



**INSTYTUT BADAWCZY
LEŚNICTWA**

**ZAKŁAD ZARZĄDZANIA
ZASOBAMI LEŚNYMI**

**STAN USZKODZENIA
LASÓW W POLSCE
W 2017 ROKU
NA PODSTAWIE BADAŃ
MONITORINGOWYCH**

Sękocin Stary, czerwiec 2018

INSTYTUT BADAWCZY LEŚNICTWA

ZAKŁAD ZARZĄDZANIA ZASOBAMI LEŚNYMI

STAN USZKODZENIA LASÓW W POLSCE W 2017 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 VI 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, Leszek Kluziński,
Anna Kowalska, Paweł Lech, Jadwiga Małachowska, Jerzy Wawrzoniak,
Grzegorz Zajączkowski

Kierownik Zakładu Realizującego:

Dyrektor Instytutu:

Sękocin Stary, czerwiec 2018

SPIS TREŚCI

Wstęp – <i>Jerzy Wawrzoniak</i>	7
Część I Program monitoringu lasów i metodyka przeprowadzonych badań	9
1. Program monitoringu lasów w 2017 roku – <i>Jerzy Wawrzoniak</i>	9
2. Metodyka pomiarów i obserwacji – <i>Jerzy Wawrzoniak, Grzegorz Zajączkowski</i>	11
2.1. Zakres i realizacja podstawowych prac terenowych na powierzchniach monitoringu lasów w 2017 r.....	12
2.2. Monitoring parametrów meteorologicznych i chemizmu środowiska leśnego.....	21
Część II Monitoring lasów na stałych powierzchniach obserwacyjnych I rzędu.....	24
3. Ocena poziomu uszkodzenia monitorowanych gatunków drzew w 2017 r. – <i>Jadwiga Małachowska</i>	26
3.1. Zróżnicowanie uszkodzenia monitorowanych gatunków ogółem w kraju	26
3.2. Zróżnicowanie uszkodzenia monitorowanych gatunków w zależności od formy własności lasu.....	27
3.3. Zróżnicowanie uszkodzenia monitorowanych gatunków w zależności od wieku	31
3.4. Rozkład powierzchniowy uszkodzenia monitorowanych gatunków drzew.....	34
4. Porównanie poziomu zdrowotnego monitorowanych gatunków drzew w latach 2013- 2017 – <i>Jadwiga Małachowska</i>	48
4.1. Zmienność poziomu defoliacji drzew w pięcioleciu	48
4.2. Zmienność uszkodzenia gatunków drzew w pięcioleciu w grupach wiekowych: młodszej (od 21 do 60 lat) oraz starszej (powyżej 60 lat).....	51
4.3. Rozkład powierzchniowy uszkodzenia drzew w pięcioleciu	53
5. Ocena symptomów i przyczyn uszkodzeń drzew na stałych powierzchniach obserwacyjnych monitoringu lasu w roku 2017 – <i>Paweł Lech</i>	55
5.1. Charakterystyka zebranych danych.....	55
5.2. Występowanie uszkodzeń drzew wg gatunków, rdLP i krain przyrodniczo- leśnych.....	56
5.3. Charakterystyka uszkodzeń pod względem lokalizacji w obrębie drzewa, występujących symptomów i głównych kategorii czynników sprawczych.....	58
5.4. Występowanie uszkodzeń głównych gatunków lasotwórczych w zależności od formy własności i funkcji lasów.....	61
6. Wpływ warunków pogodowych na zdrowotność drzewostanów w latach 2013-2017 – <i>Jadwiga Małachowska</i>	67
7. Susze na terenie Polski w latach 2010-2017 i ich wpływ na defoliację - <i>Andrzej Boczoń,</i> <i>Robert Hildebrand</i>	72

8.	Stałe powierzchnie obserwacyjne monitoringu lasów na obszarach Natura 2000 – <i>Robert Hildebrand</i>	76
----	--	----

Część III Badania na stałych powierzchniach obserwacyjnych monitoringu

intensywnego (SPO MI)	79
------------------------------------	-----------

9.	Warunki pogodowe w 2017 roku na wybranych powierzchniach SPO MI - <i>Leszek Kluziński</i>	79
10.	Wielkość depozytu wnoszonego z opadami atmosferycznymi na terenach leśnych na SPO MI. – <i>Anna Kowalska</i>	83
10.1.	Skład chemiczny opadów	84
10.2.	Depozycja roczna.....	85
10.3.	Depozyt pierwiastków śladowych	86
10.4.	Właściwości kwasowo-zasadowe wód opadowych.....	87
11.	Poziom stężenia NO ₂ i SO ₂ w powietrzu na terenach leśnych na SPO MI. – <i>Anna Kowalska</i>	88
11.1.	Dwutlenek siarki	90
11.2.	Dwutlenek azotu	92
11.3.	Depozycja gazowych związków siarki i azotu	94
11.4.	Podsumowanie	95
12.	Opady podkoronowe oraz roztwory glebowe na terenach leśnych na SPO MI. – <i>Anna Kowalska</i>	97
12.1.	Opady podkoronowe.....	97
12.2.	Spływ po pniu	103
12.3.	Roztwory glebowe	105
12.4.	Opad ścióły	109
12.5.	Podsumowanie	110
13.	Zmiany stężeń zanieczyszczeń gazowych, depozycji oraz składu roztworów glebowych po roku 2010 – <i>Anna Kowalska</i>	111

Część IV Informacje ogólne i podsumowanie

14.	Stan zdrowotny lasów w Polsce na tle stanu lasów w Europie – <i>Jadwiga Małachowska</i> 116	
15.	Podsumowanie wyników – <i>Jerzy Wawrzoniak</i>	119
16.	Literatura.....	128
17.	Spis tabel.....	133
18.	Spis rysunków.....	137

Warunki środowiska kształtujące stan zdrowotny drzewostanów w 2017 roku nie zmieniły się istotnie w porównaniu do roku 2016. Poziom opadów atmosferycznych i temperatur powietrza nie odbiegał znacząco od średniej wieloletniej. Na obszarach RDLP w Poznaniu i RDLP w Toruniu wystąpiły silne wiatry, powodując wiatrołomy na powierzchni ok. 80 tys. ha, głównie w drzewostanach sosnowych. Silne wiatry, których częstość wzrosła w ostatnich latach, mogą powodować znaczne szkody z powodu większej podatności drzewostanów sosnowych. Proces eutrofizacji siedlisk leśnych, spowodowany głównie znacznym depozytem związków azotowych, powoduje wzrost bonitacji siedlisk i szybszy przyrost drzewostanów. Następuje niekorzystna zmiana proporcji między przyrostem drewna wczesnego i późnego, co obniża mechaniczną odporność drzewa na złamanie. Wydaje się, że istotny wpływ na rozmiar szkód od wiatru ma sposób zagospodarowania lasów, szczególnie metody pozyskania. Zręby zupełne, mimo stosowania zasad ładu przestrzennego, sprzyjają powstawaniu większych szkód od wiatru. Najczęściej w mniejszym lub większym stopniu powodują odsłonięcie ściany lasu, która przyjmuje bezpośrednie uderzenie wiatru, powodując wiatrołomy. RDLP w Poznaniu i RDLP w Toruniu, gdzie w 2017 roku wystąpiły szkody od wiatrołomów, wykazywały znaczne powierzchnie zrębów zupełnych w latach 2014-2016, sytuując te regionalne dyrekcje LP wśród regionalnych dyrekcji LP o największej powierzchni zrębów zupełnych w Polsce.

Sposób zagospodarowania ma istotne znaczenie także dla pochłaniania dwutlenku węgla przez lasy. Idea zwiększenia pochłaniania CO₂ realizowana przez projekt rozwojowy Leśne Gospodarstwa Węglowe (LGW), utworzone w 23 nadleśnictwach na powierzchni ok. 12 tys. ha, ma za zadania: zwiększenie ilości dwutlenku węgla pochłanianego przez ekosystem leśny, głównie drzewostany i glebę, redukcję emisji z obszarów podmokłych oraz magazynowanie węgla na składach drewna. Zadania te mają być wdrażane głównie działaniami, takimi jak: podsadzenia (4328,66 ha), odnowienia tzw. metodą Sobańskiego (1368,60 ha), odnowienia naturalne (611,60 ha) oraz zalesienia, wprowadzanie gatunków szybko rosnących, stosowanie rębni złożonych, zmiana wieku rębności drzewostanów oraz odnowienia na powierzchniach otwartych. Wydaje się, że niewystarczającą uwagę poświęcono sposobom pozyskania i odnowienia powierzchni, które wpływają na poziom zawartości węgla organicznego w glebach. Węgiel organiczny

zakumulowany w glebie stanowi ok. 60% węgla zakumulowanego w całej biomase ekosystemu leśnego.

Jednym z działań gospodarki leśnej jest pozyskanie drewna, a następnie przygotowanie powierzchni pod uprawę. Jak oceniono, w ciągu pierwszych 20 lat po wykonaniu zrębu zupełnego zasoby węgla organicznego w glebie SOC (Covington 1981) zmniejszają się gwałtownie o ponad 50%. Zmniejszenie zasobów SOC na zrębie przypisuje się brakowi/ograniczeniu dopływu opadu liści/igieł, zakłóceniom w rozwoju roślinności runa, spadkowi zasięgu systemów korzeniowych, zmianom reżimu wodnego i temperatury, zwiększonej infiltracji światła przyspieszającej rozkład materii organicznej (Bekele i in. 2007). Inną przyczyną spadku zasobów węgla w glebie po wykonaniu zrębu jest brak okrywy roślinnej ułatwiający erozję (Elliot 2003) oraz wymywanie w głąb rozpuszczalnych frakcji węgla (Kalbitz i in. 2000).

Sposób gospodarowania w lasach w długookresowej perspektywie ma decydujący wpływ na stan zdrowotny drzewostanów i stabilność ekosystemów leśnych.

CZEŚĆ I

PROGRAM MONITORINGU LASÓW I METODYKA PRZEPROWADZONYCH BADAŃ

1. PROGRAM MONITORINGU LASÓW W 2017 ROKU – *JERZY WAWRZONIAK*

Obserwacje stanu uszkodzenia drzewostanów oraz symptomów i przyczyn 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 2009 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 lub 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 – przeprowadzono zarówno na 2009 SPO I rzędu, jak i na 138 SPO II rzędu, określając 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. 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. Wykonano pobór próbek i analizy chemiczne z 15 chwytników podkoronowych i 20 tensometrów do pobierania roztworów glebowych na dwóch głębokościach (po 10 na każdej głębokości) oraz 2 chwytników na otwartej przestrzeni w cyklu miesięcznym. Na dwóch SPO MI w drzewostanach bukowych pobrano próbki i wykonano analizy chemiczne spływu po pniu. Analizy obejmowały: pH, 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.

8. Pobór próbek igliwia i liści ze 138 czynnych SPO II rzędu oraz pobór próbek gleby ze 148 SPO II rzędu (ze 138 powierzchni czynnych i z 10 powierzchni oczekujących) w celu wykonania analiz składu chemicznego.

Wyniki monitoringu uszkodzeń oraz symptomów i przyczyn uszkodzeń drzew wykonywanego na SPO II rzędu będą omawiane wraz z wynikami innych badań przeprowadzanych cyklicznie (co 4-5 lat) na tych powierzchniach: chemizmu igliwia bądź liści, chemizmu gleb, pomiaru miąższości i przyrostu miąższości drzewostanów, oceny roślinności runa i odnowień naturalnych.

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: 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 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, 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 takich powierzchni w drzewostanach liściastych (15 powierzchni dębowych i 11 powierzchni bukowych). Wielkość powierzchni wahała się: w drzewostanach sosnowych - od 0,2400 do 1,2526 ha, w drzewostanach świerkowych - od 0,4133 do 1,0000 ha oraz w drzewostanach liściastych - od 0,3719 do 1,7718 ha zapewniając objęcie pomiarem co najmniej 300 drzew na powierzchni. Stałe powierzchnie obserwacyjne II rzędu zostały zlokalizowane w drzewostanach w wieku 50-90 lat, po 2 w każdej dzielnicy przyrodniczo-leśnej Polski, będącej w tym czasie podstawową jednostką

regionalizacji¹. W niektórych dzielnicach, ze względu na ich rozległy obszar, założono 3 powierzchnie. Na powierzchniach tych, poza corocznymi obserwacjami stanu zdrowotnego drzew oraz symptomów i przyczyn uszkodzeń, prowadzone są następujące badania okresowe: glebowe, chemizmu igliwia lub liści, roślinności runa, dendrometryczne.

Łącznie w latach 2008-2016 na 10 SPO II rzędu usunięto drzewostan (w 2008 r. – na trzech powierzchniach, w 2009 r. – na jednej powierzchni, w 2014 r. – na jednej powierzchni, w 2015 r. na czterech powierzchniach i w 2016 r. na jednej powierzchni) i od tej pory nie przeprowadza się na tych powierzchniach pomiarów i obserwacji odnoszących się do drzewostanu, powierzchnie przeszły do grupy powierzchni oczekujących.

2.1. Zakres i realizacja podstawowych prac terenowych na powierzchniach monitoringu lasów w 2017 r.

Na powierzchniach obserwacyjnych przeprowadzano ocenę stanu zdrowotnego drzew próbnych wybranych z drzewostanu panującego w oparciu o szereg cech morfologicznych korony. Szczególną uwagę przywiązywano do szacunków defoliacji i odbarwienia aparatu asymilacyjnego, które przeprowadzano w 5-procentowym odstopniowaniu. Na 5% powierzchni kontrolna grupa obserwatorów wykonała powtórnie pełny zakres pomiarów i obserwacji określony dla SPO I rzędu. Zebrane wyniki służą do porównania zgodności szacunków defoliacji i innych parametrów drzew wykonanych przez taksatorów oraz przez grupę kontrolną.

Niniejsze sprawozdanie prezentuje wyniki obserwacji defoliacji i odbarwień aparatu asymilacyjnego przeprowadzonych w okresie od 1 lipca do 15 sierpnia 2017 roku na 2009 SPO I rzędu w drzewostanach w wieku powyżej 20 lat, 138 SPO II rzędu w tym 12 SPO monitoringu intensywnego. Osiem SPO I rzędu spośród powierzchni czynnych było niedostępnych. Przyczyną braku dostępu były manewry wojskowe (w przypadku lokalizacji powierzchni na poligonach wojskowych) oraz ogrodzone powierzchnie na terenach lasów prywatnych.

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

¹ Od roku 2012 obowiązuje nowy system regionalizacji przyrodniczo-leśnej Polski, obejmujący 8 krain przyrodniczo-leśnych i 183 mezoregiony, wyodrębniane na podstawie informacji o dominujących warunkach siedliskowych (typy gleb, typy siedliskowe lasu, zróżnicowanie zbiorowisk roślinnych), drzewostanowych (poziom lesistości, gatunki panujące i wielkość zasobów drzewnych) oraz sposobach użytkowania ziemi.

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
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... 1994).

Wyniki szacowania defoliacji i odbarwień zestawiono także w równych przedziałach 10-procentowych, dzieląc cały zakres zmienności od 0 do 100% na 10 przedziałów. Ponadto wyróżniono 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 Krafca. 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 określająca lokalizację uszkodzenia:

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

Lista określająca symptomy uszkodzenia:

<i>Uszkodzona część</i>	<i>Symptomy</i>	<i>Kod (2 znaki)</i>	<i>Specyfikacja symptomów</i>	<i>Kod (2 znaki)</i>
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
			Plamy	38
	Przebarwienie liści czerwone do brązowego (włączając nekrozy)	03	Przebarwienia brzegowe	39
			Przebarwienia taśmowe	40
	Zbrązowienie liści Inne kolory	04 05	Przejaśnienia	41
			Przebarwienia wierzchołkowe	42
			Częściowe	43
			Wzdłuż naczyń	44
	Mikrofilmia (nienaturalnie drobne liście)	06		00
	Inne nienaturalne rozmiary liści	07		00
	Deformacje	08	Pofalowane	45
			Zawijanie	46
			Zwijanie	47
			Skręcenie	48
			Zginanie	49
			Galasówki	50
			Więdnienie	51
			Inne deformacje	52
	Inne symptomy	09		00
	Oznaki występowania owadów	10	Czarny nalot na liściach	53
			Gniazda	54
			Imago, larwy, poczwarki, nimfy, grupy jaj	55
	Oznaki występowania grzybów	11	Biały nalot na liściach	56
			Owocniki na liściach	57
	Inne oznaki	12		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, zrzuwanie, zakrzywianie	61

			Narośle	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
Strzała, pień	Inne oznaki	12		00
	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	Narośle	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	Otwory, trociny w otworach	65
			Białe kropki lub nalot	66
			Imago, larwa, poczwarka, nimfa, grupa jaj	55
	Oznaki grzybów	11	Owocniki grzybów	57
			Pęcherze żółto-pomarańczowe	67
	Inne oznaki	12		00

Lista określająca kategorię czynnika sprawczego:

<i>Kategoria czynników sprawczych</i>	<i>Kod</i>
Zwierzyna	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

<i>Czynnik</i>	<i>Kod</i>	<i>Klasa czynnika</i>	<i>Kod</i>	<i>Uwagi (gatunek owada)*</i>
OWADY	200	Liściożerne	210	
		Uszkodzające pień, gałęzie, pędy	220	
		Uszkodzające 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

<i>Czynnik</i>	<i>Kod</i>	<i>Klasa czynnika</i>	<i>Kod</i>	<i>Uwagi (gatunek grzyba)*</i>
GRZYBY	300	Osutki i rdze	301	
		Rdze pędów i pni	302	
		Wiednięcie	303	
		Rozkład i zgnilizna korzeni	304	
		Plamistość liści	305	
		Antraknozy	306	
		Mączniaki	307	
		Wiednięcie 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

<i>Czynnik</i>	<i>Kod</i>	<i>Klasa czynnika</i>	<i>Kod</i>	<i>Typ czynnika</i>	<i>Kod</i>
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
				Płytką, uboga gleba	433
		Inne czynniki abiotyczne	490		

<i>Czynnik</i>	<i>Kod</i>	<i>Klasa czynnika</i>	<i>Kod</i>	<i>Typ czynnika</i>	<i>Kod</i>
BEZPOŚREDNIE ODDZIAŁYWANIA CZŁOWIEKA	500	Obiekty white	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		
<i>Czynnik</i>			<i>Kod</i>		
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>
INNE	800	Parazyty, epifity	810	
		Bakterie	820	
		Wirusy	830	
		Nicień	840	
		Konkurencja	850	
		Mutacje	860	
		Inne (znane przyczyny, ale niewskazane 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 przeprowadzili przeszkoleni taksatorzy z Instytutu Badawczego Leśnictwa. Do lokalizacji powierzchni, identyfikacji drzew oraz rejestracji danych obserwacyjnych i pomiarowych wykorzystano nowoczesne tablety SAMSUNG S2 TAB, pracujące w systemie Android. Na ich wyposażeniu znalazły się m.in. programy służące do nawigacji, tj. AutoMapa XL oraz mLas Inżynier Pro z dodatkowymi punktowymi warstwami pokazującymi lokalizację powierzchni, a także aplikacja „Monitoring” przeznaczona do identyfikacji drzew na powierzchniach SPO oraz rejestracji danych obserwacyjnych i pomiarowych, w tym danych obrazowych (zdjęcia powierzchni i stwierdzonych uszkodzeń). Oprogramowanie to obejmowało również uproszczony klucz do oznaczania symptomów i przyczyn uszkodzeń drzew oraz zdjęcia przykładowych uszkodzeń i ich sprawców.

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

W ramach kontroli poprawności wyników oceny poziomu defoliacji na 5% SPO I rzędu grupa kontrolna przeprowadziła powtórny ocenę defoliacji. Odnotowane różnice dotyczyły zarówno zawyżania, jak i zaniżania poziomu defoliacji w porównaniu do oceny grupy kontrolnej. Stwierdzony przeciętny poziom tych różnic nie przekraczał jednak 1-2% i nie wpłynął istotnie na wyniki odnoszące się do poziomu kraju.

2.2. Monitoring parametrów meteorologicznych i chemizmu środowiska leśnego

Monitoring meteorologiczny obejmował pomiary następujących parametrów w pobliżu 12 SPO MI (monitoringu intensywnego): 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 2017 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 rzędu zlokalizowano punkty pomiarowe, na których wykonuje się pomiary depozytu jonów zawartych w opadzie atmosferycznym oraz zanieczyszczeń gazowych. Punkty pomiarowe zlokalizowane są na terenach leśnych, ale 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 zachodniej i centralnej Polski obejmuje miesiące kwiecień–listopad, a w krainach

północno-wschodniej i południowej Polski 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. Próbniki wymieniane są przez osoby przeszkolone.

Laboratorium Chemii Środowiska Przyrodniczego IBL przygotowuje próbki do ekspozycji oraz wykonuje analizy chemiczne 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 powierzchniach 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, tzn. od pierwszego do ostatniego dnia miesiąca.

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 szt. 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).

Po przewiezieniu z lasu do laboratorium pojemników z opadami podkoronowymi oraz butli z wodami glebowymi 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 poziomego 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 2017 roku przeprowadzono obserwacje na 2009 SPO I rzędu, oceniając łącznie 40 180 drzew próbnych (Rys. 1-2). Większość powierzchni znajduje się w lasach będących w zarządzie Lasów Państwowych (1403 pow.) oraz w lasach będących własnością osób fizycznych (509 pow.). Powierzchnie założone w lasach parków narodowych² (34 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 41 w Krainie Sudeckiej do 489 w Krainie Wielkopolsko-Pomorskiej, 2) w układzie rdLP od 66 w RDLP w Pile do 178 w RDLP w Białymstoku, 3) w układzie województw od 40 w województwie opolskim do 207 w województwie mazowieckim (Tab. 1-3).

Liczba powierzchni w lasach będących w zarządzie Lasów Państwowych waha się: 1) od 34 w Krainie Sudeckiej do 422 w Krainie Wielkopolsko-Pomorskiej, 2) od 31 w RDLP w Warszawie do 128 w RDLP w Szczecinie, 3) od 32 w województwie opolskim do 159 w województwie zachodniopomorskim (Tab. 1-3).

Lasy będące własnością osób fizycznych reprezentowane są we wszystkich krainach przyrodniczo-leśnych (od 2 powierzchni w Krainie Sudeckiej do 161 w Krainie Mazowiecko-Podlaskiej), w szesnastu rdLP (od 3 powierzchni w RDLP w Pile do 68 w RDLP w Lublinie, brak powierzchni tej kategorii własności w RDLP w Zielonej Górze) oraz w 15 województwach (od 3 powierzchni w woj. zachodniopomorskim do 121 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” (18 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 w siedmiu krainach przyrodniczo-leśnych (od jednej powierzchni w Krainie Sudeckiej do dwunastu w Krainie Karpackiej, brak powierzchni tej kategorii w Krainie Śląskiej) oraz w 10 województwach (od jednej powierzchni w woj. dolnośląskim, lubuskim i świętokrzyskim do ośmiu w woj. podlaskim, brak powierzchni tej kategorii w województwach: kujawsko-pomorskim, łódzkim, opolskim, pomorskim, śląskim i warmińsko-mazurskim) (Tab. 2-3).

Liczyby powierzchni w lasach wszystkich form własności oraz w lasach będących w zarządzie Lasów Państwowych, według gatunku panującego w drzewostanie wynoszą odpowiednio: dla powierzchni z dominacją sosny – 1221 i 881, świerka – 81 i 56, jodły – 47 i 31, innych iglastych – 19 i 15, buka – 74 i 58, dębu – 137 i 107, brzozy – 186 i 115, olszy – 140 i 79 oraz innych liściastych – 104 i 54 (Tab. 4).

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 dominują gatunki z kategorii ‘inne iglaste’ występują w pięciu krainach i w dziesięciu województwach. Powierzchnie bukowe występują w sześciu krainach oraz w dwunastu 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 powierzchnie z gatunkiem panującym z 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, brzoźowe – w dwóch parkach, olszowe – w czterech parkach oraz z gatunkiem panującym z kategorii ‘inne liściaste’ – tylko w jednym parku, brak powierzchni dębowych.

3. OCENA POZIOMU USZKODZENIA MONITOROWANYCH GATUNKÓW DRZEW W 2017 R. – 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. Zróżnicowanie uszkodzenia monitorowanych gatunków ogółem w kraju

Średnia defoliacja wszystkich gatunków razem wynosiła 22,8%, iglastych razem – 22,7%, a liściastych razem – 23,0% (Tab. 16). Udział drzew zdrowych (do 10% defoliacji) gatunków razem wynosił jedynie 10,0%, udział drzew uszkodzonych (powyżej 25% defoliacji) był dwa razy większy i wynosił 20,2%. Gatunki liściaste charakteryzowały się wyższym udziałem drzew zdrowych (13,7%) oraz wyższym udziałem drzew uszkodzonych (23,3%) niż gatunki iglaste (odpowiednio: 7,9% i 18,4%). Udział drzew w klasie ostrzegawczej (drzewa lekko uszkodzone, od 11% do 25% defoliacji) wynosił: gatunków razem – 69,8%, gatunków iglastych – 73,7%, a gatunków liściastych – 63,1% (Tab. 9).

Na podstawie średniej defoliacji za gatunek o najwyższej zdrowotności uznano buk (śr.def.=16,7%). Średnią wartość tego parametru zanotowano u jodły (20,7%) i olszy (20,8%), podwyższoną – dla kategorii ‘inne liściaste’ (22,0%), ‘inne iglaste’ (22,5%), oraz u sosny (22,7%). Wysoką średnią defoliacją charakteryzowały się świerk (24,4%) i brzoza (25,0%), najwyższą – dąb (26,1%) – Tab. 16.

Podobną kolejność monitorowanych gatunków drzew uzyskano porównując udział drzew uszkodzonych (powyżej 25% defoliacji). Najniższym udziałem drzew uszkodzonych charakteryzował się buk (7,1%), niskim – olsza (13,3%). Średni udział drzew uszkodzonych zanotowano w przypadku jodły (17,4%), sosny (17,9%) i kategorii ‘inne iglaste’ (18,5%); podwyższony – dla kategorii ‘inne liściaste’ (21,2%), wysoki – u świerka (25,6%) i brzozy (27,6%), najwyższy – u dębu (36,2%). – Tab. 9 i Rys. 3.

Nieco inną kolejność pod względem zdrowotności monitorowanych gatunków uzyskano porównując udział drzew zdrowych (do 10% defoliacji). Najwyższy udział drzew w tej klasie odnotowano u buka (32,7%), wysoki – w kategorii ‘inne liściaste’ (23,3%) i jodły (21,2%), średni – u olszy (13,8%) i świerka (12,0%), niski – w kategorii ‘inne iglaste’ (9,8%), u brzozy (7,3%) i sosny (6,9%), najniższy – u dębu (3,8%). – Tab. 9 i Rys. 3.

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 << jodła, olsza, inne liściaste < inne iglaste, sosna < świerk < brzoza < dąb.

3.2. Zróżnicowanie uszkodzenia monitorowanych 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. 6, 9.

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 (8,2%) drzew zdrowych, najwięcej drzew uszkodzonych (29,1%), najwyższa była też średnia defoliacja (25,3%) w porównaniu do stanu lasów pozostałych form własności. Najmniej uszkodzone były drzewa w Lasach Państwowych. Było tam 10,1% drzew zdrowych, najmniej drzew uszkodzonych (18,9%), średnia defoliacja była również najniższa (22,4%).

Przeciętnie wyższy poziom defoliacji drzew w lasach parków narodowych, w porównaniu z lasami innych 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.

Sosna charakteryzowała się najwyższym uszkodzeniem w parkach narodowych, wysokim w lasach prywatnych, średnim w lasach 'innych własności razem' oraz najniższym w lasach państwowych. Udział drzew zdrowych wynosił odpowiednio: 1,6%, 5,7%, 8,6% i 7,3%, udział drzew uszkodzonych: 29,7%, 22,9%, 18,9% i 22,1%, a średnia defoliacja: 25,0%, 24,1%, 23,0% i 22,7%.

Największe uszkodzenie **świerka** występowało w lasach parków narodowych, zanotowano tam najmniej drzew zdrowych (1,7%), najwięcej drzew uszkodzonych (43,6%) oraz najwyższą średnią defoliację (29,9%). Duże uszkodzenia występowały w lasach będących własnością osób fizycznych (9,7% drzew zdrowych, 36,2% drzew uszkodzonych, średnia defoliacja równa 28,5%). Niższe uszkodzenie zanotowano w lasach państwowych, najniższe w lasach 'innych własności razem'. W lasach tych dwóch kategorii własności udział drzew zdrowych wynosił odpowiednio: 13,3% i 15,3%, udział drzew uszkodzonych; 21,9% i 15,3%, a średnia defoliacja: 23,0% i 21,6%.

Najbardziej uszkodzone **jodły** obserwowano w lasach parków narodowych. Drzewa zdrowe w parkach nie występowały, udział drzew uszkodzonych wynosił 42,2% (pozostałe drzewa zaliczone zostały do klasy ostrzegawczej), a średnia defoliacja – 30,3%. Znacznie lepszą kondycją charakteryzowały się jodły w lasach państwowych, najlepszą w lasach będących własnością osób fizycznych (odpowiednio: 19,0% i 31,8% drzew zdrowych, 18,8% i 9,9% drzew uszkodzonych, 21,3% i 17,3% 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 8,9%, udział drzew uszkodzonych: 11,9% i 16,7%, a średnia defoliacja: 20,0% i 21,8%.

Buk charakteryzował się najwyższym uszkodzeniem w parkach narodowych, wysokim w lasach prywatnych, średnim w lasach państwowych oraz najniższym w lasach ‘innych własności razem’. Udział drzew zdrowych wynosił odpowiednio: 28,0%, 35,5%, 33,1% i 28,6%, udział drzew uszkodzonych: 9,6%, 13,5%, 6,4% i 3,3%, a średnia defoliacja: 18,5%, 17,7%, 16,5% i 15,8%.

Najbardziej uszkodzone **dęby** zarejestrowano w lasach ‘innych własności razem’. Nie odnotowano tam drzew zdrowych, udział drzew uszkodzonych wynosił 65,3% (pozostałe drzewa zaliczone zostały do klasy ostrzegawczej), a średnia defoliacja – 32,9%. Duże uszkodzenia występowały w lasach państwowych (3,6% drzew zdrowych, 36,2% drzew uszkodzonych, średnia defoliacja równa 26,0%). Niższe uszkodzenia występowały w lasach będących własnością osób fizycznych (5,8% drzew zdrowych, 26,7% drzew uszkodzonych, średnia defoliacja równa 24,2%).

Najwyższe uszkodzenie **brzozy** występowało w lasach parków narodowych (2,6% drzew zdrowych, 42,1% drzew uszkodzonych, śr. def. = 29,5%). Wysokie uszkodzenie zanotowano wśród brzoź w lasach ‘innych własności razem’ (4,2% drzew zdrowych, 39,8% drzew uszkodzonych, śr. def. = 28,4%). W lasach będących własnością osób fizycznych uszkodzenie brzoź było niższe, a w lasach państwowych – najniższe (odpowiednio: 5,8% i 8,4% drzew zdrowych, 27,8% i 26,6% drzew uszkodzonych, 25,8% i 24,2% średniej defoliacji).

Najwyższe uszkodzenie **olszy** występowało w lasach parków narodowych (6,7% drzew zdrowych, 28,0% drzew uszkodzonych, śr. def. = 25,3%). Wysokie uszkodzenie zanotowano w lasach państwowych (13,4% drzew zdrowych, 14,3% drzew uszkodzonych, śr. def. = 21,2%). W lasach będących własnością osób fizycznych uszkodzenie olsz było niższe, a w lasach ‘innych własności razem’ – najniższe (odpowiednio: 14,6% i 19,0% drzew zdrowych, 10,8% i 10,3% drzew uszkodzonych, 20,0% i 18,3% średniej defoliacji).

Uszkodzenie drzew z kategorii ‘**inne liściaste**’ nie wykazywało znacznego zróżnicowania w zależności od formy własności lasów. Udział drzew zdrowych zawierał się w przedziale od 21,4% do 30,6%, udział drzew uszkodzonych – w przedziale od 20,4% do 21,9%, a średnia defoliacja – w przedziale od 21,2% do 22,3%.

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 omawianej krainy.

W **Krainie Bałtyckiej** najbardziej uszkodzone były drzewa w lasach parków narodowych (w Drawieńskim PN i Wolińskim PN): udział drzew zdrowych (5,0%) był najniższy, a udział drzew uszkodzonych (25,0%) i średnia defoliacja (22,9%) były najwyższe w porównaniu z lasami pozostałych form własności w tej krainie. Najmniej uszkodzone były drzewa w lasach państwowych: udział drzew zdrowych wynosił 13,1%, a udział drzew uszkodzonych (9,6%) i średnia defoliacja (19,4%) były najniższe w porównaniu z lasami pozostałych własności w tej krainie.

W **Krainie Mazursko-Podlaskiej** najbardziej uszkodzone były drzewa w lasach parków narodowych (w Białowieskim PN, Wigierskim PN, Biebrzańskim PN) (4,4% drzew zdrowych, 33,8% drzew uszkodzonych, śr. def. = 27,6%). Niższe uszkodzenia drzew zanotowano w lasach państwowych (5,4% drzew zdrowych, 15,6% drzew uszkodzonych, śr. def. = 23,2%). Najniższy poziom uszkodzenia drzew występował w lasach będących własnością osób fizycznych (9,4% drzew zdrowych, 18,3% drzew uszkodzonych, 22,8% średniej defoliacji).

W **Krainie Wielkopolsko-Pomorskiej** najbardziej uszkodzone były drzewa w lasach parku narodowego (w Wielkopolskim PN) (1,7% drzew zdrowych, 30,0% drzew uszkodzonych, średnia defoliacja wynosiła 26,3%). Najmniej uszkodzone były drzewa w lasach państwowych (8,2% drzew zdrowych, 18,3% drzew uszkodzonych, średnia defoliacja – 22,3%). Pośrednią pozycję pod względem uszkodzenia zajmowały drzewa w lasach będących własnością osób fizycznych oraz w lasach ‘innych własności razem’ (odpowiednio: 5,7% i 8,3% drzew zdrowych, 22,7% i 20,8% drzew uszkodzonych, 23,6% i 23,1% 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 parków narodowych (w Kampinoskim PN i Poleskim PN) oraz w lasach kategorii ‘inne własności razem’. W lasach dwóch pierwszych kategorii własności udział drzew zdrowych był wyższy, a udział drzew uszkodzonych oraz średnia defoliacja – niższe, w porównaniu z dwoma pozostałymi kategoriami własności. Udziały drzew zdrowych wynosiły odpowiednio: 5,7%, 5,6%, 1,0% i 3,8%, udziały drzew uszkodzonych: 21,0%, 22,2%, 35,0% i 33,8%, średnia defoliacja wynosiła: 23,7%, 23,9%, 26,1% i 27,6%.

W **Krainie Śląskiej** najzdrowsze okazały się drzewa w lasach państwowych (7,7% drzew zdrowych, 27,8% drzew uszkodzonych, śr. def. = 24,7%). Gorszą kondycję drzew zanotowano w lasach kategorii 'inne własności razem' oraz lasach będących własnością osób fizycznych, odpowiednio: 10,0% i 3,4% drzew zdrowych, 37,5% i 32,8% drzew uszkodzonych oraz średnia defoliacja równa 26,6% i 27,9%. Powierzchnie w lasach parków narodowych w tej krainie nie występują.

W **Krainie Małopolskiej** uszkodzenie drzew było najniższe w lasach parków narodowych (w Ojcowskim PN, Roztoczańskim PN, Świętokrzyskim PN): 15,0% drzew zdrowych, 16,7% drzew uszkodzonych oraz średnia defoliacja równa 21,0%. W lasach pozostałych form własności kondycja drzew utrzymywała się na zbliżonym poziomie. Udział drzew zdrowych zawierał się w przedziale od 10,8% do 12,6%, udział drzew uszkodzonych – w przedziale od 25,5% do 28,3%, a średnia defoliacja – od 23,6% do 24,6%.

W **Krainie Sudeckiej** kategorię własności 'parki narodowe' (Park Narodowy Gór Stołowych) pominięto w analizie ze względu na zbyt małą liczbę ocenionych drzew. Drzewa w lasach będących własnością osób fizycznych charakteryzowały się lepszą 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: 20,0%, 14,2% i 14,3%, udziały drzew uszkodzonych: 27,5%, 28,1% i 32,1%, a średnia defoliacja: 22,4%, 23,8% i 24,3%.

W **Krainie Karpackiej** najbardziej uszkodzone były drzewa w lasach parków narodowych (w Babiogórskim PN, Bieszczadzkim PN, Gorczańskim PN, Magurskim PN, Tatrzańskim PN): udział drzew zdrowych (15,0%) był najniższy, a udział drzew uszkodzonych (28,3%) i średnia defoliacja (24,8%) 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 18,5% do 25,0%, udział drzew uszkodzonych – w przedziale od 12,9% do 19,4%, a średnia defoliacja – od 19,5% do 22,0%.

3.3. Zróznicowanie uszkodzenia monitorowanych gatunków w zależności od wieku

Analizowane parametry oceny poziomu zdrowotności monitorowanych gatunków pogrupowane zostały w trzy kategorie wieku: powyżej 20 lat, od 21 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).

Ogółem dla wszystkich drzew objętych obserwacjami udział drzew zdrowych (do 10% defoliacji) wynosił 10,0%, udział drzew uszkodzonych (powyżej 25% defoliacji) – 20,2%, a średnia defoliacja – 22,8%. Wśród drzew młodszych zanotowano 10,6% drzew zdrowych, 18,9% drzew uszkodzonych, średnia defoliacja wynosiła 22,5%. Wśród drzew starszych udział drzew zdrowych był niższy i wynosił 9,5%, udział drzew uszkodzonych był wyższy i wynosił 21,1%, średnia defoliacja również była wyższa – 23,0% (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’: 7,6%, 18,9%, 22,9% u drzew młodszych i 8,1%, 18,1%, 22,6% u drzew starszych oraz dla gatunków ‘liściastych razem’: 15,4%, 19,0%, 21,9% u drzew młodszych i 12,2%, 26,8%, 23,8% u drzew starszych. Obserwowana w 2017 r. zależność kondycji drzew ‘gatunki razem’ i ‘liściaste razem’ od wieku była również opisywana w latach 2006-2010 i 2012-2016. W 2011 r. nie odnotowano takiej zależności.

Wśród gatunków iglastych znaczny spadek kondycji związany z wiekiem zaobserwowano dla gatunków ‘inne iglaste’, a dużo słabszy u jodły i świerka. Nie stwierdzono różnic w poziomie defoliacji pomiędzy drzewami młodszymi i starszymi u sosny – Tab. 9, 16, Rys. 4, 5.

W kategorii ‘inne iglaste’ wśród drzew młodszych udział drzew zdrowych wynosił 14,6%, udział drzew uszkodzonych – 15,0%, a średnia defoliacja – 21,4%. Wśród drzew starszych udział drzew zdrowych był znacznie niższy (4,4%), udział drzew uszkodzonych – dużo wyższy (22,4%), średnia defoliacja – również wyższa (23,8%).

Wśród młodszych świerków udział drzew zdrowych wynosił 11,4%, udział drzew uszkodzonych – 24,0%, a średnia defoliacja była równa 23,6%. Wśród starszych świerków było nieco więcej drzew zdrowych (12,5%), więcej drzew uszkodzonych (26,9%), średnia defoliacja była wyższa (25,0%).

Młodsze jodły charakteryzowały się wyższym udziałem drzew zdrowych (27,5%), niższym udziałem drzew uszkodzonych (14,5%), nieco niższą średnią defoliacją (19,9%) w porównaniu ze starszymi jodłami (odpowiednio: 19,7%, 18,1% i 20,9%).

Sosna nie wykazywała różnic w poziomie zdrowotności pomiędzy drzewami młodszymi i starszymi. Drzew zdrowych było odpowiednio 6,6% i 7,1%, drzew uszkodzonych 18,7% i 17,3%, a średnia defoliacja wyniosła 23,0% i 22,5%.

Wśród gatunków liściastych największy spadek kondycji związany z wiekiem zaobserwowano u dębu, duży – u brzozy, średni – u gatunków z kategorii ‘inne liściaste’ oraz u buka, nie stwierdzono takiej zależności u olszy – Tab. 9, 16, Rys. 4, 5.

Młodsze dęby charakteryzowały się wyższym udziałem drzew zdrowych (7,5%), dużo niższym udziałem drzew uszkodzonych (24,8%) oraz dużo niższą średnią defoliacją (23,4%) w porównaniu ze starszymi dębami (odpowiednio: 1,7%, 42,6% i 27,6%).

Wśród młodszych brzoź było 8,7% drzew zdrowych, 22,4% drzew uszkodzonych, a ich średnia defoliacja wynosiła 23,6%. U starszych brzoź zanotowano mniej (5,5%) drzew zdrowych, dużo więcej (34,7%) drzew uszkodzonych oraz wyższą średnią defoliację (26,9%).

Wśród młodszych drzew kategorii ‘inne liściaste’ udział drzew zdrowych wynosił 25,2%, udział drzew uszkodzonych – 17,2%, a średnia defoliacja – 20,8%. Drzewa starsze tej kategorii wykazywały niższy udział drzew zdrowych (21,5%), znacznie wyższy udział drzew uszkodzonych (24,9%) oraz wyższą średnią defoliację (23,2%).

Młodsze olsze wykazywały 16,0% drzew zdrowych, 13,2% drzew uszkodzonych i 20,8% średniej defoliacji. U drzew starszych tej grupy gatunków zanotowano nieco niższy udział drzew zdrowych (12,1%), natomiast udział drzew uszkodzonych oraz średnia defoliacja nie wykazywały różnic, wynosiły odpowiednio: 13,4% i 20,8%.

Wśród młodszych buków zarejestrowano 41,7% drzew zdrowych i 5,2% drzew uszkodzonych, średnia defoliacja wynosiła 15,2%. Wśród starszych drzew tego gatunku zaobserwowano znacznie niższy udział drzew zdrowych (29,2%), wyższy udział drzew uszkodzonych (7,9%) oraz wyższą średnią defoliację (17,3%).

