



**INSTYTUT BADAWCZY
LEŚNICTWA**

**ZAKŁAD ZARZĄDZANIA
ZASOBAMI LEŚNYMI**

**STAN USZKODZENIA
LASÓW W POLSCE
W 2016 ROKU
NA PODSTAWIE BADAŃ
MONITORINGOWYCH**

Sękocin Stary, czerwiec 2017

INSTYTUT BADAWCZY LEŚNICTWA

ZAKŁAD ZARZĄDZANIA ZASOBAMI LEŚNYMI

STAN USZKODZENIA LASÓW W POLSCE W 2016 ROKU

NA PODSTAWIE BADAŃ MONITORINGOWYCH

Program monitoring lasu jest finansowany przez Ministerstwo Środowiska, Dyрекję Generalną Lasów Państwowych, Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej oraz Główny Inspektorat Ochrony Środowiska

**Raport opracowany w ramach IV etapu Umowy nr 14/2015/F z dnia 08.05.2015 r.
pt. „Monitoring i ocena stanu zdrowotnego lasów w latach 2015 - 2017”**



Sfinansowano ze środków
Narodowego Funduszu
Ochrony Środowiska
i Gospodarki Wodnej

Autor tematu: Jerzy Wawrzoniak

Zespół autorski: Andrzej Boczoń, Robert Hildebrand, Władysław Kantorowicz, Leszek Kluziński, Anna Kowalska, Paweł Lech, Jadwiga Małachowska, Józef Piwnicki, Ryszard Szczygieł, Sławomir Ślusarski, Jerzy Wawrzoniak, Grzegorz Zajączkowski

Kierownik Zakładu Realizującego:

Dyrektor Instytutu:

Sękocin Stary, czerwiec 2017

SPIS TREŚCI

Wstęp – <i>Jerzy Wawrzoniak</i>	7
Część I Program monitoringu lasów i metodyka przeprowadzonych badań	9
1. Program monitoringu lasów w 2016 roku – <i>Jerzy Wawrzoniak</i>	9
2. Metodyka pomiarów i obserwacji – <i>Jerzy Wawrzoniak, Grzegorz Zająchkowski</i>	11
2.1. Zakres i realizacja podstawowych prac terenowych na powierzchniach monitoringu lasów w 2016 roku	12
2.2. Monitoring parametrów meteorologicznych i chemizmu środowiska leśnego	20
Część II Monitoring lasów na stałych powierzchniach obserwacyjnych I rzędu	24
3. Ocena poziomu uszkodzenia monitorowanych gatunków drzew w 2016 roku – <i>Jadwiga Małachowska</i>	26
3.1. Zróżnicowanie uszkodzenia drzew według gatunków ogółem w kraju	26
3.2. Zróżnicowanie uszkodzenia drzew według gatunków w zależności od formy własności lasu	28
3.3. Zróżnicowanie uszkodzenia drzew według gatunków w zależności od wieku	33
3.4. Rozkład powierzchniowy uszkodzenia drzew według gatunków	35
4. Porównanie poziomu zdrowotnego monitorowanych gatunków drzew w ciągu kolejnych lat obserwacji – <i>Jadwiga Małachowska</i>	42
4.1. Zmienność poziomu defoliacji w pięcioleciu 2012-2016.....	42
4.2. Zmienność poziomu defoliacji w dziesięcioleciu 2007-2016.....	46
4.3. Trendy zmienności defoliacji drzew w układzie krain przyrodniczo-leśnych w dziesięcioleciu 2007-2016	47
5. Ocena symptomów i przyczyn uszkodzeń drzew na stałych powierzchniach obserwacyjnych monitoringu lasu w roku 2016 – <i>Paweł Lech, Sławomir Ślusarski</i> ...	49
5.1. Ogólna charakterystyka zebranych danych	49
5.2. Występowanie uszkodzeń drzew wg gatunków, RDLP i krain przyrodniczo-leśnych	49
5.3. Charakterystyka uszkodzeń pod względem lokalizacji w obrębie drzewa, występujących symptomów i głównych kategorii czynników sprawczych	52
5.4. Występowanie uszkodzeń wybranych gatunków lasotwórczych drzew w zależności od formy własności i funkcji lasów	55
5.5. Podsumowanie	59
6. Wpływ warunków pogodowych na zdrowotność drzewostanów w pięcioleciu 2012-2016 – <i>Jadwiga Małachowska</i>	60
7. Defoliacja drzew przy różnej dostępności wody glebowej – <i>Andrzej Boczoń, Robert Hildebrand</i>	63
8. Stałe powierzchnie obserwacyjne monitoringu lasów na obszarach Natura 2000 – <i>Robert Hildebrand</i>	69
9. Zmiany składu gatunkowego drzewostanów na stałych powierzchniach obserwacyjnych I rzędu w dziesięcioleciu 2007-2016 – <i>Grzegorz Zająchkowski, Jerzy Wawrzoniak</i> ...	72

Część III Badania na stałych powierzchniach obserwacyjnych monitoringu

intensywnego (SPO MI)	75
10. Warunki pogodowe w 2016 roku – <i>Leszek Kluziński</i>	75
11. Wielkość depozytu wnoszonego z opadami atmosferycznymi na terenach leśnych – <i>Anna Kowalska</i>	78
11.1. Skład chemiczny opadów	80
11.2. Depozycja roczna	80
11.3. Depozyt pierwiastków śladowych	82
11.4. Właściwości kwasowo-zasadowe wód opadowych	82
12. Poziom stężenia NO ₂ i SO ₂ w powietrzu na terenach leśnych – <i>Anna Kowalska</i>	84
12.1. Dwutlenek siarki.....	85
12.2. Dwutlenek azotu.....	87
13. Opady podkoronowe oraz roztwory glebowe na terenach leśnych – <i>Anna Kowalska</i>	90
13.1. Opady podkoronowe	90
13.2. Spływ po pniu.....	96
13.3. Roztwory glebowe.....	98
14. Ocena presji środowiskowej na ekosystemy leśne na podstawie badań na SPO MI – <i>Anna Kowalska</i>	102
14.1. Charakterystyka depozytu mokrego oraz zanieczyszczeń gazowych na powierzchniach badawczych w zależności od gatunku panującego w drzewostanie	102
14.2. Ocena zagrożenia zakwaszeniem i eutrofizacją	106
Część IV Informacje ogólne i podsumowanie.....	111
15. Intensywność obradzania i jakość nasion sosny – <i>Władysław Kantorowicz</i>	111
15.1. Metodyka pomiarów i obserwacji	111
15.2. Wyniki badań.....	112
16. Pożary lasu w 2016 roku – <i>Józef Piwnicki, Ryszard Szczygieł</i>	113
17. Stan zdrowotny lasów w Polsce na tle stanu lasów w Europie – <i>Jadwiga Małachowska</i> 117	
18. Podsumowanie wyników – <i>Jerzy Wawrzoniak</i>	117
19. Literatura	127
20. Spis tabel	131
21. Spis rysunków	135

W ostatnim dziesięcioleciu 2007-2016 wyraźnie daje się zauważyć trend wzrostu średniej defoliacji koron monitorowanych gatunków drzew. Pomijając lokalne i krótkookresowe stresy środowiskowe wydaje się, że głównym czynnikiem determinującym ten trend jest zmiana klimatu. Szczególną rolę odgrywa w tym procesie deficyt wodny wywołany przez niedobór opadów, zwłaszcza gdy pojawia się w okresie wegetacyjnym. Średnia defoliacja nie wzrasta corocznie. W latach gdy deficyt wodny nie występuje, jest mniejszy lub występuje lokalnie – poziom defoliacji obniżania się, jednak nie na tyle, aby odwrócić obserwowany wzrostowy trend.

Zmiany klimatu obok wpływu na wzrost poziomu defoliacji drzew prawdopodobnie mają również wpływ na powolne zmiany w składzie gatunkowym drzewostanów. Na podstawie dziesięcioletnich obserwacji na ponad 2000 Stałych Powierzchniach Obserwacyjnych I rzędu Monitoringu Lasów daje się zauważyć nieznaczny wzrost liczby gatunków drzew, wzrost liczebności gatunków liściastych, takich jak lipa, klon, dąb oraz zmniejszanie się udziału liczebności świerka. Proces ten wywołany jest w znacznej mierze przez gospodarkę leśną, która promuje gatunki liściaste, w ramach zalecanej przebudowy drzewostanów iglastych na drzewostany mieszane, oraz chroni podsadzenia przed zgryzaniem przez zwierzynę, stosując powszechnie grodzenia. Wydaje się jednak, że stopień przeżywalności gatunków liściastych i wzrost ich udziału w drzewostanie jest również wynikiem sprzyjających im warunków klimatycznych, wyrażających się wzrostem średniej rocznej temperatury powietrza, wydłużeniem okresu wegetacyjnego czy też powolnym procesem eutrofizacji. Czynniki te mogą również wpływać na wzrost defoliacji drzew, obserwowany w ostatnim okresie, poprzez zmiany związane z procesem fotosyntezy. Można przypuszczać, że w procesie adaptacji do zmieniających się warunków klimatycznych i wzrastającej koncentracji dwutlenku węgla proces fotosyntezy zachodzi bardziej efektywnie i mniejsza powierzchnia asymilacyjna wystarcza, aby zaspokoić potrzeby drzew na asymilaty. W tej sytuacji zwiększanie powierzchni asymilacyjnej wydaje się zbędne, tym bardziej że w warunkach wzrostu temperatury powietrza i ograniczonych opadów w okresie wegetacyjnym większa defoliacja czyli mniejsza powierzchnia asymilacyjna zmniejsza transpirację, ograniczając negatywne skutki niedoboru wody. Powyższe rozumowanie potwierdza również wzrost przyrostu bieżącego drzewostanów odnotowany w ostatnich latach mimo wzrostu defoliacji, czyli przy ograniczonej powierzchni asymilacyjnej drzew. Wydaje się, że w

pierwszej fazie adaptacji drzew do zmian klimatu najpierw wystąpią zmiany procesów fizjologicznych i anatomicznych i dopiero po przekroczeniu możliwości kompensacyjnych, wynikających z tych mechanizmów, nastąpią zmiany w strukturze genetycznej.

CZĘŚĆ I

PROGRAM MONITORINGU LASÓW I METODYKA PRZEPROWADZONYCH BADAŃ

1. PROGRAM MONITORINGU LASÓW W 2016 ROKU – *JERZY WAWRZONIAK*

Obserwacje stanu uszkodzenia drzewostanów oraz symptomów i przyczyn ich uszkodzeń przeprowadzono na wszystkich dostępnych stałych powierzchniach obserwacyjnych I rzędu monitoringu lasów w sieci 8 x 8 km.

Kontynuowano realizację długookresowych celów monitoringu lasów, takich jak:

1. określenie przestrzennego rozkładu poziomu uszkodzenia drzewostanów,
2. porównanie poziomu uszkodzenia lasów pomiędzy różnymi kategoriami własności lasów,
3. analiza związków przyczynowo skutkowych pomiędzy zdrowotnością lasów a czynnikami środowiska,
4. identyfikacja głównych symptomów i przyczyn uszkodzeń drzew,
5. określenie trendu zmian uszkodzenia drzewostanów w czasie,
6. tworzenie krótkoterminowych prognoz stanu zdrowotnego lasu.

Wykonano następujące prace, pomiary i obserwacje:

1. Monitoring uszkodzeń drzewostanów na SPO I rzędu – przeprowadzony na 2001 czynnych SPO I rzędu w drzewostanach w wieku powyżej 20 lat, założonych w sieci 8 x 8 km. Zarejestrowano i oceniono następujące parametry 20 drzew próbnych: gatunek, wiek, status drzewa, stanowisko biosocjalne, defoliację, odbarwienie, pierśnicę, ocienienie korony, widoczność korony, liczbę roczników igliwia, długość igliwia bądź wielkość liści, proporcje przyrostu pędów, typ przerzedzenia korony, udział martwych gałęzi, występowanie pędów wtórnych, urodzaj nasion, intensywność kwitnienia.

2. Monitoring uszkodzeń drzewostanów na SPO II rzędu – przeprowadzony na 138 czynnych powierzchniach. Zakres obserwacji był zgodny z programem pomiarów realizowanym na SPO I rzędu.

3. Monitoring symptomów i przyczyn uszkodzeń drzew – przeprowadzony zarówno na 2001 czynnych SPO I rzędu, jak i na 138 czynnych SPO II rzędu. Określono następujące parametry na 20 drzewach próbnych: miejsce uszkodzenia na drzewie, symptomy uszkodzenia, specyfikacja symptomów, kategoria czynnika sprawczego, rozmiar uszkodzenia.

4. Monitoring depozytu zanieczyszczeń – przeprowadzono na 12 SPO MI (monitoringu intensywnego). 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).

5. Monitoring jakości powietrza atmosferycznego – przeprowadzono na 12 SPO MI. Obejmował on pomiar koncentracji SO_2 , NO_2 metodą pasywną.

6. Monitoring opadów podkoronowych i roztworów glebowych – obejmował pomiary na 12 SPO MI. Pobrano próbki z 2 chwytników umieszczonych na otwartej przestrzeni, z 15 chwytników podkoronowych i 20 tensometrów do pobierania roztworów glebowych na dwóch głębokościach (po 10 na każdej głębokości) w cyklu miesięcznym. Na dwóch SPO MI w drzewostanach bukowych pobrano próbki spływu po pniu, również w cyklu miesięcznym. Analizy pobranych próbek obejmowały: odczyn pH, pomiar zawartości Ca, Mg, K, Na, NH_4 , Fe, Mn, Al, NO_3 , SO_4 , Cl, Cd, Cu, Pb, Zn.

7. Monitoring parametrów meteorologicznych – obejmował pomiary w pobliżu 12 SPO MI następujących parametrów: temperatura powietrza [$^{\circ}\text{C}$] na wysokości 2 m i 0,5 m oraz przy gruncie (na wysokości 5 cm), temperatura gleby [$^{\circ}\text{C}$] na głębokości 5 cm, 10 cm, 20 cm i 50 cm, wilgotność względna powietrza [%] na wysokości 2 m, wilgotność gleby [dm^3/m^3], promieniowanie [W/m^2] (całkowite i UVB), prędkość wiatru [m/s], kierunek wiatru [$^{\circ}$], oraz opad atmosferyczny [mm]. Pomiary były wykonywane przez automatyczne stacje meteorologiczne w cyklu ciągłym.

2. METODYKA POMIARÓW I OBSERWACJI – *JERZY WAWRZONIAK,* *GRZEGORZ ZAJĄCZKOWSKI*

Program i metodyka monitoringu lasów w Polsce, w swoich podstawowych założeniach, oparte są na metodyce rekomendowanej przez ICP-Forests (Międzynarodowy Program Koordynacyjny „Ocena i monitoring wpływu zanieczyszczeń powietrza na lasy”) (Manual... 2010).

Monitoring lasów funkcjonuje w sieci stałych powierzchni obserwacyjnych (SPO). Wyróżniamy wśród nich: stałe powierzchnie obserwacyjne I rzędu rozmieszczone w regularnej sieci 8 x 8 km, stałe powierzchnie obserwacyjne II rzędu, reprezentujące drzewostany głównych gatunków lasotwórczych (sosnowe, świerkowe, dębowe i bukowe) w 59 dzielnicach przyrodniczo-leśnych (wg systemu regionalizacji przyrodniczo-leśnej obowiązującego do 2011 roku) oraz stałe powierzchnie obserwacyjne z rozszerzonym programem badawczym (monitoring intensywny), wybrane spośród SPO II rzędu (SPO MI).

Sieć powierzchni wielkoobszarowej inwentaryzacji, stanowiąca bazę dla systemu powierzchni krajowego monitoringu lasów (SPO I), powstała w oparciu o układ powierzchni ICP Forests – europejskiej sieci powierzchni. Układ sieci powierzchni obserwacyjnych dla oceny uszkodzeń lasów obowiązujący w Unii Europejskiej (Commission Regulation (EEC) No 1969/87) ma stały punkt odniesienia o współrzędnych: szerokość geograficzna 50 15'15'' N, długość geograficzna 09 47'06'' E. Jest to punkt wyjściowy, od którego wyznaczono wszystkie powierzchnie w sieci 16 x 16 km. Sieć tę dla potrzeb wielkoobszarowej inwentaryzacji stanu lasu zagęszczono do układu 4 x 4 km, a dla monitoringu krajowego do układu 8 x 8 km.

W 1994 roku założono 122 stałe powierzchnie obserwacyjne II rzędu w drzewostanach iglastych (100 powierzchni sosnowych i 22 powierzchnie świerkowe), w 1996 roku założono 26 powierzchni w drzewostanach liściastych (15 powierzchni dębowych i 11 powierzchni bukowych). Zostały one zlokalizowane w drzewostanach w wieku 50-90 lat, po dwie lub trzy w każdej dzielnicy przyrodniczo-leśnej Polski, będącej w tym czasie podstawową jednostką regionalizacji.¹ Lokalizację czynnych SPO II rzędu w

¹ Od 2012 roku obowiązuje nowy system regionalizacji przyrodniczo-leśnej Polski, obejmujący 8 krain przyrodniczo-leśnych i 183 mezoregiony, wyodrębniane na podstawie informacji o dominujących warunkach

układzie Regionalnych Dyrekcji Lasów Państwowych, województw oraz krain przyrodniczo-leśnych z uwzględnieniem gatunku drzewostanu panującego prezentują tabele 5, 6 i 7.

Na SPO II rzędu poza corocznymi obserwacjami stanu zdrowotnego drzew oraz symptomów i przyczyn uszkodzeń (o ile drzewostan na tych powierzchniach nie został wycięty) prowadzone są następujące badania okresowe: glebowe, chemizmu igliwia bądź liści, roślinności runa, dendrometryczne.

2.1. Zakres i realizacja podstawowych prac terenowych na powierzchniach monitoringu lasów w 2016 roku

W 2016 roku łączna liczba Stałych Powierzchni Obserwacyjnych I rzędu (SPO I) wynosiła 2319, w tym 2009 powierzchni czynnych (z drzewami w wieku powyżej 20 lat), na których zaplanowano przeprowadzenie obserwacji oraz 310 powierzchni oczekujących (brak drzew lub ich wiek nie przekracza 20 lat), na których nie wykonywano żadnych prac. Osiem powierzchni spośród powierzchni czynnych było niedostępnych. Przyczyną braku dostępu były manewry wojskowe w wypadku lokalizacji powierzchni na poligonach wojskowych, okresy lęgowe ptaków w parku narodowym i ogrodzone powierzchnie na terenach lasów prywatnych.

Liczba SPO II rzędu jest stała i wynosi 148. W 2016 roku 138 spośród nich to powierzchnie czynne (z drzewami w wieku powyżej 20 lat), natomiast 10 – powierzchnie oczekujące (brak drzew lub ich wiek nie przekracza 20 lat).

W 2016 roku w okresie od 1 lipca do 15 sierpnia na czynnych SPO I i II rzędu przeprowadzano ocenę stanu zdrowotnego 20 drzew próbnych w oparciu o szereg cech morfologicznych korony. Szczególną uwagę przywiązywano do szacunków defoliacji i odbarwienia aparatu asymilacyjnego, które przeprowadzono w 5-procentowym odstopniowaniu.

Wyniki szacowania defoliacji i odbarwień pogrupowano łącznie i wg gatunków w następujące klasy:

klasa 0 – od 0 do 10%	– bez defoliacji
klasa 1 – od 11 do 25%	– lekka defoliacja (poziom ostrzegawczy)
klasa 2 – od 26 do 60%	– średnia defoliacja

siedliskowych (typy gleb, typy siedliskowe lasu, zróżnicowanie zbiorowisk roślinnych), drzewostanowych (poziom lesistości, gatunki panujące i wielkość zasobów drzewnych) oraz sposobach użytkowania ziemi.

klasa 3 – powyżej 60% – duża defoliacja

klasa 4 – drzewa martwe

oraz grupy klas: klasy 1-3, klasy 2-3, klasy 2-4 i klasy 3-4.

Powyższy podział obowiązuje w Międzynarodowym Programie Wpływu Zanieczyszczeń na Lasy – ICP Forests (Manual..., 2010).

Wyniki szacowania defoliacji i odbarwień zestawiono także w równych przedziałach 10-procentowych, dzieląc cały zakres zmienności od 0 do 100% na 10 przedziałów. Ponadto wyznaczono klasy uszkodzeń drzewostanów przyjmując, że 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

gdzie:

0 – klasa bez uszkodzeń
1 – klasa ostrzegawcza
2 – klasa lekkich i średnich uszkodzeń
3 – klasa dużych uszkodzeń
4 – drzewa martwe

Obserwacje drzew próbnych obejmują poniższe cechy morfologiczne koron drzew:

- Stanowisko biosocjalne:
 - 1 – drzewa górujące
 - 2 – drzewa panujące
 - 3 – drzewa współpanujące
 - 4 – drzewa opanowane
 - 5 – drzewa przygłuszone.

W roku założenia powierzchni wszystkie drzewa muszą być zaliczone do I-III klasy Krafra. W kolejnych latach niektóre z drzew mogą zmienić swoje stanowisko biosocjalne.

- Defoliacja – podano z dokładnością do 5%,
- Odbarwienie – podano z dokładnością do 5%,
- Pomiar pierśnicy drzew z dokładnością do 1 mm.
- Ocienienie korony:
 - 1 – korona znacząco ocieniona (lub w fizycznym kontakcie) z jednej strony,
 - 2 – korona znacząco ocieniona (lub w fizycznym kontakcie) z dwóch stron,

- 3 – korona znacząco ocieniona (lub w fizycznym kontakcie) z trzech stron,
- 4 – korona znacząco ocieniona z (lub w fizycznym kontakcie) z czterech stron,
- 5 – korona z otwartą przestrzenią rozwoju bez śladów oddziaływania ocienienia,
- 6 – drzewa przygłuszone.
- Widoczność korony:
 - 10 – pełna widoczność korony,
 - 20 – częściowa widoczność korony,
 - 21 – większa część korony widoczna,
 - 22 – mniejsza część korony widoczna,
 - 30 – widoczny zarys korony,
 - 40 – korona niewidoczna.
- Liczba roczników igliwia – podano dominującą liczbę roczników igliwia w środkowej części korony,
- Długość igliwia lub wielkość liści – oceniono dominującą długość igliwia lub wielkość liści w środkowej części korony wyróżniając:
 - 1 – skrócone lub zmniejszone,
 - 2 – normalne,
 - 3 – wydłużone lub powiększone.
- Proporcje przyrostu pędów – oceniono przeważające proporcje przyrostu pędów w górnej części korony:
 - 1 – przyrost pędu głównego większy od przyrostu pędów bocznych,
 - 2 – przyrost pędu głównego równy przyrostowi pędów bocznych,
 - 3 – przyrost pędu głównego mniejszy od przyrostu pędów bocznych.
- Typ przerzedzenia korony:
 - 0 – w przypadku defoliacji poniżej 10%,
 - 1 – peryferyjny,
 - 2 – odśrodkowy,
 - 3 – oddolny,
 - 4 – odgórny,
 - 5 – podwierzchołkowy,
 - 6 – równomierny,
 - 7 – lukowatość,
 - 8 – ulistnienie kępowe.
- Udział martwych gałęzi – oceniono górną połowę korony wyróżniając:
 - 0 – brak martwych gałęzi,
 - 1 – pojedyncze martwe gałęzie (do 10%),
 - 2 – od 11% do 50% martwych gałęzi,
 - 3 – powyżej 50% martwych gałęzi.
- Pędy wtórne, urodzaj nasion, kwitnienie, określa się podając:
 - 0 – nie występuje,

- 1 – występuje,
2 – występuje obficie.

Istotnym elementem oceny drzew próbnych jest opis symptomów uszkodzeń, ich lokalizacja, rozmiar i możliwie dokładne wskazanie przyczyn. Ocenę symptomów uszkodzeń oparto na systemie kodów – zestawienia poniżej. Istnieje możliwość wpisania 3 rodzajów uszkodzeń, odnoszących się do jednego drzewa (kolejność wg znaczenia danego uszkodzenia dla zdrowotności drzewa).

Lista kodów określających lokalizację uszkodzenia:

Miejsce uszkodzenia	Dokładniejsze określenie miejsca występowania uszkodzenia	Kod (2 znaki)	Lokalizacja w obrębie korony	Kod (1 znak)
Liście lub igliwie	Bieżący rocznik igieł	11	Górna cz. korony	1
	Starsze igły	12	Dolna cz. korony	2
	Igły wszystkich roczników	13	Niejednolita	3
	Liście (w tym gatunki zimozielone)	14	Cała korona	4
Gałęzie, pędy, pączki	Pędy tegoroczne	21	Górna cz. korony	1
	Gałęzie o grubości < 2 cm	22	Dolna cz. korony	2
	Gałęzie o grubości 2-10 cm	23		
	Gałęzie o grubości > 10 cm	24		
	Pędy o zróżnicowanej grubości	25	Niejednolita	3
	Pęd wierzchołkowy	26	Cała korona	4
	Pączki	27		
Pień, szyja korzeniowa	Strzała w obrębie korony	31		0
	Pień pomiędzy szyją korz. a koroną	32		
	Korzenie i szyja korz. (<25cm)	33		
	Cała strzała	34		
Martwe drzewo		04		0
Brak uszkodzeń		00		0
Brak oceny		09		0

Lista kodów określających symptomy uszkodzenia:

Uszkodzona część	Symptomy	Kod (2 znaki)	Specyfikacja symptomów	Kod (2 znaki)
Liście lub Igliwie	Liście częściowo lub całkowicie zjedzone/brakujące	01	Dziurawe, częściowo zjedzone, brakujące	31
			Nadgryzienie brzegowe (liście, igły)	32
			Całkowicie zjedzone, brakujące	33
			Szkieletyzacja	34
			Minowane	35
			Przedwczesne opadanie	36
	Przebarwienie liści jasnozielone do żółtego	02	Ogólne	37
	Przebarwienie liści czerwone do brązowego (włączając nekrozy)	03	Plamy	38
			Przebarwienia brzegowe	39
			Przebarwienia taśmowe	40
	Zbrązowienie liści Inne kolory	04	Przejaśnienia	41
			Przebarwienia wierzchołkowe	42
			Częściowe	43
	Mikrofilmia (nienaturalne drobne liście)	05	Wzdłuż naczyń	44
	Inne nienaturalne rozmiary liści	06		00
	Deformacje	07		00
		08	Pofalowane	45
			Zawijanie	46
			Zwijanie	47
			Skęcenie	48
			Zginanie	49
			Gallasówki	50
			Więdnienie	51
	Inne symptomy	09	Inne deformacje	52
	Oznaki występowania owadów	10	Czarny nalot na liściach	00
			Gniazda	53
			Imago, larwy, poczwarki, nimfy, grupy jaj	54
	Oznaki występowania grzybów	11	Imago, larwy, poczwarki, nimfy, grupy jaj	55
			Biały nalot na liściach	56
	Inne oznaki	12	Owocniki na liściach	57
				00
Gałęzie, Pędy, Pączki	Zjedzone, utracone	01		00
	Złamane	13		00
	Martwe/obumierające	14		00
	Zrzucone	15		00
	Nekrozy	16		
	Rany (obdarcie kory, szczeliny)	17	Obdarcie kory	58
			Szczeliny, pęknięcia	59
			Inne rany	60
	Wycieki żywicy (iglaste)	18		00
	Wycieki (liściaste)	19		00
	Zgnilizna	20		00
	Deformacja	08	Więdnienie	51
			Zaginanie, zrzucanie, zakrzywianie	61
			Narośla	62
			Zrakowacenia	63
			Czarcia miotła	64
			Inne deformacje	52
	Inne symptomy	09		00
	Oznaki owadów	10	Otwory, trociny w otworach	65
			Gniazda	54
			Białe kropki, lub nalot	66

			Imago, larwy, nimfy, poczwarka, grupy jaj	55
	Oznaki grzybów	11	Owocniki grzybów	57
	Inne oznaki	12		00
Strzała, Pień	Rany (obdarcia kory, szczeliny	17	Obdarcie kory	58
			Szczeliny, pęknięcia (od mrozu)	59
			Inne rany	60
	Wycieki żywicy (iglaste)	18		00
	Wycieki (liściaste)	19		00
	Zgnilizna	20		00
	Deformacja	08	Narośla	62
			Zrakowacenia	63
			Podłużne grzbiety	00
			Inne deformacje	52
	Pochylone	21		00
	Przewrócone (z korzeniami)	22		00
	Złamane	13		00
	Części nekrotyczne	16		00
	Inne symptomy	09		00
	Oznaki owadów	10	Otworki, trociny w otworach	65
			Białe kropki lub nalot	66
			Imago, larwa, poczwarka, nimfa, grupa jaj	55
			Owocniki grzybów	57
	Oznaki grzybów	11	Pęcherze żółte - pomarańczowe	67
	Inne oznaki	12		00

Lista kodów określających kategorię czynnika sprawczego:

<i>Kategoria czynników sprawczych</i>	<i>Kod</i>
Zwierzyzna	100
Owady	200
Grzyby	300
Czynniki abiotyczne	400
Bezpośrednie działanie człowieka	500
Pożary	600
Zanieczyszczenia powietrza	700
Inne czynniki	800
(Badane ale) Niezidentyfikowane	999

Dwa zera w kodzie czynnika sprawczego zastępuje się kodami z załączonego poniżej katalogu, dokładniej identyfikując (jeżeli to możliwe) dany czynnik.

Lista kodów określających klasę czynnika sprawczego:

<i>Czynnik</i>	<i>Kod</i>	<i>Klasa czynnika</i>	<i>Kod</i>	<i>Uwagi (gatunek)*</i>
ZWIERZYNA	100	Jeleniowate	110	
		Dziki	120	
		Gryzonie	130	
		Ptaki	140	
		Zwierzęta domowe	150	
		Inne kręgowce	190	

* wpisuje się w formularzu nazwę gatunkową w języku łacińskim lub polskim, jeżeli jest możliwe jej poprawne określenie

Czynnik	Kod	Klasa czynnika	Kod	Uwagi (gatunek owada)*
OWADY	200	Liściożerne	210	
		Uszkodzające pień, gałęzie, pędy	220	
		Uszkodzający pączki	230	
		Uszkodzające kwiatostany, owoce	240	
		Owady ssące	250	
		Owady minujące	260	
		Galasówki	270	
		Inne owady	290	

* wpisuje się w formularzu nazwę gatunkową owada w języku łacińskim lub polskim, jeżeli jest możliwe jej poprawne określenie

Czynnik	Kod	Klasa czynnika	Kod	Uwagi (gatunek grzyba)*
GRZYBY	300	Osutki i rdze	301	
		Rdze pędów i pni	302	
		Wędnięcie	303	
		Rozkład i zgnilizna korzeni	304	
		Plamistość liści	305	
		Antraknozy	306	
		Mączniaki	307	
		Wędnięcie naczyniowe	308	
		Zamieranie i rakowacenie	309	
		Deformacje	310	
		Inne grzyby	390	

* wpisuje się w formularzu nazwę gatunkową grzyba w języku łacińskim lub polskim, jeżeli jest możliwe jej poprawne określenie

Czynnik	Kod	Klasa czynnika	Kod	Typ czynnika	Kod
ABIOTYCZNE	400	Czynniki chemiczne	410	Zakłócenia pokarmowe - deficyt biogenów	411
		Czynniki fizyczne	420	Lawiny	421
				Susza	422
				Zalewy	423
				Mróz	424
				Szron, sadź	425
				Oparzenia słoneczne	426
				Pioruny	427
				Osunięcia terenu	429
				Śnieg, lód	430
				Wiatry	431
				Uszkodzenia zimowe	432
				Płytki, uboga gleba	433
		Inne czynniki abiotyczne	490		

Czynnik	Kod	Klasa czynnika	Kod	Typ czynnika	Kod
BEZPOŚREDNIE ODDZIAŁYWANIA CZŁOWIEKA	500	Obiekty wbite	510		
		Niewłaściwe techniki sadzenia	520		
		Konserwacja terenu	530		
		Zabiegi hodowlane lub pozyskanie	540	Zranienia	541
				Podkrzesywanie	542
				Pozyskanie żywicy	543
				Zdzieranie kory	544
				Operacje hodowlane	545
		Mechaniczne uszkodzenia przez pojazdy	550		
		Budowa dróg	560		
		Ubicie gleby	570		
		Niewłaściwe użycie środków chemicznych	580	Pestycydy	581
				Sól do odsalania	582
Inne bezpośrednie działanie człowieka	590				
Czynnik			Kod		
Pożary			600		

<i>Czynnik</i>	<i>Kod</i>	<i>Klasa czynnika</i>	<i>Kod</i>
ZANIECZY- SZCZENIA POWIETRZA	700	SO ₂	701
		H ₂ S	702
		O ₃	703
		PAN	704
		F	705
		HF	706
		Inne	790

<i>Czynnik</i>	<i>Kod</i>	<i>Klasa czynnika</i>	<i>Kod</i>	<i>Uwagi (gatunek)*</i>
I N N E	800	Parazyty, Epifity	810	
		Bakterie	820	
		Wirusy	830	
		Nicienie	840	
		Konkurencja	850	
		Mutacje	860	
		Inne (znane przyczyny ale nie wskazane na liście)	890	

* wpisuje się w formularzu nazwę gatunkową w języku łacińskim lub polskim, jeżeli jest możliwe jej poprawne określenie

Lista kodów określających rozmiar uszkodzenia:

<i>Klasa</i>	<i>Opis</i>	<i>Kod</i>
0 %	Brak	0
1 – 10 %	Nieznaczne	1
11 – 20 %	Słabe	2
21 – 40 %	Umiarkowane	3
41 – 60 %	Silne	4
61 – 80 %	Bardzo silne	5
81 – 99 %	Ekstremalne	6
100 %	Martwe drzewo	7

Prace terenowe na powierzchniach wykonywali przeszkoleni taksatorzy z Instytutu Badawczego Leśnictwa. Zastosowano nowoczesną technologię wykorzystującą GPS do lokalizacji powierzchni, dalmierze laserowe do odnajdowania drzew próbnych, współpracujące z rejestratorami zawierającymi dane identyfikujące położenie drzew próbnych. Rejestratory wykorzystywano również do zapisu danych obserwacyjnych i pomiarowych. Oprogramowanie rejestratora zawierało pakiety w postaci uproszczonego klucza do oznaczania symptomów i przyczyn uszkodzeń drzew oraz zdjęcia koron najczęściej występujących gatunków drzew o różnym poziomie defoliacji.

Pracami terenowymi oraz wstępnym opracowaniem wyników dotyczących oceny symptomów i przyczyn uszkodzeń drzew próbnych na stałych powierzchniach obserwacyjnych kierowali mgr inż. Sławomir Ślusarski z Zakładu Ochrony Lasu IBL oraz dr inż. Paweł Lech z Zakładu Zarządzania Zasobami Leśnymi IBL.

Na 5% powierzchni kontrolna grupa obserwatorów przeprowadziła powtórnie pełen zakres pomiarów i obserwacji, a zebrane wyniki posłużyły do porównania zgodności szacunków defoliacji i innych parametrów oceny drzew wykonanych przez taksatorów oraz przez grupę kontrolną. Odnotowane różnice w ocenie defoliacji polegały zarówno na zawyżaniu, jak i zaniżaniu jej poziomu w porównaniu do oceny grupy kontrolnej, niwelując się i nie wpływając istotnie na wyniki odnoszące się do poziomu kraju.

2.2. Monitoring parametrów meteorologicznych i chemizmu środowiska leśnego

Monitoring meteorologiczny realizowany w pobliżu 12 SPO MI (monitoringu intensywnego) obejmował pomiary następujących parametrów: temperatura powietrza [°C] na wysokości 2 m i 0,5 m oraz przy gruncie (na wysokości 5 cm), temperatura gleby [°C] na głębokości 5 cm, 10 cm, 20 cm i 50 cm, wilgotność względna powietrza [%] na wysokości 2 m, wilgotność gleby [dm^3/m^3], promieniowanie [W/m^2] (całkowite i UVB), prędkość wiatru [m/s], kierunek wiatru [°], oraz opad atmosferyczny [mm]. Pomiary były wykonywane przez automatyczne stacje meteorologiczne w cyklu ciągłym.

W 2016 roku na 12 SPO MI kontynuowano pomiary depozytu całkowitego, jakości powietrza (SO_2 , NO_2 metodą pasywną), opadów podkoronowych, a w drzewostanach bukowych spływu po pniu oraz roztworów glebowych.

Na każdej z 12 SPO MI zlokalizowano punkty pomiarowe, na których wykonuje się pomiary depozytu jonów zawartych w opadzie atmosferycznym oraz zanieczyszczeń gazowych. Punkty pomiarowe zlokalizowane są na terenach leśnych, w miejscach oddalonych od ściany lasu o co najmniej 50 m. Maksymalna odległość punktu od

powierzchni do której punkt jest przypisany, w zasadzie nie przekracza 6 km. Wyposażenie punktów składa się z oprzyrządowania do gromadzenia prób opadów atmosferycznych i adsorpcji gazów z powietrza. Oprzyrządowanie punktu pomiarowego znajduje się na wysokości ok. 3 m nad powierzchnią gruntu.

Opad atmosferyczny w okresie zimowym zbierany jest do otwartych pojemników plastikowych o pojemności 10 litrów i średnicy 25 cm. W okresie letnim eksponowane są kolektory plastikowe 3-litrowe, wyposażone w lejek i sitko o średnicy 15 cm. Kolektory są umieszczone w obudowie styropianowej stanowiącej ochronę przed wysoką temperaturą i światłem. Ze względu na zróżnicowane warunki klimatyczne okres eksponowania oprzyrządowania letniego w poszczególnych krainach przyrodniczo-leśnych jest różny. W krainach Polski zachodniej i centralnej obejmuje miesiące kwiecień – listopad, a w krainach Polski północno-wschodniej i południowej miesiące: maj – październik. Zarówno w okresie zimowym, jak i letnim kolektory wymieniane są co miesiąc.

Okres ekspozycji próbników służących do oznaczania stężeń zanieczyszczeń gazowych wynosi 30 ± 2 dni. Próbniki wymieniane są w ostatnim lub w pierwszym dniu każdego miesiąca, następnie po zabezpieczeniu możliwie najszybciej dostarczane do laboratorium analitycznego. Wymiany próbników dokonują osoby przeszkolone.

Laboratorium Chemii Środowiska Przyrodniczego IBL przygotowuje próbniki do ekspozycji oraz dokonuje analiz chemicznych próbników zdjętych po ekspozycji.

W programie monitoringu depozytu zanieczyszczeń na stałych powierzchniach obserwacyjnych monitoringu intensywnego (SPO MI) znajdują się następujące pomiary:

Chemizm opadów atmosferycznych:

- koncentracje kationów: Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^{+} , Na^{+} , Al^{3+} , Fe^{2+} , Mn^{2+} , NH_4^{+} [$\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$] – metoda spektrofotometrii atomowej,
- koncentracje anionów: NO_3^{-} , SO_4^{2-} , Cl^{-} , PO_4^{3-} [$\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$] – metoda chromatografii jonowej,
- pH opadów atmosferycznych – pehametr cyfrowy,
- koncentracje metali ciężkich Pb, Cu, Zn, Cd – ICP – metoda absorpcji atomowej w kuwecie grafitowej,

Zanieczyszczenia gazowe:

- koncentracja NO_2 [$\mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$] – metoda pasywna, oznaczenia metodą chromatografii jonowej,
- koncentracja SO_2 [$\mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$] – metoda pasywna, oznaczenia metodą chromatografii jonowej.

Badania opadów podkoronowych i roztworów glebowych prowadzono na ogrodzonej części 12 SPO MI (o wymiarach ok. 30 m x 50 m). Zainstalowano tam pojemniki do zbierania opadów podkoronowych, założono kołnierze do zbierania wód spływających po pniach drzew (na 2 pow. z drzewostanem bukowym) oraz zainstalowano lizymetry ciśnieniowe do pobierania wód glebowych.

Pojemniki do zbierania opadów podkoronowych ustawiono na jednej z przekątnych ogrodzonej części powierzchni, w 25 punktach rozmieszczonych równomiernie, na wysokości 1 m nad terenem. Pojedynczy pojemnik składa się z 5-litrowej polietylenowej butelki oraz z lejka. W okresach, gdy w opadach przeważają opady śniegu, pojemniki te wymieniane są na 6 plastikowych 20-litrowych wiader, wyłożonych torbami foliowymi. Opady podkoronowe zbiera się w okresach miesięcznych.

Na drugiej przekątnej powierzchni badawczej (prostopadłej do przekątnej z pojemnikami na opady podkoronowe), w równych odstępach, w 10 miejscach, zainstalowano po 2 lizymetry – po jednym na głębokości 25 i 50 cm. Razem założono więc 20 lizymetrów: po 10 sztuk na głębokości 25 i 50 cm. Zastosowano lizymetry teflonowe (firmy PRENART), połączone z 1-litrowymi szklanymi butlami za pomocą rurek polietylenowych. Butle gromadzące wody z lizymetrów zamknięto w koszach z tworzywa, zakopanych równo z powierzchnią gleby (10 koszy po 2 butle). W butlach, raz w miesiącu (przed upływem połowy i pod koniec każdego miesiąca), co najmniej na pięć dób wykonuje się podciśnienie o wartości ok. 700 mbar (ok. 0,7 atm). Roztwory glebowe w lizymetrach zbiera się w okresach miesięcznych.

Pobór próbek spływu po pniu prowadzono na dwóch SPO MI z drzewostanem bukowym (w nadleśnictwach Gdańsk i Bircza) w okresie bezmroźnym: od marca do końca listopada w Gdańsku i od kwietnia do końca października w Birczy. Próbkę pobierano w tych samych terminach, co opady podkoronowe. Na każdej powierzchni opad spływający po pniach był indywidualnie odprowadzany z sześciu drzew, reprezentujących sześć równolicznych klas pierśnic. Na mniejszych drzewach, o pierśnicach poniżej 20 cm, ilość spływającego opadu wyznaczano na podstawie objętości wody zgromadzonej w połączonych szeregowo lub pojedynczych pojemnikach o pojemności nominalnej 90 dm³. Na pozostałych drzewach objętość spływu po pniu mierzono automatycznie z elektroniczną rejestracją wyników. Na podstawie objętości spływającej wody oraz pierśnicowego pola przekroju próbkowanych drzew i pierśnicowego pola przekroju drzewostanu na badanej powierzchni, z uwzględnieniem pola powierzchni SPO MI, wnioskowano o wielkości odprowadzonego po pniach opadu w mm.

Po przewiezieniu pojemników z opadami podkoronowymi, opadami spływającymi po pniu oraz butli z wodami glebowymi do laboratorium, na wstępie określa się ilość wody, jej przewodność elektrolityczną oraz odczyn, a następnie przekazuje się próby do szczegółowych analiz chemicznych. W próbkach każdej z wód wykonuje się następujące oznaczenia:

- metodą chromatografii jonowej: chlorki Cl^- , azotany NO_3 , ortofosforany PO_4^{3-} oraz siarczany SO_4^{2-} , jony amonowe NH_4^+ ,
- metodą ICP: Ca, Mg, Na, K, Fe, Al, Mn, Zn, Cu, Cd i Pb.

Nadzór nad prawidłowym funkcjonowaniem sieci powierzchni i punktów pomiarowych, zabezpieczenie oprzyrządowania dla zapewnienia ciągłości obserwacji, gromadzenie w bazie i przetwarzanie danych uzyskanych na SPO I i II rzędu oraz na powierzchniach monitoringu intensywnego należy do zadań Zakładu Zarządzania Zasobami Leśnymi IBL.

Mapy prezentowane w sprawozdaniu wykonał mgr Robert Hildebrand z Zakładu Zarządzania Zasobami Leśnymi. Prezentacja kartograficzna rozkładu poziomu defoliacji jest wykonywana metodą krigingu.

CZĘŚĆ II MONITORING LASÓW NA STAŁYCH POWIERZCHNIACH OBSERWACYJNYCH I RZĘDU

Struktura SPO I rzędu w układzie gatunków, form własności i podziałów przyrodniczych oraz administracyjnych

W 2016 roku przeprowadzono obserwacje na 2001 SPO I rzędu, oceniając łącznie 40 020 drzew próbnych (Rys. 1-2). Większość powierzchni znajduje się w lasach będących w zarządzie Lasów Państwowych (1404 pow.) oraz w lasach będących własnością osób fizycznych (505 pow.). Powierzchnie założone w lasach parków narodowych² (33 pow.), gminnych (25 pow.) i innych skarbu państwa (20 pow.), reprezentowane są mniej licznie. W pozostałych kategoriach własności znajduje się po kilka powierzchni (Tab. 1).

Liczba powierzchni w lasach wszystkich form własności zawiera się w przedziale: 1) w układzie krain przyrodniczo-leśnych od 43 w Krainie Sudeckiej do 407 w Krainie Wielkopolsko-Pomorskiej, 2) w układzie RDLP od 64 w RDLP Piła do 178 w RDLP Białystok, 3) w układzie województw od 39 w województwie opolskim do 205 w województwie mazowieckim (Tab. 1-3).

Liczba powierzchni w lasach będących w zarządzie Lasów Państwowych waha się: 1) od 34 w Krainie Sudeckiej do 348 w Krainie Wielkopolsko-Pomorskiej, 2) od 32 w RDLP Warszawa do 128 w RDLP Szczecin, 3) od 32 w województwie opolskim do 160 w województwie zachodniopomorskim (Tab. 1-3).

Lasy będące własnością osób fizycznych reprezentowane są we wszystkich krainach przyrodniczo-leśnych (od 4 powierzchni w Krainie Sudeckiej do 162 w Krainie Mazowiecko-Podlaskiej), w 16 RDLP (od 3 powierzchni w RDLP Piła do 68 w RDLP Lublin, brak powierzchni tej kategorii własności w RDLP Zielona Góra) oraz w 15 województwach (od 3 powierzchni w woj. zachodniopomorskim do 118 w woj. mazowieckim, brak powierzchni tej kategorii własności w woj. lubuskim), (Tab. 1-3).

2 Na potrzeby opracowań Monitoringu Lasów utworzono grupę powierzchni zlokalizowanych w lasach parków narodowych, na którą składają się powierzchnie “w zarządzie parków narodowych” (17 pow.) oraz powierzchnie położone w granicach parków narodowych mające inną formę własności (16 pow.): 12 pow. – “inne Skarbu Państwa”, 2 pow. – “wspólnot gruntowych” i 2 pow. – “osób fizycznych”.

W lasach parków narodowych powierzchnie monitoringowe zlokalizowane są 7 krainach przyrodniczo-leśnych (od 1 powierzchni w Krainie Sudeckiej do 12 w Krainie Karpackiej, brak powierzchni tej kategorii w Krainie Śląskiej) oraz w 10 województwach (od 1 powierzchni w woj. dolnośląskim, lubuskim i świętokrzyskim do 7 w woj. podkarpackim i podlaskim, brak powierzchni tej kategorii w województwach: kujawsko-pomorskim, łódzkim, opolskim, pomorskim, śląskim i warmińsko-mazurskim) (Tab. 2-3).

Liczbę powierzchni: 1) w lasach wszystkich form własności oraz 2) będących w zarządzie Lasów Państwowych, według gatunku panującego w drzewostanie zamieszczono w tabeli 4. Wynoszą one odpowiednio: dla powierzchni z dominacją sosny – 1224 i 891, świerka – 84 i 59, jodły – 47 i 31, innych iglastych – 18 i 14, buka – 74 i 59, dębu – 135 i 107, brzozy – 180 i 112, olszy – 134 i 77 oraz innych liściastych – 105 i 54.

Wśród powierzchni w zarządzie Lasów Państwowych powierzchnie iglaste z dominacją sosny występują we wszystkich RDLP, z dominacją świerka – w dziesięciu RDLP, jodły – tylko w pięciu RDLP, ‘innych iglastych’ – w siedmiu RDLP. Powierzchnie liściaste z dominacją buka występują w dwunastu RDLP, dębu – w szesnastu RDLP, brzozy – we wszystkich RDLP, olszy – w szesnastu RDLP oraz ‘innych liściastych’ – w czternastu RDLP (Tab. 5).

Liczebności powierzchni wg gatunków drzew dominujących w drzewostanie w układzie krain przyrodniczo-leśnych oraz w układzie województw przedstawiono w tabelach 6 i 7. Powierzchnie sosnowe są reprezentowane we wszystkich krainach i we wszystkich województwach. Powierzchnie świerkowe występują we wszystkich krainach i w dziesięciu województwach. Powierzchnie jodłowe występują w dwóch krainach i w pięciu województwach. Powierzchnie, na których dominuje gatunek z kategorii ‘inne iglaste’ występują w pięciu krainach i w dziesięciu województwach. Powierzchnie bukowe występują siedmiu krainach oraz w trzynastu województwach. Powierzchnie dębowe, brzozowe, olszowe i z gatunkiem panującym z kategorii ‘inne liściaste’ znajdują się we wszystkich krainach. Powierzchnie dębowe, brzozowe i olszowe występują również we wszystkich województwach, a w kategorii ‘inne liściaste’ - w czternastu województwach.

Liczebności powierzchni wg gatunków drzew dominujących w drzewostanie w układzie parków narodowych prezentuje tabela 8. Wśród powierzchni iglastych: sosnowe znajdują się w ośmiu parkach, świerkowe – w czterech parkach, jodłowe – w trzech parkach, z gatunkiem panującym z kategorii ‘inne iglaste’ – tylko w jednym parku. Wśród powierzchni liściastych: bukowe występują w trzech parkach, brzozowe – w dwóch

parkach, olszowe – w trzech parkach oraz z gatunkiem panującym z kategorii ‘inne liściaste’ – tylko w jednym parku, brak powierzchni dębowych.

3. OCENA POZIOMU USZKODZENIA MONITOROWANYCH GATUNKÓW DRZEW W 2016 ROKU – JADWIGA MAŁACHOWSKA

Parametrami oceny poziomu uszkodzenia gatunków drzew są następujące charakterystyki: procentowy udział drzew zdrowych (klasa 0, defoliacja 0-10%), procentowy udział drzew uszkodzonych (klasy 2 do 4, defoliacja > 25% i drzewa martwe) oraz średnia defoliacja. Klasa ostrzegawcza (klasa 1, drzewa lekko uszkodzone, od 11% do 25% defoliacji), rozumiana domyślnie jako dopełnienie dające w sumie 100% drzew (po zsumowaniu klas 0, 1 i 2 do 4), w większości przypadków nie jest omawiana.

Wartości określane jako najmniejsze, małe, mniejsze, średnie, większe, duże, największe (lub najniższe, niskie, niższe, średnie, wyższe, wysokie, najwyższe) odnoszą się do zakresu wartości w obrębie omawianego gatunku lub grupy gatunków.

W podrozdziale 2.1 przedstawiono schemat tworzenia klas uszkodzeń, które są kombinacją klas defoliacji oraz klas odbarwienia. Udziały drzew w utworzonych w ten sposób klasach uszkodzeń nie wykazują większych różnic w porównaniu z klasami defoliacji, gdyż stosunkowo rzadko notuje się odbarwienia koron (Tab. 9, 10 i 11). W związku z tym, podstawą przedstawionej poniżej analizy poziomu uszkodzenia drzew są klasy defoliacji oraz średnia defoliacja, a kwestię odbarwienia koron pominięto.

3.1. Zróznicowanie uszkodzenia drzew według gatunków ogółem w kraju

Średnia defoliacja wszystkich gatunków razem wynosiła 22,7%, iglastych razem – 22,4%, a liściastych razem – 23,2% (Tab. 16). Udział drzew zdrowych (do 10% defoliacji) gatunków razem wynosił 8,3%, a udział drzew uszkodzonych (powyżej 25% defoliacji) – 19,5%. Gatunki liściaste charakteryzowały się wyższym udziałem drzew zdrowych (11,2%) oraz wyższym udziałem drzew uszkodzonych (24,0%) niż gatunki iglaste (odpowiednio: 6,7% i 17,1%). Udział drzew w klasie ostrzegawczej (drzewa lekko uszkodzone, od 11% do 25% defoliacji) wynosił: gatunków razem – 72,2%, gatunków iglastych – 76,3%, a gatunków liściastych – 64,8% (Tab. 9).

Na podstawie średniej defoliacji za gatunek o najwyższej zdrowotności uznano buk (śr.def.=17,8%). Średnią wartość tego parametru zanotowano u olszy (20,9%) i jodły (21,1%), podwyższoną dla kategorii ‘inne iglaste’ (21,8%), u sosny (22,3%) oraz dla

kategorii ‘inne liściaste’ (22,5%). Wysoką średnią defoliacją charakteryzował się świerk (24,2%), najwyższą – brzoza (25,3%) i dąb (25,7%) – Tab. 16.

Podobną kolejność monitorowanych gatunków drzew uzyskano porównując udział drzew uszkodzonych (powyżej 25% defoliacji). Najniższym udziałem drzew uszkodzonych charakteryzował się buk (8,8%), niskim – olsza (13,6%) i kategoria ‘inne iglaste’ (14,6%). Średni udział drzew uszkodzonych zanotowano u sosny (16,4%) i jodły (17,5%), podwyższony – w kategorii ‘inne liściaste’ (21,7%) i u świerka (25,7%), wysoki – u brzozy (30,7%), najwyższy – u dębu (33,2%). – Tab. 9 i Rys. 6.

Nieco inną kolejność pod względem zdrowotności monitorowanych gatunków drzew uzyskano porównując udział drzew zdrowych (do 10% defoliacji). Najwyższy udział drzew w tej klasie odnotowano u buka (24,3%), średni w kategorii ‘inne liściaste’ (18,7%), u jodły (16,3%) i u olszy (13,0%), niski - u świerka (9,2%), w kategorii ‘inne iglaste’ (9,0%), u brzozy (6,3%) i sosny (6,0%), najniższy – u dębu (3,4%). – Tab. 9 i Rys. 6.

Kolejność gatunków od najzdrowszych do najbardziej uszkodzonych (ustalona na podstawie analizy trzech parametrów określających zdrowotność: średniej defoliacji, udziału drzew zdrowych i udziału drzew uszkodzonych) jest następująca: buk < olsza, jodła < inne liściaste < inne iglaste < sosna < świerk < brzoza < dąb.

W celu określenia istotności różnic defoliacji poszczególnych gatunków drzew wykonano analizę wariancji na zbiorze wartości defoliacji siedmiu grup głównych gatunków lasotwórczych³. Dla wzmocnienia mocy testów zbiór danych pomniejszono o wartości odstające (wartości defoliacji powyżej 40%, stanowiące około 5% wszystkich danych). Analiza wykazała występowanie istotnej różnicy w defoliacji pomiędzy analizowanymi gatunkami drzew ($F(6)=301,20$; $p<0,001$; $\eta^2=0,05$). Siła związku mierzona parametrem η^2 okazała się być słaba, to znaczy, że przynależność do gatunku drzewa w małym stopniu tłumaczyła wariancję defoliacji występującą w całym zbiorze analizowanych drzew.

Rysunek 18 prezentuje uśrednione wartości defoliacji analizowanych gatunków, zaś tabela 19 – wyniki porównań tych średnich między sobą. Wszystkie różnice defoliacji pomiędzy gatunkami drzew były istotne statystycznie, jedynym wyjątkiem była para gatunków jodła i olsza, pomiędzy którymi różnica w defoliacji była nieistotna

³ Zamieszczone w Rozdziałach 3 i 4 analizy statystyczne wykonała firma Metodolog.pl

statystycznie. Silny efekt różnicy ($d \approx 0,80$) wystąpił pomiędzy: dębem a bukiem, dębem a olszą, brzozą a bukiem.

Porównano udziały drzew w 10% przedziałach defoliacji w układzie gatunków. (Rys. 3-5). Dla większości gatunków, niezależnie od wieku drzew, najwięcej drzew zaobserwowano w przedziale defoliacji 11-20%. Wyjątek stanowił dąb. Wśród starszych dębów najwyższy udział (42,2% drzew) odnotowano w przedziale defoliacji od 21-30% (Rys. 5). Udział drzew w przedziale 11-20% defoliacji ogółem wynosił od 39% (dąb) do 59% (olsza), wśród drzew młodszych – od 46% (brzoza) do 60% (buk), wśród drzew starszych – od 35% (dąb) do 62% (olsza). Mniej liczne były przedziały 0-10% defoliacji i 21-30% defoliacji. Udział drzew w przedziale 0-10% defoliacji ogółem wynosił od 3% (dąb) do 24% (buk), wśród drzew młodszych – od 6% (sosna) do 27% (buk), wśród drzew starszych – od 2% (dąb) do 23% (buk). Udział drzew w przedziale 21-30% defoliacji ogółem wynosił od 15% (buk) do 39% (dąb), wśród drzew młodszych – od 8% (buk) do 34% (dąb), wśród drzew starszych – od 17% (buk) do 42% (dąb). Udział drzew z wartością defoliacji zawierającą się w przedziale 31-40% u większości gatunków wynosił od 3% do 13% drzew, a udziały drzew w pozostałych dziesięcioprocentowych przedziałach defoliacji były niewielkie, wynosiły od 0% do 3% drzew.

3.2. Zróżnicowanie uszkodzenia drzew według gatunków w zależności od formy własności lasu

Porównanie poziomu zdrowotności monitorowanych gatunków drzew (wiek powyżej 20 lat) wykonano w układzie czterech form własności: lasy w zarządzie Lasów Państwowych, lasy będące własnością osób fizycznych, lasy w parkach narodowych oraz lasy innych form własności razem – Tab. 12-16, Rys. 9, 12.

Kategoria ‘inne iglaste’ w lasach będących własnością osób fizycznych, dąb i gatunki z kategorii ‘inne iglaste’ i ‘inne liściaste’ w parkach narodowych oraz jodła w lasach ‘innych własności razem’ ze względu na małą liczebność próby (poniżej 30 drzew) zostały pominięte w przedstawionym poniżej omówieniu wyników.

Dla gatunków razem największe uszkodzenia drzew występowały w lasach parków narodowych. Zarejestrowano tam najmniej (5,5%) drzew zdrowych, najwięcej drzew uszkodzonych (28,5%), najwyższa była też średnia defoliacja (25,6%) w porównaniu do sytuacji w lasach pozostałych form własności. Przeciętnie wyższy poziom defoliacji drzew w lasach parków narodowych, w porównaniu z lasami innymi form własności, związany

jest z tym, że w tych lasach nie prowadzi się działalności gospodarczej, polegającej na wykonywaniu trzebieży i cięć sanitarnych, podczas których usuwa się drzewa uszkodzone i o obniżonej zdrowotności.

Najmniej uszkodzone były drzewa w Lasach Państwowych. Było tam 8,0% drzew zdrowych, najmniej drzew uszkodzonych (18,0%), średnia defoliacja była również najniższa (22,3%).

Uszkodzenie sosny w parkach narodowych i w lasach będących własnością osób fizycznych nie wykazywało znaczących różnic, było natomiast wyższe niż w lasach dwóch pozostałych kategorii własności. Średnia defoliacja drzew w lasach czterech analizowanych kategorii własności wynosiła: 21,7% (LP), 22,3% (inne), 24,1% (osób fizycznych) i 24,2% (parki).

Największe uszkodzenie świerka zarejestrowano w lasach parków narodowych. Nie odnotowano tam drzew zdrowych, udział drzew uszkodzonych – 37,3% (pozostałe drzewa zaliczone zostały do klasy ostrzegawczej), a średnia defoliacja – 31,3%. Duże uszkodzenia występowały w lasach będących własnością osób fizycznych (7,4% drzew zdrowych, 35,6% drzew uszkodzonych, średnia defoliacja równa 27,5%). Niższe uszkodzenia występowały w Lasach Państwowych oraz w lasach ‘innych własności razem’.

Najbardziej uszkodzone jodły obserwowano w lasach parków narodowych. Drzewa zdrowe w parkach nie występowały, udział drzew uszkodzonych wynosił 44,4% (pozostałe drzewa zaliczone zostały do klasy ostrzegawczej), a średnia defoliacja – 27,3%. Znacznie mniej uszkodzone były jodły w Lasach Państwowych, najmniej w lasach będących własnością osób fizycznych (odpowiednio: 14,5% i 26,0% drzew zdrowych, 18,6% i 10,0% drzew uszkodzonych, 21,9% i 17,7% wynosiła średnia defoliacja).

Drzewa kategorii ‘inne iglaste’ okazały się zdrowsze w lasach ‘innych własności razem’, niż w Lasach Państwowych. Udział drzew zdrowych wynosił odpowiednio: 26,2% i 7,9%, udział drzew uszkodzonych: 9,5% i 14,1%, średnia defoliacja: 19,0% i 21,4%.

Największe uszkodzenie buków występowało w lasach parków narodowych, zanotowano tam najmniej drzew zdrowych (18,5%), najwięcej drzew uszkodzonych (16,9%) oraz najwyższą średnią defoliację (20,2%). Niższe uszkodzenie zanotowano w lasach pozostałych trzech kategorii własności. Lasy będące własnością osób fizycznych charakteryzowały się wysokim udziałem drzew zdrowych (30,7%), ale również podwyższonym udziałem drzew uszkodzonych (13,1%) w porównaniu z Lasami Państwowymi oraz lasami ‘innych własności razem’.

Najbardziej uszkodzone dęby obserwowano w lasach 'innych własności razem' (0,7% drzew zdrowych, 68,7% drzew uszkodzonych, $\text{śr. def.} = 34,1\%$). Dęby w Lasach Państwowych i w lasach będących własnością osób fizycznych były mniej uszkodzone (odpowiednio: 3,2% i 5,3% drzew zdrowych, 32,6% i 26,7% drzew uszkodzonych, 25,4% i 24,7% średniej defoliacji). Wyniki z parków narodowych pominięto.

Największe uszkodzenie brzoź występowało w lasach parków narodowych (brak drzew zdrowych, 45,7% drzew uszkodzonych, $\text{śr. def.} = 31,1\%$). Wysokie uszkodzenie zanotowano wśród brzoź w lasach 'innych własności razem' (2,6% drzew zdrowych, 39,3% drzew uszkodzonych, $\text{śr. def.} = 27,4\%$). W lasach pozostałych dwóch własności uszkodzenie brzoź było niższe i nie różniące się między sobą (6,5% drzew zdrowych, 30% drzew uszkodzonych, średnia defoliacja około 25%).

Największe uszkodzenie olszy zanotowano w lasach parków narodowych (3,3% drzew zdrowych, 29,5% drzew uszkodzonych, $\text{śr. def.} = 24,5\%$). Średnio uszkodzona była olsza w Lasach Państwowych i w lasach będących własnością osób fizycznych (9,7% i 18,8% drzew zdrowych, 15,5% i 10,2% drzew uszkodzonych, średnia defoliacja równa 21,7% i 19,6%). Najniższe uszkodzenia obserwowano w lasach 'innych własności razem' (19,0% drzew zdrowych, 1,7% drzew uszkodzonych, $\text{śr. def.} = 15,4\%$).

Uszkodzenie drzew kategorii 'inne liściaste' nie wykazywało znacznego zróżnicowania w zależności od formy własności lasów. Udział drzew zdrowych zawierał się w przedziale od 18,4% do 19,0%, udział drzew uszkodzonych – w przedziale od 20,6% do 24,1%, a średnia defoliacja – w przedziale od 22,0% do 22,7%.

Analiza statystyczna różnic w defoliacji pomiędzy gatunkami drzew w podziale na formy własności

Zanim przystąpiono do analizy, wykluczono te podgrupy gatunków drzew w podziale na formy własności, których liczebność była mniejsza od $n=30$: jodłę dla formy własności 'inne razem' oraz dąb w lasach parków narodowych. Analizę wykonano na zbiorze wartości pomniejszonym o wartości odstające (wartości defoliacji powyżej 40%, stanowiące około 5% wszystkich danych).

Analiza wykazała, że średnia defoliacja każdego gatunku była istotnie różnicowana przez podział na formy własności. Wartość współczynnika „ η^2 ” jednak wskazuje, że w zależności od gatunku, formy własności z różną siłą różnicowały poziom defoliacji. Im wyższa wartość „ η^2 ” tym większy procent zmienności defoliacji danego gatunku, jest tłumaczony przynależnością do danej formy własności - tabela 18, tabela 20, rysunek 18.

Uszkodzenia drzew (gatunki razem) wg form własności w układzie krain przyrodniczo-leśnych

Udziały drzew zaliczonych do poszczególnych klas defoliacji dla gatunków razem w układzie krain przyrodniczo leśnych i form własności zamieszczono w tabeli 23 i na rysunku 23. Wartości określone jako najmniejsze, największe lub średnie (uszkodzenie najwyższe, najniższe, średnie) odnoszą się do zakresu wartości w obrębie o krainy.

W Krainie Bałtyckiej najbardziej uszkodzone były drzewa w lasach będących własnością osób fizycznych: udział drzew zdrowych (6,5%) był najniższy, a udział drzew uszkodzonych (15,4%) i średnia defoliacja (22,7%) były najwyższe w porównaniu z lasami pozostałych własności w tej krainie. W lasach pozostałych form własności nie było znaczących różnic w kondycji zdrowotnej drzew: udział drzew zdrowych zawierał się w przedziale od 8,3% do 11,0%, udział drzew uszkodzonych – w przedziale od 10,0% do 12,5%, a średnia defoliacja – od 19,3% do 20,6%.

W Krainie Mazursko-Podlaskiej najbardziej uszkodzone były drzewa w lasach parków narodowych (Białowiecki PN, Wigierski PN, Biebrzański PN) (1,4% drzew zdrowych, 32,9% drzew uszkodzonych, śr. def. = 27,8%). Najmniej uszkodzone były drzewa w lasach 'innych własności razem' (32,5% drzew zdrowych, 7,5% drzew uszkodzonych, śr. def. = 15,4%). Pośrednią pozycję pod względem uszkodzenia zajmowały drzewa w lasach będących własnością osób fizycznych oraz w Lasach Państwowych (odpowiednio: 11,1% i 7,4% drzew zdrowych, 19,6% i 18,7% drzew uszkodzonych, 22,5% i 23,0% średniej defoliacji).

W Krainie Wielkopolsko-Pomorskiej najbardziej uszkodzone były drzewa w lasach parku narodowego (Wielkopolski PN) (brak drzew zdrowych, 22,5% drzew uszkodzonych, najwyższa średnia defoliacja – 25,6%). Najmniej uszkodzone były drzewa w lasach Lasów Państwowych (4,9% drzew zdrowych, najniższy udział drzew uszkodzonych – 15,6%, najniższa średnia defoliacja – 22,1%). Pośrednią pozycję pod względem uszkodzenia zajmowały drzewa w lasach będących własnością osób fizycznych oraz w lasach 'innych własności razem' (odpowiednio: 2,7% i 10,6% drzew zdrowych, 19,0% i 25,0% drzew uszkodzonych, 24,0% i 24,1% średniej defoliacji).

W Krainie Mazowiecko-Podlaskiej drzewa w lasach będących własnością osób fizycznych oraz w Lasach Państwowych charakteryzowały się lepszą kondycją w porównaniu z drzewami w lasach kategorii 'inne własności razem' oraz w parkach narodowych (Kampinoski PN i Poleski PN). W lasach dwu pierwszych kategorii własności udział drzew zdrowych był wyższy, a udział drzew uszkodzonych oraz średnia defoliacja –

niższe, w porównaniu z dwiema pozostałymi kategoriami własności. Udziały drzew zdrowych wynosiły odpowiednio: 7,3%, 5,8%, 3,0% i 1,0%, udziały drzew uszkodzonych: 21,7%, 22,7%, 26,0% i 38,0%, średnia defoliacja wynosiła: 23,5%, 23,7%, 26,9% i 26,9%.

W Krainie Śląskiej najzdrowsze okazały się drzewa w Lasach Państwowych (3,0% drzew zdrowych, 22,5% drzew uszkodzonych, $\text{śr. def.} = 23,9\%$). Gorszą kondycję drzew zanotowano w lasach będących własnością osób fizycznych oraz lasach kategorii 'inne własności razem', odpowiednio: 2,8% i 5,6% drzew zdrowych, 27,2% i 41,9% drzew uszkodzonych oraz średnia defoliacja równa 26,3% i 26,7%. Powierzchnie w lasach parków narodowych w tej krainie nie występują.

W Krainie Małopolskiej uszkodzenie drzew było najniższe w lasach parków narodowych (Ojcowski PN, Roztoczański PN, Świętokrzyski PN): 15,0% drzew zdrowych, 20,0% drzew uszkodzonych oraz średnia defoliacja równa 21,9%. W lasach pozostałych form własności kondycja drzew utrzymywała się na zbliżonym poziomie. Udział drzew zdrowych zawierał się w przedziale od 9,4% do 11,6%, udział drzew uszkodzonych – w przedziale od 24,5% do 27,2%, a średnia defoliacja – od 21,9% do 23,7%.

W Krainie Sudeckiej kategorię własności 'parki narodowe' (Gór Stołowych PN) pominięto w analizie ze względu na zbyt małą liczbę ocenionych drzew. Drzewa w lasach będących własnością osób fizycznych charakteryzowały się gorszą kondycją niż drzewa w lasach dwu pozostałych form własności (Lasy Państwowe oraz 'inne własności razem'), które z kolei nie wykazywały znaczących różnic między sobą. Udziały drzew zdrowych wynosiły odpowiednio: 5,0%, 7,5% i 9,5%, udziały drzew uszkodzonych: 37,5%, 23,2% i 27,4%, a średnia defoliacja: 25,1%, 23,9% i 23,7%.

W Krainie Karpackiej najbardziej uszkodzone były drzewa w lasach parków narodowych (Babiogórskim PN, Bieszczadzkim PN, Gorczańskim PN, Magurskim PN, Tatrzańskim PN): udział drzew zdrowych (7,9%) był najniższy, a udział drzew uszkodzonych (30,8%) i średnia defoliacja (26,5%) były najwyższe w porównaniu z lasami pozostałych własności w tej krainie. W lasach pozostałych form własności nie było znaczących różnic w kondycji zdrowotnej drzew: udział drzew zdrowych zawierał się w przedziale od 14,3% do 16,8%, udział drzew uszkodzonych – w przedziale od 16,4% do 19,4%, a średnia defoliacja – od 20,8% do 22,2%.

3.3. Zróżnicowanie uszkodzenia drzew według gatunków w zależności od wieku

Analizowane parametry oceny poziomu zdrowotności monitorowanych gatunków pogrupowane zostały w trzy kategorie wieku: powyżej 20 lat, do 60 lat i powyżej 60 lat. Porównano kondycję zdrowotną (wyrażoną poziomem defoliacji) drzew młodszych (do 60 lat) i starszych (powyżej 60 lat) na tle stanu drzew w całym zakresie wiekowym (powyżej 20 lat).

Udział drzew zdrowych (do 10% defoliacji) w wieku powyżej 20 lat dla wszystkich monitorowanych gatunków razem wyniósł 8,3%, dla wieku do 60 lat – 8,8%, a dla wieku powyżej 60 lat – 7,9%. Udział drzew uszkodzonych (powyżej 25% defoliacji) dla drzew powyżej 20 lat wyniósł 19,5%, dla kategorii wieku do 60 lat – 18,7%, a dla wieku powyżej 60 lat – 20,2% (Tab. 9). Średnia defoliacja wszystkich drzew wynosiła 22,7%, młodszych – 22,5%, natomiast starszych – 22,8% (Tab. 16).

Taki układ udziału drzew zdrowych i uszkodzonych oraz średniej defoliacji w grupach wiekowych wskazuje na niewielkie obniżanie się kondycji drzew w zestawieniu ‘gatunki razem’ wraz ze wzrostem wieku drzew. Powyższa zależność nie została stwierdzona w odniesieniu do gatunków ‘iglastych razem’, natomiast jest silniejsza w przypadku gatunków ‘liściastych razem’. Udział drzew zdrowych, drzew uszkodzonych oraz średnia defoliacja wynosił odpowiednio, dla gatunków ‘iglastych razem’: 6,5%, 17,6%, 22,6% u drzew młodszych i 6,8%, 16,7%, 22,3% u drzew starszych oraz dla gatunków ‘liściastych razem’: 12,5%, 20,5%, 22,4% u drzew młodszych i 10,1%, 26,9%, 23,9% u drzew starszych. Obserwowana w 2016 r. zależność kondycji drzew ‘gatunki razem’ i ‘liściaste razem’ od wieku była również opisywana w latach 2006-2010 i 2012-2015. W 2011 r. nie odnotowano takiej zależności.

Wśród gatunków iglastych zaobserwowano znaczny spadek kondycji związanych z wiekiem dla gatunków ‘inne iglaste’, a słabszy u jodły i świerka. Nie stwierdzono różnic w poziomie defoliacji pomiędzy drzewami młodszymi i starszymi u sosny – Tab. 9, 16, Rys. 7, 8.

W kategorii ‘inne iglaste’ drzewa młodsze charakteryzowały się udziałem drzew zdrowych równym 13,1%, udziałem drzew uszkodzonych – 11,2% i średnią defoliacją – 20,4%. W wieku powyżej 60 lat drzewa tej kategorii wykazywały znacznie niższy udział drzew zdrowych (4,3%), dużo wyższy udział drzew uszkodzonych (18,5%) oraz wyższą średnią defoliację (23,3%).

Wśród młodszych świerków udział drzew zdrowych wynosił 10,1%, udział drzew uszkodzonych – 23,2%, a średnia defoliacja była równa 23,5%. Wśród starszych świerków

było mniej drzew zdrowych (8,6%), więcej drzew uszkodzonych (27,6%), średnia defoliacja była wyższa (24,7%).

Młodsze jodły charakteryzowały się wyższym udziałem drzew zdrowych (19,6%) oraz niższym udziałem drzew uszkodzonych (15,5%) w porównaniu ze starszymi jodłami (odpowiednio: 15,6% i 18,0%). Średnia defoliacja młodszych i starszych jodeł była podobna (20,5% i 21,3%).

Sosna nie wykazywała różnic w poziomie zdrowotności pomiędzy drzewami młodszymi i starszymi. Drzew zdrowych było odpowiednio 5,8% i 6,1%, drzew uszkodzonych 17,3% i 15,7%, a średnia defoliacja wyniosła 22,6% i 22,1%.

Wśród gatunków liściastych największy spadek kondycji związany z wiekiem zaobserwowano u dębu, duży u brzozy i u gatunków z kategorii 'inne liściaste', niewielki u buka, nie stwierdzono takiej zależności u olszy – Tab. 9, 16, Rys. 7, 8.

Młodsze dęby charakteryzowały się wyższym udziałem drzew zdrowych (5,8%), dużo niższym udziałem drzew uszkodzonych (23,6%) oraz dużo niższą średnią defoliacją (23,5%) w porównaniu ze starszymi dębami (odpowiednio: 2,0%, 38,8% i 27,0%).

Wśród młodszych brzoź było 7,5% drzew zdrowych, 26,0% drzew uszkodzonych, a ich średnia defoliacja wynosiła 24,3%. U starszych brzoź zanotowano mniej (4,6%) drzew zdrowych, dużo więcej (37,5%) drzew uszkodzonych oraz umiarkowanie wyższą średnią defoliację (26,9%).

Drzewa młodsze kategorii 'inne liściaste' charakteryzowały się udziałem drzew zdrowych równym 19,5%, udziałem drzew uszkodzonych – 17,5% i średnią defoliacją – 21,2%. Drzewa starsze tej kategorii wykazywały niewiele niższy udział drzew zdrowych (17,7%), znacznie wyższy udział drzew uszkodzonych (26,1%) oraz wyższą średnią defoliację (23,9%).

Młodsze olsze wykazywały 16,2% drzew zdrowych, 14,5% drzew uszkodzonych i 21,0% średniej defoliacji. U drzew starszych tej grupy gatunków zanotowano dużo niższy udział drzew zdrowych (10,5%), ale również nieco niższy udział drzew uszkodzonych (12,9%), średnia defoliacja nie wykazywała znaczącej różnicy (20,7%).

Wśród młodszych buków zarejestrowano 26,8% drzew zdrowych i 7,1% drzew uszkodzonych, średnia defoliacja wynosiła 17,1%. Wśród drzew starszych tego gatunku zaobserwowano niższy udział drzew zdrowych (23,3%), nieco wyższy udział drzew uszkodzonych (9,5%) oraz niewiele różniącą się średnią defoliację (18,1%).

Podsumowując: spadek kondycji drzew związany z wiekiem (wyrażony wzrostem defoliacji) zaobserwowano: wysoki wśród dębów i gatunków z grupy ‘inne iglaste’, znaczący – wśród brzoź i gatunków z grupy ‘inne liściaste’, niewielki – wśród świerków, jodeł i buków. Nie zanotowano tej zależności u sosny i olszy.

3.4. Rozkład powierzchniowy uszkodzenia drzew według gatunków

Analizę powierzchniowego zróżnicowania poziomu uszkodzenia drzew oparto na porównaniu wartości procentowego udziału drzew zdrowych (do 10% defoliacji, klasa defoliacji 0), procentowego udziału drzew uszkodzonych (powyżej 25% defoliacji, klasy defoliacji 2-4) oraz średniej defoliacji. W analizie uszkodzenia poszczególnych gatunków nie uwzględniono tych RDLP, krain oraz województw, w których obserwacjom poddano nie więcej niż 30 drzew (wyniki w tabelach oznaczone niebieskim kolorem). Analiza uszkodzeń drzew w parkach narodowych uwzględnia wszystkie wyniki, gdyż dotyczy znacznie mniejszych obszarów.

Uszkodzenie drzew w układzie regionalnych dyrekcji Lasów Państwowych

Najwyższym udziałem drzew zdrowych (gatunki razem) odznaczał się RDLP Kraków (22,1%). Wysoki ich udział (17,7%) odnotowano w RDLP Szczecin. Średni udział drzew w tej klasie (od 11,7% do 12,5%) występował w RDLP Łódź, Radom i Krosno. Niskim udziałem drzew zdrowych (od 5,3% do 9,4%) charakteryzowały się lasy w RDLP Gdańsk, Lublin, Białystok, Zielona Góra, Szczecinek i Warszawa. Bardzo niskie udziały drzew w tej klasie zanotowano w RDLP (od 1,1% do 4,88%) odnotowano w RDLP: Olsztyn, Toruń, Piła, Wrocław, Katowice i Poznań – Tab. 24, Rys. 25.

Najniższy udział drzew uszkodzonych (8,3% i 9,4%) zarejestrowano w RDLP Gdańsk i Szczecin, niski (do 15%) – w RDLP Toruń, Zielona Góra i Szczecinek. Średni udział drzew w tej klasie (od 16,0% do 19,6%) odnotowano w RDLP Olsztyn, Piła, Łódź i Białystok. Wysoki udział drzew uszkodzonych (ponad 20%) zaobserwowano w RDLP Kraków, Radom, Krosno, Poznań, Wrocław, Warszawa i Katowice, najwyższy – w RDLP Lublin (16,3%).

Najniższą średnią defoliację odnotowano w lasach RDLP Szczecin (18,7%), niską (19,7%) – w lasach RDLP Gdańsk. Średnia wartość tego parametru (do 23%) wystąpiła w RDLP Kraków, Zielona Góra, Szczecinek, Toruń, Piła, Łódź, Radom i Olsztyn. Wysoką wartością średniej defoliacji (od 23,1% do 23,6%) charakteryzowały się lasy w RDLP Białystok, Krosno i Lublin, najwyższą (od 24,3% do 24,6%) – lasy w RDLP Wrocław, Katowice, Warszawa i Poznań. – Tab. 24.

Powiązanie ze sobą udziału drzew zdrowych i uszkodzonych oraz wartości średniej defoliacji w lasach poszczególnych RDLP pozwoliło na uszeregowanie ich grupami od najzdrowszych do najbardziej uszkodzonych: Szczecin < Gdańsk < Kraków, Zielona Góra < Szczecinek, Toruń < Łódź, Olsztyn, Piła, Radom < Białystok, Krosno, Lublin < Katowice, Wrocław, Warszawa, Poznań.

Najzdrowsze okazały się drzewa w lasach RDLP Szczecin (17,7% drzew zdrowych, 9,4% drzew uszkodzonych, śr. def. = 18,7%). W niewiele gorszej kondycji były drzewa w lasach RDLP Gdańsk (9,4% drzew zdrowych, 8,3% drzew uszkodzonych, śr. def. = 19,7%). Dobłą kondycją charakteryzowały się drzewa w lasach RDLP Kraków i Zielona Góra. W RDLP Kraków udział drzew zdrowych był najwyższy w zestawieniu (22,1%), udział drzew uszkodzonych był na średnim poziomie (20,8%), średnia defoliacja była niska (20,6%). W RDLP Zielona Góra zarejestrowano niższe udziały drzew zdrowych (6,3%) oraz drzew uszkodzonych (12,7%), średnia defoliacja (20,9%) była podobna jak w RDLP Kraków.

Lekko osłabioną kondycją charakteryzowały się drzewa w lasach RDLP Szczecinek i Toruń (5,8% i 4,8% drzew zdrowych, 14,7% i 12,5% drzew uszkodzonych, 21,4% i 21,7% średniej defoliacji).

RDLP Łódź, Olsztyn, Piła i Radom zaliczone zostały do grupy RDLP o średnim poziomie uszkodzenia drzew. Średnia defoliacja zawierała się w przedziale od 22,2% do 22,5%, udział drzew uszkodzonych przyjmował wartości średnie, zawierał się w przedziale od 16,0% do 21,7%. Udział drzew zdrowych był zróżnicowany: w RDLP Olsztyn i Piła był niski (4,8% i 4,6%), w RDLP Łódź i Radom był znacznie wyższy (12,5% i 12,4%).

Lasy w RDLP Białystok, Krosno i Lublin charakteryzowały się wysokim poziomem uszkodzenia drzew. Udział drzew zdrowych zawierał się w przedziale od 8,2% do 11,7%, udział drzew uszkodzonych – w przedziale od 19,6% do 26,3%, a średnia defoliacja – w przedziale od 23,1% do 23,6%.

Najbardziej uszkodzone były drzewa w lasach RDLP Katowice, Wrocław, Warszawa i Poznań: bardzo niski udział drzew zdrowych (od 1,1% do 5,3%), wysoki udział drzew uszkodzonych (od 22,0% do 25,4%) i najwyższa średnia defoliacja (od 24,3% do 24,6% (Tab. 24, Rys. 25).

Analiza statystyczna różnic w defoliacji pomiędzy gatunkami drzew w układzie regionalnych dyrekcji Lasów Państwowych

Zanim przystąpiono do analizy, wykluczono te podgrupy grupy gatunków drzew w regionalnych dyrekcjach Lasów Państwowych, których liczebność była mniejsza od $n=30$. Tym samym wykluczone zostały grupy: świerk w RDLP Lublin, Łódź, Piła, Poznań, Toruń i Zielona Góra, jodła w RDLP Łódź i Wrocław, buk w RDLP Łódź, Piła, Poznań, Toruń i Zielona Góra oraz olsza w RDLP Łódź i Gdańsk.

Analiza wykazała, że średnia defoliacja każdego gatunku była istotnie różnicowana przez podział na regionalne dyrekcje Lasów Państwowych. Wartość współczynnika „ η^2 ” jednak wskazuje, że w zależności od gatunku RDLP z różną siłą różnicowały poziom defoliacji. Im wyższa wartość „ η^2 ” tym większy procent zmienności defoliacji danego gatunku, jest tłumaczony przynależnością do RDLP. Gatunki w tabeli 19 zostały uszeregowane malejąco od gatunku, którego defoliacja w największym stopniu była wyjaśniana przez przynależność do rdLP. Jodła była gatunkiem, którego poziom defoliacji był najsilniej różnicowany przez przynależność do RDLP. Sosna była gatunkiem, którego poziom defoliacji był najslabiej różnicowany przez przynależność do RDLP.

Szczegółowe dane dotyczące analiz statystycznych prezentuje tabela 22 oraz rysunki 21 - 22.

Uszkodzenie drzew w układzie województw

Najwyższym udziałem drzew zdrowych (gatunki razem) charakteryzowało się województwo małopolskie (17,0%). Wysoki udział (powyżej 12%) drzew z tej klasy odnotowano w województwie świętokrzyskim, zachodniopomorskim, lubelskim i łódzkim, średni udział (od 9,0% do 10,9%) – w lubuskim, podlaskim i podkarpackim. Niski udział (od 4,7% do 6,4%) drzew zdrowych występował w lasach województw kujawsko-pomorskiego, dolnośląskiego, warmińsko-mazurskiego pomorskiego, bardzo niski (od 2,8% do 4,2% drzew) – w wielkopolskim, mazowieckim i śląskim. Najniższy udział drzew z tej klasy odnotowano w opolskim (1,0%).

Najniższy udział drzew uszkodzonych (9,9%) zarejestrowano w województwie pomorskim, niski (do 16%) – w lubuskim, zachodniopomorskim, kujawsko-pomorskim i warmińsko-mazurskim. Średni udział drzew w tej klasie (od 20,0% do 22,9%) odnotowano w województwach: wielkopolskim, świętokrzyskim, małopolskim, podlaskim, podkarpackim i śląskim. Wysoki udział (od 24,3% do 25,5%) drzew uszkodzonych zarejestrowano w województwach: łódzkim, mazowieckim, lubelskim i dolnośląskim, najwyższy (27,9%) – w województwie opolskim.

Najniższą średnią defoliację (ok. 20%) odnotowano w lasach województw zachodniopomorskiego, lubuskiego i pomorskiego, niską (21,7%) – w małopolskim; średnią (od 22,1% do 22,5%) – w świętokrzyskim, kujawsko-pomorskim i warmińsko-mazurskim. Wysoka wartość tego parametru (od 23,1% do 23,9%) wystąpiła w podlaskim, lubelskim, łódzkim, podkarpackim, śląskim i wielkopolskim. Wyższą niż 24% średnią defoliacją charakteryzowały się lasy w województwach: dolnośląskim i mazowieckim najwyższą (25,6%) – w opolskim. – Tab. 30.

Powiązanie ze sobą udziałów drzew zdrowych i uszkodzonych oraz wartości średniej defoliacji w lasach poszczególnych województw pozwoliło na uszeregowanie ich grupami od najzdrowszych do najbardziej uszkodzonych: zachodniopomorskie, lubuskie, pomorskie < małopolskie < świętokrzyskie, kujawsko-pomorskie, warmińsko-mazurskie < podlaskie, lubelskie, łódzkie podkarpackie < śląskie, wielkopolskie < dolnośląskie, mazowieckie < opolskie.

Najzdrowsze okazały się drzewa (gatunki razem) w lasach województw zachodniopomorskiego, lubuskiego i pomorskiego (od 6,4% do 13,2% drzew zdrowych, od 9,9% do 12,8% drzew uszkodzonych i od 20,1% do 20,5% średniej defoliacji).

Dobrą kondycją charakteryzowały się drzewa w lasach województwa małopolskiego: 17,0% drzew zdrowych, 20,9% drzew uszkodzonych i 21,7% średniej defoliacji.

Województwa: świętokrzyskie, kujawsko-pomorskie i warmińsko-mazurskie można zaliczyć do grupy województw o średnim poziomie uszkodzenia drzew – średnia defoliacja nie przekraczała 22,5%, natomiast udziały drzew zdrowych i uszkodzonych były zróżnicowane (wynosiły odpowiednio: od 4,7% do 15,1% i od 15,1% do 20,6%).

Lasy w województwach podlaskim, lubelskim, łódzkim i podkarpackim charakteryzowały się wysokim poziomem uszkodzenia drzew. Udział drzew zdrowych zawierał się w przedziale od 9,1% do 12,6%, udział drzew uszkodzonych – od 21,7% do 25,2%, średnia defoliacja – od 23,1% do 23,5%.

W województwach śląskim, wielkopolskim, dolnośląskim i mazowieckim uszkodzenie drzew było bardzo wysokie. Udział drzew zdrowych zawierał się w przedziale od 2,8% do 4,7%, udział drzew uszkodzonych – od 20,0% do 25,5%, średnia defoliacja – od 23,9% do 24,5%.

Najbardziej uszkodzone były drzewa w lasach województwa opolskiego (najniższy udział drzew zdrowych – 1,0%, wysoki udział drzew uszkodzonych – 27,9% i najwyższa średnia defoliacja – 25,6%).

Uszkodzenie drzew (gatunki razem) w układzie krain przyrodniczo-leśnych

Najwyższym udziałem drzew zdrowych (15,2%) charakteryzowała się Kraina Karpacka, niewiele niższy udział drzew z tej klasy (ok. 11%) odnotowano w Krainach: Małopolskiej i Bałtyckiej, niski (do 10%) – w Krainach: Mazursko-Podlaskiej, Sudeckiej, Mazowiecko-Podlaskiej i Wielkopolsko-Pomorskiej, najniższy (3,1%) – w Krainie Śląskiej.

Najniższy udział drzew uszkodzonych (11,4%) występował w Krainie Bałtyckiej, niski (16,2%) – w Krainie Wielkopolsko-Pomorskiej, średni (od 19,3% do 22,5%) – w Krainach Mazursko-Podlaskiej, Karpackiej i Mazowiecko-Podlaskiej, wysoki (od 23,7% do 24,8%) – w Krainach: Śląskiej i Sudeckiej, najwyższy (21,20%) – w Krainie Małopolskiej.

Najniższą średnią defoliację (20,1%) odnotowano w Krainie Bałtyckiej, niską (21,9%) – w Krainie Karpackiej, podwyższoną (powyżej 22%) – w Krainach: Wielkopolsko-Pomorskiej, Mazursko-Podlaskiej, Mazowiecko-Podlaskiej i Małopolskiej, najwyższą (24%) – w Krainach Sudeckiej i Śląskiej – Tab. 27.

Powiązanie ze sobą udziałów drzew zdrowych i uszkodzonych oraz wartości średniej defoliacji w lasach poszczególnych krain przyrodniczo-leśnych pozwoliło na uszeregowanie ich grupami od najzdrowszych do najbardziej uszkodzonych: Bałtycka < Karpacka < Wielkopolsko-Pomorska, Mazursko-Podlaska < Mazowiecko-Podlaska, Małopolska < Sudecka, Śląska.

Najzdrowsze okazały się drzewa w lasach Krainy Bałtyckiej: zanotowano wysoki w porównaniu z innymi krainami udział drzew zdrowych (10,7%), najniższy udział drzew uszkodzonych (11,4%) i najniższą średnią defoliację (20,1%).

Niewiele gorszą kondycją charakteryzowały się drzewa w Krainie Karpackiej: najwyższy wśród krain udział drzew zdrowych (15,2%), udział drzew uszkodzonych na średnim poziomie (19,4%) i dość niska średnia defoliacja (21,9%).

Krainy: Wielkopolsko-Pomorska i Mazursko-Podlaska zaliczone zostały do grupy krain o średnim poziomie uszkodzenia drzew. Zanotowano niski udział drzew zdrowych (4,7% i 8,2%) oraz niezbyt wysoki udział drzew uszkodzonych (16,2% i 19,3%), średnia defoliacja wynosiła 22,4% i 23,0%.

Lasy Krain: Mazowiecko-Podlaskiej i Małopolskiej charakteryzowały się wysokim poziomem uszkodzenia drzew. W tych krainach zanotowano: 6,5% i 11,0% drzew zdrowych, 22,5% i 25,7% drzew uszkodzonych oraz 23,7% i 23,8% średniej defoliacji.

Najbardziej uszkodzone były drzewa w lasach Krain: Sudeckiej i Śląskiej: niski udział drzew zdrowych (7,3% i 3,1%), wysoki udział drzew uszkodzonych (24,8% i 23,7%) i najwyższa w zestawieniu średnia defoliacja (24%).

Analiza statystyczna różnic w defoliacji pomiędzy gatunkami drzew w układzie krain przyrodniczo-leśnych

Zanim przystąpiono do analizy, wykluczono te podgrupy grupy gatunków drzew w podziale na krainy, których liczebność była mniejsza od $n=30$. Tym samym wykluczone zostały grupy: sosna, jodła i olsza w Krainie Sudeckiej, świerk i buk w Krainie Mazowiecko-Podlaskiej.

Analiza wykazała, że średnia defoliacja koron drzew każdego gatunku była istotnie różnicowana przez lokalizację w krainach przyrodniczo-leśnych. Wartość współczynnika „ η^2 ” jednak wskazuje, że w zależności od gatunku, krainy z różną siłą różnicowały poziom defoliacji. Im wyższa wartość „ η^2 ” tym większy procent zmienności defoliacji danego gatunku, jest tłumaczony przynależnością do krain przyrodniczo-leśnych. Gatunki w Tabeli 18 zostały uszeregowane malejąco od gatunku, którego defoliacja w największym stopniu była wyjaśniana przez przynależność do krain.

Szczegółowe dane dotyczące analiz statystycznych prezentuje tabela 21 oraz rysunek 20.

Krainy najsilniej różnicowały defoliację w przypadku brzozy ($\eta^2=0,07$), każda z krain różniła się od sąsiedniej o $\pm 0,5\%$. Gatunkiem, którego defoliacja była w najmniejszym stopniu różnicowana przez przynależność do krain była sosna.

Uszkodzenie drzew w układzie Parków Narodowych

Ogółem w parkach narodowych poddano obserwacjom 660 drzew (na 33 powierzchniach), w tym 185 sosen (w 9 parkach), 118 świerków (w 6 parkach), 45 jodeł (w 5 parkach), 18 drzew z kategorii ‘inne iglaste’ (w 2 parkach), 124 buki (w 6 parkach), 12 dębów (w 1 parku), 70 brzoź (w 4 parkach), 61 olszy (w 4 parkach), 27 drzew z kategorii ‘inne liściaste’ (w 3 parkach).

Udział drzew zdrowych wśród wszystkich poddanych obserwacjom drzew wynosił 5,5%, udział drzew uszkodzonych – 28,5%, średnia defoliacja – 25,6%. Gatunki ‘iglaste

razem' charakteryzowały się wyższym uszkodzeniem niż gatunki 'liściaste razem'. Wśród 'iglastych razem' udział drzew zdrowych wynosił 1,4%, udział drzew uszkodzonych – 30,6%, a średnia defoliacja – 27,0%. Wśród 'liściastych razem' wartości porównywanych parametrów wynosiły odpowiednio: 10,5%, 25,9% i 23,9%.

Porównano uszkodzenie poszczególnych gatunków ogółem w parkach. Dąb, gatunki z kategorii 'inne iglaste' i 'inne liściaste' ze względu na małą liczebność próby (poniżej 30 drzew we wszystkich parkach razem) zostały zostały pominięte przedstawionym poniżej omówieniu wyników..

Najlepszą kondycją charakteryzował się buk (najwyższy udział drzew zdrowych – 18,5%, najniższy udział drzew uszkodzonych – 16,9% oraz najniższa średnia defoliacja – 20,2%), średnią – sosna i olsza (odpowiednio: 2,2% i 3,3% drzew zdrowych, 24,9% i 29,5% drzew uszkodzonych oraz 24,2% i 24,5% średniej defoliacji). Pozostałe trzy gatunki (świerk, jodła i brzoza) charakteryzowały się mocno osłabioną kondycją, nie odnotowano wśród nich drzew zdrowych, udział drzew uszkodzonych był wysoki i wynosił odpowiednio: 37,3%, 44,4% i 45,7%, średnia defoliacja również była wysoka, wynosiła 31,3%, 27,3% i 31,1% – Tab. 27.

Porównano uszkodzenie drzew w poszczególnych parkach narodowych. W dziesięciu parkach obserwacje przeprowadzono tylko na jednej powierzchni (na 20 drzewach) i wyjątkowo tak małe liczebności prób uwzględniono w opisie. Jednak ze względu na to ograniczenie należy ostrożnie podchodzić do uzyskanych wyników. Po jednej powierzchni monitoringowej znajduje się w parkach: Babogórskim (powierzchnia świerkowa), Białowieskim (powierzchnia olszowa), Drawieńskim (powierzchnia sosnowa), Gorczańskim (powierzchnia świerkowo-bukowa), Gór Stołowych (powierzchnia świerkowa), Ojcowskim (przewaga buków), Poleskim (przewaga olszy), Roztoczańskim (przewaga sosny), Świętokrzyskim (powierzchnia bukowa) i Wigierskim (powierzchnia sosnowa). Po 2 powierzchnie znajdują się w parkach: Magurskim (przewaga modrzewia i jodły), Wielkopolskim (1 powierzchnia sosnowa, 1 powierzchnia liściasta mieszana) i Wolińskim (powierzchnia sosnowa, na drugiej powierzchni przewaga jawora); 3 powierzchnie – w Tatrzańskim PN (2 powierzchnie świerkowe, 1 powierzchnia jodłowa), 4 powierzchnie – w Kampinoskim PN (3 powierzchnie sosnowe, 1 powierzchnia brzozowa); po 5 powierzchni – w parkach: Biebrzańskim (po 1 powierzchni sosnowej, świerkowej i olszowej, 2 powierzchnie brzozowe) i Bieszczadzkim (na 100 drzew 76 buków i 13 osik).

Trudno wytypować park, w którym kondycja drzew była najlepsza. W parkach: Ojcowskim, Świętokrzyskim i Bieszczadzkim przy stosunkowo wysokim udziale drzew zdrowych (25%, 20% i 16%) zanotowano podwyższony udział drzew uszkodzonych (20%, 15% i 18%), średnia defoliacja była dość niska (około 21%). W parkach: Drawieńskim i Białowieskim, przy niskim udziale drzew zdrowych: 10,0% i 5,0%, zanotowano również niski udział drzew uszkodzonych – 0% i 5%; średnia defoliacja była niska – 16,5% i 18,3%. Niewiele gorszą kondycją charakteryzowały się drzewa w parkach: Wolińskim i Gór Stołowych (7,5% i 0% drzew zdrowych, po 15,0% drzew uszkodzonych, średnia defoliacja – 20,6% i 22,5%). Średnio uszkodzone były drzewa w lasach parków: Roztoczańskiego, Wigierskiego, Magurskiego, Kampinoskiego i Wielkopolskiego. Występowało tam od 0 do 5% drzew zdrowych, od 10% do 30% drzew uszkodzonych, a średnia defoliacja przyjmowała wartości z zakresu od 23,8% do 25,6%. Wysokie uszkodzenie drzew zanotowano w parkach: Babiogórskim, Gorczańskim i Biebrzańskim. Udział drzew zdrowych zawierał się tam w przedziale od 0% do 5%, udział drzew uszkodzonych – w przedziale od 25% do 45%, a średnia defoliacja – w przedziale od 26,5% do 30,5%. Drzewa o najwyższym uszkodzeniu występowały w parkach: Poleskim i Tatrzańskim - brak drzew zdrowych, 70% i 56,7% drzew uszkodzonych, średnia defoliacja – 34,5% i 36,2% – Tab. 33.

4. PORÓWNANIE POZIOMU ZDROWOTNEGO MONITOROWANYCH GATUNKÓW DRZEW W CIĄGU KOLEJNYCH LAT OBSERWACJI – JADWIGA MALACHOWSKA

4.1. Zmienność poziomu defoliacji w pięcioleciu 2012-2016

Zróznicowanie uszkodzeń drzew na Stałych Powierzchniach Obserwacyjnych I rzędu ogółem w kraju w latach 2012-2016 przeanalizowano porównując średnią defoliację oraz udział drzew w klasach defoliacji: klasie 0 (drzewa zdrowe, do 10% defoliacji) i klasach 2-4 (drzewa uszkodzone, powyżej 25% defoliacji i drzewa martwe)

W 2013 r., w porównaniu z 2011, odnotowano poprawę stanu lasów: niewielki wzrost udziału drzew zdrowych (o 2,5 punkty procentowe) oraz wyraźny spadek udziału drzew uszkodzonych (o 4,6 punktów procentowych). W latach 2014-2015 ogólna kondycja lasów nie uległa wyraźnej zmianie. W 2016 roku nastąpiło pogorszenie, wyrażające się spadkiem udziału drzew zdrowych (o 3,6 punkty procentowe) oraz wzrostem udziału

drzew uszkodzonych (o 2,8 punkty procentowe) (Tab. 35, Rys. 17). Średnia defoliacja gatunków razem wynosiła w kolejnych latach: 22,8%, 21,6%, 21,9%, 21,5% i 22,7%; udział drzew zdrowych wynosił: 11,3%, 13,7%, 11,6%, 11,9% i 8,3%; udział drzew uszkodzonych: 23,4%, 18,8%, 18,9%, 16,7% i 19,5% (Tab. 34 i 35, Rys. 15-17 i 28-31).

Z porównania zmienności kondycji zdrowotnej wśród gatunków iglastych łącznie i liściastych łącznie w pięcioleciu wynika, że w 2013 r. nastąpił znaczny spadek udziałów drzew uszkodzonych w obu grupach gatunków (o 4,5 i 4,8 punkty procentowe) oraz wyraźny wśród liściastych wzrost udziałów drzew zdrowych (o 3,8 punktu procentowego). W 2014 r. kondycja gatunków iglastych nie uległa zmianie, natomiast kondycja gatunków liściastych uległa pogorszeniu, nastąpił spadek udziałów drzew zdrowych (o 4,6 punktu procentowego). W 2015 kondycja gatunków iglastych ponownie nie zmieniła się, natomiast kondycja gatunków liściastych tym razem poprawiła się, nastąpił spadek udziałów drzew uszkodzonych (o 3,5 punktu procentowego). W 2016 r. nastąpiło niewielkie pogorszenie kondycji gatunków iglastych oraz wyraźne pogorszenie kondycji gatunków liściastych (spadek udziału drzew zdrowych o 5 punktów procentowych oraz wzrost udziału drzew uszkodzonych o 5,6 punktu procentowego) – Tab. 35, Rys. 17.

Zmienność kondycji zdrowotnej drzew w kolejnych latach pięciolecia była różna w zależności od gatunku.

Buk w omawianym okresie charakteryzował się najlepszą kondycją wśród monitorowanych gatunków. W 2012 r. udział drzew zdrowych wynosił 36,0%, udział drzew uszkodzonych – 9,5%, a średnia defoliacja – 16,64%. W 2013 r. nastąpiła niewielka poprawa (wzrost udziału drzew zdrowych do 39,4%, spadek udziału drzew uszkodzonych do 7,3%, spadek średniej def. do 15,7%). W 2014 r. stan koron buków uległ niewielkiemu pogorszeniu (spadek udziału drzew zdrowych o 6 punktów procentowych). W 2015 r. nastąpiła niewielka poprawa (wzrost udziału drzew zdrowych do 38,3%, spadek udziału drzew uszkodzonych do 5,2%, śr. def. = 15,7%). W 2016 r. nastąpiło ponowne pogorszenie stanu koron buka (spadek udziału drzew zdrowych do 24,3%, wzrost udziału drzew uszkodzonych do 8,8%, oraz średniej defoliacji do 17,8%) (Tab. 35, Rys. 16).

Olsza charakteryzowała się dobrą kondycją w pięcioleciu. W 2012 r. udział drzew zdrowych wynosił 21,0%, udział drzew uszkodzonych – 16,7%, a średnia defoliacja – 20,8%. W 2013 r. nastąpiła znaczna poprawa, wartości analizowanych parametrów wynosiły odpowiednio: 30,4%, 11,7% i 18,5%. W 2014 r. nastąpiło niewielkie pogorszenie (do 20,9% spadł udział drzew zdrowych, średnia defoliacja wzrosła do 19,8%). W latach 2015 i 2016 r. sukcesywnie stan koron olszy pogarszał się. W 2016 r. udział drzew

zdrowych wynosił 13,0%, udział drzew uszkodzonych – 13,6%, a średnia defoliacja – 20,9% (Tab. 35, Rys. 16).

Kondycja jodły w pięcioleciu była dobra w porównaniu z innymi gatunkami, lokowała się w tej klasyfikacji tuż z olszą. W 2012 r. udział drzew zdrowych wynosił 18,0%, udział drzew uszkodzonych – 18,9%, a średnia defoliacja – 20,5%. W 2013 r. nastąpiła niewielka poprawa (spadek udziału drzew uszkodzonych do 15,9%). W latach 2014-2015 stan koron jodeł nie uległ widocznej zmianie. W 2015 r. udział drzew zdrowych wynosił 19,5%, udział drzew uszkodzonych – 15,3%, a średnia defoliacja – 20,0%. W 2016 r. nastąpiło pogorszenie: udział drzew zdrowych uległ obniżeniu do 16,3%, udział drzew uszkodzonych wzrósł do 17,5%, a średnia defoliacja – do 21,1% (Tab. 35, Rys. 15).

Sosna charakteryzowała się średnim poziomem uszkodzenia w pięcioleciu w porównaniu z innymi gatunkami. W 2012 r. udział drzew zdrowych wynosił 8,0%, udział drzew uszkodzonych – 21,7%, a średnia defoliacja – 22,7%. W 2013 r. nastąpiła wyraźna poprawa kondycji sosny (9,2% drzew zdrowych, 17,0% drzew uszkodzonych, śr. def. = 21,6%) W latach 2014-2016 kondycja sosny nie uległa znaczącej zmianie. W 2016 r. udział drzew zdrowych wynosił 6,0%, udział drzew uszkodzonych – 16,4%, a średnia defoliacja – 22,3% (Tab. 35, Rys. 15).

Stan zdrowotny grupy gatunków ‘inne iglaste’ był nieco lepszy od stanu sosny. W 2012 r. udział drzew zdrowych wynosił 11,8%, udział drzew uszkodzonych – 21,7%, a średnia defoliacja – 22,3%. W latach 2013-2014 r. następowała poprawa kondycji drzew tej grupy gatunków. W 2015 r. nastąpiło niewielkie obniżenie udziału drzew zdrowych. W 2016 wystąpił dalszy dość znaczny spadek udziału drzew zdrowych, osiągając wartość 9,0%; udział drzew uszkodzonych wynosił 14,6%, a średnia defoliacja – 21,8%. (Tab. 35, Rys. 15).

Kondycja drzew gatunków ‘inne liściaste’ zaliczanych wraz z sosną i gatunkami ‘inne iglaste’ do grupy o średnim uszkodzeniu charakteryzowała się znacznie wyższym niż u pozostałych gatunków tej grupy udziałem drzew zdrowych w kolejnych latach pięciolecia oraz wyższym udziałem drzew uszkodzonych w latach 2014-2016. W 2012 r. udział drzew zdrowych wynosił 21,5%, udział drzew uszkodzonych – 21,8%, a średnia defoliacja – 22,3%. W 2013 r. nastąpiła poprawa stanu koron tej grupy gatunków (25,6% drzew zdrowych, 18,8% drzew uszkodzonych, śr. def. = 20,8%). W 2014 r. nastąpił niewielki spadek udziału drzew zdrowych (o 2,1 punktu procentowego). W 2015 r. poziom uszkodzenia nie uległ dalszej zmianie, natomiast w 2016 r. wzrósł. Udział drzew zdrowych

osiągnął wartość 18,7%, udział drzew uszkodzonych – 21,7%, a średnia defoliacja – 22,5% (Tab. 35, Rys. 16).

Uszkodzenie świerka w pięcioleciu było wysokie na tle innych gatunków. Na początku pięciolecia udział drzew zdrowych wynosił 11,5%, udział drzew uszkodzonych – 29,8%, a średnia defoliacja – 24,1%. W 2013 r. nastąpiła wyraźna poprawa: udział drzew zdrowych wzrósł do 18,6%, udział drzew uszkodzonych i średnia defoliacja obniżyły się (wynosiły odpowiednio: 27,0% i 23,2%). W latach 2014-2016 następowało niewielkie pogorszenie objawiające się głównie obniżaniem się udziału drzew zdrowych. Na końcu pięciolecia udział drzew zdrowych wynosił 9,2%, udział drzew uszkodzonych – 25,7%, a średnia defoliacja – 24,2% (Tab. 35, Rys. 15).

Brzoza również charakteryzowała się wysokim uszkodzeniem w porównaniu z innymi gatunkami. W 2012 r. udział drzew zdrowych wynosił 9,7%, udział drzew uszkodzonych – 31,0%, a średnia defoliacja – 24,8%. W 2013 r. nastąpiła poprawa (udział drzew zdrowych wzrósł do 11,7%, udział drzew uszkodzonych oraz średnia defoliacja obniżyły się odpowiednio: do 22,6% i do 22,9%). W 2014 r. nastąpiło pogorszenie stanu zdrowotnego brzozy (spadek udziału drzew zdrowych do 7,5%, wzrost udziału drzew uszkodzonych do 26,7% i średniej defoliacji do 24,1%). W 2015 r. wystąpiła poprawa, wyrażająca się głównie spadkiem udziału drzew uszkodzonych (do 20,66%) oraz średniej defoliacji (do 22,53%); udział drzew zdrowych wynosił 8,91%. W 2016 r. nastąpiło znaczne pogorszenie kondycji: udział drzew zdrowych obniżył się do 6,3%, udział drzew uszkodzonych wzrósł do 30,7%, a średnia defoliacja wzrosła do 25,3% (Tab. 35, Rys. 16).

Dąb był najbardziej uszkodzonym gatunkiem przez okres całego pięciolecia. W 2012 r. udział drzew zdrowych wynosił 5,1%, udział drzew uszkodzonych – 37,6%, a średnia defoliacja – 26,3%. W 2013 r. nastąpiła niewielka poprawa (wzrost udziału drzew zdrowych do 6,4%, spadek udziału drzew uszkodzonych do 34,8%, spadek średniej defoliacji do 25,7%). W 2014 r. uszkodzenie dębów nie uległo zmianie. W 2015 r. odnotowano niewielką poprawę wyrażającą się głównie spadkiem udziału drzew uszkodzonych (do 28,1%) oraz średniej defoliacji (do 24,5%); udział drzew zdrowych wynosił 5,2%. W 2016 r. nastąpiło pogorszenie kondycji drzew tej grupy gatunków: udział drzew zdrowych obniżył się do 3,4%, udział drzew uszkodzonych wzrósł do 33,2%, a średnia defoliacja wzrosła do 25,7% (Tab. 35, Rys. 16).

4.2. Zmienność poziomu defoliacji w dziesięcioleciu 2007-2016

W celu zbadania powiązań występujących pomiędzy defoliacją koron drzew a kolejnymi latami obserwacji zbudowano modele regresji liniowej.

U wszystkich rodzajów drzew łącznie analiza regresji wykazała, że czas był istotnym predyktorem poziomu defoliacji ($F=2841,32$; $p<0,001$; $R^2=0,01$). Wartość współczynnika niestandaryzowanego B wskazuje, że z każdym rokiem defoliacja wzrastała średnio o 0,24% (Rys. 35).

Opisy odnoszące się do rodzajów drzew uszeregowano zgodnie z wartością skorygowanego R^2 , którego wartość mówi o procencie zmienności defoliacji rodzajów drzew wyjaśnionym przez zmienną objaśniającą jaką jest czas. Im wyższa wartość skorygowanego R^2 tym czas lepiej opisywał dynamikę zmian defoliacji.

W przypadku brzozy analiza regresji wykazała, że czas był istotnym predyktorem poziomu defoliacji ($F=760,20$; $p<0,001$; $R^2=0,02$). Wartość współczynnika niestandaryzowanego B wskazuje, że z każdym rokiem defoliacja wzrastała średnio o 0,40%.

W przypadku jodły analiza regresji wykazała, że czas był istotnym predyktorem poziomu defoliacji ($F=168,19$; $p<0,001$; $R^2=0,02$). Wartość współczynnika niestandaryzowanego B wskazuje, że z każdym rokiem defoliacja wzrastała średnio o 0,40%.

W przypadku świerka analiza regresji wykazała, że czas był istotnym predyktorem poziomu defoliacji ($F=184,32$; $p<0,001$; $R^2=0,01$). Wartość współczynnika niestandaryzowanego B wskazuje, że z każdym rokiem defoliacja wzrastała średnio o 0,31%.

W przypadku dębu analiza regresji wykazała, że czas był istotnym predyktorem poziomu defoliacji ($F=268,77$; $p<0,001$; $R^2=0,01$). Wartość współczynnika niestandaryzowanego B wskazuje, że z każdym rokiem defoliacja wzrastała średnio o 0,28%.

W przypadku olszy analiza regresji wykazała, że czas był istotnym predyktorem poziomu defoliacji ($F=188,20$; $p<0,001$; $R^2=0,008$). Wartość współczynnika niestandaryzowanego B wskazuje, że z każdym rokiem defoliacja wzrastała średnio o 0,24%.

W przypadku sosny analiza regresji wykazała, że czas był istotnym predyktorem poziomu defoliacji ($F=1401,17$; $p<0,001$; $R^2=0,01$). Wartość współczynnika

niestandardyzowanego B wskazuje, że z każdym rokiem defoliacja wzrastała średnio o 0,21%.

W przypadku buka analiza regresji wykazała, że czas był istotnym predyktorem poziomu defoliacji ($F=55,38$; $p<0,001$; $R^2=0,003$). Wartość współczynnika niestandardyzowanego B wskazuje, że z każdym rokiem defoliacja wzrastała średnio o 0,16%.

4.3. Trendy zmienności defoliacji drzew w układzie krain przyrodniczo-leśnych w dziesięcioleciu 2007-2016

Analizie poddano 7 rodzajów drzew w krainach, w których poszczególne rodzaje były reprezentowane przez co najmniej 300 drzew.

Wykreślone i opisane zostały linie trendów dla:

- Sosny – w siedmiu krainach: Bałtyckiej, Mazursko-Podlaskiej, Wielkopolsko-Pomorskiej, Mazowiecko-Podlaskiej, Śląskiej, Małopolskiej i Karpackiej
- Świerka – w trzech krainach: Mazursko-Podlaskiej, Sudeckiej i Karpackiej
- Jodły – w Krainie Karpackiej
- Buka – w dwu krainach: Bałtyckiej i Karpackiej
- Dębu – w pięciu krainach: Bałtyckiej, Wielkopolsko-Pomorskiej, Mazowiecko-Podlaskiej, Śląskiej i Małopolskiej
- Brzozy – w sześciu krainach: Bałtyckiej, Mazursko-Podlaskiej, Wielkopolsko-Pomorskiej, Mazowiecko-Podlaskiej, Śląskiej i Małopolskiej
- Olszy – w trzech krainach: Bałtyckiej, Mazursko-Podlaskiej i Mazowiecko-Podlaskiej.

W przypadku sosny analiza regresji wykazała, że czas był istotnym predyktorem poziomu defoliacji we wszystkich porównywanych krainach przyrodniczo-leśnych – Tab. 36 zmieniona, Rys. 36. Wartość współczynnika niestandardyzowanego B wykazała, iż w 6 krainach tendencja defoliacji była rosnąca, z czego najsilniejsza tendencja wystąpiła w Krainie Mazursko-Podlaskiej ($B=0,42$). Jedynie w Krainie Karpackiej defoliacja miała tendencję spadkową ($B=-0,13$).

W przypadku świerka analiza regresji wykazała, że czas był istotnym predyktorem poziomu defoliacji w wszystkich porównywanych krainach przyrodniczo-leśnych (Tab. 36 zmieniona, Rys. 37). Wartość współczynnika niestandardyzowanego B wykazała, iż w 2 krainach tendencja defoliacji była rosnąca, z czego najsilniejsza tendencja wystąpiła w

Krainie Mazursko Podlaskiej ($B=0,68$). Jedynie w krainie Sudeckiej defoliacja miała tendencję spadkową ($B=-0,21$).

W przypadku jodły analiza regresji wykazała, że czas był istotnym predyktorem poziomu defoliacji w Krainie Karpackiej (Tab. 36, Rys. 38). Wartość współczynnika niestandardyzowanego B wykazała, że defoliacja w Krainie Karpackiej miała tendencję rosnącą ($B=0,43$).

W przypadku buka analiza regresji wykazała, że czas był istotnym predyktorem poziomu defoliacji w Krainie Bałtyckiej, zaś w Krainie Karpackiej rozrzut wartości defoliacji był tak krzywoliniowy, iż regresja liniowa w bardzo słabym stopniu umożliwiała dopasowanie modelu do danych (Tab. 36, Rys. 39). Wartość współczynnika niestandardyzowanego B w Krainie Bałtyckiej ($B=0,26$) wskazuje, że defoliacja w tej krainie miała tendencję rosnącą.

W przypadku dębu analiza regresji wykazała, że czas był istotnym predyktorem poziomu defoliacji w 4 z 5 porównywanych krain przyrodniczo-leśnych (Tab. 36, Rys. 40). Wartość współczynnika niestandardyzowanego B wykazała, iż w 4 krainach, w których model regresji okazał się być istotny statystycznie, tendencja defoliacji była rosnąca, z czego najsilniejsza tendencja wystąpiła w Krainie Bałtyckiej ($B=0,58$). Regresja w Krainie Wielkopolsko-Pomorskiej okazała się być nieistotna statystycznie, gdyż dane nie układały się w postać liniowej zależności.

W przypadku brzozy analiza regresji wykazała, że czas był istotnym predyktorem poziomu defoliacji we wszystkich porównywanych krainach przyrodniczo-leśnych (Tab. 36, Rys. 41). Wartość współczynnika niestandardyzowanego B wykazała, iż we wszystkich krainach tendencja defoliacji była rosnąca, z czego najsilniejsza tendencja wystąpiła w Krainie Małopolskiej ($B=0,85$ oraz Mazursko Podlaskiej ($B=0,71$)).

W przypadku olszy analiza regresji wykazała, że czas był istotnym predyktorem poziomu defoliacji we wszystkich porównywanych krainach przyrodniczo-leśnych (Tab. 36, Rys. 42). Wartość współczynnika niestandardyzowanego B wykazała, iż w 2 krainach tendencja defoliacji była rosnąca, z czego najsilniejsza tendencja wystąpiła w Krainie Bałtyckiej ($B=0,61$). Jedynie w Krainie Mazowiecko-Podlaskiej defoliacja miała tendencję spadkową ($B=-0,16$).

5. OCENA SYMPTOMÓW I PRZYCZYN USZKODZEŃ DRZEW NA STAŁYCH POWIERZCHNIACH OBSERWACYJNYCH MONITORINGU LASU W ROKU 2016 – PAWEŁ LECH, SŁAWOMIR ŚLUSARSKI

5.1. Ogólna charakterystyka zebranych danych

Ocenę symptomów uszkodzeń drzew i przyczyn ich powstawania wykonano w 2016 roku na 40 017 drzewach 40 gatunków, zlokalizowanych na 2001 powierzchniach SPO I rzędu. Najliczniej reprezentowany był rodzaj sosna, a w nim sosna zwyczajna (22 301 drzew - 55,73% wszystkich drzew), następnie brzoza, głównie brzoza brodawkowata (4181 drzew - 10,45%), dąb – przede wszystkim rodzime gatunki dębów (3112 drzew - 7,78%), olsza – głównie olsza czarna (2410 drzew - 6,02%) oraz świerk pospolity (1 864 drzewa - 4,66% wszystkich drzew). Udział rejestrowanych na powierzchniach SPO I ośmiu gatunków iglastych wynosił 64% (25 738 drzew), a 32 gatunków liściastych - 36% (14 279 drzew). Liczba drzew 7 gatunków (So, Św, Jd, Db, Bk, Brzb i Olcz) przekraczała jeden tysiąc, a kolejnych 2 (Tp i Gb) zawierała się w przedziale 500-1000 drzew. W przypadku 23 gatunków (4 iglastych i 19 liściastych) liczba drzew nie przekraczała 100.

Łącznie na wszystkich powierzchniach SPO I rzędu stwierdzono 38 850 uszkodzeń drzew, które występowały na 26 692 drzewach, co stanowiło 66,7% ocenianych drzew. W porównaniu do roku 2015 nastąpił wzrost udziału drzew uszkodzonych o 1,7%. Na 16 943 drzewach stwierdzono występowanie jednego uszkodzenia, na 7 373 drzewach – dwóch uszkodzeń, a na 2 387 drzewach – trzech. Spośród drzew podlegających ocenie na 13 325 drzewach (33,3%) nie stwierdzono uszkodzeń. Spośród lasotwórczych gatunków iglastych najwięcej drzew bez uszkodzeń cechowała sosnę zwyczajną (43,3% drzew bez uszkodzeń), zaś spośród gatunków liściastych – buka (32,8%). Najniższym udziałem drzew bez uszkodzeń cechował się świerk (25,5%) oraz olsza czarna (odpowiednio 10,9%).

5.2. Występowanie uszkodzeń drzew wg gatunków, RDLP i krain przyrodniczo-leśnych

Przeciętna liczba uszkodzeń przypadających na 1 drzewo w 2016 roku zawierała się w przedziale od 0,66 do 1,45. (Tab. 37). Średnia wartość tego parametru wynosiła 0,97 i była większa niż w roku 2015. Najwięcej uszkodzeń na 1 drzewie występowało na

domieszkowych gatunkach liściastych i dębach (odpowiednio 1,45 i 1,37 uszkodzenia/drzewo), najmniej natomiast na domieszkowych gatunkach iglastych i sosnach (odpowiednio 0,66 i 0,74 uszkodzenia/drzewo). Na drzewach większości wyróżnionych gatunków i grup gatunków drzew stwierdzano przeciętnie powyżej 1 uszkodzenia, jedynie dla sosny i domieszkowych gatunków iglastych wartości tego parametru były mniejsze od jedności. Odnosić także należy, że w porównaniu do roku poprzedniego nastąpił wzrost częstości występowania uszkodzeń u wszystkich wyróżnionych gatunków drzew, największy u buka (o 0,19 uszkodzenia/drzewo) i domieszkowych gatunków liściastych (o 0,13 uszkodzenia/drzewo). Przeprowadzona analiza trendów zmian nasilenia występowania uszkodzeń na drzewach w okresie 2012-2016 (test Mann-Kendall'a) wykazała brak wyraźnego trendu w przypadku jodły, domieszkowych gatunków iglastych oraz dębów, zaś w przypadku pozostałych gatunków drzew oraz łącznie dla wszystkich badanych drzew – wzrost nasilenia częstości występowania uszkodzeń (Tab. 37).

Wraz z wiekiem u sosny, dębów, brzozy, olszy i innych gatunków liściastych następował wzrost średniej liczby uszkodzeń występujących na 1 drzewie. W przypadku pozostałych gatunków drzew brak wyraźnych tendencji zmian częstości występowania uszkodzeń wraz z wiekiem (Tab. 37).

Zróznicowanie pomiędzy krainami przyrodniczo-leśnymi pod względem średniej liczby uszkodzeń przypadającej na jedno drzewo było w roku 2016 umiarkowane i zawierało się w przedziale od 0,758 (Kraina Wielkopolsko-Pomorska) do 1,331 (Kraina Sudecka) (Tab. 38). Największe różnice pomiędzy krainami przyrodniczo-leśnymi pod względem liczby uszkodzeń na jednym drzewie stwierdzono dla gatunków liściastych. Najwyższym nasileniem występowania uszkodzeń na drzewach gatunków iglastych cechowały się Krainy Małopolska i Karpacka, a na drzewach gatunków liściastych – Kraina Sudecka, Śląska i Karpacka. W Sudetach odnotowano najwyższe wartości wskaźnika średniej liczby uszkodzeń występujących na 1 drzewie, który dla brzozy osiągnął wartość 2,140 i dla olszy – 1,933. W Karpatach gatunkiem o najwyższej liczbie uszkodzeń występujących na drzewie była olsza (2,073 uszkodzenia/drzewo) oraz domieszkowe gatunki liściaste (1,802), dla których stwierdzono wysoką wartość tego parametrów również w Krainie Śląskiej (1,962 uszkodzenia/drzewo). W Krainie Sudeckiej stwierdzono również najniższą częstość występowania uszkodzeń sosny (0,462 uszkodzenia/drzewo). W porównaniu do roku 2015 odnotowano wzrost średniej liczby uszkodzeń przypadających na 1 drzewo w siedmiu krainach przyrodniczo-leśnych i spadek

– tylko w 1. Wzrost ten był jednak stosunkowo niewielki, w większości krain nie przekraczał 0,1 uszkodzenia/drzewo, a jedynie w Krainie Karpackiej osiągnął wartość 0,161 (Tab. 38).

Średnia liczba uszkodzeń przypadającej na jedno drzewo w rdLP zawierała się w przedziale od 0,596 (RDPL Piła) do 1,699 (RDLP Krosno). Mniejsza niż przeciętna dla całej Polski liczba uszkodzeń na 1 drzewie (0,97 uszkodzenia/drzewo) wystąpiła w dziewięciu rdLP (Katowice, Lublin, Olsztyn, Piła, Poznań, Szczecin, Szczecinek, Toruń i Zielona Góra), w pozostałych rdLP oraz w parkach narodowych była wyższa i przekraczała wartość 1. W czternastu rdLP w roku 2016 w porównaniu do roku 2015 odnotowano wzrost średniej liczby uszkodzeń występujących na 1 drzewie, zaś jedynie w trzech rdLP – spadek (Tab. 38). Największą średnią liczbą uszkodzeń na jednym drzewie cechowały się sosny w RDLP Białystok i Łódź (odpowiednio 1,005 i 1,003 uszkodzenia/drzewo), świerki w RDLP Krosno (1,867 uszkodzenia/drzewo) oraz jodły w RDLP Krosno i parkach narodowych (odpowiednio 1,710 i 1,444 uszkodzenia/drzewo). W przypadku dębu we wszystkich rdLP średnia liczba uszkodzeń na 1 drzewie była wysoka, w 16 rdLP i w parkach narodowych przekraczała wartość 1, a w rdLP Krosno nawet wartość 2. W przypadku buka najwięcej uszkodzeń występujących na 1 drzewie stwierdzono w RDLP Krosno (2,345) oraz w parkach narodowych (1,792 uszkodzenia/drzewo). W przypadku brzozy najwięcej uszkodzeń na 1 drzewie również zarejestrowano w RDLP Krosno (2,098), zaś w przypadku olszy – w trzech RDLP (Krosno, Gdańsk i Radom) odnotowano wartości wskaźnika przekraczające 2, a w kolejnych trzech jednostkach (RDLP Kraków, Łódź i Toruń) – przekraczające wartość 1,5 (Tab. 38).

Na charakter występujących zagrożeń wskazuje zestawienie najczęściej stwierdzanych symptomów i lokalizacji uszkodzeń zarejestrowanych dla danego drzewa oraz związanych z nimi czynników sprawczych w układzie poszczególnych gatunków drzew (Tab. 39). Odsetek drzew, dla których pomimo wykonanej oceny nie udało się określić czynnika sprawczego wynosił w 2016 roku 31,1% i był o 0,9% mniejszy niż w roku 2015. Kontynuowany zatem był trend poprawy identyfikowania przyczyn występowania uszkodzeń drzew.

Dla sosny najczęściej wskazywano na „konkurencję i inne czynniki”, jako przyczynę uszkodzeń, zaś dla pozostałych wyróżnionych gatunków iglastych (Tab. 39) największym udziałem cechowały się uszkodzenia, dla których nie można było wskazać jednoznacznej przyczyny („badane nie zidentyfikowane”). W przypadku świerka i

domieszkowych gatunków iglastych nastąpiła nieznaczna poprawa identyfikacji sprawców uszkodzeń (w obu przypadkach o 0,6%), zaś u jodły – pogorszenie – o 2,6%.

W przypadku ocenianych gatunków liściastych najczęściej wskazywanym czynnikiem sprawczym uszkodzeń były „owady” (Tab. 39). Odpowiadały one za 59,9% uszkodzeń olszy, 45,3% uszkodzeń dębu, 43,3% uszkodzeń brzozy, 39,5% uszkodzeń buków oraz 38,9% uszkodzeń domieszkowych gatunków liściastych. „Ubytek igieł/liści” był najczęściej identyfikowanym symptomem uszkodzeń w przypadku wszystkich gatunków razem (35,6% wszystkich stwierdzonych uszkodzeń) oraz gatunków liściastych (od 37,9% uszkodzeń u buka do 66,9% uszkodzeń u olszy). W przypadku sosny, jodły i domieszkowych gatunków iglastych dominowały deformacje – odpowiednio: 32,0%, 27,3% i 16,7% uszkodzeń. Organem, którego najczęściej dotyczyły uszkodzenia na drzewach iglastych był pień pomiędzy szyją korzeniową i koroną, a na drzewach liściastych liście (Tab. 39). Stwierdzić zatem można, że układ najczęściej występujących lokalizacji, symptomów i czynników sprawczych uszkodzeń w roku 2015 był podobny jak w latach poprzednich.

5.3. Charakterystyka uszkodzeń pod względem lokalizacji w obrębie drzewa, występujących symptomów i głównych kategorii czynników sprawczych

Lokalizacja uszkodzeń w obrębie drzewa

Uwzględniając podział na części morfologiczne drzew (korzenie i szyja korzeniowa, strzała, gałęzie, pędy i pączki oraz igły i liście) najczęściej wskazywanym miejscem położenia symptomów była strzała (43,56% wszystkich wskazanych lokalizacji uszkodzeń), w tym przede wszystkim „pień pomiędzy szyją korzeniową i koroną” (28,37%), następnie liście bądź igły – 38,84% (Tab. 40). Udział gałęzi, pędów i pączków oraz korzeni i szyi korzeniowej, jako miejsc występowania uszkodzeń był dużo mniejszy (odpowiednio 13,76% i 3,84% wszystkich lokalizacji uszkodzeń).

