzania, co wskazuje, że nasiona sosny pozyskane zimą 2003/04 powinny się dobrze przechowywać.

10. Poziom zagrożenia lasów ważniejszymi gatunkami owadów liściożernych -

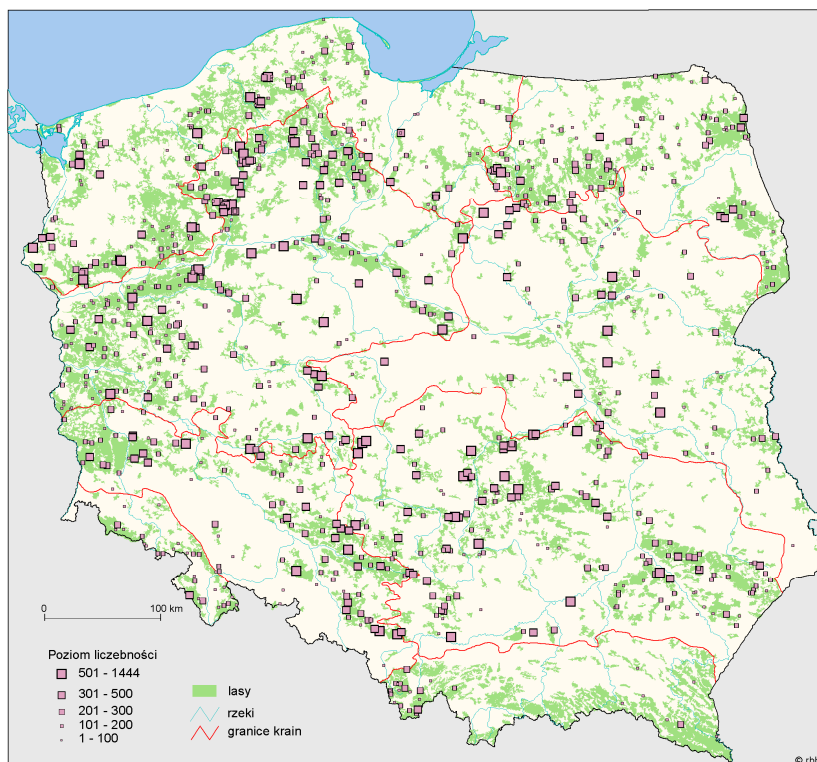
Jadwiga Małachowska, Andrzej Kolk



Rys. 11. Dynamika występowania brudnicy mniszki w drzewostanach iglastych (starszych) na SPO wg krain przyrodniczo-leśnych w latach 1999-2003

konieczne jest coroczne monitorowanie w lasach stanu liczebności najbardziej szkodliwych foliofagów.

Polskie lasy, podobnie jak lasy w wielu innych krajach są podatne na niszczyielskie oddziaływania szkodników owadzych. Dość ubogi skład gatunkowy w drzewostanie oraz inne cechy drzewostanowo-siedliskowe w powiązaniu z warunkami pogodowymi oraz depozytem zanieczyszczeń, sprzyjają występowaniu gradacji foliofagów. Z uwagi na to



Rys. 12. Występowanie brudnicy mniszki (*Lymantria monacha* L.) na stałych powierzchniach obserwacyjnych w drzewostanach iglastych - 2003 rok

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 w wieku powyżej 40 lat.

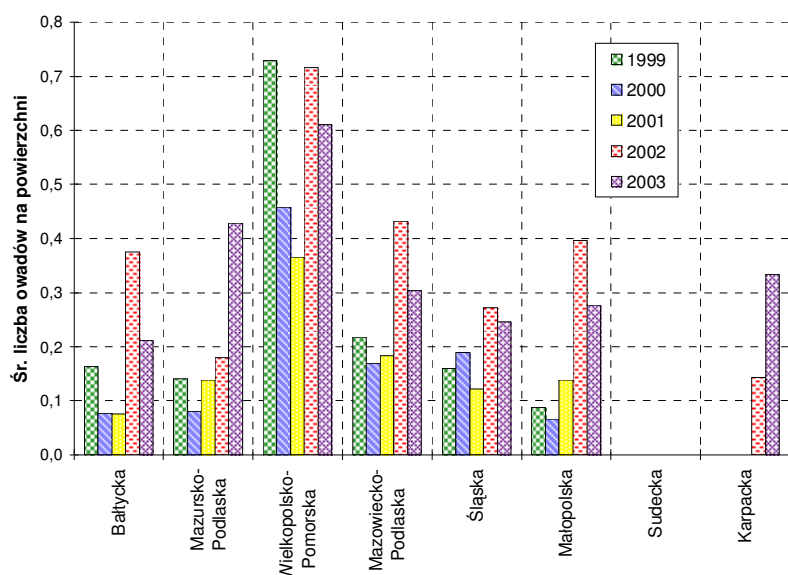
Brudnica mniszka jest jednym z najgroźniejszych szkodników owadzi. Jej liczebność w ostatnim

pięcioleciu była zmienna – Rys. 11. W 2003 roku wyższe liczebności, przekraczające średnią krajową wystąpiły w Krainach: Śląskiej (252,9), Mazowiecko-Podlaskiej (239,8) i Małopolskiej (219,8) - Rys. 12. Podsumowując, należy stwierdzić, że w roku 2003 w wielu regionach kraju nastąpił powrót zagrożenia ze strony brudnicy mniszki.

Strzygonia choinówka to również szkodnik mogący zagrażać lasom, w okresie wzmożonego pojawu. W latach 2002-2003 w większości krain liczebności tego owada były znikome. W 2003 roku najwięcej owadów tego gatunku odnotowano w Krainie Karpackiej i Mazowiecko-Podlaskiej.

Boreczniki to groźne szkodniki drzewostanów sosnowych. W 2003 roku średnia dla kraju ponownie obniżyła się. Podwyższone liczebności utrzymywały się na powierzchniach w Krainach: Mazowiecko-Podlaskiej, Małopolskiej i Karpackiej.

Poproch cetyniak to kolejny groźny foliofag. W 2003 roku podwyższone liczebności zanotowano w Krainie Śląskiej i Wielkopolsko-Pomorskiej.



Rys. 13. Dynamika występowania zawisaka borowca w drzewostanach iglastych (starszych) na SPO wg krain przyrodniczo-leśnych w latach 1999-2003

utrzymywała się na niskim poziomie. W 2003 roku na pojedynczych powierzchniach przekroczenie zostały liczby ostrzegawcze gąsienic tego owada.

Średnia liczebność **osnu gwieździstej** w skali kraju wahała się od 0,24 do 0,73 szt./pow. W 2003 roku najwyższe liczebności odnotowano w Krainach: Śląskiej i Małopolskiej.

Cetyńce to często spotykane szkodniki wtórne drzewostanów sosnowych. W 2003 roku najwięcej cetyny średnio na powierzchnię zebrano w Krainie Mazowiecko-Podlaskiej (9,1) i Mazursko-Podlaskiej (8,0).

Liczebności owadów liściożernych utrzymywały się na poziomie nie zagrażającym drzewostanom. Liczebność brudnicy mniszki wykazała najwyższy wzrost w Krainach: Śląskiej i Małopolskiej. Przyrost liczebności boreczników odnotowano w Krainie Karpackiej, osnu gwieździstej w Krainie Śląskiej a zawisaka borowca w Krainie Mazursko-Podlaskiej i Karpackiej. Duży przyrost liczebności barczatki sosnowki odnotowano w Krainie Małopolskiej. Populacje paprocha cetyniaka wykazywały wzrost liczebności w Krainie Śląskiej i Karpackiej.

Liczebność **zawisaka borowca** w 2003 roku obniżyła się nieco - Rys. 13. Średnia liczebność dla kraju wynosiła 0,39. Przez cały okres pięciolecia wysokie liczebności notowano w Krainach: Wielkopolsko-Pomorskiej i Mazowiecko-Podlaskiej.

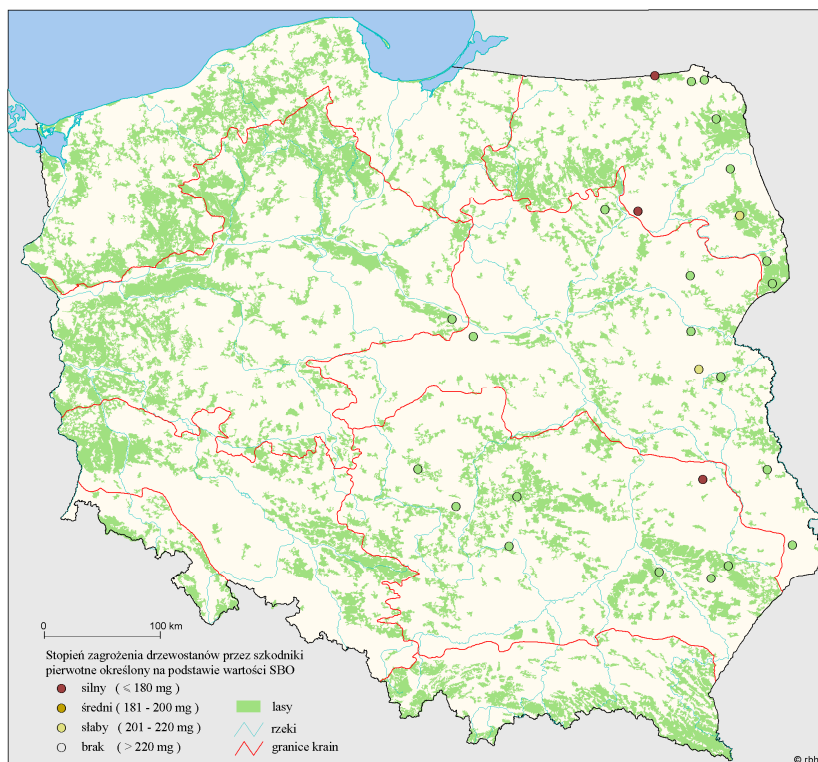
Liczebność **barczatki sosnowki** w pięcioleciu na przeważającym obszarze kraju

11. Średnia biomasa osobnicza biegaczowatych w ekosystemach leśnych -

Marek Dobrowolski, Andrzej Kolk

W 2003 roku określono wartość wskaźnika średniej biomasy osobniczej (SBO) epigeicznych biegaczowatych na 40 stałych powierzchniach obserwacyjnych II rzędu zlokalizowanych w lasach RDLP Białystok, Lublin, Łódź i Radom.

Porównanie wyników pierwszej i drugiej serii obserwacji wykazało wzrost wartości SBO na 19 spośród analizowanych powierzchni (73% wszystkich powierzchni z uznanym wynikiem w 2003 roku). Na jednej powierzchni odnotowano identyczną wartość SBO, a na pozostałych powierzchniach (6) SBO w 2003 roku była mniejsza niż w poprzednim cyklu obserwacyjnym.



Rys. 14. Stopień zagrożenia drzewostanów przez szkodniki pierwotne określony na podstawie wartości średniej biomasy osobniczej (SBO) epigeicznych biegaczowatych - 2003 rok

Ogółem można stwierdzić, że nastąpił wzrost wartości SBO na powierzchniach monitoringowych, co potwierdzałoby ogólną prawidłowość, że średnia biomasa zgrupowania epigeicznych biegaczowatych wzrasta wraz z wiekiem drzewostanu. Wynik ten może świadczyć o niezakłóconym procesie sukcesji w ekosystemach leśnych na większości powierzchni. Spadek liczebności odłowów oraz obniżenie wartości SBO na

wielu powierzchniach mogą z kolei wskazywać na istnienie dużych zaburzeń w procesie naturalnego kształtowania struktury ekosystemu w tych miejscach. Należy jednak pamiętać, że zwłaszcza obniżanie się liczebności populacji biegaczowatych bywa zupełnie naturalnym zjawiskiem związanym z naturalną długookresową oscylacją liczebności populacji poszczególnych gatunków tworzących zgrupowanie.

Wzrost wartości SBO oznacza, że w drzewostanach, gdzie to zjawisko wystąpiło, maleje zagrożenie rozwojem gradacji owadów szkodliwych - Rys. 14. Zagrożenie silne ze strony

owadów wystąpić może tylko na 3 badanych powierzchniach, zagrożenie średnie - nie pojawi się w ogóle, zagrożenie słabe zaś - jedynie na 2 powierzchniach SPO, położonych w nadleśnictwach Międzyrzec i Supraśl. Na pozostałych powierzchniach wartość wskaźnika SBO sygnalizuje brak zagrożeń ze strony owadów szkodliwych.

Zagrożenie silne ze strony owadów wystąpić może tylko na 3 badanych powierzchniach, zagrożenie średnie nie pojawi się w ogóle, zagrożenie słabe dotyczy 2 powierzchni SPO.

W porównaniu z wynikami z poprzednich lat obserwacji wartości SBO wzrosły na 19 powierzchniach, na jednej powierzchni wartość SBO była identyczna, na pozostałych powierzchniach była niższa.

12. Poziom zagrożenia lasów grzybami patogenicznymi - Paweł Lech



Fot. 5. Maślanka wiązkowa (*Hypholoma fasciculare* Fr.) - Nadleśnictwo Radziwiłów - fot. Jerzy Wawrzoniak

Monitoring fitopatologiczny w 2003 r. realizowany był we wszystkich krainach przyrodniczo-leśnych, na 552 poletkach, w sieci 148 powierzchni SPO I rzędu monitoringu lasu.

Ocenę zagrożenia drzewostanów przez grzyby wywołujące zamieranie pędów sosny przeprowadzono na 285 poletkach.

Wartość wskaźnika liczby gałęzi pozostających na dnie lasu Wg (1,456) w roku 2003 była niemal identyczna jak w roku poprzednim. Udział sosen z uszkodzeniami aparatu asymilacyjnego osiągnął w skali kraju 9,32%, co uznać należy za poziom niski, gospodarczo znośny.

Zasiedlenie pniaków przez grzyby (WG) zawierało się w przedziale od 31,8% (Kraina Mazursko-Podlaska) do 72,9% (Kraina Bałtycka), przy średniej dla kraju wynoszącej 41,9%. Wartości te są wyższe niż w roku poprzednim i zbliżone do danych z lat 2001 i 1999.

Wartości wskaźników wieku i stopnia rozłożenia pniaków były w większości krain przyrodniczo-leśnych zbliżone do siebie. Średnie wartości tych wskaźników dla kraju (2,43 i 2,22) nie odbiegały od średnich z lat poprzednich.

Tabela 18. Kolonizacja pniaków głównych gatunków lasotwórczych przez grzyby

Gatunek	Pniaki szt.	H.a. szt.	Opieńki szt.	Sap szt.	Pat/ Pniaki %	H.a./ Pniaki %	A.spp./ Pniaki %	Sap/ Pniaki %	WD
Sosna	1151	115	16	234	11,38	9,99	1,39	20,33	1,79
Świerk	488	91	69	85	32,79	18,65	14,14	17,42	0,53
Jodła	136		24	28	17,65		17,65	20,59	1,17
Dąb	242	5	44	82	20,25	2,07	18,18	33,88	1,67
Buk	181	3	26	83	16,02	1,66	14,36	45,86	2,86
Brzoza	143	4	7	59	7,69	2,80	4,90	41,26	5,36
Inne	141	6	8	51	9,93	4,26	5,67	36,17	3,64
Razem	2482	224	194	622	16,84	9,02	7,82	25,06	1,49

H.a. – korzeniowiec wieloletni

A.spp. - opieńki

Pat – patogeny korzeni

Sap – grzyby saprotroficzne

WD – stosunek Sap/Pat

Stwierdzono, że wśród głównych gatunków lasotwórczych największym odsetkiem pniaków zasiedlonych przez grzyby patogeniczne (korzeniowca wieloletniego i opieńki) cechował się świerk (32,79%), co niemal dwukrotnie przekraczało średnią dla wszystkich gatunków (16,84%). Wartości zbliżone do średniej cechowały jodłę (17,65%), dęba (20,25%) i buka (16,02%), natomiast w przypadku sosny, brzozy i gatunków domieszkowych były wyraźnie niższe - Tab. 18. **Opieńki kolonizowały najczęściej** pniaki powstałe po ścięciu dębów (18,18% zasiedlonych pniaków tego gatunku), jodeł (17,65%), buków (14,36%) i świerków (14,14%). Najniższym odsetkiem skolonizowania przez opieńki cechowały się pniaki sosnowe (1,39%). **Udział pniaków opanowanych przez korzeniowca wieloletniego** był największy dla świerka (18,65%) oraz sosny (9,99%). W przypadku pozostałych gatunków nie przekraczał 5% (na pniakach jodłowych korzeniowca wieloletniego nie stwierdzono).