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

3.4. Rozkład powierzchniowy uszkodzenia monitorowanych gatunków drzew

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) odznaczała się RDLP w Krakowie (24,8%). Wysoki ich udział (17,7%) odnotowano w RDLP w Szczecinie. Średni udział drzew w tej klasie (od 11,5% do 15,5%) występował w rdLP w Radomiu, Łodzi, Krośnie, Zielonej Górze, we Wrocławiu i w Szczecinku. Niskim udziałem drzew zdrowych (od 5,5% do 8,1%) charakteryzowały się lasy w rdLP w Gdańsku, Pile, Lublinie, Toruniu, Katowicach, Warszawie i Białymstoku. Najniższy udział drzew w tej klasie (4,7%) odnotowano w RDLP w Olsztynie i w RDLP w Poznaniu – Tab. 24, Rys. 22.

Najniższy udział drzew uszkodzonych (6,5%) zarejestrowano w RDLP w Gdańsku, niski (do 14%) – w rdLP w Szczecinku, Pile, Olsztynie, Szczecinie i Toruniu. Średni udział drzew w tej klasie (od 18,1% do 20,1%) odnotowano w rdLP w Białymstoku, Krośnie i Łodzi. Wysoki udział drzew uszkodzonych (od 21,5% do 30,1%) zaobserwowano w rdLP w Radomiu, Warszawie, Krakowie, Zielonej Górze, Lublinie, Katowicach i we Wrocławiu, najwyższy – w RDLP w Poznaniu (31,9%).

Najniższą średnią defoliację odnotowano w lasach RDLP w Szczecinku (18,7%), niską (19,5% i 19,8%) – w lasach RDLP w Gdańsku i RDLP w Szczecinie. Średnia wartość tego parametru (do 23%) wystąpiła w rdLP w Pile, Krakowie, Olsztynie, Łodzi, Toruniu, Radomiu, Krośnie i Zielonej Górze. Wysoką wartością średniej defoliacji (od 23,5% do 25,3%) charakteryzowały się lasy w rdLP w Warszawie, Lublinie, Białymstoku, we Wrocławiu i w Katowicach, najwyższą (25,8%) – lasy w RDLP w Poznaniu – 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, Szczecinek < Kraków, Gdańsk, Piła < Łódź, Radom, Olsztyn, Toruń < Krosno, Białystok, Zielona Góra, Warszawa < Wrocław, Lublin < Katowice, Poznań.

Najzdrowsze okazały się drzewa w lasach RDLP w Szczecinie (17,7% drzew zdrowych, 13% drzew uszkodzonych, śr. def. = 19,8%) i RDLP w Szczecinku (11,5% drzew zdrowych, 7,6% drzew uszkodzonych, śr. def. = 18,7%). W niewiele gorszej kondycji były drzewa w lasach RDLP w Gdańsku i RDLP w Pile (8% drzew zdrowych, 6,5% i 11,2% drzew uszkodzonych, średnia defoliacja równa 19,5% i 20,5%). Dobrą kondycją charakteryzowały się drzewa w lasach RDLP w Krakowie, gdzie udział drzew zdrowych był najwyższy w zestawieniu (24,8%), ale jednocześnie udział drzew uszkodzonych był dość wysoki (23%), średnia defoliacja wynosiła 21,4%.

Regionalne dyrekcje LP w Łodzi, Radomiu, Olsztynie i Toruniu zaliczone zostały do grupy rdLP o średnim poziomie uszkodzenia drzew, średnia defoliacja w tych rdLP wynosiła 22%. W RDLP w Łodzi i RDLP w Radomiu zarówno udziały drzew zdrowych (15,1% i 15,5%), jak i udziały drzew uszkodzonych (20,1% i 21,5%) były dość wysokie. W RDLP w Olsztynie i RDLP w Toruniu udziały drzew zdrowych były niskie (4,7% i 6,6%), ale jednocześnie i udziały drzew uszkodzonych (12% i 14%) nie były wysokie.

Lasy w rdLP w Krośnie, Zielonej Górze, Białymstoku i Warszawie charakteryzowały się wysokim poziomem uszkodzenia drzew. W RDLP w Krośnie i RDLP w Zielonej Górze udziały drzew zdrowych były wyższe (13,5% i 12%), w RDLP w Białymstoku i RDLP w Warszawie – niskie (5,5% i 5,9%). Udziały drzew uszkodzonych zawierały się w przedziale od 18,1% do 24,8%, a średnia defoliacja – w przedziale od 23,1% do 24,0%. Do grupy rdLP o wysokim uszkodzeniu należą również RDLP w Lublinie i RDLP we Wrocławiu. W tych rdLP udziały drzew zdrowych wynoszą 7,7% i 11,8%, udziały drzew uszkodzonych są wysokie i wynoszą 26% i 30,1%, średnia defoliacja, również wysoka, wynosi 24% i 24,6%.

Najbardziej uszkodzone były drzewa w lasach RDLP w Katowicach i RDLP w Poznaniu. Zanotowano tu niski udział drzew zdrowych (5,9% i 4,7%), bardzo wysoki udział drzew uszkodzonych (28,4% i 31,9%) i najwyższą średnią defoliację (25,3% i 25,8%) (Tab. 24, Rys. 22).

Najlepszą kondycją zdrowotną **sosny** charakteryzowały się lasy RDLP w Szczecinku (12,9% drzew zdrowych, 4,9% drzew uszkodzonych, średnia defoliacja równa 18,0%). Dobrą kondycję tego gatunku obserwowano w rdLP w Radomiu, Łodzi, Gdańsku, Pile i Szczecinie (udział drzew zdrowych zawierał się w przedziale od 5,9% do 20,3%, udział drzew uszkodzonych – od 4,7% do 15,9%, średnia defoliacja – od 19,5% do 20,9%). Duże uszkodzenie sosny występowało w rdLP w Poznaniu, Krośnie, Zielonej Górze i we Wrocławiu (od 3,0% do 6,9% drzew zdrowych, od 21,9% do 31,7% drzew uszkodzonych,

od 24,4% do 25,5% średniej defoliacji). Największe uszkodzenia odnotowano w RDLP w Krakowie (3,3% drzew zdrowych, 33,8% drzew uszkodzonych, 26,7% średniej defoliacji) – Tab. 18.

W ośmiu rdLP liczba **świerków** poddanych obserwacjom nie przekraczała 30 sztuk (wyniki wyłączono z analizy). W RDLP w Warszawie nie było żadnej powierzchni świerkowej (Tab. 18). Spośród ośmiu porównywanych rdLP najlepszą kondycję świerka odnotowano w RDLP w Szczecinie (15,7% drzew zdrowych, 7,8% drzew uszkodzonych, śr. def. = 18,6%). Niewiele gorszą kondycją charakteryzowały się świerki w RDLP w Olsztynie i RDLP we Wrocławiu. W RDLP w Olsztynie zarówno udział drzew zdrowych (9,9%), jak i udział drzew uszkodzonych (12,1%) był stosunkowo niski, natomiast w RDLP we Wrocławiu udziały obu grup drzew były wysokie (odpowiednio: 21,3% i 20,5% drzew). Średnia defoliacja wynosiła odpowiednio: 20,0% i 21,4%. Świerki o średniej kondycji występowały w lasach rdLP w Szczecinku, Białymstoku i Krośnie. W RDLP w Szczecinku zarówno udział drzew zdrowych (4,0%), jak i udział drzew uszkodzonych (11,4%) był niski, natomiast w rdLP w Białymstoku i w Krośnie udziały obu grup drzew były podwyższone (odpowiednio: 11,8% i 10,8% drzew zdrowych oraz 20,8% i 21,5% drzew uszkodzonych). Średnia defoliacja zawierała się w przedziale od 21,2% do 24,4%. Najbardziej uszkodzone świerki występowały w RDLP w Gdańsku i RDLP w Katowicach, udział drzew zdrowych wynosił odpowiednio: 7% i 0%, udział drzew uszkodzonych – 46,5% i 43,1%, a średnia defoliacja – 28,6% i 29,5%.

Powierzchnie **jodłowe** oraz z domieszką jodły występują jedynie w siedmiu rdLP, w tym w dwóch rdLP liczba drzew poddanych obserwacjom nie przekraczała 30 (wyniki wyłączono z analizy) (Tab. 18). Najzdrowsze jodły występowały w lasach RDLP w Krakowie (36,5% drzew zdrowych, 7,8% drzew uszkodzonych, śr. def. = 16,1%). Dobrą kondycją charakteryzowały się jodły w RDLP w Katowicach (22,8% drzew zdrowych, 14,0% drzew uszkodzonych, śr. def. = 17,6%). W RDLP w Krośnie i RDLP w Lublinie kondycja jodły była znacznie gorsza (9,6% i 4,8% drzew zdrowych, 19,9% i 26,2% drzew uszkodzonych, średnia defoliacja wynosiła 22,7% i 23,7%). Najbardziej uszkodzone jodły występowały w RDLP w Radomiu: udział drzew zdrowych wynosił 11,7%, udział drzew uszkodzonych – 37,9%, a średnia defoliacja – 29,3%.

W dziesięciu rdLP liczba drzew kategorii '**inne iglaste**' poddanych obserwacjom nie przekraczała 30 (wyniki wyłączono z analizy). Wśród siedmiu porównywanych rdLP kondycja drzew tej kategorii była najlepsza w lasach RDLP w Szczecinie (26,1% drzew zdrowych, 7,2% drzew uszkodzonych, śr. def. = 17,3%). Największe uszkodzenia

zanotowano w RDLP we Wrocławiu (3,1% drzew zdrowych, 35,9% drzew uszkodzonych, śr. def. = 26,6%).

Powierzchnie **bukowe** oraz z domieszką buka występują w piętnastu rdLP, w tym w siedmiu rdLP liczba drzew poddanych obserwacjom nie przekraczała 30 (wyniki wyłączono z analizy) (Tab. 18). Buki charakteryzowały się najwyższym poziomem zdrowotności wśród monitorowanych gatunków. Wśród ośmiu poddanych analizie rdLP najzdrowsze buki występowały w RDLP w Szczecinie (53,8% drzew zdrowych, 4,2% drzew uszkodzonych, śr. def. = 13,8%) Niewiele gorszą kondycją charakteryzowały się buki w RDLP w Katowicach (45,6% drzew zdrowych, 5,4% drzew uszkodzonych, śr. def. = 15,9%). W pozostałych sześciu rdLP udział drzew zdrowych zawierał się w przedziale od 18,9% w RDLP w Gdańsku do 40,0% w RDLP w Krakowie, udział drzew uszkodzonych – w przedziale od 0% w RDLP w Gdańsku do 15,0% w RDLP we Wrocławiu, średnia defoliacja – w przedziale od 16,1% w RDLP w Szczecinku do 18,3% w RDLP we Wrocławiu.

Dąb jest gatunkiem najbardziej uszkodzonym w skali kraju. Najzdrowsze dęby obserwowano w RDLP w Szczecinie (13,1% drzew zdrowych, 18,7% drzew uszkodzonych, śr. def. = 20,8%). Niewiele gorszą kondycją charakteryzowały się drzewa tego gatunku w rdLP w Gdańsku, Radomiu i Olsztynie (od 0% do 6,3% drzew zdrowych, od 16,9% do 27,0% drzew uszkodzonych, średnia defoliacja wynosiła od 22,5% do 24,2%). Podobny poziom uszkodzenia dębów występował w RDLP w Zielonej Górze. W tej RDLP odnotowano najwyższy w zestawieniu udział drzew zdrowych (14,7%), wysoki udział drzew uszkodzonych (33,3%) oraz stosunkowo niską średnią defoliację (23,4%) Znaczne uszkodzenie dębów zaobserwowano w rdLP w Warszawie, Krośnie, we Wrocławiu, w Katowicach i Pile (poniżej 1% drzew zdrowych, od 42,4% do 59,4% drzew uszkodzonych i średnia defoliacja – od 28,2% do 30%), największe – w RDLP w Krakowie (1,1% drzew zdrowych, 61,7% drzew uszkodzonych, śr. def. = 31,5%).

W jednej regionalnej dyrekcji LP liczba **brzóz** poddanych obserwacjom nie przekraczała 30 sztuk (wyniki wyłączono z analizy) – Tab. 18. Brzoza charakteryzuje się wysokim poziomem uszkodzenia na tle innych gatunków drzew leśnych. Spośród szesnastu analizowanych rdLP najzdrowsze brzozy obserwowano w RDLP w Zielonej Górze (23,5% drzew zdrowych, 12,7% drzew uszkodzonych, śr. def. = 19,0%). Niewiele gorszą kondycją charakteryzowały się drzewa tego gatunku w rdLP w Gdańsku, Toruniu, Szczecinie, Szczecinku i Lublinie (od 9,8% do 21,4% drzew zdrowych, od 6,4% do 16,7% drzew uszkodzonych, średnia defoliacja wynosiła od 18,0% do 22,2%). Wysoki poziom

uszkodzenia brzoź występował w rdLP w Warszawie, Poznaniu i Krośnie (od 0% % drzew zdrowych, od 46,7% do 48,7% drzew uszkodzonych i średnia defoliacja – od 29,0% do 30,2%), największy – w RDLP w Katowicach (1,0% drzew zdrowych, 66,5% drzew uszkodzonych, śr. def. = 32,5%).

W trzech rdLP liczba **olszy** poddanych obserwacjom nie przekraczała 30 (wyniki wyłączono z analizy) – Tab. 18. Spośród czternastu analizowanych rdLP najlepszą kondycję zdrowotną olszy zanotowano w lasach RDLP we Wrocławiu (32,6% drzew zdrowych, 13,2% drzew uszkodzonych, 17,7% średniej defoliacji). Niewiele gorszą kondycją charakteryzowały się olsze w lasach RDLP w Szczecinie i RDLP w Pile (36,4% i 12,1% drzew zdrowych, 18,5% i 3,0% drzew uszkodzonych, średnia defoliacja – 18,7% i 18,5%). Silnie uszkodzone olsze występowały w RDLP w Lublinie i RDLP w Krośnie (odpowiednio: 0% i 3,6% drzew zdrowych, 38,5% i 36,1% drzew uszkodzonych, średnia defoliacja równa 25,8% i 31,2%). Najsilniej uszkodzone olsze występowały w RDLP w Katowicach (brak drzew zdrowych, 53,2% drzew uszkodzonych, śr. def. = 35,3%) – Tab. 18.

W pięciu rdLP liczba drzew kategorii '**inne liściaste**' poddanych obserwacjom nie przekraczała 30 (wyniki wyłączono z analizy) – Tab. 18. Wśród dwunastu porównywanych rdLP kondycja drzew tej grupy gatunków była najlepsza w lasach RDLP w Szczecinie (56,1% drzew zdrowych, 9,6% drzew uszkodzonych, śr. def. = 13,9%). Niewiele gorszą kondycję drzew tej grupy gatunków obserwowano w lasach RDLP w Zielonej Górze (47,4% drzew zdrowych, 7,9% drzew uszkodzonych, śr. def. = 17,8%). Wysokim poziomem uszkodzenia charakteryzowały się drzewa tej grupy gatunków w lasach RDLP we Wrocławiu i RDLP w Radomiu (16,3% i 0% drzew zdrowych, 32,2% i 24,2% drzew uszkodzonych, średnia defoliacja – 25,5% i 26,1%), najwyższym – w RDLP w Katowicach (7,0% drzew zdrowych, 48,8% drzew uszkodzonych, śr. def. = 30,9%).

Uszkodzenie drzew w układzie województw

Najwyższym udziałem drzew zdrowych (gatunki razem) charakteryzowało się województwo małopolskie (20,9%). Wysoki udział drzew z tej klasy (powyżej 12%) odnotowano w województwie zachodniopomorskim, świętokrzyskim, łódzkim, podkarpackim i lubuskim, średni udział (od 8,3% do 11,7%) – w dolnośląskim, lubelskim i pomorskim. Niski udział drzew zdrowych (od 5,6% do 6,7%) występował w lasach województw: śląskiego, kujawsko-pomorskiego, podlaskiego, warmińsko-mazurskiego i

wielkopolskiego, bardzo niski (3,9% drzew) – w mazowieckim. Najniższy udział drzew z tej klasy odnotowano w województwie opolskim (0,9%).

Najniższy udział drzew uszkodzonych (6,3%) zarejestrowano w województwie pomorskim, niski (od 10,9% do 20%) – w zachodniopomorskim, warmińsko-mazurskim, kujawsko-pomorskim i lubuskim. Średni udział drzew w klasach 2-4 (od 21,1% do 23,4%) odnotowano w województwach: podlaskim, podkarpackim, świętokrzyskim, małopolskim, łódzkim i mazowieckim. Wysoki udział drzew uszkodzonych (od 24,7% do 29,9%) zarejestrowano w województwach: wielkopolskim, lubelskim, śląskim i dolnośląskim, najwyższy (31,3%) – w województwie opolskim.

Najniższą średnią defoliację (ok. 19%) odnotowano w lasach województw pomorskiego i zachodniopomorskiego, niską (ok. 22%) – w warmińsko-mazurskim, małopolskim i lubuskim; średnią (od 22,7% do 23,5%) – w łódzkim i kujawsko-pomorskim, świętokrzyskim, podkarpackim i lubelskim. Wysoka wartość tego parametru (od 24,1% do 24,5%) wystąpiła w wielkopolskim, podlaskim, mazowieckim, śląskim i dolnośląskim, najwyższa (26,6%) – w województwie 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, pomorskie < małopolskie < świętokrzyskie, warmińsko-mazurskie, lubuskie < łódzkie, podkarpackie, kujawsko-pomorskie < lubelskie, podlaskie < dolnośląskie, śląskie < wielkopolskie, mazowieckie < opolskie.

Najzdrowsze okazały się drzewa (gatunki razem) w lasach województw zachodniopomorskiego i pomorskiego (odpowiednio: 16,7% i 8,3% drzew zdrowych, 10,9% i 6,3% drzew uszkodzonych oraz 19,2% i 19,1% średniej defoliacji).

Dobłą kondycją charakteryzowały się drzewa w lasach województwa małopolskiego: 20,9% drzew zdrowych, 22,5% drzew uszkodzonych i 22,2% średniej defoliacji.

Województwa: świętokrzyskie, warmińsko-mazurskie, lubuskie, łódzkie, podkarpackie i kujawsko-pomorskie można zaliczyć do grupy województw o średnim poziomie uszkodzenia drzew – średnia defoliacja nie przekraczała 23,3%, natomiast udziały drzew zdrowych i uszkodzonych były zróżnicowane (wynosiły odpowiednio: od 5,6% do 16,6% i od 12,7% do 23,2%).

Lasy w województwach lubelskim, podlaskim, mazowieckim, wielkopolskim, śląskim i dolnośląskim, charakteryzowały się wysokim poziomem uszkodzenia drzew. Udział drzew zdrowych zawierał się w przedziale od 3,9% do 11,7%, udział drzew uszkodzonych – od 21,1% do 29,9%, średnia defoliacja – od 23,5% do 24,5%.

Najbardziej uszkodzone były drzewa w lasach województwa opolskiego (najniższy udział drzew zdrowych – 0,9%, najwyższy udział drzew uszkodzonych – 31,3% i najwyższa średnia defoliacja – 25,6%).

Najlepszą kondycją zdrowotną charakteryzowały się **sosny** w lasach województwa świętokrzyskiego (najwyższy w zestawieniu udział drzew zdrowych – 24,3%, 11,6% drzew uszkodzonych, śr. def. = 19,1%). Bardzo dobrą kondycję drzew tego gatunku odnotowano w pomorskim i zachodniopomorskim (7,8% i 13,0% drzew zdrowych, 4,7% i 9,2% drzew uszkodzonych, 18,9% i 19,4% średniej defoliacji). Duża defoliacja sosny występowała w województwach: małopolskim, lubelskim, mazowieckim, podlaskim i podkarpackim (udział drzew zdrowych zawierał się w przedziale od 2,5% do 5,1%, drzew uszkodzonych – w przedziale od 19,8% do 26,9%, natomiast średnia defoliacja – w przedziale od 24,3% do 24,6%). Najgorszą kondycję tego gatunku zarejestrowano w lasach województwa dolnośląskiego, udział drzew zdrowych wynosił 3,7%, udział drzew uszkodzonych – 31,6%, a średnia defoliacja – 25,4%. (Tab. 24).

W pięciu województwach liczba **świerków** poddanych obserwacjom nie przekraczała 30 (wyniki wyłączono z analizy) (Tab 4). Spośród jedenastu porównywanych województw najlepszą kondycją zdrowotną charakteryzowały się świerki w lubuskim (najwyższy w zestawieniu udział drzew zdrowych – 29,5%, najniższy udział drzew uszkodzonych – 4,5% oraz najniższa średnia defoliacja – 15,9%). Świerki o dobrej kondycji występowały w lasach województwa warmińsko-mazurskiego (15,1% drzew zdrowych, 9,1% drzew uszkodzonych, średnia defoliacja równa 18,9%). Wysoki poziom uszkodzenia odnotowano w podlaskim i śląskim (4,6% i 7,4% drzew zdrowych, 37,0% i 43,2% drzew uszkodzonych oraz 28,4% i 31,7% średniej defoliacji). Najbardziej uszkodzone świerki występowały w lasach województwa świętokrzyskiego (brak drzew zdrowych, najwyższy w zestawieniu udział drzew uszkodzonych – 72,2% oraz najwyższa średnia defoliacja – 43,5%).

Powierzchnie **jodłowe** oraz z domieszką jodły występują jedynie w ośmiu województwach, w tym w trzech województwach liczba drzew poddanych obserwacjom nie przekraczała 30 (wyniki wyłączono z analizy) (Tab. 24). Spośród pięciu porównywanych województw najzdrowsze jodły występowały w małopolskim (najwyższy

w zestawieniu udział drzew zdrowych – 33,2%, najniższy udział drzew uszkodzonych – 10,0% oraz najniższa średnia defoliacja – 17,3%). Bardzo dobrą kondycją charakteryzowały się jodły w lasach w województwa śląskiego (23,2% drzew zdrowych, 11,0% drzew uszkodzonych, średnia defoliacja równa 17,7%). Najwyższy poziom uszkodzenia tego gatunku odnotowano w mazowieckim (11,4% drzew zdrowych, 34,3% drzew uszkodzonych oraz średnia defoliacja równa 31,7%).

W dziesięciu województwach liczba drzew grupy gatunków '**inne iglaste**' poddanych obserwacjom nie przekraczała 30 (wyniki wyłączono z analizy) (Tab. 24). Spośród sześciu porównywanych województw kondycja gatunków z tej grupy była najlepsza w zachodniopomorskim (25,0% drzew zdrowych, 7,9% drzew uszkodzonych, średnia defoliacja równa 17,2%), natomiast najgorsza – w małopolskim (brak drzew zdrowych, 52,9% drzew uszkodzonych, średnia defoliacja równa 29,0%).

Powierzchnie **bukowe** oraz z domieszką buka występują w piętnastu województwach, w tym w siedmiu województwach liczba drzew poddanych obserwacjom nie przekraczała 30 (wyniki wyłączono z analizy). Ogółem buki charakteryzują się najwyższym poziomem zdrowotności wśród monitorowanych gatunków. Spośród ośmiu porównywanych województw najmniej uszkodzeń wśród buków obserwowano w małopolskim i śląskim (46,5% i 42,1% drzew zdrowych, 7,6% i 3,2% drzew uszkodzonych, średnia defoliacja równa 15,1% i 15,4%), najwięcej – w świętokrzyskim (12,2% drzew zdrowych, 18,4% drzew uszkodzonych, średnia defoliacja równa 23,1%).

Najzdrowsze **dęby** występowały w województwie zachodniopomorskim (najwyższy w zestawieniu udział drzew zdrowych – 32,1%, najniższy udział drzew uszkodzonych – 2,9%, najniższa średnia defoliacja – 15,3%). Dobrą kondycją charakteryzowały się drzewa tej grupy gatunków w pomorskim i warmińsko-mazurskim (15,1% i 22,0% drzew zdrowych, 3,1% i 3,3% drzew uszkodzonych, średnia defoliacja równa 16,9% i 17,0%). Wysokie uszkodzenia zarejestrowano w małopolskim, dolnośląskim, śląskim i łódzkim (poniżej 2,5% drzew zdrowych, powyżej 41% drzew uszkodzonych, średnia defoliacja – powyżej 27,5%), najwyższe – w opolskim (brak drzew zdrowych, najwyższy w zestawieniu udział drzew uszkodzonych – 57,0%, najwyższa średnia defoliacja – 30,4%) (Tab. 24).

Najzdrowsze **brzozy** występowały w lasach województwa lubuskiego (najwyższy w zestawieniu udział drzew zdrowych – 19,4%, najniższy udział drzew uszkodzonych – 10,4% oraz najniższa średnia defoliacja – 19,2%). Niewiele gorszą kondycją charakteryzowały się brzozy w lasach województwa lubuskiego i kujawsko-pomorskiego

(18,4% i 10,5% drzew zdrowych, 11,5% i 13,2% drzew uszkodzonych, średnia defoliacja równa 20,0% i 21,1%). Wysokie uszkodzenia brzozy zanotowano w śląskim, łódzkim i podkarpackim (do 1% drzew zdrowych, powyżej 46% drzew uszkodzonych, średnia defoliacja – powyżej 30%), najwyższe – w opolskim (brak drzew zdrowych, najwyższy w zestawieniu udział drzew uszkodzonych – 64,4% oraz najwyższa średnia defoliacja – 37,0%) (Tab. 24).

W dwóch województwach liczba **olszy** poddanych obserwacjom nie przekraczała 30 (wyniki wyłączono z analizy) – Tab. 18. Spośród czternastu analizowanych województw olsza charakteryzowała się najlepszą kondycją w województwie lubuskim (najwyższy w zestawieniu udział drzew zdrowych – 37,7%, 12,7% drzew uszkodzonych, najniższa średnia defoliacja – 17,6%). W niewiele gorszej kondycji były olsze w województwie dolnośląskim (28,3% drzew zdrowych, 12,7% drzew uszkodzonych, średnia defoliacja równa 17,9%). Wysoki poziom uszkodzenia zanotowano w podkarpackim, warmińsko-mazurskim i opolskim (do 5% drzew zdrowych, powyżej 26% drzew uszkodzonych, średnia defoliacja – powyżej 24,0%), najwyższy – w świętokrzyskim (7,1% drzew zdrowych, najwyższy w zestawieniu udział drzew uszkodzonych – 48,2% oraz najwyższa średnia defoliacja – 35,1%).

W dwóch województwach liczba drzew kategorii **‘inne liściaste’** poddanych obserwacjom nie przekraczała 30 (wyniki wyłączono z analizy) – Tab. 18. Wśród czternastu porównywanych województw kondycja drzew tej grupy gatunków była najlepsza w lasach województwa lubuskiego (najwyższy w zestawieniu udział drzew zdrowych – 53,3%, 5,9% drzew uszkodzonych, najniższa średnia defoliacja – 14,8%). Wysoki poziom uszkodzenia występował w województwie kujawsko-pomorskim, opolskim i wielkopolskim (udział drzew zdrowych w zakresie od 6,3% do 9,8%, udział drzew uszkodzonych – od 28,4% do 44,4%, a średnia defoliacja – od 26,1% do 28,0%). Najbardziej uszkodzone drzewa tej grupy gatunków zanotowano w świętokrzyskim (najniższy w zestawieniu udział drzew zdrowych – 2,8%, najwyższy udział drzew uszkodzonych – 46,8% oraz najwyższa średnia defoliacja – 31,5%) (Tab. 24).

Uszkodzenie drzew w układzie krain przyrodniczo-leśnych

Najwyższym udziałem drzew zdrowych (19,8%) charakteryzowała się Kraina Karpacka, niższy udział drzew z tej klasy (od 11,9% do 14,1%) odnotowano w Krainach: Sudeckiej, Bałtyckiej i Małopolskiej, niski (od 6,4% do 7,9%) – w Krainach: Wielkopolsko-Pomorskiej, Śląskiej i Mazursko-Podlaskiej, najniższy (5,5%) – w Krainie Mazowiecko-Podlaskiej.

Najniższy udział drzew uszkodzonych (10,0%) występował w Krainie Bałtyckiej, niski (16,8%) – w Krainie Mazursko-Podlaskiej, średni (od 18,7% do 21,9%) – w Krainach: Karpackiej Wielkopolsko-Pomorskiej i Mazowiecko-Podlaskiej, wysoki (od 26,3% do 28,2%) – w Krainach: Małopolskiej i Sudeckiej, najwyższy (28,6%) – w Krainie Śląskiej.

Najniższą średnią defoliację (19,6%) odnotowano w Krainie Bałtyckiej, niską (21,6%) – w Krainie Karpackiej, średnią (od 22,5% do 23,2%) – w Krainach: Wielkopolsko-Pomorskiej i Mazursko-Podlaskiej, wysoką (od 23,8% do 24,0%) w Krainach: Sudeckiej, Mazowiecko-Podlaskiej i Małopolskiej, najwyższą (25,0%) – w Krainie 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 od najzdrowszych do najbardziej uszkodzonych: Bałtycka < Karpacka < Mazursko-Podlaska, Wielkopolsko-Pomorska < Sudecka Małopolska, Mazowiecko-Podlaska, < Śląska.

Najzdrowsze okazały się drzewa w lasach Krainy Bałtyckiej: zanotowano wysoki w porównaniu z innymi krainami udział drzew zdrowych (12,8%), najniższy udział drzew uszkodzonych (10,0%) i najniższą średnią defoliację (19,6%).

Niewiele gorszą kondycją charakteryzowały się drzewa w Krainie Karpackiej: najwyższy wśród krain udział drzew zdrowych (19,8%), udział drzew uszkodzonych na średnim poziomie (18,7%) i niska średnia defoliacja (21,6%).

Krainy: Mazursko-Podlaska i Wielkopolsko-Pomorska zaliczone zostały do grupy krain o średnim poziomie uszkodzenia drzew. Zanotowano niski udział drzew zdrowych (6,4% i 7,9%) oraz niezbyt wysoki udział drzew uszkodzonych (16,8% i 18,9%), średnia defoliacja wynosiła 23,2% i 22,5%.

Lasy Krain: Sudeckiej, Małopolskiej i Mazowiecko-Podlaskiej charakteryzowały się podwyższonym poziomem uszkodzenia drzew. W Krainach Sudeckiej i Małopolskiej udziały drzew zdrowych utrzymywały się na poziomie od 12% do 14%, udział drzew uszkodzonych i średnia defoliacja były wysokie (26,3% i 28,2% drzew uszkodzonych oraz 23,8% i 24,0% średniej defoliacji). W Krainie Mazowiecko-Podlaskiej zarówno udział drzew zdrowych, jak i udział drzew uszkodzonych był nieco niższy (odpowiednio: 5,5% i 21,9%), średnia defoliacja wynosiła 23,9%.

Najbardziej uszkodzone były drzewa w lasach Krainy Śląskiej: niski udział drzew zdrowych (7,6%), najwyższy w zestawieniu udział drzew uszkodzonych (28,6%) i najwyższa średnia defoliacja (25,0%).

Liczba **sosen** poddanych obserwacjom nie przekraczała 30 w Krainie Sudeckiej, wyniki z tej krainy wyłączono z analizy. Wśród siedmiu porównywanych krain najlepszą kondycją zdrowotną charakteryzowały się drzewa tego gatunku w lasach Krainy Bałtyckiej (wysoki wśród krain udział drzew zdrowych – 10,4%, najniższy udział drzew uszkodzonych – 7,7% i najniższa średnia defoliacja – 19,4%); najgorszą – w lasach Krain Mazowiecko-Podlaskiej i Śląskiej (niski udział drzew zdrowych – 3,5% i 3,9%, najwyższy udział drzew uszkodzonych – 22,1% i 22,7%, oraz najwyższa średnia defoliacja – 24,2% i 24,3%).

Liczba **świerków** poddanych obserwacjom nie przekraczała 30 w Krainie Mazowiecko-Podlaskiej i wyniki z tej krainy wyłączono z analizy. Wśród siedmiu porównywanych krain najlepszą kondycją zdrowotną charakteryzowały się świerki w lasach Krainy Śląskiej: najwyższy wśród krain udział drzew zdrowych (27,8%), najniższy udział drzew uszkodzonych (13,9%), najniższa średnia defoliacja (18,6%); najgorszą – lasy Krainy Małopolskiej: najmniejszy udział drzew zdrowych (4,0%), najwyższy udział drzew uszkodzonych (57,0%), najwyższa średnia defoliacja (34,4%) – (Tab. 21).

Wystarczająca do porównania kondycji zdrowotnej liczba jodeł została oceniona jedynie w Krainach: Karpackiej i Małopolskiej. Zdrowsze jodły występowały w Krainie Karpackiej, bardziej uszkodzone – w Krainie Małopolskiej. Odpowiednio: udziały drzew zdrowych wynosiły 23,6% i 10,4%, udziały drzew uszkodzonych – 14,1% i 32,1%, średnia defoliacja – 19,4% i 26,2%).

Liczba drzew z kategorii '**inne iglaste**' poddanych obserwacjom nie przekraczała 30 w krainach Mazowiecko-Podlaskiej i Mazursko-Podlaskiej, wyniki z tych krain wyłączono z analizy. Wśród sześciu porównywanych krain uszkodzenie drzew tej grupy gatunków było najniższe w lasach Krainy Bałtyckiej, występował tu najwyższy udział drzew zdrowych (13,7%), najniższy udział drzew uszkodzonych (8,9%) oraz najniższa średnia defoliacja (19,1%). Najwyższe uszkodzenie drzew tej grupy gatunków zanotowano w Krainie Karpackiej: 4,3% drzew zdrowych, najwyższy udział drzew uszkodzonych (34,8%) i najwyższa średnia defoliacja (26,0%).

Liczba **buków** poddanych obserwacjom nie przekraczała 30 w Krainie Mazowiecko-Podlaskiej i Krainie Mazursko-Podlaskiej i wyniki z tych krain wyłączono z analizy. Buk jako gatunek najzdrowszy w skali kraju również w układzie krain nie był

mocno uszkodzony. Wśród sześciu porównywanych krain najzdrowsze buki występowały w Krainie Małopolskiej (najwyższy udział drzew zdrowych – 47,1%, 8,6% drzew uszkodzonych, średnia defoliacja wynosiła 16,2%). Największe uszkodzenia drzew tego gatunku zanotowano w lasach Krainy Śląskiej (najmniej drzew zdrowych – 19,2%, 11,5% drzew uszkodzonych, średnia defoliacja wynosiła 19,9%). Buki w lasach pozostałych czterech krain (Bałtyckiej, Wielkopolsko-Pomorskiej, Karpackiej i Sudeckiej) charakteryzowały się dobrą kondycją (udział drzew zdrowych w zakresie od 21,3% do 43,5%, od 2,9% do 15,2% drzew uszkodzonych, średnia defoliacja w zakresie od 15,8% do 19,1%).

Dąb jest gatunkiem najbardziej uszkodzonym w skali kraju, również w poszczególnych krainach jego uszkodzenie jest wysokie. Stosunkowo dobrą kondycją charakteryzowały się dęby w lasach Krainy Bałtyckiej (5,2% drzew zdrowych, 23,9% drzew uszkodzonych, śr. def. = 23,1%). Dęby najbardziej uszkodzone występowały w Krainie Sudeckiej (brak drzew zdrowych, najwyższy w zestawieniu udział drzew uszkodzonych – 49,0% oraz najwyższa średnia defoliacja – 28,7%) (Tab. 21).

Najzdrowsze **brzozy** występowały w Krainie Bałtyckiej (najwyższy w zestawieniu udział drzew zdrowych – 12,8%, najniższy udział drzew uszkodzonych – 9,2% oraz najniższa średnia defoliacja – 19,3%). Najbardziej uszkodzone brzozy występowały w Krainie Śląskiej (8,2% drzew zdrowych, 44,9% drzew uszkodzonych oraz średnia defoliacja równa 29,8%). (Tab. 21).

Liczba **olszy** poddanych obserwacjom nie przekraczała 30 w Krainie Sudeckiej i wyniki z tej krainy wyłączono z analizy. Wśród siedmiu porównywanych krain najlepszą kondycją zdrowotną charakteryzowały się drzewa tej grupy gatunków w lasach Krainy Wielkopolsko-Pomorskiej, występował tu najwyższy udział drzew zdrowych (21,3%), najniższy udział drzew uszkodzonych (7,9%) oraz najniższa średnia defoliacja (18,7%). Najwyższe uszkodzenie drzew tej grupy gatunków zanotowano w Krainie Karpackiej: najniższy udział drzew zdrowych (3,9%), najwyższy udział drzew uszkodzonych (43,0%) i najwyższa średnia defoliacja (30,9%).

Najzdrowsze drzewa z grupy gatunków **‘inne liściaste’** występowały w Krainie Karpackiej, gdzie odnotowano najwyższy udział drzew zdrowych (29,2%), najniższy udział drzew uszkodzonych (12,6%) oraz najniższą średnią defoliację (19,4%). Najwyższe uszkodzenie drzew tej grupy gatunków występowało w lasach Krainy Śląskiej, gdzie odnotowano 15,6% drzew zdrowych, najwyższy udział drzew uszkodzonych (35,3%) oraz najwyższą średnią defoliację (26,2%).

Uszkodzenie drzew w układzie parków narodowych

Ogółem w parkach narodowych poddano obserwacjom 680 drzew (na 34 powierzchniach), w tym 185 sosen (w 9 parkach), 117 świerków (w 7 parkach), 45 jodeł (w 5 parkach), 18 drzew z kategorii 'inne iglaste' (w 2 parkach), 125 buków (w 6 parkach), 12 dębów (w 1 parku), 76 brzoź (w 4 parkach), 75 olszy (w 4 parkach), 27 drzew z kategorii 'inne liściaste' (w 3 parkach).

Udział drzew zdrowych wśród wszystkich poddanych obserwacjom drzew wynosił 8,2%, udział drzew uszkodzonych – 29,1%, średnia defoliacja – 25,3%. Gatunki 'iglaste razem' charakteryzowały się wyższym uszkodzeniem niż gatunki 'liściaste razem'. Wśród 'iglastych razem' udział drzew zdrowych wynosił 1,6%, udział drzew uszkodzonych – 34,8%, a średnia defoliacja – 27,2%. Wśród 'liściastych razem' wartości porównywanych parametrów wynosiły odpowiednio: 15,9%, 22,5% i 23,1%.

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 pominięte w przedstawionym poniżej omówieniu wyników.

Najlepszą kondycją charakteryzował się buk (najwyższy udział drzew zdrowych – 28,0%, najniższy udział drzew uszkodzonych – 9,6% oraz najniższa średnia defoliacja – 18,5%), średnią – sosna i olsza (odpowiednio: 1,6% i 6,7% drzew zdrowych, 29,7% i 28,0% drzew uszkodzonych oraz 25,0% i 25,3% średniej defoliacji). Pozostałe trzy gatunki (brzoza, świerk i jodła) charakteryzowały się mocno osłabioną kondycją (jodła była najbardziej uszkodzona). Udział drzew zdrowych nie przekraczał 2,6%, udział drzew uszkodzonych był wysoki i zawierał się w przedziale od 42,1% do 43,6%, średnia defoliacja również była wysoka, wynosiła odpowiednio: 29,5%, 29,9% i 30,3% – 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 PN (powierzchnia świerkowa), Białowieskim PN (powierzchnia olszowa), Drawieńskim PN (powierzchnia sosnowa), Gorczańskim PN (powierzchnia świerkowo-bukowa), PN Górze Stołowych (powierzchnia świerkowa), Ojcowskim PN (przewaga buków), Poleskim PN (powierzchnia olszowo-brzozowa), Roztoczańskim PN (powierzchnia sosnowo-jodłowa),

Świętokrzyskim PN (powierzchnia bukowa) i Wigierskim PN (powierzchnia sosnowa). Po dwie powierzchnie znajdują się w parkach: Magurskim PN (przewaga modrzewia i jodły), Wielkopolskim PN (powierzchnia sosnowa i powierzchnia liściasta mieszana) i Wolińskim PN (powierzchnia sosnowa, na drugiej powierzchni przewaga dębu); trzy powierzchnie – w Tatrzańskim PN (dwie powierzchnie świerkowe i jedna powierzchnia jodłowa), cztery powierzchnie – w Kampinoskim PN (trzy powierzchnie sosnowe i jedna powierzchnia brzozowa); pięć powierzchni – w Bieszczadzkim PN (na 100 drzew 76 buków, 14 osik, 5 jodeł i 5 brzoź), najwięcej powierzchni znajduje się w Biebrzańskim PN (sześć powierzchni, po jednej powierzchni sosnowej, świerkowej i olszowej oraz dwie powierzchnie brzozowe).

Ze względu na małą liczbę drzew poddanych analizie uszeregowanie parków narodowych od najzdrowszych do najbardziej uszkodzonych jest wysoce niepewne. W parkach: Bieszczadzkim PN, Ojcowskim PN, Białowieskim PN i Świętokrzyskim PN przy wysokim udziale drzew zdrowych (od 20% do 29%) zanotowano niski udział drzew uszkodzonych (od 5% do 15%), średnia defoliacja w przypadku trzech parków była niska (od 16,8% do 17,9%), w przypadku czwartego – wyższa (22,5%). W Drawieńskim PN występował niski udział drzew zdrowych (5%), ale jednocześnie nie było drzew uszkodzonych, średnia defoliacja była niska (18,%). W Magurskim PN udział drzew zdrowych był niski (10%), udział drzew uszkodzonych (20%) i średnia defoliacja (23,1%) były podwyższone. Podobnie w Gorczańskim PN i Wolińskim PN: udział drzew zdrowych był niski (5%), udział drzew uszkodzonych (25%) i średnia defoliacja (22,9% i 23,3%) były podwyższone.

Średnim poziomem uszkodzenia charakteryzowały się drzewa w lasach parków: Roztoczańskiego PN, PN Gór Stołowych, Kampinoskiego PN i Wigierskiego PN. Występowało tam od 0% do 1,3% drzew zdrowych, od 15% do 28,8% drzew uszkodzonych, a średnia defoliacja przyjmowała wartości z zakresu od 23,8% do 25,0%.