Wśród wszystkich wyróżnionych gatunków iglastych najczęściej występującą lokalizacją występowania uszkodzeń była strzała, zaś wśród gatunków liściastych – liście (Tab. 40). W przypadku sosny poza strzałą uszkodzenia występowały licznie na igłach (8,79%) i nieco mniej licznie na gałęziach, pędach i pączkach (7,59%). Podobne proporcje występowały u świerka i iglastych gatunków domieszkowych. Natomiast na jodle uszkodzenia częściej występowały na gałęziach, pędach i pączkach niż na strzale. Strzała była drugim pod względem udziału miejscem występowania uszkodzeń u wszystkich

wyróżnionych gatunków liściastych. Najmniejszym udziałem lokalizacji uszkodzeń zarówno na gatunkach iglastych, jak i liściastych cechowały się korzenie i szyja korzeniowa (Tab. 40).

Symptomy uszkodzeń

Wśród symptomów uszkodzenia największym udziałem wyróżniał się „ubytek igieł/liści” (35,6% wszystkich symptomów uszkodzeń), który dominował u wszystkich gatunków z wyłączeniem sosny i jodły (Tab. 41). Znaczący był również udział „deformacji” (21,8% wszystkich uszkodzeń), które przeważały u sosny i jodły, a udział u pozostałych gatunków przekraczał 10%. Wśród wyróżnionych symptomów uszkodzenia mniejszymi udziałami cechowały się „rany” (9,9%), których udział był wysoki w przypadku świerka, buka, jodły i domieszkowych gatunków iglastych (odpowiednio 20,0%, 17,1%, 16,8% i 16,7%), a także „pochylone” (7,8%) i „martwe, obumierające gałęzie” (7,1% wszystkich symptomów uszkodzeń). W przypadku świerka dużym udziałem cechowały się ponadto „wycieki żywicy” (21,6% symptomów uszkodzenia świerka). Udział pozostałych symptomów był znacząco niższy i zawierał się w przedziale od 3,7% („przebarwienia igieł/liści”) do 0,1% („nienaturalne rozmiary liści/igieł” i „wycieki na drzewach liściastych”). Niskim udziałem wśród symptomów uszkodzenia (poniżej 1% wszystkich uszkodzeń) cechowały się również „oznaki występowania owadów”, „oznaki występowania grzybów” „inne oznaki” oraz „nekrozy” (Tab. 41).

Czynniki sprawcze

Spośród wyróżnionych kategorii czynników sprawczych uszkodzeń drzew najwyższy udział, poza kategorią „badano, nie zidentyfikowano” (31,1% wszystkich przypadków), miały „konkurencja i inne czynniki” (w tym przede wszystkim „konkurencja”) oraz „owady” (odpowiednio 25,7% i 24,7%) (Tab. 42). Znacznie rzadziej wskazywano na „czynniki abiotyczne” (6,1%), „bezpośrednie oddziaływanie człowieka” (5,6%) oraz „grzyby” (5,5%). „Konkurencja i inne czynniki” odpowiadały za 39,0% wszystkich uszkodzeń sosny, 25,1% uszkodzeń świerka, 23,9% uszkodzeń domieszkowych gatunków iglastych oraz 20,9% uszkodzeń jodły. W odniesieniu do gatunków liściastych udział tego czynnika sprawczego był znacząco mniejszy, najwyższą wartość osiągając dla brzozy (17,8%). „Owady” stanowiły najczęściej wymienianą kategorię czynników sprawczych w przypadku uszkodzeń olszy (59,9%), dębu (45,3%), brzozy (43,3%), buka (39,5%) i domieszkowych gatunków liściastych (38,9%). „Grzyby” miały znaczny udział jako przyczyna uszkodzeń drzew w przypadku jodły (24,2%), mniejszym buka oraz domieszkowych gatunków liściastych (po 11,1%), zaś „bezpośrednie

działanie człowieka” w odniesieniu do domieszkowych gatunków iglastych (15,2%), świerka (9,7%) i buka (9,5%) oraz czynniki „abiotyczne” w odniesieniu do domieszkowych gatunków iglastych (10,0%) i brzozy (8,6%). Pozostałe kategorie czynników sprawczych nie miały znaczącego udziału w powstawaniu uszkodzeń poszczególnych gatunków drzew.

Udział uszkodzeń, dla których nie zidentyfikowano czynnika sprawczego w przypadku gatunków iglastych zawierał się w przedziale 33,1% – 41,2%. W odniesieniu do gatunków liściastych niezidentyfikowanych czynników sprawczych było wyraźnie mniej – od 17,5% do 24,4% (Tab. 42). Największym udziałem niezidentyfikowanych czynników sprawczych cechowały się domieszkowe gatunki iglaste, najmniejszym zaś – olsza. W okresie 2010-2016 następowała poprawa identyfikowania czynników sprawczych uszkodzeń występujących na większości gatunków drzew. Przeprowadzona analiza statystyczna (test Mann-Kendall’a) wykazała brak trendu jedynie dla jodły oraz spadek rozpoznawania przyczyn uszkodzeń dla olszy (Tab. 42).

„Owady” oraz „konkurencja i inne czynniki”

W 2016 roku na SPO I rzędu stwierdzono 9576 przypadków uszkodzeń spowodowanych przez „owady” (Tab. 42). Najliczniejszymi wśród owadów sprawcami szkód, podobnie jak w latach poprzednich, były owady liściożerne (foliofagi) – stanowiły one 78% wszystkich przypadków uszkodzeń tej kategorii sprawców. Udział powyżej 5% cechował ponadto owady uszkadzające pień, gałęzie i pędy, owady minujące i ssące (Rys. 43). Udział wyróżnianych grup owadów powodujących uszkodzenia w roku 2016 był podobny do tego z lat poprzednich.

Spośród wszystkich uszkodzeń spowodowanych w roku 2016 przez owady, na drzewach iglastych występowało łącznie 10,2%, w tym na sośnie 6,2%, świerku – 3,2%, jodle – 0,6% oraz na domieszkowych gatunkach iglastych – 0,2% (Tab. 43). Uwzględniając liczbę drzew poszczególnych gatunków największym udziałem uszkodzeń spowodowanych przez owady cechował się świerk, następnie jodła, iglaste gatunki domieszkowe a najmniejszym – sosna. W przypadku sosny i świerka dominującą grupą owadów powodującą uszkodzenia drzew były kambiofagi (uszkadzające pień, gałęzie, pędy), zaś w przypadku jodły – owady ssące. Na gatunkach liściastych występowało łącznie 89,8% uszkodzeń spowodowanych przez owady. U wszystkich wyróżnionych gatunków liściastych dominującą grupą owadów powodującą uszkodzenia były foliofagi. Udział innych grup owadów był znacząco mniejszy – dla owadów minujących wynosił

5,2%, dla owadów ssących – 5,1%, a dla pozostałych grup owadów jeszcze mniejszy (Tab. 43).

„Konkurencja i inne czynniki” była najczęściej wskazywaną (oznaczoną) grupą czynników sprawczych uszkodzeń drzew na SPO I rzędu w 2016 roku. Blisko 73% uszkodzeń spowodowanych przez tę grupę czynników występowało na drzewach iglastych, a na liściastych – ponad 27% (Tab. 43), co w przybliżeniu odpowiada proporcji liczby drzew obydwu kategorii. „Konkurencja” charakteryzowała się największym udziałem (83,0%) wśród wyróżnionych podkategorii opisywanej grupy sprawców i dominowała w przypadku wszystkich gatunków iglastych i liściastych. Udziałem powyżej 1% cechowały się również takie podkategorie jak „epifity, pasożyty” (4,1%) i „inne znane, ale nie podane” (2,9%). Znaczący był również udział uszkodzeń, dla których wskazano ogólną nazwę kategorii, bez dalszej specyfikacji (9,6%), (Rys. 44).

5.4. Występowanie uszkodzeń wybranych gatunków lasotwórczych drzew w zależności od formy własności i funkcji lasów

Sosna

W 2016 roku na sosnie stwierdzono występowanie 16 642 uszkodzeń, wśród których największy udział miały „deformacje” (32,0%) oraz „ubytek igieł” (21,0% wszystkich uszkodzeń sosny). Udział uszkodzeń opisanych jako „rany” wynosił 11,9%, „pochylone” – 9,4%, „martwe/obumierające gałęzie” – 8,4%, zaś pozostałych symptomów uszkodzenia był znacząco niższy (Tab. 41). Pomiędzy wyróżnionymi kategoriami własności gruntu leśnego, na którym zlokalizowane są powierzchnie obserwacyjne monitoringu lasów zróżnicowanie nasilenia występowania uszkodzeń było umiarkowane i zawierało się w przedziale od 0,677 uszkodzenia/drzewo (dla sosen z Lasów Państwowych) do 0,982 uszkodzenia/drzewo (dla sosen z parków narodowych), (Tab. 44). W roku poprzednim wartości te były zbliżone. W przypadku funkcji lasów zróżnicowanie pomiędzy wyróżnionymi kategoriami było niewielkie i mieściło się w zakresie od 0,706 (lasy ochronne) do 0,861 uszkodzeń/drzewo (lasy rezerwatowe). W okresie 2011-2016 test Mann-Kendall’a wykazał istotny wzrost nasilenia występowania uszkodzeń na sosnach dla większości wyróżnionych form własności gruntu i funkcji lasów. Jedynie dla sosen w rezerwatach nie wykazano wzrostu nasilenia występowania uszkodzeń w okresie 2011-2016 (Tab. 44).

Dla 39,1% uszkodzeń sosny nie wskazano czynnika sprawczego (Tab. 45). Wśród zidentyfikowanych czynników sprawczych uszkodzeń sosny w 2016 roku dominowały „konkurencja i inne czynniki” (głównie konkurencja) – 37,5% wszystkich uszkodzeń. „Bezpośrednie działanie człowieka” i „czynniki abiotyczne” stanowiły przyczynę odpowiednio 7,8% i 6,4% uszkodzeń, „grzyby” – 4,8% a „owady” – 3,0% uszkodzeń sosny. Czynnikiem sprawczym o najmniejszej liczbie uszkodzeń były „kręgowce” (1,2%) i „pożary” (0,3% wszystkich uszkodzeń sosny). Nie stwierdzono natomiast w 2016 roku, podobnie jak w latach poprzednich, uszkodzeń powodowanych przez „zanieczyszczenia powietrza” (Tab. 45).

Różnice udziału uszkodzeń spowodowanych przez poszczególne kategorie czynników sprawczych występujących na sosnach wyróżnionych form własności były duże. W przypadku „konkurencji i innych czynników” udział ten zawierał się w przedziale od 27,9% (dla tzw. pozostałych form własności) do 57,7% (w parkach narodowych), zaś dla „bezpośredniego działania człowieka” w przedziale od 1,92% (w parkach narodowych) do 9,1% (w Lasach Państwowych). Mniejsze zróżnicowanie pomiędzy wyróżnionymi kategoriami własności, aczkolwiek przy odpowiednio niższych wartościach procentowych, stwierdzono w odniesieniu do „czynników abiotycznych” i „grzybów”. Pomędzy wyróżnionymi funkcjami lasów różnice udziału poszczególnych czynników sprawczych były mniejsze, np. dla „konkurencji i innych czynników” mieściły się w przedziale 29,7% - 40,2%. Jedynie w odniesieniu do „czynników abiotycznych” oraz „bezpośredniego działania człowieka” różnice te były znacząco większe, głównie za sprawą niewielkiego udziału tych kategorii czynników sprawczych w sośninach występujących w rezerwatach (Tab. 45).

Świerk

W 2016 roku stwierdzono występowanie łącznie 1952 uszkodzeń świerków. Spośród wyróżnionych 21 typów symptomów dominowały: „ubytek igieł” (25,2% wszystkich uszkodzeń świerka), „wycieki żywicy” (21,6%) i „rany” (20,0%). Wyraźnie mniejszy był udział „deformacji” (13,7%) oraz „martwych/obumierających gałęzi” (6,3%), a w przypadku pozostałych typów symptomów nie przekraczał on 3% (Tab. 41).

Najniższą liczbą uszkodzeń przypadających na jedno drzewo w roku 2016 cechowały się świerki rosnące w lasach na gruntach tzw. „pozostałych form własności”, przy czym zróżnicowanie nasilenia występowania uszkodzeń na drzewach pomiędzy wyróżnionymi kategoriami form własności było niewielkie i mieściło się w zakresie 0,813 – 1,077 uszkodzenia/drzewo. W latach 2011-2016 liczba uszkodzeń świerków we

wszystkich formach własności i kategoriach funkcji lasu ulegała wahaniom, jednakże tylko w przypadku „lasów gospodarczych” stwierdzono statystycznie istotny wzrost nasilenia uszkodzeń (Tab. 46). Dla pozostałych wyróżnionych form własności i funkcji lasów w okresie tym nie stwierdzono występowania trendów zmian liczby uszkodzeń występujących przeciętnie na jednym drzewie.

Zróźnicowanie nasilenia występowania uszkodzeń świerków, ze względu na wyróżnione kategorie funkcji lasów było w roku 2016 bardzo małe, podobnie jak to miało miejsce w latach poprzednich. Najmniej uszkodzeń na 1 świerku występowało w lasach rezerwatowych (0,920 uszkodzenia/drzewo), a najwięcej w lasach ochronnych (1,109 uszkodzenia/drzewo) (Tab. 46).

W 2016 roku nie określono czynników sprawczych 32,1% uszkodzeń świerków (Tab. 47), co stanowiło niewielką poprawę identyfikowania przyczyn uszkodzeń w porównaniu do roku 2015. Wśród zidentyfikowanych przyczyn dominowały „konkurencja i inne czynniki” – 25,1% wszystkich uszkodzeń świerka, „owady” – 15,6% i „bezpośrednie działanie człowieka” – 9,7%. Nieco niższy był udział „kręgowców”, „czynników abiotycznych” i „grzybów” i (odpowiednio 8,1%, 4,9% i 4,5%). Nie stwierdzono natomiast żadnego uszkodzenia świerka spowodowanego przez „pożary” i „zanieczyszczenia powietrza” (Tab. 42).

Stwierdzono znaczące różnice pomiędzy wyróżnionymi kategoriami form własności pod względem udziału uszkodzeń świerków spowodowanych przez „czynniki abiotyczne” (w zakresie od 3,2% do 40,3%), „owady” (od 0,0% do 18,1%), „kręgowce” (od 0,0% do 9,4%) i „grzyby” (od 1,1% do 10,1%), nieco mniej w przypadku „konkurencji i innych czynników” oraz „bezpośredniego działania człowieka” (Tab. 47). Różnice udziału uszkodzeń świerków spowodowanym przez wyróżnione czynniki sprawcze pomiędzy kategoriami funkcji lasów było w 2016 roku niewielkie, jedynie dla „owadów” i „czynników abiotycznych” i „konkurencji i innych czynników” przekraczało 10%. We wszystkich wyróżnionych kategoriach funkcji lasów dominującą przyczyną uszkodzeń świerków była „konkurencja i inne czynniki” (głównie konkurencja). W lasach gospodarczych i ochronnych znaczący udział wśród przyczyn uszkodzeń miały ponadto „owady”, a w lasach rezerwatowych „czynniki abiotyczne” i „bezpośrednie działanie człowieka” (Tab. 47).

Dąb

W roku 2016 stwierdzono 4329 uszkodzeń dębów (Tab. 41). Dominującym symptomem uszkodzenia był „ubytek liści” (51,4% wszystkich uszkodzeń). Znacznie

mniejsze udziały miały „deformacje” oraz „martwe i obumierające gałęzie” (odpowiednio 12,1%, 10,5%), „przebarwienia liści” (6,5%) i „rany” (5,3%). Udział pozostałych typów symptomów nie przekraczał 4%.

Zróznicowanie nasilenia występowania uszkodzeń dębów pomiędzy kategoriami własności i funkcji lasów było w 2016 roku niewielkie – wyrażone średnią liczbą uszkodzeń stwierdzonych na 1 dębie zawierało się w przedziale 1,250 – 1,741 uszkodzenia/drzewo (Tab. 48). W okresie 2011-2016 występował statystycznie istotny wzrost nasilenia występowania uszkodzeń dębów w lasach administrowanych przez LP, osób fizycznych, tzw. pozostałych form własności oraz w lasach gospodarczych. W pozostałych wyróżnionych formach własności i funkcjach lasu test Mann-Kendall’a wykazał brak trendu zmian, podobnie jak dla wszystkich drzew tego gatunku łącznie (Tab. 48).

Dla 27,4% uszkodzeń występujących na dębach w roku 2016 nie zidentyfikowano czynnika sprawczego (Tab. 49). Oznacza to niewielką poprawę identyfikowania przyczyn uszkodzeń w porównaniu do roku poprzedniego. Wśród rozpoznanych sprawców uszkodzeń dębów dominowały „owady” - 45,3% wszystkich uszkodzeń stwierdzonych na dębach. Udział „konkurencji i innych czynników” i „grzybów” był zdecydowanie mniejszy (odpowiednio 13,7% i 7,6%), zaś pozostałych kategorii nie przekraczał 3%. Nie odnotowano uszkodzeń spowodowanych przez „pożary”, i „zanieczyszczenia powietrza”, a udział „kręgowców” jako czynnika sprawczego uszkodzeń dębów wynosił zaledwie 0,16% wszystkich uszkodzeń. Nie stwierdzono znaczącego zróznicowania udziału poszczególnych grup czynników sprawczych pomiędzy kategoriami form własności i funkcji lasów (Tab. 49). Analiza taka była zresztą utrudniona ze względu na małą liczbę uszkodzeń zarejestrowanych na dębach rosnących w parkach narodowych i w rezerwatach, co eliminowało te kategorie własności i funkcji lasów z porównań.

Brzoza

W 2016 roku stwierdzono łącznie 5300 uszkodzeń brzoź na powierzchniach SPO I, spośród których największym udziałem cechował się „ubytek liści” (50,8% wszystkich uszkodzeń stwierdzonych na brzozach), następnie „deformacje” (14,2%), oraz drzewa „pochylone” (12,9%) (Tab. 41). Pozostałe wyróżnione symptomy uszkodzeń występowały rzadziej.

Zróznicowanie liczby uszkodzeń przypadających na jedną brzozę pomiędzy wyróżnionymi formami własności zawierało się w 2016 roku w przedziale od 0,951 (dla lasów parków narodowych) do 1,660 w lasach tzw. pozostałych form własności (Tab. 50).

Zróźnicowanie liczby uszkodzeń przypadające na 1 brzozę pomiędzy wyróżnionymi kategoriami funkcji lasów było w 2016 roku bardzo małe i mieściło się w przedziale od 1,282 (w rezerwatach) do 1,421 uszkodzenia/drzewo (w lasach gospodarczych). Dla wszystkich kategorii własności i funkcji lasów nastąpił w okresie 2011-2016 statystycznie istotny wzrost nasilenia występowania uszkodzeń na brzożach potwierdzony wynikami testu Mann-Kendall'a (Tab. 50).

Dla 25,6% uszkodzeń brzoży w roku 2016 nie określono czynnika sprawczego, co oznacza ponad 1% poprawę identyfikowania przyczyn uszkodzeń w porównaniu do roku poprzedniego (Tab. 51). Wśród zidentyfikowanych sprawców uszkodzeń brzoż dominowały „owady” (43,3%) oraz „konkurencja i inne czynniki” (głównie konkurencja) (17,8% wszystkich uszkodzeń brzoż). Spośród pozostałych wyróżnionych kategorii czynników sprawczych znacznym udziałem cechowały się jeszcze tylko „czynniki abiotyczne” (8,6%). Pozostałe czynniki sprawcze łącznie były przyczyną 4,7% uszkodzeń brzoż. Nie stwierdzono ani jednego uszkodzenia spowodowanego bezpośrednim oddziaływaniem zanieczyszczeniami powietrza. Zależności pomiędzy formą własności oraz funkcjami lasów, a występowaniem wyróżnionych kategorii czynników sprawczych nie była znacząca. W lasach większości wyróżnionych form własności i funkcji „owady” były najczęstszymi sprawcami uszkodzeń brzoż, natomiast w lasach na terenie parków narodowych dominowały uszkodzenia spowodowane przez „czynniki abiotyczne” i „konkurencję i inne czynniki”. We wszystkich kategoriach funkcji lasów dominowały uszkodzenia spowodowane przez „owady” (Tab. 51).

5.5. Podsumowanie

Przeprowadzona w 2016 roku w ramach monitoringu lasów ocena uszkodzeń drzew wykazała, że 66,7% spośród nich było uszkodzonych. Oznacza to kolejny rok wzrostu liczby i udziału uszkodzonych drzew. O większym nasileniu występowania uszkodzeń świadczy także wzrost średniej liczby uszkodzeń na pojedynczym drzewie, który w roku 2016 zwiększył się do 0,97 z 0,91 uszkodzenia/drzewo w roku 2015. Wzrost nasilenia występowania uszkodzeń dla wszystkich gatunków łącznie oraz sosny, świerka, buka, brzoży, olszy i domieszkowych gatunków liściastych został dla okresu 2011-2016 potwierdzony statystycznie. W okresie tym nie wykazano natomiast statystycznie istotnego zmniejszania się średniej liczby uszkodzeń występujących na jednym drzewie dla jakiegokolwiek gatunku lasotwórczego w Polsce.

Najczęściej uszkodzanymi organami drzew wszystkich gatunków iglastych był „pień pomiędzy szyją korzeniową i podstawą korony”, zaś gatunków liściastych – „liście”. Udział pierwszej wymienionej lokalizacji wśród wszystkich uszkodzeń zarejestrowanych w trakcie prac terenowych wynosił 28,4%, a drugiej – 28,0%. Kategoria „liści” odnosi się jednak jedynie do drzew gatunków liściastych. Po dodaniu do niej „igieł” – lokalizacji odnoszącej się do aparatu asymilacyjnego drzew iglastych, łączny udział uszkodzeń zlokalizowanych na „liściach/igłach” wynosił 38,82%. Udział uszkodzeń „gałęzi, pędów i pączków” wynosił 13,8%, natomiast całej strzały, obejmujące poza wymienioną wcześniej lokalizacją „strzała pomiędzy szyją korzeniową i podstawą korony” także takie kategorie jak: „strzałę w obrębie korony”, „całą strzałę” oraz „pęd wierzchołkowy – łącznie 43,6% wszystkich uszkodzeń odnotowanych w 2016 roku.

Największym udziałem wśród wyróżnionych symptomów uszkodzeń cechował się „ubytek igieł/liści” (35,6%), która to kategoria dominowała u wszystkich wyróżnionych gatunków drzew, z wyłączeniem sosny i jodły, u których przeważały „deformacje”. Zwraca również uwagę niewielki odsetek takich symptomów uszkodzeń jak: „oznaki występowania owadów” (0,9% wszystkich uszkodzeń), „nekrozy” (0,4%), „nienaturalne rozmiary liści/igieł” (0,1%) oraz „wycieki z drzew liściastych” (0,1%).

Wśród zidentyfikowanych czynników sprawczych największym udziałem charakteryzowały się „konkurencja i inne czynniki” (25,7%) oraz „owady” (24,7%). Wśród „owadów” największym udziałem charakteryzowały się foliofagi (78,0%), które dominowały wśród wszystkich gatunków liściastych. W przypadku sosny i świerka przeważały kambiofagi (tzw. szkodniki wtórne), zaś na jodłach – owady ssące. W kategorii czynników sprawczych „konkurencja i inne czynniki” zdecydowanie dominowała podkategoria „konkurencja”, jako przyczyna występowania uszkodzeń (blisko 83% uszkodzeń kategorii).

Udział nieokreślonych czynników sprawczych (kod 999) był w roku 2016 o 0,9% niższy niż w roku 2015 i osiągnął wartość 31,1%.

6. WPLYW WARUNKÓW POGODOWYCH NA ZDROWOTNOŚĆ DRZEWOSTANÓW W PIĘCIOLECIU 2012-2016 – JADWIGA MAŁACHOWSKA

W 2016 r. średnia suma opadów w kraju w okresie od 1 marca do 31 lipca, wyliczona na podstawie wyników z 22 stacji synoptycznych IMGW wynosiła 326 mm, co

stanowi 106% wieloletniej normy (w 2015 r. wartości te wynosiły odpowiednio 239 mm i 85% normy), (Biuletyny IMGW z lat 2012-2016), (Tab. 46 i 47, Rys. 30-38).

W 2016 r. sumy opadów w okresie od 1 marca do 31 lipca, zawierały się w przedziale od 92% normy wieloletniej (280 mm) w Krainie Bałtyckiej, do 115% normy (318 mm) w Krainie Wielkopolsko-Pomorskiej oraz od 73% normy (186 mm) w RDLP Szczecin do 133% normy (337 mm) w RDLP Poznań.

W pięcioleciu 2012-2016 analizowany okres marzec-lipiec był najmniej obfity w opady w 2015 r. (średnio w kraju - 85% normy opadów, tj. 239 mm). Dość sucho było również w kilku regionach kraju w 2012 r. (93% normy opadów - 288 mm). Natomiast najbardziej mokro, jednak nie nadmiernie, było w latach 2013-2014 (115% i 117% normy opadów - odpowiednio 336 mm i 339 mm). W większości krain i RDLP obfitość opadów w całym pięcioleciu była zadowalająca. Lokalnie pojawiały się większe niedobory opadów (do 75% normy): w 2012 r. w Krainach Śląskiej i Karpackiej oraz w RDLP Katowice, w 2015 r. – w Krainach Śląskiej i Sudeckiej oraz w RDLP Wrocław, Łódź i Katowice. Niewielkie niedobory opadów (76% do 85% normy) występowały w 2012 r. w Krainach Bałtyckiej i Małopolskiej oraz w RDLP Szczecinek, Lublin, Kraków, Krosno i Łódź, w 2013 r. – w RDLP Szczecinek, w 2014 r. – w RDLP Olsztyn, w 2015 r. w Krainach Mazowiecko-Podlaskiej, Wielkopolsko-Pomorskiej i Małopolskiej, oraz w RDLP Kraków, Krosno, Warszawa, Olsztyn i Toruń.

Porównano wielkości opadów w kolejnych miesiącach sezonu wegetacyjnego 2016 r. na tle wartości z pięciolecia w krainach przyrodniczo-leśnych (Rys. 31-38). Średnia wartość opadów w kraju wyrażona w procentach wieloletniej normy oraz w milimetrach dla kolejnych miesięcy sezonu wegetacyjnego wynosiła: w marcu 107% - 36 mm, w kwietniu 100% - 41 mm, w maju 80% - 46 mm, w czerwcu 83% - 64 mm, w lipcu 161% - 139 mm, w sierpniu 82% - 59 mm i we wrześniu 41% - 25 mm. W pięcioleciu średnio w kraju niewielkie ilości opadów deszczu (do 65% normy wieloletniej) zanotowano w 2011 r. w marcu i we wrześniu, w 2012 r. – w marcu, w 2013 r. – w lipcu, w 2015 r. – w czerwcu i w sierpniu (alarmująco niskie opady – 24% normy) oraz w 2016 r. – we wrześniu. Opady na poziomie zbliżonym do wieloletniej normy ($\pm 10\%$) występowały w 2011 r. – w maju i sierpniu, w 2012 r. w kwietniu i sierpniu, w 2013 r. – w marcu, w 2014 r. – w kwietniu, lipcu i sierpniu, w 2015 r. – w marcu, maju i wrześniu oraz w 2016 r. – w marcu i kwietniu. Opady obfite, osiągające wartość od 125% do 216% normy występowały w 2011 r. – w lipcu, w 2013 r. – w maju, czerwcu i we wrześniu, w 2014 r. – w marcu i w maju oraz w 2016 r. – w lipcu.

Okresowy niedobór lub nadmiar wody deszczowej odnotowano w poszczególnych krainach. Duży niedobór opadów (opady wynosiły do 50% wieloletniej normy) wystąpił w czerwcu w Krainie Karpackiej, w sierpniu – w Krainie Śląskiej, we wrześniu – deficyt opadów deszczu wystąpił w Krainie Bałtyckiej, Mazursko-Podlaskiej, Wielkopolsko-Pomorskiej, Mazowiecko-Podlaskiej, Śląskiej i Małopolskiej. Obfite opady wystąpiły w marcu (od 137% do 162% normy) w Krainach Mazowiecko-Podlaskiej, Śląskiej i Sudeckiej, w lipcu – Krainie Bałtyckiej, Mazursko-Podlaskiej, Wielkopolsko-Pomorskiej, Mazowiecko-Podlaskiej, Małopolskiej, Sudeckiej i Karpackiej (od 127% do 197% normy) oraz w sierpniu – w Krainie Bałtyckiej i Karpackiej (około 130% normy). W większości krain okresy niedoboru opadów przeplatały się z okresami, kiedy opady były zadowalające lub nawet mocno obfite, co oznacza, że nie było okresów przedłużającej się suszy, która spowodowałaby pogorszenie stanu koron drzew. Jedynie w Krainie Bałtyckiej wystąpił trzymiesięczny okres niedoboru opadów w okresie marzec-maj (opady wynosiły odpowiednio: 68, 73 i 74% normy). W tej krainie nastąpił niewielki wzrost poziomu defoliacji, po raz pierwszy od 2011 roku, co mogło być skutkiem niedoborów wody. Jednak obserwowany w 2016 r. wzrost defoliacji drzew odnotowany niemal w całym kraju (Rys. 30) może być związany z opisywanymi przedłużającymi się niedoborami opadów jakie wystąpiły w 2015 roku (trwającymi od 2 do 4 miesięcy), w szczególności z krytycznym niedoborem wody deszczowej zanotowanym we wszystkich krainach przyrodniczo-leśnych w sierpniu 2015 roku (Rys. 31-38). Dodatkowo na poziom defoliacji mogła wpłynąć bezśnieżna zima 2015/2016 oraz wiosenne przymrozki, które w wielu regionach pojawiły się po rozpoczęciu okresu wegetacji.

Średnie temperatury w kolejnych miesiącach sezonu wegetacyjnego, podobnie jak w ubiegłych latach pięciolecia (z kilkoma wyjątkami), były najniższe w Krainie Karpackiej, a najwyższe w Krainie Śląskiej, zawierały się w przedziałach: w marcu (1,9-5,0°C), w kwietniu (6,7-9,4°C), w maju (10,8-15,5°C), w czerwcu (15,4-19,2°C), w lipcu (16,0-20,1°C), w sierpniu (14,5-18,9°C) i we wrześniu (12,9-17,3°C).

Temperatury marca w 2016 roku przyjmowały wartości średnie w porównaniu z ubiegłymi latami pięciolecia. W tym miesiącu najcieplej było w 2014 roku, a najzimniej w 2013 roku. Średnie temperatury marca dla kraju w kolejnych latach pięciolecia wynosiły: 4,4°C, -2,2°C, 6,2°C, 4,7°C i 3,7°C. Temperatury kwietnia w 2016 roku przyjmowały wartości nieco powyżej średnich w porównaniu z ubiegłymi latami pięciolecia. W tym miesiącu najcieplej było w 2014 roku, a najzimniej w 2013 roku. Średnie temperatury kwietnia dla kraju w kolejnych latach pięciolecia wynosiły: 8,8°C, 7,7°C, 10,0°C, 7,9°C i

8,6°C. Temperatury maja w 2016 roku w wielu regionach kraju były najwyższe w porównaniu z ubiegłymi latami pięciolecia. W tym miesiącu najzimniej było w 2015 roku. Średnie temperatury maja dla kraju w kolejnych latach pięciolecia wynosiły: 14,5°C, 14,4°C, 13,3°C, 12,5°C i 14,7°C. Temperatury czerwca w 2016 roku podobnie jak w przypadku maja w wielu regionach kraju były najwyższe w porównaniu z ubiegłymi latami pięciolecia. W tym miesiącu najzimniej było w 2014 roku. Średnie temperatury czerwca dla kraju w kolejnych latach pięciolecia wynosiły: 16,3°C, 17,3°C, 15,7°C, 16,2°C i 18,2°C. Zarówno lipiec jak i sierpień okazały się miesiącami chłodnymi w porównaniu z tym okresem w innych latach pięciolecia. Średnie temperatury lipca dla kraju w kolejnych latach pięciolecia wynosiły: 19,5°C, 19,0°C, 20,6°C, 19,2°C i 18,8°C, natomiast średnie temperatury sierpnia: 18,2°C, 18,4°C, 17,4°C, 21,5°C i 17,5°C. Z kolei wrzesień 2016 roku okazał się najcieplejszy w pięcioleciu, a najzimniej było we wrześniu 2013 roku. Średnie temperatury września dla kraju w kolejnych latach pięciolecia wynosiły: 14,0°C, 11,9°C, 14,6°C, 14,5°C i 15,5°C.

Przeplatające się okresy chłodniejszej (lipiec, sierpień) i cieplejszej (maj, czerwiec, wrzesień) pogody wydaje się że nie powinny oddziaływać negatywnie na stan ulistnienia koron drzew w 2016 roku.

7. DEFOLIACJA DRZEW PRZY RÓŻNEJ DOSTĘPNOŚCI WODY GLEBOWEJ – ANDRZEJ BOCZOŃ, ROBERT HILDEBRAND

Jednym z efektów zmian klimatu jest zwiększenie ryzyka występowania susz. W skali globalnej w okresie 1902-2008 corocznie wzrastał udział powierzchni z suszami (Wang i inni, 2014). Od 1970 r. susze zwiększały zasięg, intensywność i czas trwania (Blunden i inni, 2011; Burke i inni, 2006). Zmiany klimatu i ich wpływ na drzewostany powodują konieczność wyznaczania zasięgu, częstotliwości i nasilenia susz zarówno w skali globalnej jak i w krajowej. Takie działania mogą stanowić podstawę do opracowywania strategii łagodzenia skutków suszy (Wang i inni, 2014).

Metodyka

Do określenia występowania suszy glebowej na terenach leśnych w latach 2015 i 2016 na terenie Polski posłużono się metodą zawartą w publikacji Boczon i współautorów [2016]. Wyznaczanie suszy glebowej w skali kraju oparto na określeniu dostępności wody glebowej dla roślin w referencyjnym ekosystemie leśnym, za który

uznano najliczniej reprezentowany w lasach Polski średniowiekowy bór sosnowy, rosnący na słabych glebach piaszczystych – rdzawych bielicowych.

Moment wystąpienia suszy glebowej wyznaczono jako całkowite wyczerpanie wody dostępnej dla roślin ($2,0 < pF < 3,7$). Aktualny zapas wody glebowej (SWS) obliczono w ujęciu dobowym, na podstawie bilansu odpływu wody w procesie ewapotranspiracji i przychodu wody z opadami atmosferycznymi. Ewapotranspiracja ekosystemu została obliczona wzorem Makkinka wg. DVWK [1996]. Metoda ta daje dobre wyniki przy obliczeniach ewapotranspiracji rzeczywistej około 70-cio letniego ekosystemu sosnowego (Boczoń i inni, 2015).

Zgodnie z zasadami retencjonowania wody w glebie obliczenia przeprowadzono przy warunkach brzegowych:

1. SWS przy $pF=2,0$ – górna granica ilości wody, jaka może zostać zatrzymana w glebie,
2. SWS przy $pF=4,2$ – dolna granica ilości wody dostępnej.

Obliczenia przeprowadzono na podstawie pomiarów na stacjach meteorologicznych Instytutu Badawczego Leśnictwa zlokalizowanych w nadleśnictwach: Bircza, Hajnówka, Suwałki, Szklarska Poręba i PGL Lasy Państwowe w nadleśnictwach: Bydgoszcz, Cewice, Cybinka, Dobieszyn, Gościno, Krotoszyn, Kup, Łagów, Niepołomice, Parciaki, Płońsk, Poddębice, Rudy, Spychowo, Susz, Włodawa i Wronki. Okresowy brak danych uzupełniano z najbliższego punktu pomiarowego tworzącego leśną sieć stacji meteorologicznych.

Określono także klimatyczny bilans wodny jako różnicę między sumą opadów atmosferycznych i rozchodem wody na parowanie terenowe.

Wyniki klimatycznego bilansu wodnego i występowanie suszy w 2015 r. zaczerpnięto z publikacji Boczonja i współautorów (2016).

Wyznaczenie izolinii zasięgu suszy wykonano w programie SURFER 13, z wykorzystaniem warstwy granic Polski udostępnianej przez Centralny Ośrodek Dokumentacji Geodezyjnej i Kartograficznej (<http://www.codgik.gov.pl/index.php/darmowe-dane.html>).

Wpływ suszy na stan drzewostanów określono posługując się różnicą defoliacji poszczególnych drzew między latami 2016 i 2014 na powierzchniach monitoringu lasu, w poszczególnych strefach wystąpienia suszy i zróżnicowania klimatycznego bilansu wodnego. Łącznie na wszystkich powierzchniach analizowano 37127 drzew w latach 2014

i 2016. Analizy przeprowadzono dla wszystkich drzew z podziałem na gatunki iglaste (24234 drzewa) i liściaste (12893 drzewa) oraz osobno dla gatunków: sosny pospolitej (21038 drzew), świerka pospolitego (1706 drzew), dębu szypułkowego łącznie z dębami nie określonymi do gatunku (2763 drzewa). W analizie posłużono się wartościami średnimi różnic defoliacji oraz procentem liczby drzew o defoliacji równej i większej od 10% między latami 2016 i 2014 dla poszczególnych grup gatunków.

Wyniki

Warunki wilgotnościowe w lasach w 2015 i 2016 r

Klimatyczny bilans wodny wskazuje na duże różnice warunków wodnych między latami 2015 i 2016 (Rys.54.). W 2015 roku przewaga rozchodu wody nad przychodem dotknęła duże obszary Polski. Największy deficyt wody przekraczający 100 mm wystąpił w Wielkopolsce. Cała centralna część Polski od zachodniej po wschodnią granicę miała ujemny bilans wodny. Zwiększenie retencji wilgoci mogło wystąpić w części północnej i południowej kraju. W 2016 roku klimatyczny bilans wodny dla roku kalendarzowego wskazuje na brak deficytu wody na terenie całego kraju.

W warunkach klimatycznych Polski w półroczu ciepłym (od IV do IX) przeważa rozchód wody nad przychodem, co powoduje zwiększenie obszarów występowania deficytu wody w stosunku do okresu całego roku. Taka sytuacja wystąpiła w latach 2015 i 2016. Jednak rozkład deficytu wody na terenie kraju w obu półroczach ciepłych był inny. W 2015 roku praktycznie cały kraj był objęty deficytem wody, jedynie wąski pas przymorski charakteryzowała przewaga przychodu wody nad jej rozchodem. W 2016 roku największy deficyt wody wystąpił w centrum kraju i zmniejszał się promieniowo w kierunku granic, gdzie szerokim pasem występował nadmiar wody. W rejonie przymorskim i w południowo-zachodniej Polski dodatni bilans wody przekroczył wartość 100 mm.

Przeprowadzone obliczenia aktualnego zapasu wody glebowej wykazują dużą zmienność dla danych z poszczególnych stacji meteorologicznych. W 2015 roku dane z czterech stacji meteorologicznych zlokalizowanych na obszarze przymorskim i na południu kraju nie wskazywały na występowanie suszy glebowej. W 2016 roku brak suszy stwierdzono w szerokim pasie przy wszystkich granicach kraju, na co wskazują dane z dwunastu stacji meteorologicznych. Na pozostałym obszarze kraju, odnotowano suszę glebową, ale była ona zróżnicowana pod względem terminu rozpoczęcia i zakończenia oraz długości trwania deficytu wody glebowej.

Rozkład przestrzenny wystąpienia suszy w 2015 roku (Rys.55.) wskazuje, że trwała ona najdłużej w Wielkopolsce. Dotknęła w dużym stopniu całą centralną część kraju od zachodniej do wschodniej granicy oraz północno-wschodnie przygranicze. Na tych terenach jej długość przekroczyła 60 dni. W 2016 roku susza najdłużej trwająca miała miejsce w centralnej części Polski i jej długość zmniejszała się ku granicom państwa. Susza o długości powyżej 60 dni zajęła znacznie mniejszy obszar – głównie część województwa łódzkiego i wielkopolskiego.

Z punktu widzenia rozwoju i wzrostu drzew ważny jest termin wystąpienia suszy. Aktywne fizjologicznie drewno wczesne tworzone jest w pierwszej fazie wzrostu, w okresie wegetacyjnym. Dlatego najbardziej negatywne skutki wywołują susze, które mają miejsce w pierwszych miesiącach okresu wegetacyjnego. Analiza wystąpienia suszy w okresie do końca lipca pokazuje, że najgorsze warunki w pierwszej fazie wzrostu w 2015 roku były w Wielkopolsce i w rejonie Włodawy (Rys. 55.). W 2016 roku susza w tym okresie wystąpiła tylko lokalnie, w rejonie stacji meteorologicznych w Poddębicach, Wronkach, Suszu i Parciakach.

Wpływ warunków wodnych na defoliacje drzewostanów

Na obszarze z najdłużej trwającą suszą w 2015 roku, rosną głównie drzewostany budowane przez sosnę pospolitą (np. Puszcza Notecka), ale także drzewostany dębowe (np. w Nadleśnictwie Krotoszyn). Poszczególne gatunki drzew w różnym stopniu są podatne na niekorzystny wpływ stresu suszy, który powoduje dysfunkcje w przewodzeniu wody w drewnie. Przyjmuje się, że gatunki iglaste są lepiej przystosowane do przetrwania suszy niż gatunki liściaste (Choat i inni, 2014). Pomimo, że sosna pospolita jest uznawana za gatunek odporny, to jednak nie wyklucza się możliwości jej zamierania na skutek stresu suszy (Dobbertin i inni, 2007). Do bardziej wrażliwych gatunków rosnących w Polsce zaliczany jest dąb szypułkowy *Quercus robur* L., u którego łatwo dochodzi do dysfunkcji przewodzenia wody w drewnie. Letnie susze mają hamujący wpływ na przyrost dębów, a susze powtarzające się w kolejnych latach doprowadzają do stopniowego osłabiania i zamierania dębów (Sohar i inni, 2013).

Susza wpływa na drzewostany w sposób długotrwały, często widoczny dopiero po kilku latach. Ograniczenie w dostępności wody glebowej, które miało miejsce w 2015 roku powinno zacząć ujawniać się w stanie zdrowotnym drzew w kolejnych latach, dlatego analizę przeprowadzono porównując defoliację drzew w 2016 roku w stosunku do roku poprzedzającego suszę, to jest roku 2014.

W zasięgu największego deficytu wody wykazanego rocznym klimatycznym bilansem wodnym (deficyt większy od 100 mm), grupy drzew poddane analizie: wszystkie drzewa, gatunki iglaste, gatunki liściaste, sosna pospolita, świerk pospolity i dąb szypułkowy łącznie z dębami nieokreślonymi, charakteryzowały się największym zwiększeniem defoliacji między rokiem 2016 i 2014 (Rys. 58.). Wszystkie wyodrębnione grupy miały defoliację większą o ponad 3%, a w przypadku drzew liściastych i świerków różnica dochodziła do 5%. Spośród badanych gatunków świerki osiągały największą defoliację we wszystkich strefach klimatycznego bilansu wodnego (poza wynikiem bilansu +1-100mm). Wskazuje to na pogarszającą się kondycję tego gatunku w naszym kraju. Zależność wielkości defoliacji od wyniku klimatycznego bilansu wodnego była istotna dla gatunków iglastych ($R^2=0,62$; $p=0,03$), gatunków liściastych ($R^2=0,76$; $p=0,01$), i dla sosny ($R^2=0,71$; $p=0,02$).

Klimatyczny bilans wodny od kwietnia do września 2015 roku wykazywał znacznie większy deficyt wody w stosunku do bilansu rocznego. W strefie największego niedoboru wody -201 – -300 mm u wszystkich grup drzew wystąpiła największa redukcja ulistnienia: defoliacja gatunków liściastych zwiększyła się w stosunku do roku 2014 o 4,8%, świerków o 4,7%, dębów o 4,2%, gatunków iglastych o 2,8% i sosen o 2,8% (Rys. 58.). Zależność między defoliacją poszczególnych grup gatunków i klimatycznym bilansem wodnym miesięcy ciepłych nie była istotna statystycznie.

Liczba dni suszy w 2015 miała wpływ na wielkość defoliacji wszystkich grup drzew, szczególnie, gdy susza trwała ponad 80 dni w ciągu roku. Przy liczbie dni suszy od 81 do 100 dni defoliacja świerków i dębów zwiększyła się o blisko 6%, a przy suszy powyżej 100 dni defoliacja najbardziej się zwiększyła u świerków i liściastych – prawie o 5% w stosunku do 2014 roku. Zależność defoliacji od liczby dni suszy była istotna statystycznie dla gatunków liściastych ($R^2=0,72$; $p=0,01$).

Liczba dni suszy większa od 21, do końca lipca, także wiąże się ze zwiększoną defoliacją drzew. Przy suszy trwającej 21–30 dni średnia defoliacja zwiększyła się o 2,6% a przy liczbie dni 31–40 o 2,8%. Przy największej liczbie dni braku wody dostępnej największy wzrost defoliacji odnotowano u gatunków liściastych (4,0%), w tym u dębów (4,2%). Natomiast u gatunków iglastych i sosen najwyższa defoliacja wystąpiła przy braku wody trwającym od 21 do 30 dni. Zależności między liczbą dni suszy a defoliacją nie były istotne statystycznie. Zwiększenie defoliacji średnio o 2,4% odnotowano także na obszarze, gdzie nie wystąpiła susza. Wskazuje to na występowanie na tych terenach innych

czynników wpływających na stan zdrowotny drzew. Dalsza analiza powinna zatem uwzględnić wpływ większej liczby czynników stresogennych w stosunku do drzew.

Ważnym parametrem mówiącym o stanie zdrowotnym drzew jest liczba drzew, u których defoliacja na przestrzeni lat 2014-2016 zwiększyła się o 10% lub więcej, co można uznać za objaw osłabienia drzew. Udział drzew z tak dużą utratą ulistnienia był największy w warunkach ujemnego rocznego klimatycznego bilansu wodnego dla wszystkich grup gatunków. 31,1% drzew świerka pospolitego miało defoliację większą lub równą 10% przy rocznym deficycie wody w granicach 0 – -100 mm (Rys. 59.). Pozostałe gatunki miały największy udział drzew o dużej utracie ulistnienia przy rocznym deficycie wody większym niż 100 mm (iglaste 14,0% w tym sosna 13,9%, liściaste 26,2%, dąb 20,0%). Wyraźna zależność udziału drzew o dużej defoliacji od wyniku klimatycznego bilansu wodnego dotyczyła gatunków liściastych ($R^2=0,75$; $p=0,02$) i sosny ($R^2=0,49$; $p=0,12$), z tym, że tylko w przypadku liściastych była ona istotna statystycznie.

Udział drzew o dużej defoliacji osiągał największe wartości przy największym deficycie wody wyrażonym klimatycznym bilansem wodnym między kwietniem a wrześniem 2015 roku. Jednak nie potwierdzono istotnych zależności ($p>0,05$) z powodu stosunkowo wysokiego udziału drzew o dużej utracie liści przy dodatnim bilansie.

Duża utrata ulistnienia wystąpiła w największym procencie drzew przy suszy glebowej trwającej ponad 80 dni. Łącznie w strefie tak dużej liczby dni z brakiem wody dostępnej, przynajmniej 10% redukcja ulistnienia wystąpiła u 28% świerków, 26% drzew gatunków liściastych, 24% dębów, 15% gatunków iglastych i 15% sosen. Istotna statystycznie zależność udziału drzew o dużej zmianie defoliacji i liczby dni z suszą w ciągu roku wystąpiła w przypadku drzew liściastych ($R^2=0,71$; $p=0,02$).

Nie znaleziono istotnej statystycznie zależności między liczbą drzew o dużej zmianie defoliacji z liczbą dni suszy do końca lipca 2015 roku. Jednak można zauważyć, że przy suszy trwającej 21-30 dni i 31-40 dni, w każdej z wyróżnionych grup drzew, wystąpił najwyższy udział drzew o dużej redukcji ulistnienia.

Podsumowanie

W 2015 roku znaczny obszar Polski dotknęła susza glebowa, która w drzewostanach sosnowych rosnących na ubogich glebach piaszczystych, o niskich zdolnościach retencyjnych, skutkowała niedostępnością wody dla roślin ponad 100 dni w roku. Klimatyczny bilans wodny wskazuje na deficyt wody przekraczający 100 mm w skali roku.

Różnica w defoliacji drzew między latami 2016 i 2014 wskazuje na zmniejszenie ulistnienia przy występowaniu suszy ponad 80 dni w ciągu roku oraz przy deficycie wody przekraczającym 100 mm w ciągu roku.

Wyniki rocznego klimatycznego bilansu wodnego 2015 roku korelują ze zmianą defoliacji między latami 2016 i 2014 dla gatunków liściastych, gatunków iglastych i dla sosen. Najsilniejsze związki korelacyjne wystąpiły w przypadku gatunków liściastych, dla których istotne zależności wystąpiły także między zmianą ulistnienia a liczbą dni suszy w całym 2015 roku, a także między udziałem drzew z dużą (10% i większą) zmianą defoliacji a rocznym klimatycznym bilansem wodnym i liczbą dni suszy w ciągu roku.

Na terenach z deficytem wody dostępnej dla roślin przez ponad 80 dni w 2015 roku odnotowano zmniejszenie ulistnienia o 10% i więcej u 28% świerków, 26% drzew gatunków liściastych, 24% dębów, 15% gatunków iglastych i 15% sosen.

Analiza wskazuje, że istnieją czynniki powodujące defoliacje niezależnie od warunków wodnych gleb. W większym stopniu należy uwzględnić zmienność warunków siedliskowych na poszczególnych powierzchniach badawczych, w szczególności charakterystyki retencyjne gleb.

8. STAŁE POWIERZCHNIE OBSERWACYJNE MONITORINGU LASÓW NA OBSZARACH NATURA 2000 – *ROBERT HILDEBRAND*

Sieć Natura 2000 obejmuje terytorium Unii Europejskiej i składa się z obszarów objętych ochroną przyrody, wyznaczonych w poszczególnych krajach wspólnoty, na podstawie dwóch dyrektyw Komisji Europejskiej:

Pierwsza – „Dyrektywa o Ptakach” 79/409/EEC z 02.04.1979 r. o ochronie dziko żyjących ptaków (Directive on the Conservation of Wild Birds), wersja skonsolidowana z 30.11.2009 r.

Druga – „Dyrektywa o Siedliskach (Habitatowa)” z 92/43/EEC z 21.05.1992 r. w sprawie ochrony siedlisk naturalnych oraz dzikiej fauny i flory (Directive on the conservation of natural habitats and of wild fauna and flora), wersja skonsolidowana z 01.01.2007 r.

Sieć Natura 2000 została utworzona dla zapewnienia przetrwania najcenniejszych i najbardziej zagrożonych europejskich gatunków i siedlisk. Jest to jeden z podstawowych elementów systemu ochrony przyrody i bioróżnorodności w Unii Europejskiej. Tworzy

ona system uzupełniający i wzbogacający wcześniejsze, funkcjonujące dotychczas w państwach europejskich systemy obszarów ochrony przyrody, w postaci ustawowo przyjętych form ochrony przyrody takich jak: parki narodowe, rezerваты przyrody, parki krajobrazowe, obszary chronionego krajobrazu, pomniki przyrody, itp.

Na obszarach zakwalifikowanych do sieci Natura 2000 wyróżnia się:

- SPECIAL PROTECTION AREAS (SPAs) – Birds Directive – obszary specjalnej ochrony ptaków (OSO),
- SITES OF COMMUNITY IMPORTANCE (SCIs) – Habitats Directive – specjalne obszary ochrony siedlisk (SOO).

Na gruncie prawa krajowego podstawą funkcjonowania Sieci Natura 2000 w Polsce jest ustawa „O ochronie przyrody” z dnia 16 kwietnia 2004 r. oraz towarzyszące jej szereg rozporządzeń (z 13.04.2010 r., z 12.01.2011 r., z 17.02.2010 r. i z 30.03.2010 r.) ustanawiające obszary specjalnej ochrony ptaków Natura 2000.

Według „Barometru Natura 2000” (którym zarządza Dyrekcja Generalna ds. Środowiska Komisji Europejskiej) z lutego 2017 r. liczba obszarów sieci Natura 2000 w Polsce nie zmieniła się od poprzedniego roku i wynosi 987 (Natura 2000.. . Numer 41, 2017). Na koniec 2016 roku ich łączna powierzchnia wynosiła 68 401 km², co jest równe obecnie 19,56% powierzchni kraju.

„Barometr Natura 2000” w 2017 roku ocenia, że w Polsce jest potrzeba wyznaczenia jeszcze około 10-15% obszarów lądowych oraz około 50% obszarów morskich w oparciu o przepisy dyrektywy siedliskowej.

W ostatnich latach proces wyznaczania nowych obszarów Natura 2000 uległ spowolnieniu, następuje natomiast ciągły proces modyfikacji przebiegu granic w istniejących już obszarach Natura 2000. Wykonywane i planowane zmiany dotyczą tak powiększenia, jak i pomniejszenia niektórych obszarów specjalnej ochrony siedlisk oraz obszarów specjalnej ochrony ptaków.

W roku 2016 na obszarach Sieci Natura 2000 znalazło się 653 czynnych (na których wykonywane były obserwacje i pomiary) powierzchni obserwacyjnych monitoringu leśnego. Stanowi to ponad 30% wszystkich aktywnych powierzchni SPO.

Należy zwrócić uwagę, że ogólna liczba powierzchni nie jest sumą powierzchni SPO znajdujących się w poszczególnych typach ochrony, możliwa jest sytuacja, w której jedna powierzchnia monitoringowa SPO znajduje się na dwóch zachodzących na siebie obszarach Natura 2000. Dlatego też np. liczba powierzchni SPO wszystkich rzędów na

obszarach OSO (6+31+465) zsumowana z liczbą powierzchni SPO wszystkich rzędów na obszarach SOO (8+24+351) nie była zgodna z liczbą powierzchni SPO wszystkich rzędów na obszarach Natura 2000 (653) w 2016 roku.

Na koniec 2016 roku lądowe obszary specjalnej ochrony ptaków (OSO) zajmowały 48394 km². Znalazło się na nich 6 czynnych powierzchni SPO Monitoringu Intensywnego, 31 czynne powierzchnie SPO II rzędu oraz 465 czynnych powierzchni I rzędu (Rys. 60).

Lądowe specjalne obszary ochrony siedlisk (SOO) zajmują 34187 km². Znalazło się na nich 8 czynnych powierzchni SPO Monitoringu Intensywnego, 24 czynne powierzchnie II rzędu i 351 czynnych powierzchni SPO I rzędu (Rys. 60).

Na 145-u obszarach specjalnej ochrony ptaków (OSO) lasy zajmują około 2,472 miliona hektarów (na 80 obszarach OSO znajdują się powierzchnie monitoringowe SPO I rzędu) i przeważająca większość z nich uszkodzona jest w stopniu umiarkowanym. Większość powierzchni leśnej (87%) znajduje się w 1 – lekkiej klasie defoliacji (defoliacja 11-25%) pozostała część (13%) lasów znajduje się w 2 – średniej klasie defoliacji (defoliacja 26-60%). W roku 2016 po raz kolejny nastąpiło zwiększenie (o około 4%) powierzchni leśnej, na której defoliacja drzew przyjmowała wartości z klasy 2. Większość tych zmian związana jest z niewielkim przekroczeniem progu 25% poziomu defoliacji (Rys. 61). Nie stwierdzono obecności kompleksów leśnych bez defoliacji jak również z dużą defoliacją.

Na 849 specjalnych obszarach ochrony siedlisk (SOO) kompleksy leśne zajmują około 1,909 miliona hektarów (na 164 obszarach SOO znajdują się powierzchnie monitoringowe SPO I rzędu). Większość powierzchni leśnej (82%) znajduje się w 1 – lekkiej klasie defoliacji (defoliacja 10-25%), pozostała część lasów znajduje się w 2 – średniej klasie defoliacji (defoliacja 26-60%). Nastąpiło znaczne (o 9%) zwiększenie się powierzchni leśnej z defoliacją utrzymującą się na poziomie średnim (Rys. 61). Podobnie jak na obszarach OSO nie występują kompleksy leśne bez defoliacji jak również z dużą defoliacją.

Struktura i rozmieszczenie zmian uszkodzeń lasów na obszarach Natura 2000 przedstawiona jest na Rysunku 62.

Tabela 54 prezentuje średnią defoliację drzew na 164 specjalnych obszarach ochrony siedlisk (SOO) obszarów Natura 2000, na których obecne znajduje się 351 stałych powierzchni obserwacyjnych SPO I rzędu Monitoringu Lasów .

Uśrednione wartości defoliacji w lasach znajdujących się odpowiednio na specjalnych obszarach ochrony siedlisk (SOO) i obszary specjalnej ochrony ptaków (OSO) wynoszą 20-22% i mieszczą się w klasie 1 (lekkiej defoliacji) – Tabela 55.

W perspektywie najbliższych lat struktura obszarów Sieci Natura 2000 będzie się zmieniać w niewielkim stopniu, modyfikacje wielkości i zasięgu obszarów będą coraz mniejsze. Przy tym należy zwrócić uwagę, że w niewielkim stopniu zmienia się również liczba stałych powierzchni obserwacyjnych Monitoringu Lasów, wynikająca z naturalnych zmian rozwojowych lasów. Gdzie powierzchnie SPO przechodzą ze statusu powierzchni czynnych do oczekujących, gdy drzewa w lesie zostają wycięte i odwrotnie, gdy młode drzewostany dorastają.

9. ZMIANY SKŁADU GATUNKOWEGO DRZEWOSTANÓW NA STAŁYCH POWIERZCHNIACH OBSERWACYJNYCH I RZĘDU W DZIESIĘCIOLECIU 2007-2016 – GRZEGORZ ZAJĄCZKOWSKI, JERZY WAWRZONIAK

W roku 2016 upłynął pierwszy 10-letni okres realizacji oceny stanu zdrowotnego drzew na powierzchniach obserwacyjnych monitoringu lasu (SPO) zintegrowanych z siecią wielkoobszarowej inwentaryzacji stanu lasu. W okresie tym nie tylko wzrosła liczba powierzchni, na których dokonywano oceny drzew – spowodowana zwiększeniem się rzeczywistej powierzchni leśnej i powierzchni ujawnionej w wyniku porządkowania ewidencji gruntów i budynków – ale także stwierdzono większą liczbę ocenianych gatunków. Fakt ten potwierdza tezę o wzrastającej różnorodności biologicznej w polskich lasach. Zmiany w składzie gatunkowym wynikały z następujących procesów.

Stałe powierzchnie obserwacyjne I rzędu monitoringu lasów są rozmieszczone w regularnej sieci 8 x 8 km. Każda powierzchnia zawiera 20 drzew próbnych wybranych z drzewostanu panującego, które podlegają corocznej ocenie. W 2007 roku odnotowano 41 140 drzew próbnych a w roku 2016 – 43 976 drzew. Zmiany liczby drzew w 10-letnim okresie, które skutkowały zmianą składu gatunkowego wynikały głównie z dwóch przyczyn. Pierwszą przyczyną był ubytek powierzchni obserwacyjnych z powodu wycięcia drzewostanu w procesie użytkowania (powierzchnia przechodzi w stan oczekiwania) lub przeznaczenie gruntu na cele nieleśne (powierzchnia wypada z ewidencji). Drugą przyczyną było przeniesienie powierzchni ze stanu powierzchni oczekującej do stanu aktywnego, jeżeli wiek drzewostanu przekroczył 20 lat. Zmiany składu gatunkowego

drzewostanu mogły następować także w procesie obumierania drzew próbnych lub ich wycinania w trakcie trzebieży. W tej sytuacji wybierano losowo kolejne drzewa próbne z drzewostanu panującego uzupełniając liczbę drzew próbnych do 20. Odnotowane zmiany w składzie gatunkowym na powierzchniach obserwacyjnych wynikają więc głównie z procesów związanych z gospodarką leśną i zmianami środowiskowymi.

W przedstawionym poniżej omówieniu zmian w liczebności gatunków i ich udziału w ogólnej liczbie drzew na powierzchniach SPO, ograniczono się do rodzajów drzew (gatunków zaliczanych do wspólnej jednostki taksonomicznej w nomenklaturze botanicznej). Wyjątek stanowią jawor i osika, które ze względu na ich stosunkowo duży udział w grupie gatunków domieszkowych, wykazano oddzielnie (Tab. 56).

W roku 2007 na powierzchniach obserwacyjnych monitoringu lasu stwierdzono 23 rodzaje drzew, spośród których największy udział wykazały: sosna (58,1%), brzoza (9,7%), dąb (7,2%), świerk (6,0%) i olsza (5,9%) (Tab. 56).

W roku 2016 wykazano już 26 rodzajów drzew, a pojawiające się nowe taksony to śliwa, głóg i kasztanowiec. Okresowo, w kilku latach 10-lecia, pojawiała się także jabłoń. Największy udział nadal dotyczył sosny (56,1%), brzozy (10,2%), dębu (8,0%), olszy (6,5%) i świerka (5,1%). Przedstawione dane wskazują na stopniowe zmniejszanie się udziału gatunków iglastych (sosna o 2,0 punkty procentowe, świerk o 0,9 pp.) i wzrost udziału gatunków liściastych (dąb o 0,8 pp., olsza o 0,6 pp. i brzoza o 0,5 pp.). Ponadto, świerk jako jedyny spośród głównych gatunków lasotwórczych, wykazał spadek (o 235 szt.) rzeczywistej liczby ocenianych żywych drzew na powiedzeniach SPO. Dla porównania dla sosny, której udział zmalał o 2 pp. stwierdzono wzrost liczby drzew o 766 szt. Inne gatunki, których liczebność spadła to: robinia, topole i jarzab. Z kolei największą dynamiką wzrostu liczebności wykazały się rodzaje raczej rzadko spotykane w składach gatunkowych drzewostanów, tj.: czeremcha (wzrost o 4600%, z 1 drzewa w 2007 roku do 47 drzew w roku 2016), daglezja (550%, z 2 do 13 drzew), wierzby (167%, z 33 do 88 drzew) oraz czereśnia (94%, z 35 do 68 drzew).

Największy wzrost liczby rodzajów/gatunków drzew leśnych ocenianych na powierzchniach SPO w obrębie krain przyrodniczo-leśnych stwierdzono w krainie IV (Mazowiecko-Podlaskiej), wysoki – w krainie III (Wielkopolsko-Pomorskiej) (Tab. 57). Na pierwszym obszarze odnotowano 6 nowych rodzajów, tj.: buka, wiąz, gruszę, czeremchę, robinie i wierzbę. Z kolei w krainie III (Wielkopolsko-Pomorska) pojawiły się: grusza, czereśnia, czeremcha i lipa. W pozostałych krainach zmiany były mniejsze; w krainie I (Bałtyckiej) i V (Śląskiej) pojawiły się po 3 nowe rodzaje (odpowiednio: daglezja,

czeremcha i kasztanowiec oraz jodła, robinia i wierzba), w krainie VIII (Karpacka) i VII (Sudecka) odnotowano po 2 nowe rodzaje (daglezcja i śliwa oraz topola i wierzba), zaś w krainie VI (Małopolska) – jeden gatunek, tj. czeremchę.

Spadek liczebności gatunków stwierdzono tylko w krainie II (Mazursko-Podlaskiej), w której na powierzchniach SPO pojawiła się czeremcha, zaś zniknęły grusza i topola. Także w krainie VII (Sudeckiej) ubył jeden gatunek, tj. jarzab.

Stwierdzony w ostatnim 10-leciu spadek udziału gatunków iglastych w ogólnej liczbie drzew na powierzchniach SPO o 2,75 pp. najwyraźniej zaznaczył się w przypadku świerka w krainie VII (-6,2 pp.) i VIII (-4,9 pp.) oraz sosny w krainie V (-4,4 pp.) i IV (-4,0 pp.). Na uwagę zasługuje wzrost udziału jodły o 1,1 pp. w Krainie Karpackiej. Z kolei największy wzrost udziału wśród gatunków liściastych dotyczył dębu, jesionu i topoli w krainie VII (odpowiednio o 2,4 pp., 1,6 pp. i 1,6 pp.), a także olszy w krainie IV (o 1,4 pp.) i III (o 1,3 pp.).

CZĘŚĆ III BADANIA NA STAŁYCH POWIERZCHNIACH OBSERWACYJNYCH MONITORINGU INTENSYWNEGO (SPO MI)

10. WARUNKI POGODOWE W 2016 ROKU – *LESZEK KLUZIŃSKI*

Stacje meteorologiczne zlokalizowane w pobliżu stałych powierzchni obserwacyjnych monitoringu intensywnego są źródłem informacji o chwilowych stanach pogody. Zbierane dane pozwalają nie tylko monitorować na bieżąco stan pogody, ale i wyciągać wnioski odnoszące się do przebiegu zjawisk długookresowych, a także prognozować poziom parametrów dla przyszłych okresów znajdując zastosowanie w modelach pogodowych i klimatycznych.

W raporcie dokonano zestawienia wyników pomiarów parametrów meteorologicznych rejestrowanych na 12 automatycznych stacjach należących do sieci Monitoringu Intensywnego.

Raport obejmuje następujące parametry mierzone na stacjach:

- średnie wartości dobowe temperatury i wilgotności względnej powietrza na wysokości 2 m nad ziemią i promieniowania całkowitego; maksymalnych wartości temperatury powietrza i prędkości wiatru; minimalnych wartości temperatury powietrza; sumy opadów (Rys. 63, 64, 65).
- średnie wartości miesięczne temperatury i wilgotności powietrza na wysokości 2 m nad ziemią; temperatury gleby na głębokości 5 cm i 50 cm; promieniowania całkowitego; sumy opadów (Tab. 58).
- średni dobowy kierunek i prędkość wiatru; prędkość wiatru maksymalną; procentowy udział wiatrów uśrednionych do 10 minutowych okresów z uwzględnieniem jego prędkości z 4 kierunków głównych i 12 pośrednich. (Rys. 66, Tab. 59).

Temperatura powietrza – średnia roczna temperatura ze wszystkich stacji wyniosła w 2016 r. +8,1°C i była o 0,8 °C niższa, niż w roku 2015. Najzimniejszym miesiącem roku był styczeń z temperaturą średnią -3,6°C. Najniższą temperaturę miesięczną odnotowano w styczniu w Suwałkach (-5,9°C). Najcieplejszym miesiącem był lipiec ze średnią temperaturą +18,1°C. Najwyższą temperaturę miesięczną odnotowano w

lipcu w Zawadzkim (+20,1°C), (Tab. 58). Najwyższe dobowe temperatury powietrza na wysokości +2m wystąpiły na przełomie czerwca i lipca. Nie osiągnęły one jednak 40°C jak w roku 2015. Maksymalną temperaturę 39,8°C odnotowano 3 lipca w Krotoszynie, ale wszystkie pozostałe stacje zarejestrowały maksimum temperatury w dniach 26-27 czerwca (Tab. 60). Najbardziej wyrównanym miesiącem pod względem temperatur był styczeń, w którym różnica między najwyższą i najniższą średnią temperaturą miesięczną ze stacji wyniosła 4,2°C, natomiast najwyższa różnica średnich temperatur wystąpiła w lutym (7,3°C), (Tab. 58, Rys. 63).

Temperatura gleby na głębokości 50 cm mierzona na wszystkich stacjach i w okresie całego roku wynosiła +9,0°C i była o 0,3°C niższa niż w roku 2015. Nie odnotowano temperatur miesięcznych niższych od 0°C. Najniższą wartość tego parametru zarejestrowano w styczniu na stacji w Szklarskiej Porębie. Tam też wystąpiły istotnie niższe średnie temperatury miesięczne gleby w porównaniu do pozostałych stacji w ciągu całego roku. Różnice temperatur pomiędzy stacjami były wyraźniejsze w miesiącach letnich, niż w miesiącach zimowych.

Suma opadów z miesięcznego okresu pomiarowego zawierała się w przedziale wartości od 4,7 mm we wrześniu na stacji w Kruczu do 197,1 mm w lipcu na stacji w Szklarskiej Porębie. Przeciętnie w przeliczeniu na stację odnotowano 64,8 mm opadu miesięcznie. W sezonie wegetacyjnym było to 57,8 mm miesięcznie, zaś w okresie zimowym 71,9 mm miesięcznie. Najwięcej opadów odnotowano w październiku - 132,2 mm średnio ze wszystkich stacji. Najmniej opadów zarejestrowano we wrześniu - 32,4 mm.

Na 10 stacjach pomiarowych odnotowano w sezonie wegetacyjnym co najmniej 14-dniowe okresy o opadach nie przekraczających 5 mm. Miesięczną sumę opadów poniżej 10 mm zarejestrowano na dwóch stacjach we wrześniu – w Kruczu (4,7 mm) i w Łącku (7,5 mm). Jedynie w Birczy i Szklarskiej Porębie nie wystąpiły w 2016 roku 14 dniowe okresy posuchy (Tab. 60).

Roczne sumy opadów układały się od 609,0 mm w Kruczu do 1317,3 mm na stacji w Szklarskiej Porębie-Jakuszykach. W sezonie wegetacyjnym od 208,9 mm w Chojnowie do 599,8 mm na stacji w Szklarskiej Porębie-Jakuszykach. Na okres letni przypadło przeciętnie 43,7% rocznej sumy opadów. Stosunek sumy opadów, które wystąpiły w okresie letnim do sumy opadów całego roku wahał się od 33,2% w Chojnowie do 52,9% w Suwałkach.

Najwyższa dobową sumą opadów 99,2 mm zarejestrowana została 5 października 2016 roku na stacji w Birczy.

Średnia wilgotność względna z całego okresu pomiarowego wynosiła 83,8%, w sezonie wegetacyjnym - 77,4%, zaś w sezonie zimowym - 90,2%. Średnia roczna zawierała się w przedziale wartości od 81,1% dla stacji Chojnów do 88,0% dla Strzałowa. Średnie miesięczne wartości tego parametru ze wszystkich stacji oscylowały od 73,2% w maju do 93,9% w grudniu (Tab. 58, Rys. 64).

Średnie promieniowanie całkowite z całego okresu pomiarowego zawierało się w przedziale wartości od 39,6 W/m² na stacji w Strzałowie do 111,0 W/m² w Krotoszynie. Miesiącem o najsilniejszym średnim promieniowaniu był czerwiec, kiedy przeciętne promieniowanie ze wszystkich stacji wyniosło 190,1 W/m², zaś najmniejsze promieniowanie wystąpiło w grudniu - 8,1 W/m². Średnia dla okresu zimowego ze wszystkich stacji wyniosła 26,7 W/m², a dla sezonu wegetacyjnego - 148,3 W/m². Najsilniejsze promieniowanie (244,4 W/m²) odnotowano w czerwcu w Krotoszynie, zaś najniższe promieniowanie zmierzono w styczniu w Strzałowie 2,2 W/m² (Tab. 58, Rys. 64).

Prędkość i kierunek wiatru. Ogółem na każdej stacji meteorologicznej, w ciągu całego roku 2016 zarejestrowano ponad 52 tysiące uśrednionych 10 minutowych pomiarów prędkości i kierunku wiatru (Tab. 59). Pogodę z wiatrem notowano najrzadziej na stacji w Piwnicznej – 46 % wszystkich pomiarów, a najczęściej na stacji w Suwałkach (84%).

Rejestrowane kierunki wiejących wiatrów wyrażone były w stopniach od 0° do 360°. W analizie wyników uwzględniono 16 kierunków wiatrów. Oprócz czterech podstawowych: północny (N), wschodni (E), południowy (S), zachodni (W), także północno-wschodni (NE), południowo-wschodni (SE), południowo-zachodni (SW) i północno-zachodni (NW) oraz pośrednie: NNE, ENE, ESE, SSE, SSW, WSW, WNW, NNW. Na podstawie średnich prędkości wiatru i ilości zarejestrowanych wystąpień wiatru wiejącego z danego kierunku sporządzono wykresy róży wiatrów (Rys. 66). Przeważające kierunki, z których wiały silne wiatry typowe dla poszczególnych stacji zamieszczono w tabeli 51. Wiatry zachodnie dominowały na większości stacji: w Chojnowie, Białowieży, Gdańsku, Kruczu, Łącku i w Zawadzkiem; południowe - na stacji w Suwałkach, Strzałowie i Birczy; południowo-zachodnie - w Krotoszynie; natomiast północno-wschodnie - na stacji w Piwnicznej.

Podsumowując wyniki pomiarów na stacjach w roku 2016 należy odnotować, że był to rok chłodniejszy przeciętnie o $0,8^{\circ}\text{C}$ oraz obfitszy w opady średnio o 215 mm od roku 2015. W 2016 roku temperatury maksymalne nie osiągnęły 40°C w żadnym punkcie pomiarowym, a okresy posuchy nie były tak liczne i tak długotrwałe w miesiącach okresu wegetacyjnego, jak w roku poprzednim.

- Najniższą średnią temperaturę okresu wegetacyjnego odnotowano w kwietniu w Szklarskiej Porębie-Jakuszycach ($+3,5^{\circ}\text{C}$), najwyższą zarejestrowano w lipcu w Zawadzkim ($+20,1^{\circ}\text{C}$).
- Najwyższa roczna suma opadów wystąpiła w Szklarskiej Porębie-Jakuszycach (1317,3 mm) i była wyższa o prawie 36% w stosunku do maksimum roku 2015.
- Najmniej opadów zarejestrowano na stacji w Kruczu (609 mm), niemniej było to i tak o 31% więcej niż w 2015 r. na tej stacji.
- Na większości stacji dominowały wiatry zachodnie, południowo-zachodnie i południowe.
- Najwyższą maksymalną prędkość wiatru (w porywach $38,5\text{ m/s}$) zarejestrowano 25 sierpnia o godzinie 7.30 na stacji w Birczy-Łodzinie. Niewiele mniejszą prędkość ($36,8\text{ m/s}$) osiągnął wiatr 12 lutego o godzinie 20.20 na stacji w Łącku-Podgórzu oraz 1 kwietnia o godzinie 0.30 w Suwałkach-Hańczy, gdzie wiał z prędkością $35,2\text{ m/s}$.

11. WIELKOŚĆ DEPOZYTU WNOSZONEGO Z OPADAMI ATMOSFERYCZNYMI NA TERENACH LEŚNYCH – ANNA KOWALSKA

Badania składu chemicznego opadów na terenach leśnych Polski prowadzone są w ramach monitoringu intensywnego w dwunastu punktach pomiarowych, zlokalizowanych w siedmiu z ośmiu krain przyrodniczo-leśnych: Bałtyckiej (Nadleśnictwo Gdańsk), Mazursko-Podlaskiej (Nadleśnictwo Suwałki, Strzałowo i Białowieża), Wielkopolsko-Pomorskiej (Nadleśnictwo Krucz i Krotoszyn), Mazowiecko-Podlaskiej (Nadleśnictwo Łąck i Chojnów), Śląskiej (Nadleśnictwo Zawadzkie), Sudeckiej (Nadleśnictwo Szklarska Poręba) oraz Karpackiej (Nadleśnictwo Piwniczna i Bircza). Punkty pomiarowe umiejscowione są w pobliżu Stałych Powierzchniach Obserwacyjnych Monitoringu Intensywnego (SPO MI) poza zasięgiem koron drzew. Metodyka pomiarów została opracowana w roku 2009. Próbniki opadów umocowane są na wysokości około 2 m nad poziomem gruntu, na terenie wolnym od zadrzewień i innych pionowych przeszkód, z reguły w sąsiedztwie stacji meteorologicznych. Opady pobierane są do trzech niezależnych

próbników, co minimalizuje ryzyko utraty próbek z powodu np. przypadkowego zanieczyszczenia lub strącenia próbnika. Próbniki zbudowane są z butli z tworzywa sztucznego o pojemności 3 dm³ z lejkami o powierzchni chwytnej 177 cm². Lejki zaopatrzone są w plastikowe sita, chroniące przed zanieczyszczeniem prób szczątkami roślinnymi i owadami. Metalowe pierścienie wykonane z chemicznie obojętnego materiału, umocowane wokół lejków, stanowią osłony przeciw ptakom. Butle gromadzące opad na czas ekspozycji zamknięte są w polistyrenowych osłonach, chroniących próbki przed przemianami biologiczno-chemicznymi wywoływanymi nasłonecznieniem i nadmiernym nagrzewaniem. Podejmowane środki zaradcze mają za zadanie uchronić próbki wód opadowych przed niepożądanymi przemianami składu chemicznego, które mogłyby zafałszować wyniki pomiarów depozytu. Na dwóch górskich powierzchniach w Szklarskiej Porębie i Piwnicznej próbniki na otwartej przestrzeni mają podobną budowę jak próbniki podkoronowe, o korzystniejszych proporcjach powierzchni chwytnej (201 cm²) do pojemności butli (5 dm³). W ten sposób zminimalizowane jest ryzyko utraty części próbki wskutek przelania próbnika przy dużych miesięcznych opadach, typowych szczególnie dla rejonów górskich. Zimą, gdy spada ryzyko zanieczyszczeń powodowanych przez ptaki, owady i wysokie temperatury, a spodziewana jest przewaga opadów w formie śniegu, próbniki zastępowane są wiadrami z polipropylenu o pojemności około 10 dm³ i powierzchni chwytnej 531 cm². Po miesięcznym okresie ekspozycji mierzona jest objętość próbek. Pobrane próbki umieszczone w termostatowanych pojemnikach zaopatrzonych we wkłady chłodzące są transportowane do badań do laboratorium Instytutu Badawczego Leśnictwa. Próbki z trzech próbników analizowane są indywidualnie.

Wielkość opadów na otwartej przestrzeni oszacowano na podstawie objętości pobieranych próbek. Depozyt obliczono jako iloczyn stężeń poszczególnych składników i sumy opadu i wyrażono w kg·ha⁻¹ oraz mol_c·ha⁻¹ w jednostce czasu (miesiąc, sezon, rok). Wyrażenie stężeń i depozycji w ujęciu molowym pozwala na analizę relacji kwasowo-zasadowych w opadach, docierających do koron drzew. Stężenia miesięczne wyznaczono z trzech równoległych próbek jako średnie arytmetyczne ważone objętością opadu. Średnie pH otrzymano na podstawie stężeń H⁺, obliczonych z przekształcenia wzoru:

$$\text{pH} = -\log_{10} [\text{H}^+].$$

W celu oceny różnic między powierzchniami pod względem wielkości opadów, ich odczynu oraz depozytów głównych składników (Ca, Mg, Na, K, Cl⁻, NO₃⁻, SO₄²⁻, NH₄⁺, Al, Fe, Mn, azotu całkowitego (N_{tot}), rozpuszczonego węgla organicznego (RWO i ANC) zastosowano testy nieparametryczne (ANOVA rang Kruskala-Wallisa). Wybór testów

nieparametrycznych jest konsekwencją tego, że rozkłady danych, jak wskazały wyniki testu Shapiro-Wilka, odbiegały od normalnego. Obliczenia statystyczne wykonano w pakiecie oprogramowania STATISTICA wersja 10 (StatSoft, Inc., 2011).

11.1. Skład chemiczny opadów

Na skład chemiczny opadów wpływa szereg czynników, na które składają się m. in. bliskość źródeł zanieczyszczeń oraz ich rozprzestrzenianie, warunki meteorologiczne (wiek i kierunek mas powietrza, temperatura, wiatr) oraz warunki topograficzne.

Cechą charakteryzującą chemizm opadów jest przewodność elektrolityczna właściwa (EC), będąca pośrednio miarą ogólnej zawartości zdysocjowanych soli. Przewodność opadów osiągała średnio rocznie od 11,1 do 21,1 $\text{mS}\cdot\text{cm}^{-1}$. Miesięczne wahania wynosiły od 5,71 $\text{mS}\cdot\text{cm}^{-1}$ do 108 $\text{mS}\cdot\text{cm}^{-1}$, a obie te wartości odnotowano w Piwnicznej, minimalną we wrześniu (opad 80 mm) a maksymalną w marcu (opad 5,2 mm). Niską przewodność opadów notowano średnio rocznie w rejonach górskich, gdzie opady były najwyższe: w Szklarskiej Porębie i Piwnicznej (poniżej 13 $\text{mS}\cdot\text{cm}^{-1}$). W Strzałowie, Białowieży, Chojnowie, Łącku, Gdańsku i Zawadzkiem średnia roczna przewodność nie przekraczała 18 $\text{mS}\cdot\text{cm}^{-1}$. W Birczy, Suwałkach i Kruczu mieściła się w zakresie 18,3 – 19,5 $\text{mS}\cdot\text{cm}^{-1}$. Najwyższe stężenie substancji w opadach odnotowano w Krotoszynie (21,1 $\text{mS}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{rok}^{-1}$).

Mediany, rozstęp ćwiartkowy oraz minima i maksima średnich wartości miesięcznych przewodności i stężeń podstawowych składników w opadach w $\text{mg}\cdot\text{dm}^{-3}$ zilustrowano na rysunku 1.

11.2. Depozycja roczna

Roczny depozyt jonów: azotu całkowitego, jonów wodorowych, chlorków, siarki w formie siarczanu (VI), wapnia, sodu, potasu, magnezu, żelaza, glinu, manganu i metali ciężkich mieścił się w granicach od 20,7 do 48,5 $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ (Tab. 61). W porównaniu z rokiem 2014 depozycja była większa w Gdańsku, Suwałkach, Strzałowie, Zawadzkiem, Szklarskiej Porębie, Chojnowie, Krotoszynie i Białowieży o odpowiednio 74%, 71%, 36%, 22%, 22%, 17%, 14% i 13%. W Kruczu, Birczy, Łącku i Piwnicznej depozycja była podobna jak w 2014 r., z różnicami sięgającymi od -6% do 2%.

Najmniejszą ilość jonów zdeponowały opady w Nadleśnictwie Piwniczna (20,7 $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$). Wartości pośrednie odnotowano w Łącku (23,1 $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$), Strzałowie (25,1 $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) Zawadzkiem (26,1 $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$), Krotoszynie (27,9 $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) i Birczy (29,7 $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$). W Suwałkach, Białowieży i Chojnowie depozyt całkowity mieścił się w przedziale 30 - 31

$\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$. W Kruczu, Szklarskiej Porębie i Gdańsku depozyt był wysoki i wynosił odpowiednio $33,9 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$, $38,8 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ i $48,5 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$. Na tak wysoką depozycję w Gdańsku składały się przede wszystkim jony Cl^- i Na , głównie pochodzenia morskiego. Sumaryczna depozycja jonów chlorkowych i sodu była w Gdańsku o $10,4 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{rok}^{-1}$ wyższa niż w Szklarskiej Porębie i aż o $16 - 18,8 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{rok}^{-1}$ wyższa niż na pozostałych SPO MI.

W Gdańsku, Krotoszynie, Piwnicznej i Szklarskiej Porębie suma depozycji w okresie zimowym była wyższa niż w okresie letnim, stanowiąc od 51% do 54% depozycji rocznej. Natomiast na pozostałych SPO MI depozyt okresu letniego miał większy udział (od 51% do 62%) w sumie rocznej niż depozyt okresu zimowego (Rys. 68).

Po części duży depozyt okresu letniego wynikał z przewagi opadów w okresie letnim. Na miesiące letnie przypadało bowiem od 53% do 68% sumy rocznej opadu. Wysoka depozycja w okresie zimowym, pomimo niższych sum opadów niż w okresie letnim, wynikała w Gdańsku i Szklarskiej Porębie przede wszystkim z depozycji soli morskich zawierających Na , Cl^- i Mg . W Krotoszynie opady zimowe w stosunku do opadów okresu letniego wносиły większe ilości Cl^- , Na , oraz SO_4^{2-} , co może wskazywać na antropogeniczne źródła zanieczyszczeń towarzyszące napływowi składników pochodzenia morskiego. W Piwnicznej natomiast opady zimowe wносиły większe ilości Cl^- , NO_3^- , NH_4^+ , Ca i Mn i trudno jednoznacznie wskazać przyczyny większego dopływu tych składników w okresie zimy.

Pomiędzy SPO MI wystąpiły istotne różnice w depozycji H^+ , Cl^- , NO_3^- , NH_4^+ , Na , Mn , azotu całkowitego (N_{tot}) i pojemności zobojętniania kwasów (ANC) (Tab. 62). Wyniki testów statystycznych potwierdzają zaobserwowane różnice między Gdańskiem a szeregiem innych SPO MI pod względem depozycji składników z aerozoli morskich. W Gdańsku, a szczególnie w Białowieży (rejony północne i północno-wschodnie Polski), opady różniły się pod względem pojemności zobojętniania kwasów (ANC) od opadów, które wystąpiły w Polsce południowo-zachodniej (Zawadzkie), zachodniej (Krucz i Krotoszyn) oraz w Sudetach (Szklarska Poręba). Różnice właściwości kwasowo-zasadowych i pojemności zobojętniania kwasów zostały omówione w dalszej części opracowania.

11.3. Depozyt pierwiastków śladowych

Sumaryczny depozyt składników śladowych, tj. żelaza, manganu, glinu oraz metali ciężkich: cynku, miedzi, kadmu i ołowiu wyrażony w $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ wynosił od 1,2% do 2,4% depozytu rocznego. Na metale ciężkie, wśród których ilościowo dominował cynk, przypadło od 0,9% do 1,6% depozytu rocznego, tj. od 0,24 do 0,47 $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{rok}^{-1}$. Największe ilości metali ciężkich zostało zdeponowane na powierzchniach w Szklarskiej Porębie, Gdańsku i Białowieży (odpowiednio: 0,47, 0,42 i 0,40 $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{rok}^{-1}$). Od 0,36 do 0,31 $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{rok}^{-1}$ zdeponowane zostało na powierzchniach w Strzałowie, Kruczu, Piwnicznej, Chojnowie, Zawadzkiem i w Suwałkach, oraz od 0,28 do 0,24 $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{rok}^{-1}$ na powierzchniach w Birczy, Krotoszynie i Łącku. Niski udział metali ciężkich (0,9% - 1,0%) w depozycie występował w Gdańsku, Krotoszynie, Birczy, Kruczu, Suwałkach i Łącku, zaś w Chojnowie wynosił 1,1%, w Szklarskiej Porębie i Zawadzkiem 1,2%, w Białowieży 1,3%, w Strzałowie 1,4%, a w Piwnicznej 1,6%.

Wyniki depozycji metali ciężkich obarczone są stosunkowo dużą niepewnością, wynikającą po pierwsze z problemów analitycznych oznaczeń na poziomie stężeń śladowych, po drugie – i zapewne najważniejsze – ze stosowanej metodyki pobierania próbek. Wpływ sposobu pobierania próbki (szklane vs. plastikowe pojemniki) i przygotowania jej do badań (zakwaszenie lub nie zakwaszanie przed pobraniem podpróbki do analiz) ma kluczowe znaczenie dla uzyskiwanych wyników, zwłaszcza w przypadku kadmu, ołowiu i cynku (Degórska i in., 2011). Można z dużym prawdopodobieństwem stwierdzić, że oszacowana depozycja metali śladowych na SPO MI jest zaniżona.

11.4. Właściwości kwasowo-zasadowe wód opadowych

Właściwości charakteryzujące status kwasowo-zasadowy wód opadowych są mierzone i wyrażane w różnoraki sposób. Podstawową, najpowszechniej oznaczaną cechą wód jest odczyn, wyrażony w pH jako – w uproszczeniu – ujemny logarytm ze stężenia jonów wodorowych w roztworze.

W opadach na SPO MI średnie miesięczne pH mieściło się w granicach od 4,4 do 6,9 (Rys. 69). Minimalną wartość osiągnęło w grudniu i w marcu w Birczy, a maksymalną w maju w Gdańsku i Kruczu oraz w czerwcu w Suwałkach i Chojnowie.

Udział miesięcznych opadów o pH niższym od 5,0 wyniósł 15% (Rys. 70), co jest wartością mniejszą niż w latach poprzednich (42% w 2010 roku, 36% w 2011 roku i 39% w 2012 roku, 43% w 2013 roku, 30% w 2014 roku). Co charakterystyczne, opady o pH niższym od 5,0 przeważały w miesiącach zimowych. Średnio w okresie zimowym na

większości powierzchni pH opadów było niższe niż w okresie letnim (Rys. 71), choć w Krotoszynie, Piwnicznej i w Strzałowie różnica odczynu opadów zimą i latem była niewielka.

Najwyższa kwasowość opadów, mierzona średnią roczną wartością pH, wystąpiła w nadleśnictwach rejonów górskich, tj. w Szklarskiej Porębie i Piwnicznej oraz w Strzałowie (pH 5,2) (Rys. 71). Również stosunkowo niskie średnie pH opadów, między 5,3 a 5,5, odnotowano w Birczy, Zawadzkim, Łącku i Gdańsku. W Kruczu i Chojnowie pH opadów wynosiło średnio 5,6. Niższa kwasowość opadów występowała w Białowieży, Krotoszynie i Suwałkach (pH 5,8-5,9).

Pojemność zobojętniania kwasów (ANC, [$\mu\text{eq dm}^{-3}$]) jest miarą zdolności roztworów do zobojętniania mocnych kwasów. Jest wyliczana z równania:

$$\text{ANC} = \sum \text{kationy mocnych zasad} - \sum \text{aniony mocnych kwasów}$$

gdzie:

$$\sum \text{kationy mocnych zasad} = [\text{Ca}^{2+}] + [\text{Mg}^{2+}] + [\text{Na}^{+}] + [\text{K}^{+}]$$

$$\sum \text{aniony mocnych kwasów} = [\text{SO}_4^{2-}] + [\text{NO}_3^{-}] + [\text{Cl}^{-}]$$

Dokładność wyznaczenia ANC jest zatem w znacznym stopniu zależna od dokładności oznaczenia stężeń jonów mocnych kwasów i mocnych zasad w próbkach opadów. W porównaniu do pH, pojemność zobojętniania kwasów (ANC) nie jest zależna od wymiany CO_2 z powietrzem, od reakcji z jonami glinu czy obecności jonów organicznych (Neal i in., 1999), co czyni ten wskaźnik szczególnie użytecznym w ocenie zakwaszenia środowiska (Neal i in., 1999, Chapman i in., 2008).

Ujemne wartości ANC są wskaźnikiem nadmiarowej ilości jonów mocnych kwasów w opadach, zaś dodatnie – nadmiarowej ilości mocnych zasad. Na SPO MI 76% miesięcznych opadów przyjmowało ujemne wartości ANC (Rys. 72), z czego większość przypadała na okres zimowy (44% próbek pobranych w ciągu roku).

Na wszystkich powierzchniach obserwacyjnych, z wyjątkiem Białowieży, ANC półrocza zimowego było niższe niż w półroczu letnim (Rys. 73). Spośród powierzchni obserwacyjnych, dodatnimi wartościami ANC charakteryzowała się jedynie powierzchnia w Białowieży średnio w całym roku, w okresie letnim i zimowym oraz powierzchnie w Suwałkach i Gdańsku w okresie letnim (Rys. 73). Na pozostałych powierzchniach w obu półroczach ANC było ujemne, a niskie średnie wartości roczne wystąpiły w Zawadzkim, Krotoszynie, Szklarskiej Porębie, Kruczu i Łącku (odpowiednio -36,9, -32,8, -25,9, -23,4 i -23,3 $\mu\text{eq} \cdot \text{dm}^{-3} \cdot \text{rok}^{-1}$).

Udział jonów o charakterze zakwaszającym (SO_4^{2-} , NO_3^- , Cl^- i NH_4^+) w depozycie wyrażonym sumą ładunku molarnego (H^+ , Cl^- , SO_4^{2-} , NO_3^- , NH_4^+ , Ca, Na, K, Mg, Fe, Al, Mn, Zn, Cu, Cd i Pb) wynosił od 57% do 73%. W Gdańsku i Białowieży, gdzie jony o charakterze zakwaszającym miały stosunkowo niski udział (57%), udział jonów o charakterze zasadowym w depozycie był wyższy niż w pozostałych lokalizacjach (41%). Udział jonów zakwaszających przekraczał 70% w Krotoszynie i Zawadzkiem, a zjawisku temu towarzyszył szczególnie niski udział jonów o charakterze zasadowym (25%).

Na każdej powierzchni w depozycie rocznym w roku 2016 dominowały jony kwasotwórcze nad zasadowymi (Rys. 74). Również w Białowieży, w której przed rokiem 2014 depozyt jonów zasadowych przewyższał depozyt jonów kwasotwórczych, jony kwasotwórcze występowały w 2016 roku w nieco większych ilościach niż zasadowe. Poza powierzchniami zlokalizowanymi w Polsce północnej i północno-wschodniej (Gdańsk, Białowieża, Suwałki, Strzałowo) oraz powierzchnią w Piwnicznej, na pozostałych powierzchniach występowała co najmniej dwukrotna przewaga depozycji jonów zakwaszających nad zasadowymi.

12. POZIOM STĘŻENIA NO_2 I SO_2 W POWIETRZU NA TERENACH LEŚNYCH – ANNA KOWALSKA

W zakres badań jakości powietrza na Stałych Powierzchniach Obserwacyjnych Monitoringu Intensywnego wchodzi oznaczenia stężeń głównych zanieczyszczeń gazowych: dwutlenku siarki i dwutlenku azotu metodą pasywną z użyciem próbników dyfuzyjnych typu Amaya, z trietanolaminą jako substancją aktywną (Krochmal i Kalina, 1997a, 1997b). Próbniki ekspozycyjne są w cyklach miesięcznych na otwartych przestrzeniach przyłesnych. Roczne i sezonowe stężenia obliczane są jako średnie ważone długością okresów ekspozycji próbników. Średnie miesięczne stanowią średnią arytmetyczną z pomiarów trzech próbników ekspozycyjnych w tym samym okresie w jednej lokalizacji, po odrzuceniu wyników odstających i wątpliwych. Okres zimowy obejmuje miesiące od października do marca, natomiast okres obejmujący pozostałe miesiące roku zdefiniowano jako sezon letni. W celu kontroli czystości stosowanych odczynników oraz wpływów środowiskowych w trakcie przechowywania i transportu próbników do laboratorium, analizowano ponadto w każdym miesiącu tzw. ślepe próby, tj. próbki nie ekspozycyjne. W 89% dla SO_2 i 94% dla NO_2 ślepe próby dostarczały wyników poniżej granic oznaczalności metody. Wykryte w próbach kontrolnych, w nielicznych przypadkach, zawartości tlenków siarki (w pojedynczych próbkach z marca,

kwietnia, czerwca i lipca) i dwutlenku azotu (w pojedynczych próbkach z kwietnia i września) były bliskie granicy oznaczalności. Można zatem przyjąć, że warunki środowiskowe występujące w trakcie przygotowania próbników do badań, pobierania próbek oraz transportu i przechowywania przed badaniami nie zakłócały znacząco wyników badań.

Ze względu na charakter danych i potwierdzony testem Shapiro-Wilka brak zgodności z rozkładem normalnym dla stężeń zanieczyszczeń gazowych, w analizie statystycznej stosowano testy nieparametryczne dla potwierdzenia testowanych hipotez:

- ANOVA rang Kruskala-Wallisa, następnie wielokrotne porównanie średnich rang dla wartości miesięcznych w celu oceny różnic między powierzchniami pod względem stężeń poszczególnych gazów, tj. porównania powierzchni pod względem stężeń NO₂ i SO₂,

- test Manna-Whitneya do oceny różnic w stężeniu gazów między półroczem letnim i zimowym na poszczególnych powierzchniach.

Obliczenia statystyczne wykonano w pakiecie oprogramowania STATISTICA wersja 10 (StatSoft, Inc., 2011).

12.1. Dwutlenek siarki

Średnie wartości stężeń dwutlenku siarki przedstawiono na rysunku 1. Podobnie jak w latach poprzednich, w grupie nadleśnictw zlokalizowanych w Polsce północno-wschodniej (Strzałowo, Białowieża, Suwałki) występowały niskie średnie roczne stężenia dwutlenku siarki (poniżej 1 $\mu\text{g m}^{-3}$). Również w Gdańsku, Kruczu, Piwnicznej, Chojnowie i Szklarskiej Porębie średnio w ciągu roku stężenie SO₂ nie przekroczyło 1,5 $\mu\text{g m}^{-3}$. Na powierzchniach położonych w Nadleśnictwach Krotoszyn, Łąck i Bircza średnie roczne stężenia mieściły się w zakresie od 1,5 $\mu\text{g m}^{-3}$ do 1,7 $\mu\text{g m}^{-3}$. Najwyższe stężenie średnio rocznie notowano w Nadleśnictwie Zawadzkie (2,1 $\mu\text{g m}^{-3}$). Stężenia w Zawadzkim były istotnie wyższe od stężeń w Białowieży i Strzałowie ($p \leq 0,05$, test Kruskala-Wallisa z wielokrotnym porównaniem średnich rang) (Tab. 63).

Z powodu braku pełnych danych rocznych dla 2015 r., średnie roczne stężenia SO₂ w 2016 r. porównano z danymi dla roku 2014. W 2016 r. na wszystkich powierzchniach stężenia SO₂ stanowiły od 42% do 64% wartości notowanych w roku 2014. Częściowo za podwyższone stężenia SO₂ w 2014 r. odpowiadała erupcja wulkaniczna w rejonie Holuhraun na Islandii. Do atmosfery zostało wówczas wyemitowane około 10880 kt SO₂,

co odpowiada w przybliżeniu trzykrotnej wielkości emisji antropogenicznych z wszystkich krajów UE w tym okresie (EMEP Status Report 2016).

Niskie stężenia SO_2 w nadleśnictwach Polski północnej i północno-wschodniej wynikają m.in. z warunków demograficznych i stopnia uprzemysłowienia regionów. Województwa podlaskie i warmińsko-mazurskie mają najniższą w kraju gęstość zaludnienia oraz najniższą emisję gazowych zanieczyszczeń powietrza z zakładów szczególnie uciążliwych dla jakości powietrza (Rocznik Statystyczny Województw 2016), co znajduje odzwierciedlenie w jakości powietrza w lasach.

Miesięczne stężenia SO_2 na SPO MI mieściły się w przedziale $0,2\text{--}4,8\ \mu\text{g m}^{-3}$. Rozkład stężeń w poszczególnych miesiącach (Rys. 76) w zasadzie pozostawał podobny do obserwowanego w latach poprzednich. Niskie stężenia notowano w miesiącach letnich: czerwiec, lipiec i sierpień (wartości miesięczne minimalne: $0,2\ \mu\text{g m}^{-3}$, maksymalne $2,0\ \mu\text{g m}^{-3}$, mediana dla okresu $0,5\ \mu\text{g m}^{-3}$), nieco wyższe w miesiącach wiosennych i jesiennych: marcu, kwietniu oraz wrześniu i październiku a także w grudniu (wartości miesięczne minimalne: $0,4\ \mu\text{g m}^{-3}$, maksymalne $3,7\ \mu\text{g m}^{-3}$, mediana dla okresu $1,2\ \mu\text{g m}^{-3}$), zaś wysokie w miesiącach styczeń-luty i listopad (wartości miesięczne minimalne: $0,9\ \mu\text{g m}^{-3}$, maksymalne $1,8\ \mu\text{g m}^{-3}$, mediana dla okresu $1,8\ \mu\text{g m}^{-3}$). Taki rozkład stężeń wynika z występowania sezonu grzewczego i spalania paliw opałowych, będących podstawowym źródłem emisji SO_2 .

Rozkład miesięcznych stężeń SO_2 na powierzchniach SPO MI przedstawiono na rysunku 3.

Według średnich za okres zimowy stężenia układały się w porządku malejącym dla nadleśnictw: Zawadzkie > Bircza > Łąck > Krotoszyn > Piwniczna > Chojnów > Szklarska Poręba > Gdańsk, Krucz > Białowieża, Suwałki > Strzałowo.

Średnie stężenia sezonu letniego układały się w porządku malejącym: Zawadzkie > Łąck > Szklarska Poręba, Krotoszyn, Bircza > Chojnów, Krucz, Suwałki > Strzałowo, Gdańsk > Białowieża, Piwniczna.

Istotne różnice między medianami stężeń miesięcznych w sezonach letnich i zimowych wystąpiły jedynie w Zawadzkiem, Birczy i Piwnicznej (Tab. 64). Różnice pomiędzy okresem zimowym i letnim były szczególnie niskie w Strzałowie i Suwałkach.

W Rozporządzeniu Ministra Środowiska (Dz. U. z dn. 18 września 2012, poz. 1031) poziom dopuszczalny SO_2 ze względu na ochronę roślin dla roku kalendarzowego i pory zimowej (okres od 1 października do 31 marca) został ustalony na poziomie $20\ \mu\text{g m}^{-3}$

³. Średnie roczne stężenia SO₂ na SPO MI zawierały się w granicach 0,9 µg m⁻³ – 2,1 µg m⁻³, co stanowiło od 4% do 10% wartości dopuszczalnej. W porze zimowej zakres stężeń wynosił od 0,9 µg m⁻³ do 2,6 µg m⁻³, tj. od 5% do 13% wartości dopuszczalnej.

12.2. Dwutlenek azotu

Średnie wartości stężeń dwutlenku azotu na SPO MI przedstawiono na rysunku 4. W stosunku do roku 2014 średnie roczne stężenia NO₂ kształtowały się na zbliżonym poziomie; były o około 15% niższe w Szklarskiej Porębie i Birczy, a na pozostałych powierzchniach stanowiły od 90% do 104% wartości z roku 2014.

Powierzchnie SPO MI istotnie różniły się pod względem stężeń NO₂ (test Kruskala-Wallisa: H(11, N = 144) = 75,78, p ≤ 0,001) (Tab. 63). Istotne różnice wystąpiły pomiędzy stężeniami NO₂ w Chojnowie a stężeniami na większości pozostałych powierzchni, z wyjątkiem Zawadzkiego, Krotoszyna i Łącka. Ponadto istotne różnice stężeń obserwowano między Łąckiem a powierzchniami w Suwałkach, Strzałowie, Białowieży (Polska północno-wschodnia), Birczy, Piwnicznej i Szklarskiej Porębie (Polska południowa, rejony górskie). Podobnie jak w poprzednich latach, najwyższe średnie roczne stężenia NO₂ stwierdzono w rejonach Polski centralnej: w Chojnowie (15,0 µg m⁻³) i Łącku (11,0 µg m⁻³) oraz południowej, w Zawadzkim (8,9 µg m⁻³) i zachodniej w Krotoszynie (8,5 µg m⁻³). Punkt pomiarowy w Chojnowie jest zlokalizowany w pobliżu drogi wojewódzkiej nr 873 i drogi krajowej nr 79, w odległości około 20 km w kierunku południowym od aglomeracji warszawskiej, stąd poziom stężeń NO₂ może wynikać z dużego natężenia ruchu drogowego. Powierzchnia w Łącku usytuowana jest w odległości około 4-5 km w kierunku południowo-zachodnim od Płocka, dużego ośrodka przemysłu rafineryjnego. Drugim potencjalnym źródłem zanieczyszczeń powietrza jest ruch samochodowy na drodze krajowej nr 60, przebiegającej w odległości około 800 m w kierunku południowym od powierzchni. Kolejna powierzchnia o wysokim poziomie stężeń NO₂, położona jest w Nadleśnictwie Zawadzkie na Górnym Śląsku, w rejonie o największej w skali kraju gęstości zaludnienia oraz wysokiej urbanizacji i uprzemysłowieniu. Choć do wielkości emisji tlenków azotu (NO_x) przyczyniają się głównie procesy spalania paliw, znaczącym źródłem NO_x w powietrzu może być również emisja z gleb (Fowler i in., 2015). W Wielkopolsce, gdzie zużycie nawozów mineralnych całkowite i w przeliczeniu na hektar należy do najwyższych w Polsce (Rocznik Statystyczny Rolnictwa GUS 2016), wysokie stężenia NO₂ na terenach Nadleśnictwa Krotoszyn można tłumaczyć emisją z gleb, wtórnymi procesami utleniania w powietrzu

amonianu pochodzenia rolniczego oraz natężeniem procesów spalania w sektorze rolniczym oprócz lokalnych źródeł przemysłowych.

W nadleśnictwach Polski północnej i północno-wschodniej: Białowieża ($4,1 \mu\text{g m}^{-3}$), Strzałowo ($4,6 \mu\text{g m}^{-3} \text{rok}^{-1}$), Suwałki ($5,0 \mu\text{g m}^{-3} \text{rok}^{-1}$) i Gdańsk ($6,2 \mu\text{g m}^{-3} \text{rok}^{-1}$) oraz w rejonach górskich: Bircza ($4,1 \mu\text{g m}^{-3} \text{rok}^{-1}$), Piwniczna ($5,0 \mu\text{g m}^{-3} \text{rok}^{-1}$) i Szklarska Poręba ($5,3 \mu\text{g m}^{-3} \text{rok}^{-1}$) występowały niższe stężenia NO_2 średnio rocznie niż w Chojnowie, Łącku, Zawadzkiem i Krotoszynie, podobnie jak w poprzednich latach badań.

Średnie miesięczne stężenia dwutlenku azotu wahały się w granicach od $2,3 \mu\text{g m}^{-3}$ do $20,2 \mu\text{g m}^{-3}$ i wykazywały wyraźną sezonowość. W miesiącach zimowych: styczniu, lutym, październiku, listopadzie i grudniu, mediana stężeń dla poszczególnych SPO MI była szczególnie wysoka i wyniosła od $5,9$ do $10,5 \mu\text{g m}^{-3} \text{m-c}^{-1}$ (Rys. 79).

Najwyższe miesięczne stężenie NO_2 zanotowano w listopadzie w Chojnowie ($20,2 \mu\text{g m}^{-3} \text{m-c}^{-1}$) (Rys. 80). W Chojnowie, podobnie jak w poprzednich latach, występowały najwyższe stężenia spośród SPO MI; wartości przekraczały $11 \mu\text{g m}^{-3} \text{m-c}^{-1}$ nawet w okresie letnim, gdy stężenia były ogólnie niższe niż w miesiącach zimowych. Stężenia niższe niż $3 \mu\text{g m}^{-3} \text{m-c}^{-1}$ występowały w okresie letnim między majem a sierpniem w Białowieży, Suwałkach i Strzałowie (Polska północno-wschodnia) oraz w Piwnicznej, Birczy i Szklarskiej Porębie (Polska południowa, rejony górskie), jednak nie we wszystkich miesiącach w tym okresie. W czerwcu, na powierzchni w Kruczu również odnotowano stężenie NO_2 niższe niż $3 \mu\text{g m}^{-3} \text{m-c}^{-1}$. Istotne różnice między medianami miesięcznych stężeń dla okresów letnich i zimowych wystąpiły na wszystkich powierzchniach, z wyjątkiem Suwałk oraz Łącka i Chojnowa (Tab. 64).

Średnie stężenia NO_2 w sezonie letnim (kwiecień - wrzesień) układały się w porządku malejącym dla nadleśnictw:

Chojnów > Łąck > Zawadzkie, Krotoszyn > Gdańsk > Suwałki, Krucz > Szklarska Poręba > Piwniczna, Bircza, Strzałowo, Białowieża.

Stężenia średnie dla okresu zimowego (styczeń-marzec i październik-grudzień) były od 1,2 do 2,4 razy wyższe niż dla okresu letniego. Układały się w porządku malejącym:

Chojnów > Łąck > Zawadzkie > Krotoszyn > Krucz > Gdańsk > Piwniczna, Szklarska Poręba > Strzałowo, Suwałki > Białowieża, Bircza.

W roku 2016 średnie wartości stężeń NO_2 wynosiły od $4,0$ do $15,0 \mu\text{g m}^{-3} \text{rok}^{-1}$, tj. odpowiednio od 13% do 50% wartości dopuszczalnej poziomu tlenków azotu. Wartość

dopuszczalna została określona dla tlenków azotu Rozporządzeniem Ministra Środowiska (Dz. U. z dn. 18 września 2012, poz. 1031) dla roku kalendarzowego ze względu na ochronę roślin na poziomie $30 \mu\text{g m}^{-3}$.

Na podstawie średnich stężeń rocznych i sezonowych oszacowano ładunek N i S, jaki był deponowany na SPO MI w 2016 roku (Rys. 81). Obliczenia wykonano przyjmując za Thimonier i in. (2005), że prędkość osadzania SO_2 dla powierzchni leśnych wynosi 8 mm s^{-1} , zaś za Rihm (1996), że prędkość osadzania NO_2 dla drzewostanów liściastych wynosi 3 mm s^{-1} i 4 mm s^{-1} dla drzewostanów iglastych.

Gazowa depozycja siarki wyniosła w Nadleśnictwach Polski północnej i północno-wschodniej (Strzałowo, Białowieża, Suwałki i Gdańsk) od 1,1 do $1,3 \text{ kg S ha}^{-1} \text{ rok}^{-1}$. W Polsce centralnej (Krucz, Krotoszyn, Chojnów) oraz na południu (Szklarska Poręba i Piwniczna) wynosiła od 1,4 do $1,9 \text{ kg S ha}^{-1} \text{ rok}^{-1}$. Większe ilości siarki zostały deponowane w Zawadzkiem, Łącku i Birczy, odpowiednio 2,6, 2,2 i $2,1 \text{ kg S ha}^{-1} \text{ rok}^{-1}$.

Najmniejszą depozycję azotu - około $1,2 \text{ kg ha}^{-1} \text{ rok}^{-1}$ – odnotowano w Birczy, w rejonie podkarpackim. Niskie ilości - od 1,6 kg do $1,9 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ rok}^{-1}$ – zostały zdeponowane w nadleśnictwach położonych w Polsce północnej i północno-wschodniej: Białowieży, Strzałowie, Gdańsku i Suwałkach, a także na powierzchniach górskiej w Piwnicznej. Pośrednie ilości – od 2,0 kg do $2,5 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ rok}^{-1}$ – stwierdzono na powierzchniach w Szklarskiej Porębie, Krotoszynie i Kruczu. W Łącku i Zawadzkiem depozycja N wyniosła odpowiednio 3,2 i $3,4 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ rok}^{-1}$, a najwyższa była w Chojnowie ($5,8 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ rok}^{-1}$).

Na powierzchniach SPO MI od 64% do 71% depozycji N oraz od 59% do 72% depozycji S przypadało na okres zimowy.

13. OPADY PODKORONOWE ORAZ ROZTWORY GLEBOWE NA TERENACH LEŚNYCH – ANNA KOWALSKA

13.1. Opady podkoronowe

Substancje, transportowane przez opady atmosferyczne, są dostarczane do dna lasu w formie opadów podkoronowych. Dodatkowo trafia do gleby pewna pula pierwiastków, których źródłem są procesy interakcji opadów z koronami drzew. Opady są wzbogacane poprzez wymywanie części składników z tkanek roślinnych i zmywanie z powierzchni aparatu asymilacyjnego suchej depozycji. Równocześnie pierwiastki są pobierane z opadów przez tkanki roślinne bądź sorbowane na powierzchniach roślin, zwłaszcza na korze pni i gałęzi (Rys. 82). Opady podkoronowe różnią się od opadów atmosferycznych zarówno pod względem ilości, jak i składu chemicznego. Ich badanie dostarcza istotnych informacji o obiegu pierwiastków w środowisku leśnym.

W roku 2016 kontynuowano badania ilości opadu, stężeń składników oraz ich depozytu na dwunastu stałych powierzchniach obserwacyjnych monitoringu intensywnego (SPO MI). Pięć powierzchni zlokalizowano w drzewostanach z sosną jako gatunkiem panującym (Nadleśnictwa: Strzałowo, Białowieża, Krucz, Chojnów i Zawadzkie), trzy w drzewostanach świerkowych (Nadleśnictwo Suwałki, Szklarska Poręba i Piwniczna), dwie w dębowych (Nadleśnictwo Łąck i Krotoszyn) oraz dwie w bukowych (Nadleśnictwo Gdańsk i Bircza).

Próbki opadu pobierano z miesięczną częstotliwością do 25 próbników systematycznie rozmieszczonych na każdej z powierzchni SPO MI. Próbniki zbudowane są z butli PE o pojemności 5 dm³ z lejkami o powierzchni chwytnej 201 cm². Duża liczba próbników jest uzasadniona wysoką zmiennością przestrzenną składników dostarczanych z opadami (Kowalska i in. 2016b). Siateczki z tworzywa sztucznego o drobnych oczkach, umieszczone w dnie lejków, chronią zawartość butli przed zanieczyszczeniami organicznymi. Butle umocowane są w osłonie rur PCV, które mają za zadanie podtrzymywać próbki oraz chronić próbki wody przed światłem słonecznym, wywołującym niepożądane zmiany składu chemicznego. W okresie zimowym, przy spodziewanej przewadze opadów śniegu, próbki zastępowane są sześcioma wiadrami z tworzywa sztucznego o pojemności około 24 dm³ i powierzchni chwytnej 784 cm². Próbkę wody po pobraniu są transportowane do laboratorium Instytutu Badawczego Leśnictwa w termostatowanych pojemnikach, zaopatrzonych we wkłady chłodzące. Próbkę opadu w

okresie letnim były łączone do badań do pięciu prób zbiorczych, zaś próbki zimowe analizowano indywidualnie.

Wielkość opadów podkoronowych została określona na podstawie objętości zebranych prób i powierzchni chwytnej próbników. W sytuacjach uniemożliwiających określenie objętości próbek, np. podczas ekstremalnych opadów, przy przelaniu próbników, objętości próby szacowano według jednej z możliwych procedur:

- przyjęcie za objętość próby maksymalnej pojemności kolektora,
- określenie objętości przez porównanie z wielkością opadów na otwartej przestrzeni, lub
- określenie objętości przez porównanie z danymi meteorologicznymi ze stacji automatycznych.

Stężenia miesięczne wyznaczono z pięciu (latem) bądź sześciu (zimą) równoległych próbek jako średnie ważone objętością opadu. Średnie pH obliczono ze stężenia H^+ , otrzymanego z przekształcenia wzoru:

$$pH = -\log_{10}[H^+]$$

Iloczyn stężeń poszczególnych składników i sumy opadu posłużył do obliczenia depozycji, wyrażonej w $kg\ ha^{-1}$ oraz $mol_c\ ha^{-1}$ w jednostce czasu (miesiąc, sezon, rok). Wyrażenie stężeń i depozycji w formie ładunków molowych umożliwia analizę stosunków kwasowo-zasadowych w opadach. Okres zimowy umownie odnosi się do miesięcy od stycznia do kwietnia oraz od listopada do grudnia, zaś okres letni trwa od maja do października. W Kruczu wskutek kradzieży oprzyrządowania do pobierania próbek brakuje danych dla opadów podkoronowych z lutego.

W celu oceny różnic między poszczególnymi powierzchniami pod względem wielkości opadów oraz depozytów głównych składników (H^+ , Ca, Mg, Na, K, Cl^- , NO_3^- , SO_4^{2-} , NH_4^+ , Al, Fe, Mn, RWO, N_{tot}) zastosowano testy nieparametryczne (ANOVA rang Kruskala-Wallisa) ze względu na brak zgodności rozkładów danych z rozkładem normalnym (test Shapiro-Wilka). Obliczenia statystyczne wykonano w pakiecie oprogramowania STATISTICA wersja 10 (StatSoft, Inc., 2011).

Skład chemiczny opadów podkoronowych

Średnia przewodność elektrolityczna właściwa, będąca pośrednio miarą ogólnej zawartości jonów w wodach, wynosiła na SPO MI w 2016 roku od 22,3 do 51,6 $mS\ cm^{-1}\ rok^{-1}$, przyjmując miesięcznie wartości od 13,3 do 210 $mS\ cm^{-1}$ (Rys. 83). W opadach podkoronowych w niemal wszystkich przypadkach wartości przewodności były wyższe

niż w opadach docierających do koron (por: rozdz. „Wielkość depozytu wnoszonego z opadami atmosferycznymi na terenach leśnych na SPO MI”). Wartości przewodności były zależne od ilości opadów w badanym okresie. Dla okresów z sumą opadów mieszczącą się w dolnym kwartylu (poniżej $26,7 \text{ mm m-c}^{-1}$) mediana przewodności wynosiła $57,6 \text{ mS cm}^{-1}$, podczas gdy w okresach z sumą opadów w zakresie górnego kwartylu (powyżej $62,7 \text{ mm m-c}^{-1}$) mediana przewodności miała wartość zaledwie $23,2 \text{ mS cm}^{-1}$. Zanieczyszczenia dostarczane z wodą opadową i splukiwane oraz wymywane z liści były w okresach niskich opadów obecne w próbkach w dużych stężeniach, zaś przy wysokich opadach występował tzw. efekt rozcieńczenia.

Wysoka przewodność średnio w ciągu roku wystąpiła w próbkach opadów w nadleśnictwach Zawadzkie, Krotoszyn, Suwałki i Łąck (odpowiednio $51,6$, $48,6$, $47,2$ i $38,9 \text{ mS cm}^{-1} \text{ rok}^{-1}$). Najniższą przewodność miały średnio w roku opady w Szklarskiej Porębie ($22,0 \text{ mS cm}^{-1} \text{ rok}^{-1}$), Również stosunkowo niską przewodność notowano w opadach w Birczy ($26,8 \text{ mS cm}^{-1} \text{ rok}^{-1}$), Strzałowie ($27,6 \text{ mS cm}^{-1} \text{ rok}^{-1}$) i Piwnicznej ($28,9 \text{ mS cm}^{-1} \text{ rok}^{-1}$). W pozostałych drzewostanach w Gdańsku, Białowieży, Kruczu i Chojnowie przewodność opadów kształtowała się w zakresie od $30,2 \text{ mS cm}^{-1} \text{ rok}^{-1}$ do $33,2 \text{ mS cm}^{-1} \text{ rok}^{-1}$.

Zakresy stężeń miesięcznych [$\text{mg dm}^{-3} \text{ m-c}^{-1}$], mediany i zakres kwartyłowy dla podstawowych składników opadów podkoronowych przedstawiono na rysunku 1.

Depozyt podkoronowy

Roczny depozyt podkoronowy wyliczono, jako sumę depozycji azotu całkowitego (N_{tot}), jonów wodorowych, chlorków, siarczanów (VI), jonów wapnia, sodu, potasu, magnezu, żelaza, glinu, manganu i metali ciężkich.

Na tych SPO MI, gdzie pomiary obejmowały równy okres na otwartej przestrzeni i pod okapem (tj. z wyjątkiem Krucza), do gleby wpłynął ładunek substancji od $1,3$ do $2,6$ razy większy niż z opadem na otwartej przestrzeni (por. rozdz. „Wielkość depozytu wnoszonego z opadami atmosferycznymi na terenach leśnych na SPO MI”). Stosunkowo niskie wzbogacenie pod okapem miało miejsce w drzewostanach bukowych w Gdańsku ($1,3$ -krotne), natomiast opady podkoronowe były szczególnie wzbogacone w stosunku do opadów bezpośrednich ($2,5$ - $2,6$ -krotnie) w świerczynach w Piwnicznej i Suwałkach, w drzewostanie sosnowym w Zawadzkim oraz dębowym w Krotoszynie. Depozyt podkoronowy mieścił się w zakresie od $39,1$ do $79,6 \text{ kg ha}^{-1} \text{ rok}^{-1}$ (Tab. 65).

Depozyt podkoronowy przekroczył $70 \text{ kg ha}^{-1} \text{ rok}^{-1}$ na powierzchniach świerkowych w Suwałkach ($79,6 \text{ kg ha}^{-1} \text{ rok}^{-1}$) i w Szklarskiej Porębie ($74,9 \text{ kg ha}^{-1} \text{ rok}^{-1}$) oraz w drzewostanie dębowym w Krotoszynie ($72,1 \text{ kg ha}^{-1} \text{ rok}^{-1}$) i bukowym w Gdańsku. ($79 \text{ kg ha}^{-1} \text{ rok}^{-1}$; suma depozycji z opadów podkoronowych i spływu po pniu). W Kruczu (So) w ciągu jedenastu miesięcy z opadami zdeponowane zostało $39,1 \text{ kg ha}^{-1}$ badanych substancji, a rocznie w Łącku (Db) i Strzałowie (So) odpowiednio $45,1$ i $47,8 \text{ kg ha}^{-1} \text{ rok}^{-1}$. W Piwnicznej (Św), Chojnowie (So), Białowieży (So), Birczy (Bk) i Zawadzkiem (So) depozyt wyniósł od $52,5 \text{ kg ha}^{-1} \text{ rok}^{-1}$ do $66,5 \text{ kg ha}^{-1} \text{ rok}^{-1}$.

W opadach podkoronowych występowało więcej istotnych różnic pomiędzy SPO MI, niż w opadach na otwartej przestrzeni (Tab. 66). Istotne różnice wykryto dla wszystkich głównych składników opadów (H^+ , Cl^- , NO_3^- , SO_4^{2-} , NH_4^+ , Ca, Mg, Mn, Fe, Al i RWO), poza K.

Szklarska Poręba wyróżnia się spośród kilku SPO MI pod względem depozycji szeregu jonów, w tym także jonów o charakterze zakwaszającym tj. SO_4^{2-} i NO_3^- i jonów H^+ . Liczne różnice między Szklarską Porębą a innymi SPO MI wynikają w głównej mierze ze znacznie większych opadów w tej lokalizacji, które wносиły większy sumaryczny ładunek jonów.

W opadach w drzewostanach bukowych w Gdańsku i Birczy występowały istotnie mniejsze depozyty rozpuszczonego węgla organicznego (RWO) niż w drzewostanach iglastych: sosnowych w Białowieży i Zawadzkiem oraz świerczynie w Szklarskiej Porębie. Różnice w depozycji podkoronowej RWO między drzewostanem liściastym i iglastym są opisane w literaturze: Le Mellec i in. (2010) odnotowali mniejsze stężenia i depozyty RWO w opadach w drzewostanie bukowym niż w świerkowym.

Istotne różnice pod względem pojemności zobojętnienia kwasów (ANC) wystąpiły między opadami w Polsce północno-wschodniej (Białowieża i Suwałki), gdzie wartości ANC były stosunkowo wysokie a powierzchniami zlokalizowanymi na południu Polski w Szklarskiej Porębie i Zawadzkiem, gdzie ANC przyjmowała niskie wartości. Wartości ANC zostały szerzej omówione w dalszej części opracowania.

Depozyt pierwiastków śladowych

Depozyt pierwiastków śladowych i metali ciężkich: żelaza, manganu, glinu, cynku, miedzi, kadmu i ołowiu wynosił od $0,75$ do $1,64 \text{ kg ha}^{-1} \text{ rok}^{-1}$, co odpowiadało od $1,4\%$ do $3,6\%$ całkowitej rocznej depozycji podokapowej. Najwyższy udział omawianych metali w depozycie ogólnym stwierdzono w Łącku, przy czym w depozycie metali aż 74% udziału

miął Mn. Mangan jest pierwiastkiem łatwo ulegającym wymywaniu z koron drzew i jego stężenia w opadach podkoronowych mogą wielokrotnie przewyższać stężenia w opadach atmosferycznych (Kowalska i Janek, 2009). Wysoki udział Mn w depozycie podkoronowym tłumaczy częściowo duży dopływ tego składnika wraz z wodami opadowymi na otwartej przestrzeni w Łącku, w porównaniu do innych powierzchni (por. rozdz. „Wielkość depozytu wnoszonego z opadami atmosferycznymi na terenach leśnych na SPO MI”, Tab. 65).

Udział samych metali ciężkich (Zn, Cu, Pb, i Cd) stanowił w sumie rocznego depozytu od 0,4% do 0,8%. Na poszczególnych powierzchniach depozyt metali ciężkich wyniósł od 0,22 do 0,59 kg ha⁻¹ rok⁻¹, z czego 78% - 86% stanowił Zn.

Właściwości kwasowo-zasadowe wód opadowych

Obniżone pH, tj. pH niższe niż 5,0 występowało na przestrzeni roku w 20% miesięcznych próbek opadów na SPO MI. Opady o pH poniżej 5,0 przeważały w okresie zimowym, (Rys. 84) a szczególnie w styczniu (na 9 SPO MI), grudniu (na 7 SPO MI), lutym (na 4 SPO MI) i marcu (na 3 SPO MI). Jedynie w Suwałkach nie notowano miesięcznych opadów o pH niższym niż 5,2, tam też wystąpiło najwyższe spośród SPO MI średnie roczne pH (5,9). Najniższe średnie roczne pH wystąpiło w Szklarskiej Porębie (pH 5,1) (Rys. 85). W Chojnowie, Kruczu i Piwnicznej średnie roczne pH również było niskie (pH odpowiednio 5,1, 5,1 i 5,2), czego przyczyną były głównie kwaśne opady półrocza zimowego. Na pozostałych powierzchniach wynosiło od 5,3 (Łąck, Zawadzkie) do 5,5 (Gdańsk, Białowieża, Bircza,) i 5,6 (Strzałowo, Krotoszyn). Odczyn opadów był więc zbliżony lub nieco mniej kwaśny niż średnio w roku 2014, lecz zachowane zostały różnice w pH opadów między badanymi drzewostanami. Wyższe pH występowało w opadach pod okapem drzewostanów liściastych niż iglastych (por. Kowalska i in., 2016a). Pewnym wyjątkiem są drzewostany w Strzałowie i w Suwałkach. W Strzałowie na odczyn opadów ma wpływ, oprócz sosny występującej w piętrze okapowym, bogaty podszyt bukowy i leszczynowy. Domieszka liściasta może tłumaczyć stosunkowo wysokie pH opadów docierających do gleby. Ponadto oba drzewostany – świerkowy w Suwałkach i sosnowy w Strzałowie zlokalizowane są na stosunkowo żyznych glebach o dużym wysyceniu zasadami i wysokim pH w całym profilu bądź przynajmniej w jego części spągowej.

Pojemność zobojętniania kwasów (ANC), obliczona jako różnica stężeń kationów mocnych zasad (Ca, Mg, Na, K) i anionów mocnych kwasów (SO₄²⁻, NO₃⁻, Cl⁻) w μeq dm⁻³, jest wskaźnikiem pozwalającym ocenić czy w wodach występuje nadmiar wolnych mocnych kwasów (ANC<0), czy zasad (ANC>0). Inaczej mówiąc ANC charakteryzuje

zdolność wody do zobojętniania kwasów (por. rozdz. " Wielkość depozytu wnoszonego z opadami atmosferycznymi na terenach leśnych na SPO MI ").

W porównaniu z wodami opadowymi oraz w porównaniu do ubiegłych lat, udział opadów podkoronowych z ujemnymi wartościami ANC występował rzadziej, bo w 34% przypadków. Ujemne wartości ANC, związane z przewagą jonów wolnych kwasów, występowały przeważnie w okresie zimowym (Rys. 86), co można przypisać zarówno wzmożonym emisjom zanieczyszczeń w związku z sezonem grzewczym jak i zmniejszonej aktywności biologicznej drzew i mniejszej wymianie jonowej niż w okresie wegetacyjnym. Na wszystkich powierzchniach obserwacyjnych ANC półrocza zimowego było niższe niż w półroczu letnim (Rys. 87).

Średnio rocznie dodatnią wartość ANC (przewagę wolnych zasad) w opadach podkoronowych odnotowano w świerczynach w Suwałkach ($149 \mu\text{eq dm}^{-3} \text{ rok}^{-1}$) i Piwnicznej ($51,7 \mu\text{eq} \cdot \text{dm}^{-3} \text{ rok}^{-1}$), w obu drzewostanach dębowych: w Krotoszynie ($98,3 \mu\text{eq dm}^{-3} \text{ rok}^{-1}$) i Łącku ($65,8 \mu\text{eq dm}^{-3} \text{ rok}^{-1}$) i bukowych: w Gdańsku ($38,9 \mu\text{eq dm}^{-3} \text{ rok}^{-1}$) i Birczy ($49,5 \mu\text{eq dm}^{-3} \text{ rok}^{-1}$) oraz w czterech z pięciu sosnowych: w Białowieży ($111 \mu\text{eq dm}^{-3} \text{ rok}^{-1}$), Strzałowie ($94,7 \mu\text{eq dm}^{-3} \text{ rok}^{-1}$), Kruczu ($20,4 \mu\text{eq dm}^{-3} \text{ rok}^{-1}$) i Chojnowie ($31,0 \mu\text{eq dm}^{-3} \text{ rok}^{-1}$). W drzewostanach: świerkowym w Sudetach (Szkłarska Poręba) oraz sosnowym na obszarze Śląska (Zawadzkie) w opadach występowała przewaga jonów wolnych kwasów (odpowiednio ANC $-61,5 \mu\text{eq dm}^{-3} \text{ rok}^{-1}$ i $-5,0 \mu\text{eq dm}^{-3} \text{ rok}^{-1}$).

W Zawadzkim opady po przejściu przez korony miały większy nadmiar jonów wolnych kwasów (tj. niższe ANC), niż opady docierające do drzewostanu. Na pozostałych powierzchniach wpływ okapu w różnych gatunkowo drzewostanach zaznaczył się w podniesieniu wartości ANC średnio w roku w opadach podkoronowych, w stosunku do opadów docierających do koron (Rys. 88). W skali miesięcznej notowano również przypadki obniżenia ANC opadów w koronach i dotyczyły one większości powierzchni, a zwłaszcza iglastych (Zawadzkiego (So), Chojnowa (So), Krucza (So), Szklarskiej Poręby (Św), Suwałk (Św) lecz miały miejsce najczęściej w okresie zimowym (21 z 27 przypadków). W drzewostanach bukowych (Gdańsk i Bircza) i dębowym w Łącku również obserwowano w niektórych miesiącach zimowych i letnich niższe ANC w opadach pod okapem niż w opadach na otwartej przestrzeni.