Grzyby saprotroficzne stwierdzano na pniakach wszystkich gatunków lasotwórczych i domieszkowych. Zróżnicowanie odsetka zasiedlonych pniaków było znacznie mniejsze niż w przypadku patogenów i zawierało się w przedziale 17,42% (świerk) - 45,86% (buk), przy średniej dla wszystkich gatunków wynoszącej 25,06% - Tab. 18.

Rozpowszechnienie patogenów, wyrażone liczebnością na 1 hektarze pniaków skolonizowanych przez korzeniowca wieloletniego bądź opieńki (P/ha), było w 2003 ponad 2-krotnie większe niż w latach 2002, 2001 i 2000 i wyniosło 49,0 pniaków/ha. Również wielkość wskaźnika WP (16,84%) była znacznie większa niż w latach 2000-2002. Liczba pniaków z patogenami oznaczająca *de facto* liczbę porażonych i usuniętych z tego powodu drzew, jest równocześnie informacją o potencjalnym zagrożeniu drzewostanu z uwagi na możliwość infekcji wtórnych przez systemy korzeniowe drzew.

Tabela 19. Wyniki oceny uszkodzeń drzew głównych gatunków występujących na poletkach monitoringu fitopatologicznego

Gatunek drzewa	Udział drzew z uszkodzeniami w ogólnej liczbie drzew żywych [%]				Rodzaj uszkodzenia najczęściej występującego
	Wszystkie uszkodzenia	Aparat asymilacyjny	Rozkład drewna	Uszkodzenia najczęstsze	
Sosna	12,43	9,32	0,86	6,93	Zamieranie pędów i pączków
Świerk	41,09	24,28	6,11	15,96	Zamieranie pędów i pączków
Jodła	19,82	4,05	6,31	6,31	Zrakowacenia
Dąb	15,92	9,08	2,38	4,02	Zamieranie pędów i pączków
Buk	20,15	6,22	7,46	6,97	Rozkład drewna
Brzoza	8,59	2,86	0,78	3,39	Otwarte rany
Inne gatunki	12,91	7,21	2,70	3,60	Inne uszkodzenia
Kraj 2003	16,73	9,90	2,48	6,32	Zamieranie pędów i pączków
Kraj 2001	22,3	12,2	4,3	7,5	Zamieranie pędów i pączków
Kraj 2000	24,6	14,8	4,0	8,7	Zamieranie pędów i pączków

W roku 2003 **wskaźniki występowania grzybów saprotroficznych** S/ha i WS osiągnęły podobne wartości jak w roku 2002. Średnie wartości dla całego kraju wynosiły: 72,9 pniaka/ha i 25,06%.

Zagrożenie drzewostanów ze strony chorób systemów korzeniowych (opieńkowej zgnilizny korzeni i huby korzeni) wyrażane jest wskaźnikami dominacji saprotrofów (WD) i ekspozycji pniaków na zasiedlenie przez patogeny (EP) - Tab. 19. Średnie dla kraju wartości tych wskaźników w roku 2003 (1,49 i 28,99%) wskazują na wyraźny wzrost zagrożenia względem lat poprzednich. Wskazywać to może na narastanie zagrożenia ze strony patogenów korzeni w lasach Polski.

W ramach monitoringu fitopatologicznego wykonano ocenę uszkodzeń 5388 drzew i krzewów 30 gatunków. Najliczniej reprezentowanym gatunkiem, wśród poddanych ocenie była sosna (51% drzew), następnie dąb i świerk (odpowiednio: 13% i 11% drzew). Spośród głównych gatunków lasotwórczych najczęściej stwierdzano uszkodzenia na świerku (na 41,09% drzew tego gatunku). Udział jodeł, dębów i buków z uszkodzeniami oscylował wokół 20%, natomiast dla sosny, brzozy i gatunków domieszkowych był niższy - poniżej 13% - Tab. 20.

Tabela 20. Wskaźniki występowania patogenów korzeni, grzybów saprotroficznych oraz zagrożenia drzewostanów w układzie RDLP i krain przyrodniczo-leśnych

Jednostka terytorialna:	P/ha	WP [%]	S/ha	WS [%]	WD	EP [%]
RDLP						
Białystok	25,2	8,85	64,1	22,57	2,55	12,90
Katowice	90,7	27,87	32,0	9,84	0,35	44,74
Kraków	37,3	16,85	59,7	26,97	1,60	30,00
Krosno	22,7	8,15	80,1	28,80	3,53	12,93
Lublin	58,9	20,59	45,4	15,88	0,77	32,41
Łódź	6,9	1,67	80,4	19,44	11,67	2,11
Olsztyn	29,0	8,65	119,5	35,68	4,13	15,53
Piła	15,3	10,17	17,8	11,86	1,17	13,04
Poznań	9,6	3,70	11,9	4,63	1,25	4,04
Szczecin	0,0	0,00	136,5	62,75		
Szczecinek	31,4	11,90	210,6	79,76	6,70	142,86
Toruń	34,8	32,65	39,1	36,73	1,13	106,67
Wrocław	115,5	29,59	47,8	12,24	0,41	50,88
Zielona Góra	66,9	16,00	136,2	32,57	2,04	31,11
Gdańsk	92,6	36,47	98,6	38,82	1,06	147,62
Radom	64,6	19,08	121,4	35,84	1,88	42,31
Warszawa	45,2	21,54	61,3	29,23	1,36	43,75
KRAINA PRZYRODNICZO-LEŚNA						
I Bałtycka	43,6	16,73	146,5	56,18	3,36	61,76
II Mazursko-Podlaska	24,3	8,20	69,9	23,61	2,88	12,02
III Wielkopolsko-Pomorska	29,0	12,78	49,1	21,62	1,69	19,48
IV Mazowiecko-Podlaska	48,5	17,97	64,7	23,96	1,33	30,95
V Śląska	46,2	19,57	50,1	21,20	1,08	33,03
VI Małopolska	37,3	11,62	74,0	23,08	1,99	17,80
VII Sudecka	213,0	37,61	57,1	10,09	0,27	71,93
VIII Karpacka	77,5	23,49	76,5	23,17	0,99	44,05
Kraj 2003	49,0	16,84	72,9	25,06	1,49	28,99
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	Wskaźnik rozpowszechnienia grzybów saprotroficznych (liczba pniaków z saprotrofami na 1 ha)
WS [%]	Wskaźnik zasiedlenia pniaków przez grzyby saprotroficzne (procentowy 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)

Uszkodzenia aparatu asymilacyjnego drzew (zamieranie pędów i pączków, przebarwienia igliwia, zamieranie wierzchołka) stanowiły najliczniejszą grupę uszkodzeń w przypadku sosen. Również w przypadku świerków, dębów i gatunków domieszkowych uszkodzenia aparatu asymilacyjnego stanowiły większość wśród stwierdzanych uszkodzeń. Najczęściej występującym rodzajem uszkodzenia u sosen, świerków i dębów było **zamieranie pędów i pączków**. Spośród innych rodzajów uszkodzeń: na bukach najczęściej stwierdzany był **rozkład drewna**, zaś na brzozech **otwarte rany**.

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

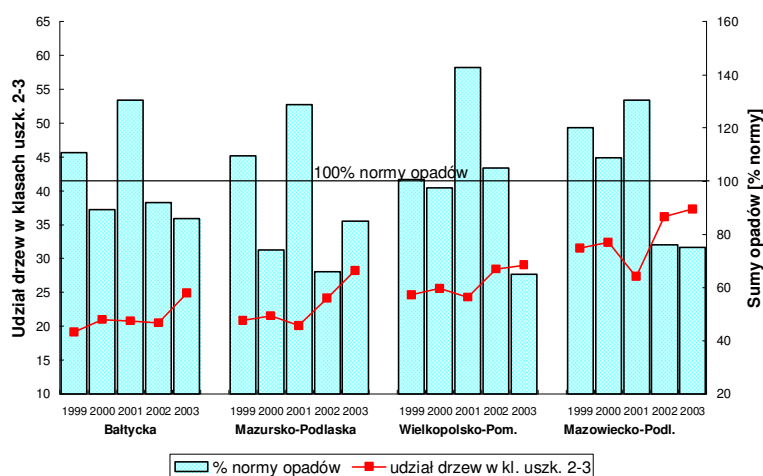
W 2003 roku wskaźniki zagrożenia drzewostanów ze strony patogenów korzeni wzrosły znacząco względem lat poprzednich. Patogeny korzeni były 2-krotnie częściej rejestrowane w przeliczeniu na hektar niż w latach 2000-2002.

Świerk na tle innych gatunków lasotwórczych i domieszkowych wyróżniał się niekorzystnie pod względem potencjalnego zagrożenia ze strony grzybów powodujących choroby korzeni.

W roku 2003 najczęściej występujące rodzaje uszkodzeń drzew to: zamieranie pędów i pączków, otwarte rany, rozkład drewna - łącznie stanowiły 71% wszystkich zarejestrowanych uszkodzeń. Względem lat 2000-2001 udział drzew z uszkodzeniami zmalał.

Regionami najsilniej zagrożonymi przez choroby systemów korzeniowych jest obszar gór (Krainy: Sudecka i Karpacka), co może to być związane ze znacznym udziałem świerka w strukturze gatunkowej drzewostanów górskich.

13. Wpływ warunków pogodowych na zdrowotność drzewostanów w ostatnim pięcioleciu - Jerzy Wawrzoniak, Jadwiga Małachowska

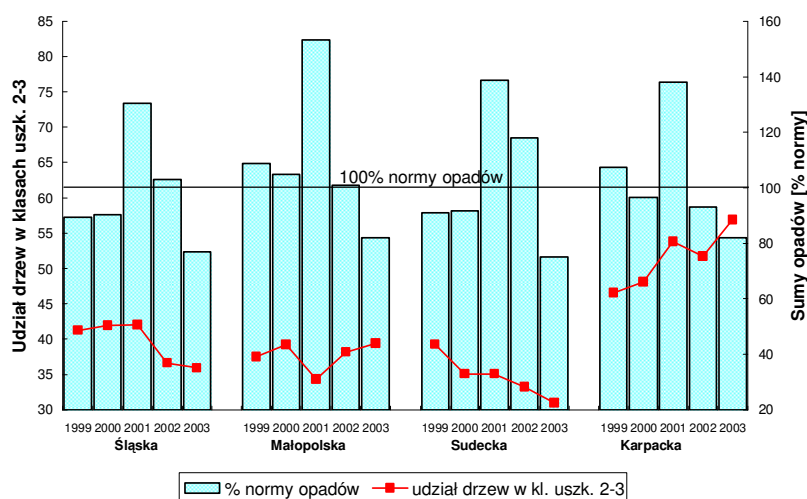


Rys. 15. Uszkodzenie drzewostanów oraz suma opadów atmosferycznych w sezonie wegetacyjnym (IV-IX) w latach 1999-2003 (wartości średnie dla krain przyrodniczo-leśnych) - część pierwsza

Warunki pogodowe w okresie wegetacyjnym roku 2003 na całym obszarze kraju oddziaływały niekorzystnie na poziom zdrowotności drzewostanów. Średnia suma opadów okresu wegetacyjnego dla kraju wyliczona na podstawie wyników z ponad 50 stacji synoptycznych IMGW w 2003 roku była najniższa w pięcioleciu 1999-

2003 i wynosiła 307 mm, co stanowiło 79% wieloletniej normy. Był to drugi rok z rzędu, kiedy suma opadów w okresie wegetacyjnym była niższa od średniej wieloletniej. W roku 2002 suma opadów w tym okresie stanowiła 95% normy wieloletniej. Największy deficyt wody w 2003 roku odnotowano w Krainie Wielkopolsko-Pomorskiej (65%), największą obfitość - w Krainie Bałtyckiej (86% normy wieloletniej) - Rys. 15 i 16. Suma opadów w krainach wahała się od 226 mm w Krainie Wielkopolsko-Pomorskiej do 480 mm w Krainie Karpackiej.

Analizując rozkład opadów atmosferycznych w poszczególnych miesiącach okresu wegetacyjnego 2003 roku można wskazać czerwiec, jako miesiąc który charakteryzował się szczególnie niskimi opadami przy wysokiej średniej temperaturze powietrza przekraczającej 18°C. Dotyczy to w szczególności Krain: Bałtyckiej, Mazursko-Podlaskiej, Śląskiej, Małopolskiej i Sudeckiej.



Rys. 16. Uszkodzenie drzewostanów oraz suma opadów atmosferycznych w sezonie wegetacyjnym (IV-IX) w latach 1999-2003 (wartości średnie dla krain przyrodniczo-leśnych) - część druga

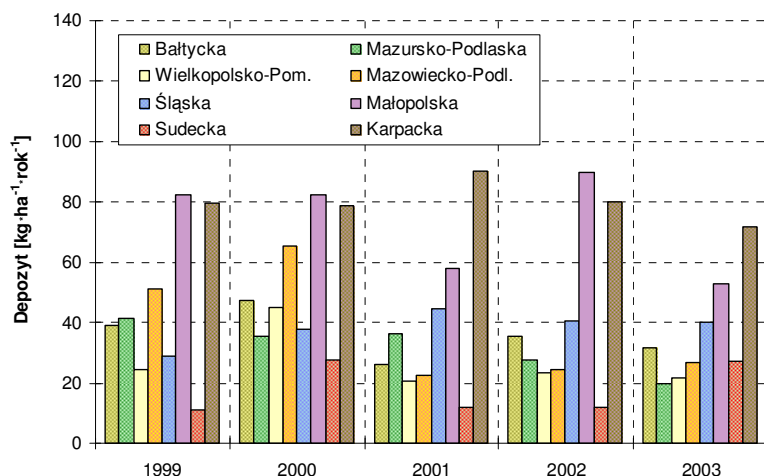
W większości krain przyrodniczo-leśnych niedobór opadów objawiał się wzrostem liczby drzew uszkodzonych w drzewostanach. Najwyraźniej widać to w Krainie Bałtyckiej, Mazursko-Podlaskiej, Małopolskiej oraz Karpackiej. Przyrost udziału drzew uszkodzonych wahał się w tych krainach od 4,08 do 5,16

punktu procentowego. Mniej wyraźnie związek ten zaznacza się w Krainie Wielkopolsko-Pomorskiej, a w Krainie Sudeckiej i Śląskiej nastąpił spadek udziału drzew uszkodzonych. Odmienny trend, który wystąpił w krainie Śląskiej i Sudeckiej mimo niskich opadów w okresie wegetacyjnym 2003 roku może mieć związek ze stosunkowo wysokimi opadami w roku 2002, kiedy normy wieloletnie w obu tych krainach, a szczególnie wyraźnie w Krainie Sudeckiej, zostały przekroczone. Poziom deficytu wodnego w glebach nie był więc tak duży jak w innych krainach. Na sytuację wilgotnościową drzewostanów z pewnością ma również wpływ wielkość opadów śniegu w danym roku, co nie jest brane pod uwagę w tej analizie.