Wysoki poziom uszkodzenia drzew zanotowano w Biebrzańskim PN, Wielkopolskim PN i Babiogórskim PN. Udział drzew zdrowych zawierał się tam w przedziale od 0% do 5%, udział drzew uszkodzonych – w przedziale od 40,8% do 55%, a średnia defoliacja – w przedziale od 29,6% do 32,3%. Drzewa o najwyższym uszkodzeniu występowały w Poleskim PN i Tatrzańskim PN (0% i 1,7% drzew zdrowych, 60% i 61,7% drzew uszkodzonych, średnia defoliacja – 33,5% i 35,5% – Tab. 27.

4. PORÓWNANIE POZIOMU ZDROWOTNEGO MONITOROWANYCH GATUNKÓW DRZEW W LATACH 2013-2017 – JADWIGA MAŁACHOWSKA

4.1. Zmienność poziomu defoliacji drzew w pięcioleciu

Zróżnicowanie uszkodzeń drzew na Stałych Powierzchniach Obserwacyjnych I rzędu ogółem w kraju w latach 2013-2017 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 ciągu ostatniego pięciolecia 2013-2017 poziom zdrowotności lasów był zróżnicowany. W 2015 r. w porównaniu z 2014 r. nastąpiła niewielka poprawa kondycji lasów. 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. 29, Rys. 14). Średnia defoliacja gatunków razem wynosiła w kolejnych latach: 21,6%, 21,9%, 21,5%, 22,7% i 22,8%; udział drzew zdrowych wynosił: 13,7%, 11,6%, 11,9%, 8,3% i 10,0%; udział drzew uszkodzonych: 18,8%, 18,9%, 16,7%, 19,5% i 20,2% (Tab. 28 i 29, Rys. 12-15 i 25-28).

Z porównania zmienności kondycji zdrowotnej wśród gatunków iglastych łącznie i liściastych łącznie w pięcioleciu wynika, że 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). W 2017 r. nie odnotowano znaczącej zmiany w skali kraju – Tab. 29, Rys. 14.

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 2013 r. udział drzew zdrowych wynosił 39,4%, udział drzew uszkodzonych – 7,3%, a średnia defoliacja – 15,7%. W 2014 r. nastąpiło niewielkie pogorszenie (spadek udziału drzew zdrowych o 6 punktów procentowych). W 2015 r. stan

koron buków uległ niewielkiej poprawie, nastąpił wzrost udziału drzew zdrowych do 38,3%, spadek udziału drzew uszkodzonych do 5,2% i spadek średniej defoliacji do 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%). W 2017 r. nastąpiła ponowna niewielka poprawa, udział drzew zdrowych wynosił 32,7%, udział drzew uszkodzonych – 7,1%, a średnia defoliacja – 16,7%. (Tab. 29, Rys. 13).

Olsza charakteryzowała się dobrą kondycją w pięcioleciu. W 2013 r. udział drzew zdrowych wynosił 30,4%, udział drzew uszkodzonych – 11,7%, a średnia defoliacja – 18,5%. W 2014 r. nastąpiło niewielkie pogorszenie, udział drzew zdrowych spadł do 20,9%, średnia defoliacja wzrosła do 19,8%. W latach 2015 i 2016 r. stan koron olszy stopniowo pogarszał się. W 2017 r. kondycja olszy nie uległa zmianie, udział drzew zdrowych wynosił 13,8%, udział drzew uszkodzonych – 13,3%, a średnia defoliacja – 20,8% (Tab. 29, Rys. 13).

Kondycja **jodły** w pięcioleciu była dobra w porównaniu z innymi gatunkami, lokowała się w tej klasyfikacji tuż z olszą. W 2013 r. udział drzew zdrowych wynosił 19,2%, udział drzew uszkodzonych – 15,9%, a średnia defoliacja – 20,0%. W latach 2014-2015 stan koron jodeł nie uległ widocznej zmianie. 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%. W 2017 r. nastąpiła niewielka poprawa, udział drzew zdrowych wzrósł do 21,2% (Tab. 29, Rys. 12).

Sosna charakteryzowała się średnim poziomem uszkodzenia w pięcioleciu w porównaniu z innymi gatunkami. W 2013 r. udział drzew zdrowych wynosił 9,2%, udział drzew uszkodzonych – 17,0%, a średnia defoliacja – 21,6%. Przez całe pięciolecie kondycja sosny nie uległa znaczącej zmianie. W 2017 r. udział drzew zdrowych wynosił 6,9%, udział drzew uszkodzonych – 17,9%, a średnia defoliacja – 22,7% (Tab. 29, Rys. 12).

Stan zdrowotny grupy gatunków '**inne iglaste**' był nieco lepszy od stanu sosny oraz mniej stabilny. W 2013 r. udział drzew zdrowych wynosił 18,1%, udział drzew uszkodzonych – 19,4%, a średnia defoliacja – 20,9%. W 2014 r. nastąpiła poprawa kondycji drzew, wyrażająca się głównie spadkiem udziału drzew uszkodzonych (o 5,5 punktów procentowych). W latach 2015-2017 stan koron drzew tej grupy gatunków stopniowo pogarszał się. W 2017 r. udział drzew zdrowych wynosił 9,8%, udział drzew uszkodzonych – 18,5%, a średnia defoliacja – 22,5%. (Tab. 29, Rys. 12).

Grupa gatunków **‘inne liściaste’** zaliczana jest wraz z sosną i gatunkami **‘inne iglaste’** do grupy o średnim uszkodzeniu. W 2013 r. udział drzew zdrowych wynosił 25,6%, udział drzew uszkodzonych – 18,8%, a średnia defoliacja – 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, w 2016 r. nastąpiło wyraźne pogorszenie (spadek udziału drzew zdrowych do 18,7%, wzrost udziału drzew uszkodzonych do 21,7% oraz wzrost średniej defoliacji do 22,5%). W 2017 r. nastąpiła poprawa kondycji wyrażająca się głównie wzrostem udziału drzew zdrowych (o 4,6 punkty procentowe). (Tab. 29, Rys. 13).

Uszkodzenie **świerka** w pięcioleciu było wysokie na tle innych gatunków. Na początku pięciolecia udział drzew zdrowych wynosił 18,6%, udział drzew uszkodzonych – 27,0%, a średnia defoliacja – 23,2%. W latach 2014-2016 następowało niewielkie pogorszenie wyrażające się głównie obniżaniem się udziału drzew zdrowych. W 2017 r. nastąpiła niewielka poprawa. Na końcu pięciolecia udział drzew zdrowych wynosił 12,0%, udział drzew uszkodzonych – 25,6%, a średnia defoliacja – 24,4% (Tab. 29, Rys. 12).

Brzoza również charakteryzowała się wysokim uszkodzeniem w porównaniu z innymi gatunkami. W 2013 r. udział drzew zdrowych wynosił 11,7%, udział drzew uszkodzonych – 22,6%, a średnia defoliacja – 22,9%. W 2014 r. nastąpiło pogorszenie (spadek udziału drzew zdrowych do 7,5%, wzrost udziału drzew uszkodzonych do 26,7% i średniej defoliacji do 24,1%). W 2015 r. nastąpiła poprawa, wyrażająca się głównie spadkiem udziału drzew uszkodzonych (do 20,7%) oraz średniej defoliacji (do 22,5%); udział drzew zdrowych wynosił 8,9%. 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%. W 2017 r. nastąpiła niewielka poprawa (obniżenie udziału drzew uszkodzonych o 3,1 punkty procentowe) (Tab. 29, Rys. 13).

Dąb był najbardziej uszkodzonym gatunkiem przez okres całego pięciolecia. W 2013 r. udział drzew zdrowych wynosił 6,4%, udział drzew uszkodzonych – 34,8%, a średnia defoliacja – 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%. W 2017 r. poziom uszkodzenia ponownie nieco

wzrósł (nastąpił wzrost udziału drzew uszkodzonych o 3,1 punkty procentowe) (Tab. 29, Rys. 13).

Podsumowując: najlepszą kondycją zdrowotną w pięcioleciu charakteryzował się buk, najgorszą dąb. Stan kondycji olszy i jodły był dobry w porównaniu z innymi gatunkami. Sosna wraz z grupą gatunków 'inne iglaste' oraz grupą gatunków 'inne liściaste' charakteryzowały się średnim poziomem uszkodzenia, natomiast świerk oraz brzoza – wysokim poziomem uszkodzenia.

4.2. Zmienność uszkodzenia gatunków drzew w pięcioleciu w grupach wiekowych: młodszej (od 21 do 60 lat) oraz starszej (powyżej 60 lat)

Gatunki razem. Przez cały okres 5-lecia udział drzew zdrowych młodszych był wyższy od udziału drzew zdrowych starszych średnio w roku o około 1,3 punktu procentowego. Natomiast udział drzew uszkodzonych młodszych był niższy od udziału drzew uszkodzonych starszych średnio w roku o około 1,9 punktu procentowego. Średnia defoliacja drzew młodszych była niższa średnio w roku o około 0,4 punktu procentowego.

Gatunki iglaste. W 2013 r. udział drzew zdrowych młodszych był wyższy od udziału drzew zdrowych starszych o 1,4 punktu procentowego. W pozostałych latach różnice nie przekraczały 0,5 punktu procentowego. W całym pięcioleciu nie wystąpiły znaczące różnice w udziale drzew uszkodzonych oraz średniej defoliacji pomiędzy drzewami młodszymi i starszymi.

Gatunki liściaste. Przez całe pięciolecie udział drzew zdrowych młodszych był wyższy od udziału drzew zdrowych starszych średnio w roku o około 2,8 punktu procentowego. Natomiast udział drzew uszkodzonych młodszych był niższy od udziału drzew uszkodzonych starszych średnio w roku o około 6,3 punktu procentowego. Średnia defoliacja drzew młodszych była niższa średnio w roku o około 1,6 punktu procentowego.

Sosna. W 2013 r. udział drzew zdrowych młodszych był wyższy od udziału drzew zdrowych starszych o 1 punkt procentowy. W pozostałych latach różnice nie przekraczały 0,5 punktu procentowego. W latach 2015-2017 wystąpiły niewielkie różnice w udziale drzew uszkodzonych (o 1,5 p.p.) oraz średniej defoliacji (o 0,5 i 0,8 p.p.) pomiędzy drzewami młodszymi (wartości wyższe) i starszymi (wartości niższe).

Świerk. W latach 2013-2016 udział drzew zdrowych młodszych był wyższy od udziału drzew zdrowych starszych, różnica udziału wahała się od 1,5 p.p. w 2017 r. do 7,2 p.p. w 2013 r. Udział drzew uszkodzonych młodszych był niższy od udziału drzew

uszkodzonych starszych w latach 2013 i 2015-2017, różnica udziału wahała się od 1,7 p.p. w 2015 r. do 7,2 p.p. w 2013 r. Średnia defoliacja drzew młodszych była niższa średnio w roku o około 1,7 punktu procentowego (w 2013 r. różnica wynosiła 2,9 p.p.).

Jodła. Udział drzew zdrowych młodszych był dużo wyższy od udziału drzew zdrowych starszych przez całe pięciolecie, różnica wahała się od 4 p.p. w 2016 r. do 10,9 p.p. w 2013 r. W przypadku drzew uszkodzonych w latach 2013-2014 udział drzew młodszych przeważał nad udziałem drzew starszych (różnica wynosiła 4 i 2,2 p.p.), natomiast w latach 2015-2017 - udział drzew starszych przeważał nad udziałem drzew młodszych (różnica w kolejnych latach wynosiła 0,5, 2,5 i 3,6 p.p.). Średnia defoliacja drzew młodszych była niższa średnio w roku o około 0,6 punktu procentowego.

Inne iglaste. Występowały duże różnice w udziale drzew zdrowych, udziale drzew uszkodzonych oraz średniej defoliacji pomiędzy drzewami młodszymi i starszymi. Udział drzew zdrowych był wyższy wśród drzew młodszych średnio w roku o 11,1 punktów procentowych. Natomiast udział drzew uszkodzonych oraz średnia defoliacja były niższe wśród drzew młodszych średnio o 6,9 i 2,3 punkty procentowe.

Buk. Udział drzew zdrowych był dużo wyższy wśród drzew młodszych w stosunku do drzew starszych w latach 2013, 2015 i 2017 (średnio w roku o 10,7 p.p.), w latach 2014 i 2016 różnice były niższe i wynosiły 1,7 i 3,5 punkty procentowe. Udział drzew uszkodzonych wśród drzew młodszych w 2013 r. był wyższy o 3,4 p.p., natomiast w latach 2016 i 2017 – był niższy o ok. 2,5 punktu procentowego. Średnia defoliacja drzew młodszych była niższa średnio w roku o około 0,7 punktu procentowego.

Dąb. W ciągu całego pięciolecia występowały duże różnice w udziale drzew zdrowych, udziale drzew uszkodzonych oraz średniej defoliacji pomiędzy drzewami młodszymi i starszymi. Udział drzew zdrowych był wyższy wśród drzew młodszych średnio w roku o 4,3 punktów procentowych. Natomiast udział drzew uszkodzonych oraz średnia defoliacja były niższe wśród drzew młodszych średnio o 16,3 i 3,9 punkty procentowe.

Brzoza. Podobnie jak w przypadku dębu w ciągu całego pięciolecia występowały duże różnice w udziale drzew zdrowych, udziale drzew uszkodzonych oraz średniej defoliacji pomiędzy drzewami młodszymi i starszymi. Udział drzew zdrowych był wyższy wśród drzew młodszych średnio w roku o 3,7 punkty procentowe. Natomiast udział drzew uszkodzonych oraz średnia defoliacja były niższe wśród drzew młodszych średnio o 10,5 i 2,6 punkty procentowe.

Olsza. W ciągu całego pięciolecia wśród drzew młodszych zarówno udział drzew zdrowych jak i udział drzew uszkodzonych był wyższy w porównaniu z drzewami starszymi. Średnio w roku różnica wynosiła 6,2 punktu procentowego w przypadku drzew zdrowych oraz 1,7 p.p. w przypadku drzew uszkodzonych. Nie było znaczących różnic w wartości średniej defoliacji drzew młodszych i drzew starszych.

Inne liściaste. W ciągu całego pięciolecia występowały różnice w udziale drzew zdrowych, udziale drzew uszkodzonych oraz średniej defoliacji pomiędzy drzewami młodszymi i starszymi. Udział drzew zdrowych był wyższy wśród drzew młodszych średnio w roku o 3,1 punkty procentowe. Natomiast udział drzew uszkodzonych oraz średnia defoliacja były niższe wśród drzew młodszych średnio o 6,7 i 2,6 punkty procentowe.

Podsumowując, w ciągu pięciolecia obserwowano spadek kondycji drzew wraz z wiekiem (wyrażony spadkiem udziału drzew zdrowych, wzrostem udziału drzew uszkodzonych oraz wzrostem średniej defoliacji): wysoki wśród dębów i brzoź, znaczący – wśród buków, gatunków z grupy ‘inne liściaste’ oraz gatunków z grupy ‘inne iglaste’, niewielki – wśród świerków i jodeł. Nie zanotowano tej zależności u sosny i olszy.

Na zmienność proporcji udziału drzew zdrowych i uszkodzonych oraz wartości średniej defoliacji pomiędzy drzewami młodszymi oraz starszymi może mieć wpływ zmieniająca się w kolejnych latach pula drzew poddawanych analizie: wraz z nowymi powierzchniami przybywa drzew młodszych, zwykle zdrowszych; większość powierzchni ubywających, to te, na których rosły drzewa starsze, bardziej uszkodzone.

4.3 Rozkład powierzchniowy uszkodzenia drzew w pięcioleciu

Zmienność geograficzna uszkodzenia drzew (gatunki razem) w pięcioleciu była różna w różnych regionach kraju. Porównano wyniki obserwacji w układzie regionalnych dyrekcji Lasów Państwowych, jak i w układzie krain przyrodniczo-leśnych – Tab. 28 i 29, Rys. 20-23.

Kondycja drzew w lasach Krainy Bałtyckiej przez całe pięciolecie była bardzo dobra. Udział drzew uszkodzonych był niewielki, wyrównany, wynosił 14,5% w 2013 r. oraz 10,0% w 2013 r. Udział drzew zdrowych oraz średnia defoliacja wynosiły odpowiednio: 18,3% i 20,0% na początku pięciolecia oraz 12,8% i 19,6% na końcu.

Kraina Karpacka charakteryzowała się średnim, dość stabilnym poziomem uszkodzenia w pięcioleciu. W 2013 r. udział drzew zdrowych wynosił 21,7%, udział drzew uszkodzonych 17,1%, a średnia defoliacja – 20,6%. W kolejnych latach pięciolecia

parametry te nie ulegały dużym zmianom i ostatecznie w 2017 r. wynosiły odpowiednio: 19,8%, 18,7% i 21,7%.

Drzewa w lasach Krainy Małopolskiej charakteryzowały się wysokim poziomem uszkodzenia na tle innych krain: udział drzew zdrowych wynosił 9,5%, udział drzew uszkodzonych – 24,6%, a średnia defoliacja – 23,5% . W latach 2013-2015 uszkodzenie zmalało, a w latach 2015-2017 – wzrosło do poziomu nieco wyższego niż było na początku pięciolecia.

Krainy Sudecka i Śląska wykazują podobną zmienność uszkodzenia drzew w pięcioleciu 2013-2017. Są to krainy, które na początku pięciolecia charakteryzowały się najwyższym uszkodzeniem drzew (najwyższym, ponad 30% udziałem drzew w klasach 2-4). W 2014 r. udział ten znacznie obniżył się (do 17%, osiągając poziom średni w skali kraju), natomiast w następnych latach stale rósł i ostatecznie w 2017 r. osiągnął poziom niewiele niższy niż w 2013 r. (ok. 28% udziału drzew uszkodzonych, najwyższe uszkodzenia w porównaniu z innymi regionami). Średnia defoliacja wynosiła w tych krainach w 2013 r. odpowiednio 24,3% i 24,8%, a w 2017 r. – 25,0% i 23,8%.

Krainy Mazursko-Podlaska i Mazowiecko-Podlaska charakteryzują się podobnym przebiegiem zmienności uszkodzenia drzew w pięcioleciu. Jednak poziom uszkodzenia drzew w tych krainach jest różny, w pierwszej - niższy, a w drugiej – wyższy. Na początku pięciolecia udział drzew zdrowych wynosił odpowiednio: 20,8% i 9,4%, udział drzew uszkodzonych – 15,7% i 20,5%, a średnia defoliacja – 20,2% i 22,6%. W 2017 r. wartości te wynosiły odpowiednio: 6,4% i 5,5% drzew zdrowych, 16,8% i 21,9% drzew uszkodzonych oraz 23,2% i 23,9% średniej defoliacji.

W Krainie Wielkopolsko-Pomorskiej kondycja drzew uległa znacznemu pogorszeniu. Na początku pięciolecia drzewa charakteryzowały się niskim poziomem uszkodzenia na tle innych krain (udział drzew zdrowych wynosił 11,5%, udział drzew uszkodzonych – 11,6%, a średnia defoliacja 19,9%), natomiast w 2017 r. uszkodzenie wzrosło do poziomu średniego (udział drzew zdrowych zmniejszył się do 7,9%, udział drzew uszkodzonych – wzrósł do 18,9%, a średnia defoliacja wzrosła do 22,5%).

5. OCENA SYMPTOMÓW I PRZYCZYN USZKODZEŃ DRZEW NA STAŁYCH POWIERZCHNIACH OBSERWACYJNYCH MONITORINGU LASU W ROKU 2017 – PAWEŁ LECH

5.1. Charakterystyka zebranych danych

W 2017 roku ocenę symptomów uszkodzeń i przyczyn ich powstawania wykonano na SPO I rzędu łącznie na 40 180 drzewach 41 gatunków. Najliczniej reprezentowany był rodzaj sosna, a w nim sosna zwyczajna (22 239 drzew i 55,35% wszystkich drzew), następnie brzoza, głównie brzoza brodawkowata (4245 drzew i 10,56%), dąb – przede wszystkim rodzime gatunki dębów (3099 drzew i 7,71%), olsza – głównie olsza czarna (2519 drzew i 6,27%) oraz świerk pospolity (1787 drzew i 4,45% wszystkich drzew). Łącznie było 25 649 drzew 8 gatunków iglastych (w tym 4 gatunków obcych), co stanowiło 63,84% wszystkich ocenianych oraz 14 531 (36,16%) drzew 33 gatunków liściastych. Liczba drzew spośród 7 gatunków (So, Św, Jd, Db, Bk, Brzb i Olcz) przekraczała jeden tysiąc, a kolejnych 3 (Tpo, Gb i Md) zawierała się w przedziale 500-1000 drzew. W przypadku 23 gatunków (4 iglastych i 19 liściastych) liczba drzew nie przekraczała 100.

Łącznie na SPO I rzędu stwierdzono $(28\,300 + 11\,051 + 1565)$ 40 916 uszkodzeń drzew, które występowały na 28 300 drzewach, co stanowiło 70,43% ocenianych drzew. W porównaniu do roku 2016 nastąpił wzrost udziału drzew uszkodzonych o blisko 4%. Na 17 249 drzewach stwierdzono występowanie jednego uszkodzenia, na 9486 drzewach – dwóch uszkodzeń, a na 1565 drzewach – trzech. Nieuszkodzonych było łącznie 11 880 drzew, co stanowiło 29,57% drzew ocenianych w roku 2017 na SPO I rzędu (w roku 2016 udział drzew nieuszkodzonych wynosił 33,30%). Spośród głównych lasotwórczych gatunków iglastych najwięcej drzew bez uszkodzeń było w przypadku sosny zwyczajnej (40,27%) i jodły (38,25%), znacznie mniej w przypadku świerka – tylko 24,17%. Spośród gatunków liściastych najwięcej drzew nieuszkodzonych było w przypadku buka (24,39%), najmniej – w przypadku dębu i olszy czarnej (odpowiednio 7,68% i 5,52%). Oznacza to, że w 2017 roku w porównaniu do roku poprzedniego udział drzew nieuszkodzonych wyraźnie zmniejszył się w przypadku wszystkich głównych gatunków lasotwórczych.

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

Przeciętna liczba uszkodzeń przypadających na 1 drzewo wyróżnionych gatunków i grup gatunków w 2017 roku zawierała się w przedziale od 0,69 (dla domieszkowych gatunków iglastych) do 1,60 (dla dębu) (Tab. 31). Średnia wartość tego parametru wynosiła 1,01 i była większa niż w roku 2016. Spośród wszystkich wyróżnionych gatunków liściastych na 1 drzewo przypadało średnio powyżej jednego uszkodzenia. W przypadku gatunków iglastych taka sytuacja miała miejsce jedynie dla świerka, natomiast dla sosny, jodły i domieszkowych gatunków iglastych wartość tego parametru była mniejsza od jedności. W porównaniu do roku 2016 nastąpił wzrost częstości występowania uszkodzeń sosny, domieszkowych gatunków iglastych, dębu (aż o 0,23 uszkodzenia/drzewo), brzozy i olszy oraz spadek u świerka, jodły, buka oraz domieszkowych gatunków liściastych. Przeprowadzona analiza trendów zmian nasilenia występowania uszkodzeń drzew w latach 2011-2017 (test Manna-Kendalla) wykazała brak wyraźnego trendu w przypadku świerka, jodły i domieszkowych gatunków iglastych, zaś w przypadku pozostałych gatunków drzew oraz łącznie dla wszystkich badanych drzew – wzrost nasilenia częstości występowania uszkodzeń (Tab. 13).

Wraz z wiekiem u sosny, jodły, dębu, 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. 31).

Zróznicowanie pomiędzy krainami przyrodniczo-leśnymi pod względem średniej liczby uszkodzeń przypadającej na jedno drzewo w roku 2017 nie było znaczące i zawierało się w przedziale od 0,85 (Kraina Wielkopolsko-Pomorska) do 1,17 (Kraina Sudecka) (Tab. 32). Największe różnice pomiędzy krainami przyrodniczo-leśnymi pod względem liczby uszkodzeń na jednym drzewie stwierdzono u sosny oraz buka i domieszkowych gatunków liściastych. Najwyższym nasileniem występowania uszkodzeń na drzewach gatunków iglastych cechowały się Krainy Mazowiecko-Podlaska i Kraina Małopolska, a na drzewach gatunków liściastych – Kraina Sudecka, Kraina Śląska i Kraina Karpacka. W Krainie Śląskiej odnotowano najwyższe wartości wskaźnika średniej liczby uszkodzeń występujących na 1 drzewie, który dla domieszkowych gatunków liściastych osiągnął wartość 2,10. Dęby najwyższe wartości wskaźnika osiągnęły w Krainie Sudeckiej i Krainie Karpackiej (odpowiednio 1,85 i 1,89 uszkodzenia/drzewo), buk – w Krainie

Śląskiej (1,51), brzoza – w Krainie Małopolskiej (1,62) i olsza – w Krainie Karpackiej i Krainie Sudeckiej (odpowiednio 1,87 i 1,93 uszkodzenia/drzewo).

W porównaniu do roku 2016 odnotowano wzrost średniej liczby uszkodzeń przypadających na 1 drzewo w 6 krainach przyrodniczo-leśnych i spadek – w dwóch (Sudeckiej i Karpackiej). Wykonana analiza trendów dla okresu 2013-2017 wykazała podobną prawidłowość, wzrost stwierdzono w 6 krainach, a brak trendu w dwóch (Sudecka i Karpacka) (Tab. 32).

Średnia liczba uszkodzeń przypadająca na jedno drzewo w rdLP zawierała się w przedziale od 0,70 (RDPL w Pile) do 1,44 (RDLP w Krośnie). Mniejsza niż przeciętna dla całej Polski liczba uszkodzeń na 1 drzewie (1,01 uszkodzenia/drzewo) wystąpiła w 9 rdLP (w Katowicach, Krakowie, Olsztynie, Pile, Poznaniu, Szczecinku, Toruniu, Zielonej Górze i Gdańsku), w dwóch rdLP była taka sama (w Lublinie i Warszawie), a w pozostałych rdLP oraz w parkach narodowych była wyższa.

W 9 rdLP (w Białymstoku, Lublinie, Pile, Poznaniu, Szczecinie, Szczecinku, Toruniu, Wrocławiu i Zielonej Górze) oraz w parkach narodowych w roku 2017 w porównaniu do 2015 r. odnotowano wzrost średniej liczby uszkodzeń występujących na 1 drzewie, zaś w 7 rdLP – spadek (Tab. 32). W RDLP w Warszawie nasilenie występowania uszkodzeń na drzewach nie zmieniło się. Największą średnią liczbą uszkodzeń na jednym drzewie cechowały się sosny w rdLP w Białymstoku i Łodzi (odpowiednio 0,99 i 0,91 uszkodzenia/drzewo), świerki w rdLP w Łodzi, Radomiu i Krośnie (odpowiednio 1,67, 1,52 i 1,50 uszkodzenia/drzewo) oraz jodły w rdLP w Łodzi i Krośnie (odpowiednio 1,75 i 1,48 uszkodzenia/drzewo). W przypadku dębu we wszystkich rdLP średnia liczba uszkodzeń na 1 drzewie była wysoka. W 8 rdLP (w Katowicach, Olsztynie, Pile, Poznaniu, Toruniu, Gdańsku, Radomiu i Warszawie) zawierała się w przedziale 1-1,5 uszkodzenia/drzewo, w 6 rdLP (w Białymstoku, Krakowie, Lublinie, Łodzi, Szczecinku i Wrocławiu) – w przedziale 1,51-2 oraz w 3 rdLP (w Krośnie, Szczecinie i Zielonej Górze) i w parkach narodowych osiągała wartość powyżej 2,0 uszkodzeń/drzewo. W przypadku buka najwięcej uszkodzeń występujących na 1 drzewie stwierdzono w rdLP w Krośnie i Szczecinie (odpowiednio 1,76 i 1,58 uszkodzenia/drzewo). W przypadku brzozy najwięcej uszkodzeń na 1 drzewie również zarejestrowano w rdLP w Krośnie i Szczecinie (odpowiednio 2,18 i 1,97 uszkodzenia/drzewo). Najwięcej uszkodzeń na olszach stwierdzono w rdLP w Krośnie, Gdańsku, Wrocławiu i Krakowie (1,91, 1,86, 1,81 i 1,80 uszkodzenia/drzewo) (Tab. 32). Wykonana analiza trendów wykazała, że w 8 rdLP (w Białymstoku, Lublinie, Pile, Szczecinie, Szczecinku, Toruniu, Wrocławiu i Radomiu) oraz

w parkach narodowych w latach 2013-2017 następował wzrost średniej liczby uszkodzeń na jednym drzewie, natomiast w pozostałych rdLP nie stwierdzono trendu zmian nasilenia występowania uszkodzeń drzew (Tab. 32).

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. 33). Odsetek drzew, dla których pomimo wykonanej oceny nie udało się określić czynnika sprawczego, wynosił w 2017 roku 28,6% i był o 2,5% mniejszy niż w roku 2016. Następowła zatem dalsza poprawa identyfikowania przyczyn występowania uszkodzeń drzew. Pomimo to dla wyróżnionych gatunków iglastych największym udziałem cechowały się uszkodzenia, w obrębie których nie można było wskazać jednoznacznej przyczyny („badane niezidentyfikowane”). W przypadku drzew wyróżnionych gatunków liściastych najczęściej wskazywanym czynnikiem sprawczym rejestrowanych uszkodzeń były „owady”. Odpowiadały one za 64,12% uszkodzeń olszy, 49,7% uszkodzeń brzozy, 46,4,3% uszkodzeń dębu, 43,0% uszkodzeń domieszkowych gatunków liściastych oraz 38,4% uszkodzeń buków. Najczęściej identyfikowanymi symptomami uszkodzeń w przypadku wszystkich gatunków razem oraz wszystkich gatunków liściastych był „ubytek igieł/liści” (35,9% wszystkich stwierdzonych uszkodzeń). W przypadku sosny, jodły i domieszkowych gatunków iglastych dominowały „deformacje” – odpowiednio 33,6%, 26,1% i 20,1%, a w przypadku świerka – „wycieki żywicy”. Organem, którego najczęściej dotyczyły uszkodzenia na drzewach iglastych, był pień pomiędzy szyją korzeniową i koroną, a na drzewach liściastych liście (Tab. 33). Stwierdzić zatem można, że układ najczęściej występujących lokalizacji symptomów i czynników sprawczych uszkodzeń w roku 2017 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 (43,60% wszystkich wskazanych lokalizacji uszkodzeń), w tym przede wszystkim „pień pomiędzy szyją korzeniową i koroną” (28,39%), oraz liście lub igły – 41,36% (Tab. 34). Udział gałęzi, pędów i pączków oraz

korzeni i szyi korzeniowej, jako miejsc występowania uszkodzeń był dużo mniejszy (odpowiednio 11,20% i 3,83% wszystkich lokalizacji uszkodzeń).

Wśród wszystkich wyróżnionych gatunków iglastych najczęściej występującą lokalizacją występowania uszkodzeń była strzała, zaś wśród gatunków liściastych – liście (Tab. 34). W przypadku sosny poza strzałą uszkodzenia występowały licznie na igłach (8,47%) i nieco mniej licznie na gałęziach, pędach i pączkach (6,05%). Podobne proporcje występowały u świerka, jodły i iglastych gatunków domieszkowych. Strzała była drugim pod względem udziału miejscem występowania uszkodzeń u wszystkich wyróżnionych gatunków liściastych. Najmniejszym udziałem lokalizacji uszkodzeń zarówno gatunków iglastych, jak i liściastych cechowały się korzenie i szyja korzeniowa (Tab. 34).

Symptomy uszkodzeń

Wśród symptomów uszkodzenia największym udziałem wyróżniał się „ubytek igieł/liści” (35,9% wszystkich symptomów uszkodzeń), który dominował u wszystkich gatunków, z wyłączeniem sosny, jodły i domieszkowych gatunków iglastych (Tab. 35). Znaczący był również udział „deformacji” (21,6% wszystkich uszkodzeń), które przeważały u sosny, jodły i domieszkowych gatunków iglastych (odpowiednio 33,6%, 26,1% i 20,1%). W przypadku pozostałych wyróżnionych gatunków udział „deformacji” przekraczał lub był zbliżony do 10%. Wśród wyróżnionych symptomów uszkodzenia mniejszymi udziałami cechowały się „rany” (9,8%), których udział był wysoki w przypadku świerka, buka i jodły (odpowiednio 21,4%, 17,3% i 17,1%), a także drzewa „pochylone” (7,7%) i „martwe, obumierające gałęzie” (6,0% wszystkich symptomów uszkodzeń). W przypadku świerka dużym udziałem cechowały się ponadto „wycieki żywicy” (23,1% symptomów uszkodzenia świerka). Udział pozostałych symptomów był znacząco niższy i zawierał się w przedziale od 5,1% („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. 35).

Czynniki sprawcze

Spśród wyróżnionych kategorii czynników sprawczych uszkodzeń drzew najwyższy udział (poza kategorią) „badano, nie zidentyfikowano” (28,6% wszystkich przypadków), miały „owady” oraz „konkurencja i inne czynniki” (w tym przede wszystkim „konkurencja”) (odpowiednio 27,9% i 24,0%) (Tab. 36). Znacznie rzadziej wskazywano na „grzyby” (6,9%), „bezpośrednie oddziaływanie człowieka” (5,8%) oraz

„czynniki abiotyczne” (5,3%). „Konkurencja i inne czynniki” odpowiadały za 37,2% wszystkich uszkodzeń sosny, 23,9% uszkodzeń jodły, 23,6% uszkodzeń domieszkowych gatunków iglastych oraz 23,3% uszkodzeń świerka. W odniesieniu do gatunków liściastych udział tego czynnika sprawczego był znacząco mniejszy, najwyższą wartość osiągając dla brzozy – 17,4%. „Owady” stanowiły najczęściej wymienianą kategorię czynników sprawczych w przypadku uszkodzeń olszy (64,1%), brzozy (49,7%), dębu (46,4%), domieszkowych gatunków liściastych (43,0%) i buka (38,4%). „Grzyby” miały znaczny udział jako przyczyna uszkodzeń drzew w przypadku jodły (23,1%), mniejszy w przypadku dębu (15,6%), buka (12,7%) oraz domieszkowych gatunków liściastych (10,5%), natomiast „bezpośrednie działanie człowieka” w odniesieniu do domieszkowych gatunków iglastych (12,5%), buka (10,7%) i świerka (9,9%). 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 31,2-43,1%. W odniesieniu do gatunków liściastych niezidentyfikowanych czynników sprawczych było znacząco mniej – od 14,9% do 23,7% (Tab. 36). Największym udziałem niezidentyfikowanych czynników sprawczych cechowały się domieszkowe gatunki iglaste, najmniejszym zaś olsza. W latach 2010-2017 następowała poprawa identyfikowania czynników sprawczych uszkodzeń występujących na większości gatunków drzew. Przeprowadzona analiza wykazała brak statystycznie istotnego trendu jedynie dla jodły i olszy oraz spadek udziału nierozpoznanych przyczyn uszkodzeń dla pozostałych wyróżnionych gatunków i grup gatunków drzew (Tab. 36).

„Owady” oraz „konkurencja i inne czynniki”

W 2017 roku na SPO I rzędu stwierdzono 11 422 przypadki uszkodzeń spowodowanych przez owady (Tab. 36). Najliczniejszymi wśród owadów sprawcami szkód, podobnie jak w latach poprzednich, były owady liściożerne (foliofagi) – stanowiły one 78,18% wszystkich przypadków uszkodzeń w tej kategorii sprawców. Udział powyżej 5% cechował ponadto owady uszkadzające pień, gałęzie i pędy, owady ssące oraz minujące (Tab. 37). Udział wyróżnianych grup owadów powodujących uszkodzenia w roku 2017 był podobny do tego z lat poprzednich.

Spośród wszystkich uszkodzeń spowodowanych w roku 2017 przez owady na drzewach iglastych występowało łącznie 11,13%, w tym na sosnie 7,40%, świerku – 2,98%, jodle – 0,39% oraz na domieszkowych gatunkach iglastych – 0,36% (Tab. 37).

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 dominującymi grupami owadów powodujących uszkodzenia drzew były foliofagi i kambiofagi (uszkodzające pień, gałęzie, pędy), w przypadku świerka – kambiofagi, zaś w przypadku jodły – owady ssące i niezidentyfikowane. Na gatunkach liściastych występowało łącznie 88,87% uszkodzeń spowodowanych przez owady. U wszystkich wyróżnionych gatunków liściastych dominującą grupą owadów powodujących uszkodzenia były foliofagi. Udział innych grup owadów był wielokrotnie mniejszy (Tab. 37).

„Konkurencja i inne czynniki” była drugą najczęściej wskazywaną grupą czynników sprawczych uszkodzeń drzew na SPO I rzędu w 2017 roku. Udział uszkodzeń spowodowanych przez tę grupę czynników na drzewach iglastych wynosił 72,84%, a na liściastych – 27,16% (Tab. 37), co w przybliżeniu odpowiada proporcji liczby drzew obydwu kategorii. „Konkurencja” charakteryzowała się największym udziałem (88,48%) wśród wyróżnionych podkategorii tej grupy sprawców i dominowała w przypadku wszystkich gatunków iglastych i liściastych. Udziałem powyżej 1% cechowały się również takie podkategorie, jak „epifity, pasożyty” (4,29%) i „inne znane, ale niepodane” (3,04%). Podobny był również udział uszkodzeń, dla których wskazano ogólną nazwę kategorii, bez dalszej specyfikacji (3,86%) (Tab. 37).

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

Sosna

W 2017 roku na sosnie stwierdzono występowanie 17 201 uszkodzeń, wśród których największy udział miały „deformacje” (33,6%) oraz „ubytek igieł” (19,7% wszystkich uszkodzeń sosny). Udział „ran” wynosił 12,7%, drzew „pochylonych” – 9,7%, „martwych/obumierających gałęzi” – 7,0%, natomiast udział pozostałych symptomów uszkodzeń był znacząco niższy (Tab. 35). Pomiedzy 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 0,720 uszkodzenia/drzewo (dla sosen z Lasów Państwowych) do 1,255 uszkodzenia/drzewo (dla sosen z parków narodowych) (Tab. 38). W roku poprzednim wartości te były zbliżone. W przypadku funkcji lasów zróżnicowanie pomiędzy wyróżnionymi kategoriami było niewielkie i mieściło się w zakresie od 0,735 (lasy

ochronne) do 0,877 uszkodzeń/drzewo (las rezerwatowy). W latach 2011-2017 test Manna-Kendalla wykazał istotny wzrost nasilenia występowania uszkodzeń na sosnach dla niemal wszystkich wyróżnionych form własności gruntu i funkcji lasów. Jedynie dla sosen w rezerwachach nie wykazano wzrostu nasilenia występowania uszkodzeń w latach 2011-2016 (Tab. 38).

Dla 37,41% uszkodzeń sosny nie wskazano czynnika sprawczego (Tab. 39). Wśród zidentyfikowanych czynników sprawczych uszkodzeń sosny w 2017 r. dominowały „konkurencja i inne czynniki” (głównie konkurencja) – 37,18%. „Bezpośrednie działanie człowieka” i „czynniki abiotyczne” stanowiły przyczynę odpowiednio 8,34% i 5,76%, „owady” – 4,91% i „grzyby” – 4,70% uszkodzeń sosny. Najniższe udziały cechowały „kręgowce” (1,19%), „pożary” (0,19%) i „zanieczyszczenia powietrza” (0,02% wszystkich uszkodzeń sosny) (Tab. 39). Podobna sytuacja występowała w latach poprzednich. Wśród zidentyfikowanych czynników sprawczych o znaczącym udziale, zróżnicowanie ze względu na formę własności lasu było duże w przypadku „konkurencji i innych czynników” i zawierało się w przedziale od 29,36% (dla tzw. pozostałych form własności) do 50,00% (w parkach narodowych), zaś dla „bezpośredniego działania człowieka” w przedziale od 5,16% (w lasach osób fizycznych) do 10,14 (w parkach narodowych). Podobną zmienność pomiędzy wyróżnionymi kategoriami własności, aczkolwiek przy odpowiednio niższych wartościach procentowych, stwierdzono w odniesieniu do „czynników abiotycznych” i „grzybów”. Pomędzy wyróżnionymi funkcjami lasów zmienność udziału czynników sprawczych była mniejsza, np. dla „konkurencji i innych czynników” mieściła się w przedziale 30,10-39,64% (Tab. 39).

Świerk

W 2017 roku stwierdzono występowanie łącznie 1863 uszkodzeń świerków. Spośród wyróżnionych 21 typów symptomów dominowały: „ubytek igieł” (24,9% wszystkich uszkodzeń świerka), „wycieki żywicy” (23,1%) i „rany” (21,4%). Wyraźnie mniejszy był udział „deformacji” (12,3%) oraz „martwych/obumierających gałęzi” (7,0%), a pozostałych typów symptomów był jeszcze mniejszy (poniżej 3%) (Tab. 35).

Najniższą liczbą uszkodzeń przypadających na 1 drzewo w roku 2017 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 0,850-1,059 uszkodzenia/drzewo. W latach 2011-2017 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. 40). Dla pozostałych wyróżnionych form własności i funkcji lasów w tym okresie nie stwierdzono występowania trendów zmian liczby uszkodzeń występujących na jednym drzewie.

Zróznicowanie nasilenia występowania uszkodzeń świerków pomiędzy wyróżnionymi kategoriami funkcji lasów było w roku 2017 bardzo małe, podobnie jak to miało miejsce w latach poprzednich. Najmniej uszkodzeń na 1 świerku występowało w lasach rezerwatowych (0,981 uszkodzenia/drzewo), a najwięcej w lasach gospodarczych (1,085 uszkodzenia/drzewo) (Tab. 40).

W 2017 r. nie określono czynników sprawczych 31,33% uszkodzeń u świerków (Tab. 41), co stanowiło niewielką poprawę identyfikowania przyczyn uszkodzeń w porównaniu do roku 2016. Wśród zidentyfikowanych przyczyn dominowały „konkurencja i inne czynniki” – 23,34% wszystkich uszkodzeń świerka i „owady” – 18,24%. Nieco niższy był udział „bezpośredniego działania człowieka” – 9,87%, „kręgowców” – 8,37%, „czynników abiotycznych” – 4,56% i „grzybów” – 4,29%. Nie stwierdzono natomiast żadnego uszkodzenia świerka spowodowanego przez „pożary” i „zanieczyszczenia powietrza”.