Jony o zakwaszającym oddziaływaniu na środowisko (SO_4^{2-} , NO_3^- , NH_4^+ , Cl^-) stanowiły od 41% do 64%, a w Strzałowie i Białowieży zaledwie 38% - 39% rocznego molowego depozytu (sumy azotu całkowitego, chlorków, siarczanów (VI), kationów zasadowych, żelaza, glinu, manganu i metali ciężkich, wyrażonej w $\text{mol}_c \text{ ha}^{-1}$). Najwyższy

udział jonów o charakterze zakwaszającym stwierdzono w drzewostanie Nadleśnictwa Zawadzkie (64%). Był on również wysoki w Szklarskiej Porębie (57%) i Kruczu (50%). W Chojnowie, Gdańsku, Krotoszynie, Łącku, Birczy, Piwnicznej i Suwałkach wynosił od 49% do 41%.

W grupie powierzchni, gdzie depozyt molowy jonów zasadowych (Ca^{2+} , K^+ , Mg^{2+} i Na^+) przewyższał depozyt jonów zakwaszających znalazły się – podobnie jak w latach poprzednich - nadleśnictwa Białowieża, Strzałowo i Suwałki (Rys. 89).

Przepływ jonów z opadami atmosferycznymi i podkoronowym zilustrowano na rysunku 8, na przykładzie czterech głównych gatunków drzew.

13.2. Spływ po pniu

Depozycja składników z opadami w drzewostanach byłaby znacząco niedoszacowana, gdyby pominięto jedną ze ścieżek dopływu wód opadowych do gleb leśnych: wody spływające po pniach drzew. W monitoringu lasów ta frakcja wód opadowych jest badana jedynie w drzewostanach bukowych, gdyż budowa buka: architektura koron, typ i ułożenie liści oraz struktura kory, w większym stopniu sprzyjają odprowadzaniu opadu po pniach, niż u innych gatunków. Spływ po pniu stanowi wobec tego w buczynach istotną formę transportu wody, substancji pokarmowych oraz zanieczyszczeń zawartych w opadach, modyfikując warunki glebowe w strefach wokół pni (Chang i Matzner, 2000). Wokół korzeni buków tworzą się korytarze, sprzyjające preferencyjnemu odpływowi wody wraz z rozpuszczonymi substancjami, oddziałujące w istotnym stopniu na wielkość przepływów hydrologicznych i odpływ substancji ze strefy korzeniowej (Johnson i Lehmann, 2006, Schwärzel i in., 2012).

Pobór próbek spływu po pniu prowadzono w nadleśnictwach Gdańsk i Bircza w okresie bezmroźnym. Po przerwie zimowej 2015/2016 wznowiono badania w marcu, w Gdańsku i w kwietniu, w Birczy i kontynuowano pobór próbek do końca października w Birczy i do końca listopada w Gdańsku. Próbki pobierano w tych samych terminach, co opady podkoronowe. Opad spływający po pniach był indywidualnie odprowadzany z sześciu drzew na każdej powierzchni, reprezentujących sześć równolicznych klas pierśnic. Wydzielenie klas pierśnic posłużyło wstępnie do pogrupowania wszystkich żywych drzew na SPO MI i wyboru drzew o cechach reprezentatywnych dla danej powierzchni.

Wielkość spływu po pniach mierzono w dwojaki sposób. Na mniejszych drzewach, o pierśnicach poniżej 20 cm, ilość spływającego opadu wyznaczano na podstawie objętości wody zgromadzonej w połączonych szeregowo lub pojedynczych pojemnikach o

pojemności nominalnej 90 dm³. Na pozostałych drzewach objętość spływu po pniu mierzono automatycznie z elektroniczną rejestracją wyników. Na podstawie objętości spływającej wody oraz pierśnicowego pola przekroju próbkowanych drzew i pierśnicowego pola przekroju drzewostanu na badanej powierzchni, z uwzględnieniem pola powierzchni SPO MI, wnioskowano o wielkości odprowadzonego po pniach opadu w mm.

Szacuje się, że ilość spływu po pniu przekroczyła w badanym okresie 67 mm w Nadleśnictwie Gdańsk i 53 mm w Nadleśnictwie Bircza. Pomimo niskich temperatur i przewagi opadów śniegu, pewna ilość wody w okresie gdy nie prowadzono pomiarów, tj. zimą, również mogła być odprowadzona po pniach. Roczna suma spływu po pniu prawdopodobnie przekraczała więc ilość oszacowaną dla badanych miesięcy. W miesięcznych okresach badań spływ po pniach stanowił od 1% do 21% opadu bezpośredniego (na otwartej przestrzeni) w Gdańsku oraz od 1% do 23% w Birczy, co koresponduje z wartościami przytaczanymi w literaturze (Chang i Matzner, 2000, Johnson i Lehmann, 2006).

W składzie chemicznym spływu po pniu zauważalny był wpływ aerozoli morskich w Gdańsku: średnie stężenia jonów sodowych, chlorkowych, Ca, Mg i K były większe niż w Birczy (Rys. 91).

Średnia dla okresu badań wskazuje, że spływ po pniu w Birczy charakteryzował się nieco wyższym pH i ANC oraz niższymi stężeniami większości składników w porównaniu z Gdańskiem. Na obu powierzchniach średnie roczne pH i pojemność zobojętniania kwasów (ANC) osiągały wyższe wartości niż w opadach podkoronowych.

Depozyt składników wniesiony ze spływem po pniu przedstawiono w Tabeli 65. Wyniósł on w okresie badań 16,9 kg ha⁻¹ w Gdańsku oraz 6,86 kg ha⁻¹ w Birczy. Stanowiło to 27% depozytu podkoronowego w Gdańsku i 13% w Birczy. Woda opadowa spływając po pniach, w większym stopniu niż przepływając przez warstwę koron, wzbogaca się w K⁺ i związki organiczne, co w odniesieniu do K⁺ potwierdzają wyniki innych badań (Chang i Matzner, 2000). Mimo że suma opadu odprowadzonego po pniach stanowiła średnio zaledwie 8% - 10% opadu podkoronowego, depozyt jonów potasu stanowił aż 37% depozycji tego składnika w wodach podkoronowych w Gdańsku i 16% w Birczy, a depozyt rozpuszczonego węgla organicznego aż 49% depozycji podokapowej RWO w Gdańsku i 28% w Birczy

13.3. Roztwory glebowe

Roztwory glebowe stanowią drogę transportu składników odżywczych i substancji toksycznych między fazą stałą gleby a korzeniami roślin. Skład chemiczny roztworów glebowych jest, więc źródłem informacji istotnych dla oceny wpływu zanieczyszczeń powietrza oraz innych czynników stresowych na ekosystemy leśne (Nieminen, 2011).

Roztwory glebowe na powierzchniach monitoringu intensywnego pobierano w 2016 roku z miesięczną częstotliwością, stosując kwarcowo-teflonowe podciśnieniowe lizymetry prenart. Podciśnienie zakładano 5-7 dni przed poborem próbek. Próbkę pobierano poza okresami, gdy gleba była zamrznięta i pokryta grubą warstwą śniegu, co uniemożliwiałoby obsługę aparatury zainstalowanej w glebie. Na każdej powierzchni funkcjonowało po 10 lizymetrów na dwóch głębokościach gleby: około 25 cm i 50 cm od powierzchni. Jedynie w Szklarskiej Porębie lizymetry zainstalowano na głębokości 25 cm i 40 cm z uwagi na małą miąższość gleby i kamieniste podłoże. Takie umiejscowienie próbników umożliwia monitorowanie stężeń składników odżywczych w strefie obecności głównej masy korzeniowej roślin oraz poniżej tej strefy, skąd przy sprzyjających warunkach wodnych rozpuszczone substancje są transportowane w głąb profilu. Objętość pobieranych próbek mierzono wolumetrycznie. Próbkę roztworów glebowych były łączone w stosunku objętościowym przed analizami tak, by otrzymać po dwie próbki z obu głębokości na każdej badanej powierzchni (z lizymetrów o numerach 1-5 oraz 6-10), o ile pozwalała na to pobrana objętość. Z próbkami roztworów glebowych postępowano dalej jak z próbkami wód opadowych; zakres badań chemicznych dla roztworów glebowych był taki jak dla próbek opadów podkoronowych i opadu bezpośredniego.

Pobieranie próbek po okresie zimowym 2015/2016 wznowiono w lutym (Krucz), marcu (Suwałki, Strzałowo, Łąck, Krotoszyn, Chojnów i Zawadzkie), w kwietniu (Gdańsk, Białowieża, Bircza i Piwniczna) i w maju (Szklarska Poręba). Próbkę pobierano w zależności od warunków pogodowych: do końca października (Gdańsk, Suwałki, Białowieża, Szklarska Poręba, Bircza i Piwniczna) lub listopada (Strzałowo, Łąck, Chojnów, Krucz, Krotoszyn i Zawadzkie).

W 2016 roku jedynie na dwóch powierzchniach górskich: w Piwnicznej i Szklarskiej Porębie pobierano w każdym miesiącu próbki roztworów glebowych w ilościach wystarczających do przeprowadzenia zaplanowanych analiz. W pozostałych przypadkach, z powodu małej objętości, często ograniczano liczbę próbek (łączyło do badań uzyskując po jednej próbce z każdej głębokości) i/lub nie wykonywano pełnego zestawu analiz chemicznych, zwłaszcza w miesiącach letnich, poczynając od czerwca do

końca sezonu pobierania próbek. W skrajnym przypadku, w Krotoszynie roztwory glebowe w ogóle nie były dostępne do badań począwszy od sierpnia do końca sezonu pobierania próbek. W Łącku i Birczy w trzecim kwartale roku również nie udało się uzyskać ani jednej próbki do badań.

Średnie pH na SPO MI w 2016 roku w badanych roztworach glebowych wynosiło od 4,20 do 6,60 na głębokości 25 cm oraz od 4,52 do 7,10 na głębokości 50 cm (Rys. 92). W porównaniu z rokiem poprzednim nie odnotowano zmian większych niż $\pm 0,2$ jednostki pH z kilkoma wyjątkami. W Birczy pH w roku 2016 było niższe niż w roku 2015 na głębokości 50 cm o 1,1 jednostki, w Krotoszynie wyższe o 1,4 jednostki na 50 cm głębokości, w Zawadzkiem wyższe o 0,3 jednostki na 50 cm głębokości, w Strzałowie wyższe o 0,5 jednostki na 25 cm głębokości i niższe o 0,3 jednostki na 50 cm głębokości, a w Białowieży niższe o 0,3 i 0,4 jednostki odpowiednio na 25 cm i 50 cm głębokości. W szczególnych przypadkach, gdy zaobserwowano duże zmiany pH w następujących po sobie latach, tj. w Birczy i Krotoszynie, wyniki badań pH mogą być mało miarodajne z uwagi na to, że w obu latach badań: 2016 i 2015 dostępność roztworów glebowych w tych lokalizacjach była ograniczona jedynie do dwóch, trzech lub najwyżej czterech okresów pobierania próbek.

Najbardziej kwaśne roztwory występowały w drzewostanach sosnowych w Kruczu i Chojnowie z pH 4,3 na głębokości 25 cm i 4,5 na głębokości 50 cm, i w Zawadzkiem (pH odpowiednio 4,2 i 4,7). W świerczynach w Szklarskiej Porębie i Piwnicznej, w drzewostanie dębowym w Łącku, bukowym w Gdańsku i sosnowym w Białowieży pH roztworów glebowych na obu głębokościach mieściło się w zakresie 4,4 - 4,8. W dąbrowie w Krotoszynie pH na głębokości 50 cm wynosiło 6,2, lecz w płytszym poziomie było równe tylko 4,3. W Strzałowie (sosna), Birczy (buk) i w Suwałkach (świerk) było wyższe niż 6,0, osiągając na głębokości 50 cm średnie wartości w zakresie 7,0 – 7,1. Z reguły w górnej części profilu glebowego występowało nieznaczne zakwaszenie roztworów w stosunku do głębszych poziomów. W Krotoszynie i Strzałowie różnica między pH na głębokości 25 cm i 50 cm była stosunkowo wysoka i wynosiła odpowiednio 1,8 i 0,8 jednostki pH.

Powierzchnie monitoringu intensywnego różniły się pod względem sumy jonów w roztworach glebowych. Wysokie stężenia jonów wystąpiły na powierzchniach i na głębokościach, na których występowało mniejsze zakwaszenie, tj. w Nadleśnictwach Białowieża, Suwałki, Strzałowo, Krotoszyn i Bircza i wynosiły około 1000-3200 $\mu\text{mol}_c \text{ dm}^{-3}$. Niskie stężenia jonów występowały w świerczynach górskich (Szklarska

Poręba i Piwniczna), w buczynie nadmorskiej w Gdańsku (około 300-700 $\mu\text{mol}_c \text{ dm}^{-3}$). W drzewostanach sosnowych w Chojnowie, Zawadzkiem i Kruczu, gdzie pH roztworów glebowych było niższe niż na innych powierzchniach, oraz w dąbrowie w Łącku stężenia jonów w roztworach przyjmowały wartości pośrednie: od około 700 do 1200 $\mu\text{mol}_c \text{ dm}^{-3}$.

W składzie roztworów glebowych znaczący udział miały kationy o charakterze zasadowym: Ca, Mg i K, które stanowiły na głębokości 50 cm 71% - 75% sumy jonów, w Strzałowie i Birczy oraz 49% w Suwałkach i 39% w Krotoszynie. W płytszej części profilu kationy o charakterze zasadowym miały 61% - 69% udziału w sumie jonów w Birczy i Suwałkach, 51% w Strzałowie i 24% w Krotoszynie (Rys. 93). W Białowieży na 25 cm głębokości udział kationów zasadowych wynosił 27%, a na 50 cm – 31%. Udział kationów o charakterze zasadowym w sumie jonów był niski i mieścił się w zakresie 9% - 11% na powierzchni bukowej w Gdańsku i świerkowej w Szklarskiej Porębie. Również w drzewostanach sosnowych w Kruczu, Chojnowie i Zawadzkiem udział kationów o charakterze zasadowym mieścił się w granicach 12% - 16%, a w dąbrowie w Łącku i świerczynie w Piwnicznej był nieco wyższy i wynosił odpowiednio 24% i 20%. W porównaniu z rokiem poprzednim, udział jonów o charakterze zasadowych nie uległ dużym zmianom na SPO MI.

Stosunek molowy jonów o charakterze zasadowym (Ca, Mg i K) do glinu stosowany jest jako wskaźnik stopnia zagrożenia gleby przez czynniki zakwaszające. Przyjmuje się, że przy wartościach $(\text{Ca}+\text{Mg}+\text{K})/\text{Al} \geq 1$ korzenie drzew są chronione przed skutkami zakwaszania gleb. Wskaźnik ten był również stosowany jako podstawa wyznaczania ładunku krytycznego kwasowej depozycji dla gleb leśnych (np. Semenov i in., 2001, Akselsson i in., 2004).

Stosunek molowy jonów zasadowych (Ca, Mg i K) do glinu (BC/Al , Rys. 92) przyjął znacznie niższe od jedności wartości, mieszczące się w zakresie od 0,3 do 0,7, w roztworach glebowych na obu głębokościach w nadleśnictwach: Szklarska Poręba (świerk), Chojnów (sosna), Krucz (sosna), Zawadzkie (sosna) i Gdańsk (buk). W Piwnicznej (świerk) mieścił się w granicach 0,7-0,9. W Łącku (dąb) wynosił 0,7 na głębokości 25 cm i wzrastał do 1,5 w głębszym poziomie gleby. W Białowieży BC/Al wynosił 1,0 w roztworach glebowych na głębokości 25 cm i wzrastał do 2,0 w głębszym poziomie gleby. Na pozostałych powierzchniach - Krotoszyn (dąb), Strzałowo (sosna), Bircza (buk) i Suwałki (świerk)) przekraczał - niekiedy znacznie - przyjętą wartość krytyczną, wskazując na brak zagrożenia korzeni ze strony toksycznych form glinu.

Obecność azotanów w roztworach glebowych z reguły stanowi wskaźnik tzw. wysycenia ekosystemu azotem, czyli sytuacji, gdy podaż azotu przekracza zapotrzebowanie roślin i mikroorganizmów (np. Aber i in., 1989, Gundersen i Rasmussen, 1995, Kristensen i in., 2004). Zakładając, że woda zawarta w glebie na głębokości 50 cm znajduje się poza główną strefą wzrostu korzeni drzew i w sprzyjających warunkach hydrometeorologicznych opuszcza tę strefę wraz z rozpuszczonymi substancjami, przyjmuje się że obecność mineralnych form azotu w roztworach glebowych na 50 cm głębokości może wskazywać na nadmierną dostawę azotu i ryzyko wymywania azotu z tych gleb.

W okresie badań jony NO_3^- występowały w roztworach glebowych poniżej głównej strefy korzeniowej roślin, na głębokości 50 cm, w Białowieży w stężeniu od 1,6 do 4,9 mg N dm^{-3} (od kwietnia do października), w Kruczu w stężeniu od 0,5 do 0,6 mg N dm^{-3} (w maju i wrześniu) (Rys. 94). W Suwałkach obserwowano stężenie od 1,5 do nawet 13 mg N dm^{-3} , przy czym w najwyższym stężeniu jony te pojawiły się w październiku. W Strzałowie i Piwnicznej jony azotanowe były obecne przez cały okres pobierania próbek w stężeniu odpowiednio 0,3 – 3,3 mg N dm^{-3} i 0,2 – 1,2 mg N dm^{-3} . Jony azotanowe pojawiały się również w dąbrowach w Łącku (0,4 - 1,3 mg N dm^{-3} w październiku i listopadzie) oraz w Krotoszynie (0,3 – 4,0 mg N dm^{-3}), częściej i w wyższych stężeniach niż w latach poprzednich.

W Suwałkach obecność azotanów można wiązać z uszkodzeniem drzewostanu i powolnym rozpadem, związanym z obecnością kornika i chorobami grzybowymi, w wyniku czego część powierzchni badawczej została pozbawiona drzew. W Strzałowie również obserwuje się miejscami wzmożone wypadanie drzew uszkodzonych pierwotnie przez choroby grzybowe. Obecność podwyższonych stężeń azotanów w roztworach glebowych w świerczynie w Piwnicznej może być zjawiskiem alarmującym, gdyż notowano przypadki wykrywania podwyższonych stężeń NO_3^- w roztworach glebowych nawet zanim objawy uszkodzeń drzewostanu stały się zauważalne.

Zjawiska zamierania drzewostanów znajdują odzwierciedlenie w chemizmie roztworów glebowych, w których pojawiają się podwyższone poziomy azotanów (V). Przyspieszone tempo mineralizacji materii organicznej i wzmożona nitryfikacja towarzyszące degradacji siedliska, przy jednocześnie wysokim ładunku azotu dopływającego z opadami, skutkują uwolnieniem azotanów do roztworu glebowego i wymywaniem poza profil gleby (Rasmussen, 1998).

Obecność jonów amonowych w roztworach glebowych w Krotoszynie i Suwałkach może świadczyć zarówno o nadmiernym dopływie azotu z depozycją atmosferyczną, jak i o wysokim tempie mineralizacji materii organicznej, będącym następstwem np. odslonięcia gleby wskutek obumarcia drzew lub przeprowadzonych cięć sanitarnych. Innym czynnikiem stymulującym pojawianie się NH_4^+ w fazie wodnej gleby jest spowolnienie tempa nitryfikacji (por. Gundersen i in., 1998) przy niskim pH gleby i szerokim stosunku węgla do azotu w warstwie organicznej, czyli w warunkach charakterystycznych dla gleb SPO MI w Białowieży i w Zawadzkiem, gdzie NH_4^+ również były obecne w roztworach glebowych w wykrywalnych ilościach. Formy azotu, które są zazwyczaj mocno związane w kompleksie sorpcyjnym, pojawiają się w fazie wodnej gleby powiększając pulę azotu podatnego na wymywanie.

14. OCENA PRESJI ŚRODOWISKOWEJ NA EKOSYSTEMY LEŚNE NA PODSTAWIE BADAŃ NA SPO MI – ANNA KOWALSKA

14.1. Charakterystyka depozytu mokrego oraz zanieczyszczeń gazowych na powierzchniach badawczych w zależności od gatunku panującego w drzewostanie

U podstaw stworzenia sieci dwunastu powierzchni obserwacyjnych monitoringu intensywnego leżało założenie, że powierzchnie te stanowią reprezentatywną bazę do badań stanu i zagrożeń drzewostanów różnych regionów Polski. Różnice pomiędzy powierzchniami dotyczą warunków fizjogeograficznych, zasobności siedlisk i poziomu antropopresji, także pomiędzy drzewostanami zbliżonymi pod względem składu gatunkowego. Różnorodność warunków znalazła odbicie w mierzonych parametrach jakości powietrza, opadów bezpośrednich, opadów podkoronowych i roztworów glebowych. Prowadzone pomiary mają przede wszystkim umożliwić wyciągnięcie wniosków co do stopnia antropogenicznego zagrożenia ekosystemów zakwaszeniem i eutrofizacją. Podstawowe zagrożenie niosą związki siarki (dwutlenek siarki w powietrzu atmosferycznym i siarczany (VI) w opadach) o działaniu zakwaszającym oraz związki azotu (dwutlenek azotu i inne gazowe formy azotu w powietrzu, jony amonowe, azotany (V) oraz organiczne związki azotu w opadach), działające zarówno zakwaszająco, jak i eutrofizująco.

Drzewostany sosnowe

Lepsze warunki siedliskowe, przejawiające się większą żyznością gleb niż na pozostałych powierzchniach sosnowych, były charakterystyczne dla dwóch drzewostanów sosnowych: w Strzałowie i do pewnego stopnia w Białowieży. Korzystniejsze właściwości gleb znajdowały odzwierciedlenie w składzie roztworów glebowych: odczyn roztworów był obojętny w Strzałowie, zaś w Białowieży nieco mniej kwaśny niż w Chojnowie, Kruczu i Zawadzkiem. Roztwory glebowe w Kruczu, Zawadzkiem i Chojnowie, w przeciwieństwie do Strzałowa i Białowieży, charakteryzował ponadto niekorzystny stosunek sumy zasad do glinu, sugerujący podwyższony poziom stresu siedliskowego, potencjalnie zagrażający rozwojowi korzeni roślin. Opady dopływające do koron drzew niosły ryzyko dalszego zakwaszenia, na co wskazują ujemne wartości ANC na wszystkich powierzchniach sosnowych z wyjątkiem Białowieży. W Białowieży również odczyn opadów dopływających do koron drzew był najwyższy spośród innych SPO MI z sosną jako gatunkiem panującym. W Zawadzkiem, depozyt siarki w postaci jonów siarczanowych (VI) wyniósł aż 9 kg S ha^{-1} , a w Chojnowie $5,4 \text{ kg S ha}^{-1}$. Depozycja w Kruczu mierzona dla 11 miesięcy roku 2016 była niska ($2,4 \text{ kg S ha}^{-1}$) w porównaniu z innymi SPO MI z tej grupy powierzchni, jednak całkowita depozycja roczna S-SO_4^{2-} w tej lokalizacji jest z pewnością wyższa, gdyż w lutym, dla którego brakuje danych w 2016 roku, wzmożone emisje w sezonie grzewczym sprzyjają wzrostowi stężenia SO_2 w powietrzu i SO_4^{2-} w opadach. W Zawadzkiem ponadto depozycja kwasów w opadach docierających do gleby (podkoronowych) nie została zrównoważona dopływem zasad (ANC przyjmował wartości ujemne). Depozyt S-SO_4^{2-} w Białowieży i Strzałowie nie przekraczał $3,6 \text{ kg S ha}^{-1}$, a poziomy gazowych zanieczyszczeń powietrza (NO_2 i SO_2) należały do najniższych w Polsce. Pozostałe powierzchnie sosnowe: w Kruczu, Zawadzkiem i Chojnowie były obciążone wysokimi depozytami gazowych zanieczyszczeń powietrza (N-NO_2 i S-SO_2) w stosunku do pozostałych nizinnych SPO MI (por. rozdział "Poziom koncentracji NO_2 i SO_2 w powietrzu na terenach leśnych na SPO MI"). Stały dopływ zanieczyszczeń o działaniu zakwaszającym wskazuje na ryzyko postępującego zakwaszenia wymienionych siedlisk sosnowych, usytuowanych na glebach lekkich i ubogich w kationy o charakterze zasadowym.

W roztworach glebowych pojawiały się okresowo jony NO_3^- (Białowieża, Krucz, Strzałowo), a w Białowieży i Zawadzkiem również jony NH_4^+ . W Białowieży i w Kruczu nie obserwuje się degradacji drzewostanu, dla której charakterystyczna jest obecność azotanów (V) w roztworach glebowych, możliwe więc, że występowanie azotanów (V)

wiąże się z przekraczającym biologiczne zapotrzebowanie organizmów roślinnych nadmiernym dopływem azotu z atmosfery. W Strzałowie wysokie stężenia jonów NO_3^- w roztworach glebowych mogą wskazywać na chemiczną odpowiedź ekosystemu na widoczne uszkodzenia drzewostanu przez choroby grzybowe i wiatry. Przekroczenia ładunków krytycznych azotu występują corocznie na wszystkich powierzchniach sosnowych, zatem należy przypuszczać, że w sprzyjających warunkach hydrometeorologicznych azot jest wymywany z gleb wskutek nadmiernej depozycji, a siedliska są zagrożone eutrofizacją.

Drzewostany świerkowe

Charakterystyczne dla drzewostanów iglastych, a zwłaszcza świerkowych, jest zjawisko znacznego wzbogacenia opadu w rozpuszczone substancje po przejściu przez warstwę koron. Korony drzew iglastych dzięki rozwiniętej powierzchni aparatu asymilacyjnego znacznie skuteczniej, niż w przypadku drzew liściastych, "wyczesują" zanieczyszczenia z powietrza (Gundersen i in., 2009), wskutek czego do gleby trafiają ilości substancji dużo większe, niż wynikałoby z depozycji mierzonej na otwartym (bezdrzewnym) terenie. Dodatkowo w górach rośnie udział depozycji poziomej (z mgły, szronu i chmur) (Błaś i in., 2010), która zwiększa depozyt zanieczyszczeń.

Depozyt, który górski drzewostan świerkowy w Szklarskiej Porębie otrzymywał z opadami atmosferycznymi i depozyt docierający do gleby pod okapem był wyższy niż w Piwnicznej. Pod względem obecności gazowych zanieczyszczeń powietrza obie powierzchnie charakteryzowały się porównywalnymi warunkami, jednak mierzone stężenia NO_2 i SO_2 były nieco niższe w Piwnicznej niż w Szklarskiej Porębie. Dopływające opady wносиły w Szklarskiej Porębie wysoki ładunek siarki w formie siarczanowej (VI) ($5,3 \text{ kg S ha}^{-1}$), a nieco niższy w Piwnicznej ($4,4 \text{ kg S ha}^{-1}$). Całkowita depozycja siarki w formie siarczanów do gleby w drzewostanie była jednak w Szklarskiej Porębie niemal dwukrotnie wyższa niż w Piwnicznej (odpowiednio $9,8 \text{ kg S ha}^{-1}$ i $5,1 \text{ kg S ha}^{-1}$). Wody opadowe na obu powierzchniach miały kwaśny odczyn (pH w granicach 5,1 – 5,2) i występowała przewaga mocnych kwasów nad mocnymi zasadami (ANC w opadach bezpośrednich w Szklarskiej Porębie wynosiło $-25,9 \mu\text{eq dm}^{-3} \text{ rok}^{-1}$, w Piwnicznej $-8,8 \mu\text{eq dm}^{-3} \text{ rok}^{-1}$), natomiast pod okapem tylko w Piwnicznej jony o charakterze zasadowym przeważały nad depozycją kwasową (ANC w opadach podkoronowych w Piwnicznej wyniosło $51,7 \mu\text{eq dm}^{-3} \text{ rok}^{-1}$, a w Szklarskiej Porębie $-5,0 \mu\text{eq dm}^{-3} \text{ rok}^{-1}$).

W Szklarskiej Porębie gleba charakteryzuje się kwaśnym odczynem i niskim wysyceniem zasadami (Wawrzoniak, 2010). Odczyn roztworów glebowych również jest

kwaśny. Szeroki stosunek jonów o charakterze zasadowym do glinu w roztworach glebowych stanowi potwierdzenie niekorzystnych warunków glebowych. W badaniach monitoringu lasów oznaczona zostaje całkowita zawartość glinu, nie bada się zawartości toksycznych form glinu (nieorganicznych, wielowartościowych), które negatywnie oddziałują na rośliny. Zakładając jednakże, że udział form organicznych (nietoksycznych) pozostaje w związku ze stężeniami rozpuszczonego węgla organicznego (Oulehle i Hruška, 2005), można przypuszczać, że w glebie w Szklarskiej Porębie dominują formy toksyczne. W roztworach glebowych obecne są bowiem niskie stężenia węgla organicznego, który mógłby wiązać Al w nietoksycznej formie, w kompleksach organicznych. Brakuje więc w glebie mechanizmów chroniących korzenie roślin przed szkodliwym działaniem toksycznego glinu.

W Piwnicznej odczyn roztworów glebowych był zbliżony do obserwowanego w Szklarskiej Porębie, mimo to udział zasad w roztworach glebowych był dwukrotnie wyższy. Stosunek jonów o charakterze zasadowym do glinu, choć nieco niższy od jedności, wskazuje na korzystniejsze warunki glebowe dla korzeni drzew niż w Szklarskiej Porębie.

W świerczynie Polski północno-wschodniej, w Suwałkach pH roztworów glebowych (pH 6,6 - 7,1) było znacznie wyższe niż na pozostałych powierzchniach świerkowych, a udział jonów zasadowych przekraczał 50%. Depozycja zanieczyszczeń gazowych osiągała raczej niskie wartości w porównaniu do pozostałych SPO MI. Niska była również depozycja siarki w postaci siarczanów (VI) w opadach bezpośrednich (2,2 kg S kg S ha⁻¹) i do gleby pod okapem (4,2 kg S kg S ha⁻¹) w porównaniu do dwóch górskich drzewostanów świerkowych. Drzewostan w Suwałkach wykazuje cechy powolnego rozpadu, co jest prawdopodobną przyczyną podwyższonych stężeń azotanów (V) w roztworach glebowych. Nie można wykluczyć również nadmiernego, przewyższającego ładunek krytyczny, dopływu azotu przynajmniej w niektórych latach badań.

Drzewostany bukowe

Żyzne buczyny: nadmorska w Nadleśnictwie Gdańsk i karpacka w Birczy różniły się pod względem wielkości i charakteru depozytu: w Birczy depozycja związków azotu (N_{tot}) i S-SO₄²⁻ w opadach niemal dwukrotnie przewyższała depozycję w Gdańsku, pomimo że całkowita suma depozycji w Gdańsku była zaledwie o 10% niższa niż w Birczy. Również depozycja siarki w formie gazowej w Birczy była wyższa niż w Gdańsku.

Pod względem żyzności gleb, Bircza charakteryzuje się znacznie korzystniejszymi warunkami niż Gdańsk: pH osiągało najwyższe wartości spośród SPO MI, a w roztworach

glebowych dominowały kationy o charakterze zasadowym. W Gdańsku w roztworach glebowych kationy o charakterze zasadowym miały niewielki udział. W glebie w tych warunkach istnieje ryzyko uszkodzenia korzeni przez jony glinu. Glin w zakresie pH, jakie odnotowano w Gdańsku w glebie (pH 3,5-4,2 w fazie mineralnej do głębokości 65 cm, Wawrzoniak, 2010) i w roztworach glebowych (pH 4,7 – 4,8) występuje w przewodzie w toksycznej formie wolnego jonu Al^{3+} (Bi i in., 2001), stanowiąc czynnik potencjalnie szkodliwy dla rozwoju roślin. Ładunki krytyczne kwasowości były w niektórych latach badań przekraczane w buczynie nadmorskiej w Gdańsku, lecz dotychczas nie stwierdzono podobnego zjawiska w Birczy. Stanowi to potwierdzenie występowania znaczących różnic w możliwościach buforowania kwasowej depozycji w środowisku buczyn zlokalizowanych w Polsce północnej oraz w rejonach podgórskich Karpat.

Drzewostany dębowe

W Łącku i Krotoszynie opady atmosferyczne charakteryzowały się przewagą mocnych kwasów nad zasadami ($ANC < 0$). Depozycja wnoszona z opadami na otwartej przestrzeni, na obu powierzchniach była zbliżona co do składu chemicznego i ilości, pomimo to depozycja docierająca do gleby pod okapem była o 60% wyższa w Krotoszynie niż w Łącku. Grądy w nadleśnictwach Krotoszyn i Łąck charakteryzują się odmiennymi warunkami glebowymi. Pomimo odgórnego zakwaszenia w profilu glebowym, siedlisko w Krotoszynie ma większy potencjał neutralizacji ładunku kwasowego ze względu na znaczny udział zasad w kompleksie sorpcyjnym (Wawrzoniak, 2010) i w składzie roztworów glebowych. Mimo że stężenie glinu w roztworach glebowych na głębokości 25 cm jest w Łącku niższe niż w Krotoszynie, bardziej prawdopodobne jest tam ryzyko zaburzeń rozwoju korzeni drzew. Wskazuje na to niższy od jedności stosunek jonów zasadowych do glinu w roztworach glebowych, w silnie ukorzenionym poziomie gleby w Łącku.

14.2. Ocena zagrożenia zakwaszeniem i eutrofizacją

Zakwaszanie i eutrofizacja prowadzące do destabilizacji ekosystemów są skutkiem szkodliwego działania zanieczyszczeń powietrza na lasy. Według prognoz opartych na modelach emisji EMEP (European Monitoring and Evaluation Programme) szacuje się, że do 2020 roku zagrożenie ekosystemów leśnych zakwaszaniem znacząco zmaleje, jeśli nastąpi pełne wdrożenie ustaleń zrewidowanego Protokołu z Göteborga. Przekroczenia ładunków krytycznych będą występować jedynie na 2-4% powierzchni ekosystemów Europy, ogniskując się m.in. na terenach Polski, gdzie będzie obejmować niemal jedną

czwartą powierzchni ekosystemów (Slootweg i in., 2014). Szacunki wskazują, że ładunki krytyczne kwasowości zweryfikowane dla roku 2015 przy poziomie depozycji z roku 2010 są przekraczane średnio o ok. $280 \text{ eq ha}^{-1} \text{ r}^{-1}$ na niemal połowie obszaru ekosystemów Polski (Slootweg i in., 2017). Eutrofizacja stanowić będzie nadal poważne zagrożenie, a przekroczenia ładunków krytycznych będą dotyczyć do 2020 roku ponad połowy powierzchni ekosystemów Europy, powodując zmiany bioróżnorodności. W Polsce w tym okresie zagrożenie eutrofizacją będzie obejmować ponad 60% powierzchni ekosystemów (Slootweg i in., 2014). Wielkość depozycji szacowana dla roku 2010 w stosunku do wielkości ładunków krytycznych z roku 2015 powoduje przekroczenia ładunków krytycznych eutrofizacji średnio o około $300\text{-}400 \text{ eq ha}^{-1} \text{ r}^{-1}$ na ok. 80-90% obszaru ekosystemów Polski (Slootweg i in., 2017).

Główne składniki gazowe powietrza, odpowiedzialne za wymienione procesy to dwutlenek siarki i związki azotu. Są one emitowane do atmosfery z różnych źródeł, lecz uważa się, że emisje naturalne (wybuchy wulkaniczne, rozkład biomasy, pożary, wyładowania atmosferyczne) dostarczają zaledwie ułamka ilości SO_2 i tlenków azotu (NO_x) w porównaniu z aktywnością człowieka (Colville, 2004). Bezwzględne poziomy całkowitej emisji głównych zanieczyszczeń powietrza w Polsce od lat należą do jednych z wyższych wśród krajów Unii Europejskiej (Mały Rocznik Statystyczny Polski 2016, GUS 2016). Według danych KOBIZE (Krajowy bilans emisji..., 2016), w 2014 roku wyemitowano w Polsce do atmosfery 800 tys. ton dwutlenku siarki oraz 723 tys. ton tlenków azotu (wyrażone jako NO_2) (ibid.). Głównymi i porównywalnymi ilościowo źródłami tlenków azotu są obecnie transport drogowy i produkcja energii (po ok. 30% emisji). Duży udział mają także procesy spalania w różnych działach gospodarki. Podstawowym i niemal wyłącznym źródłem emisji SO_2 jest spalanie paliw stałych w energetyce (ibid.).

Powierzchnie monitoringu intensywnego można połączyć w trzy grupy różniące się sumarycznym obciążeniem zanieczyszczeniami gazowymi. Łączna depozycja siarki i azotu z atmosfery była najniższa w nadleśnictwach Polski północnej i północno-wschodniej, w Białowieży, Strzałowie, Gdańsku i Suwałkach (od $2,7$ do $3,2 \text{ kg N+S ha}^{-1} \text{ rok}^{-1}$). Według danych GUS, emisja w ilościach bezwzględnych dwutlenku siarki i tlenków azotu z zakładów szczególnie uciążliwych w województwach podlaskim i warmińsko-mazurskim należy do najniższych w skali kraju (Ochrona Środowiska, GUS 2016). Antropopresja wywoływana głównie przez źródła rolnicze i rozproszone lokalne, nie stanowi tak dużego obciążenia dla ekosystemów leśnych, jak w innych rejonach kraju.

W województwie pomorskim, gdzie położona jest SPO MI Gdańsk, emisje gazowych zanieczyszczeń powietrza również należą do niższych w kraju. Pomimo względnej bliskości aglomeracji trójmiejskiej (ok. 10 km od powierzchni) wpływ urbanizacji na stan powietrza na powierzchni w Nadleśnictwie Gdańsk jest umiarkowany. Wyniki prac modelowych prowadzonych w ramach CLRTAP (Slootweg i in., 2014) wskazują, że północne regiony Polski są w niewielkim stopniu narażone na przekroczenia ładunków krytycznych kwasowości i eutrofizacji.

Powierzchnie zlokalizowane w górach i na pogórzu (Szklarska Poręba, Piwniczna i Bircza) charakteryzują się dość niskimi wartościami sumarycznej depozycji N-NO₂ i S-SO₂ (3,3 – 3,7 kg N+S ha⁻¹ rok⁻¹). W województwie podkarpackim, na terenie którego położona jest SPO MI Bircza, w przeliczeniu na jednostkę powierzchni emisje SO₂ i NO_x z zakładów szczególnie uciążliwych według danych GUS są niższe niż w województwach mazowieckim, wielkopolskim i opolskim, gdzie zlokalizowane są SPO MI z grupy o pośrednim i wyższym poziomie zanieczyszczeń. Wysoka lesistość (powyżej 60%), niskie zaludnienie i niski współczynnik urbanizacji na Podkarpaciu są prawdopodobnymi przyczynami ogólnie niskiego poziomu zanieczyszczeń gazowych, co było obserwowane na powierzchni w Birczy w roku 2016 i w latach poprzednich.

W Polsce centralnej (Krotoszyn i Krucz) obciążenie sumarycznym ładunkiem zanieczyszczeń gazowych było pośrednie i wyniosło odpowiednio 4,3 i 3,9 kg N+S ha⁻¹ rok⁻¹. Najwyższe poziomy rocznych depozycji: w Chojnowie (7,3 kg N+S ha⁻¹), w Zawadzkiem (6,0 kg N+S ha⁻¹) oraz w Łącku (5,3 kg N+S ha⁻¹) pozwalają zaliczyć te powierzchnie do najbardziej obciążonych zanieczyszczeniami atmosferycznymi. W Chojnowie za wysoki depozyt gazowy (N-NO₂ + S-SO₂) odpowiadają głównie zanieczyszczenia azotowe, osiągające najwyższy poziom spośród badanych SPO MI. Przyczyną wysokich stężeń zanieczyszczeń gazowych jest prawdopodobnie komunikacja samochodowa i sąsiedztwo Warszawy, która plasuje się w czołówce miast o dużym zagrożeniu środowiska emisjami (Ochrona Środowiska, GUS 2016). Powierzchnia w Zawadzkiem zlokalizowana jest na granicy województw opolskiego i śląskiego, w najgęściej zaludnionej części kraju, o wysokim wskaźniku urbanizacji i uprzemysłowieniu. Poziomy emisji również według danych GUS (ibid.) należą do najwyższych na tle Polski. W Łącku natomiast za dopływ zanieczyszczeń gazowych odpowiada sąsiedztwo Płocka, który będąc ośrodkiem przemysłu rafineryjnego jest wskazywany jako miasto o dużej skali zagrożenia środowiska emisją z zakładów szczególnie uciążliwych (ibid.).

Rejony Polski centralnej, na których depozycja gazowych zanieczyszczeń była pośrednia i wysoka, to jest Nadleśnictwa: Chojnow, Zawadzkie, Łąck, Krucz, Krotoszyn, pokrywają się z obszarami, na których istnieje ryzyko przekroczeń ładunków krytycznych eutrofizacji i zakwaszenia. Prognozy do roku 2020 wskazują, że w tych rejonach kraju zagrożenie dla ekosystemów ze strony zanieczyszczeń powietrza siarką i azotem będzie się utrzymywać, nawet po wdrożeniu ustaleń zrewidowanego Protokołu z Göteborga (Slootweg i in., 2014).

Ryzyko eutrofizacji

W ramach prac Konwencji LRTAP określono doświadczalne ładunki krytyczne azotu, odnoszące się do maksymalnej wielkości depozycji atmosferycznej azotu, która nie powoduje zmian w strukturze i funkcjonowaniu ekosystemu. Opracowanie dla lasów przedstawiono w tabeli 67.

Na terenach Polski dla głównych typów lasu (według klasyfikacji EUNIS G1-lasy liściaste, G3-lasy iglaste, G4-lasy mieszane) określono wielkość doświadczalnych ładunków krytycznych azotu na poziomie minimalnym 10 kg N ha^{-1} , maksymalnym 21 kg N ha^{-1} , ze średnią $12,5 \text{ kg N ha}^{-1}$ i medianą $12,3 \text{ kg N ha}^{-1}$ (Pecka i Mill, 2011). Rozkład przestrzenny ładunków na obszarze Polski wykazuje powiązanie z dostępnością wody glebowej, wynikającą między innymi z sumy opadów. Pas o kierunku równoleżnikowym na obszarze Polski centralnej charakteryzuje się najniższymi ładunkami krytycznymi (około $7 - 13 \text{ kg N ha}^{-1}$), zaś na obszarach północnych i południowych wielkość ładunków krytycznych jest wyższa, przekraczająca 14 kg N ha^{-1} (ibid.).

Dopływ azotu (N_{tot}) do gleb pod okapem na powierzchniach monitoringu intensywnego wahał się od poniżej 10 kg N ha^{-1} (Strzałowo, Piwniczna i Łąck), poprzez wartości rzędu $11-13 \text{ kg N ha}^{-1}$ (Gdańsk, Bircza, Krucz, Białowieża i Chojnow), do około $17-18 \text{ kg N ha}^{-1}$ (Suwałki, Szklarska Poręba i Krotoszyn), a nawet 23 kg N ha^{-1} (Zawadzkie). W puli azotu całkowitego (N_{tot}) od 72% do 88% stanowiły formy mineralne (N-NH_4^+ i N-NO_3^-). Wielkość całkowitej depozycji azotu do ekosystemu jest trudna do określenia. Gazowe formy azotu są pobierane przez rośliny z powietrza, podobnie część azotu z opadów jest sorbowana w warstwie koron i za pośrednictwem roślin trafia do ekosystemu. Te wielkości nie są możliwe do określenia bezpośrednio na drodze pomiarów. Wnioskowanie na podstawie wielkości depozycji pod okapem powoduje niedoszacowanie całkowitej ilości azotu, wnoszonego do ekosystemów leśnych (Hansen i Nielsen, 1998, Neirynck i in., 2007). Zakładając, że całkowita depozycja azotu może być większa, niż wskazują na to wyniki depozycji podkoronowej w 2016 roku, na większości badanych

powierzchni monitoringu intensywnego nie można wykluczyć zagrożenia spowodowanego nadmierną podażą azotu.

CZĘŚĆ IV INFORMACJE OGÓLNE I PODSUMOWANIE

15. INTENSYWNOŚĆ OBRADZANIA I JAKOŚĆ NASION SOSNY – WŁADYSŁAW KANTOROWICZ

15.1. Metodyka pomiarów i obserwacji

Badania wydajności i jakości nasion z szyszek pozyskanych w 101 drzewostanach wyznaczonych do monitoringu obradzenia sosny zwyczajnej na terenie Polski prowadzono jesienią 2016 roku w laboratorium oceny nasion Zakładu Hodowli Lasu i Genetyki Drzew Leśnych IBL. Każda z regionalnych dyrekcji LP wyznaczyła na swoim terenie 5-7 drzewostanów nasiennych, w których planowane jest pozyskanie materiału nasiennego. Próbkę szyszek zbierane były w październiku lub w listopadzie z co najmniej 8 drzew w drzewostanie. Szyszki po wstępnym podsuszeniu zostały wyłuszczone w temperaturze 40-45°C, a otrzymane nasiona odskrzydlone i oczyszczone. W wyniku przeprowadzonych badań określono następujące cechy szyszek i nasion:

- a) wydajność nasion z szyszek,
- b) przeciętna masa jednej szyszki,
- c) przeciętna liczba pełnych nasion w jednej szyszce,
- d) masa 1000 szt. nasion,
- e) zdolność i energia kiełkowania nasion,
- f) odporność na test przyspieszonego postarzania, określona na podstawie różnicy pomiędzy zdolnością kiełkowania nasion postarzanych i niepostarzanych,
- g) długość i grubość zarodka,
- h) długość i grubość prąbielma.

Czystość nasion, masę 1000 sztuk oraz zdolność i energię kiełkowania określano według standardowej metodyki obowiązującej w Stacjach Oceny Nasion (Załęski i in., 2000). Kiełkowanie nasion sosny w 4 powtórzeniach (4 × 100 szt.) prowadzono na kiełkownikach typu Jacobsen, w stałej temperaturze $24 \pm 1^{\circ}\text{C}$, ze sztucznym doświetleniem przez 8 godzin w ciągu dnia. W badaniach odporności na test przyspieszonego postarzania, równoległe z nasionami niepostarzаныmi wysiewano również w 4 powtórzeniach (4 × 100 szt.) nasiona poddane warunkom stresowym. Polegały one na tym, że tuż przed wysiewem nasiona przetrzymywane były przez 95 godzin w

temperaturze 40-41°C, przy wilgotności powietrza powyżej 90%. Odporność na test przyspieszonego postarzania mierzy się różnicą w zdolności kiełkowania pomiędzy nasionami poddanymi warunkom stresowym, a niepoddanymi im - mniejsza różnica oznacza większą odporność.

Prześwietlono przy użyciu aparatu RTG Softex po 200 szt. nasion z każdej próbki, stosując napięcie 12 kV oraz natężenie 5 mA. Wywołane negatywy zeskanowano i zapisano jako pliki z rozszerzeniem bmp, aby zachować ich oryginalne wymiary. Następnie przy użyciu programu Digishape pomierzono długość i grubość zarodków oraz długość i grubość prabielma 60 nasion z każdej próbki.

15.2. Wyniki badań

Prognoza urodzaju sosny na sezon 2016/2017 była dobra. Zakładała, że średni urodzaj wyniesie 47% pełnego, tj. o 10% więcej niż wynosi średnia z dziesięciolecia 2006-2015 i o 19% więcej niż średnia z lat 1951-2015 (Rys. 96) (Kantorowicz W., 2016). Wysoka w tym sezonie wydajność nasion z szyszek wynosząca średnio 2,0%, świadczy o tym, że warunki w okresie zapylania i rozwoju szyszek były sprzyjające (Tab. 68, Rys. 97). Najwyższą wydajność miały szyszki z RDLP Wrocław i RDLP Poznań (odpowiednio 2,33% i 2,32%), najniższą zaś z RDLP Gdańsk i RDLP Białystok (odpowiednio 1,60% i 1,66%),. W poszczególnych nadleśnictwach wyjątkowo dużą wydajność osiągnęły szyszki z Nadleśnictwa Kluczbork (3,36%), najniższą szyszki z nadleśnictw: Lesko i Kaliska (odpowiednio 0,78% i 0,88%). Średnia masa jednej szyszki wynosiła 6,90 g, a w poszczególnych drzewostanach od 4,12 g do 10,99 g. Średnio w jednej szyszce znajdowały się 22 nasiona, ale liczba ta wahała się od 6 do 35 w poszczególnych drzewostanach. Masa 1000 nasion w poszczególnych drzewostanach wynosiła od 4,63 g do 8,56 g, w poszczególnych rdLP od 5,61 g w dyrekcji białostockiej do 7,16 g w dyrekcji krakowskiej, średnio – 6,35 g (Rys. 97).

W przypadku czterech drzewostanów wystąpiła obniżona żywotność nasion sosny. Zdolność kiełkowania nasion (Rys. 98) z Nadleśnictwa Narol z terenu RDLP Krosno po przeprowadzonym teście postarzania obniżyła się z 77% do 49% (spadek z III do poniżej III klasy żywotności). Natomiast w trzech próbkach z nadleśnictw: Józefów, Lesko i Płońsk, których zdolność kiełkowania wynosiła odpowiednio 57% (nasiona poniżej III kl. żywotności), 82% (II klasa) i 90% (II klasa), po poddaniu ich testowi postarzania odnotowano wzrost zdolności kiełkowania do poziomu I klasy żywotności. Zjawisko takie

wystąpiło już rok wcześniej, ale w przypadku próbki z Nadleśnictwa Józefów. Jest ono zaskakujące, gdyż nasiona o zdolności kiełkowania 57%, po teście postarzania kiełkowały w 97%. W pięciu innych próbkach z nadleśnictw: Kwidzyn, Lipusz, Jastrowie, Lubniewice i Lubartów zauważono obniżenie zdolności kiełkowania z poziomu I klasy do poziomu II klasy, po poddaniu ich testowi postarzania (Tab. 69).

Po prześwietleniu nasion promieniami rtg pomierzono zarodki, których długość wynosiła w poszczególnych drzewostanach od 2,62 mm do 3,50 mm, a średnio w Polsce 3,06 mm. Grubość zarodka wahała się pomiędzy 0,50 mm a 0,63 mm, średnio 0,55 mm. Długość prabielma wynosiła od 2,88 mm do 3,87 mm - średnio 3,38, natomiast jego grubość od 1,77 mm do 2,18 mm – średnio 1,96 mm. Próbkę nasion pochodzącą z Nadl. Józefów, u której po teście postarzania zdolność kiełkowania wzrosła z 57% do 97% prześwietlono promieniami rtg dwukrotnie - zarówno przed testem postarzania, jak i po jego przeprowadzeniu. Pomierzono za każdym razem parametry 200 nasion. Okazało się, że po teście postarzania wymiary prabielma (długość i grubość), a także długość zarodka średnio zwiększyły się o ok. 8-9%, natomiast grubość zarodka zwiększyła się aż o 18,9% (Kantorowicz i in., 2016).

16. POŻARY LASU W 2016 ROKU – *JÓZEF PIWNICKI, RYSZARD SZCZYGIEL*

W roku 2016 powstało w Polsce 5 286 pożarów, o 6 971 mniej niż w ubiegłym roku (12 257). W porównaniu ze średnią z ostatnich dziesięciu lat liczba pożarów była mniejsza o 2 348 (Tab. 70, Rys. 99-100).

Liczba pożarów w roku 2016 na terenach Lasów Państwowych (LP) była o 1 647 mniejsza od 2015 r. (odpowiednio 1 725 i 3 732). Udział procentowy liczby pożarów w LP wśród ogółu pożarów krajowych wzrósł o 2,18%, w porównaniu z rokiem 2015 i wynosił 32,63%. W ostatnim 5-letnim okresie w LP wybuchło w sumie 12 076 pożarów. Stanowi to spadek aż o 1 282 pożary w stosunku do poprzedniego pięciolecia (2011-2015).

Na terenie lasów pozostałych form własności w analizowanym roku powstało 3 561 pożarów. Liczba ta zmalała aż o 140% wobec wartości ubiegłorocznej (8 525)

W roku 2016 ogółem spłonęły lasy na powierzchni 1 451 ha, o 4 059 ha mniej niż w roku ubiegłym. W LP powierzchnia spalona wyniosła 299 ha i była ona o 579 ha mniejsza niż w 2015 r. Udział powierzchni lasów dotkniętych pożarami na terenie LP, wśród całkowitej powierzchni spalonej w kraju, wzrósł o 4,68% w stosunku do ubiegłego

roku i wynosił 20,61%. W ostatnim 5-leciu w LP w sumie spaleniu uległo 3 215 ha, tj. o 281 ha mniej niż w poprzednim 5-letnim okresie. Udział tej powierzchni w LP w ogólnej powierzchni spalonej w kraju wynosił 20%.

Średnio w minionym 5-letnim okresie powierzchnia objęta pożarami w Polsce (3 635 ha) zmalała wobec poprzedniego 5-lecia (3 880 ha) o 245 ha (Rys. 101).

Średnia powierzchnia pożaru w lasach wszystkich rodzajów własności w roku 2016 wyniosła 0,27 ha (o 0,18 ha mniej niż w 2015 roku). W LP w 2016 r. średnia powierzchnia pożaru zmalała wobec 2015 r. o 0,07 ha, osiągając wartość 0,17 ha. W lasach pozostałych form własności (głównie niepaństwowych) wynosiła 0,32 ha.

Warunki pogodowe miały wpływ na kształtowanie się zagrożenia pożarowego w lasach i występowanie pożarów w 2016 roku. Średnie miesięczne temperatury powietrza na terenie całego kraju w 2016 r. były wyższe o około 0,6°C od średnich wieloletnich z lat 2001-2010 i wyniosły 16,7°C o godzinie 9.00 i 21,7°C o godzinie 13.00. Były one prawie takie same jak w roku 2015, kiedy wynosiły one odpowiednio: 16,5°C i 21,6°C. Kwiecień był najchłodniejszym miesiącem (bardzo zbliżonym do kwietnia roku poprzedzającego), gdyż temperatura o godzinie 9.00 wyniosła 9,2°C, a o godzinie 13.00 14,0°C. W maju temperatura była wyższa o około 8°C i wyniosła dla obu terminów obserwacji odpowiednio: 17,2°C i 21,7°C. Czerwiec był najcieplejszym miesiącem, gdyż temperatura wzrosła do wartości 20,5°C o godzinie 9.00 i 24,5°C o godzinie 13.00. Temperatury lipcowe były nieco niższe, przyjmując odpowiednio wartości 20,2°C i 24,0°C. W sierpniu nastąpił spadek temperatury powietrza i o godzinie 9.00 wyniosła 18,3°C, natomiast o 13.00 23,2°C. Wrzesień przyniósł dalszy spadek temperatury, która obniżyła się do 14,7°C rano i do 22,5°C po południu.

Średni dobowy miesięczny opad atmosferyczny w sezonie palności 2016 roku wyniósł 1,7 mm i był niższy o 1,0 mm od średniej wieloletniej obejmującej lata 2001-2010. Był on nieco wyższy o 0,2 mm od średniej roku 2015, który charakteryzował się najniższą wartością średniego miesięcznego opadu w ostatnich 16 latach. W kwietniu średnia dobowa wielkość opadu wyniosła 1,3 mm i była ona prawie taka sama, jaką notowano w tym miesiącu w latach 2013-2015. W maju opadów było nieznacznie mniej, gdyż wartość miesięczna była o 0,1 mm niższa. Była ona zdecydowanie niższa od średniej wieloletniej, która wynosiła 3,0 mm. W czerwcu średnia miesięczna opadu wzrosła prawie dwukrotnie, osiągając poziom 2,3 mm na dobę. Lipiec odznaczał się największą ilością opadów w analizowanym okresie i wyniósł 2,9 mm. Był on wyższy od tego, który wystąpił w latach ubiegłych 2013-2015, ale niższy o 0,4 mm od średniej wieloletniej. Maksymalny

opad dobowy nie tylko dla tego miesiąca, ale także dla sezonu palności 2016 r. wystąpił 15 lipca. Wyniósł on 17,2 mm. Sierpień był bardziej deszczowym niż rok wcześniej (0,7 mm), bo średni dobowy opad był trzykrotnie większy (2,1 mm). Wrzesień okazał się miesiącem z najmniejszą ilością opadów atmosferycznych w całym sezonie 2016 roku. Średnia dobowa wielkości opadu wyniosła 0,7 mm i była najniższa w ostatnich 16 latach.

Średnia wilgotność względna powietrza dla sezonu palności 2016 roku była taka sama, jak średnia wieloletnia z lat 2001-2010 i wyniosła 75,9% o godzinie 9.00 oraz 54,9% o godzinie 13.00. Niewiele także odbiegała od średnich wartości w sezonach palności lat 2012-2015. W kwietniu średnia wilgotność powietrza wyniosła 76% rano i 54% po południu. Najniższe średnie wilgotności względne powietrza w roku 2016 wystąpiły w maju i czerwcu, o godzinie 9.00 zawierały się w zakresie 67,9-67,8%, a o godzinie 13.00 w zakresie 49,8-52%. W kolejnych miesiącach nastąpił wzrost wilgotności względnej powietrza o godzinie 9.00 od 76,8% w lipcu, 81% w sierpniu, do najwyższego poziomu w analizowanym okresie, wynoszącego 85,9% we wrześniu. Natomiast o godzinie 13.00 obserwowano odwrotną tendencję, gdyż wilgotność względna powietrza malała od wartości 60,3% w lipcu, 59% w sierpniu do 53,7% we wrześniu.

Średnie wartości wilgotności ściółki sosnowej *Pinus sylvestris* L. (wskaźnikowego materiału palnego) dla całego sezonu były zbliżone do średnich wieloletnich i średniej z roku 2015. Wyniosły one 29,9% o godzinie 9.00 i 24,1% o godzinie 13.00. Wilgotność ściółki w sezonie palności 2016 r. zawierała się w przedziałach: 24,7-33,9% o godzinie 9.00 oraz 19,6-28,1% o godzinie 13.00. Progiem zapalności ściółki sosnowej jest wilgotność przekraczająca 30%. Najniższe wilgotności ściółki dla obu terminów pomiarów wystąpiły: w maju (24,7% i 19,6%) oraz we wrześniu (25% i 19,7%), a najwyższe: w lipcu (33,9% i 28,1%) i sierpniu (33,9% i 27,5%).

Sezon palności 2016 roku charakteryzowało małe zagrożenie pożarowe w porównaniu do sezonu poprzedniego, jak i danych wieloletnich. W roku 2016 dokonano zmiany metody ustalania zagrożenia pożarowego, stąd też bezpośrednie porównywanie obecnych wyników z danymi z lat poprzednich nie jest w pełni uprawnione. Ogólnopolski stopień zagrożenia pożarowego lasu (OSZPL) w 2016 r. był niski i wyniósł 0,8 o godzinie 9.00 oraz 1,2 o godzinie 13.00. Najwyższe wartości OSZPL (od 1,2 do 1,4) odnotowano w maju i czerwcu, a najniższe w lipcu i sierpniu (od 0,6 do 0,9).

Procentowy wskaźnik występowania trzeciego stopnia zagrożenia pożarowego lasu w sezonie był także niski i średnio wyniósł 1,5% o godzinie 9.00 oraz 12,5% o godzinie 13.00. Najwyższy udział trzeciego stopnia zagrożenia odnotowano o godzinie 13.00 w

czerwcu (19%), maju (17,5%) i wrześniu (17,3%). Dla przykładu w 2015 r. średni udział trzeciego stopnia zagrożenia dla sezonu wyniósł 34%, a jego najwyższy udział był w sierpniu (67%).

Najbardziej palnym miesiącem w 2016 r. był maj (1 304 - 24,7% wszystkich pożarów), następnie czerwiec (21%), kwiecień (14,8%) i wrzesień (14,6%). W sezonie palności (kwiecień-wrzesień) powstało łącznie 90,6% pożarów, a najmniej było ich w sierpniu (7,4%) i lipcu (8%).

Najwięcej pożarów, podobnie jak w ubiegłym roku, odnotowano na terenie województwa mazowieckiego (1 344 – 25,4% ogólnej liczby), natomiast najmniej w województwach opolskim (85), małopolskim (97) i warmińsko-mazurskim (114).

Największe powierzchnie spalone lasów odnotowano w województwie mazowieckim (306 ha), następnie w podlaskim (230 ha) i śląskim (138 ha), natomiast najmniejsze w opolskim (13 ha) i małopolskim (27 ha).

Najwięcej pożarów w LP w 2016 roku wystąpiło na terenie RDLP w Katowicach (237), a następnie we Wrocławiu (194), Szczecinie (193) i Zielonej Górze (164). Największą powierzchnię objęły pożary na terenie RDLP w Katowicach (54 ha), Wrocławiu (39 ha) i Szczecinku (30 ha). W Lasach Państwowych w 2016 r. powstały dwa duże pożary (> 10 ha), w wyniku których spłonęło 22,14 ha lasu (RDLP w Szczecinku, Nadleśnictwo Czaplinek i RDLP we Wrocławiu, Nadleśnictwo Pieńsk). Natomiast w 2015 roku odnotowano tylko jeden duży pożar o powierzchni 17,96 ha (RDLP w Olsztynie, Nadleśnictwo Myszyniec). Ponadto na terenach użytkowanych przez wojsko w 2016 roku powstało 121 pożarów, które objęły 144,92 ha (w 2015 roku było ich 165 na powierzchni 776,17 ha).

W 2016 r. w kraju było łącznie 6 dużych pożarów i 1 bardzo duży (>100 ha), natomiast w 2015 r. było 28 dużych pożarów i 4 bardzo duże.

Głównymi przyczynami pożarów w LP były podpalenia (40%) oraz zaniedbania (14%). Natomiast udział pożarów, których przyczyna powstania była nieznana wyniósł 39% ogólnej liczby wszystkich pożarów. W lasach wszystkich form własności 43% pożarów powstało wskutek podpaień, 29% wskutek zaniedbań, 8% wskutek wypadków, 1% z przyczyn naturalnych, natomiast przyczyny 19% pożarów nie ustalono.

17. STAN ZDROWOTNY LASÓW W POLSCE NA TLE STANU LASÓW W EUROPIE – JADWIGA MAŁACHOWSKA

Do czasu zamknięcia niniejszego opracowania raport "Forest Condition in Europe - 2017 Technical Report of ICP Forests" zawierający dane europejskie za 2016 rok nie został udostępniony na stronie internetowej ICP-Forests.

18. PODSUMOWANIE WYNIKÓW – JERZY WAWRZONIAK

Wyniki obserwacji, pomiarów i analiz wykonanych w 2016 roku pozwalają na sformułowanie poniższych stwierdzeń:

Liczebność stałych powierzchni obserwacyjnych

- Liczba stałych powierzchni obserwacyjnych I rzędu w 2016 roku poddanych obserwacjom wynosiła 2001: 1404 powierzchnie znajdują się w lasach pozostających w zarządzie Lasów Państwowych, 505 powierzchni - w lasach będących własnością osób fizycznych, 33 powierzchnie - w parkach narodowych, 59 powierzchni - w lasach pozostałych form własności.

Stan zdrowotny drzewostanów

- Kolejność gatunków od najzdrowszych do najbardziej uszkodzonych, ustalona na podstawie analizy trzech parametrów określających zdrowotność: średniej defoliacji, udziału drzew zdrowych (do 10% defoliacji) i udziału drzew uszkodzonych (powyżej 25% defoliacji), jest następująca: buk < olsza, jodła < inne liściaste < inne iglaste < sosna < świerk < brzoza < dąb.
- Zaobserwowano spadek kondycji drzew związany z wiekiem (wyrażony wzrostem defoliacji): wysoki wśród dębów i gatunków z grupy 'inne iglaste', znaczący – wśród brzoź i gatunków z grupy 'inne liściaste', niewielki – wśród świerków, jodeł i buków. Nie zanotowano tej zależności u sosny i olszy.
- Porównanie kondycji drzew w zależności od formy własności lasów wykazało występowanie największych uszkodzeń drzew w lasach parków narodowych – zarejestrowano tam najmniej drzew zdrowych (5,5%), najwięcej drzew uszkodzonych (28,5%), najwyższa była też średnia defoliacja (25,6%). Najmniej uszkodzone były drzewa w Lasach Państwowych. Było tam 8,0% drzew zdrowych, najmniej drzew uszkodzonych (18,0%), średnia defoliacja była również najniższa

(22,3%). Często obserwowany wyższy poziom defoliacji drzew w lasach parków narodowych, w porównaniu z lasami innymi form własności, związany jest z tym, że w tych lasach nie prowadzi się działalności gospodarczej, polegającej na wykonywaniu trzebieży i cięć sanitarnych, podczas których usuwa się drzewa uszkodzone i o obniżonej zdrowotności.

- Uszeregowano RDLP grupami, według poziomu uszkodzenia drzew w lasach, od najzdrowszych do najbardziej uszkodzonych: Szczecin < Gdańsk < Kraków, Zielona Góra < Szczecinek, Toruń < Łódź, Olsztyn, Piła, Radom < Białystok, Krosno, Lublin < Katowice, Wrocław, Warszawa, Poznań. W poszczególnych RDLP udział drzew zdrowych zawierał się w przedziale od 1,1% do 22,1%, udział drzew uszkodzonych w przedziale od 8,3% do 26,3%, a średnia defoliacja – od 18,7% do 24,6%.
- Grupy województw w kolejności, według poziomu uszkodzenia drzew w lasach, od najzdrowszych do najbardziej uszkodzonych: zachodniopomorskie, lubuskie, pomorskie < małopolskie < świętokrzyskie, kujawsko-pomorskie, warmińsko-mazurskie < podlaskie, lubelskie, łódzkie podkarpackie < śląskie, wielkopolskie < dolnośląskie, mazowieckie < opolskie. W poszczególnych województwach udział drzew zdrowych zawierał się w przedziale od 1,0% do 17,0%, udział drzew uszkodzonych – w przedziale od 9,9% do 27,9%, a średnia defoliacja – od 20,1% do 25,6%.
- Kolejność krain przyrodniczo-leśnych według poziomu uszkodzenia drzew w lasach, od najzdrowszych do najbardziej uszkodzonych: Bałtycka < Karpacka < Wielkopolsko-Pomorska, Mazursko-Podlaska < Mazowiecko-Podlaska, Małopolska < Sudecka, Śląska. W układzie krain udział drzew zdrowych zawierał się w przedziale od 3,1% do 15,2%, udział drzew uszkodzonych – w przedziale od 11,4% do 25,7%, a średnia defoliacja – od 20,1% do 24,2%.
- W 2013 roku, w porównaniu z 2012 odnotowano poprawę stanu lasów, niewielki wzrost udziału drzew zdrowych oraz wyraźny spadek udziału drzew uszkodzonych. W latach 2014-2015 ogólna kondycja lasów nie uległa wyraźnej zmianie. W 2016 r. stan lasów uległ pogorszeniu. Średnia defoliacja gatunków razem wynosiła w kolejnych latach: 22,8%, 21,6%, 21,9%, 21,5% i 22,7%; udział drzew zdrowych wynosił: 11,3%, 13,7%, 11,6%, 11,9% i 8,3%; udział drzew uszkodzonych: 23,4%, 18,8%, 18,9%, 16,7% i 19,5%.

- Najwyższym poziomem uszkodzeń w pięcioleciu 2011-2015 charakteryzował się dąb, najmniej uszkodzony był buk.

Symptomy i przyczyny uszkodzeń drzewostanów

- W 2016 roku odnotowano ponad 66,7% drzew z uszkodzeniami, które najliczniej wystąpiły na dębach i olszach.
- Najczęściej uszkodzanymi organami drzew iglastych był pień od szyi korzeniowej do podstawy korony, zaś gatunków liściastych - liście.
- Najczęściej występujące symptomy uszkodzenia to „ubytek liści/igieł.
- Wśród czynników sprawczych dominują „konkurencja i inne czynniki” oraz owady, a zwłaszcza foliofagi, uszkadzające w największym stopniu gatunki liściaste.
- Poprawa identyfikowania przyczyn występujących uszkodzeń o ponad 0,8% w porównaniu do roku 2015.

Warunki pogodowe w lasach na podstawie danych uzyskanych z IMGW

- W 2016 r. średnia suma opadów w kraju w okresie od 1 marca do 31 lipca, wyliczona na podstawie wyników z 22 stacji synoptycznych IMGW wynosiła 326 mm, co stanowi 106% wieloletniej normy (w 2015 r. wartości te wynosiły odpowiednio 239 mm i 85% normy), (Biuletyny IMGW z lat 2012-2016).
- Średnie temperatury w kolejnych miesiącach sezonu wegetacyjnego, podobnie jak w ubiegłych latach pięciolecia (z kilkoma wyjątkami), były najniższe w Krainie Karpackiej, a najwyższe w Krainie Śląskiej.

Defoliacja drzew a dostępność wody glebowej

- Rozkład przestrzenny wystąpienia suszy w 2015 roku wskazuje, że trwała ona najdłużej (ponad 80 dni) w Wielkopolsce. Ponadto w dużym stopniu (przez ponad 60 dni) dotknęła całą centralną część kraju od zachodniej do wschodniej granicy oraz północno-wschodnie przygranicze. W 2016 roku susza trwająca ponad 80 dni miała miejsce jedynie na niewielkim obszarze w centralnej części Polski i jej długość zmniejszała się ku granicom państwa. Susza o długości powyżej 60 dni zajęła znacznie mniejszy obszar – głównie część województwa łódzkiego i wielkopolskiego.
- Najbardziej negatywne skutki wywołują susze, które mają miejsce w pierwszych miesiącach okresu wegetacyjnego. Analiza wystąpienia suszy w okresie do końca lipca pokazuje, że najgorsze warunki w pierwszej fazie wzrostu w 2015 roku były w Wielkopolsce i w rejonie Włodawy. W 2016 roku susza w tym okresie wystąpiła

tylko lokalnie, w rejonie stacji meteorologicznych w Poddębicach, Wronkach, Suszu i Parciakach.

- Analizę wpływu na drzewostany suszy, która wystąpiła w 2015 roku, przeprowadzono porównując defoliację drzew w 2016 roku w stosunku do roku poprzedzającego suszę, to jest roku 2014.
- W zasięgu największego deficytu wody wykazanego rocznym klimatycznym bilansem wodnym (deficyt większy od 100 mm obejmujący tereny Wielkopolski), wszystkie gatunki poddane analizie miały defoliację większą o ponad 3%, a w przypadku drzew liściastych i świerków różnica dochodziła do 5%. Zależność wielkości defoliacji od wyniku klimatycznego bilansu wodnego była istotna dla gatunków iglastych ($R^2=0,62$; $p=0,03$), gatunków liściastych ($R^2=0,76$; $p=0,01$), i dla sosny ($R^2=0,71$; $p=0,02$).
- Na terenach, na których w 2015 roku deficyt wody dostępnej dla roślin utrzymywał się przez ponad 80 dni (tereny Wielkopolski), w 2016 roku w stosunku do 2014 roku odnotowano zmniejszenie ulistnienia o 10% i więcej u 28% świerków, 26% drzew gatunków liściastych, 24% dębów, 15% gatunków iglastych i 15% sosen.
- Analiza wskazuje, że istnieją czynniki powodujące defoliacje niezależnie od warunków wodnych gleb. W większym stopniu należy uwzględnić zmienność warunków siedliskowych na poszczególnych powierzchniach badawczych, w szczególności charakterystyki retencyjne gleb.

Zdrowotność drzewostanów na obszarach Natura 2000

- W roku 2016 na obszarach Sieci Natura 2000 znalazło się 653 powierzchni obserwacyjnych monitoringu leśnego. Stanowi to ponad 30% wszystkich aktywnych powierzchni SPO.
- Należy zwrócić uwagę, że ogólna liczba powierzchni nie jest sumą powierzchni SPO znajdujących się w poszczególnych typach ochrony i możliwa jest sytuacja, w której jedna powierzchnia monitoringowa SPO znajduje się na dwóch zachodzących na siebie obszarach Natura 2000.
- Większość powierzchni monitoringowych (82%) zlokalizowanych na obszarach Natura 2000 znajduje się w drugiej klasie defoliacji (lekka defoliacja: 11-25%), pozostała część powierzchni (18%) znajduje się w trzeciej klasie defoliacji (defoliacja średnia: 26-60%). Nastąpiło znaczne (o 9%) zwiększenie się powierzchni leśnej z defoliacją utrzymującą się na poziomie średnim.

Zmiany liczby gatunków drzew próbnych na SPO I rzędu

- W 2016 r. w porównaniu z 2007 r. na powierzchniach SPO I rzędu stwierdzono większą liczbę ocenianych gatunków, co potwierdza tezę o wzrastającej różnorodności biologicznej w polskich lasach. W roku 2007 stwierdzono 23 rodzaje drzew, spośród których największy udział wykazały: sosna (58,1%), brzoza (9,7%), dąb (7,2%), świerk (6,0%) i olsza (5,9%). W roku 2016 wykazano już 26 rodzajów drzew, a pojawiające się nowe taksony to śliwa, głóg i kasztanowiec. Największy udział nadal dotyczył sosny (56,1%), brzozy (10,2%), dębu (8,0%), olszy (6,5%) i świerka (5,1%).
- W dziesięcioleciu 2007-2016 następowało stopniowe zmniejszanie się udziału gatunków iglastych (sosny o 2,0 punkty procentowe, świerka o 0,9 pp.) i wzrost udziału gatunków liściastych (dębu o 0,8 pp., olszy o 0,6 pp. i brzozy o 0,5 pp.).
- Największy wzrost liczby gatunków drzew leśnych ocenianych na powierzchniach monitoringowych w obrębie krain przyrodniczo-leśnych stwierdzono w Krainie Mazowiecko-Podlaskiej, wysoki – w Krainie Wielkopolsko-Pomorskiej. Na pierwszym obszarze odnotowano sześć nowych rodzajów (buka, wiąz, gruszę, czerechę, robinie i wierzbę), na drugim – cztery rodzaje (gruszę, czereśnię, czerechę i lipę).
- Stwierdzony w ostatnim dziesięcioleciu spadek udziału gatunków iglastych w ogólnej liczbie drzew na SPO I rz. wynoszący 2,75 punkty procentowe najwyraźniej zaznaczył się w przypadku świerka w Krainie Sudeckiej (spadek o 6,2 pp.) i Karpackiej (spadek o 4,9 pp.) oraz sosny w krainie Śląskiej (-4,4 pp.) i Mazowiecko-Podlaskiej (-4,0 pp.).
- Duży wzrost udziału wśród gatunków liściastych dotyczył dębu, jesionu i topoli w Krainie Sudeckiej (odpowiednio o 2,4 pp., 1,6 pp. i 1,6 pp.), nieco mniejszy – olszy w Krainie Mazowiecko-Podlaskiej (o 1,4 pp.) i Wielkopolsko-Pomorskiej (o 1,3 pp.).

Warunki meteorologiczne na SPO MI

- Średnia roczna temperatura powietrza ze wszystkich stacji wyniosła w 2016 r. +8,1°C i była o 0,8 °C niższa, niż w roku 2015. Najzimniejszym miesiącem roku był styczeń z temperaturą średnią 0,6°C. Najniższą temperaturę miesięczną odnotowano w Suwałkach w styczniu -5,9°C. Najcieplejszym miesiącem był lipiec ze średnią temperaturą +18,1°C. Najwyższą temperaturę miesięczną odnotowano w lipcu w Zawadzkiem +20,1°C. Najwyższe dobowe temperatury powietrza na wysokości +2m wystąpiły na przełomie czerwca i lipca

- Roczne sumy opadów układały się od 609,0 mm w Kruczu do 1317,3 mm na stacji w Szklarskiej Porębie-Jakuszykach. W sezonie wegetacyjnym natomiast od 208,9 w Chojnowie do 599,8 mm na stacji w Szklarskiej Porębie-Jakuszykach. Na okres letni przypadło przeciętnie 43,7 % rocznej sumy opadów. Stosunek sumy opadów, które wystąpiły w okresie letnim do sumy opadów całego roku wahał się od 33,2% w Chojnowie do 52,9% w Suwałkach.
- Wiatry zachodnie, południowo-zachodnie i południowe dominowały na większości stacji. Najwyższą maksymalną prędkość wiatru w porywach (38,5 m/s) zarejestrowano 25 sierpnia na stacji w Birczy-Łodzince o godzinie 7.30. Niewiele mniejszą prędkość (36,8 m/s) osiągnął wiatr 12 lutego o godzinie 20.20 na stacji w Łącku- Podgórzu oraz 1 kwietnia o godzinie 0.30 w Suwałkach-Hańczy, gdzie wiał z prędkością 35,2 m/s.

Depozyt całkowity jonów na SPO MI

- Roczny depozyt jonów: azotu całkowitego, jonów wodorowych, chlorków, siarki w formie siarczanu (VI), wapnia, sodu, potasu, magnezu, żelaza, glinu, manganu i metali ciężkich mieścił się w granicach od 20,7 do 48,5 kg ha⁻¹ (Tab. 1). W porównaniu z rokiem 2014 depozycja była większa w Gdańsku, Suwałkach, Strzałowie, Zawadzkiem, Szklarskiej Porębie, Chojnowie, Krotoszynie i Białowieży odpowiednio o 74%, 71%, 36%, 22%, 22%, 17%, 14% i 13%. W Kruczu, Birczy, Łącku i Piwnicznej depozycja była podobna jak w roku 2015, z różnicami sięgającymi od -6% do 2% w stosunku do roku 2015.
- Najmniejszą ilość jonów w 2016 r. zdeponowały opady w Nadleśnictwie Piwniczna (20,7 kg ha⁻¹). Wartości pośrednie odnotowano w Łącku (23,1 kg ha⁻¹), Strzałowie (25,1 kg ha⁻¹) Zawadzkiem (26,1 kg ha⁻¹), Krotoszynie (27,9 kg ha⁻¹) i Birczy (29,7 kg ha⁻¹). W Suwałkach, Białowieży i Chojnowie depozyt całkowity mieścił się w przedziale 30 kg ha⁻¹ – 31 kg ha⁻¹. W Kruczu, Szklarskiej Porębie i Gdańsku depozyt był wysoki i wynosił odpowiednio 33,9 kg ha⁻¹, 38,8 kg ha⁻¹ i 48,5 kg ha⁻¹. Na tak wysoką depozycję w Gdańsku składały się przede wszystkim jony Cl⁻ i Na⁺ – głównie pochodzenia morskiego. Sumaryczna depozycja jonów chlorkowych i sodu była w Gdańsku o 10,4 kg ha⁻¹ rok⁻¹ wyższa niż Szklarskiej Porębie i aż o 16 kg ha⁻¹ rok⁻¹ – 18,8 kg ha⁻¹ rok⁻¹ wyższa niż na pozostałych SPO MI.
- Sumaryczny depozyt składników śladowych, tj. żelaza, manganu, glinu oraz metali ciężkich: cynku, miedzi, kadmu i ołowiu w kg·ha⁻¹ wynosił od 1,2% do 2,4% depozytu rocznego. Na metale ciężkie, wśród których ilościowo dominował cynk,

przypadło od 0,9% do 1,6%, tj. od 0,24 do 0,47 kg·ha⁻¹·rok⁻¹. Największe ilości metali ciężkich otrzymały SPO MI Szklarska Poręba, Gdańsk i Białowieża (odpowiednio 0,47, 0,42 i 0,40 kg·ha⁻¹·rok⁻¹)

- W opadach na SPO MI średnie miesięczne pH mieściło się w granicach od 4,4 do 6,9. Minimalną wartość osiągnęło w marcu i w grudniu w Birczy, a maksymalną w maju w Gdańsku i Kruczu oraz w czerwcu w Suwałkach i Chojnowie.
- Udział jonów o charakterze zakwaszającym (SO₄²⁻, NO₃⁻, Cl⁻ i NH₄⁺) w depozycie wyrażonym sumą ładunku molarnego (H⁺, Cl⁻, SO₄²⁻, NO₃⁻, NH₄⁺, Ca, Na, K, Mg, Fe, Al, Mn, Zn, Cu, Cd i Pb) wynosił od 57% do 73%. W Gdańsku i Białowieży, gdzie jony o charakterze zakwaszającym miały stosunkowo niski udział (57%), udział jonów o charakterze zasadowym w depozycie był wyższy niż w pozostałych lokalizacjach i wynosił 41%. Udział jonów zakwaszających przekraczał 70% w Krotoszynie i Zawadzkiem, a zjawisku temu towarzyszył szczególnie niski udział jonów o charakterze zasadowym (25%).

Opady podkoronowe i roztwory glebowe na SPO MI

- Depozyt podkoronowy przekroczył 70 kg ha⁻¹ rok⁻¹ na powierzchniach świerkowych w Suwałkach (79,6 kg ha⁻¹ rok⁻¹) i w Szklarskiej Porębie (74,9 kg ha⁻¹ rok⁻¹) oraz w drzewostanie dębowym w Krotoszynie (72,1 kg ha⁻¹ rok⁻¹) i bukowym w Gdańsku. (79 kg ha⁻¹ rok⁻¹ - suma depozycji z opadów podkoronowych i spływu po pniu). W Kruczu (na powierzchni sosnowej) w ciągu jedenastu miesięcy z opadami zdeponowane zostało 39,1 kg ha⁻¹ badanych substancji, a rocznie w Łącku (pow. dębowa) i Strzałowie (pow. sosnowa) odpowiednio 45,1 i 47,8 kg ha⁻¹ rok⁻¹. W Piwnicznej (Św), Chojnowie (So), Białowieży (So), Birczy (Bk) i Zawadzkiem (So) depozyt wyniósł od 52,5 kg ha⁻¹ rok⁻¹ do 66,5 kg ha⁻¹ rok⁻¹
- Depozyt pierwiastków śladowych i metali ciężkich: żelaza, manganu, glinu, cynku, miedzi, kadmu i ołowiu wynosił od 0,75 do 1,64 kg ha⁻¹ rok⁻¹, co odpowiadało od 1,4% do 3,6% całkowitej rocznej depozycji podokapowej. Udział samych metali ciężkich (Zn, Cu, Pb, i Cd) stanowił w sumie rocznego depozytu od 0,4% do 0,8%. Na poszczególnych powierzchniach depozyt metali ciężkich wyniósł od 0,22 do 0,59 kg ha⁻¹ rok⁻¹, z czego 78%-86% stanowił cynk.
- Obniżone pH, tj. niższe niż 5,0 występowało na przestrzeni roku w 20% miesięcznych próbek opadów na SPO MI. Opady o pH poniżej 5,0 przeważały w okresie zimowym, a szczególnie w styczniu (na 9 SPO MI), grudniu (na 7 SPO MI), lutym (na 4 SPO MI) i marcu (na 3 SPO MI). Najniższe średnie roczne pH

wystąpiło w Szklarskiej Porębie (pH 5,1), (Rys. 3). W Chojnowie, Kruczu i Piwnicznej średnie roczne pH również było niskie (pH odpowiednio 5,1, 5,1 i 5,2), czego przyczyną były głównie kwaśne opady półrocza zimowego.

- Szacuje się, że ilość spływu po pniu przekroczyła w badanym okresie 67 mm w Nadleśnictwie Gdańsk i 53 mm w Nadleśnictwie Bircza
- Średnie pH na SPO MI w 2016 roku w badanych roztworach glebowych wynosiło od 4,20 do 6,60 na głębokości 25 cm oraz od 4,52 do 7,10 na głębokości 50 cm. W porównaniu z rokiem poprzednim nie odnotowano większych zmian.
- Stosunek molowy jonów zasadowych (Ca, Mg i K) do glinu (BC/Al₂O₃) przyjął wartości znacznie niższe od jedności, mieszczące się w zakresie od 0,3 do 0,7 w roztworach glebowych na obu głębokościach w nadleśnictwach: Szklarska Poręba (świerk), Chojnów (sosna), Krucz (sosna), Zawadzkie (sosna) i Gdańsk (buk).
- W okresie badań jony NO₃⁻ występowały w roztworach glebowych poniżej głównej strefy korzeniowej roślin, na głębokości 50 cm (na wszystkich powierzchniach MI) i wahały się od 0,3 do 13 mg N dm⁻³.

Stężenie SO₂ i NO₂ w powietrzu na SPO MI

- Podobnie jak w latach poprzednich, w grupie nadleśnictw zlokalizowanych w Polsce północno-wschodniej (Strzałowo, Białowieża, Suwałki) występowały niskie średnie roczne stężenia dwutlenku siarki (poniżej 1 µg m⁻³). Najwyższe stężenie średnio rocznie notowano w Nadleśnictwie Zawadzkie 2,1 µg m⁻³.
- W Rozporządzeniu Ministra Środowiska (Dz. U. z dn. 18 września 2012, poz. 1031) poziom dopuszczalny SO₂ ze względu na ochronę roślin dla roku kalendarzowego i pory zimowej (okres od 1 października do 31 marca) został ustalony na poziomie 20 µg m⁻³. Średnie roczne stężenia SO₂ na SPO MI zawierały się w granicach 0,9 µg m⁻³ – 2,1 µg m⁻³, co stanowiło od 4% do 10% wartości dopuszczalnej. W porze zimowej zakres stężeń wynosił od 0,9 µg m⁻³ do 2,6 µg m⁻³, tj. od 5% do 13% wartości dopuszczalnej.
- Średnie roczne wartości stężeń dwutlenku azotu na SPO MI w stosunku do roku 2015 kształtowały się na zbliżonym poziomie i były o około 15% niższe w Szklarskiej Porębie i Birczy, a na pozostałych powierzchniach stanowiły od 90% do 104% wartości z roku 2015.
- Średnio roczne stężenia NO₂ w nadleśnictwach Polski północnej i północno-wschodniej: Białowieża (4,1 µg m⁻³), Strzałowo (4,6 µg m⁻³ rok⁻¹), Suwałki (5,0 µg m⁻³ rok⁻¹) i Gdańsk (6,2 µg m⁻³ rok⁻¹) oraz w rejonach górskich: Bircza (4,1 µg m⁻³

³ rok⁻¹), Piwniczna (5,0 $\mu\text{g m}^{-3} \text{ rok}^{-1}$) i Szklarska Poręba (5,3 $\mu\text{g m}^{-3} \text{ rok}^{-1}$) były niższe niż w Chojnowie, Łącku, Zawadzkiem i Krotoszynie - podobnie jak w poprzednich latach badań.

- Średnie miesięczne stężenia dwutlenku azotu wahały się w granicach od 2,3 $\mu\text{g m}^{-3}$ do 20,2 $\mu\text{g m}^{-3}$ i wykazywały wyraźną sezonowość. W miesiącach zimowych: styczniu, lutym, październiku, listopadzie i grudniu, mediana stężeń dla poszczególnych SPO MI była szczególnie wysoka i wyniosła od 5,9 do 10,5 $\mu\text{g m}^{-3} \text{ m-c}^{-1}$.
- W roku 2016 średnie roczne wartości stężeń NO_2 wynosiły od 4,1 do 6,38 $\mu\text{g m}^{-3}$ - okres badań⁻¹. Wartość dopuszczalna ze względu na ochronę roślin, określona dla tlenków azotu rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 24 sierpnia 2012 r. w sprawie poziomów niektórych substancji w powietrzu (Dz. U. z 2012, poz. 1031), wynosi 30 $\mu\text{g m}^{-3} \text{ rok}^{-1}$.

Jakość nasion sosny

- Prognoza urodzaju sosny na sezon 2016/2017 była dobra. Zakładała, że średni urodzaj wyniesie 47% pełnego, tj. o 10% więcej niż wynosi średnia z dziesięciolecia 2006-2015 i o 19% więcej niż średnia z lat 1951-2015.
- Wysoka w tym sezonie wydajność nasion z szyszek wynosząca średnio 2,0%, świadczy o tym, że warunki w okresie zapyłania i rozwoju szyszek były sprzyjające.

Pożary w lasach

- Liczba pożarów w roku 2016 na terenach Lasów Państwowych (1 725) była o 1 647 mniejsza od 2015 r. (3 732). Udział procentowy liczby pożarów w LP wśród ogółu pożarów krajowych wzrósł o 2,18%, w porównaniu z rokiem 2015 i wynosił 32,63%. W ostatnim 5-letnim okresie w LP wybuchło w sumie 12 076 pożarów. Stanowi to spadek aż o 1 282 pożary w stosunku do poprzedniego pięciolecia (2011-2015).
- Powierzchnia pożarów w 2016 roku wynosiła 1 451 ha, o 4 059 ha mniej niż w roku ubiegłym. W Lasach Państwowych powierzchnia spalona wyniosła 299 ha i była ona o 579 ha mniejsza niż w 2015 r.
- Średnia powierzchnia pożaru w lasach wszystkich rodzajów własności w roku 2016 wyniosła 0,27 ha (o 0,18 ha mniej niż w 2015 roku). W Lasach Państwowych w 2016 r. średnia powierzchnia pożaru zmalała o 0,07 ha względem 2015 r., osiągając

wartość 0,17 ha. W lasach pozostałych form własności (głównie niepaństwowych) wynosiła 0,32 ha.

- Najbardziej palnym miesiącem w 2016 r. był maj (24,7% pożarów, tj. 1 304), następnie czerwiec (21%), kwiecień (14,8%) i wrzesień (14,6%). W sezonie palności (kwiecień-wrzesień) powstało łącznie 90,6% pożarów, a najmniej było ich w sierpniu (7,4%) i lipcu (8%).
- Najwięcej pożarów, podobnie jak w ubiegłym roku, było na terenie województwa mazowieckiego (1 344 – 25,4% ogólnej liczby), natomiast najmniej w województwach opolskim (85), małopolskim (97) i warmińsko-mazurskim (114).
- Głównymi przyczynami pożarów w LP były podpalenia (40%) oraz zaniedbania (14%), natomiast udział pożarów, których przyczyna powstania była nieznana wyniósł 39% ogólnej liczby wszystkich pożarów w LP.

Prognoza

- Stan zdrowotny lasów wyrażony poziomem defoliacji wykazuje trend wzrostu defoliacji w ostatnich latach i trend ten będzie utrzymany jeśli warunki deficytu wody w okresie wegetacyjnym będą się utrzymywać lub powiększać w nadchodzących latach.
- Rejony Polski centralnej, na których depozycja gazowych zanieczyszczeń była pośrednia i wysoka (Nadleśnictwa: Chojnów, Zawadzkie, Łąck, Krucz, Krotoszyn), pokrywają się z obszarami, na których istnieje ryzyko przekroczeń ładunków krytycznych eutrofizacji i zakwaszenia. Prognozy do roku 2020 wskazują, że w tych rejonach kraju zagrożenie dla ekosystemów ze strony zanieczyszczeń powietrza siarką i azotem będzie się utrzymywać, nawet po wdrożeniu ustaleń zrewidowanego Protokołu z Göteborga (Slootweg i in., 2014).

19. LITERATURA

- Aber J.D., Nadelhoffer K.J., Steudler P., Melillo J.M. (1989). *Nitrogen saturation in northern forest ecosystems*. BioScience 39: 378–386.
- Akselsson C., Ardö J., Sverdrup H. (2004). *Critical loads of acidity for forest soils and relationship to forest decline in the northern Czech Republic*. Environmental Monitoring and Assessment 98: 363–379.
- Bi S.P., An S.Q., Tang W., Yang M., Qian H.F., Wang J. (2001). *Modelling the distribution of aluminum speciation in acid soil solution equilibria with the mineral phase alunite*. Environmental Geology, 41: 25-36.
- Biuletyny Państwowej Służby Hydrologiczno-Meteorologicznej*, miesięczniki z lat 2012-2016, Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej, Warszawa.
- Blunden J., Arndt D., Baringer M. (2011). *State of the Climate in 2010*. Bulletin of the American Meteorological Society 92 (6).
- Błaś M., Polkowska Ż., Cichała-Kamrowska K. (2010). *Water and chemical input via hydrometeors in central European mountains with Szrenica Mt. as an example*. 5th International Conference on Fog, Fog Collection and Dew (p. pp.4). Munster, Germany.
- Boczoń A., Brandyk A., Wróbel M., Kowalska A. (2015). *Transpiracja drzewostanu i ewapotranspiracja ekosystemu sosnowego w powiązaniu z ewapotranspiracją potencjalną wyznaczoną różnymi metodami*. Sylwan 159 (8) 666-674, 2015.
- Boczoń A., Kowalska A., Dudzińska M., Wróbel M. (2016). *Drought in Polish Forests in 2015*. Polish Journal of Environmental Studies, 25, 5, 1857-1862.
- Burke E.J., Brown S.J., Christidis N. (2006). *Modeling the recent evolution of global drought and projections for the twenty-first century with the Hadley Centre climate model*. Journal of Hydrometeorology 7 (5), 1113-1125.
- Chang S.-C. & Matzner E. (2000). *The effect of beech stemflow on spatial patterns of soil solution chemistry and seepage fluxes in a mixed beech/oak stand*. Hydrological Processes, 14, 135-144.
- Chapman P. J., Clark J. M., Reynolds B, Adamson J. K. (2008). *The influence of organic acids in relation to acid deposition in controlling the acidity of soil and stream waters on a seasonal basis*. Environmental Pollution, 152, 110-120.
- Choat B., Jansen S., Brodribb T.J., Cochard H., Delzon S., Bhaskar R., Bucci S.J., Feild T.S., Gleason S.M., Hacke U.G., Jacobsen A.L., Lens F., Maherali H., Martínez-Vilalta J., Mayr S., Mencuccini M., Mitchell P.J., Nardini A., Pittermann J., Pratt R.B., Sperry J.S., Westoby M., Wright I.J., Zanne A.E. (2012). *Global convergence in the vulnerability of forests to drought*. Nature 491(7426), 752–755.
- Colville R. N. (2004). *Emisje, dyspersje i transformacje atmosferyczne*. [W:] Zanieczyszczenie powietrza a życie roślin. Red.: Bell J.N.B, Treshow M., Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa, pp 29-50.

- Degórska A., Białoskórska U., Typiak-Nowak D. (2011). *Metodyczne aspekty pobierania próbek opadów do oznaczania zawartości metali ciężkich*. Monitoring Środowiska Przyrodniczego, 12, 21–29.
- Directive on the conservation of natural habitats and of wild fauna and flora.*, Dyrektywa Siedliskowa z 01 stycznia 2007, wersja skonsolidowana dyrektywy 92/43/EEC z 21 maja 1992.
- Directive on the conservation of wild birds* Dyrektywa o ochronie dzikiego ptactwa, 2009/147/EC z 30 listopada 2009, wersja skonsolidowana dyrektywy EWG 79/409/EWG z 2 kwietnia 1979.
- Dobbertin M., Wermelinger B., Bigler C., Bürgi M., Carron M., Forster B., Gimmi U., Rigling A. (2007). *Linking increased drought stress to Scots pine mortality and bark beetle infestations*. Scientific World Journal 7(S1), 231–239.
- DVWK (1996). *Ermittlung der Verdunstung von Land- und Wasserflächen*. (HRSG.) DVWK-Merkblätter zur Wasserwirtschaft, Heft 238/1996. DVWK (Deutscher Verband für Wasserwirtschaft und Kulturbau e.V.), Bonn.
- EMEP Status Report 2016, Transboundary particulate matter, photo-oxidants, acidifying and eutrophying components*. Norwegian Meteorological Institute. September 13, 2016. pp. 1-228. [dostęp: 13 lutego 2017 r.]
http://emep.int/publ/reports/2016/EMEP_Status_Report_1_2016.pdf
- Michel A., Seidling W. (Eds.) (2016). *Forest Condition in Europe. 2016 Technical Report of ICP Forests*. Report under the UNECE Convention on Long-range Transboundary Air Pollution (CLRTAP). BFW-Dokumentation 23/2016. Vienna: BFW Austrian Research Centre for Forests. 206 p.
- Fowler D., Steadman C. E., Stevenson D., Coyle M., Rees R. M., Skiba U. M., Sutton M. A., Cape J. N., Dore A. J., Viero M., Simpson D., Zaehle S., Stocker B. D., Rinaldi M., Facchini M. C., Flechard C. R., Nemitz E., Twigg M., Erismann J. W., Butterbach-Bahl K., Galloway J. N. (2015). *Effects of global change during the 21st century on the nitrogen cycle*. Atmospheric Chemistry and Physics, 15, 13849–13893, doi:10.5194/acp-15-13849-2015
- Gundersen P., Emmett B. A., Kjønås O. J., Koopmans C. J., Tietema A. (1998). *Impact of nitrogen deposition on nitrogen cycling in forests : a synthesis of NITREX data*. Forest Ecology and Management, 101, 37–55.
- Gundersen P., Rasmussen L. (1995). *Nitrogen mobility in a nitrogen limited forest at Klosterhede, Denmark, examined by NH₄NO₃ addition*. Forest Ecology and Management, 71, 75–88.
- Gundersen P., Sevel L., Christiansen J. R., Vesterdal L., Hansen K., Bastrup-Birk A. (2009). *Do indicators of nitrogen retention and leaching differ between coniferous and broadleaved forests in Denmark?* Forest Ecology and Management, 258(7), 1137–1146. doi:10.1016/j.foreco.2009.06.007

- Hansen B., Nielsen K. E. (1998). *Comparison of acidic deposition to semi-natural ecosystems in Denmark—coastal heath, inland heath and oak wood*. Atmospheric Environment, 32(6), 1075–1086.
- Johnson M. S., Lehmann J. (2006). *Double-funneling of trees: Stemflow and root-induced preferential flow*. Écoscience, 13(3), 324–333.
- Kantorowicz W. (2016). *Komunikat o przewidywanym urodzaju nasion najważniejszych gatunków drzew leśnych w Polsce w 2016 r.* Sękocin Stary, 35 ss.
- Kantorowicz i in. (2016). *Sprawozdanie z przebiegu oceny oraz wyniki badania jakości nasion drzew i krzewów leśnych w Polsce w okresie od 1 stycznia do 31 grudnia 2016*. Sękocin Stary, 55 ss.
- Kowalska A. Janek M. (2009). *Precipitation chemistry in a forested study area of the Chojnów Forest District in the years 2004-2007*. Journal of Water and Land Development, 13a, 283-297.
- Kowalska A., Astel A., Boczoń A., Polkowska Ż. (2016a). *Atmospheric deposition in coniferous and deciduous tree stands in Poland*. Atmospheric Environment 133/2016, 145-155.
- Kowalska A. , Boczoń A., Hildebrand R., Polkowska Ż. (2016b). *Spatial variability of throughfall in a stand of Scots pine (Pinus sylvestris L.) with deciduous admixture as influenced by canopy cover and stem distance*. Journal of Hydrology, 538, 231-242.
- Krajowy bilans emisji SO₂, NO_x, CO, NH₃, NMLZO, pyłów, metali ciężkich i TZO za lata 2013-2014 w układzie klasyfikacji SNAP i NFR. Raport podstawowy (2016). Instytut Ochrony Środowiska - Państwowy Instytut Badawczy, Krajowy Ośrodek Bilansowania i Zarządzania Emisjami, Warszawa. [dostęp: 10 lutego 2017 r.]
http://www.kobize.pl/uploads/materialy/materialy_do_pobrania/krajowa_inwentaryzacja_emisji/Bilans_emisji_-_raport_podstawowy_2014.pdf
- Kristensen H. L., Gundersen P., Callesen I., Reinds G. J. (2004). *Throughfall nitrogen deposition has different impacts on soil solution nitrate concentration in European coniferous and deciduous forests*. Ecosystems, 7: 180–192
- Krochmal D., Kalina A. (1997a). *Technical note. A method of nitrogen dioxide and sulphur dioxide determination in ambient air by use of passive samplers and ion chromatography*. Atmospheric Environment 31(20): 3473-3479
- Krochmal D., Kalina A. (1997b). *Measurements of nitrogen dioxide and sulphur dioxide concentrations in urban and rural areas of Poland using a passive sampling method*. Environmental Pollution 96(3): 401-7.
- Le Mellec A., Meesenburg H., Michalzik B. (2010). *The importance of canopy-derived dissolved and particulate organic matter (DOM and POM) – comparing throughfall solution from broadleaved and coniferous forests*. Ann. For. Sci., 67: 411

- Manual on methods and criteria for harmonized sampling, assessment, monitoring and analysis of the effects of air pollution on forests.* (2010). UNECE, ICP Forests, Hamburg.
- Mały Rocznik Statystyczny Polski 2016. Rok LIX*, Główny Urząd Statystyczny, Warszawa 2016 [dostęp: 10 lutego 2017 r.]
<http://stat.gov.pl/download/gfx/portalinformacyjny/pl/defaultaktualnosci/5515/1/17/1/mrsp.pdf>
- Natura 2000. Biuletyn o przyrodzie i różnorodności biologicznej.* (2017) Dyrekcja Generalna ds. Środowiska Komisji Europejskiej. Numer 41. Luty 2017, ISSN 2443-776X.
- Neal C., Reynolds B. Robson A. J. (1999). *Acid neutralising capacity measurements within natural waters: towards a standardised approach.* The Science of the Total Environment, 243/244, 233-241.
- Neiryneck J., Kowalski A. S., Carrara A., Genouw G., Berghmans P., & Ceulemans R. (2007). *Fluxes of oxidised and reduced nitrogen above a mixed coniferous forest exposed to various nitrogen emission sources.* Environmental Pollution, 149, 31–43.
- Nieminen T. (2011). *Soil Solution Collection and Analysis.* Manual Part XI, 30 pp. In: *Manual on methods and criteria for harmonized sampling, assessment, monitoring and analysis of the effects of air pollution on forests.* UNECE, ICP Forests, Hamburg. ISBN: 978-3-926301-03-1.
- Ochrona Środowiska 2016. Environment. Informacje i opracowania statystyczne.* (2016). Główny Urząd Statystyczny, Warszawa.
- Oulehle F. Hruška J. (2005). *Tree species (Picea abies and Fagus sylvatica) effects on soil water acidification and aluminium chemistry at sites subjected to long-term acidification in the Ore Mts., Czech Republic.* Journal of Inorganic Biochemistry, 99, 1822–1829.
- Pecka T., Mill W. (2011). *Doświadczalne ładunki krytyczne azotu dla ekosystemów lądowych – adaptacja metody CCE do warunków środowiskowych Polski.* Ochrona Środowiska i Zasobów Naturalnych, 47, 121-132.
- Rasmussen L. (1998). *Effects of afforestation and deforestation on the deposition, cycling and leaching of elements.* Agriculture, Ecosystems & Environment, 67, 153–159.
- Rihm B. (1996). *Critical Loads of Nitrogen and their Exceedances. Eutrophying Atmospheric Deposition. Report on mapping critical loads of nutrient nitrogen for Switzerland, produced within the work programme under the Convention on Long-Range Transboundary Air Pollution of the United Nations Economic Commission for Europe (UN/ECE).* Federal Office of Environment, Forests and Landscape (FOEFL), Berne, pp. 74.
- Rocznik Statystyczny Rolnictwa 2016.* (2016). Główny Urząd Statystyczny, Warszawa.

- Rocznik Statystyczny Województw 2016*. (2016). Główny Urząd Statystyczny, Warszawa.
- Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 24 sierpnia 2012 r. w sprawie poziomów niektórych substancji w powietrzu*. (2012). Dziennik Ustaw z dn. 18 września 2012, poz. 1031.
- Schwärzel K., Ebermann S., Schalling N. (2012). *Evidence of double-funneling effect of beech trees by visualization of flow pathways using dye tracer*. Journal of Hydrology, 470-471, 184-192.
- Semenov M., Bashkin V., Sverdrup H. (2001). *Critical loads of acidity for forest ecosystems of North Asia*. Water, Air, and Soil Pollution, 130: 1193-1198.
- Slootweg J., Posch M., Hettelingh J.-P. (2017). *Modelling and mapping the impacts of atmospheric deposition of nitrogen and sulphur*, in: CCE Status Report 2015, RIVM Report 2015-0193, p. 141 pp, Coordination Centre for Effects, RIVM, Bilthoven, The Netherlands, URL <http://www.wge-cce.org>, 2015.[dostęp: 10 lutego 2017].
- Slootweg J., Posch M., Hettelingh J.-P., Mathijssen L. (Eds.) (2014). *Modelling and Mapping impacts of atmospheric deposition on plant species diversity in Europe*: CCE Status Report 2014, Coordination Centre for Effects, www.wge-cce.org
- Sohar K., Helama S., Läänelaid A., Raisio J., Tuomenvirta H. (2013). *Oak decline in a southern finnish forest as affected by a drought sequence*. Geochronometria 41(1), 92-103. DOI 10.2478/S13386-013-0137-2
- StatSoft, Inc. (2011). *STATISTICA (data analysis software system), version 10*. www.statsoft.com
- Thimonier A., Schmitt M., Waldner P., Rihm B. (2005). *Atmospheric Deposition on Swiss Long-Term Forest Ecosystem Research (LWF) Plots*. Environmental Monitoring and Assessment, 104(1-3), 81-118.
- Wang Q., Wu J., Lei T., He B., Wu Z., Liu M., Mo X., Geng G., Li X., Zhou H., Liu D. (2014). *Temporal-spatial characteristics of severe drought events and their impact on agriculture on a global scale*. Quaternary International, 349, 10-21.
- Wawrzoniak J. [red.]. (2010). *Stan uszkodzenia lasów w Polsce w 2009 roku na podstawie badań monitoringowych*. Instytut Badawczy Leśnictwa, Zakład Zarządzania Zasobami Leśnymi, Sękocin Stary.
- Załęski i in. (2000). *Zasady i metodyka oceny nasion w Lasach Państwowych*. CILP, 180 ss.

20. SPIS TABEL

Tabela 1. Liczba SPO I rzędu wg form własności (RDLP i Parki Narodowe) - 2016 rok

Tabela 2. Liczba SPO I rzędu wg form własności w układzie krain - 2016 rok

Tabela 3. Liczba SPO I rzędu wg form własności w układzie województw – 2016 rok

- Tabela 4. Liczba SPO I rzędu wg form własności w układzie gatunków drzew panujących w drzewostanie - 2016 rok
- Tabela 5. Liczba SPO I i II rzędu w lasach będących w zarządzie LP, zestawienie wg gatunków w układzie RDLP – 2016 rok
- Tabela 6. Liczba SPO I i II rzędu w lasach wszystkich form własności, zestawienie według gatunków w układzie województw – 2016 rok
- Tabela 7. Liczba SPO I i II rzędu w lasach wszystkich form własności, zestawienie według gatunków w układzie krain przyrodniczo-leśnych – 2016 rok
- Tabela 8. Liczba SPO I rzędu w parkach narodowych, zestawienie wg gatunków - 2016 rok
- Tabela 9. Udział procentowy drzew (3 grupy wiekowe) w klasach defoliacji wg gatunków na SPO I rzędu - wszystkie formy własności - 2016 rok
- Tabela 10. Udział procentowy drzew (3 grupy wiekowe) w klasach odbarwienia wg gatunków na SPO I rz. - wszystkie formy własności - 2016 rok
- Tabela 11. Udział procentowy drzew (3 grupy wiekowe) w klasach uszkodzenia wg gatunków na SPO I rz. - wszystkie formy własności - 2016 rok
- Tabela 12. Udział procentowy drzew (3 grupy wiekowe) w kl. defoliacji wg gat. na SPO I rz. - lasy w zarządzie Lasów Państwowych - 2016 rok
- Tabela 13. Udział procentowy drzew (3 grupy wiekowe) w klasach defoliacji wg gatunków na SPO I rzędu - lasy będące własnością osób fizycznych - 2016 rok *)
- Tabela 14. Udział procentowy drzew (3 grupy wiekowe) w kl. defoliacji wg gat. na SPO I rz. - lasy w zarządzie parków narodowych - 2016 rok
- Tabela 15. Udział procentowy drzew (3 grupy wiekowe) w kl. defoliacji wg gat. na SPO I rz. - lasy pozostałych kategorii własności - 2016 rok
- Tabela 16. Średnia defoliacja monitorowanych gatunków według form własności i przedziałów wieku - 2016 rok
- Tabela 17. Wyniki testu Chi-kwadrat Pearsona dla klas defoliacji (klasy 0, 1 i 2 do 4) siedmiu głównych gatunków lasotwórczych (sosna, świerk, jodła, buk, dąb, brzoza, olsza) w 2016 r.
- Tabela 18. Rozkład defoliacji w układzie gatunków drzew oraz form własności, krain przyrodniczo-leśnych i regionalnych dyrekcji Lasów Państwowych, gatunki uszeregowane wg malejącej wartości współczynnika siły efektu (η^2) (wyjściowy zbiór danych został pomniejszony o wartości odstające, def > 40%)
- Tabela 19. Istotność różnic średnich wartości defoliacji według sześciu grup gatunków drzew ogółem w kraju w 2016 r. (wyjściowy zbiór danych został pomniejszony o wartości odstające, def > 40%)
- Tabela 20. Istotność różnic średnich wartości defoliacji według sześciu grup gatunków drzew oraz form własności w 2016 r. (wyjściowy zbiór danych został pomniejszony o wartości odstające, def > 40%)
- Tabela 21. Istotność różnic średnich wartości defoliacji według grup gatunków drzew w układzie krain przyrodniczo-leśnych w 2016 r. (wyjściowy zbiór danych został pomniejszony o wartości odstające, def > 40%)
- Tabela 22. Istotność różnic średnich wartości defoliacji według grup gatunków drzew w układzie regionalnych dyrekcji Lasów Państwowych w 2016 r. (wyjściowy zbiór danych został pomniejszony o wartości odstające, def > 40%)
- Tabela 23. Procentowy udział drzew w klasach defoliacji: 0 (do 10% def.), 1 (11-25% def.) i 2-4 (> 25% def. i drzewa martwe) oraz średnia defoliacja [%] wg gatunków w układzie własności w krainach, wiek > 20 lat, 2016 r.

- Tabela 24. Udział procentowy drzew w klasach defoliacji 0 (do 10% def.), 1 (11-25% def.) i 2-4 (> 25% def. i drzewa martwe) oraz średnia defoliacja [%] wg gatunków w układzie RDLP, w kolejności malejących wartości średniej defoliacji w kolumnie "Gatunki razem" - wiek > 20 lat, lasy w zarządzie Lasów Państwowych, 2016 r.
- Tabela 25. Udział procentowy drzew w klasach defoliacji 0 (do 10% def.), 1 (11-25% def.) i 2-4 (> 25% def. i drzewa martwe) oraz średnia defoliacja [%] wg gatunków w układzie RDLP, w kolejności malejących wartości średniej defoliacji w kolumnie "Gatunki razem" - wiek do 60 lat, lasy w zarządzie Lasów Państwowych, 2016 r.
- Tabela 26. Udział procentowy drzew w klasach defoliacji 0 (do 10% def.), 1 (11-25% def.) i 2-4 (> 25% def. i drzewa martwe) oraz średnia defoliacja [%] wg gatunków w układzie RDLP, w kolejności malejących wartości średniej defoliacji w kolumnie "Gatunki razem" - wiek > 60 lat, lasy w zarządzie Lasów Państwowych, 2016 r.
- Tabela 27. Udział procentowy drzew w klasach defoliacji 0 (do 10% def.), 1 (11-25% def.) i 2-4 (> 25% def. i drzewa martwe) oraz średnia defoliacja [%] wg gatunków w układzie krain, wiek > 20 lat, wszystkie formy własności, 2016 r.
- Tabela 28. Udział procentowy drzew w klasach defoliacji 0 (do 10% def.), 1 (11-25% def.) i 2-4 (> 25% def. i drzewa martwe) oraz średnia defoliacja [%] wg gatunków w układzie krain, wiek do 60 lat, wszystkie formy własności, 2016 r.
- Tabela 29. Udział procentowy drzew w klasach defoliacji 0 (do 10% def.), 1 (11-25% def.) i 2-4 (> 25% def. i drzewa martwe) oraz średnia defoliacja [%] wg gatunków w układzie krain, wiek > 60 lat, wszystkie formy własności, 2016 r.
- Tabela 30. Udział procentowy drzew w klasach defoliacji 0 (do 10% def.), 1 (11-25% def.) i 2-4 (> 25% def. i drzewa martwe) oraz średnia defoliacja [%] wg gatunków w układzie województw, w kolejności malejących wartości średniej defoliacji w kolumnie "Gatunki razem" - wiek > 20 lat, wszystkie własności, 2016 rok
- Tabela 31. Udział procentowy drzew w klasach defoliacji 0 (do 10% def.), 1 (11-25% def.) i 2-4 (> 25% def. i drzewa martwe) oraz średnia defoliacja [%] wg gatunków w układzie województw, w kolejności malejących wartości średniej defoliacji w kolumnie "Gatunki razem" - wiek 21-60 lat, wszystkie własności, 2016 rok
- Tabela 32. Udział procentowy drzew w klasach defoliacji 0 (do 10% def.), 1 (11-25% def.) i 2-4 (> 25% def. i drzewa martwe) oraz średnia defoliacja [%] wg gatunków w układzie województw, w kolejności malejących wartości średniej defoliacji w kolumnie "Gatunki razem" - wiek > 60 lat, wszystkie własności, 2016 rok
- Tabela 33. Udział procentowy drzew w klasach defoliacji 0 (do 10% def.), 1 (11-25% def.) i 2-4 (> 25% def. i drzewa martwe) oraz średnia defoliacja [%] wg gatunków w parkach narodowych, w kolejności malejących wartości średniej defoliacji w kolumnie "Gatunki razem" - wiek > 20 lat, 2016 rok
- Tabela 34. Udział procentowy drzew w klasach defoliacji 0 (do 10% def.), 1 (11-25% def.) i 2-4 (> 25% def. i drzewa martwe) oraz średnia defoliacja [%], według gatunków w układzie RDLP - wiek > 20 lat, lasy w zarządzie Lasów Państwowych, lata 2012-2016
- Tabela 35. Udział procentowy drzew w klasach defoliacji 0 (do 10% def.), 1 (11-25% def.) i 2-4 (> 25% def. i drzewa martwe) oraz średnia defoliacja [%], według gatunków w układzie krain przyrodniczo-leśnych - wiek powyżej 20 lat, wszystkie formy własności, lata 2012-2016
- Tabela 36. Udział procentowy drzew w klasach defoliacji 0 (do 10% def.), 1 (11-25% def.) i 2-4 (> 25% def. i drzewa martwe) oraz średnia defoliacja [%], w układzie gatunków, według wieku (młodsze – od 21 do 60 lat, starsze – powyżej 60 lat), w pięcioleciu 2012-2016

- Tabela 37. Wskaźnik występowania uszkodzeń na drzewach poszczególnych gatunków w wyróżnionych klasach wieku w roku 2016 oraz trend zmian wskaźnika występowania uszkodzeń na jednym drzewie w okresie 2012 – 2016 określony za pomocą testu Mann-Kendall’a
- Tabela 38. Liczba uszkodzeń przypadająca na 1 drzewo danego gatunku w krainach przyrodniczo-leśnych i RDLP
- Tabela 39. Najczęściej występujące lokalizacje, symptomy i czynniki sprawcze uszkodzeń występujących na drzewach poszczególnych gatunków w 2016 roku
- Tabela 40. Udział procentowy wskazanych lokalizacji występowania uszkodzeń na drzewach wyróżnionych gatunków i grup gatunków w 2016 roku
- Tabela 41. Liczba i udział symptomów uszkodzenia na drzewach poszczególnych gatunków w 2016 roku
- Tabela 42. Liczba i udział wyróżnionych kategorii czynników sprawczych uszkodzeń na drzewach poszczególnych gatunków w 2016 roku
- Tabela 43. Udział uszkodzeń drzew spowodowanych przez wyróżnione grupy owadów oraz kategorie innych czynników i konkurencji na drzewach poszczególnych gatunków na SPO I rzędu w 2016 roku
- Tabela 44. Średnia liczba uszkodzeń na jednej sośnie w 2016 roku w zależności od formy własności i funkcji lasów oraz trendy zmian w okresie 2011 – 2016
- Tabela 45. Udział procentowy czynników sprawczych uszkodzeń sosen w 2016 roku w zależności od formy własności i funkcji lasów
- Tabela 46. Średnia liczba uszkodzeń na jednym świerku w 2016 roku w zależności od formy własności i funkcji lasów oraz trendy zmian w okresie 2011 – 2016
- Tabela 47. Udział procentowy czynników sprawczych uszkodzeń świerków w 2016 roku w zależności od formy własności i funkcji lasów
- Tabela 48. Średnia liczba uszkodzeń na jednym dębie w 2016 roku w zależności od formy własności i funkcji lasów oraz trendy zmian w okresie 2011 – 2016
- Tabela 49. Udział procentowy czynników sprawczych uszkodzeń dębów w 2016 roku w zależności od formy własności i funkcji lasów
- Tabela 50. Średnia liczba uszkodzeń na jednej brzozie w 2016 roku w zależności od formy własności i funkcji lasów oraz trendy zmian w okresie 2011 – 2016
- Tabela 51. Udział procentowy czynników sprawczych uszkodzeń brzóz w 2016 roku w zależności od formy własności i funkcji lasów
- Tabela 52. Zestawienie sum opadów od 1 marca do 31 lipca w pięcioleciu 2012-2016 według RDLP
- Tabela 53. Zestawienie sum opadów od 1 marca do 31 lipca w pięcioleciu 2012-2016 według krain przyrodniczo-leśnych
- Tabela 54. Średnia defoliacja na powierzchniach SPO I rzędu znajdujących się na Specjalnych Obszarach Ochrony Siedlisk (SOO) obszarów Natura 2000 - 2016 rok
- Tabela 55. Średnia defoliacja na obszarach Natura 2000 z powierzchniami monitoringu leśnego w 2016 roku
- Tabela 56. Liczba drzew ocenianych na powierzchniach SPO w latach 2007-2016
- Tabela 57. Liczba gatunków drzew występujących na powierzchniach SPO w latach 2007-2016
- Tabela 58. Średnie wartości miesięczne temperatury powietrza i gleby, wilgotności i promieniowania oraz miesięczne sumy opadów – stacje meteorologiczne na SPO MI – 2016 r.

- Tabela 59. Procentowy udział pomiarów z wiatrem – stacje meteorologiczne na SPO MI – 2016 r.
- Tabela 60. Temperatury maksymalne oraz okresy bez, bądź z minimalnymi opadami na SPO MI w 2016 r. Kolorem czerwonym wyróżniono temperatury maksymalne oraz okresy bez opadów
- Tabela 61. Depozyt roczny [kg ha⁻¹] (bez RWO) wniesiony z opadami na SPO MI w 2016 roku. RWO- rozpuszczony węgiel organiczny, N_{tot} – azot całkowity.
- Tabela 62. Wyniki testów istotności różnic między SPO MI pod względem wielkości opadu na otwartej przestrzeni i depozycji głównych składników. Czcionką pogrubioną zaznaczono wartości prawdopodobieństwa testowego p mniejsze od poziomu istotności $\alpha=0,05$.
- Tabela 63. Istotność różnic ($p \leq 0,05$) stężeń gazowych zanieczyszczeń powietrza między powierzchniami SPO MI. Wyniki testu ANOVA Kruskala-Wallis.
- Tabela 64. Wyniki testu Manna Whitneya dla średniego stężenia SO₂ i NO₂ w miesiącach okresu letniego (N=6) i zimowego (N=6). Kursywą zaznaczono istotne różnice między medianą okresu letniego i zimowego.
- Tabela 65. Depozyt [kg ha⁻¹] wniesiony z opadami w drzewostanach na SPO MI w 2016 roku (bez RWO). RWO - rozpuszczony węgiel organiczny, N_{tot} – azot całkowity, PK – depozyt podkoronowy, PP- depozyt wniesiony ze spływem po pniu.
- Tabela 66. Wyniki testów istotności różnic między SPO MI pod względem wielkości opadu podkoronowego i depozycji głównych składników. Czcionką pogrubioną zaznaczono wartości prawdopodobieństwa testowego p mniejsze od poziomu istotności $\alpha=0,05$
- Tabela 67. Empiryczne ładunki krytyczne N i objawy towarzyszące ich przekroczeniu dla poszczególnych elementów ekosystemów leśnych (wg Bobbink i Hettelingh, 2011).
- Tabela 68. Charakterystyka nasion sosny zwyczajnej zebranych jesienią 2016 r. z powierzchni monitoringu obradzania
- Tabela 69. Charakterystyka nasion sosny zwyczajnej zebranych jesienią 2016 r. z powierzchni monitoringu obradzania, których zdolność kiełkowania przed lub po teście postarzania była na poziomie II, III lub poniżej III klasy jakości.
- Tabela 70. Statystyka pożarów lasu w Polsce w latach 2001-2016

21. SPIS RYSUNKÓW

- Rysunek 1. Rozmieszczenie stałych powierzchni obserwacyjnych I i II rzędu w RDLP
- Rysunek 2. Rozmieszczenie stałych powierzchni obserwacyjnych I i II rzędu w krainach przyrodniczo-leśnych
- Rysunek 3. Udział drzew monitorowanych gatunków w 10% przedziałach defoliacji w 2016 r. Wiek powyżej 20 lat. Wszystkie formy własności.
- Rysunek 4. Udział drzew monitorowanych gatunków w 10% przedziałach defoliacji w 2016 r. Wiek do 60 lat. Wszystkie formy własności.
- Rysunek 5. Udział drzew monitorowanych gatunków w 10% przedziałach defoliacji w 2016 r. Wiek powyżej 60 lat. Wszystkie formy własności.
- Rysunek 6. Udział drzew monitorowanych gatunków w klasach defoliacji w 2016 r. Wiek powyżej 20 lat. Wszystkie formy własności.
- Rysunek 7. Udział drzew monitorowanych gatunków w klasach defoliacji w 2016 r. Wiek od 21 do 60 lat. Wszystkie formy własności.

- Rysunek 8. Udział drzew monitorowanych gatunków w klasach defoliacji w 2016 r. Wiek powyżej 60 lat. Wszystkie formy własności.
- Rysunek 9. Udział drzew monitorowanych gatunków w klasach defoliacji w 2016 r. Wiek powyżej 20 lat. Lasy w zarządzie Lasów Państwowych.
- Rysunek 10. Udział drzew monitorowanych gatunków w klasach defoliacji w 2016 r. Wiek od 21 do 60 lat. Lasy w zarządzie Lasów Państwowych.
- Rysunek 11. Udział drzew monitorowanych gatunków w klasach defoliacji w 2016 r. Wiek powyżej 60 lat. Lasy w zarządzie Lasów Państwowych.
- Rysunek 12. Udział drzew monitorowanych gatunków w klasach defoliacji w 2016 r. Wiek powyżej 20 lat. Lasy - własność osób fizycznych. (Inne iglaste – wyniki z 21 drzew)
- Rysunek 13. Udział drzew monitorowanych gatunków w klasach defoliacji w 2016 r. Wiek od 21 do 60 lat. Lasy - własność osób fizycznych. (Inne iglaste – wyniki z 16 drzew)
- Rysunek 14. Udział drzew monitorowanych gatunków w klasach defoliacji w 2016 r. Wiek powyżej 60 lat. Lasy - własność osób fizycznych. (Inne iglaste – wyniki z 5 drzew)
- Rysunek 15. Udział drzew monitorowanych gatunków iglastych w klasach defoliacji w latach 2012-2016. Wiek powyżej 20 lat. Wszystkie formy własności.
- Rysunek 16. Udział drzew monitorowanych gatunków liściastych w klasach defoliacji w latach 2012-2016. Wiek powyżej 20 lat. Wszystkie formy własności.
- Rysunek 17. Udział drzew monitorowanych gatunków razem w klasach defoliacji w latach 2012-2016. Wiek powyżej 20 lat. Wszystkie formy własności.
- Rysunek 18. Porównanie wartości średniej defoliacji pomiędzy gatunkami drzew w kraju (po odrzuceniu wartości odstających – defoliacja powyżej 40%) wraz z „wąsami błędów standardowych” – 2016 r.
- Rysunek 19. Średnie wartości defoliacji wg gatunków w układzie form własności (po odrzuceniu wartości odstających – defoliacja powyżej 40%) wraz z „wąsami błędów standardowych” – 2016 r.
- Rysunek 20. Średnie wartości defoliacji wg gatunków w krainach przyrodniczo-leśnych (po odrzuceniu wartości odstających – defoliacja powyżej 40%) wraz z „wąsami błędów standardowych” – 2016 r.
- Rysunek 21. Średnie wartości defoliacji gatunków iglastych w regionalnych dyrekcjach Lasów Państwowych (po odrzuceniu wartości odstających – defoliacja powyżej 40%) wraz z „wąsami błędów standardowych” – 2016 r.
- Rysunek 22. Średnie wartości defoliacji gatunków liściastych w regionalnych dyrekcjach Lasów Państwowych (po odrzuceniu wartości odstających – defoliacja powyżej 40%) wraz z „wąsami błędów standardowych” – 2016 r.
- Rysunek 23. Udział drzew monitorowanych gatunków łącznie w klasach defoliacji w układzie krain przyrodniczo-leśnych i form własności lasów - słupki od lewej: lasy państwowe, lasy prywatne, parki narodowe, inne własności razem – 2016 r. (Kraina Sudecka, parki narodowe – wyniki z 20 drzew)
- Rysunek 24. Udział drzew monitorowanych gatunków łącznie w klasach defoliacji w układzie krain przyrodniczo-leśnych w 2016 r.
- Rysunek 25. Udział drzew monitorowanych gatunków łącznie w klasach defoliacji w układzie regionalnych dyrekcji Lasów Państwowych (las w zarządzie LP) w 2016 r.
- Rysunek 26. Udział drzew monitorowanych gatunków łącznie w klasach defoliacji w układzie województw w 2016 r.
- Rysunek 27. Udział drzew monitorowanych gatunków łącznie w klasach defoliacji w układzie parków narodowych w 2016 r.

- Rysunek 28. Udział drzew (gatunki razem) w klasach defoliacji 2-4 w latach 2012-2016. RDLP, w których średnia wartość tego udziału w 5-leciu była niższa od 15%. Wiek drzew powyżej 20 lat. Lasy w zarządzie Lasów Państwowych.
- Rysunek 29. Udział drzew (gatunki razem) w klasach defoliacji 2-4 w latach 2012-2016. RDLP, w których średnia wartość tego udziału w 5-leciu przekroczyła 22%. Wiek drzew powyżej 20 lat. Lasy w zarządzie Lasów Państwowych.
- Rysunek 30. Udział drzew (gatunki razem) w klasach defoliacji 2-4 w latach 2012-2016. RDLP, w których średnia wartość tego udziału w 5-leciu zawierała się w przedziale 15-22%. Wiek drzew powyżej 20 lat. Lasy w zarządzie Lasów Państwowych.
- Rysunek 31. Udział drzew monitorowanych gatunków razem w klasach defoliacji 2-4 w krainach przyrodniczo-leśnych w latach 2012-2016. Wiek powyżej 20 lat. Wszystkie formy własności.
- Rysunek 32. Poziom uszkodzenia lasów w 2016 roku na podstawie oceny defoliacji na Stałych Powierzchniach Obserwacyjnych z wyróżnieniem 3 klas defoliacji
- Rysunek 33. Poziom uszkodzenia lasów w 2016 roku na podstawie oceny defoliacji na Stałych Powierzchniach Obserwacyjnych z wyróżnieniem 5% przedziałów defoliacji
- Rysunek 34. Różnica w poziomie uszkodzenia lasów pomiędzy latami 2015 i 2016 na podstawie zmiany defoliacji na Stałych Powierzchniach Obserwacyjnych
- Rysunek 35. Wykresy regresji liniowej dla wpływu czasu na poziom defoliacji gatunków drzew razem oraz osobno w latach 2007-2016 (oś x – rok obserwacji, oś y – średnia defoliacja [%]).
- Rysunek 36. Wykres regresji liniowej dla wpływu czasu na poziom defoliacji sosny w krainach przyrodniczo-leśnych licznie reprezentowanych przez ten gatunek w latach 2007-2016.
- Rysunek 37. Wykres regresji liniowej dla wpływu czasu na poziom defoliacji świerka w krainach przyrodniczo-leśnych licznie reprezentowanych przez ten gatunek w latach 2007-2016.
- Rysunek 38. Wykres regresji liniowej dla wpływu czasu na poziom defoliacji jodły w Krainie Karpackiej, najliczniej reprezentowanej przez ten gatunek w latach 2007-2016.
- Rysunek 39. Wykres regresji liniowej dla wpływu czasu na poziom defoliacji buka w krainach przyrodniczo-leśnych licznie reprezentowanych przez ten gatunek w latach 2007-2016.
- Rysunek 40. Wykres regresji liniowej dla wpływu czasu na poziom defoliacji dębu w krainach przyrodniczo-leśnych licznie reprezentowanych przez ten gatunek w latach 2007-2016.
- Rysunek 41. Wykres regresji liniowej dla wpływu czasu na poziom defoliacji brzozy w krainach przyrodniczo-leśnych licznie reprezentowanych przez ten gatunek w latach 2007-2016.
- Rysunek 42. Wykres regresji liniowej dla wpływu czasu na poziom defoliacji olszy w krainach przyrodniczo-leśnych licznie reprezentowanych przez ten gatunek w latach 2007-2016.
- Rysunek 43. Procentowy udział uszkodzeń drzew spowodowanych przez grupy owadów
- Rysunek 44. Procentowy udział uszkodzeń drzew spowodowanych przez kategorie grupy „konkurencja i inne czynniki”
- Rysunek 45. Uszkodzenie drzewostanów (gatunki razem, iglaste i liściaste) oraz suma opadów [% normy] od 1 marca do 31 lipca w latach 2012-2016 w krainach

- Rysunek 46. Średnie temperatury powietrza oraz sumy miesięczne opadów od marca do września w latach 2012-2016 w Krainie (I) Bałtyckiej
- Rysunek 47. Średnie temperatury powietrza oraz sumy miesięczne opadów od marca do września w latach 2012-2016 w Krainie (II) Mazursko-Podlaskiej
- Rysunek 48. Średnie temperatury powietrza oraz sumy miesięczne opadów od marca do września w latach 2012-2016 w Krainie (III) Wielkopolsko-Pomorskiej
- Rysunek 49. Średnie temperatury powietrza oraz sumy miesięczne opadów od marca do września w latach 2012-2016 w Krainie (IV) Mazowiecko-Podlaskiej
- Rysunek 50. Średnie temperatury powietrza oraz sumy miesięczne opadów od marca do września w latach 2012-2016 w Krainie (V) Śląskiej
- Rysunek 51. Średnie temperatury powietrza oraz sumy miesięczne opadów od marca do września w latach 2012-2016 w Krainie (VI) Małopolskiej
- Rysunek 52. Średnie temperatury powietrza oraz sumy miesięczne opadów od marca do września w latach 2012-2016 w Krainie (VII) Sudeckiej
- Rysunek 53. Średnie temperatury powietrza oraz sumy miesięczne opadów od marca do września w latach 2012-2016 w Krainie (VIII) Karpackiej
- Rysunek 54. Klimatyczny bilans wodny (P-ETP) w latach 2015 i 2016 w ujęciu lat kalendarzowych i w miesiącach półrocza ciepłego (IV-IX)
- Rysunek 55. Liczba dni suszy w lasach Polski, w roku kalendarzowym i do końca lipca w 2015 roku [Boczoń i in. 2016] i 2016 roku.
- Rysunek 56. Różnica defoliacji w latach 2016 i 2014 drzew liściastych i iglastych na powierzchniach klas klimatycznego bilansu wodnego (P-ETP) w latach 2015 w ujęciu lat kalendarzowych i w miesiącach półrocza ciepłego (IV-IX)
- Rysunek 57. Różnica defoliacji w latach 2016 i 2014 drzew liściastych i iglastych na powierzchniach klas liczby dni suszy w lasach Polski w roku kalendarzowym i do końca lipca w 2015 roku.
- Rysunek 58. Różnica w defoliacji między latami 2016 i 2014 dla poszczególnych grup drzew w warunkach panujących w 2015 r.
- Rysunek 59. Procent liczby drzew o różnicy defoliacji większej lub równej 10% między latami 2016 i 2014 dla poszczególnych grup drzew w warunkach panujących w 2015 roku.
- Rysunek 60. Rozmieszczenie SPO I i II rzędu oraz powierzchni Monitoringu Intensywnego na obszarach Natura 2000 (stan na koniec 2016 r.)
- Rysunek 61. Poziom uszkodzenia lasów na obszarach Natura 2000 na podstawie oceny defoliacji na stałych powierzchniach obserwacyjnych (stan na 2016 rok)
- Rysunek 62. Różnica w poziomie uszkodzenia lasów na obszarach Natura 2000 pomiędzy latami 2016 i 2015 na podstawie zmiany defoliacji na stałych powierzchniach obserwacyjnych
- Rysunek 63. Średnie dobowe i ekstremalne temperatury powietrza (na wys. 2 m nad ziemią) oraz dobowe sumy opadów atmosferycznych mierzone na stacjach meteorologicznych monitoringu lasu w 2016 r.
- Rysunek 64. Wilgotność względna powietrza na wysokości 2 m nad ziemią oraz całkowite promieniowanie padające, mierzone na stacjach meteorologicznych monitoringu lasu w 2016 r.
- Rysunek 65. Prędkość średnia dobową i maksymalną oraz kierunek wiatru mierzone na stacjach meteorologicznych monitoringu lasu w 2016 r.
- Rysunek 66. Róża wiatrów mierzonych na automatycznych stacjach meteorologicznych MI w roku 2016.