W 2003 roku na terenie całego kraju wystąpił znaczny niedobór opadów atmosferycznych w okresie wegetacyjnym. Średnia suma opadów dla kraju była najniższa w pięcioleciu i wynosiła 307 mm (79% wieloletniej normy). Największy deficyt wody wystąpił w Krainie Wielkopolsko-Pomorskiej, gdzie wielkość opadów wynosiła 65% normy wieloletniej. Czerwiec był miesiącem, który charakteryzował się szczególnie niskimi opadami przy wysokiej średniej temperaturze powietrza, przekraczającej 18°C. Dotyczy to w szczególności Krain: Bałtyckiej, Mazursko-Podlaskiej, Śląskiej, Małopolskiej i Sudeckiej.

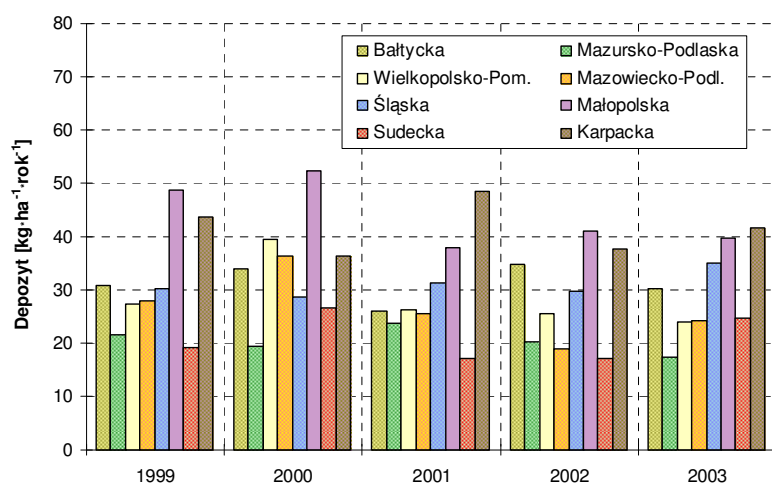
14. Depozyt zanieczyszczeń na obszarach leśnych - Leszek Kluziński

Depozyt zanieczyszczeń docierający do ekosystemów leśnych jest ściśle powiązany z wysokością opadów. Rozkład opadów w roku 2003 odbiegał od rozkładu z roku poprzedniego. Średnia roczna opadów stanowiła około 80% średniej z roku 2002. Z wyjątkiem kwietnia, lipca i grudnia średnie miesięczne opadów w 2003 roku były niższe od średnich w odpowiadających im miesiącach roku poprzedniego. Najwyższa średnia opadów przypadła w lipcu, a najniższa w lutym.



Rys. 17. Depozyt jonów alkalicznych (Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ , Na^+) w krainach przyrodniczo-leśnych (lata 1999-2003)

krainach przyrodniczo-leśnych oprócz Krainy Sudeckiej, w której zaznaczył się lekki trend wzrostowy. Wartości maksymalne cechowały krainy Polski południowej zimą, minimalne występowały zaś latem w Krainie Mazursko-Podlaskiej, Wielkopolsko-Pomorskiej i Sudeckiej.



Rys. 18. Depozyt jonów kwasogennych (N-NO_3^- , S-SO_4^{2-} , Cl^-) w krainach przyrodniczo-leśnych (lata 1999-2003)

wartości najwyższe w Krainie Bałtyckiej - Rys. 18. Tendencja do wzrostu depozytu była

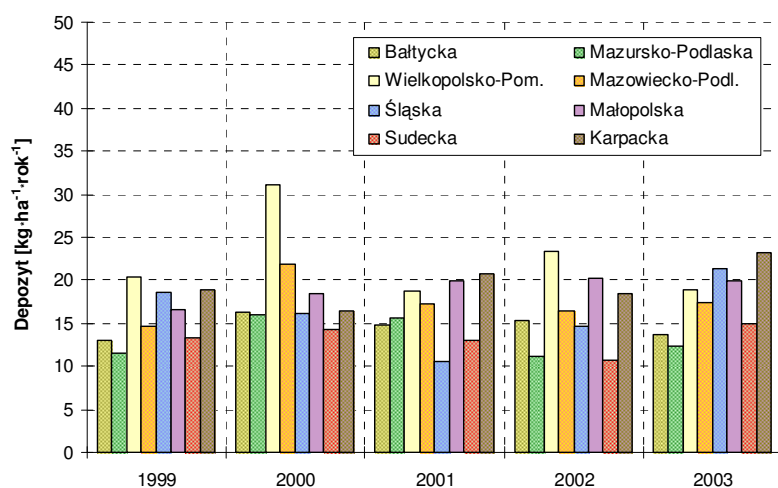
Depozyt jonów alkalicznych (Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ , Na^+) utrzymywał się na wysokim poziomie w całym pięcioleciu się w Krainach Małopolskiej i Karpackiej - Rys. 17. Trendy zmian w ostatnim pięcioleciu wskazują na obniżanie się depozytu jonów alkalicznych we wszystkich

Depozyt jonów kwasogennych (N-NO_3^- , S-SO_4^{2-} , Cl^-) wyższe wartości w całym pięcioleciu osiągał na obszarze Polski południowej, szczególnie w Krainach: Małopolskiej i Karpackiej. W Polsce północnej i środkowej depozyt tych jonów osiągał

zauważalna w pięcioleciu w Krainie Śląskiej i Sudeckiej. Trend spadkowy cechował prawie wszystkie krainy Polski północnej i środkowej oraz Krainę Małopolską. Najniższe sumy depozytu omawianych jonów odnotowano w Krainach Mazowiecko-Podlaskiej oraz Sudeckiej. Najniższe koncentracje odnotowano w Krainie Mazursko-Podlaskiej oraz Sudeckiej. W porównaniu do roku 2002 koncentracje tych jonów wzrosły w obu sezonach niemal we wszystkich krainach, oprócz Krainy Mazursko-Podlaskiej, w której odnotowano obniżenie się koncentracji omawianej grupy jonów zarówno latem, jak i zimą.

Depozyt jonów metalicznych (Al^{3+} , Fe^{2+} , Mn^{2+} , Zn^{2+} i Cu^{2+}) był w 2003 roku wyższy w sezonie zimowym w krainach Polski południowej. Maksymalne koncentracje wystąpiły zimą w Krainie Małopolskiej, Karpackiej i Śląskiej, a minimalne latem w Krainie Wielkopolsko-Pomorskiej oraz Sudeckiej. W porównaniu z rokiem 2002 odnotowano wzrost koncentracji jonów metalicznych niemal we wszystkich krainach niezależnie od sezonu

Obliczono procentowy udział **jonów zakwaszających, alkalizujących oraz metalicznych** w ogólnym rocznym dopływie zanieczyszczeń z opadów atmosferycznych dla krain przyrodniczo-leśnych. W porównaniu do roku 2002 wzrósł udział jonów alkalicznych w stosunku do kwasogennych we wszystkich krainach oprócz Krain: Mazowiecko-Podlaskiej i Karpackiej, w których wzrósł udział jonów kwasogennych. Stosunek omawianych grup jonów pozostał na poziomie ubiegłorocznym w Krainie Wielkopolsko-Pomorskiej.



Rys. 19. Depozyt jonów eutrofizujących (N-NH_4^+ , N-NO_3^-) w krainach przyrodniczo-leśnych (lata 1999-2003)

wszystkich krainach Polski północnej i środkowej oraz w Krainie Małopolskiej jest od roku 2001 malejący. Odwrotna tendencja zarysowała się w pozostałych krainach Polski południowej, gdzie od roku 2001 wyraźnie wzrasta depozyt omawianych jonów - Rys. 19.

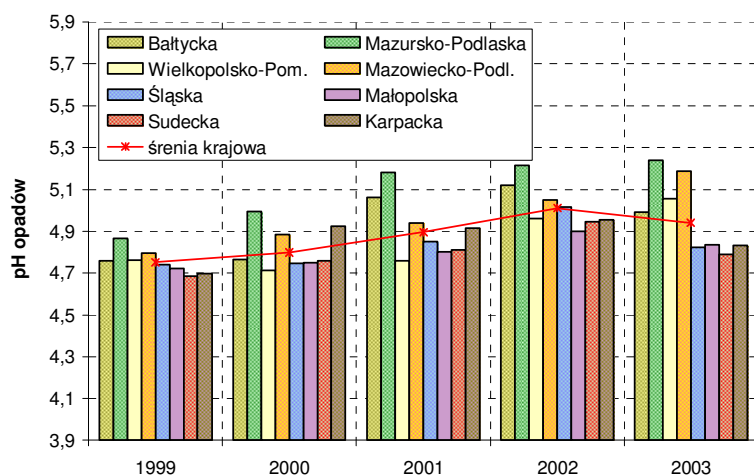
Krainy o największym w pięcioleciu **depozycie jonów eutrofizujących (N-NH_4^+ , N-NO_3^-)** to Wielkopolsko-Pomorska w Polsce północnej oraz Małopolska i Karpacka w Polsce południowej. Trend zmian depozytu jonów eutrofizujących we

Koncentracje azotu amonowego (N-NH_4^+) wykazywały w 2003 roku wyższe wartości w sezonie letnim we wszystkich krainach, oprócz Krainy Bałtyckiej i Mazowiecko-Podlaskiej, gdzie kierunek zmian był odwrotny. Najwyższe średnie stężenia cechowały Krainę Wielkopolsko-Pomorską latem oraz Mazowiecko-Podlaską zimą. W porównaniu do roku 2002 nastąpił wzrost koncentracji tego jonu we wszystkich krainach oprócz Krainy Sudeckiej zimą i Mazowiecko-Podlaskiej latem, w których to krainach odnotowano obniżenie poziomu jonu N-NH_4^+ .

Wartość sumy **depozytu azotu amonowego i azotanowego** zawierała się w przedziale od 12,3 kg/(ha*rok) w Krainie Mazursko-Podlaskiej do 23,1 kg/(ha*rok) w Krainie Karpackiej. W porównaniu z wynikami roku 2002 można stwierdzić niewielki wzrost wartości minimalnej i maksymalnej, oraz zmianę w kolejności poszczególnych krain w uporządkowaniu według rosnącej sumy azotu. Nastąpił wzrost sumy depozytu azotu w 6 krainach, a spadek w 2 krainach: Bałtyckiej i Wielkopolsko-Pomorskiej.

W depozycie azotu istotną rolę odgrywa jego postać amonowa. Uważa się, że przewaga azotu zredukowanego (N-NH_4) nad utlenionym (N-NO_3) jest cechą obszarów intensywnie użytkowanych rolniczo, proporcja odwrotna zachodzi na terenach zurbanizowanych [1]. Udział azotu amonowego w proporcji do azotanowego był najwyższy w Krainie Wielkopolsko-Pomorskiej. W roku 2003 stosunek ten wahał się od 68% w Krainie Śląskiej, do 77% w Krainie Wielkopolsko-Pomorskiej. Proporcja obu form azotu była zbliżona we wszystkich krainach. W porównaniu do roku 2002 wzrosła w 5 krainach, w Krainie Wielkopolsko-Pomorskiej pozostała na poziomie z ubiegłego roku, a zmalała jedynie w Krainie Mazowiecko-Podlaskiej.

Roczny dopływ siarki siarczanowej zawarł się w przedziale od 6,8 kg/(ha*rok) w Krainie Mazursko-Podlaskiej do 22,4 kg/(ha*rok) w Krainie Karpackiej. W porównaniu do wyników z roku 2002 na obszarze Polski, poza Krainą Wielkopolsko-Pomorską i Mazursko-Podlaską, nastąpił wzrost depozytu siarki siarczanowej. Kolejny rok z rzędu szczególnie wyraźny był on w Krainie Karpackiej. Dotychczasowy trend spadkowy depozycji związków siarki w opadach uległ odwróceniu. W roku 2003 poniżej dolnej granicy tła znalazła się jedynie Kraina Sudecka, podczas gdy w pozostałych krainach poziom ten wzrósł, a w Krainie Karpackiej zbliżył się do górnej granicy.



Rys. 20. pH opadów atmosferycznych w krainach przyrodniczo-leśnych (lata 1999-2003)

Średnie miesięczne wartości pH opadów atmosferycznych

zawierały się w granicach 4,5-6,8 dla Polski północnej i środkowej oraz 4,1-6,7 dla Polski południowej. W roku 2003 utrzymywało się większe zakwaszenie opadów atmosferycznych

południowych krain Polski. W miesiącach zimowych (styczeń-marzec oraz październik-grudzień) zaznaczyło się wyraźne obniżenie współczynnika pH dla krain w całej Polsce. Jest to rokrocznie obserwowana sezonowa zmienność kwasowości opadów. W roku 2003, podobnie jak w roku ubiegłym, współczynnik pH osiągał najwyższe wartości pomiędzy kwietniem, a wrześniem. Najniższe wartości pH odnotowano w sezonie zimowym (luty, marzec, grudzień) w krainach Polski południowej. W skali całego roku kwasowość opadów atmosferycznych była najwyższa w Krainie Sudeckiej (średnie pH=4,79), a najmniejsze zakwaszenie opadów odnotowano w Krainie Mazursko-Podlaskiej (średnie pH=5,24) - Rys. 20. Średni współczynnik pH dla kraju wyniósł w 2003 roku 4,9 i był niższy od pH w roku 2002.

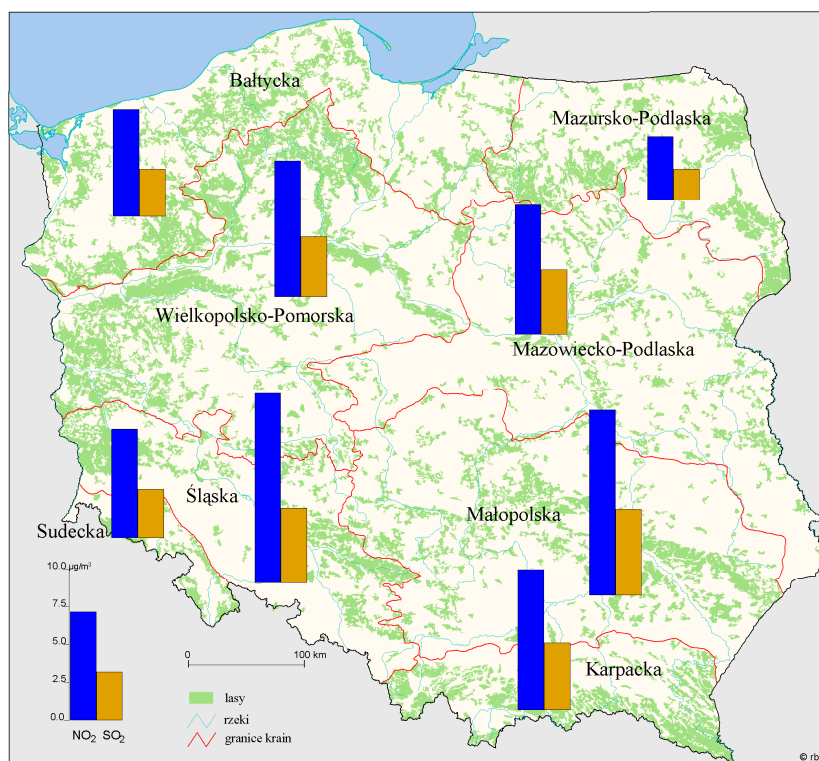
Tabela 21. Depozyt metali ciężkich w opadach atmosferycznych [kg/ha*rok] w roku 2003 w układzie krain przyrodniczo-leśnych

Kraina przyrodniczo-leśna	Cd [kg*ha ⁻¹ *rok ⁻¹]	Pb [kg*ha ⁻¹ *rok ⁻¹]
Bałtycka	0,0020	0,0079
Mazursko-Podlaska	0,0014	0,0154
Wielkopolsko-Pomorska	0,0024	0,0104
Mazowiecko-Podlaska	0,0019	0,0140
Śląska	0,0023	0,0321
Małopolska	0,0036	0,0266
Sudecka	0,0023	0,0105
Karpacka	0,0099	0,0373

Rok 2003 był drugim z kolei, w którym analizowano w miesięcznych próbach zawartość metali ciężkich w opadach atmosferycznych na wszystkich 148 SPO II rzędu - Tab. 21. W przypadku **kadm** najwyższe stężenia zmierzono w Krainie Karpackiej zarówno zimą jak i latem. Minimalną średnią koncentrację kadmu zmierzono latem w Krainie Mazursko-Podlaskiej.