Kategorie form własności znacząco wpływały na zróznicowanie udziału uszkodzeń świerków spowodowanych przez „czynniki abiotyczne” (w zakresie od 2,73% do 38,98%), „owady” (od 0,0% do 21,59%), „kręgowce” (od 0,0% do 9,76%), a nieco mniej w przypadku „grzybów”, „konkurencji i innych czynników” oraz „bezpośredniego działania człowieka” (Tab. 41). Zróznicowanie udziału uszkodzeń świerków pomiędzy kategoriami funkcji lasów było w roku 2016 dla większości wyróżnionych czynników sprawczych niewielkie, jedynie dla „owadów” i „czynników abiotycznych” 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. 41).

Dąb

W roku 2017 stwierdzono 5050 uszkodzeń dębów (Tab. 35), co oznacza wzrost o ponad 700 uszkodzeń w porównaniu do roku 2016. Dominującym symptomem uszkodzenia był „ubytek liści” (49,9% wszystkich uszkodzeń). Znacznie mniejszy udział miały: „przebarwienia liści”, „deformacje” oraz „martwe i obumierające gałęzie”

(odpowiednio 14,1%, 9,8%, 8,3%), a jeszcze mniejszy „rany” (4,4%). Udział pozostałych typów symptomów był jeszcze niższy i nie przekraczał 4%.

Zróźnicowanie 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 1,022-1,500 uszkodzenia/drzewo (Tab. 42). W latach 2011-2017 następował statystycznie istotny wzrost nasilenia występowania uszkodzeń dębów w lasach ALP, osób fizycznych, tzw. pozostałych form własności, w lasach gospodarczych oraz dla wszystkich drzew tego gatunku łącznie. W lasach ochronnych i rezerwatach analiza statystyczna wykazała tzw. „prawdopodobny wzrost” występowania uszkodzeń na dębach. W przypadku lasów znajdujących się w parkach narodowych nie stwierdzono statystycznie istotnego wzrostu nasilenia występowania uszkodzeń (Tab. 42).

Dla 22,73% uszkodzeń występujących na dębach w roku 2017 nie zidentyfikowano czynnika sprawczego (Tab. 43). Oznacza to niewielką poprawę identyfikowania przyczyn uszkodzeń w porównaniu do roku poprzedniego. Wśród rozpoznanych sprawców uszkodzeń dębów dominowały „owady” (46,44% wszystkich uszkodzeń stwierdzonych na dębach), co odnosiło się do wszystkich wyróżnionych form własności i funkcji lasów. Udział „grzybów” i „konkurencji i innych czynników” był zdecydowanie mniejszy (odpowiednio 15,56% i 9,76%), 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 0,22% wszystkich uszkodzeń. Nie stwierdzono znaczącego zróźnicowania udziału poszczególnych grup czynników sprawczych pomiędzy kategoriami form własności i funkcji lasów (Tab. 43). Analiza taka była zresztą utrudniona ze względu na szczególnie 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 2017 roku występowało łącznie 5735 uszkodzeń brzoź (wzrost o ponad 400 względem roku 2016), spośród których największym udziałem cechował się „ubytek liści” (48,9% wszystkich uszkodzeń stwierdzonych na brzozach), następnie „deformacje” (13,5%), „przebarwienia liści” (12,0%) oraz drzewa „pochylone” (11,9%) (Tab. 35). Pozostałe wyróżnione symptomy uszkodzeń występowały rzadziej.

Zróźnicowanie liczby uszkodzeń przypadających na 1 brzozę pomiędzy wyróżnionymi kategoriami form własności było w 2017 r. niewielkie i zawierało się w

przedziale od 1,266 (dla lasów osób fizycznych) do 1,673 (w lasach tzw. pozostałych form własności) (Tab. 44). Zróżnicowanie liczby uszkodzeń przypadających na 1 brzozę pomiędzy wyróżnionymi kategoriami funkcji lasów było w roku 2017, podobnie jak miało to miejsce w roku poprzednim, bardzo małe i mieściło się w przedziale od 1,403 (w lasach ochronnych) do 1,519 uszkodzenia/drzewo (w lasach gospodarczych). Dla wszystkich kategorii własności i funkcji lasów nastąpił w latach 2011-2016 statystycznie istotny wzrost nasilenia występowania uszkodzeń na brzożach potwierdzony wynikami testu Manna-Kendalla (Tab. 44).

Dla 20,29% uszkodzeń brzozy w roku 2017 nie określono czynnika sprawczego, co oznacza ponad 5% poprawę identyfikowania przyczyn uszkodzeń w porównaniu do roku poprzedniego (Tab. 36). Wśród zidentyfikowanych sprawców uszkodzeń brzoż dominowały „owady” (50,23%) oraz „konkurencja i inne czynniki” (głównie konkurencja) (17,62% wszystkich uszkodzeń brzoż). Spośród pozostałych wyróżnionych kategorii czynników sprawczych znacznym udziałem cechowały się jeszcze tylko „czynniki abiotyczne” (6,96%). Pozostałe czynniki sprawcze były przyczyną nie więcej niż 2,5% uszkodzeń brzoż. Nie stwierdzono ani jednego uszkodzenia spowodowanego bezpośrednim oddziaływaniem zanieczyszczeń powietrza. Zróżnicowanie udziału większości czynników sprawczych pomiędzy wyróżnionymi formami własności oraz funkcjami lasów nie było znaczące. Jedynie w przypadku „czynników abiotycznych”, „grzybów” i „bezpośredniego działania człowieka” osiągało wyższe wartości. W lasach wszystkich wyróżnionych form własności i funkcji „owady” były najczęstszymi sprawcami uszkodzeń brzoż i cechowały się niewielką zmiennością z zakresu 46,05-62,50% (Tab. 45).

5.5. Podsumowanie

Przeprowadzona w Polsce w 2017 roku w ramach monitoringu lasów ocena uszkodzeń drzew wykazała, że 70,43% spośród nich było uszkodzonych. Oznacza to kolejny rok wzrostu liczby i udziału (o blisko 4%) uszkodzonych drzew. O większym nasileniu występowania uszkodzeń świadczy także wzrost średniej liczby uszkodzeń na pojedynczym drzewie, który zwiększył się z 0,97 uszkodzenia/drzewo w roku 2016 do 1,01 uszkodzenia/drzewo w roku 2017. Wzrost nasilenia występowania uszkodzeń dla wszystkich gatunków łącznie oraz dla sosny, dębu, buka, brzozy, olszy i domieszkowych gatunków liściastych został dla lat 2011-2017 potwierdzony statystycznie. W okresie tym nie wykazano natomiast statystycznie istotnego zmniejszania się średniej liczby uszkodzeń

występujących na 1 drzewie dla jakiegokolwiek głównego gatunku lasotwórczego w Polsce.

Najczęściej uszkodzonymi 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 – 31,0%. 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 41,4%. Udział uszkodzeń „gałęzi, pędów i pączków” wynosił 11,2%, natomiast całej strzały, obejmujący poza wymienioną wcześniej lokalizacją „strzałę pomiędzy szyją korzeniową i podstawą korony” także „strzałę w obrębie korony”, „całą strzałę” oraz „pęd wierzchołkowy – łącznie 43,6% wszystkich uszkodzeń odnotowanych w 2017 roku.

Największym udziałem wśród wyróżnionych symptomów uszkodzeń cechował się „ubytek igieł/liści” (35,9%), która to kategoria dominowała u wszystkich wyróżnionych gatunków drzew, z wyłączeniem sosny, jodły i domieszkowych gatunków iglastych, u których przeważały „deformacje”. Zwraca również uwagę niewielki odsetek takich symptomów uszkodzenia jak: „oznaki występowania owadów” (0,7% 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 „owady” (27,9%) oraz „konkurencja i inne czynniki” (24,0%). Wśród „owadów” największym udziałem charakteryzowały się foliofagi (78,18%), które dominowały wśród sprawców uszkodzeń wywołanych przez tę kategorię u wszystkich gatunków liściastych oraz sosny. W przypadku świerka i domieszkowych gatunków iglastych przeważały kambiofagi (tzw. szkodniki wtórne), zaś u jodły – „owady ssące”. W kategorii czynników sprawczych „konkurencja i inne czynniki” zdecydowanie dominowała podkategoria „konkurencja” jako przyczyna występowania uszkodzeń (88,5% uszkodzeń kategorii).

Udział nieokreślonych czynników sprawczych (kod 999) był w roku 2017 o 2,5% niższy niż w roku 2016 i osiągnął wartość 28,6%.

6. WPLYW WARUNKÓW POGODOWYCH NA ZDROWOTNOŚĆ DRZEWOSTANÓW W LATACH 2013-2017 – JADWIGA MAŁACHOWSKA

Poddano analizie warunki pogodowe kolejnych lat pięciolecia 2013-2017. Sezonowe zestawienia sum opadów wyrażone w milimetrach oraz procentach normy wieloletniej odnoszą się do okresu od 1 marca do 31 lipca. Ograniczenie sezonu wiosenne do pięciu miesięcy w roku ma swoje uzasadnienie w tym, że jest to czas najbardziej istotny dla wegetacji roślin, w szczególności rozwoju aparatu asymilacyjnego koron drzew. Zestawienia miesięcznych opadów i temperatur obejmują okres od marca do września. Dane pogodowe dotyczące sierpnia i września uzupełniają charakterystykę meteorologiczną sezonu wegetacyjnego. Należy jednak pamiętać, że ocena defoliacji na większości powierzchni wykonywana jest w lipcu, oraz w pierwszej połowie sierpnia, tak więc warunki pogodowe panujące w sierpniu i wrześniu nie rzutują na kondycję ocenianych w danym roku drzew. Pośrednio mogą mieć wpływ na kondycję drzew w następnych latach.

W 2017 r. średnia suma opadów w analizowanym okresie marzec-lipiec w kraju, wyliczona na podstawie wyników z 22 stacji synoptycznych IMGW stanowiła najwyższą wartość w pięcioleciu, wynosiła 343 mm, co stanowi 122% wieloletniej normy. Najmniej obfite opady w pięcioleciu wystąpiły w 2015 r. (239 mm = 85% normy), (Biuletyny IMGW z lat 2013-2017), (Tab. 46 i 47, Rys. 32-40).

W 2017 r. średnie sumy opadów nie przekroczyły normy wieloletniej w jednej krainie przyrodniczo-leśnej (Małopolskiej, 265 mm = 99% normy) oraz w dwóch RDLP (Krosno, 191 mm = 71% normy i Kraków, 412 mm = 99% normy). Najwyższą wartość średniej sumy opadów odnotowano w Krainie Bałtyckiej (427 mm = 149% normy) oraz w Krainie Mazursko-Podlaskiej (398 mm = 149% normy), w układzie RDLP – w RDLP Szczecin (496 mm = 186% normy), niewiele niższą – w RDLP Białystok (424 mm = 161% normy). W czterech krainach (Bałtyckiej, Mazursko-Podlaskiej, Mazowiecko-Podlaskiej i Wielkopolsko-Pomorskiej) oraz w sześciu RDLP (Szczecin, Białystok, Olsztyn, Toruń, Zielona Góra, Szczecinek) suma opadów była najwyższa w ciągu ostatniego pięciolecia.

W większości krain i RDLP obfitość opadów w całym pięcioleciu była zadowalająca. Lokalnie pojawiały się niedobory opadów (do 75% normy): w 2015 r. – w Krainach Śląskiej i Sudeckiej oraz w RDLP Wrocław, Łódź i Katowice, w 2016 r. – w RDLP Szczecin, w 2017 r. – w RDLP Krosno. Niewielkie niedobory opadów (76% do 85% normy) występowały 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 2017 r. na tle wartości z pięciolecia w krainach przyrodniczo-leśnych (Rys. 33-40). Średnia wartość opadów w kraju wyrażona w procentach wieloletniej normy oraz w milimetrach dla kolejnych miesięcy sezonu wegetacyjnego wynosiła: w marcu 126% - 43 mm, w kwietniu 164% - 70 mm, w maju 85% - 49 mm, w czerwcu 107% - 79 mm, w lipcu 126% - 102 mm, w sierpniu 107% - 73 mm i we wrześniu 197% - 114 mm.

W pięcioleciu średnio w kraju niewielkie ilości opadów deszczu (od 24% do 70% normy wieloletniej) zanotowano w 2013 r. – w lipcu i sierpniu, w 2015 r. – w kwietniu, czerwcu i sierpniu (alarmująco niskie opady – 24% normy) oraz w 2016 r. – we wrześniu. Opady obfite, osiągające wartość od 125% do 197% normy występowały w 2013 r. – w maju, czerwcu i we wrześniu, w 2014 r. – w marcu i w maju, w 2016 r. – w lipcu oraz w 2017 r. – w marcu, kwietniu, lipcu i we wrześniu.

Zestawienie opadów w poszczególnych miesiącach okresu wegetacyjnego w kolejnych latach pięciolecia w krainach przyrodniczo-leśnych pozwala na wskazanie okresów i lokalizacji występowania znacznych niedoborów lub też dużej obfitości zaopatrzenia w wodę deszczową. Za znaczny niedobór przyjęto opady nie przekraczające 50% normy wieloletniej, a za dużą obfitość – opady w ilości przekraczającej 150% normy wieloletniej.

W Krainie Bałtyckiej znaczny niedobór opadów wystąpił w sierpniu 2015 r. oraz we wrześniu 2016 r. Obfite opady występowały w kwietniu i sierpniu 2014 r., oraz w czerwcu i lipcu 2017 r.

W Krainie Mazursko-Podlaskiej znaczny niedobór opadów wystąpił w czerwcu i sierpniu 2015 r. oraz we wrześniu w latach 2014 i 2016. Obfite opady występowały w maju i we wrześniu 2013 r., w lipcu 2016 r. oraz w marcu, kwietniu, i we wrześniu 2017 r.

W Krainie Wielkopolsko-Pomorskiej znaczny niedobór opadów wystąpił w maju i sierpniu 2015 r. oraz we wrześniu 2016 r. Obfite opady występowały w czerwcu 2013 r., w marcu 2014 r. w lipcu 2016 r. oraz w lipcu i sierpniu 2017 r.

W Krainie Mazowiecko-Podlaskiej znaczny niedobór opadów wystąpił w lipcu 2013 r., w czerwcu i sierpniu 2015 r. oraz we wrześniu w latach 2014 i 2016. Obfite opady występowały w marcu w 2017 r. w maju w latach 2013 i 2014 oraz we wrześniu w latach 2013 i 2017.

W Krainie Śląskiej znaczny niedobór opadów wystąpił w lipcu 2013 r., w kwietniu, maju, sierpniu i we wrześniu 2015 r., w sierpniu i we wrześniu 2016 r. oraz w maju 2017 r. Obfite opady występowały w maju, czerwcu i we wrześniu 2013 r., w maju 2014 r., oraz w kwietniu i we wrześniu 2017 r.

W Krainie Małopolskiej znaczny niedobór opadów wystąpił w lipcu i sierpniu 2013 r., w czerwcu i sierpniu 2015 r. oraz we wrześniu 2016 r. Obfite opady występowały w marcu, maju i czerwcu 2013 r., w maju 2014 r., w lipcu 2016 r., oraz w kwietniu i we wrześniu 2017 r.

W Krainie Sudeckiej znaczny niedobór opadów wystąpił w lipcu 2013 r., oraz w lipcu, sierpniu i we wrześniu 2015 r. Obfite opady występowały w maju, czerwcu i we wrześniu 2013 r., w marcu, maju, lipcu i we wrześniu 2014 r. oraz w marcu i lipcu 2016 r.

W Krainie Karpackiej znaczny niedobór opadów wystąpił w kwietniu i sierpniu 2013 r., w czerwcu 2014 r., w czerwcu, lipcu i sierpniu 2015 r. oraz w czerwcu 2016 r. Obfite opady występowały w marcu 2013 r., w maju i sierpniu 2014 r., w maju 2015 r., w lipcu 2016 r. oraz w kwietniu i we wrześniu 2017 r.

W większości krain w latach 2013-2014 oraz 2016-2017 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. Wyjątkiem był rok 2015 kiedy to występowały przedłużające się niedobory opadów (trwające od 2 do 4 miesięcy), w szczególności z krytycznym niedoborem wody deszczowej zanotowanym we wszystkich krainach przyrodniczo-leśnych w sierpniu. Odpowiedzią na powyżej opisane niedobory wody deszczowej był obserwowany w 2016 r. wzrost defoliacji drzew odnotowany niemal w całym kraju (Rys. 32). Dodatkowo na wzrost defoliacji mogła wpłynąć bezśnieżna zima 2015/2016 oraz wiosenne przymrozki, które w wielu regionach pojawiły się po rozpoczęciu okresu wegetacji. Obserwowany w 2017 r. wzrost defoliacji w niektórych regionach może być kontynuacją tego zjawiska.

Średnia temperatura marca 2017 r. ($5,7^{\circ}\text{C}$) była dość wysoka w porównaniu z ubiegłymi latami pięciolecia, w tym miesiącu najcieplej było w 2014 r. ($6,2^{\circ}\text{C}$), a najzimniej w 2013 r. ($-2,2^{\circ}\text{C}$). Średnia temperatura kwietnia 2017 r. ($7,0^{\circ}\text{C}$) była najniższa w pięcioleciu, ten miesiąc był najcieplejszy w 2014 r. ($10,0^{\circ}\text{C}$). Średnia temperatura maja utrzymywała się na średnim poziomie ($13,5^{\circ}\text{C}$). Najcieplejszy w pięcioleciu był maj 2016 r. ($14,7^{\circ}\text{C}$), a najzimniejszy ten z 2015 r. ($12,5^{\circ}\text{C}$). W czerwcu 2017 r. było dość ciepło (średnia temperatura na poziomie $17,5^{\circ}\text{C}$), ten miesiąc był najcieplejszy w 2016 r.

(18,2°C), natomiast najzimniejszy w 2014 r. (15,7°C). Lipiec 2017 r. okazał się najchłodniejszy (18,0°C) w porównaniu z innymi latami pięciolecia, najcieplejszy był ten z 2014 r. (20,6°C). Średnie temperatury sierpnia i września 2017 r. (18,8°C i 13,3°C) utrzymywały się na średnim poziomie. Najcieplejszy w pięcioleciu był sierpień 2015 r. (21,5°C) oraz wrzesień 2016 r. (15,5°C), natomiast najzimniejszy - sierpień 2016 r. (17,5°C) i wrzesień 2013 r. (11,9°C).

Średnie temperatury w kolejnych miesiącach sezonu wegetacyjnego 2017 r. w regionach, podobnie jak w ubiegłych latach pięciolecia, były najniższe w Krainie Karpackiej, a najwyższe w Krainie Śląskiej, zawierały się w przedziałach: w marcu od 3,6°C do 7,3°C, w kwietniu od 4,6°C do 8,4°C, w maju od 11,1°C do 14,6°C, w czerwcu od 15,8°C do 19,1°C, w lipcu od 15,8°C do 19,6°C, w sierpniu od 16,9°C do 20,3°C i we wrześniu od 10,8°C do 13,9°C.

Porównanie średnich miesięcznych temperatur sezonu wegetacyjnego w kolejnych latach pięciolecia uzupełnia charakterystykę pogodową krain przyrodniczo-leśnych.

W Krainie Bałtyckiej nie zanotowano długo utrzymujących się chłódów, ani też przedłużających się okresów upalnej pogody. Temperatury sezonu wegetacyjnego w latach 2013, 2015 i 2017 były nieco niższe, natomiast w latach 2014 i 2016 – wyższe. Wyjątkowo niskie średnie temperatury notowano w marcu 2013 r. (-1,1°C), w kwietniu 2017 r. (6,9°C), oraz w czerwcu 2015 r. (14,9°C), natomiast wyjątkowo ciepło było w maju 2016 r. (15,3°C), w sierpniu 2015 r. (20,7°C) oraz we wrześniu w latach 2014 i 2016 (15,4°C i 16,4°C),

W Krainie Mazursko-Podlaskiej temperatury sezonu wegetacyjnego w latach 2013, 2015 i 2017 były z reguły niższe, natomiast w latach 2014 i 2016 – wyższe. Wyjątkowo niskie średnie temperatury notowano w marcu w latach 2013 i 2016 (-3,7°C i 2,6°C), w kwietniu w latach 2013 i 2017 (5,9°C i 6,0°C), w czerwcu 2014 r. (14,5°C) oraz w lipcu 2017 r. (17,0°C), natomiast wyjątkowo ciepło było w maju 2013 r. (15,1°C) oraz w sierpniu 2015 r. (20,1°C).

W Krainie Wielkopolsko-Pomorskiej wyjątkowo niskie temperatury panowały, podobnie jak we wszystkich regionach kraju, w marcu 2013 r. (-2,3°C). Poza tym w ciągu całego pięciolecia w sezonie wegetacyjnym było ciepło, a niekiedy upalnie. Wyjątkowo ciepło było w maju 2016 r. (15,5°C), w lipcu 2014 r. (21,6°C), w sierpniu 2015 r. (wyjątkowo wysoka wartość - 22,1°C) oraz we wrześniu w latach 2014 i 2016 (15,2°C i 16,4°C).

W Krainie Mazowiecko-Podlaskiej oprócz niskich temperatur notowanych w marcu 2013 r. ($-2,3^{\circ}\text{C}$) pozostałe miesiące i lata omawianego okresu były ciepłe, a niekiedy bardzo ciepłe. Wysokimi temperaturami charakteryzował się maj w latach 2013 i 2016 ($15,5^{\circ}\text{C}$), lipiec w 2014 r. ($21,2^{\circ}\text{C}$), sierpień w 2015 r. ($22,0^{\circ}\text{C}$) oraz wrzesień w 2016 r. ($15,4^{\circ}\text{C}$).

W Krainie Śląskiej jedynie średnia temperatura marca 2013 r. była niska ($-0,4^{\circ}\text{C}$) w porównaniu ze średnią z wielolecia dla tego miesiąca w tym regionie. Poza tym sezon wegetacyjny w pięcioleciu 2013-2017 był wyjątkowo ciepły, często upalny. Wysokie temperatury panowały w marcu w latach 2014 i 2017 ($7,4^{\circ}\text{C}$ i $7,3^{\circ}\text{C}$), w kwietniu 2014 r. ($11,2^{\circ}\text{C}$), w maju 2016 r. ($15,5^{\circ}\text{C}$), w czerwcu w latach 2016 i 2017 ($19,2^{\circ}\text{C}$ i $19,1^{\circ}\text{C}$), w lipcu w latach 2014 i 2015 ($21,6^{\circ}\text{C}$ i $21,1^{\circ}\text{C}$), w sierpniu w latach 2015 i 2017 (ekstremalnie wysoka wartość $23,2^{\circ}\text{C}$ i $20,3^{\circ}\text{C}$) oraz we wrześniu w latach 2014-2016 ($16,0^{\circ}\text{C}$, $15,8^{\circ}\text{C}$ i wyjątkowo wysoka wartość $17,3^{\circ}\text{C}$).

W Krainie Małopolskiej niskie temperatury notowano jedynie w marcu 2013 r. ($-1,6^{\circ}\text{C}$). Reszta omawianego okresu była ciepła, niekiedy bardzo ciepła. Szczególnie wysokie temperatury występowały w sierpniu 2015 r. ($21,9^{\circ}\text{C}$) oraz we wrześniu 2016 r. ($15,5^{\circ}\text{C}$).

W Krainie Sudeckiej temperatury sezonu wegetacyjnego w pięcioleciu 2013-2017 były raczej umiarkowane oraz niskie. Wyjątkowo niskie średnie temperatury notowano w marcu w latach 2013 i 2016 ($-2,0^{\circ}\text{C}$ i $3,0^{\circ}\text{C}$), w kwietniu w 2017 r. ($6,5^{\circ}\text{C}$), w czerwcu 2015 r. ($14,8^{\circ}\text{C}$) oraz w sierpniu w latach 2014 i 2016 ($15,7^{\circ}\text{C}$ i $15,9^{\circ}\text{C}$), natomiast wyjątkowo ciepło było w sierpniu 2015 r. ($20,8^{\circ}\text{C}$) oraz w sierpniu 2015 r. ($20,1^{\circ}\text{C}$),

W Krainie Karpackiej temperatury sezonu wegetacyjnego w całym pięcioleciu były niskie i bardzo niskie. Średnie temperatury w kolejnych miesiącach sezonu wegetacyjnego wynosiły: $1,7^{\circ}\text{C}$ w marcu, $6,0^{\circ}\text{C}$ w kwietniu, $10,7^{\circ}\text{C}$ w maju, $14,7^{\circ}\text{C}$ w czerwcu, $16,3^{\circ}\text{C}$ w lipcu, $15,9^{\circ}\text{C}$ w sierpniu oraz $11,4^{\circ}\text{C}$ we wrześniu.

7. SUSZE NA TERENIE POLSKI W LATACH 2010-2017 I ICH WPŁYW NA DEFOLIACJĘ - *ANDRZEJ BOCZOŃ, ROBERT HILDEBRAND*

Jednym z efektów zmian klimatu jest zwiększenie ryzyka występowania susz. W skali globalnej w latach 1902-2008 corocznie wzrastał udział powierzchni z suszami (Wang i in. 2014). Od 1970 r. susze zwiększały zasięg, intensywność i czas trwania (Blunden i in. 2011, Burke i in. 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 in. 2014).

Metodyka

Występowanie suszy na terenie lasów w Polsce określono na podstawie dwóch wskaźników: klimatycznego bilansu wodnego i liczby dni deficytu wody glebowej. Analizą objęto okres od 2010 r. do 2017 r. 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.

Klimatyczny bilans wodny (CWB)

CWB jest różnicą przychodu wody z opadami i rozchodem wody w procesie ewapotranspiracji (BP-EVT). Wskaźnik został obliczony na podstawie ewapotranspiracji dobowej obliczonej wzorem Penmana-Monteitha:

$$\lambda_{EVT} = \frac{\Delta(R_n - G) + \rho_a c_p \frac{(VPD)}{r_a}}{\Delta + \gamma(1 + \frac{r_s}{r_a})} [\text{mm}]$$

R_n – promieniowanie słoneczne, G – ciepło odprowadzone do gleby, Δ – nachylenie krzywej ciśnienia pary wodnej nasyconej, λ – ciepło utajone parowania, γ – stała psychrometryczna, ρ_a – gęstość powietrza, c_p – ciepło właściwe powietrza, T – temperatura powietrza, VPD – niedosyt wilgotności powietrza, r_a – oporność aerodynamiczna, r_s – oporność

stomatyczna. Klimatyczny bilans wodny określono dla roku kalendarzowego (CWBR) i dla półrocza ciepłego od kwietnia do września (CWBL).

Deficyt wody glebowej

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. 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 Penmana-Monteitha.

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.

Opad docierający do gleby w drzewostanie został zmniejszony o intercepcję drzewostanów, która została obliczona, stosując model Liu (1997, 2001). Pojemność wodną koron określono metodą użytą w modelu Kondo (2001) (S_{max} wg Komatsu i in. 2008).

Liczbę dni z deficytem wody glebowej przedstawiono w ujęciu lat kalendarzowych (LDR) i dla miesięcy intensywnego wzrostu drzew (maj-lipiec) – LDL.

Wyznaczenie izolinii zasięgu suszy wykonano w programie SURFER 13, z wykorzystaniem warstwy granic Polski udostępnianej przez Główny Urząd Geodezji i Kartografii (<http://www.gugik.gov.pl/geodezja-i-kartografia/pzgik/dane-bez-oplat/dane-z-panstwowego-rejestru-granic-i-powierzchni-jednostek-podzialow-terytorialnych-kraju-prg>).

Defoliacja

Wpływ suszy na stan drzewostanów określono, posługując się różnicą defoliacji poszczególnych drzew między kolejnymi dwoma latami na powierzchniach monitoringu lasu, w poszczególnych strefach wystąpienia suszy i zróżnicowania klimatycznego bilansu wodnego. Łącznie na wszystkich powierzchniach analizowano 37 127 drzew. W analizie posłużono się wartościami średnimi różnic defoliacji w wyznaczonych strefach poszczególnych wskaźników występowania suszy.

Warunki klimatyczno-wodne na terenie Polski w latach 2010-2017

Początek i koniec rozpatrywanego okresu charakteryzowały podobne, dobre warunki wilgotnościowe. Roczny CWB wskazywał w latach 2010 i 2017 nadmiar przychodu wody nad jej rozchodem (Rys. 41, Rys. 43). W miesiącach od maja do września jedynie lokalnie występował niewielki deficyt wody. Także wskaźnik deficytu wody glebowej wskazuje w tych latach na występującą jedynie lokalnie niewielką liczbę dni z suszą (Rys. 44, Rys. 46). Klimatyczny bilans wodny lat kalendarzowych pokazuje przewagę przychodu wody nad jej rozchodem na terenie całego kraju także w latach 2013, 2014 i 2016. W miesiącach ciepłych deficyt wilgoci obejmował we wszystkich latach mniejszą lub większą część kraju. W latach 2010 i 2017 deficyt wilgoci w miesiącach letnich objął najmniejszą powierzchnię kraju, odpowiednio 1,6% i 3,6% (Rys. 47). W tych dwóch latach na najmniejszej powierzchni kraju wystąpił deficyt wody glebowej w więcej niż 20 dniach w roku kalendarzowym (Rys. 47). Natomiast w okresie maj-lipiec susza występująca dłużej niż 10 dni objęła najmniejszą powierzchnię kraju w latach 2010 – 4,2%, 2013 – 2,5%, 2017 – 8,2% (Rys. 47). Zdecydowanie najgorsze warunki wilgotnościowe miały miejsce w 2015 r., kiedy wszystkie zastosowane wskaźniki wskazują na duży deficyt wilgoci obejmujący cały obszar kraju, z wyłączeniem północnej i południowej części. Największe nasilenie suszy w tym roku objęło centralną część kraju od zachodniej do wschodniej granicy. Klimatyczny bilans wodny półrocza ciepłego pokazał deficyt wilgoci przekraczający 200 mm w pasie od Wielkopolski po Opolszczyznę i na północno-wschodnich krańcach kraju. W Wielkopolsce i na Opolszczyźnie zanotowano ponad 50 dni z deficytem wody glebowej w miesiącach V-VII. Niedobór wilgoci miesięcy letnich w 2015 r. objął niemal całą Polskę – 86,8% (Rys. 47). Procent powierzchni kraju, na której w ciągu roku wystąpiła susza ponad 40-dniowa, był największy w 2015 r., ale i w 2012 roku, w obu latach objął 71% powierzchni kraju. Jednak w 2012 r. dotyczył on głównie miesięcy poza maksymalnym wzrostem drzew. W przypadku miesięcy maj-lipiec w 2012 r. liczba dni suszy ponad 10-dniowej objęła o około

20% mniejszą powierzchnię kraju niż w 2015 r. W 2011 r. złe warunki wilgotnościowe panowały głównie na Opolszczyźnie, Dolnym Śląsku i w południowej Wielkopolsce (Rys. 41, Rys. 44). Ujemny CWBL objął obszar 18,3% kraju, ponad 10 dni suszy w miesiącach V-VII wystąpiło na obszarze 13% kraju, ponad 20 dni suszy w roku kalendarzowym objęło 22,6% kraju (Rys. 47). W 2014 susze objęły całą centralną część kraju (Rys. 42, Rys. 45). Ujemny CWBL miał miejsce na 44% kraju, ponad 10 dni suszy w miesiącach V-VII – 27% kraju, ponad 20 dni suszy w roku kalendarzowym – 64,6% kraju. W 2016 r. deficyt wody występował w centralnej części kraju (Rys. 43, Rys. 46). Ujemny CWBL został obliczony dla 56,5% kraju, ponad 10 dni suszy w miesiącach V-VII – 28,2% kraju, ponad 20 dni suszy w roku kalendarzowym – 59,7% kraju,

Wpływ warunków wodnych na stan zdrowotny drzewostanów

W latach 2010-2017 średnia defoliacja drzewostanów zwiększyła się o blisko 2%. Pogarszający się stan drzewostanów mógł być powodowany warunkami wodno-glebowymi, w szczególności deficytem wody glebowej dostępnej dla roślin. Rozpatrując warunki wilgotnościowe i efekt, jakie wywierały na stan ulistnienia drzewostanów w roku kolejnym, zauważamy wyraźną relację w przypadku zmiany defoliacji w latach 2012 i 2013 (Rys. 48 i Rys. 49). W latach tych wyraźnie widać zależność między zmianą defoliacji a warunkami wilgotnościowymi roku poprzedniego. Zwiększanie wartości klimatycznego bilansu wodnego zarówno w ujęciu roku kalendarzowego, jak i miesięcy letnich, skutkowało zmniejszaniem defoliacji drzewostanów. Na terenach z dodatnim klimatycznym bilansem wodnym średnia zmiana defoliacji osiągała wartości ujemne, czyli drzewostany charakteryzowały się lepszym ulistnieniem. Na terenach z ujemnym klimatycznym bilansem wodnym zmiana defoliacji osiągała wartości dodatnie, czyli ulistnienie drzewostanów się pogarszało. Wyraźne zależności wystąpiły w tych latach także w przypadku liczby dni z deficytem wody glebowej. Wraz ze wzrostem liczby dni z niedoborem wody glebowej zarówno w ujęciu rocznym, jak i w miesiącach maj-lipiec, dochodziło do zwiększania się wartości zmiany defoliacji, czyli ulistnienie drzewostanów było coraz mniejsze.

Szczególny efekt na wystąpienie suszy wystąpił w 2016 r. Rok 2015 charakteryzowała najbardziej intensywna susza, która jednocześnie objęła największy obszar kraju.

Na ekstremalnie złe warunki wilgotnościowe panujące w glebie wskazały wszystkie zastosowane wskaźniki. W następnym roku po suszy defoliacja drzewostanów wzrosła w stosunku do wartości z poprzedniego roku we wszystkich strefach

wyznaczonych przez wskaźniki susz, niezależnie od wartości wskaźników, które zostały obliczone (Rys. 50).

Za zaskakujące można uznać duży wzrost defoliacji w przypadku dobrych warunków wilgotnościowych (wysokie CWBR) i małą defoliację przy dużej liczbie dni suszy (LBR). Może to być powodowane małymi liczebnościami drzew, które występowały w tych strefach, ale także faktem nałożenia się innych czynników stresowych, w tym także niekorzystnych warunków wilgotnościowych w latach przed 2015 r., jak i w roku rozpatrywanym, tj. 2016.

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

Sieć Natura 2000 obejmuje wspólnotę europejską i składa się z obszarów ochrony środowiska wyznaczonych w poszczególnych krajach wspólnoty, na podstawie dwóch dyrektyw Komisji Europejskiej:

- „Dyrektywa Ptasia” 79/409/EEC z 02.04.1979 o ochronie dziko żyjących ptaków (*Directive on the conservation of wild birds*), wersja skonsolidowana z 15.02.2010.

- „Dyrektywa Siedliskowa (Habitatowa)” z 92/43/EEC z 21.05.1992 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 01.07.2013.

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 towarzyszący jej szereg rozporządzeń (z 13.04.2010, z 12.01.2011, z 17.02.2010 i z 30.03.2010 r.) ustanawiających obszary specjalnej ochrony ptaków Natura 2000.

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

W roku 2017 na obszarach Sieci Natura 2000 znalazło się 660 czynnych (na których wykonywane były obserwacje i pomiary) powierzchni obserwacyjnych monitoringu leśnego. Stanowi to ponad 30% wszystkich aktywnych SPO.

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

Dlatego też np. liczba SPO wszystkich rzędów na obszarach OSO (6+31+470) zsumowana z liczbą SPO wszystkich rzędów na obszarach SOO (8+24+358) nie będzie zgodna z liczbą SPO wszystkich rzędów na obszarach Natura 2000 (660) w 2017 roku.

Na koniec 2017 roku lądowe obszary specjalnej ochrony ptaków (OSO) zajmują 48 394 km². Znalazło się na nich 6 czynnych SPO Monitoringu Intensywnego, 31 czynnych SPO II rzędu oraz 470 czynnych powierzchni I rzędu (Rys. 51).

Lądowe specjalne obszary ochrony siedlisk (SOO) zajmują 34 187 km². Znalazło się na nich 8 czynnych SPO Monitoringu Intensywnego, 24 czynne powierzchnie II rzędu i 358 czynnych SPO I rzędu (Rys. 51).

Na 145 obszarach specjalnej ochrony ptaków (OSO) lasy zajmują około 2,472 miliona hektarów (na 81 OSO znajdują się monitoringowe SPO I rzędu) i przeważająca większość z nich uszkodzona jest w stopniu umiarkowanym. Większość powierzchni leśnej (84%) znajduje się w 1 – lekkiej klasie defoliacji (defoliacja 11-25%), pozostała część (16%) lasów znajduje się w 2 – średniej klasie defoliacji (defoliacja 26-60%). W roku 2017 nastąpiło po raz kolejny zwiększenie (z 13% do 16%) powierzchni leśnej, na której defoliacja drzew przyjmowała wartości z klasy 2. Większość tych zmian związana

jest z niewielkim przekroczeniem progu 25% poziomu defoliacji (Rys. 52). 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 167 SOO znajdują się monitoringowe SPO I rzędu). Większość powierzchni leśnej (81%) znajduje się w 1 – lekkiej klasie defoliacji (defoliacja 11-25%), pozostała część lasów znajduje się w 2 – średniej klasie defoliacji (defoliacja 26-60%). W porównaniu do ubiegłego roku nastąpiło zatrzymanie trendu zwiększenia się powierzchni leśnej z defoliacją utrzymującą się na poziomie średnim (Rys. 52). Podobnie jak na 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 53.

Tabela 48 prezentuje średnią defoliację drzew na 167 specjalnych obszarach ochrony siedlisk (SOO) obszarów Natura 2000, na których obecne znajduje się 358 stałych powierzchni obserwacyjnych I rzędu monitoringu lasów.

Uśrednione wartości defoliacji w lasach znajdujących się odpowiednio na obszarach ochrony siedlisk (SOO) i obszarach ochrony ptaków (OSO) wynoszą około 22% i mieszczą się w klasie 1 (lekkiej defoliacji) – Tab. 49.

W perspektywie najbliższych lat struktura obszarów Sieci Natura 2000 będzie się zmieniać w niewielkim stopniu, natomiast będą modyfikacje wielkości i zasięgu istniejących obszarów Natura 2000. Należy zwrócić uwagę, że w niewielkim stopniu zmienia się również liczba stałych powierzchni obserwacyjnych monitoringu lasów i wynika ona z naturalnych zmian rozwojowych lasów. Gdzie stałe powierzchnie obserwacyjne (SPO) przechodzą ze statusu powierzchni czynnych do oczekujących, gdy drzewa w lesie zostają wycięte i odwrotnie, gdy młode drzewostany dorastają.

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

9. WARUNKI POGODOWE W 2017 ROKU NA WYBRANYCH POWIERZCHNIACH SPO MI - *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. 54, 55, 56).
- 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. 50).
- 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. 56, Tab. 51).

Temperatura powietrza – średnia roczna temperatura ze wszystkich stacji wyniosła w 2017 r. +8,1°C, czyli tyle samo ile w roku poprzednim oraz o 0,8 °C niższa, niż w roku 2015. Najzimniejszym miesiącem roku był, podobnie jak w roku 2016 styczeń z temperaturą średnią –4,6°C. Temperatura powietrza była w styczniu 2017 roku o jeden

stopień niższa niż w roku 2016. Najniższą temperaturę miesięczną odnotowano dla stycznia w Piwnicznej ($-9,6^{\circ}\text{C}$). Najcieplejszym miesiącem był sierpień ze średnią temperaturą $+17,9^{\circ}\text{C}$. Najwyższą średnią temperaturę miesięczną odnotowano dla tego miesiąca w Zawadzkim ($+19,8^{\circ}\text{C}$), (Tab. 50). Najwyższe dobowe temperatury powietrza mierzone na wysokości $+2\text{m}$ wystąpiły na początku sierpnia dla większości stacji meteorologicznych. Nie przekroczyły one jednak 40°C . Maksymalną temperaturę $37,1^{\circ}\text{C}$ odnotowano 1 sierpnia w Zawadzkim. Był to dla większości stacji najcieplejszy epizod temperaturowy. Najwyższe temperatury w pozostałych stacjach wystąpiły w połowie sierpnia. Jedynie w Strzałowie najwyższą temperaturę ($29,9^{\circ}\text{C}$) odnotowano 28 maja (Tab. 52). Najbardziej wyrównanym miesiącem pod względem temperatur był listopad, w którym różnica między najwyższą i najniższą średnią temperaturą miesięczną ze stacji wyniosła $4,4^{\circ}\text{C}$, natomiast najwyższa różnica średnich temperatur wystąpiła w styczniu ($7,9^{\circ}\text{C}$), (Tab. 50, Rys. 54).

Temperatura gleby na głębokości 50 cm mierzona na wszystkich stacjach i w okresie całego roku wynosiła $+9,1^{\circ}\text{C}$ i była o $0,1^{\circ}\text{C}$ wyższa niż w roku 2016. Nie odnotowano średnich temperatur miesięcznych niższych od 0°C . Najniższą wartość tego parametru ($+0,2^{\circ}\text{C}$) zarejestrowano w lutym na stacji w Krotoszynie. Jednak w pozostałych miesiącach istotnie niższe średnie temperatury miesięczne gleby w porównaniu do pozostałych stacji wystąpiły na stacji w Szklarskiej Porębie. 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 $5,4\text{ mm}$ w kwietniu na stacji w Chojnowie do $192,9\text{ mm}$ we wrześniu na stacji w Birczy. Przeciętnie w przeliczeniu na stację odnotowano $76,9\text{ mm}$ opadu miesięcznie. W sezonie wegetacyjnym było to $87,4\text{ mm}$ miesięcznie, zaś w okresie zimowym – $66,5\text{ mm}$ miesięcznie. Najwięcej opadów odnotowano w październiku – $131,2\text{ mm}$ średnio ze wszystkich stacji. Najmniej opadów zarejestrowano w styczniu – $33,2\text{ mm}$.