- Rysunek 67. Przewodność [$\mu\text{S cm}^{-1}$] i stężenie składników: Cl^- , S-SO_4^{2-} , N-NO_3^- , N-NH_4^+ , Ca , Mg , Na , K , Fe , Al , Mn , rozpuszczonego węgla organicznego RWO i azotu całkowitego N_{tot} [mg dm^{-3}] w opadach na otwartej przestrzeni na SPO MI w 2016 roku.
- Rysunek 68. Suma opadu bezpośredniego [mm] (prawa oś) oraz udział depozytu w sezonie letnim (V-X) i zimowym (I-IV, XI-XII) na SPO MI w 2016 roku.
- Rysunek 69. pH opadów na otwartej przestrzeni na SPO MI w 2016 roku.
- Rysunek 70. Histogram pH opadów na otwartej przestrzeni na SPO MI w sezonie letnim (maj-październik) i zimowym (styczeń-kwiecień, listopad-grudzień) w 2016 roku.
- Rysunek 71. Średnie pH roczne, sezonu letniego (V-X) i zimowego (I-IV i XI-XII) na SPO MI w 2016 roku w opadach na otwartej przestrzeni.
- Rysunek 72. Histogram ANC [$\mu\text{eq dm}^{-3}$] w opadach na otwartej przestrzeni w sezonie letnim (maj-październik) i zimowym (styczeń-kwiecień, listopad-grudzień) w 2016 roku.
- Rysunek 73. Pojemność zobojętniania kwasów (ANC) [$\mu\text{eq dm}^{-3}$] w opadach na otwartej przestrzeni na SPO MI średnio od stycznia do grudnia, średnio w okresie zimowym (miesiące I-IV i XI-XII) i letnim (V-X) w 2016 roku.
- Rysunek 74. Ładunek jonów [kmolc ha^{-1}] oraz stosunek depozytu jonów kwasotwórczych do zasadowych w opadach na otwartej przestrzeni na SPO MI w 2016 roku.
- Rysunek 75. Stężenie dwutlenku siarki w powietrzu na SPO MI. Słupki błędów przedstawiają minima i maksima wartości stężenia z poszczególnych miesięcy roku 2016.
- Rysunek 76. Mediana, zakres kwantylowy oraz rozstęp stężenia SO_2 na SPO MI dla poszczególnych miesięcy 2016 roku.
- Rysunek 77. Roczny przebieg stężenia SO_2 w powietrzu na SPO MI w 2016 r.
- Rysunek 78. Stężenie dwutlenku azotu w powietrzu na SPO MI. Słupki błędów przedstawiają minima i maksima wartości stężenia z poszczególnych miesięcy 2016 roku.
- Rysunek 79. Mediana, zakres kwantylowy oraz rozstęp stężenia NO_2 na SPO MI w poszczególnych miesiącach 2016 roku.
- Rysunek 80. Roczny przebieg stężenia NO_2 w powietrzu na powierzchniach SPO MI w 2016 r.
- Rysunek 81. Szacunkowy roczny depozyt azotu w formie NO_2 i siarki w formie SO_2 na SPO MI w 2016 roku.
- Rysunek 82. Schemat koncepcyjny badań depozytu i przepływu składników w środowisku leśnym na SPO MI.
- Rysunek 83. Przewodność [$\mu\text{S cm}^{-1}$] i stężenie głównych składników [mg dm^{-3}] w opadach podkoronowych na SPO MI w 2016 roku. RWO - rozpuszczony węgiel organiczny, N_{tot} - azot całkowity.
- Rysunek 84. Histogram pH opadów podkoronowych na SPO MI w okresie letnim oraz zimowym 2016 roku.
- Rysunek 85. pH opadów podkoronowych na SPO MI w 2016 roku.
- Rysunek 86. Histogram pojemności zobojętniania kwasów ANC [$\mu\text{eq dm}^{-3}$] w opadach podkoronowych na SPO MI w sezonie zimowym oraz letnim 2016 roku.
- Rysunek 87. Pojemność zobojętniania kwasów (ANC) [$\mu\text{eq dm}^{-3}$] w opadach podkoronowych na SPO MI w 2016 roku. Średnie dla okresu zimowego (miesiące I-IV, XI i XII) i letniego (V-X).
- Rysunek 88. Średnia roczna pojemność zobojętniania kwasów (ANC [$\mu\text{eq dm}^{-3}$]) w opadach na otwartej przestrzeni (OP) i podkoronowych (PK) na SPO MI w 2016 roku.

- Rysunek 89. Ładunek jonów [kmolc ha⁻¹] oraz stosunek depozytu jonów kwasotwórczych do zasadowych w opadach podkoronowych na SPO MI w 2016 roku.
- Rysunek 90. Przepływ jonów z opadami atmosferycznymi i podkoronowymi (i po pniu w drzewostanie bukowym) w molc ha⁻¹ w 2016 roku na wybranych SPO MI: w drzewostanie bukowym w Nadleśnictwie Bircza, dębowym w Nadleśnictwie Łąck, sosnowym w Nadleśnictwie Chojnów i świerkowym w Nadleśnictwie Suwałki.
- Rysunek 91. Stężenie głównych składników w mg dm⁻³ oraz pH w wodach spływających po pniach drzew w 2016 roku. Poziomą linią zaznaczono medianę, wąsami - zakres wartości miesięcznych oraz ramką - zakres kwartyłowy.
- Rysunek 92. Stosunek molowy kationów zasadowych do glinu (BC/Al) w roztworach glebowych na SPO MI w 2016 r. Poziomymi kreskami zaznaczono średnią roczną wartość pH na głębokości 25 cm (kolor niebieski) i 50 cm (kolor czerwony).
- Rysunek 93. Suma stężeń jonów [μmolc dm⁻³] w roztworach glebowych na głębokości 25 cm i 50 cm (oznaczenie z lewej strony pionowej osi wykresu) na SPO MI w 2016 roku.
- Rysunek 94. Stężenia azotanów (V) w roztworach glebowych na głębokości 25 cm i 50 cm na SPO MI w 2016 roku.
- Rysunek 95. Stężenia jonów amonowych [mg N dm⁻³] w roztworach glebowych na głębokości 25 cm i 50 cm na SPO MI w 2016 roku.
- Rysunek 96. Przewidywany urodzaj sosny w sezonie 2016/2017 na podstawie danych przesłanych przez nadleśnictwa w okresie od 1 lipca do 19 sierpnia.
- Rysunek 97. Wydajność nasion z szyszek sosny zwyczajnej oraz masa 1000 szt. na powierzchniach wytypowanych do monitoringu obradzania jesienią 2016 r.
- Rysunek 98. Zdolność kiełkowania nasion świeżo pozyskanych jesienią 2016 r. wytypowanych do monitoringu obradzania oraz wpływ na nią testu postarzania.
- Rysunek 99. Liczba pożarów lasu i powierzchnia spalona w poszczególnych województwach w 2016 r.
- Rysunek 100. Liczba pożarów lasu i powierzchnia spalona w poszczególnych województwach w 2015 r.
- Rysunek 101. Ogólna liczba pożarów lasu i powierzchnia spalona w Polsce w latach 1990-2016

Tabele 1-51 oraz 54 – 57 zawierają dane dotyczące SPO I rzędu

Tabela 1. Liczba SPO I rzędu wg form własności (RDLP i Parki Narodowe) - 2016 rok

RDLP	W zarządzie Lasów Państwowych	Osób fizycznych	W granicach Parków Narodowych	Inne skarbu Państwa (a)	Gminne (b)	Wspólnot gruntowych (c)	Spółdzielni Prod. i Kółek Rolniczych (d)	Inne (e)	Lasy Agencji Rolnej Skarbu Państwa (f)	Inne f. własności razem (a-f)	Formy własności razem
Białystok	119	58	0	0	0	0	0	0	1	1	178
Katowice	91	37	0	2	5	3	0	1	0	11	139
Kraków	40	50	0	2	2	0	0	0	0	4	94
Krosno	72	23	0	2	4	0	0	0	0	6	101
Lublin	75	68	0	1	0	0	0	0	0	1	144
Łódź	60	52	0	1	1	0	0	0	0	2	114
Olsztyn	124	49	0	0	1	0	0	0	0	1	174
Piła	60	3	0	0	0	0	1	0	0	1	64
Poznań	88	19	0	3	3	0	1	0	0	7	114
Szczecin	128	5	0	1	2	0	0	0	0	3	136
Szczecinek	117	8	0	0	0	0	0	0	1	1	126
Toruń	92	15	0	0	1	0	0	0	0	1	108
Wrocław	99	6	0	3	4	0	0	0	1	8	113
Zielona Góra	88	0	0	1	0	0	0	0	0	1	89
Gdańsk	64	10	0	2	1	0	0	0	0	3	77
Radom	55	40	0	0	1	4	0	0	0	5	100
Warszawa	32	62	0	2	0	1	0	0	0	3	97
Parki Narodowe	0	0	33	0	0	0	0	0	0	0	33
Razem	1404	505	33	20	25	8	2	1	3	59	2001

Tabela 2. Liczba SPO I rzędu wg form własności w układzie krain - 2016 rok

Kraina przyrodniczo- leśna	W zarządzie Lasów Państwowych	Osób fizycznych	W granicach Parków Narodowych	Inne skarbu Państwa (a)	Gminne (b)	Wspólnot gruntowych (c)	Spółdzielni Prod. i Kółek Rolniczych (d)	Inne (e)	Lasy Agencji Rolnej Skarbu Państwa (f)	Inne f. własności razem (a-f)	Formy własności razem
Bałtycka	291	20	3	3	3	0	0	0	0	6	320
Mazursko-Podlaska	163	44	7	0	1	0	0	0	1	2	216
Wielkopolsko-Pomorska	348	48	2	3	3	0	2	0	1	9	407
Mazowiecko-Podlaska	146	162	5	3	1	1	0	0	0	5	318
Śląska	149	11	0	2	4	0	0	1	1	8	168
Małopolska	185	147	3	5	6	7	0	0	0	18	353
Sudecka	34	4	1	1	3	0	0	0	0	4	43
Karpacka	88	69	12	3	4	0	0	0	0	7	176
Razem	1404	505	33	20	25	8	2	1	3	59	2001

Tabela 3. Liczba SPO I rzędu wg form własności w układzie województw – 2016 rok

Województwo	W zarządzie Lasów Państwowych	Osób fizycznych	W granicach Parków Narodowych	Inne skarbu Państwa (a)	Gminne (b)	Wspólnot gruntowych (c)	Spółdzielni Prod. i Kółek Rolniczych (d)	Inne (e)	Lasy Agencji Rolnej Skarbu Państwa (f)	Inne f. własności razem (a-f)	Formy własności razem
Dolnośląskie	103	6	1	3	4	0	0	0	1	8	118
Kujawsko-Pomorskie	81	16	0	0	1	0	0	0	0	1	98
Lubelskie	67	61	2	1	0	0	0	0	0	1	131
Lubuskie	136	0	1	2	0	0	0	0	0	2	139
Łódzkie	49	46	0	1	2	0	0	0	0	3	98
Małopolskie	49	56	6	2	2	0	0	0	0	4	115
Mazowieckie	80	118	4	2	0	1	0	0	0	3	205
Opolskie	32	4	0	0	2	0	0	1	0	3	39
Podkarpackie	85	34	7	2	4	0	0	0	0	6	132
Podlaskie	81	55	7	0	0	0	0	0	1	1	144
Pomorskie	119	17	0	2	0	0	0	0	0	2	138
Śląskie	46	19	0	2	3	2	0	0	0	7	72
Świętokrzyskie	38	21	1	0	1	5	0	0	0	6	66
Warmińsko-Mazurskie	145	24	0	0	2	0	0	0	0	2	171
Wielkopolskie	133	25	2	3	2	0	2	0	0	7	167
Zachodniopomorskie	160	3	2	0	2	0	0	0	1	3	168
Razem	1404	505	33	20	25	8	2	1	3	59	2001

Tabela 4. Liczba SPO I rzędu wg form własności w układzie gatunków drzew panujących w drzewostanie - 2016 rok

Gatunek drzewa	W zarządzie Lasów Państwowych	Osób fizycznych	W granicach Parków Narodowych	Inne skarbu Państwa (a)	Gminne (b)	Wspólnot gruntowych (c)	Spółdzielni Prod. i Kółek Rolniczych (d)	Inne (e)	Lasy Agencji Rolnej Skarbu Państwa (f)	Inne f. własności razem (a-f)	Formy własności razem
Sosna	891	292	11	10	11	6	0	1	2	30	1224
Świerk	59	17	5	0	3	0	0	0	0	3	84
Jodła	31	12	3	0	1	0	0	0	0	1	47
Inne iglaste	14	1	1	2	0	0	0	0	0	2	18
Buk	59	8	5	0	1	0	0	0	1	2	74
Dąb	107	21	0	4	3	0	0	0	0	7	135
Brzoza	112	58	4	1	5	0	0	0	0	6	180
Olsza	77	51	3	0	1	1	1	0	0	3	134
Inne liściaste	54	45	1	3	0	1	1	0	0	5	105
Razem	1404	505	33	20	25	8	2	1	3	59	2001

Tabela 5. Liczba SPO I i II rzędu w lasach będących w zarządzie LP, zestawienie wg gatunków w układzie RDLP – 2016 rok

Rząd powierzchni.	Regionalna Dyrekcja Lasów Państwowych	Sosna	Świerk	Jodła	Inne iglaste	Iglaste razem	Buk	Dąb	Brzoza	Olsza	Inne liściaste	Liściaste razem	Gatunki razem
I	Białystok	70	14	0	0	84	0	4	15	11	5	35	119
	Katowice	52	4	1	3	60	8	11	6	2	4	31	91
	Kraków	9	1	9	2	21	9	5	1	1	3	19	40
	Krosno	25	4	14	2	45	10	1	2	6	8	27	72
	Lublin	50	0	1	0	51	0	13	9	1	1	24	75
	Łódź	49	0	0	1	50	1	3	5	0	1	10	60
	Olsztyn	72	4	0	0	76	5	11	12	17	3	48	124
	Piła	53	0	0	0	53	0	1	4	2	0	7	60
	Poznań	61	0	0	0	61	0	11	10	4	2	27	88
	Szczecin	85	2	0	2	89	6	11	9	7	6	39	128
	Szczecinek	72	7	0	0	79	12	3	13	9	1	38	117
	Toruń	80	0	0	1	81	1	5	4	1	0	11	92
	Wrocław	34	20	0	0	54	1	19	5	5	15	45	99
	Zielona Góra	72	0	0	0	72	2	5	4	2	3	16	88
	Gdańsk	46	2	0	3	51	3	0	6	4	0	13	64
	Radom	38	1	6	0	45	1	3	3	2	1	10	55
	Warszawa	23	0	0	0	23	0	1	4	3	1	9	32
Razem		891	59	31	14	995	59	107	112	77	54	409	1404
II	Białystok	11	2	0	0	0	0	1	0	0	0	0	14
	Katowice	13	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	16
	Kraków	3	2	0	0	0	1	1	0	0	0	0	7
	Krosno	5	1	0	0	0	2	1	0	0	0	0	9
	Lublin	12	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	14
	Łódź	2	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	4
	Olsztyn	6	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	8
	Piła	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
	Poznań	7	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	8
	Szczecin	8	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	11
	Szczecinek	5	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	6
	Toruń	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6
	Wrocław	3	7	0	0	0	1	2	0	0	0	0	13
	Zielona Góra	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2
	Gdańsk	5	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	7
	Radom	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7
	Warszawa	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
Razem		100	13	0	0	0	11	14	0	0	0	0	138

Tabela 6. Liczba SPO I i II rzędu w lasach wszystkich form własności, zestawienie według gatunków w układzie województw - 2016 rok

Rząd powierzchni	Województwo	Sosna	Świerk	Jodła	Inne iglaste	Iglaste razem	Buk	Dąb	Brzoza	Olsza	Inne liściaste	Liściaste razem	Gatunki razem
I	Dolnośląskie	40	23	0	1	64	1	21	6	5	21	54	118
	Kujawsko-Pomorskie	80	0	0	2	82	1	6	6	1	2	16	98
	Lubelskie	78	0	0	0	78	2	20	16	9	6	53	131
	Lubuskie	112	1	0	1	114	3	8	6	3	5	25	139
	Łódzkie	82	0	0	1	83	1	4	8	1	1	15	98
	Małopolskie	22	17	20	2	61	15	10	7	3	19	54	115
	Mazowieckie	150	0	2	0	152	0	9	25	14	5	53	205
	Opolskie	21	0	0	1	22	1	7	4	2	3	17	39
	Podkarpackie	54	4	17	3	78	17	2	5	12	18	54	132
	Podlaskie	83	10	0	0	93	0	4	21	23	3	51	144
	Pomorskie	103	5	0	3	111	6	1	12	8	0	27	138
	Śląskie	45	7	2	2	56	5	4	6	1	0	16	72
	Świętokrzyskie	44	2	6	0	52	2	3	5	2	2	14	66
	Warmińsko-Mazurskie	89	10	0	0	99	5	11	20	25	11	72	171
	Wielkopolskie	126	0	0	0	126	0	13	14	11	3	41	167
	Zachodniopomorskie	95	5	0	2	102	15	12	19	14	6	66	168
Razem		1224	84	47	18	1373	74	135	180	134	105	628	2001
II	Dolnośląskie	3	7	0	0	0	1	2	0	0	0	0	13
	Kujawsko-Pomorskie	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
	Lubelskie	11	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	12
	Lubuskie	6	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	9
	Łódzkie	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2
	Małopolskie	5	2	0	0	0	1	1	0	0	0	0	9
	Mazowieckie	9	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	11
	Opolskie	5	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	7
	Podkarpackie	6	1	0	0	0	2	1	0	0	0	0	10
	Podlaskie	9	2	0	0	0	0	1	0	0	0	0	12
	Pomorskie	8	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	10
	Śląskie	6	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	7
	Świętokrzyskie	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
	Warmińsko-Mazurskie	7	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	9
	Wielkopolskie	9	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	10
	Zachodniopomorskie	6	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	8
Razem		100	13	0	0	0	11	14	0	0	0	0	138

Tabela 7. Liczba SPO I rzędu i II rzędu w lasach wszystkich form własności, zestawienie według gatunków w układzie krain - 2016 rok

Rząd powierzchni	Kraina przyrodniczo-leśna	Sosna	Świerk	Jodla	Inne iglaste	Iglaste razem	Buk	Dąb	Brzoza	Olsza	Inne liściaste	Liściaste razem	Gatunki razem
I	Bałtycka	187	11	0	6	204	23	23	34	28	8	116	320
	Mazursko-Podlaska	120	17	0	0	137	1	6	27	34	11	79	216
	Wielkopolsko-Pomorska	334	2	0	2	338	5	17	21	14	12	69	407
	Mazowiecko-Podlaska	212	1	0	0	213	0	20	50	30	5	105	318
	Śląska	96	3	0	4	103	4	25	16	6	14	65	168
	Małopolska	248	3	9	1	261	8	32	24	12	16	92	353
	Sudecka	1	20	0	0	21	1	7	4	1	9	22	43
	Karpacka	26	27	38	5	96	32	5	4	9	30	80	176
Razem		1224	84	47	18	1373	74	135	180	134	105	628	2001
II	Bałtycka	16	1	0	0	0	3	2	0	0	0	0	22
	Mazursko-Podlaska	10	2	0	0	0	0	2	0	0	0	0	14
	Wielkopolsko-Pomorska	22	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	25
	Mazowiecko-Podlaska	13	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	15
	Śląska	10	1	0	0	0	2	2	0	0	0	0	15
	Małopolska	24	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	27
	Sudecka	0	6	0	0	0	1	1	0	0	0	0	8
	Karpacka	5	3	0	0	0	3	1	0	0	0	0	12
Razem		100	13	0	0	0	11	14	0	0	0	0	138

Tabela 8. Liczba SPO I rzędu w parkach narodowych, zestawienie wg gatunków - 2016 rok

Park Narodowy	Sosna	Świerk	Jodla	Inne iglaste	Iglaste razem	Buk	Dąb	Brzoza	Olsza	Inne liściaste	Liściaste razem	Gatunki razem
Babiogórski	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
Białowiecki	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1
Biebrzański	1	1	0	0	2	0	0	3	0	0	3	5
Bieszczadzki	0	0	1	0	1	3	0	0	0	1	4	5
Drawieński	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
Gorczański	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1
Gór Stołowych	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
Kampinoski	3	0	0	0	3	0	0	1	0	0	1	4
Magurski	0	0	1	1	2	0	0	0	0	0	0	2
Ojcowski	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
Poleski	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1
Roztoczański	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
Świętokrzyski	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1
Tatrzański	0	2	1	0	3	0	0	0	0	0	0	3
Wielkopolski	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	2
Wigierski	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
Woliński	2	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	2
Razem	11	5	3	1	20	5	0	4	3	1	13	33

Tabela 9. Udział procentowy drzew (3 grupy wiekowe) w klasach defoliacji wg gatunków na SPO I rzędu - wszystkie formy własności - 2016 rok

Klasyfikacja			Gatunki											
Wiek drzew	Klasy defoliacji	Procent defoliacji	Sosna	Świerk	Jodła	Inne iglaste	Iglaste razem	Buk	Dąb	Brzoza	Olsza	Inne liściaste	Liściaste razem	Gatunki razem
Powżej 20 lat	0 - bez defoliacji	0 - 10%	6,0	9,2	16,3	9,0	6,7	24,3	3,4	6,3	13,0	18,7	11,2	8,3
	1 - lekka defoliacja	11 - 25%	77,6	65,0	66,1	76,4	76,3	66,9	63,4	63,0	73,4	59,7	64,8	72,2
	2 - średnia defoliacja	26 - 60%	15,3	23,5	16,4	14,2	15,9	8,3	32,2	28,5	11,6	18,9	22,1	18,1
	3 - duża defoliacja	> 60%	0,8	1,2	0,9	0,4	0,8	0,4	0,8	1,6	1,6	2,0	1,4	1,0
	4 - drzewa martwe		0,3	1,0	0,2	0,0	0,3	0,1	0,2	0,6	0,5	0,8	0,5	0,4
	Klasy 1 – 3	> 10%	93,8	89,7	83,5	91,0	93,0	75,7	96,4	93,0	86,5	80,6	88,3	91,3
	Klasy 2 – 3	> 25%	16,1	24,7	17,3	14,6	16,8	8,7	33,0	30,1	13,1	20,9	23,5	19,2
	Klasy 2 – 4	> 25% i drz. martwe	16,4	25,7	17,5	14,6	17,1	8,8	33,2	30,7	13,6	21,7	24,0	19,5
	Klasy 3 – 4	> 60% i drz. martwe	1,1	2,2	1,1	0,4	1,2	0,5	1,0	2,2	2,0	2,7	1,8	1,4
	Liczba drzew próbnych		22358	1873	1010	499	25740	1652	3163	4252	2586	2627	14280	40020
Od 21 do 60 lat	0 - bez defoliacji	0 - 10%	5,8	10,1	19,6	13,1	6,5	26,8	5,8	7,5	16,2	19,5	12,5	8,8
	1 - lekka defoliacja	11 - 25%	76,9	66,7	64,9	75,7	75,9	66,1	70,5	66,4	69,3	63,0	66,9	72,5
	2 - średnia defoliacja	26 - 60%	15,9	20,5	13,4	11,2	16,1	5,9	23,1	24,1	11,8	15,5	18,8	17,1
	3 - duża defoliacja	> 60%	1,0	1,5	2,1	0,0	1,0	1,0	0,4	1,3	2,3	1,2	1,3	1,1
	4 - drzewa martwe		0,5	1,2	0,0	0,0	0,5	0,2	0,1	0,6	0,4	0,7	0,5	0,5
	Klasy 1 - 3	> 10%	93,8	88,7	80,4	86,9	93,0	73,0	94,1	91,8	83,4	79,7	87,0	90,7
	Klasy 2 - 3	> 25%	16,9	22,0	15,5	11,2	17,1	6,9	23,6	25,4	14,1	16,7	20,1	18,2
	Klasy 2 - 4	> 25% i drz. martwe	17,3	23,2	15,5	11,2	17,6	7,1	23,6	26,0	14,5	17,5	20,5	18,7
	Klasy 3 - 4	> 60% i drz. martwe	1,4	2,7	2,1	0,0	1,5	1,3	0,5	1,9	2,7	1,9	1,8	1,6
	Liczba drzew próbnych		9642	813	194	267	10916	478	1163	2531	1143	1357	6672	17588
Powżej 60 lat	0 - bez defoliacji	0 - 10%	6,1	8,6	15,6	4,3	6,8	23,3	2,0	4,6	10,5	17,7	10,1	7,9
	1 - lekka defoliacja	11 - 25%	78,2	63,8	66,4	77,2	76,5	67,3	59,3	57,9	76,6	56,1	62,9	71,9
	2 - średnia defoliacja	26 - 60%	14,8	25,8	17,2	17,7	15,8	9,3	37,5	34,8	11,4	22,5	25,1	18,9
	3 - duża defoliacja	> 60%	0,7	0,9	0,6	0,9	0,7	0,2	1,0	2,1	1,0	2,8	1,4	1,0
	4 - drzewa martwe		0,1	0,8	0,2	0,0	0,2	0,0	0,3	0,6	0,5	0,8	0,4	0,3
	Klasy 1 - 3	> 10%	93,8	90,6	84,2	95,7	93,0	76,7	97,8	94,8	89,0	81,5	89,5	91,8
	Klasy 2 - 3	> 25%	15,6	26,8	17,8	18,5	16,5	9,5	38,5	37,0	12,4	25,4	26,5	19,9
	Klasy 2 - 4	> 25% i drz. martwe	15,7	27,6	18,0	18,5	16,7	9,5	38,8	37,5	12,9	26,1	26,9	20,2
	Klasy 3 - 4	> 60% i drz. martwe	0,9	1,8	0,9	0,9	0,9	0,2	1,3	2,7	1,5	3,6	1,9	1,3
	Liczba drzew próbnych		12716	1060	816	232	14824	1174	2000	1721	1443	1270	7608	22432

Tabela 10. Udział procentowy drzew (3 grupy wiekowe) w klasach odbarwienia wg gatunków na SPO I rz. - wszystkie formy własności - 2016 rok

Klasyfikacja			Gatunki											
Wiek drzew	Klasy odbarwienia	Procent odbarwienia	Sosna	Świerk	Jodła	Inne iglaste	Iglaste razem	Buk	Dąb	Brzoza	Olsza	Inne liściaste	Liściaste razem	Gatunki razem
Powyżej 20 lat	0 - bez odbarwienia	0 - 10%	99,4	97,1	97,5	100,0	99,2	98,8	98,4	98,8	99,3	98,8	98,8	99,0
	1 - lekkie odbarwienie	11 - 25%	0,2	1,4	1,5	0,0	0,3	0,9	1,3	0,4	0,2	0,3	0,6	0,4
	2 - średnie odbarwienie	26 - 60%	0,0	0,4	0,7	0,0	0,1	0,2	0,2	0,1	0,0	0,1	0,1	0,1
	3 - duże odbarwienie	> 60%	0,1	0,2	0,1	0,0	0,1	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,1
	4 - drzewa martwe		0,3	1,0	0,2	0,0	0,3	0,1	0,2	0,6	0,5	0,8	0,5	0,4
	Klasy 1 - 3	> 10%	0,3	1,9	2,3	0,0	0,5	1,2	1,5	0,6	0,2	0,4	0,7	0,6
	Klasy 2 - 3	> 25%	0,1	0,5	0,8	0,0	0,2	0,2	0,2	0,2	0,0	0,1	0,1	0,2
	Klasy 2 - 4	> 25% i drz. martwe	0,4	1,5	1,0	0,0	0,5	0,3	0,4	0,8	0,5	0,8	0,6	0,5
	Klasy 3 - 4	> 60% i drz. martwe	0,4	1,2	0,3	0,0	0,4	0,1	0,2	0,7	0,5	0,8	0,5	0,4
	Liczba drzew próbnych		22358	1873	1010	499	25740	1652	3163	4252	2586	2627	14280	40020
Od 21 do 60 lat	0 - bez odbarwienia	0 - 10%	99,2	97,2	99,5	100,0	99,1	99,4	99,0	99,0	99,2	99,1	99,1	99,1
	1 - lekkie odbarwienie	11 - 25%	0,2	1,1	0,5	0,0	0,2	0,4	0,9	0,3	0,3	0,1	0,4	0,3
	2 - średnie odbarwienie	26 - 60%	0,1	0,1	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1
	3 - duże odbarwienie	> 60%	0,1	0,4	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1
	4 - drzewa martwe		0,5	1,2	0,0	0,0	0,5	0,2	0,1	0,6	0,4	0,7	0,5	0,5
	Klasy 1 - 3	> 10%	0,3	1,6	0,5	0,0	0,4	0,4	0,9	0,4	0,3	0,1	0,4	0,4
	Klasy 2 - 3	> 25%	0,2	0,5	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,1
	Klasy 2 - 4	> 25% i drz. martwe	0,6	1,7	0,0	0,0	0,7	0,2	0,1	0,7	0,4	0,7	0,5	0,6
	Klasy 3 - 4	> 60% i drz. martwe	0,6	1,6	0,0	0,0	0,6	0,2	0,1	0,7	0,4	0,7	0,5	0,6
	Liczba drzew próbnych		9642	813	194	267	10916	478	1163	2531	1143	1357	6672	17588
Powyżej 60 lat	0 - bez odbarwienia	0 - 10%	99,6	97,0	97,1	100,0	99,3	98,6	98,0	98,5	99,4	98,5	98,6	99,0
	1 - lekkie odbarwienie	11 - 25%	0,2	1,6	1,7	0,0	0,4	1,1	1,5	0,5	0,1	0,6	0,8	0,5
	2 - średnie odbarwienie	26 - 60%	0,0	0,6	0,9	0,0	0,1	0,3	0,3	0,2	0,0	0,2	0,2	0,1
	3 - duże odbarwienie	> 60%	0,1	0,0	0,1	0,0	0,1	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,1
	4 - drzewa martwe		0,1	0,8	0,2	0,0	0,2	0,0	0,3	0,6	0,5	0,8	0,4	0,3
	Klasy 1 - 3	> 10%	0,3	2,2	2,7	0,0	0,5	1,4	1,8	0,9	0,1	0,7	1,0	0,7
	Klasy 2 - 3	> 25%	0,1	0,6	1,0	0,0	0,2	0,3	0,3	0,3	0,0	0,2	0,2	0,2
	Klasy 2 - 4	> 25% i drz. martwe	0,3	1,4	1,2	0,0	0,4	0,3	0,6	0,9	0,5	0,9	0,7	0,5
	Klasy 3 - 4	> 60% i drz. martwe	0,2	0,8	0,4	0,0	0,3	0,0	0,3	0,8	0,5	0,8	0,5	0,3
	Liczba drzew próbnych		12716	1060	816	232	14824	1174	2000	1721	1443	1270	7608	22432

Tabela 11. Udział procentowy drzew (3 grupy wiekowe) w klasach uszkodzenia wg gatunków na SPO I rz. - wszystkie formy własności - 2016 rok

Klasyfikacja		Gatunki											
Wiek drzew	Klasy uszkodzenia	Sosna	Świerk	Jodła	Inne iglaste	Iglaste razem	Buk	Dąb	Brzoza	Olsza	Inne liściaste	Liściaste razem	Gatunki razem
Powżej 20 lat	0 - bez uszkodzeń	6,0	9,2	16,3	9,0	6,7	24,3	3,4	6,3	13,0	18,7	11,2	8,3
	1 - klasa ostrzegawcza	77,6	65,0	66,1	76,4	76,2	66,9	63,4	62,9	73,4	59,6	64,8	72,2
	2 - lekkie i średnie uszkodzenie	15,3	23,4	15,8	14,2	15,9	8,1	32,1	28,5	11,6	19,0	22,1	18,1
	3 - duże uszkodzenie	0,8	1,3	1,5	0,4	0,9	0,6	0,9	1,6	1,6	2,0	1,4	1,1
	4 - drzewa martwe	0,3	1,0	0,2	0,0	0,3	0,1	0,2	0,6	0,5	0,8	0,5	0,4
	Klasy 1 - 3	93,8	89,7	83,5	91,0	93,0	75,7	96,4	93,0	86,5	80,6	88,3	91,3
	Klasy 2 - 3	16,1	24,7	17,3	14,6	16,8	8,7	33,0	30,1	13,1	20,9	23,5	19,2
	Klasy 2 - 4	16,4	25,7	17,5	14,6	17,1	8,8	33,2	30,7	13,6	21,7	24,0	19,6
	Klasy 3 - 4	1,1	2,3	1,7	0,4	1,2	0,7	1,1	2,2	2,0	2,7	1,9	1,5
	Liczba drzew próbnych	22358	1873	1010	499	25740	1652	3163	4252	2586	2627	14280	40020
Od 21 do 60 lat	0 - bez uszkodzeń	5,8	10,1	19,6	13,1	6,5	26,8	5,8	7,5	16,2	19,5	12,5	8,8
	1 - klasa ostrzegawcza	76,9	66,7	64,9	75,7	75,9	66,1	70,5	66,4	69,3	63,0	66,9	72,5
	2 - lekkie i średnie uszkodzenie	15,9	20,5	13,4	11,2	16,1	5,9	23,1	24,2	11,8	15,5	18,8	17,1
	3 - duże uszkodzenie	1,0	1,5	2,1	0,0	1,0	1,0	0,4	1,3	2,3	1,2	1,3	1,1
	4 - drzewa martwe	0,5	1,2	0,0	0,0	0,5	0,2	0,1	0,6	0,4	0,7	0,5	0,5
	Klasy 1 - 3	93,8	88,7	80,4	86,9	93,0	73,0	94,1	91,8	83,4	79,7	87,0	90,7
	Klasy 2 - 3	16,9	22,0	15,5	11,2	17,1	6,9	23,6	25,4	14,1	16,7	20,1	18,2
	Klasy 2 - 4	17,3	23,2	15,5	11,2	17,6	7,1	23,6	26,1	14,5	17,5	20,6	18,7
	Klasy 3 - 4	1,4	2,7	2,1	0,0	1,5	1,3	0,5	1,9	2,7	1,9	1,8	1,6
	Liczba drzew próbnych	9642	813	194	267	10916	478	1163	2531	1143	1357	6672	17588
Powżej 60 lat	0 - bez uszkodzeń	6,1	8,6	15,6	4,3	6,8	23,3	2,0	4,6	10,5	17,7	10,1	7,9
	1 - klasa ostrzegawcza	78,2	63,8	66,4	77,2	76,5	67,3	59,3	57,9	76,6	56,1	62,9	71,9
	2 - lekkie i średnie uszkodzenie	14,8	25,6	16,4	17,7	15,7	9,0	37,4	34,8	11,4	22,6	25,0	18,9
	3 - duże uszkodzenie	0,7	1,2	1,3	0,9	0,8	0,4	1,2	2,1	1,0	2,8	1,5	1,1
	4 - drzewa martwe	0,1	0,8	0,2	0,0	0,2	0,0	0,3	0,6	0,5	0,8	0,4	0,3
	Klasy 1 - 3	93,8	90,6	84,2	95,7	93,0	76,7	97,8	94,8	89,0	81,5	89,5	91,8
	Klasy 2 - 3	15,6	26,8	17,8	18,5	16,5	9,5	38,5	37,0	12,4	25,4	26,5	19,9
	Klasy 2 - 4	15,7	27,6	18,0	18,5	16,7	9,5	38,8	37,5	12,9	26,2	27,0	20,2
	Klasy 3 - 4	0,9	2,1	1,6	0,9	1,0	0,4	1,4	2,7	1,5	3,6	1,9	1,3
	Liczba drzew próbnych	12716	1060	816	232	14824	1174	2000	1721	1443	1270	7608	22432

Tabela 12. Udział procentowy drzew (3 grupy wiekowe) w kl. defoliacji wg gat. na SPO I rz. - lasy w zarządzie Lasów Państwowych - 2016 rok

Klasyfikacja			Gatunki											
Wiek drzew	Klasy defoliacji	Procent defoliacji	Sosna	Świerk	Jodła	Inne iglaste	Iglaste razem	Buk	Dąb	Brzoza	Olsza	Inne liściaste	Liściaste razem	Gatunki razem
Powyżej 20 lat	0 - bez defoliacji	0 - 10%	6,2	10,6	14,5	7,9	6,9	24,2	3,2	6,6	9,7	18,4	10,4	8,0
	1 - lekka defoliacja	11 - 25%	79,7	66,5	66,9	78,0	78,2	68,2	64,2	63,3	74,8	59,1	65,5	73,9
	2 - średnia defoliacja	26 - 60%	13,3	21,6	17,0	13,9	14,1	7,0	32,0	28,0	13,3	19,5	22,5	16,9
	3 - duża defoliacja	> 60%	0,7	1,0	1,3	0,2	0,7	0,5	0,4	1,6	1,8	2,6	1,3	0,9
	4 - drzewa martwe		0,2	0,3	0,3	0,0	0,2	0,1	0,2	0,6	0,3	0,4	0,3	0,2
	Klasy 1 - 3	> 10%	93,6	89,1	85,2	92,1	93,0	75,7	96,7	92,8	89,9	81,3	89,3	91,7
	Klasy 2 - 3	> 25%	14,0	22,5	18,3	14,1	14,8	7,5	32,4	29,5	15,1	22,1	23,8	17,8
	Klasy 2 - 4	> 25% i drz. martwe	14,1	22,8	18,6	14,1	14,9	7,6	32,6	30,1	15,5	22,5	24,1	18,0
	Klasy 3 - 4	> 60% i drz. martwe	0,8	1,2	1,5	0,2	0,9	0,6	0,6	2,1	2,1	3,0	1,6	1,1
	Liczba drzew próbnych		16149	1366	711	418	18644	1321	2509	2704	1540	1334	9408	28052
Od 21 do 60 lat	0 - bez defoliacji	0 - 10%	6,0	11,6	15,3	11,9	6,9	27,8	5,6	7,6	11,4	24,0	11,9	8,7
	1 - lekka defoliacja	11 - 25%	79,6	68,9	66,0	78,9	78,4	66,5	71,9	66,2	72,5	59,7	67,7	74,6
	2 - średnia defoliacja	26 - 60%	13,4	17,8	16,0	9,3	13,7	4,2	22,2	24,5	13,4	14,2	18,9	15,5
	3 - duża defoliacja	> 60%	0,7	1,3	2,8	0,0	0,7	1,3	0,2	1,1	2,5	1,9	1,3	0,9
	4 - drzewa martwe		0,3	0,5	0,0	0,0	0,3	0,3	0,1	0,5	0,2	0,2	0,3	0,3
	Klasy 1 - 3	> 10%	93,7	88,0	84,7	88,1	92,9	71,9	94,3	91,8	88,4	75,8	87,8	91,1
	Klasy 2 - 3	> 25%	14,1	19,1	18,8	9,3	14,5	5,5	22,4	25,7	16,0	16,1	20,1	16,5
	Klasy 2 - 4	> 25% i drz. martwe	14,3	19,6	18,8	9,3	14,7	5,7	22,5	26,2	16,1	16,3	20,4	16,7
	Klasy 3 - 4	> 60% i drz. martwe	0,9	1,8	2,8	0,0	1,0	1,6	0,3	1,7	2,7	2,1	1,6	1,2
	Liczba drzew próbnych		6284	623	144	227	7278	385	934	1495	632	534	3980	11258
Powyżej 60 lat	0 - bez defoliacji	0 - 10%	6,3	9,8	14,3	3,1	6,9	22,8	1,8	5,4	8,6	14,6	9,2	7,6
	1 - lekka defoliacja	11 - 25%	79,7	64,6	67,2	77,0	78,1	68,9	59,7	59,7	76,4	58,8	63,9	73,5
	2 - średnia defoliacja	26 - 60%	13,2	24,8	17,3	19,4	14,3	8,1	37,8	32,3	13,2	23,0	25,2	17,8
	3 - duża defoliacja	> 60%	0,7	0,7	0,9	0,5	0,7	0,2	0,5	2,1	1,3	3,1	1,3	0,9
	4 - drzewa martwe		0,1	0,1	0,4	0,0	0,1	0,0	0,2	0,6	0,4	0,5	0,3	0,2
	Klasy 1 - 3	> 10%	93,6	90,0	85,4	96,9	93,0	77,2	98,0	94,0	91,0	84,9	90,4	92,2
	Klasy 2 - 3	> 25%	13,9	25,4	18,2	19,9	14,9	8,3	38,3	34,3	14,5	26,1	26,5	18,7
	Klasy 2 - 4	> 25% i drz. martwe	14,0	25,6	18,5	19,9	15,1	8,3	38,5	34,9	15,0	26,6	26,8	18,9
	Klasy 3 - 4	> 60% i drz. martwe	0,8	0,8	1,2	0,5	0,8	0,2	0,7	2,6	1,8	3,6	1,7	1,1
	Liczba drzew próbnych		9865	743	567	191	11366	936	1575	1209	908	800	5428	16794

Tabela 13. Udział procentowy drzew (3 grupy wiekowe) w klasach defoliacji wg gatunków na SPO I rzędu - lasy będące własnością osób fizycznych - 2016 rok *)

Klasyfikacja			Gatunki											
Wiek drzew	Klasy defoliacji	Procent defoliacji	Sosna	Świerk	Jodła	Inne iglaste	Iglaste razem	Buk	Dąb	Brzoza	Olsza	Inne liściaste	Liściaste razem	Gatunki razem
Powyżej 20 lat	0 - bez defoliacji	0 - 10%	5,0	7,4	26,0	0,0	5,9	30,7	5,3	6,5	18,8	19,0	13,6	9,0
	1 - lekka defoliacja	11 - 25%	72,4	57,1	64,1	61,9	71,2	56,2	68,1	63,2	71,0	60,4	64,5	68,5
	2 - średnia defoliacja	26 - 60%	20,6	31,0	10,0	38,1	20,8	13,1	24,8	28,2	8,3	18,0	19,9	20,4
	3 - duża defoliacja	> 60%	1,4	2,1	0,0	0,0	1,3	0,0	1,6	1,5	1,2	1,3	1,3	1,3
	4 - drzewa martwe		0,6	2,5	0,0	0,0	0,7	0,0	0,2	0,7	0,8	1,2	0,8	0,7
	Klasy 1 - 3	> 10%	94,4	90,2	74,0	100,0	93,4	69,3	94,5	92,9	80,5	79,8	85,7	90,3
	Klasy 2 - 3	> 25%	22,0	33,1	10,0	38,1	22,2	13,1	26,5	29,7	9,5	19,3	21,2	21,8
	Klasy 2 - 4	> 25% i drz. martwe	22,6	35,6	10,0	38,1	22,9	13,1	26,7	30,3	10,2	20,6	21,9	22,5
	Klasy 3 - 4	> 60% i drz. martwe	2,0	4,6	0,0	0,0	2,1	0,0	1,8	2,1	1,9	2,5	2,1	2,1
	Liczba drzew próbnych		5452	326	231	21	6030	153	495	1361	927	1158	4094	10124
Od 21 do 60 lat	0 - bez defoliacji	0 - 10%	4,7	6,4	32,0	0,0	5,2	29,7	7,5	8,0	22,8	16,4	13,9	8,9
	1 - lekka defoliacja	11 - 25%	71,8	58,0	62,0	56,3	70,9	48,6	71,0	67,8	66,7	65,7	66,9	69,2
	2 - średnia defoliacja	26 - 60%	21,0	29,3	6,0	43,8	21,3	21,6	21,0	22,1	8,1	16,1	17,3	19,6
	3 - duża defoliacja	> 60%	1,6	2,5	0,0	0,0	1,6	0,0	0,5	1,5	1,6	0,7	1,2	1,4
	4 - drzewa martwe		0,9	3,8	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,6	0,8	1,1	0,7	0,9
	Klasy 1 - 3	> 10%	94,4	89,8	68,0	100,0	93,8	70,3	92,5	91,4	76,4	82,5	85,4	90,2
	Klasy 2 - 3	> 25%	22,6	31,8	6,0	43,8	22,9	21,6	21,5	23,6	9,8	16,8	18,5	21,0
	Klasy 2 - 4	> 25% i drz. martwe	23,5	35,7	6,0	43,8	24,0	21,6	21,5	24,2	10,6	17,9	19,2	21,9
	Klasy 3 - 4	> 60% i drz. martwe	2,5	6,4	0,0	0,0	2,7	0,0	0,5	2,1	2,4	1,7	1,9	2,3
	Liczba drzew próbnych		2960	157	50	16	3183	37	200	950	492	750	2429	5612
Powyżej 60 lat	0 - bez defoliacji	5,3	5,3	8,3	24,3	0,0	6,7	31,0	3,7	2,9	14,3	23,8	13,1	9,1
	1 - lekka defoliacja	73,1	73,1	56,2	64,6	80,0	71,6	58,6	66,1	52,6	75,9	50,7	61,0	67,7
	2 - średnia defoliacja	20,2	20,2	32,5	11,0	20,0	20,3	10,3	27,5	42,3	8,5	21,6	23,5	21,5
	3 - duża defoliacja	1,0	1,0	1,8	0,0	0,0	1,0	0,0	2,4	1,5	0,7	2,5	1,6	1,2
	4 - drzewa martwe	0,3	0,3	1,2	0,0	0,0	0,4	0,0	0,3	0,7	0,7	1,5	0,8	0,5
	Klasy 1 - 3	94,3	94,3	90,5	75,7	100,0	92,9	69,0	95,9	96,4	85,1	74,8	86,1	90,4
	Klasy 2 - 3	21,2	21,2	34,3	11,0	20,0	21,4	10,3	29,8	43,8	9,2	24,0	25,1	22,7
	Klasy 2 - 4	21,5	21,5	35,5	11,0	20,0	21,7	10,3	30,2	44,5	9,9	25,5	25,9	23,2
	Klasy 3 - 4	1,4	1,4	3,0	0,0	0,0	1,4	0,0	2,7	2,2	1,4	3,9	2,3	1,7
	Liczba drzew próbnych		2492	169	181	5	2847	116	295	411	435	408	1665	4512

*) czcionka w kolorze niebieskim - wyniki uzyskane z co najwyżej 30 drzew (dotyczy tabel 13-29)

Tabela 14. Udział procentowy drzew (3 grupy wiekowe) w kl. defoliacji wg gat. na SPO I rz. - lasy w granicach parków narodowych - 2016 rok

Klasyfikacja			Gatunki											
Wiek drzew	Klasy defoliacji	Procent defoliacji	Sosna	Świerk	Jodła	Inne iglaste	Iglaste razem	Buk	Dąb	Brzoza	Olsza	Inne liściaste	Liściaste razem	Gatunki razem
Powyżej 20 lat	0 - bez defoliacji	0 - 10%	2,2	0,0	0,0	5,6	1,4	18,5	8,3	0,0	3,3	18,5	10,5	5,5
	1 - lekka defoliacja	11 - 25%	73,0	62,7	55,6	83,3	68,0	64,5	91,7	54,3	67,2	63,0	63,6	66,1
	2 - średnia defoliacja	26 - 60%	24,3	29,7	44,4	5,6	27,6	16,9	0,0	37,1	26,2	14,8	22,8	25,5
	3 - duża defoliacja	> 60%	0,0	1,7	0,0	5,6	0,8	0,0	0,0	8,6	3,3	3,7	3,1	1,8
	4 - drzewa martwe		0,5	5,9	0,0	0,0	2,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,2
	Klasy 1 - 3	> 10%	97,3	94,1	100,0	94,4	96,4	81,5	91,7	100,0	96,7	81,5	89,5	93,3
	Klasy 2 - 3	> 25%	24,3	31,4	44,4	11,1	28,4	16,9	0,0	45,7	29,5	18,5	25,9	27,3
	Klasy 2 - 4	> 25% i drz. martwe	24,9	37,3	44,4	11,1	30,6	16,9	0,0	45,7	29,5	18,5	25,9	28,5
	Klasy 3 - 4	> 60% i drz. martwe	0,5	7,6	0,0	5,6	3,0	0,0	0,0	8,6	3,3	3,7	3,1	3,0
	Liczba drzew próbnych		185	118	45	18	366	124	12	70	61	27	294	660
Od 21 do 60 lat	0 - bez defoliacji	0 - 10%	1,4	0,0	-	-	1,1	21,9	-	0,0	5,3	20,0	11,6	6,4
	1 - lekka defoliacja	11 - 25%	76,8	56,5	-	-	71,7	65,6	-	62,1	31,6	80,0	60,0	65,8
	2 - średnia defoliacja	26 - 60%	20,3	39,1	-	-	25,0	12,5	-	34,5	52,6	0,0	25,3	25,1
	3 - duża defoliacja	> 60%	0,0	0,0	-	-	0,0	0,0	-	3,4	10,5	0,0	3,2	1,6
	4 - drzewa martwe		1,4	4,3	-	-	2,2	0,0	-	0,0	0,0	0,0	0,0	1,1
	Klasy 1 - 3	> 10%	97,1	95,7	-	-	96,7	78,1	-	100,0	94,7	80,0	88,4	92,5
	Klasy 2 - 3	> 25%	20,3	39,1	-	-	25,0	12,5	-	37,9	63,2	0,0	28,4	26,7
	Klasy 2 - 4	> 25% i drz. martwe	21,7	43,5	-	-	27,2	12,5	-	37,9	63,2	0,0	28,4	27,8
	Klasy 3 - 4	> 60% i drz. martwe	1,4	4,3	-	-	2,2	0,0	-	3,4	10,5	0,0	3,2	2,7
	Liczba drzew próbnych		69	23	0	0	92	32	0	29	19	15	95	187
Powyżej 60 lat	0 - bez defoliacji	0 - 10%	2,6	0,0	0,0	5,6	1,5	17,4	8,3	0,0	2,4	16,7	10,1	5,1
	1 - lekka defoliacja	11 - 25%	70,7	64,2	55,6	83,3	66,8	64,1	91,7	48,8	83,3	41,7	65,3	66,2
	2 - średnia defoliacja	26 - 60%	26,7	27,4	44,4	5,6	28,5	18,5	0,0	39,0	14,3	33,3	21,6	25,6
	3 - duża defoliacja	> 60%	0,0	2,1	0,0	5,6	1,1	0,0	0,0	12,2	0,0	8,3	3,0	1,9
	4 - drzewa martwe		0,0	6,3	0,0	0,0	2,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,3
	Klasy 1 - 3	> 10%	97,4	93,7	100,0	94,4	96,4	82,6	91,7	100,0	97,6	83,3	89,9	93,7
	Klasy 2 - 3	> 25%	26,7	29,5	44,4	11,1	29,6	18,5	0,0	51,2	14,3	41,7	24,6	27,5
	Klasy 2 - 4	> 25% i drz. martwe	26,7	35,8	44,4	11,1	31,8	18,5	0,0	51,2	14,3	41,7	24,6	28,8
	Klasy 3 - 4	> 60% i drz. martwe	0,0	8,4	0,0	5,6	3,3	0,0	0,0	12,2	0,0	8,3	3,0	3,2
	Liczba drzew próbnych		116	95	45	18	274	92	12	41	42	12	199	473

Tabela 15. Udział procentowy drzew (3 grupy wiekowe) w kl. defoliacji wg gat. na SPO I rz. - lasy pozostałych kategorii własności - 2016 rok

Klasyfikacja			Gatunki											
Wiek drzew	Klasy defoliacji	Procent defoliacji	Sosna	Świerk	Jodła	Inne iglaste	Iglaste razem	Buk	Dąb	Brzoza	Olsza	Inne liściaste	Liściaste razem	Gatunki razem
Powyżej 20 lat	0 - bez defoliacji	0 - 10%	9,8	6,3	8,7	26,2	10,4	20,4	0,7	2,6	19,0	18,5	9,5	10,1
	1 - lekka defoliacja	11 - 25%	71,7	77,8	82,6	64,3	72,1	72,2	30,6	58,1	79,3	57,4	53,7	64,6
	2 - średnia defoliacja	26 - 60%	17,8	15,9	8,7	9,5	16,9	7,4	63,3	36,8	1,7	22,2	34,1	23,9
	3 - duża defoliacja	> 60%	0,7	0,0	0,0	0,0	0,6	0,0	4,8	0,9	0,0	0,9	1,9	1,1
	4 - drzewa martwe		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,7	1,7	0,0	0,9	0,8	0,3
	Klasy 1 - 3	> 10%	90,2	93,7	91,3	73,8	89,6	79,6	98,6	95,7	81,0	80,6	89,7	89,6
	Klasy 2 - 3	> 25%	18,5	15,9	8,7	9,5	17,4	7,4	68,0	37,6	1,7	23,1	36,0	25,0
	Klasy 2 - 4	> 25% i drz. martwe	18,5	15,9	8,7	9,5	17,4	7,4	68,7	39,3	1,7	24,1	36,8	25,3
	Klasy 3 - 4	> 60% i drz. martwe	0,7	0,0	0,0	0,0	0,6	0,0	5,4	2,6	0,0	1,9	2,7	1,4
	Liczba drzew próbnych		572	63	23	42	700	54	147	117	58	108	484	1184
Od 21 do 60 lat	0 - bez defoliacji	0 - 10%	11,6	0,0	-	33,3	12,7	12,5	3,4	1,8	-	19,0	9,5	11,7
	1 - lekka defoliacja	11 - 25%	71,4	90,0	-	58,3	71,1	87,5	20,7	52,6	-	53,4	52,4	65,2
	2 - średnia defoliacja	26 - 60%	16,4	10,0	-	8,3	15,7	0,0	69,0	42,1	-	24,1	34,5	21,7
	3 - duża defoliacja	> 60%	0,6	0,0	-	0,0	0,6	0,0	6,9	0,0	-	1,7	1,8	0,9
	4 - drzewa martwe		0,0	0,0	-	0,0	0,0	0,0	0,0	3,5	-	1,7	1,8	0,6
	Klasy 1 - 3	> 10%	88,4	100,0	-	66,7	87,3	87,5	96,6	94,7	-	79,3	88,7	87,8
	Klasy 2 - 3	> 25%	17,0	10,0	-	8,3	16,3	0,0	75,9	42,1	-	25,9	36,3	22,6
	Klasy 2 - 4	> 25% i drz. martwe	17,0	10,0	-	8,3	16,3	0,0	75,9	45,6	-	27,6	38,1	23,2
	Klasy 3 - 4	> 60% i drz. martwe	0,6	0,0	-	0,0	0,6	0,0	6,9	3,5	-	3,4	3,6	1,5
	Liczba drzew próbnych		329	10	0	24	363	24	29	57	0	58	168	531
Powyżej 60 lat	0 - bez defoliacji	0 - 10%	7,4	7,5	8,7	16,7	8,0	26,7	0,0	3,3	19,0	18,0	9,5	8,7
	1 - lekka defoliacja	11 - 25%	72,0	75,5	82,6	72,2	73,3	60,0	33,1	63,3	79,3	62,0	54,4	64,2
	2 - średnia defoliacja	26 - 60%	19,8	17,0	8,7	11,1	18,1	13,3	61,9	31,7	1,7	20,0	33,9	25,7
	3 - duża defoliacja	> 60%	0,8	0,0	0,0	0,0	0,6	0,0	4,2	1,7	0,0	0,0	1,9	1,2
	4 - drzewa martwe		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,8	0,0	0,0	0,0	0,3	0,2
	Klasy 1 - 3	> 10%	92,6	92,5	91,3	83,3	92,0	73,3	99,2	96,7	81,0	82,0	90,2	91,1
	Klasy 2 - 3	> 25%	20,6	17,0	8,7	11,1	18,7	13,3	66,1	33,3	1,7	20,0	35,8	27,0
	Klasy 2 - 4	> 25% i drz. martwe	20,6	17,0	8,7	11,1	18,7	13,3	66,9	33,3	1,7	20,0	36,1	27,1
	Klasy 3 - 4	> 60% i drz. martwe	0,8	0,0	0,0	0,0	0,6	0,0	5,1	1,7	0,0	0,0	2,2	1,4
	Liczba drzew próbnych		243	53	23	18	337	30	118	60	58	50	316	653

Tabela 16. Średnia defoliacja monitorowanych gatunków według form własności i przedziałów wieku - 2016 rok

Własność	Wiek	Sosna		Świerk		Jodła		Inne iglaste		Gat. iglaste		Buk		Dąb		Brzoza		Olsza		Inne liściaste		Gat. liściaste		Gat. razem	
		Li_drw	Śred	Li_drw	Śred	Li_drw	Śred	Li_drw	Śred	Li_drw	Śred	Li_drw	Śred	Li_drw	Śred	Li_drw	Śred	Li_drw	Śred	Li_drw	Śred	Li_drw	Śred	Li_drw	Śred
Lasy Państwowe	21- 60 lat	6284	21,7	623	22,2	144	21,9	227	19,8	7278	21,7	385	16,6	934	23,4	1495	24,1	632	22,0	534	20,7	3980	22,4	11258	22,0
	> 60 lat	9865	21,7	743	23,6	567	21,9	191	23,3	11366	21,9	936	18,0	1575	26,7	1209	26,1	908	21,5	800	24,1	5428	23,8	16794	22,5
	> 20 lat	16149	21,7	1366	22,9	711	21,9	418	21,4	18644	21,8	1321	17,6	2509	25,4	2704	25,0	1540	21,7	1334	22,7	9408	23,2	28052	22,3
Lasy - własność osób fizycznych	21- 60 lat	2960	24,6	157	27,9	50	16,3	16	32,5	3183	24,7	37	18,4	200	22,5	950	24,1	492	19,4	750	21,4	2429	22,1	5612	23,5
	> 60 lat	2492	23,5	169	27,1	181	18,1	5	26,0	2847	23,4	116	17,0	295	26,2	411	29,0	435	19,9	408	23,9	1665	24,0	4512	23,6
	> 20 lat	5452	24,1	326	27,5	231	17,7	21	31,0	6030	24,1	153	17,3	495	24,7	1361	25,6	927	19,6	1158	22,3	4094	22,9	10124	23,6
Parki Narodowe	21- 60 lat	69	24,9	23	31,3	0	-	0	-	92	26,5	32	20,2	0	-	29	26,9	19	32,4	15	18,7	95	24,4	187	25,5
	> 60 lat	116	23,8	95	31,3	45	27,3	18	25,6	274	27,1	92	20,3	12	17,9	41	34,0	42	21,0	12	29,2	199	23,6	473	25,6
	> 20 lat	185	24,2	118	31,3	45	27,3	18	25,6	366	27,0	124	20,2	12	17,9	70	31,1	61	24,5	27	23,3	294	23,9	660	25,6
Inne Skarbu Państwa (a)	21- 60 lat	91	19,7	1	20,0	0	-	24	18,3	116	19,4	6	14,2	1	25,0	15	34,3	0	-	40	23,4	62	25,2	178	21,4
	> 60 lat	93	24,5	4	22,5	1	15,0	16	20,3	114	23,7	3	11,7	59	38,8	18	18,3	1	20,0	24	16,0	105	29,1	219	26,3
	> 20 lat	184	22,1	5	22,0	1	15,0	40	19,1	230	21,5	9	13,3	60	38,6	33	25,6	1	20,0	64	20,6	167	27,7	397	24,1
Gminne (b)	21- 60 lat	101	24,3	9	20,6	0	-	0	-	110	24,0	10	18,5	25	36,4	37	26,8	0	-	4	18,8	76	28,4	186	25,8
	> 60 lat	111	23,7	46	22,1	22	19,1	2	17,5	181	22,7	15	14,0	54	28,9	37	27,4	20	14,8	7	18,6	133	24,1	314	23,3
	> 20 lat	212	24,0	55	21,8	22	19,1	2	17,5	291	23,2	25	15,8	79	31,3	74	27,1	20	14,8	11	18,6	209	25,7	500	24,2
Wspólnoty gruntowe (c)	21- 60 lat	117	21,2	0	-	0	-	0	-	117	21,2	0	-	2	20,0	5	37,0	0	-	11	25,9	18	28,3	135	22,1
	> 60 lat	2	17,5	0	-	0	-	0	-	2	17,5	0	-	0	-	3	41,7	19	15,8	1	30,0	23	19,8	25	19,6
	> 20 lat	119	21,1	0	-	0	-	0	-	119	21,1	0	-	2	20,0	8	38,8	19	15,8	12	26,3	41	23,5	160	21,8
Spółdzielnie i Kółka Rolnicze (d)	21- 60 lat	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	1	30,0	0	-	0	-	1	20,0	2	25,0	2	25,0
	> 60 lat	0	-	1	15,0	0	-	0	-	1	15,0	0	-	1	30,0	0	-	18	15,6	18	26,7	37	21,4	38	21,2
	> 20 lat	0	-	1	15,0	0	-	0	-	1	15,0	0	-	2	30,0	0	-	18	15,6	19	26,3	39	21,5	40	21,4
Inne (e)	21- 60 lat	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	1	20,0	0	-	0	-	0	-	0	-	1	20,0	1	20,0
	> 60 lat	20	20,3	2	10,0	0	-	0	-	22	19,3	0	-	4	32,5	0	-	0	-	0	-	4	32,5	26	21,3
	> 20 lat	20	20,3	2	10,0	0	-	0	-	22	19,3	1	20,0	4	32,5	0	-	0	-	0	-	5	30,0	27	21,3
Agencja Rolna Skarbu Państwa (f)	21- 60 lat	20	16,0	0	-	0	-	0	-	20	16,0	7	20,7	0	-	0	-	0	-	2	20,0	9	20,6	29	17,4
	> 60 lat	17	21,5	0	-	0	-	0	-	17	21,5	12	24,2	0	-	2	20,0	0	-	0	-	14	23,6	31	22,4
	> 20 lat	37	18,5	0	-	0	-	0	-	37	18,5	19	22,9	0	-	2	20,0	0	-	2	20,0	23	22,4	60	20,0
Inne formy własności razem (a-f)	21- 60 lat	329	21,4	10	20,5	0	-	24	18,3	363	21,2	24	18,1	29	34,7	57	29,6	0	-	58	23,4	168	26,7	531	22,9
	> 60 lat	243	23,5	53	21,5	23	18,9	18	20,0	337	22,7	30	17,8	118	34,0	60	25,2	58	15,4	50	20,5	316	25,2	653	23,9
	> 20 lat	572	22,3	63	21,3	23	18,9	42	19,0	700	21,9	54	18,0	147	34,1	117	27,4	58	15,4	108	22,0	484	25,7	1184	23,5
Wszystkie formy własności	21- 60 lat	9642	22,6	813	23,5	194	20,5	267	20,4	10916	22,6	478	17,1	1163	23,5	2531	24,3	1143	21,0	1357	21,2	6672	22,4	17588	22,5
	> 60 lat	12716	22,1	1060	24,7	816	21,3	232	23,3	14824	22,3	1174	18,1	2000	27,0	1721	26,9	1443	20,7	1270	23,9	7608	23,9	22432	22,8
	> 20 lat	22358	22,3	1873	24,2	1010	21,1	499	21,8	25740	22,4	1652	17,8	3163	25,7	4252	25,3	2586	20,9	2627	22,5	14280	23,2	40020	22,7

Tabela 17. Wyniki testu Chi-kwadrat Pearsona dla klas defoliacji (klasy 0, 1 i 2 do 4) siedmiu głównych gatunków lasotwórczych (sosna, świerk, jodła, buk, dąb, brzoza, olsza) w 2016 r.

Porównywanie w grupach	χ^2	df	p	h^2
Gatunki drzew	17447,29	16	<0,001	0,171
Formy własności	887,911	6	<0,001	0,036
Krainy przyrodniczo-leśne	10443,27	14	<0,001	0,127
Regionalne dyrekcje Lasów Państwowych	22730,33	34	<0,001	0,185

Tabela 18. Rozkład defoliacji w układzie gatunków drzew oraz form własności, krain przyrodniczo-leśnych i regionalnych dyrekcji Lasów Państwowych, gatunki uszeregowane wg malejącej wartości współczynnika siły efektu (η^2) (wyjściowy zbiór danych został pomniejszony o wartości odstające, def > 40%)

Zakres	Grupa gatunków drzew	F	p	η^2
Razem	Gatunki razem	301,2	<0,001	0,05
Formy własności	Jodła	25,23	<0,001	0,05
	Dąb	48,35	<0,001	0,03
	Olsza	26,35	<0,001	0,03
	Świerk	8,94	<0,001	0,02
	Buk	6,68	<0,001	0,01
	Sosna	43,88	<0,001	0,01
	Brzoza	2,55	<0,05	0,00
Krainy przyrodniczo-leśne	Brzoza	46,11	<0,001	0,07
	Świerk	10,68	<0,001	0,04
	Buk	8,5	<0,001	0,03
	Olsza	11,51	<0,001	0,03
	Jodła	23,19	<0,001	0,02
	Dąb	10,05	<0,001	0,02
	Sosna	74,3	<0,001	0,02
Regionalne dyrekcje Lasów Państwowych	Jodła	31,36	<0,001	0,14
	Świerk	19,11	<0,001	0,10
	Brzoza	21,79	<0,001	0,08
	Dąb	14,19	<0,001	0,07
	Buk	6,96	<0,001	0,04
	Olsza	5,96	<0,001	0,03
	Sosna	31,69	<0,001	0,02

Tabela 19. Istotność różnic średnich wartości defoliacji według sześciu grup gatunków drzew ogółem w kraju w 2016 r. (wyjściowy zbiór danych został pomniejszony o wartości odstające, def > 40%)

Grupa gatunków drzew, M – średnia defoliacja, SD – odchylenie standardowe	Istotność różnic p - lewy róg tabeli, wskaźnik d Cohen'a - prawy róg tabeli						
	Sosna M=21,04 SD=6,34	Świerk M=21,58 SD=7,77	Jodła M=19,35 SD=7,59	Buk M=16,93 SD=6,75	Dąb M=24,11 SD=7,22	Brzoza M=22,92 SD=7,72	Olsza M=19,07 SD=6,71
Sosna, M=21,04, SD=6,34		0,08	0,26	0,65	0,48	0,29	0,31
Świerk, M=21,58, SD=7,77	<0,05		0,29	0,64	0,34	0,17	0,35
Jodła, M=19,35, SD=7,59	<0,05	<0,05		0,34	0,65	0,46	0,04
Buk, M=16,93, SD=6,75	<0,05	<0,05	<0,05		1,02	0,80	0,32
Dąb, M=24,11, SD=7,22	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05		0,16	0,72
Brzoza, M=22,92, SD=7,72	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05		0,52
Olsza, M=19,07, SD=6,71	<0,05	<0,05	1,00	<0,05	<0,05	<0,05	

Tabela 20. Istotność różnic średnich wartości defoliacji według sześciu grup gatunków drzew oraz form własności w 2016 r. (wyjściowy zbiór danych został pomniejszony o wartości odstające, def > 40%)

Grupa gatunków drzew	Forma własności	M	SD	Istotność różnic p - lewy róg tabeli wskaźnik d Cohen'a - prawy róg tabeli			
				W zarządzie LP	Osób fizycznych	W zarządzie PN	Inne razem
Sosna	W zarządzie LP	20,76	6,13		0,18	0,31	0,01
	Osób fizycznych	21,87	6,79	<0,001		0,11	0,15
	W granicach PN	22,64	6,23	<0,001	0,27		0,26
	Inne razem	20,83	7,12	1,00	<0,001	<0,001	
Świerk	W zarządzie LP	21,11	7,75		0,24	0,56	0,00
	Osób fizycznych	22,81	8,27	<0,01		0,44	0,56
	W granicach PN	24,46	6,52	<0,001	0,29		0,03
	Inne razem	20,89	6,04	1,00	0,30	<0,005	
Jodła	W zarządzie LP	19,70	7,47		0,32	0,82	-
	Osób fizycznych	17,30	7,41	<0,001		1,15	-
	W granicach PN	25,83	7,40	<0,001	<0,001		-
	Inne razem	-	-	-	-	-	
Buk	W zarządzie LP	16,71	6,54		0,04	0,41	0,19
	Osób fizycznych	16,48	7,15	1,00		0,39	0,22
	W granicach PN	19,42	8,20	<0,001	<0,01		0,19
	Inne razem	17,96	5,95	0,49	0,63	0,69	
Dąb	W zarządzie LP	24,14	7,15		0,21	-	0,77
	Osób fizycznych	22,61	7,05	<0,001		-	1,01
	W granicach PN	-	-	-	-		-
	Inne razem	29,61	6,63	<0,001	<0,001	-	
Brzoza	W zarządzie LP	22,83	7,73		0,01	0,27	0,19
	Osób fizycznych	22,88	7,69	1,00		0,27	0,18
	W granicach PN	24,92	7,22	0,06	0,10		0,09
	Inne razem	24,26	7,67	0,14	0,23	1,00	
Olsza	W zarządzie LP	19,81	6,73		0,29	0,37	0,66
	Osób fizycznych	17,88	6,50	<0,001		0,67	0,39
	W granicach PN	22,28	7,38	<0,01	<0,001		1,17
	Inne razem	15,43	3,78	<0,001	<0,01	<0,001	

Tabela 21. Istotność różnic średnich wartości defoliacji według grup gatunków drzew w układzie krain przyrodniczo-leśnych w 2016 r. (wyjściowy zbiór danych został pomniejszony o wartości odstające, def > 40%)

Grupa gatunków drzew	Kraina przyrodniczo-leśna	M	SD	Istotność różnic p - lewy róg tabeli wskaźnik d Cohen'a - prawy róg tabeli							
				Bałtycka	Mazursko-Podlaska	Wielkop.-Pomorska	Mazow.-Podlaska	Śląska	Małopolska	Sudecka	Karpacka
Sosna	Bałtycka	19,17	5,86		0,48	0,33	0,46	0,40	0,25	-	0,43
	Mazursko-Podl.	21,93	5,69	<0,001		0,14	0,02	0,09	0,15	-	0,04
	Wielkopolsko-Pom.	21,10	5,82	<0,001	<0,001		0,15	0,06	0,03	-	0,10
	Mazowiecko-Podl.	22,03	6,50	<0,001	1,00	<0,001		0,10	0,16	-	0,05
	Śląska	21,43	5,42	<0,001	0,26	0,60	<0,05		0,08	-	0,05
	Małopolska	20,89	7,48	<0,001	<0,001	0,87	<0,001	<0,05		-	0,11
	Sudecka	-	-	-	-	-	-	-	-		-
	Karpacka	21,71	6,53	<0,001	1,00	0,39	1,00	1,00	0,07	-	
Świerk	Bałtycka	20,73	7,62		0,03	0,21	-	0,04	0,74	0,07	0,27
	Mazursko-Podl.	20,93	8,24	1,00		0,22	-	0,01	0,68	0,04	0,24
	Wielkopolsko-Pom.	19,18	7,24	0,82	0,48		-	0,27	0,94	0,29	0,48
	Mazowiecko-Podl.	-	-	-	-	-		-	-	-	-
	Śląska	21,03	6,48	1,00	1,00	0,89	-		0,73	0,03	0,24
	Małopolska	26,51	8,37	<0,001	<0,001	<0,001	-	<0,001		0,73	0,47
	Sudecka	21,23	6,94	1,00	1,00	0,25	-	1,00	<0,001		0,22
	Karpacka	22,82	7,70	<0,05	<0,01	<0,001	-	0,52	<0,001	0,07	
Buk	Bałtycka	16,52	5,67		0,72	0,40	-	0,58	0,18	0,22	0,10
	Mazursko-Podl.	12,50	4,10	<0,01		1,17	-	1,25	0,43	0,81	0,65
	Wielkopolsko-Pom.	18,80	5,79	<0,05	<0,001		-	0,18	0,50	0,15	0,23
	Mazowiecko-Podl.	-	-	-	-	-		-	-	-	-
	Śląska	19,89	6,38	<0,001	<0,001	1,00	-		0,65	0,31	0,38
	Małopolska	15,43	7,08	0,64	0,26	<0,01	-	<0,001		0,33	0,24
	Sudecka	17,79	7,81	0,98	<0,05	1,00	-	0,84	0,42		0,08
	Karpacka	17,18	7,32	0,87	<0,001	0,39	-	<0,01	<0,05	1,00	
Dąb	Bałtycka	22,56	7,34		0,45	0,15	0,15	0,41	0,19	0,58	0,33
	Mazursko-Podl.	25,69	5,85	<0,001		0,33	0,29	0,04	0,24	0,17	0,10
	Wielkopolsko-Pom.	23,61	6,55	0,49	<0,05		0,01	0,28	0,05	0,47	0,20
	Mazowiecko-Podl.	23,65	7,41	0,39	<0,05	1,00		0,25	0,04	0,42	0,18
	Śląska	25,44	6,74	<0,001	1,00	<0,01	<0,01		0,20	0,19	0,06
	Małopolska	23,97	7,64	<0,05	0,05	1,00	1,00	<0,05		0,37	0,13
	Sudecka	26,73	6,80	<0,001	1,00	<0,001	<0,001	0,90	<0,01		0,23
	Karpacka	25,00	8,13	<0,01	1,00	0,69	0,72	1,00	0,95	0,85	
Brzoza	Bałtycka	19,81	6,40		0,78	0,63	0,26	0,73	0,80	0,20	0,44
	Mazursko-Podl.	25,08	7,44	<0,001		0,13	0,44	0,02	0,04	0,55	0,33
	Wielkopolsko-Pom.	24,12	7,43	<0,001	0,69		0,32	0,10	0,17	0,41	0,20
	Mazowiecko-Podl.	21,67	7,82	<0,001	<0,001	<0,001		0,41	0,48	0,08	0,13
	Śląska	24,91	8,16	<0,001	1,00	0,97	<0,001		0,06	0,48	0,29
	Małopolska	25,41	7,74	<0,001	1,00	0,08	<0,001	1,00		0,57	0,36
	Sudecka	21,07	6,65	0,99	<0,001	<0,05	1,00	<0,01	<0,001		0,24
	Karpacka	22,66	6,70	<0,001	<0,05	0,70	0,98	0,09	<0,01	1,00	
Olsza	Bałtycka	19,54	6,40		0,23	0,19	0,16	0,18	0,06	-	0,46
	Mazursko-Podl.	18,04	7,44	<0,01		0,05	0,07	0,37	0,25	-	0,60
	Wielkopolsko-Pom.	18,39	7,43	0,32	1,00		0,02	0,32	0,20	-	0,55
	Mazowiecko-Podl.	18,51	7,82	0,23	0,99	1,00		0,29	0,18	-	0,52
	Śląska	20,72	8,16	0,57	<0,001	<0,01	<0,01		0,10	-	0,23
	Małopolska	19,93	7,74	1,00	<0,01	0,18	0,12	1,00		-	0,34
	Sudecka	-	-	-	-	-	-	-	-		-
	Karpacka	22,57	6,70	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,39	<0,05	-	

Tabela 22. – cd.

Grupa gatunków drzew	RDLP	M	SD	Istotność różnic p - lewy róg tabeli										wskaźnik d Cohen'a - prawy róg tabeli							
				Białystok	Katowice	Kraków	Krosno	Lublin	Łódź	Olsztyn	Piła	Poznań	Szczecin	Szczeci- nek	Toruń	Wrocław	Zielona Góra	Gdańsk	Radom	Warszawa	
Jodła	Białystok	-	-		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Katowice	18,44	6,78	-		0,38	0,45	0,44	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,51	-	
	Kraków	16,06	6,11	-	<0,05		0,85	0,87	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,94	-	
	Krosno	21,67	7,27	-	<0,001	<0,001		0,03	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,09	-	
	Lublin	21,49	7,63	-	0,21	<0,001	1,00		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,10	-	
	Łódź	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Olsztyn	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Piła	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Poznań	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Szczecin	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Szczecinek	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Toruń	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Wrocław	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Zielona G.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Gdańsk	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Radom	22,35	8,63	-	<0,001	<0,001	1,00	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Warszawa	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Buk	Białystok	-	-		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Katowice	17,68	5,84	-		0,45	0,01	0,44	-	0,40	-	-	0,72	0,18	-	0,09	-	0,08	-	-	
	Kraków	14,92	6,44	-	<0,001		0,37	0,01	-	0,09	-	-	0,26	0,65	-	0,33	-	0,38	-	-	
	Krosno	17,58	7,86	-	1,00	<0,001		0,33	-	0,29	-	-	0,57	0,16	-	0,06	-	0,05	-	-	
	Lublin	15,00	7,57	-	0,52	1,00	0,47		-	0,08	-	-	0,25	0,68	-	0,28	-	0,39	-	-	
	Łódź	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Olsztyn	15,45	5,09	-	0,26	1,00	0,20	1,00	-	-	-	-	0,36	0,63	-	0,27	-	0,36	-	-	
	Piła	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Poznań	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Szczecin	13,22	6,86	-	<0,001	0,60	<0,001	1,00	-	0,51	-	-		0,96	-	0,55	-	0,66	-	-	
	Szczecinek	18,63	5,00	-	1,00	<0,001	0,93	<0,05	-	<0,01	-	-	<0,001		-	0,27	-	0,28	-	-	
	Toruń	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Wrocław	17,13	7,44	-	1,00	0,45	1,00	1,00	-	1,00	-	-	<0,01	0,98	-		-	0,02	-	-	
	Zielona G.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Gdańsk	17,23	4,95	-	1,00	0,12	1,00	0,97	-	0,95	-	-	<0,001	0,96	-	1,00	-		-	-	
	Radom	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Warszawa	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		

Tabela 22. – cd.

Grupa gatunków drzew	RDLP	M	SD	Istotność różnic p - lewy róg tabeli								wskaźnik d Cohen'a - prawy róg tabeli									
				Białystok	Katowice	Kraków	Krosno	Lublin	Łódź	Olsztyn	Piła	Poznań	Szczecin	Szczeci- nek	Toruń	Wrocław	Zielona Góra	Gdańsk	Radom	Warszawa	
Dąb	Białystok	25,04	6,49		0,34	0,05	0,08	0,22	0,14	0,08	0,81	0,23	0,97	0,69	0,41	0,17	0,37	0,33	0,61	0,07	
	Katowice	27,14	6,04	0,31		0,35	0,25	0,52	0,48	0,42	0,50	0,59	1,35	0,38	0,78	0,14	0,73	0,70	0,97	0,41	
	Kraków	24,68	8,86	1,00	<0,05		0,11	0,16	0,07	0,02	0,65	0,15	0,79	0,60	0,30	0,20	0,27	0,22	0,47	0,01	
	Krosno	25,56	7,10	1,00	1,00	1,00		0,28	0,21	0,16	0,69	0,31	1,03	0,59	0,49	0,09	0,43	0,40	0,65	0,14	
	Lublin	23,36	7,99	0,73	<0,001	0,99	0,55		0,11	0,16	0,87	0,04	0,61	0,79	0,12	0,37	0,11	0,06	0,32	0,16	
	Łódź	24,17	6,44	1,00	<0,01	1,00	1,00	1,00		0,06	0,96	0,09	0,84	0,83	0,28	0,30	0,24	0,20	0,48	0,06	
	Olsztyn	24,54	6,33	1,00	<0,01	1,00	1,00	0,97	1,00		0,90	0,15	0,91	0,78	0,33	0,25	0,31	0,26	0,55	0,01	
	Piła	30,17	5,65	<0,05	0,72	<0,01	0,19	<0,001	<0,01	<0,001		1,12	1,80	0,12	1,30	0,58	1,14	1,22	1,34	0,85	
	Poznań	23,63	5,87	1,00	<0,001	1,00	0,97	1,00	1,00	1,00	<0,001		0,80	0,98	0,20	0,39	0,18	0,12	0,43	0,15	
	Szczecin	18,74	6,45	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001		1,68	0,60	1,10	0,57	0,66	0,32	0,89	
	Szczecinek	29,45	6,21	<0,001	0,36	<0,001	<0,05	<0,001	<0,001	<0,001	1,00	<0,001	<0,001		1,15	0,48	1,04	1,06	1,26	0,75	
	Toruń	22,47	5,98	0,17	<0,001	0,47	0,14	1,00	1,00	0,28	<0,001	1,00	<0,001	<0,001		0,56	0,01	0,08	0,24	0,33	
	Wrocław	26,20	7,01	1,00	1,00	0,97	1,00	<0,001	0,54	0,42	0,08	<0,001	<0,001	<0,01	<0,001		0,53	0,48	0,75	0,23	
	Zielona G.	22,54	6,88	0,33	<0,001	0,71	0,26	1,00	1,00	0,53	<0,001	1,00	<0,001	<0,001	1,00	<0,001		0,06	0,23	0,30	
	Gdańsk	22,93	6,05	0,99	<0,001	1,00	0,94	1,00	1,00	1,00	<0,001	1,00	<0,001	<0,001	1,00	<0,05	1,00		0,30	0,25	
	Radom	20,90	7,13	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,01	<0,05	<0,001	<0,001	<0,01	0,32	<0,001	1,00	<0,001	1,00	0,99		0,52	
	Warszawa	24,57	6,87	1,00	0,13	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	<0,01	1,00	<0,001	<0,001	0,89	0,99	0,97	1,00	<0,01		
Brzoza	Białystok	22,23	8,14		0,76	0,02	0,59	0,41	0,53	0,25	0,51	0,71	0,41	0,02	0,09	0,00	0,63	0,62	0,31	0,05	
	Katowice	28,04	6,78	<0,001		0,85	0,16	1,25	0,25	0,55	0,22	0,08	1,36	0,85	0,94	0,83	1,64	1,66	0,46	0,79	
	Kraków	22,07	7,62	1,00	<0,001		0,65	0,41	0,60	0,28	0,54	0,84	0,44	0,04	0,07	0,02	0,70	0,70	0,34	0,07	
	Krosno	26,96	7,36	<0,001	1,00	<0,001		1,05	0,09	0,39	0,06	0,09	1,20	0,68	0,75	0,64	1,48	1,54	0,29	0,62	
	Lublin	18,94	7,71	<0,001	<0,001	<0,01	<0,001		1,00	0,70	0,95	1,22	0,03	0,48	0,34	0,44	0,22	0,18	0,75	0,49	
	Łódź	26,34	6,91	<0,001	0,63	<0,001	1,00	<0,001		0,31	0,02	0,18	1,10	0,59	0,68	0,58	1,37	1,39	0,22	0,54	
	Olsztyn	24,14	7,25	<0,01	<0,001	0,48	<0,05	<0,001	<0,05		0,31	0,50	0,72	0,25	0,36	0,26	0,97	0,97	0,08	0,22	
	Piła	26,45	8,58	<0,001	1,00	<0,01	1,00	<0,001	1,00	0,29		0,16	1,04	0,58	0,64	0,54	1,26	1,36	0,21	0,52	
	Poznań	27,52	5,87	<0,001	1,00	<0,001	1,00	<0,001	1,00	<0,001	1,00		1,40	0,82	0,92	0,81	1,75	1,72	0,41	0,75	
	Szczecin	19,15	6,08	<0,001	<0,001	0,11	<0,001	1,00	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001		0,50	0,36	0,46	0,30	0,25	0,79	0,51	
	Szczecinek	22,37	6,56	1,00	<0,001	1,00	<0,001	<0,001	<0,001	0,09	<0,001	<0,001	<0,001		0,12	0,02	0,79	0,76	0,33	0,03	
	Toruń	21,53	7,18	1,00	<0,001	1,00	<0,001	<0,05	<0,001	<0,01	<0,001	<0,001	0,23	1,00		0,10	0,62	0,61	0,43	0,15	
	Wrocław	22,25	7,35	1,00	<0,001	1,00	<0,001	<0,001	<0,001	0,34	<0,001	<0,001	<0,01	1,00	1,00		0,72	0,72	0,33	0,05	
	Zielona G.	17,37	5,64	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	1,00	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	1,00	<0,001	<0,001	<0,001		0,07	1,03	0,78	
	Gdańsk	17,73	5,53	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	1,00	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	1,00	<0,001	<0,001	<0,001	1,00		1,06	0,77	
	Radom	24,73	7,82	<0,01	<0,001	0,22	0,86	<0,001	0,95	1,00	1,00	<0,01	<0,001	<0,05	<0,01	0,13	<0,001	<0,001		0,29	
	Warszawa	22,59	7,03	1,00	<0,001	1,00	<0,001	<0,001	<0,001	0,37	<0,001	<0,001	<0,001	1,00	1,00	1,00	<0,001	<0,001	0,12		

Tabela 22. – cd.

Grupa gatunków drzew	RDLP	M	SD	Istotność różnic p - lewy róg tabeli										wskaźnik d Cohen'a - prawy róg tabeli									
				Białystok	Katowice	Kraków	Krosno	Lublin	Łódź	Olsztyn	Piła	Poznań	Szczecin	Szczecinek	Toruń	Wrocław	Zielona Góra	Gdańsk	Radom	Warszawa			
Olsza	Białystok	17,95	6,94		0,36	0,13	0,71	0,14	-	0,12	0,59	0,29	0,03	0,68	0,14	0,25	0,01	-	0,57	0,01			
	Katowice	20,47	7,08	0,08		0,21	0,34	0,46	-	0,30	0,24	0,12	0,38	0,32	0,59	0,12	0,37	-	0,20	0,39			
	Kraków	18,87	8,12	1,00	1,00		0,52	0,24	-	0,02	0,43	0,15	0,15	0,55	0,29	0,11	0,12	-	0,37	0,13			
	Krosno	22,99	7,76	<0,001	0,62	<0,01		0,77	-	0,71	0,14	0,50	0,70	0,08	0,89	0,46	0,68	-	0,13	0,75			
	Lublin	16,95	7,98	1,00	<0,05	0,99	<0,001		-	0,29	0,67	0,43	0,10	0,79	0,01	0,37	0,14	-	0,62	0,16			
	Łódź	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
	Olsztyn	18,73	5,49	1,00	0,92	1,00	<0,001	0,28	-		0,60	0,20	0,17	0,67	0,33	0,16	0,13	-	0,56	0,12			
	Piła	21,97	4,32	<0,01	1,00	0,93	1,00	<0,01	-	0,17		0,44	0,60	0,09	1,024	0,36	0,75	-	0,00	0,69			
	Poznań	19,81	5,01	0,13	1,00	1,00	<0,01	<0,05	-	1,00	1,00		0,32	0,49	0,60	0,02	0,34	-	0,37	0,32			
	Szczecin	17,71	7,47	1,00	0,15	1,00	<0,001	1,00	-	1,00	<0,05	0,25		0,70	0,10	0,27	0,04	-	0,56	0,05			
	Szczecinek	22,47	5,78	<0,001	0,96	<0,05	1,00	<0,001	-	<0,001	1,00	<0,05	<0,001		1,03	0,45	0,77	-	0,08	0,76			
	Toruń	17,00	3,82	1,00	0,23	1,00	<0,001	1,00	-	0,98	<0,05	0,34	1,00	<0,001		0,45	0,21	-	0,83	0,19			
	Wrocław	19,68	6,72	0,47	1,00	1,00	<0,01	0,06	-	1,00	1,00	1,00	0,60	<0,05	0,61		0,26	-	0,32	0,27			
	Zielona G.	18,02	5,81	1,00	0,99	1,00	<0,001	1,00	-	1,00	0,59	1,00	1,00	<0,01	1,00	1,00		-	0,56	0,00			
	Gdańsk	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-			
	Radom	21,94	8,47	<0,01	1,00	0,91	1,00	<0,01	-	0,13	1,00	1,00	<0,05	1,00	<0,05	1,00	0,53	-		0,62			
	Warszawa	18,04	5,85	1,00	0,41	1,00	<0,001	1,00	-	1,00	0,06	0,68	1,00	<0,001	1,00	0,95	1,00	-					

Tabela 23. Procentowy udział drzew w klasach defoliacji: 0 (do 10% def.), 1 (11-25% def.) i 2-4 (> 25% def. i drzewa martwe) oraz średnia defoliacja [%] wg gatunków w ukł. własności w krainach, wiek > 20 lat, 2016 r.

Kraina, własność	Kl.def., śr.def.	Sosna	Świerk	Jodła	Inne iglaste	Iglaste razem	Buk	Dąb	Brzoza	Olsza	Inne liśc.	Liśc. razem	Gat. razem
Bałtycka w zarządzie LP	0	10,5	7,9	-	11,6	10,3	19,8	5,8	9,0	11,4	21,9	12,1	11,0
	1	81,6	71,3	-	79,1	80,7	75,3	67,9	76,5	76,1	65,6	73,5	77,8
	2-4	7,9	20,8	-	9,3	8,9	4,9	26,3	14,5	12,5	12,5	14,5	11,2
	śr.def.	19,5	22,1	-	19,6	19,7	17,1	23,6	20,6	20,1	19,3	20,3	20,0
Bałtycka własność osób fizycznych	0	5,2	0,0	-	-	5,0	7,1	0,0	4,8	18,4	7,8	8,1	6,5
	1	78,6	71,4	-	-	78,4	78,6	84,2	85,7	78,9	67,2	77,8	78,1
	2-4	16,1	28,6	-	-	16,6	14,3	15,8	9,5	2,6	25,0	14,1	15,4
	śr.def.	21,6	28,6	-	-	21,8	22,1	25,0	21,7	18,3	28,5	23,6	22,7
Bałtycka W granicach PN	0	6,4	-	-	-	6,4	100,0	8,3	-	-	-	15,4	8,3
	1	80,9	-	-	-	80,9	0,0	91,7	-	-	-	84,6	81,7
	2-4	12,8	-	-	-	12,8	0,0	0,0	-	-	-	0,0	10,0
	śr.def.	19,9	-	-	-	19,9	5,0	17,9	-	-	-	16,9	19,3
Bałtycka inne własności	0	7,8	-	-	16,7	9,2	-	0,0	10,0	0,0	37,5	13,6	10,8
	1	71,9	-	-	75,0	72,4	-	80,0	90,0	100,0	62,5	84,1	76,7
	2-4	20,3	-	-	8,3	18,4	-	20,0	0,0	0,0	0,0	2,3	12,5
	śr.def.	23,0	-	-	18,8	22,4	-	24,0	17,0	20,0	15,0	17,5	20,6
Mazursko-Podl. w zarządzie LP	0	3,7	15,9	-	0,0	5,9	50,0	0,5	2,7	13,5	25,4	10,2	7,4
	1	82,3	64,8	-	100,0	79,3	50,0	61,8	55,6	74,6	59,4	63,7	73,9
	2-4	14,0	19,3	-	0,0	14,8	0,0	37,6	41,7	11,9	15,2	26,1	18,7
	śr.def.	22,9	21,5	-	18,2	22,6	12,5	26,5	29,1	20,2	19,4	23,9	23,0
Mazursko-Podl. własność osób fizycznych	0	2,9	3,7	-	-	3,0	-	0,0	8,9	24,2	23,0	19,7	11,1
	1	77,6	33,3	-	-	75,1	-	76,9	53,5	68,4	60,2	63,1	69,3
	2-4	19,5	63,0	-	-	22,0	-	23,1	37,6	7,4	16,8	17,2	19,6
	śr.def.	23,9	29,1	-	-	24,2	-	25,4	25,7	18,5	19,3	20,6	22,5
Mazursko-Podl. W granicach PN	0	0,0	0,0	-	-	0,0	-	-	0,0	5,1	-	2,5	1,4
	1	81,1	56,5	-	-	71,7	-	-	43,9	79,5	-	61,3	65,7
	2-4	18,9	43,5	-	-	28,3	-	-	56,1	15,4	-	36,3	32,9
	śr.def.	25,0	31,3	-	-	27,4	-	-	35,7	20,1	-	28,1	27,8
Mazursko-Podl. inne własności	0	50,0	-	-	-	50,0	-	-	-	15,0	-	15,0	32,5
	1	35,0	-	-	-	35,0	-	-	-	85,0	-	85,0	60,0
	2-4	15,0	-	-	-	15,0	-	-	-	0,0	-	0,0	7,5
	śr.def.	16,0	-	-	-	16,0	-	-	-	14,8	-	14,8	15,4
Wielkopolsko-Pomorska w zarządzie LP	0	4,0	14,3	-	17,1	4,3	12,9	2,3	5,8	4,6	24,0	7,6	4,9
	1	82,1	71,4	-	78,0	81,9	79,0	71,2	61,6	89,8	63,7	69,8	79,5
	2-4	14,0	14,3	-	4,9	13,9	8,1	26,5	32,6	5,6	12,3	22,6	15,6
	śr.def.	21,8	21,6	-	19,3	21,8	18,5	25,1	25,8	19,5	18,8	23,3	22,1
Wielkopolsko-Pomorska własność osób fizycznych	0	2,1	0,0	-	0,0	2,1	-	0,0	0,0	13,6	0,0	4,6	2,7
	1	82,0	66,7	-	50,0	81,4	-	84,2	69,3	80,2	36,8	69,0	78,3
	2-4	15,9	33,3	-	50,0	16,5	-	15,8	30,7	6,2	63,2	26,4	19,0
	śr.def.	23,0	25,0	-	35,4	23,2	-	23,2	27,2	19,7	41,7	26,6	24,0
Wielkopolsko-Pomorska W granicach PN	0	0,0	-	-	-	0,0	-	-	-	0,0	0,0	0,0	0,0
	1	80,0	-	-	-	80,0	-	-	-	100,0	58,3	75,0	77,5
	2-4	20,0	-	-	-	20,0	-	-	-	0,0	41,7	25,0	22,5
	śr.def.	23,0	-	-	-	23,0	-	-	-	21,9	32,5	28,3	25,6
Wielkopolsko-Pomorska inne własności	0	16,1	0,0	-	-	16,0	0,0	0,0	0,0	11,1	9,5	4,7	10,6
	1	76,3	100,0	-	-	76,6	78,9	4,5	33,3	88,9	47,6	51,2	64,4
	2-4	7,5	0,0	-	-	7,4	21,1	95,5	66,7	0,0	42,9	44,2	25,0
	śr.def.	19,6	15,0	-	-	19,6	22,9	49,1	26,7	15,6	25,7	29,0	24,1
Mazowiecko-Podlaska w zarządzie LP	0	4,1	19,2	-	28,6	4,6	0,0	2,8	11,1	4,4	19,4	8,0	5,8
	1	77,1	61,5	-	71,4	76,8	100,0	60,0	60,7	69,2	66,7	62,3	71,5
	2-4	18,8	19,2	-	0,0	18,6	0,0	37,2	28,2	26,4	14,0	29,7	22,7
	śr.def.	22,9	19,8	-	14,8	22,8	17,5	26,2	24,5	29,0	19,8	25,3	23,7

Tabela 23. – cd.

Kraina, własność	Kl.def., śr.def.	Sosna	Świerk	Jodła	Inne iglaste	Iglaste razem	Buk	Dąb	Brzoza	Olsza	Inne liśc.	Liśc. razem	Gat. razem
Mazowiecko- Podlaska własność osób fizycznych	0	3,2	0,0	-	0,0	3,2	-	9,1	9,2	18,8	15,2	13,1	7,3
	1	72,0	50,0	-	100,0	71,9	-	78,5	67,2	73,4	62,4	69,6	71,0
	2-4	24,8	50,0	-	0,0	24,8	-	12,4	23,6	7,8	22,5	17,3	21,7
	śr.def.	24,7	30,0	-	25,0	24,7	-	21,6	23,8	18,6	22,9	21,8	23,5
Mazowiecko- Podlaska W granicach PN	0	1,6	-	-	-	1,6	-	-	0,0	0,0	-	0,0	1,0
	1	69,4	-	-	-	69,4	-	-	66,7	14,3	-	47,4	61,0
	2-4	29,0	-	-	-	29,0	-	-	33,3	85,7	-	52,6	38,0
	śr.def.	25,0	-	-	-	25,0	-	-	25,2	38,2	-	30,0	26,9
Mazowiecko- Podlaska inne własności	0	3,6	-	-	0,0	3,4	-	0,0	0,0	-	-	0,0	3,0
	1	79,8	-	-	75,0	79,5	-	11,1	0,0	-	-	8,3	71,0
	2-4	16,7	-	-	25,0	17,0	-	88,9	100,0	-	-	91,7	26,0
	śr.def.	23,9	-	-	25,0	24,0	-	37,2	81,7	-	-	48,3	26,9
Śląska w zarządzie LP	0	1,7	4,3	-	6,3	2,0	15,2	1,4	4,0	7,3	4,1	4,4	3,0
	1	84,4	74,5	-	75,0	83,5	78,3	63,0	56,1	75,6	53,8	62,2	74,5
	2-4	13,9	21,3	-	18,8	14,5	6,5	35,6	39,9	17,1	42,1	33,4	22,5
	śr.def.	22,2	23,6	-	23,2	22,3	19,9	26,2	27,3	20,9	29,4	25,9	23,9
Śląska własność osób fizycznych	0	0,0	-	-	-	0,0	-	0,0	0,0	0,0	19,4	7,2	2,8
	1	73,9	-	-	-	73,9	-	100,0	38,9	100,0	74,2	63,9	70,0
	2-4	26,1	-	-	-	26,1	-	0,0	61,1	0,0	6,5	28,9	27,2
	śr.def.	26,5	-	-	-	26,5	-	21,5	33,9	20,0	18,9	25,8	26,3
Śląska W granicach PN	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2-4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	śr.def.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Śląska inne własności	0	0,0	-	-	41,2	11,3	-	0,0	0,0	-	8,0	2,0	5,6
	1	88,9	-	-	52,9	79,0	-	33,9	17,6	-	52,0	35,7	52,5
	2-4	11,1	-	-	5,9	9,7	-	66,1	82,4	-	40,0	62,2	41,9
	śr.def.	21,6	-	-	16,8	20,2	-	31,8	36,8	-	24,2	30,7	26,7
Małopolska w zarządzie LP	0	12,5	0,0	5,9	2,6	11,7	34,7	5,2	3,4	12,4	20,5	11,3	11,6
	1	67,8	36,2	62,1	79,5	66,9	55,8	60,2	51,5	65,9	53,4	57,4	64,0
	2-4	19,6	63,8	32,0	17,9	21,4	9,5	34,6	45,1	21,7	26,0	31,3	24,5
	śr.def.	22,2	34,1	27,1	22,3	22,8	17,8	25,5	28,4	23,5	25,2	25,0	23,4
Małopolska własność osób fizycznych	0	8,4	10,3	25,0	0,0	8,7	65,4	5,7	3,9	16,0	27,2	13,8	10,4
	1	67,5	33,3	57,1	100,0	66,7	30,8	58,9	53,0	64,0	51,3	54,2	62,5
	2-4	24,1	56,4	17,9	0,0	24,6	3,8	35,4	43,1	20,0	21,5	32,0	27,1
	śr.def.	24,0	29,7	20,5	20,0	24,0	12,3	26,3	28,4	21,4	22,1	25,1	24,4
Małopolska W granicach PN	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	30,0	-	-	-	-	30,0	15,0
	1	47,1	100,0	100,0	100,0	70,0	60,0	-	-	-	-	60,0	65,0
	2-4	52,9	0,0	0,0	0,0	30,0	10,0	-	-	-	-	10,0	20,0
	śr.def.	32,1	18,0	17,9	25,0	26,2	17,7	-	-	-	-	17,7	21,9
Małopolska inne własności	0	9,1	-	-	14,3	9,3	-	5,3	0,0	31,6	18,8	9,9	9,4
	1	67,9	-	-	71,4	68,0	-	36,8	53,2	63,2	50,0	51,5	63,3
	2-4	23,0	-	-	14,3	22,8	-	57,9	46,8	5,3	31,3	38,6	27,2
	śr.def.	22,9	-	-	22,1	22,9	-	31,6	28,0	15,8	23,4	25,6	23,7
Sudecka w zarządzie LP	0	0,0	10,0	25,0	0,0	9,0	25,6	0,0	5,4	0,0	2,6	5,5	7,5
	1	90,9	70,8	58,3	77,8	71,8	55,8	67,1	78,4	53,3	66,1	65,7	69,2
	2-4	9,1	19,1	16,7	22,2	19,1	18,6	32,9	16,2	46,7	31,3	28,7	23,2
	śr.def.	22,3	22,5	24,2	25,4	22,9	21,0	26,0	21,6	27,3	27,3	25,3	23,9
Sudecka własność osób fizycznych	0	-	100,0	-	-	100,0	-	0,0	0,0	0,0	4,9	3,8	5,0
	1	-	0,0	-	-	0,0	-	50,0	100,0	75,0	52,5	58,2	57,5
	2-4	-	0,0	-	-	0,0	-	50,0	0,0	25,0	42,6	38,0	37,5
	śr.def.	-	10,0	-	-	10,0	-	31,7	17,5	23,8	25,7	25,3	25,1

Tabela 23. – cd.

Kraina, własność	Kl.def., śr.def.	Sosna	Świerk	Jodła	Inne iglaste	Iglaste razem	Buk	Dąb	Brzoza	Olsza	Inne liśc.	Liśc. razem	Gat. razem
Sudecka	0	-	0,0	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-	0,0
W granicach PN	1	-	85,0	-	-	85,0	-	-	-	-	-	-	85,0
	2-4	-	15,0	-	-	15,0	-	-	-	-	-	-	15,0
	śr.def.	-	22,5	-	-	22,5	-	-	-	-	-	-	22,5
Sudecka	0	0,0	10,5	0,0	100,0	11,9	66,7	0,0	0,0	-	16,7	7,1	9,5
inne własności	1	0,0	81,6	100,0	0,0	76,2	33,3	19,0	91,7	-	83,3	50,0	63,1
	2-4	100,0	7,9	0,0	0,0	11,9	0,0	81,0	8,3	-	0,0	42,9	27,4
	śr.def.	42,5	19,5	20,0	10,0	20,4	13,3	33,3	23,8	-	18,3	27,0	23,7
Karpacka	0	4,1	6,6	16,7	0,0	11,4	27,2	0,0	0,0	7,0	26,2	23,0	16,8
w zarządzie LP	1	84,1	55,7	68,5	73,3	70,8	63,4	53,8	77,8	46,5	51,6	58,7	65,2
	2-4	11,8	37,7	14,8	26,7	17,8	9,4	46,2	22,2	46,5	22,2	18,2	18,0
	śr.def.	22,1	26,1	20,4	24,6	21,8	17,4	28,1	23,3	29,5	22,0	20,3	21,1
Karpacka	0	6,5	7,3	26,1	0,0	12,6	25,7	1,7	6,7	13,3	19,2	16,6	14,7
własność osób fizycznych	1	70,0	63,2	65,0	71,4	66,0	59,3	67,2	71,1	56,0	68,3	65,8	65,9
	2-4	23,5	29,6	8,9	28,6	21,4	15,0	31,0	22,2	30,7	12,5	17,6	19,4
	śr.def.	24,7	27,0	17,3	25,7	23,3	17,9	24,7	23,9	27,4	19,7	21,2	22,2
Karpacka	0	0,0	0,0	0,0	5,9	0,8	14,0	-	0,0	-	33,3	15,9	7,9
W granicach PN	1	0,0	55,7	47,4	82,4	55,9	66,7	-	80,0	-	66,7	67,3	61,3
	2-4	100,0	44,3	52,6	11,8	43,3	19,4	-	20,0	-	0,0	16,8	30,8
	śr.def.	32,5	34,8	29,1	25,6	31,8	21,2	-	21,0	-	16,0	20,5	26,5
Karpacka	0	0,0	0,0	9,1	0,0	3,4	28,1	0,0	0,0	-	28,1	22,2	14,3
inne własności	1	66,7	70,8	81,8	100,0	74,6	71,9	60,0	0,0	-	65,6	65,4	69,3
	2-4	33,3	29,2	9,1	0,0	22,0	0,0	40,0	100,0	-	6,3	12,3	16,4
	śr.def.	24,2	24,6	18,9	25,0	22,4	15,5	26,7	30,0	-	19,7	19,6	20,8

Tabela 24. Udział procentowy drzew w klasach defoliacji 0 (do 10% def.), 1 (11-25% def.) i 2-4 (> 25% def. i drzewa martwe) oraz średnia defoliacja [%] wg gatunków w układzie RDLP, w kolejności malejących wartości średniej defoliacji w kolumnie "Gatunki razem" - wiek > 20 lat, lasy w zarządzie Lasów Państwowych, 2016 r.

RDLP	Kl.def., śr.def.	Sosna	Świerk	Jodła	Inne iglaste	Iglaste razem	Buk	Dąb	Brzoza	Olsza	Inne liśc.	Liśc. razem	Gat. razem
Poznań	0	0,6	4,5	-	7,7	0,8	25,0	1,2	0,0	0,0	13,7	1,8	1,1
	1	81,8	59,1	-	76,9	81,3	75,0	75,0	53,1	90,5	49,0	68,4	76,9
	2-4	17,5	36,4	-	15,4	17,9	0,0	23,8	46,9	9,5	37,3	29,8	22,0
	śr.def.	23,6	27,3	-	23,8	23,7	15,0	24,4	30,2	22,0	30,6	26,3	24,6
Warszawa	0	4,8	-	-	14,3	4,9	-	0,0	1,3	9,2	28,6	5,9	5,3
	1	77,1	-	-	85,7	77,2	-	52,7	51,3	58,5	71,4	55,7	69,9
	2-4	18,1	-	-	0,0	17,8	-	47,3	47,4	32,3	0,0	38,4	24,8
	śr.def.	22,3	-	-	17,1	22,2	-	28,2	31,0	31,1	16,4	28,9	24,5
Katowice	0	1,9	0,0	16,1	6,5	2,7	20,2	0,0	0,0	6,7	5,8	5,7	3,9
	1	83,0	50,0	75,0	82,6	80,7	74,8	54,8	37,4	64,4	55,8	55,2	70,7
	2-4	15,0	50,0	8,9	10,9	16,5	4,9	45,2	62,6	28,9	38,4	39,1	25,4
	śr.def.	22,9	28,9	18,3	21,6	23,0	18,4	28,3	31,3	23,0	26,9	26,4	24,3
Wrocław	0	1,7	9,0	25,0	1,6	4,6	27,9	0,7	2,5	10,3	2,6	4,7	4,6
	1	79,1	71,9	58,3	71,9	75,8	57,4	61,3	69,3	76,2	62,4	64,8	70,7
	2-4	19,3	19,1	16,7	26,6	19,6	14,8	38,0	28,2	13,5	35,0	30,4	24,6
	śr.def.	23,1	22,7	24,2	25,8	23,1	19,4	27,3	27,0	19,7	27,3	25,7	24,3
Lublin	0	6,7	25,0	5,6	100,0	7,1	22,2	6,7	18,8	0,0	24,2	11,5	8,8
	1	71,5	12,5	72,2	0,0	70,4	61,1	57,2	58,0	64,1	24,2	56,2	64,9
	2-4	21,8	62,5	22,2	0,0	22,5	16,7	36,1	23,2	35,9	51,5	32,4	26,3
	śr.def.	22,6	30,6	21,5	10,0	22,6	20,8	25,6	23,3	24,9	33,3	25,1	23,6
Krosno	0	1,8	9,5	8,3	0,0	4,8	27,8	0,0	0,0	6,0	25,1	20,3	11,7
	1	74,4	62,2	71,2	85,0	72,6	59,7	58,5	51,1	64,3	56,0	58,4	66,3
	2-4	23,9	28,4	20,5	15,0	22,6	12,5	41,5	48,9	29,8	18,8	21,3	22,0
	śr.def.	25,6	24,3	23,4	23,1	24,6	18,5	28,7	29,8	26,0	21,5	21,9	23,4

Tabela 24. – cd.

RDLP	Kl.def., śr.def.	Sosna	Świerk	Jodła	Inne iglaste	Iglaste razem	Buk	Dąb	Brzoza	Olsza	Inne liśc.	Liśc. razem	Gat. razem
Białystok	0	4,8	15,4	-	0,0	6,9	-	0,8	7,1	19,6	14,9	10,8	8,2
	1	80,3	61,1	-	100,0	76,4	-	64,1	60,8	64,7	67,9	63,6	72,2
	2-4	15,0	23,5	-	0,0	16,7	-	35,2	32,1	15,7	17,2	25,6	19,6
	śr.def.	22,4	22,6	-	17,5	22,4	-	26,3	27,3	21,0	21,2	24,4	23,1
Olsztyn	0	2,0	12,7	-	0,0	3,1	22,5	0,9	4,5	5,1	23,7	7,1	4,8
	1	84,4	78,9	-	100,0	84,1	74,2	67,9	65,0	85,0	64,5	72,8	79,1
	2-4	13,6	8,5	-	0,0	12,8	3,4	31,3	30,5	9,9	11,8	20,2	16,0
	śr.def.	23,2	18,6	-	18,4	22,6	16,3	24,9	25,0	20,8	18,7	22,3	22,5
Radom	0	16,2	0,0	6,9	25,0	14,7	3,7	6,4	0,0	12,5	2,9	4,9	12,4
	1	67,7	19,0	57,8	75,0	65,3	77,8	69,1	59,7	62,5	76,5	67,9	65,9
	2-4	16,1	81,0	35,3	0,0	20,0	18,5	24,5	40,3	25,0	20,6	27,2	21,7
	śr.def.	20,1	40,5	29,4	15,0	21,7	23,7	22,9	27,3	25,8	26,0	24,8	22,5
Łódź	0	15,1	0,0	0,0	12,9	14,8	27,8	0,0	1,7	0,0	6,9	3,6	12,5
	1	69,1	45,5	50,0	74,2	68,9	61,1	64,0	63,9	75,0	79,3	65,9	68,3
	2-4	15,8	54,5	50,0	12,9	16,3	11,1	36,0	34,5	25,0	13,8	30,5	19,3
	śr.def.	21,6	28,2	26,3	20,0	21,6	16,9	26,3	25,7	31,9	20,3	24,8	22,3
Piła	0	4,6	0,0	-	26,7	4,8	0,0	0,0	5,8	0,0	0,0	3,1	4,6
	1	82,1	94,1	-	73,3	82,2	100,0	29,0	43,0	90,9	50,0	52,8	78,2
	2-4	13,3	5,9	-	0,0	13,0	0,0	71,0	51,2	9,1	50,0	44,2	17,3
	śr.def.	21,5	20,0	-	16,0	21,4	15,7	32,1	28,1	22,0	35,0	27,3	22,2
Toruń	0	3,6	0,0	-	7,7	3,7	30,0	3,5	12,8	2,5	17,1	9,0	4,8
	1	85,0	33,3	-	92,3	84,9	70,0	75,4	69,9	95,0	65,7	74,4	82,7
	2-4	11,4	66,7	-	0,0	11,4	0,0	21,1	17,3	2,5	17,1	16,5	12,5
	śr.def.	21,6	72,7	-	18,1	21,7	13,8	24,2	20,8	19,5	20,7	21,7	21,7
Szczecinek	0	7,3	4,7	-	0,0	6,9	6,6	0,0	3,9	0,7	4,9	3,7	5,8
	1	82,7	79,9	-	84,8	82,5	86,5	36,7	72,0	82,1	78,0	74,1	79,5
	2-4	10,0	15,4	-	15,2	10,7	7,0	63,3	24,1	17,1	17,1	22,2	14,7
	śr.def.	20,4	21,7	-	23,3	20,6	19,1	31,9	23,1	23,0	22,6	22,9	21,4
Zielona Góra	0	3,3	37,0	-	0,0	4,0	57,1	3,9	14,7	12,2	27,6	14,9	6,3
	1	83,6	55,6	-	100,0	83,0	42,9	79,7	76,5	77,6	63,2	73,7	81,1
	2-4	13,1	7,4	-	0,0	13,0	0,0	16,4	8,8	10,2	9,2	11,4	12,7
	śr.def.	21,2	16,5	-	20,0	21,1	12,1	22,3	19,2	18,6	18,7	19,8	20,9
Kraków	0	8,2	6,3	27,2	0,0	17,7	32,4	4,3	30,0	28,6	36,7	26,4	22,1
	1	57,5	62,5	63,4	60,6	61,1	61,6	47,9	50,0	57,1	39,2	53,2	57,1
	2-4	34,3	31,3	9,4	39,4	21,2	5,9	47,9	20,0	14,3	24,1	20,4	20,8
	śr.def.	25,7	23,4	17,1	25,8	21,0	15,9	27,8	19,3	21,1	21,5	20,3	20,6
Gdańsk	0	8,0	0,0	-	2,6	7,3	18,9	0,0	15,7	3,8	25,0	13,7	9,4
	1	85,3	46,5	-	89,7	83,6	81,1	81,5	78,4	92,3	66,7	79,7	82,3
	2-4	6,7	53,5	-	7,7	9,1	0,0	18,5	5,9	3,8	8,3	6,6	8,3
	śr.def.	19,8	29,5	-	20,0	20,3	16,9	22,9	17,7	19,2	19,0	18,6	19,7
Szczecin	0	13,7	23,5	-	27,8	14,4	50,0	13,8	8,4	27,2	42,9	25,2	17,7
	1	77,3	74,5	-	64,8	76,8	42,4	75,2	80,3	58,6	48,7	64,0	72,9
	2-4	9,0	2,0	-	7,4	8,7	7,6	11,0	11,2	14,2	8,4	10,8	9,4
	śr.def.	19,2	16,0	-	17,0	19,0	14,4	19,3	20,2	18,1	15,3	17,9	18,7
Razem	0	6,2	10,6	14,5	7,9	6,9	24,2	3,2	6,6	9,7	18,4	10,4	8,0
	1	79,7	66,5	66,9	78,0	78,2	68,2	64,2	63,3	74,8	59,1	65,5	73,9
	2-4	14,1	22,8	18,6	14,1	14,9	7,6	32,6	30,1	15,5	22,5	24,1	18,0
	śr.def.	21,7	22,9	21,9	21,4	21,8	17,6	25,4	25,0	21,7	22,7	23,2	22,3

Tabela 25. Udział procentowy drzew w klasach defoliacji 0 (do 10% def.), 1 (11-25% def.) i 2-4 (> 25% def. i drzewa martwe) oraz średnia defoliacja [%] wg gatunków w układzie RDLP, w kolejności malejących wartości średniej defoliacji w kolumnie "Gatunki razem" - wiek do 60 lat, lasy w zarządzie Lasów Państwowych, 2016 r.

RDLP	Kl.def., śr.def.	Sosna	Świerk	Jodła	Inne iglaste	Iglaste razem	Buk	Dąb	Brzoza	Olsza	Inne liśc.	Liśc. razem	Gat. razem
Warszawa	0	6,5	-	-	50,0	7,1	-	0,0	6,7	15,8	0,0	9,7	8,1
	1	68,5	-	-	50,0	68,3	-	72,7	40,0	34,2	100,0	48,6	61,1
	2-4	25,0	-	-	0,0	24,6	-	27,3	53,3	50,0	0,0	41,7	30,8
	śr.def.	23,0	-	-	12,5	22,9	-	24,1	35,7	37,8	20,0	33,3	26,6
Katowice	0	2,3	0,0	0,0	10,7	2,8	25,4	0,0	0,0	0,0	11,6	9,2	5,4
	1	85,0	41,7	80,0	78,6	83,2	70,4	34,6	42,3	41,7	69,8	54,2	71,8
	2-4	12,6	58,3	20,0	10,7	14,0	4,2	65,4	57,7	58,3	18,6	36,5	22,8
	śr.def.	22,5	32,1	20,0	21,1	22,7	17,6	31,9	32,8	27,1	24,4	26,7	24,2
Wrocław	0	2,6	7,3	-	7,1	4,1	7,7	1,3	3,1	0,0	1,3	2,1	3,3
	1	82,2	72,3	-	57,1	78,5	92,3	60,0	68,7	80,0	76,9	70,5	75,1
	2-4	15,2	20,4	-	35,7	17,4	0,0	38,8	28,2	20,0	21,8	27,4	21,6
	śr.def.	22,1	23,1	-	27,5	22,6	17,3	28,6	26,9	21,0	24,0	25,7	23,9
Poznań	0	0,2	11,1	-	10,0	0,6	-	1,7	0,0	0,0	37,5	1,5	1,0
	1	84,9	66,7	-	90,0	84,6	-	81,0	60,1	94,7	25,0	72,8	79,7
	2-4	14,9	22,2	-	0,0	14,7	-	17,4	39,9	5,3	37,5	25,7	19,3
	śr.def.	23,3	21,1	-	17,0	23,1	-	22,8	28,1	21,1	20,6	24,8	23,8
Radom	0	13,3	0,0	3,6	100,0	12,1	0,0	14,3	0,0	20,0	3,1	7,2	10,5
	1	62,7	0,0	57,1	0,0	60,6	100,0	78,6	70,0	60,0	78,1	72,2	64,4
	2-4	24,1	100,0	39,3	0,0	27,3	0,0	7,1	30,0	20,0	18,8	20,6	25,1
	śr.def.	21,7	36,7	34,3	5,0	23,7	15,0	18,9	26,2	25,0	24,1	24,1	23,8
Lublin	0	7,6	36,4	0,0	100,0	8,9	-	10,8	21,7	0,0	21,1	15,7	12,0
	1	75,5	9,1	100,0	0,0	73,1	-	59,5	50,8	38,9	26,3	51,9	63,2
	2-4	16,9	54,5	0,0	0,0	18,0	-	29,7	27,5	61,1	52,6	32,5	24,8
	śr.def.	22,1	25,9	18,3	10,0	22,2	-	23,6	23,8	29,4	35,5	24,9	23,5
Białystok	0	5,1	15,4	-	0,0	7,7	-	1,8	10,4	17,3	13,0	11,0	8,9
	1	76,0	61,5	-	100,0	72,4	-	75,4	72,9	62,7	66,7	69,9	71,5
	2-4	18,9	23,1	-	0,0	19,9	-	22,8	16,7	20,0	20,3	19,1	19,6
	śr.def.	23,3	22,5	-	17,5	23,1	-	23,9	22,5	22,5	22,4	22,7	22,9
Olsztyn	0	1,5	9,0	-	0,0	2,4	11,1	1,5	3,6	4,7	51,7	6,2	4,3
	1	80,4	86,6	-	100,0	81,6	88,9	74,8	69,9	86,8	41,4	75,9	78,7
	2-4	18,1	4,5	-	0,0	16,1	0,0	23,7	26,4	8,4	6,9	17,8	17,0
	śr.def.	24,1	18,6	-	18,2	23,3	16,4	23,9	24,5	19,9	15,7	22,1	22,7
Krosno	0	0,8	15,2	17,6	0,0	7,4	35,4	0,0	0,0	10,7	24,4	23,2	13,4
	1	73,7	57,6	70,3	87,1	72,3	52,3	82,4	50,0	67,9	53,7	58,7	67,2
	2-4	25,4	27,3	12,2	12,9	20,3	12,3	17,6	50,0	21,4	22,0	18,1	19,5
	śr.def.	27,5	23,0	18,7	23,1	23,9	16,8	23,5	27,5	24,3	21,1	20,3	22,5
Piła	0	3,8	0,0	-	26,7	4,5	0,0	0,0	6,0	0,0	0,0	4,1	4,4
	1	80,7	92,9	-	73,3	80,8	100,0	60,0	40,3	100,0	100,0	57,1	76,6
	2-4	15,5	7,1	-	0,0	14,7	0,0	40,0	53,7	0,0	0,0	38,8	19,0
	śr.def.	21,8	19,6	-	16,0	21,6	15,7	27,0	28,5	19,4	21,7	25,8	22,3
Łódź	0	12,2	-	0,0	36,4	13,0	-	0,0	1,2	0,0	40,0	2,4	9,9
	1	71,4	-	50,0	63,6	71,0	-	72,7	65,4	100,0	40,0	68,0	70,1
	2-4	16,4	-	50,0	0,0	16,0	-	27,3	33,3	0,0	20,0	29,6	20,0
	śr.def.	21,3	-	30,0	13,2	21,0	-	25,8	25,7	19,2	25,0	25,4	22,3
Toruń	0	4,6	0,0	-	0,0	4,6	66,7	4,3	11,3	0,0	40,0	9,0	5,9
	1	82,0	33,3	-	100,0	81,9	33,3	88,0	74,5	95,0	60,0	81,3	81,7
	2-4	13,4	66,7	-	0,0	13,5	0,0	7,7	14,2	5,0	0,0	9,8	12,3
	śr.def.	22,0	72,7	-	16,7	22,2	11,7	21,6	20,4	23,5	14,0	20,8	21,7
Szczecinek	0	9,1	6,8	-	0,0	8,5	10,3	0,0	6,8	0,0	13,3	6,9	8,0
	1	79,5	81,6	-	85,7	80,0	85,0	43,3	78,8	80,0	80,0	77,8	79,3
	2-4	11,5	11,7	-	14,3	11,6	4,7	56,7	14,4	20,0	6,7	15,3	12,8
	śr.def.	20,3	20,7	-	23,6	20,4	17,9	29,3	20,7	24,1	19,3	20,9	20,6

Tabela 25. – cd.

RDLP	Kl.def., śr.def.	Sosna	Świerk	Jodła	Inne iglaste	Iglaste razem	Buk	Dąb	Brzoza	Olsza	Inne liśc.	Liśc. razem	Gat. razem
Zielona Góra	0	4,5	50,0	-	-	5,7	50,0	8,5	21,4	11,5	38,5	20,9	8,7
	1	84,9	44,4	-	-	83,8	50,0	80,9	69,6	69,2	56,4	69,2	80,9
	2-4	10,6	5,6	-	-	10,5	0,0	10,6	8,9	19,2	5,1	9,9	10,4
	śr.def.	20,5	15,0	-	-	20,4	13,8	20,5	18,5	21,3	16,7	19,0	20,1
Kraków	0	0,0	0,0	25,0	0,0	15,1	50,0	0,0	0,0	42,1	43,8	38,9	30,4
	1	77,8	0,0	59,4	80,0	64,2	46,7	41,7	0,0	57,9	34,4	43,2	50,7
	2-4	22,2	100,0	15,6	20,0	20,8	3,3	58,3	100,0	0,0	21,9	17,9	18,9
	śr.def.	24,4	30,0	18,6	22,0	20,7	14,7	30,0	35,0	13,9	21,1	19,1	19,6
Gdańsk	0	9,9	0,0	-	2,7	8,6	33,3	0,0	19,1	50,0	37,5	18,8	10,9
	1	83,6	44,4	-	91,9	82,5	66,7	88,2	79,4	50,0	50,0	77,2	81,3
	2-4	6,6	55,6	-	5,4	8,9	0,0	11,8	1,5	0,0	12,5	4,0	7,8
	śr.def.	19,2	32,5	-	19,6	19,9	13,3	22,1	16,3	17,5	18,1	17,2	19,3
Szczecin	0	12,4	16,2	-	37,0	13,4	51,7	21,9	10,3	62,5	42,1	33,1	19,8
	1	77,2	83,8	-	55,6	76,8	40,0	72,4	82,8	32,5	51,6	60,5	71,4
	2-4	10,4	0,0	-	7,4	9,8	8,3	5,7	6,9	5,0	6,3	6,5	8,7
	śr.def.	19,7	16,5	-	15,9	19,4	14,9	17,5	17,9	12,5	14,8	16,0	18,3
Razem	0	6,0	11,6	15,3	11,9	6,9	27,8	5,6	7,6	11,4	24,0	11,9	8,7
	1	79,6	68,9	66,0	78,9	78,4	66,5	71,9	66,2	72,5	59,7	67,7	74,6
	2-4	14,3	19,6	18,8	9,3	14,7	5,7	22,5	26,2	16,1	16,3	20,4	16,7
	śr.def.	21,7	22,2	21,9	19,8	21,7	16,6	23,4	24,1	22,0	20,7	22,4	22,0

Tabela 26. Udział procentowy drzew w klasach defoliacji 0 (do 10% def.), 1 (11-25% def.) i 2-4 (> 25% def. i drzewa martwe) oraz średnia defoliacja [%] wg gatunków w układzie RDLP, w kolejności malejących wartości średniej defoliacji w kolumnie "Gatunki razem" - wiek > 60 lat, lasy w zarządzie Lasów Państwowych, 2016 r.

RDLP	Kl.def., śr.def.	Sosna	Świerk	Jodła	Inne iglaste	Iglaste razem	Buk	Dąb	Brzoza	Olsza	Inne liśc.	Liśc. razem	Gat. razem
Poznań	0	0,9	0,0	-	0,0	0,9	25,0	0,8	0,0	0,0	9,3	2,2	1,3
	1	79,8	53,8	-	33,3	79,1	75,0	69,5	31,3	85,4	53,5	63,1	74,5
	2-4	19,3	46,2	-	66,7	20,1	0,0	29,8	68,8	14,6	37,2	34,7	24,2
	śr.def.	23,8	31,5	-	46,7	24,1	15,0	25,9	36,7	23,1	32,4	28,2	25,2
Wrocław	0	0,7	10,0	25,0	0,0	5,0	33,3	0,5	0,0	13,5	3,2	6,2	5,6
	1	75,8	71,7	58,3	76,0	73,8	47,9	61,8	71,9	75,0	56,4	61,6	67,8
	2-4	23,5	18,3	16,7	24,0	21,3	18,8	37,8	28,1	11,5	40,4	32,2	26,6
	śr.def.	24,1	22,5	24,2	25,3	23,6	20,0	26,8	27,5	19,3	28,6	25,6	24,6
Katowice	0	1,7	0,0	17,6	0,0	2,7	16,3	0,0	0,0	9,1	0,0	3,9	3,1
	1	81,9	52,0	74,5	88,9	79,4	78,3	57,6	33,0	72,7	41,9	55,7	70,0
	2-4	16,4	48,0	7,8	11,1	17,9	5,4	42,4	67,0	18,2	58,1	40,4	26,8
	śr.def.	23,2	28,1	18,1	22,5	23,2	19,0	27,8	29,9	21,5	29,3	26,2	24,4
Krosno	0	2,1	4,9	5,1	0,0	3,5	25,3	0,0	0,0	3,6	25,3	19,4	11,0
	1	74,6	65,9	71,5	77,8	72,8	62,1	41,7	51,2	62,5	56,6	58,4	66,0
	2-4	23,2	29,3	23,4	22,2	23,7	12,6	58,3	48,8	33,9	18,1	22,3	23,0
	śr.def.	24,8	25,4	25,0	23,3	24,9	19,0	32,3	30,0	26,9	21,6	22,4	23,7
Lublin	0	6,3	0,0	6,1	-	6,2	22,2	4,5	13,1	0,0	28,6	7,9	6,8
	1	69,5	20,0	69,7	-	69,1	61,1	55,9	72,1	85,7	21,4	59,8	65,9
	2-4	24,3	80,0	24,2	-	24,7	16,7	39,6	14,8	14,3	50,0	32,3	27,3
	śr.def.	22,8	41,0	21,8	-	22,9	20,8	26,8	22,1	21,0	30,4	25,3	23,7
Warszawa	0	4,1	-	-	0,0	4,0	-	0,0	0,0	0,0	46,2	4,1	4,0
	1	80,7	-	-	100,0	81,0	-	47,7	54,0	92,6	53,8	59,2	73,8
	2-4	15,3	-	-	0,0	15,0	-	52,3	46,0	7,4	0,0	36,7	22,1
	śr.def.	22,0	-	-	19,0	22,0	-	29,2	29,9	21,7	14,2	26,8	23,5
Białystok	0	4,6	15,5	-	-	6,5	-	0,0	3,9	20,9	16,9	10,6	7,7
	1	82,7	60,7	-	-	78,9	-	54,9	49,3	65,9	69,2	58,5	72,8
	2-4	12,8	23,8	-	-	14,7	-	45,1	46,7	13,2	13,8	30,9	19,5
	śr.def.	21,9	22,7	-	-	22,0	-	28,2	32,0	20,2	19,9	25,8	23,1

Tabela 26. – cd.