Stężenia **ołowiu** były z reguły wyższe w sezonie zimowym we wszystkich krainach oprócz Krainy Mazursko-Podlaskiej.

Dwutlenek siarki (SO_2) i tlenki azotu (NO_x) obecne w atmosferze pełnią, obok dwutlenku węgla, główną rolę w procesie zakwaszania opadów atmosferycznych [13]. Wywierają wpływ bezpośredni powodując uszkodzenia aparatu asymilacyjnego drzew oraz pośredni, po przejściu przez warstwę koron, jako roztwór wypłukanych składników mineralnych, nierzadko w postaci jonów mocnych kwasów [8]. Zakwaszenie gleby powoduje, szczególnie na glebach ubogich i pod drzewostanami świerkowymi, uruchomienie toksycznego aluminium oraz metali ciężkich.



Rys. 21. Średnie roczne wartości stężeń SO_2 i NO_2 w krainach przyrodniczo-leśnych w 2003 roku

różnych krainach, z maksimum w styczniu lub lutym oraz minimum od maja do września. Generalnie wyższe koncentracje dwutlenku azotu charakteryzują Polskę południową. W Polsce północnej do grupy krain o najwyższych stężeniach NO_2 należy Kraina Wielkopolsko-Pomorska. W południowej części Polski są to Krainy Śląska oraz Małopolska - (Rys. 21). Najniższe stężenia tego gazu w pięcioleciu notowano w Krainie Mazursko-Podlaskiej. Od roku 2001 postępuje wzrost stężeń NO_2 we wszystkich krainach, w regionach północnych tempo tego wzrostu jest słabe, w południowych (zwłaszcza w Krainach: Małopolskiej i Karpackiej) silne.

Średnie wartości **stężeń dwutlenku siarki** z 12 miesięcy były w porównaniu z 2002 r. niższe w krainach Polski Północnej, z wyjątkiem Krainy Mazowiecko-Podlaskiej, w której

Stężenia NO_2 były wyższe od wartości z 2002 r. we wszystkich krainach z wyjątkiem Krain Mazowiecko-Podlaskiej i Małopolskiej, w których odnotowano spadki. Najniższa średnia wartość stężenia NO_2 w powietrzu wystąpiła w Krainie Mazursko-Podlaskiej ($4,15 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Najwyższa - w Krainie Śląskiej ($12,47 \mu\text{g}/\text{m}^3$); była ona niższa niż w roku 2002. Rozkłady miesięczne wskazują na podobny przebieg zmian w

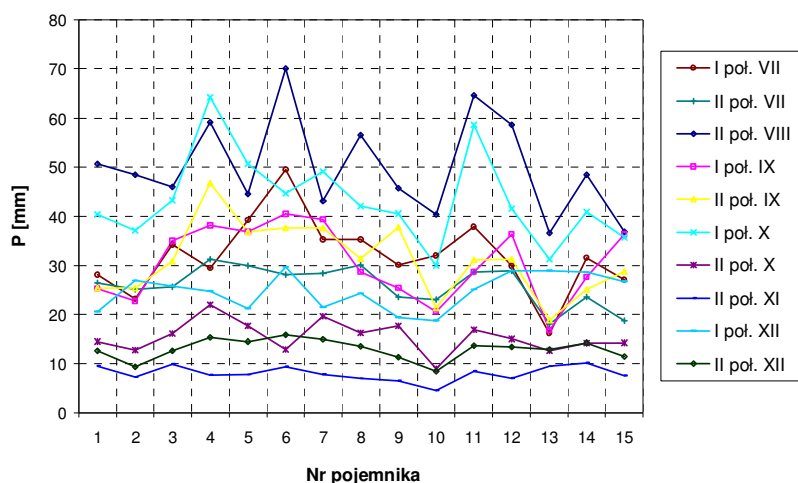
odnotowano wzrost stężenia tego gazu (Rys. 21). Wyższe stężenia niż w roku ubiegłym odnotowano w krainach Polski południowej, oprócz Krainy Śląskiej, w której nastąpił spadek stężenia SO₂ w powietrzu. Zróżnicowanie stężeń - od 1,98 µg/m³ w Krainie Mazursko-Podlaskiej do 5,63 µg/m³ w Krainie Małopolskiej - jest większe niż w roku 2002. Wzrostowi poziomu stężeń maksymalnych towarzyszył spadek stężeń minimalnych. Rozkłady miesięczne wskazują na podobny przebieg zmian w różnych krainach, z maksimum w styczniu lub grudniu, i minimum w maju, lipcu i sierpniu.

Do roku 2001 utrzymywała się tendencja spadkowa koncentracji dwutlenku siarki, silniejsza w krainach Polski południowej. Po tym roku trend uległ odwróceniu i obserwuje się wzrost (Krainy: Mazowiecko-Podlaska, Mazursko-Podlaska, Karpacka) lub wyrównywanie poziomów (pozostałe krainy). Najniższe koncentracje dwutlenku siarki w ciągu całego pięciolecia, notowano w Krainach: Mazursko-Podlaskiej oraz Sudeckiej.

Z porównania rozkładu stężeń w ciągu roku wynika, że sezon zimowy charakteryzuje się wyższymi wartościami niż sezon letni w przypadku większości jonów. Wyjątek stanowią jony 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 w koncentracjach jonów pomiędzy krainami Polski północnej i południowej nie są tak wyraźne.

Maksymalne roczne sumy depozytu większości jonów przypadły podobnie jak w latach ubiegłych na Polskę południową, głównie w Krainie Karpackiej. Podobny był rozkład depozytu jonów metalicznych. Najwyższy był w krainach: Małopolskiej, Śląskiej i Karpackiej. Minimalne wartości depozytu większości jonów odnotowano w krainach Polski północnej - Mazursko-Podlaskiej i Wielkopolsko-Pomorskiej. Minimalna wartość depozytu Mn²⁺ wystąpiła, podobnie jak w roku 2002, w Krainie Mazowiecko-Podlaskiej. Sumy molowe depozytu jonów kwasogennych były najwyższe w Krainie Karpackiej, a najniższe wartości osiągnęły w Krainie Mazursko-Podlaskiej. Depozyt jonów alkalicznych wyrażony sumą molową tych jonów osiągnął najwyższy poziom również w Krainie Karpackiej, a najniższy w Krainie Mazursko-Podlaskiej. Najwyższy depozyt sum molowych azotu amonowego i azotanowego cechował obszar Krainy Karpackiej, minimum osiągając w krainie Mazursko-Podlaskiej.

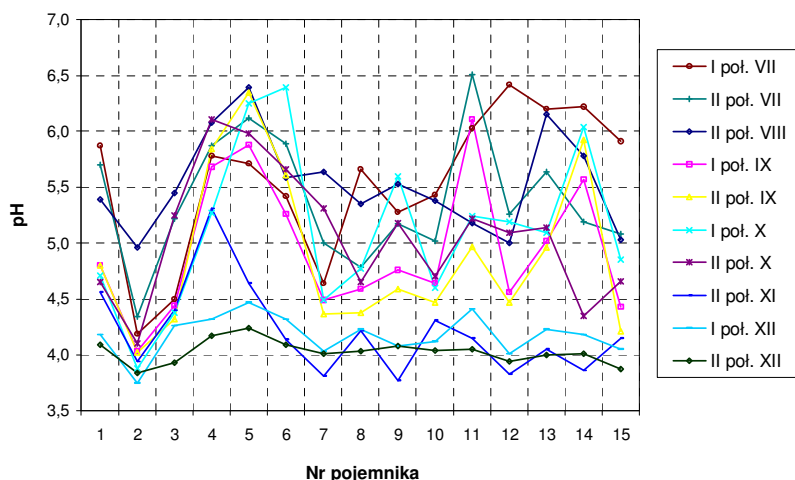
15. Charakterystyka opadów podkoronowych i roztworów glebowych w drzewostanie sosnowym w Nadleśnictwie Chojnów - Magdalena Janek



Rys. 22. Wielkość opadów podkoronowych na SPO II rzędu w Nadleśnictwie Chojnów w drugiej połowie 2003 roku

Badania, prowadzone od lipca do grudnia 2003 r., wykazały duże zróżnicowanie wielkości opadów atmosferycznych pod koronami drzew, tzw. **opadów podkoronowych**, zarówno w czasie, jak i między punktami pomiarowymi (Rys. 22). Suma opadów w ciągu całego półrocza wyniosła

274 mm, można więc szacować, że roczny opad pod koronami wyniósłby ok. 550 mm.



Rys. 23. pH opadów podkoronowych na SPO II rzędu w Nadleśnictwie Chojnów w drugiej połowie 2003 roku

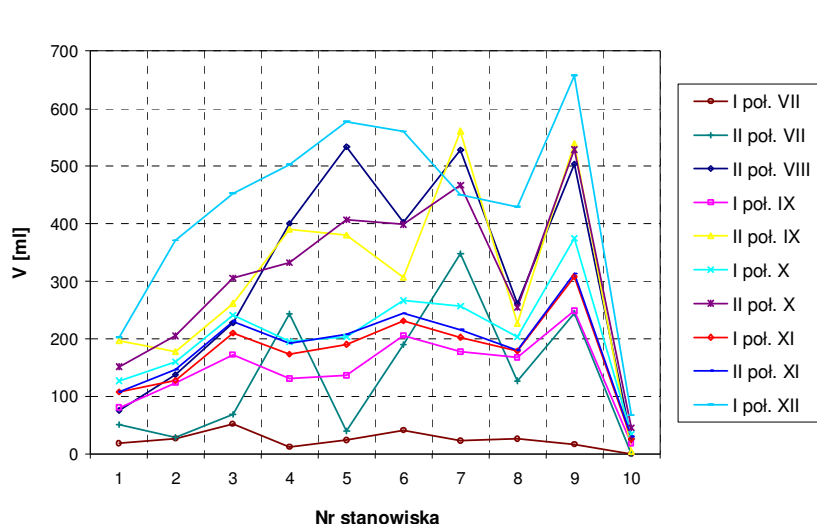
Zaobserwowano sezonowe zmiany niektórych właściwości chemicznych opadów. W miesiącach zimowych odczyn wód podkoronowych był bardziej kwaśny niż w miesiącach cieplejszych (Rys. 23), a jednocześnie od połowy do końca roku obserwowano w miarę systematyczny wzrost przewodności

elektrolitycznej. Wartości pH poszczególnych prób opadów pod koronami drzew wahały się od 3,75 do 6,51, zaś przewodności: od 11 do 178 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$.

Stężenia wielu jonów w wodach podkoronowych na powierzchni w Chojnowie były wyższe zimą niż latem. Maksymalne stężenia jonów potasu, wapnia, magnezu i fosforu notowano jesienią. Sądzić można, że były one wymywane z igliwia.

Ilość wody spływającej po pniach sosen w Chojnowie była niewielka, zwłaszcza w przypadku drzew reprezentujących niższe klasy grubości. Wody te charakteryzował zdecydowanie kwaśny odczyn, bardziej kwaśny niż opadów podkoronowych. Wartość pH pojedynczych prób wahała się od 2,98 do 5,68. Wody spływające po pniach były także bardziej stężone niż opady podkoronowe, a ich przewodność osiągała wartości nawet ponad $800 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$.

Ilość wody glebowej zbieranej w lizymetrach w czasie badań była bardzo zmienna i zależała od warunków klimatycznych, a zwłaszcza od wielkości opadów i temperatury (Rys. 24). Okresowo pobierano z lizymetrów zaledwie znikome ilości wody lub nie można było jej pobrać wcale, szczególnie z głębokości 50 cm. W okresie letnim, przy długo utrzymującej się suszy, tj. przy małej zawartości wody w glebie, nie można było pobrać prób, ponieważ woda utrzymywana była siłami większymi niż 0,7 mB (podciśnienie w lizymetrach). Zimą natomiast nie pobierano wód glebowych po wystąpieniu mrozu.



Rys. 24. Objętość wody glebowej z głębokości 25 cm na SPO II rzędu w Nadleśnictwie Chojnów w drugiej połowie 2003 roku

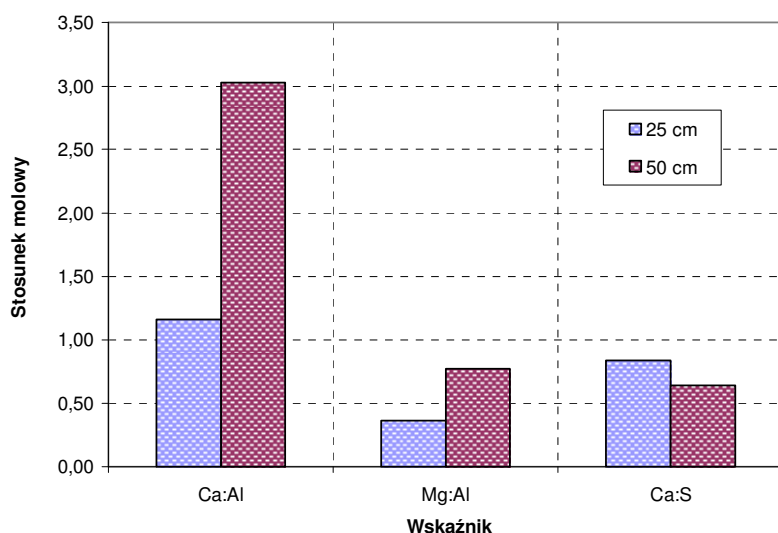
Przewodność elektrolityczna pobranych wód glebowych była bardzo zróżnicowana: większość wyników pomiarów, zarówno wód z głębokości 25 cm, jak i 50 cm, mieściła się w granicach $40\text{--}130 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$. Jednocześnie pH wód glebowych z obu głębokości wahało się (w większości) od 4,0 do 5,5.

Zauważalne jest, już po pół roku pomiarów, wyraźne obniżanie się pH oraz wzrost zawartości glinu i jonów siarczanowych w wodach glebowych od pory letniej do zimowej.

Duże zróżnicowanie chemizmu wód glebowych między kolejnymi lizymetrami (założonymi na przekątnej powierzchni obserwacyjnej), a także brak systematycznych różnic pomiędzy poziomami, na których założono lizymetry, spowodowany jest prawdopodobnie występowaniem w tym ekosystemie gleby o wielu poziomach genetycznych i przewarstwieniach.