Spośród 12 stacji pomiarowych w sezonie wegetacyjnym odnotowano trzy co najmniej 14-dniowe okresy o sumie opadów nie przekraczającej 5 mm w Krotoszynie, dwa 14-dniowe okresy w Białowieży Chojnowie, Kruczu, Łącku, Suwałkach i w Zawadzkim, oraz po jednym takim okresie suszy w Strzałowie i w Piwnicznej. Ponad dwutygodniowe okresy bez opadów wystąpiły na przełomie maja i czerwca w Gdańsku oraz w maju w Suwałkach. W Birczy i w Szklarskiej Porębie nie wystąpiły w 2017 roku 14-dniowe okresy posuchy.

Roczne sumy opadów wynosiły od 701,7 mm w Krotoszynie do 1127,5 mm na stacji w Szklarskiej Porębie. Łącznie na 4 powierzchniach suma rocznych opadów przekraczała 1000 mm (Szklarska Poręba, Gdańsk, Bircza i Białowieża), na kolejnych 3 zawierała się w przedziale 900-1000 mm (Suwałki, Piwniczna i Strzałowo) i tylko na jednej (Krotoszyn) nie przekraczała 800 mm. Suma opadów w sezonie wegetacyjnym wynosiła od 270,6 w Chojnowie do 629,5 mm na stacji w Białowieży-Czerlonce, przy czym suma opadów przekraczająca 600 mm wystąpiła łącznie na 5 powierzchniach, a nie przekraczająca 400 mm tylko na dwóch (Chojnow, Krotoszyn). Na okres letni przypadło przeciętnie 56,4% rocznej sumy opadów. Stosunek sumy opadów, które wystąpiły w okresie letnim do sumy opadów całego roku wahał się od 38,3% w Chojnowie do 65,5% w Łącku.

Najwyższa dobową sumą opadów 61,5 mm zarejestrowana została 5 września 2017 roku na stacji w Białowieży.

Średnia wilgotność względna z całego okresu pomiarowego wynosiła 83,7%, przy czym w sezonie wegetacyjnym wynosiła 78,2%, zaś w sezonie zimowym – 89,2%. Średnia roczna zawierała się w przedziale wartości od 79,1% dla stacji Krotoszyn do 88,1% dla Szklarskiej Poręby. Średnie miesięczne wartości tego parametru ze wszystkich stacji zmieniały się od 72,6% w czerwcu do 93,9% w grudniu (Tab. 50, Rys. 55).

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 o wielkości 244,4 W/m² odnotowano w czerwcu w Krotoszynie, zaś najniższe promieniowaniu zmierzono w styczniu w Strzałowie 2,2 W/m² (Tab. 50).

Prędkość i kierunek wiatru. Ogółem na każdej stacji meteorologicznej, w ciągu całego roku 2017 zarejestrowano ponad 52 tysiące uśrednionych 10 minutowych pomiarów prędkości i kierunku wiatru (Tab. 51). Pogodę z wiatrem notowano najrzadziej na stacji w Zawadzkim – 35,6 % wszystkich pomiarów, a najczęściej na stacji w Gdańsku – 94%.

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. 57). Przeważające kierunki, z których wiały silne wiatry, typowe dla poszczególnych stacji, zamieszczono w tabeli 59. Wiatry zachodnie dominowały na stacjach: w Chojnowie, i Kruczu. Południowe – na stacji w Białowieży i Birczy. Południowo-zachodnie – w Gdańsku, Krotoszynie, Szklarskiej Porębie. Północno-wschodnie – na stacji w Piwnicznej.

Podsumowując wyniki pomiarów na stacjach w 2017 r. należy odnotować, że był to rok o podobnej średniej temperaturze powietrza jak rok 2016. Przeciętnie o 0,8°C niższej niż w rok 2015. Był rokiem obfitszym w opady średnio o 17% w stosunku do roku 2016, zaś aż o 54% od ekstremalnie suchego 2015. W 2017 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 2015.

- Najniższą temperaturę średnią tego okresu odnotowano w kwietniu w Szklarskiej Porębie-Jakuszycach (+3,2°C). Najwyższą temperaturę średnią okresu wegetacyjnego zarejestrowano w sierpniu w Zawadzkiem (+19,8°C).
- Najwyższa roczna suma opadów wystąpiła w Szklarskiej Porębie (1127,6 mm) i była wyższa o prawie 32% w stosunku do maksimum roku 2015.
- Najmniej opadów zarejestrowano na stacji w Krotoszynie (701,7 mm), niemniej było to i tak o 52 % więcej niż na tej stacji w roku 2015.
- Na większości stacji dominowały wiatry zachodnie, południowo-zachodnie i południowe.
- Najwyższą maksymalną prędkość wiatru (w porywach 38,7 m/s) zarejestrowano 14 lutego na stacji w Suwałkach. Niewiele mniejszą prędkość (37,7 m/s) osiągnął wiatr 22 grudnia na stacji w Krotoszynie oraz 28 stycznia w Kruczu, gdzie wiał z prędkością 35,8 m/s. Niezwykłą intensywność wiatru, który w nocy z 11 na 12 sierpnia był sprawcą klęski w RDLP Poznań i Gdańsk i Toruń odnotowała stacja w Krotoszynie, (20,6 m/s).
- Najdłuższy okres posuchy (24 dni z sumą opadu <5mm z czego 19 dni bez opadu) odnotowano na stacji w Gdańsku na przełomie maja i czerwca. Okresy posuchy nie wystąpiły w Birczy i w Szklarskiej Porębie.

10. WIELKOŚĆ DEPOZYTU WNOSZONEGO Z OPADAMI ATMOSFERYCZNYMI NA TERENACH LEŚNYCH NA SPO MI – 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 (nadleśnictwa Suwałki, Strzałowo, Białowieża), Wielkopolsko-Pomorskiej (nadleśnictwa Krucz i Krotoszyn), Mazowiecko-Podlaskiej (nadleśnictwa Łąck i Chojnów), Śląskiej (Nadleśnictwo Zawadzkie), Sudeckiej (Nadleśnictwo Szklarska Poręba) oraz Karpackiej (nadleśnictwa Piwniczna i Bircza). Punkty pomiarowe umiejscowione są w pobliżu stałych leśnych powierzchni obserwacyjnych (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 próbника. 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 powierzchniach w Szklarskiej Porębie, Piwnicznej, Kruczu, Birczy, Strzałowie, Chojnowie, Łącku i Zawadzkim próbniki na otwartej przestrzeni mają podobną budowę jak próbniki podkoronowe, o korzystniejszych proporcjach powierzchni chwytnej (201 cm²) do pojemności butli (5 dm³), co zapobiega utracie części próbki w przypadku wysokich opadów. 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 podpróbki

umieszczone w termostatowanych pojemnikach zaopatrzonych we wkłady chłodzące są transportowane do badań do laboratorium Instytutu Badawczego Leśnictwa. Próbkę 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 $\text{mol}_e \text{ha}^{-1}$ 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 poszczególnymi powierzchniami pod względem wielkości opadów, ich odczynu, pojemności zobojętniania kwasów ANC oraz depozytów głównych składników (Ca, Mg, Na, K, Cl^- , NO_3^- , SO_4^{2-} , NH_4^+ , Al, Fe, Mn, azot całkowity N_{tot}, rozpuszczony węgiel organiczny RWO) zastosowano testy nieparametryczne (ANOVA rang Kruskala-Wallisa). Rozkłady danych, jak wskazały wyniki testu Shapiro-Wilka, odbiegały od normalnego. Obliczenia statystyczne wykonano w pakiecie oprogramowania STATISTICA wersja 10 (StatSoft, Inc. 2011).

10.1. 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 11,7 do 21,2 $\mu\text{S cm}^{-1}$. Miesięczne wahania wynosiły od 5,69 $\mu\text{S cm}^{-1}$ do 991 $\mu\text{S cm}^{-1}$, najniższą wartość odnotowano w Suwałkach w grudniu (opad 56 mm), a maksymalną w Birczy w marcu (opad 1,2 mm). Niską przewodność opadów notowano średnio rocznie w tych rejonach, gdzie opady były średnie i wysokie: w Strzałowie, Szklarskiej Porębie i Łącku (poniżej 13 $\mu\text{S cm}^{-1}$). W Gdańsku, Piwnicznej, Suwałkach, Zawadzkiem, Kruczu i Chojnowie średnio rocznie

przewodność nie przekraczała $18 \mu\text{S cm}^{-1}$. W Birczy, Krotoszynie i Białowieży mieściła się w zakresie $18,8\text{--}21,2 \mu\text{S cm}^{-1}$.

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

10.2. 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 $20,5$ do $41,5 \text{ kg ha}^{-1}$ (Tab. 53). W porównaniu z rokiem 2016 depozycja była większa w Białowieży, Krotoszynie i Łącku o odpowiednio 25%, 13% i 13%. W Gdańsku, Birczy, Kruczu i Zawadzkiem zmalała o odpowiednio 14%, 13%, 12% i 7%. W Suwałkach, Szklarskiej Porębie, Piwnicznej, Chojnowie i Strzałowie depozycja była podobna jak w roku 2016, z różnicami sięgającymi od -2% do 4% w stosunku do roku 2016.

Najmniejszą ilość jonów zdeponowały opady w Nadleśnictwie Piwniczna ($20,5 \text{ kg ha}^{-1}$). Wartości pośrednie odnotowano w Zawadzkiem ($24,4 \text{ kg ha}^{-1}$), Strzałowie ($24,5 \text{ kg ha}^{-1}$), Birczy ($25,9 \text{ kg ha}^{-1}$) i Łącku ($26,0 \text{ kg ha}^{-1}$). W Kruczu, Chojnowie, Suwałkach i Krotoszynie depozyt całkowity mieścił się w przedziale $29,8 \text{ kg ha}^{-1}$ – $31,6 \text{ kg ha}^{-1}$. W Białowieży, Szklarskiej Porębie i Gdańsku depozyt był wysoki i wynosił odpowiednio $37,9 \text{ kg ha}^{-1}$, $40,4 \text{ kg ha}^{-1}$ i $41,5 \text{ kg ha}^{-1}$. Na tak wysoką depozycję w Gdańsku i Szklarskiej Porębie składały się przede wszystkim jony Cl^- i Na głównie pochodzenia morskiego. Sumaryczna depozycja jonów chlorkowych i sodu była w Gdańsku o $4,3 \text{ kg ha}^{-1} \text{ rok}^{-1}$ wyższa niż Szklarskiej Porębie i aż o $10,9 \text{ kg ha}^{-1} \text{ rok}^{-1}$ – $13,9 \text{ kg ha}^{-1} \text{ rok}^{-1}$ wyższa niż na pozostałych SPO MI.

Suma depozycji w okresie zimowym stanowiła od 34% do 50% depozycji rocznej (Rys. 59).

Po części przewaga depozytu okresu letniego wynikała z wyższej sumy opadów. Na miesiące letnie przypadało bowiem od 60% do 74% sumy rocznej opadu. W Gdańsku pomimo niższych sum opadów niż w okresie letnim depozycja Na , Cl^- i Mg zimą była 1,2-1,7 razy wyższa niż w półroczu letnim, co wskazuje na silne wpływy aerozoli morskich, szczególnie w okresie zimowym.

Pomiędzy SPO MI wystąpiły istotne różnice w depozycji H^+ , Cl^- , NH_4^+ , Na, Mn i pojemności zobojętniania kwasów (ANC) (Tab. 54). Wyniki testów statystycznych potwierdzają zaobserwowane różnice między Gdańskiem i Szklarską Porębą a szeregiem innych SPO MI pod względem depozycji składników z aerozoli morskich. W Białowieży opady miały istotnie wyższą pojemność zobojętniania kwasów (ANC) od opadów występujących w południowej i zachodniej Polsce (Zawadzkie i Krotoszyn) oraz w Sudetach (Szklarska Poręba). Właściwości kwasowo-zasadowe i pojemność zobojętniania kwasów zostały omówione w dalszej części opracowania.

10.3. Depozyt pierwiastków śladowych

Sumaryczny depozyt składników śladowych, tj. żelaza, manganu, glinu oraz metali ciężkich: cynku, miedzi, kadmu i ołowiu, w $kg\ ha^{-1}$ wynosił od 1,1% do 2,5% depozytu rocznego. Na metale ciężkie, wśród których ilościowo dominował cynk, przypadło od 0,8% do 1,6%, tj. od 0,27 do 0,49 $kg\ ha^{-1}\ rok^{-1}$. Największe ilości metali ciężkich zanotowano na SPO MI w Szklarskiej Porębie, Gdańsku i Kruczu (odpowiednio 0,49, 0,37 i 0,35 $kg\ ha^{-1}\ rok^{-1}$). Od 0,29 do 0,33 $kg\ ha^{-1}\ rok^{-1}$ zostało zdeponowane na powierzchniach w Birczy, Zawadzkim, Łącku, Białowieży, Suwałkach, Chojnowie, Strzałowie i Piwnicznej, a 0,27 $kg\ ha^{-1}\ rok^{-1}$ w Krotoszynie. Niski udział metali ciężkich (0,8-1,0%) w depozycie występował w Białowieży, Krotoszynie, Gdańsku i Suwałkach, zaś w Chojnowie, Birczy i Łącku wynosił 1,1%, w Kruczu, Zawadzkim i Szklarskiej Porębie – 1,2%, w Strzałowie – 1,3%, 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 niezakwaszenie przed pobraniem podpróbki do analiz) ma kluczowe znaczenie dla uzyskiwanych wyników, zwłaszcza kadmu, ołowiu i cynku (Degórska i in. 2011). W przypadku SPO MI można z dużym prawdopodobieństwem stwierdzić, że oszacowana depozycja metali śladowych jest zaniżona.

10.4. 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.

W opadach na SPO MI średnie miesięczne pH mieściło się w granicach od 4,3 do 7,1 (Rys. 60). Minimalną wartość osiągnęło w lutym w Piwnicznej, a maksymalną w sierpniu w Białowieży.

Udział miesięcznych opadów o pH niższym od 5,0 wyniósł 26% (Rys. 61), to jest więcej niż w roku 2016, kiedy stanowiły 15% rocznych opadów, lecz mniej niż w latach poprzednich (42% w 2010 roku, 36% w 2011 roku, 39% w 2012 roku, 43% w 2013 roku i 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. 62), z wyjątkiem Krotoszyna i Piwnicznej. W Suwałkach, Zawadzkim i Szklarskiej Porębie różnica odczynu opadów zimą i latem była niewielka.

Najwyższa kwasowość opadów mierzona średnią roczną wartością pH wystąpiła w nadleśnictwach rejonów górskich, tj. w Piwnicznej (pH 4,9), Birczy i Szklarskiej Porębie (pH 5,1), a także w Zawadzkim (pH 5,2) i Kruczu (pH 5,3) (Rysunek 5). Również stosunkowo niskie średnie pH opadów odnotowano w Suwałkach i Strzałowie (pH 5,4). W Krotoszynie, Gdańsku, Łącku i Białowieży pH opadów wynosiło średnio 5,6. Niższa kwasowość opadów występowała w Chojnowie (pH 5,7).

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

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

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 83% miesięcznych opadów przyjmowało ujemne wartości ANC (Rys. 63), z czego większość przypadła na okres zimowy (47% próbek pobranych w ciągu roku).

Na wszystkich powierzchniach obserwacyjnych ANC półrocza zimowego było niższe niż w półroczu letnim (Rys. 64). Spośród powierzchni obserwacyjnych dodatnimi wartościami ANC charakteryzowała się jedynie Białowieża średnio w całym roku ($15,2 \mu\text{eq dm}^{-3} \text{ rok}^{-1}$) oraz w okresie letnim i Strzałowo w okresie letnim (Rys. 64). Na pozostałych powierzchniach w obu półroczach ANC było ujemne, a niskie średnie wartości roczne wystąpiły w Zawadzkiem, Birczy, Krotoszynie, Łącku i Kruczu (odpowiednio $-34,1$, $-32,3$, $-30,4$, $-22,7$ i $-20,5 \mu\text{eq dm}^{-3} \text{ rok}^{-1}$).

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 59% do 74%. Udział jonów zakwaszających przekraczał 70% w Krotoszynie, Zawadzkiem i Kruczu, a zjawisku temu towarzyszył szczególnie niski udział jonów o charakterze zasadowym (24-26%). Na powierzchniach zlokalizowanych w północnej i północno-wschodniej Polsce (Gdańsk, Suwałki, Strzałowo i Białowieża) udział jonów o charakterze zasadowym w depozycie był wyższy niż w pozostałych lokalizacjach i wynosił od 34% do 36%.

Na każdej powierzchni w depozycie rocznym w roku 2017 dominowały jony kwasotwórcze nad zasadowymi (Rys. 65). Poza powierzchniami zlokalizowanymi w północnej i północno-wschodniej Polsce (Gdańsk, Białowieża, Suwałki i Strzałowo) oraz SPO w Piwnicznej, na pozostałych powierzchniach występowała co najmniej dwukrotna przewaga depozycji jonów zakwaszających nad zasadowymi.

11. POZIOM STĘŻENIA NO_2 I SO_2 W POWIETRZU NA TERENACH LEŚNYCH NA SPO MI. – ANNA KOWALSKA

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 zmaleje, jeśli nastąpi pełne

wdrożenie ustaleń zrewidowanego Protokołu z Göteborga. Prognozowane w poprzednich latach przekroczenia ładunków krytycznych miały w 2020 roku występować jedynie na 2-4% powierzchni ekosystemów Europy (Slootweg i in. 2014). Ostatnie szacunki wskazują, że w tym czasie zagrożenie będzie obejmować około 4% obszarów ekosystemów Europy, w tym 6% obszarów ekosystemów Unii Europejskiej. W Polsce przekroczenia ładunków krytycznych kwasowości obejmą 26% obszarów ekosystemów (Hettelingh i in. 2017). Eutrofizacja stanowić będzie nadal poważne zagrożenie, a przekroczenia ładunków krytycznych będą dotyczyć do 2020 roku 58% powierzchni ekosystemów Europy i 71% obszarów ekosystemów UE, stanowiąc ryzyko dla utrzymania bioróżnorodności. W Polsce w tym okresie zagrożenie eutrofizacją będzie obejmować ponad 62% powierzchni ekosystemów (Hettelingh 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).

Według danych statystycznych w 2015 roku wyemitowano w Polsce do atmosfery 690 tys. ton dwutlenku siarki oraz 714 tys. ton tlenków azotu (wyrażone jako NO_2) (Mały Rocznik Statystyczny Polski 2017). 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 (Krajowy bilans emisji... 2016).

W zakres badań jakości powietrza na stałych powierzchniach obserwacyjnych monitoringu intensywnego (SPO MI) 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 przyleśnych. 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 obejmował 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 badań analizowano w każdym miesiącu tzw. ślepe próby, tj. próbki nieekspozowane. Wszystkie ślepe próby dostarczały wyniki poniżej granic oznaczalności metody. 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).

11.1. Dwutlenek siarki

Średnie wartości stężeń dwutlenku siarki przedstawiono na rysunku 1. Podobnie jak w latach poprzednich, w grupie nadleśnictw zlokalizowanych w północno-wschodniej Polsce (Strzałowo, Białowieża, Suwałki, Gdańsk) występowały niskie średnie roczne stężenia dwutlenku siarki (poniżej 1 $\mu\text{g m}^{-3}$), podobnie niskie stężenia występowały również w Kruczu. W Chojnowie, Łącku i Szklarskiej Porębie średnio w ciągu roku stężenie SO₂ wynosiło od 1,0 $\mu\text{g m}^{-3}$ do 1,2 $\mu\text{g m}^{-3}$. W Piwnicznej i w Krotoszynie średnie roczne stężenia mieściły się w zakresie od 1,4 $\mu\text{g m}^{-3}$ do 1,5 $\mu\text{g m}^{-3}$, zaś w Birczy wynosiły 1,7 $\mu\text{g m}^{-3}$. Najwyższe stężenie średnio rocznie notowano w Nadleśnictwie Zawadzkie – 2,5 $\mu\text{g m}^{-3}$. Stężenia w Zawadzkim były istotnie wyższe od stężeń występujących na powierzchniach, gdzie notowano najniższe poziomy SO₂, tj. w Strzałowie, Białowieży, Suwałkach, Gdańsku i Kruczu ($p \leq 0,05$, test Kruskala-Wallisa z wielokrotnym porównaniem średnich rang).

Średnie roczne stężenia SO₂ porównano z danymi dla roku 2016. W roku 2017 na wszystkich powierzchniach stężenia SO₂ stanowiły od 65% do 123% wartości notowanych

w roku 2016. Wzrost stężeń wystąpił w Zawadzkim i Piwnicznej, zaś na pozostałych powierzchniach obserwowano spadek stężeń (w Strzałowie, Białowieży, Suwałkach, Gdańsku, Kruczu, Chojnowie, Łącku i Szklarskiej Porębie) lub podobny poziom jak w roku 2016 (w Krotoszynie i Birczy).

Niskie stężenia SO_2 w nadleśnictwach północnej i północno-wschodniej Polski 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 $0,3\text{--}5,3 \mu\text{g m}^{-3}$. Rozkład stężeń w poszczególnych miesiącach (Rys. 67) w zasadzie pozostawał podobny do obserwowanego w latach poprzednich.

Niskie stężenia notowano w miesiącach letnich: czerwiec, lipiec i sierpień (wartości miesięczne minimalne: $0,3 \mu\text{g m}^{-3}$, maksymalne $2,7 \mu\text{g m}^{-3}$, mediana dla okresu $0,6 \mu\text{g m}^{-3}$), a wyższe w miesiącach zimowych: od stycznia do marca oraz w listopadzie i grudniu (wartości miesięczne minimalne: $0,4 \mu\text{g m}^{-3}$, maksymalne $5,3 \mu\text{g m}^{-3}$, mediana dla okresu $1,3 \mu\text{g m}^{-3}$). Wysokie stężenia występowały również w maju (od $0,8 \mu\text{g m}^{-3}$ do $2,6 \mu\text{g m}^{-3}$, mediana $1,3 \mu\text{g m}^{-3}$). 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 > Piwniczna > Krotoszyn > Łąck > Szklarska Poręba, Chojnów > Gdańsk, Krucz > Suwałki, Białowieża > Strzałowo.

Średnie sezonu letniego układały się w porządku malejącym:

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

Istotne różnice między medianami stężeń miesięcznych okresów w sezonach letnich i zimowych wystąpiły jedynie w Krotoszynie, Łącku, Birczy i Piwnicznej (Tab. 55). Różnice pomiędzy okresem zimowym i letnim były szczególnie niskie w Strzałowie, Kruczu i Suwałkach.

W rozporządzeniu Ministra Środowiska z 24 sierpnia 2012 r. w sprawie poziomów niektórych substancji w powietrzu (Dz. U. z 2012 r. 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 0,6-2,5 µg m⁻³, co stanowiło od 3% do 13% wartości dopuszczalnej. W porze zimowej zakres stężeń wynosił od 0,6 µg m⁻³ do 3,2 µg m⁻³, tj. od 3% do 16% wartości dopuszczalnej.

11.2. Dwutlenek azotu

Średnie wartości stężeń dwutlenku azotu na SPO MI przedstawiono na rysunku 4. W 2017 roku średnie roczne stężenia NO₂ stanowiły od 66% do 88% wartości z roku 2016.

Powierzchnie SPO MI istotnie różniły się pod względem stężeń NO₂ (test Kruskala-Wallisa: H(11, N = 144) = 64,94, p ≤ 0,001). Istotne różnice wystąpiły pomiędzy stężeniami NO₂ w Chojnowie, gdzie występowały najwyższe stężenia NO₂, a stężeniami na pozostałych powierzchniach, z wyjątkiem Zawadzkiego, Krotoszyna i Łącka. Z drugiej strony odnotowano istotne różnice między SPO w Białowieży, gdzie średnie roczne stężenie NO₂ było najniższe, a powierzchniami w Krotoszynie, Łącku, Chojnowie i Zawadzkim, gdzie notowano średnio w roku wyższe stężenia NO₂ niż na pozostałych SPO (Tab. 56).

Podobnie jak w poprzednich latach, najwyższe średnie roczne stężenia NO₂ stwierdzono w rejonach centralnej Polski: w Chojnowie (9,9 µg m⁻³) i Łącku (7,4 µg m⁻³) oraz południowej Polski, w Zawadzkim (7,1 µg m⁻³) i zachodniej Polski, w Krotoszynie (6,3 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 całkowite zużycie mineralnych nawozów azotowych oraz zużycie nawozów mineralnych w przeliczeniu na hektar należy do najwyższych w Polsce (Rocznik Statystyczny Rolnictwa GUS 2017), wysokie stężenia NO_2 na terenach Nadleśnictwa Krotoszyn można tłumaczyć emisją z gleb, wtórnymi procesami utleniania w powietrzu amoniaku pochodzenia rolniczego oraz natężeniem procesów spalania w sektorze rolniczym, oprócz lokalnych źródeł przemysłowych.

W nadleśnictwach północnej i północno-wschodniej Polski: Białowieża ($3,2 \mu\text{g m}^{-3}$), Strzałowo ($3,5 \mu\text{g m}^{-3} \text{rok}^{-1}$), Suwałki ($3,6 \mu\text{g m}^{-3} \text{rok}^{-1}$) i Gdańsk ($4,4 \mu\text{g m}^{-3} \text{rok}^{-1}$), w Kruczu w Wielkopolsce ($4,5 \mu\text{g m}^{-3} \text{rok}^{-1}$), a także w rejonach podgórskich i górskich: Bircza i Piwniczna (po $3,6 \mu\text{g m}^{-3} \text{rok}^{-1}$) oraz Szklarska Poręba ($3,9 \mu\text{g m}^{-3} \text{rok}^{-1}$) 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 $1,5 \mu\text{g m}^{-3}$ do $16,6 \mu\text{g m}^{-3}$ i wykazywały wyraźną sezonowość. Na każdej powierzchni obserwowano istotną ($p \leq 0,05$) zależność stężenia NO_2 i temperatury. Współczynniki korelacji rangowej Spearmana osiągały wartości od $-0,76$ do $-0,93$; ze spadkiem temperatury wzrastało średnie miesięczne stężenie NO_2 .

Najwyższe miesięczne stężenie NO_2 zanotowano w styczniu w Łącku ($16,6 \mu\text{g m}^{-3} \text{m-c}^{-1}$) oraz w Chojnowie ($15,6 \mu\text{g m}^{-3} \text{m-c}^{-1}$) (Rys. 70, Rys. 71).

Stężenia niższe niż $3 \mu\text{g m}^{-3} \text{m-c}^{-1}$ występowały w okresie letnim między kwietniem a wrześniem w Białowieży, Suwałkach i Strzałowie (północno-wschodnia Polska), w Wielkopolsce w Kruczu oraz w Piwnicznej, Birczy i Szklarskiej Porębie (południowa Polska, rejony górskie), jednak nie we wszystkich miesiącach w tym okresie. Istotne różnice między medianami miesięcznych stężeń dla okresów letnich i zimowych wystąpiły na wszystkich powierzchniach (Tab. 55).

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

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

Stężenia średnie dla okresu zimowego (styczeń-marzec i październik-grudzień) były od 1,3 do 2,7 razy wyższe niż dla okresu letniego. Układały się w porządku malejącym:

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

W roku 2017 średnie wartości stężeń NO_2 wynosiły od 3,2 do $9,9 \mu\text{g m}^{-3} \text{ rok}^{-1}$, tj. odpowiednio od 11% do 33% 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 $30 \mu\text{g m}^{-3}$.

11.3. Depozycja gazowych związków siarki i azotu

Na podstawie średnich stężeń rocznych i sezonowych oszacowano ładunek N i S, jaki był deponowany na SPO MI w 2017 roku (Rys. 71). 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 północnej i północno-wschodniej Polski: Strzałowie, Białowieży, Suwałkach i Gdańsku od 0,7 do $1,0 \text{ kg S ha}^{-1} \text{ rok}^{-1}$. W południowej Polsce, w Szklarskiej Porębie i Piwnicznej oraz w centralnej Polsce w Łącku i Chojnowie wynosiła od 1,3 do $1,7 \text{ kg S ha}^{-1} \text{ rok}^{-1}$, w Krotoszynie $1,9 \text{ kg S ha}^{-1} \text{ rok}^{-1}$, w Birczy $2,1 \text{ kg S ha}^{-1} \text{ rok}^{-1}$, a w Zawadzkim aż $3,2 \text{ kg S ha}^{-1} \text{ rok}^{-1}$.

Najmniejszą depozycję azotu – około $1,0 \text{ kg}$ – odnotowano w Birczy, w rejonie podkarpackim. Niskie ilości – od $1,2 \text{ kg}$ do $1,4 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ rok}^{-1}$ – zostały zdeponowane w nadleśnictwach położonych w północnej i północno-wschodniej Polsce: Białowieży, Gdańsku, Strzałowie i Suwałkach, a także na powierzchniach górskich w Piwnicznej. Pośrednie ilości – od $1,5 \text{ kg}$ do $1,8 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ rok}^{-1}$ – otrzymały powierzchnie w Szklarskiej Porębie, Kruczu i Krotoszynie. W Łącku i Zawadzkim depozycja N wyniosła odpowiednio $2,1$ i $2,7 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ rok}^{-1}$, a najwyższa była w Chojnowie ($3,8 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ rok}^{-1}$).

Na powierzchniach SPO MI od 56% do 74% depozycji N oraz od 58% do 69% depozycji S przypadało na okres zimowy.

11.4. Podsumowanie

Wśród powierzchni monitoringu intensywnego można wyodrębnić trzy grupy różniące się sumarycznym obciążeniem zanieczyszczeniami gazowymi. Łączna depozycja siarki i azotu z atmosfery jest niska w nadleśnictwach północnej i północno-wschodniej Polski, tj. w Białowieży, Strzałowie, Gdańsku i Suwałkach ($2,0-2,3 \text{ kg N+S ha}^{-1} \text{ rok}^{-1}$). 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 2017). Antropopresja wywoływana głównie przez źródła rolnicze i rozproszone lokalne nie jest tak dużym obciążeniem 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 SPO) 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 narażenie północnych rejonów Polski na przekroczenia ładunków krytycznych kwasowości i eutrofizacji jest niewielkie.

Powierzchnie zlokalizowane w górach i na pogórzu: Szklarska Poręba, Piwniczna i Bircza wyróżniają się dość niskimi wartościami sumarycznej depozycji N-NO_2 i S-SO_2 ($2,8-3,1 \text{ kg N+S ha}^{-1} \text{ rok}^{-1}$). W województwie podkarpackim, na terenie którego położona jest SPO MI Bircza, ogólna emisja SO_2 i NO_x z zakładów szczególnie uciążliwych jest niższa niż w województwach mazowieckim, wielkopolskim i opolskim, gdzie zlokalizowane są SPO MI z grupy o wyższym poziomie zanieczyszczeń (Dane GUS). Wysoka lesistość (powyżej 60%), małe zaludnienie i niski współczynnik urbanizacji na Podkarpaciu są prawdopodobnymi przyczynami ogólnie niskiego poziomu zanieczyszczeń gazowych, co było obserwowane na powierzchni w Birczy w roku 2017 i w latach poprzednich.

W Wielkopolsce: w Kruczu i Krotoszynie obciążenie sumarycznym ładunkiem zanieczyszczeń gazowych było pośrednie i wyniosło odpowiednio $2,7$ i $3,7 \text{ kg N+S ha}^{-1}$. Obciążenie gazowymi związkami siarki i azotu spadło w Kruczu do poziomu 70% wartości z roku 2016. W Krotoszynie spadek był słabiej zaznaczony (85% wartości z roku 2016), głównie za sprawą niemal całkowitego braku redukcji stężeń SO_2 w roku 2017.

W Łącku zaliczanym w latach poprzednich do grupy powierzchni najbardziej obciążonych gazową depozycją N i S, w roku 2017 depozycja wyniosła $3,6 \text{ kg N+S ha}^{-1}$,

pozwalając na włączenie tej powierzchni do grupy SPO o pośrednim obciążeniu ładunkiem zanieczyszczeń gazowych.

Najbardziej obciążone zanieczyszczeniami atmosferycznymi były SPO w Zawadzkiem i Chojnowie, o rocznej depozycji wynoszącej odpowiednio $5,9 \text{ kg N+S ha}^{-1}$ i $5,1 \text{ kg N+S ha}^{-1}$. W Chojnowie za wysoki depozyt gazowy ($\text{N-NO}_2 + \text{S-SO}_2$) 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 2017). Powierzchnia w Zawadzkiem zlokalizowana jest na granicy województw opolskiego i śląskiego, w najgęściej zaludnionej części kraju, o wysokim wskaźniku urbanizacji i uprzemysłowieniu. Poziomy emisji według danych GUS (ibid.) należą do najwyższych na tle Polski. W całkowitym obciążeniu gazową depozycją dużą rolę odegrała depozycja związków siarki, najwyższa wśród SPO MI.

Rejony centralnej Polski, w których depozycja gazowych zanieczyszczeń była pośrednia i wysoka, to jest nadleśnictwa: Chojnów, Zawadzkie, Łąck, Krucz, Krotoszyn, pokrywają się z obszarami, w 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).

12. OPADY PODKORONOWE ORAZ ROZTWORY GLEBOWE NA TERENACH LEŚNYCH NA SPO MI. – ANNA KOWALSKA

12.1. 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 lub sorbowane na powierzchniach roślin, zwłaszcza na korze pni i gałęzi (Rys. 73). 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 2017 kontynuowano badania ilości opadu, stężeń składników oraz ich depozycji 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 (nadleśnictwa: Suwałki, Szklarska Poręba i Piwniczna), dwie w dębowych (nadleśnictwa Łąck i Krotoszyn) oraz dwie w bukowych (nadleśnictwa Gdańsk i Bircza).

Próbki opadu pobierano z miesięczną częstotliwością do 25 próbników rozmieszczonych w sposób systematyczny na każdej z powierzchni SPO MI. Próbniki zbudowane są z polietylenowych butli o pojemności 5 dm³ z lejkami o powierzchni chwytnej 201 cm². 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. Próbki 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,
- określenie objętości przez porównanie z danymi meteorologicznymi ze stacji automatycznych.

Stężenia miesięczne wyznaczono jako średnie ważone objętością opadu z pięciu (latem) bądź sześciu (zimą) próbek pobieranych równolegle. 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 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 2017 roku od 20,6 do 56,2 $\mu S\ cm^{-1}\ rok^{-1}$, przyjmując miesięcznie wartości od 13,5 do 223 $\mu S\ cm^{-1}$ (Rys. 74). 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 31,7 mm m-c⁻¹) mediana przewodności wynosiła 51,3 $\mu\text{S cm}^{-1}$, podczas gdy w okresach z sumą opadów w zakresie górnego kwartylu (powyżej 75,7 mm m-c⁻¹) mediana przewodności miała wartość zaledwie 22,9 $\mu\text{S cm}^{-1}$. Zanieczyszczenia dostarczane z wodą opadową i spłukiwane 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: Krotoszyn, Suwałki i Zawadzkie (odpowiednio 63,2, 44,9, 43,9 $\mu\text{S cm}^{-1} \text{ rok}^{-1}$). Najniższą przewodność miały średnio w roku opady w Szklarskiej Porębie (20,6 $\mu\text{S cm}^{-1} \text{ rok}^{-1}$). Również stosunkowo niską przewodność notowano w opadach w Kruczu (26,9 $\mu\text{S cm}^{-1} \text{ rok}^{-1}$), Gdańsku (27,1 $\mu\text{S cm}^{-1} \text{ rok}^{-1}$), Strzałowie (27,3 $\mu\text{S cm}^{-1} \text{ rok}^{-1}$) i Birczy (28,1 $\mu\text{S cm}^{-1} \text{ rok}^{-1}$). W drzewostanach w Chojnowie, Łącku, Piwnicznej i Białowieży przewodność opadów przyjmowała wartości od 31,3 $\mu\text{S cm}^{-1} \text{ rok}^{-1}$ do 39,8 $\mu\text{S cm}^{-1} \text{ rok}^{-1}$.

Zakresy stężeń miesięcznych [$\text{mg dm}^{-3} \text{ m-c}^{-1}$], mediany i zakres kwartylowy 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.

Do gleby wpłynął ładunek substancji od 1,5 do 3,3 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 Białowieży, Szklarskiej Porębie, Kruczu, Gdańsku i Chojnowie (1,5-1,9-krotne), natomiast opady podkoronowe były szczególnie wzbogacone w stosunku do opadów bezpośrednich (2,6-3,3-krotnie) w drzewostanie dębowym w Krotoszynie, w świerczynach w Piwnicznej i Suwałkach oraz w drzewostanie sosnowym w Zawadzkim. Depozyt podkoronowy mieścił się w zakresie od 49,3 do 103,7 $\text{kg ha}^{-1} \text{ rok}^{-1}$ (Tab. 57).

Depozyt podkoronowy był szczególnie wysoki w drzewostanie dębowym w Krotoszynie (103,7 $\text{kg ha}^{-1} \text{ rok}^{-1}$), na powierzchni świerkowej w Suwałkach (87,4

kg ha⁻¹ rok⁻¹) i bukowej w Gdańsku (76,3 kg ha⁻¹ rok⁻¹; suma depozycji z opadów podkoronowych i spływu po pniu). W Kruczu (So) i Strzałowie (So) z opadami zdeponowana została najmniejsza ilość składników (odpowiednio 49,3 i 49,5 kg ha⁻¹ rok⁻¹), a na pozostałych powierzchniach depozyt wyniósł od 55,0 kg ha⁻¹ rok⁻¹ do 65,2 kg ha⁻¹ rok⁻¹.

W opadach podkoronowych występowało więcej istotnych różnic pomiędzy SPO MI niż w opadach na otwartej przestrzeni (Tab. 58). Istotne różnice wykryto dla wszystkich głównych składników opadów (H⁺, Cl⁻, NO₃⁻, SO₄²⁻, NH₄⁺, Mg, Na, Mn, Fe, Al i RWO), poza Ca, K i N_{tot}.

Gdańsk i Szklarska Poręba wyróżniały się spośród kilku SPO MI pod względem depozycji jonów pochodzenia morskiego (Na i Cl⁻). W Białowieży depozycja N-NO₃⁻ była istotnie niższa niż na powierzchniach południowej Polski (Bircza, Szklarska Poręba, Zawadzkie). Opady podkoronowe w Strzałowie różniły się od opadów w Krotoszynie, Zawadzkim, Chojnowie i Szklarskiej Porębie mniejszą depozycją S-SO₄²⁻. W opadach w drzewostanach bukowych w Gdańsku i Birczy występowały istotnie mniejsze depozyty rozpuszczonego węgla organicznego (RWO) niż w drzewostanie sosnowym w Białowieży. 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.

Test wykazał istotne zróżnicowanie opadów pod względem pojemności zobojętnienia kwasów (ANC), jednak porównania dwustronne nie wskazały par powierzchni istotnie różniących się pod względem ANC opadów podkoronowych.

Depozyt pierwiastków śladowych

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. Najwyższy udział omawianych metali w depozycie ogólnym stwierdzono w Łącku, przy czym w depozycie metali aż 74% udziału miał 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. 57).

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. niższe niż 5,0, występowało na przestrzeni roku w 24% miesięcznych próbek opadów. Opady o pH poniżej 5,0 przeważały w okresie zimowym (Rys. 75), a szczególnie lutym (na dziesięciu SPO MI), grudniu i styczniu (na siedmiu SPO MI) i marcu (na trzech 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 odnotowano w Szklarskiej Porębie (pH 5,1) (Rys. 76). W Piwnicznej, Zawadzkim, Chojnowie i Kruczu średnie roczne pH również było niskie (pH odpowiednio 5,2, 5,3, 5,3 i 5,3), czego przyczyną były głównie kwaśne opady półroczna zimowego. Na pozostałych powierzchniach wynosiło od 5,4 (Bircza i Białowieża), poprzez 5,5 (Gdańsk) do 5,6 (Strzałowo, Łąck i Krotoszyn). Najwyższym pH opadów w ciągu roku wyróżniały się Suwałki (pH 5,8). Odczyn opadów w Łącku, Chojnowie i Kruczu był o 2 do 3 jednostek pH mniej kwaśny niż średnio w roku 2016. Na pozostałych powierzchniach pH opadów w 2017 roku było zbliżone do pH z roku 2016 lub nieco niższe. Pod okapem drzewostanów liściastych obserwowano tendencję do występowania wyższego pH opadów niż w drzewostanach iglastych (por. Kowalska i in. 2016a). Pewnym wyjątkiem jest drzewostan w Strzałowie i w Suwałkach. W Strzałowie na odczyn opadów ma wpływ, oprócz sosny występującej w piętrze okapowym, bogaty podszyt bukowy i leszczynowy, a w Suwałkach liczne krzewy bzu czarnego i jarzębu pod okapem świerka. 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 lub 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 lat 2010-2014, udział opadów podkoronowych z ujemnymi wartościami ANC występował rzadziej, bo w 35% przypadków, podobnie jak w roku 2016. Ujemne wartości ANC związane z przewagą jonów wolnych kwasów występowały przeważnie w okresie zimowym (Rys. 77), 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. 78).

Średnio rocznie dodatnią wartość ANC (przewagę wolnych zasad) w opadach podkoronowych odnotowano w obu drzewostanach dębowych: w Krotoszynie ($175 \mu\text{eq dm}^{-3} \text{ rok}^{-1}$) i Łącku ($62,3 \mu\text{eq dm}^{-3} \text{ rok}^{-1}$) i bukowych: w Gdańsku ($23,8 \mu\text{eq dm}^{-3} \text{ rok}^{-1}$) i Birczy ($22,9 \mu\text{eq dm}^{-3} \text{ rok}^{-1}$), w świerczynach w Suwałkach ($143 \mu\text{eq dm}^{-3} \text{ rok}^{-1}$) i Piwnicznej ($38,2 \mu\text{eq dm}^{-3} \text{ rok}^{-1}$) oraz w czterech z pięciu drzewostanów sosnowych: Białowieży ($127 \mu\text{eq dm}^{-3} \text{ rok}^{-1}$), Strzałowie ($69,0 \mu\text{eq dm}^{-3} \text{ rok}^{-1}$), Kruczu ($31,3 \mu\text{eq dm}^{-3} \text{ rok}^{-1}$) i Chojnowie ($31,0 \mu\text{eq dm}^{-3} \text{ rok}^{-1}$). Przewagę jonów wolnych kwasów obserwowano w opadach w drzewostanie sosnowym na obszarze Śląska (Zawadzkie; ANC $-40,2 \mu\text{eq dm}^{-3} \text{ rok}^{-1}$), a także w niewielkim stopniu w świerczynie w Sudetach (Szkłarska Poręba; ANC $-0,3 \mu\text{eq dm}^{-3} \text{ rok}^{-1}$).