RDLP	Kl.def., śr.def.	Sosna	Świerk	Jodła	Inne iglaste	Iglaste razem	Buk	Dąb	Brzoza	Olsza	Inne liśc.	Liśc. razem	Gat. razem
Olsztyn	0	2,4	16,0	-	0,0	3,5	25,4	0,0	5,8	5,5	10,9	7,9	5,2
	1	86,9	72,0	-	100,0	85,7	70,4	58,1	58,0	82,9	75,0	69,4	79,5
	2-4	10,8	12,0	-	0,0	10,7	4,2	41,9	36,2	11,6	14,1	22,6	15,3
	śr.def.	22,6	18,6	-	18,6	22,2	16,3	26,3	25,6	21,7	20,0	22,6	22,4
Łódź	0	16,5	0,0	0,0	0,0	15,7	27,8	0,0	2,6	0,0	0,0	4,8	13,9
	1	68,0	45,5	50,0	80,0	67,9	61,1	57,1	60,5	0,0	87,5	63,7	67,2
	2-4	15,5	54,5	50,0	20,0	16,4	11,1	42,9	36,8	100,0	12,5	31,5	18,8
	śr.def.	21,7	28,2	22,5	23,8	21,9	16,9	26,7	25,8	70,0	19,4	24,3	22,3
Szczecinek	0	5,9	0,0	-	0,0	5,5	3,6	0,0	1,2	1,0	0,0	1,6	4,0
	1	85,2	76,1	-	83,3	84,6	87,6	33,8	65,8	82,9	76,9	71,6	79,7
	2-4	8,9	23,9	-	16,7	9,9	8,8	66,2	32,9	16,2	23,1	26,8	16,3
	śr.def.	20,5	23,8	-	22,9	20,7	20,0	33,0	25,4	22,7	24,4	24,3	22,1
Piła	0	5,1	0,0	-	-	5,1	-	0,0	5,3	0,0	0,0	1,5	4,7
	1	83,1	100,0	-	-	83,2	-	23,1	52,6	82,4	0,0	46,2	79,5
	2-4	11,8	0,0	-	-	11,7	-	76,9	42,1	17,6	100,0	52,3	15,7
	śr.def.	21,2	21,7	-	-	21,2	-	33,1	26,6	24,4	48,3	29,6	22,1
Radom	0	17,2	0,0	8,1	0,0	15,5	3,8	5,2	0,0	0,0	0,0	3,6	13,0
	1	69,2	22,2	58,1	100,0	66,7	76,9	67,7	50,0	66,7	50,0	65,5	66,5
	2-4	13,7	77,8	33,8	0,0	17,7	19,2	27,1	50,0	33,3	50,0	31,0	20,5
	śr.def.	19,6	41,1	27,5	18,3	21,2	24,0	23,4	28,4	27,1	57,5	25,1	22,0
Toruń	0	3,0	-	-	14,3	3,1	23,5	1,9	18,5	5,0	8,0	9,1	3,9
	1	86,9	-	-	85,7	86,9	76,5	48,1	51,9	95,0	68,0	62,2	83,4
	2-4	10,1	-	-	0,0	10,0	0,0	50,0	29,6	0,0	24,0	28,7	12,6
	śr.def.	21,5	-	-	19,3	21,4	14,1	29,7	22,4	15,5	23,4	23,4	21,7
Zielona Góra	0	2,2	11,1	-	0,0	2,3	60,0	1,2	6,5	13,0	16,2	9,6	3,9
	1	82,3	77,8	-	100,0	82,2	40,0	79,0	84,8	87,0	70,3	77,7	81,2
	2-4	15,6	11,1	-	0,0	15,5	0,0	19,8	8,7	0,0	13,5	12,7	14,9
	śr.def.	21,9	19,4	-	20,0	21,9	11,5	23,3	20,0	15,4	20,8	20,5	21,6
Kraków	0	8,8	7,1	27,6	0,0	18,1	29,0	4,9	33,3	0,0	31,9	22,5	20,2
	1	56,0	71,4	64,1	52,2	60,6	64,5	48,8	55,6	55,6	42,6	56,3	58,6
	2-4	35,2	21,4	8,3	47,8	21,3	6,5	46,3	11,1	44,4	25,5	21,2	21,3
	śr.def.	25,8	22,5	16,9	27,4	21,0	16,1	27,4	17,5	36,1	21,8	20,6	20,8
Gdańsk	0	6,8	0,0	-	0,0	6,4	17,9	0,0	14,0	0,0	18,8	12,0	8,5
	1	86,4	48,0	-	50,0	84,4	82,1	79,2	77,9	95,8	75,0	80,5	82,9
	2-4	6,8	52,0	-	50,0	9,2	0,0	20,8	8,1	4,2	6,3	7,5	8,5
	śr.def.	20,1	27,4	-	27,5	20,5	17,2	23,2	18,5	19,4	19,4	19,0	19,9
Szczecin	0	14,8	42,9	-	18,5	15,3	48,3	5,7	6,6	15,6	45,8	17,5	15,9
	1	77,3	50,0	-	74,1	76,9	44,8	78,1	78,0	67,2	37,5	67,5	74,1
	2-4	7,9	7,1	-	7,4	7,8	6,9	16,2	15,4	17,2	16,7	15,0	9,9
	śr.def.	18,8	14,6	-	18,1	18,7	13,9	21,2	22,4	20,0	17,5	19,8	19,0
Razem	0	6,3	9,8	14,3	3,1	6,9	22,8	1,8	5,4	8,6	14,6	9,2	7,6
	1	79,7	64,6	67,2	77,0	78,1	68,9	59,7	59,7	76,4	58,8	63,9	73,5
	2-4	14,0	25,6	18,5	19,9	15,1	8,3	38,5	34,9	15,0	26,6	26,8	18,9
	śr.def.	21,7	23,6	21,9	23,3	21,9	18,0	26,7	26,1	21,5	24,1	23,8	22,5

Tabela 27. Udział procentowy drzew w klasach defoliacji 0 (do 10% def.), 1 (11-25% def.) i 2-4 (> 25% def. i drzewa martwe) oraz średnia defoliacja [%] wg gatunków w układzie krain, wiek > 20 lat, wszystkie formy własności, 2016 r.

Kraina	Kl.def., śr.def.	Sosna	Świerk	Jodła	Inne iglaste	Iglaste razem	Buk	Dąb	Brzoza	Olsza	Inne liśc.	Liśc. razem	Gat. razem
Śląska	0	1,5	4,3	-	13,6	2,1	15,2	1,2	3,4	7,2	6,1	4,4	3,1
	1	83,7	74,5	-	70,4	82,7	78,3	60,7	53,0	76,0	56,0	60,5	73,2
	2-4	14,8	21,3	-	16,0	15,2	6,5	38,1	43,6	16,8	37,9	35,1	23,7
	śr.def.	22,5	23,6	-	21,9	22,6	19,9	26,7	28,3	20,9	27,7	26,3	24,2
Sudecka	0	0,0	9,8	23,1	2,2	9,1	28,3	0,0	3,5	0,0	3,8	5,4	7,3
	1	76,9	72,5	61,5	76,1	72,7	54,3	56,6	84,2	57,9	62,1	62,7	67,9
	2-4	23,1	17,7	15,4	21,7	18,2	17,4	43,4	12,3	42,1	34,1	32,0	24,8
	śr.def.	25,4	22,2	23,8	25,1	22,6	20,5	27,8	21,5	26,6	26,5	25,5	24,0
Małopolska	0	10,6	3,9	8,5	4,2	10,3	37,9	5,4	3,4	15,2	24,8	12,6	11,0
	1	67,6	38,2	62,8	79,2	66,9	53,2	59,2	52,4	65,0	52,0	55,8	63,3
	2-4	21,8	57,8	28,7	16,7	22,8	8,9	35,4	44,2	19,7	23,3	31,7	25,7
	śr.def.	23,0	31,6	25,8	22,3	23,3	17,1	26,0	28,4	22,2	23,2	24,9	23,8
Mazowiecko- Podlaska	0	3,6	17,9	-	23,1	3,9	0,0	4,3	9,8	14,6	16,6	10,6	6,5
	1	74,5	60,7	-	73,1	74,4	100,0	63,7	64,3	70,9	63,8	65,8	71,1
	2-4	21,9	21,4	-	3,8	21,8	0,0	32,0	25,9	14,4	19,6	23,6	22,5
	śr.def.	23,8	20,5	-	16,7	23,8	17,5	25,3	24,3	21,8	21,8	23,6	23,7
Mazursko- Podlaska	0	3,9	14,3	-	0,0	5,6	50,0	0,5	3,7	16,5	24,3	12,4	8,2
	1	80,9	62,4	-	100,0	78,1	50,0	62,8	54,2	73,2	59,8	63,7	72,5
	2-4	15,2	23,3	-	0,0	16,4	0,0	36,7	42,1	10,3	15,9	23,9	19,3
	śr.def.	23,1	22,5	-	18,2	22,9	12,5	26,4	29,0	19,5	19,4	23,1	23,0
Wielkopolsko- Pomorska	0	3,9	13,7	-	13,2	4,2	9,9	2,1	4,7	7,3	18,5	6,9	4,7
	1	82,0	71,6	-	71,7	81,7	79,0	68,6	62,7	87,5	58,5	68,8	79,0
	2-4	14,1	14,7	-	15,1	14,1	11,1	29,3	32,6	5,3	22,9	24,3	16,2
	śr.def.	21,9	21,6	-	22,9	21,9	19,6	26,1	26,0	19,4	23,1	24,1	22,4
Karpacka	0	5,1	5,6	18,0	1,2	10,8	25,2	0,7	5,2	11,0	22,4	19,9	15,2
	1	76,5	60,5	67,0	75,3	68,1	63,5	60,1	71,3	52,5	62,3	62,6	65,4
	2-4	18,4	33,9	15,0	23,5	21,1	11,2	39,1	23,5	36,4	15,3	17,6	19,4
	śr.def.	23,5	27,8	20,0	24,9	23,1	17,9	26,5	23,8	28,2	20,4	20,7	21,9
Bałtycka	0	10,1	7,7	-	12,1	10,0	19,6	5,6	8,7	11,9	18,9	11,8	10,7
	1	81,2	71,3	-	78,7	80,4	75,2	69,2	77,7	76,4	65,9	74,0	77,8
	2-4	8,7	21,0	-	9,2	9,6	5,2	25,2	13,6	11,7	15,2	14,2	11,4
	śr.def.	19,7	22,2	-	19,5	19,9	17,3	23,5	20,5	20,0	21,4	20,5	20,1
Kraj	0	6,0	9,2	16,3	9,0	6,7	24,3	3,4	6,3	13,0	18,7	11,2	8,3
	1	77,6	65,0	66,1	76,4	76,3	66,9	63,4	63,0	73,4	59,7	64,8	72,2
	2-4	16,4	25,7	17,5	14,6	17,1	8,8	33,2	30,7	13,6	21,7	24,0	19,5
	śr.def.	22,3	24,2	21,1	21,8	22,4	17,8	25,7	25,3	20,9	22,5	23,2	22,7

Tabela 28. Udział procentowy drzew w klasach defoliacji 0 (do 10% def.), 1 (11-25% def.) i 2-4 (> 25% def. i drzewa martwe) oraz średnia defoliacja [%] wg gatunków w układzie krain, wiek do 60 lat, wszystkie formy własności, 2016 r.

Kraina	Kl.def., śr.def.	Sosna	Świerk	Jodła	Inne iglaste	Iglaste razem	Buk	Dąb	Brzoza	Olsza	Inne liśc.	Liśc. razem	Gat. razem
Małopolska	0	9,6	5,3	2,7	15,4	9,4	51,9	11,1	3,4	19,8	17,4	12,9	10,7
	1	68,1	31,6	64,9	76,9	67,3	40,7	63,7	55,2	62,2	61,5	58,4	64,2
	2-4	22,3	63,2	32,4	7,7	23,3	7,4	25,3	41,5	18,0	21,1	28,6	25,2
	śr.def.	23,5	31,7	31,5	19,2	23,8	16,1	23,2	27,8	21,2	23,4	24,4	24,0
Sudecka	0	-	8,3	-	0,0	8,0	0,0	0,0	4,3	0,0	1,1	2,0	4,6
	1	-	66,7	-	100,0	67,9	100,0	50,0	91,5	75,0	64,4	74,0	71,4
	2-4	-	25,0	-	0,0	24,1	0,0	50,0	4,3	25,0	34,4	24,0	24,0
	śr.def.	-	24,1	-	25,0	24,2	21,0	23,8	19,8	23,8	25,8	23,6	23,9
Mazowiecko- Podlaska	0	3,3	19,2	-	35,3	3,8	-	5,1	11,0	20,9	18,2	12,8	7,6
	1	72,4	57,7	-	64,7	72,2	-	69,9	66,4	62,4	67,4	66,2	69,6
	2-4	24,3	23,1	-	0,0	24,1	-	25,0	22,6	16,7	14,4	21,0	22,8
	śr.def.	24,7	20,6	-	14,1	24,5	-	23,6	23,4	21,6	21,1	22,8	23,8
Śląska	0	1,5	4,3	-	20,8	2,8	13,6	2,9	5,9	0,0	8,0	5,0	3,6
	1	84,9	89,4	-	62,3	83,8	86,4	58,0	61,1	75,4	73,9	64,6	76,6
	2-4	13,6	6,4	-	17,0	13,4	0,0	39,1	33,0	24,6	18,2	30,4	19,8
	śr.def.	22,2	19,6	-	21,2	22,0	19,1	27,7	27,1	22,5	23,5	26,0	23,5
Mazursko- Podlaska	0	4,4	12,2	-	0,0	6,0	-	0,9	6,8	16,2	22,9	12,6	8,9
	1	74,6	62,4	-	100,0	72,3	-	68,4	64,9	72,3	60,3	67,0	70,0
	2-4	21,0	25,3	-	0,0	21,7	-	30,7	28,3	11,5	16,8	20,4	21,1
	śr.def.	24,4	23,3	-	18,2	24,1	-	25,2	25,2	20,2	19,8	22,3	23,3
Wielkopolsko- Pomorska	0	4,4	16,7	-	14,3	4,9	10,5	3,2	4,5	7,9	25,3	8,2	5,7
	1	82,0	73,1	-	71,4	81,6	84,2	85,1	64,4	85,5	55,3	71,8	79,2
	2-4	13,6	10,3	-	14,3	13,5	5,3	11,8	31,1	6,7	19,3	20,0	15,1
	śr.def.	21,7	20,0	-	21,8	21,6	17,6	21,9	25,4	20,2	20,7	22,8	21,9
Karpacka	0	6,1	8,5	23,6	0,0	12,5	27,7	0,0	5,2	12,0	22,1	19,7	16,9
	1	80,6	64,7	65,0	82,9	69,9	62,1	72,0	71,4	55,4	64,8	64,0	66,3
	2-4	13,3	26,8	11,5	17,1	17,6	10,2	28,0	23,4	32,5	13,1	16,3	16,8
	śr.def.	22,2	26,2	17,9	23,2	22,1	17,3	22,6	24,2	27,2	19,7	20,5	21,2
Bałtycka	0	10,2	7,5	-	11,6	10,0	22,9	10,5	10,4	22,8	30,5	16,5	12,5
	1	80,1	76,1	-	80,2	79,8	71,6	73,5	80,5	69,0	60,0	73,8	77,5
	2-4	9,8	16,4	-	8,1	10,2	5,5	16,0	9,0	8,3	9,5	9,8	10,0
	śr.def.	19,9	22,0	-	19,4	20,1	16,8	21,3	19,2	18,2	17,7	18,9	19,6
Kraj	0	5,8	10,1	19,6	13,1	6,5	26,8	5,8	7,5	16,2	19,5	12,5	8,8
	1	76,9	66,7	64,9	75,7	75,9	66,1	70,5	66,4	69,3	63,0	66,9	72,5
	2-4	17,3	23,2	15,5	11,2	17,6	7,1	23,6	26,0	14,5	17,5	20,5	18,7
	śr.def.	22,6	23,5	20,5	20,4	22,6	17,1	23,5	24,3	21,0	21,2	22,4	22,5

Tabela 29. Udział procentowy drzew w klasach defoliacji 0 (do 10% def.), 1 (11-25% def.) i 2-4 (> 25% def. i drzewa martwe) oraz średnia defoliacja [%] wg gatunków w układzie krain, wiek > 60 lat, wszystkie formy własności, 2016 r.

Kraina	Kl.def., śr.def.	Sosna	Świerk	Jodła	Inne iglaste	Iglaste razem	Buk	Dąb	Brzoza	Olsza	Inne liśc.	Liśc. razem	Gat. razem
Śląska	0	1,4	4,3	-	0,0	1,5	15,7	0,3	0,5	10,9	5,3	4,0	2,7
	1	82,7	59,6	-	85,7	81,6	75,7	62,2	43,2	76,4	47,6	57,9	70,4
	2-4	15,9	36,2	-	14,3	16,8	8,6	37,5	56,2	12,7	47,1	38,1	26,9
	śr.def.	22,8	27,7	-	23,0	23,1	20,1	26,2	29,7	20,0	29,7	26,4	24,7
Sudecka	0	0,0	10,4	23,1	2,4	9,5	31,7	0,0	0,0	0,0	6,5	7,3	8,5
	1	76,9	74,8	61,5	73,8	74,3	48,8	56,9	50,0	53,3	59,8	56,2	66,4
	2-4	23,1	14,8	15,4	23,8	16,3	19,5	43,1	50,0	46,7	33,7	36,5	25,1
	śr.def.	25,4	21,4	23,8	25,1	22,1	20,5	27,9	29,5	27,3	27,2	26,5	24,0
Małopolska	0	11,2	3,1	9,9	0,0	10,8	32,9	3,4	3,5	10,7	34,9	12,3	11,3
	1	67,3	42,2	62,3	80,0	66,7	57,7	57,6	48,6	67,9	39,0	53,6	62,7
	2-4	21,5	54,7	27,8	20,0	22,5	9,4	39,1	47,9	21,4	26,2	34,0	26,0
	śr.def.	22,7	31,6	24,4	23,4	23,0	17,4	27,0	29,1	23,1	22,8	25,4	23,7
Mazowiecko- Podlaska	0	4,0	0,0	-	0,0	3,9	0,0	3,6	6,9	9,2	15,1	7,8	5,3
	1	76,4	100,0	-	88,9	76,5	100,0	58,8	59,2	78,3	60,4	65,2	72,6
	2-4	19,6	0,0	-	11,1	19,6	0,0	37,6	34,0	12,5	24,5	27,0	22,1
	śr.def.	23,0	20,0	-	21,7	23,0	17,5	26,6	26,6	21,9	22,5	24,6	23,6
Wielkopolsko- Pomorska	0	3,6	4,2	-	9,1	3,6	9,7	1,2	5,1	6,5	10,4	5,3	3,9
	1	81,9	66,7	-	72,7	81,8	77,4	54,0	58,8	89,9	62,4	65,0	78,9
	2-4	14,5	29,2	-	18,2	14,6	12,9	44,8	36,2	3,6	27,2	29,7	17,3
	śr.def.	22,1	26,9	-	27,3	22,2	20,2	29,8	27,4	18,3	26,0	25,7	22,8
Mazursko- Podlaska	0	3,5	16,6	-	0,0	5,2	50,0	0,0	0,4	16,7	27,8	12,2	7,6
	1	84,9	62,4	-	100,0	82,1	50,0	55,3	42,7	73,9	58,3	60,1	74,6
	2-4	11,5	21,0	-	0,0	12,7	0,0	44,7	56,9	9,4	13,9	27,7	17,8
	śr.def.	22,2	21,7	-	18,1	22,1	12,5	28,1	33,0	19,0	18,3	23,9	22,7
Karpacka	0	4,8	4,2	16,7	2,3	10,3	24,4	0,9	5,3	8,6	22,8	20,0	14,4
	1	75,4	58,4	67,5	68,2	67,5	64,0	57,5	71,1	45,7	59,2	61,5	65,0
	2-4	19,8	37,4	15,8	29,5	22,2	11,6	41,6	23,7	45,7	18,0	18,5	20,7
	śr.def.	23,8	28,6	20,5	26,5	23,4	18,2	27,3	23,0	30,4	21,3	20,7	22,3
Bałtycka	0	10,0	8,0	-	12,7	10,0	17,5	2,2	7,4	7,2	12,4	8,8	9,5
	1	82,1	66,7	-	76,4	81,0	77,6	66,1	75,4	79,6	69,2	74,2	78,1
	2-4	7,8	25,4	-	10,9	9,1	5,0	31,6	17,2	13,2	18,3	17,0	12,5
	śr.def.	19,6	22,5	-	19,6	19,7	17,5	25,1	21,6	20,7	23,5	21,5	20,5
Kraj	0	6,1	8,6	15,6	4,3	6,8	23,3	2,0	4,6	10,5	17,7	10,1	7,9
	1	78,2	63,8	66,4	77,2	76,5	67,3	59,3	57,9	76,6	56,1	62,9	71,9
	2-4	15,7	27,6	18,0	18,5	16,7	9,5	38,8	37,5	12,9	26,1	26,9	20,2
	śr.def.	22,1	24,7	21,3	23,3	22,3	18,1	27,0	26,9	20,7	23,9	23,9	22,8

Tabela 30. Udział procentowy drzew w klasach defoliacji 0 (do 10% def.), 1 (11-25% def.) i 2-4 (> 25% def. i drzewa martwe) oraz średnia defoliacja [%] wg gatunków w układzie województw, w kolejności malejących wartości średniej defoliacji w kolumnie "Gatunki razem" - wiek > 20 lat, wszystkie własności, 2016 rok

Województwo	Kl.def., śr.def.	Sosna	Świerk	Jodła	Inne iglaste	Iglaste razem	Buk	Dąb	Brzoza	Olsza	Inne liśc.	Liśc. razem	Gat. razem
Opolskie	0	0,0	0,0	-	0,0	0,0	2,4	0,0	0,0	2,7	8,6	2,1	1,0
	1	88,1	71,4	-	85,0	87,6	85,4	50,0	38,0	67,6	54,3	53,2	71,0
	2-4	11,9	28,6	-	15,0	12,4	12,2	50,0	62,0	29,7	37,1	44,7	27,9
	śr.def.	22,9	24,3	-	22,3	22,9	22,9	29,9	32,7	23,4	25,9	28,5	25,6
Mazowieckie	0	3,5	0,0	11,4	22,7	3,7	0,0	1,6	1,8	6,9	15,1	4,6	4,0
	1	73,2	25,0	54,3	72,7	72,9	100,0	60,9	66,7	78,3	65,1	67,8	71,3
	2-4	23,3	75,0	34,3	4,5	23,4	0,0	37,5	31,5	14,9	19,8	27,6	24,7
	śr.def.	24,2	34,4	31,4	17,0	24,3	15,0	25,8	26,3	23,5	22,2	25,1	24,5
Dolnośląskie	0	1,5	8,9	23,1	11,0	5,0	29,7	0,6	2,2	8,6	3,2	4,4	4,7
	1	78,2	73,2	61,5	67,1	75,4	56,3	58,0	72,1	77,6	60,2	63,5	69,7
	2-4	20,3	17,9	15,4	22,0	19,5	14,1	41,5	25,7	13,8	36,7	32,0	25,5
	śr.def.	23,4	22,4	23,8	23,7	23,0	19,1	27,7	26,4	19,9	27,7	25,9	24,4
Śląskie	0	2,1	9,0	18,5	10,0	4,2	8,4	0,0	0,0	21,4	15,8	4,0	4,2
	1	82,4	39,3	72,8	83,3	77,9	89,5	58,2	46,5	67,9	57,9	61,1	72,9
	2-4	15,6	51,7	8,6	6,7	17,9	2,1	41,8	53,5	10,7	26,3	34,9	22,9
	śr.def.	23,0	34,0	18,3	21,0	23,5	17,9	27,0	28,7	18,2	23,2	24,9	23,9
Wielkopolskie	0	2,6	0,0	-	26,1	2,7	20,0	1,0	1,6	4,1	10,0	2,9	2,8
	1	81,3	75,0	-	69,6	81,1	80,0	70,7	51,8	88,8	55,6	66,6	77,2
	2-4	16,2	25,0	-	4,3	16,2	0,0	28,2	46,6	7,1	34,4	30,4	20,0
	śr.def.	23,1	24,4	-	19,1	23,0	16,0	25,2	29,3	21,3	29,6	26,2	23,9
Łódzkie	0	14,9	8,3	0,0	4,5	14,6	27,8	1,0	1,4	3,7	10,0	3,3	12,3
	1	65,5	41,7	50,0	77,3	65,4	61,1	53,0	48,9	85,2	80,0	55,3	63,4
	2-4	19,7	50,0	50,0	18,2	19,9	11,1	46,0	49,8	11,1	10,0	41,4	24,3
	śr.def.	22,2	26,7	26,3	22,7	22,3	16,9	30,5	31,0	19,4	19,8	28,6	23,5
Podkarpackie	0	4,1	8,4	7,7	1,6	5,1	23,7	6,6	1,5	8,3	22,0	17,1	10,9
	1	73,6	56,6	70,2	84,4	72,3	59,6	62,5	45,0	58,6	63,7	59,7	66,2
	2-4	22,3	34,9	22,1	14,1	22,6	16,7	30,9	53,4	33,1	14,3	23,2	22,9
	śr.def.	24,6	25,6	23,6	23,8	24,4	19,7	24,4	31,1	27,3	20,2	22,5	23,5
Lubelskie	0	5,5	31,6	3,8	100,0	5,9	60,7	6,5	20,3	31,4	33,0	20,2	12,6
	1	67,1	21,1	92,3	0,0	66,9	39,3	58,2	65,2	51,3	46,6	56,8	62,2
	2-4	27,4	47,4	3,8	0,0	27,2	0,0	35,3	14,5	17,3	20,4	23,0	25,2
	śr.def.	24,3	25,0	18,7	10,0	24,2	12,5	25,9	20,4	19,6	21,3	22,2	23,2
Podlaskie	0	5,3	5,2	-	0,0	5,3	-	1,0	11,7	20,6	17,7	15,2	9,1
	1	75,5	56,2	-	100,0	73,0	-	68,3	58,5	66,6	61,7	63,2	69,3
	2-4	19,2	38,6	-	0,0	21,7	-	30,8	29,8	12,8	20,6	21,6	21,7
	śr.def.	22,9	27,3	-	17,5	23,5	-	25,7	24,9	19,7	21,5	22,4	23,1
Warmińsko- mazurskie	0	2,1	20,1	-	0,0	4,8	25,3	0,4	3,3	7,1	18,3	8,0	6,2
	1	84,6	71,1	-	100,0	82,7	71,4	70,2	61,7	84,6	64,6	71,4	77,7
	2-4	13,3	8,8	-	0,0	12,5	3,3	29,4	35,0	8,3	17,1	20,6	16,1
	śr.def.	23,2	18,1	-	18,4	22,4	16,0	25,2	27,4	19,8	20,3	22,7	22,5
Kujawsko- pomorskie	0	3,7	0,0	-	4,0	3,7	30,0	3,4	8,4	12,2	9,4	7,9	4,7
	1	84,0	50,0	-	68,0	83,5	70,0	74,9	69,3	85,4	50,0	70,2	80,3
	2-4	12,4	50,0	-	28,0	12,8	0,0	21,8	22,3	2,4	40,6	21,9	15,1
	śr.def.	21,8	48,8	-	27,0	22,0	13,8	24,2	23,1	19,4	28,1	23,5	22,4
Świętokrzyskie	0	19,8	2,8	9,4	20,0	18,1	12,5	13,0	3,0	17,1	5,9	8,4	15,1
	1	67,6	25,0	56,5	80,0	64,9	68,8	73,0	58,3	60,0	57,4	63,0	64,3
	2-4	12,6	72,2	34,1	0,0	16,9	18,8	14,0	38,6	22,9	36,6	28,6	20,6
	śr.def.	19,2	37,6	27,1	17,0	20,6	22,6	20,7	26,4	24,7	30,4	25,4	22,1

Tabela 30. – cd.

Województwo	Kl.def., śr.def.	Sosna	Świerk	Jodła	Inne iglaste	Iglaste razem	Buk	Dąb	Brzoza	Olsza	Inne liśc.	Liśc. razem	Gat. razem
Małopolskie	0	4,6	3,6	24,8	0,0	11,6	37,0	2,5	8,5	23,4	27,0	22,8	17,0
	1	69,4	66,5	63,4	59,5	66,1	59,2	55,1	57,0	59,4	58,2	57,8	62,1
	2-4	26,0	29,9	11,8	40,5	22,3	3,9	42,4	34,5	17,2	14,8	19,4	20,9
	śr.def.	24,5	26,6	17,8	26,4	22,7	15,0	27,0	26,1	21,7	19,8	20,7	21,7
Pomorskie	0	6,0	4,0	-	1,5	5,7	10,7	0,0	11,1	2,0	13,9	8,5	6,4
	1	86,0	62,0	-	88,2	84,9	84,6	71,4	79,8	89,2	63,9	80,3	83,7
	2-4	8,0	34,0	-	10,3	9,4	4,7	28,6	9,1	8,8	22,2	11,2	9,9
	śr.def.	20,3	24,9	-	21,4	20,6	18,5	24,9	19,3	19,8	22,9	20,1	20,5
Lubuskie	0	6,0	29,5	-	18,8	6,6	59,3	5,0	12,0	24,6	33,3	18,8	9,0
	1	82,4	65,9	-	75,0	82,0	40,7	72,2	78,9	68,1	60,7	69,1	79,4
	2-4	11,6	4,5	-	6,3	11,4	0,0	22,8	9,2	7,2	5,9	12,1	11,5
	śr.def.	20,5	16,3	-	18,8	20,4	11,7	24,7	19,6	16,8	16,0	19,6	20,3
Zachodnio- pomorskie	0	12,6	8,9	-	21,7	12,6	20,5	9,5	6,2	16,0	27,4	13,9	13,2
	1	77,7	80,0	-	70,0	77,7	71,9	64,5	73,3	68,5	56,4	68,8	74,1
	2-4	9,7	11,1	-	8,3	9,7	7,6	26,0	20,6	15,6	16,2	17,2	12,8
	śr.def.	19,5	20,7	-	17,6	19,5	17,7	23,0	22,1	20,5	22,1	21,0	20,1
Kraj	0	6,0	9,2	16,3	9,0	6,7	24,3	3,4	6,3	13,03	18,7	11,2	8,3
	1	77,6	65,0	66,1	76,4	76,3	66,9	63,4	63,0	73,36	59,7	64,8	72,2
	2-4	16,4	25,7	17,5	14,6	17,1	8,8	33,2	30,7	13,61	21,7	24,0	19,5
	śr.def.	22,3	24,2	21,1	21,8	22,4	17,8	25,7	25,3	20,87	22,5	23,2	22,7

Tabela 31. Udział procentowy drzew w klasach defoliacji 0 (do 10% def.), 1 (11-25% def.) i 2-4 (> 25% def. i drzewa martwe) oraz średnia defoliacja [%] wg gatunków w układzie województw, w kolejności malejących wartości średniej defoliacji w kolumnie "Gatunki razem" - wiek 21-60 lat, wszystkie własności, 2016 rok

Województwo	Kl.def., śr.def.	Sosna	Świerk	Jodła	Inne iglaste	Iglaste razem	Buk	Dąb	Brzoza	Olsza	Inne liśc.	Liśc. razem	Gat. razem
Mazowieckie	0	3,3	0,0	3,6	38,5	3,7	0,0	2,2	2,5	7,5	10,0	4,1	3,8
	1	68,8	25,0	57,1	61,5	68,3	100,0	72,0	73,3	69,9	68,9	72,1	69,6
	2-4	27,9	75,0	39,3	0,0	28,0	0,0	25,8	24,3	22,6	21,1	23,8	26,6
	śr.def.	25,5	33,8	34,3	13,8	25,6	15,0	23,5	25,0	26,0	23,3	24,7	25,3
Opolskie	0	0,0	0,0	-	0,0	0,0	-	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	1	87,4	60,0	-	85,7	86,6	-	15,4	54,8	33,3	89,5	49,0	74,8
	2-4	12,6	40,0	-	14,3	13,4	-	84,6	45,2	66,7	10,5	51,0	25,2
	śr.def.	22,7	24,0	-	22,5	22,7	-	36,7	30,6	27,8	25,0	30,9	25,3
Dolnośląskie	0	2,2	6,8	-	25,8	4,9	7,1	1,1	2,7	0,0	2,0	2,0	3,5
	1	81,6	73,3	-	54,8	77,8	92,9	60,9	71,9	86,7	69,3	70,9	74,6
	2-4	16,2	19,9	-	19,4	17,4	0,0	38,0	25,3	13,3	28,8	27,1	21,8
	śr.def.	22,5	22,9	-	21,6	22,6	17,5	28,2	26,3	20,2	24,7	25,3	23,8
Wielkopolskie	0	1,9	0,0	-	27,3	2,4	0,0	1,5	1,8	5,1	16,7	3,1	2,6
	1	81,6	86,4	-	72,7	81,5	100,0	81,5	54,5	88,8	62,5	69,5	78,0
	2-4	16,5	13,6	-	0,0	16,1	0,0	17,0	43,8	6,1	20,8	27,4	19,4
	śr.def.	23,3	20,7	-	16,1	23,1	20,0	22,9	28,5	20,8	26,7	25,3	23,7
Śląskie	0	4,5	13,8	33,3	21,4	6,9	0,0	0,0	0,0	0,0	20,0	2,3	5,4
	1	85,1	41,4	50,0	71,4	79,4	100,0	44,4	57,1	66,7	66,7	67,4	75,7
	2-4	10,3	44,8	16,7	7,1	13,7	0,0	55,6	42,9	33,3	13,3	30,3	18,9
	śr.def.	21,3	37,9	16,7	19,6	22,8	18,6	28,9	27,3	25,0	22,0	24,7	23,4
Łódzkie	0	12,0	100,0	0,0	50,0	12,2	-	5,9	1,5	5,9	50,0	4,1	10,7
	1	67,1	0,0	50,0	50,0	66,9	-	94,1	55,7	82,4	33,3	61,4	65,9
	2-4	20,9	0,0	50,0	0,0	20,9	-	0,0	42,7	11,8	16,7	34,5	23,4
	śr.def.	22,5	10,0	30,0	12,5	22,5	-	19,1	29,4	18,8	22,5	27,1	23,4

Tabela 31. – cd.

Województwo	Kl.def., śr.def.	Sosna	Świerk	Jodła	Inne iglaste	Iglaste razem	Buk	Dąb	Brzoza	Olsza	Inne liśc.	Liśc. razem	Gat. razem
Podlaskie	0	5,7	7,0	-	0,0	5,9	-	1,9	16,1	21,9	25,4	17,8	10,6
	1	70,5	50,0	-	100,0	67,4	-	79,2	66,1	62,4	69,0	66,5	67,1
	2-4	23,9	43,0	-	0,0	26,7	-	18,9	17,8	15,7	5,6	15,6	22,4
	śr.def.	24,2	28,0	-	17,5	24,7	-	22,9	21,5	20,8	17,2	20,9	23,2
Podkarpackie	0	4,6	12,2	16,7	0,0	6,7	28,9	13,0	1,7	11,0	21,3	18,2	12,4
	1	74,5	48,8	71,8	86,8	73,0	55,3	66,7	46,6	58,9	66,2	60,7	66,8
	2-4	20,9	39,0	11,5	13,2	20,4	15,8	20,3	51,7	30,1	12,6	21,1	20,7
	śr.def.	24,7	25,5	18,7	23,2	23,7	18,6	21,9	30,9	27,2	19,5	22,0	22,9
Świętokrzyskie	0	16,9	5,3	-	100,0	16,4	100,0	27,6	4,2	19,0	5,2	9,4	13,4
	1	66,5	31,6	-	0,0	64,0	0,0	58,6	61,5	61,9	68,8	63,4	63,8
	2-4	16,5	63,2	-	0,0	19,5	0,0	13,8	34,4	19,0	26,0	27,2	22,9
	śr.def.	20,6	33,4	-	5,0	21,4	10,0	18,4	25,3	24,8	26,6	24,7	22,8
Warmińsko- mazurskie	0	2,4	15,6	-	0,0	4,8	11,1	0,7	2,3	7,3	18,2	6,8	5,9
	1	81,4	77,8	-	100,0	81,0	88,9	72,6	66,4	85,4	60,1	73,0	76,9
	2-4	16,2	6,7	-	0,0	14,2	0,0	26,7	31,3	7,3	21,7	20,1	17,2
	śr.def.	24,0	18,3	-	18,2	22,8	16,4	25,1	26,2	19,6	21,4	22,7	22,8
Lubelskie	0	5,0	57,1	-	100,0	6,0	-	7,7	24,6	32,9	20,0	22,0	15,4
	1	69,5	14,3	-	0,0	68,4	-	61,3	59,2	46,6	62,2	57,1	61,8
	2-4	25,5	28,6	-	0,0	25,5	-	31,0	16,3	20,5	17,8	20,9	22,8
	śr.def.	24,5	15,7	-	10,0	24,3	-	24,5	20,1	20,4	23,1	21,6	22,7
Kujawsko- pomorskie	0	4,3	0,0	-	0,0	4,1	66,7	4,2	8,0	12,2	10,3	8,0	5,5
	1	81,2	33,3	-	68,4	80,6	33,3	88,1	72,7	85,4	38,5	75,2	78,7
	2-4	14,5	66,7	-	31,6	15,3	0,0	7,6	19,3	2,4	51,3	16,8	15,8
	śr.def.	22,1	72,7	-	28,7	22,5	11,7	21,5	22,6	19,4	31,2	22,7	22,6
Małopolskie	0	1,8	5,2	27,5	0,0	9,6	43,9	0,0	3,2	29,8	26,8	24,3	18,9
	1	81,6	74,2	62,5	75,0	73,9	52,0	60,0	55,3	55,3	58,8	56,7	62,9
	2-4	16,7	20,6	10,0	25,0	16,5	4,1	40,0	41,5	14,9	14,4	19,0	18,1
	śr.def.	23,1	23,6	17,4	22,5	21,7	15,3	26,1	28,4	19,7	19,7	20,8	21,2
Pomorskie	0	7,4	7,5	-	1,9	7,1	9,4	0,0	10,9	20,0	30,8	10,8	7,8
	1	84,0	66,0	-	90,7	83,4	81,3	76,0	81,2	20,0	53,8	77,9	82,3
	2-4	8,6	26,4	-	7,4	9,5	9,4	24,0	7,9	60,0	15,4	11,3	9,9
	śr.def.	20,0	23,4	-	20,6	20,2	17,3	24,0	19,1	29,0	22,7	19,8	20,1
Zachodnio- pomorskie	0	12,5	6,8	-	26,7	12,4	22,4	19,8	9,1	34,0	32,3	21,0	15,7
	1	76,0	84,1	-	63,3	76,4	71,4	62,5	78,3	59,6	60,0	68,8	73,5
	2-4	11,5	9,1	-	10,0	11,2	6,1	17,7	12,6	6,4	7,7	10,2	10,8
	śr.def.	20,0	20,7	-	17,3	20,0	17,6	20,0	19,7	16,8	16,4	18,4	19,4
Lubuskie	0	5,8	34,3	-	33,3	6,9	62,5	10,0	17,5	11,5	39,8	24,1	10,7
	1	84,4	62,9	-	66,7	83,6	37,5	81,3	73,8	69,2	56,8	68,3	80,2
	2-4	9,8	2,9	-	0,0	9,5	0,0	8,8	8,8	19,2	3,4	7,6	9,1
	śr.def.	20,1	15,4	-	18,3	19,9	11,6	19,7	18,5	21,3	14,0	17,3	19,3
Kraj	0	5,8	10,1	19,6	13,1	6,5	26,8	5,8	7,5	16,2	19,5	12,5	8,8
	1	76,9	66,7	64,9	75,7	75,9	66,1	70,5	66,4	69,3	63,0	66,9	72,5
	2-4	17,3	23,2	15,5	11,2	17,6	7,1	23,6	26,0	14,5	17,5	20,5	18,7
	śr.def.	22,6	23,5	20,5	20,4	22,6	17,1	23,5	24,3	21,0	21,2	22,4	22,5

Tabela 32. Udział procentowy drzew w klasach defoliacji 0 (do 10% def.), 1 (11-25% def.) i 2-4 (> 25% def. i drzewa martwe) oraz średnia defoliacja [%] wg gatunków w układzie województw, w kolejności malejących wartości średniej defoliacji w kolumnie "Gatunki razem" - wiek > 60 lat, wszystkie własności, 2016 rok

Województwo	Kl.def., śr.def.	Sosna	Świerk	Jodła	Inne iglaste	Iglaste razem	Buk	Dąb	Brzoza	Olsza	Inne liśc.	Liśc. razem	Gat. razem
Opolskie	0	0,0	0,0	-	0,0	0,0	2,4	0,0	0,0	3,6	11,8	2,9	1,7
	1	88,8	100,0	-	83,3	88,7	85,4	58,8	25,9	78,6	41,2	54,6	68,6
	2-4	11,2	0,0	-	16,7	11,3	12,2	41,2	74,1	17,9	47,1	42,5	29,7
	śr.def.	23,2	25,0	-	21,7	23,2	22,9	28,1	34,2	22,0	26,2	27,7	25,8
Dolnośląskie	0	0,6	10,0	23,1	2,0	5,2	36,0	0,4	0,0	12,1	4,0	6,0	5,6
	1	74,5	73,1	61,5	74,5	73,6	46,0	56,9	73,0	73,8	54,0	58,7	66,2
	2-4	24,9	16,9	15,4	23,5	21,2	18,0	42,7	27,0	14,0	42,0	35,3	28,2
	śr.def.	24,3	22,2	23,8	25,0	23,4	19,6	27,5	26,8	19,8	29,7	26,4	24,9
Śląskie	0	1,0	6,7	17,3	0,0	3,2	12,9	0,0	0,0	24,0	0,0	4,8	3,6
	1	81,2	38,3	74,7	93,8	77,2	83,9	60,9	40,4	68,0	25,0	58,2	71,8
	2-4	17,8	55,0	8,0	6,3	19,6	3,2	39,1	59,6	8,0	75,0	37,0	24,6
	śr.def.	23,7	32,1	18,4	22,2	23,8	17,6	26,6	29,5	17,4	27,5	25,0	24,1
Wielkopolskie	0	3,1	0,0	-	0,0	3,1	25,0	0,7	1,1	3,0	7,6	2,7	3,0
	1	81,0	57,1	-	0,0	80,6	75,0	61,2	44,8	88,9	53,0	63,2	76,4
	2-4	15,9	42,9	-	100,0	16,3	0,0	38,2	54,0	8,1	39,4	34,1	20,6
	śr.def.	22,9	30,4	-	85,0	23,0	15,0	27,2	31,3	21,8	30,7	27,2	24,0
Podkarpackie	0	3,8	4,8	4,8	3,8	4,1	21,8	0,0	1,4	6,0	22,6	16,3	9,8
	1	73,0	64,3	69,8	80,8	71,9	61,2	58,2	43,8	58,3	61,3	59,0	65,8
	2-4	23,2	31,0	25,4	15,4	24,0	17,0	41,8	54,8	35,7	16,0	24,7	24,3
	śr.def.	24,5	25,7	25,1	24,8	24,7	20,1	27,1	31,3	27,3	21,0	22,9	23,9
Mazowieckie	0	3,6	0,0	42,9	0,0	3,8	0,0	1,2	0,5	6,6	20,7	5,2	4,2
	1	77,2	25,0	42,9	88,9	77,0	100,0	54,6	52,4	82,5	61,0	63,1	72,9
	2-4	19,2	75,0	14,3	11,1	19,2	0,0	44,2	47,1	10,9	18,3	31,7	22,9
	śr.def.	23,1	35,0	20,0	21,7	23,1	15,0	27,1	29,2	22,3	21,1	25,5	23,8
Łódzkie	0	17,6	0,0	0,0	0,0	16,9	27,8	0,0	1,1	0,0	0,0	2,7	13,8
	1	63,9	45,5	50,0	80,0	64,0	61,1	44,6	38,9	90,0	91,7	50,7	61,1
	2-4	18,5	54,5	50,0	20,0	19,1	11,1	55,4	60,0	10,0	8,3	46,7	25,0
	śr.def.	21,9	28,2	22,5	23,8	22,0	16,9	32,8	33,3	20,5	19,2	29,7	23,7
Lubelskie	0	5,8	16,7	3,8	-	5,9	60,7	5,9	11,8	26,7	43,1	18,4	10,6
	1	66,0	25,0	92,3	-	66,2	39,3	56,7	77,3	66,7	34,5	56,4	62,5
	2-4	28,2	58,3	3,8	-	27,9	0,0	37,4	10,9	6,7	22,4	25,1	26,9
	śr.def.	24,1	30,4	18,7	-	24,1	12,5	26,5	21,0	17,0	19,9	22,8	23,6
Podlaskie	0	5,0	2,9	-	-	4,8	-	0,0	4,6	19,8	10,0	12,6	7,7
	1	79,7	63,8	-	-	77,9	-	56,9	46,4	69,3	54,3	60,0	71,3
	2-4	15,3	33,3	-	-	17,3	-	43,1	49,0	11,0	35,7	27,4	21,0
	śr.def.	21,9	26,5	-	-	22,4	-	28,5	30,3	19,0	25,8	23,8	22,9
Warmińsko- mazurskie	0	1,9	24,2	-	0,0	4,7	28,8	0,0	4,3	6,9	18,3	9,1	6,5
	1	86,4	65,1	-	100,0	83,8	67,1	67,0	57,3	83,7	70,0	69,9	78,2
	2-4	11,7	10,7	-	0,0	11,5	4,1	33,0	38,4	9,4	11,7	21,1	15,3
	śr.def.	22,8	17,8	-	18,6	22,1	16,0	25,3	28,6	20,0	19,1	22,7	22,4
Kujawsko- pomorskie	0	3,2	0,0	-	16,7	3,3	23,5	1,6	10,3	-	8,0	7,6	3,9
	1	86,1	66,7	-	66,7	85,9	76,5	49,2	51,7	-	68,0	56,8	81,9
	2-4	10,7	33,3	-	16,7	10,8	0,0	49,2	37,9	-	24,0	35,6	14,3
	śr.def.	21,6	25,0	-	21,7	21,7	14,1	29,3	26,0	-	23,4	25,5	22,2
Małopolskie	0	5,8	3,0	24,2	0,0	12,3	33,8	3,1	18,8	5,9	27,3	21,4	15,8
	1	64,4	63,3	63,6	52,0	63,4	62,4	54,0	60,4	70,6	57,0	58,9	61,7
	2-4	29,8	33,8	12,2	48,0	24,3	3,8	42,9	20,8	23,5	15,6	19,7	22,5
	śr.def.	25,1	27,9	17,9	28,2	23,0	14,9	27,2	21,5	27,4	20,1	20,5	22,1

Tabela 32. – cd.

Województwo	Kl.def., śr.def.	Sosna	Świerk	Jodła	Inne iglaste	Iglaste razem	Buk	Dąb	Brzoza	Olsza	Inne liśc.	Liśc. razem	Gat. razem
Świętokrzyskie	0	21,3	0,0	9,4	0,0	19,0	10,6	7,0	0,0	14,3	8,3	7,3	16,2
	1	68,2	17,6	56,5	100,0	65,4	70,2	78,9	50,0	57,1	20,8	62,5	64,7
	2-4	10,5	82,4	34,1	0,0	15,7	19,1	14,1	50,0	28,6	70,8	30,2	19,2
	śr.def.	18,4	42,4	27,1	20,0	20,3	22,9	21,5	29,6	24,6	42,7	26,3	21,7
Lubuskie	0	6,3	11,1	-	15,4	6,4	54,5	1,0	4,8	32,6	21,3	12,9	7,5
	1	80,7	77,8	-	76,9	80,7	45,5	65,0	85,5	67,4	68,1	70,0	78,8
	2-4	13,0	11,1	-	7,7	12,9	0,0	34,0	9,7	0,0	10,6	17,1	13,7
	śr.def.	20,9	19,4	-	18,8	20,9	11,8	28,7	21,1	14,1	19,6	22,2	21,1
Pomorskie	0	4,8	0,0	-	0,0	4,6	11,1	0,0	11,2	1,0	4,3	7,3	5,4
	1	87,7	57,4	-	78,6	86,2	85,5	69,7	78,6	92,8	69,6	81,4	84,8
	2-4	7,5	42,6	-	21,4	9,2	3,4	30,3	10,2	6,2	26,1	11,2	9,8
	śr.def.	20,6	26,5	-	24,6	20,9	18,8	25,3	19,5	19,3	23,0	20,2	20,7
Zachodnio- pomorskie	0	12,7	12,8	-	16,7	12,8	18,9	4,0	3,7	5,5	21,2	8,8	11,1
	1	79,1	72,3	-	76,7	78,8	72,2	65,5	69,2	73,6	51,9	68,8	74,6
	2-4	8,2	14,9	-	6,7	8,4	8,9	30,5	27,1	20,9	26,9	22,4	14,3
	śr.def.	19,0	20,9	-	17,8	19,1	17,8	24,7	24,1	22,7	29,3	22,9	20,7
Kraj	0	6,1	8,6	15,6	4,3	6,8	23,3	2,0	4,6	10,5	17,7	10,1	7,9
	1	78,2	63,8	66,4	77,2	76,5	67,3	59,3	57,9	76,6	56,1	62,9	71,9
	2-4	15,7	27,6	18,0	18,5	16,7	9,5	38,8	37,5	12,9	26,1	26,9	20,2
	śr.def.	22,1	24,7	21,3	23,3	22,3	18,1	27,0	26,9	20,7	23,9	23,9	22,8

Tabela 33. Udział procentowy drzew w klasach defoliacji 0 (do 10% def.), 1 (11-25% def.) i 2-4 (> 25% def. i drzewa martwe) oraz średnia defoliacja [%] wg gatunków w parkach narodowych, w kolejności malejących wartości średniej defoliacji w kolumnie "Gatunki razem" - wiek > 20 lat, 2016 rok

Park Narodowy	Kl.def., śr.def.	Sosna	Świerk	Jodła	Inne iglaste	Iglaste razem	Buk	Dąb	Brzoza	Olsza	Inne liśc.	Liśc. razem	Gat. razem
Tatrzański 3 pow.	0	-	0,0	0,0	-	0,0	-	-	-	-	-	-	0,0
	1	-	55,0	20,0	-	43,3	-	-	-	-	-	-	43,3
	2-4	-	45,0	80,0	-	56,7	-	-	-	-	-	-	56,7
	śr.def.	-	37,6	33,3	-	36,2	-	-	-	-	-	-	36,2
Poleski 1 pow.	0	-	-	-	-	-	-	-	0,0	0,0	-	0,0	0,0
	1	-	-	-	-	-	-	-	66,7	14,3	-	30,0	30,0
	2-4	-	-	-	-	-	-	-	33,3	85,7	-	70,0	70,0
	śr.def.	-	-	-	-	-	-	-	25,8	38,2	-	34,5	34,5
Biebrzański 5 pow.	0	0,0	0,0	-	-	0,0	-	-	0,0	5,3	-	1,7	1,0
	1	65,0	60,0	-	-	62,5	-	-	43,9	68,4	-	51,7	56,0
	2-4	35,0	40,0	-	-	37,5	-	-	56,1	26,3	-	46,7	43,0
	śr.def.	27,0	31,0	-	-	29,0	-	-	35,7	22,1	-	31,4	30,5
Gorczański 1 pow.	0	-	0,0	0,0	-	0,0	11,1	-	-	-	-	11,1	5,0
	1	-	60,0	0,0	-	54,5	88,9	-	-	-	-	88,9	70,0
	2-4	-	40,0	100,0	-	45,5	0,0	-	-	-	-	0,0	25,0
	śr.def.	-	40,0	40,0	-	40,0	16,7	-	-	-	-	16,7	29,5
Babiogórski 1 pow.	0	-	0,0	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-	0,0
	1	-	55,0	-	-	55,0	-	-	-	-	-	-	55,0
	2-4	-	45,0	-	-	45,0	-	-	-	-	-	-	45,0
	śr.def.	-	26,5	-	-	26,5	-	-	-	-	-	-	26,5
Wielkopolski 2 pow.	0	0,0	-	-	-	0,0	-	-	-	0,0	0,0	0,0	0,0
	1	80,0	-	-	-	80,0	-	-	-	100,0	58,3	75,0	77,5
	2-4	20,0	-	-	-	20,0	-	-	-	0,0	41,7	25,0	22,5
	śr.def.	23,0	-	-	-	23,0	-	-	-	21,9	32,5	28,3	25,6

Tabela 33. – cd.

Park Narodowy	Kl.def., śr.def.	Sosna	Świerk	Jodła	Inne iglaste	Iglaste razem	Buk	Dąb	Brzoza	Olsza	Inne liśc.	Liśc. razem	Gat. razem
Kampinoski 4 pow.	0	1,6	-	-	-	1,6	-	-	0,0	-	-	0,0	1,3
	1	69,4	-	-	-	69,4	-	-	66,7	-	-	66,7	68,8
	2-4	29,0	-	-	-	29,0	-	-	33,3	-	-	33,3	30,0
	śr.def.	25,0	-	-	-	25,0	-	-	25,0	-	-	25,0	25,0
Magurski 2 pow.	0	0,0	-	0,0	5,9	3,2	0,0	-	-	-	100,0	11,1	5,0
	1	0,0	-	83,3	82,4	77,4	75,0	-	-	-	0,0	66,7	75,0
	2-4	100,0	-	16,7	11,8	19,4	25,0	-	-	-	0,0	22,2	20,0
	śr.def.	32,5	-	24,2	25,6	25,5	21,9	-	-	-	10,0	20,6	24,4
Wigierski 1 pow.	0	0,0	0,0	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-	0,0
	1	100,0	33,3	-	-	90,0	-	-	-	-	-	-	90,0
	2-4	0,0	66,7	-	-	10,0	-	-	-	-	-	-	10,0
	śr.def.	22,6	33,3	-	-	24,3	-	-	-	-	-	-	24,3
Roztoczański 1 pow.	0	0,0	-	0,0	-	0,0	-	-	-	-	-	-	0,0
	1	61,5	-	100,0	-	75,0	-	-	-	-	-	-	75,0
	2-4	38,5	-	0,0	-	25,0	-	-	-	-	-	-	25,0
	śr.def.	26,9	-	17,9	-	23,8	-	-	-	-	-	-	23,8
Gór Stołowych 1 pow.	0	-	0,0	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-	0,0
	1	-	85,0	-	-	85,0	-	-	-	-	-	-	85,0
	2-4	-	15,0	-	-	15,0	-	-	-	-	-	-	15,0
	śr.def.	-	22,5	-	-	22,5	-	-	-	-	-	-	22,5
Świętokrzyski 1 pow.	0	-	-	-	0,0	0,0	21,1	-	-	-	-	21,1	20,0
	1	-	-	-	100,0	100,0	63,2	-	-	-	-	63,2	65,0
	2-4	-	-	-	0,0	0,0	15,8	-	-	-	-	15,8	15,0
	śr.def.	-	-	-	25,0	25,0	21,1	-	-	-	-	21,1	21,3
Bieszczadzki 5 pow.	0	-	-	0,0	-	0,0	15,8	-	0,0	-	28,6	16,8	16,0
	1	-	-	80,0	-	80,0	63,2	-	80,0	-	71,4	65,3	66,0
	2-4	-	-	20,0	-	20,0	21,1	-	20,0	-	0,0	17,9	18,0
	śr.def.	-	-	22,0	-	22,0	21,7	-	21,0	-	16,4	20,9	21,0
Ojcowski 1 pow.	0	0,0	0,0	-	-	0,0	45,5	-	-	-	-	45,5	25,0
	1	0,0	100,0	-	-	55,6	54,5	-	-	-	-	54,5	55,0
	2-4	100,0	0,0	-	-	44,4	0,0	-	-	-	-	0,0	20,0
	śr.def.	48,8	18,0	-	-	31,7	11,8	-	-	-	-	11,8	20,8
Woliński 2 pow.	0	3,7	-	-	-	3,7	100,0	8,3	-	-	-	15,4	7,5
	1	74,1	-	-	-	74,1	0,0	91,7	-	-	-	84,6	77,5
	2-4	22,2	-	-	-	22,2	0,0	0,0	-	-	-	0,0	15,0
	śr.def.	22,4	-	-	-	22,4	5,0	17,9	-	-	-	16,9	20,6
Białowiecki 1 pow.	0	-	-	-	-	-	-	-	-	5,0	-	5,0	5,0
	1	-	-	-	-	-	-	-	-	90,0	-	90,0	90,0
	2-4	-	-	-	-	-	-	-	-	5,0	-	5,0	5,0
	śr.def.	-	-	-	-	-	-	-	-	18,3	-	18,3	18,3
Drawieński 1 pow.	0	10,0	-	-	-	10,0	-	-	-	-	-	-	10,0
	1	90,0	-	-	-	90,0	-	-	-	-	-	-	90,0
	2-4	0,0	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-	0,0
	śr.def.	16,5	-	-	-	16,5	-	-	-	-	-	-	16,5
Parki razem 33 pow.	0	2,2	0,00	0,0	5,6	1,4	18,5	8,3	0,0	3,3	18,5	10,5	5,5
	1	73,0	62,7	55,6	83,3	68,0	64,5	91,7	54,3	67,2	63,0	63,6	66,1
	2-4	24,9	37,3	44,4	11,1	30,6	16,9	0,0	45,7	29,5	18,5	25,9	28,5
	śr.def.	24,2	31,3	27,3	25,6	27,0	20,2	17,9	31,1	24,5	23,3	23,9	25,6

Tabela 34. Udział procentowy drzew w klasach defoliacji 0 (do 10% def.), 1 (11-25% def.) i 2-4 (> 25% def. i drzewa martwe) oraz średnia defoliacja [%], według gatunków w układzie RDLP - wiek > 20 lat, lasy w zarządzie Lasów Państwowych, lata 2012-2016

RDLP	Kl.def., śr.def.	Sosna					Świerk					Jodła					Inne iglaste				
		2012	2013	2014	2015	2016	2012	2013	2014	2015	2016	2012	2013	2014	2015	2016	2012	2013	2014	2015	2016
Białystok	0	9,5	10,4	6,7	5,5	4,8	12,3	21,5	20,4	8,2	15,4	-	-	-	-	-	0,0	0,0	50,0	0,0	0,0
	1	71,5	74,4	74,1	76,7	80,3	51,8	41,8	32,1	45,8	61,1	-	-	-	-	-	100,0	100,0	50,0	100,0	100,0
	2-4	19,0	15,2	19,2	17,8	15,0	35,9	36,7	47,5	46,1	23,5	-	-	-	-	-	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Średnia	22,0	21,1	23,1	23,2	22,4	24,4	24,2	26,3	26,6	22,6	-	-	-	-	-	17,5	17,5	15,0	15,0	17,5
Katowice	0	1,5	0,7	4,1	2,8	1,9	1,3	1,3	1,5	7,5	0,0	12,0	12,0	16,7	17,4	16,1	0,0	0,0	11,9	8,9	6,5
	1	67,3	62,9	86,0	84,5	83,0	28,2	38,7	51,5	46,9	50,0	62,0	80,0	74,1	71,9	75,0	65,7	76,5	78,6	82,2	82,6
	2-4	31,2	36,4	9,9	12,7	15,0	70,5	60,0	47,1	45,6	50,0	26,0	8,0	9,3	10,7	8,9	34,3	23,5	9,5	8,9	10,9
	Średnia	25,7	26,7	20,9	21,8	22,9	34,2	31,5	30,0	29,7	28,9	21,0	19,0	18,6	18,8	18,3	25,7	24,6	19,8	20,8	21,6
Kraków	0	5,9	7,4	8,4	5,4	8,2	3,6	3,6	3,6	5,2	6,3	25,6	25,6	25,6	26,6	27,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	1	53,3	58,8	59,1	67,7	57,5	57,1	64,3	64,3	69,2	62,5	64,5	66,4	66,4	66,2	63,4	61,3	58,1	58,1	54,6	60,6
	2-4	40,7	33,8	32,5	26,9	34,3	39,3	32,1	32,1	25,6	31,3	10,0	8,1	8,1	7,2	9,4	38,7	41,9	41,9	45,5	39,4
	Średnia	28,1	26,0	25,1	24,4	25,7	25,4	24,5	24,5	24,3	23,4	17,7	17,1	17,1	16,8	17,1	27,7	26,3	26,3	27,0	25,8
Krosno	0	1,2	3,8	3,4	3,2	1,8	21,9	18,7	13,2	12,2	9,5	15,7	18,1	14,6	14,4	8,3	5,6	5,6	0,0	0,0	0,0
	1	53,9	66,7	72,3	71,0	74,4	53,4	64,0	65,8	62,2	62,2	63,9	65,2	69,1	69,5	71,2	69,4	75,0	80,6	81,4	85,0
	2-4	44,9	29,5	24,4	25,8	23,9	24,7	17,3	21,1	25,7	28,4	20,4	16,7	16,4	16,1	20,5	25,0	19,4	19,4	18,6	15,0
	Średnia	28,2	25,9	25,8	26,0	25,6	21,8	21,3	22,5	23,0	24,3	21,1	20,7	21,0	21,7	23,4	24,4	23,8	23,3	22,9	23,1
Lublin	0	3,8	3,6	3,5	5,5	6,7	26,7	26,7	26,7	21,4	25,0	2,9	2,9	2,9	5,7	5,6	100,0	100,0	100,0	33,3	100,0
	1	69,2	68,5	64,9	69,1	71,5	20,0	20,0	20,0	28,6	12,5	51,4	65,7	60,0	74,3	72,2	0,0	0,0	0,0	66,7	0,0
	2-4	27,0	27,9	31,6	25,3	21,8	53,3	53,3	53,3	50,0	62,5	45,7	31,4	37,1	20,0	22,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Średnia	24,5	24,5	25,3	23,9	22,6	29,0	30,0	30,7	26,4	30,6	25,0	23,9	24,4	20,7	21,5	0,0	10,0	10,0	18,3	10,0
Łódź	0	3,4	8,9	14,6	18,6	15,1	7,7	15,4	18,2	23,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	25,8	19,4	18,2	12,9
	1	83,5	80,0	74,7	65,7	69,1	53,9	53,9	72,7	53,8	45,5	75,0	75,0	75,0	75,0	50,0	95,0	64,5	61,3	61,4	74,2
	2-4	13,1	11,1	10,7	15,7	15,8	38,5	30,8	9,1	23,1	54,5	25,0	25,0	25,0	25,0	50,0	5,0	9,7	19,4	20,5	12,9
	Średnia	21,7	20,4	20,1	20,7	21,6	24,2	21,5	18,6	21,9	28,2	22,5	22,5	23,8	23,8	26,3	21,3	18,6	22,6	19,9	20,0
Olsztyn	0	0,6	5,2	1,3	2,8	2,0	7,5	59,2	47,7	18,7	12,7	-	-	-	-	-	3,5	55,2	7,1	7,4	0,0
	1	53,7	79,7	68,5	82,5	84,4	71,9	26,5	34,6	69,3	78,9	-	-	-	-	-	89,7	44,8	89,3	88,9	100,0
	2-4	45,8	15,2	30,2	14,7	13,6	20,6	14,3	17,7	12,0	8,5	-	-	-	-	-	6,9	0,0	3,6	3,7	0,0
	Średnia	27,5	21,7	25,1	22,4	23,2	22,5	16,2	18,4	19,2	18,6	-	-	-	-	-	20,9	13,3	17,7	17,6	18,4
Piła	0	11,4	13,7	8,3	14,4	4,6	43,8	29,4	17,7	35,3	0,0	-	-	-	-	-	75,0	64,3	57,1	73,3	26,7
	1	75,5	77,5	84,6	79,8	82,1	43,8	70,6	82,4	64,7	94,1	-	-	-	-	-	25,0	35,7	42,9	26,7	73,3
	2-4	13,1	8,8	7,1	5,9	13,3	12,5	0,0	0,0	0,0	5,9	-	-	-	-	-	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Średnia	20,2	19,0	19,9	18,7	21,5	15,6	15,6	16,2	14,7	20,0	-	-	-	-	-	11,9	10,4	12,5	12,3	16,0
Poznań	0	9,1	6,1	2,5	2,7	0,6	45,8	25,0	18,8	12,5	4,5	-	-	-	-	-	61,5	28,6	14,3	7,7	7,7
	1	77,2	83,9	89,6	85,5	81,8	41,7	66,7	75,0	79,2	59,1	-	-	-	-	-	30,8	64,3	71,4	76,9	76,9
	2-4	13,8	10,0	7,9	11,9	17,5	12,5	8,3	6,3	8,3	36,4	-	-	-	-	-	7,7	7,1	14,3	15,4	15,4
	Średnia	21,1	20,9	20,5	22,3	23,6	16,5	17,9	18,8	20,2	27,3	-	-	-	-	-	14,6	18,9	21,8	24,2	23,8

Tabela 34. – cd.

RDLP	Kl.def., śr.def.	Sosna					Świerk					Jodła					Inne iglaste				
		2012	2013	2014	2015	2016	2012	2013	2014	2015	2016	2012	2013	2014	2015	2016	2012	2013	2014	2015	2016
Szczecin	0	13,8	17,4	28,0	23,0	13,7	21,6	37,3	43,1	47,2	23,5	-	-	-	-	-	20,8	32,7	56,4	42,4	27,8
	1	76,5	65,6	60,7	63,0	77,3	76,5	56,9	52,9	50,9	74,5	-	-	-	-	-	58,5	51,9	32,7	45,5	64,8
	2-4	9,7	17,0	11,3	14,0	9,0	2,0	5,9	3,9	1,9	2,0	-	-	-	-	-	20,8	15,4	10,9	12,1	7,4
	Średnia	19,5	20,6	17,8	19,2	19,2	18,0	15,5	13,3	14,3	16,0	-	-	-	-	-	21,2	18,9	16,6	15,7	17,0
Szczecinek	0	20,5	20,8	12,1	18,5	7,3	28,9	21,3	10,9	16,3	4,7	-	-	-	-	-	7,7	3,9	6,5	6,5	0,0
	1	70,5	70,6	77,9	75,7	82,7	64,8	72,1	80,4	78,9	79,9	-	-	-	-	-	73,1	96,2	77,4	80,7	84,8
	2-4	9,0	8,6	10,1	5,8	10,0	6,3	6,6	8,7	4,8	15,4	-	-	-	-	-	19,2	0,0	16,1	12,9	15,2
	Średnia	18,3	17,9	19,4	17,6	20,4	16,3	18,2	19,6	17,1	21,7	-	-	-	-	-	21,7	18,7	19,7	19,7	23,3
Toruń	0	9,2	9,3	6,5	3,5	3,6	75,0	75,0	75,0	28,6	0,0	-	-	-	-	-	33,3	33,3	15,4	0,0	7,7
	1	72,6	83,7	87,3	87,5	85,0	25,0	25,0	25,0	57,1	33,3	-	-	-	-	-	66,7	66,7	84,6	92,3	92,3
	2-4	18,2	7,0	6,2	9,0	11,4	0,0	0,0	0,0	14,3	66,7	-	-	-	-	-	0,0	0,0	0,0	7,7	0,0
	Średnia	21,6	18,5	19,6	21,6	21,6	12,5	10,0	10,0	17,9	72,7	-	-	-	-	-	14,2	15,0	16,5	20,4	18,1
Wrocław	0	12,2	12,5	8,8	3,2	1,7	10,3	18,1	17,3	13,9	9,0	18,2	25,0	16,7	15,4	25,0	6,1	3,3	4,8	11,1	1,6
	1	72,8	73,8	80,2	81,3	79,1	64,0	57,0	72,7	74,5	71,9	72,7	50,0	66,7	69,2	58,3	61,2	54,1	87,3	79,0	71,9
	2-4	15,0	13,7	11,0	15,5	19,3	25,7	24,9	10,0	11,6	19,1	9,1	25,0	16,7	15,4	16,7	32,7	42,6	7,9	9,9	26,6
	Średnia	20,6	20,1	20,1	21,8	23,1	23,6	22,6	19,3	19,7	22,7	20,0	20,0	19,2	19,2	24,2	23,9	25,6	19,4	20,6	25,8
Zielona Góra	0	13,3	14,0	10,7	5,9	3,3	20,8	33,3	36,0	37,5	37,0	-	-	-	-	-	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	1	74,7	73,5	74,5	79,3	83,6	70,8	54,2	52,0	54,2	55,6	-	-	-	-	-	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
	2-4	12,0	12,5	14,8	14,9	13,1	8,3	12,5	12,0	8,3	7,4	-	-	-	-	-	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Średnia	19,7	19,6	20,7	21,5	21,2	18,5	16,3	15,4	15,4	16,5	-	-	-	-	-	25,0	20,0	20,0	25,0	20,0
Gdańsk	0	1,8	1,9	1,8	2,5	8,0	0,0	1,9	3,9	0,0	0,0	-	-	-	-	-	2,6	2,6	7,5	2,6	2,6
	1	79,2	81,9	87,1	86,5	85,3	54,9	61,5	62,8	53,5	46,5	-	-	-	-	-	76,9	76,9	82,5	97,4	89,7
	2-4	18,9	16,2	11,1	11,0	6,7	45,1	36,5	33,3	46,5	53,5	-	-	-	-	-	20,5	20,5	10,0	0,0	7,7
	Średnia	23,4	22,9	21,3	21,1	19,8	29,8	25,9	25,8	28,0	29,5	-	-	-	-	-	22,7	22,7	21,0	19,5	20,0
Radom	0	9,2	12,6	12,9	17,7	16,2	3,0	9,1	9,1	10,2	0,0	14,9	18,8	19,8	24,2	6,9	33,3	50,0	25,0	50,0	25,0
	1	75,5	73,0	67,5	63,3	67,7	54,6	39,4	42,4	38,8	19,0	54,5	49,5	48,5	47,5	57,8	66,7	50,0	75,0	50,0	75,0
	2-4	15,3	14,5	19,6	19,0	16,1	42,4	51,5	48,5	51,0	81,0	30,7	31,7	31,7	28,3	35,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Średnia	20,7	19,9	21,1	21,1	20,1	27,1	29,7	29,4	33,1	40,5	24,8	26,0	25,0	23,9	29,4	16,7	13,8	15,0	13,8	15,0
Warszawa	0	8,3	9,5	7,2	4,6	4,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	28,6	28,6	28,6	9,1	14,3
	1	74,0	76,7	76,6	73,8	77,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	57,1	57,1	71,4	81,8	85,7
	2-4	17,8	13,8	16,2	21,6	18,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	14,3	14,3	0,0	9,1	0,0
	Średnia	20,7	20,1	21,3	23,0	22,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16,4	15,7	15,7	20,5	17,1
Razem	0	8,9	10,2	9,3	8,9	6,2	13,5	22,8	19,8	13,1	10,6	17,6	19,3	18,2	20,4	14,5	11,5	17,5	16,7	14,9	7,9
	1	72,0	74,5	76,2	76,2	79,7	58,5	51,2	56,7	62,2	66,5	62,1	64,2	65,2	65,9	66,9	67,1	63,5	70,5	72,2	78,0
	2-4	19,2	15,3	14,5	15,0	14,1	28,0	26,1	23,5	24,7	22,8	20,3	16,6	16,6	13,6	18,6	21,4	19,0	12,8	13,0	14,1
	Średnia	21,9	21,0	21,1	21,6	21,7	23,3	22,1	21,8	22,7	22,9	20,8	20,4	20,4	19,6	21,9	22,2	20,8	19,8	19,9	21,4

Tabela 34. – cd.

RDLP	Kl.def., śr.def.	Buk					Dąb					Brzoza					Olsza					Inne liściaste				
		2012	2013	2014	2015	2016	2012	2013	2014	2015	2016	2012	2013	2014	2015	2016	2012	2013	2014	2015	2016	2012	2013	2014	2015	2016
Białystok	0	-	-	-	-	-	7,2	6,3	3,2	0,0	0,8	11,9	16,6	8,6	8,6	7,1	37,5	40,6	28,3	23,0	19,6	31,4	34,3	24,3	19,3	14,9
	1	-	-	-	-	-	56,8	64,6	61,4	66,7	64,1	50,7	53,0	55,6	66,1	60,8	48,7	48,2	62,4	66,5	64,7	54,0	53,0	62,5	70,1	67,9
	2-4	-	-	-	-	-	36,0	29,1	35,4	33,3	35,2	37,4	30,4	35,9	25,3	32,1	13,8	11,2	9,3	10,5	15,7	14,6	12,7	13,2	10,7	17,2
	Średnia	-	-	-	-	-	26,1	24,3	25,6	25,2	26,3	27,0	24,1	26,6	24,2	27,3	17,8	17,2	18,3	18,8	21,0	18,7	18,3	19,0	18,7	21,2
Katowice	0	16,8	21,2	23,2	22,3	20,2	0,9	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	19,6	18,9	6,7	3,5	4,6	5,8	17,8	5,8
	1	56,3	55,4	63,9	71,1	74,8	35,5	32,9	70,2	57,1	54,8	30,3	35,1	59,1	60,5	37,4	60,0	50,0	67,4	71,6	64,4	55,2	52,3	62,1	63,9	55,8
	2-4	26,8	23,3	12,9	6,6	4,9	63,6	67,1	29,8	42,6	45,2	69,7	64,9	40,0	39,5	62,6	40,0	50,0	13,0	9,5	28,9	41,4	43,2	32,2	18,3	38,4
	Średnia	22,8	20,7	19,0	17,8	18,4	32,6	33,5	25,7	27,7	28,3	33,9	33,2	27,8	27,1	31,3	26,8	28,3	20,0	19,1	23,0	28,1	29,2	26,2	21,2	26,9
Kraków	0	40,5	39,5	38,9	41,8	32,4	9,0	5,2	4,0	3,9	4,3	28,6	38,1	33,3	20,6	30,0	32,4	32,4	29,7	17,1	28,6	33,8	36,8	36,8	38,4	36,7
	1	55,1	57,3	56,2	54,6	61,6	44,0	49,5	55,6	64,5	47,9	52,4	42,9	47,6	59,8	50,0	37,8	37,8	35,1	68,4	57,1	48,7	44,7	46,1	47,1	39,2
	2-4	4,3	3,2	4,9	3,6	5,9	47,0	45,4	40,4	31,6	47,9	19,1	19,1	19,1	19,6	20,0	29,7	29,7	35,1	14,5	14,3	17,6	18,4	17,1	14,6	24,1
	Średnia	14,6	15,1	15,0	14,6	15,9	29,5	28,5	28,8	26,3	27,8	19,5	18,6	18,8	21,0	19,3	23,8	25,8	30,0	21,0	21,1	19,0	18,7	19,0	19,0	21,5
Krosno	0	33,2	45,7	42,0	43,7	27,8	2,5	7,7	0,0	1,4	0,0	3,9	14,0	7,0	8,7	0,0	5,7	15,1	6,8	7,6	6,0	25,9	43,4	38,7	43,1	25,1
	1	57,8	47,7	49,4	47,9	59,7	55,0	66,7	67,4	70,3	58,5	58,8	65,1	44,2	59,8	51,1	52,3	53,8	62,5	65,2	64,3	62,2	46,8	51,0	51,0	56,0
	2-4	9,0	6,6	8,6	8,4	12,5	42,5	25,6	32,6	28,4	41,5	37,3	20,9	48,8	31,5	48,9	42,1	31,2	30,7	27,3	29,8	11,9	9,8	10,3	5,9	18,8
	Średnia	17,2	15,1	15,7	16,2	18,5	27,9	23,3	25,9	25,7	28,7	25,7	21,6	28,3	25,5	29,8	36,8	30,2	29,2	25,8	26,0	19,1	16,1	17,2	15,7	21,5
Lublin	0	52,9	44,4	44,4	44,2	22,2	7,8	4,1	1,7	10,3	6,7	16,2	13,1	11,1	20,9	18,8	16,7	11,1	0,0	41,8	0,0	13,6	15,8	22,7	36,8	24,2
	1	23,5	27,8	27,8	48,8	61,1	66,4	60,1	31,5	59,1	57,2	58,5	64,6	58,4	63,1	58,0	80,6	83,3	81,1	53,3	64,1	63,6	52,6	50,0	44,8	24,2
	2-4	23,5	27,8	27,8	7,0	16,7	25,8	35,8	66,8	30,7	36,1	25,3	22,3	30,5	15,9	23,2	2,8	5,6	18,9	4,9	35,9	22,7	31,6	27,3	18,4	51,5
	Średnia	17,9	20,0	20,8	15,9	20,8	23,9	26,8	32,8	24,3	25,6	27,3	26,4	24,2	20,3	23,3	18,6	19,2	22,3	15,3	24,9	23,2	24,7	27,1	19,9	33,3
Łódź	0	27,8	50,0	61,1	38,9	27,8	4,9	12,9	5,2	3,4	0,0	4,1	7,5	16,5	12,2	1,7	14,3	0,0	37,5	21,4	0,0	48,4	22,9	14,0	10,5	6,9
	1	66,7	50,0	38,9	61,1	61,1	67,2	62,9	71,4	74,0	64,0	78,0	81,7	73,1	69,8	63,9	28,6	60,0	37,5	67,9	75,0	32,3	51,4	66,0	70,2	79,3
	2-4	5,6	0,0	0,0	0,0	11,1	27,9	24,3	23,4	22,7	36,0	17,9	10,8	10,4	18,0	34,5	57,1	40,0	25,0	10,7	25,0	19,4	25,7	20,0	19,3	13,8
	Średnia	16,7	12,5	10,8	13,1	16,9	24,3	21,9	23,2	23,9	26,3	22,4	20,0	20,1	21,8	25,7	49,3	41,0	24,4	19,5	31,9	18,5	23,4	21,0	21,7	20,3
Olsztyn	0	35,5	57,8	31,4	42,9	22,5	0,0	15,6	0,9	0,4	0,9	1,6	7,6	0,3	2,6	4,5	3,0	44,7	24,9	14,0	5,1	5,9	28,4	22,8	22,5	23,7
	1	60,9	40,4	62,8	53,8	74,2	59,8	70,9	60,2	78,2	67,9	47,3	65,9	46,4	74,1	65,0	72,3	47,3	63,5	78,0	85,0	65,4	59,0	58,4	65,8	64,5
	2-4	3,6	1,8	5,9	3,3	3,4	40,2	13,6	38,9	21,4	31,3	51,1	26,5	53,4	23,4	30,5	24,7	8,1	11,6	8,0	9,9	28,7	12,6	18,8	11,7	11,8
	Średnia	15,2	12,4	16,1	15,4	16,3	27,1	20,5	25,3	23,9	24,9	28,7	24,3	29,3	24,6	25,0	23,5	16,1	19,7	19,5	20,8	24,1	18,0	20,3	18,6	18,7
Piła	0	80,0	85,7	14,3	57,1	0,0	6,5	0,0	0,0	0,0	0,0	11,5	9,3	3,5	16,2	5,8	12,1	30,3	0,0	21,2	0,0	16,7	16,7	0,0	0,0	0,0
	1	20,0	14,3	85,7	42,9	100,0	67,7	64,5	61,3	63,6	29,0	72,4	80,2	80,2	55,6	43,0	87,9	63,6	97,0	78,8	90,9	66,7	66,7	100,0	50,0	50,0
	2-4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	25,8	35,5	38,7	36,4	71,0	16,1	10,5	16,3	28,3	51,2	0,0	6,1	3,0	0,0	9,1	16,7	16,7	0,0	50,0	50,0
	Średnia	7,0	7,9	14,3	12,1	15,7	21,1	25,5	28,1	27,0	32,1	22,4	20,5	22,7	21,9	28,1	16,1	16,1	19,7	16,4	22,0	18,3	19,2	19,2	27,1	35,0
Poznań	0	0,0	50,0	0,0	57,1	25,0	3,3	2,6	0,9	0,4	1,2	7,8	7,2	1,8	1,3	0,0	32,6	25,8	5,0	12,0	0,0	19,6	14,6	1,8	16,4	13,7
	1	100,0	50,0	100,0	42,9	75,0	59,1	71,6	81,8	80,3	75,0	64,8	77,0	85,1	66,7	53,1	56,8	69,1	89,1	84,2	90,5	30,4	41,8	66,1	52,1	49,0
	2-4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	37,7	25,8	17,3	19,3	23,8	27,4	15,8	13,2	32,0	46,9	10,5	5,2	5,9	3,8	9,5	50,0	43,6	32,1	31,5	37,3
	Średnia	17,5	15,0	22,5	12,9	15,0	26,8	24,0	22,9	23,8	24,4	24,2	22,2	22,5	26,1	30,2	16,5	16,7	19,7	18,1	22,0	37,1	33,3	34,8	29,5	30,6

Tabela 34. – cd.

RDLP	Kl.def., śr.def.	Buk					Dąb					Brzoza					Olsza					Inne liściaste				
		2012	2013	2014	2015	2016	2012	2013	2014	2015	2016	2012	2013	2014	2015	2016	2012	2013	2014	2015	2016	2012	2013	2014	2015	2016
Szczecin	0	70,0	66,1	60,5	58,4	50,0	7,2	11,8	23,7	24,3	13,8	12,3	15,4	17,4	16,8	8,4	50,3	34,6	41,4	27,2	27,2	30,0	52,6	56,9	45,3	42,9
	1	27,3	27,7	30,7	34,5	42,4	60,8	50,3	58,6	60,3	75,2	70,6	71,4	66,2	68,9	80,3	45,3	57,2	48,4	58,8	58,6	61,0	38,1	41,5	44,7	48,7
	2-4	2,7	6,3	8,8	7,1	7,6	32,0	38,0	17,7	15,4	11,0	17,1	13,2	16,4	14,3	11,2	4,4	8,2	10,2	14,0	14,2	9,0	9,3	1,5	10,0	8,4
	Średnia	10,9	12,8	13,3	13,9	14,4	25,4	24,5	19,2	19,3	19,3	21,0	20,0	21,0	19,6	20,2	14,0	16,3	15,9	18,9	18,1	17,3	15,1	12,5	17,3	15,3
Szczecinek	0	53,1	34,6	19,3	34,5	6,6	10,6	4,2	1,1	1,0	0,0	24,8	16,6	5,2	14,6	3,9	9,9	2,3	0,8	10,6	0,7	20,5	16,2	2,7	17,4	4,9
	1	42,1	60,9	74,6	63,3	86,5	50,0	49,5	43,0	59,2	36,7	64,4	69,8	70,2	75,3	72,0	80,2	84,6	83,2	83,7	82,1	64,1	67,6	64,9	69,6	78,0
	2-4	4,8	4,5	6,2	2,2	7,0	39,4	46,3	55,9	39,8	63,3	10,9	13,6	24,6	10,1	24,1	9,9	13,1	16,0	5,7	17,1	15,4	16,2	32,4	13,0	17,1
	Średnia	13,6	15,5	16,8	15,0	19,1	25,5	30,6	30,7	26,1	31,9	18,6	20,6	22,8	18,8	23,1	20,0	21,2	23,2	18,8	23,0	22,1	24,2	26,0	18,9	22,6
Toruń	0	72,2	66,7	66,7	55,6	30,0	6,9	11,6	7,5	2,9	3,5	10,6	15,1	6,5	9,5	12,8	27,5	17,5	22,7	16,9	2,5	40,0	64,0	40,0	9,1	17,1
	1	27,8	33,3	33,3	44,4	70,0	76,7	70,6	73,3	81,2	75,4	76,6	83,9	92,6	81,9	69,9	67,5	82,5	72,7	80,0	95,0	56,0	36,0	60,0	45,5	65,7
	2-4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	16,4	17,8	19,2	15,9	21,1	12,8	1,1	0,9	8,6	17,3	5,0	0,0	4,6	3,1	2,5	4,0	0,0	0,0	45,5	17,1
	Średnia	8,9	12,8	11,7	11,9	13,8	21,2	20,6	21,7	23,0	24,2	19,6	16,7	18,4	19,3	20,8	15,8	16,1	16,4	16,6	19,5	16,4	13,0	14,4	30,1	20,7
Wrocław	0	25,8	39,0	54,9	56,7	27,9	4,4	4,8	3,7	2,1	0,7	13,1	9,3	5,0	4,6	2,5	27,3	22,1	21,3	17,4	10,3	12,7	11,5	9,7	7,0	2,6
	1	62,1	50,9	43,1	41,7	57,4	49,7	49,7	65,8	62,8	61,3	59,5	59,0	71,9	73,5	69,3	59,4	65,4	71,7	70,5	76,2	48,9	49,6	59,0	61,7	62,4
	2-4	12,1	10,2	2,0	1,7	14,8	46,0	45,5	30,5	35,2	38,0	27,4	31,7	23,1	21,9	28,2	13,3	12,6	7,1	12,1	13,5	38,4	38,9	31,4	31,3	35,0
	Średnia	18,6	16,5	12,4	13,4	19,4	26,9	27,0	24,7	25,7	27,3	23,2	25,7	25,9	23,4	27,0	19,8	19,7	18,7	19,3	19,7	29,1	28,6	27,5	27,0	27,3
Zielona Góra	0	36,4	36,4	36,4	50,0	57,1	10,6	17,1	7,7	3,5	3,9	28,4	20,4	24,8	13,5	14,7	14,6	22,9	25,0	12,5	12,2	38,6	36,1	29,2	29,9	27,6
	1	63,6	63,6	54,6	42,9	42,9	60,2	59,5	67,5	64,1	79,7	65,9	73,1	68,3	78,9	76,5	85,4	77,1	75,0	85,4	77,6	54,3	55,6	58,3	58,4	63,2
	2-4	0,0	0,0	9,1	7,1	0,0	29,2	23,4	24,8	32,4	16,4	5,7	6,5	6,9	7,7	8,8	0,0	0,0	0,0	2,1	10,2	7,1	8,3	12,5	11,7	9,2
	Średnia	13,6	11,8	15,5	17,9	12,1	23,7	22,3	22,9	27,2	22,3	17,1	17,2	17,9	18,0	19,2	17,4	15,6	15,2	17,7	18,6	17,4	17,5	18,3	18,8	18,7
Gdańsk	0	8,9	14,4	13,4	12,6	18,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,1	5,9	4,4	5,2	15,7	4,2	11,5	0,0	0,0	3,8	8,3	4,0	8,0	10,0	25,0
	1	83,3	83,3	82,9	86,2	81,1	54,2	75,5	84,8	76,4	81,5	72,8	73,3	78,3	87,2	78,4	83,3	88,5	92,3	88,9	92,3	79,2	68,0	80,0	76,7	66,7
	2-4	7,8	2,2	3,7	1,2	0,0	45,8	24,5	15,3	23,6	18,5	21,1	20,8	17,2	7,6	5,9	12,5	0,0	7,7	11,1	3,8	12,5	28,0	12,0	13,3	8,3
	Średnia	20,0	17,3	18,4	17,8	16,9	28,2	25,1	23,7	24,0	22,9	23,2	22,7	22,0	19,6	17,7	20,8	17,9	20,6	20,2	19,2	21,3	23,8	21,6	19,7	19,0
Radom	0	28,6	53,6	14,3	26,7	3,7	8,2	17,1	20,0	16,5	6,4	3,6	5,5	10,5	9,3	0,0	10,0	19,4	38,7	26,7	12,5	8,8	7,9	13,5	6,3	2,9
	1	53,6	39,3	71,4	60,0	77,8	77,6	67,6	59,1	67,7	69,1	72,7	81,8	66,7	68,6	59,7	76,7	67,8	45,2	45,0	62,5	61,8	65,8	59,5	61,0	76,5
	2-4	17,9	7,1	14,3	13,3	18,5	14,3	15,2	21,0	15,8	24,5	23,6	12,7	22,8	22,1	40,3	13,3	12,9	16,1	28,3	25,0	29,4	26,3	27,0	32,7	20,6
	Średnia	18,0	14,5	20,0	18,3	23,7	20,9	20,1	20,6	19,7	22,9	23,6	20,8	22,5	22,8	27,3	19,5	17,9	18,2	23,8	25,8	25,3	27,5	26,2	28,2	26,0
Warszawa	0	-	-	-	-	-	0,0	0,0	1,8	2,0	0,0	1,4	2,7	1,4	6,4	1,3	2,2	2,2	2,2	12,6	9,2	0,0	0,0	4,6	14,6	28,6
	1	-	-	-	-	-	46,4	50,0	50,0	63,7	52,7	47,3	73,3	70,8	76,9	51,3	50,0	52,2	54,4	69,9	58,5	90,9	72,7	81,8	70,7	71,4
	2-4	-	-	-	-	-	53,6	50,0	48,2	34,3	47,3	51,4	24,0	27,8	16,7	47,4	47,8	45,7	43,5	17,5	32,3	9,1	27,3	13,6	14,6	0,0
	Średnia	-	-	-	-	-	30,5	29,8	29,5	26,4	28,2	31,0	25,6	25,6	21,9	31,0	38,9	36,0	35,8	24,1	31,1	20,9	23,4	20,2	19,9	16,4
Razem	0	37,0	40,3	34,0	38,5	24,2	5,3	7,2	5,1	5,1	3,2	10,6	10,9	6,9	8,9	6,6	20,6	27,4	20,4	18,4	9,7	21,6	26,7	23,5	24,9	18,4
	1	53,5	52,1	58,5	56,5	68,2	57,5	58,2	61,4	66,7	64,2	59,7	66,6	66,2	70,7	63,3	62,1	59,5	66,7	70,6	74,8	55,1	50,9	57,4	57,0	59,1
	2-4	9,4	7,6	7,6	4,9	7,6	37,2	34,6	33,5	28,2	32,6	29,7	22,5	26,9	20,4	30,1	17,3	13,1	12,9	10,9	15,5	23,3	22,4	19,1	18,1	22,5
	Średnia	16,5	15,7	16,2	15,6	17,6	26,1	25,4	25,3	24,5	25,4	24,5	23,1	24,1	22,4	25,0	21,2	19,4	20,4	19,6	21,7	22,9	22,0	21,6	21,0	22,7

Tabela 34. – cd.

RDLP	Kl.def., śr.def.	Iglaste razem					Liściaste razem					Gatunki razem				
		2012	2013	2014	2015	2016	2012	2013	2014	2015	2016	2012	2013	2014	2015	2016
Białystok	0	10,0	12,5	9,5	5,9	6,9	22,0	25,0	16,0	15,1	10,8	13,8	16,5	11,6	9,2	8,2
	1	67,8	68,3	65,7	72,1	76,4	51,7	53,5	59,6	66,9	63,6	62,7	63,5	63,7	70,2	72,2
	2-4	22,2	19,3	24,8	22,0	16,7	26,3	21,5	24,3	18,0	25,6	23,5	20,0	24,7	20,6	19,6
	Średnia	22,5	21,7	23,7	23,7	22,4	22,7	21,1	22,8	21,3	24,4	22,6	21,5	23,4	22,8	23,1
Katowice	0	1,9	1,2	4,8	4,4	2,7	5,1	6,2	8,0	8,3	5,7	3,1	3,1	6,1	5,9	3,9
	1	64,4	62,4	83,2	80,3	80,7	43,4	42,8	64,3	62,8	55,2	56,3	54,9	75,7	73,4	70,7
	2-4	33,7	36,4	12,0	15,3	16,5	51,6	51,0	27,8	28,9	39,1	40,6	42,0	18,3	20,7	25,4
	Średnia	26,1	26,6	21,3	22,3	23,0	29,5	29,2	24,3	24,1	26,4	27,4	27,6	22,5	23,0	24,3
Kraków	0	15,6	16,0	16,0	13,4	17,7	30,5	30,3	29,2	29,6	26,4	23,1	23,2	22,6	21,2	22,1
	1	60,0	63,1	63,0	67,0	61,1	49,6	50,7	51,9	55,4	53,2	54,8	56,8	57,5	61,4	57,1
	2-4	24,4	20,9	21,0	19,6	21,2	19,9	19,0	18,9	15,1	20,4	22,1	20,0	20,0	17,4	20,8
	Średnia	22,5	21,3	21,2	21,5	21,0	20,0	20,0	20,5	19,5	20,3	21,2	20,6	20,9	20,5	20,6
Krosno	0	8,2	10,2	8,0	6,8	4,8	22,8	36,0	30,9	31,8	20,3	14,7	21,6	18,1	18,7	11,7
	1	58,0	66,3	70,9	70,4	72,6	58,3	50,6	52,6	54,3	58,4	58,1	59,4	62,8	62,8	66,3
	2-4	33,8	23,5	21,1	22,9	22,6	18,9	13,4	16,5	13,9	21,3	27,2	19,0	19,1	18,6	22,0
	Średnia	25,0	23,6	23,7	24,5	24,6	21,9	18,6	19,6	19,0	21,9	23,6	21,4	21,9	21,9	23,4
Lublin	0	4,2	4,1	4,0	5,9	7,1	12,6	9,2	6,9	23,1	11,5	7,3	6,1	5,1	13,2	8,8
	1	67,6	67,5	63,9	68,5	70,4	63,6	61,8	44,5	56,3	56,2	66,1	65,3	56,3	63,3	64,9
	2-4	28,1	28,4	32,2	25,6	22,5	23,9	29,0	48,6	20,6	32,4	26,6	28,7	38,6	23,5	26,3
	Średnia	24,5	24,5	25,4	23,8	22,6	24,3	25,9	28,6	21,1	25,1	24,5	25,0	26,6	22,7	23,6
Łódź	0	3,4	9,5	14,7	18,6	14,8	16,2	14,1	16,4	11,4	3,6	6,2	10,4	15,1	17,1	12,5
	1	83,3	79,1	74,3	65,6	68,9	63,1	69,4	67,9	70,5	65,9	78,9	77,2	72,9	66,6	68,3
	2-4	13,3	11,4	11,0	15,9	16,3	20,7	16,5	15,7	18,2	30,5	14,9	12,4	12,0	16,4	19,3
	Średnia	21,7	20,4	20,2	20,7	21,6	22,2	20,9	20,7	21,8	24,8	21,8	20,5	20,3	20,9	22,3
Olsztyn	0	1,4	12,0	5,8	4,1	3,1	5,9	27,5	12,9	11,1	7,1	3,3	18,6	8,9	7,1	4,8
	1	56,4	73,3	65,8	81,6	84,1	60,3	57,9	57,0	73,5	72,8	58,0	66,7	61,9	78,1	79,1
	2-4	42,2	14,8	28,5	14,4	12,8	33,9	14,6	30,2	15,3	20,2	38,7	14,7	29,2	14,8	16,0
	Średnia	26,8	20,9	24,3	22,1	22,6	25,0	19,3	23,5	21,5	22,3	26,0	20,2	24,0	21,8	22,5
Piła	0	12,5	14,7	9,1	15,5	4,8	13,0	15,3	2,5	13,8	3,1	12,6	14,8	8,2	15,2	4,6
	1	74,5	76,8	84,0	78,8	82,2	72,8	70,6	81,0	59,7	52,8	74,3	75,9	83,5	75,9	78,2
	2-4	13,0	8,5	6,9	5,7	13,0	14,2	14,1	16,6	26,5	44,2	13,2	9,3	8,3	8,9	17,3
	Średnia	20,1	18,8	19,8	18,6	21,4	20,3	20,0	22,6	22,1	27,3	20,1	19,0	20,2	19,1	22,2
Poznań	0	10,4	6,7	3,1	2,9	0,8	11,2	9,3	1,9	5,3	1,8	10,7	7,6	2,7	3,6	1,1
	1	75,9	83,3	89,0	85,3	81,3	58,3	70,4	82,9	73,8	68,4	69,9	78,9	86,9	81,6	76,9
	2-4	13,7	10,0	7,9	11,8	17,9	30,5	20,3	15,2	21,0	29,8	19,4	13,5	10,4	14,7	22,0
	Średnia	21,0	20,8	20,4	22,3	23,7	25,1	23,0	23,3	23,8	26,3	22,4	21,5	21,4	22,8	24,6

Tabela 34. – cd.

RDLP	Kl.def., śr.def.	Iglaste razem					Liściaste razem					Gatunki razem				
		2012	2013	2014	2015	2016	2012	2013	2014	2015	2016	2012	2013	2014	2015	2016
Szczecin	0	14,2	18,4	29,3	24,4	14,4	29,9	31,0	36,3	31,5	25,2	18,9	22,1	31,5	26,7	17,7
	1	76,0	65,0	59,6	62,0	76,8	55,1	51,9	51,7	55,7	64,0	69,8	61,1	57,2	60,0	72,9
	2-4	9,8	16,7	11,1	13,6	8,7	15,1	17,1	12,0	12,8	10,8	11,4	16,8	11,4	13,3	9,4
	Średnia	19,5	20,4	17,6	18,9	19,0	18,7	18,7	17,1	18,2	17,9	19,2	19,9	17,5	18,7	18,7
Szczecinek	0	21,1	20,6	11,8	18,1	6,9	27,9	18,2	8,0	18,9	3,7	23,5	19,7	10,5	18,4	5,8
	1	70,0	71,2	78,1	76,1	82,5	59,5	67,1	70,3	70,8	74,1	66,3	69,7	75,3	74,2	79,5
	2-4	8,9	8,3	10,1	5,8	10,7	12,7	14,7	21,7	10,3	22,2	10,3	10,6	14,2	7,4	14,7
	Średnia	18,2	18,0	19,5	17,6	20,6	18,5	20,5	22,1	18,5	22,9	18,3	18,9	20,4	17,9	21,4
Toruń	0	9,6	9,7	6,8	3,5	3,7	16,7	20,5	14,7	9,9	9,0	10,9	11,6	8,3	5,0	4,8
	1	72,4	83,4	87,1	87,4	84,9	71,2	71,1	76,3	76,3	74,4	72,2	81,2	85,0	84,8	82,7
	2-4	18,0	6,9	6,1	9,1	11,4	12,1	8,4	9,1	13,9	16,5	16,9	7,2	6,7	10,2	12,5
	Średnia	21,5	18,5	19,5	21,5	21,7	19,0	17,9	18,9	21,1	21,7	21,1	18,4	19,4	21,4	21,7
Wrocław	0	11,2	14,4	12,0	8,0	4,6	13,0	12,2	11,1	9,0	4,7	12,0	13,4	11,6	8,5	4,6
	1	68,7	65,7	77,5	78,4	75,8	53,4	53,6	64,3	64,1	64,8	61,7	60,2	71,5	71,6	70,7
	2-4	20,1	19,9	10,5	13,6	19,6	33,6	34,2	24,7	27,0	30,4	26,3	26,3	16,9	20,0	24,6
	Średnia	22,0	21,4	19,7	20,9	23,1	25,3	25,5	24,3	24,3	25,7	23,5	23,3	21,8	22,5	24,3
Zielona Góra	0	13,4	14,4	11,1	6,4	4,0	22,7	23,6	20,3	14,2	14,9	15,2	16,2	13,0	8,1	6,3
	1	74,7	73,1	74,1	78,8	83,0	64,2	65,1	66,5	68,8	73,7	72,7	71,6	72,6	76,7	81,1
	2-4	11,9	12,5	14,7	14,7	13,0	13,0	11,3	13,2	17,0	11,4	12,1	12,3	14,4	15,2	12,7
	Średnia	19,7	19,6	20,6	21,4	21,1	19,3	18,5	19,2	21,6	19,8	19,6	19,4	20,3	21,4	20,9
Gdańsk	0	1,7	2,0	2,2	2,4	7,3	6,0	7,4	5,6	5,8	13,7	3,1	3,7	3,3	3,5	9,4
	1	77,7	80,4	85,4	85,5	83,6	73,9	76,5	81,3	84,9	79,7	76,5	79,2	84,1	85,3	82,3
	2-4	20,6	17,6	12,4	12,1	9,1	20,1	16,1	13,2	9,3	6,6	20,4	17,1	12,6	11,2	8,3
	Średnia	23,8	23,1	21,6	21,3	20,3	22,8	21,5	21,4	19,9	18,6	23,5	22,6	21,5	20,8	19,7
Radom	0	9,7	13,3	13,6	18,1	14,7	9,8	17,5	18,6	12,8	4,9	9,7	14,3	14,7	16,5	12,4
	1	72,2	68,8	64,4	61,2	65,3	71,4	67,3	60,5	63,8	67,9	72,0	68,5	63,5	62,0	65,9
	2-4	18,1	17,8	22,0	20,7	20,0	18,8	15,2	20,9	23,4	27,2	18,3	17,2	21,8	21,5	21,7
	Średnia	21,4	21,0	21,8	21,7	21,7	21,6	20,5	21,5	23,3	24,8	21,5	20,9	21,8	22,2	22,5
Warszawa	0	8,6	9,9	7,6	4,6	4,9	1,0	1,5	2,0	8,6	5,9	6,1	7,1	5,8	6,1	5,3
	1	73,7	76,4	76,5	73,9	77,2	52,5	61,8	62,3	72,1	55,7	66,8	71,6	71,9	73,2	69,9
	2-4	17,7	13,8	15,9	21,5	17,8	46,5	36,7	35,7	19,3	38,4	27,1	21,3	22,3	20,7	24,8
	Średnia	20,6	20,0	21,2	23,0	22,2	31,6	28,9	28,5	23,0	28,9	24,2	22,9	23,6	23,0	24,5
Razem	0	9,6	11,7	10,6	9,7	6,9	16,3	19,2	14,9	16,1	10,4	11,8	14,1	12,0	11,9	8,0
	1	70,5	72,1	74,2	74,7	78,2	58,0	58,9	62,7	65,6	65,5	66,4	67,8	70,4	71,5	73,9
	2-4	20,0	16,3	15,3	15,6	14,9	25,7	21,9	22,5	18,3	24,1	21,8	18,1	17,7	16,5	18,0
	Średnia	22,0	21,0	21,1	21,5	21,8	23,0	21,9	22,4	21,4	23,2	22,3	21,3	21,5	21,5	22,3

Tabela 35. Udział procentowy drzew w klasach defoliacji 0 (do 10% def.), 1 (11-25% def.) i 2-4 (> 25% def. i drzewa martwe) oraz średnia defoliacja [%], według gatunków w układzie krain przyrodniczo-leśnych - wiek powyżej 20 lat, wszystkie formy własności, lata 2012-2016

Kraina przyrodniczo-leśna	Kl.def., śr.def.	Sosna					Świerk					Jodła					Inne iglaste				
		2012	2013	2014	2015	2016	2012	2013	2014	2015	2016	2012	2013	2014	2015	2016	2012	2013	2014	2015	2016
Bałtycka	0	15,0	16,6	17,0	17,8	10,1	16,6	23,4	20,9	15,4	7,7	-	-	-	-	-	13,4	20,3	29,1	23,0	12,1
	1	72,7	69,9	71,7	73,7	81,2	64,7	59,0	61,9	69,3	71,3	-	-	-	-	-	67,2	66,9	58,9	68,4	78,7
	2-4	12,3	13,6	11,2	8,5	8,7	18,7	17,6	17,2	15,4	21,0	-	-	-	-	-	19,4	12,8	12,1	8,6	9,2
	Średnia	19,8	19,8	19,4	18,6	19,7	20,9	20,5	20,4	19,9	22,2	-	-	-	-	-	21,3	19,7	18,6	17,7	19,5
Mazursko-Podlaska	0	6,1	9,3	5,4	5,5	3,9	11,2	33,6	25,7	12,0	14,3	-	-	-	-	-	4,0	64,0	8,0	8,3	0,0
	1	63,2	76,8	72,3	80,2	80,9	57,3	38,0	35,6	51,9	62,4	-	-	-	-	-	88,0	36,0	88,0	87,5	100,0
	2-4	30,8	13,9	22,4	14,3	15,2	31,5	28,4	38,8	36,1	23,3	-	-	-	-	-	8,0	0,0	4,0	4,2	0,0
	Średnia	24,5	21,2	23,6	22,4	23,1	23,7	21,2	24,4	24,4	22,5	-	-	-	-	-	20,6	11,8	17,0	16,9	18,2
Wielkopolsko-Pomorska	0	9,5	9,5	7,4	6,8	3,9	28,3	28,4	22,7	28,7	13,7	-	-	-	-	-	37,8	26,9	20,8	20,8	13,2
	1	75,7	79,8	82,9	80,9	82,0	61,6	63,7	70,9	65,4	71,6	-	-	-	-	-	48,9	61,5	66,0	64,2	71,7
	2-4	14,8	10,8	9,7	12,3	14,1	10,1	7,8	6,4	5,9	14,7	-	-	-	-	-	13,3	11,5	13,2	15,1	15,1
	Średnia	21,0	20,0	20,2	21,3	21,9	18,0	17,4	17,2	16,7	21,6	-	-	-	-	-	18,2	18,6	19,5	20,9	22,9
Mazowiecko-Podlaska	0	5,7	5,5	3,5	4,0	3,6	32,1	14,3	14,3	14,3	17,9	-	-	-	-	-	26,7	42,3	38,5	30,8	23,1
	1	63,6	73,5	70,4	74,8	74,5	50,0	42,9	28,6	35,7	60,7	-	-	-	-	-	60,0	50,0	53,9	65,4	73,1
	2-4	30,8	21,1	26,1	21,2	21,9	17,9	42,9	57,1	50,0	21,4	-	-	-	-	-	13,3	7,7	7,7	3,9	3,8
	Średnia	24,8	22,9	24,5	23,2	23,8	18,0	25,0	28,2	26,6	20,5	-	-	-	-	-	16,7	15,0	19,2	16,4	16,7
Śląska	0	9,2	9,8	6,3	2,6	1,5	22,7	28,0	19,0	11,7	4,3	0,0	-	0,0	-	-	8,7	11,6	18,2	15,6	13,6
	1	69,6	66,5	84,2	86,0	83,7	61,3	58,7	75,8	79,8	74,5	0,0	-	0,0	-	-	68,1	68,1	74,0	71,4	70,4
	2-4	21,2	23,7	9,5	11,4	14,8	16,0	13,3	5,3	8,5	21,3	100,0	-	100,0	-	-	23,2	20,3	7,8	13,0	16,0
	Średnia	22,3	22,6	20,2	21,3	22,5	18,9	18,0	18,6	19,2	23,6	35,0	-	40,0	-	-	22,8	22,0	18,8	20,5	21,9
Małopolska	0	3,7	6,4	9,7	13,6	10,6	3,5	7,8	7,8	10,0	3,9	11,5	12,6	15,0	18,3	8,5	4,9	8,3	4,2	8,3	4,2
	1	71,1	70,2	68,3	66,5	67,6	50,0	47,4	48,3	46,4	38,2	57,9	57,9	56,7	57,2	62,8	87,8	72,9	77,1	75,0	79,2
	2-4	25,2	23,4	22,1	20,0	21,8	46,5	44,8	44,0	43,6	57,8	30,6	29,5	28,3	24,5	28,7	7,3	18,8	18,8	16,7	16,7
	Średnia	24,1	23,6	23,1	22,3	23,0	30,2	29,7	30,2	28,8	31,6	24,0	24,5	23,7	22,7	25,8	20,4	20,9	22,1	20,4	22,3
Sudecka	0	7,7	0,0	6,3	6,3	0,0	9,0	15,3	16,0	13,7	9,8	16,7	23,1	15,4	15,4	23,1	3,2	4,7	6,7	2,2	2,2
	1	69,2	69,2	81,3	81,3	76,9	63,5	57,8	72,6	73,5	72,5	75,0	53,8	69,2	69,2	61,5	54,8	46,5	84,4	93,3	76,1
	2-4	23,1	30,8	12,5	12,5	23,1	27,5	26,9	11,3	12,8	17,7	8,3	23,1	15,4	15,4	15,4	41,9	48,8	8,9	4,5	21,7
	Średnia	24,6	26,9	20,9	21,9	25,4	24,2	23,4	19,3	19,9	22,2	20,0	20,0	19,2	19,2	23,8	25,7	26,7	19,6	21,0	25,1
Karpacka	0	3,2	4,9	6,0	5,8	5,1	7,2	6,8	6,1	6,1	5,6	19,6	20,6	19,5	19,9	18,0	2,7	4,1	1,3	1,3	1,2
	1	63,8	72,6	73,9	76,1	76,5	53,5	61,4	62,0	60,9	60,5	64,2	66,8	67,1	66,9	67,0	62,2	66,2	69,3	70,1	75,3
	2-4	33,0	22,5	20,1	18,1	18,4	39,4	31,9	32,0	32,9	33,9	16,3	12,6	13,4	13,3	15,0	35,1	29,7	29,3	28,6	23,5
	Średnia	25,7	24,1	23,2	23,1	23,5	27,2	26,6	26,9	26,8	27,8	19,7	19,0	19,1	19,4	20,0	27,4	25,6	25,5	25,4	24,9
Kraj	0	8,0	9,2	8,3	8,8	6,0	11,5	18,6	16,2	12,2	9,2	18,0	19,2	18,6	19,5	16,3	11,8	18,1	17,1	14,5	9,0
	1	70,2	73,8	75,0	76,1	77,6	58,7	54,4	58,7	62,7	65,0	63,1	64,9	65,2	65,2	66,1	66,6	62,6	69,0	72,4	76,4
	2-4	21,7	17,0	16,7	15,0	16,4	29,8	27,0	25,1	25,1	25,7	18,9	15,9	16,2	15,3	17,5	21,7	19,4	13,9	13,1	14,6
	Średnia	22,7	21,6	21,8	21,6	22,3	24,1	23,2	23,1	23,0	24,2	20,5	20,0	20,0	20,0	21,1	22,3	20,9	20,2	20,2	21,8

Tabela 35. – cd.

Kraina przyrodniczo-leśna	Kl.def., śr.def.	Buk					Dąb					Brzoza					Olsza					Inne liściaste				
		2012	2013	2014	2015	2016	2012	2013	2014	2015	2016	2012	2013	2014	2015	2016	2012	2013	2014	2015	2016	2012	2013	2014	2015	2016
Bałtycka	0	47,4	42,7	28,6	38,8	19,6	5,7	7,2	9,6	10,4	5,6	13,8	12,6	7,8	11,4	8,7	24,4	21,6	17,7	15,5	11,9	24,9	19,5	23,4	25,8	18,9
	1	48,0	53,6	65,1	58,0	75,2	60,0	59,8	61,0	67,0	69,2	70,3	71,5	71,3	78,0	77,7	68,3	70,6	72,0	75,2	76,4	58,5	62,1	59,1	62,0	65,9
	2-4	4,6	3,7	6,4	3,2	5,2	34,2	32,9	29,4	22,6	25,2	16,0	16,0	20,9	10,7	13,6	7,4	7,8	10,3	9,3	11,7	16,6	18,4	17,5	12,2	15,2
	Średnia	14,3	14,5	16,2	15,2	17,3	25,5	25,3	23,8	22,5	23,5	20,9	21,1	22,4	19,5	20,5	17,5	17,8	19,0	18,7	20,0	21,2	22,2	21,7	19,1	21,4
Mazursko-Podlaska	0	40,0	63,3	46,7	56,7	50,0	5,3	14,8	3,1	0,0	0,5	4,5	11,1	3,1	4,2	3,7	21,3	48,6	30,7	24,1	16,5	19,0	42,5	31,9	28,3	24,3
	1	60,0	36,7	53,3	43,3	50,0	57,4	65,7	60,7	75,9	62,8	45,4	60,5	43,5	69,8	54,2	62,4	43,4	60,3	66,4	73,2	53,9	45,8	56,0	61,0	59,8
	2-4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	37,3	19,5	36,1	24,1	36,7	50,1	28,4	53,4	26,1	42,1	16,3	8,0	9,0	9,5	10,3	27,2	11,8	12,0	10,8	15,9
	Średnia	14,0	11,5	12,7	11,8	12,5	26,1	21,4	24,9	24,0	26,4	28,9	24,5	30,2	25,8	29,0	20,0	15,0	17,8	18,6	19,5	22,9	16,7	17,7	17,5	19,4
Wielkopolsko-Pomorska	0	33,9	33,8	23,6	36,3	9,9	5,5	6,7	4,2	1,7	2,1	13,9	15,5	7,5	7,4	4,7	25,2	23,4	14,8	17,7	7,3	26,6	31,8	24,7	24,1	18,5
	1	60,0	61,8	72,2	61,3	79,0	59,2	64,8	72,2	73,9	68,6	66,6	73,4	80,7	72,6	62,7	71,4	73,4	82,6	80,3	87,5	56,7	51,8	59,8	50,7	58,5
	2-4	6,2	4,4	4,2	2,5	11,1	35,3	28,6	23,6	24,4	29,3	19,5	11,1	11,8	20,0	32,6	3,4	3,3	2,7	2,0	5,3	16,7	16,5	15,5	25,2	22,9
	Średnia	14,4	15,6	16,9	14,8	19,6	25,8	23,9	23,5	24,8	26,1	21,8	19,8	21,0	22,2	26,0	16,1	16,3	17,4	17,1	19,4	21,2	19,4	20,4	22,6	23,1
Mazowiecko-Podlaska	0	0,0	0,0	0,0	33,3	0,0	6,7	4,8	0,8	6,8	4,3	9,3	13,3	7,8	10,6	9,8	20,1	28,5	16,8	17,1	14,6	18,7	12,4	11,7	13,5	16,6
	1	50,0	100,0	100,0	66,7	100,0	69,6	71,2	56,5	63,9	63,7	57,3	66,4	66,2	69,2	64,3	53,8	55,7	66,0	67,6	70,9	60,7	72,0	73,1	71,3	63,8
	2-4	50,0	0,0	0,0	0,0	0,0	23,7	24,1	42,7	29,4	32,0	33,4	20,3	26,0	20,1	25,9	26,1	15,9	17,2	15,4	14,4	20,6	15,6	15,2	15,2	19,6
	Średnia	30,0	20,0	20,0	16,7	17,5	23,2	23,8	27,5	24,4	25,3	26,6	22,8	23,9	22,3	24,3	23,9	20,5	21,9	22,0	21,8	20,9	20,4	20,7	20,6	21,8
Śląska	0	13,7	11,8	15,3	17,4	15,2	4,1	5,1	2,5	1,8	1,2	9,7	7,9	5,6	4,5	3,4	28,6	24,4	22,0	13,1	7,2	10,2	8,6	9,7	8,1	6,1
	1	48,7	51,8	65,8	73,9	78,3	47,0	46,5	65,7	63,5	60,7	46,2	50,1	66,6	65,6	53,0	55,3	57,3	72,6	77,4	76,0	49,0	49,3	55,6	57,9	56,0
	2-4	37,6	36,4	18,9	8,7	6,5	48,9	48,4	31,8	34,7	38,1	44,1	42,0	27,9	30,0	43,6	16,2	18,3	5,5	9,5	16,8	40,8	42,1	34,7	34,1	37,9
	Średnia	25,1	23,6	21,0	19,7	19,9	28,3	28,5	25,4	25,6	26,7	26,6	27,0	25,2	24,4	28,3	19,3	19,6	17,9	19,4	20,9	29,9	30,0	28,9	28,8	27,7
Małopolska	0	39,2	49,3	42,4	44,3	37,9	4,8	6,8	7,0	7,6	5,4	6,1	8,0	10,9	9,6	3,4	13,8	19,1	21,7	22,0	15,2	18,4	22,8	22,5	30,8	24,8
	1	49,8	44,0	49,5	49,5	53,2	58,3	55,6	50,9	63,2	59,2	60,9	64,5	61,1	65,8	52,4	76,4	71,6	67,3	67,0	65,0	56,2	56,5	54,8	47,7	52,0
	2-4	11,0	6,7	8,1	6,2	8,9	36,9	37,6	42,1	29,2	35,4	33,0	27,5	28,0	24,6	44,2	9,9	9,3	11,1	11,0	19,7	25,4	20,8	22,7	21,6	23,3
	Średnia	16,6	14,8	16,2	15,6	17,1	26,7	26,4	27,5	24,5	26,0	25,6	24,4	24,1	23,7	28,4	19,5	19,0	19,3	19,2	22,2	23,3	21,8	22,5	22,0	23,2
Sudecka	0	15,1	37,7	54,6	47,7	28,3	1,8	4,6	3,6	1,8	0,0	8,3	6,3	4,3	9,9	3,5	6,3	6,3	5,0	5,3	0,0	11,3	15,1	13,1	6,5	3,8
	1	67,9	50,9	43,2	50,0	54,3	41,4	38,5	60,9	67,3	56,6	45,8	43,8	71,4	69,0	84,2	50,0	50,0	70,0	52,6	57,9	59,8	55,2	65,2	62,5	62,1
	2-4	17,0	11,3	2,3	2,3	17,4	56,8	56,9	35,5	30,9	43,4	45,8	50,0	24,3	21,1	12,3	43,8	43,8	25,0	42,1	42,1	28,9	29,7	21,7	31,0	34,1
	Średnia	20,6	17,0	12,3	14,2	20,5	29,6	30,2	26,1	25,6	27,8	26,9	28,8	23,6	21,9	21,5	29,4	29,1	25,0	25,5	26,6	26,1	25,3	23,1	25,6	26,5
Karpacka	0	32,6	37,9	36,3	37,8	25,2	3,1	3,1	1,4	1,4	0,7	6,4	12,4	11,1	15,5	5,2	5,3	15,8	10,2	10,2	11,0	31,2	38,8	36,6	37,2	22,4
	1	59,7	56,3	56,2	55,7	63,5	48,5	58,0	60,4	66,9	60,1	57,9	67,8	65,8	62,8	71,3	47,8	47,2	51,7	60,2	52,5	58,5	52,8	54,9	53,8	62,3
	2-4	7,7	5,8	7,6	6,5	11,2	48,5	38,9	38,1	31,7	39,1	35,7	19,8	23,1	21,7	23,5	46,9	37,0	38,1	29,7	36,4	10,3	8,4	8,6	9,1	15,3
	Średnia	16,7	15,6	16,0	15,9	17,9	28,9	27,1	27,6	26,7	26,5	26,1	21,7	22,4	22,1	23,8	37,4	31,9	33,1	26,2	28,2	17,8	16,2	16,9	17,3	20,4
Kraj	0	36,0	39,4	33,4	38,3	24,3	5,1	6,4	4,7	5,2	3,4	9,7	11,7	7,5	8,9	6,3	21,0	30,4	20,9	18,5	13,0	21,5	25,6	23,5	24,8	18,7
	1	54,5	53,4	59,0	56,5	66,9	57,4	58,7	60,3	66,7	63,4	59,3	65,6	65,8	70,4	63,0	62,3	57,9	67,4	70,3	73,4	56,7	55,6	58,8	56,9	59,7
	2-4	9,5	7,3	7,6	5,2	8,8	37,6	34,8	35,0	28,1	33,2	31,0	22,6	26,7	20,7	30,7	16,7	11,7	11,8	11,2	13,6	21,8	18,8	17,8	18,3	21,7
	Średnia	16,6	15,7	16,3	15,7	17,8	26,3	25,7	25,8	24,5	25,7	24,8	22,9	24,1	22,5	25,3	20,8	18,5	19,8	19,7	20,9	22,3	20,8	21,1	21,1	22,5

Tabela 35. – cd.