Zdolność gleb do neutralizacji kwaśnego depozytu, wyrażane jest takimi wskaźnikami, jak molowy stosunek wapnia do glinu, bądź magnezu do glinu w roztworach glebowych. Stosunek wapnia do glinu w Chojnowie wyniósł średnio 1,16 w wodach glebowych z głębokości 25 cm

oraz 3,03 w wodach z głębokości 50 cm (Rys. 25). Podobnie zróżnicowany był stosunek molowy magnezu do glinu: 0,36 w wodach glebowych z głębokości 25 cm oraz 0,77 w wodach z głębokości 50 cm. Wartości graniczne dla stosunku wapnia do glinu to 1,0, zaś dla magnezu do glinu - 0,1 [18]. Wyniki z SPO II w Chojnowie wskazują więc na brak zagrożeń możliwości pobierania i odżywiania drzew wapniem i magnezem.



Rys. 25. Stosunki molowe Ca:Al, Mg:Al oraz Ca:S dla wody glebowej z głębokości 25 i 50 cm na SPO II w Nadleśnictwie Chojnów w 2003 roku

Szczególną uwagę zwrócić należy na stosunek wapnia do siarki w wodach glebowych, który to stosunek może wskazywać zarówno na przemieszczanie się siarczanów od powierzchni w głąb profilu glebowego, jak i na zwiększenie rozpuszczalności wapnia, towarzyszące przemieszczaniu siarczanów. W wodach

glebowych w Chojnowie wartość stosunku molowego wapnia do siarki jest poniżej jedności i maleje wraz z głębokością, mimo większego wysycenia kompleksu sorpcyjnego niższych poziomów gleby jonami zasadowymi (Rys. 25).

Stężenia wielu jonów w opadach podkoronowych na powierzchni w Chojnowie wykazywały wyższe wartości w miesiącach zimowych, niższe zaś w miesiącach letnich. Inaczej było w przypadku jonów potasu, wapnia, magnezu i fosforu, maksymalne stężenia tych jonów notowano jesienią. Sądzić można, że były one wymywane z igliwia. Depozyt pod okapem badanego drzewostanu sosnowego w ciągu pół roku wyniósł 50 kg•ha⁻¹.

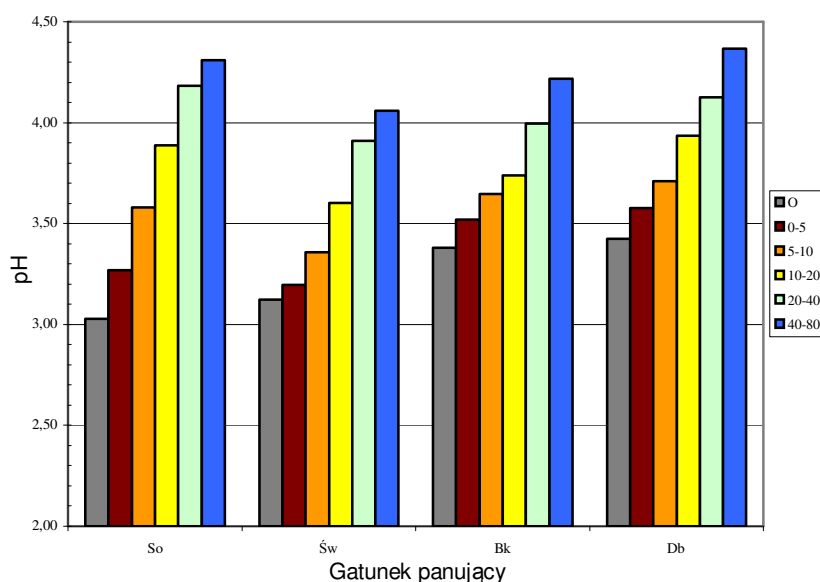
Wody spływające po pniu charakteryzowały się zdecydowanie kwaśnym odczynem, bardziej kwaśnym niż opady podkoronowe.

Wartości molowego stosunku wapnia do glinu oraz magnezu do glinu w roztworach glebowych uzyskane z powierzchni w Chojnowie wskazują na brak zagrożeń możliwości pobierania i odżywiania drzew wapniem i magnezem.

16. Charakterystyka gleb leśnych - Józef Wójcik

Odczyn badanych gleb wahał się od pH 2,55 w ektopróchnicy gleby rdzawej bielcowanej z powierzchni w Nadl. Rokita w Krainie Bałtyckiej do pH 7,71 w warstwie 40-80 cm gleby brunatnej wylugowanej z Nadl. Tomaszów w Krainie Małopolskiej i zmieniał się wraz z głębokością. Z reguły najbardziej kwaśna była próchnica nadkładowa, natomiast wartość pH warstw mineralnych rosła wraz ze wzrostem głębokości. Największą rozpiętość w pionowym zróżnicowaniu odczynu stwierdzono w glebie słabo wykształconej ze skał luźnych z Nadl. Elbląg w Krainie Bałtyckiej, gdzie wartość pH próchnicy nadkładowej wynosiła 2,67 a wartość pH warstwy 40-80 cm była równa 5,36.

Odczyn gleb ze stałych powierzchniach obserwacyjnych w 2003 roku (mierzony we frakcji < 2,0 mm) tylko nieznacznie różnił się od odczynu zmierzonego w 1999 roku (we frakcji < 1,0 mm).

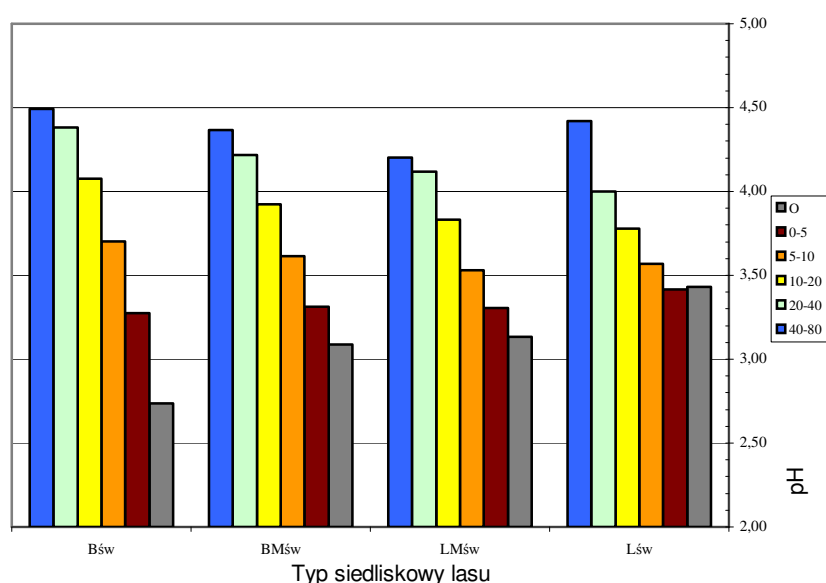


Ryc. 26. Odczyn gleb w zależności od gatunku panującego

Odczyn próchnicy nadkładowej oraz warstw mineralnych zależał od gatunku panującego w drzewostanie (Rys. 26). Najbardziej kwaśne okazały się ektopróchnice gleb spod drzewostanów sosnowych (śr. pH 3,03), podczas gdy średnia dla gatunku wartość pH ektopróchnic spod drzewostanów

świerkowych, bukowych i dębowych wynosiła odpowiednio: 3,12, 3,38 i 3,42. Należy jednak podkreślić, że gleby spod drzewostanów liściastych zawierały znikome ilości próchnicy nadkładowej, lub nie zawierały jej wcale. Inny obraz zanotowano obserwując wpływ gatunku panującego na odczyn warstw mineralnych gleb. Dla warstwy 0-5 cm badane gatunki drzew można uszeregować od najbardziej do najmniej zakwaszającego w sposób następujący: świerk (pH 3,20) > sosna (pH 3,27) > buk (pH 3,52) > dąb (pH 3,58). W warstwach 10-20, 20-40 oraz 40-80 cm najniższe średnie pH zanotowano również w glebach spod drzewostanów świerkowych, zadziwiająco wysokie było jednak pH gleb spod drzewostanów sosnowych. Analizie poddano aż 100 gleb spod drzewostanów sosnowych i nie może tu być mowy o przypadku. Dane literaturowe

oraz wyniki monitoringu gleb leśnych z 1995 i 1999 roku wskazują, że przyczyną pozornie małego wpływu zakwaszającego sosny jest zmiana metodyki pomiarów. Drzewostany sosnowe w Polsce występują z reguły na glebach wytworzonych z utworów gruboziarnistych. W naważce o masie 10 g, w której mierzy się pH znajduje się więc stosunkowo mało frakcji ilastych, decydujących o odczynie i stosunkowo dużo chemicznie obojętnej frakcji 2,0-1,0 mm.



Ryc. 27. Odczyn gleb świeżych siedlisk nizinnych

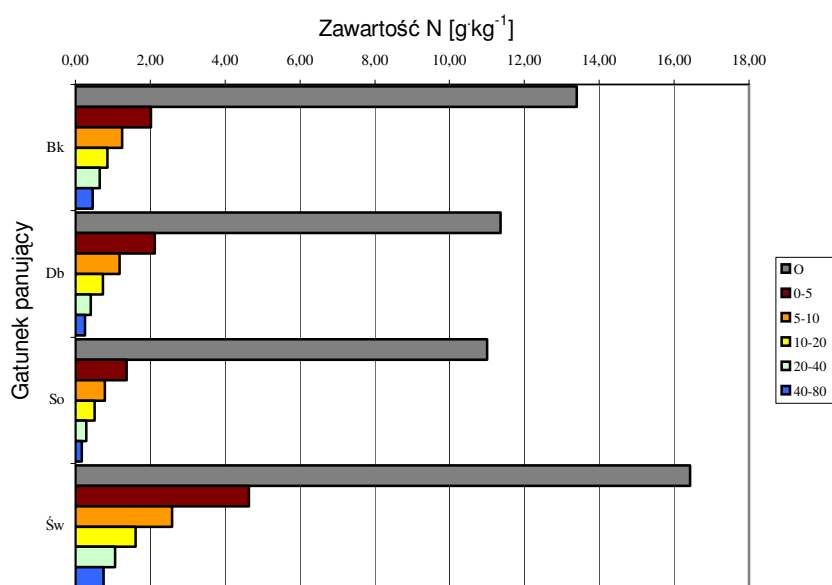
Średni odczyn ektopróchnic świeżych siedlisk nizinnych był zróżnicowany i zmieniał się wraz ze stopniem żyzności siedlisk (Rys. 27). Najbardziej kwaśne próchnice nadkładowe występowały w glebach borów świeżych (pH 2,74), znacznie mniej kwaśne były ektopróchnice borów

mieszanych świeżych i lasów mieszanych świeżych (pH odpowiednio: 3,09 i 3,13), a najmniej kwaśne okazały się ektopróchnice lasów świeżych (pH 3,43). Odczyn górnej warstwy mineralnej (0-5 cm) w glebach siedlisk Bśw, BMśw i LMśw był podobny (pH 3,30), natomiast w glebach siedlisk Lśw był nieco mniej kwaśny (pH 3,42). Odczyn warstw głębszych (5-80 cm) był tym bardziej kwaśny im bardziej żyzne było siedlisko. Na przykład w warstwie 20-40 cm średnia wartość pH wynosiła 4,38 dla Bśw, 4,22 dla BMśw, 4,12 dla LMśw i 4,00 dla Lśw. Gleby siedlisk borowych zawierają z reguły dużą ilość frakcji grubszych, które powodują „rozcieńczenie” próbki.

Zawartość azotu ogólnego była zawsze zdecydowanie najwyższa w próchnicach nadkładowych, zmniejszając się stopniowo w miarę wzrostu głębokości. Zawartość tego pierwiastka w ektopróchnicach wahała się od 3,51 g·kg⁻¹ w glebie płowej brunatnej z powierzchni w Nadl. Strzałowo w Krainie Mazursko-Podlaskiej do 20,94 g·kg⁻¹ w glebie opadowo-glejowej właściwej z powierzchni w Nadl. Krotoszyn w Krainie Wielkoposko-Pomorskiej.

Niezależnie od analizowanej warstwy najwięcej azotu zawierały gleby spod drzewostanów świerkowych, nieco mniej gleby spod drzewostanów bukowych i dębowych, a zdecydowanie najmniej - gleby spod drzewostanów sosnowych (Rys. 28). Średnia ilość azotu, najbardziej

biomasotwórczego składnika pokarmowego, w glebach świeżych siedlisk nizinnych była ściśle związana z ich żyznością. Zarówno w ektopróchnicach, jak i we wszystkich warstwach mineralnych rosła w następujący sposób: Bśw < BMśw < LMśw < Lśw.

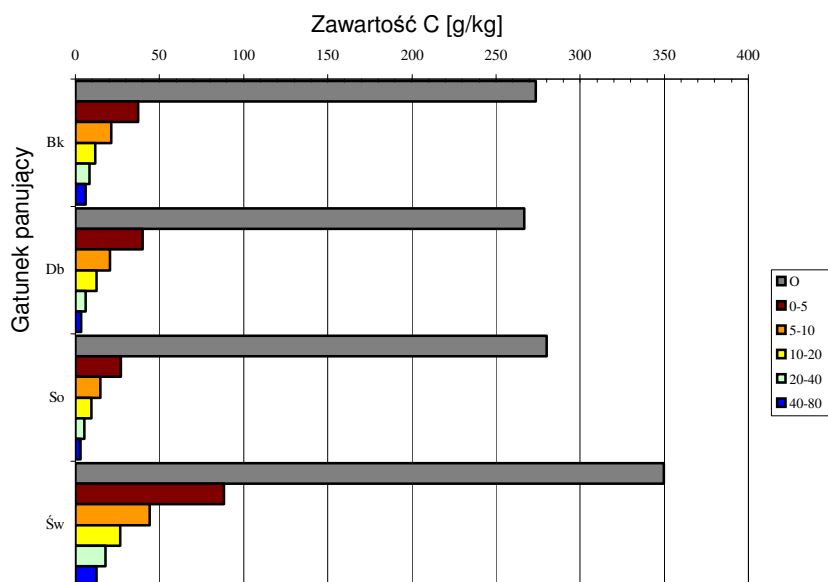


Rys. 28. Zawartość azotu ogólnego w glebach w zależności od gatunku panującego

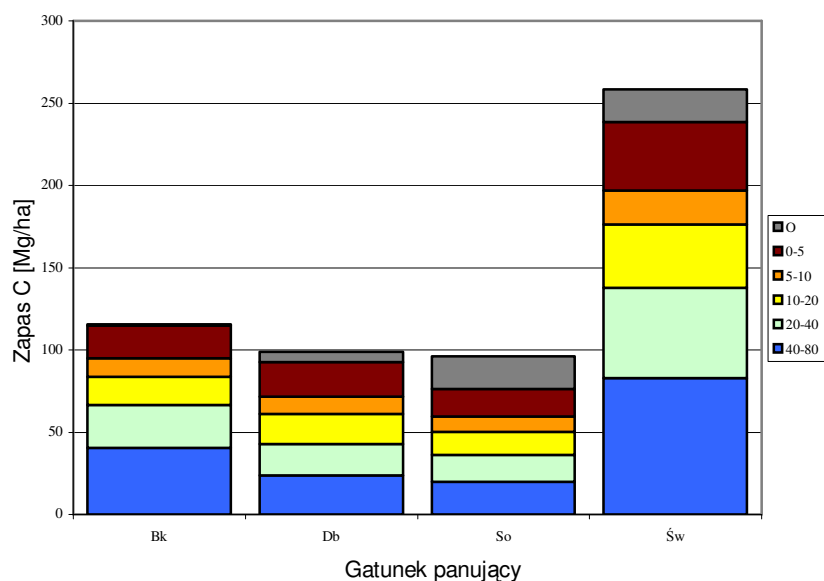
Zawartość węgla organicznego w badanych warstwach gleb zmniejszała się wraz z głębokością i w ektopróchnicy wahała się od 73 g·kg⁻¹ w glebie płowej zbrunatniałej z powierzchni w Nadl. Olsztyn w Krainie Mazursko-Podlaskiej do 461 g·kg⁻¹ w glebie bielcowej z powierzchni w Nadl. Bielsko w Krainie

Karpackiej, a w warstwie 20-40 cm: od 0,585 g·kg⁻¹ w glebie brunatno-rdzawej z powierzchni w Nadl. Olkusz w Krainie Małopolskiej do 51,0 g·kg⁻¹ w glebie brunatnej kwaśnej typowej z powierzchni w Nadl. Międzylesie w Krainie Sudeckiej.