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 wyrażał się w podniesieniu wartości ANC średnio w roku w opadach podkoronowych, w stosunku do opadów docierających do koron (Rys. 79). W skali miesięcznej notowano również niekiedy przypadki obniżenia ANC opadów w koronach; dotyczyły one większości powierzchni i wszystkie wystąpiły w okresie zimowym.

Jony o zakwaszającym oddziaływaniu na środowisko (SO_4^{2-} , NO_3^- , NH_4^+ , Cl^-) stanowiły od 41% do 66% rocznego molowego depozytu (sumy azotu całkowitego, chlorków, siarczanów (VI), kationów zasadowych, żelaza, glinu, manganu i metali ciężkich, wyrażonej w $\text{mol}_e \text{ ha}^{-1}$). W opadach w drzewostanie Nadleśnictwa Zawadzkie stwierdzono najwyższy udział jonów o charakterze zakwaszającym (66%). Przekraczał połowę całkowitej depozycji podokapowej również w Szkłarskiej Porębie (54%), Chojnowie (53%), Birczy, Kruczu i Gdańsku (po 52%) oraz w Łącku (51%). W Piwnicznej, Krotoszynie, Strzałowie, Białowieży i Suwałkach wynosił od 50% do 41%.

W grupie powierzchni, gdzie depozyt molowy jonów o charakterze zasadowym (Ca^{2+} , K^+ , Mg^{2+} i Na^+) przewyższał depozyt jonów zakwaszających, znalazły się – podobnie jak w latach poprzednich – nadleśnictwa Białowieża, Strzałowo i Suwałki (Rys. 80).

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

12.2. 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 2016/2017 wznowiono badania w marcu w Gdańsku i w kwietniu w Birczy i kontynuowano pobór próbek do listopada w Birczy i do grudnia w Gdańsku. Próbki pobierano w tych samych terminach, co opady podkoronowe. Opad spływający po pniach był indywidualnie odprowadzany z sześciu drzew na każdej z 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 okresie badań 105 mm w Nadleśnictwie Gdańsk i 56 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 8% do 16% opadu bezpośredniego (na otwartej przestrzeni) w Gdańsku oraz od 5% do 14% w Birczy, co odpowiada wartościom przytaczanym 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 chlorkowych, Na, Ca, Mg i K były większe niż w Birczy (Rys. 82).

Spływ po pniu w Birczy charakteryzował się średnio w okresie badań nieco niższym pH i ANC w porównaniu z Gdańskiem. Na obu powierzchniach średnie roczne pH i pojemność zubożniania kwasów (ANC) osiągały wyższe wartości niż w opadach podkoronowych.

Depozyt składników wniesiony ze spływem po pniu przedstawiono w tabeli 57. Wyniósł on w okresie badań 11,2 kg ha⁻¹ w Gdańsku oraz 4,8 kg ha⁻¹ w Birczy. Stanowiło to 17% depozytu podkoronowego w Gdańsku i 10% 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 14% opadu podkoronowego w Gdańsku i 9% w Birczy, depozyt jonów potasu stanowił aż 25% depozycji tego składnika w wodach podkoronowych w Gdańsku i 13% w Birczy, a depozyt rozpuszczonego węgla organicznego aż 42% depozycji podkapowej RWO w Gdańsku i 21% w Birczy.

12.3. 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 2017 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 warstwą śniegu, co uniemożliwiałoby obsługę aparatury zainstalowanej w glebie. Na każdej powierzchni funkcjonowało po 10 lizymetrów na dwóch głębokościach gleby: 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, aby otrzymać po dwie próbki z obu głębokości na każdej badanej powierzchni, 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 2016/2017 wznowiono w lutym (Krucz), marcu (Gdańsk, Suwałki, Strzałowo, Łąck, Krotoszyn, Chojnów i Zawadzkie), w kwietniu (Białowieża, Bircza i Piwniczna) i w maju (Szklarska Poręba). Próbkę pobierano w zależności od warunków pogodowych: do końca października (Szklarska Poręba, Bircza i Piwniczna), listopada (Gdańsk, Suwałki, Łąck, Chojnów, Krucz i Krotoszyn) lub grudnia (Białowieża, Strzałowo i Zawadzkie).

W 2017 roku wysokość opadów przeważnie pozwalała na pobieranie wystarczających ilości próbek do badań. Wyjątkiem była SPO w Birczy, gdzie poza kwietniem i majem woda nie była dostępna na głębokości 50 cm, a na głębokości 25 cm pobrano próbki tylko w kwietniu, maju, czerwcu, wrześniu i październiku. Brak wody glebowej do analiz na jednej lub obu głębokościach wystąpił również w Strzałowie w czerwcu i sierpniu, w Białowieży w czerwcu oraz Zawadzkim w lipcu i sierpniu.

Niekiedy – zwłaszcza w miesiącach letnich – z powodu małej objętości ograniczano liczbę próbek: łączono do badań, uzyskując po jednej próbce z każdej głębokości lub nie wykonywano pełnego zestawu analiz chemicznych.

Średnie pH na SPO MI w 2017 roku w badanych roztworach glebowych wynosiło od 4,13 do 6,85 na głębokości 25 cm oraz od 4,41 do 7,42 na głębokości 50 cm (Rys. 83). W porównaniu z rokiem poprzednim nie odnotowano zmian większych niż $\pm 0,2$ jednostki pH z kilkoma wyjątkami. W Birczy pH w roku 2017 było wyższe niż w roku 2016 na obu głębokościach o 0,3-0,4 jednostki, w Zawadzkiem spadło o 0,3 jednostki na 50 cm głębokości do poziomu z 2015 roku, w Suwałkach zmalało o 0,5 jednostki na 50 cm głębokości. W Birczy, gdzie zaobserwowano duże zmiany pH w następujących po sobie latach, wyniki badań pH mogą być mało miarodajne z uwagi na to, że w obu latach badań: 2016 i 2017 dostępność roztworów glebowych była ograniczona jedynie do trzech lub czterech okresów pobierania próbek i nie zawsze pozyskiwano próbki z wszystkich lizymetrów.

Najbardziej kwaśne roztwory występowały w drzewostanach sosnowych w Zawadzkiem z pH 4,2 na głębokości 25 cm i 4,4 na głębokości 50 cm, a także w Kruczu i Chojnowie (pH od 4,4 do 4,6). 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 4,5-4,8. W dąbrowie w Krotoszynie pH na głębokości 50 cm wynosiło 6,1, lecz w płytszym poziomie było równe tylko 4,1. W Strzałowie (sosna), Birczy (buk) i w Suwałkach (świerk) pH osiągało na głębokości 50 cm średnie wartości w zakresie 6,7-7,4. Z reguły w górnej części profilu glebowego występowało nieznaczne zakwaszenie roztworów w stosunku do głębszych poziomów. W Krotoszynie, Strzałowie i Birczy różnica między pH na głębokości 25 cm i 50 cm była stosunkowo wysoka i wynosiła odpowiednio 2,0, 0,7 i 0,6 jednostki pH.

W składzie roztworów glebowych znaczący udział miały kationy o charakterze zasadowym: Ca, Mg i K, które stanowiły na głębokości 50 cm 78% sumy jonów w Birczy, 73% w Strzałowie oraz 55% Suwałkach. W płytszej części profilu kationy o charakterze zasadowym miały w Birczy 68% udziału w sumie jonów, 73% Suwałkach i 52% w Strzałowie (Rys. 84). W Białowieży i Krotoszynie na 25 cm głębokości udział kationów zasadowych wynosił odpowiednio 23% i 21%, a na 50 cm – odpowiednio 32% i 38%. Udział kationów o charakterze zasadowym w sumie jonów był szczególnie niski (10-11%) 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 11-15% a w dąbrowie w Łącku i świerczynie w Piwnicznej był nieco wyższy i wynosił od 19% do 21%.

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 $(Ca+Mg+K)/Al \geq 1$ 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. 83) 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 0,6-0,8. W Łącku (dąb) wynosił 0,6 na głębokości 25 cm i wzrastał do 1,2 w głębszym poziomie gleby. W Białowieży BC/Al wynosił 0,7 w roztworach glebowych na głębokości 25 cm i wzrastał do 2,0 w głębszym poziomie gleby. Był również niższy od jedności na głębokości 25 cm w Krotoszynie i znacząco wzrastał w głąb profilu (do 34). Na pozostałych powierzchniach (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 0,6 do 5,9 mg N dm⁻³ od kwietnia do grudnia (Rys. 85). W Suwałkach obserwowano stężenie od 0,6 do nawet 11 mg N dm⁻³, przy czym w najwyższym stężeniu jony te pojawiły się w październiku. W Strzałowie jony azotanowe były obecne szczególnie w początkowych i

końcowych miesiącach okresu pobierania próbek w stężeniu od 0,3 do 0,7 mg N dm⁻³, a w Piwnicznej w całym okresie w zakresie stężeń 0,2-0,5 mg N dm⁻³. Jony azotanowe pojawiały się również w dąbrowach w Łącku (0,4 mg N dm⁻³ w marcu i kwietniu) oraz w całym okresie pobierania próbek w Krotoszynie (1,2-24 mg N dm⁻³), 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. Wykonywane są tam dalsze cięcia sanitarne, ostatnio zimą 2017/2018. W Łącku, Strzałowie i Piwnicznej także obserwuje się miejscami wzmożone wypadanie drzew uszkodzonych pierwotnie przez choroby grzybowe, w Piwnicznej również przez kornika. W Krotoszynie w drzewostanie przeprowadzono w 2017 roku cięcia sanitarne, czego następstwem może być wzmożone uwalnianie N-NO₃⁻ do roztworów glebowych wskutek przyspieszonej mineralizacji materii organicznej.

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. odsłonięcia gleby wskutek obumarcia drzew lub przeprowadzonych cięć sanitarnych. Innym czynnikiem stymulującym pojawianie się NH₄⁺ 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 Zawadzkiem, gdzie NH₄⁺ 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.

12.4. Opad ścióły

W roku 2017 na czterech powierzchniach SPO MI rozpoczęto badania rocznych ilości opadu ścióły, w ramach projektu finansowanego przez MNiSW. Badania mają umożliwić pełniejszą ocenę obiegu składników w ekosystemach leśnych, dając obraz ilości makro- i mikroelementów, które w ciągu roku biorą udział w obiegu wewnętrznym, to jest wchodzą w skład materii roślinnej i z nią w formie obumierającego listowia, kwiatów, nasion, drobnych gałęzi, porostów i innych szczątków roślinnych trafiają na powierzchnię gleby i tam podlegają dalszym przemianom. W drzewostanach czterech gatunków: sosny w Nadleśnictwie Chojnow, świerka w Nadleśnictwie Suwałki, buka w Nadleśnictwie Gdańsk i dębu w Nadleśnictwie Łąck założono próbniki opadu ścióły – po pięć w każdej lokalizacji (Rys. 87), z których co miesiąc lub częściej w okresie intensywnego opadania liści pobierano próbki. Próbki sortowano na pięć frakcji: liście gatunku głównego (LG), nasiona i owoce gatunku głównego (NG), liście innych gatunków razem (LI), nasiona i owoce innych gatunków (NI) oraz pozostałe resztki (R) z pominięciem gałęzi o średnicy większej niż 2 cm i szczątków owadów. Frakcje suszono do stałej masy w 70°C, następnie ważono i na tej podstawie określono ilość materii opadającej na dno lasu.

Program badań uruchomiono w Chojnowie 22 maja, w Gdańsku 25 maja, w Łącku 1 czerwca i w Suwałkach 6 czerwca. Roczny cykl zbioru zakończono na tych powierzchniach w 2018 roku odpowiednio: 3 kwietnia, 27 marca, 14 marca i 6 kwietnia.

Na powierzchnię gleby w sezonie 2017/2018 opadły porównywalne ilości ścióły we wszystkich drzewostanach: 4,85 t ha⁻¹ w świerczynie, 4,75 t ha⁻¹ w dąbrowie i 4,82 t ha⁻¹ w buczynie i nieco mniej, bo 4,02 t ha⁻¹, w drzewostanie sosnowym. Badania nie objęły pełnego roku; w pierwszych miesiącach sezonu, to jest od marca do maja, nie pobierano próbek. Można zatem założyć, że zmierzono zaniżoną ilość opadającej w ciągu roku materii.

Intensywność opadu ścióły była różna w zależności od fazy fenologicznej drzew. W borze sosnowym między majem a lipcem znaczny udział w opadzie ścióły miały nasiona i szyszki, a we wrześniu i październiku trwał jesienny opad igieł sosny i liści dębu i brzozy (Rys. 88). W świerczynie największy opad nasion i szyszek miał miejsce między sierpniem a październikiem, zaś opad igieł i frakcji resztowej – głównie drobnych gałęzi – był wysoki w okresie zimowym, szczególnie na tle drzewostanów innych gatunków. W dąbrowie główny opad nasion trwał między lipcem a październikiem, a w buczynie między wrześniem a listopadem, natomiast faza opadania liści rozciągała się od września do listopada w obu drzewostanach liściastych.

Duże różnice między gatunkami obserwowano w udziale poszczególnych frakcji ścióły (Rys. 89). W każdym przypadku w opadłej w ciągu roku materii dominowała frakcja liści, miała ona jednak większy udział w drzewostanach liściastych niż iglastych. W dąbrowie stanowiła aż 66% całkowitego opadu ścióły, natomiast udział nasion i owoców był tam stosunkowo niski (7%) w porównaniu z innymi drzewostanami, w których stanowił od 26% do 31% opadu. Udział liści gatunków innych niż głównego był znaczący tylko w drzewostanie sosnowym w Chojnowie, charakteryzującym się domieszką dębu i brzozy i stanowił 14% opadu. Frakcja resztowa, składająca się między innymi z resztek okwiatu, kory, drobnych gałązek, porostów nadrzewnych, wносиła od 17% masy opadającej materii w buczynie, poprzez 20% w borze sosnowym, 23% w świerczynie, aż po 26% w dąbrowie.

W dalszym toku badań przeprowadzona zostanie analiza składu chemicznego frakcji ścióły w celu ustalenia ilości składników mineralnych wnoszonych do gleby z opadającą materią organiczną.

12.5. Podsumowanie

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.

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 65.

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 centralnej Polski charakteryzuje się najniższymi ładunkami krytycznymi (około $7\text{-}13 \text{ kg N ha}^{-1}$), 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 żadnej powierzchni monitoringu intensywnego nie był niższy niż 10 kg N ha^{-1} . Przyjmował wartości od około 11 kg N ha^{-1} (Strzałowo, Piwniczna), poprzez $12\text{-}13 \text{ kg N ha}^{-1}$ (Bircza, Białowieża, Krucz), do około $15\text{-}17 \text{ kg N ha}^{-1}$ (Łąck, Chojnów, Szklarska Poręba, Gdańsk i Suwałki), a nawet powyżej 20 kg N ha^{-1} (Zawadzkie – 21 kg N ha^{-1} , Krotoszyn – 25 kg N ha^{-1}). W puli azotu całkowitego (N_{tot}) od 68% do 85% 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, na większości badanych powierzchni monitoringu intensywnego istnieje prawdopodobne zagrożenie spowodowane nadmierną podażą azotu.

13. ZMIANY STĘŻEŃ ZANIECZYSZCZEŃ GAZOWYCH, DEPOZYCJI ORAZ SKŁADU ROZTWORÓW GLEBOWYCH PO ROKU 2010 – ANNA KOWALSKA

Przeprowadzono analizę występowania trendów stężeń NO_2 i SO_2 w powietrzu w latach 2011-2017 dla tych powierzchni, dla których takie dane były dostępne, tj. dla SPO Gdańsk, Suwałki, Strzałowo, Białowieża, Krucz, Krotoszyn, Łąck, Chojnów, Zawadzkie,

Szklarska Poręba i Bircza. Częściowo analizę wykonano również dla SPO Piwniczna, dla której dane obejmują okres od listopada 2013 roku do końca 2017 roku. Ponadto przeprowadzono analizę trendów dla wielkości opadów na otwartej przestrzeni i pod okapem, pH, zasadowości oraz depozycji SO_4^{2-} , NO_3^- , NH_4^+ , Cl^- , Na, Ca, Mg i N_{tot} w latach 2010-2017 dla 11 SPO MI, dla których dane dla tego okresu były dostępne. Analizy wykonano również dla stężeń wybranych składników w roztworach glebowych. Wykonano testy na zgodność z rozkładem normalnym oraz na występowanie sezonowości metodami opisanymi przez Waldnera i in. (2014). We wszystkich badanych przypadkach rozkłady cech odbiegały od rozkładu normalnego, a dane cechowały się sezonowością, zatem analizę trendów przeprowadzono nieparametrycznym testem Manna-Kendalla (MK) oraz testem sezonowym Manna-Kendalla (SMK). Dla roztworów glebowych dane agregowano do okresów rocznych, zatem nie przeprowadzano analizy SMK. Dla testów MK i SMK wyznaczono współczynnik kierunkowy b (Sen 1968) oraz nieparametryczny współczynnik korelacji rangowej (statystyka τ), którego wartość dodatnia wskazuje na tendencję wzrostową mierzonej zmiennej, zaś wartość ujemna na tendencję malejącą. Obliczenia wykonano w projekcie R wersja 3.4.3 (R Core Team 2017) z użyciem pakietów Kendall (McLEod 2011) oraz trend (Pohlert 2018).

Dodatkowo w celu porównania otrzymanych wyników z tendencjami występującymi w dłuższym okresie na terenach Polski poza bezpośrednim sąsiedztwem miast i obiektów przemysłowych wybrano punkty pomiarowe tła zlokalizowane na obszarach pozamiejskich w sieci monitoringu jakości powietrza prowadzonego przez Inspekcję Ochrony Środowiska. Jednym z kryteriów wyboru punktów była najniższa odległość od SPO monitoringu lasów (Tab. 59). Dla tych punktów także przeprowadzono analizę trendów stężeń SO_2 i NO_2 w powietrzu wyżej opisaną metodą dla możliwie długich serii danych dostępnych w latach 2000-2016.

Na każdej z badanych SPO MI w ostatnich latach zanotowano spadek stężenia dwutlenku siarki (Tab. 60, Rys. 90), przy czym na tych powierzchniach, gdzie z reguły stężenia SO_2 osiągały zarówno najwyższy, jak i jeden z niższych poziomów, tj. odpowiednio w Zawadzkiem i w Białowieży, obserwowane tendencje spadkowe nie były istotne ($p > 0,05$). Na większości powierzchni tendencje spadkowe nasiliły się na przełomie lat 2014 i 2015 (Rys. 90). Największe spadki wystąpiły w rejonach górskich: w Szklarskiej Porębie i Birczy oraz w centralnej Polsce: w Kruczu i Łącku. W rejonach o ogólnie niższym poziomie zanieczyszczeń gazowych (północno-wschodnia Polska), w Suwałkach i

Strzałowie spadek stężenia SO_2 nie był tak wyraźnie zaznaczony, mimo że testy wskazują na jego istotność.

Wyniki monitoringu jakości powietrza w punktach IOŚ pomiaru tła na obszarach pozamiejskich zdają się ogólnie potwierdzać tendencje występujące w punktach SPO MI na terenach leśnych. W większości przypadków stężenia SO_2 istotnie maleją w ostatnich kilkunastu latach (Tab. 61). Wysokie spadki obserwowane są w punktach nieodległych od SPO w Szklarskiej Porębie (DsOsieczow21, DsCzerStraza) oraz również w rejonach położonych w odległości około 70-110 km od SPO w Zawadzkiem (SlZlotPotLes, LdParzniUjWo). Natomiast w północno-wschodniej Polsce (KpZielBoryTu, WmPuszczaBor) spadki są mniej wyraźnie zaznaczone, podobnie jak na SPO MI. W jednym z punktów IOŚ (PdBorsukowiz) zlokalizowanym w rejonie nieodległym od SPO w Suwałkach i Białowieży, gdzie pomiary wskazują odpowiednio: nieznaczne i nieistotne spadki stężenia SO_2 na terenach leśnych, wystąpił istotny trend wzrostu stężeń SO_2 od roku 2005.

Stężenia dwutlenku azotu w powietrzu w badanym okresie również wykazywały tendencje spadkowe na wszystkich badanych powierzchniach SPO MI, jednak trend nie był istotny w Gdańsku, Strzałowie i Łącku (Rys. 91, Tab. 60). Najslabiej zaznaczony istotny spadek stężeń NO_2 miał miejsce w Białowieży, w której od lat stężenia dwutlenku azotu w powietrzu utrzymują się na niskim poziomie w porównaniu z pozostałymi SPO MI.

W punktach tła sieci monitoringu IOŚ (PdBorsukowiz, WmPuszczaBor) położonych stosunkowo blisko SPO w Suwałkach, Strzałowie i Białowieży analiza wykazała natomiast istotny wzrost stężeń NO_2 .

Na SPO MI największy spadek stężenia NO_2 wystąpił w Chojnowie, gdzie od lat obserwowane są najwyższe stężenia NO_2 spośród powierzchni monitoringu lasów. Poza tym duży spadek zaobserwowano również w Zawadzkiem i Kruczu. W większości przypadków tendencja spadkowa była silniejsza w ostatnim okresie, po roku 2016 (Rys. 91). W punktach sieci IOŚ położonych blisko SPO w Zawadzkiem (punkty IOŚ LdParzniUjWo i SlZlotPotLes) również obserwowano istotne spadki stężenia NO_2 , w okolicach Krucza (punkty IOŚ LuSmolBytnic i WpPiaskiKrzy) wystąpiły nieistotne tendencje spadkowe, natomiast oba punkty nieodległe od SPO w Chojnowie (MzBelIGFPAN i MzGranicaKPN) charakteryzowały się rosnącymi trendami stężeń dwutlenku azotu.

Analiza trendów stężeń gazowych zanieczyszczeń powietrza w punktach obu sieci monitoringowych wskazuje na malejące tendencje stężeń w przypadku dwutlenku siarki niemal we wszystkich wybranych punktach. W przypadku dwutlenku azotu wyniki nie są jednoznaczne. W niektórych punktach (dane z sieci IOŚ), szczególnie w okolicach aglomeracji warszawskiej i w rejonach mało zanieczyszczonych (północno-wschodnia Polska), stężenia dwutlenku azotu istotnie rosną w ostatnich kilkunastu latach. Na powierzchniach monitoringu lasów stężenia wykazują tendencję malejącą, lecz nie wszędzie na przestrzeni ostatnich siedmiu lat trendy spadkowe są istotne.

W latach 2010-2017 ani na otwartej przestrzeni (Tab. 62), ani pod okapem (Tab. 63) nie występowały istotne trendy wysokości opadów na żadnej powierzchni SPO MI. Na otwartej przestrzeni i w drzewostanie w Gdańsku (Bk), Białowieży (So), Krotoszynie (Db), Chojnowie (So), Zawadzkiem (So), Szklarskiej Porębie (Św) i Birczy (Bk) pH opadów wykazywało istotny ($p \leq 0,05$) trend rosnący, co można uznać za zjawisko pozytywne. W opadach w drzewostanie trend rosnący pH ($p \leq 0,05$) wystąpił także w Suwałkach (Św) i Kruczu (So). Pod okapem, podobnie jak na otwartej przestrzeni, nie wykryto trendu pH opadów w Strzałowie (So) i Łącku (Db).

Wzrostowi pH opadów towarzyszyło zmniejszanie się depozycji siarki w formie siarczanów (VI). Depozycja $S-SO_4^{2-}$ na wszystkich SPO MI na otwartej przestrzeni (z wyjątkiem Białowieży) oraz pod okapem wykazywała tendencję malejącą. Trend był nieistotny ($p > 0,05$) w opadach na otwartej przestrzeni i pod okapem na SPO w Łącku i Chojnowie, a pod okapem także w Białowieży, Kruczu, Krotoszynie, Zawadzkiem i Birczy. Spadek depozycji $S-SO_4^{2-}$ był zatem bardziej zauważalny w opadach atmosferycznych (bezpośrednich) niż w drzewostanach.

W Białowieży (So) opady atmosferyczne wносиły istotnie rosnące ilości mineralnych związków azotu ($N-NO_3^-$ i $N-NH_4^+$), podczas gdy na powierzchniach górskich w Szklarskiej Porębie (Św) i Birczy (Bk) depozycja $N-NO_3^-$ istotnie malała. Zmniejszała się również depozycja $N-NH_4^+$ w Strzałowie (So). Na pozostałych powierzchniach dopływ związków eutrofizujących z opadami nie ulegał istotnym trendom. Pod okapem malejący trend ($p \leq 0,05$) depozycji $N-NO_3^-$ wystąpił jedynie w Szklarskiej Porębie (Św), a wzrastający w Strzałowie (So) i Chojnowie (So). Istotnie rosła także depozycja $N-NH_4^+$ w drzewostanie sosnowym w Białowieży. Trend istotnie rosnący ($p \leq 0,05$) azotu całkowitego (N_{tot}) wystąpił pod okapem w Białowieży (So), a malejący w Szklarskiej Porębie (Św). Na pozostałych SPO MI nie wykryto trendów N_{tot} w opadach docierających do gleb w drzewostanach.

Depozycja kationów o charakterze zasadowym: Mg i Ca (z wyjątkiem Ca w Zawadzkiem (So) na otwartej przestrzeni i w Krotoszynie (Db) pod okapem) nie ulegała istotnym trendom, przyczyniając się do wzrostu pH opadów w warunkach zmniejszającej się depozycji związków siarki. Obserwowano tendencje wzrostu zasadowości opadów na niemal wszystkich powierzchniach, z wyjątkiem Strzałowa (So) na otwartej przestrzeni, choć istotne zmiany dotyczyły tylko opadów na otwartej przestrzeni i pod okapem na SPO w Zawadzkiem (So) i Szklarskiej Porębie (Św), na otwartej przestrzeni także w Gdańsku (Db) i Krotoszynie (Db), a pod okapem również w Suwałkach (Św), Birczy (Bk) i – na granicy istotności – w Kruczu (So).

Warunki w glebie w badanym okresie pozostawały na większości SPO stabilne; wszelkie trendy wielkości depozycji na przestrzeni ostatnich lat w niewielkim stopniu znajdowały odzwierciedlenie w zmianach składu chemicznego roztworów glebowych (Tab. 64). W roztworach glebowych kwasowość zmniejszała się na obu głębokościach tylko w Szklarskiej Porębie (Św), co można powiązać z istotnie malejącymi trendami depozycji związków zakwaszających (S-SO_4^{2-} i N-NO_3^-) w opadach na otwartej przestrzeni i pod okapem. Malejąca depozycja siarki z opadami (S-SO_4^{2-}) nie spowodowała istotnych trendów w stężeniu jonów siarczanowych w roztworach glebowych na żadnej powierzchni. Wskaźnik pH wykazywał trend rosnący również na głębokości 25 cm w Suwałkach (Św) i 50 cm w Strzałowie (So), lecz obie te powierzchnie charakteryzują się stosunkowo żyznymi glebami o zazwyczaj niższej kwasowości roztworów glebowych niż na innych SPO. Natomiast na pozostałych SPO na glebach kwaśnych i uboższych w składniki odżywcze nie zaobserwowano istotnych trendów pH, stężeń siarczanów (VI) ani azotanów, z wyjątkiem trendu malejącego dla N-NO_3^- w Szklarskiej Porębie w płytszej warstwie gleby. Rosnące trendy ($p \leq 0,05$) stężeń jonów amonowych w roztworach glebowych w Suwałkach (Św), Kruczu (So), Łącku (Db), Zawadzkiem (So) i Szklarskiej Porębie (Św) są prawdopodobnie następstwem częstych w ostatnim okresie uszkodzeń obserwowanych w drzewostanach na skutek występowania susz, opieńki i żerów szkodników wtórnych, zamierania drzew i wiatrowałów. W Zawadzkiem (So), gdzie notowano w opadach atmosferycznych (tj. w opadzie bezpośrednim) rosnący trend pH i zasadowości przy malejącej depozycji związków siarki, w roztworach glebowych nie są obserwowane żadne trendy, które mogłyby świadczyć o poprawie sytuacji środowiska glebowego. Wręcz przeciwnie, stężenia glinu wykazują trend rosnący ($p \leq 0,05$) na obu głębokościach gleby, pogarszając i tak niekorzystne warunki wzrostu i rozwoju korzeni drzew. Podobnie trend rosnący stężeń glinu wystąpił w borze sosnowym w Kruczu na głębokości 50 cm.

CZĘŚĆ IV INFORMACJE OGÓLNE I PODSUMOWANIE

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

Do czasu zamknięcia niniejszego opracowania raport “Forest Condition in Europe – 2018 Technical Report of ICP Forests” zawierający dane europejskie za 2017 rok nie został udostępniony na stronie internetowej ICP Forests.

Dane dotyczące krajowych badań stanu koron drzew w lasach na stałych powierzchniach obserwacyjnych I rzędu przeprowadzonych w 2016 roku Centrum ICP Forests uzyskało z 28 krajów (w tym z Belgii wyniki oddzielnie z regionów Flandrii i Walonii) – Rys. 92.

Należy podkreślić, że porównanie wyników z poszczególnych krajów może być obarczone błędem ze względu na znaczne zróżnicowanie warunków klimatycznych i przyrodniczych tych krajów, duże różnice w wielkości ich terytoriów, różną lesistość oraz strukturę gatunkową drzewostanów, co wpływa na znaczne zróżnicowanie liczby SPO I rzędu oraz liczby drzew i liczby gatunków poddanych obserwacjom. Ponadto istnieją pewne różnice w metodyce prowadzonych badań w różnych krajach.

W 2016 r. w lasach Polski, Litwy, Łotwy, Belgii – Flandrii i Hiszpanii zarówno udział drzew zdrowych (klasa 0, do 10% defoliacji), jak i udział drzew uszkodzonych (klasy 2 do 4, powyżej 25% defoliacji) nie był wysoki, natomiast większość drzew (ponad 55%) została zaliczona do klasy ostrzegawczej (defoliacja od 11% do 25%).

Udział drzew zdrowych w naszym kraju wynosił: dla gatunków razem – 8,3%, dla iglastych – 6,7%, dla liściastych – 11,3%, natomiast udział drzew uszkodzonych wynosił: dla gatunków razem – 19,5%, dla gatunków iglastych – 17,1% i dla gatunków liściastych – 24,0% (Tab. 66). W 2015 roku udziały te wynosiły odpowiednio: dla drzew zdrowych – 12,0%, 9,6% i 16,2%, dla drzew uszkodzonych – 16,7%, 15,7% i 18,4% (Tab. 67).

Lepszą niż Polska lokatę w rankingu udziału drzew zdrowych (udziały wyższe) zanotowano dla gatunków razem – w 26 krajach (od 8,7% drzew zdrowych w Belgii – Flandrii do 72,8% – w Andorze), dla gatunków iglastych – w 24 krajach (od 8,1% drzew

zdrowych na Łotwie do 74,1% – w Serbii), a dla gatunków liściastych – w 21 krajach (od 12,4% drzew zdrowych we Francji i na Litwie do 70,5% – w Serbii).

Lepszą niż Polska lokatę w rankingu udziału drzew uszkodzonych (udziały niższe) zanotowano dla gatunków razem w dziewięciu krajach (na Łotwie, w Andorze, Estonii, Turcji, Serbii, Rumunii, Danii, Norwegii i w Szwecji); dla gatunków iglastych – w dziesięciu krajach (kraje jak wyżej oraz Belgia – Flandria), a dla gatunków liściastych – w dziewięciu krajach (na Łotwie, Litwie, w Estonii, Danii, Serbii, Rumunii, Bułgarii, Turcji i w Hiszpanii).

Gorszą niż Polska lokatę w rankingu udziału drzew zdrowych (udziały niższe) zanotowano dla gatunków razem – tylko na Łotwie, dla gatunków iglastych – w Belgii-Walonii i Belgii – Flandrii, dla gatunków liściastych – na Łotwie i w Belgii-Flandrii.

Gorszą niż Polska lokatę w rankingu udziału drzew uszkodzonych (udziały wyższe) zanotowano dla gatunków razem – w 18 krajach (od 20,4% drzew uszkodzonych w Belgii – Flandrii do 54,3% – w Czechach), dla gatunków iglastych – w 16 krajach (od 17,4% drzew uszkodzonych w Luksemburgu do 64,0% – w Belgii – Walonii), dla gatunków liściastych – w 14 krajach (od 24,7% drzew uszkodzonych w Chorwacji do 53,5% – we Francji).

Dobłą kondycją zdrowotną (ponad 45% drzew zdrowych oraz do 15% drzew uszkodzonych) w zestawieniu dla gatunków razem i w zestawieniu dla gatunków iglastych charakteryzowały się drzewa w lasach Andory, Serbii, Rumunii, Estonii i Danii, w zestawieniu dla gatunków liściastych – drzewa w lasach Serbii i Rumunii.

Wysokie uszkodzenie drzew (do 20% drzew zdrowych oraz powyżej 35% drzew uszkodzonych) w zestawieniu dla gatunków razem występowało w lasach Czech, Słowacji, Cypru, Francji i Belgii – Walonii, w zestawieniu dla gatunków iglastych – w lasach Czech, Słowacji, Słowenii, Cypru i Belgii – Walonii, a w zestawieniu dla gatunków liściastych – w lasach Francji, Luksemburga, Włoch, Czech i Słowacji.

W Belgii – Walonii, Chorwacji, Czechach, Bułgarii, na Węgrzech oraz na Słowacji uszkodzenie gatunków iglastych było znacznie wyższe niż gatunków liściastych. W tych krajach zanotowano mniejsze udziały drzew zdrowych (różnica wynosiła od 3,5 do 20,3 punktów procentowych) i większe udziały drzew uszkodzonych (różnica wynosiła od 9,1 do 26,9 punktów procentowych) wśród gatunków iglastych w porównaniu z gatunkami liściastymi. W kilku innych krajach uszkodzenie gatunków liściastych było znacznie wyższe niż gatunków iglastych. W Danii, Francji, Luksemburgu, w Niemczech, w

Rumunii i we Włoszech zanotowano mniejsze udziały drzew zdrowych (różnica wynosiła od 8,5 do 32,3 punktów procentowych) i większe udziały drzew uszkodzonych (różnica wynosiła od 3,8 do 31,6 punktów procentowych) wśród gatunków liściastych w porównaniu z gatunkami iglastymi. W lasach Szwajcarii, Belgii – Flandrii i Polski gatunki iglaste charakteryzowały się mniejszym udziałem drzew zdrowych, ale również mniejszym udziałem drzew uszkodzonych. Natomiast w lasach Estonii i Słowenii wśród gatunków liściastych występowało mniej drzew zdrowych, ale również mniej drzew uszkodzonych.

W pięcioleciu 2012-2016 kondycja zdrowotna lasów, wyrażona udziałem drzew w klasach defoliacji 2-4, w wielu krajach nie ulegała dużym zmianom. Różnica między zanotowanym w kolejnych latach pięciolecia maksymalnym i minimalnym udziałem drzew w tych klasach nie przekracza 6 punktów procentowych (Tab. 67). Dotyczy to zarówno krajów o stale niskim poziomie uszkodzenia lasów, jak i tych, w których uszkodzenie jest stale wysokie. Tak stabilną kondycją charakteryzowały się drzewa iglaste w lasach Andory, Łotwy, Estonii, Ukrainy³ i Turcji (do 10% drzew uszkodzonych w kolejnych latach pięciolecia), Serbii, Norwegii, Szwecji i Luksemburga (11-20% drzew uszkodzonych), Niemiec, Litwy i Czarnogóry (21-30% drzew uszkodzonych) oraz Czech (powyżej 30% drzew uszkodzonych). Najbardziej stabilną kondycję gatunków liściastych wykazywały lasy Ukrainy (do 10% drzew uszkodzonych), Serbii i Rumunii (11-20% drzew uszkodzonych), Hiszpanii, Czarnogóry i Chorwacji (21-30% drzew uszkodzonych). W zestawieniu dla gatunków razem stabilną kondycję drzew w pięcioleciu zanotowano w lasach Andory, Łotwy, Ukrainy i Estonii (do 10% drzew uszkodzonych), Turcji, Serbii, Rumunii, Norwegii i Szwecji (11-20% drzew uszkodzonych), Litwy, Niemiec, Czarnogóry, Belgii i Chorwacji (21-30% drzew uszkodzonych) oraz w lasach Włoch, Luksemburga i Czech (powyżej 30% drzew uszkodzonych).

W niektórych krajach, w ciągu pięciolecia 2012-2016, kondycja zdrowotna lasów ulegała znacznym wahaniom. Różnica między zanotowanym maksymalnym i minimalnym udziałem drzew w klasach defoliacji 2-4 przekraczała 12 punktów procentowych (Tab. 67). Tak dużą zmiennością kondycji charakteryzowały się gatunki iglaste w lasach: Włoch, Mołdawii, Cypru i Węgier oraz gatunki liściaste w lasach: Węgier, Bułgarii i Słowacji. W zestawieniu dla gatunków razem dużą zmienność kondycji drzew w pięcioleciu zanotowano w lasach Węgier i Cypru.

³ Dla Ukrainy brak danych za 2016 r.

Spośród krajów regionu subatlantyckiego⁴, reprezentujących podobne jak w Polsce warunki klimatyczne, wyjątkowo wysoki, wyrównany udział drzew w klasach defoliacji 2-4 (gatunki razem) w pięcioleciu utrzymywał się w Czechach (powyżej 50%) (Tab. 66 i Rys. 93). Wysoki udział drzew uszkodzonych, w latach 2013-2016 rosnący (od 40,1% do 48,6%), utrzymywał się we Francji. Również w znacznie gorszej kondycji niż w Polsce były drzewa w lasach Słowacji (w latach 2013 i 2016 udział drzew uszkodzonych silnie wzrastał w porównaniu z latami 2012 i 2015, a w latach 2013-2015 równie silnie malał) oraz Luksemburga. Niewiele gorszą kondycją niż w Polsce charakteryzowały się lasy Belgii, Szwajcarii i Niemiec.

W lasach Ukrainy, sąsiadującej z Polską od wschodu, przez cały okres pięciolecia utrzymywał się bardzo niski, wyrównany udział drzew uszkodzonych (poniżej 10%). Na Litwie w latach 2012, 2013 i 2016 udziały drzew uszkodzonych przyjmowały wartości zbliżone do notowanych w Polsce, a w latach 2014 i 2015 udziały były wyższe – Tab. 66 i Rys. 94.

15. PODSUMOWANIE WYNIKÓW – JERZY WAWRZONIAK

Wyniki obserwacji, pomiarów i analiz wykonanych w 2017 roku pozwalają na sformułowanie poniższych stwierdzeń:

Liczebność stałych powierzchni obserwacyjnych

- Liczba stałych powierzchni obserwacyjnych I rzędu poddanych obserwacjom w 2017 roku wynosiła 2009: 1403 powierzchnie znajdują się w lasach będących w zarządzie Lasów Państwowych, 509 powierzchni – w lasach będących własnością osób fizycznych, 34 powierzchnie – w granicach parków narodowych, 63 powierzchnie – 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

⁴ Region subatlantycki, to jeden z 9 regionów klimatycznych Europy według regionalizacji stosowanej w raportach ICP Forests (*"Forest Condition in Europe - Technical Report of ICP Forests"*). Region subatlantycki tworzą: Polska, Czechy, zachodnia część Słowacji, północna Austria i Szwajcaria, południowo-wschodnie Niemcy, południowa Belgia, Luksemburg i środkowo-wschodnia Francja.

uszkodzonych (powyżej 25% defoliacji) jest następująca: buk << jodła, olsza, inne liściaste < inne iglaste, sosna < świerk < brzoza < dąb.

- Spadek kondycji drzew związany z wiekiem (wyrażony wzrostem defoliacji) zaobserwowano: wysoki wśród dębów i brzoź, znaczący – wśród buków, gatunków z grupy ‘inne liściaste’ oraz gatunków z grupy ‘inne iglaste’, niewielki – wśród świerków i jodeł. Nie zanotowano tej zależności u sosny i olszy.
- Porównanie kondycji drzew (gatunki razem) w zależności od formy własności lasów wykazało: największe uszkodzenia drzew występowały w lasach parków narodowych. Najmniej uszkodzone były drzewa w Lasach Państwowych. 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.
- Uszeregowano rdLP grupami, według poziomu uszkodzenia drzew w lasach, od najzdrowszych do najbardziej uszkodzonych: Szczecin, Szczecinek < Kraków, Gdańsk, Piła < Łódź, Radom, Olsztyn, Toruń < Krosno, Białystok, Zielona Góra, Warszawa < Wrocław, Lublin < Katowice, Poznań. W lasach rdLP udział drzew zdrowych zawierał się w przedziale od 4,7% do 24,8%, udział drzew uszkodzonych w przedziale od 6,5% do 31,9%, a średnia defoliacja – od 18,7% do 25,8%.
- Grupy województw w kolejności, według poziomu uszkodzenia drzew w lasach, od najzdrowszych do najbardziej uszkodzonych: zachodniopomorskie, pomorskie < małopolskie < świętokrzyskie, warmińsko-mazurskie, lubuskie < łódzkie, podkarpackie, kujawsko-pomorskie < lubelskie, podlaskie < dolnośląskie, śląskie < wielkopolskie, mazowieckie < opolskie. W lasach województw udział drzew zdrowych zawierał się w przedziale od 0,9% do 20,9%, udział drzew uszkodzonych – w przedziale od 6,3% do 31,3%, a średnia defoliacja – od 19,1% do 26,6%.
- Kolejność krain przyrodniczo-leśnych według poziomu uszkodzenia drzew w lasach, od najzdrowszych do najbardziej uszkodzonych: Bałtycka < Karpacka < Mazursko-Podlaska, Wielkopolsko-Pomorska < Sudecka, Małopolska, Mazowiecko-Podlaska < Śląska. W układzie krain udział drzew zdrowych zawierał się w przedziale od 5,5% do 19,8%, udział drzew uszkodzonych – w przedziale od 10,0% do 28,6%, a średnia defoliacja – od 19,6% do 25,0%.