Kraina przyrodniczo-leśna	Kl. def., śr. def.	Iglaste razem					Liściaste razem					Gatunki razem				
		2012	2013	2014	2015	2016	2012	2013	2014	2015	2016	2012	2013	2014	2015	2016
Bałtycka	0	15,0	17,2	17,8	17,9	10,0	21,6	19,9	15,6	18,6	11,8	17,7	18,3	16,9	18,2	10,7
	1	71,9	69,0	70,5	73,2	80,4	62,6	64,6	66,9	69,8	74,0	68,2	67,2	69,1	71,8	77,8
	2-4	13,0	13,8	11,7	9,0	9,6	15,8	15,6	17,5	11,6	14,2	14,2	14,5	14,1	10,1	11,4
	Średnia	19,9	19,8	19,4	18,7	19,9	19,9	20,1	20,8	19,1	20,5	19,9	20,0	20,0	18,8	20,1
Mazursko- Podlaska	0	6,8	13,3	8,4	6,6	5,6	14,6	33,7	19,4	16,4	12,4	9,6	20,8	12,6	10,3	8,2
	1	62,5	70,8	67,0	75,7	78,1	55,5	50,9	54,5	67,3	63,7	60,0	63,5	62,3	72,5	72,5
	2-4	30,7	15,9	24,6	17,7	16,4	30,0	15,4	26,1	16,3	23,9	30,4	15,7	25,2	17,2	19,3
	Średnia	24,3	21,1	23,6	22,7	22,9	23,6	18,6	22,4	21,1	23,1	24,1	20,2	23,1	22,1	23,0
Wielkopolsko- Pomorska	0	10,0	9,9	7,7	7,2	4,2	16,4	18,0	11,5	11,6	6,9	11,3	11,5	8,5	8,1	4,7
	1	75,3	79,4	82,6	80,6	81,7	63,4	67,0	75,0	70,3	68,8	73,0	77,0	81,1	78,4	79,0
	2-4	14,7	10,7	9,7	12,2	14,1	20,3	15,0	13,5	18,1	24,3	15,8	11,6	10,5	13,5	16,2
	Średnia	21,0	19,9	20,2	21,3	21,9	21,6	20,0	20,7	21,7	24,1	21,1	19,9	20,3	21,4	22,4
Mazowiecko- Podlaska	0	6,0	5,8	3,9	4,3	3,9	12,7	15,2	9,1	11,8	10,6	8,5	9,4	5,8	7,1	6,5
	1	63,4	73,1	70,0	74,5	74,4	59,2	65,4	65,0	68,0	65,8	61,9	70,2	68,1	72,0	71,1
	2-4	30,6	21,1	26,2	21,3	21,8	28,1	19,4	25,9	20,2	23,6	29,7	20,5	26,1	20,9	22,5
	Średnia	24,8	22,9	24,5	23,2	23,8	24,6	22,1	23,7	22,4	23,6	24,7	22,6	24,2	22,9	23,7
Śląska	0	9,7	10,6	7,4	3,5	2,1	10,4	9,3	7,9	6,1	4,4	10,0	10,1	7,7	4,6	3,1
	1	69,2	66,2	83,3	85,2	82,7	48,3	49,7	64,6	65,3	60,5	60,3	59,3	75,2	76,7	73,2
	2-4	21,1	23,2	9,3	11,3	15,2	41,4	41,0	27,5	28,6	35,1	29,7	30,7	17,1	18,7	23,7
	Średnia	22,2	22,4	20,1	21,1	22,6	26,9	27,0	24,9	24,8	26,3	24,2	24,3	22,2	22,7	24,2
Małopolska	0	4,0	6,7	9,8	13,6	10,3	12,0	15,6	16,0	17,9	12,6	6,5	9,5	11,8	15,0	11,0
	1	70,2	69,2	67,4	65,8	66,9	59,5	58,8	56,1	59,7	55,8	66,9	66,0	63,9	63,8	63,3
	2-4	25,8	24,1	22,8	20,6	22,8	28,4	25,6	27,8	22,4	31,7	26,6	24,6	24,4	21,2	25,7
	Średnia	24,2	23,7	23,2	22,4	23,3	24,1	23,1	23,7	22,4	24,9	24,2	23,5	23,4	22,4	23,8
Sudecka	0	8,8	14,3	14,9	12,5	9,1	8,7	13,6	13,1	9,9	5,4	8,8	14,0	14,0	11,3	7,3
	1	63,4	57,0	73,9	75,4	72,7	53,6	48,6	63,1	63,1	62,7	58,9	53,2	68,8	69,6	67,9
	2-4	27,8	28,7	11,2	12,1	18,2	37,7	37,8	23,8	27,0	32,0	32,4	32,8	17,1	19,2	24,8
	Średnia	24,2	23,6	19,4	20,0	22,6	26,5	26,1	23,0	23,9	25,5	25,3	24,8	21,1	21,9	24,0
Karpacka	0	11,3	12,2	11,7	11,9	10,8	25,9	32,0	29,9	30,9	19,9	18,3	21,7	20,5	21,1	15,2
	1	61,1	66,7	67,5	67,8	68,1	57,5	55,3	56,4	56,8	62,6	59,3	61,3	62,2	62,4	65,4
	2-4	27,6	21,1	20,8	20,4	21,1	16,6	12,7	13,7	12,3	17,6	22,4	17,1	17,4	16,5	19,4
	Średnia	23,6	22,6	22,5	22,6	23,1	20,2	18,4	18,9	18,5	20,7	22,0	20,6	20,8	20,6	21,9
Kraj	0	8,7	10,4	9,5	9,6	6,7	16,1	20,0	15,4	16,2	11,2	11,3	13,7	11,6	11,9	8,3
	1	69,0	71,8	73,3	74,7	76,3	58,4	59,4	62,8	65,5	64,8	65,4	67,5	69,6	71,4	72,2
	2-4	22,2	17,8	17,2	15,8	17,1	25,5	20,7	21,9	18,4	24,0	23,4	18,8	18,9	16,7	19,5
	Średnia	22,7	21,6	21,8	21,6	22,4	22,9	21,4	22,2	21,4	23,2	22,8	21,6	21,9	21,5	22,7

Tabela 36. Zestawienie wyników regresji poziomu defoliacji koron drzew w układzie gatunków i wybranych krain przyrodniczo-leśnych w latach 2007-2016

Grupa gatunków	Kraina przyrodniczo-leśna	F	p	R ²	Współczynnik niestandardyzowany B	
					Stała	Rok obserwacji
Sosna	Bałtycka	273,01	<0,001	0,01	-450,13	0,23
	Mazursko-Podlaska	576,75	<0,001	0,03	-825,86	0,42
	Wielkopolsko-Pomorska	392,40	<0,001	0,01	-364,60	0,19
	Mazowiecko-Podlaska	32,19	<0,001	0	-139,33	0,08
	Śląska	147,67	<0,001	0,01	-449,87	0,23
	Małopolska	333,79	<0,001	0,01	-466,46	0,24
	Karpacka	9,32	<0,001	0	284,30	-0,13
Świerk	Mazursko-Podlaska	181,99	<0,001	0,04	-1355,48	0,68
	Sudecka	22,80	<0,001	0,01	441,92	-0,21
	Karpacka	136,76	<0,001	0,03	-1112,83	0,56
Jodła	Karpacka	157,58	<0,001	0,02	-849,09	0,43
Buk	Bałtycka	49,35	<0,001	0,01	-503,74	0,26
	Karpacka	0,14	0,71	0	41,18	-0,01
Dąb	Bałtycka	179,48	<0,001	0,04	-1159,28	0,59
	Wielkopolsko-Pomorska	0,35	0,55	0	-25,71	0,02
	Mazowiecko-Podlaska	11,66	<0,001	0	-282,50	0,15
	Śląska	52,85	<0,001	0,01	-584,16	0,30
	Małopolska	84,50	<0,001	0,01	-646,51	0,33
Brzoza	Bałtycka	83,14	<0,001	0,01	-516,26	0,27
	Mazursko-Podlaska	298,74	<0,001	0,06	-1423,52	0,72
	Wielkopolsko-Pomorska	20,79	<0,001	0	-305,96	0,16
	Mazowiecko-Podlaska	86,32	<0,001	0,01	-551,57	0,28
	Śląska	32,51	<0,001	0,01	-557,54	0,29
	Małopolska	529,82	<0,001	0,08	-1703,52	0,86
Olsza	Bałtycka	265,20	<0,001	0,05	-1229,19	0,62
	Mazursko-Podlaska	63,39	<0,001	0,01	-502,79	0,26
	Mazowiecko-Podlaska	18,64	<0,001	0	354,33	-0,17

Tabela 37. Wskaźnik występowania uszkodzeń na drzewach poszczególnych gatunków w wyróżnionych klasach wieku w roku 2016 oraz trend zmian wskaźnika występowania uszkodzeń na jednym drzewie w okresie 2012 – 2016 określony za pomocą testu Mann-Kendall'a

Gatunki	Średnia liczba uszkodzeń na 1 drzewie w przedziale wieku (lata)				Średnia liczba uszkodzeń na 1 drzewie w roku					Trend
	21-40	41-60	61-80	>80	2016	2015	2014	2013	2012	
Sosna	0,57	0,69	0,74	0,87	0,74	0,71	0,67	0,62	0,57	W
Świerk	1,11	1,03	1,04	1,00	1,04	0,99	1,01	0,95	0,87	W
Jodła	0,67	1,01	0,76	1,21	1,00	0,97	0,95	0,98	0,86	N
Inne igl.	0,34	0,67	0,84	0,72	0,66	0,62	0,56	0,57	0,64	N
Dąb	1,24	1,32	1,32	1,46	1,37	1,30	1,47	1,31	1,10	N
Buk	0,84	1,26	1,30	1,22	1,20	1,01	1,04	0,92	0,80	W
Brzoza	0,99	1,29	1,29	1,63	1,24	1,15	1,13	0,94	0,81	W
Olsza	1,23	1,28	1,32	1,48	1,33	1,26	1,17	1,00	1,04	W
Inne liśc.	1,35	1,42	1,50	1,53	1,45	1,32	1,22	1,07	0,96	W
Razem	0,85	0,92	0,97	1,07	0,97	0,91	0,87	0,78	0,72	W

W – wzrost, N – brak trendu

Tabela 38. Liczba uszkodzeń przypadająca na 1 drzewo danego gatunku w krainach przyrodniczo-leśnych i RDLP

Kraina przyrodniczo-leśna RDLP	Średnio KP-L RDLP			Gatunki iglaste				Gatunki liściaste				
	2016	2015	2014	Sosna	Świerk	Jodla	Inne iglaste	Dąb	Buk	Brzoza	Olsza	Inne liściaste
Bałtycka	0,891	0,804	0,861	0,647	0,992	0,000	0,685	1,354	0,705	1,179	1,394	1,145
Mazursko-Podlaska	0,948	0,962	0,722	0,779	1,044	0,000	0,000	1,529	0,800	1,106	1,112	1,097
Wielkopolsko-Pomorska	0,754	0,671	0,688	0,658	0,941	0,000	0,576	1,214	0,524	1,057	1,236	0,961
Mazowiecko-Podlaska	0,992	0,967	0,895	0,889	1,107	0,000	1,222	1,188	0,000	1,019	1,274	1,340
Śląska	1,009	0,912	0,957	0,499	0,956	0,000	0,390	1,567	1,516	1,610	1,295	1,962
Małopolska	1,074	1,020	1,008	0,889	1,252	1,090	1,283	1,353	0,765	1,566	1,705	1,337
Sudecka	1,226	1,193	1,220	0,462	0,987	0,615	0,196	1,670	1,283	2,140	1,933	1,553
Karpacka	1,331	1,170	1,140	0,684	1,082	0,990	0,663	1,551	1,743	1,616	2,073	1,802
Białystok	1,140	1,122	0,933	1,005	1,117	0,000	1,000	1,662	0,000	1,271	1,327	1,354
Katowice	0,958	0,941	0,977	0,649	1,062	0,512	0,509	1,421	0,980	1,609	1,480	1,453
Kraków	1,047	0,895	0,832	0,714	0,830	0,537	0,971	1,640	1,106	1,523	1,921	1,447
Krosno	1,699	1,479	1,518	0,815	1,867	1,710	0,761	2,667	2,345	2,098	2,225	2,275
Lublin	0,812	0,771	0,829	0,777	1,103	0,919	1,667	0,998	0,556	0,611	0,890	0,874
Łódź	1,157	1,127	1,111	1,003	1,538	1,250	0,667	1,869	1,333	1,778	1,893	1,574
Olsztyn	0,872	0,895	0,686	0,631	0,951	0,000	0,091	1,461	1,033	1,071	1,123	1,190
Piła	0,596	0,492	0,497	0,513	0,667	0,000	0,067	1,091	0,000	1,152	1,394	0,609
Poznań	0,840	0,624	0,705	0,715	0,500	0,000	1,000	1,000	0,000	1,274	1,060	1,101
Szczecin	0,740	0,736	0,722	0,566	0,962	0,000	0,515	1,229	0,610	1,134	1,340	0,931
Szczecinek	0,655	0,622	0,618	0,463	0,858	0,000	0,735	1,120	0,476	1,070	1,263	0,887
Toruń	0,724	0,662	0,660	0,638	1,000	0,000	0,385	1,081	0,700	0,713	1,557	1,242
Wrocław	1,142	1,026	1,054	0,563	1,007	0,615	0,280	1,719	1,172	1,656	1,286	1,701
Zielona Góra	0,859	0,880	0,910	0,758	0,889	0,000	0,000	1,333	0,214	1,356	1,327	0,908
Gdańsk	1,054	0,908	1,083	0,895	1,465	0,000	0,821	1,547	1,032	1,263	2,222	1,586
Radom	1,080	0,998	0,930	0,870	1,525	1,158	4,750	1,331	0,733	1,461	2,132	1,600
Warszawa	1,015	1,042	0,974	0,897	0,000	0,000	2,364	1,214	0,000	1,116	1,275	1,141
Parki Narodowe	1,211	1,189	1,114	0,989	0,895	1,444	0,944	1,250	1,792	1,143	0,885	2,185

Tabela 39. Najczęściej występujące lokalizacje, symptomy i czynniki sprawcze uszkodzeń występujących na drzewach poszczególnych gatunków w 2016 roku

Gatunki	Liczba uszkodzeń	Najczęściej występująca lokalizacja			Najczęściej występujący symptom			Najczęściej występujący czynnik sprawczy			
		Miejsce	Liczba	Udział	Nazwa	Liczba	Udział	Nazwa	Liczba	Udział 2016	Udział 2015
Sosna	16642	Pień pomiędzy szyją korz. a koroną	5660	34,0%	Deformacje	5329	32,0%	Konkurencja i inne czynniki	6485	39,0%	39,1%
Świerk	1952	Pień pomiędzy szyją korz. a koroną	865	44,3%	Ubytek igieł/liści	491	25,2%	Badane niezidentyfikowane	626	32,1%	32,7%
Jodła	1019	Pień pomiędzy szyją korz. a koroną	350	34,3%	Deformacje	278	27,3%	Badane niezidentyfikowane	334	32,8%	30,2%
Inne iglaste	330	Pień pomiędzy szyją korz. a koroną	128	38,8%	Deformacje	55	16,7%	Badane niezidentyfikowane	136	41,2%	41,8%
Dąb	4329	Liście	2605	60,2%	Ubytek igieł/liści	2226	51,4%	Owady	1961	45,3%	44,3%
Buk	1984	Liście	884	44,6%	Ubytek igieł/liści	751	37,9%	Owady	783	39,5%	32,2%
Brzoza	5300	Liście	3041	57,4%	Ubytek igieł/liści	2692	50,8%	Owady	2295	43,3%	43,4%
Olsza	3452	Liście	2304	66,7%	Ubytek igieł/liści	2310	66,9%	Owady	2068	59,9%	56,9%
Inne liściaste	3842	Liście	2048	53,3%	Ubytek igieł/liści	1644	42,8%	Owady	1493	38,9%	37,9%
Łącznie	38850	Pień pomiędzy szyją korz. a koroną	11020	28,4%	Ubytek igieł/liści	13824	35,6%	Badane niezidentyfikowane	12100	31,1%	32,0%

Tabela 40. Udział procentowy wskazanych lokalizacji występowania uszkodzeń na drzewach wyróżnionych gatunków i grup gatunków w 2016 roku

Lokalizacja uszkodzeń na drzewie	Gatunki drzew									Razem
	Sosna	Świerk	Jodla	Inne igl.	Dąb	Buk	Brzoza	Olsza	Inne liśc.	
Liście bądź igły	8,79	1,36	0,54	0,14	5,93	6,71	2,28	7,83	5,27	38,84
Gałęzie, pędy, pączki	7,59	0,76	0,91	0,11	0,32	1,65	0,57	0,84	0,99	13,76
Pień pomiędzy szyją korzeniową i koroną	14,57	2,23	0,9	0,33	1,53	1,68	1,56	3,17	2,4	28,37
Strzała w koronie i pęd wierzchołkowy	7,27	0,29	0,13	0,08	0,24	0,43	0,15	0,43	0,38	9,39
Cała strzała	3,24	0,07	0	0,1	0,43	0,4	0,12	0,96	0,47	5,8
Razem strzała	25,08	2,59	1,03	0,51	2,2	2,51	1,83	4,56	3,25	43,56
Korzenie i szyja korzeniowa <25 cm	1,37	0,32	0,15	0,09	0,42	0,28	0,44	0,39	0,38	3,84

Tabela 41. Liczba i udział symptomów uszkodzenia na drzewach poszczególnych gatunków w 2016 roku

Kod	Symptomy uszkodzenia	Jedn.	Sosna	Świerk	Jodla	Inne igł.	Dąb	Buk	Brzoza	Olsza	Inne liśc.	Razem uszkodzeń
1	Ubytek igieł/liści	szt.	3496	491	151	64	2226	751	2692	2310	1644	13825
		%	21,0	25,2	14,8	19,4	51,4	37,9	50,8	66,9	42,8	35,6
2-5	Przebarwienia igieł/liści	szt.	173	51	74	5	281	109	376	13	360	1442
		%	1,0	2,6	7,3	1,5	6,5	5,5	7,1	0,4	9,4	3,7
6-7	Nienaturalne rozmiary liści/igieł	szt.	9	0	0	2	1	2	12	0	3	29
		%	0,1	0,0	0,0	0,6	0,0	0,1	0,2	0,0	0,1	0,1
8	Deformacje	szt.	5329	267	278	55	525	301	751	411	542	8459
		%	32,0	13,7	27,3	16,7	12,1	15,2	14,2	11,9	14,1	21,8
9	Inne symptomy	szt.	452	13	21	7	13	6	30	6	28	576
		%	2,7	0,7	2,1	2,1	0,3	0,3	0,6	0,2	0,7	1,5
10	Oznaki wyst. owadów	szt.	125	34	42	10	17	39	27	11	24	329
		%	0,8	1,7	4,1	3,0	0,4	2,0	0,5	0,3	0,6	0,9
11	Oznaki wyst. grzybów	szt.	95	4	13	1	121	8	5	5	34	286
		%	0,6	0,2	1,3	0,3	2,8	0,4	0,1	0,1	0,9	0,7
12	Inne oznaki	szt.	223	3	6	1	34	4	28	7	27	333
		%	1,3	0,2	0,6	0,3	0,8	0,2	0,5	0,2	0,7	0,9
13	Złamane gałęzie	szt.	726	43	25	8	51	68	89	18	63	1091
		%	4,4	2,2	2,5	2,4	1,2	3,4	1,7	0,5	1,6	2,8
14	Martwe/obumierające gałęzie	szt.	1394	123	98	18	454	138	152	87	288	2752
		%	8,4	6,3	9,6	5,5	10,5	7,0	2,9	2,5	7,5	7,1
15	Zrzucone gałęzie, pędy, pączki	szt.	286	24	48	8	107	3	18	10	8	512
		%	1,7	1,2	4,7	2,4	2,5	0,2	0,3	0,3	0,2	1,3
16	Nekrozy	szt.	11	8	10	0	5	54	3	11	29	131
		%	0,1	0,4	1,0	0,0	0,1	2,7	0,1	0,3	0,8	0,3
17	Rany	szt.	1978	391	172	55	229	339	275	120	290	3849
		%	11,9	20,0	16,8	16,7	5,3	17,1	5,2	3,5	7,6	9,9
18	Wycieki żywicy	szt.	457	422	59	40	0	0	0	0	0	978
		%	2,8	21,6	5,8	12,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,5
19	Wycieki na drzewach liściastych	szt.	0	0	0	0	7	9	15	3	15	49
		%	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,5	0,3	0,1	0,4	0,1
20	Zgnilizna	szt.	320	57	21	6	104	105	140	181	227	1161
		%	1,9	2,9	2,1	1,8	2,4	5,3	2,6	5,2	5,9	3,0
21	Pochylone	szt.	1568	21	1	50	154	48	687	259	260	3048
		%	9,4	1,1	0,1	15,2	3,6	2,4	12,9	7,5	6,8	7,8
Łączna liczba symptomów		szt.	16642	1952	1019	330	4329	1984	5300	3452	3842	38850

Tabela 42. Liczba i udział wyróżnionych kategorii czynników sprawczych uszkodzeń na drzewach poszczególnych gatunków w 2016 roku

Kod	Czynniki sprawcze	Jedn.	Sosna	Świerk	Jodla	Inne igl.	Dąb	Buk	Brzoza	Olsza	Inne liśc.	Razem
100	Kręgowce	szt.	228	158	31	4	7	5	10	15	20	478
		%	1,4	8,1	3,0	1,2	0,2	0,3	0,2	0,4	0,5	1,2
200	Owady	szt.	594	305	54	23	1961	783	2295	2068	1493	9576
		%	3,6	15,6	5,3	7,0	45,3	39,5	43,3	59,9	38,9	24,7
300	Grzyby	szt.	624	88	247	5	330	221	102	87	428	2132
		%	3,8	4,5	24,2	1,5	7,6	11,1	1,9	2,5	11,1	5,5
400	Czynniki abiotyczne	szt.	996	96	62	33	129	145	456	194	264	2375
		%	6,0	4,9	6,1	10,0	3,0	7,3	8,6	5,6	6,9	6,1
500	Bezpośrednie działanie człowieka	szt.	1240	189	78	50	122	188	133	65	108	2173
		%	7,5	9,7	7,7	15,2	2,8	9,5	2,5	1,9	2,8	5,6
600	Pożary	szt.	44	0	0	0	1	0	1	1	0	47
		%	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1
700	Zanieczyszczenia powietrza	szt.	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2
		%	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
800	Konkurencja i inne czynniki	szt.	6485	490	213	79	591	201	944	418	546	9967
		%	39,0	25,1	20,9	23,9	13,7	10,1	17,8	12,1	14,2	25,7
999	Niezidentyfikowane 2016	szt.	6429	626	334	136	1188	441	1359	604	983	12100
		%	38,6	32,1	32,8	41,2	27,4	22,2	25,6	17,5	25,6	31,1
999	2015	%	39,1	32,7	30,2	41,8	28,2	23,4	26,8	18,3	27,1	32,0
	2014		41,7	36,8	31,4	45,9	28,8	28,4	29,0	23,1	27,9	34,5
	2013		42,7	36,9	30,2	44,0	35,1	23,5	32,3	19,9	26,6	35,7
	2012		42,3	43,1	39,6	46,5	33,4	29,1	37,6	16,8	28,6	36,8
	2011		46,7	54,4	45,9	60,4	30,9	27,7	29,4	14,0	30,8	38,4
	2010		46,9	57,2	34,4	44,7	37,3	36,8	43,4	13,3	33,4	40,4
Trend wg testu Mann-Kendall'a			SP	SP	N	SP	SP	SP	SP	W	SP	SP

SP – spadek

N – brak trendu

W – wzrost

Tabela 43. Udział uszkodzeń drzew spowodowanych przez wyróżnione grupy owadów oraz kategorie innych czynników i konkurencji na drzewach poszczególnych gatunków na SPO I rzędu w 2016 roku

Grupy owadów Kategorie innych czynników i konkurencji	Gatunki drzew									
	Sosna	Świerk	Jodła	Inne iglaste	Dąb	Buk	Brzoza	Olsza	Inne liśc.	Razem
Owady liściożerne	1,39	0,15	0,00	0,01	16,99	5,88	19,42	20,62	13,52	77,99
Owady uszk. pień, gałęzie, pędy	3,17	1,82	0,10	0,20	0,15	0,38	0,27	0,14	0,23	6,45
Owady minujące	0,00	0,00	0,00	0,00	2,31	1,42	0,36	0,41	0,68	5,17
Owady niezidentyfikowane	0,79	0,22	0,19	0,03	0,82	0,03	0,27	0,18	0,63	3,16
Owady ssące	0,00	0,02	0,24	0,00	0,15	0,45	3,59	0,20	0,47	5,12
Owady inne	0,13	0,02	0,03	0,00	0,03	0,02	0,05	0,00	0,06	0,34
Owady - galasówki	0,00	0,75	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,04	0,00	0,82
Owady uszk. pączki	0,72	0,21	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,94
Razem dla gatunków drzew	6,2	3,2	0,6	0,2	20,5	8,2	24,0	21,6	15,6	100,00
Razem igl/liśc.				10,2					89,8	
Bez specyfikacji	6,56	0,36	0,08	0,03	0,96	0,16	0,52	0,18	0,70	9,57
Epifity, pasożyty	3,34	0,02	0,20	0,00	0,11	0,00	0,18	0,01	0,28	4,15
Bakterie	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01
Wirusy	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,03	0,02	0,00	0,08
Nicienie	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,02
Konkurencja	53,98	4,49	1,63	0,73	4,69	1,24	8,30	3,59	4,33	82,99
Mutacje	0,12	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,05	0,01	0,05	0,25
Inne znane ale nie podane	1,05	0,05	0,23	0,03	0,14	0,58	0,16	0,08	0,61	2,94
Razem dla gatunków drzew	65,07	4,92	2,14	0,79	5,93	2,01	9,26	3,90	5,97	100,00
Razem igl/liśc.				72,93					27,07	

Tabela 44. Średnia liczba uszkodzeń na jednej sosnie w 2016 roku w zależności od formy własności i funkcji lasów oraz trendy zmian w okresie 2011 – 2016

Uszkodzenia/drzewa w latach	Formy własności				Funkcje lasów			Razem
	LP	KZPN	Osób fiz	Pozostałe	Gospodarcze	Ochronne	Rezerwatowe	
2016	0,677	0,982	0,910	0,912	0,791	0,706	0,861	0,742
2015	0,645	0,937	0,876	0,779	0,751	0,672	0,804	0,707
2014	0,636	0,925	0,771	0,806	0,670	0,670	0,882	0,673
2013	0,616	0,928	0,814	0,783	0,689	0,667	0,894	0,671
2012	0,523	0,821	0,710	0,741	0,572	0,597	0,659	0,580
2011	0,510	0,441	0,655	0,650	0,567	0,494	0,702	0,548
Trend wg testu Mann-Kendall'a	W	W	W	W	W	W	N	W

W – wzrost

N – brak trendu

Tabela 45. Udział procentowy czynników sprawczych uszkodzeń sosen w 2016 roku w zależności od formy własności i funkcji lasów

Kod	Czynniki sprawcze	Formy własności				Funkcje lasów			Razem
		LP	KZPN	Osób fiz	Pozostałe	Gospodarcze	Ochronne	Rezerwatowe	
100	Kręgowce	1,61	0,00	0,27	1,72	1,31	0,72	4,57	1,20
200	Owady	3,77	0,00	1,45	1,72	2,80	3,51	2,03	2,97
300	Grzyby	5,80	2,88	2,56	5,15	4,71	4,88	6,09	4,77
400	Czynniki abiotyczne	6,14	2,88	6,77	8,59	5,88	7,55	12,69	6,39
500	Bezpośrednie działanie człowieka	9,09	1,92	5,30	6,30	7,66	8,48	2,03	7,80
600	Pożary	0,03	0,00	0,63	1,34	0,29	0,17	0,00	0,26
700	Zanieczyszczenia powietrza	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
800	Konkurencja i inne czynniki	34,27	57,69	44,99	27,86	40,24	29,73	36,55	37,47
999	Niezidentyfikowane	39,28	34,62	38,05	47,33	37,05	44,92	36,04	39,14

Tabela 46. Średnia liczba uszkodzeń na jednym świerku w 2016 roku w zależności od formy własności i funkcji lasów oraz trendy zmian w okresie 2011 – 2016

Uszkodzenia/drzewa w latach	Formy własności				Funkcje lasów			Razem
	LP	KZPN	Osób fiz	Pozostałe	Gospodarcze	Ochronne	Rezerwatowe	
2016	1,077	0,966	0,960	0,813	1,042	1,109	0,920	1,037
2015	1,007	1,013	0,957	0,902	1,008	1,041	0,922	0,993
2014	1,006	0,988	1,007	1,033	0,979	1,038	0,933	1,007
2013	0,957	0,987	0,877	0,864	0,896	0,999	0,938	0,951
2012	0,874	0,479	0,944	0,873	0,885	0,891	0,681	0,875
2011	1,117	0,974	0,900	1,020	0,888	1,272	0,825	1,079
Trend wg testu Mann-Kendall'a	N	N	N	N	W	N	N	N

W – wzrost

N – brak trendu

Tabela 47. Udział procentowy czynników sprawczych uszkodzeń świerków w 2016 roku w zależności od formy własności i funkcji lasów

Kod	Czynniki sprawcze	Formy własności				Funkcje lasów			Razem
		LP	KZPN	Osób fiz	Pozostałe	Gospodarcze	Ochronne	Rezerwatowe	
100	Kręgowce	9,44	0,00	3,57	8,05	9,24	6,57	9,71	8,09
200	Owady	18,14	0,00	8,93	9,20	16,16	16,65	1,94	15,63
300	Grzyby	3,46	3,51	10,12	1,15	5,12	3,99	2,91	4,51
400	Czynniki abiotyczne	3,19	40,35	5,36	9,20	4,52	3,99	16,50	4,92
500	Bezpośrednie działanie człowieka	9,31	12,28	9,23	16,09	8,73	9,96	16,50	9,68
600	Pożary	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
700	Zanieczyszczenia powietrza	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
800	Konkurencja i inne czynniki	27,04	12,28	21,13	16,09	27,91	22,74	17,48	25,10
999	Niezidentyfikowane	29,42	31,58	41,67	40,23	28,31	36,11	34,95	32,07

Tabela 48. Średnia liczba uszkodzeń na jednym dębie w 2016 roku w zależności od formy własności i funkcji lasów oraz trendy zmian w okresie 2011 – 2016

Uszkodzenia/drzewa w latach	Formy własności				Funkcje lasów			Razem
	LP	KZPN	Osób fiz	Pozostałe	Gospodarcze	Ochronne	Rezerwatowe	
2016	1,348	1,250	1,348	1,741	1,436	1,495	1,565	1,366
2015	1,278	1,333	1,296	1,761	1,374	1,408	1,739	1,305
2014	1,469	1,357	1,421	1,720	1,453	1,508	1,652	1,474
2013	1,274	1,000	1,176	1,530	1,313	1,307	1,565	1,312
2012	1,098	1,000	1,033	1,255	1,087	1,195	1,552	1,123
2011	1,251	1,500	1,022	1,376	1,141	1,397	1,583	1,235
Trend wg testu Mann-Kendall'a	W	N	W	W	W	N	N	N

W – wzrost

N – brak trendu

Tabela 49. Udział procentowy czynników sprawczych uszkodzeń dębów w 2016 roku w zależności od formy własności i funkcji lasów

Kod	Czynniki sprawcze	Formy własności				Funkcje lasów			Razem
		LP	KZPN	Osób fiz	Pozostałe	Gospodarcze	Ochronne	Rezerwatowe	
100	Kręgowce	0,12	0,00	0,45	0,00	0,27	0,00	0,00	0,16
200	Owady	46,64	60,00	38,36	44,92	43,92	47,45	44,44	45,30
300	Grzyby	7,05	0,00	11,34	5,86	6,64	8,90	19,44	7,62
400	Czynniki abiotyczne	3,10	0,00	2,54	2,73	3,22	2,61	2,78	2,98
500	Bezpośrednie działanie człowieka	2,89	0,00	2,84	1,95	3,07	2,49	0,00	2,82
600	Pożary	0,00	0,00	0,15	0,00	0,04	0,00	0,00	0,02
700	Zanieczyszczenia powietrza	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
800	Konkurencja i inne czynniki	13,13	0,00	13,13	22,66	14,46	12,63	2,78	13,65
999	Niezidentyfikowane	27,07	40,00	31,19	21,88	28,39	25,92	30,56	27,44

Tabela 50. Średnia liczba uszkodzeń na jednej brzozie w 2016 roku w zależności od formy własności i funkcji lasów oraz trendy zmian w okresie 2011 – 2016

Uszkodzenia/drzewa w latach	Formy własności				Funkcje lasów			Razem
	LP	KZPN	Osób fiz	Pozostałe	Gospodarcze	Ochronne	Rezerwatowe	
2016	1,212	0,951	1,262	1,660	1,421	1,355	1,282	1,241
2015	1,137	1,190	1,141	1,541	1,315	1,278	1,192	1,152
2014	1,159	1,045	1,066	1,138	1,122	1,144	1,096	1,128
2013	0,918	0,522	0,804	0,906	0,926	0,969	0,963	0,940
2012	0,755	0,574	0,920	1,095	0,888	0,811	0,917	0,864
2011	0,755	0,367	0,831	1,019	0,816	0,740	0,691	0,789
Trend wg testu Mann-Kendall'a	W	W	W	W	W	W	W	W

W – wzrost

Tabela 51. Udział procentowy czynników sprawczych uszkodzeń brzoź w 2016 roku w zależności od formy własności i funkcji lasów

Kod	Czynniki sprawcze	Formy własności				Funkcje lasów			Razem
		LP	KZPN	Osób fiz	Pozostałe	Gospodarcze	Ochronne	Rezerwatowe	
100	Kręgowce	0,18	2,56	0,17	0,00	0,22	0,06	0,76	0,19
200	Owady	46,93	12,82	35,80	52,46	43,10	44,56	35,61	43,30
300	Grzyby	1,98	2,56	1,97	0,82	1,72	2,32	3,03	1,92
400	Czynniki abiotyczne	7,06	41,03	11,63	2,87	8,50	8,18	16,67	8,60
500	Bezpośrednie działanie człowieka	3,01	0,00	1,91	0,41	2,58	2,45	1,52	2,51
600	Pożary	0,00	0,00	0,00	0,41	0,00	0,06	0,00	0,02
700	Zanieczyszczenia powietrza	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
800	Konkurencja i inne czynniki	15,30	33,33	23,08	11,89	18,95	15,33	12,88	17,81
999	Niezidentyfikowane	25,55	7,69	25,45	31,15	24,93	27,04	29,55	25,64

Tabela 52. Zestawienie sum opadów od 1 marca do 31 lipca w pięcioleciu 2012-2016 według RDLP *)

RDLP	Liczba stacji	Sumy opadów [mm]					% normy opadów **)				
		2012	2013	2014	2015	2016	2012	2013	2014	2015	2016
Białystok	2	294	328	302	251	316	101	118	104	100	113
Katowice	2	238	387	355	188	336	71	116	107	64	97
Kraków	2	364	445	578	360	509	77	98	121	85	104
Krosno	1	248	361	352	234	326	78	129	113	81	102
Lublin	2	221	356	388	234	318	84	142	147	98	127
Łódź	1	230	378	272	173	325	79	142	109	66	114
Olsztyn	2	333	277	207	203	268	121	98	83	80	91
Piła	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Poznań	1	351	307	322	260	337	122	122	140	99	133
Szczecin	1	230	297	249	212	186	87	115	104	89	73
Szczecinek	1	272	234	253	350	375	80	80	97	106	111
Toruń	2	288	277	233	190	319	101	103	106	77	109
Wrocław	2	319	385	418	229	363	88	121	133	73	116
Zielona Góra	1	386	294	296	249	297	128	107	114	88	109
Gdańsk	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Radom	1	246	305	451	278	251	87	116	158	103	93
Warszawa	1	256	309	315	182	219	102	126	126	78	88
Kraj	22	288	336	339	239	326	93	115	117	85	106

*) na podstawie danych z IMGW z lat 2012-2016

**) % normy opadów atmosferycznych - wartości odniesiono do norm z okresu 1971-2000

Tabela 53. Zestawienie sum opadów od 1 marca do 31 lipca w pięcioleciu 2012-2016 według krain przyrodniczo-leśnych *)

Kraina	Liczba stacji	Sumy opadów [mm]					% normy opadów **)				
		2012	2013	2014	2015	2016	2012	2013	2014	2015	2016
Bałtycka	2	251	266	251	281	280	84	98	101	98	92
Mazursko-Podlaska	3	318	313	269	247	317	110	110	95	96	108
Wielkopolsko-Pom.	4	328	289	271	222	318	113	108	116	85	115
Mazowiecko-Podl.	3	260	295	271	190	251	101	120	109	81	101
Śląska	2	212	364	336	183	307	67	124	114	64	108
Małopolska	6	257	366	375	235	331	82	124	127	83	105
Sudecka	1	393	422	507	244	400	100	117	149	75	114
Karpacka	1	430	539	834	466	629	70	97	145	88	100
Kraj	22	288	336	339	239	326	93	115	117	85	106

*) na podstawie danych z IMGW z lat 2012-2016

**) % normy opadów atmosferycznych - wartości odniesiono do norm z okresu 1971-2000

Tabela 54. Średnia defoliacja na powierzchniach SPO I rzędu znajdujących się na Specjalnych Obszarach Ochrony Siedlisk (SOO) obszarów Natura 2000 - 2016 rok

Obszar Natura 2000		Liczba drzew	Średnia defoliacja
Kod obszaru	Nazwa obszaru		
PLC120001	Tatry	60	36,2
PLC140001	Puszcza Kampinoska	80	25,0
PLC180001	Bieszczady	340	20,6
PLC200004	Puszcza Białowieska	220	26,2
PLH020003	Dolina Łachy	20	16,5
PLH020004	Góry Stołowe	40	24,2
PLH020006	Karkonosze	20	17,8
PLH020015	Wrzosowisko Przemkowskie	20	22,0
PLH020016	Góry Białskie i Grupa Śnieżnika	40	21,5
PLH020017	Grądy w Dolinie Odry	20	22,0
PLH020018	Łęgi Odrzańskie	40	30,0
PLH020037	Góry i Pogórze Kaczawskie	40	25,3
PLH020038	Góry Kamienne	40	22,7
PLH020041	Ostoja nad Baryczą	120	26,0
PLH020047	Torfowiska Gór Izerskich	20	31,0
PLH020054	Ostoja nad Bobrem	20	26,8
PLH020060	Góry Orlickie	20	27,8
PLH020062	Góry Bardzkie	20	36,8
PLH020071	Ostoja Nietoperzy Gór Sowich	60	24,9
PLH020072	Uroczyska Borów Dolnośląskich	20	25,5
PLH020074	Wzgórza Strzeelińskie	20	25,5
PLH020082	Wzgórza Niemczańskie	20	24,2
PLH020083	Dolina Bystrzycy Łomnickiej	20	26,2
PLH020086	Pieńska Dolina Nysy Łużyckiej	20	21,0
PLH020091	Dolina Oleśnicy i Potoku Boguszyckiego	20	28,0
PLH020096	Góry Złote	20	30,0
PLH020103	Łęgi nad Bystrzycą	20	37,0
PLH040007	Jezioro Gopło	20	25,5
PLH040017	Sandr Wdy	20	19,8
PLH040023	Doliny Brdy i Stążki w Borach Tucholskich	20	26,0
PLH060005	Dolina Środkowego Wieprza	20	21,0
PLH060013	Ostoja Poleska	20	34,5
PLH060015	Płaskowyż Nałęczowski	20	18,5
PLH060017	Roztocze Środkowe	20	23,8
PLH060031	Uroczyska Lasów Janowskich	40	20,5
PLH060034	Uroczyska Puszczy Solskiej	80	25,4
PLH060043	Lasy Sobiborskie	20	24,8
PLH060045	Przełom Wisły w Małopolsce	20	52,5
PLH060051	Dolny Wieprz	20	21,8
PLH060093	Uroczyska Roztocza Wschodniego	40	29,0
PLH060099	Uroczyska Lasów Strzeleckich	20	19,8

Obszar Natura 2000		Liczba drzew	Średnia defoliacja
Kod obszaru	Nazwa obszaru		
PLH080001	Dolina Leniwej Obry	20	18,5
PLH080002	Rynna Jezior Obrzańskich	60	20,5
PLH080004	Torfowisko Chłopiny	20	19,0
PLH080014	Nowosolska Dolina Odry	20	21,5
PLH080036	Jeziora Gościmskie	20	21,5
PLH080037	Lasy Dobrosułowskie	40	19,3
PLH080044	Wilki nad Nysą	20	19,8
PLH080060	Uroczyska Borów Zasiękich	20	15,8
PLH080070	Las Żarski	20	15,8
PLH080071	Ostoja Barlinecka	100	19,8
PLH100007	Załęczański Łuk Warty	40	15,1
PLH100008	Dolina Środkowej Pilicy	20	21,2
PLH100016	Buczyna Gałkowska	20	20,2
PLH100024	Lasy Smardzewickie	20	28,0
PLH120001	Ostoja Babiogórska	20	26,5
PLH120004	Dolina Prądnika	20	20,8
PLH120008	Koło Grobli	20	26,8
PLH120016	Torfowiska Orawsko-Nowotarskie	20	18,5
PLH120018	Ostoja Gorczańska	40	20,4
PLH120019	Ostoja Popradzka	180	19,3
PLH120036	Łabowa	40	16,1
PLH120052	Ostoje Nietoperzy Beskidu Wyspowego	20	12,0
PLH120077	Rudniańskie Modraszki - Kajasówka	20	20,5
PLH120094	Ostoje Nietoperzy Powiatu Gorlickiego	20	22,5
PLH140010	Olszyny Rumockie	20	38,0
PLH140011	Ostoja Nadbużańska	40	22,5
PLH140016	Dolina Dolnej Pilicy	20	38,2
PLH140029	Kampinoska Dolina Wisły	20	20,5
PLH140030	Łękawica	20	35,0
PLH140035	Puszcza Kozienicka	80	26,8
PLH140046	Bory bagienne i torfowiska Karaska	20	21,0
PLH140049	Myszyńskie Bory Sasankowe	20	22,8
PLH160007	Góry Opawskie	20	34,0
PLH160009	Lasy Barucickie	20	21,2
PLH160014	Opolska Dolina Nysy Kłodzkiej	20	32,2
PLH180001	Ostoja Magurska	60	28,0
PLH180012	Ostoja Przemyska	80	21,4
PLH180013	Ostoja Góry Słonne	160	26,4
PLH180014	Ostoja Jaśliska	80	18,7
PLH180015	Łysa Góra	20	22,0
PLH180017	Horyniec	20	23,5

Tabela 54. cd.

Obszar Natura 2000		Liczba drzew	Średnia defoliacja
Kod obszaru	Nazwa obszaru		
PLH180018	Trzciana	20	27,2
PLH180020	Dolina Dolnego Sanu	20	17,8
PLH180023	Las nad Braciejową	20	20,5
PLH180054	Lasy Sieniawskie	60	26,4
PLH180055	Enklawy Puszczy Sandomierskiej	20	33,5
PLH200004	Ostoja Wigierska	20	24,2
PLH200005	Ostoja Augustowska	300	21,1
PLH200006	Ostoja Knyszyńska	420	20,6
PLH200007	Pojezierze Sejneńskie	40	24,5
PLH200008	Dolina Biebrzy	140	29,4
PLH200010	Ostoja w Dolinie Górnej Narwi	20	17,8
PLH200019	Jelonka	20	18,2
PLH200021	Ostoja w Dolinie Górnego Nurca	20	19,8
PLH200022	Dolina Górnej Rospudy	20	27,2
PLH220014	Kurze Grzędy	20	23,5
PLH220018	Mierzeja Sarbska	20	16,8
PLH220020	Pełcznica	20	19,0
PLH220021	Piaśnickie Łąki	20	19,5
PLH220026	Sandr Brdy	20	21,8
PLH220029	Trzy Młyny	20	17,5
PLH220032	Zatoka Pucka i Półwysep Helski	40	20,9
PLH220034	Jeziora Wdzydzkie	20	19,5
PLH220038	Dolina Wieprzy i Studnicy	20	20,8
PLH220079	Ostoja Borzyszkowska	20	22,2
PLH240001	Cieszyńskie Źródła Tufowe	20	22,5
PLH240005	Beskid Śląski	40	29,1
PLH240006	Beskid Żywiecki	40	29,4
PLH240023	Beskid Mały	60	20,4
PLH260002	Łysogóry	20	21,2
PLH260004	Ostoja Przedborska	20	19,8
PLH260010	Lasy Suchedniowskie	80	24,5
PLH260015	Dolina Czarnej	20	25,0
PLH260018	Dolina Górnej Pilicy	40	23,2
PLH260024	Krzemionki Opatowskie	20	22,0
PLH260027	Ostoja Gaj	20	19,8
PLH260028	Ostoja Jeleniowska	20	27,0
PLH260029	Ostoja Kozubowska	20	18,2
PLH260034	Ostoja Szaniecko-Solecka	20	14,0
PLH260040	Lasy Cisowsko-Orłowińskie	20	15,0
PLH280001	Dolina Drwęczy	80	22,4
PLH280007	Zalew Wiślany i Mierzeja Wiślana	20	20,0

Obszar Natura 2000		Liczba drzew	Średnia defoliacja
Kod obszaru	Nazwa obszaru		
PLH280012	Ostoja Lidzbarska	40	17,7
PLH280016	Ostoja Borecka	100	19,7
PLH280029	Doliny Erozyjne Wysoczyzny Elbląskiej	20	17,2
PLH280033	Warmińskie Buczyny	20	21,2
PLH280048	Ostoja Piska	120	23,0
PLH280052	Ostoja Napiwodzko-Ramucka	80	23,5
PLH280053	Ostoja Iławska	60	19,8
PLH300002	Uroczyska Płyty Krotoszyńskiej	80	29,3
PLH300010	Ostoja Wielkopolska	40	25,6
PLH300011	Puszcza Bieniszewska	20	25,5
PLH300026	Pojezierze Gnieźnieńskie	40	22,2
PLH300032	Ostoja Międzychodzko-Sierakowska	40	25,9
PLH300033	Dolina Mogielnicy	20	17,8
PLH300038	Dolina Cybiny	20	39,5
PLH300041	Ostoja Przemęcka	20	21,0
PLH300045	Ostoja Piłska	20	20,2
PLH300046	Dolina Bukówki	20	19,2
PLH320001	Bobolickie Jeziora Lobeliowe	20	24,5
PLH320003	Dolina Grabowej	20	24,2
PLH320004	Dolina Iny koło Recza	20	17,2
PLH320006	Dolina Płoni i Jezioro Miedwie	20	19,8
PLH320007	Dorzecze Parsęty	60	25,8
PLH320008	Janiewickie Bagno	20	22,5
PLH320013	Ostoja Goleniowska	20	20,0
PLH320014	Pojezierze Myśliborskie	20	21,0
PLH320017	Trzebiatowsko-Kołobrzeski Pas Nadmorski	20	17,5
PLH320019	Wolin i Uznam	60	20,3
PLH320020	Wzgórza Bukowe	40	15,8
PLH320022	Dolina Radwi, Chocieli i Chotli	80	20,6
PLH320023	Jezioro Lubie i Dolina Drawy	60	19,0
PLH320038	Gogolice-Kosa	20	21,8
PLH320039	Jeziora Czaplineckie	60	21,2
PLH320040	Jezioro Bobiecińskie	20	22,5
PLH320044	Lasy Bierzwnickie	40	17,0
PLH320045	Mirosławiec	20	21,0
PLH320046	Uroczyska Puszczy Drawskiej	200	17,8
PLH320047	Warnie Bagno	20	22,8
PLH320049	Dorzecze Regi	60	20,7
PLH320052	Ostoja Golczewska	20	21,5
PLH320060	Dzicz Las	20	20,8
PLH320067	Pojezierze Ińskie	60	15,9

Tabela 55. Średnia defoliacja na obszarach Natura 2000 z powierzchniami monitoringu leśnego w 2016 roku

Rodzaj obszaru	Liczba obszarów Natura 2000	Liczba SPO I rzędu	Średnia defoliacja w 2016 roku	Średnia defoliacja w 2015 roku	Zmiana średniej defoliacji
Obszary Ochrony Ptaków (SPA)	80	465	22,4	21,5	0,9
Obszarach Ochrony Siedlisk (SOO)	164	351	22,8	21,6	1,2

Tabela 56. Liczba drzew ocenianych na powierzchniach SPO I rzędu w latach 2007-2016

Rodzaj/gatunek	Rok										Udział % gatunku w roku 2007	Udział % gatunku w roku 2016
	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016		
Sosna	23891	24052	24155	24370	24378	24500	24661	24768	24856	24657	58,07	56,07
Modrzew	403	403	412	428	423	427	462	482	481	493	0,98	1,12
Świerk	2469	2416	2337	2322	2314	2331	2312	2300	2298	2234	6,00	5,08
Jodła	946	950	950	982	954	985	991	989	1003	1016	2,30	2,31
Daglezja	2	3	11	11	11	11	11	11	11	13	0,00	0,03
Buk	1765	1778	1792	1823	1846	1866	1897	1892	1896	1900	4,29	4,32
Dąb	2950	2973	3047	3142	3150	3226	3281	3352	3441	3494	7,17	7,95
Klon	73	74	69	85	88	87	95	100	109	117	0,18	0,27
Jawor	341	337	352	354	353	372	376	380	385	415	0,83	0,94
Wiąz	36	38	43	61	62	60	58	59	59	62	0,09	0,14
Jesion	299	297	287	344	338	320	321	319	306	301	0,73	0,68
Grab	428	435	446	491	497	517	510	518	542	552	1,04	1,26
Brzoza	3996	3900	3902	4000	3980	4095	4153	4331	4431	4491	9,71	10,21
Głóg	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0,00	0,00
Olsza	2407	2444	2462	2488	2450	2555	2620	2695	2728	2840	5,85	6,46
Grusza	5	5	3	3	5	5	7	8	8	8	0,01	0,02
Cześćnia	35	39	38	43	46	47	48	55	54	68	0,09	0,15
Jabłoń	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00
Śliwa	0	0	0	0	6	6	6	6	5	3	0,00	0,01
Czeremcha	1	2	2	6	5	5	18	24	33	47	0,00	0,11
Jarząb	20	17	16	15	16	16	15	15	14	14	0,05	0,03
Robinia	240	235	214	227	228	227	227	245	231	230	0,58	0,52
Topola	101	84	83	101	100	81	77	74	73	75	0,25	0,17
Osika	585	564	557	598	600	614	633	646	656	673	1,42	1,53
Wierzba	33	37	36	52	52	57	64	67	89	88	0,08	0,20
Kasztanowiec	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,00	0,00
Lipa	114	116	125	153	154	153	164	166	170	183	0,28	0,42
Razem	41140	41200	41340	42102	42057	42564	43008	43503	43880	43976	100,00	100,00
Liczba gatunków	23	24	24	25	25	25	25	25	25	26	-	-

W tabeli podano rzeczywistą liczbę drzew ocenianych w poszczególnych latach na powierzchniach SPO, łącznie z drzewami na powierzchniach przechodzących do kategorii oczekujących

Tabela 57. Liczba grup gatunków drzew występujących na powierzchniach SPO w latach 2007-2016

Kraina	Liczba grup gatunków w latach										Zmiana 2016/07
	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	
I	18	20	21	21	21	21	21	21	20	21	3
II	17	16	15	16	15	15	15	15	16	16	-1
III	16	16	16	16	16	16	17	20	20	20	4
IV	12	13	13	15	14	17	17	17	18	18	6
V	17	17	17	19	19	19	19	19	19	20	3
VI	19	19	18	19	20	19	20	20	20	20	1
VII	18	19	19	19	19	19	19	19	19	19	1
VIII	21	21	21	21	22	22	22	22	22	23	2

Tabela 58. Średnie wartości miesięczne temperatury powietrza i gleby, wilgotności i promieniowania oraz miesięczne sumy opadów – stacje meteorologiczne na SPO MI – 2016 r.

Stacja	Miesiąc											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Temp. +2 m [°C]												
Białowieża-Czerlonka	-4,9	2,0	2,7	8,0	14,5	17,5	18,3	16,9	13,4	5,9	1,7	0,1
Piwniczna-Andrzejówka	-2,3	3,4	0,7	6,3	10,0	14,6	15,3	14,2	12,1	4,4	0,0	-5,1
Bircza-Łodzinka	-4,0	3,0	3,2	10,0	12,9	18,1	18,9	17,3	14,6	6,4	2,2	-2,1
Chojnów-Dobiesz	-4,8	2,0	2,2	7,9	12,9	18,7	19,6	17,9	15,0	7,6	2,9	0,6
Gdańsk-Wyspowo	-3,3	1,9	2,6	7,1	13,6	16,6	17,2	16,1	13,9	7,5	2,8	1,9
Krotoszyn-Roszki	-1,7	4,1	4,3	9,0	14,4	18,9	19,9	18,3	16,0	9,0	3,6	1,5
Krucz-Kruczlas	-2,4	3,0	3,1	8,0	14,9	18,2	18,4	17,1	15,5	8,1	2,9	1,9
Łąck-Podgórze	-2,9	3,3	3,9	9,2	15,5	18,5	19,4	18,6	16,0	7,4	3,2	1,5
Strzałowo-Krutych	-5,6	1,4	2,0	7,7	14,1	17,0	18,0	16,2	12,8	5,9	1,7	0,3
Suwałki-Hańcza	-5,9	1,3	1,9	7,2	14,5	17,3	18,0	17,0	13,2	5,2	1,5	0,2
Sz. Poręba-Jakuszyce	-4,4	-3,1	-0,7	3,5	9,3	13,3	14,4	12,7	11,7	5,0	-0,1	-3,0
Zawadzkie	-1,6	4,3	4,7	9,4	15,5	19,3	20,1	18,3	16,0	8,7	4,4	0,8
Średnia	-3,6	2,2	2,6	7,8	13,5	17,3	18,1	16,7	14,2	6,8	2,2	-0,1
Temp. -50 cm [°C]												
Białowieża-Czerlonka	1,1	1,1	2,9	7,6	12,7	18,1	19,6	18,7	15,1	9,4	4,7	1,9
Piwniczna-Andrzejówka	3,1	3,2	5,6	7,1	12,1	13,8	14,5	14,9	14,2	11,3	7,7	4,1
Bircza-Łodzinka	3,0	3,8	4,5	7,6	9,9	13,0	14,8	15,1	14,3	10,4	6,9	4,3
Chojnów-Dobiesz	1,6	3,3	4,1	8,0	12,3	16,2	18,3	17,4	14,6	10,2	6,0	3,7
Gdańsk-Wyspowo	3,2	1,9	3,1	6,1	11,7	13,8	16,6	16,0	13,5	9,8	7,1	3,0
Krotoszyn-Roszki	2,4	4,1	4,4	8,1	11,7	15,3	17,3	17,3	15,5	10,8	5,5	2,9
Krucz-Kruczlas	2,7	4,2	4,1	7,2	10,2	14,0	15,7	15,6	14,7	11,3	7,3	4,9
Łąck-Podgórze	2,1	3,7	4,4	8,2	11,2	15,5	17,5	17,7	15,8	11,1	6,6	3,6
Strzałowo-Krutych	1,8	1,9	3,1	7,1	11,3	15,0	16,6	16,6	14,7	9,9	6,2	4,0
Suwałki-Hańcza	1,2	0,8	1,9	5,5	10,5	15,3	17,3	17,2	15,1	9,8	5,5	3,3
Sz. Poręba-Jakuszyce	0,4	0,9	0,7	2,8	7,0	11,1	12,0	11,1	9,9	6,7	3,5	1,6
Zawadzkie	2,7	4,5	5,4	9,0	12,6	16,8	18,0	17,4	15,2	11,1	7,6	4,3
Średnia	2,0	2,7	3,5	7,1	11,0	14,9	16,7	16,4	14,4	10,0	6,1	3,4

Tabela 58. cd.

Stacja	Miesiąc											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Wilgotność pow. +2 m [%]												
Białowieża-Czerlonka	92,7	87,1	87,4	78,5	76,7	77,2	84,4	85,0	84,8	92,0	94,3	95,2
Piwniczna-Andrzejówka	89,4	82,3	81,3	75,9	76,1	75,8	78,5	80,2	83,7	91,7	90,8	90,3
Bircza-Łodzinka	88,6	85,0	83,3	75,1	74,7	74,9	74,9	76,4	80,8	88,8	84,9	88,7
Chojnów-Dobiesz	88,9	86,0	83,3	68,5	68,5	66,9	75,3	78,4	78,6	90,9	92,1	95,7
Gdańsk-Wyspowo	89,9	92,5	89,8	72,5	70,8	75,6	81,7	84,9	84,4	92,3	95,6	95,7
Krotoszyn-Roszki	80,7	82,4	83,4	74,7	73,7	75,1	76,2	75,7	75,1	92,6	96,5	96,3
Krucz-Kruczlas	87,2	85,1	87,6	71,9	68,6	73,0	76,5	81,0	75,7	91,7	93,2	94,3
Łąck-Podgórze	90,1	88,2	86,0	69,9	72,0	69,9	74,7	73,1	71,3	92,0	94,1	94,1
Strzałowo-Krutyń	91,4	93,0	85,1	72,7	75,4	79,1	88,3	91,8	91,4	93,6	96,8	96,9
Suwałki-Hańcza	91,2	91,7	86,9	75,1	72,5	73,0	82,5	83,0	84,7	90,7	96,2	94,3
Sz. Poręba-Jakuszyce	89,9	82,2	91,7	84,0	78,6	83,5	82,1	84,4	85,0	95,7	95,2	93,2
Zawadzkie	89,8	88,5	84,4	76,7	70,9	74,0	77,5	80,4	79,8	90,1	91,2	92,0
Średnia	89,1	87,0	85,9	74,6	73,2	74,8	79,4	81,2	81,3	91,8	93,4	93,9
Promieniowanie [W/m ²]												
Białowieża-Czerlonka	6,8	30,6	75,7	124,5	194,5	239,7	189,1	229,5	151,1	47,5	16,4	4,3
Piwniczna-Andrzejówka	13,1	50,5	67,6	119,5	162,7	185,6	164,5	157,5	129,8	43,4	19,8	7,4
Bircza-Łodzinka	20,6	39,8	67,3	132,0	200,5	216,7	205,2	174,1	132,6	48,4	30,1	20,6
Chojnów-Dobiesz	2,2	7,2	13,6	31,0	44,5	124,1	105,8	79,9	49,3	19,8	8,6	4,7
Gdańsk-Wyspowo	15,9	31,2	61,7	157,6	220,2	240,2	204,8	160,4	143,5	39,3	20,7	7,3
Krotoszyn-Roszki	15,7	39,5	73,1	151,7	182,7	244,4	203,7	183,8	164,5	45,9	17,8	9,1
Krucz-Kruczlas	15,2	47,6	64,3	139,2	197,7	195,6	174,5	152,8	141,7	35,7	26,0	13,8
Łąck-Podgórze	11,7	35,2	75,0	135,4	200,0	230,9	187,2	170,7	141,7	34,1	15,0	7,7
Strzałowo-Krutyń	2,2	13,7	34,2	68,1	96,7	93,7	69,8	47,1	30,1	11,0	6,2	2,3
Suwałki-Hańcza	14,9	26,9	56,2	102,0	186,6	201,7	156,3	123,8	99,2	34,0	13,5	9,3
Sz. Poręba-Jakuszyce	8,7	38,2	45,1	106,8	171,1	171,3	167,3	147,8	121,8	36,7	14,8	5,6
Zawadzkie	8,8	22,3	52,3	86,5	120,5	137,7	119,7	105,8	80,8	25,7	11,8	5,6
Średnia	11,3	31,9	57,2	112,9	164,8	190,1	162,3	144,4	115,5	35,1	16,7	8,1
Suma opadów [mm]												
Białowieża-Czerlonka	26,4	58,4	57,4	37,3	48,0	45,0	185,9	73,4	20,6	135,9	57,2	54,6
Piwniczna-Andrzejówka	96,3	107,7	18,5	61,7	57,8	40,5	83,7	41,4	33,5	120,1	34,6	82,3
Bircza-Łodzinka	36,6	68,5	47,9	63,7	43,4	60,2	103,5	102,2	41,0	182,0	82,3	34,2
Chojnów-Dobiesz	25,8	36,0	33,6	29,9	20,8	26,2	67,8	52,8	11,4	174,2	59,7	91,8
Gdańsk-Wyspowo	53,9	49,6	24,2	14,3	36,4	80,7	129,2	122,9	29,6	86,5	97,2	101,2
Krotoszyn-Roszki	41,9	61,2	49,7	63,7	22,7	76,5	56,5	27,7	30,5	107,2	47,7	46,4
Krucz-Kruczlas	26,0	45,6	32,9	28,1	25,1	76,1	84,9	88,7	4,7	105,8	36,4	54,7
Łąck-Podgórze	104,7	127,3	34,7	20,7	21,4	81,9	87,2	28,4	7,5	119,3	38,6	54,8
Strzałowo-Krutyń	34,9	112,4	37,7	59,5	46,4	49,0	75,8	75,4	13,4	188,7	92,4	82,7
Suwałki-Hańcza	20,7	51,2	19,5	28,9	29,9	41,1	53,8	58,2	114,0	97,1	59,6	41,8
Sz. Poręba-Jakuszyce	105,0	136,2	74,6	62,6	80,7	138,4	197,1	59,2	61,7	184,9	69,1	147,7
Zawadzkie	39,8	58,0	38,8	11,9	63,1	74,4	72,9	74,9	21,1	84,2	60,2	70,5
Średnia	51,0	76,0	39,1	40,2	41,3	65,8	99,9	67,1	32,4	132,2	61,2	71,9

Tabela 59. Procentowy udział pomiarów z wiatrem – stacje meteorologiczne na SPO MI – 2016 r.

Stacja	Okres pomiarów	Liczba pomiarów			Dominujące kierunki wiatru
		ogółem	z wiatrem	%	
Białowieża-Czerlonka	1.01.2016-31.12.2016	52560	41964	79,8	W-WSW
Piwniczna-Andrzejówka	1.01.2016-31.12.2016	52560	24070	45,8	N-NE NE
Bircza-Łodzinka	1.01.2016-31.12.2016	52560	39454	75,1	S-SSW E-ENE
Chojnów-Dobiesz	1.01.2016-31.12.2016	52560	42732	83,2	WSW E-ENE
Gdańsk-Wyspowo	1.01.2016-31.12.2016	52560	40841	77,7	W-WSW
Krotoszyn-Roszki	1.01.2016-31.12.2016	52560	36519	69,5	SW
Krucz-Kruczlas	1.01.2016-31.12.2016	52560	30047	57,2	WSW
Łąck-Podgórze	1.01.2016-31.12.2016	52560	38702	73,6	W-WNW
Strzałowo-Krutyń	1.01.2016-31.12.2016	52560	24531	46,7	S ENE
Suwałki-Hańcza	1.01.2016-31.12.2016	52560	44317	84,3	S NW
Szklarska Poręba-Jakuszyce	1.01.2016-31.12.2015	52560	21808	41,5	W WSW
Zawadzkie	1.01.2015-31.12.2015	52560	24410	46,4	WNW

Tabela 60. Temperatury maksymalne oraz okresy bez, bądź z minimalnymi opadami na SPO MI w 2016 r. Kolorem czerwonym wyróżniono temperatury maksymalne oraz okresy bez opadów_{ma}

SPO MI	Data wystąpienia T _{max}	T _{max} (°C)	Okresy min. 14 dni z opadami < 5mm		
Białowieża	2016-06-26	32,1	15-28.03 19.06-3.07 6-20.09	14 15 15 (14)	43
Bircza	2016-06-25	37,6			0
Chojnów	2016-06-26 2016-07-03	36,5 36,6	12-27.04 19.05-10.06 13.08-4.09 6.09-3.10	16 23 23 28	90
Gdańsk	2016-06-25	33,4	1-16.04 30.05-13.06 7-23.09	16 15 17 (15)	46
Krotoszyn	2016-07-03	39,8	26.04-13.05 16-31.07 6-21.08 23.08-5.09 20.09-3.10	18 16 16 14 14	78
Krucz	2016-06-26	35,9	21.04-4.05 6-20.05 8-21.08 23.08-1.10	14 15 14 40	83
Łąck	2016-06-25 2016-07-11	34,1 34,3	29.04-15.05 16.05-30.05 23.08-23.09	17 15 32 (14)	64
Piwniczna	2016-06-26 2016-07-13	28,6 28,9	17-31.03 11-27.06 7-21.09	15 17 15	47
Strzałowo	2016-06-27	34,9	30.04-13.05 7-28.09	14 22 (16)	36
Suwałki	2016-06-26	32,7	17-30.05 16-30.07 7-24.09	14 15 18 (15)	47
Szklarska Poręba	2016-06-25	30,1			0
Zawadzkie	2016-06-26	38,6	17-30.03 16.04-3.05 6-28.05 28.06-11.07 23.08-5.09 19.09-3.10	14 18 23 14 14 15	98

Tabela 61. Depozyt roczny [kg ha⁻¹] (bez RWO) wniesiony z opadami na SPO MI w 2016 roku. (RWO-rozpuszczony węgiel organiczny, N_{tot} – azot całkowity).

	Gdańsk	Suwałki	Strzałowo	Białowieża	Krucz	Krotoszyn	Łąck	Chojnów	Zawadzkie	Szkl.Poręba	Bircza	Piwniczna
Opad [mm]	938	680	840	905	735	556	553	774	665	1364	722	824
H ⁺	0,030	0,009	0,056	0,014	0,020	0,008	0,021	0,020	0,030	0,096	0,034	0,049
Cl ⁻	14,2	3,47	3,26	2,82	4,30	2,79	3,47	3,44	3,08	7,08	2,62	2,77
N-NO ₃ ⁻	3,38	3,52	4,61	2,96	4,60	3,49	2,67	3,32	3,65	4,95	3,20	2,43
S-SO ₄ ²⁻	3,36	2,96	2,61	3,21	3,48	3,65	3,32	3,84	4,06	4,77	4,15	3,16
N-NH ₄ ⁺	5,30	6,15	2,79	5,47	7,58	7,34	4,18	6,71	5,80	7,12	7,02	2,40
Ca	6,88	6,89	5,23	8,63	5,66	4,07	4,08	4,98	4,31	3,68	6,06	4,04
Mg	1,15	0,71	0,56	0,92	0,58	0,49	0,50	0,64	0,41	0,39	0,53	0,51
Na	8,75	2,34	2,35	1,87	2,67	1,91	1,85	1,97	1,73	5,48	1,52	2,12
K	2,76	1,78	1,73	1,76	1,87	1,82	1,62	3,11	1,23	1,70	1,57	1,58
Fe	0,052	0,036	0,051	0,047	0,060	0,042	0,038	0,058	0,056	0,063	0,056	0,053
Al	0,070	0,038	0,064	0,065	0,052	0,054	0,047	0,059	0,064	0,076	0,065	0,049
Mn	0,053	0,030	0,049	0,043	0,039	0,048	0,103	0,056	0,068	0,040	0,037	0,073
Cd	0,002	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,002	0,002	0,001	0,001
Cu	0,052	0,037	0,045	0,061	0,048	0,037	0,042	0,042	0,035	0,057	0,027	0,030
Pb	0,010	0,009	0,013	0,010	0,014	0,007	0,008	0,012	0,011	0,012	0,010	0,010
Zn	0,355	0,262	0,305	0,333	0,275	0,211	0,190	0,267	0,272	0,395	0,244	0,286
RWO	29,4	19,7	24,8	35,9	24,8	26,5	10,4	15,2	23,7	18,6	30,6	13,4
N _{tot}	10,8	11,5	8,8	10,6	14,9	12,7	7,84	12,2	10,7	14,9	12,8	6,00
Depozyt całkowity	48,5	30,1	25,1	30,3	33,9	27,9	23,1	30,7	26,1	38,8	29,7	20,7

Tabela 62. Wyniki testów istotności różnic między SPO MI pod względem wielkości opadu na otwartej przestrzeni i depozycji głównych składników. Czcionką pogrubioną zaznaczono wartości prawdopodobieństwa testowego p mniejsze od poziomu istotności $\alpha=0,05$.

Parametr	Test Kruskala-Wallisa H(11, N=108)	Porównania wielokrotne (dwustronne)*		
		Nadleśnictwo		p
	p			
opad	0,0340	Szkl.Poręba	Krotoszyn	0,0387
		Szkl.Poręba	Łąck	0,0435
H ⁺	0,0011	Szkl.Poręba	Krotoszyn	0,0451
Cl ⁻	0,0062	Gdańsk	Białowieża	0,0459
		Gdańsk	Krotoszyn	0,0186
		Gdańsk	Bircza	0,0163
		Gdańsk	Piwniczna	0,0186
N-NO ₃ ⁻	0,0200	Szkl.Poręba	Piwniczna	0,0221
S-SO ₄ ²⁻	0,1338	-	-	-
N-NH ₄ ⁺	0,0008	Piwniczna	Krotoszyn	0,0271
Ca	0,0781	-	-	-
Mg	0,0247	-	-	-
Na	0,0004	Gdańsk	Łąck	0,0428
		Gdańsk	Zawadzkie	0,0303
		Gdańsk	Bircza	0,0027
		Szkl.Poręba	Bircza	0,0120
K	0,3932	-	-	-
Fe	0,4733	-	-	-
Al	0,7388	-	-	-
Mn	0,1713	Piwniczna	Suwałki	0,0377
RWO	0,0560	-	-	-
N _{tot}	0,0132	Szkl.Poręba	Piwniczna	0,0314
Zasadowość	0,0242	-	-	-
ANC	0,0000	Gdańsk	Zawadzkie	0,0084
		Gdańsk	Szkl.Poręba	0,0007
		Białowieża	Krotoszyn	0,0350
		Białowieża	Zawadzkie	0,0003
		Białowieża	Krucz	0,0363
		Białowieża	Szkl.Poręba	0,0000

*- wymieniono pary powierzchni o różnicach istotnych przy $\alpha=0,05$.

Tabela 63. Istotność różnic ($p \leq 0,05$) stężeń gazowych zanieczyszczeń powietrza między powierzchniami SPO MI. Wyniki testu ANOVA Kruskala-Wallisa.

NO ₂		p dla porównań dwustronnych	SO ₂		p dla porównań dwustronnych
H (11, N=144) = 75,77720; p = 0,0000			H (11, N=144) = 26,18164; p = 0,0061		
Łąck	Suwałki	0,0190	Zawadzkie	Strzałowo	0,0256
Łąck	Strzałowo	0,0021	Zawadzkie	Białowieża	0,0401
Łąck	Białowieża	0,0003			
Łąck	Bircza	0,0007			
Łąck	Piwniczna	0,0086			
Łąck	Szkl. Poręba	0,0225			
Chojnów	Gdańsk	0,0287			
Chojnów	Suwałki	0,0002			
Chojnów	Strzałowo	0,0000			
Chojnów	Białowieża	0,0000			
Chojnów	Krucz	0,0098			
Chojnów	Bircza	0,0000			
Chojnów	Piwniczna	0,0001			
Chojnów	Szkl. Poręba	0,0003			
Krotoszyn	Białowieża	0,0468			
Zawadzkie	Białowieża	0,0176			
Zawadzkie	Bircza	0,0332			

Tabela 64. Wyniki testu Manna Whitneya dla średniego stężenia SO₂ i NO₂ w miesiącach okresu letniego (N=6) i zimowego (N=6) na SPO MI. Kursywą zaznaczono istotne różnice między medianą okresu letniego i zimowego.

Nadleśnictwo	SO ₂		NO ₂	
	wartość statystyki U	p dla prób o małej liczebności	wartość statystyki U	p dla prób o małej liczebności
Gdańsk	6	0,0649	3	0,0152
Suwałki	12	0,3939	6	0,0649
Strzałowo	15	0,6991	0	0,0022
Białowieża	6	0,0649	0	0,0022
Krucz	9	0,1797	1	0,0043
Krotoszyn	6	0,0649	2	0,0087
Łąck	7	0,0931	7	0,0931
Chojnów	8	0,1320	8	0,1320
Zawadzkie	5	0,0411	1	0,0043
Szkl. Poręba	12	0,3939	2	0,0087
Bircza	4	0,0260	0	0,0022
Piwniczna	4	0,0260	0	0,0022

Tabela 65. Depozyt [kg ha⁻¹] wniesiony z opadami w drzewostanach na SPO MI w 2016 roku (bez RWO). RWO - rozpuszczony węgiel organiczny, N_{tot} – azot całkowity, PK – depozyt podkoronowy, PP- depozyt wniesiony ze spływem po pniu.

Gatunek	Bk				Db		So				Św			
Nadleśnictwo	Gdańsk		Bircza		Kroto szyn	Łąck	Strzał owo	Biało wieża	Krucz	Chojn ów	Zawa dzkie	Suwał ki	Szklar ska Poręb a	Piwnic zna
Parametr	PK	PP	PK	PP	PK									
Opad [mm]	647	67	671	53	502	409	586	642	425	584	477	579	1309	587
H	0,021	0,002	0,020	0,000	0,012	0,021	0,016	0,020	0,030	0,045	0,023	0,008	0,116	0,033
Cl-	14,5	4,16	3,95	0,777	5,68	5,08	5,45	5,40	5,18	6,73	8,15	9,34	10,5	6,67
N-NO ₃ ⁻	4,47	0,658	4,96	0,124	5,59	2,66	3,36	2,24	4,51	4,79	6,47	5,91	6,33	2,76
S-SO ₄ ²⁻	3,29	0,918	4,78	0,610	5,80	4,68	2,55	3,64	2,41	5,38	9,01	4,17	9,79	5,09
N-NH ₄ ⁺	4,72	1,05	4,08	0,493	8,86	5,14	3,59	6,56	4,60	6,00	13,6	7,38	7,87	4,16
Ca	5,67	0,859	7,15	0,499	7,39	6,25	7,21	9,71	4,39	8,07	7,60	11,1	8,75	5,45
Mg	1,48	0,279	1,10	0,069	2,51	1,64	2,03	2,07	1,03	2,06	1,47	4,03	1,66	1,23
Na	7,64	1,34	1,91	0,239	2,44	2,18	3,10	2,60	2,76	2,78	2,85	4,41	5,14	2,17
K	17,5	6,51	22,1	3,49	28,7	13,8	17,5	18,9	11,0	13,9	13,1	28,4	19,5	21,1
Fe	0,059	0,024	0,061	0,024	0,128	0,092	0,057	0,103	0,077	0,088	0,103	0,089	0,171	0,113
Al	0,056	0,017	0,091	0,019	0,136	0,115	0,136	0,223	0,165	0,210	0,235	0,101	0,192	0,169
Mn	0,726	0,165	0,315	0,027	0,838	1,211	0,336	0,901	0,606	0,572	0,353	0,563	0,237	0,512
Cd	0,001	0,000	0,001	0,000	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,002	0,001	0,002	0,001
Cu	0,034	0,004	0,035	0,002	0,047	0,041	0,038	0,063	0,030	0,043	0,043	0,041	0,069	0,034
Pb	0,008	0,001	0,010	0,002	0,011	0,008	0,009	0,010	0,006	0,010	0,017	0,011	0,023	0,014
Zn	0,258	0,030	0,237	0,020	0,235	0,174	0,228	0,306	0,204	0,262	0,299	0,281	0,496	0,256
RWO	25,2	12,4	29,5	8,37	71,7	42,6	59,6	107	62,4	68,4	78,6	59,1	79,4	77,1
N _{tot}	10,9	2,59	10,9	1,08	18,2	9,85	9,16	12,2	11,2	13,4	23,2	17,1	18,3	9,66
Depozyt w drzewostanie	62,1	16,9	52,7	6,86	72,1	45,1	47,8	56,1	39,1	53,6	66,5	79,6	74,9	52,5

Tabela 66. Wyniki testów istotności różnic między SPO MI pod względem wielkości opadu podkoronowego i depozycji głównych składników. Czcionką pogrubioną zaznaczono wartości prawdopodobieństwa testowego p mniejsze od poziomu istotności $\alpha=0,05$

Parametr	Test Kruskala-Wallis H(11, N=143)	Porównania wielokrotne (dwustronne)*		
	p	Nadleśnictwa		p
opad	0,0063	Szklarska Poręba	Zawadzkie	0,0092
		Szklarska Poręba	Łąck	0,0029
		Szklarska Poręba	Krucz	0,0016
H ⁺	0,0249	Szklarska Poręba	Suwałki	0,0276
Cl ⁻	0,0005	Gdańsk	Bircza	0,0169
		Szklarska Poręba	Bircza	0,0186
N-NO ₃ ⁻	0,0000	Szklarska Poręba	Łąck	0,0114
		Szklarska Poręba	Piwniczna	0,0201
		Szklarska Poręba	Strzałowo	0,0399
		Szklarska Poręba	Białowieża	0,0008
		Suwałki	Białowieża	0,0261
		Zawadzkie	Białowieża	0,0114
		Chojnów	Białowieża	0,0392
S-SO ₄ ²⁻	0,0000	Szklarska Poręba	Strzałowo	0,0002
		Szklarska Poręba	Krucz	0,0005
		Szklarska Poręba	Gdańsk	0,0068
		Zawadzkie	Gdańsk	0,0345
		Krotoszyn	Strzałowo	0,0358
		Zawadzkie	Strzałowo	0,0014
		Zawadzkie	Krucz	0,0033
N-NH ₄ ⁺	0,0007	Zawadzkie	Bircza	0,0252
		Zawadzkie	Piwniczna	0,0031
		Zawadzkie	Strzałowo	0,0083
Ca	0,0057	Suwałki	Krucz	0,0499
Mg	0,0003	Suwałki	Bircza	0,0075
		Suwałki	Krucz	0,0182
Na	0,0004	Szklarska Poręba	Bircza	0,0201
		Gdańsk	Bircza	0,0046
		Gdańsk	Łąck	0,0256
		Gdańsk	Piwniczna	0,0453
K	0,1940	-	-	-
Fe	0,0032	Szklarska Poręba	Gdańsk	0,0098
		Szklarska Poręba	Strzałowo	0,0077
Al	0,0000	Białowieża	Gdańsk	0,0031
		Zawadzkie	Gdańsk	0,0002
		Chojnów	Gdańsk	0,0005
		Szklarska Poręba	Gdańsk	0,0208
Mn	0,0032	Łąck	Szklarska Poręba	0,0421
RWO	0,0000	Białowieża	Bircza	0,0023
		Białowieża	Gdańsk	0,0003
		Zawadzkie	Gdańsk	0,0261
		Szklarska Poręba	Gdańsk	0,0159
N _{tot}	0,0009	Zawadzkie	Strzałowo	0,0406
ANC	0,0020	Suwałki	Zawadzkie	0,0486
		Białowieża	Zawadzkie	0,0037
		Białowieża	Szklarska Poręba	0,0186

*- wymieniono pary powierzchni o różnicach istotnych przy $\alpha=0,05$.

Tabela 67. Empiryczne ładunki krytyczne N i objawy towarzyszące ich przekroczeniu dla poszczególnych elementów ekosystemów leśnych (wg Bobbink i Hettelingh, 2011).

Elementy	kg N ha ⁻¹	Wskaźniki przekroczenia
Procesy glebowe		
iglaste i liściaste	10-15	wzrost mineralizacji i nityfikacji
	10-15	zwiększenie wymywania NO ₃ ⁻
Drzewa		
iglaste i liściaste	10-15	zaburzenia równowagi składników odżywczych, wzrost zawartości N i spadek P, K, i Mg w aparacie asymilacyjnym
lasz strefy umiarkowanej	10-15	wzrost wrażliwości na szkodniki i choroby, zmiany w fungistatycznych związkach fenolowych
Mikoryza		
lasz strefy umiarkowanej i borealne	10-20	spadek produkcji sporokarp, zmiany lub zubożenie składu gatunkowego grzybów mikoryzowych
Roślinność runa		
lasz strefy umiarkowanej	10-15	zmiany składu gatunkowego, wzrost liczby gatunków nitrofilnych, wzrost wrażliwości na ataki szkodników
Mchy i porosty		
lasz strefy umiarkowanej i borealne	5-10	spadek liczby porostów, rozwój glonów niesymbiontycznych (wolnożyjących)

Tabela 68. Charakterystyka nasion sosny zwyczajnej zebranych jesienią 2016 r. z powierzchni monitoringu obradzenia

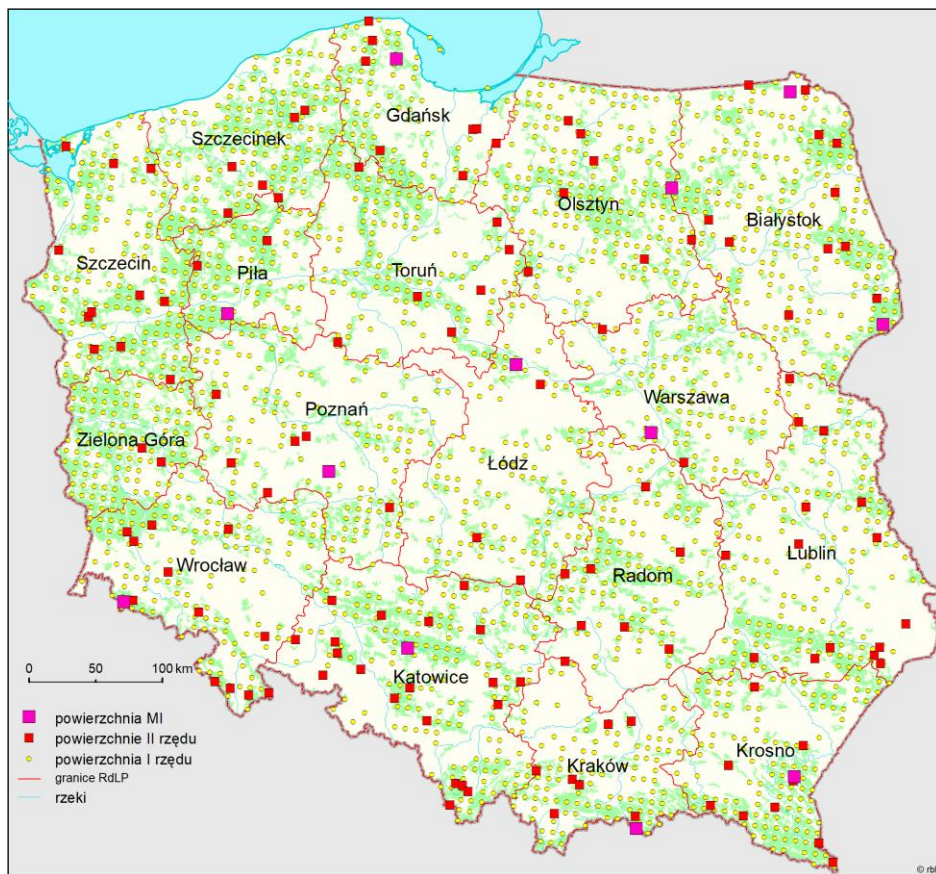
L.p.	RDLP	Wydaj- ność nasion z szyszek [%]	Masa jednej szyszki	Przeciętna liczba pełnych nasion w jednej szyszce	Masa 1000 szt. nasion	Zdolność kiełkowa- nia nasion nieposta- rzanych	Energia kiełkowa- nia nasion nieposta- rzanych	Zdolność kiełkowa- nia nasion postarza- nych	Energia kiełkowa- nia nasion postarza- nych	Różnica między zdolnością kiełkowania nasion niepostarzanych i postarzanych	Długość zarodka	Grubość zarodka	Długość prabiela	Grubość prabiela
		[%]	[g]	[szt.]	[g]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]
1	Białystok	1,66	6,4	19	5,6	98,5	98,1	98,9	98,5	-0,4	2,91	0,55	3,21	1,89
2	Gdańsk	1,60	6,9	19	6,1	98,3	97,9	93,0	91,1	5,3	3,00	0,53	3,33	1,94
3	Katowice	2,50	6,7	25	6,6	98,3	97,6	97,8	94,8	0,6	3,09	0,56	3,38	2,00
4	Kraków	1,96	8,2	23	7,2	98,7	98,3	98,5	97,1	0,2	3,18	0,56	3,52	2,04
5	Krosno	1,69	6,9	17	6,3	92,7	91,3	88,8	86,2	4,0	3,03	0,55	3,33	1,99
6	Lublin	1,86	6,8	21	6,3	90,1	86,8	95,6	93,7	-5,5	3,04	0,55	3,37	1,96
7	Łódź	2,22	6,3	23	6,1	98,5	97,7	99,0	98,1	-0,6	3,05	0,56	3,37	1,94
8	Olsztyn	1,84	6,8	20	6,2	98,9	97,9	96,0	94,5	2,9	3,09	0,55	3,43	1,95
9	Piła	1,97	7,1	23	6,0	98,0	97,5	94,1	91,2	3,9	3,01	0,54	3,33	1,94
10	Poznań	2,32	6,5	23	6,5	97,4	96,7	96,4	94,4	1,0	3,10	0,56	3,40	1,97
11	Radom	2,00	7,5	23	6,4	97,5	96,6	97,4	96,2	0,1	3,07	0,55	3,37	1,95
12	Szczecin	2,21	6,7	22	6,8	98,3	97,0	95,3	92,1	3,1	3,14	0,58	3,47	2,01
13	Szczecinek	1,71	6,7	18	6,3	98,9	98,1	98,1	97,4	0,7	2,98	0,55	3,32	1,94
14	Toruń	1,95	5,7	19	5,7	99,1	98,4	99,6	98,5	-0,4	2,96	0,54	3,28	1,90
15	Warszawa	2,04	7,2	23	6,4	96,8	96,1	97,0	94,3	-0,2	3,11	0,56	3,43	1,99
16	Wrocław	2,33	7,9	27	6,9	99,0	98,7	98,2	97,0	0,9	3,19	0,58	3,56	2,00
17	Zielona Góra	2,16	6,9	23	6,6	97,9	96,9	98,0	96,1	-0,1	3,05	0,55	3,36	1,97
Średnio w Polsce		2,00	6,9	22	6,3	97,5	96,6	96,6	94,8	0,9	3,06	0,55	3,38	1,96

Tabela 69. Charakterystyka nasion sosny zwyczajnej zebranych jesienią 2016 r. z powierzchni monitoringu obradzania, których zdolność kiełkowania przed lub po teście postarzania była na poziomie II, III lub poniżej III klasy jakości.

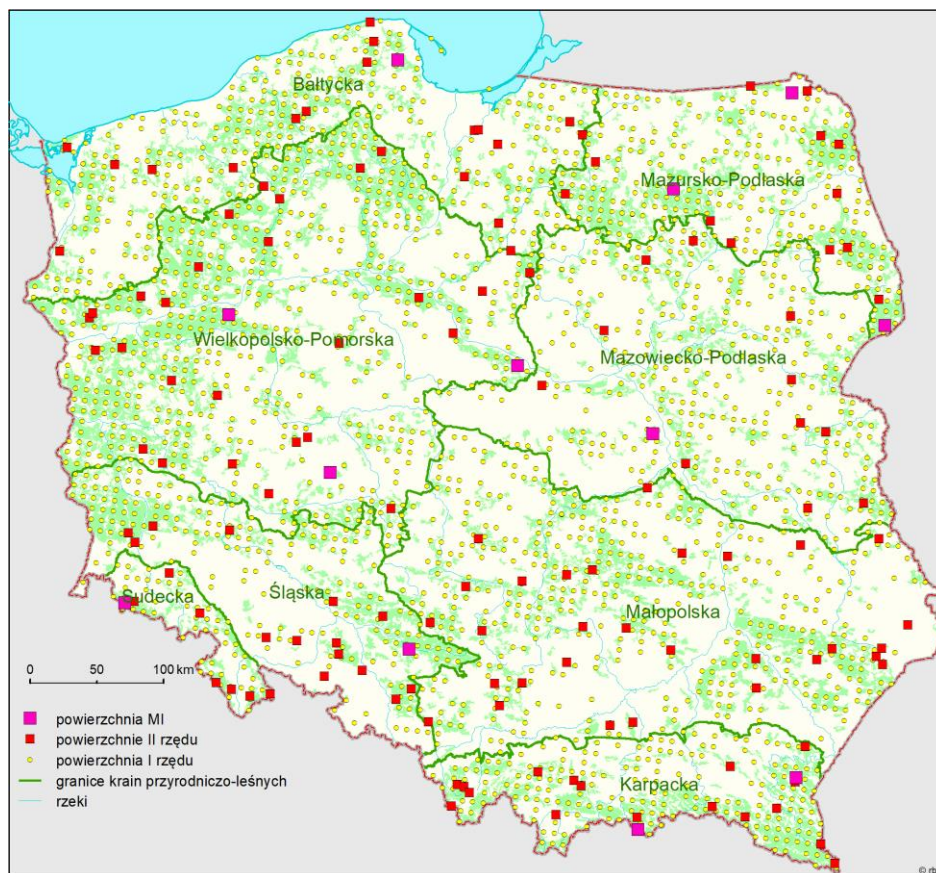
RDLP	Nadleśnictwo	Wydajność nasion z szyszek	Masa jednej szyszki	Przeciętna liczba pełnych nasion w jednej szyszce	Masa 1000 nasion	Zdolność kiełkowania nasion niepostarzanych	Energia kiełkowania nasion niepostarzanych	Zdolność kiełkowania nasion postarzanych	Energia kiełkowania nasion postarzanych	Różnica między zdolnością kiełkowania nasion niepostarzanych i postarzanych	Długość zarodka	Grubość zarodka	Długość prabielma	Szerokość prabielma
		[%]	[g]	[szt.]	[g]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]
Krosno	Lesko	0,78	11,0	11	7,9	81,8	80,5	90,8	87,3	-9,0	3,26	0,56	3,68	2,18
Lublin	Józefów	2,24	6,1	25	5,4	57,5	44,3	99,3	98,5	-41,8	2,97	0,50	3,24	1,84
Warszawa	Płońsk	1,93	8,9	25	7,0	90,0	87,3	93,0	89,8	-3,0	3,21	0,56	3,58	2,10
Krosno	Narol	1,69	5,6	17	5,7	77,0	70,0	49,3	41,8	27,8	2,89	0,52	3,23	1,89
Gdańsk	Kwidzyn	2,15	9,3	27	7,4	95,0	93,5	89,0	87,3	6,0	3,19	0,54	3,55	1,99
Gdańsk	Lipusz	1,13	5,9	14	4,9	98,8	98,5	79,8	73,8	19,0	2,81	0,51	3,09	1,89
Lublin	Lubartów	1,91	6,2	18	6,5	97,0	94,8	88,0	86,0	9,0	3,14	0,57	3,47	1,99
Piła	Jastrowie	2,00	6,1	20	6,1	99,0	98,8	88,8	82,8	10,3	3,01	0,56	3,37	1,91
Szczecin	Lubniewice	2,80	7,6	26	8,2	96,5	94,5	78,5	66,0	18,0	3,50	0,62	3,82	2,11

Tabela 70. Statystyka pożarów lasu w Polsce w latach 2001-2016

Lata	Liczba pożarów lasu		Powierzchnia spalonych lasów [ha]		Średnia powierzchnia pożaru [ha]			Udział procentowy pożarów w LP wśród danych krajowych	
	ogółem	w tym LP	ogółem	w tym LP	ogółem	w tym LP	pozostałe	wg liczby	wg powierzchni
2001	4 480	2 044	3 466	685	0,77	0,34	1,14	45,63	19,76
2002	10 101	3 760	5 210	1 180	0,52	0,31	0,64	37,22	22,65
2003	17 087	8 209	21 551	4 182	1,26	0,51	1,96	48,04	19,41
2004	7 006	3 445	3 782	998	0,54	0,29	0,78	49,17	26,39
2005	12 049	4 501	5 713	1 197	0,47	0,27	0,60	37,36	20,95
2006	11 541	4 726	5 657	1 250	0,49	0,26	0,65	40,95	22,10
2007	8 302	2 818	2 841	550	0,34	0,20	0,42	33,94	19,36
2008	9 090	3 306	3 027	663	0,33	0,20	0,41	36,37	21,90
2009	9 162	3 429	4 400	970	0,48	0,28	0,60	37,43	22,05
2010	4 680	1 740	2 126	380	0,45	0,22	0,59	37,18	17,87
2011	8 172	3 007	2 678	580	0,33	0,19	0,41	36,80	21,66
2012	9 265	3 112	7 235	1 216	0,78	0,39	0,98	33,59	16,81
2013	4 883	1 682	1 289	261	0,26	0,16	0,32	34,45	20,25
2014	5 245	1 825	2 690	561	0,51	0,31	0,62	34,80	20,86
2015	12 257	3 732	5 510	878	0,45	0,24	0,54	30,45	15,93
2016	5 286	1 725	1 451	299	0,27	0,17	0,32	32,63	20,61

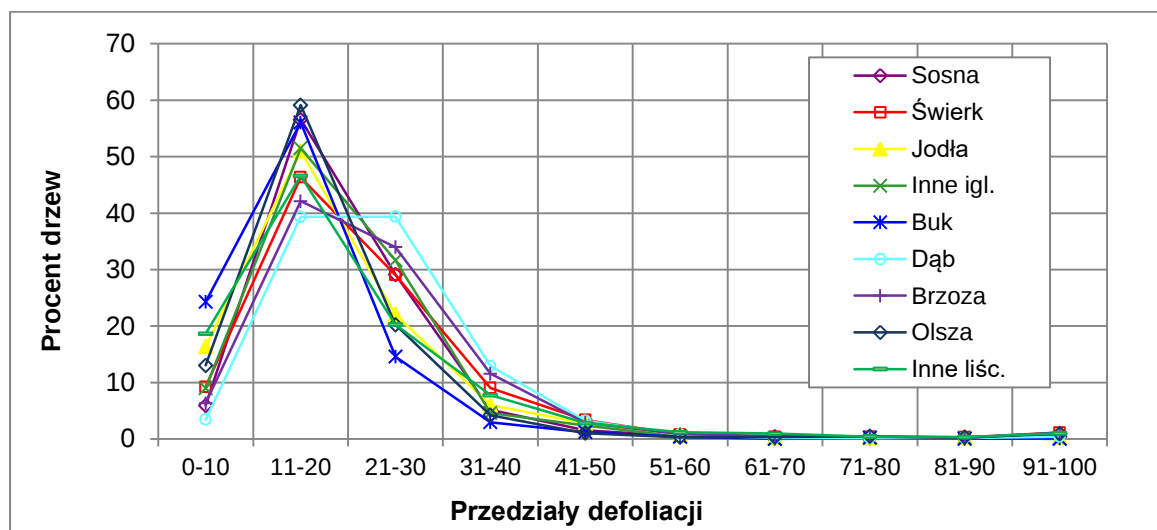


Rysunek 1. Rozmieszczenie stałych powierzchni obserwacyjnych I i II rzędu w RDLP

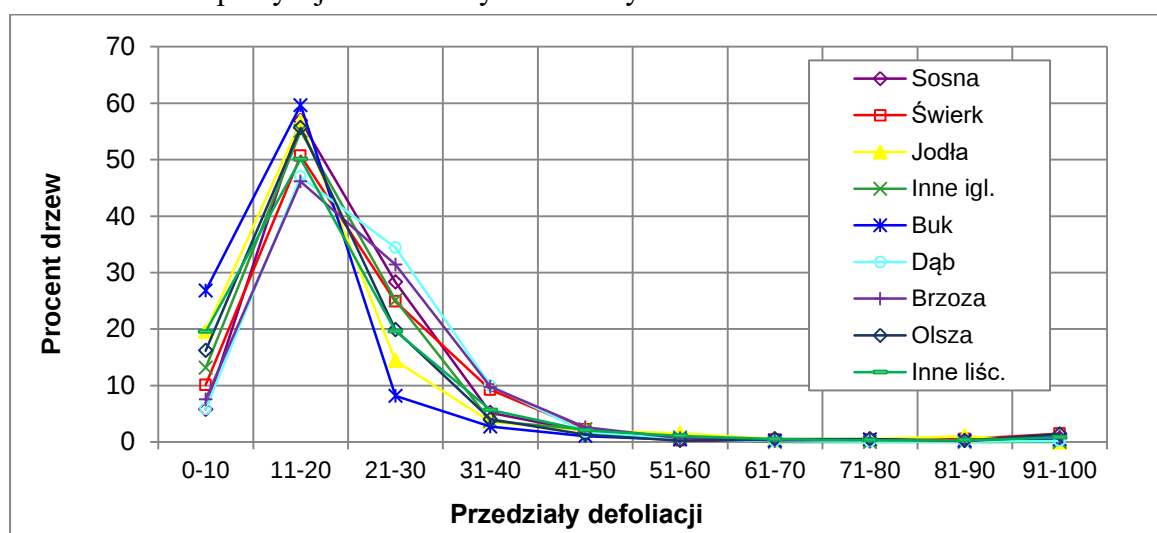


Rysunek 2. Rozmieszczenie stałych powierzchni obserwacyjnych I i II rzędu w krainach przyrodniczo-leśnych

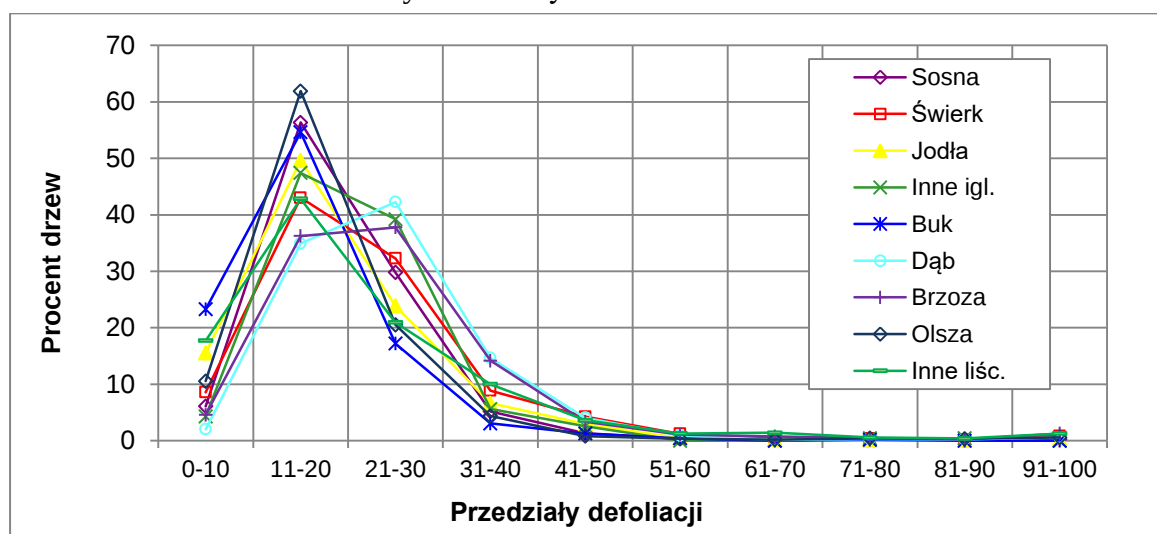
Rysunki 3-45, 56-59 oraz 61-62 dotyczą SPO I rzędu



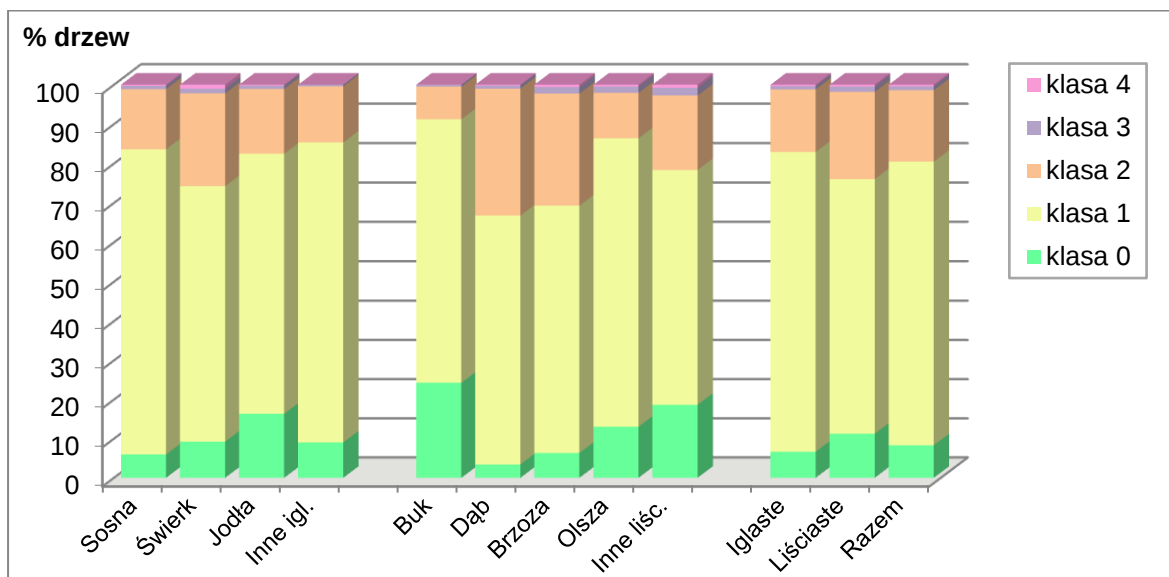
Rysunek 3. Udział drzew monitorowanych gatunków w 10% przedziałach defoliacji w 2016 r. Wiek powyżej 20 lat. Wszystkie formy własności.



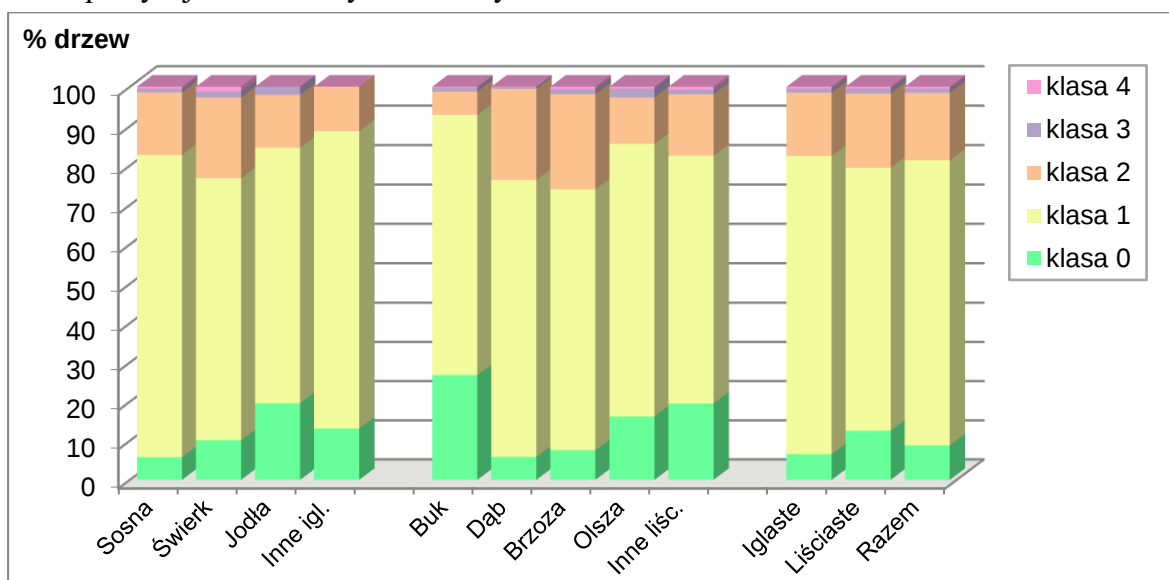
Rysunek 4. Udział drzew monitorowanych gatunków w 10% przedziałach defoliacji w 2016 r. Wiek do 60 lat. Wszystkie formy własności.



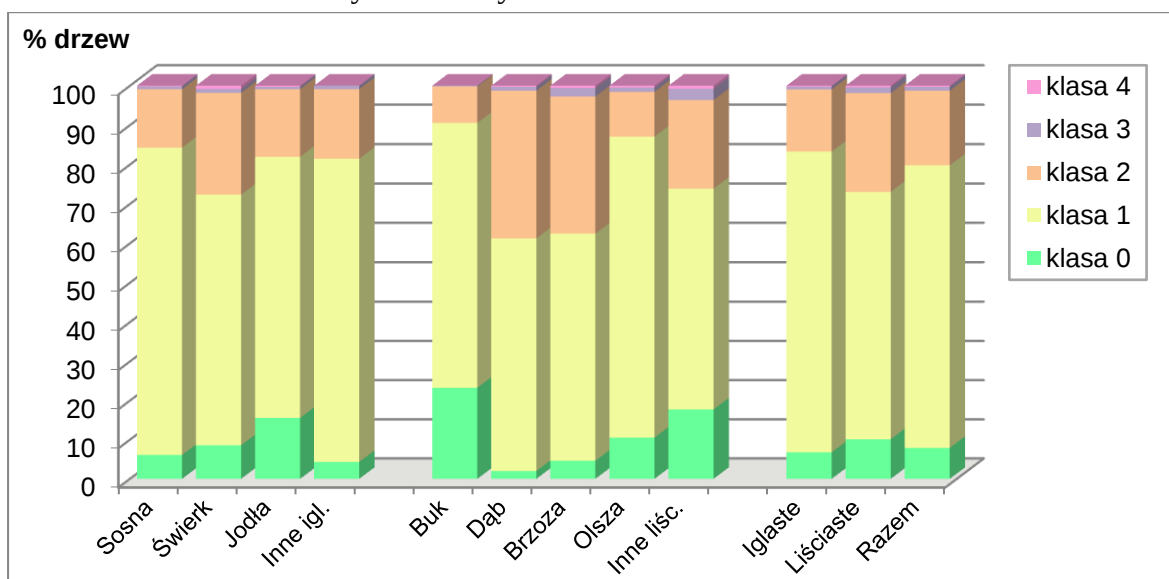
Rysunek 5. Udział drzew monitorowanych gatunków w 10% przedziałach defoliacji w 2016 r. Wiek powyżej 60 lat. Wszystkie formy własności.



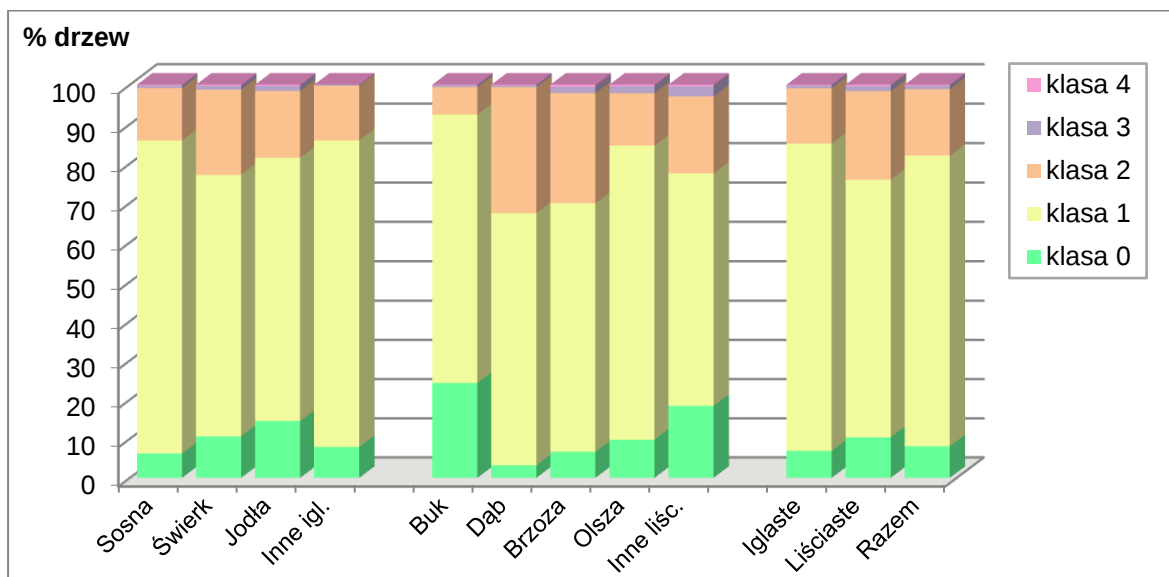
Rysunek 6. Udział drzew monitorowanych gatunków w klasach defoliacji w 2016 r. Wiek powyżej 20 lat. Wszystkie formy własności.



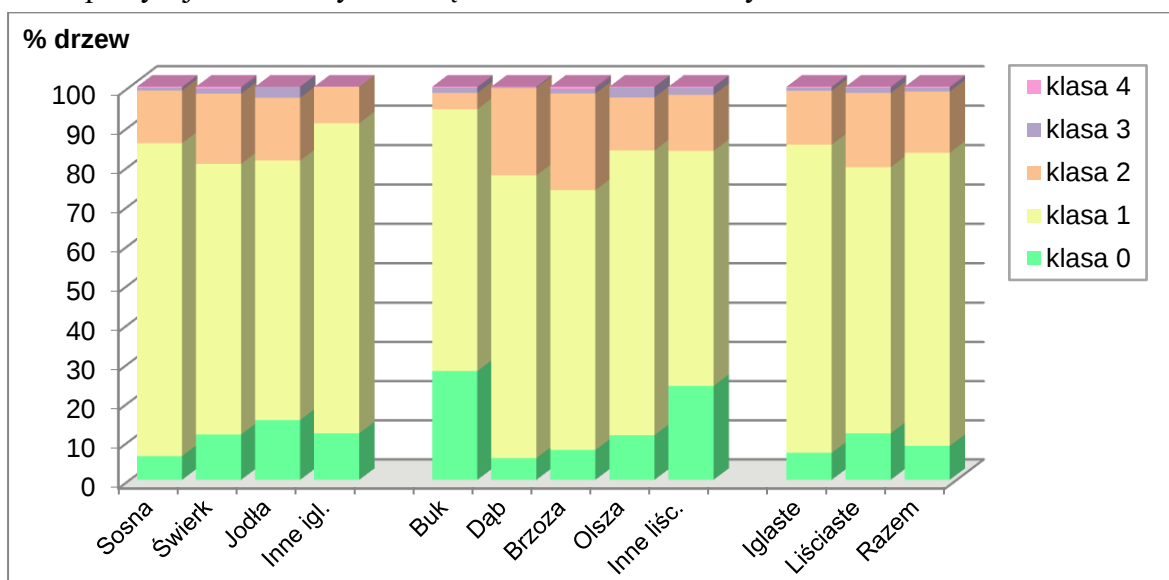
Rysunek 7. Udział drzew monitorowanych gatunków w klasach defoliacji w 2016 r. Wiek od 21 do 60 lat. Wszystkie formy własności.



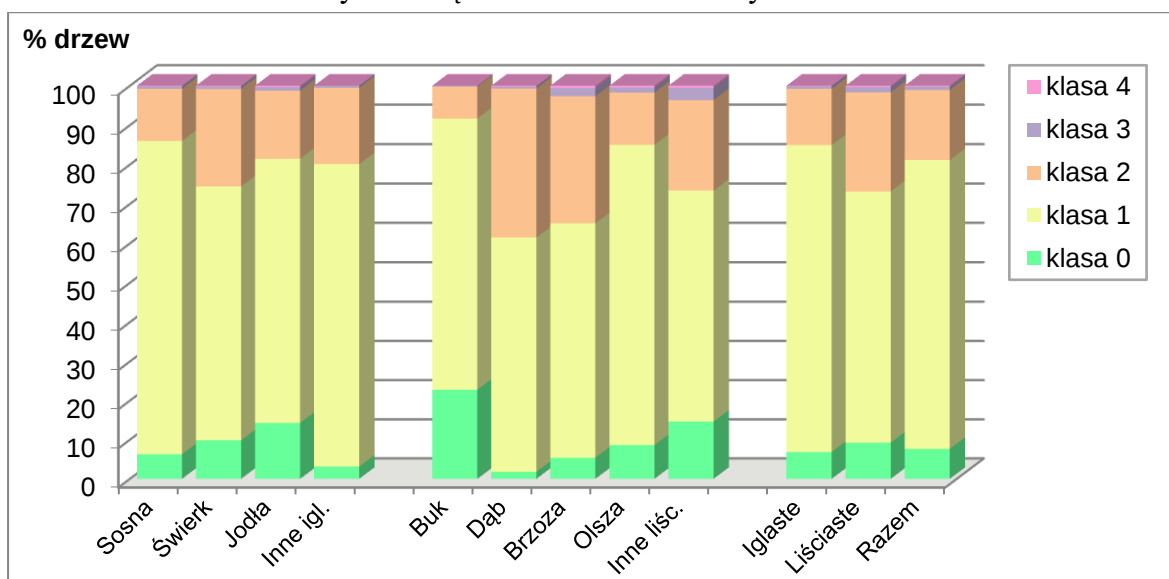
Rysunek 8. Udział drzew monitorowanych gatunków w klasach defoliacji w 2016 r. Wiek powyżej 60 lat. Wszystkie formy własności.



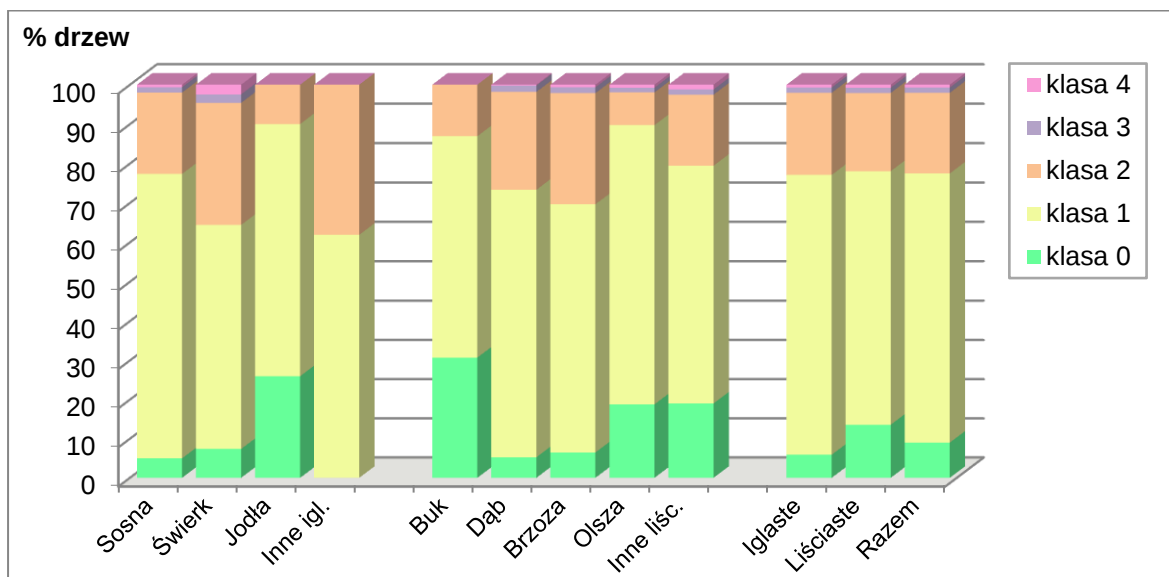
Rysunek 9. Udział drzew monitorowanych gatunków w klasach defoliacji w 2016 r. Wiek powyżej 20 lat. Lasy w zarządzie Lasów Państwowych.



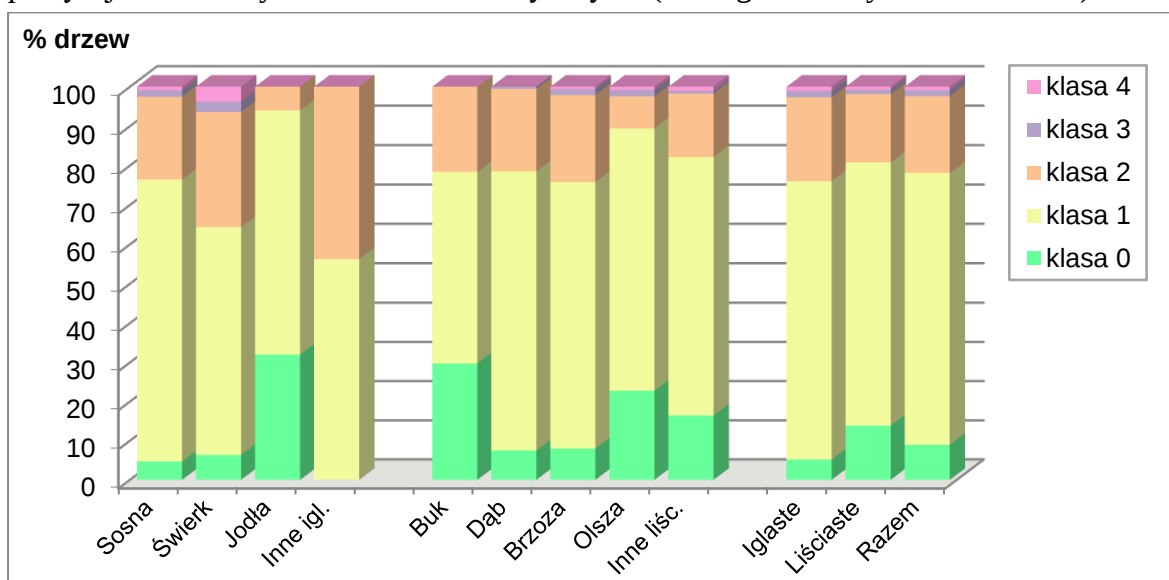
Rysunek 10. Udział drzew monitorowanych gatunków w klasach defoliacji w 2016 r. Wiek od 21 do 60 lat. Lasy w zarządzie Lasów Państwowych.



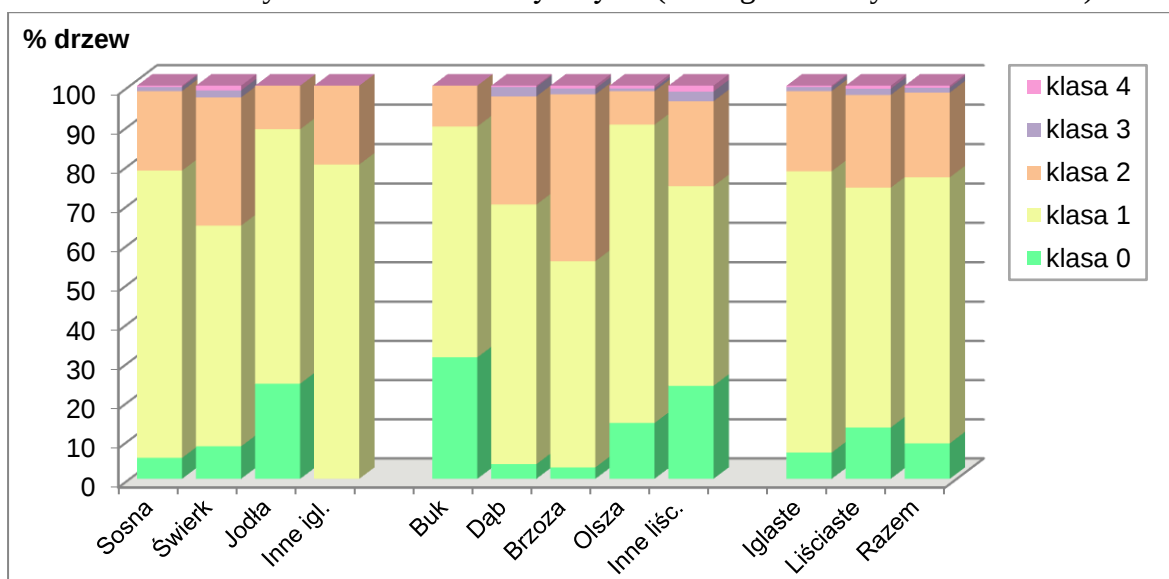
Rysunek 11. Udział drzew monitorowanych gatunków w klasach defoliacji w 2016 r. Wiek powyżej 60 lat. Lasy w zarządzie Lasów Państwowych.



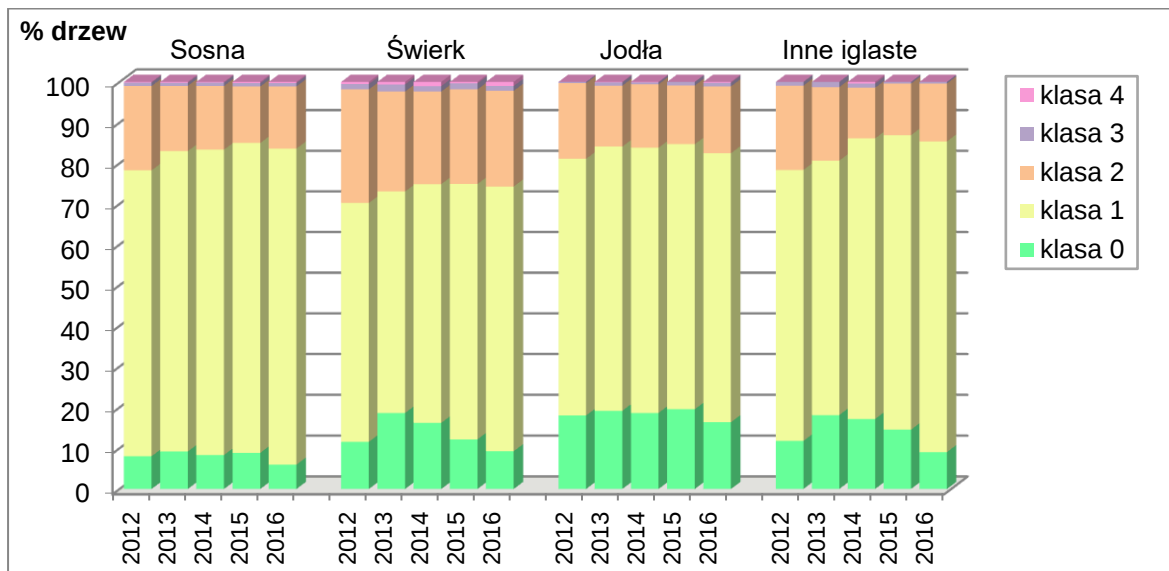
Rysunek 12. Udział drzew monitorowanych gatunków w klasach defoliacji w 2016 r. Wiek powyżej 20 lat. Lasy - własność osób fizycznych. (Inne iglaste – wyniki z 21 drzew)



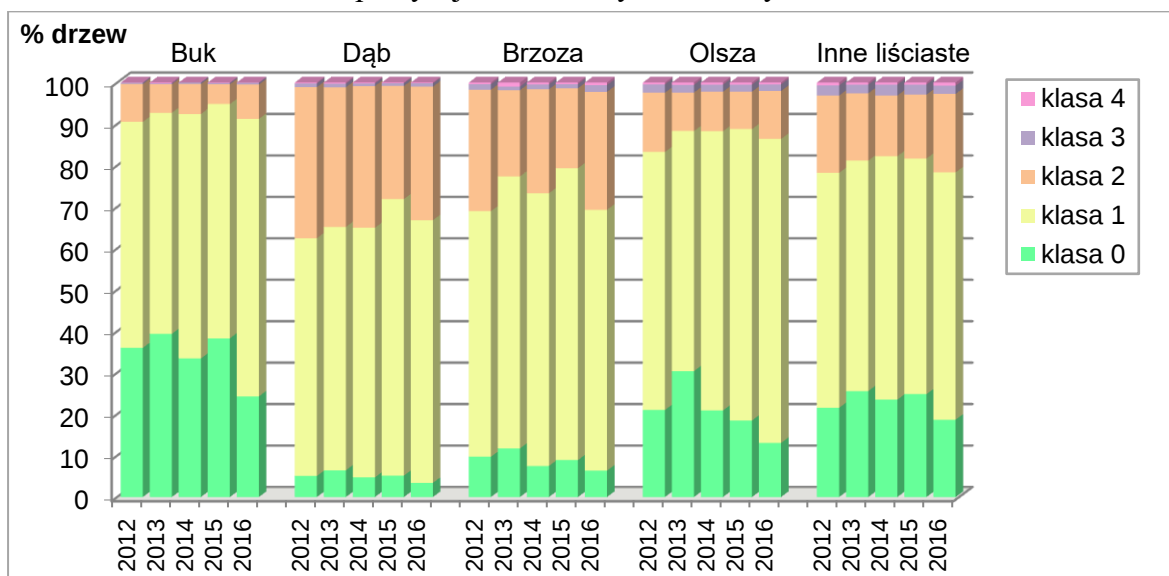
Rysunek 13. Udział drzew monitorowanych gatunków w klasach defoliacji w 2016 r. Wiek od 21 do 60 lat. Lasy - własność osób fizycznych. (Inne iglaste – wyniki z 16 drzew)



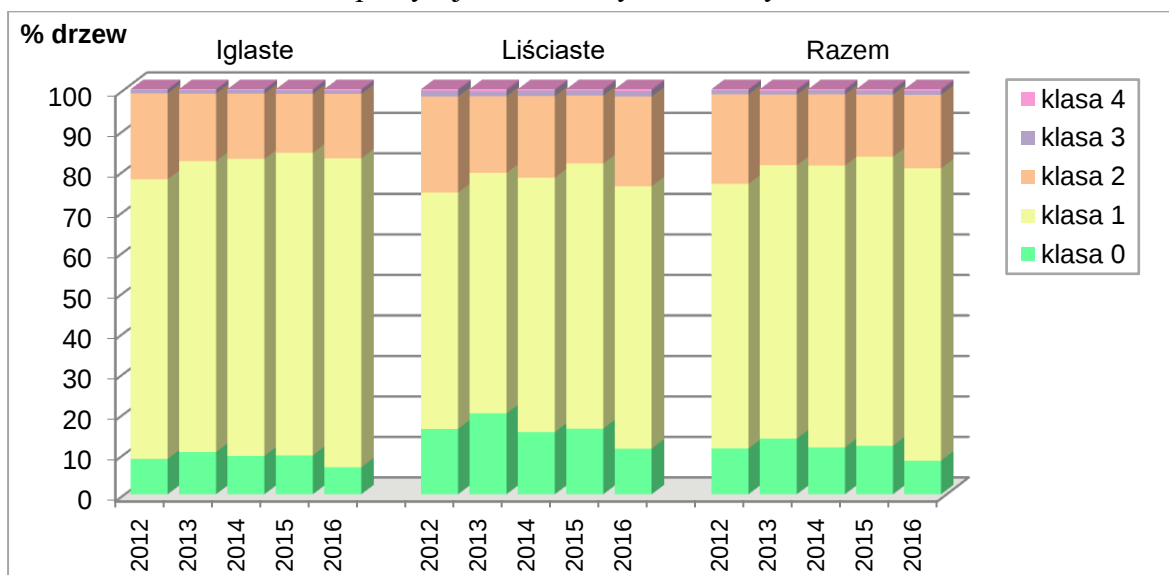
Rysunek 14. Udział drzew monitorowanych gatunków w klasach defoliacji w 2016 r. Wiek powyżej 60 lat. Lasy - własność osób fizycznych. (Inne iglaste – wyniki z 5 drzew)



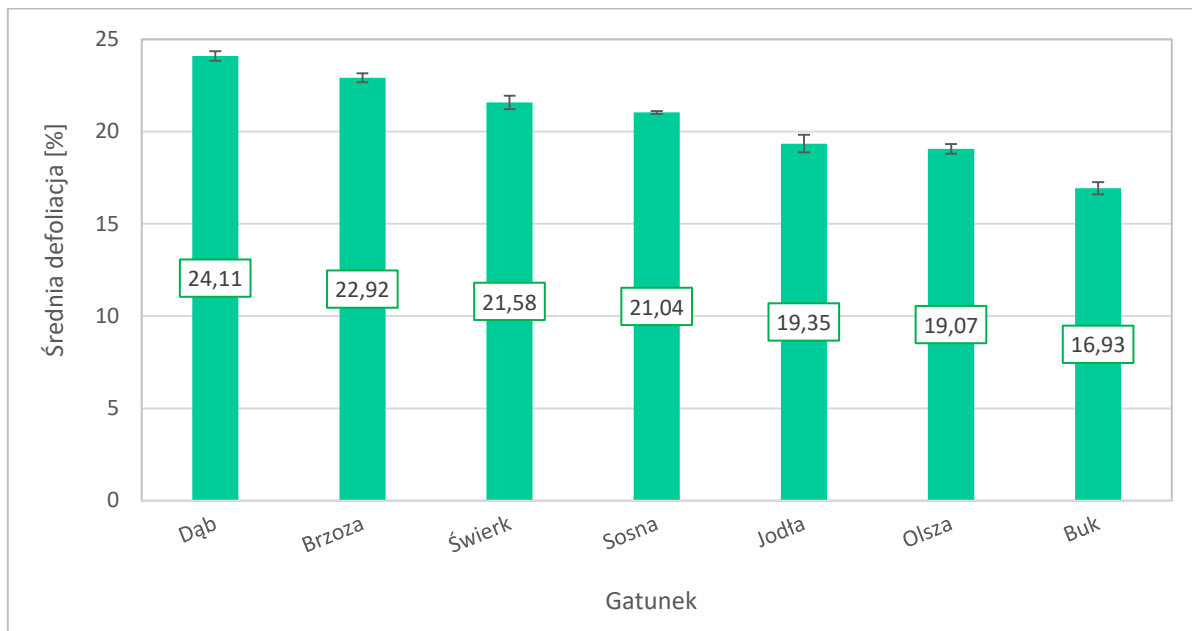
Rysunek 15. Udział drzew monitorowanych gatunków iglastych w klasach defoliacji w latach 2012-2016. Wiek powyżej 20 lat. Wszystkie formy własności.



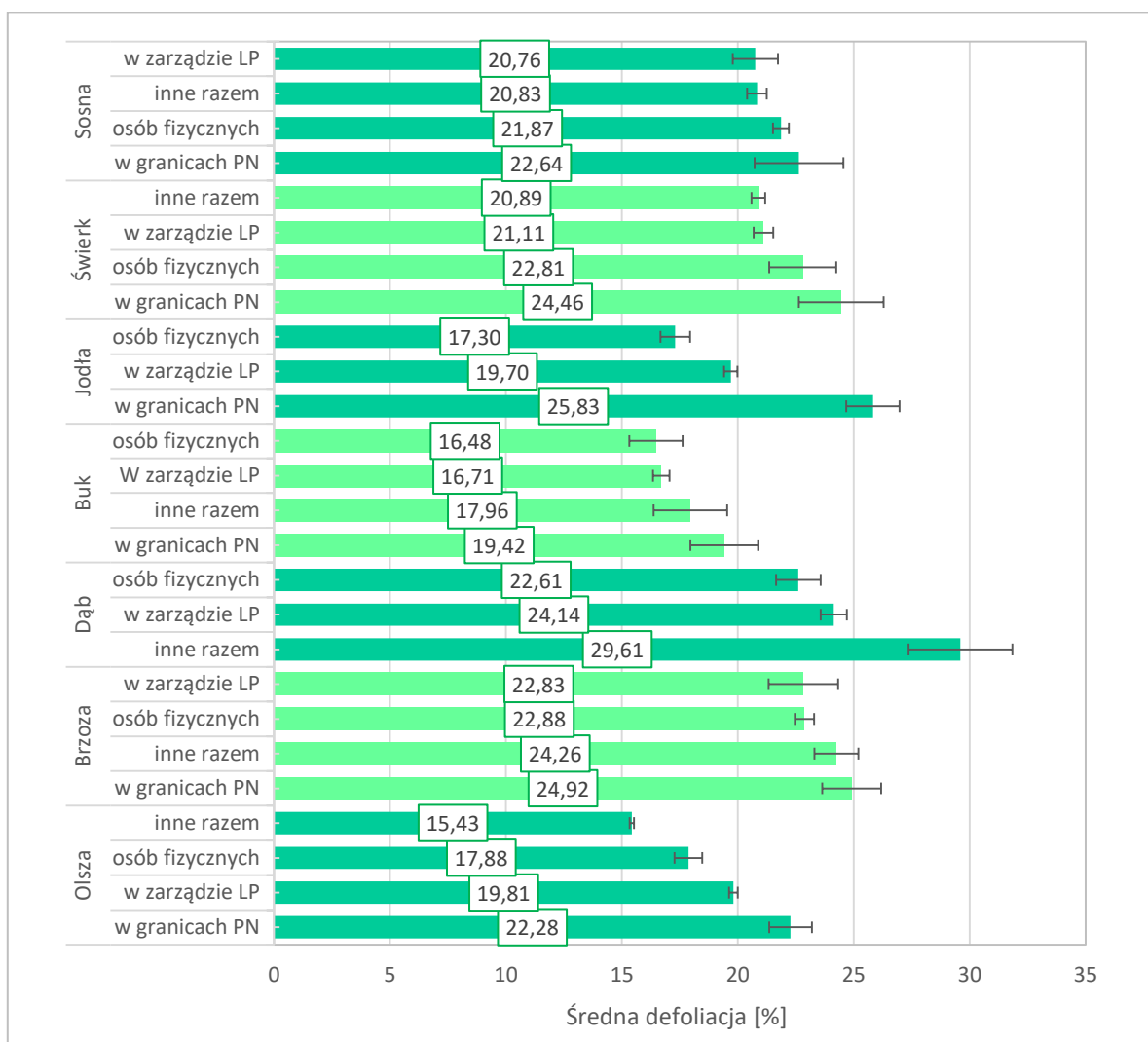
Rysunek 16. Udział drzew monitorowanych gatunków liściastych w klasach defoliacji w latach 2012-2016. Wiek powyżej 20 lat. Wszystkie formy własności.



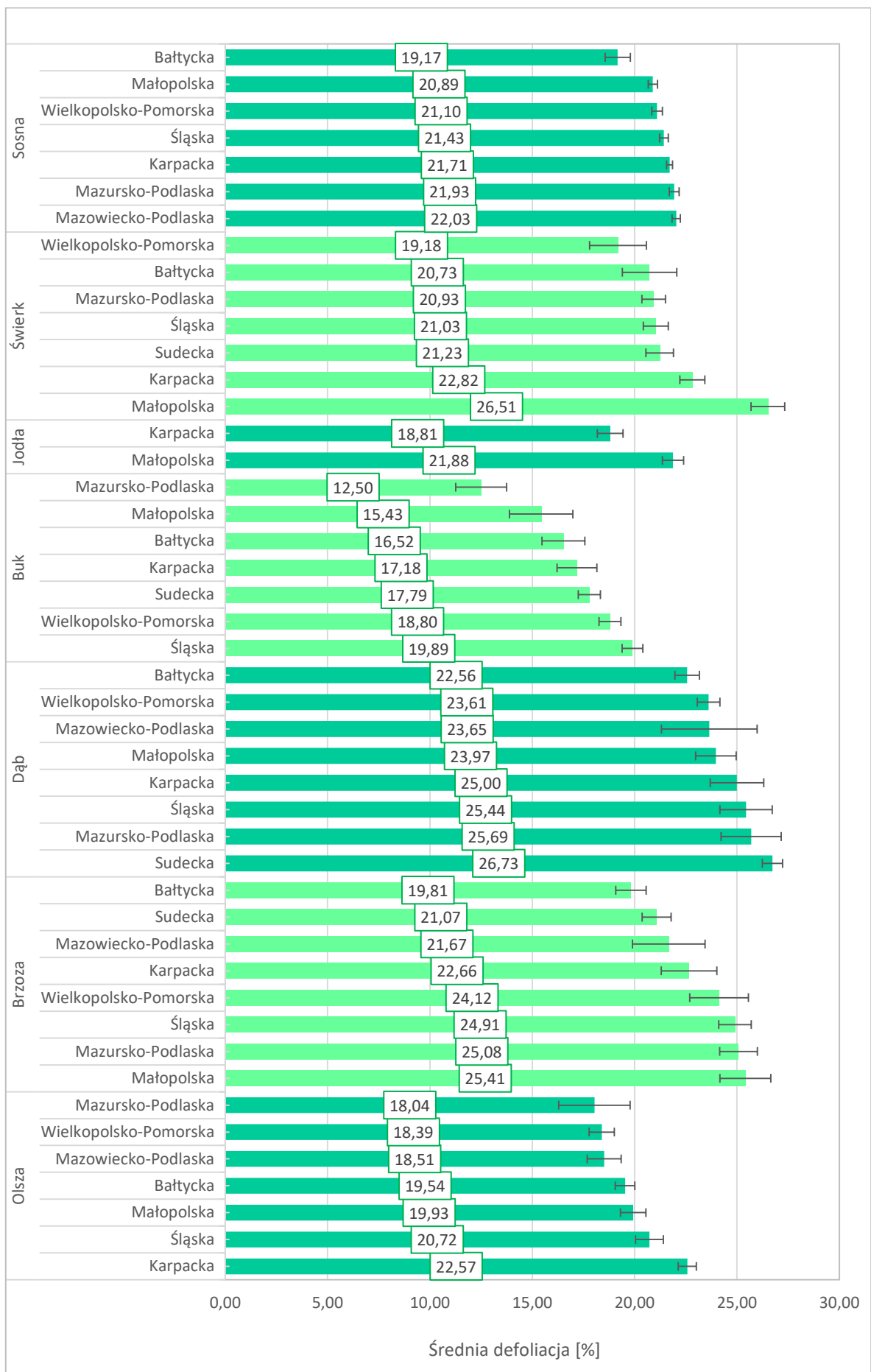
Rysunek 17. Udział drzew monitorowanych gatunków razem w klasach defoliacji w latach 2012-2016. Wiek powyżej 20 lat. Wszystkie formy własności.