Zawartość węgla organicznego w glebach zależała od gatunku panującego w drzewostanie (Rys. 29). Najwyższą średnią zawartością C charakteryzowały się próchnice nadkładowe gleb spod drzewostanów świerkowych (350 g·kg⁻¹). W ektopróchnicach gleb spod drzewostanów sosnowych, bukowych i dębowych średnia zawartość tego pierwiastka była wyraźnie niższa (odpowiednio: 280, 274 i 267 g·kg⁻¹). Należy podkreślić, że w przypadku drzewostanów liściastych ta forma próchnicy występowała tylko w nielicznych przypadkach, a jej miąższość, w porównaniu z drzewostanami iglastymi, była niewielka i w drzewostanach bukowych nie przekraczała 0,5 cm.



Rys. 29. Średnia dla gatunku zawartość C organicznego w glebach przypadku była ponad dwukrotnie wyższa niż odpowiednie wartości dla gleb, na których dominowały pozostałe gatunki drzew. Najniższą zawartością C organicznego charakteryzowały warstwy mineralne gleb spod drzewostanów sosnowych (27, 15, 10, 5 i 3 g kg⁻¹ odpowiednio dla warstw: 0-5, 5-10, 10-20, 20-40 oraz 40-80 cm).



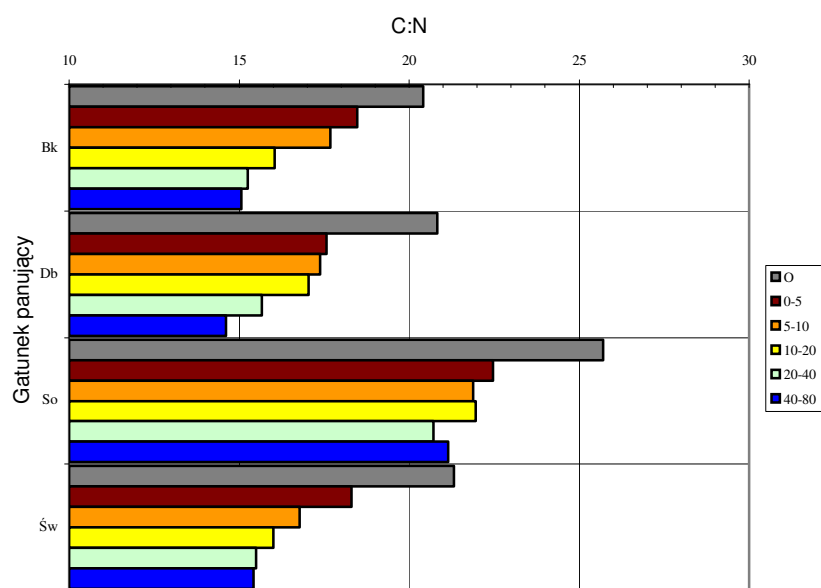
Rys. 30. Średni dla gatunku zapas C organicznego w glebach w badanych glebach. Dlatego dla każdej gleby obliczono zapas węgla organicznego zgromadzony w ektopróchnicy (jeżeli występowała) oraz w warstwie mineralnej do głębokości 80 cm. Zapas ten, wyrażony w Mg C na hektar, obliczano uwzględniając gęstość objętościową wyznaczoną dla każdej powierzchni, a w przypadku warstw położonych głębiej wartości gęstości objętościowej opracowano na podstawie literatury [16, 19].

Średnia dla gatunku panującego zawartość węgla organicznego w mineralnych warstwach gleb była zdecydowanie najwyższa w glebach spod drzewostanów świerkowych. W warstwach 0-5, 5-10, 10-20, 20-40 oraz 40-80 cm wynosiła ona odpowiednio: 88, 44, 27, 18 i 13 g kg⁻¹ i w każdym

Ze względu na to, że poszczególne gleby charakteryzowały się różną miąższością próchnicy nadkładowej (od 0 do 7 cm) oraz różną gęstością warstw mineralnych, zawartość węgla organicznego wyrażona w gramach C na kilogram gleby nie daje poglądu o masie tego pierwiastka zgromadzonego

Średni dla gatunku zapas węgla organicznego (Rys. 30) był najmniejszy pod drzewostanami sosnowymi ($96 \text{ Mg} \cdot \text{ha}^{-1}$), znacznie większy pod drzewostanami dębowymi i bukowymi (odpowiednio 99 i $115 \text{ Mg} \cdot \text{ha}^{-1}$) i zdecydowanie największy pod drzewostanami świerkowymi ($259 \text{ Mg} \cdot \text{ha}^{-1}$). Ektopróchnice drzewostanów świerkowych i sosnowych magazynowały średnio po 20 Mg C na hektar, podczas gdy ektopróchnice drzewostanów dębowych i bukowych odpowiednio tylko $6,0$ oraz $0,6 \text{ Mg C}$ na hektar. W drzewostanach sosnowych węgiel próchnicy nadkładowej stanowił średnio aż 20% jego zawartości w całej masie gleby, podczas gdy udział węgla ektopróchnic w puli tego pierwiastka w glebach pod drzewostanami świerkowymi i dębowymi stanowił odpowiednio 8% i 6% , a w glebach pod drzewostanami bukowymi - poniżej 1% .

Stosunek C:N czyli ilościowy stosunek węgla organicznego do azotu w próchnicy glebowej lub materii organicznej gleby jest jednym z ważniejszych wskaźników jakości siedliska leśnego. Im jest on mniejszy, tym gleba leśna jest bardziej żyzna.



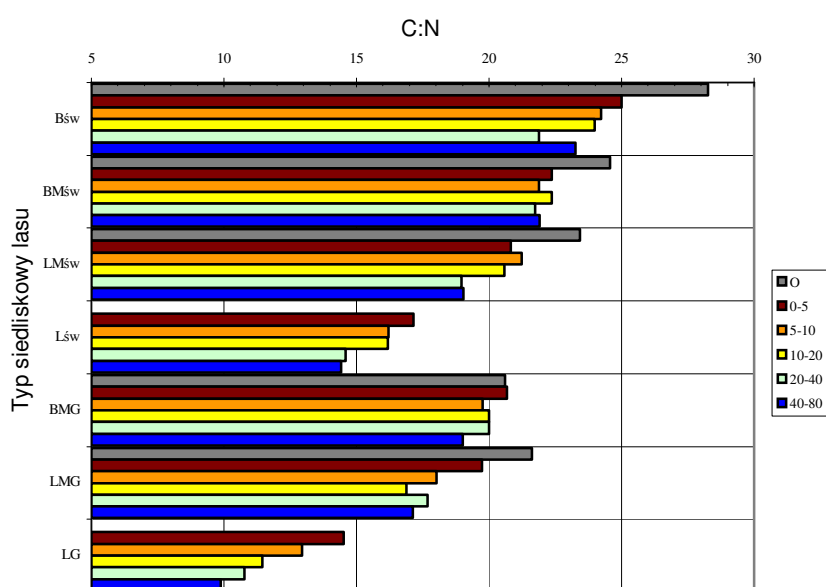
Rys. 31. Średni dla gatunku stosunek C:N w glebach

Stosunek zawartości węgla organicznego do całkowitej zawartości azotu był zawsze najszerszy w nierozłożonej ektopróchnicy, gdzie wahał się od 18 w glebie brunatnej oglejonej z powierzchni w Nadl. Suwałki w Krainie Mazursko-Podlaskiej i w glebie opadowo-glejowej właściwej z Nadl.

Krotoszyn w Krainie Wielkopolsko-Pomorskiej do 37 w glebie słabo wykształconej ze skał luźnych właściwej z powierzchni w Nadl. Elbląg w Krainie Bałtyckiej i zwał się stopniowo w warstwach głębszych osiągając wartość 7 w warstwie $40 - 80 \text{ cm}$ gleb brunatnych kwaśnych typowych z Nadl. Stuposiany i Wisła w Krainie Karpackiej.

Średni dla gatunku panującego w drzewostanie stosunek C:N w ekto- i endopróchnicach gleb był bardzo zróżnicowany (Rys. 31). W glebach spod drzewostanów sosnowych był najszerszy we wszystkich analizowanych warstwach i w ektopróchnicach wynosił $26:1$, a w warstwach mineralnych zawężał się do $21:1$. Gleby spod drzewostanów bukowych, dębowych i

świerkowych charakteryzowały się we wszystkich warstwach bardzo zbliżonymi relacjami między węglem i azotem. Średni dla gatunku stosunek C:N w próchnicach nadkładowych tych gleb wynosił 20-21:1, a w warstwie 40-80 cm - 15:1. Przyczyn tak małego zróżnicowania gleb spod poszczególnych gatunków drzew pod względem stosunku węgla do azotu należy upatrywać w tym, że zarówno drzewostany sosnowe, jak i świerkowe oraz bukowe i dębowe występowały w siedliskach o bardzo zróżnicowanej żyzności i wilgotności. Na przykład stałe powierzchnie obserwacyjne II rzędu z np. drzewostanami sosnowymi są zlokalizowane w siedliskach Bśw, Bw, BMśw, BMw, BMG, LMśw, LMwyż, LMG, a nawet w siedliskach Lśw, Lwyż, LG, czy Lł. Ponieważ wartość C:N jest wskaźnikiem żyzności siedliska, zatem jej uśrednienie dla gleb spod wszystkich drzewostanów sosnowych, rosnących zarówno w siedliskach bardzo ubogich jak i bardzo żyznych powoduje, że różnice między glebami spod różnych gatunków zacierają się.

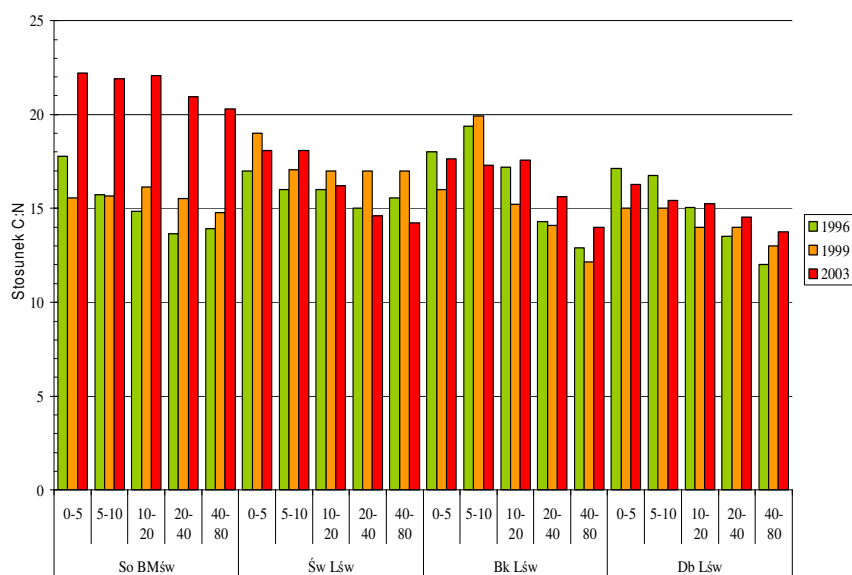


Rys. 32. Średni dla typu siedliskowego lasu stosunek C:N w glebach

O wiele bardziej interesującym podejściem jest więc rozpatrywanie zależności między wartościami stosunku C:N uśrednionymi nie dla gatunków panujących, lecz dla siedliskowych typów lasu. Jednak i przy takim podejściu istnieją pewne ograniczenia, wynikające z faktu iż na glebach

należących do danego siedliska występują drzewostany różnych gatunków. Najszerzy stosunek węgla do azotu stwierdzono w glebach siedlisk boru świeżego (Rys. 32). Jego średnia wartość wynosząca dla próchnic nadkładowych 28:1 a dla endopróchnic 24-25:1 klasyfikowała te próchnice pod względem stosunku C:N na pograniczu typów moder i mor. Próchnice siedlisk boru mieszanego świeżego zawierały wyraźnie mniej węgla w stosunku do azotu (25:1 w próchnicach nadkładowych i 21-22:1 w warstwach mineralnych), co pozwala zaklasyfikować je pod tym względem do typu moder. Również próchnice gleb siedlisk LMśw wykazywały stosunek C:N charakterystyczny dla próchnic typu moder (średnio 23:1 w ektopróchnicach i 19-21:1 w warstwach mineralnych). Gleby z siedlisk lasu świeżego, poza dwoma wyjątkami dla drzewostanów sosnowych, nie zawierały próchnic nadkładowych, a endopróchnice tych gleb charakteryzowały się stosunkiem C:N zbliżonym do typowego dla próchnic typu mull (14-16:1).

Stosunek węgla do azotu w materii organicznej gleb siedlisk górskich był z reguły znacznie większy niż stwierdzony w odpowiadających im siedliskach nizinnych. I tak ektopróchnice siedlisk BMG i LMG charakteryzowały się stosunkiem C:N wynoszącym odpowiednio 21-22:1, a ektopróchnice odpowiednio 19-21:1 i 17:20:1. Najbardziej wąski stosunek C:N stwierdzono w glebach siedlisk lasów górskich. Gleby te - podobnie jak gleby siedlisk Lśw - nie zawierały próchnic nadkładowych, a stosunek C:N w warstwach mineralnych wynosił od 15:1 w warstwie 0-5 cm do 10:1 w warstwie 40-80 cm.



Rys. 33. Zmiany stosunku C:N w glebach

Zmiany stosunku C:N w latach 1996, 1999 i 2003 analizowano na podstawie wartości średnich dla drzewostanów sosnowych w siedliskach boru mieszanego świeżego oraz dla drzewostanów świerkowych, bukowych i dębowych rosnących w siedliskach lasu świeżego, gdyż siedliska te były reprezentowane najbardziej

licznie (Rys. 33). Warstwy mineralne gleb drzewostanów świerkowych, bukowych i dębowych z siedlisk Lśw charakteryzowały się stosunkowo stałym stosunkiem C:N. Stosunek węgla do azotu w roku 1999 zmienił się w tych glebach od -11 do +13 procent w porównaniu do wartości zmierzonych w 1996 roku. Zmiany C:N w 2003 roku w porównaniu z rokiem 1996 były również niewielkie i wahały się od -11 do +14 procent. Stosunek węgla do azotu w warstwach mineralnych gleb drzewostanów sosnowych w latach 1996 i 1999 był również zbliżony - różnice mieściły się w przedziale ± 13 procent, natomiast w glebach analizowanych w 2003 roku, a więc już po zmianie metodyki, stosunek ten, w porównaniu do roku 1996, uległ rozszerzeniu o 25-54 %. Zmiana ta jednak była najprawdopodobniej spowodowana wprowadzeniem nowej metodyki pomiarów - dokładny obraz zmian stosunku C:N w czasie, będzie możliwy do uzyskania po porównaniu wyników analiz węgla i azotu we frakcji $<2,0$ i $<1,0$ mm.