- Ze względu na małą liczbę drzew poddanych analizie uszeregowanie parków narodowych od najzdrowszych do najbardziej uszkodzonych jest wysoce niepewne: Bieszczadzki < Białowieski, Ojcowski < Drawieński, Świętokrzyski < Magurski, Gór Stołowych < Wigierski, Gorczański, Woliński < Roztoczański, Kampinoski < Biebrzański < Wielkopolski, Babiogórski < Poleski, Tatrzański.
- Ogółem w parkach narodowych udział drzew zdrowych zawierał się w przedziale od 0% do 29%, udział drzew uszkodzonych – w przedziale od 0% do 61,7%, a średnia defoliacja – od 16,8% do 35,5%.
- W ciągu pięciolecia 2013-2017 poziom zdrowotności lasów był zróżnicowany. W 2015 r. w porównaniu z 2014 r. nastąpiła poprawa kondycji lasów, natomiast w 2016 r. odnotowano jej pogorszenie (na skutek suszy obejmującej niemal cały kraj w 2015 r.). Średnia defoliacja gatunków razem wynosiła w kolejnych latach: 21,6%, 21,9%, 21,5%, 22,7% i 22,8%; udział drzew zdrowych wynosił: 13,7%, 11,6%, 11,9%, 8,3% i 10,0%; udział drzew uszkodzonych: 18,8%, 18,9%, 16,7%, 19,5% i 20,2%.
- W pięcioleciu 2013-2017 wśród gatunków iglastych najzdrowsza była jodła, a najbardziej uszkodzony był świerk, natomiast wśród gatunków liściastych najzdrowszy był buk, a najbardziej uszkodzony – dąb.
- W pięcioleciu 2013-2017 najbardziej stabilną kondycją zdrowotną charakteryzowała się sosna. Również jodła i liściaste gatunki domieszkowe wykazywały dużą stabilność kondycji. Większą zmienność wykazywały świerk, dąb i brzoza. Największym zróżnicowaniem poziomem uszkodzenia w pięcioleciu charakteryzowały się olsza, buk i iglaste gatunki domieszkowe.

Warunki pogodowe w lasach na podstawie danych uzyskanych z IMGW

- W 2017 r. średnia suma opadów w kraju w okresie od 1 marca do 31 lipca, wyliczona na podstawie wyników z 22 stacji synoptycznych IMGW wynosiła 343 mm, co stanowi 122% wieloletniej normy (w 2016 r. wartości te wynosiły odpowiednio: 326 mm i 106% normy) (Biuletyny IMGW z lat 2013-2017).
- Średnie temperatury w kolejnych miesiącach sezonu wegetacyjnego 2017 r. w regionach, podobnie jak w ubiegłych latach pięciolecia, były najniższe w Krainie Karpackiej, a najwyższe w Krainie Śląskiej, zawierały się w przedziałach: w marcu od 3,6°C do 7,3°C, w kwietniu od 4,6°C do 8,4°C, w maju od 11,1°C do 14,6°C, w czerwcu od 15,8°C do 19,1°C, w lipcu od 15,8°C do 19,6°C, w sierpniu od 16,9°C do 20,3°C i we wrześniu od 10,8°C do 13,9°C.

Symptomy i przyczyny uszkodzeń drzewostanów

- W 2016 roku odnotowano ponad 70,0% drzew z uszkodzeniami, które najliczniej wystąpiły na dębach i olszach.
- Najsilniej uszkodzone gatunki liściaste to: dąb, olsza, a wśród iglastych świerk.
- 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 owady, przede wszystkim owady liściożerne, uszkadzające w największym stopniu gatunki liściaste.
- Poprawa identyfikowania przyczyn występujących uszkodzeń o ponad 2,5% w porównaniu do roku 2016.

Susze na terenie Polski w latach 2010-2017 i ich wpływ na defoliacje drzewostanów

- Procent powierzchni kraju, na którym w ciągu roku wystąpiła susza trwająca ponad 40 dni był największy w 2015 r., wysoki – w 2012 roku, w obu latach objął 71% powierzchni kraju, Susza występująca w 2012 r. dotyczyła głównie miesięcy poza maksymalnym wzrostem drzew. Z kolei rok 2017 charakteryzował się dobrymi warunkami wilgotnościowymi.
- W okresie 2010-2017 średnia defoliacja drzewostanów zwiększyła się o blisko 2%. Pogarszający się stan drzewostanów mógł być powodowany warunkami wodno-glebowymi, w szczególności deficytem wody glebowej dostępnej dla roślin
- Szczególny efekt wystąpienia suszy stwierdzono w 2016 r. Rok 2015 charakteryzowała najbardziej intensywna susza, która jednocześnie objęła największy obszar kraju. Na ekstremalnie złe warunki wilgotnościowe panujące w glebie wskazały wszystkie zastosowane wskaźniki. W następnym roku po suszy defoliacja drzewostanów wzrosła w stosunku do wartości z poprzedniego roku we wszystkich strefach wyznaczonych przez wskaźniki susz, niezależnie od wartości wskaźników, które zostały obliczone.

Zdrowotność drzewostanów na obszarach Natura 2000

- W roku 2017 na obszarach Sieci Natura 2000 znalazło się 660 czynnych (na których wykonywane były obserwacje i pomiary) powierzchni obserwacyjnych monitoringu leśnego. Stanowi to ponad 30% wszystkich aktywnych 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 SPO znajduje się na dwóch zachodzących na siebie obszarach Natura 2000.
- Większość powierzchni leśnej (84%) znajduje się w 1 – lekkiej klasie defoliacji (defoliacja 10-25%), pozostała część lasów (16%) znajduje się w 2 – średniej klasie defoliacji (defoliacja 26-60%). W 2017 roku nastąpiło zwiększenie z 13% do 16% powierzchni leśnej z defoliacją utrzymującą się na poziomie klasy 2.

Warunki meteorologiczne na SPO MI

- **Temperatura** powietrza – średnia roczna temperatura ze wszystkich stacji wyniosła w 2017 r. +8,1°C, czyli tyle samo, ile w roku poprzednim i była o 0,8 °C niższa, niż w roku 2015. Najzimniejszym miesiącem roku był, podobnie jak w roku 2016, styczeń z temperaturą średnią -4,6°C, jednak o jeden stopień chłodniejszy. Najniższą temperaturę miesięczną odnotowano dla stycznia w Piwnicznej (-9,6°C). Najcieplejszym miesiącem zaś był sierpień ze średnią temperaturą +17,9°C. Najwyższą temperaturę miesięczną odnotowano dla tego miesiąca w Zawadzkiem (+19,8°C). Najwyższe dobowe temperatury powietrza mierzone na wysokości +2 m wystąpiły na początku sierpnia dla większości stacji meteorologicznych
- Roczne sumy opadów wynosiły od 701,7 mm w Krotoszynie do 1068,4 mm na stacji w Gdańsku. Suma opadów w sezonie wegetacyjnym wynosiła od 270,6 w Chojnowie do 626,8 mm na stacji w Szklarskiej Porębie-Jakuszycach. Na okres letni przypadło przeciętnie 56,4% rocznej sumy opadów. Stosunek sumy opadów, które wystąpiły w okresie letnim do sumy opadów całego roku wahał się od 38,3% w Chojnowie do 65,5% w Łącku.
- Suma opadów z miesięcznego okresu pomiarowego zawierała się w przedziale wartości od 5,4 mm w kwietniu na stacji w Chojnowie do 192,9 mm we wrześniu na stacji w Birczy. Przeciętnie w przeliczeniu na stację odnotowano 76,9 mm opadu miesięcznie. W sezonie wegetacyjnym było to 87,4 mm miesięcznie, zaś w okresie zimowym 66,5 mm miesięcznie. Najwięcej opadów odnotowano w październiku – 131,2 mm średnio ze wszystkich stacji. Najmniej opadów zarejestrowano w styczniu – 33,2 mm.
- Najwyższą maksymalną prędkość wiatru (w porywach 38,7 m/s) zarejestrowano 14 lutego na stacji w Suwałkach. Niewiele mniejszą prędkość (37,7 m/s) osiągnął wiatr

22 grudnia na stacji w Krotoszynie oraz 28 stycznia w Kruczu, gdzie wiał z prędkością 35,8 m/s. Niezwykłą intensywność wiatru, który w nocy z 11 na 12 sierpnia był sprawcą klęski w regionalnych dystryktach LP w Poznaniu, Gdańsku i Toruniu odnotowała stacja w Krotoszynie (20,6 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 20,5 do 41,5 kg ha⁻¹. W porównaniu z rokiem 2016 depozycja była większa w Białowieży, Krotoszynie i Łącku o odpowiednio 25%, 13% i 13%. W Gdańsku, Birczy, Kruczu i Zawadzkiem zmalała o odpowiednio 14%, 13%, 12% i 7%. W Suwałkach, Szklarskiej Porębie, Piwnicznej, Chojnowie i Strzałowie depozycja była podobna jak w roku 2016, z różnicami sięgającymi od -2% do 4% w stosunku do roku 2016.
- Najmniejszą ilość jonów zdeponowały opady w Nadleśnictwie Piwniczna (20,5 kg ha⁻¹). Wartości pośrednie odnotowano w Zawadzkiem (24,4 kg ha⁻¹), Strzałowie (24,5 kg ha⁻¹), Birczy (25,9 kg ha⁻¹) i Łącku (26,0 kg ha⁻¹). W Kruczu, Chojnowie, Suwałkach i Krotoszynie depozyt całkowity mieścił się w przedziale 29,8 kg ha⁻¹ – 31,6 kg ha⁻¹. W Białowieży, Szklarskiej Porębie i Gdańsku depozyt był wysoki i wynosił odpowiednio 37,9 kg ha⁻¹, 40,4 kg ha⁻¹ i 41,5 kg ha⁻¹. Na tak wysoką depozycję w Gdańsku i Szklarskiej Porębie składały się przede wszystkim jony Cl⁻ i Na głównie pochodzenia morskiego. Sumaryczna depozycja jonów chlorkowych i sodu była w Gdańsku o 4,3 kg ha⁻¹ rok⁻¹ wyższa niż Szklarskiej Porębie i aż o 10,9 kg ha⁻¹ rok⁻¹ – 13,9 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 1,1% do 2,5% depozytu rocznego. Na metale ciężkie, wśród których ilościowo dominował cynk, przypadło od 0,8% do 1,6%, tj. od 0,27 do 0,49 kg ha⁻¹ rok⁻¹. Największe ilości metali ciężkich zanotowano na SPO MI w Szklarskiej Porębie, Gdańsku i Kruczu (odpowiednio 0,49, 0,37 i 0,35 kg ha⁻¹ rok⁻¹).
- W opadach na SPO MI średnie miesięczne pH mieściło się w granicach od 4,3 do 7,1. Minimalną wartość osiągnęło w lutym w Piwnicznej, a maksymalną w sierpniu w Białowieży.
- Udział jonów o charakterze zakwaszającym (SO₄²⁻, NO₃⁻, Cl⁻ i NH₄⁺) w depozycji wyrażonym sumą ładunku molarnego (H⁺, Cl⁻, SO₄²⁻, NO₃⁻, NH₄⁺, Ca, Na, K, Mg,

Fe, Al, Mn, Zn, Cu, Cd i Pb) wynosił od 59% do 74%. Udział jonów zakwaszających przekraczał 70% w Krotoszynie, Zawadzkiem i Kruczu, a zjawisku temu towarzyszył szczególnie niski udział jonów o charakterze zasadowym (24-26%).

Opady podkoronowe i roztwory glebowe na SPO MI

- Depozyt podkoronowy mieścił się w zakresie od 49,3 do 103,7 kg ha⁻¹ rok⁻¹. Szczególnie wysoki był w drzewostanie dębowym w Krotoszynie (103,7 kg ha⁻¹ rok⁻¹), na powierzchniach świerkowej w Suwałkach (87,4 kg ha⁻¹ rok⁻¹) i bukowej w Gdańsku (76,3 kg ha⁻¹ rok⁻¹; suma depozycji z opadów podkoronowych i spływu po pniu). W Kruczu (So) i Strzałowie (So) z opadami zdeponowana została najmniejsza ilość składników (odpowiednio 49,3 i 49,5 kg ha⁻¹ rok⁻¹), a na pozostałych powierzchniach depozyt wyniósł od 55,0 kg ha⁻¹ rok⁻¹ do 65,2 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. Najwyższy udział omawianych metali w depozycie ogólnym stwierdzono w Łącku, przy czym w depozycie metali aż 74% udziału miał Mn. 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.
- Obniżone pH, tj. niższe niż 5,0, występowało na przestrzeni roku w 24% miesięcznych próbek opadów. Opady o pH poniżej 5,0 przeważały w okresie zimowym, a szczególnie w lutym (na dziesięciu SPO MI), grudniu i styczniu (na siedmiu SPO MI) i marcu (na trzech 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 odnotowano w Szklarskiej Porębie (pH 5,1). W Piwnicznej, Zawadzkiem, Chojnowie i Kruczu średnie roczne pH również było niskie (pH odpowiednio 5,2, 5,3, 5,3 i 5,3), czego przyczyną były głównie kwaśne opady półrocza zimowego.
- Szacuje się, że ilość spływu po pniu przekroczyła w okresie badań 105 mm w Nadleśnictwie Gdańsk i 56 mm w Nadleśnictwie Bircza.
- Średnie pH na SPO MI w 2017 roku w badanych roztworach glebowych wynosiło od 4,13 do 6,85 na głębokości 25 cm oraz od 4,41 do 7,42 na głębokości 50 cm. W

porównaniu z rokiem poprzednim nie odnotowano zmian większych niż $\pm 0,2$ jednostki pH.

- 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 $(Ca+Mg+K)/Al \geq 1$ korzenie drzew są chronione przed skutkami zakwaszania gleb.
- W okresie badań jony NO_3^- występowały w roztworach glebowych poniżej głównej strefy korzeniowej roślin, na głębokości 50 cm w roztworach glebowych większości powierzchni MI wahając się od 0,6 do 24 mg N dm⁻³.
- Na powierzchnię gleby w sezonie 2017/2018 opadły porównywalne ilości ścióły we wszystkich drzewostanach: 4,85 t ha⁻¹ w świerczynie, 4,75 t ha⁻¹ w dąbrowie i 4,82 t ha⁻¹ w buczynie i nieco mniej, bo 4,02 t ha⁻¹, w drzewostanie sosnowym. Badania nie objęły pełnego roku; w pierwszych miesiącach sezonu, to jest od marca do maja, nie pobierano próbek. Można zatem założyć, że zmierzono zaniżoną ilość opadającej w ciągu roku materii.

Stężenie SO₂ i NO₂ w powietrzu na SPO MI

- Średnie wartości stężeń dwutlenku siarki podobnie jak w latach poprzednich, w grupie nadleśnictw zlokalizowanych w północno-wschodniej Polsce (Strzałowo, Białowieża, Suwałki, Gdańsk) – występowały niskie średnie roczne stężenia dwutlenku siarki (poniżej 1 $\mu\text{g m}^{-3}$), podobnie niskie stężenia występowały również w Kruczu. W Chojnowie, Łącku i Szklarskiej Porębie średnio w ciągu roku stężenie SO₂ wynosiło od 1,0 $\mu\text{g m}^{-3}$ do 1,2 $\mu\text{g m}^{-3}$.
- W rozporządzeniu Ministra Środowiska z 24 sierpnia 2012 r. w sprawie poziomów niektórych substancji w powietrzu (Dz. U. z 2012 r. 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 $\mu\text{g m}^{-3}$. Średnie roczne stężenia SO₂ na SPO MI zawierały się w granicach 0,6-2,5 $\mu\text{g m}^{-3}$, co stanowiło od 3% do 13% wartości dopuszczalnej. W porze zimowej zakres stężeń wynosił od 0,6 $\mu\text{g m}^{-3}$ do 3,2 $\mu\text{g m}^{-3}$, tj. od 3% do 16% wartości dopuszczalnej.
- Podobnie jak w poprzednich latach, najwyższe średnie roczne stężenia NO₂ stwierdzono w rejonach centralnej Polski: w Chojnowie (9,9 $\mu\text{g m}^{-3}$) i Łącku (7,4 $\mu\text{g m}^{-3}$) oraz południowej Polski, w Zawadzkiem (7,1 $\mu\text{g m}^{-3}$) i zachodniej Polski, w Krotoszynie (6,3 $\mu\text{g m}^{-3}$)

- W nadleśnictwach północnej i północno-wschodniej Polski: Białowieża ($3,2 \mu\text{g m}^{-3} \text{ rok}^{-1}$), Strzałowo ($3,5 \mu\text{g m}^{-3} \text{ rok}^{-1}$), Suwałki ($3,6 \mu\text{g m}^{-3} \text{ rok}^{-1}$) i Gdańsk ($4,4 \mu\text{g m}^{-3} \text{ rok}^{-1}$), w Kruczu w Wielkopolsce ($4,5 \mu\text{g m}^{-3} \text{ rok}^{-1}$), a także w rejonach podgórskich i górskich: Bircza i Piwniczna (po $3,6 \mu\text{g m}^{-3} \text{ rok}^{-1}$) oraz Szklarska Poręba ($3,9 \mu\text{g m}^{-3} \text{ rok}^{-1}$) 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 $1,5 \mu\text{g m}^{-3}$ do $16,6 \mu\text{g m}^{-3}$ i wykazywały wyraźną sezonowość. Na każdej powierzchni obserwowano istotną ($p \leq 0,05$) zależność stężenia NO_2 i temperatury.
- W roku 2017 średnie wartości stężeń NO_2 wynosiły od 3,2 do $9,9 \mu\text{g m}^{-3} \text{ rok}^{-1}$, tj. odpowiednio od 11% do 33% wartości dopuszczalnej poziomu tlenków azotu. Wartość dopuszczalna została określona dla tlenków azotu rozporządzeniem Ministra Środowiska z 24 sierpnia 2012 r. w sprawie poziomów niektórych substancji w powietrzu (Dz. U. z 2012 r. poz. 1031) dla roku kalendarzowego ze względu na ochronę roślin na poziomie $30 \mu\text{g m}^{-3}$.

Prognoza

- Stan zdrowotny lasów wyrażony poziomem defoliacji wykazuje stabilność z nieznacznym trendem wzrostu defoliacji w ostatnich latach i trend ten będzie utrzymany, jeśli warunki deficytu wody w okresie wegetacyjnym będą się powtarzać lub powiększać w nadchodzących latach. Należy się spodziewać występowania trudno przewidywalnych ekstremalnych zjawisk pogodowych.
- **Porównanie międzynarodowe**
- Dobrą kondycją zdrowotną (ponad 45% drzew zdrowych oraz do 15% drzew uszkodzonych) w zestawieniu dla gatunków razem charakteryzowały się drzewa w lasach Andory, Serbii, Rumunii, Estonii i Danii.
- Wysokie uszkodzenie drzew (do 20% drzew zdrowych oraz powyżej 35% drzew uszkodzonych) występowało w lasach Czech, Słowacji, Cypru, Francji i Belgii – Walonii.
- Polska znalazła się w grupie krajów (wraz z Litwą, Łotwą, Belgią – Flandrią i Hiszpanią) gdzie, zarówno udział drzew zdrowych (klasa 0, do 10% defoliacji), jak i udział drzew uszkodzonych (klasy 2 do 4, powyżej 25% defoliacji) nie był wysoki, natomiast większość drzew (ponad 55%) została zaliczona do klasy ostrzegawczej (defoliacja od 11% do 25%).

16. 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.
- Bekele A., Kellman L., Beltrami H. (2007). *Soil profile CO₂ concentrations in forested and clear cut sites in Nova Scotia, Canada*. Forest Ecology and Management, 242: 587–597.
- 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 2013–2017, 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.
- 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.
- 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.
- Covington W.W. (1981). *Changes in forest floor organic matter and nutrient content following clear cutting in northern hardwoods*. Ecology, 62: 41–48.
- 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 lipca 2013, 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.
- Elliot W.J. (2003). *Soil erosion in forest ecosystems and carbon dynamics*. [In:] Kimble J.M., Heath L.S., Birdsey R.A., Lal R. (Eds.), *The Potential of US Forest Soils to Sequester Carbon and Mitigate the Greenhouse Effect*. CRC Press, Boca Raton, FL, pp. 175-190.
- 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., Erisman 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 NH_4NO_3 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.
- Hettelingh J-P., Posch M., Slootweg J. (eds.) (2017). *European critical loads: database, biodiversity and ecosystems at risk*, CCE Final Report 2017, Coordination Centre for Effects, RIVM Report 2017-0155, Bilthoven, Netherlands [dostęp 24 kwietnia 2017].
- Johnson M. S., Lehmann J. (2006). *Double-funneling of trees: Stemflow and root-induced preferential flow*. *Écoscience*, 13(3), 324–333.
- Kalbitz K.S., Solinger S., Park J.-H., Michalzik B., Matzner E. (2000). *Controls on the dynamics of dissolved organic matter in soils: a review*. *Soil Science*, 165: 277-304.
- Komatsu H., Shinohara Y., Kume T., Otsuki K. 2008. *Relationship between annual rainfall and interception ratio for forests across Japan*. *Journal of Hydrology*, 256: 1189-1197.

- Kondo J., Nakazono M., Watanabe T. 1992. Hydrological climate in Japan (2): *forest rainfall interception*. Journal of Japan Society of Hydrology and Water Resources, 5(2): 29-36 (in Japanese with English summary).
- 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 SO_2 , NO_x , CO, NH_3 , 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
- Liu S. (1997). *A new model for the prediction of rainfall interception in forest canopies*. Ecological Modelling, 99: 151-159.
- Liu S. (2001). *Evaluation of the Liu model for predicting rainfall interception in forests world-wide*. Hydrological Processes, 15: 2341-2360.
- Mały Rocznik Statystyczny Polski 2017 (2017). Główny Urząd Statystyczny, Warszawa.
- 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.

- McLeod, A.I., (2011). Kendall: *Kendall rank correlation and Mann-Kendall trend test*. R package version 2.2. <https://CRAN.R-project.org/package=Kendall>
- Natura 2000. *Biuletyn o przyrodzie i różnorodności biologicznej*. (2017) Dyrekcja Generalna ds. Środowiska Komisji Europejskiej. Numer 43. Luty 2018, 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.
- Neirynck 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 2017. *Environment. Informacje i opracowania statystyczne*. (2017). 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 łąkowych – adaptacja metody CCE do warunków środowiskowych Polski*. Ochrona Środowiska i Zasobów Naturalnych, 47, 121-132.
- Pohlert T. (2018). *trend: Non-Parametric Trend Tests and Change-Point Detection*. R package version 1.1.0. <https://CRAN.R-project.org/package=trend>
- R Core Team (2017). R: *A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.
- 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 2017. (2017). 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.
- Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 12 stycznia 2011 r. w sprawie obszarów specjalnej ochrony ptaków* (2011). [Dz. U. z 2011 r. nr 25, poz. 133].
- Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 17 lutego 2010 r. w sprawie sporządzania projektu planu zadań ochronnych dla obszaru natura 2000* (2010). [Dz. U. 2010 nr 34 poz. 186]
- Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 30 marca 2010 r. w sprawie sporządzania projektu planu ochrony dla obszaru Natura 2000* (2010). [Dz. U. 2010 nr 64 poz. 401]
- Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 13 kwietnia 2010 r. w sprawie siedlisk przyrodniczych oraz gatunków będących przedmiotem zainteresowania Wspólnoty, a także kryteriów wyboru obszarów kwalifikujących się do uznania lub wyznaczenia jako obszary Natura 2000* (2010). [Dz. U. z 2010 r. nr 77, poz. 510].
- 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.
- Sen, P.K. (1968) *Estimates of the Regression Coefficient Based on Kendall's Tau.* Journal of the American Statistical Association, 63, 1379-1389.
<http://dx.doi.org/10.1080/01621459.1968.10480934>
- 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
- 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.
- Ustawa o ochronie przyrody z dnia 16 kwietnia 2004 r.* Dziennik Ustaw 2004 nr 92 poz. 880
- Waldner, P., A. Marchetto, A. Thimonier, M. Schmitt, M. Rogora, O. Granke, V. Mues, K. Hansen, G. Pihl-Karlsson, D. Žlindra, N. Clarke, A. Verstraeten, A. Lazdins, C. Schimming, C. Iacoban, A.-J. Lindroos, E. Vanguelova, S. Benham, H. Meesenburg, M. Nicolas, A. Kowalska, V. Apuhtin, U. Napa, Z. Lachmanová, F. Kristoefel, A. Bleeker, M. Ingerslev, L. Vesterdal, J. Molina, U. Fischer, W. Seidling, M. Jonard, P. O'Dea, J.

Johnson, R. Fischer, M. Lorenz., (2014). *Detection of temporal trends in atmospheric deposition of inorganic nitrogen and sulphate to forests in Europe*. Atmos. Environ., 95, 363-374, 10.1016/j.atmosenv.2014.06.054

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. ISBN: 978-83-87647-93-3

17. SPIS TABEL

- Tabela 1. Liczba SPO I rzędu wg form własności (RDLP i Parki Narodowe) - 2017 rok
- Tabela 2. Liczba SPO I rzędu wg form własności w układzie krain - 2017 rok
- Tabela 3. Liczba SPO I rzędu wg form własności w układzie województw – 2017 rok
- Tabela 4. Liczba SPO I rzędu wg form własności w układzie gatunków drzew panujących w drzewostanie - 2017 rok
- Tabela 5. Liczba SPO I rzędu w lasach w zarządzie LP, zestawienie wg gatunków w układzie RDLP – 2017 rok
- Tabela 6. Liczba SPO I rzędu w lasach wszystkich form własności, zestawienie według gatunków w układzie krain przyrodniczo leśnych - 2017 rok (granice krain według korekty z 2010 r.)
- Tabela 7. Liczba SPO I rzędu w lasach wszystkich form własności, zestawienie według gatunków w układzie województw - 2017 rok
- Tabela 8. Liczba SPO I rzędu w parkach narodowych, zestawienie wg gatunków - 2017 rok
- Tabela 9. Udział procentowy drzew (3 grupy wiekowe) w klasach defoliacji wg gatunków na SPO I rzędu - wszystkie formy własności - 2017 rok
- Tabela 10. Udział procentowy drzew (3 grupy wiekowe) w klasach odbarwienia wg gatunków na SPO I rz. - wszystkie formy własności - 2017 rok
- Tabela 11. Udział procentowy drzew (3 grupy wiekowe) w klasach uszkodzenia wg gatunków na SPO I rz. - wszystkie formy własności - 2017 rok
- Tabela 12. Udział procentowy drzew (3 grupy wiekowe) w kl. defoliacji wg gat. na SPO I rz. - lasy w zarządzie Lasów Państwowych - 2017 rok
- Tabela 13. Udział procentowy drzew (3 grupy wiekowe) w klasach defoliacji wg gatunków na SPO I rzędu - lasy prywatne - 2017 rok
- Tabela 14. Udział procentowy drzew (3 grupy wiekowe) w kl. defoliacji wg gat. na SPO I rz. - lasy w granicach parków narodowych - 2017 rok
- Tabela 15. Udział procentowy drzew (3 grupy wiekowe) w kl. defoliacji wg gat. na SPO I rz. - lasy pozostałych kategorii własności - 2017 rok
- Tabela 16. Średnia defoliacja monitorowanych gatunków według form własności i przedziałów wieku - 2017 rok
- Tabela 17. 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 przyrodniczo-leśnych, wiek > 20 lat, 2017 r. (LP – Lasy Państwowe, PN – parki narodowe)

- Tabela 18. 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, 2017 r.
- Tabela 19. 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, 2017 r.
- Tabela 20. 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, 2017 r.
- Tabela 21. 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, w kolejności malejących wartości średniej defoliacji w kolumnie "Gatunki razem", wiek > 20 lat, wszystkie formy własności, 2017 r.
- Tabela 22. 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, w kolejności malejących wartości średniej defoliacji w kolumnie "Gatunki razem", wiek do 60 lat, wszystkie formy własności, 2017 r.
- Tabela 23. 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, w kolejności malejących wartości średniej defoliacji w kolumnie "Gatunki razem", wiek > 60 lat, wszystkie formy własności, 2017 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 województw, w kolejności malejących wartości średniej defoliacji w kolumnie "Gatunki razem" - wiek > 20 lat, wszystkie własności, 2017 rok
- 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 województw, w kolejności malejących wartości średniej defoliacji w kolumnie "Gatunki razem" - wiek 21-60 lat, wszystkie własności, 2017 rok
- 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 województw, w kolejności malejących wartości średniej defoliacji w kolumnie "Gatunki razem" - wiek > 60 lat, wszystkie własności, 2017 rok
- 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 parkach narodowych, w kolejności malejących wartości średniej defoliacji w kolumnie "Gatunki razem" - wiek > 20 lat, 2017 rok
- 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 [%],

według gatunków w układzie RDLP - wiek > 20 lat, lasy w zarządzie Lasów Państwowych, lata 2013-2017

- 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 [%], według gatunków w układzie krain przyrodniczo-leśnych - wiek powyżej 20 lat, wszystkie formy własności, lata 2013-2017
- 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 [%], w układzie gatunków, według wieku (młodsze – od 21 do 60 lat, starsze – powyżej 60 lat), w pięcioleciu 2013-2017
- Tabela 31. Wskaźnik występowania uszkodzeń na drzewach poszczególnych gatunków w wyróżnionych klasach wieku w roku 2017 oraz trend zmian wskaźnika występowania uszkodzeń na jednym drzewie w okresie 2011 – 2017 określony za pomocą testu Mann-Kendall’a
- Tabela 32. Liczba uszkodzeń przypadająca w 2017 roku na 1 drzewo danego gatunku w krainach przyrodniczo-leśnych i RDLP oraz trend zmian tego wskaźnika w okresie 2013 – 2017 określony za pomocą testu Mann-Kendall’a
- Tabela 33. Najczęściej występujące lokalizacje, symptomy i czynniki sprawcze uszkodzeń występujących na drzewach poszczególnych gatunków w 2017 roku
- Tabela 34. Udział procentowy wskazanych lokalizacji występowania uszkodzeń na drzewach wyróżnionych gatunków i grup gatunków w 2017 roku
- Tabela 35. Liczba i udział symptomów uszkodzenia na drzewach poszczególnych gatunków w 2017 roku
- Tabela 36. Liczba i udział wyróżnionych kategorii czynników sprawczych uszkodzeń na drzewach poszczególnych gatunków w 2017 roku oraz trendy zmian identyfikowania czynników sprawczych w okresie 2010-2017
- Tabela 37. Udział uszkodzeń drzew spowodowanych przez wyróżnione grupy owadów oraz kategorie innych czynników i konkurencji na drzewach poszczególnych gatunków na SPO I rzędu w 2017 roku
- Tabela 38. Średnia liczba uszkodzeń na jednej sośnie w 2017 roku w zależności od formy własności i funkcji lasów oraz trendy zmian w okresie 2011 – 2017
- Tabela 39. Udział procentowy czynników sprawczych uszkodzeń sosen w 2017 roku w zależności od formy własności i funkcji lasów
- Tabela 40. Średnia liczba uszkodzeń na jednym świerku w 2017 roku w zależności od formy własności i funkcji lasów oraz trendy zmian w okresie 2011 – 2017
- Tabela 41. Udział procentowy czynników sprawczych uszkodzeń świerków w 2017 roku w zależności od formy własności i funkcji lasów
- Tabela 42. Średnia liczba uszkodzeń na jednym dębie w 2017 roku w zależności od formy własności i funkcji lasów oraz trendy zmian w okresie 2011 – 2017
- Tabela 43. Udział procentowy czynników sprawczych uszkodzeń dębów w 2017 roku w zależności od formy własności i funkcji lasów
- Tabela 44. Średnia liczba uszkodzeń na jednej brzozie w 2017 roku w zależności od formy własności i funkcji lasów oraz trendy zmian w okresie 2011 – 2017
- Tabela 45. Udział procentowy czynników sprawczych uszkodzeń brzoź w 2017 roku w zależności od formy własności i funkcji lasów
- Tabela 46. Zestawienie sum opadów od 1 marca do 31 lipca w pięcioleciu 2013-2017 według RDLP *)

- Tabela 47. Zestawienie sum opadów od 1 marca do 31 lipca w pięcioleciu 2013-2017 według krain przyrodniczo-leśnych *)
- Tabela 48. Średnia defoliacja na stałych powierzchniach obserwacyjnych (SPO) I rzędu znajdujących się na specjalnych obszarach ochrony siedlisk (SOO) obszarów Natura 2000 - 2017 rok
- Tabela 49. Średnia defoliacja na obszarach Natura 2000 z powierzchniami monitoringu leśnego w 2017 roku
- Tabela 50. Średnie wartości miesięczne temperatury powietrza i gleby, wilgotności i promieniowania oraz miesięczne sumy opadów – stacje meteorologiczne na SPO MI – 2017 r.
- Tabela 51. Procentowy udział pomiarów z wiatrem – stacje meteorologiczne na SPO MI – 2017 r.
- Tabela 52. Temperatury maksymalne oraz okresy bez, bądź z minimalnymi opadami na SPO MI w 2017 r. Kolorem czerwonym wyróżniono temperaturę maksymalną oraz okresy bez opadów.
- Tabela 53. Depozyt roczny [kg ha⁻¹] (bez RWO) wniesiony z opadami na SPO MI w 2017 roku. RWO – rozpuszczony węgiel organiczny, N_{tot} – azot całkowity
- Tabela 54. 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 55. Wyniki testu Manna Whitneya dla średniego stężenia SO₂ i NO₂ w miesiącach okresu letniego (N=6) i zimowego (N=6). Kursywą i czerwoną czcionką zaznaczono istotne różnice między medianą okresu letniego i zimowego
- Tabela 56. Istotność różnic ($p \leq 0,05$) stężeń gazowych zanieczyszczeń powietrza między powierzchniami SPO MI. Wyniki testu ANOVA Kruskala-Wallisa
- Tabela 57. Depozyt [kg ha⁻¹] wniesiony z opadami w drzewostanach na SPO MI w 2017 roku (bez RWO). RWO – rozpuszczony węgiel organiczny, N_{tot} – azot całkowity, PK – depozyt podkoronowy, PP – depozyt wniesiony ze spływem po pniu
- Tabela 58. Wyniki testów istotności różnic między SPO MI pod względem wielkości opadu podkoronowego i depozycji głównych składników.
- Tabela 59. Wykaz powierzchni SPO MI oraz punktów sieci tła monitoringu jakości powietrza IOŚ na obszarach pozamiejskich, dla których analizowano trendy stężeń zanieczyszczeń gazowych
- Tabela 60. Podstawowe statystyki testu Manna Kendalla (MK) i sezonowego testu Manna Kendalla (SMK): b – współczynnik kierunkowy, τ – tau, współczynnik korelacji rangowej, p – prawdopodobieństwo testowe oraz przedziały ufności współczynnika kierunkowego b testu Manna Kendalla dla zanieczyszczeń gazowych na powierzchniach monitoringu intensywnego w latach 2011-2017.
- Tabela 61. Podstawowe statystyki testu Manna Kendalla (MK) i sezonowego testu Manna Kendalla (SMK): b – współczynnik kierunkowy, τ – tau, współczynnik korelacji rangowej, p – prawdopodobieństwo testowe oraz przedziały ufności współczynnika kierunkowego b testu Manna Kendalla dla zanieczyszczeń gazowych na powierzchniach tła obszarów pozamiejskich monitoringu jakości powietrza w Polsce.
- Tabela 62. Podstawowe statystyki testu Manna Kendalla (MK) i sezonowego testu Manna Kendalla (SMK): b – współczynnik kierunkowy, τ – tau, współczynnik korelacji rangowej, p – prawdopodobieństwo testowe oraz przedziały ufności współczynnika kierunkowego b testu Manna Kendalla dla depozycji składników oraz stężeń

zasadowości w opadach na otwartej przestrzeni na powierzchniach monitoringu intensywnego w latach 2010-2017.

Tabela 63. Podstawowe statystyki testu Manna Kendalla (MK) i sezonowego testu Manna Kendalla (SMK): b – współczynnik kierunkowy, τ – tau, współczynnik korelacji rangowej, p – prawdopodobieństwo testowe oraz przedziały ufności współczynnika kierunkowego b testu Manna Kendalla dla depozycji składników oraz stężeń zasadowości w opadach podkoronowych na powierzchniach monitoringu intensywnego w latach 2010-2017.

Tabela 64. Podstawowe statystyki testu Manna Kendalla (MK): b – współczynnik kierunkowy, τ – tau, współczynnik korelacji rangowej, p – prawdopodobieństwo testowe oraz przedziały ufności współczynnika kierunkowego b testu Manna Kendalla dla objętości [cm^3] i stężeń składników [mg dm^{-3}] w próbkach roztworów glebowych z głębokości 25 cm i 50 cm na powierzchniach monitoringu intensywnego w latach 2010-2017.

Tabela 65. Empiryczne ładunki krytyczne N i objawy towarzyszące ich przekroczeniu dla poszczególnych elementów ekosystemów leśnych (wg Bobbink i Hettelingh 2011)

Tabela 66. Procentowy udział drzew w klasach defoliacji (gatunki iglaste, liściaste i razem) w krajach Europy w 2016 r. na podstawie krajowych inwentaryzacji*) według rosnących wartości w klasach 2-4

Tabela 67. Zmiany w udziale drzew w klasach defoliacji 2-4 w latach 2012-2016 w krajach Europy na podstawie krajowych inwentaryzacji *)

18. 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 klasach defoliacji w 2017 r. Wiek powyżej 20 lat. Wszystkie formy własności.

Rysunek 4. Udział drzew monitorowanych gatunków w klasach defoliacji w 2017 r. Wiek od 21 do 60 lat. Wszystkie formy własności.

Rysunek 5. Udział drzew monitorowanych gatunków w klasach defoliacji w 2017 r. Wiek powyżej 60 lat. Wszystkie formy własności.

Rysunek 6. Udział drzew monitorowanych gatunków w klasach defoliacji w 2017 r. Wiek powyżej 20 lat. Lasy w zarządzie Lasów Państwowych.

Rysunek 7. Udział drzew monitorowanych gatunków w klasach defoliacji w 2017 r. Wiek od 21 do 60 lat. Lasy w zarządzie Lasów Państwowych.

Rysunek 8. Udział drzew monitorowanych gatunków w klasach defoliacji w 2017 r. Wiek powyżej 60 lat. Lasy w zarządzie Lasów Państwowych.