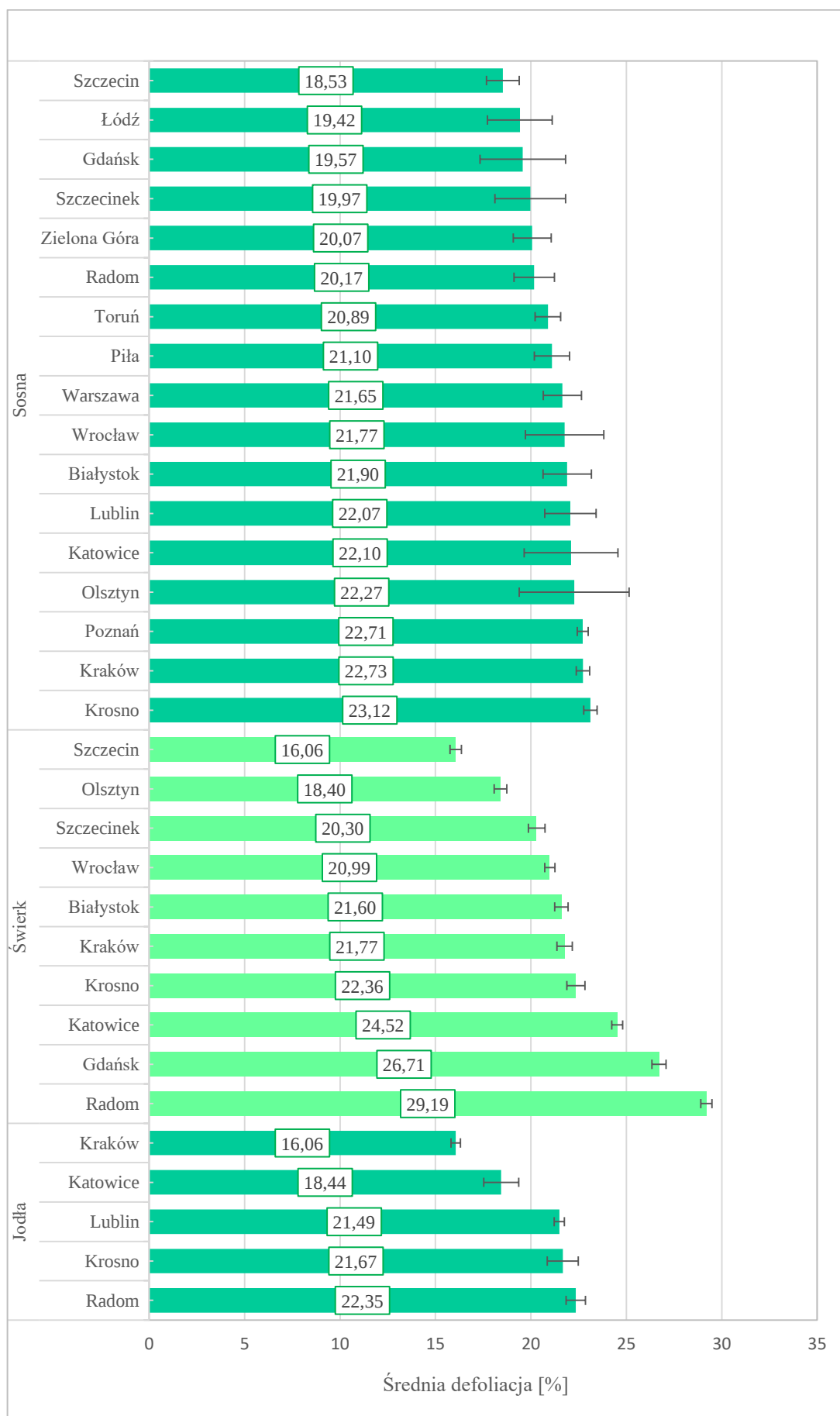
Rysunek 18. Porównanie wartości średniej defoliacji pomiędzy gatunkami drzew w kraju (po odrzuceniu wartości odstających – defoliacja powyżej 40%) wraz z „wąsami błędów standardowych” – 2016 r.



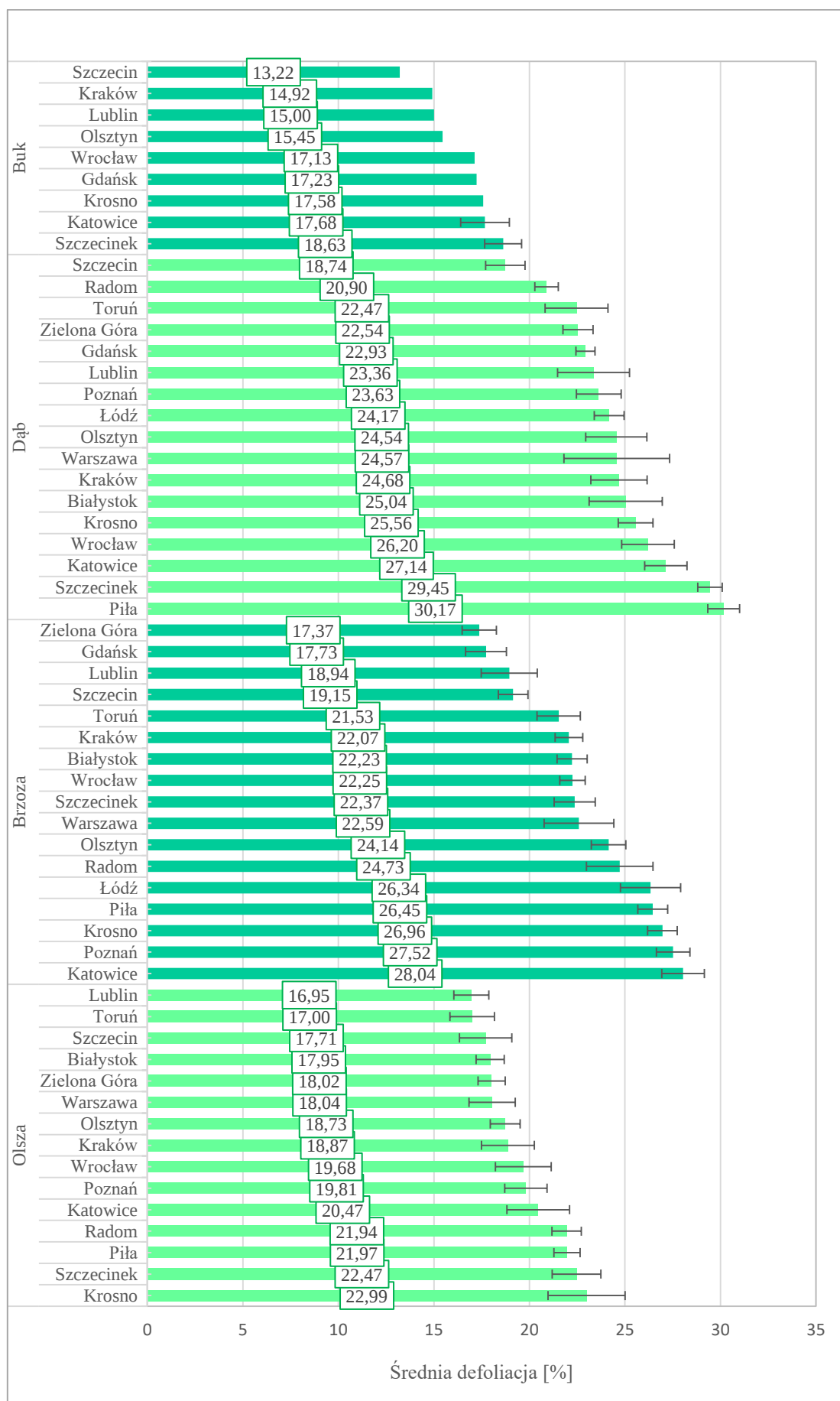
Rysunek 19. Średnie wartości defoliacji wg gatunków w układzie form własności (po odrzuceniu wartości odstających – defoliacja powyżej 40%) wraz z „wąsami błędów standardowych” – 2016 r. (LP – Lasy Państwowe, PN – parki narodowe).



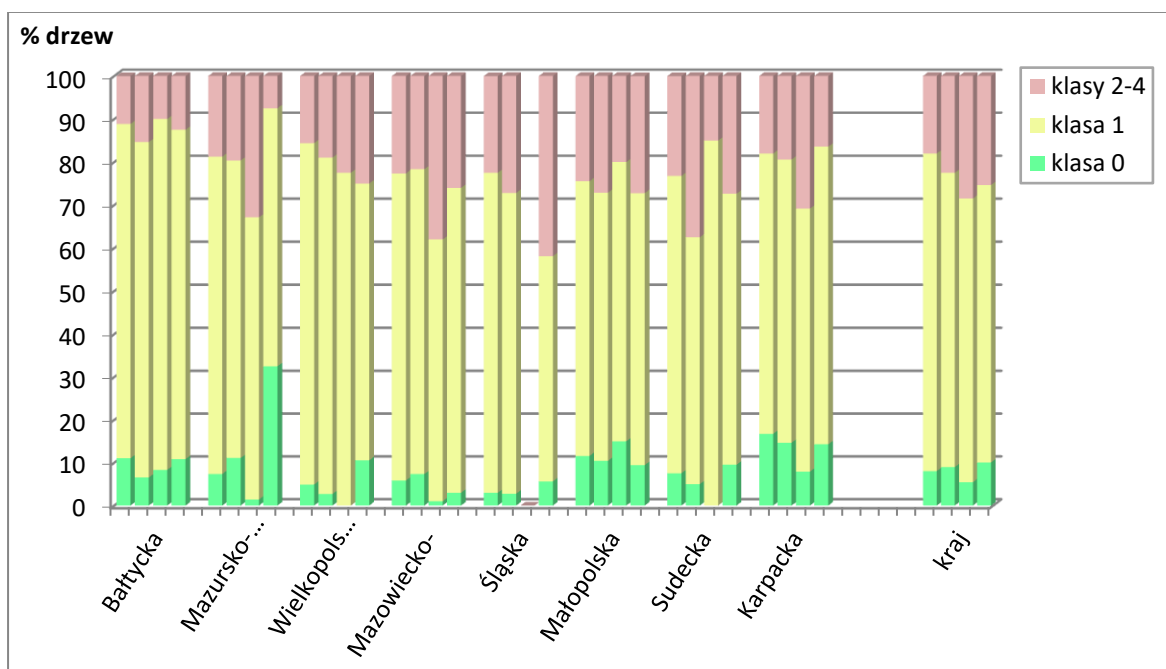
Rysunek 20. Średnie wartości defoliacji wg gatunków w krainach przyrodniczo-leśnych (po odrzuceniu wartości odstających – defoliacja powyżej 40%) wraz z „wąsami błędów standardowych” – 2016 r.



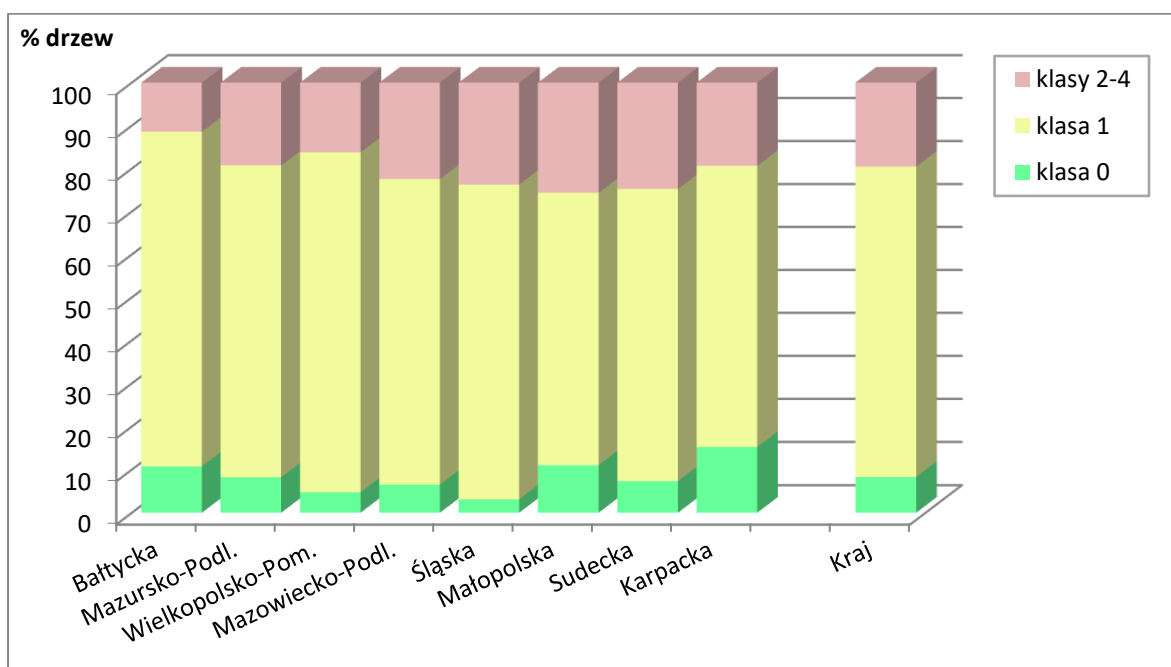
Rysunek 21. Średnie wartości defoliacji gatunków iglastych w regionalnych dyrekcjach Lasów Państwowych (po odrzuceniu wartości odstających – defoliacja powyżej 40%) wraz z „wąsami błędów standardowych” – 2016 r.



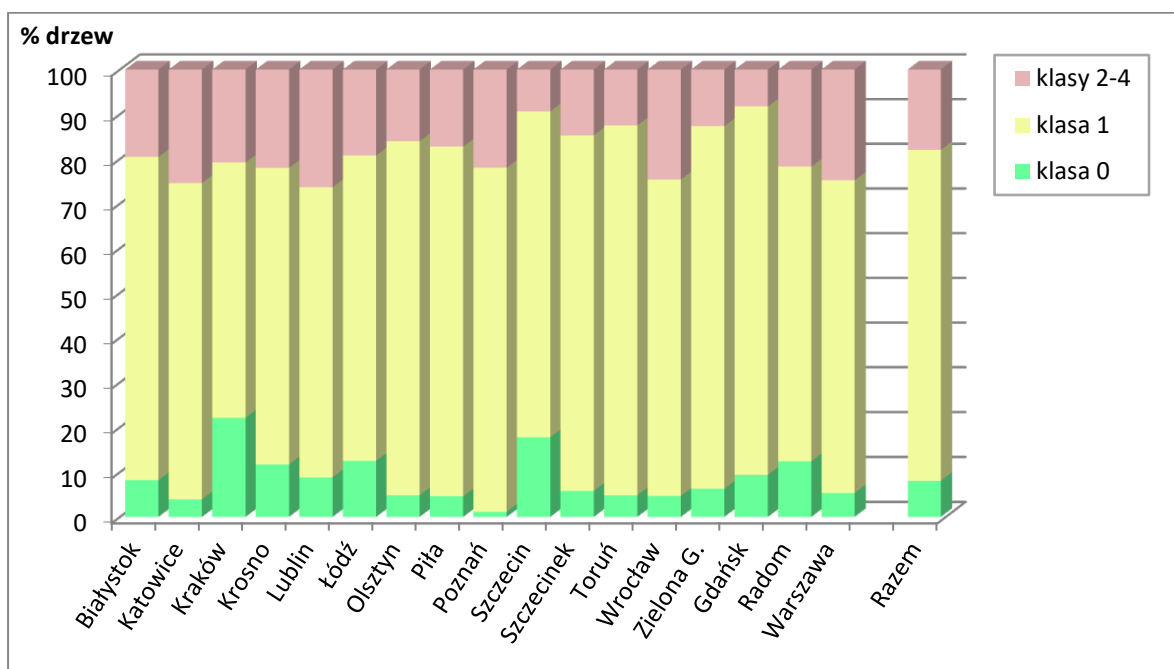
Rysunek 22. Średnie wartości defoliacji gatunków liściastych w regionalnych dyrekcjach Lasów Państwowych (po odrzuceniu wartości odstających – defoliacja powyżej 40%) wraz z „wąsami błędów standardowych” – 2016 r.



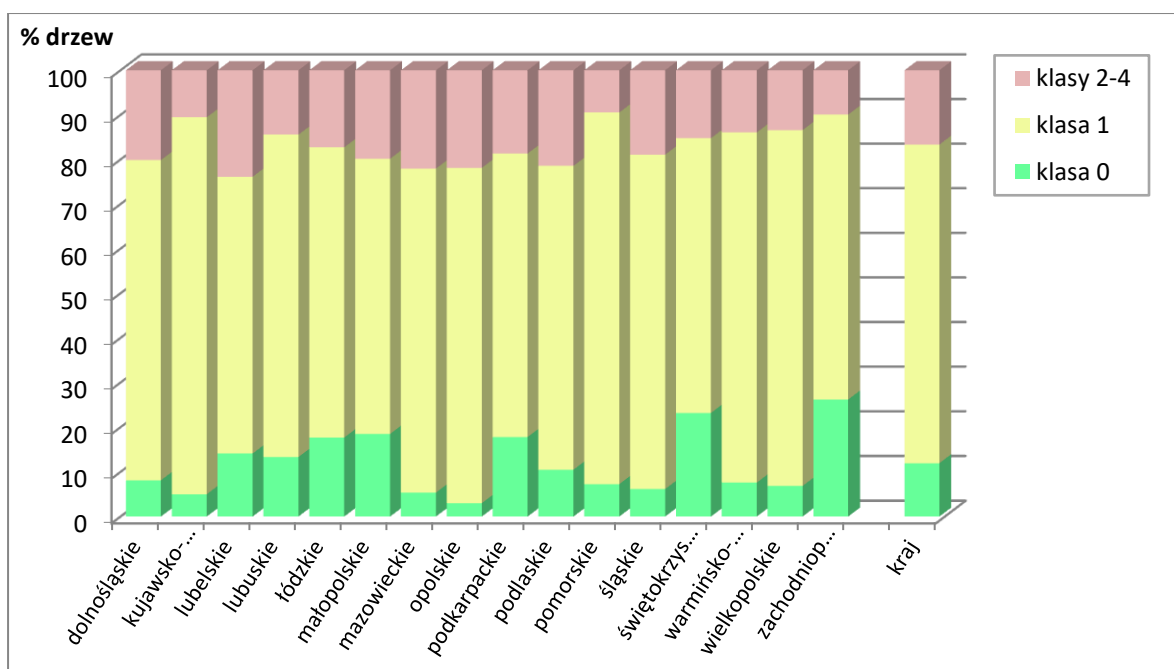
Rysunek 23. Udział drzew monitorowanych gatunków łącznie w klasach defoliacji w układzie krain przyrodniczo-leśnych i form własności lasów - słupki od lewej: lasy w zarządzie Lasów Państwowych, lasy będące własnością osób fizycznych, lasy w granicach parków narodowych, inne formy własności razem – 2016 r. (Kraina Sudecka, parki narodowe – wyniki z 20 drzew)



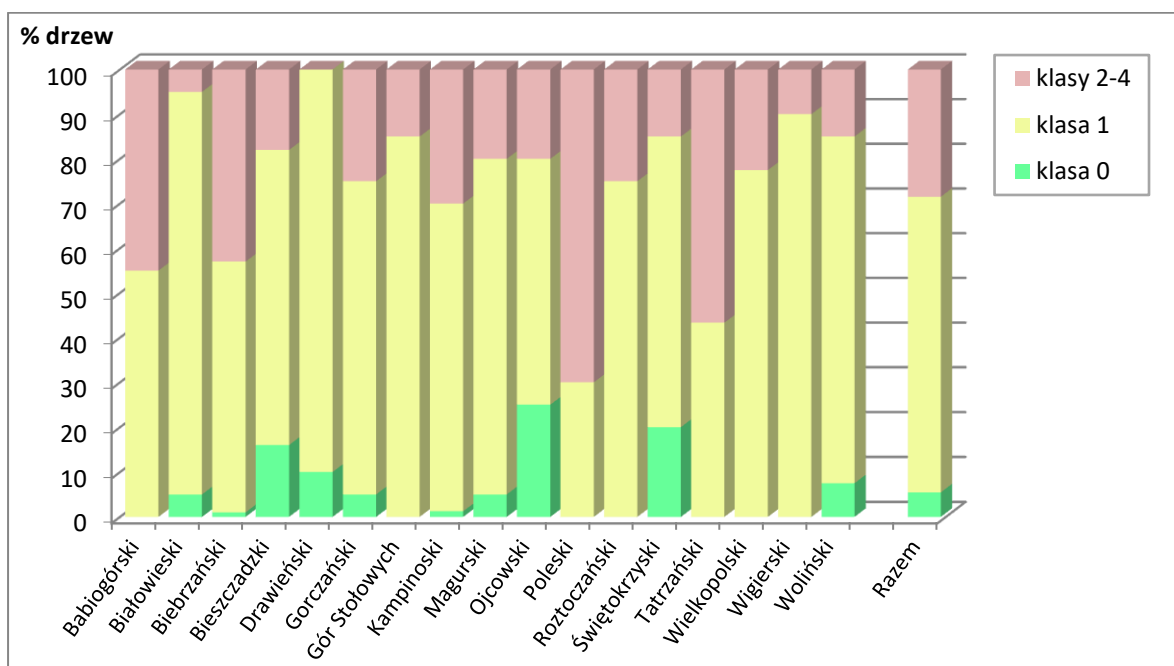
Rysunek 24. Udział drzew monitorowanych gatunków łącznie w klasach defoliacji w układzie krain przyrodniczo-leśnych w 2016 r.



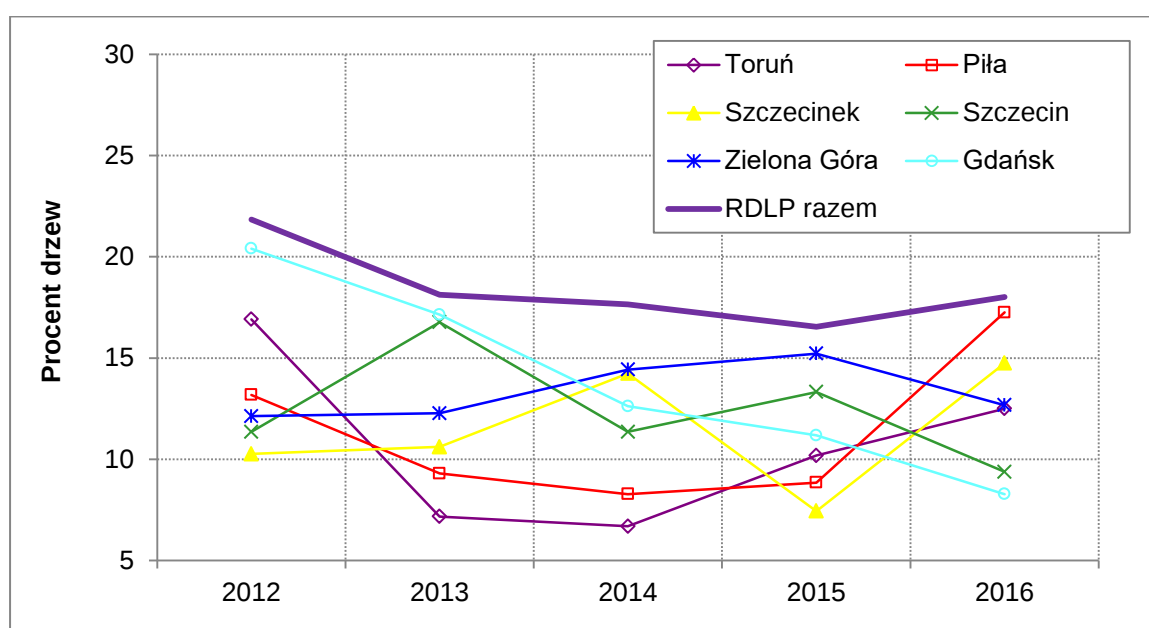
Rysunek 25. Udział drzew monitorowanych gatunków łącznie w klasach defoliacji w układzie regionalnych dyrekcji Lasów Państwowych (las w zarządzie LP) w 2016 r.



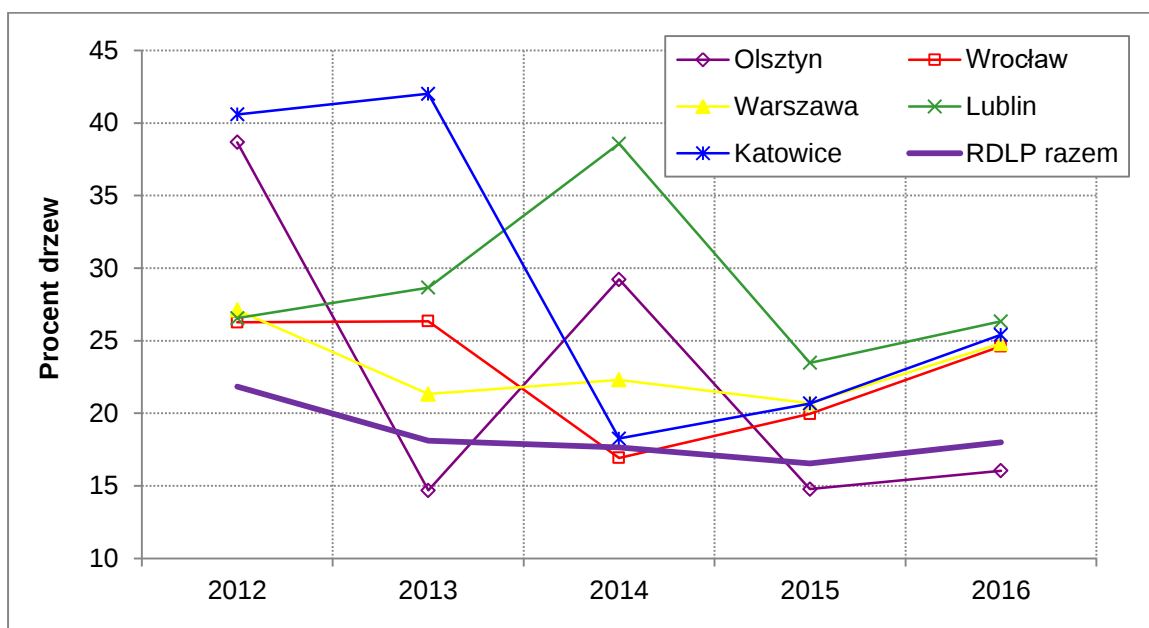
Rysunek 26. Udział drzew monitorowanych gatunków łącznie w klasach defoliacji w układzie województw w 2016 r.



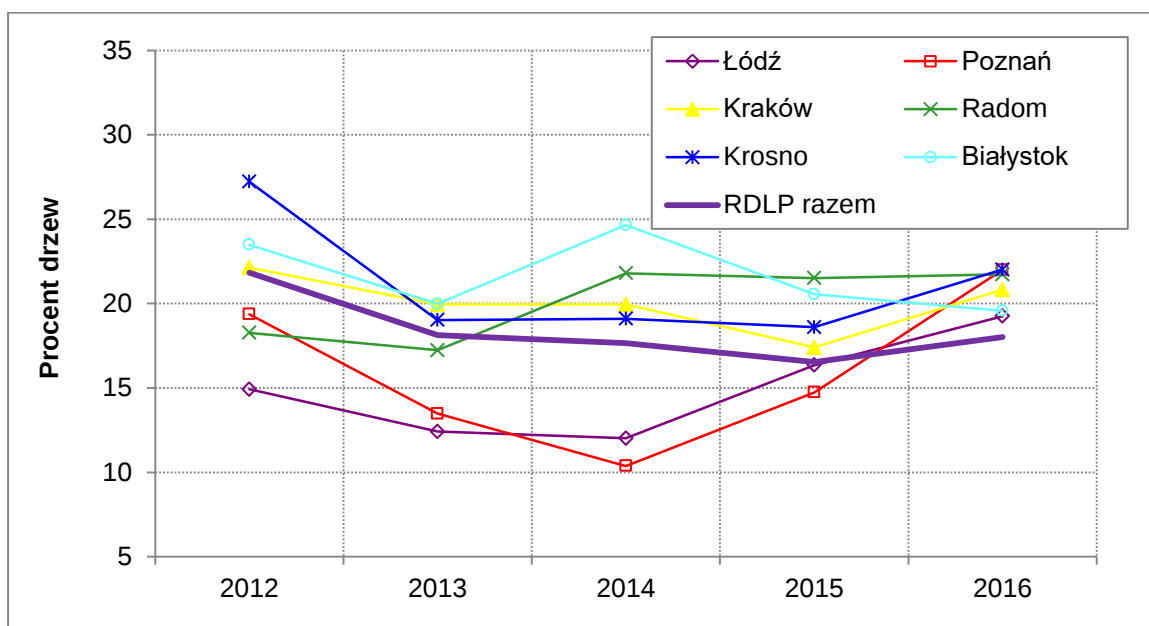
Rysunek 27. Udział drzew monitorowanych gatunków łącznie w klasach defoliacji w układzie parków narodowych w 2016 r.



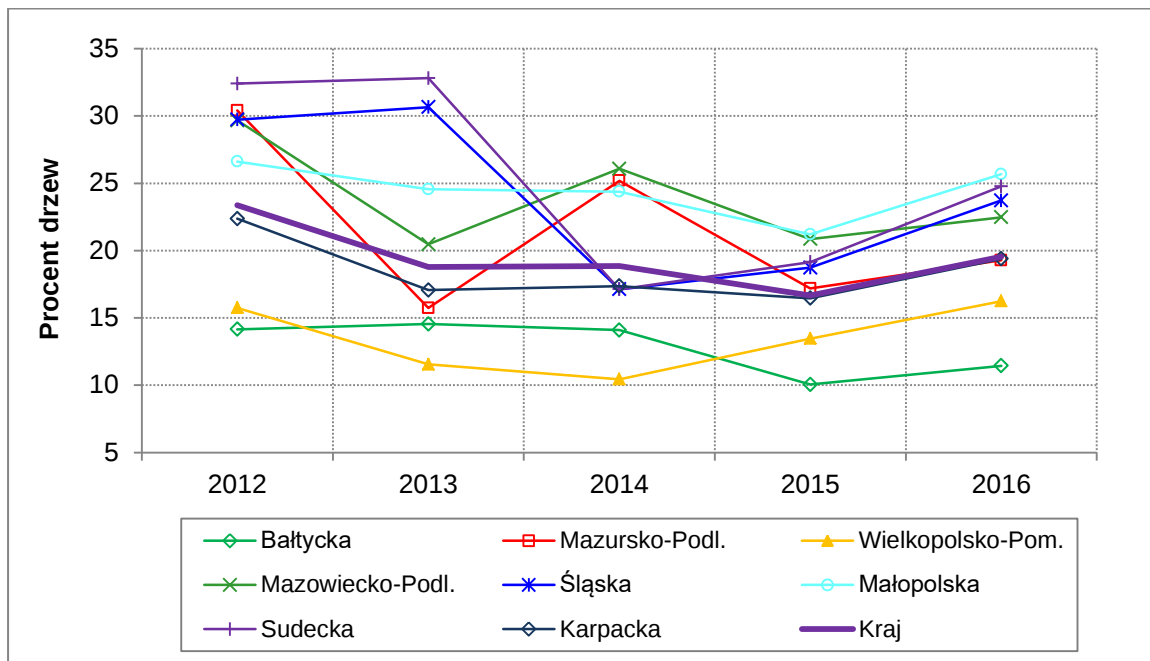
Rysunek 28. Udział drzew (gatunki razem) w klasach defoliacji 2-4 w latach 2012-2016. RDLP, w których średnia wartość tego udziału w 5-leciu była niższa od 15%. Wiek drzew powyżej 20 lat. Lasy w zarządzie Lasów Państwowych.



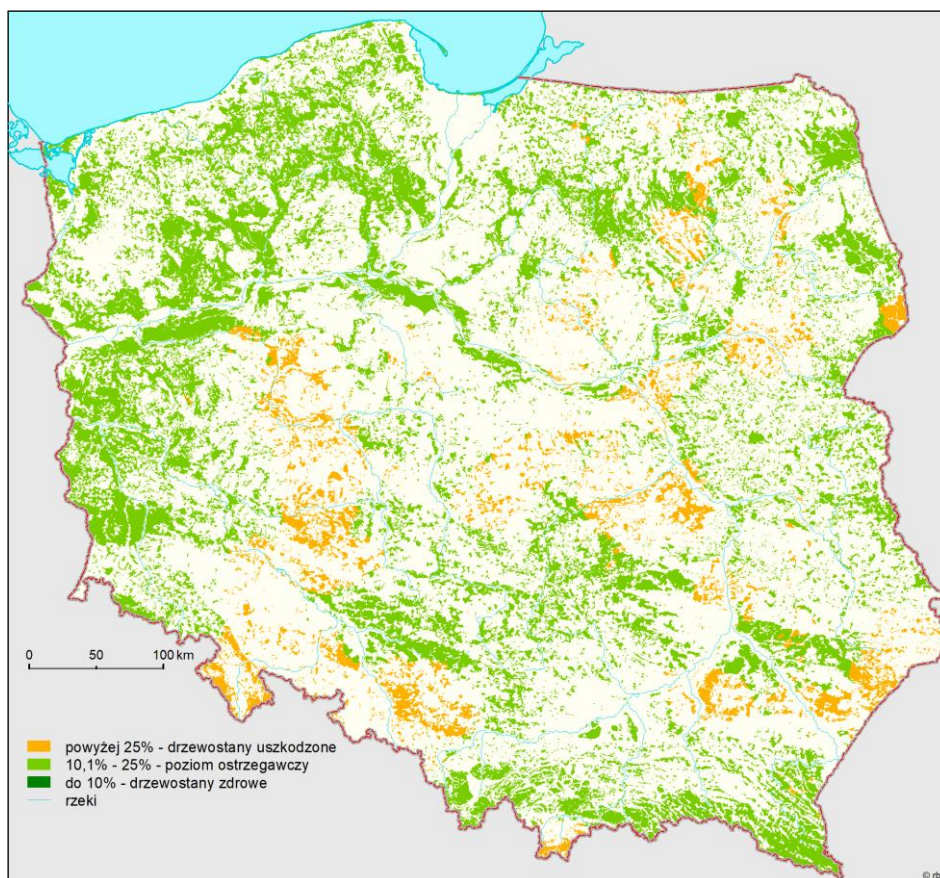
Rysunek 29. Udział drzew (gatunki razem) w klasach defoliacji 2-4 w latach 2012-2016. RDLP, w których średnia wartość tego udziału w 5-leciu przekroczyła 22%. Wiek drzew powyżej 20 lat. Lasy w zarządzie Lasów Państwowych.



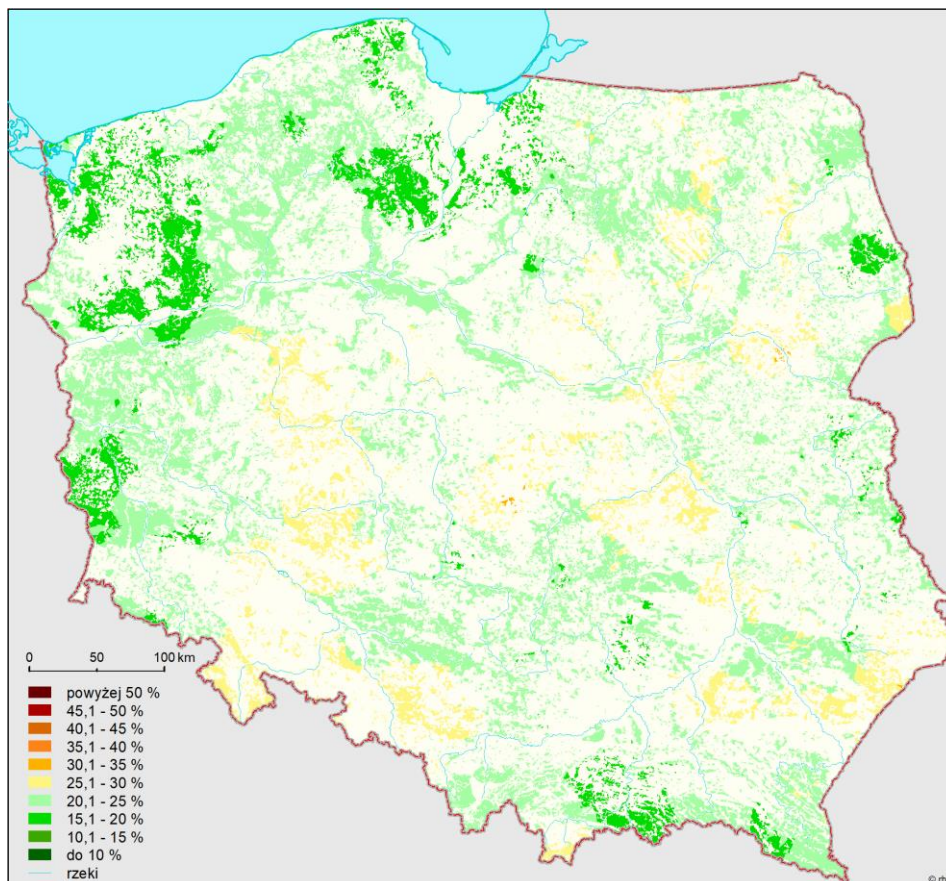
Rysunek 30. Udział drzew (gatunki razem) w klasach defoliacji 2-4 w latach 2012-2016. RDLP, w których średnia wartość tego udziału w 5-leciu zawierała się w przedziale 15-22%. Wiek drzew powyżej 20 lat. Lasy w zarządzie Lasów Państwowych.



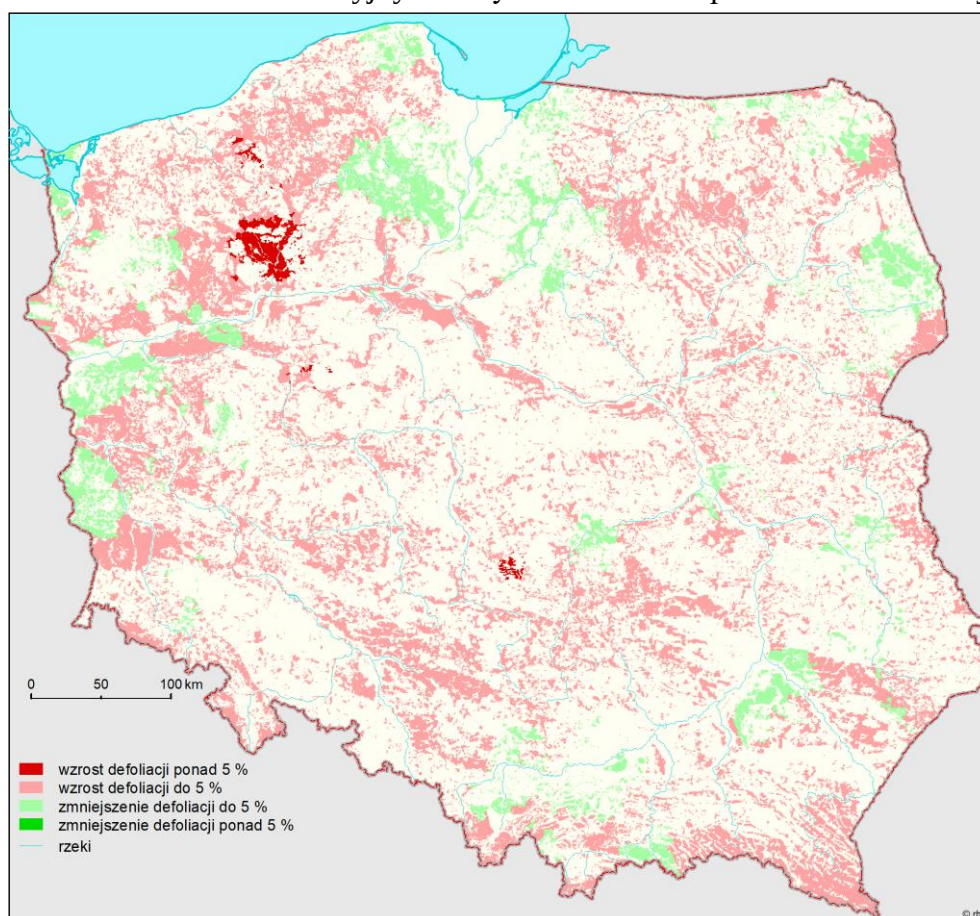
Rysunek 31. Udział drzew monitorowanych gatunków razem w klasach defoliacji 2-4 w krainach przyrodniczo-leśnych w latach 2012-2016. Wiek powyżej 20 lat. Wszystkie formy własności.



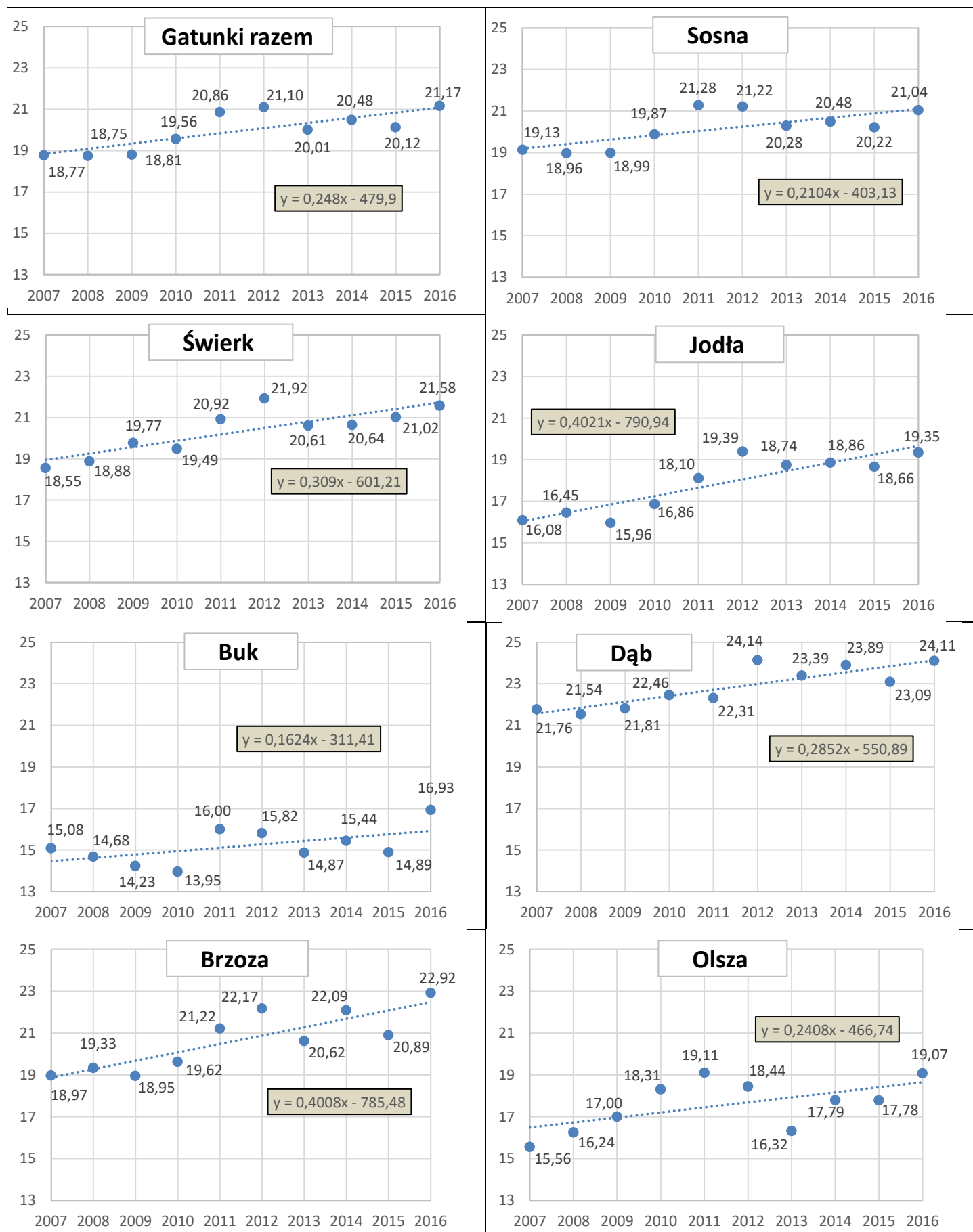
Rysunek 32. Poziom uszkodzenia lasów w 2016 roku na podstawie oceny defoliacji na Stałych Powierzchniach Obserwacyjnych z wyróżnieniem 3 klas defoliacji



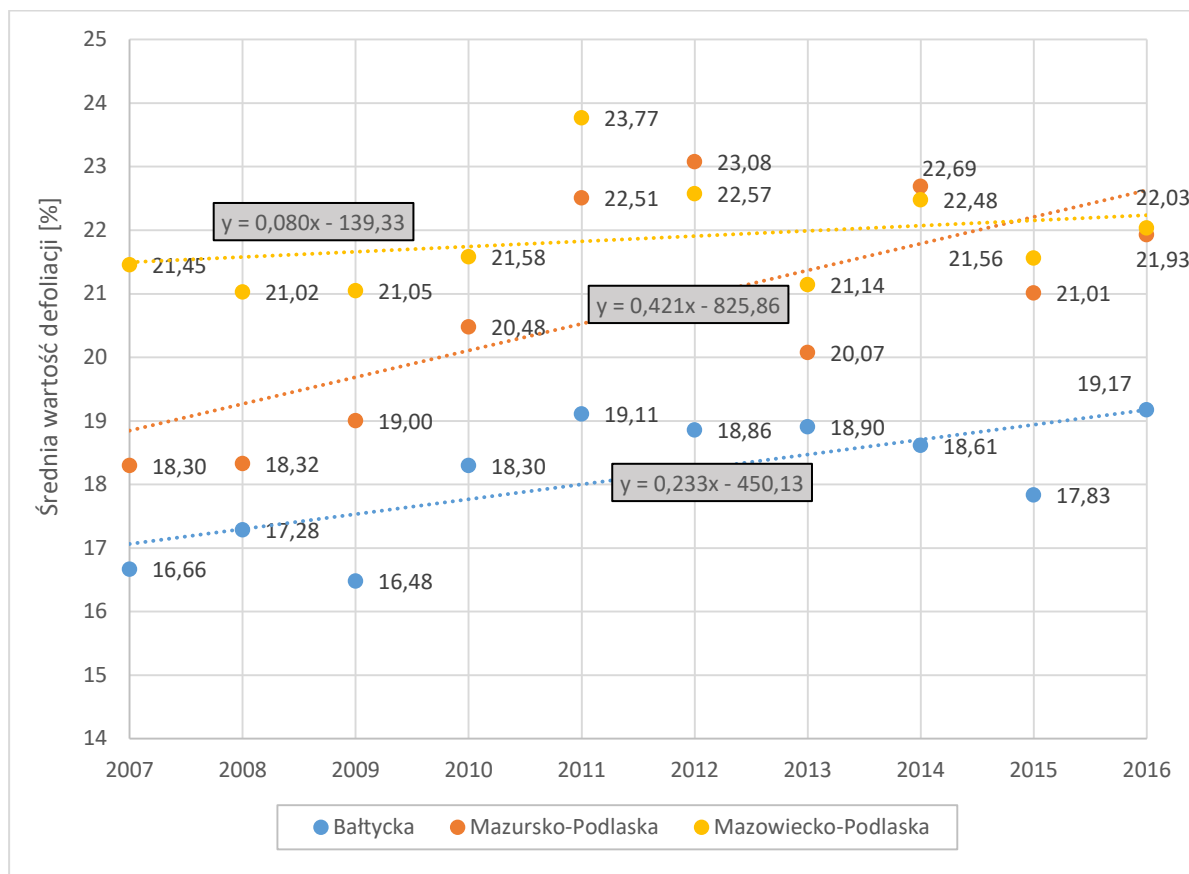
Rysunek 33. Poziom uszkodzenia lasów w 2016 roku na podstawie oceny defoliacji na Stałych Powierzchniach Obserwacyjnych z wyróżnieniem 5% przedziałów defoliacji



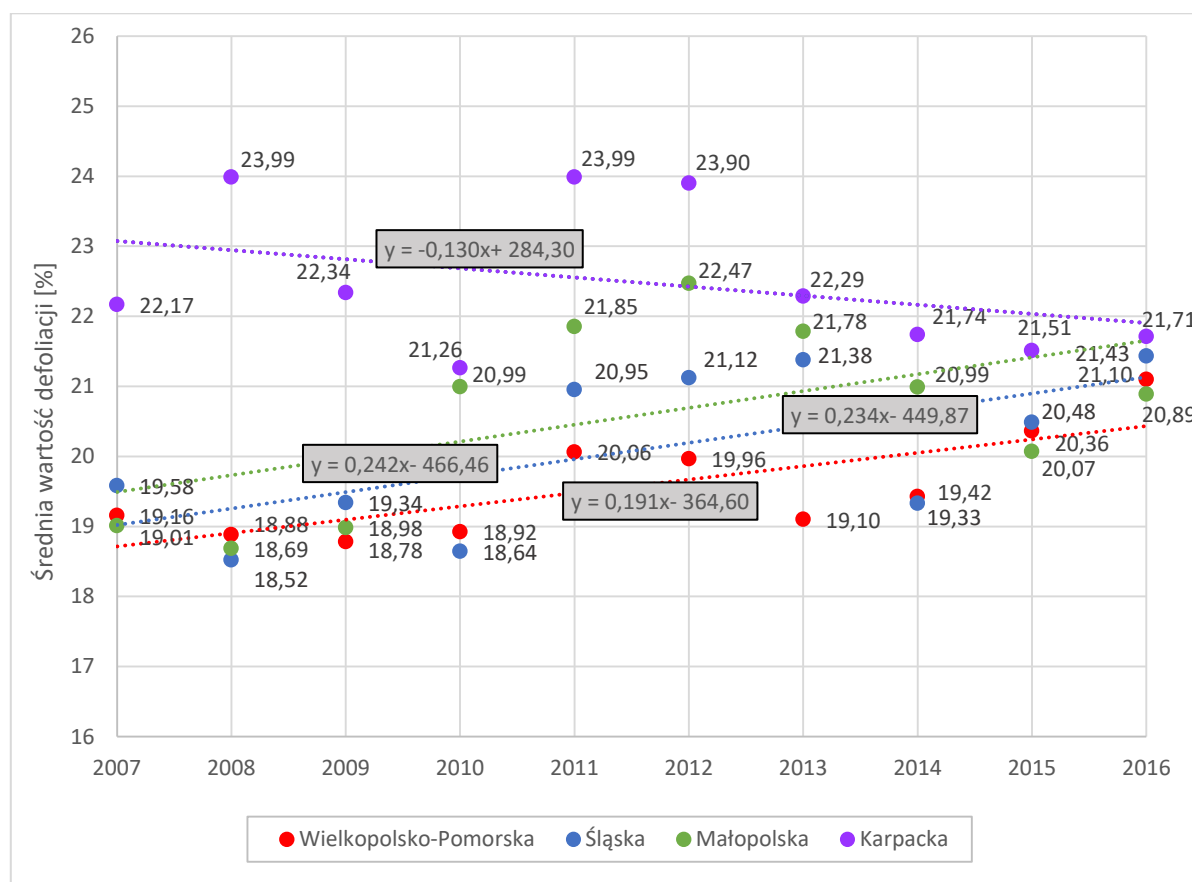
Rysunek 34. Różnica w poziomie uszkodzenia lasów pomiędzy latami 2015 i 2016 na podstawie zmiany defoliacji na Stałych Powierzchniach Obserwacyjnych



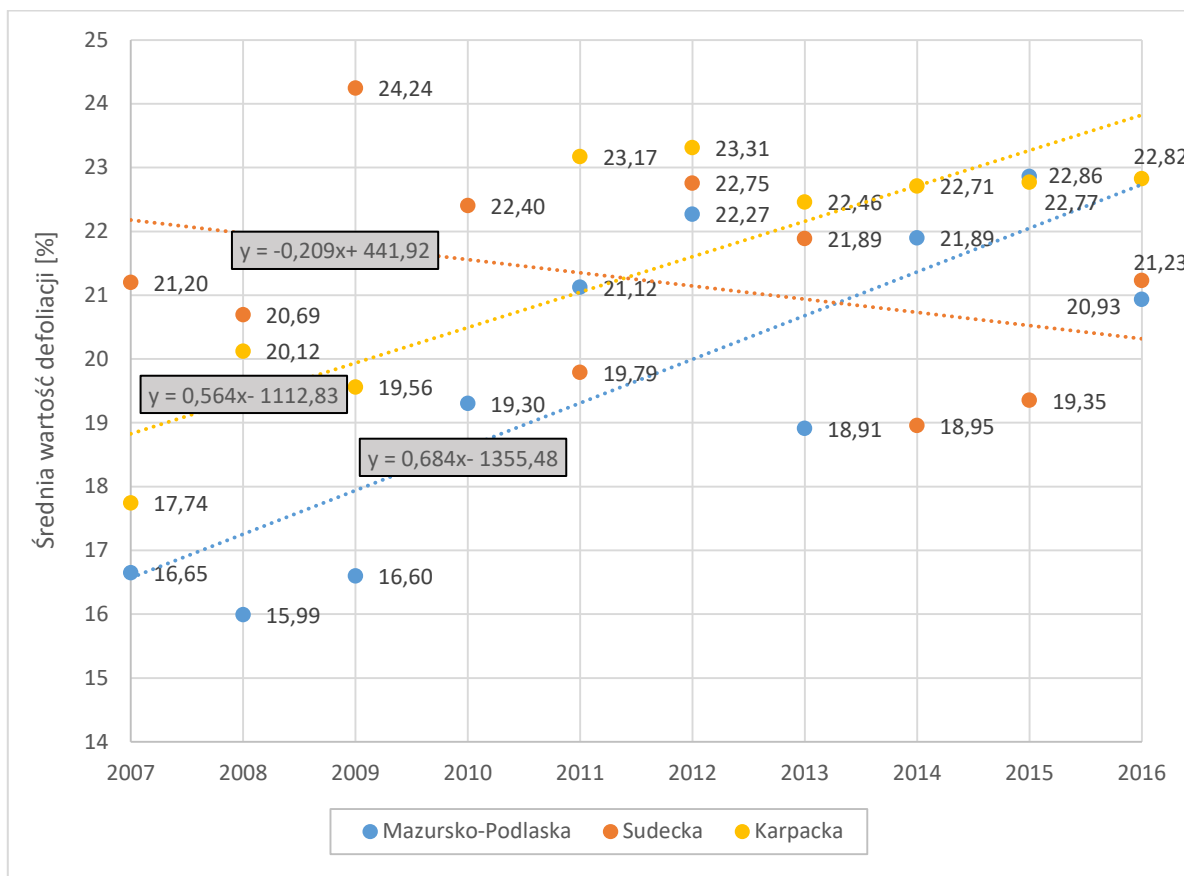
Rysunek 35. Wykresy regresji liniowej dla wpływu czasu na poziom defoliacji gatunków drzew razem oraz osobno w latach 2007-2016 (oś x – rok obserwacji, oś y – średnia defoliacja [%]).



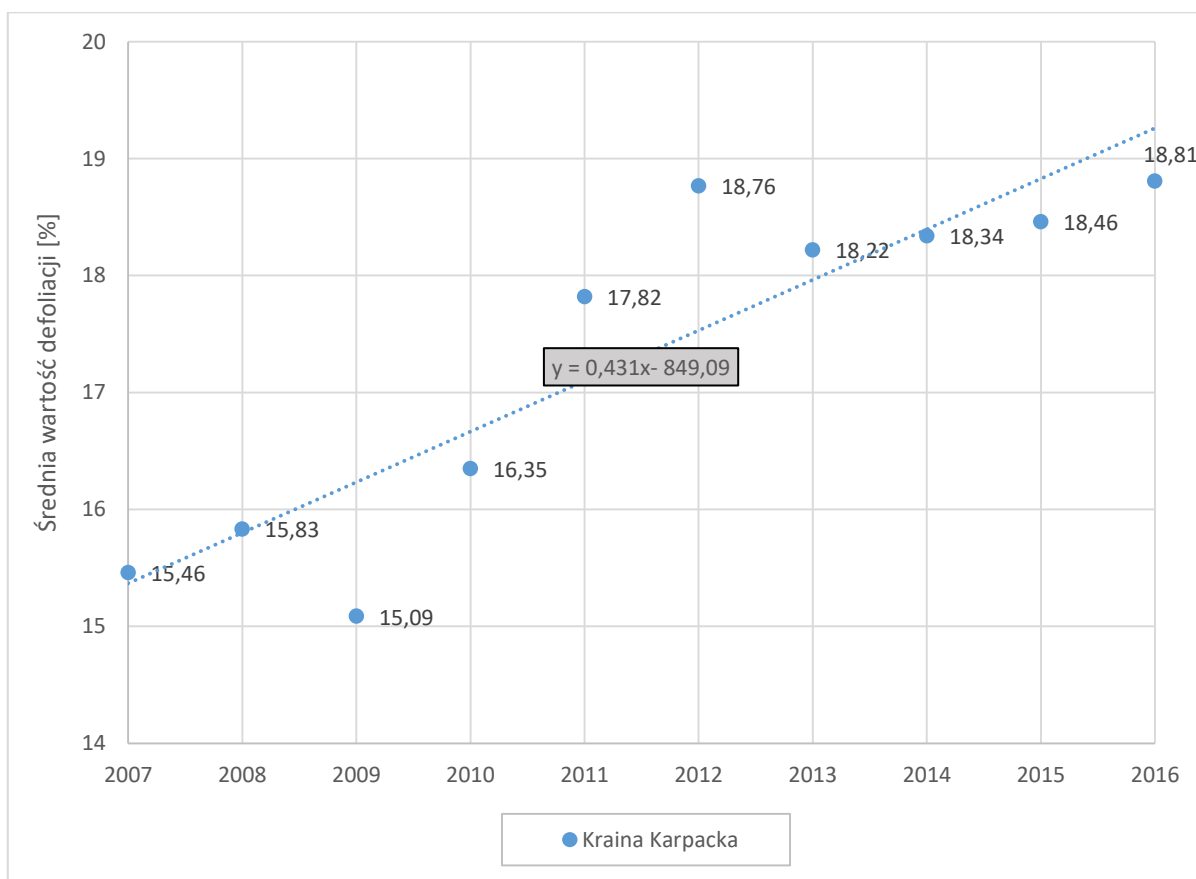
Rysunek 36. Wykres regresji liniowej dla wpływu czasu na poziom defoliacji sosny w krainach przyrodniczo-leśnych licznie reprezentowanych przez ten gatunek w latach 2007-2016.



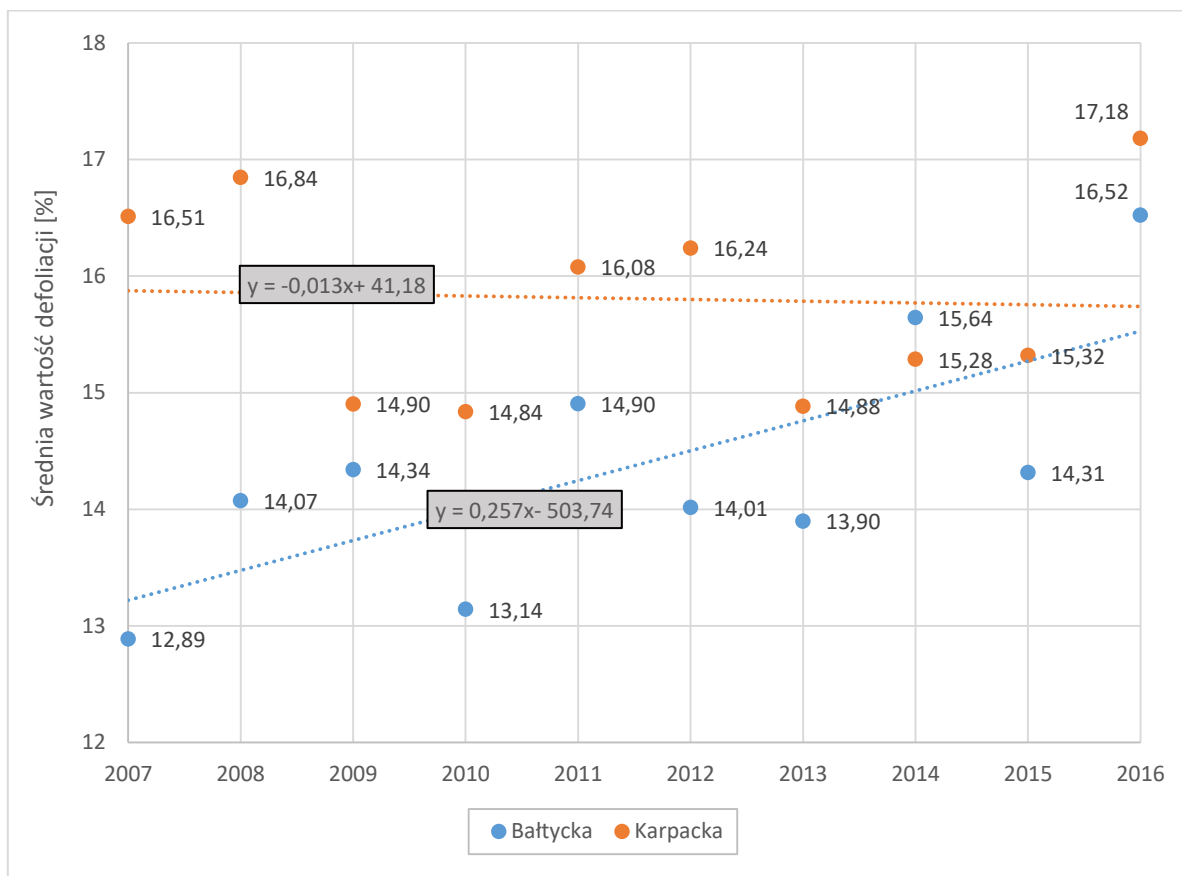
Rysunek 36. cd.



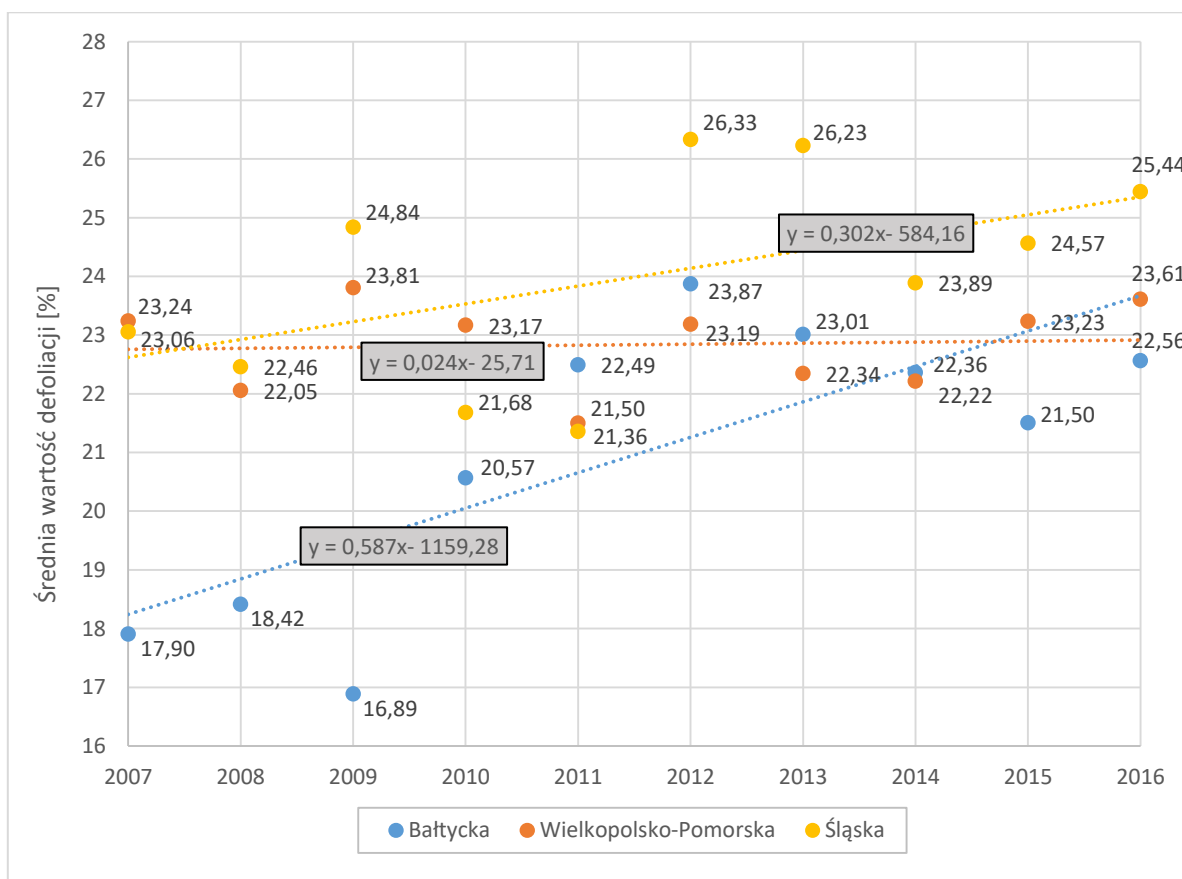
Rysunek 37. Wykres regresji liniowej dla wpływu czasu na poziom defoliacji świerka w krainach przyrodniczo-leśnych licznie reprezentowanych przez ten gatunek w latach 2007-2016.



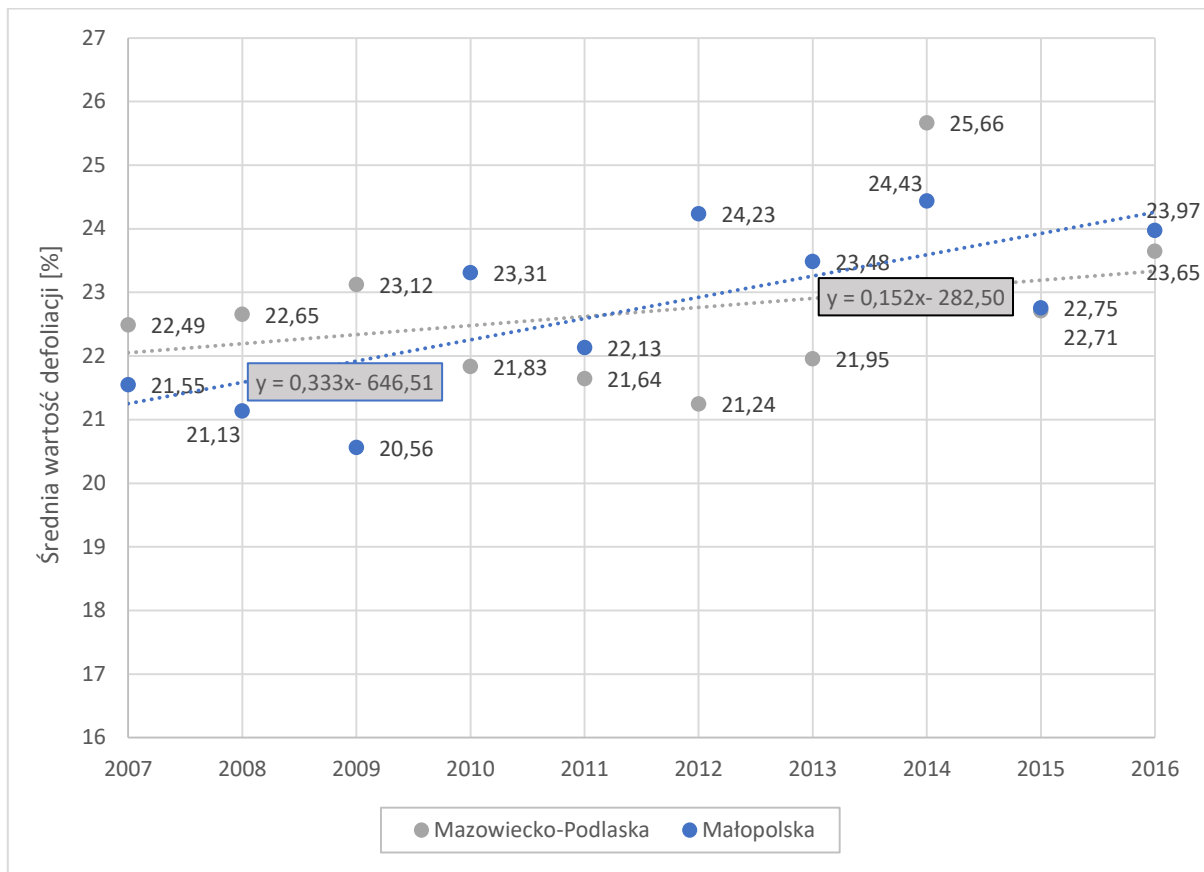
Rysunek 38. Wykres regresji liniowej dla wpływu czasu na poziom defoliacji jodły w Krainie Karpackiej, najliczniej reprezentowanej przez ten gatunek w latach 2007-2016.



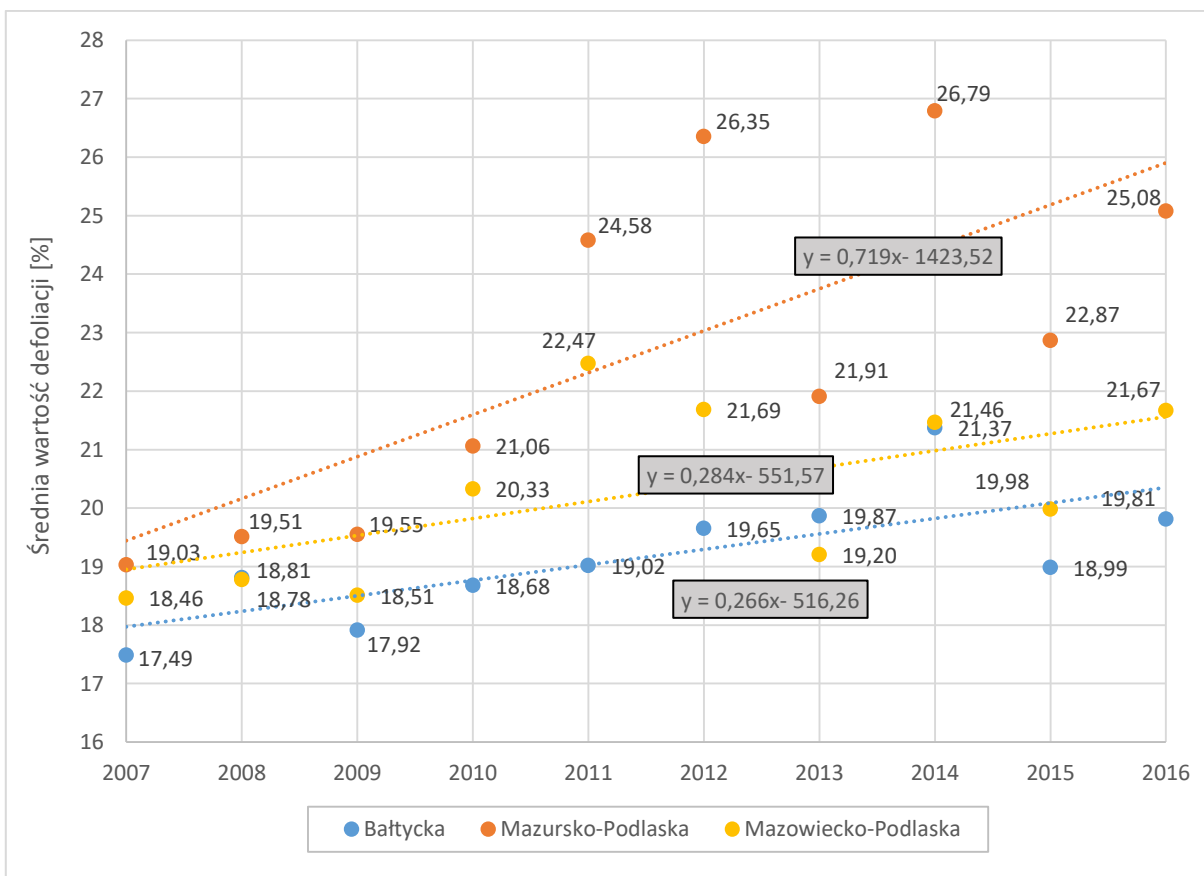
Rysunek 39. Wykres regresji liniowej dla wpływu czasu na poziom defoliacji buka w krainach przyrodniczo-leśnych licznie reprezentowanych przez ten gatunek w latach 2007-2016.



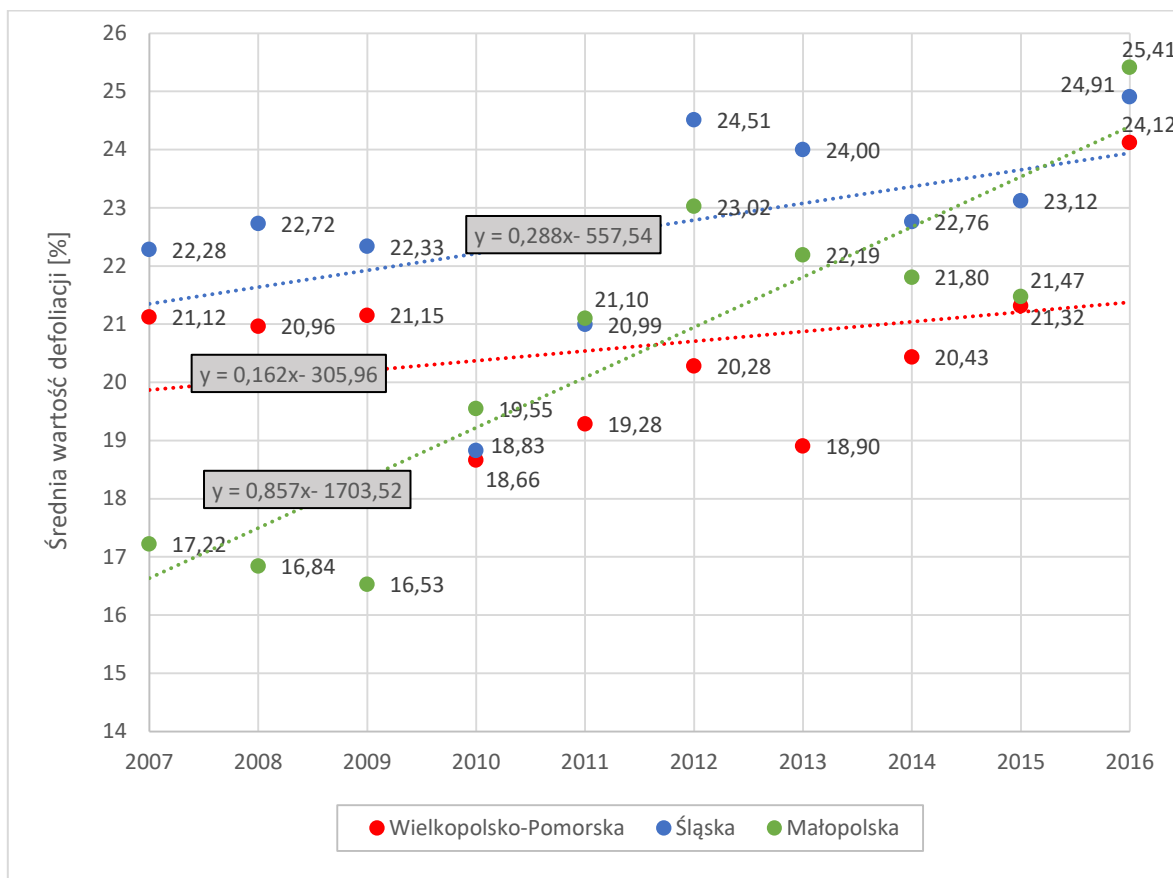
Rysunek 40. Wykres regresji liniowej dla wpływu czasu na poziom defoliacji dębu w krainach przyrodniczo-leśnych licznie reprezentowanych przez ten gatunek w latach 2007-2016.



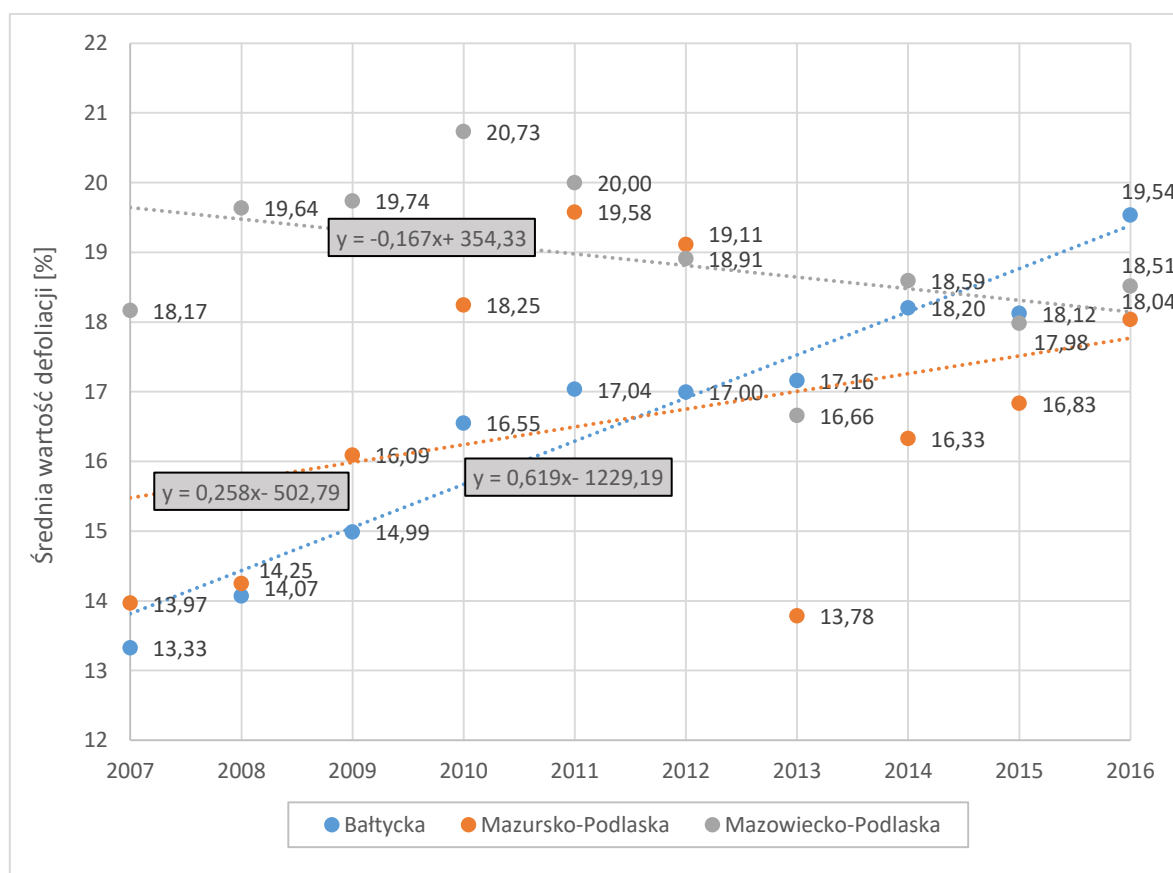
Rysunek 40. cd.



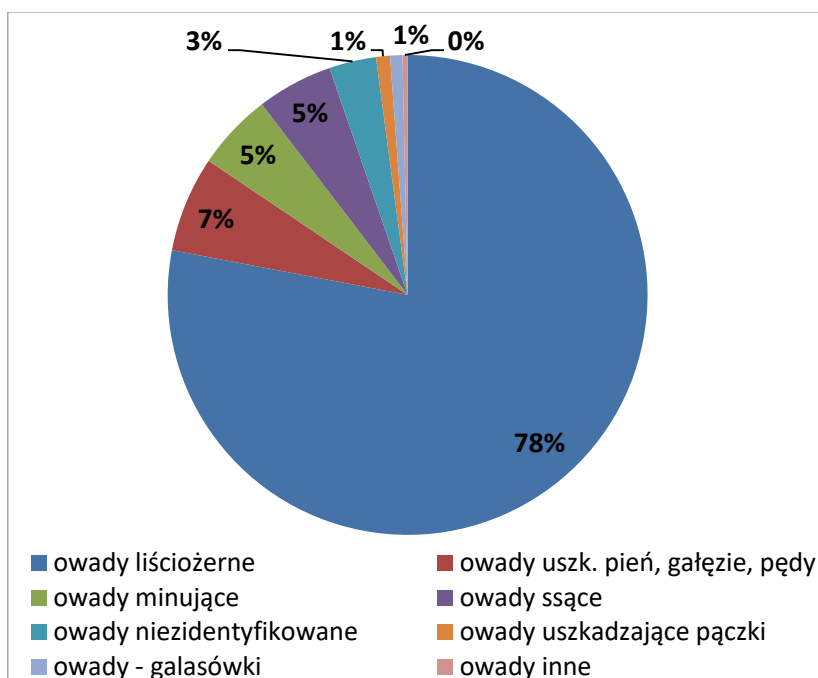
Rysunek 41. Wykres regresji liniowej dla wpływu czasu na poziom defoliacji brzozy w krainach przyrodniczo-leśnych licznie reprezentowanych przez ten gatunek w latach 2007-2016.



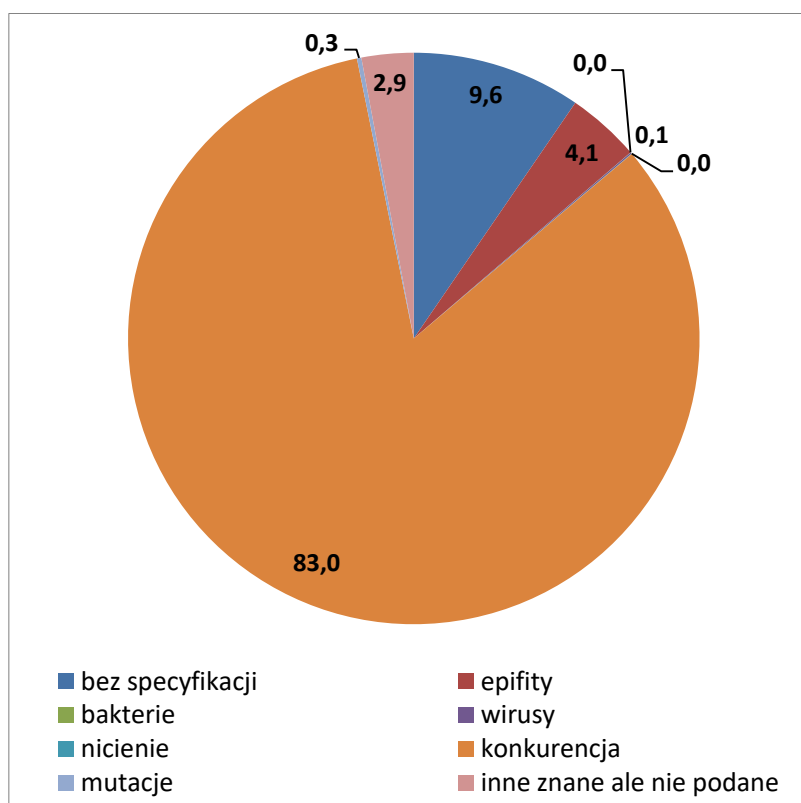
Rysunek 41. cd.



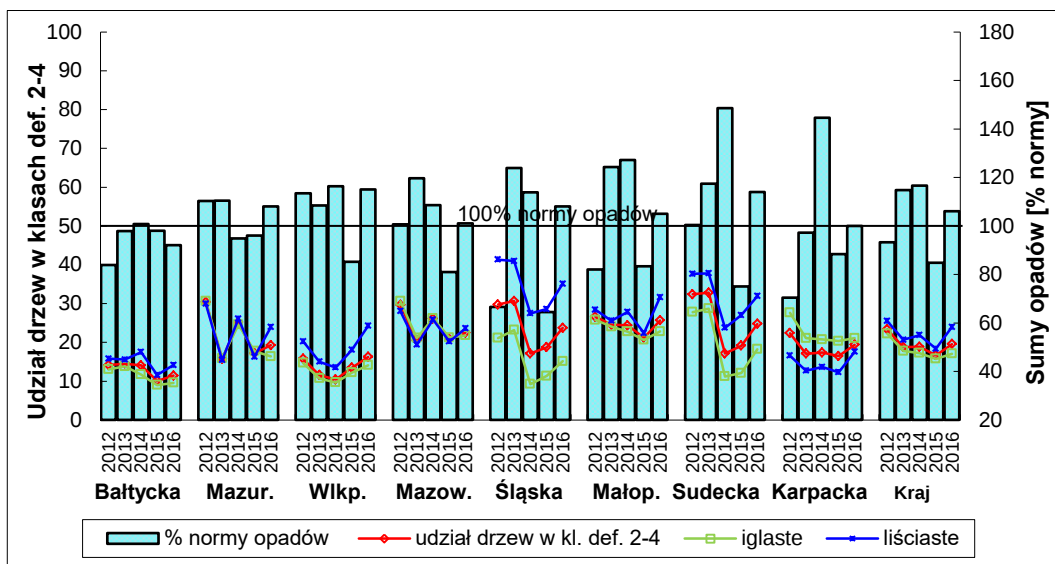
Rysunek 42. Wykres regresji liniowej dla wpływu czasu na poziom defoliacji olszy w krainach przyrodniczo-leśnych licznie reprezentowanych przez ten gatunek w latach 2007-2016.



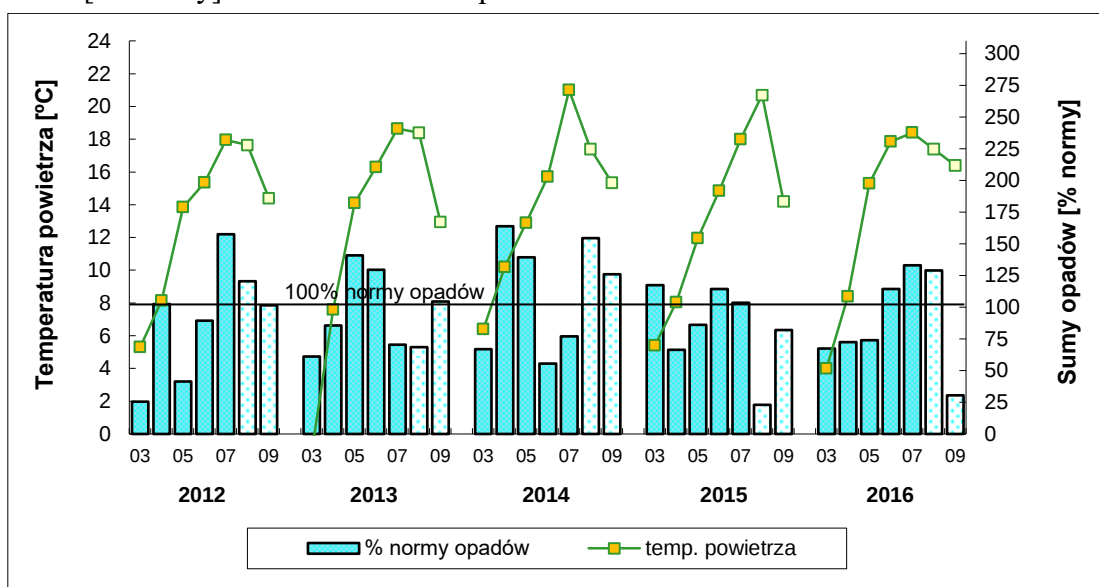
Rysunek 43. Procentowy udział uszkodzeń drzew spowodowanych przez grupy owadów



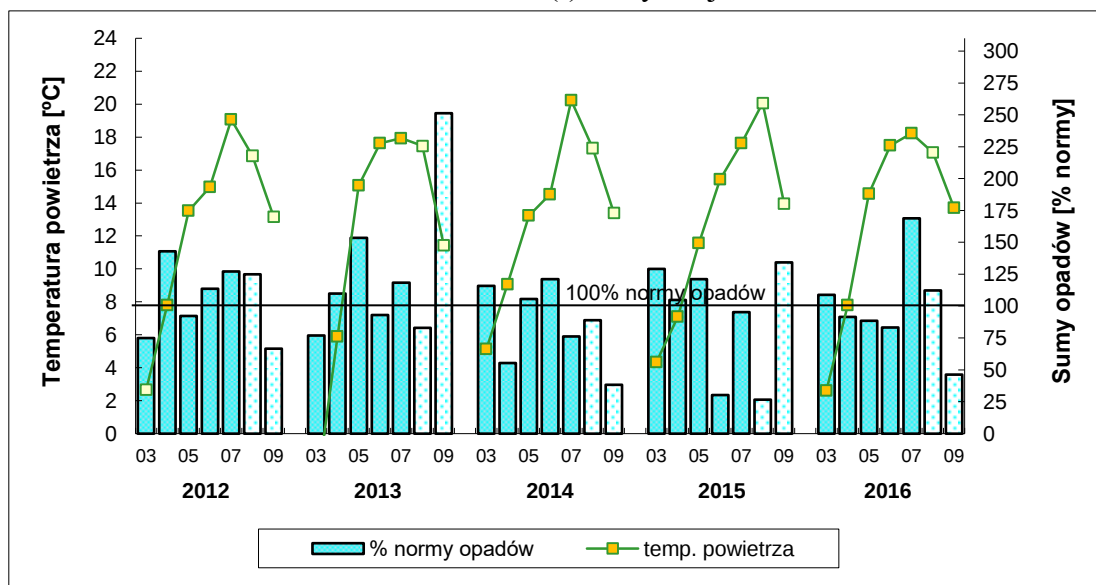
Rysunek 44. Procentowy udział uszkodzeń drzew spowodowanych przez kategorie grupy „konkurencja i inne czynniki”



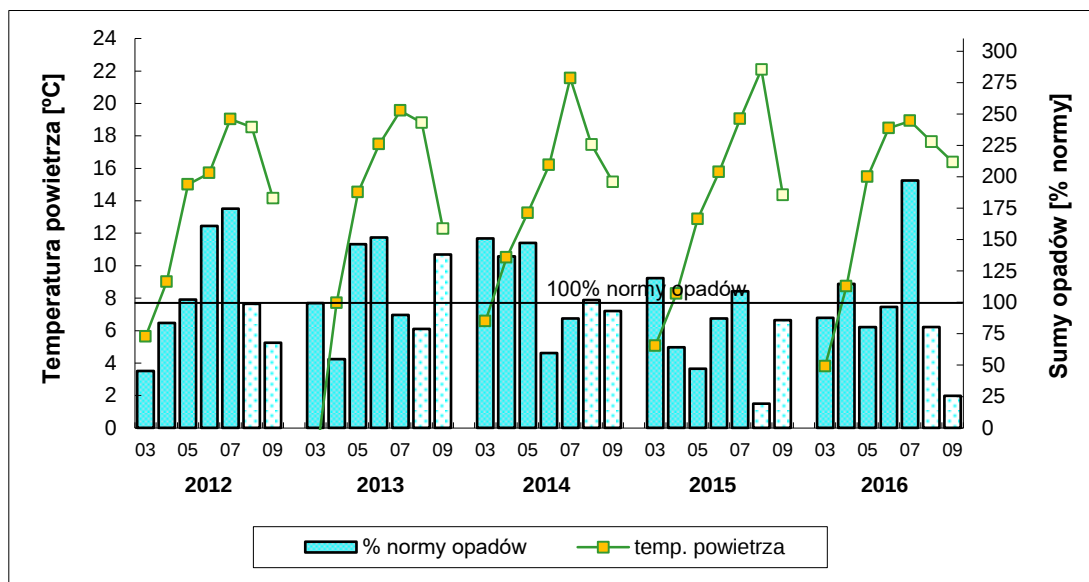
Rysunek 45. Uszkodzenie drzewostanów (gatunki razem, iglaste i liściaste) oraz suma opadów [% normy] od 1 marca do 31 lipca w latach 2012-2016 w krainach



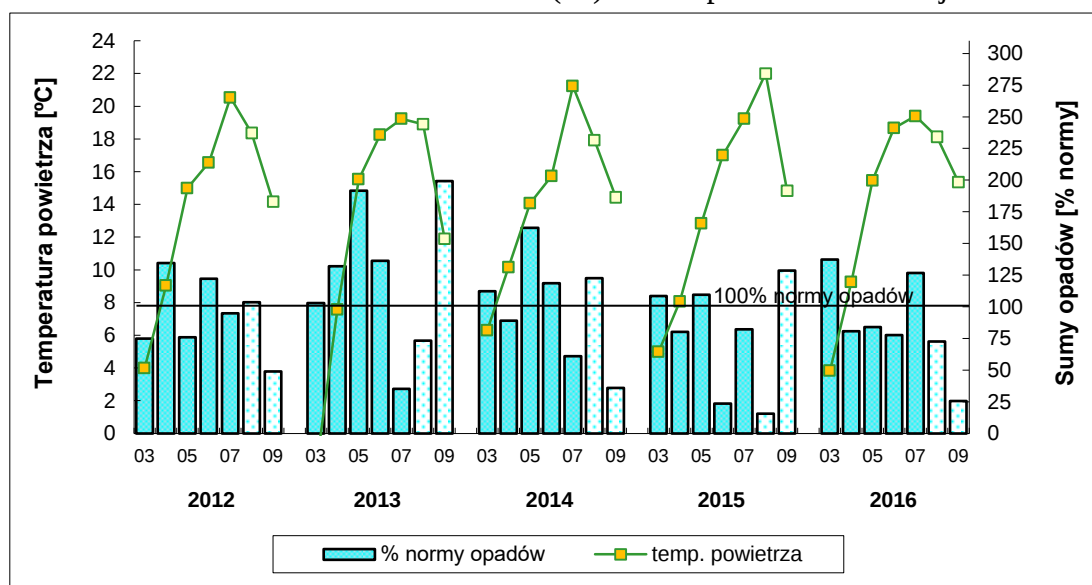
Rysunek 46. Średnie temperatury powietrza oraz sumy miesięczne opadów od marca do września^{*)} w latach 2012-2016 w Krainie (I) Bałtyckiej



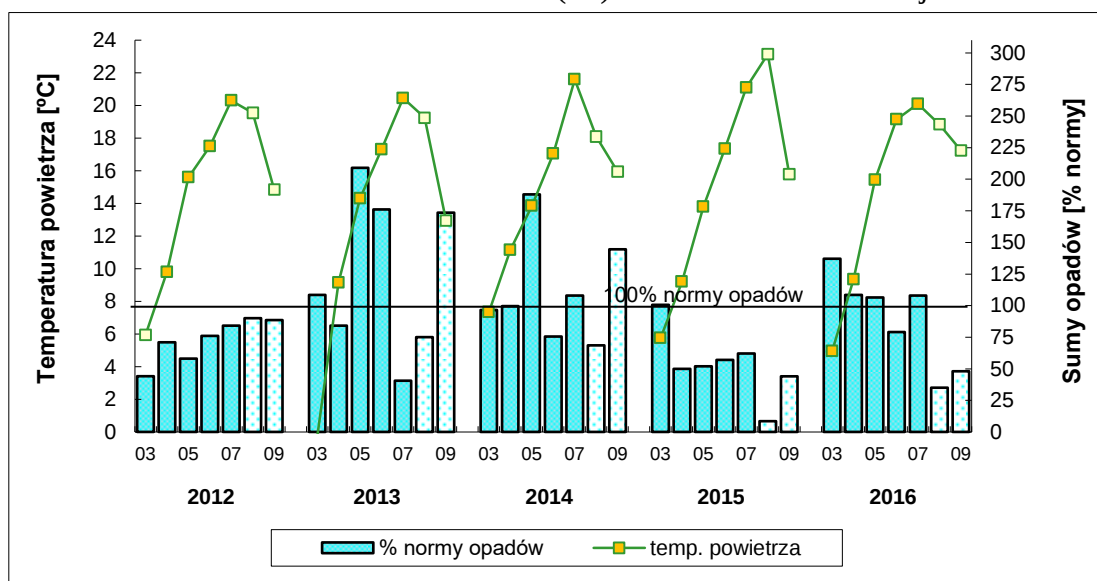
Rysunek 47. Średnie temperatury powietrza oraz sumy miesięczne opadów od marca do września^{*)} w latach 2012-2016 w Krainie (II) Mazursko-Podlaskiej



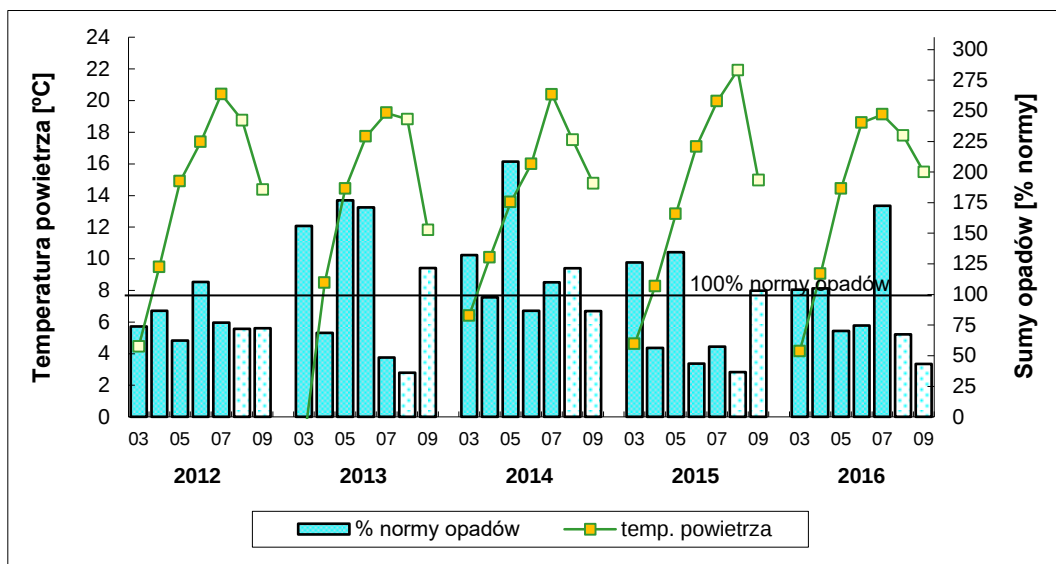
Rysunek 48. Średnie temperatury powietrza oraz sumy miesięczne opadów od marca do września^{*)} w latach 2012-2016 w Krainie (III) Wielkopolsko-Pomorskiej



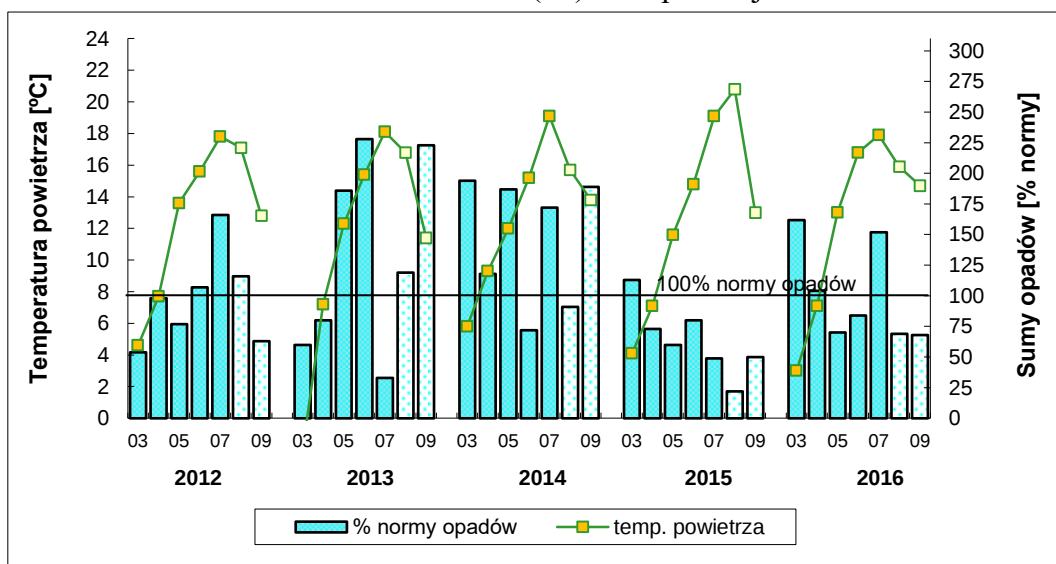
Rysunek 49. Średnie temperatury powietrza oraz sumy miesięczne opadów od marca do września^{*)} w latach 2012-2016 w Krainie (IV) Mazowiecko-Podlaskiej



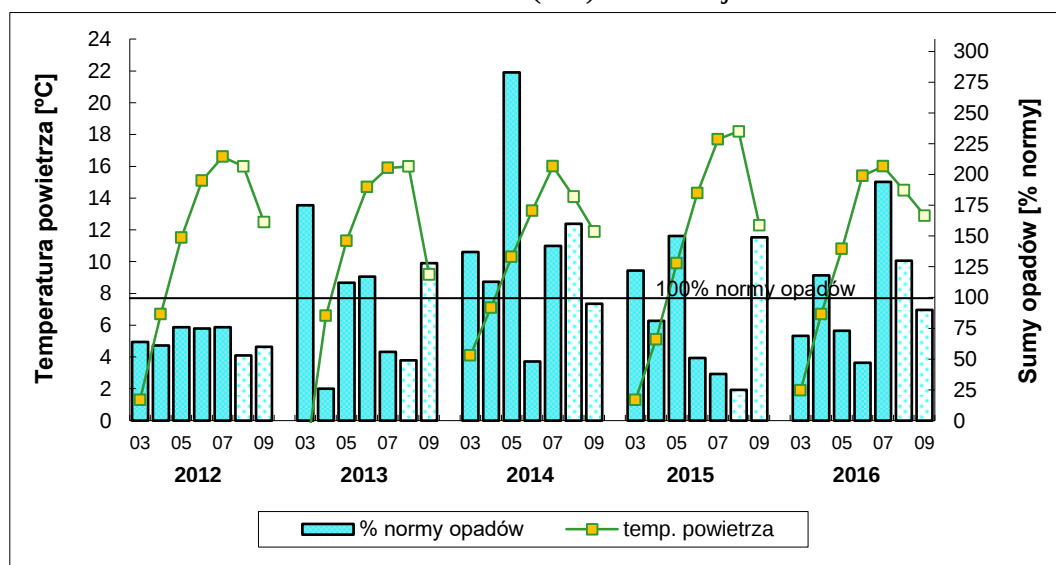
Rysunek 50. Średnie temperatury powietrza oraz sumy miesięczne opadów od marca do września^{*)} w latach 2012-2016 w Krainie (V) Śląskiej



Rysunek 51. Średnie temperatury powietrza oraz sumy miesięczne opadów od marca do września^{*)} w latach 2012-2016 w Krainie (VI) Małopolskiej

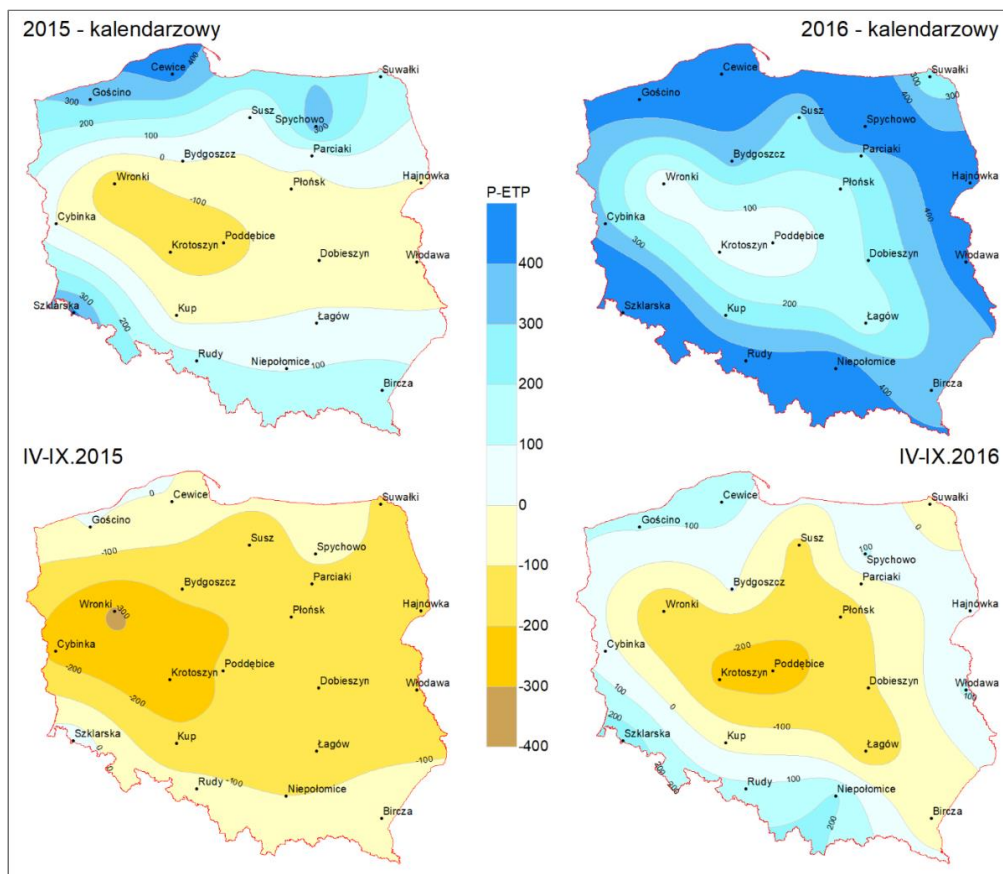


Rysunek 52. Średnie temperatury powietrza oraz sumy miesięczne opadów od marca do września^{*)} w latach 2012-2016 w Krainie (VII) Sudeckiej

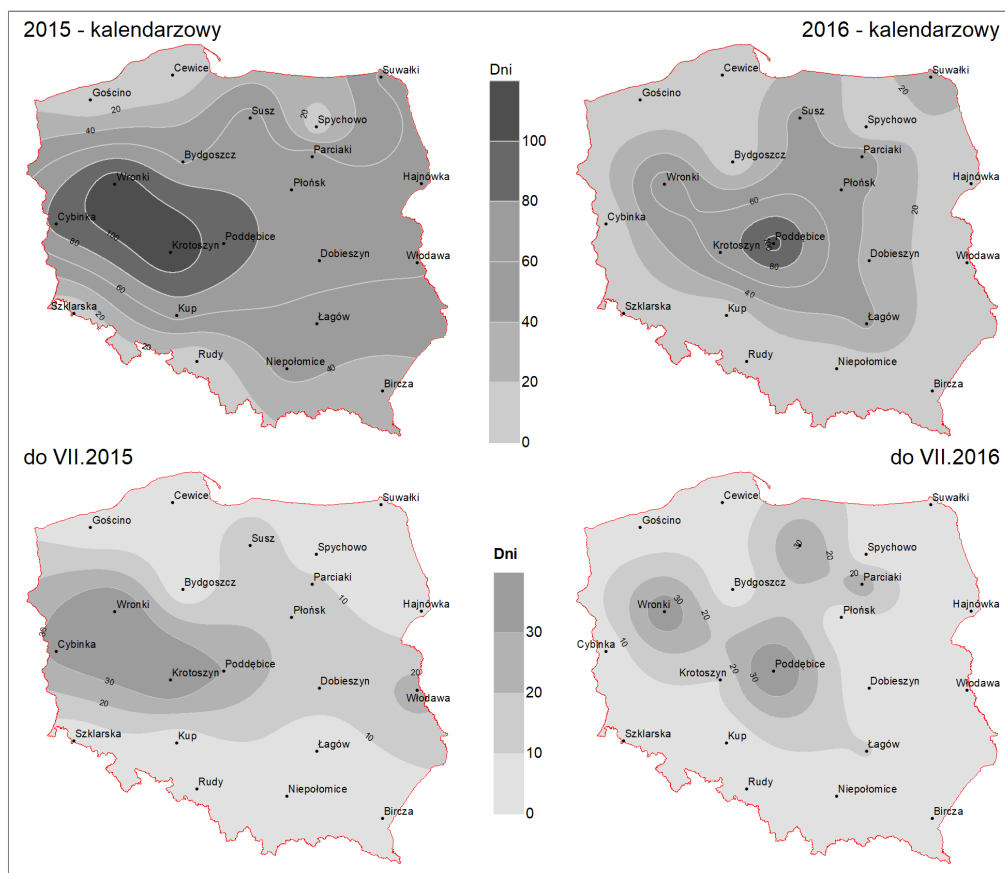


Rysunek 53. Średnie temperatury powietrza oraz sumy miesięczne opadów od marca do września^{*)} w latach 2012-2016 w Krainie (VIII) Karpackiej

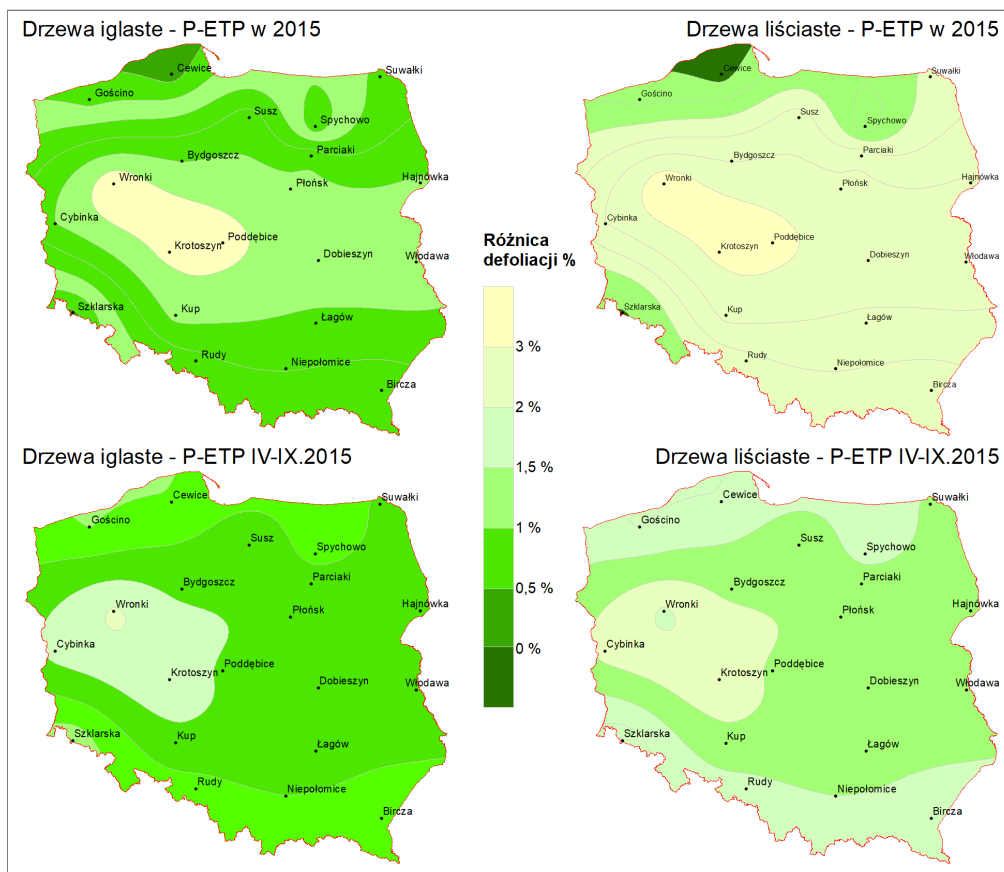
^{*)} Rysunki 46-53: Jaśniejszym kolorem oznaczono miesiące okresu wegetacyjnego nie mające wpływu na wynik oceny defoliacji prezentowany w tym opracowaniu, gdyż ocenę na większości powierzchni wykonywano w lipcu.



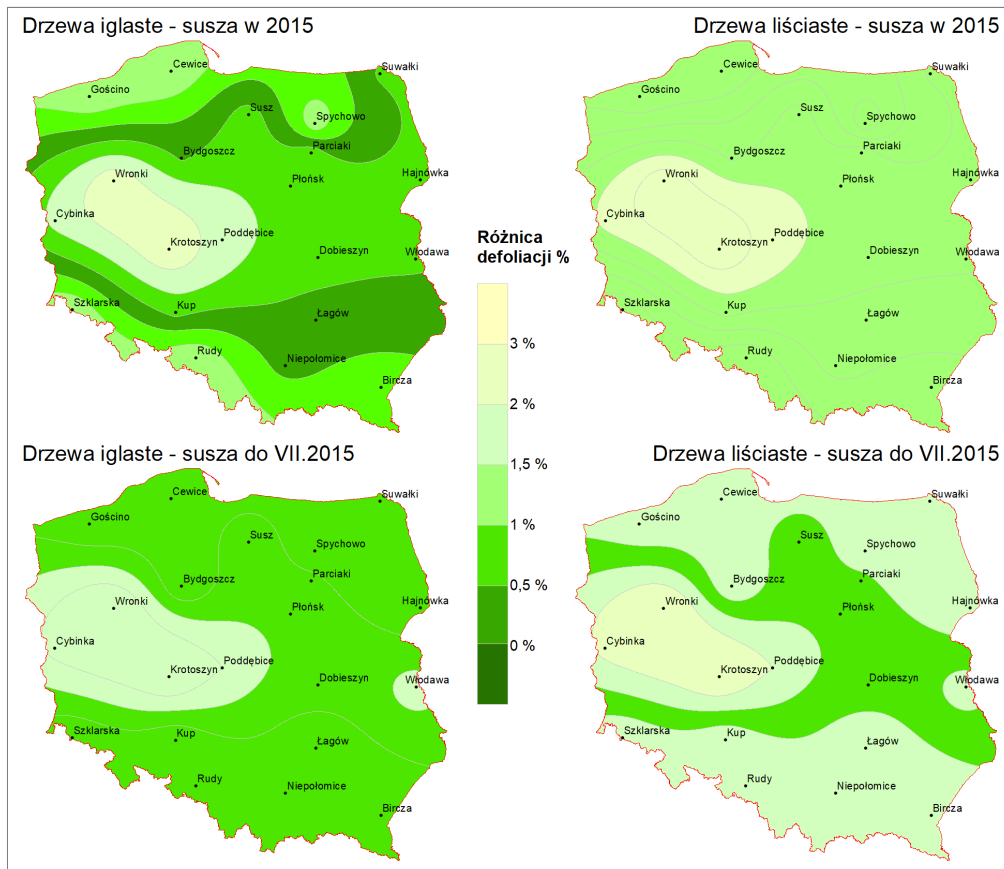
Rysunek 54. Klimatyczny bilans wodny (P-ETP) w latach 2015 i 2016 w ujęciu lat kalendarzowych i w miesiącach półrocza ciepłego (IV-IX)



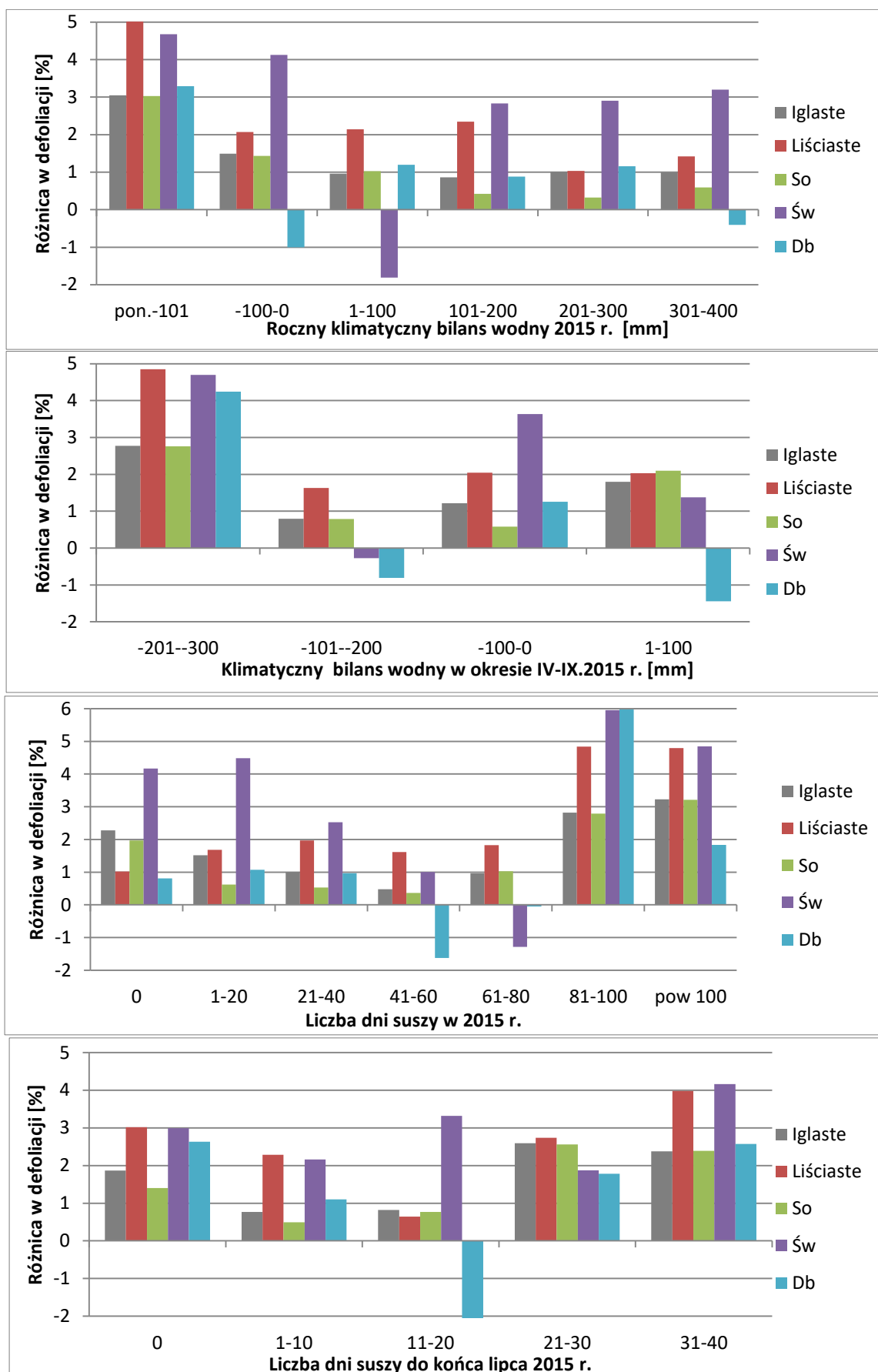
Rysunek 55. Liczba dni suszy w lasach Polski, w roku kalendarzowym i do końca lipca w 2015 roku [Boczoń i in. 2016] i 2016 roku.



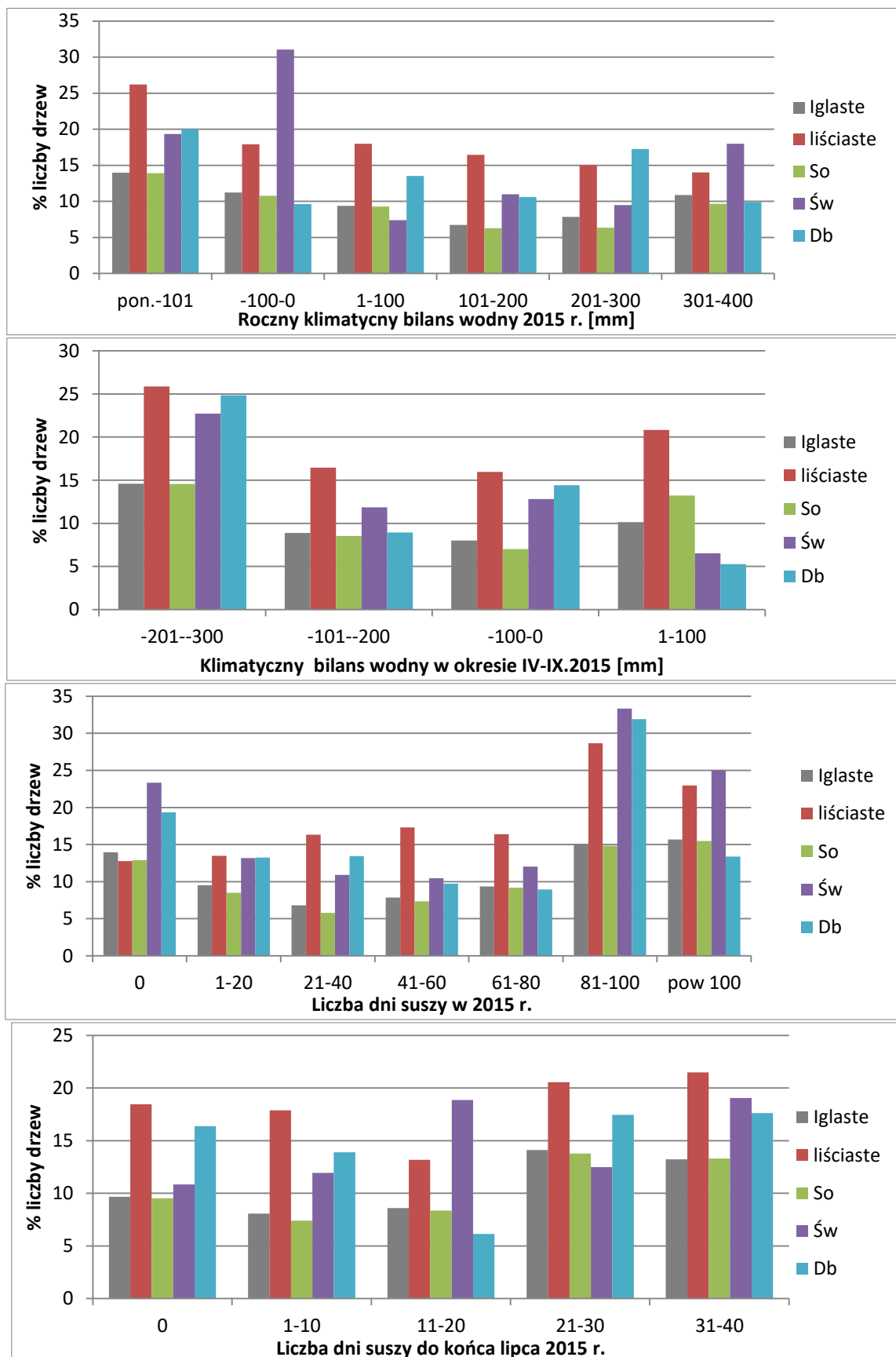
Rysunek 56. Różnica defoliacja w latach 2016 i 2014 drzew liściastych i iglastych na powierzchniach klas klimatycznego bilansu wodnego (P-ETP) w latach 2015 w ujęciu lat kalendarzowych i w miesiącach półrocza ciepłego (IV-IX)



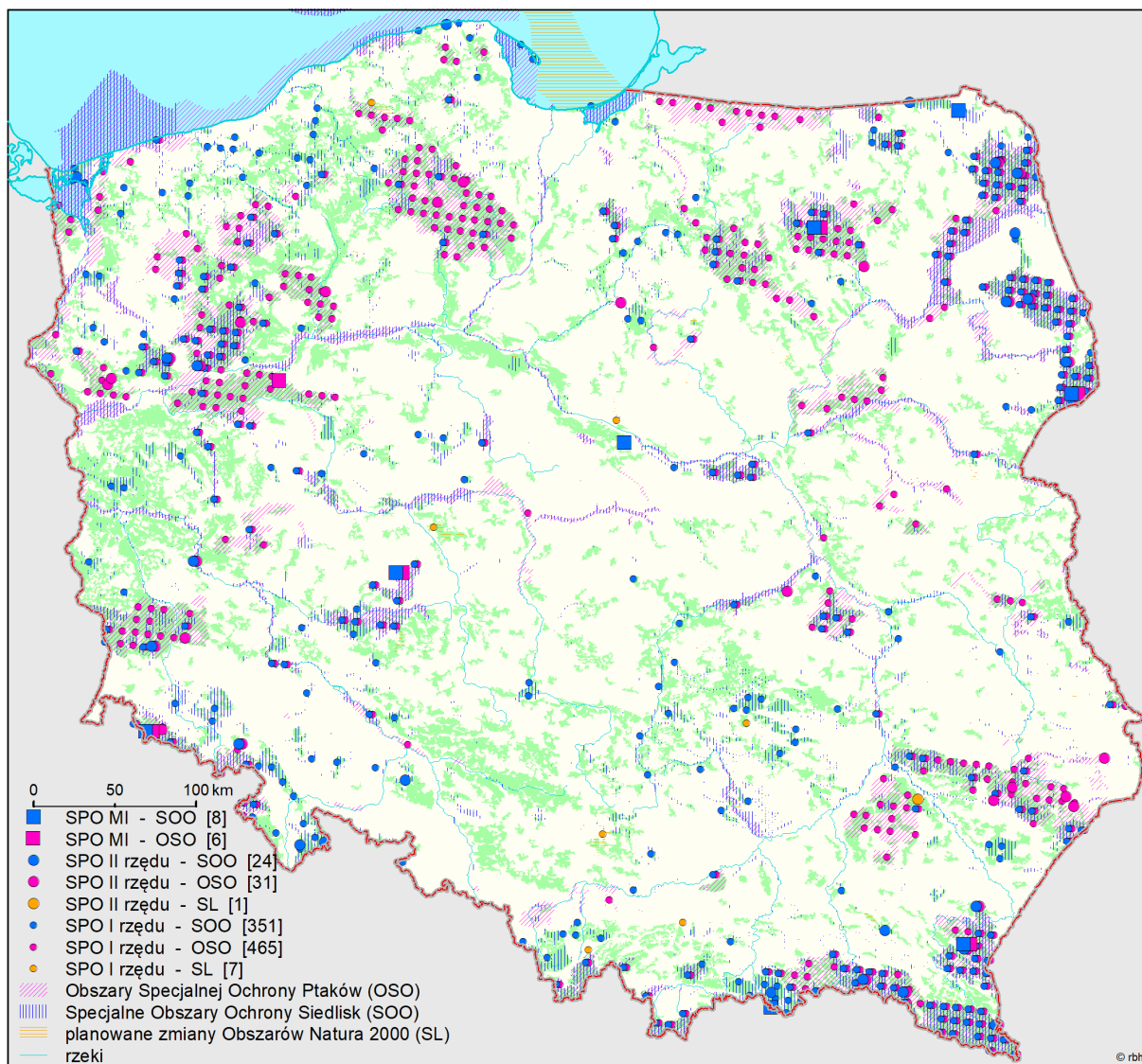
Rysunek 57. Różnica defoliacja w latach 2016 i 2014 drzew liściastych i iglastych na powierzchniach klas liczby dni suszy w lasach Polski w roku kalendarzowym i do końca lipca w 2015 roku.



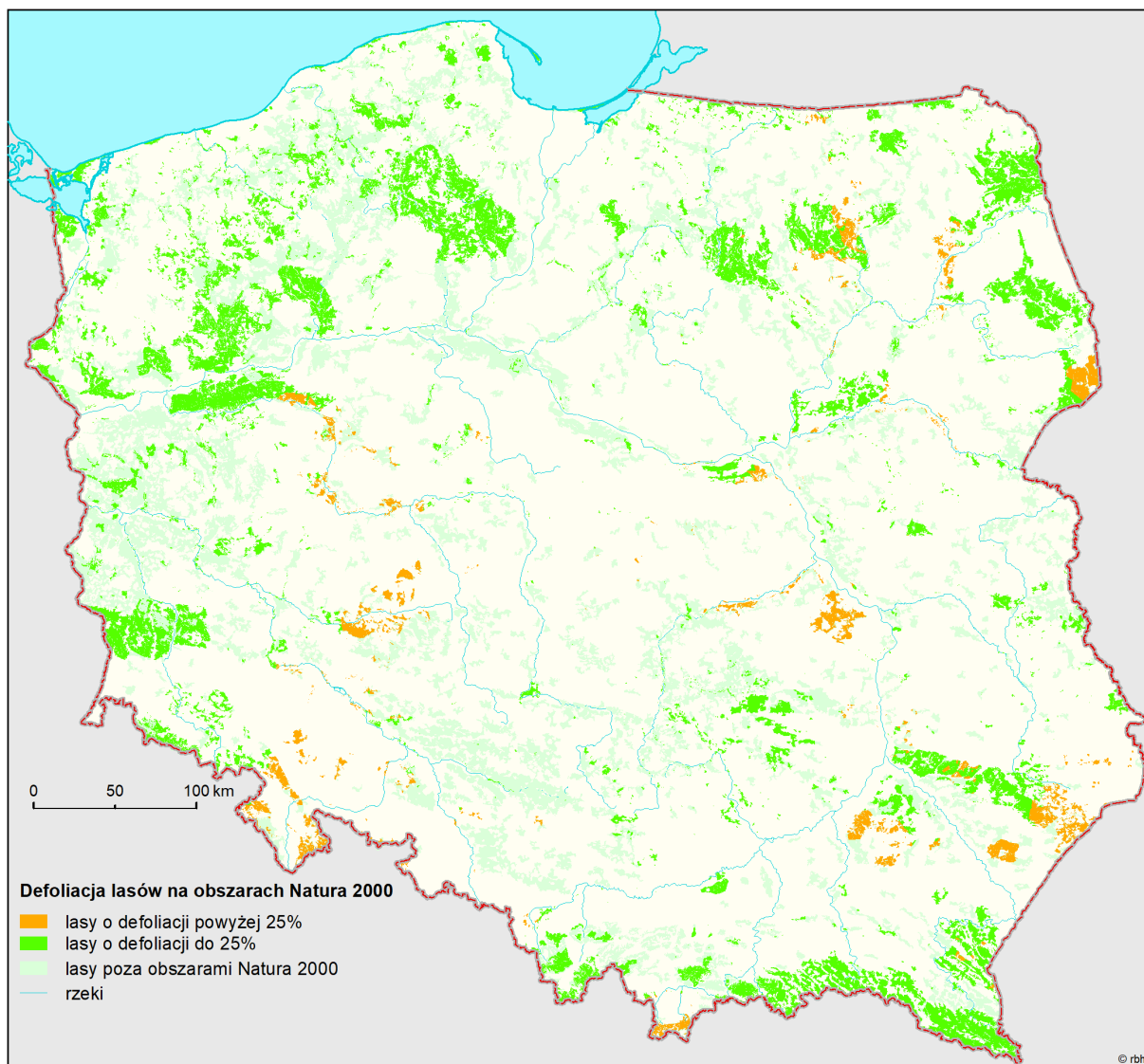
Rysunek 58. Różnica w defoliacji między latami 2016 i 2014 dla poszczególnych grup drzew w warunkach panujących w 2015 r.