Gatunek drzew dominujących w drzewostanie wywiera wpływ na akumulację węgla w całej masie gleby. Najmniejsze zasoby węgla organicznego znajdują się w glebach pod drzewostanami sosnowymi, nieco większe - w glebach pod drzewostanami dębowymi i bukowymi, a zdecydowanie największe - w glebach pod drzewostanami świerkowymi.

W glebach leśnych węgiel organiczny może być akumulowany nawet na znacznych głębokościach. W badanych glebach na głębokości od 20 do 80 cm znajduje się jeszcze od 46 do 58% całej, zmierzonej w poziomach mineralnych, puli tego pierwiastka.

Duży wpływ na akumulację węgla w próchnicach nadkładowych i endopróchnicach gleb wywierają właściwości siedliska, wyrażone tzw. siedliskowym typem lasu. Najmniejsze zasoby węgla organicznego zakumulowane są w glebach boru świeżego (Bśw), średnie - w glebach siedlisk boru mieszanego świeżego (BMśw) i lasu mieszanego świeżego (LMśw), a najwyższe - w glebach siedlisk lasu świeżego).

Ilość azotu, najbardziej biomasotwórczego składnika pokarmowego, w glebach świeżych siedlisk nizinnych jest ściśle związana z ich żyznością i rośnie w następującym porządku: Bśw < BMśw < LMśw < Lśw.

Stosunek węgla do azotu, będący miarą stopnia rozkładu materii organicznej, a tym samym jedną z miar żyzności siedlisk nie odbiega w badanych glebach od przyjętych w tym zakresie wielkości.

17. Ocena wpływu czynników środowiska na stan zdrowotny lasów w 2003 roku i przewidywany kierunek zmian w najbliższych latach - Jerzy Wawrzoniak

Obniżeniu poziomu zdrowotności drzewostanów towarzyszą najczęściej liczne negatywne skutki dla ich funkcjonowania. Przejawiają się one w zmniejszeniu odporności drzewostanów na stresy pochodzenia biotycznego jak i abiotycznego, powodują zakłócenia w równowadze pokarmowej i wpływają na przyrost drzewostanów. Znaczenie tych zakłóceń jest znaczące, jeśli obniżenie zdrowotności drzewostanów trwa kolejny rok. Niekorzystne zmiany w drzewostanie akumulują się poprzez odkształcanie procesów fizjologicznych drzew, tworząc swoista „pamięć” drzewostanu spowalniającą powrót do lepszej kondycji w sprzyjających okolicznościach. Sytuacja taka może mieć miejsce w niektórych regionach kraju, gdzie od kilku lat występuje pogarszanie się stanu zdrowotnego drzewostanów. W RDLP Krosno i Gdańsk od pięciu lat wzrasta udział drzew uszkodzonych (2-3 klasa uszkodzeń). W RDLP: Poznań, Szczecin, Szczecinek, Radom, Toruń i Warszawa wzrost udziału drzew uszkodzonych trwa od 3 lat. W drzewostanie o większym początkowym poziomie uszkodzenia, po pięciu latach stałego trendu wzrostu poziomu uszkodzenia „pamięć” będzie głębsza i trwalsza a poprawa zdrowotności drzewostanu może być powolna i nastąpić po kilku latach od ustąpienia niekorzystnie oddziałujących czynników środowiska. Do tej grupy drzewostanów można zaliczyć drzewostany w RDLP Krosno, które od

pięciu lat wykazują wzrastające uszkodzenia, przy stosunkowo wysokim poziomie początkowym. W odmiennej sytuacji znajdują się drzewostany RDLP Szczecinek. Od trzech lat zaznacza się tam wzrost udziału drzew uszkodzonych czyli niekorzystny trend trwa krócej, ponadto w okresie początkowym poziom uszkodzenia drzewostanów był niski. W tej sytuacji odwrócenie niekorzystnego trendu będzie stosunkowo szybkie po ustąpieniu niekorzystnie oddziałujących czynników.

Analizując poziom uszkodzenia lasów w Polsce w latach 1989-2003 na podstawie udziału drzew uszkodzonych w drzewostanie można odnotować kilka okresów o zmiennym kierunku trendu. W okresie 1989-1994 obserwowano wzrost poziomu uszkodzenia drzewostanów, po nim nastąpiło odwrócenie trendu, przejawiające się stałą poprawą stanu zdrowotnego drzewostanów w ciągu następnego pięciolecia (1995-1999). W latach 2000-2003 obserwuje się pogarszanie stanu zdrowotnego drzewostanów, z nieznacznym wahnięciem trendu w roku 2001. Wydaje się, że stan zdrowotny drzewostanów jest cechą o znacznej bezwładności i jego zmiana dokonuje się wolniej niż zmiany poszczególnych czynników środowiska. Poziom zdrowotny lasów w Polsce w 2003 roku jest najniższy od 5 lat. Głównym czynnikiem kształtującym niski poziom zdrowotności drzewostanów w ostatnich latach w Polsce jest deficyt opadów. Zarówno w roku 2002 jak i 2003 średnia dla kraju suma opadów w okresie wegetacyjnym nie przekroczyła normy wieloletniej, a w roku 2003 była najniższa w pięcioleciu. Deficyt wodny wystąpił w całym kraju, najsilniej uwidaczniając się w Krainie Wielkopolsko-Pomorskiej i Mazowiecko-Podlaskiej.

Istotnym czynnikiem abiotycznym oddziałującym na stan zdrowotny drzewostanów jest poziom zanieczyszczeń atmosferycznych i wielkość depozytu zanieczyszczeń na terenach leśnych. W ostatnim pięcioleciu do 2002 roku notowano wolny ale stały spadek średnich rocznych stężeń SO_2 w kraju. Spadek ten dotyczył zarówno Polski północnej jak i w większym stopniu Polski południowej. Rok 2003 wykazał jednak wzrost średniego stężenia SO_2 jak i dalszy wzrost stężenia NO_2 , rozpoczęty w roku 2002. Wzrost ten miał miejsce głównie w Polsce południowej. Odnotowane wartości są niskie i nie przekraczają obowiązujących norm, jednak nastąpiło odwrócenie dotychczas dominującego trendu. W konsekwencji wzrostu stężeń SO_2 i NO_2 po raz pierwszy odnotowano również nieznaczny wzrost kwasowości opadów, szczególnie wyraźny w Polsce południowej. Tendencje te, jeśli będą kontynuowane i ulegną wzmocnieniu wpłyną niekorzystnie na kondycję lasów w Polsce. W południowej części Polski wzrósł także depozyt jonów kwasogennych i eutrofizujących. Zjawisko to prowadzi do wzrostu żyzności siedlisk, poprawy bonitacji i przyspieszeniu przyrostu drzew. Z punktu widzenia zdrowotności

drzewostanów nie zawsze jest ono korzystne. Najczęściej wiąże się ze zmniejszeniem odporności drzewostanów na stresy abiotyczne i biotyczne.

Poziom oddziaływania czynników biotycznych w 2003 roku był niski. Liczebność populacja owadów liściożernych, mimo wzrostu liczebności niektórych gatunków w porównaniu do roku 2002, nie stanowiła zagrożenia dla drzewostanów. Zagrożenie ze strony zamierania pędów sosny utrzymywało się na niskim poziomie, typowym dla okresu międzyepifitozyjnego. Wskaźniki zagrożenia drzewostanów ze strony patogenów korzeni wzrosły znacząco w 2003 roku względem lat poprzednich. Wykonana analiza kolonizacji pniaków przez grzyby wykazała, że największym udziałem pniaków skolonizowanych przez patogeny cechował się świerk. Poziom tego zagrożenia nie ma jednak istotnego wpływu na stan zdrowotny drzewostanów w Polsce.

Przewidując zmiany poziomu zdrowotności drzewostanów w Polsce należy wziąć pod uwagę dominujący trend pogarszania się zdrowotności drzewostanów w ostatnich dwóch latach na skutek deficytu wodnego. Nawet znaczny wzrost opadów atmosferycznych w okresach wegetacyjnych w nadchodzących latach nie spowoduje natychmiastowego odwrócenia niekorzystnego trendu. Jak już wspomniano wcześniej, drzewostany charakteryzują się „pamięcią”, która zanika powoli niezależnie od sprzyjających warunków. Ponadto w 2003 roku odnotowano odwrócenie trendu spadku stężeń SO_2 i kwasowości opadów oraz kontynuację powolnego wzrostu stężeń NO_2 . Jeżeli wzrost stężeń zanieczyszczeń powietrza utrzyma się, a nasilenie wzrostu zostanie wzmocnione, to w ciągu kilku lat może niekorzystnie oddziaływać na zdrowotność drzewostanów. Istotnym czynnikiem wpływającym na stan zdrowotny drzewostanów jest wzrost depozytu związków azotowych oraz wzrost koncentracji CO_2 w powietrzu, sprzyjający procesowi eutrofizacji siedlisk leśnych i wzmagający przyrost miąższości drzew. Zjawisko to czyni drzewostany mniej odporne na niekorzystne oddziaływania środowiskowe. Podsumowując powyższe stwierdzenia, można powiedzieć, że kierunek zmian zdrowotności drzewostanów w Polsce jest wysoce niepewny. W nadchodzącym roku, jeżeli nawet warunki pogodowe będą sprzyjające, nie można liczyć na poprawę stanu zdrowotnego drzewostanów. W kolejnych latach zmiany stanu zdrowotnego drzewostanów zależą zarówno od zaspokojenia ich potrzeb wodnych jak i od tempa wzrostu stężeń zanieczyszczeń powietrza.

18. Stwierdzenia końcowe i wnioski - Jerzy Wawrzoniak

Wyniki zebrane w ramach programu monitoringu lasu w 2003 roku pozwalają na sformułowanie poniższych stwierdzeń i wniosków:

- W 2003 roku poziom uszkodzenia drzewostanów w porównaniu do roku ubiegłego uległ nieznacznemu zwiększeniu. Wskaźnik defoliacji drzewostanów starszych wzrósł z 2,79 w 2002 roku do 2,84 w roku 2003. Jednak statystycznie istotny wzrost wskaźnika defoliacji nastąpił pomiędzy rokiem 2003 a latami 2001, 2000 i 1999.
- Najwyższy poziom uszkodzenia w 2003 roku wykazywały drzewostany jodłowe (wskaźnik defoliacji - 3,52) najniższy drzewostany bukowe (wskaźnik defoliacji - 2,51).
- Wzrost poziomu uszkodzenia drzewostanów dotyczył wszystkich monitorowanych gatunków. Jednak wzrost wskaźnika defoliacji w 2003 roku nie wykazywał istotnych różnic w porównaniu do 2002 roku. W drzewostanach sosnowych istotne różnice odnosiły się do roku 2001 i 1999, a w drzewostanach brzoźowych do lat 2001, 2000 i 1999.
- W 2003 roku najwyższy poziom uszkodzenia wykazują drzewostany z Krainy Karpackiej, najniższy - drzewostany z Krainy Bałtyckiej.
- W 2003 roku poziom uszkodzenia drzewostanów w porównaniu do roku 2002 obniżył się w Krainach: Sudeckiej i Śląskiej, wzrósł w Krainach: Mazowiecko-Podlaskiej, Mazursko-Podlaskiej, Wielkopolsko-Pomorskiej, Karpackiej i Małopolskiej.
- Na 148 powierzchniach zanotowano obecność 352 gatunków roślin naczyniowych w warstwie runa, z czego 114 gatunków wystąpiło tylko na jednej powierzchni, natomiast kolejne 158 gatunków wystąpiło od 2 do 10 razy. Najbogatsze w gatunki runa są powierzchnie grądowe, natomiast najuboższe - powierzchnie borów świeżych.
- W przypadku borów sosnowych świeżych (*Leucobryo-Pinetum* i *Peucedano-Pinetum* ujętych łącznie) występuje istotny związek między położeniem geograficznym a bogactwem gatunkowym roślin naczyniowych warstwy runa. Wskaźnik korelacji (0,439) i parametry linii regresji wskazują na powolny wzrost bogactwa gatunkowego powierzchni borowych w kierunku z zachodu na wschód.
- Jedynie ok. 40 powierzchni charakteryzuje się brakiem gatunków runa związanych z oddziaływaniami antropogenicznymi, natomiast ok. 30 powierzchni ma skład gatunkowy wyraźnie zakłócony; ponad 10% ogólnej liczby gatunków i ok. 10% całkowitego pokrycia stanowią gatunki wyraźnie wskazujące na silne oddziaływania antropogeniczne.

- Spośród 148 SPO II rzędu 40 powierzchni reprezentuje 8 typów lasu wymienionych w „Dyrektywie siedliskowej”. Kolejne 11 powierzchni reprezentuje trzy typy zaproponowane do ochrony przez stronę polską.
- W roku 2003 nie napotkano w warstwie runa ani jednego gatunku zagrożonego wyginięciem, z przedstawionych w tzw. "Czerwonej księdze". Nie napotkano również ani jednego gatunku, którego ochrona jest niezbędna na podstawie „Dyrektywy siedliskowej”. Nieco obficie reprezentowane były w roku 2003 taksony podlegające ochronie gatunkowej, napotkano 16 gatunków objętych ochroną całkowitą i 12 gatunków podlegających ochronie częściowej.
- W ciągu pięciu lat zaobserwowane zmiany w warstwie runa dotyczyły obfitości występowania poszczególnych gatunków na powierzchniach. Odnotowano duże zróżnicowanie wartości wskaźnika podobieństwa składu. Jedynie na 28 powierzchniach podobieństwo jest niższe niż 60%, natomiast aż na 86 jest wyższe niż 70%.
- Obserwuje się wyrównywanie wartości wskaźników różnorodności runa. Na powierzchniach charakteryzujących się w roku 1998 wysokimi wartościami wskaźników, w roku 2003 wystąpiły wartości niższe, natomiast na powierzchniach o niskiej różnorodności w roku 1998 nastąpił wzrost ich wartości.
- Obserwuje się spadek udziału powierzchniowego gatunków azotolubnych w runie na wielu powierzchniach w Polsce północno-wschodniej i wschodniej oraz silny wzrost ich udziału na przedpolu Karpat i Sudetów. Ponadto w Polsce południowej i wschodniej wzrósł udział gatunków o ruderalnym lub stresolubnym typie strategii rozwoju.
- Na wielu powierzchniach w całej Polsce miał miejsce wzrost zacienienia dna lasu, najsilniej zaznaczył się on w Krainie Mazowiecko-Podlaskiej, która pod tym względem różni się istotnie od pozostałych krain.
- W 2003 r. nie udało się odszukać stanowisk 7 gatunków runa będących pod całkowitą ochroną. W przypadku 14 gatunków liczba stanowisk zmalała (w tym 11 gatunków pod ścisłą ochroną), natomiast liczba stanowisk 10 gatunków wzrosła (5 pod ochroną ścisłą). Stosunkowo duże zmiany nastąpiły w rozmieszczeniu gatunków poddanych ochronie ścisłej. W 1998 r. występowały one na 31 powierzchniach, natomiast w 2003 r. na 23 powierzchniach. Jedynie 19 powierzchni charakteryzowało się obecnością gatunków będących pod ścisłą ochroną w obu okresach obserwacyjnych.