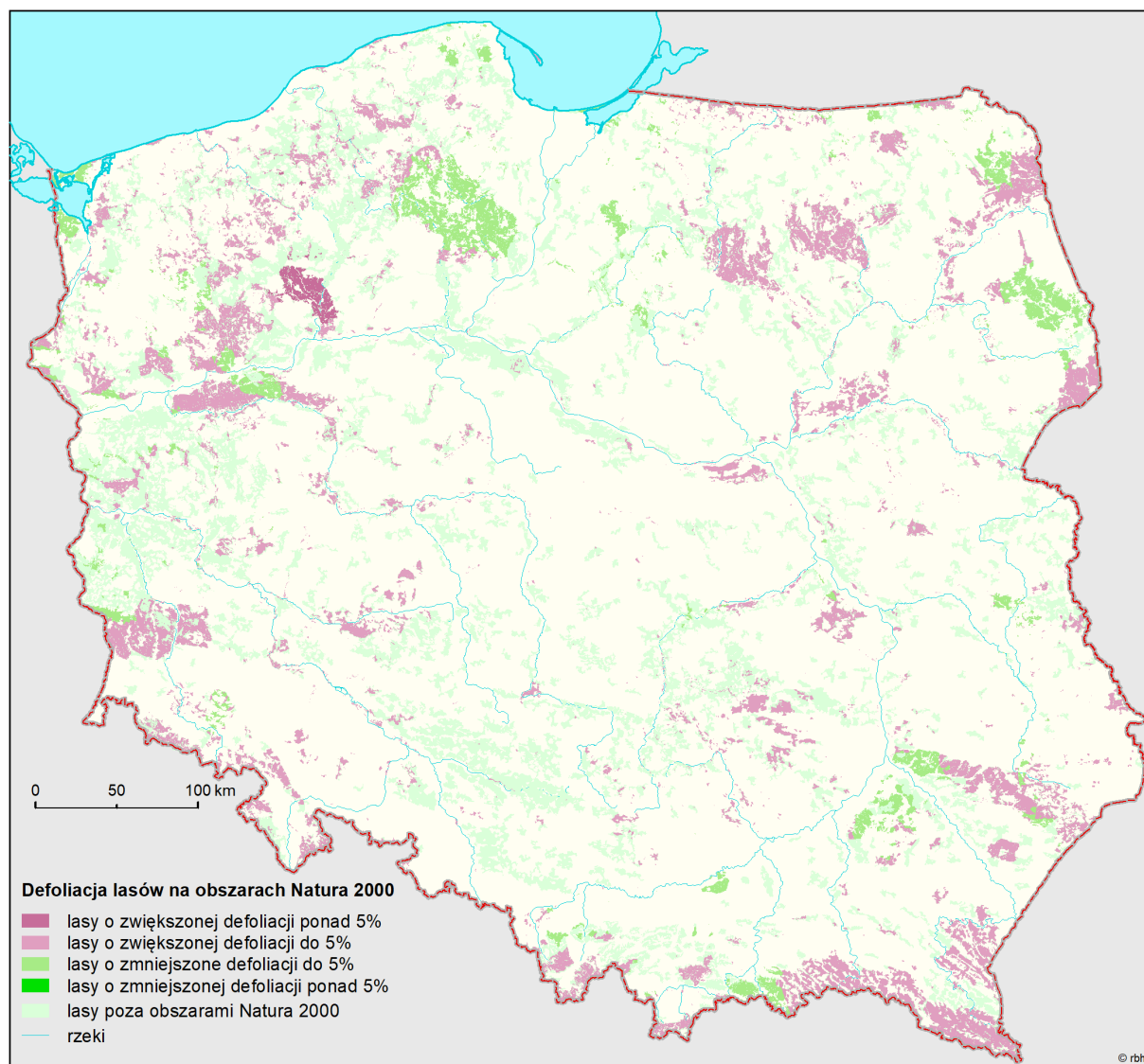
Rysunek 59. Procent liczby drzew o różnicy defoliacji większej lub równej 10% między latami 2016 i 2014 dla poszczególnych grup drzew w warunkach panujących w 2015 roku.



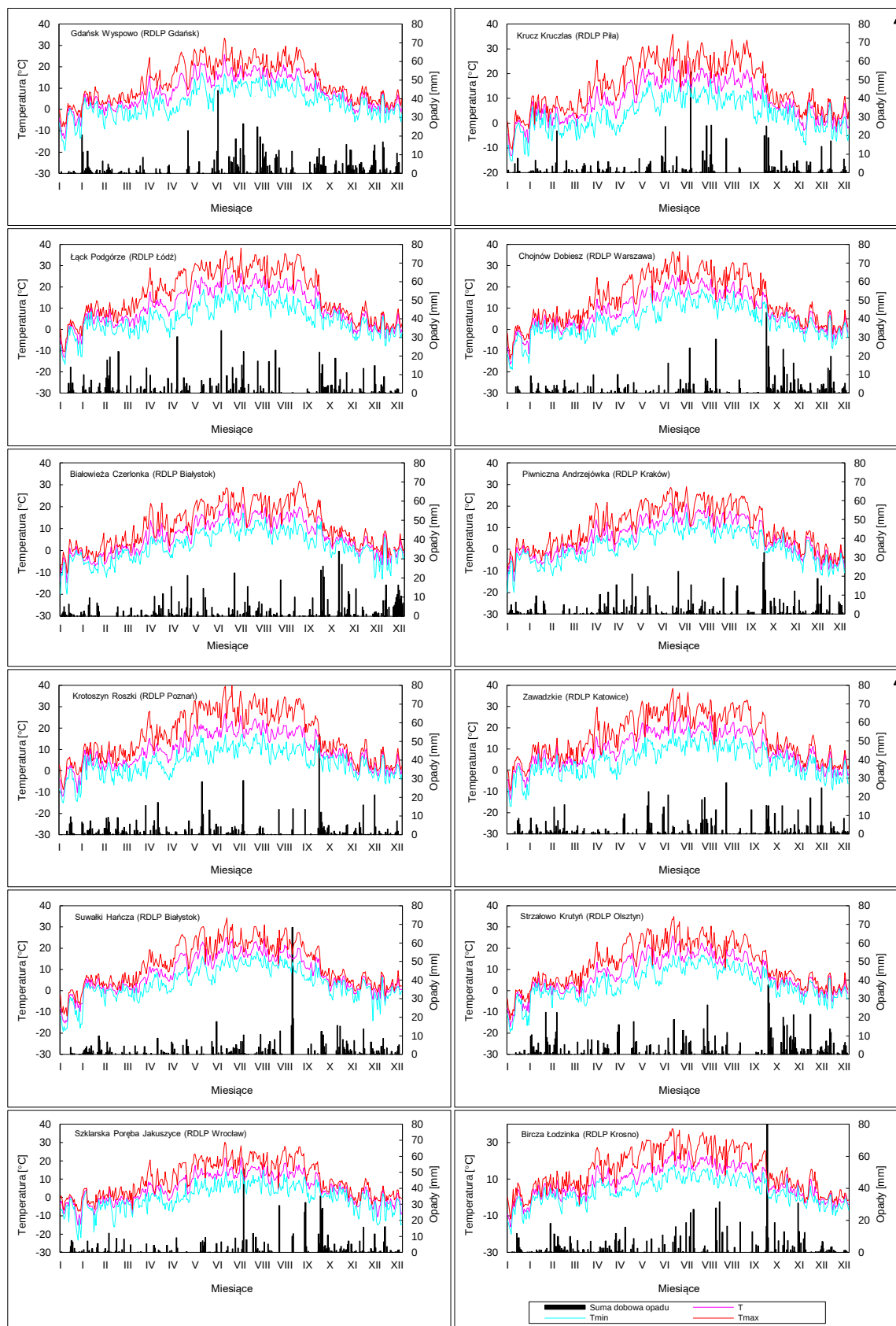
Rysunek 60. Rozmieszczenie SPO I i II rzędu oraz powierzchni Monitoringu Intensywnego na obszarach Natura 2000 (stan na koniec 2016 r.)



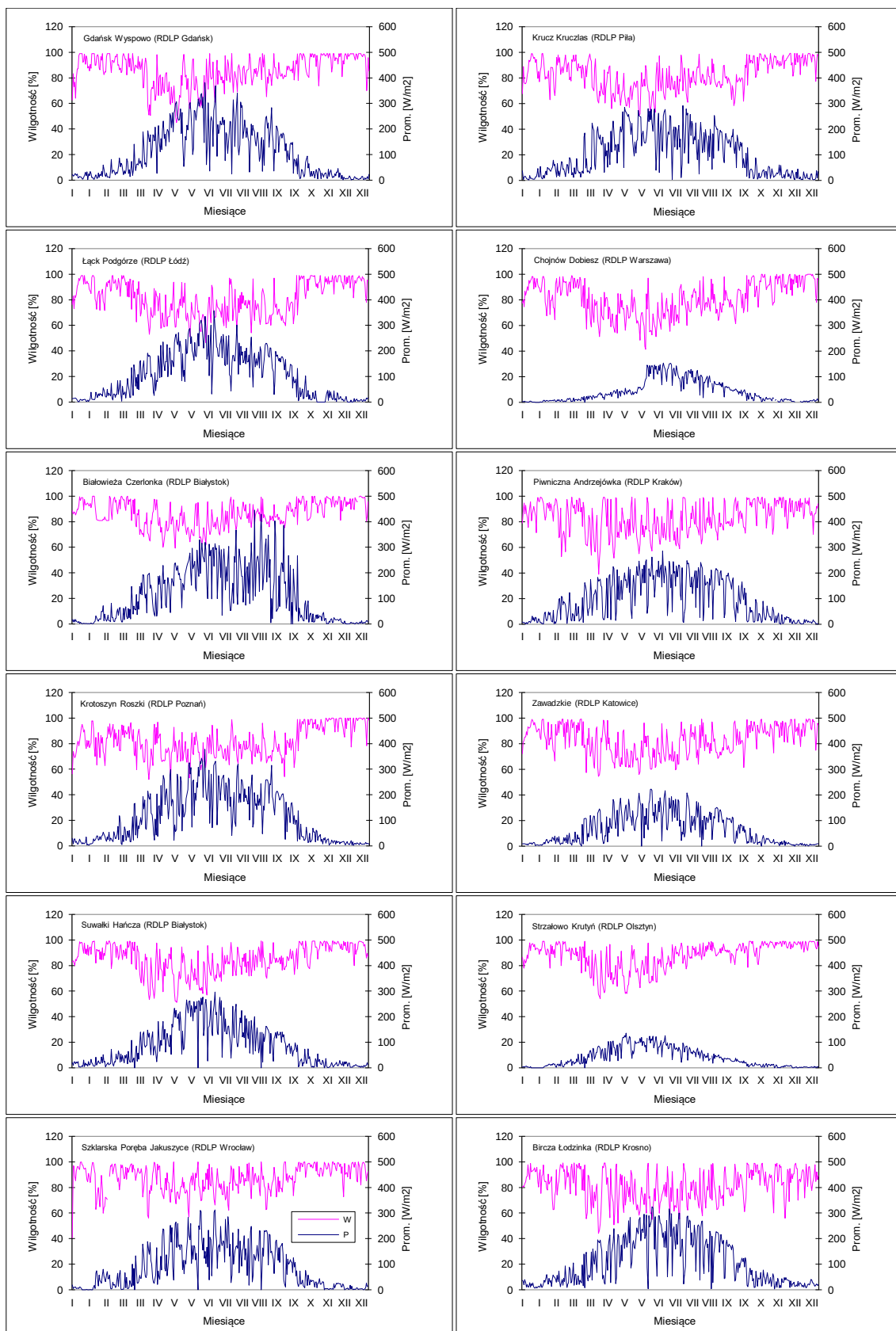
Rysunek 61. Poziom uszkodzenia lasów na obszarach Natura 2000 na podstawie oceny defoliacji na stałych powierzchniach obserwacyjnych I rzędu (stan na 2016 rok)



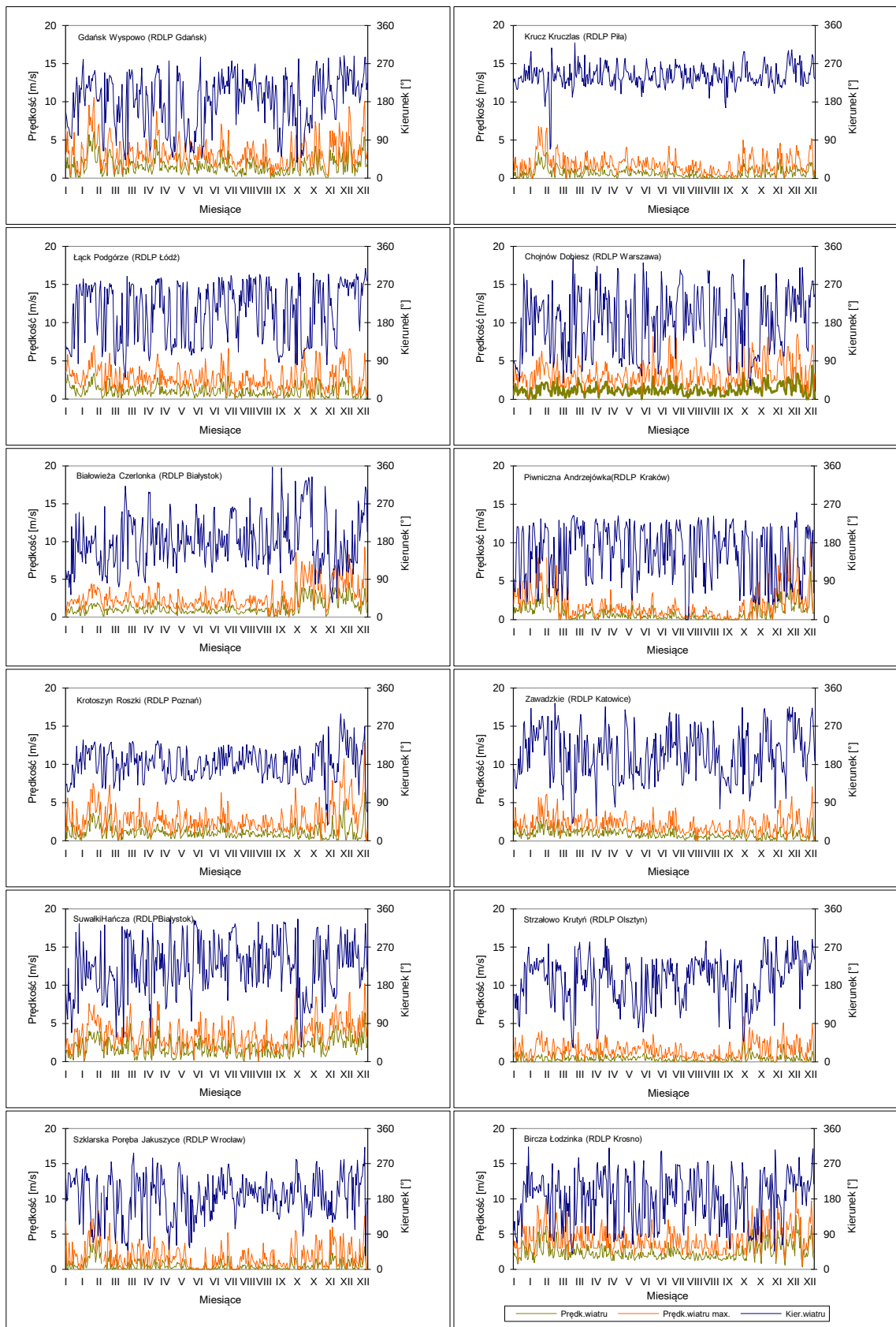
Rysunek 62. Różnica w poziomie uszkodzenia lasów na obszarach Natura 2000 pomiędzy latami 2016 i 2015 na podstawie zmiany defoliacji na stałych powierzchniach obserwacyjnych I rzędu



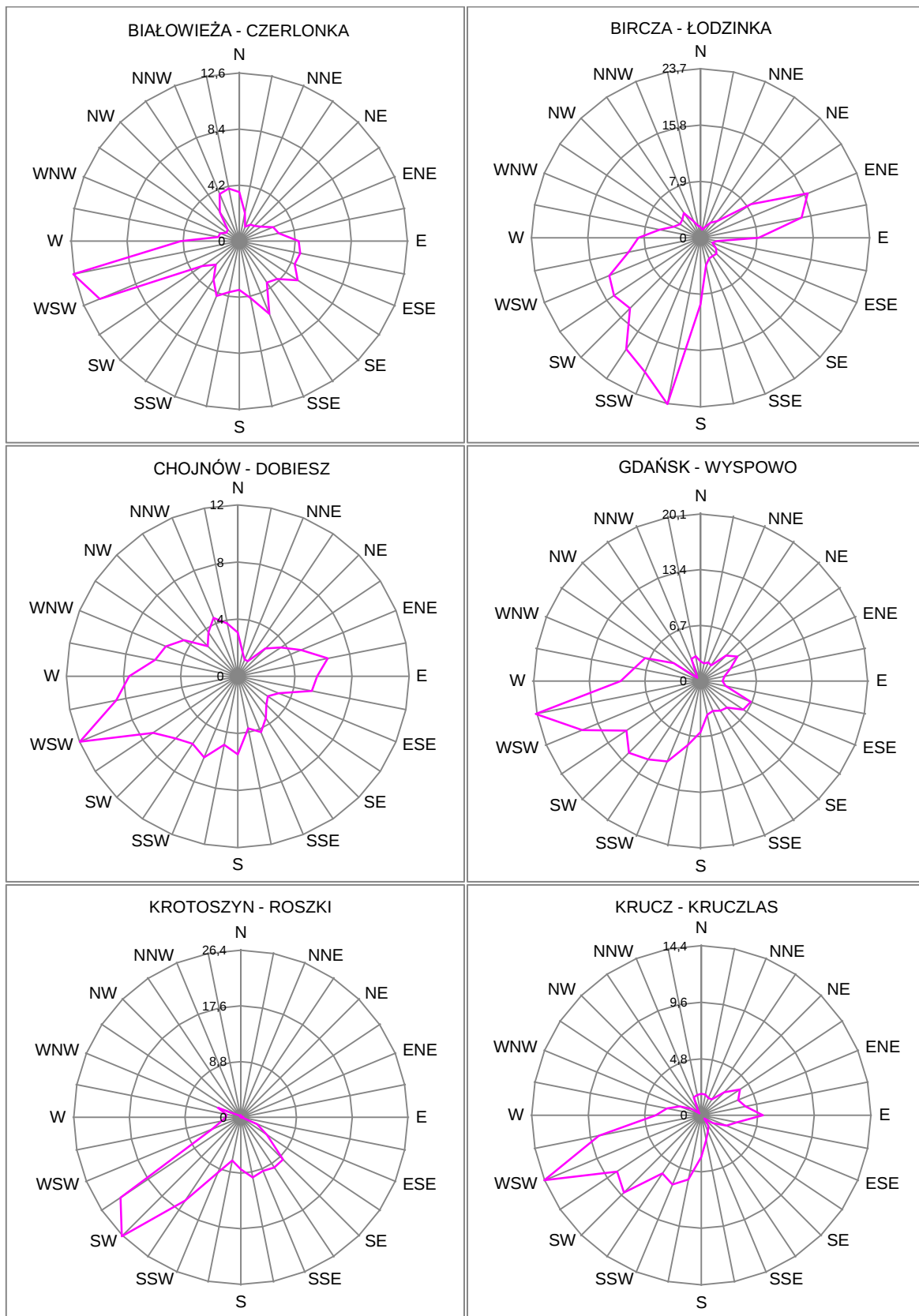
Rysunek 63. Średnie dobowe i ekstremalne temperatury powietrza (na wys. 2 m nad ziemią) oraz dobowe sumy opadów atmosferycznych mierzone na stacjach meteorologicznych monitoringu lasu SPO MI w 2016 r.



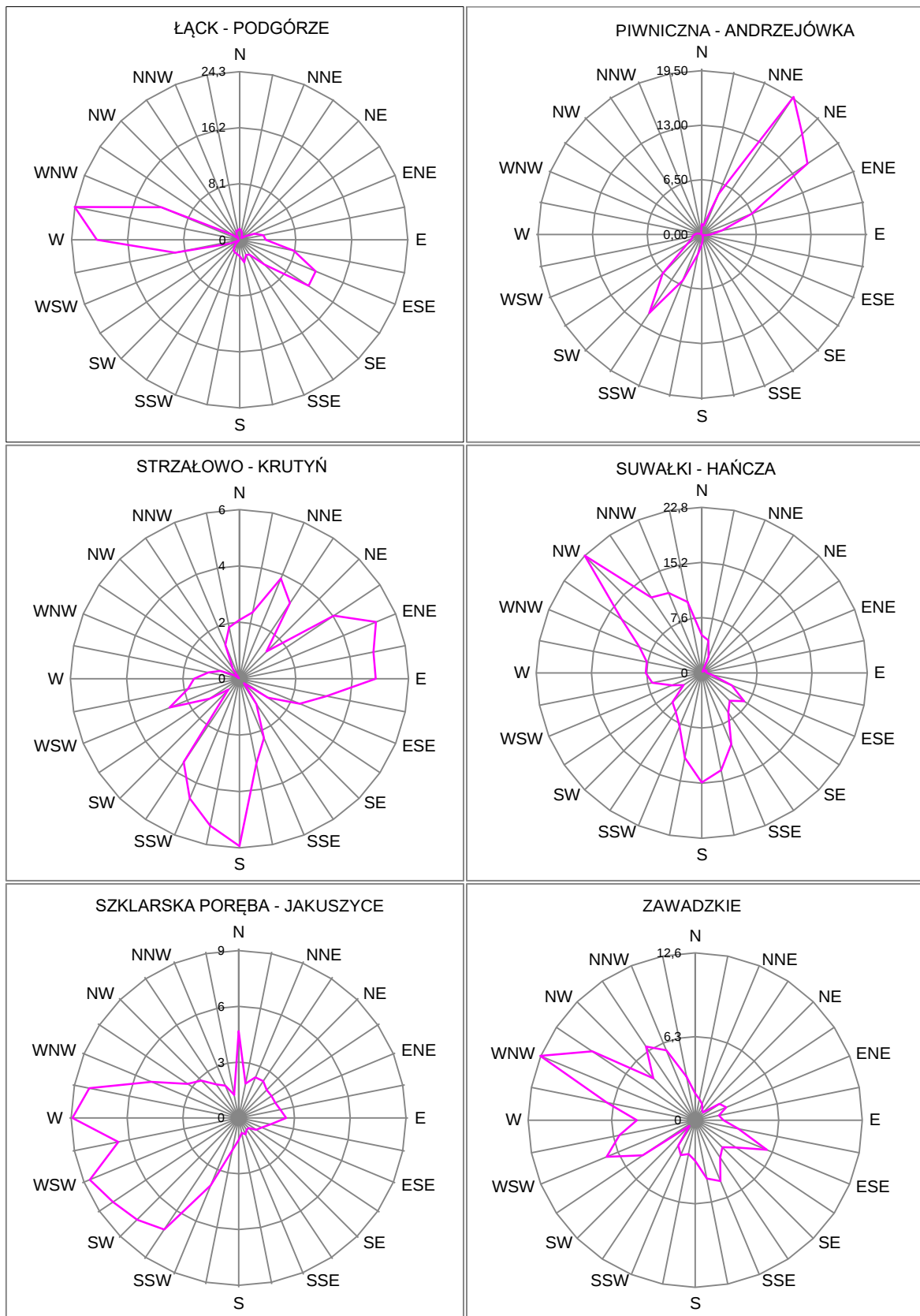
Rysunek 64. Wilgotność względna powietrza na wysokości 2 m nad ziemią oraz całkowite promieniowanie padające, mierzone na stacjach meteorologicznych monitoringu lasu SPO MI w 2016 r.



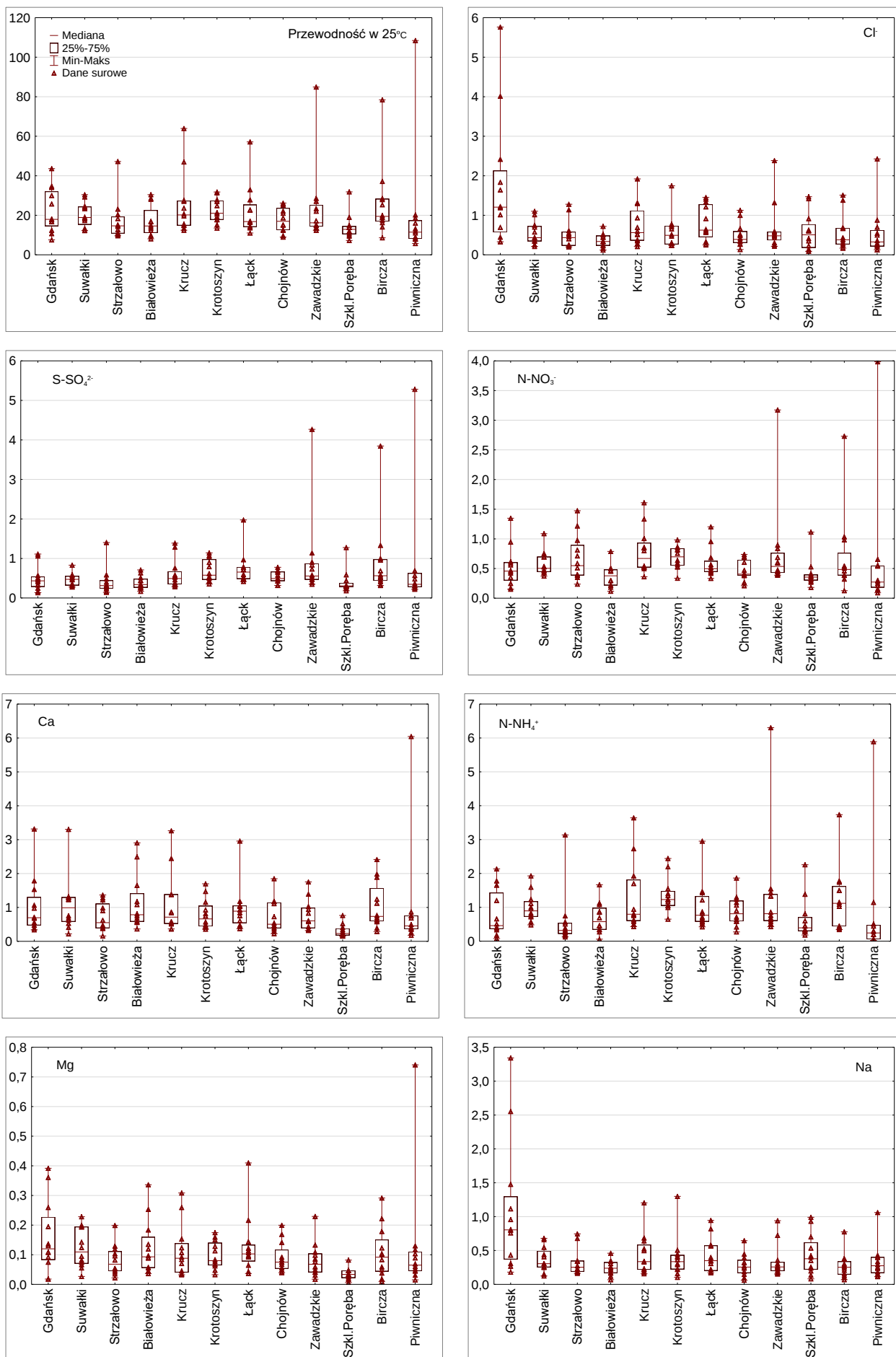
Rysunek 65. Prędkość średnia dobową i maksymalną oraz kierunek wiatru mierzone na stacjach meteorologicznych monitoringu lasu SPO MI w 2016 r.



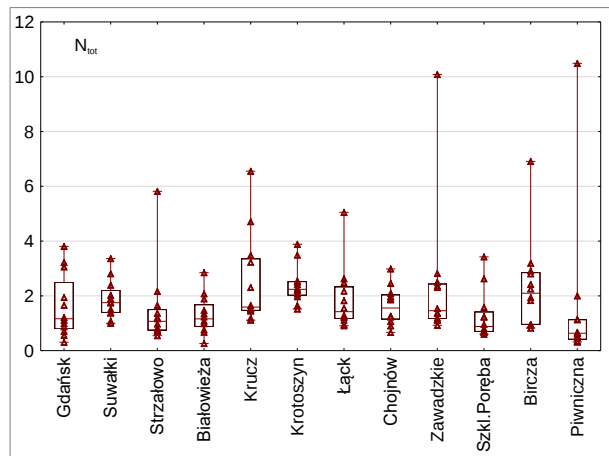
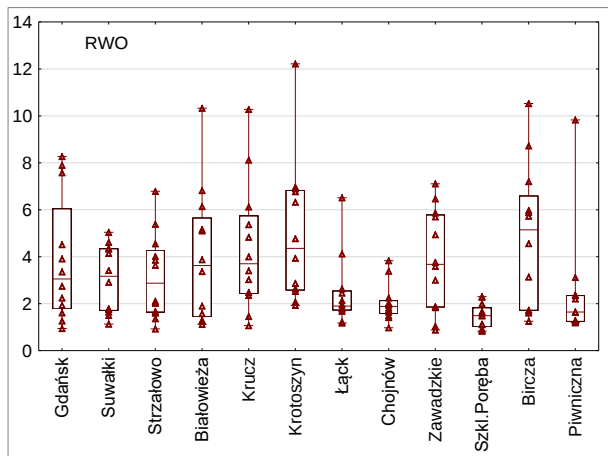
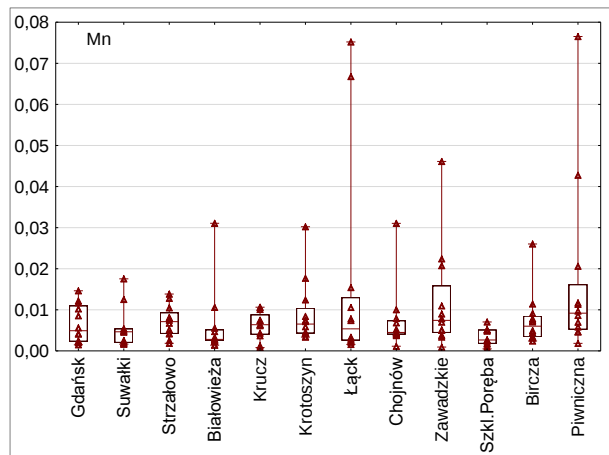
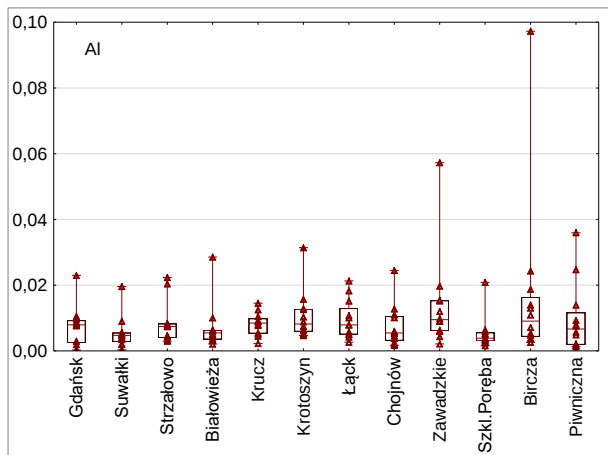
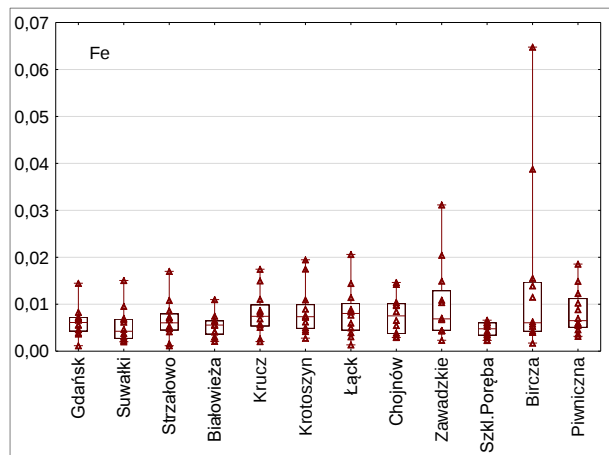
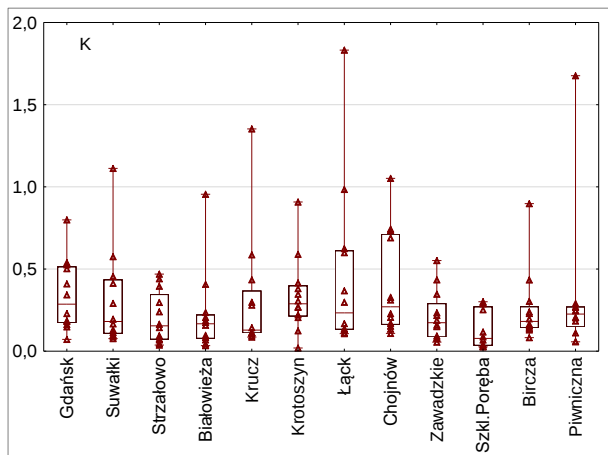
Rysunek 66. Róża wiatrów mierzonych na automatycznych stacjach meteorologicznych SPO MI w roku 2016.



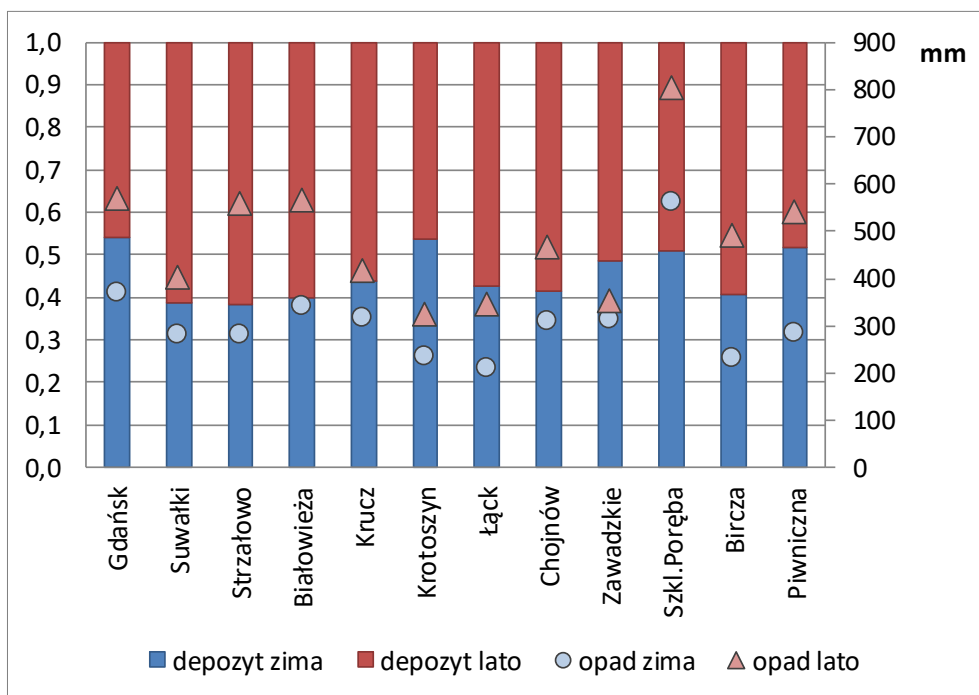
Rysunek 66. cd.



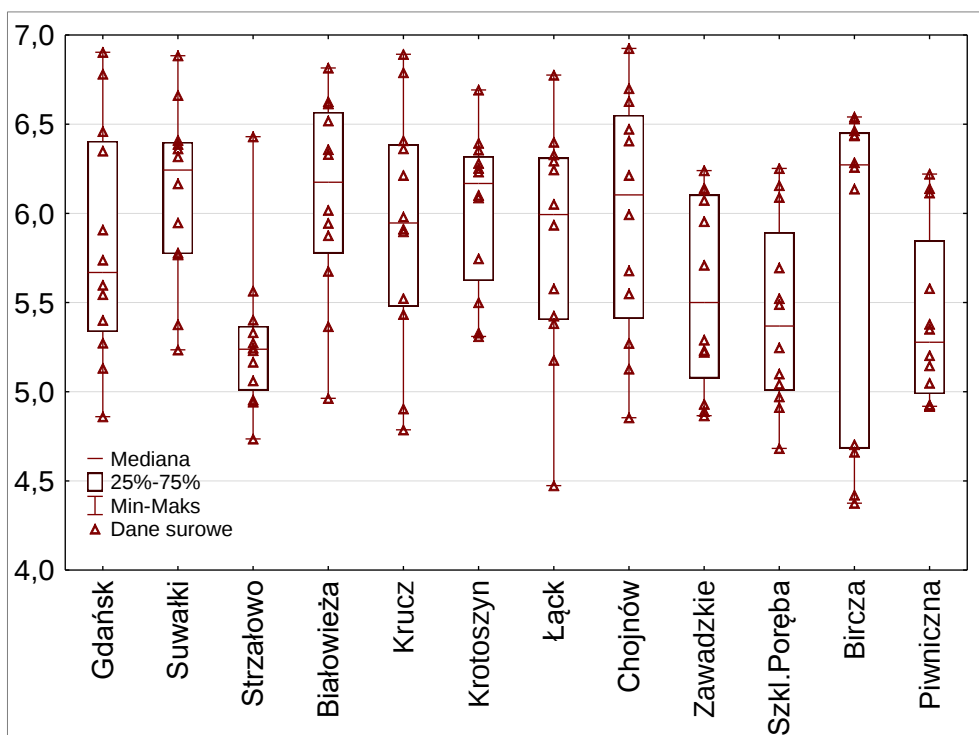
Rysunek 67. Przewodność [$\mu\text{S cm}^{-1}$] i stężenie składników: Cl^- , S-SO_4^{2-} , N-NO_3^- , N-NH_4^+ , Ca, Mg, Na, K, Fe, Al, Mn, rozpuszczonego węgla organicznego RWO i azotu całkowitego N_{tot} [mg dm^{-3}] w opadach na otwartej przestrzeni na SPO MI w 2016 roku.



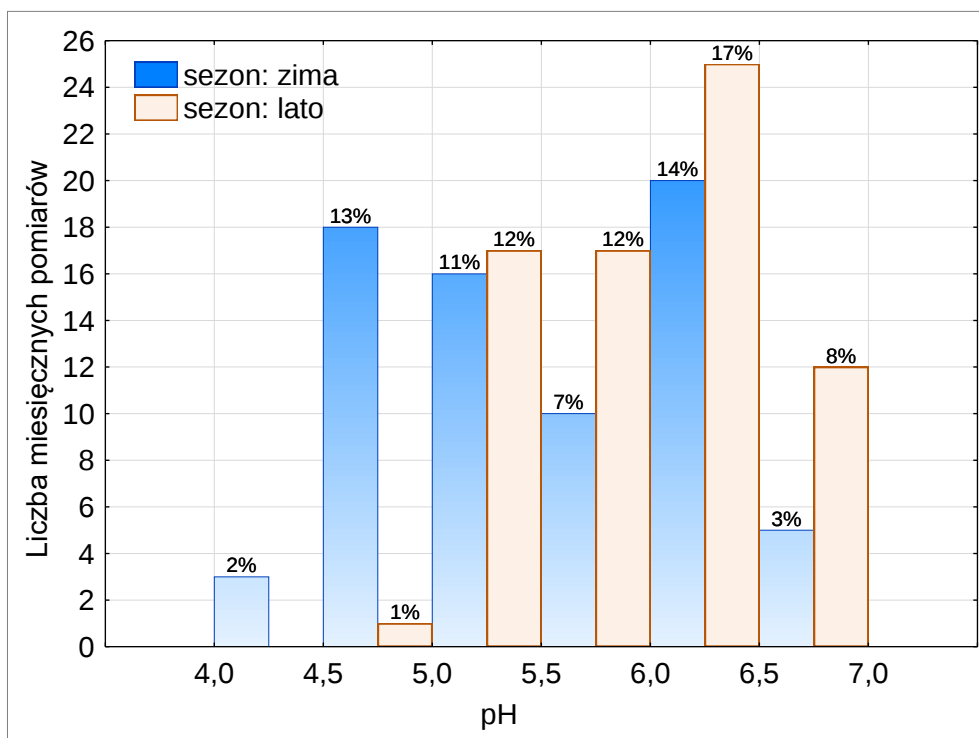
Rysunek 67. cd.



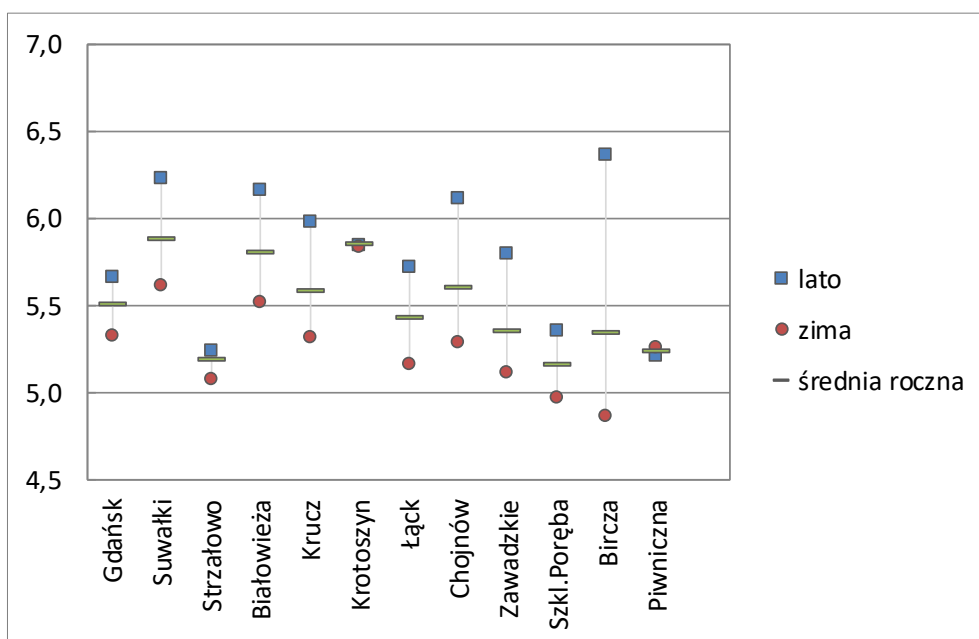
Rysunek 68. Suma opadu bezpośredniego [mm] (prawa oś) oraz udział depozytu w sezonie letnim (V-X) i zimowym (I-IV, XI-XII) na SPO MI w 2016 roku.



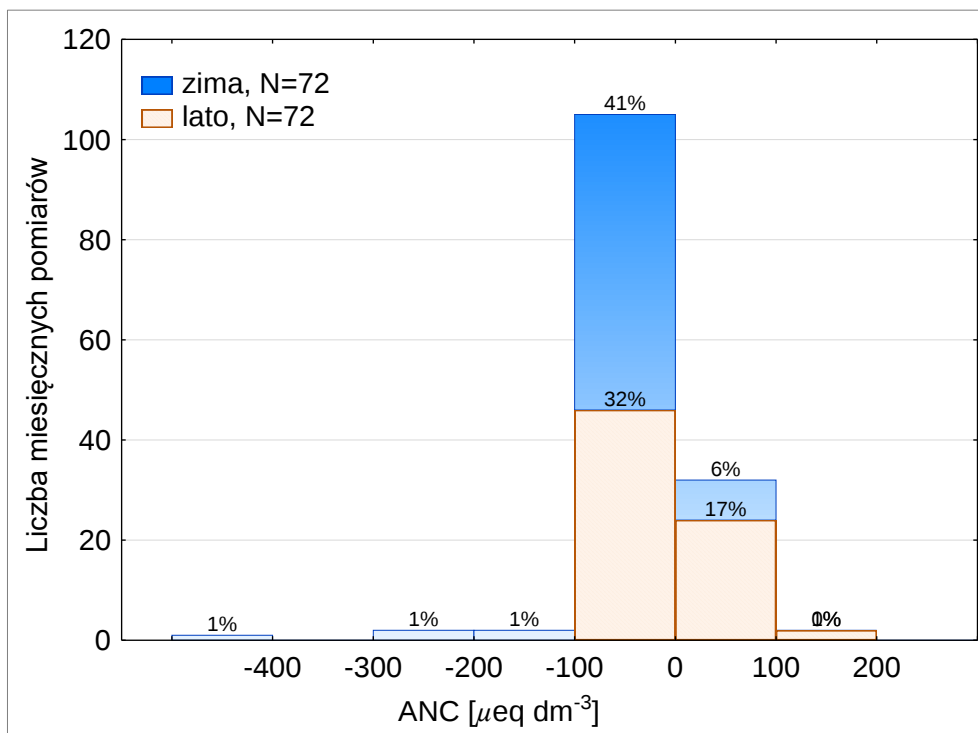
Rysunek 69. pH opadów na otwartej przestrzeni na SPO MI w 2016 roku.



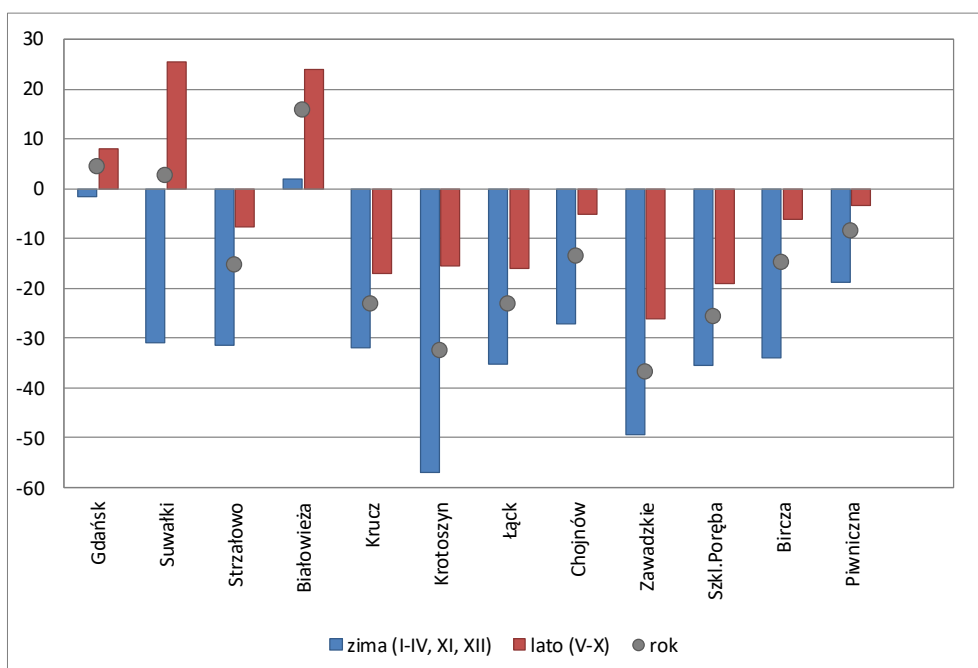
Rysunek 70. Histogram pH opadów na otwartej przestrzeni na SPO MI w sezonie letnim (maj-październik) i zimowym (styczeń-kwiecień, listopad-grudzień) w 2016 roku.



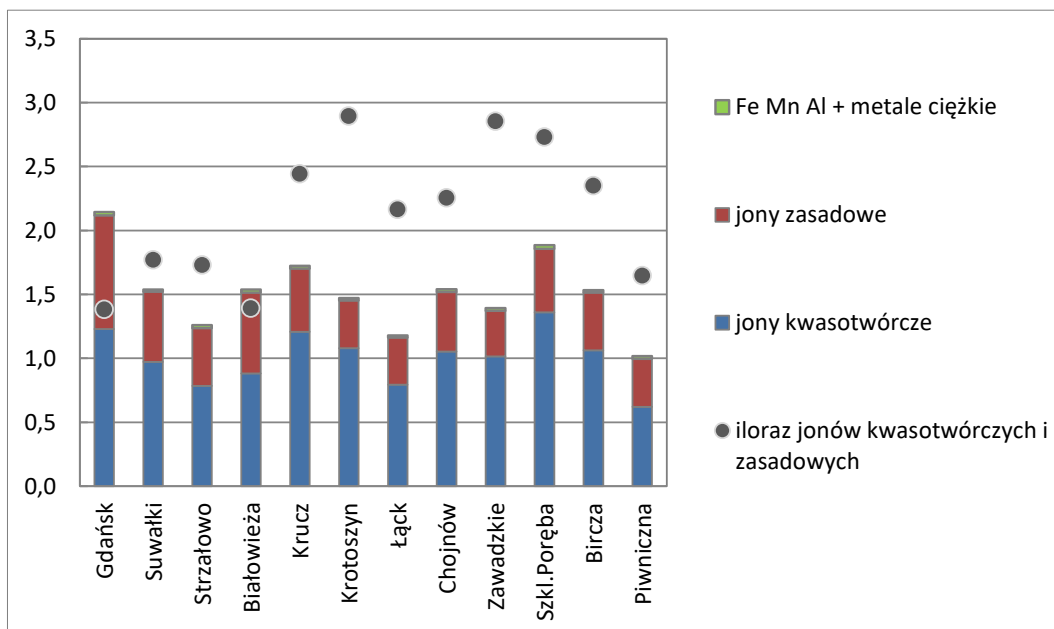
Rysunek 71. Średnie pH roczne, sezonu letniego (V-X) i zimowego (I-IV i XI-XII) na SPO MI w 2016 roku w opadach na otwartej przestrzeni.



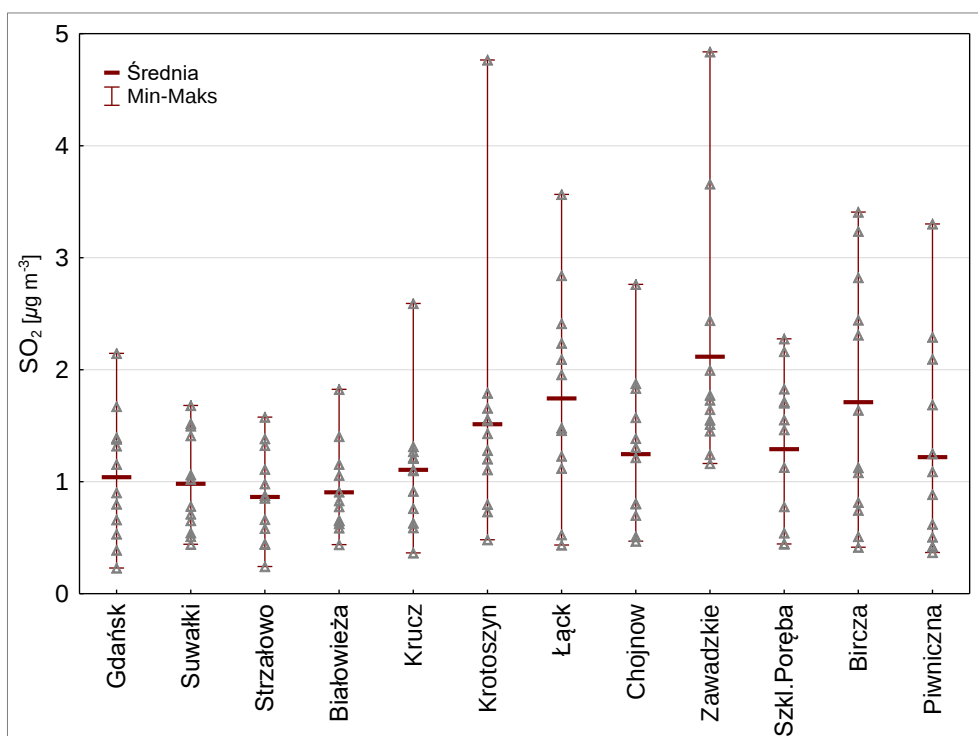
Rysunek 72. Histogram ANC [$\mu\text{eq dm}^{-3}$] w opadach na otwartej przestrzeni w sezonie letnim (maj-październik) i zimowym (styczeń-kwiecień, listopad-grudzień) na SPO MI w 2016 roku.



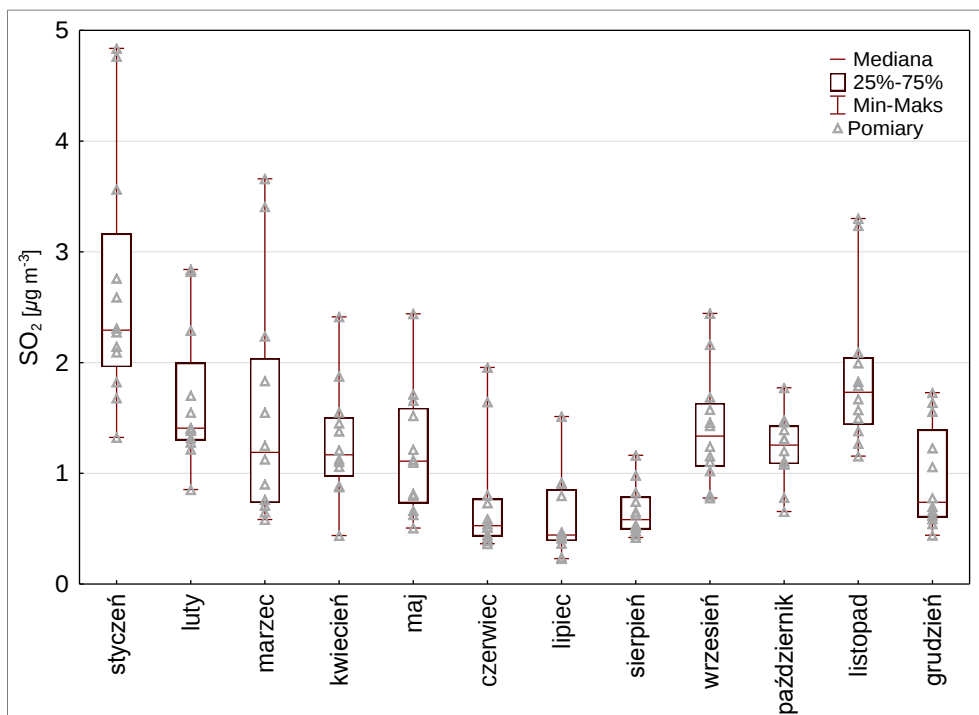
Rysunek 73. Pojemność zobojętniania kwasów (ANC) [$\mu\text{eq dm}^{-3}$] w opadach na otwartej przestrzeni na SPO MI średnio od stycznia do grudnia, średnio w okresie zimowym (miesiące I-IV i XI-XII) i letnim (V-X) na SPO MI w 2016 roku.



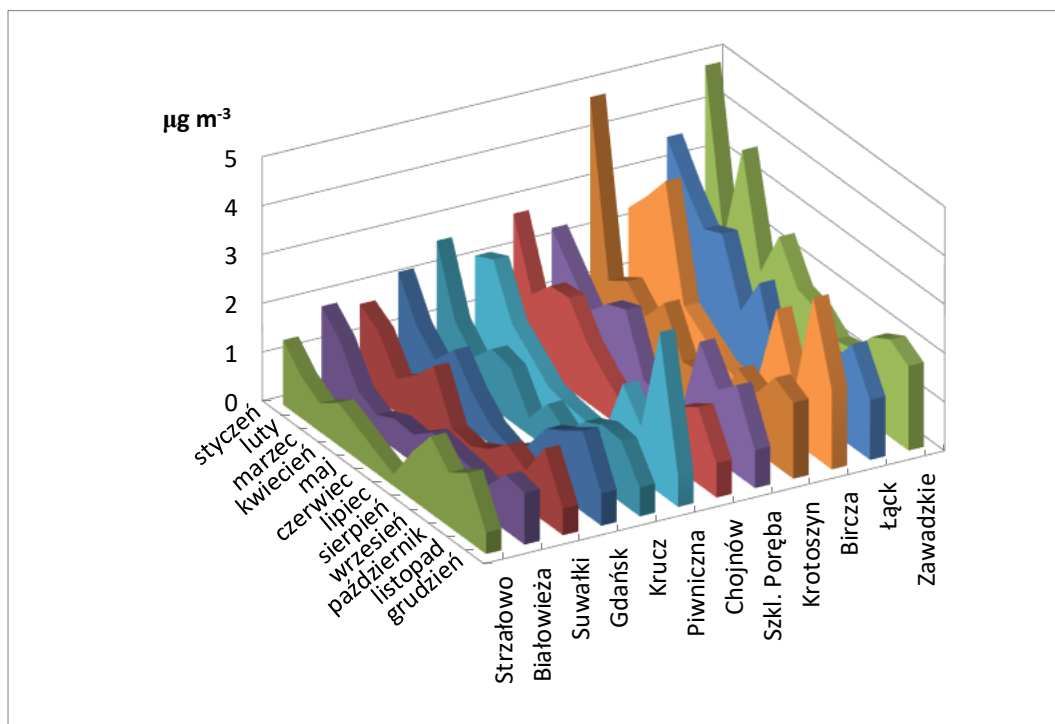
Rysunek 74. Ładunek jonów [$\text{kmol}_c \text{ ha}^{-1}$] oraz stosunek depozytu jonów kwasotwórczych do zasadowych w opadach na otwartej przestrzeni na SPO MI w 2016 roku.



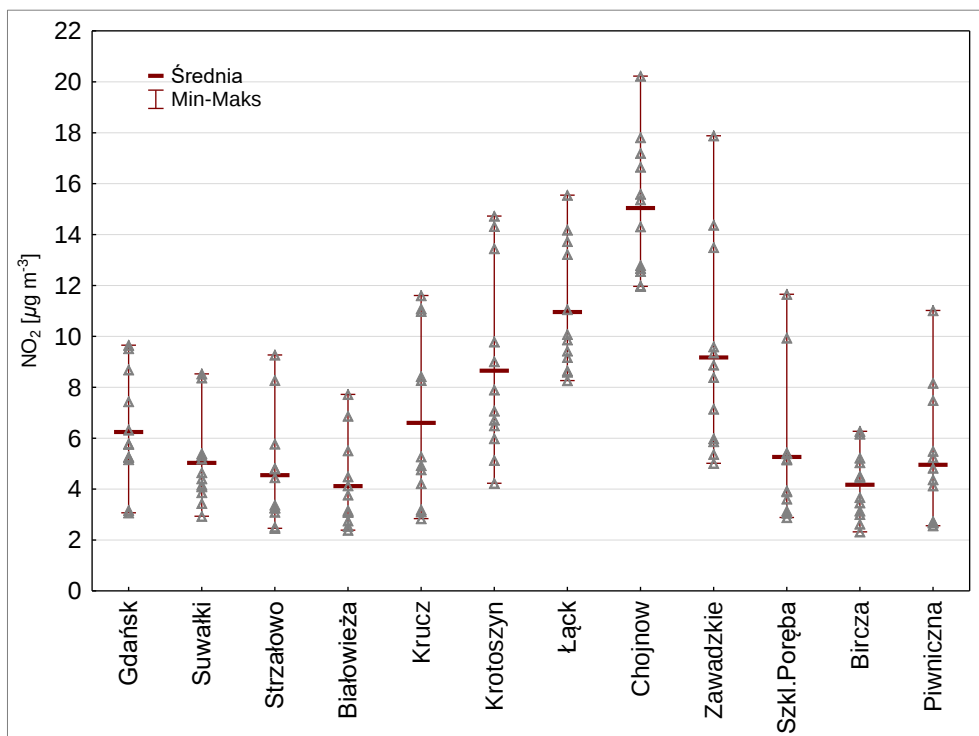
Rysunek 75. Stężenie dwutlenku siarki w powietrzu na SPO MI. Słupki błędów przedstawiają minima i maksima wartości stężenia z poszczególnych miesięcy roku 2016.



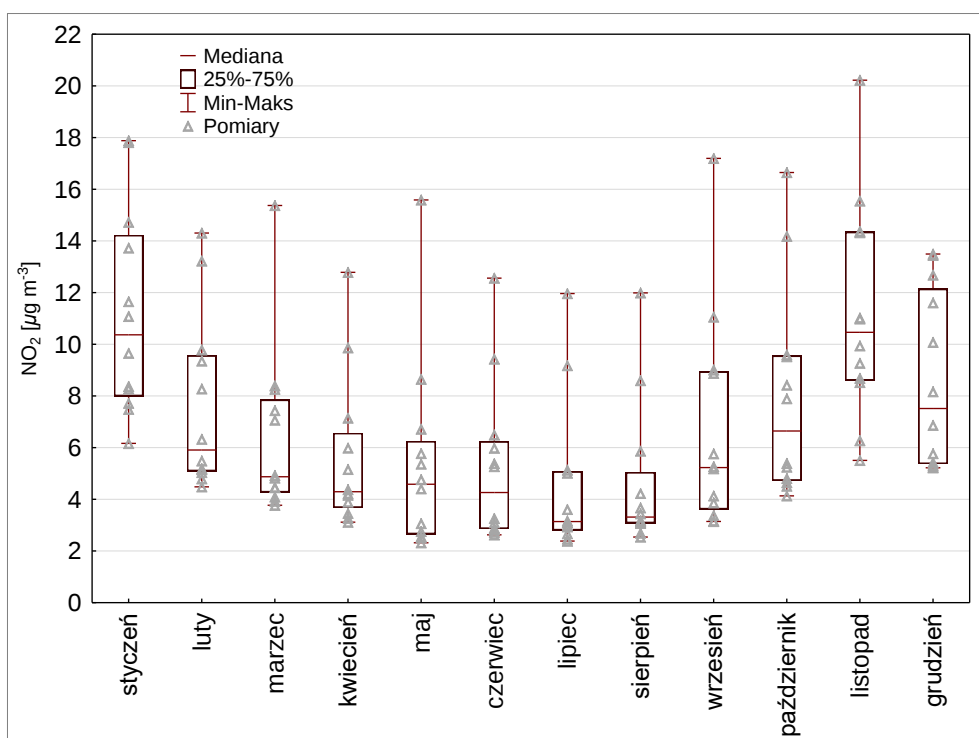
Rysunek 76. Mediana, zakres kwantylowy oraz rozstęp stężenia SO_2 na SPO MI dla poszczególnych miesięcy 2016 roku.



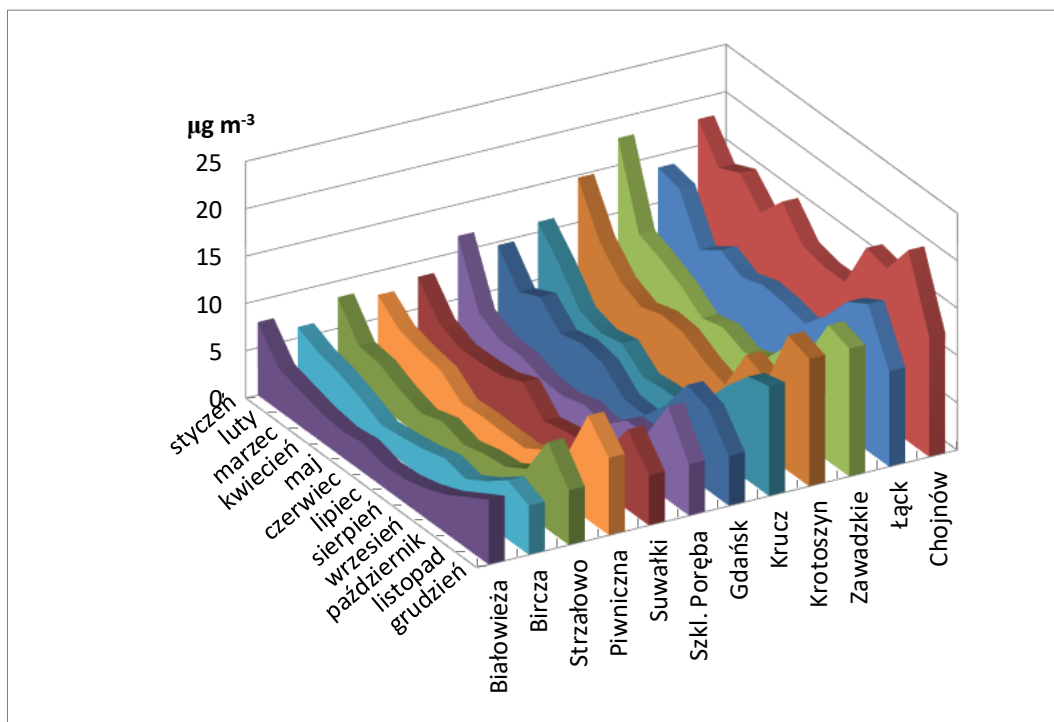
Rysunek 77. Roczny przebieg stężenia SO_2 w powietrzu na SPO MI w 2016 r.



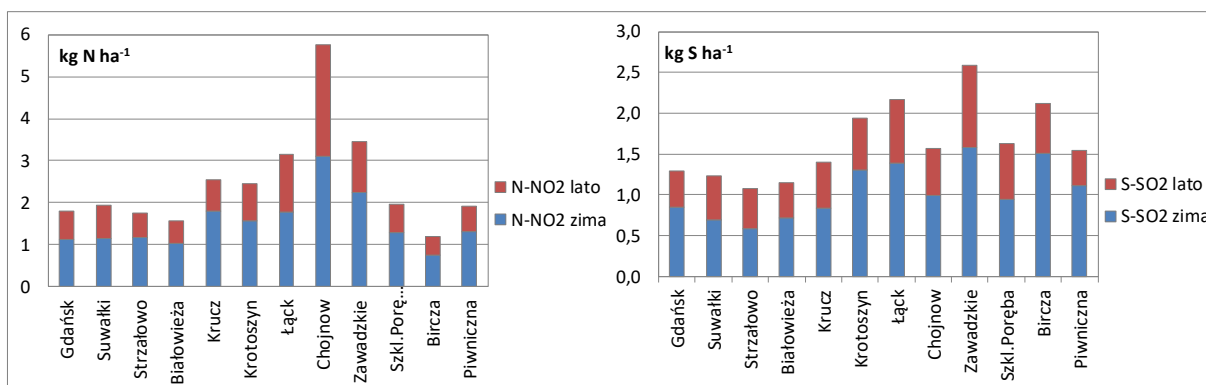
Rysunek 78. Stężenie dwutlenku azotu w powietrzu na SPO MI. Słupki błędów przedstawiają minima i maksima wartości stężenia z poszczególnych miesięcy 2016 roku.



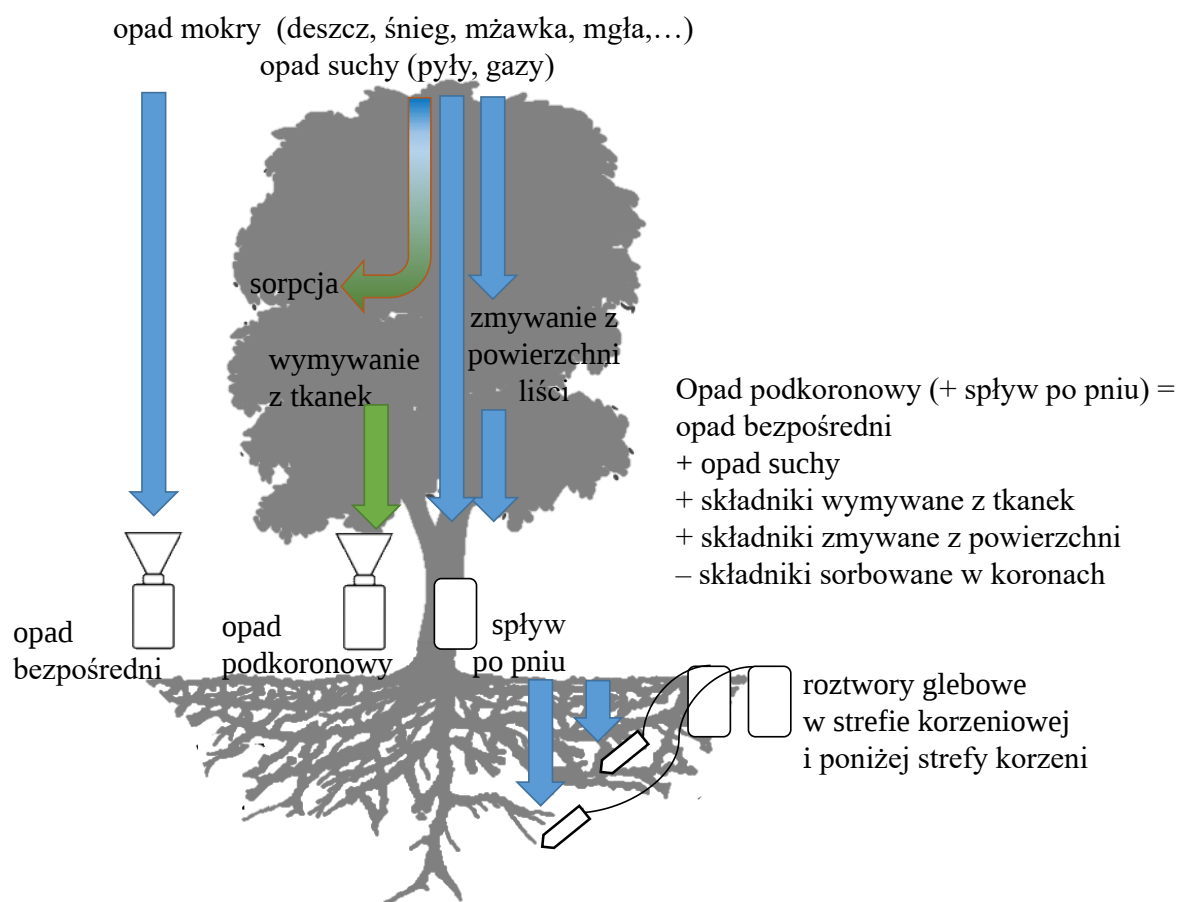
Rysunek 79. Mediana, zakres kwantylowy oraz rozstęp stężenia NO_2 na SPO MI w poszczególnych miesiącach 2016 roku.



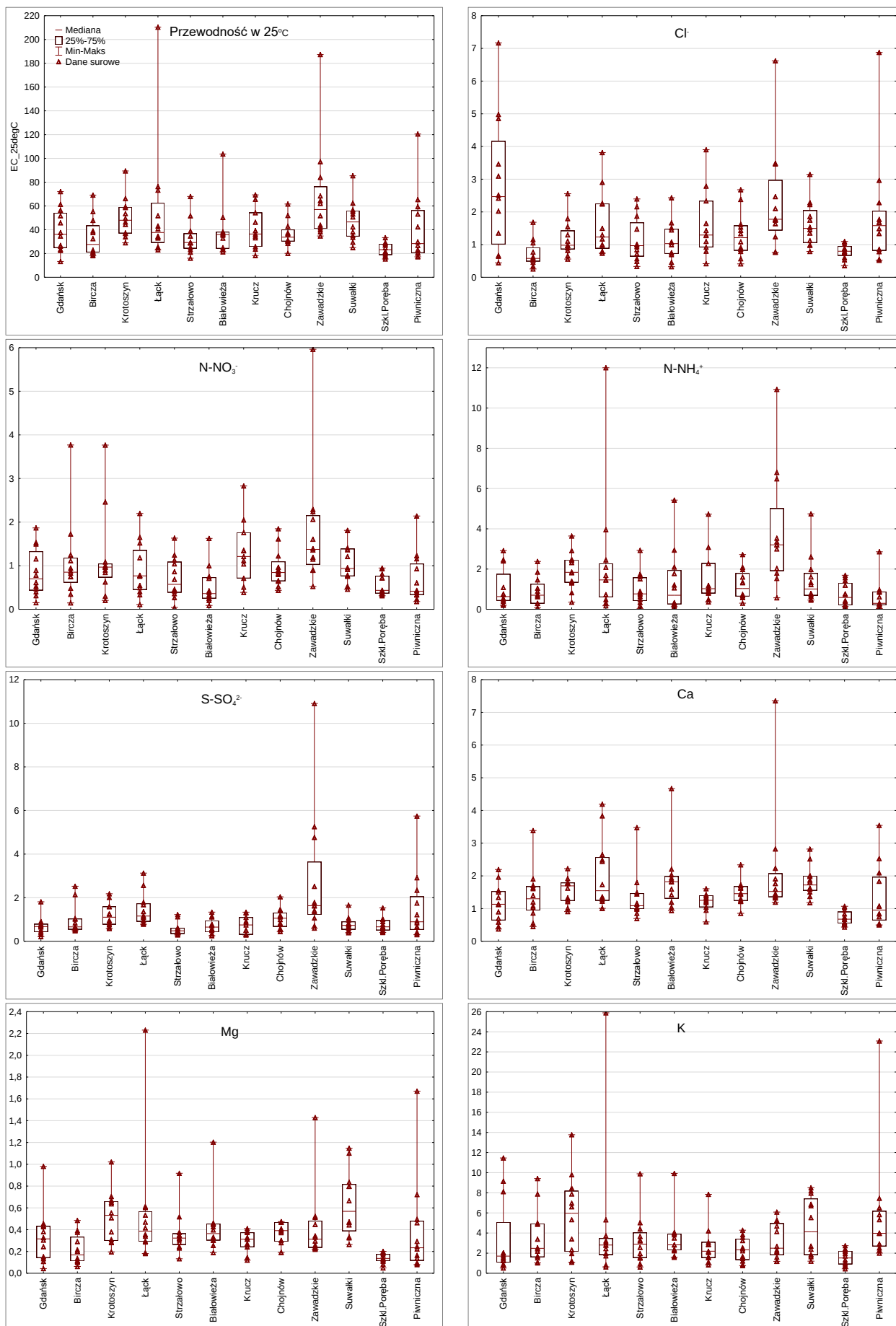
Rysunek 80. Roczny przebieg stężenia NO₂ w powietrzu na powierzchniach SPO MI w 2016 r.



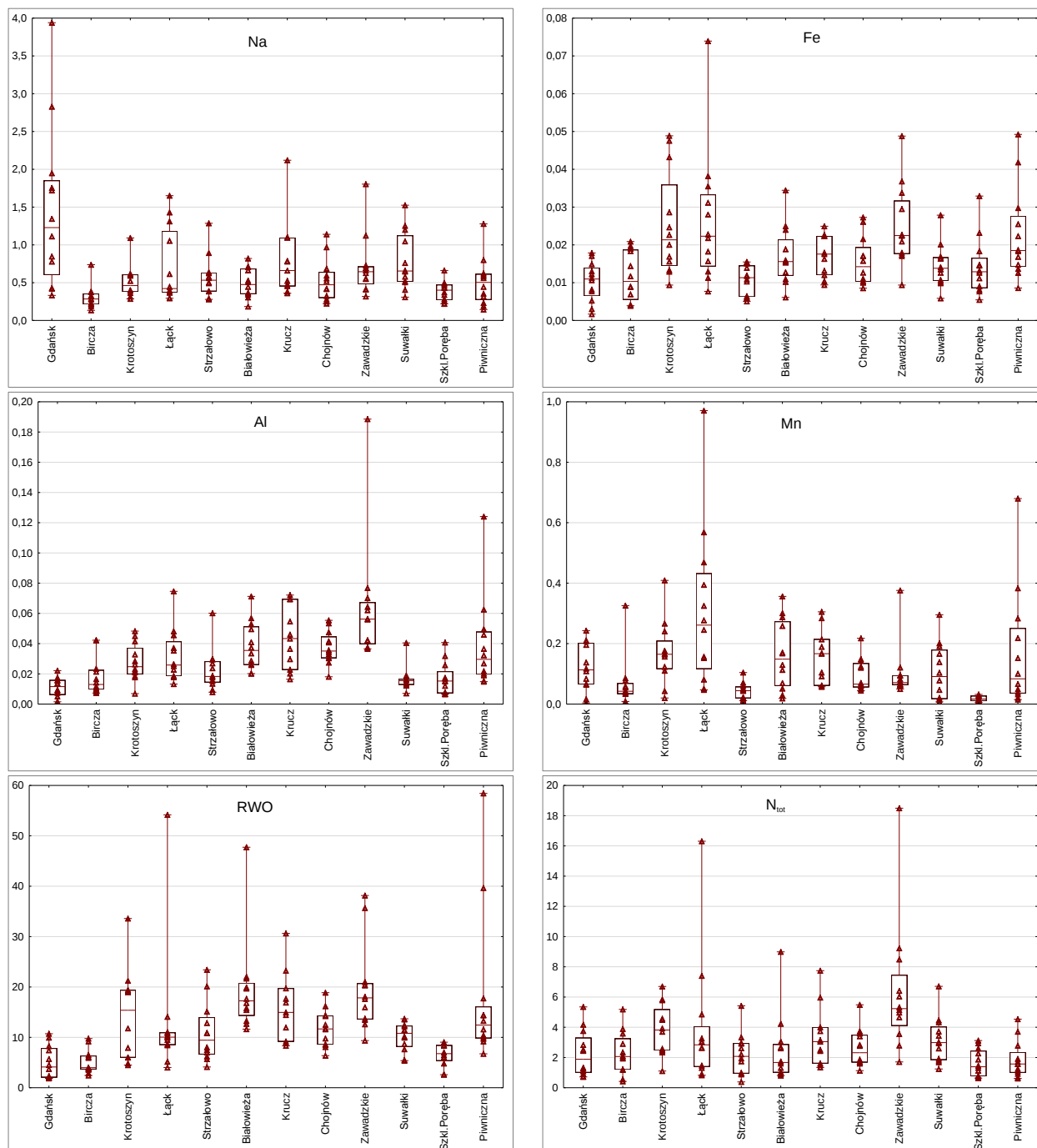
Rysunek 81. Szacunkowy roczny depozyt azotu w formie NO₂ i siarki w formie SO₂ na SPO MI w 2016 roku.



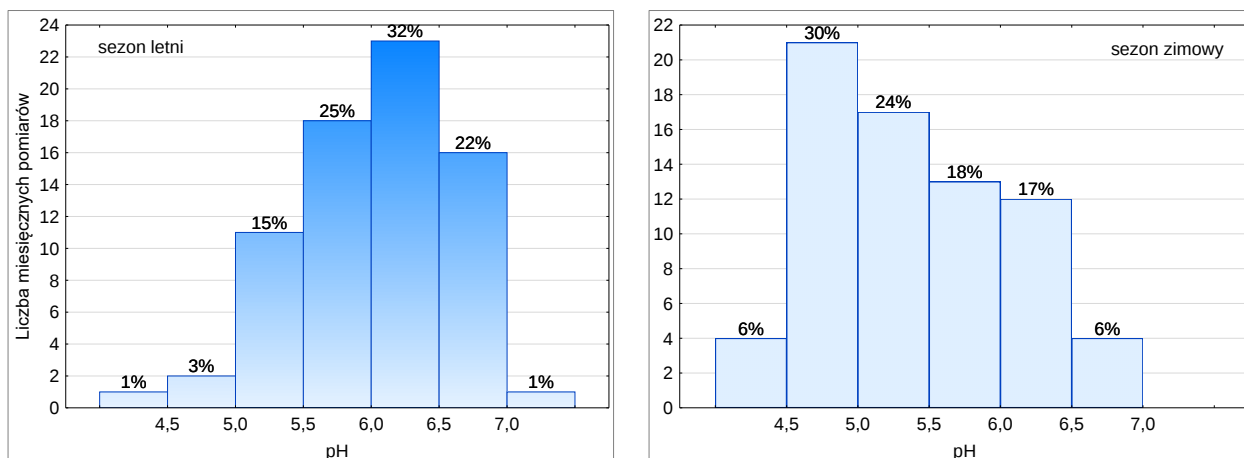
Rysunek 82. Schemat koncepcyjny badań depozytu i przepływu składników w środowisku leśnym na SPO MI.



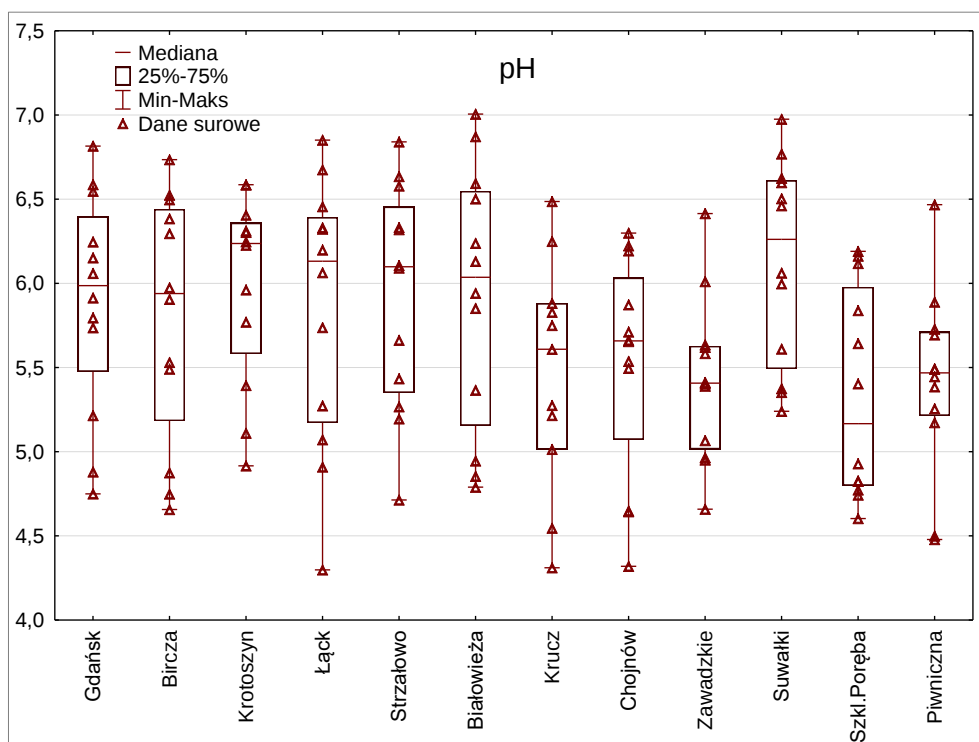
Rysunek 83. Przewodność [$\mu\text{S cm}^{-1}$] i stężenie głównych składników [mg dm^{-3}] w opadach podkoronowych na SPO MI w 2016 roku (RWO - rozpuszczony węgiel organiczny, N_{tot} - azot całkowity).



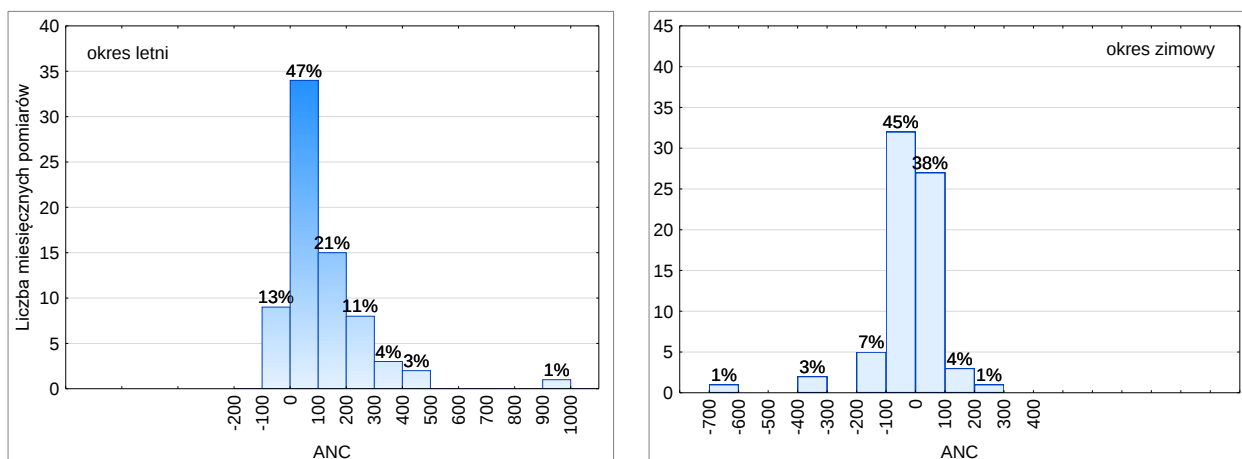
Rysunek 83. cd.



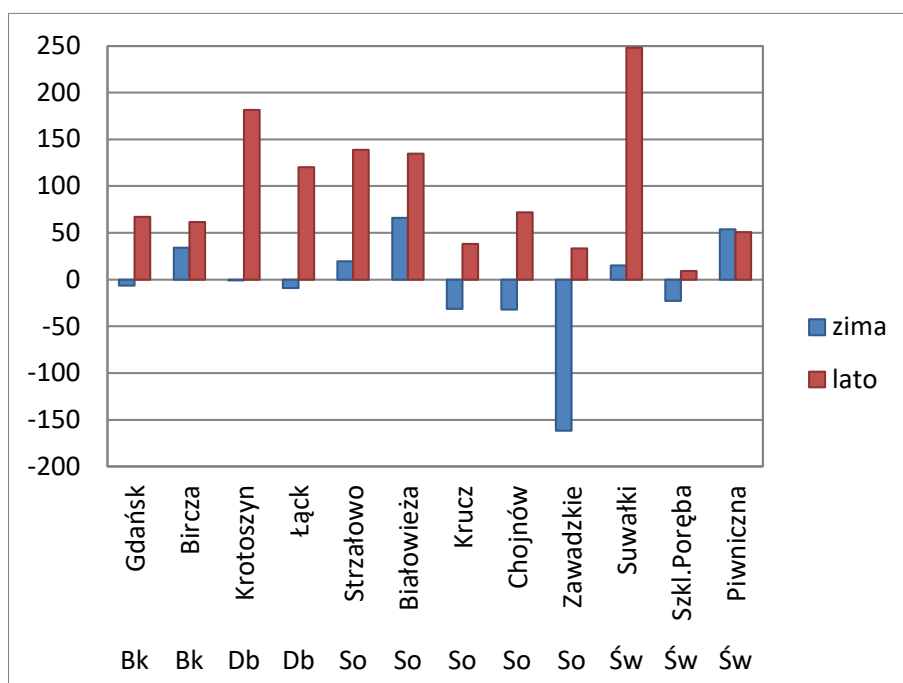
Rysunek 84. Histogram pH opadów podkoronowych na SPO MI w okresie letnim oraz zimowym 2016 roku.



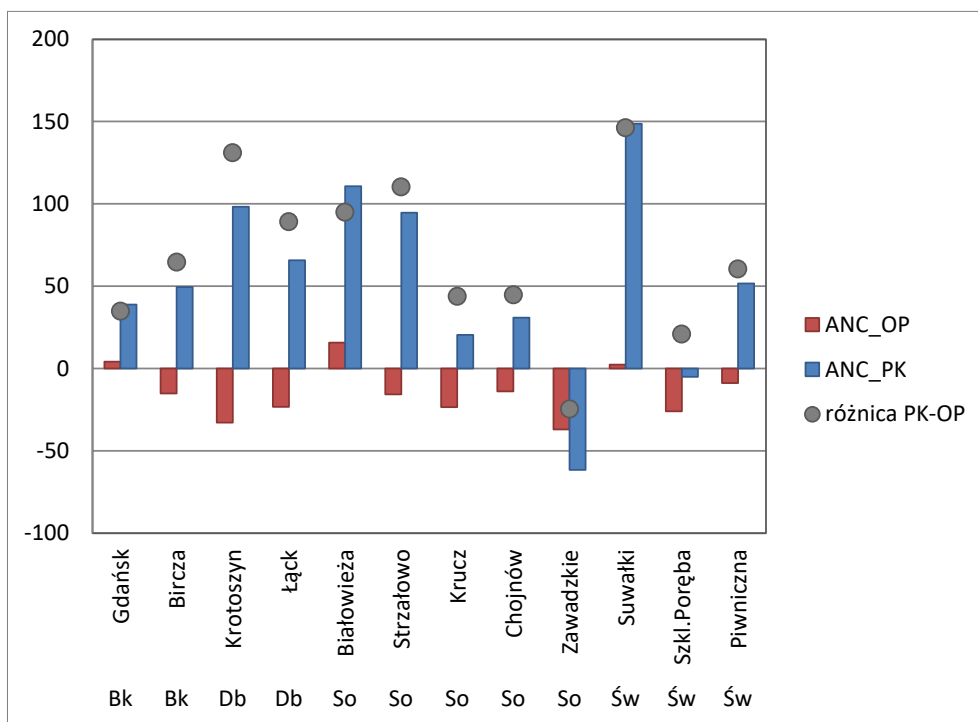
Rysunek 85. pH opadów podkoronowych na SPO MI w 2016 roku.



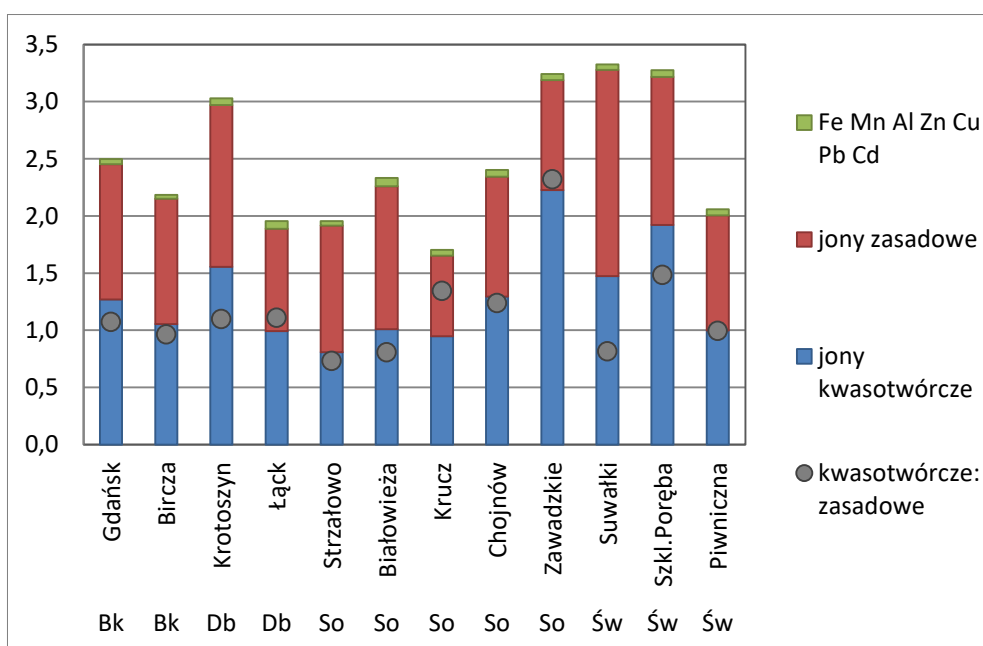
Rysunek 86. Histogram pojemności zobojętniania kwasów ANC [$\mu\text{eq} \cdot \text{dm}^{-3}$] w opadach podkoronowych na SPO MI w sezonie zimowym oraz letnim 2016 roku.



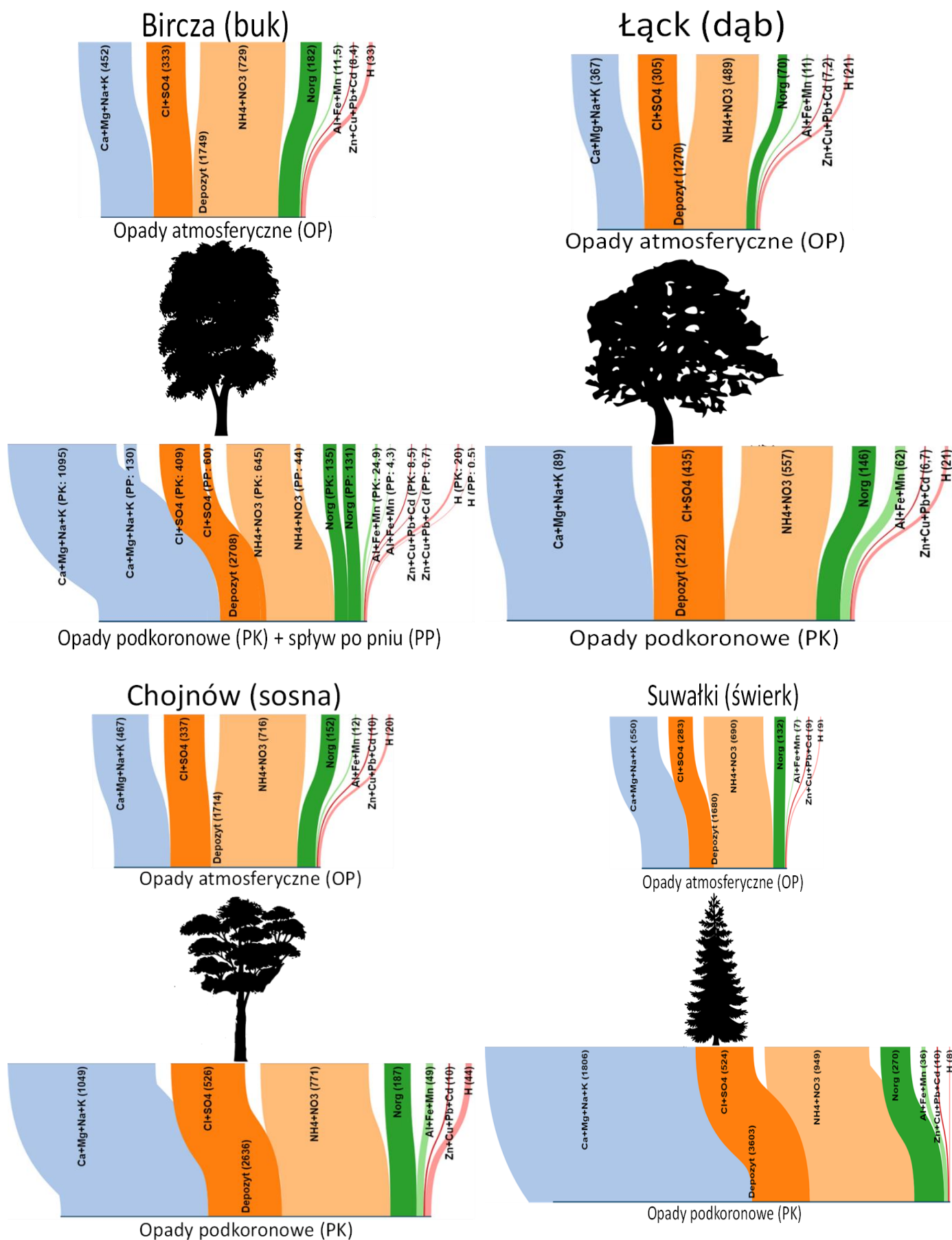
Rysunek 87. Pojemność zobojętniania kwasów (ANC) [$\mu\text{eq} \cdot \text{dm}^{-3}$] w opadach podkoronowych na SPO MI w 2016 roku. Średnie dla okresu zimowego (miesiące I-IV, XI i XII) i letniego (V-X).



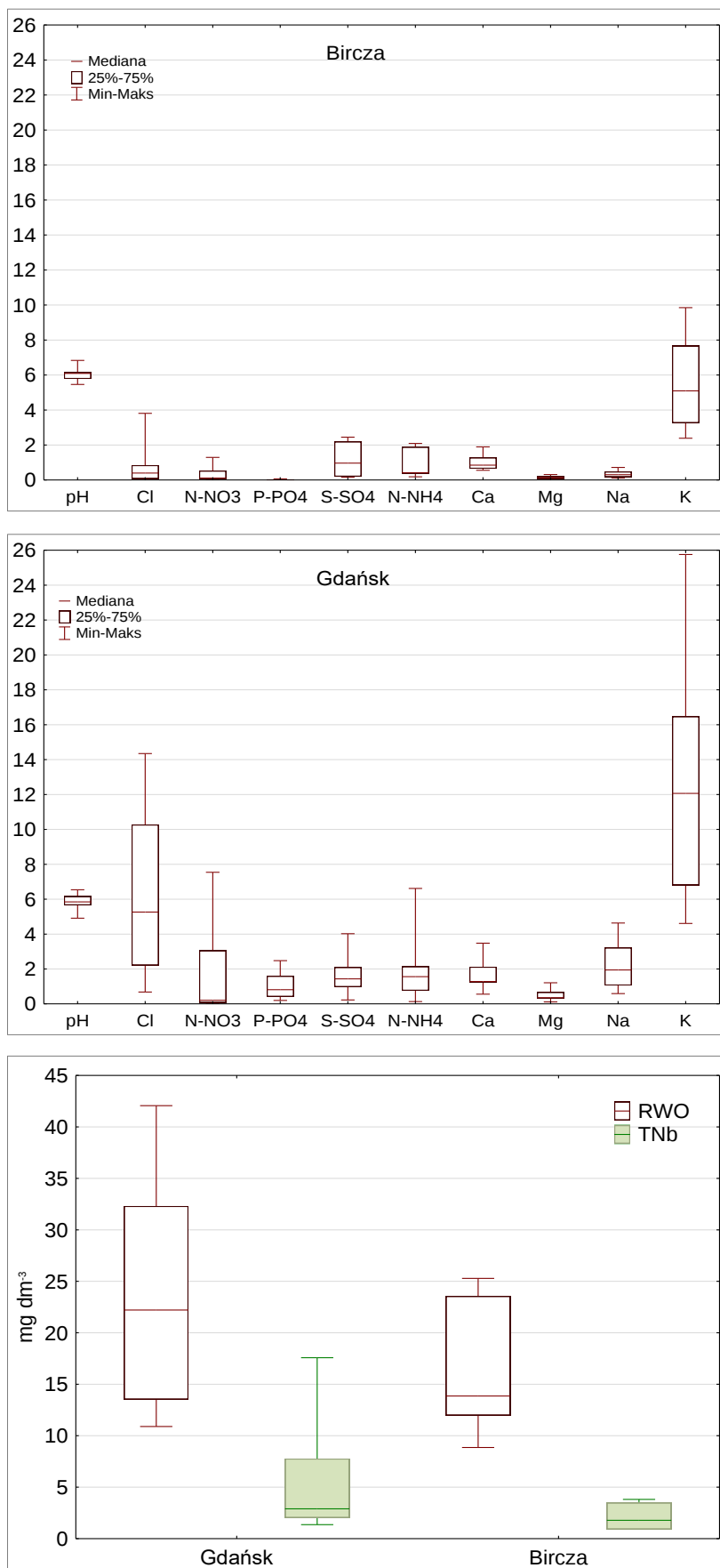
Rysunek 88. Średnia roczna pojemność zobojętniania kwasów (ANC [$\mu\text{eq dm}^{-3}$]) w opadach na otwartej przestrzeni (OP) i podkoronowych (PK) na SPO MI w 2016 roku.



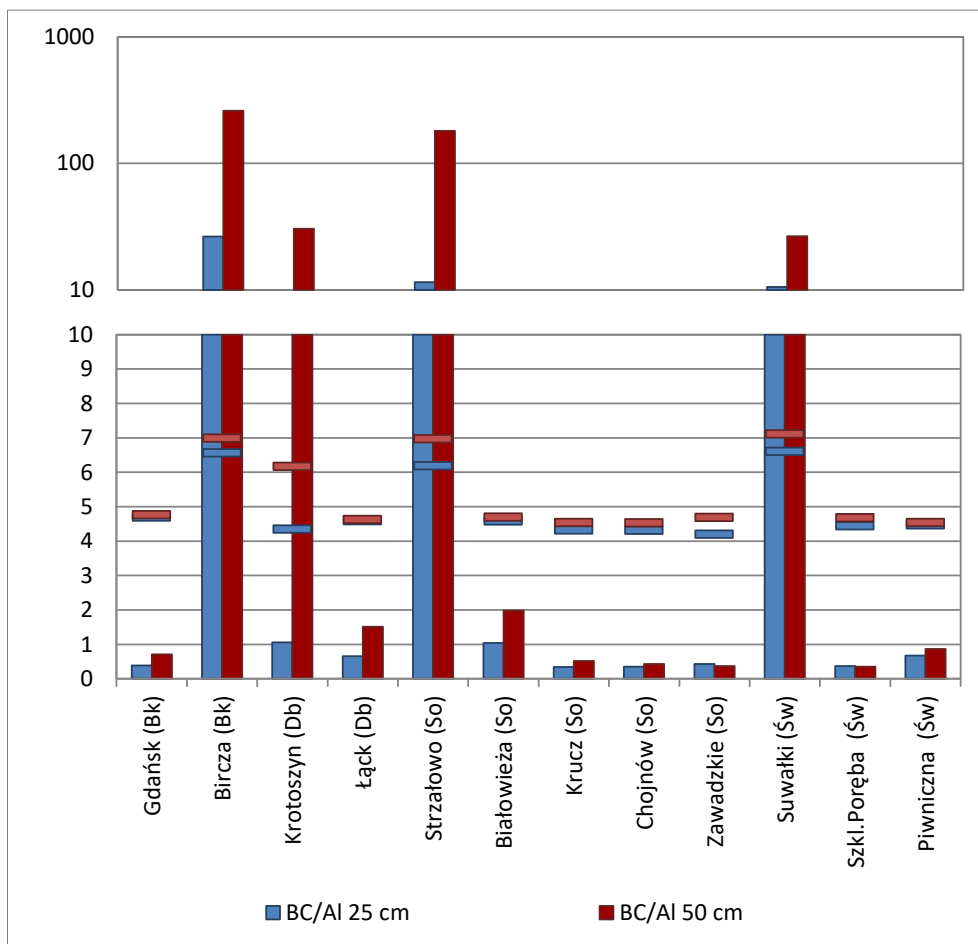
Rysunek 89. Ładunek jonów [$\text{kmol}_c \text{ ha}^{-1}$] oraz stosunek depozytu jonów kwasotwórczych do zasadowych w opadach podkoronowych na SPO MI w 2016 roku.



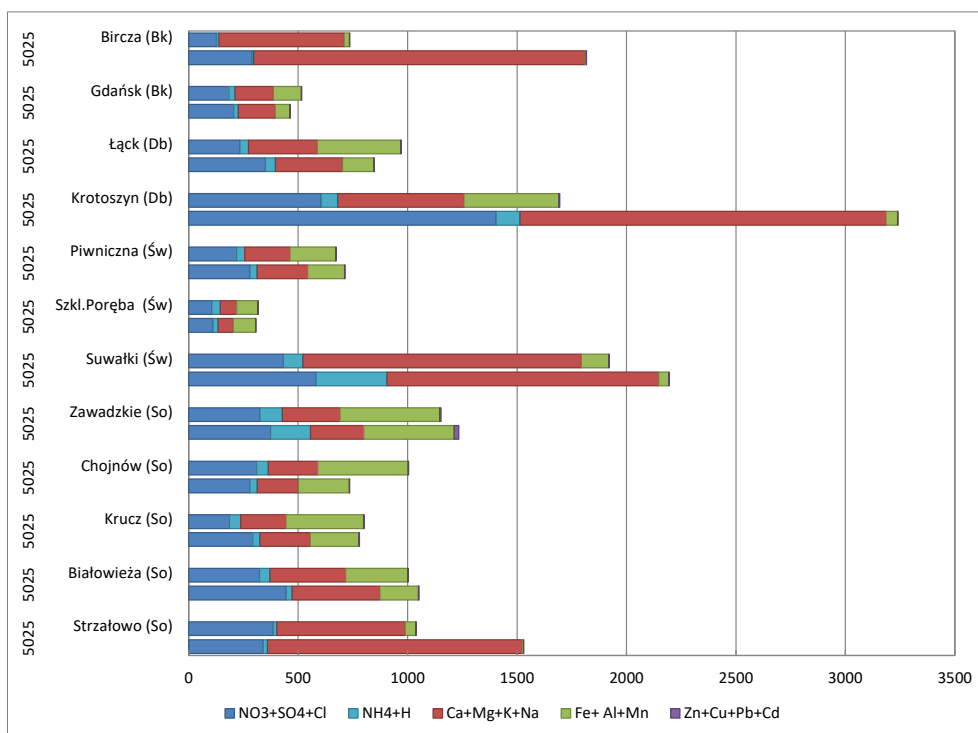
Rysunek 90. Przepływ jonów z opadami atmosferycznymi i podkoronowymi (i po pniu w drzewostanie bukowym) w mol_c ha⁻¹ w 2016 roku na wybranych SPO MI: w drzewostanie bukowym w Nadleśnictwie Bircza, dębowym w Nadleśnictwie Łąck, sosnowym w Nadleśnictwie Chojnów i świerkowym w Nadleśnictwie Suwałki.



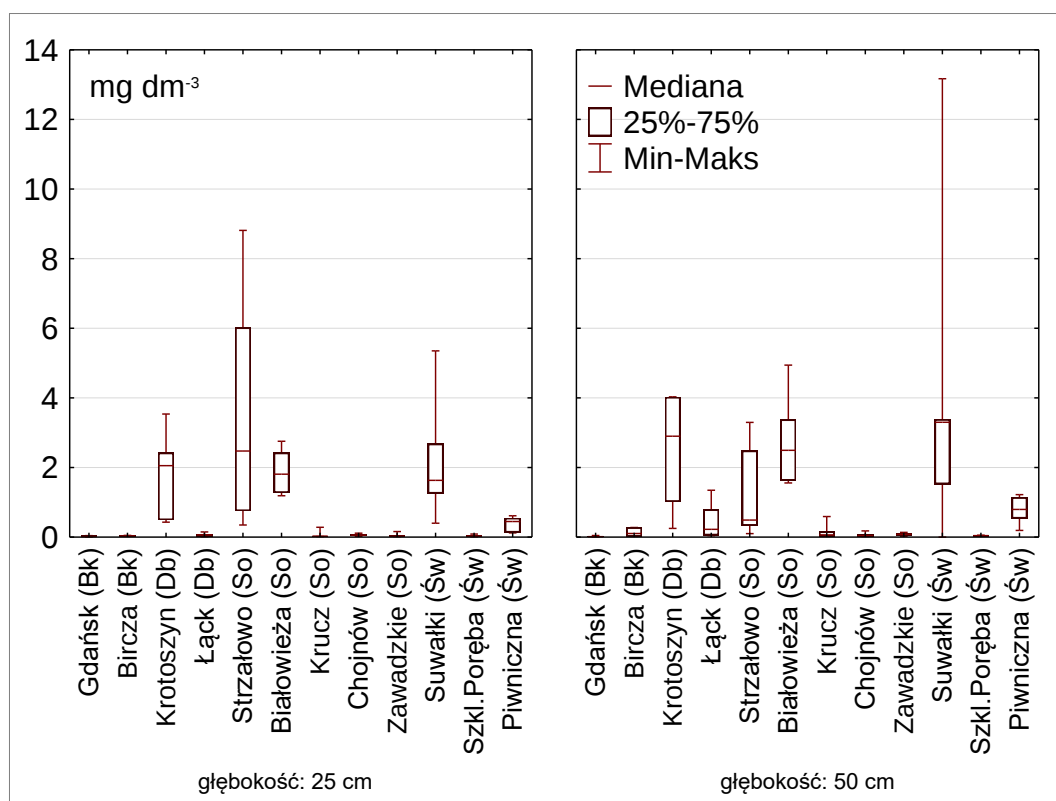
Rysunek 91. Stężenie głównych składników w mg dm⁻³ oraz pH w wodach spływających po pniach drzew na powierzchniach bukowych SPO MI w 2016 roku. Poziomą linią zaznaczono medianę, wąsami - zakres wartości miesięcznych oraz ramką - zakres kwartyłowy.



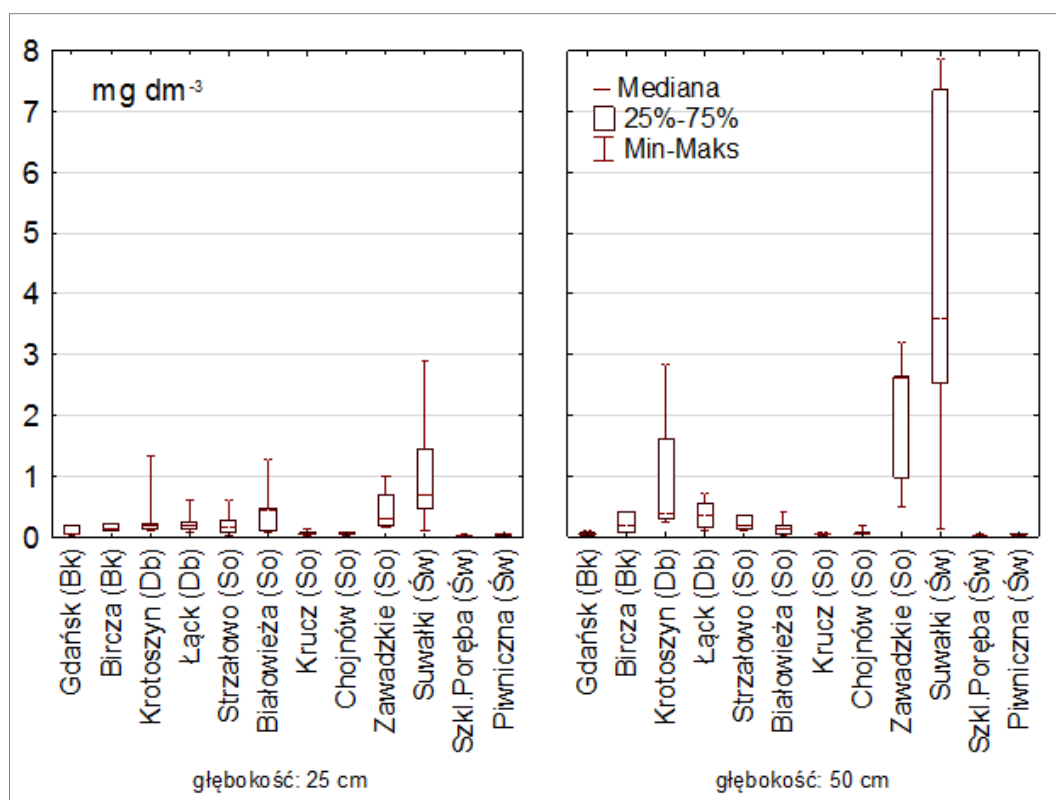
Rysunek 92. Stosunek molowy kationów zasadowych do glinu (BC/Al) w roztworach glebowych na SPO MI w 2016 r. Poziomymi kreskami zaznaczono średnią roczną wartość pH na głębokości 25 cm (kolor niebieski) i 50 cm (kolor czerwony).



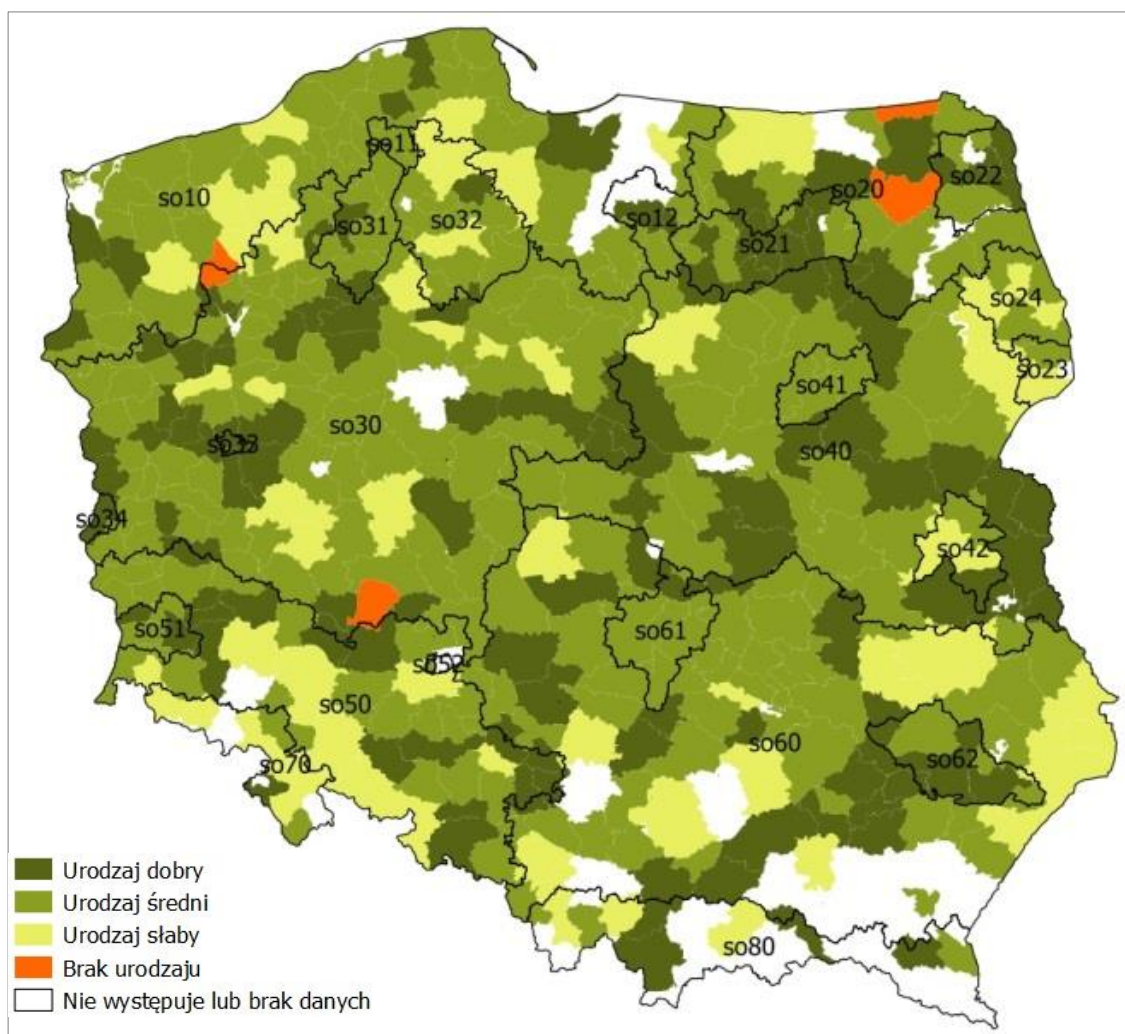
Rysunek 93. Suma stężeń jonów [$\mu\text{mol}_c \text{dm}^{-3}$] w roztworach glebowych na głębokości 25 cm i 50 cm (oznaczenie z lewej strony pionowej osi wykresu) na SPO MI w 2016 roku.



Rysunek 94. Stężenia azotanów (V) w roztworach glebowych na głębokości 25 cm i 50 cm na SPO MI w 2016 roku.



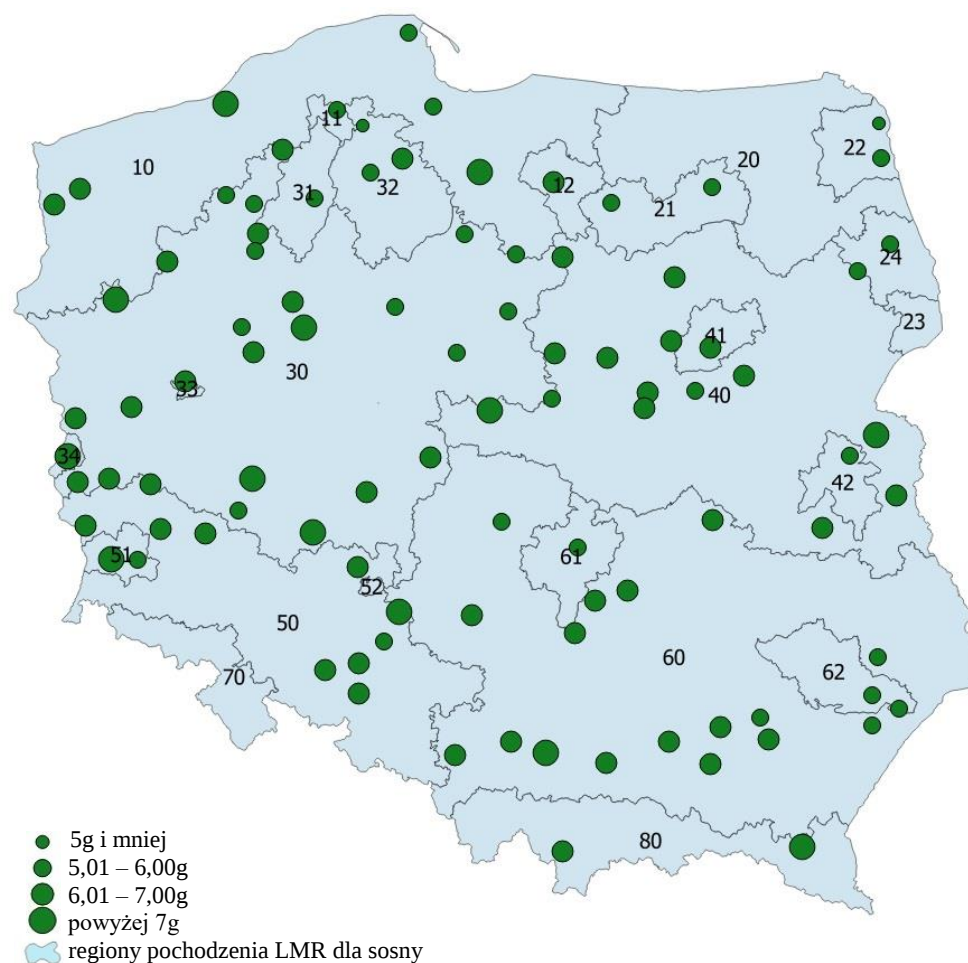
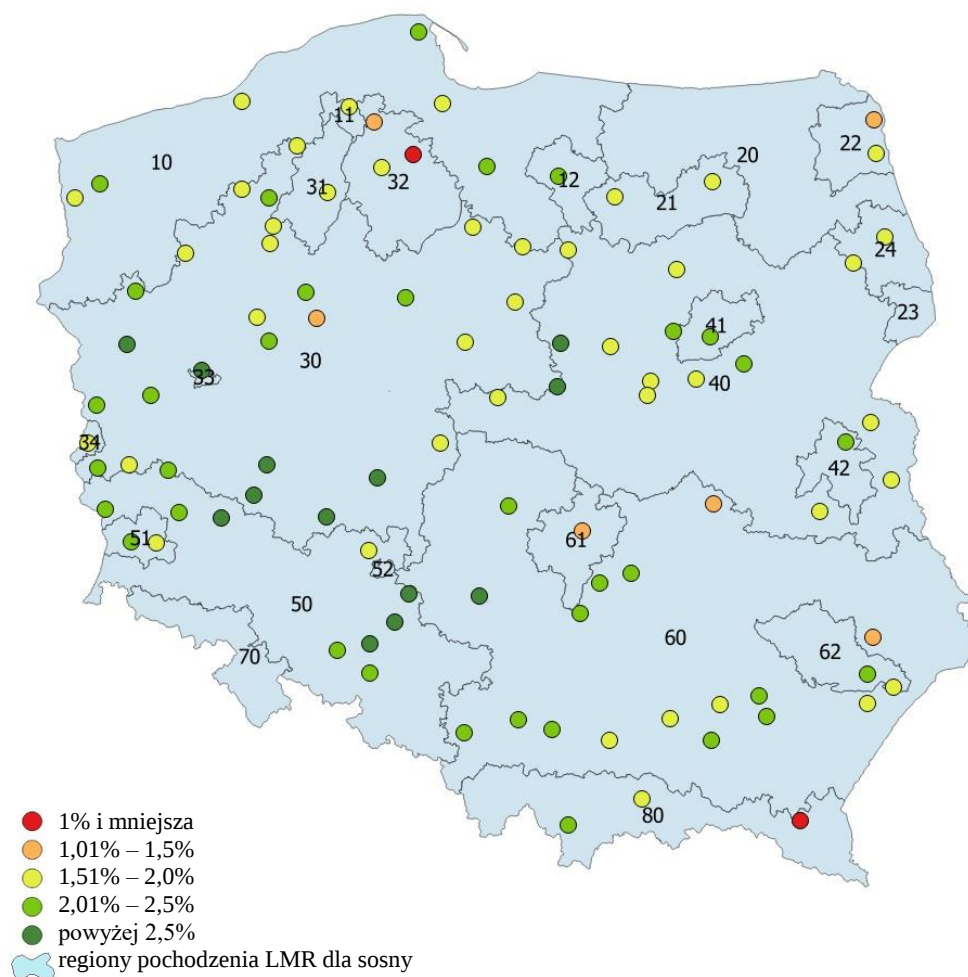
Rysunek 95. Stężenia jonów amonowych [mg N dm⁻³] w roztworach glebowych na głębokości 25 cm i 50 cm na SPO MI w 2016 roku.



Rysunek 96. Przewidywany urodzaj sosny w sezonie 2016/2017 na podstawie danych przesłanych przez nadleśnictwa w okresie od 1 lipca do 19 sierpnia.

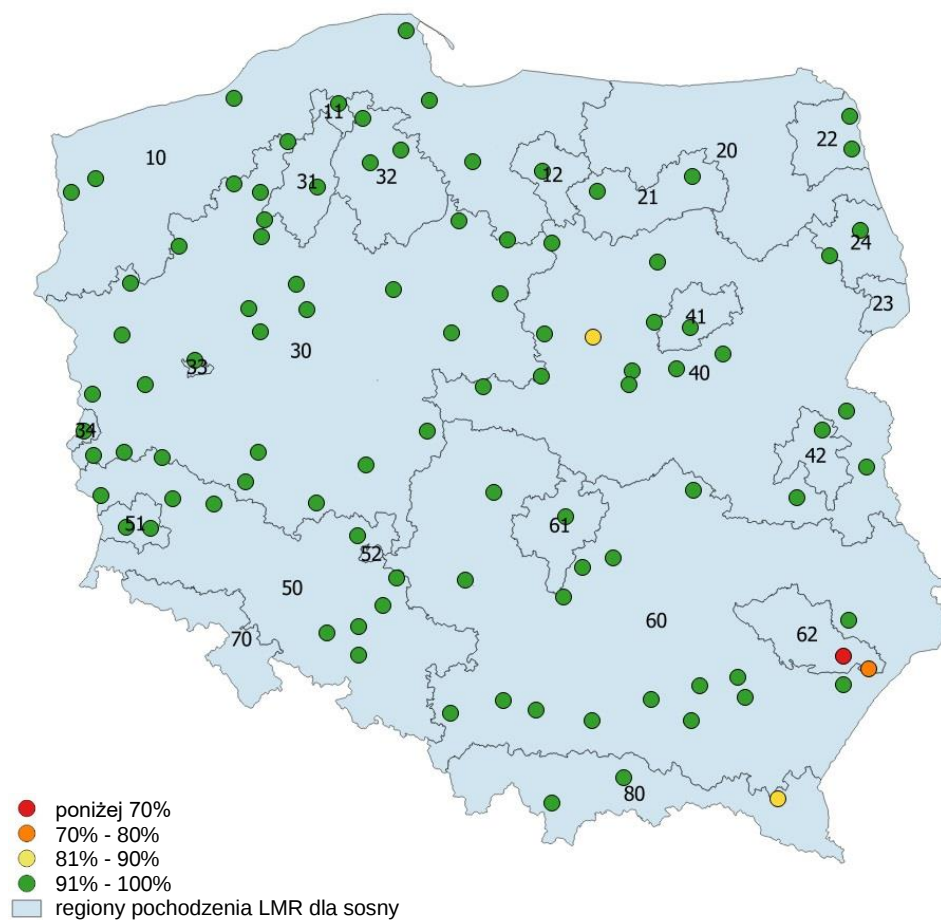
Wydajność nasion z szyszek

Masa 1000 sztuk nasion

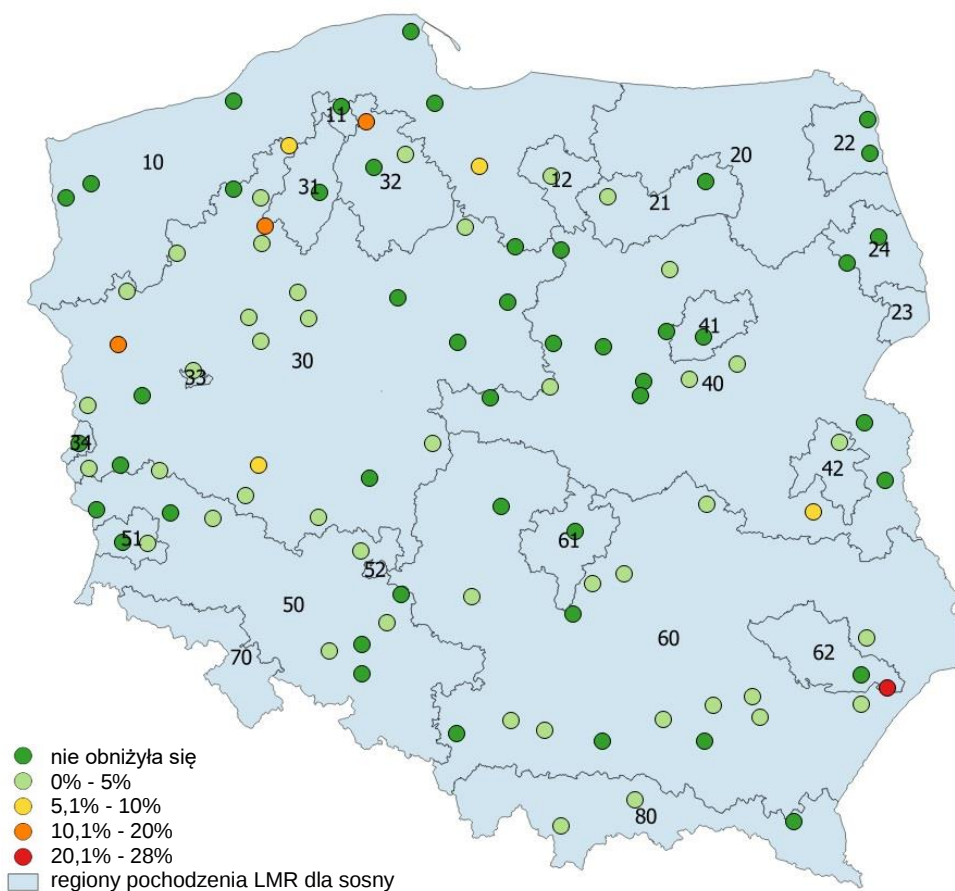


Rysunek 97. Wydajność nasion z szyszek sosny zwyczajnej oraz masa 1000 szt. na powierzchniach wytypowanych do monitoringu obradzenia jesienią 2016 r.

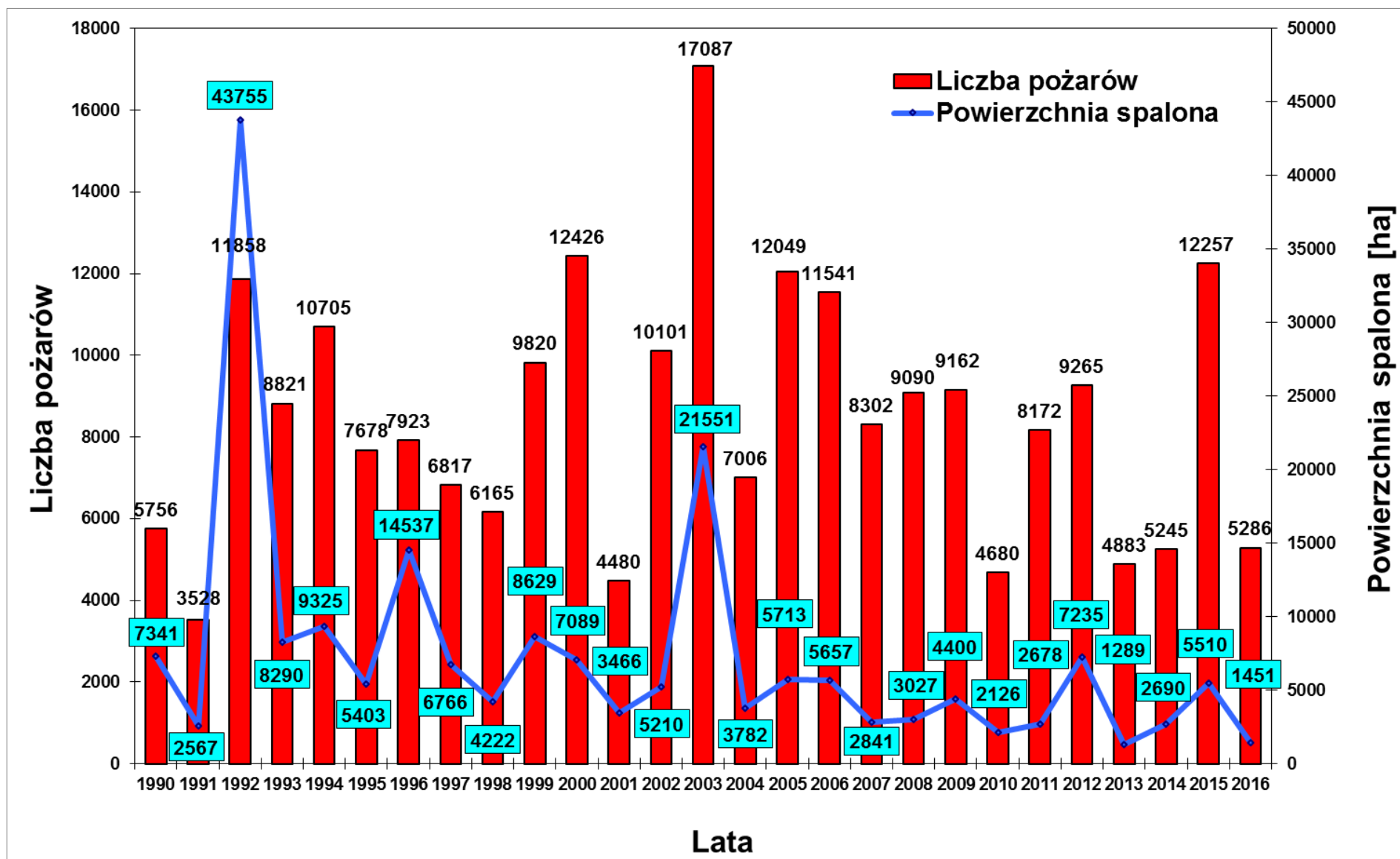
Zdolność kiełkowania nasion



Obniżenie zdolności kiełkowania nasion po teście postarzania



Rysunek 98. Zdolność kiełkowania nasion świeżo pozyskanych jesienią 2016 r. wytypowanych do monitoringu obradzenia oraz wpływ na nią testu postarzania.



Rysunek 101. Ogólna liczba pożarów lasu i powierzchnia spalona w Polsce w latach 1990-2016