- Większość zmian struktury i charakteru ekologicznego runa odzwierciedla procesy fluktuacyjne, zachodzące na powierzchniach, mające zarówno przyczyny wewnętrzne, specyficzne dla każdej powierzchni oddzielnie, jak i zewnętrzne, przejawiające się w skali regionalnej, np. warunki pogodowe.
- W ciągu 5 lat struktura pozioma runa uległa niewielkim zmianom. Na 41 powierzchniach liczba typów synuzjów zmalała o 2 lub więcej, natomiast na 54 wzrosła o co najmniej dwa typy.
- Wyraźniejsze różnice obserwuje się między Krainą Bałtycką, w której, przeciętnie, nastąpił wzrost liczby typów i różnorodności synuzjów na powierzchniach, a Krainą Mazursko-Podlaską, która charakteryzuje się najsilniejszym średnim spadkiem bogactwa synuzjów na powierzchniach.
- Zmiany struktury poziomej runa, jakie zaszły w ciągu 5 lat na powierzchniach monitoringowych są znacznie mniejsze i słabiej ukierunkowane niż zmiany, jakie zaszły w składzie gatunkowym, bogactwie i charakterystyce ekologicznej runa.
- Mchy na stałych powierzchniach obserwacyjnych są reprezentowane bardzo licznie, zarówno pod względem liczby gatunków, jak i pokrywania. W 2003 roku stwierdzono 64 gatunki mchów, z czego połowę notowano sporadycznie. 14 gatunków mchów znalezionych na SPO jest objętych częściową ochroną prawną, a 1 gatunek znajduje się na „Czerwonej liście mchów zagrożonych w Polsce”.
- Na SPO w 2003 roku znaleziono tylko 12 gatunków wątrobowców.
- W 2003 r. na wszystkich SPO II rzędu znaleziono 46 taksonów porostów. Tylko dwa pospolite w całej Europie gatunki epifityczne: *Hypogymnia physodes* i *Lecanora conizaeoides* występują licznie i zostały zanotowane na około połowie powierzchni. Inne taksony zbierane były bardzo rzadko; większość była sporadyczna (3 i mniej notowań), a poza wymienionymi wyżej tylko *Scoliciosporum chlorococcum* znaleziono na ponad 10% SPO. Sześć gatunków porostów znalezionych na SPO jest objętych ochroną prawną.
- W 2003 r. na SPO II rzędu znaleziono mniej gatunków mchów (64), wątrobowców (12) i porostów (46) niż 5 lat wcześniej (odpowiednio: 78, 18 i 54). Przede wszystkim nie odnaleziono ponownie gatunków sporadycznych, które występowały w 1998 roku na jednej do kilku SPO. Większość pozostałych gatunków mchów stwierdzono obecnie na mniejszej liczbie SPO.

- W analizowanym okresie zaobserwowano tendencję wzrostu liczby gatunków w odnowieniu naturalnym na stałych powierzchniach obserwacyjnych. Zarejestrowano również wzrost średniej liczebności większości gatunków wszystkich kategorii odnowienia naturalnego. Średnia żywotność i średni wiek odnowienia naturalnego dla sześciu podstawowych gatunków drzew również wykazywały tendencję wzrostową.
- Rok 2003 odznaczał się nieco obniżoną wydajnością obradzania nasion sosny, oraz bardzo dużą jej zmiennością na terenie całego kraju. Nasiona były na ogół dorodne, co przejawiało się zwiększonymi (lub wyjątkowo w niektórych krainach - przeciętnymi) wskaźnikami: masy 1000 sztuk, wymiarów zarodka oraz prabielma. W minimalnym stopniu obniżona była zdolność i energia kiełkowania nasion. Drastyczne obniżenie żywotności nasion wystąpiło tylko na powierzchni w Nadl. Bircza w Krainie Karpackiej. Bardzo wysoka była odporność nasion na stresowe warunki testu przyspieszonego postarzania, co wskazuje, że nasiona pozyskane zimą 2003/04 powinny się dobrze przechowywać.
- Liczebności owadów liściożernych utrzymywały się na poziomie nie zagrażającym drzewostanom. Liczebność brudnicy mniszki wykazała najwyższy wzrost w Krainach: Śląskiej i Małopolskiej. Przyrost liczebności boreczników odnotowano w Krainie Karpackiej, osui gwiaździstej w Krainie Śląskiej a zawisaka borowca w Krainie Mazursko-Podlaskiej i Karpackiej. Duży przyrost liczebności barczatki sosnówki odnotowano w Krainie Małopolskiej. Populacje paprocha cetyniaka wykazywały wzrost liczebności w Krainie Śląskiej i Karpackiej.
- Porównanie wyników pierwszej i drugiej serii obserwacji liczebności populacji biegaczowatych wykazało wzrost wartości SBO (Średniej Biomasy Osobniczej) na 19 spośród analizowanych powierzchni (73% wszystkich powierzchni).
- Zagrożenie ze strony zamierania pędów sosny utrzymuje się na niewielkim poziomie, typowym dla okresu międzyepifitozyjnego. Wskaźniki zagrożenia drzewostanów ze strony patogenów korzeni wzrosły znacząco w 2003 roku względem lat poprzednich. Największym udziałem pniaków skolonizowanych przez patogeny cechował się świerk. Regionem najsilniej zagrożonym przez choroby systemów korzeniowych są góry (Krainy Sudecka i Karpacka).
- Przyczyną wzrostu poziomu uszkodzenia drzewostanów w 2003 roku był znaczny niedobór opadów atmosferycznych w okresie wegetacyjnym. Największy deficyt wody wystąpił w Krainie Wielkopolsko-Pomorskiej, gdzie wielkość opadów wynosiła 65% normy wieloletniej.

- Istotnym czynnikiem negatywnie wpływającym na stan zdrowotny drzewostanów były wysokie średnie temperatury powietrza w czerwcu przy jednoczesnych niskich opadach atmosferycznych w tym miesiącu.
- Średnie wartości stężeń SO_2 z 12 miesięcy 2003 roku były w porównaniu z 2002 r. niższe w krainach Polski północnej (z wyjątkiem Krainy Mazowiecko-Podlaskiej) oraz wyższe w krainach Polski południowej (z wyjątkiem Krainy Śląskiej). W roku 2003 stężenia SO_2 zasadniczo nie przekraczały 50% normy dla obszarów Polski.
- Stężenia NO_2 w 2003 roku były wyższe od wartości z 2002 roku we wszystkich krainach z wyjątkiem Krain: Mazowiecko-Podlaskiej i Małopolskiej, w których odnotowano spadki. W roku 2003 stężenia NO_2 nie przekraczały normy dla obszarów Polski.
- W 2003 roku utrzymuje się wyższa kwasowość opadów w Polsce południowej i w okresie zimowym. Po raz pierwszy odnotowano spadek średniej wartości pH dla kraju, co świadczy o zmianie trendu odnotowywanego w ostatnich latach.
- Dotychczasowy trend spadkowy depozycji związków siarki w opadach uległ odwróceniu. W roku 2003 poniżej dolnej granicy tła znalazła się jedynie Kraina Sudecka, podczas gdy w pozostałych krainach poziom ten wzrósł.
- W 2003 roku, w porównaniu z wynikami z roku 2002, stwierdzono niewielki wzrost wartości minimalnej i maksymalnej, oraz zmianę w kolejności uporządkowania krain ze względu na poziom sumy azotu. Wzrost sumy depozytu azotu nastąpił w 6 krainach, spadek - w 2 krainach (Bałtyckiej i Wielkopolsko-Pomorskiej).
- Depozyt kadmu wzrósł w 2003 roku we wszystkich krainach z wyjątkiem Krainy Mazursko-Podlaskiej, gdzie odnotowano najniższą jego wartość. W Krainie Karpackiej najwyższy poziom osiągnął depozyt ołowiu. W porównaniu z rokiem ubiegłym jego wartość spadła we wszystkich krainach oprócz Krainy Śląskiej. Minimalna wartość depozytu ołowiu odnotowana została w Krainie Bałtyckiej.
- Stężenia wielu jonów w opadach podkoronowych na powierzchni w Chojnowie wykazywały wyższe wartości w miesiącach zimowych, niższe zaś w miesiącach letnich. Inaczej było w przypadku jonów potasu, wapnia, magnezu i fosforu, maksymalne stężenia tych jonów notowano jesienią. Sądzić można, że były one wymywane z igliwia. Depozyt pod okapem badanego drzewostanu sosnowego w ciągu pół roku wyniósł $50 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$. Wody spływające po pniu charakteryzowały się zdecydowanie kwaśnym odczynem, bardziej kwaśnym niż opady podkoronowe.

- Wartości molowego stosunku wapnia do glinu oraz magnezu do glinu w roztworach glebowych uzyskane z powierzchni w Chojnowie wskazują na brak zagrożeń możliwości pobierania i odżywiania drzew wapniem i magnezem.
- Biorąc pod uwagę gatunek panujący drzewostanu: najmniejsze zasoby węgla organicznego znajdują się w glebach pod drzewostanami sosnowymi, nieco większe - w glebach pod drzewostanami dębowymi i bukowymi, a zdecydowanie największe - w glebach pod drzewostanami świerkowymi. Biorąc pod uwagę typ siedliskowy lasu: najmniejsze zasoby węgla organicznego zakumulowane są w glebach boru świeżego (Bśw) średnie - w glebach boru mieszanego świeżego (BMśw) i lasu mieszanego świeżego (LMśw), a najwyższe - w glebach siedlisk lasu świeżego).
- W glebach leśnych węgiel organiczny może być akumulowany nawet na znacznych głębokościach. W badanych glebach na głębokości od 20 do 80 cm znajduje się jeszcze od 46 do 58% całej, zmierzonej w poziomach mineralnych, puli tego pierwiastka.
- Stosunek węgla do azotu, będący miarą stopnia rozkładu materii organicznej, a tym samym jedną z miar żyzności siedlisk, nie odbiega w badanych glebach od przyjętych w tym zakresie wielkości.

Literatura

1. Bytnerowicz A. i in., 1999, *Chemical compositions of air, soil and vegetation in forests of the Silesian Beskid Mountains, Poland*. Water, Air, Soil Poll. 166: 141-150.
2. Cieśliński S., Czyżewska K., Fabiszewski J., 2003, *Czerwona lista porostów zagrożonych w Polsce*, III wyd., Monographiae Botanicae, 91: 13-49.
3. Czyżewska K., Fałtynowicz W., 1996, *Porosty i mszaki*, (w:) Symonides E., (red.), *Monitoring przyrody ożywionej*, Mscr, Warszawa.
4. Fałtynowicz W., 1995, *Wykorzystanie porostów do oceny zanieczyszczenia powietrza*, Wyd. Fundacja Centrum Edukacji Ekologicznej Wsi, Krosno, ss. 141.
5. Fałtynowicz W., 1997, *Zagrożenia porostów i problemy ich ochrony*, Przegląd Przyrodniczy 8.3: 35-46.
6. Fałtynowicz W., 1999, *Mszaki i porosty w drzewostanach iglastych na powierzchniach obserwacyjnych monitoringu lasu*, (w:) Wawrzoniak J. i in., *Stan uszkodzenia lasów w Polsce w 1998 r. na podstawie badań monitoringowych*. Inspekcja Ochrony Środowiska, Biblioteka Ochrony Środowiska, Warszawa, s. 47-50.
7. Fałtynowicz W., 2003, *Różnorodność gatunkowa - porosty*, w: Andrzejewski R., Weigle A. (red.), *Różnorodność biologiczna Polski*, NFOŚ, Warszawa, s. 29-35.
8. Janek M., 2000, *Ocena wpływu drzewostanów iglastych na jakość wód opadowych w Puszczy Augustowskiej*, (w:) *Stan i antropogeniczne zmiany jakości wód w Polsce*, red. Burchard J., Wyd. Uniw. Łódzkiego, Łódź.
9. Janek M., 2003, *Wody glebowe jako ogniwo w obiegu jonów w ekosystemach, na przykładzie borów Puszczy Augustowskiej*, Przegląd Geologiczny, Tom 51, nr 11: 960-961.
10. Klama H., 2003, *Różnorodność gatunkowa - wątrobowce i giewiki*, (w:) Andrzejewski R., Weigle A. (red.), *Różnorodność biologiczna Polski*, NFOŚ, Warszawa, s. 49-58.
11. Kocięcki S., 1966, *Terminarz nasiennictwa leśnego*, PWRiL, Warszawa.
12. Kukwa M., 2003, *Porosty z rodzaju Lepraria w Polsce*, Mscr. Praca doktorska wykonana w Katedrze Taksonomii Roślin i Ochrony Przyrody Uniwersytetu Gdańskiego, Gdańsk.
13. Malzahn E., 1999, *Ocena zagrożeń i zanieczyszczenia środowiska leśnego Puszczy Białowieskiej*, Prace Inst. Bad. Leśn. Seria A, Warszawa.
14. *Manual on Methodologies and criteria for harmonized sampling, assessment, monitoring and analysis of the effects of air pollution on forests*, 1994, International Co-operative Programme on Assessment and Monitoring of Air Pollution Effects on Forests, Programme Coordinating Centres, Hamburg and Prague.
15. Ochyra R., 1992, *Czerwona lista mchów zagrożonych w Polsce*, (w:) Zarzycki K., Wojewoda W. (red.), *Czerwona lista roślin zagrożonych w Polsce*, PWN, Warszawa: 79-85.

16. Ostrowska A., Porębska G., Borzyszkowski J., Król H., Gawliński S., 2001, *Właściwości gleb leśnych i metody ich oznaczania*, IOŚ, Warszawa.
17. *Regulation (EC) No 2152/2003 of the European Parliament and of the Council of 17 November 2003 concerning monitoring of forests and environmental interactions in the Community (Forest Focus)*, Official Journal of the European Union, L324/1, 11.12.2003.
18. Stachurski A., Zimka J. R., Kwiecień M., 1994, *Niektóre aspekty krążenia pierwiastków w ekosystemach leśnych na terenie Jakuszyce (II)*. (w:) Karkonoskie Badania Ekologiczne, II Konferencja, Dziekanów Leśny, 17–19.01.1994 (red. Fischer Z.), Oficyna Wydawnicza Instytutu Ekologii PAN, Dziekanów Leśny: 207-232.
19. Tamminen P., Starr M., 1994, *Bulk density of forested mineral soils*, Silva Fennica 28(1): 53-60.
20. Wawrzoniak J., Małachowska J. [red.], 1999, *Stan uszkodzenia lasów w Polsce w 1998 roku na podstawie badań monitoringowych*, Inspekcja Ochrony Środowiska, Biblioteka Monitoringu Środowiska, Warszawa.
21. Wawrzoniak J., Małachowska J. [red.], 2000, *Stan uszkodzenia lasów w Polsce w 1999 roku na podstawie badań monitoringowych*, Inspekcja Ochrony Środowiska, Biblioteka Monitoringu Środowiska, Warszawa.
22. Wawrzoniak J., Małachowska J. [red.], 2002, *Stan uszkodzenia lasów w Polsce w 2001 roku na podstawie badań monitoringowych*, Inspekcja Ochrony Środowiska, Biblioteka Monitoringu Środowiska, Warszawa.
23. Załęski A., Gozdałik M., 1994, *Standardowe wymiary zarodka i bielma nasion sosny zwyczajnej w Polsce i ich znaczenie dla oceny żywotności nasion*, Prace IBL, Nr 780, Warszawa.
24. *Zintegrowany monitoring środowiska przyrodniczego - założenia, cele i metody*, 1997, Wyd. PIOŚ, Warszawa.
25. Żarnowiec J., 2003, *Różnorodność gatunkowa - mchy*, (w:) Andrzejewski R., Weigle A. (red.), *Różnorodność biologiczna Polski*, NFOŚ, Warszawa, s. 59-65.