Rysunek 9. Udział drzew monitorowanych gatunków w klasach defoliacji w 2017 r. Wiek powyżej 20 lat. Lasy - własność osób fizycznych. (Inne iglaste – wyniki z 20 drzew)

Rysunek 10. Udział drzew monitorowanych gatunków w klasach defoliacji w 2017 r. Wiek od 21 do 60 lat. Lasy będące własnością osób fizycznych. (Inne iglaste – wyniki z 18 drzew, buk – wyniki z 30 drzew)

Rysunek 11. Udział drzew monitorowanych gatunków w klasach defoliacji w 2017 r. Wiek powyżej 60 lat. Lasy będące własnością osób fizycznych. (Inne iglaste – wyniki z 2 drzew)

- Rysunek 12. Udział drzew monitorowanych gatunków iglastych w klasach defoliacji w latach 2013-2017. Wiek powyżej 20 lat. Wszystkie formy własności.
- Rysunek 13. Udział drzew monitorowanych gatunków liściastych w klasach defoliacji w latach 2013-2017. Wiek powyżej 20 lat. Wszystkie formy własności.
- Rysunek 14. Udział drzew monitorowanych gatunków razem w klasach defoliacji w latach 2013-2017. Wiek powyżej 20 lat. Wszystkie formy własności.
- Rysunek 15. Średnia defoliacja grup gatunków drzew w kraju – 2017 r.
- Rysunek 16. Średnie wartości defoliacji wg grup gatunków w układzie form własności (LP – lasy w zarządzie Lasów Państwowych, PN – lasy w granicach parków narodowych) – 2017 r.
- Rysunek 17. Średnie wartości defoliacji wg grup gatunków w krainach przyrodniczo-leśnych – 2017 r.
- Rysunek 18. Średnie wartości defoliacji gatunków iglastych w regionalnych dyrekcjach Lasów Państwowych (las w zarządzie Lasów Państwowych) – 2017 r.
- Rysunek 19. Średnie wartości defoliacji gatunków liściastych w regionalnych dyrekcjach Lasów Państwowych (las w zarządzie Lasów Państwowych) – 2017 r.
- Rysunek 20. 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 – 2017 r. (inne własności w Krainie Mazursko-Podlaskiej oraz parki narodowe w Krainie Sudeckiej – wyniki z 20 drzew)
- Rysunek 21. Udział drzew monitorowanych gatunków łącznie w klasach defoliacji w układzie krain przyrodniczo-leśnych w 2017 r.
- Rysunek 22. Udział drzew monitorowanych gatunków łącznie w klasach defoliacji w układzie regionalnych dyrekcji Lasów Państwowych (las w zarządzie LP) w 2017 r.
- Rysunek 23. Udział drzew monitorowanych gatunków łącznie w klasach defoliacji w układzie województw w 2017 r.
- Rysunek 24. Udział drzew monitorowanych gatunków łącznie w klasach defoliacji w układzie parków narodowych w 2017 r.
- Rysunek 25. Udział drzew (gatunki razem) w klasach defoliacji 2-4 w latach 2013-2017. RDLP, w których różnica między minimum a maksimum tego udziału w pięcioleciu nie przekracza 7 punktów procentowych. Wiek drzew powyżej 20 lat. Lasy w zarządzie Lasów Państwowych.
- Rysunek 26. Udział drzew (gatunki razem) w klasach defoliacji 2-4 w latach 2013-2017. RDLP, w których różnica między minimum a maksimum tego udziału w pięcioleciu zawiera się w przedziale 7-12 punktów procentowych. Wiek drzew powyżej 20 lat. Lasy w zarządzie Lasów Państwowych.
- Rysunek 27. Udział drzew (gatunki razem) w klasach defoliacji 2-4 w latach 2013-2017. RDLP, w których różnica między minimum a maksimum tego udziału w pięcioleciu przekracza 12 punktów procentowych. Wiek drzew powyżej 20 lat. Lasy w zarządzie Lasów Państwowych.
- Rysunek 28. Udział drzew monitorowanych gatunków razem w klasach defoliacji 2-4 w krainach przyrodniczo-leśnych w latach 2013-2017. Wiek powyżej 20 lat. Wszystkie formy własności.
- Rysunek 29. Poziom uszkodzenia lasów w 2017 roku na podstawie oceny defoliacji na Stałych Powierzchniach Obserwacyjnych z wyróżnieniem 3 klas defoliacji

- Rysunek 30. Poziom uszkodzenia lasów w 2017 roku na podstawie oceny defoliacji na Stałych Powierzchniach Obserwacyjnych z wyróżnieniem 5% przedziałów defoliacji
- Rysunek 31. Różnica w poziomie uszkodzenia lasów pomiędzy latami 2016 i 2017 na podstawie zmiany defoliacji na Stałych Powierzchniach Obserwacyjnych
- Rysunek 32. Uszkodzenie drzewostanów (gatunki razem, iglaste i liściaste) oraz suma opadów [% normy] od 1 marca do 31 lipca w latach 2013-2017 w krainach przyrodniczo-leśnych
- Rysunek 33. Średnie temperatury powietrza oraz sumy miesięczne opadów od marca do września^{*)} w latach 2013-2017 w Krainie (I) Bałtyckiej
- Rysunek 34. Średnie temperatury powietrza oraz sumy miesięczne opadów od marca do września^{*)} w latach 2013-2017 w Krainie (II) Mazursko-Podlaskiej
- Rysunek 35. Średnie temperatury powietrza oraz sumy miesięczne opadów od marca do września^{*)} w latach 2013-2017 w Krainie (III) Wielkopolsko-Pomorskiej
- Rysunek 36. Średnie temperatury powietrza oraz sumy miesięczne opadów od marca do września^{*)} w latach 2013-2017 w Krainie (IV) Mazowiecko-Podlaskiej
- Rysunek 37. Średnie temperatury powietrza oraz sumy miesięczne opadów od marca do września^{*)} w latach 2013-2017 w Krainie (V) Śląskiej
- Rysunek 38. Średnie temperatury powietrza oraz sumy miesięczne opadów od marca do września^{*)} w latach 2013-2017 w Krainie (VI) Małopolskiej
- Rysunek 39. Średnie temperatury powietrza oraz sumy miesięczne opadów od marca do września^{*)} w latach 2013-2017 w Krainie (VII) Sudeckiej
- Rysunek 40. Średnie temperatury powietrza oraz sumy miesięczne opadów od marca do września^{*)} w latach 2013-2017 w Krainie (VIII) Karpackiej
- Rysunek 41. Klimatyczny bilans wodny w Polsce w latach 2010-2012 w okresie lat kalendarzowych i w miesiącach ciepłych (kwiecień-wrzesień)
- Rysunek 42. Klimatyczny bilans wodny w Polsce w latach 2013-2015 w okresie lat kalendarzowych i w miesiącach ciepłych (kwiecień-wrzesień)
- Rysunek 43. Klimatyczny bilans wodny w Polsce w latach 2016-2017 w okresie lat kalendarzowych i w miesiącach ciepłych (kwiecień-wrzesień)
- Rysunek 44. Liczba dni deficytu wody glebowej w Polsce w latach 2010-2012 w okresie lat kalendarzowych i od maja do lipca
- Rysunek 45. Liczba dni deficytu wody glebowej w Polsce w latach 2013-2015 w okresie lat kalendarzowych i od maja do lipca
- Rysunek 46. Liczba dni deficytu wody glebowej w Polsce w latach 2016-2017 w okresie lat kalendarzowych i od maja do lipca
- Rysunek 47. Procent powierzchni kraju z ujemnym klimatycznym bilansem wodnym miesięcy letnich, liczbą dni suszy większą od 10 od maja do lipca, liczbą dni suszy większą od 20 w roku kalendarzowym
- Rysunek 48. Zależności między w defoliacją drzewostanów w 2012 r. a wskaźnikami suszy w 2011 r. (CWBL- klimatyczny bilans wodny miesięcy letnich, CWBR – klimatyczny bilans wodny roku kalendarzowego, LDL – liczba dni suszy miesięcy maj-lipiec, LDR – liczba dni suszy w roku kalendarzowym)
- Rysunek 49. Zależności między w defoliacją drzewostanów w 2013 r. a wskaźnikami suszy w 2012 r. (CWBL- klimatyczny bilans wodny miesięcy letnich, CWBR – klimatyczny bilans wodny roku kalendarzowego, LDL – liczba dni suszy miesięcy maj-lipiec, LDR – liczba dni suszy w roku kalendarzowym)
- Rysunek 50. Zależności między w defoliacją drzewostanów w 2016 r. a wskaźnikami suszy w 2015 r. (CWBL- klimatyczny bilans wodny miesięcy letnich, CWBR – klimatyczny

bilans wodny roku kalendarzowego, LDL – liczba dni suszy miesięcy maj-lipiec, LDR – liczba dni suszy w roku kalendarzowym)

- Rysunek 51. Rozmieszczenie SPO I i II rzędu oraz powierzchni Monitoringu Intensywnego na obszarach Natura 2000 (stan na koniec 2017 r.)
- Rysunek 52. Poziom uszkodzenia lasów na obszarach Natura 2000 na podstawie oceny defoliacji na stałych powierzchniach obserwacyjnych (stan na 2017 rok)
- Rysunek 53. Różnica w poziomie uszkodzenia lasów na obszarach Natura 2000 pomiędzy latami 2017 i 2016 na podstawie zmiany defoliacji na stałych powierzchniach obserwacyjnych
- Rysunek 54. Średnie dobowe i ekstremalne temperatury powietrza (na wys. 2 m nad ziemią) oraz dobowe sumy opadów atmosferycznych mierzone na stacjach meteorologicznych monitoringu lasu w 2017 r.
- Rysunek 55. Wilgotność względna powietrza na wysokości 2 m nad ziemią oraz całkowite promieniowanie padające, mierzone na stacjach meteorologicznych monitoringu lasu w 2017 r.
- Rysunek 56. Prędkość średnia dobową i maksymalną oraz kierunek wiatru mierzone na stacjach meteorologicznych monitoringu lasu w 2017 r.
- Rysunek 57. Róża wiatrów mierzonych na automatycznych stacjach meteorologicznych MI w roku 2017.
- Rysunek 58. 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 2017 roku
- Rysunek 59. Suma opadu bezpośredniego [mm] (prawa oś) oraz udział depozytu w sezonie letnim (V-X) i zimowym (I-IV, XI-XII) na SPO MI w 2017 roku
- Rysunek 60. pH opadów na otwartej przestrzeni na SPO MI w 2017 roku
- Rysunek 61. Histogram pH opadów na otwartej przestrzeni na SPO MI w sezonie letnim (maj-październik) i zimowym (styczeń-kwiecień, listopad-grudzień) w 2017 roku
- Rysunek 62. Średnie pH roczne, sezonu letniego (V-X) i zimowego (I-IV i XI-XII) na SPO MI w 2017 roku w opadach na otwartej przestrzeni
- Rysunek 63. Histogram ANC [$\mu\text{eq dm}^{-3}$] w opadach na otwartej przestrzeni w sezonie letnim (maj-październik) i zimowym (styczeń-kwiecień, listopad-grudzień) w 2017 roku
- Rysunek 64. 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 2017 roku
- Rysunek 65. Ładunek jonów [$\text{kmol}_e \text{ ha}^{-1}$] oraz stosunek depozytu jonów kwasotwórczych do zasadowych w opadach na otwartej przestrzeni na SPO MI w 2017 roku
- Rysunek 66. Stężenie dwutlenku siarki w powietrzu na SPO MI. Słupki błędów przedstawiają minima i maksima wartości stężenia z poszczególnych miesięcy roku 2017
- Rysunek 67. Mediana, zakres kwantylowy oraz rozstęp stężenia SO_2 na SPO MI dla poszczególnych miesięcy 2017 roku
- Rysunek 68. Roczny przebieg stężenia SO_2 w powietrzu na powierzchniach SPO MI w 2017 roku
- Rysunek 69. Stężenie dwutlenku azotu w powietrzu na SPO MI. Słupki błędów przedstawiają minima i maksima wartości stężenia z poszczególnych miesięcy roku 2017
- Rysunek 70. Mediana, zakres kwantylowy oraz rozstęp stężenia NO_2 na SPO MI w poszczególnych miesiącach 2017 roku

- Rysunek 71. Roczny przebieg stężenia NO_2 w powietrzu na powierzchniach SPO MI w 2017 roku
- Rysunek 72. Szacunkowy roczny depozyt azotu w formie NO_2 i siarki w formie SO_2 na powierzchniach monitoringu intensywnego w 2017 roku
- Rysunek 73. Schemat koncepcyjny badań depozytu i przepływu składników w środowisku leśnym na SPO MI
- Rysunek 74. Przewodność [$\mu\text{S cm}^{-1}$] i stężenie głównych składników [mg dm^{-3}] w opadach podkoronowych na SPO MI w 2017 roku. RWO – rozpuszczony węgiel organiczny, N_{tot} – azot całkowity
- Rysunek 75. Histogram pH opadów podkoronowych na SPO MI w okresie letnim oraz zimowym 2017 roku
- Rysunek 76. pH opadów podkoronowych na SPO MI w 2017 roku
- Rysunek 77. Histogram pojemności zobojętniania kwasów ANC [$\mu\text{eq dm}^{-3}$] w opadach podkoronowych na SPO MI w sezonie zimowym oraz letnim 2017 roku
- Rysunek 78. Pojemność zobojętniania kwasów (ANC) [$\mu\text{eq} \cdot \text{dm}^{-3}$] w opadach podkoronowych na SPO MI w 2017 roku. Średnie dla okresu zimowego (miesiące I-IV, XI i XII) i letniego (V-X)
- Rysunek 79. Średnia roczna pojemność zobojętniania kwasów (ANC [$\mu\text{eq dm}^{-3}$]) w opadach na otwartej przestrzeni (OP) i podkoronowych (PK) na SPO MI w 2017 roku
- Rysunek 80. Ładunek jonów [$\text{kmol}_c \text{ ha}^{-1}$] oraz stosunek depozytu jonów kwasotwórczych do zasadowych w opadach podkoronowych na SPO MI w 2017 roku
- Rysunek 81. Przepływ jonów z opadami atmosferycznymi i podkoronowym (i po pniu w drzewostanie bukowym) w $\text{mol}_c \text{ ha}^{-1}$ w 2017 roku na wybranych SPO MI: w drzewostanie bukowym w Nadleśnictwie Gdańsk, dębowym w Nadleśnictwie Łąck, sosnowym w Nadleśnictwie Chojnów i świerkowym w Nadleśnictwie Suwałki
- Rysunek 82. Stężenie głównych składników w mg dm^{-3} oraz pH w wodach spływających po pniach drzew w 2017 roku. Poziomą linią zaznaczono medianę, wąsami – zakres wartości miesięcznych oraz ramką – zakres kwartyłowy
- Rysunek 83. Stosunek molowy kationów zasadowych do glinu (BC/Al) w roztworach glebowych na SPO MI w 2017 r. Poziomymi kreskami zaznaczono średnią roczną wartość pH na głębokości 25 cm (kolor niebieski) i 50 cm (kolor czerwony)
- Rysunek 84. 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 2017 roku
- Rysunek 85. Stężenia azotanów (V) w roztworach glebowych na głębokości 25 cm i 50 cm na SPO MI w 2017 roku
- Rysunek 86. Stężenia jonów amonowych [mg N dm^{-3}] w roztworach glebowych na głębokości 25 cm i 50 cm na SPO MI w 2017 roku
- Rysunek 87. Kolektory opadu ścióły w drzewostanie sosnowym z domieszką gatunków liściastych w Nadleśnictwie Chojnów
- Rysunek 88. Opad ścióły [kg ha^{-1}] w sezonie 2017/2018 w drzewostanach sosny (Nadl. Chojnów), świerka (Nadl. Suwałki), buka (Nadl. Gdańsk) i dębu (Nadl. Łąck). LG – liście gatunku głównego, NG – nasiona i owoce gatunku głównego, LI – liście innych gatunków, NI – nasiona innych gatunków, R – pozostałe resztki roślinne. Daty zbioru próbek zaznaczono na osi odciętych
- Rysunek 89. Procentowy udział suchej masy frakcji ścióły w drzewostanach sosny (Nadl. Chojnów), świerka (Nadl. Suwałki), buka (Nadl. Gdańsk) i dębu (Nadl. Łąck). LG –

liście gatunku głównego, NG – nasiona i owoce gatunku głównego, LI – liście innych gatunków, NI – nasiona innych gatunków, R – pozostałe resztki roślinne

Rysunek 90. Stężenia dwutlenku siarki ($\mu\text{g m}^{-3}$) w powietrzu na SPO MI. Wykresy przedstawiają surowe dane (górny panel) oraz składowe szeregu czasowego związane z wahaniami sezonowymi (panel seasonal), trendem (panel trend) i zakłóceniami losowymi (panel remainder). Trendy istotne ($p \leq 0,05$) zaznaczono obramowaniem

Rysunek 91. Stężenia dwutlenku azotu ($\mu\text{g m}^{-3}$) w powietrzu na SPO MI. Wykresy przedstawiają surowe dane (górny panel) oraz składowe szeregu czasowego związane z wahaniami sezonowymi (panel seasonal), trendem (panel trend) i zakłóceniami losowymi (panel remainder). Trendy istotne ($p \leq 0,05$) zaznaczono obramowaniem

Rysunek 92. Udział drzew (gatunki razem) w klasach defoliacji w krajach Europy w 2016 r., kraje uszeregowane według położenia geograficznego (UNECE, 2017)

Rysunek 93. Udział drzew gatunków iglastych (słupki po lewej stronie) i gatunków liściastych (słupki po prawej stronie) w klasach defoliacji w krajach Europy.

Rysunek 94. Udział drzew monitorowanych gatunków w klasach defoliacji 2 do 4 w latach 2012-2016 w krajach Regionu Subatlantyckiego oraz w krajach sąsiadujących z Polską (brak danych: 2012 r. – dla Luksemburga, 2014 r. - dla Czech, Słowacji i Luksemburga, 2016 r. – dla Ukrainy)

Tabela 1. Liczba SPO I rzędu wg form własności (RDLP i Parki Narodowe) - 2017 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	117	60	0	0	0	0	0	0	1	1	178
Katowice	90	36	0	2	5	3	0	1	1	12	138
Kraków	41	51	0	2	2	0	0	0	0	4	96
Krosno	72	24	0	2	4	0	0	0	0	6	102
Lublin	76	68	0	1	0	0	0	0	0	1	145
Łódź	61	50	0	1	1	0	0	0	0	2	113
Olsztyn	124	49	0	0	0	0	0	0	0	0	173
Piła	61	3	0	0	1	0	1	0	0	2	66
Poznań	90	20	0	3	3	0	2	1	0	9	119
Szczecin	128	5	0	1	2	0	0	0	0	3	136
Szczecinek	117	7	0	0	0	0	0	0	2	2	126
Toruń	91	15	0	0	1	0	0	0	0	1	107
Wrocław	98	6	0	3	4	0	0	0	1	8	112
Zielona Góra	87	0	0	1	0	0	0	0	0	1	88
Gdańsk	65	9	0	2	1	0	0	0	0	3	77
Radom	54	46	0	0	1	4	0	0	0	5	105
Warszawa	31	60	0	2	0	1	0	0	0	3	94
Parki Narodowe	0	0	34	0	0	0	0	0	0	0	34
Razem	1403	509	34	20	25	8	3	2	5	63	2009

Tabela 2. Liczba SPO I rzędu wg form własności w układzie krain - 2017 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	244	19	2	2	3	0	0	0	2	7	272
Mazursko-Podlaska	159	44	8	0	0	0	0	0	1	1	212
Wielkopolsko-Pomorska	422	52	3	4	4	0	3	1	0	12	489
Mazowiecko-Podlaska	121	161	5	3	0	1	0	0	0	4	291
Śląska	133	9	0	2	3	0	0	1	2	8	150
Małopolska	201	151	3	5	8	7	0	0	0	20	375
Sudecka	34	2	1	1	3	0	0	0	0	4	41
Karpacka	89	71	12	3	4	0	0	0	0	7	179
Razem	1403	509	34	20	25	8	3	2	5	63	2009

Tabela 3. Liczba SPO I rzędu wg form własności w układzie województw – 2017 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	80	16	0	0	1	0	0	0	0	1	97
Lubelskie	68	61	2	1	0	0	0	0	0	1	132
Lubuskie	135	0	1	2	0	0	0	0	0	2	138
Łódzkie	49	45	0	1	2	0	0	0	0	3	97
Małopolskie	50	57	6	2	2	0	0	0	0	4	117
Mazowieckie	79	121	4	2	0	1	0	0	0	3	207
Opolskie	32	4	0	0	2	0	0	1	1	4	40
Podkarpackie	85	35	7	2	4	0	0	0	0	6	133
Podlaskie	80	57	8	0	0	0	0	0	1	1	146
Pomorskie	121	15	0	2	0	0	0	0	0	2	138
Śląskie	44	18	0	2	3	2	0	0	0	7	69
Świętokrzyskie	38	23	1	0	1	5	0	0	0	6	68
Warmińsko-Mazurskie	145	23	0	0	1	0	0	0	0	1	169
Wielkopolskie	135	25	2	3	2	0	3	1	0	9	171
Zachodniopomorskie	159	3	2	0	3	0	0	0	2	5	169
Razem	1403	509	34	20	25	8	3	2	5	63	2009

Tabela 4. Liczba SPO I rzędu wg form własności w układzie gatunków drzew panujących w drzewostanie - 2017 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	888	291	11	10	11	6	0	1	3	31	1221
Świerk	56	17	5	0	3	0	0	0	0	3	81
Jodła	31	12	3	0	1	0	0	0	0	1	47
Inne iglaste	15	1	1	2	0	0	0	0	0	2	19
Buk	58	8	5	0	2	0	0	0	1	3	74
Dąb	107	21	0	4	3	0	0	1	1	9	137
Brzoza	115	61	4	1	5	0	0	0	0	6	186
Olsza	79	54	4	0	0	1	2	0	0	3	140
Inne liściaste	54	44	1	3	0	1	1	0	0	5	104
Razem	1403	509	34	20	25	8	3	2	5	63	2009

Tabela 5. Liczba SPO I rzędu w lasach w zarządzie LP, zestawienie wg gatunków w układzie RDLP – 2017 rok

RDLP	Sosna	Świerk	Jodła	Inne iglaste	Iglaste razem	Buk	Dąb	Brzoza	Olsza	Inne liściaste	Liściaste razem	Gatunki razem
Białystok	68	12	0	0	80	0	4	16	12	5	37	117
Katowice	50	4	1	4	59	7	11	6	3	4	31	90
Kraków	10	1	9	2	22	9	5	1	1	3	19	41
Krosno	25	4	14	2	45	10	1	2	6	8	27	72
Lublin	51	0	1	0	52	0	13	9	1	1	24	76
Łódź	50	0	0	1	51	1	3	5	0	1	10	61
Olsztyn	71	4	0	0	75	5	12	13	16	3	49	124
Piła	54	0	0	0	54	0	1	4	2	0	7	61
Poznań	61	0	0	0	61	0	11	10	5	3	29	90
Szczecin	86	2	0	2	90	6	11	9	7	5	38	128
Szczecinek	71	7	0	0	78	12	3	13	10	1	39	117
Toruń	79	0	0	1	80	1	4	5	1	0	11	91
Wrocław	34	19	0	0	53	1	19	5	5	15	45	98
Zielona Góra	71	0	0	0	71	2	5	4	2	3	16	87
Gdańsk	47	2	0	3	52	3	0	6	4	0	13	65
Radom	37	1	6	0	44	1	3	3	2	1	10	54
Warszawa	23	0	0	0	23	0	1	4	2	1	8	31
Razem	888	56	31	15	990	58	107	115	79	54	413	1403

Tabela 6. Liczba SPO I rzędu w lasach wszystkich form własności, zestawienie według gatunków w układzie krain przyrodniczo leśnych - 2017 rok (granice krain według korekty z 2010 r.)

Kraina przyrodniczo- leśna	Sosna	Świerk	Jodła	Inne iglaste	Iglaste razem	Buk	Dąb	Brzoza	Olsza	Inne liściaste	Liściaste razem	Gatunki razem
Bałtycka	147	10	0	4	161	23	21	32	26	9	111	272
Mazursko-Podlaska	118	15	0	0	133	0	7	27	35	10	79	212
Wielkopolsko-Pomorska	396	3	0	4	403	7	24	23	20	12	86	489
Mazowiecko-Podlaska	194	1	0	0	195	0	14	51	26	5	96	291
Śląska	84	2	0	3	89	3	24	13	6	15	61	150
Małopolska	255	3	9	2	269	8	36	32	16	14	106	375
Sudecka	1	20	0	0	21	1	7	3	1	8	20	41
Karpacka	26	27	38	6	97	32	4	5	10	31	82	179
Razem	1221	81	47	19	1368	74	137	186	140	104	641	2009

Tabela 7. Liczba SPO I rzędu w lasach wszystkich form własności, zestawienie według gatunków w układzie województw - 2017 rok

Województwo	Sosna	Świerk	Jodla	Inne iglaste	Iglaste razem	Buk	Dąb	Brzoza	Olśza	Inne liściaste	Liściaste razem	Gatunki razem
Dolnośląskie	40	22	0	1	63	1	21	6	5	22	55	118
Kujawsko-Pomorskie	80	0	0	2	82	1	5	6	1	2	15	97
Lubelskie	79	0	0	0	79	2	20	16	9	6	53	132
Lubuskie	111	1	0	1	113	3	8	6	3	5	25	138
Łódzkie	82	0	0	1	83	1	3	8	1	1	14	97
Małopolskie	23	17	20	2	62	15	10	7	4	19	55	117
Mazowieckie	147	0	2	0	149	0	9	30	14	5	58	207
Opolskie	22	0	0	2	24	0	7	4	2	3	16	40
Podkarpackie	54	4	17	3	78	17	3	6	12	17	55	133
Podlaskie	85	9	0	0	94	0	4	21	24	3	52	146
Pomorskie	103	5	0	3	111	6	1	11	9	0	27	138
Śląskie	42	7	2	2	53	5	4	6	1	0	16	69
Świętokrzyskie	44	2	6	0	52	2	3	6	3	2	16	68
Warmińsko-Mazurskie	87	9	0	0	96	5	12	20	25	11	73	169
Wielkopolskie	127	0	0	0	127	0	14	14	13	3	44	171
Zachodniopomorskie	95	5	0	2	102	16	13	19	14	5	67	169
Razem	1221	81	47	19	1368	74	137	186	140	104	641	2009

Tabela 8. Liczba SPO I rzędu w parkach narodowych, zestawienie wg gatunków - 2017 rok

Park Narodowy	Sosna	Świerk	Jodla	Inne iglaste	Iglaste razem	Buk	Dąb	Brzoza	Olśza	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	1	0	4	6
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	4	1	14	34

Tabela 9. Udział procentowy drzew (3 grupy wiekowe) w klasach defoliacji wg gatunków na SPO I rzędu - wszystkie formy własności - 2017 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%	6,9	12,0	21,2	9,8	7,9	32,7	3,8	7,3	13,8	23,3	13,7	10,0
	1 - lekka defoliacja	11 - 25%	75,2	62,4	61,4	71,7	73,7	60,2	60,0	65,0	72,9	55,5	63,1	69,8
	2 - średnia defoliacja	26 - 60%	16,5	22,8	15,9	17,2	17,0	6,5	35,3	24,9	11,2	18,0	21,2	18,5
	3 - duża defoliacja	> 60%	0,9	1,2	1,3	0,9	0,9	0,4	0,6	1,4	1,6	2,2	1,3	1,1
	4 - drzewa martwe		0,5	1,6	0,2	0,4	0,5	0,2	0,3	1,2	0,6	0,9	0,7	0,6
	Klasy 1 – 3	> 10%	92,6	86,4	78,6	89,8	91,6	67,1	95,9	91,4	85,7	75,8	85,6	89,4
	Klasy 2 – 3	> 25%	17,4	24,0	17,2	18,1	17,9	6,9	35,9	26,4	12,7	20,3	22,5	19,6
	Klasy 2 – 4	> 25% i drz. martwe	17,9	25,6	17,4	18,5	18,4	7,1	36,2	27,6	13,3	21,2	23,3	20,2
	Klasy 3 – 4	> 60% i drz. martwe	1,4	2,8	1,4	1,3	1,5	0,6	0,9	2,7	2,2	3,1	2,0	1,7
	Liczba drzew próbnych		22297	1799	1035	530	25661	1683	3144	4317	2676	2699	14519	40180
Od 21 do 60 lat	0 - bez defoliacji	0 - 10%	6,6	11,4	27,5	14,6	7,6	41,7	7,5	8,7	16,0	25,2	15,4	10,6
	1 - lekka defoliacja	11 - 25%	74,7	64,6	58,0	70,4	73,5	53,1	67,6	68,9	70,8	57,6	65,6	70,5
	2 - średnia defoliacja	26 - 60%	17,0	21,6	11,4	13,9	17,2	4,3	24,2	20,4	10,4	14,6	17,0	17,1
	3 - duża defoliacja	> 60%	1,1	0,9	2,6	0,4	1,1	0,6	0,4	1,1	2,0	1,6	1,2	1,1
	4 - drzewa martwe		0,6	1,5	0,5	0,7	0,7	0,2	0,3	0,9	0,8	1,1	0,7	0,7
	Klasy 1 - 3	> 10%	92,8	87,1	72,0	84,6	91,8	58,1	92,2	90,4	83,2	73,8	83,8	88,7
	Klasy 2 - 3	> 25%	18,1	22,5	14,0	14,3	18,2	4,9	24,6	21,5	12,5	16,2	18,2	18,2
	Klasy 2 - 4	> 25% i drz. martwe	18,7	24,0	14,5	15,0	18,9	5,2	24,8	22,4	13,2	17,2	19,0	18,9
	Klasy 3 - 4	> 60% i drz. martwe	1,7	2,4	3,1	1,1	1,8	0,9	0,6	2,0	2,8	2,6	2,0	1,8
	Liczba drzew próbnych		9295	788	193	280	10556	465	1131	2491	1140	1324	6551	17107
Powyżej 60 lat	0 - bez defoliacji	0 - 10%	7,1	12,5	19,7	4,4	8,1	29,2	1,7	5,5	12,1	21,5	12,2	9,5
	1 - lekka defoliacja	11 - 25%	75,6	60,6	62,2	73,2	73,8	62,9	55,7	59,7	74,5	53,5	61,0	69,4
	2 - średnia defoliacja	26 - 60%	16,2	23,8	17,0	20,8	16,8	7,4	41,5	31,2	11,7	21,4	24,7	19,5
	3 - duża defoliacja	> 60%	0,8	1,4	1,0	1,6	0,8	0,2	0,7	1,9	1,2	2,8	1,4	1,0
	4 - drzewa martwe		0,4	1,7	0,1	0,0	0,4	0,2	0,3	1,7	0,5	0,7	0,7	0,5
	Klasy 1 - 3	> 10%	92,5	85,9	80,2	95,6	91,4	70,5	98,0	92,8	87,4	77,7	87,1	89,9
	Klasy 2 - 3	> 25%	16,9	25,2	17,9	22,4	17,6	7,6	42,3	33,0	13,0	24,2	26,1	20,6
	Klasy 2 - 4	> 25% i drz. martwe	17,3	26,9	18,1	22,4	18,1	7,9	42,6	34,7	13,4	24,9	26,8	21,1
	Klasy 3 - 4	> 60% i drz. martwe	1,1	3,1	1,1	1,6	1,3	0,5	1,0	3,6	1,7	3,6	2,1	1,5
	Liczba drzew próbnych		13002	1011	842	250	15105	1218	2013	1826	1536	1375	7968	23073

Tabela 10. Udział procentowy drzew (3 grupy wiekowe) w klasach odbarwienia wg gatunków na SPO I rz. - wszystkie formy własności - 2017 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%	99,2	96,8	97,8	99,4	98,9	99,5	95,3	97,7	97,7	98,3	97,5	98,4
	1 - lekkie odbarwienie	11 - 25%	0,2	1,2	1,3	0,2	0,3	0,2	3,8	0,9	1,6	0,6	1,5	0,8
	2 - średnie odbarwienie	26 - 60%	0,1	0,3	0,8	0,0	0,1	0,0	0,5	0,1	0,0	0,2	0,2	0,1
	3 - duże odbarwienie	> 60%	0,1	0,1	0,0	0,0	0,1	0,0	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,1
	4 - drzewa martwe		0,5	1,6	0,2	0,4	0,5	0,2	0,3	1,2	0,6	0,9	0,7	0,6
	Klasy 1 - 3	> 10%	0,4	1,6	2,0	0,2	0,5	0,2	4,5	1,1	1,7	0,8	1,8	1,0
	Klasy 2 - 3	> 25%	0,1	0,3	0,8	0,0	0,2	0,0	0,6	0,1	0,0	0,2	0,2	0,2
	Klasy 2 - 4	> 25% i drz. martwe	0,6	1,9	1,0	0,4	0,7	0,2	0,9	1,4	0,6	1,1	0,9	0,8
	Klasy 3 - 4	> 60% i drz. martwe	0,5	1,7	0,2	0,4	0,6	0,2	0,4	1,3	0,6	0,9	0,8	0,7
	Liczba drzew próbnych		22297	1799	1035	530	25661	1683	3144	4317	2676	2699	14519	40180
Od 21 do 60 lat	0 - bez odbarwienia	0 - 10%	99,1	96,8	98,4	99,3	98,9	99,6	97,9	98,4	97,8	98,1	98,2	98,7
	1 - lekkie odbarwienie	11 - 25%	0,1	1,4	0,5	0,0	0,2	0,2	1,8	0,7	1,4	0,5	0,9	0,5
	2 - średnie odbarwienie	26 - 60%	0,1	0,3	0,5	0,0	0,1	0,0	0,1	0,0	0,0	0,4	0,1	0,1
	3 - duże odbarwienie	> 60%	0,1	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	4 - drzewa martwe		0,6	1,5	0,5	0,7	0,7	0,2	0,3	0,9	0,8	1,1	0,7	0,7
	Klasy 1 - 3	> 10%	0,3	1,6	1,0	0,0	0,4	0,2	1,9	0,8	1,4	0,8	1,0	0,6
	Klasy 2 - 3	> 25%	0,2	0,3	0,5	0,0	0,2	0,0	0,1	0,0	0,0	0,4	0,1	0,1
	Klasy 2 - 4	> 25% i drz. martwe	0,8	1,8	1,0	0,7	0,9	0,2	0,4	0,9	0,8	1,4	0,9	0,9
	Klasy 3 - 4	> 60% i drz. martwe	0,7	1,5	0,5	0,7	0,8	0,2	0,3	0,9	0,8	1,1	0,7	0,8
	Liczba drzew próbnych		9295	788	193	280	10556	465	1131	2491	1140	1324	6551	17107
Powyżej 60 lat	0 - bez odbarwienia	0 - 10%	99,2	96,8	97,6	99,6	99,0	99,5	93,8	96,8	97,7	98,5	96,9	98,3
	1 - lekkie odbarwienie	11 - 25%	0,3	1,1	1,4	0,4	0,4	0,2	5,0	1,2	1,8	0,7	2,1	1,0
	2 - średnie odbarwienie	26 - 60%	0,1	0,3	0,8	0,0	0,1	0,0	0,7	0,1	0,0	0,0	0,2	0,2
	3 - duże odbarwienie	> 60%	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,2	0,1	0,0	0,1	0,1
	4 - drzewa martwe		0,4	1,7	0,1	0,0	0,4	0,2	0,3	1,7	0,5	0,7	0,7	0,5
	Klasy 1 - 3	> 10%	0,4	1,5	2,3	0,4	0,6	0,2	5,9	1,5	1,9	0,7	2,4	1,2
	Klasy 2 - 3	> 25%	0,1	0,4	0,8	0,0	0,2	0,0	0,9	0,3	0,1	0,0	0,3	0,2
	Klasy 2 - 4	> 25% i drz. martwe	0,5	2,1	1,0	0,0	0,6	0,2	1,2	2,0	0,5	0,7	1,0	0,7
	Klasy 3 - 4	> 60% i drz. martwe	0,4	1,8	0,1	0,0	0,5	0,2	0,4	1,9	0,5	0,7	0,8	0,6
	Liczba drzew próbnych		13002	1011	842	250	15105	1218	2013	1826	1536	1375	7968	23073

Tabela 11. Udział procentowy drzew (3 grupy wiekowe) w klasach uszkodzenia wg gatunków na SPO I rz. - wszystkie formy własności - 2017 rok

Klasyfikacja		Gatunki											
Wiek drzew	Klasy uszkodzenia	Sosna	Świerk	Jodła	Inne iglaste	Iglaste razem	Buk	Dąb	Brzoza	Olsza	Inne liściaste	Liściaste razem	Gatunki razem
Powyżej 20 lat	0 - bez uszkodzeń	6,9	12,0	21,2	9,8	7,9	32,7	3,8	7,3	13,8	23,2	13,6	10,0
	1 - klasa ostrzegawcza	75,2	62,3	61,4	71,7	73,7	60,2	60,0	65,0	72,9	55,6	63,1	69,8
	2 - lekkie i średnie uszkodzenie	16,5	22,8	15,4	17,2	16,9	6,5	35,0	25,0	11,2	18,1	21,2	18,5
	3 - duże uszkodzenie	0,9	1,2	1,8	0,9	1,0	0,4	1,0	1,4	1,6	2,2	1,4	1,1
	4 - drzewa martwe	0,5	1,6	0,2	0,4	0,5	0,2	0,3	1,2	0,6	0,9	0,7	0,6
	Klasy 1 - 3	92,6	86,4	78,6	89,8	91,6	67,1	95,9	91,4	85,7	75,9	85,6	89,4
	Klasy 2 - 3	17,4	24,1	17,2	18,1	17,9	6,9	36,0	26,4	12,7	20,3	22,6	19,6
	Klasy 2 - 4	17,9	25,7	17,4	18,5	18,4	7,1	36,3	27,6	13,3	21,2	23,3	20,2
	Klasy 3 - 4	1,4	2,8	2,0	1,3	1,5	0,6	1,2	2,7	2,2	3,1	2,1	1,7
	Liczba drzew próbnych	22297	1799	1035	530	25661	1683	3144	4317	2676	2699	14519	40180
Od 21 do 60 lat	0 - bez uszkodzeń	6,6	11,4	27,5	14,6	8,0	41,7	7,5	8,7	16,0	24,9	13,1	9,8
	1 - klasa ostrzegawcza	74,7	64,6	58,0	70,4	73,7	53,1	67,6	68,9	70,8	57,7	62,3	69,7
	2 - lekkie i średnie uszkodzenie	17,0	21,6	10,9	13,9	16,9	4,3	24,3	20,4	10,4	14,7	22,4	18,8
	3 - duże uszkodzenie	1,1	0,9	3,1	0,4	0,9	0,6	0,4	1,1	2,0	1,6	1,4	1,1
	4 - drzewa martwe	0,6	1,5	0,5	0,7	0,5	0,2	0,3	0,9	0,8	1,1	0,7	0,6
	Klasy 1 - 3	92,8	87,1	72,0	84,6	91,5	58,1	92,2	90,4	83,2	74,0	86,1	89,6
	Klasy 2 - 3	18,1	22,5	14,0	14,3	17,8	4,9	24,7	21,5	12,5	16,3	23,8	19,9
	Klasy 2 - 4	18,7	24,0	14,5	15,0	18,3	5,2	24,9	22,4	13,2	17,4	24,6	20,5
	Klasy 3 - 4	1,7	2,4	3,6	1,1	1,4	0,9	0,6	2,0	2,8	2,6	2,2	1,7
	Liczba drzew próbnych	9295	788	193	280	40766	465	1131	2491	1140	1324	22487	63253
Powyżej 60 lat	0 - bez uszkodzeń	7,1	12,5	19,7	4,4	8,1	29,2	1,7	5,5	12,1	21,5	12,2	9,5
	1 - klasa ostrzegawcza	75,6	60,5	62,2	73,2	73,8	62,9	55,7	59,7	74,5	53,5	61,0	69,3
	2 - lekkie i średnie uszkodzenie	16,1	23,8	16,4	20,8	16,7	7,4	41,0	31,2	11,7	21,4	24,6	19,5
	3 - duże uszkodzenie	0,8	1,5	1,5	1,6	0,9	0,2	1,3	1,9	1,2	2,8	1,5	1,1
	4 - drzewa martwe	0,4	1,7	0,1	0,0	0,4	0,2	0,3	1,7	0,5	0,7	0,7	0,5
	Klasy 1 - 3	92,5	85,9	80,2	95,6	91,4	70,5	98,0	92,8	87,4	77,7	87,1	89,9
	Klasy 2 - 3	16,9	25,3	17,9	22,4	17,6	7,6	42,3	33,1	13,0	24,2	26,1	20,6
	Klasy 2 - 4	17,3	27,0	18,1	22,4	18,1	7,9	42,6	34,8	13,4	24,9	26,8	21,1
	Klasy 3 - 4	1,2	3,2	1,7	1,6	1,3	0,5	1,6	3,6	1,7	3,6	2,2	1,6
	Liczba drzew próbnych	13002	1011	842	250	15105	1218	2013	1826	1536	1375	7968	23073

Tabela 12. Udział procentowy drzew (3 grupy wiekowe) w kl. defoliacji wg gat. na SPO I rz. - lasy w zarządzie Lasów Państwowych - 2017 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%	7,3	13,3	19,0	8,9	8,2	33,1	3,6	8,4	13,4	24,2	13,7	10,1
	1 - lekka defoliacja	11 - 25%	76,7	64,8	62,2	74,4	75,2	60,5	60,2	65,0	72,3	53,9	62,7	71,0
	2 - średnia defoliacja	26 - 60%	14,9	20,0	17,2	15,8	15,4	5,9	35,4	24,1	12,0	17,9	21,7	17,5
	3 - duża defoliacja	> 60%	0,7	0,5	1,4	0,9	0,7	0,4	0,5	1,4	1,6	3,0	1,3	0,9
	4 - drzewa martwe		0,4	1,4	0,1	0,0	0,5	0,2	0,2	1,1	0,7	1,0	0,6	0,5
	Klasy 1 - 3	> 10%	92,3	85,3	80,8	91,1	91,3	66,8	96,1	90,5	85,9	74,8	85,7	89,4
	Klasy 2 - 3	> 25%	15,6	20,5	18,6	16,7	16,1	6,3	35,9	25,5	13,6	20,9	22,9	18,4
	Klasy 2 - 4	> 25% i drz. martwe	16,0	21,9	18,8	16,7	16,6	6,4	36,2	26,6	14,3	21,9	23,6	18,9
	Klasy 3 - 4	> 60% i drz. martwe	1,1	1,9	1,5	0,9	1,2	0,5	0,7	2,5	2,3	3,9	1,9	1,4
	Liczba drzew próbnych		16119	1305	725	450	18599	1312	2497	2691	1579	1354	9433	28032
Od 21 do 60 lat	0 - bez defoliacji	0 - 10%	7,0	11,9	21,3	13,4	7,9	44,2	7,5	10,2	15,5	30,4	16,5	10,9
	1 - lekka defoliacja	11 - 25%	77,3	67,6	59,6	76,1	76,1	51,6	68,8	66,7	71,1	53,1	64,6	72,0
	2 - średnia defoliacja	26 - 60%	14,5	18,6	15,4	10,1	14,7	3,2	23,3	20,9	10,5	13,0	17,0	15,5
	3 - duża defoliacja	> 60%	0,7	0,3	3,7	0,4	0,8	0,8	0,2	1,2	1,9	2,5	1,2	0,9
	4 - drzewa martwe		0,5	1,5	0,0	0,0	0,6	0,3	0,2	1,0	0,9	0,9	0,7	0,6
	Klasy 1 - 3	> 10%	92,5	86,6	78,7	86,6	91,5	55,5	92,2	88,8	83,5	68,6	82,8	88,4
	Klasy 2 - 3	> 25%	15,2	19,0	19,1	10,5	15,5	3,9	23,5	22,1	12,4	15,5	18,2	16,4
	Klasy 2 - 4	> 25% i drz. martwe	15,8	20,4	19,1	10,5	16,0	4,2	23,7	23,2	13,3	16,4	18,9	17,1
	Klasy 3 - 4	> 60% i drz. martwe	1,3	1,8	3,7	0,4	1,3	1,1	0,4	2,3	2,8	3,4	2,0	1,6
	Liczba drzew próbnych		6138	612	136	238	7124	380	903	1464	637	529	3913	11037
Powyżej 60 lat	0 - bez defoliacji	0 - 10%	7,5	14,6	18,5	3,8	8,4	28,5	1,4	6,4	11,9	20,2	11,7	9,5
	1 - lekka defoliacja	11 - 25%	76,3	62,2	62,8	72,6	74,7	64,2	55,3	63,0	73,1	54,4	61,4	70,4
	2 - średnia defoliacja	26 - 60%	15,1	21,2	17,7	22,2	15,8	7,0	42,3	28,0	13,0	21,1	25,0	18,8
	3 - duża defoliacja	> 60%	0,7	0,7	0,8	1,4	0,7	0,2	0,6	1,5	1,5	3,3	1,3	0,9
	4 - drzewa martwe		0,3	1,3	0,2	0,0	0,4	0,1	0,3	1,1	0,5	1,0	0,6	0,4
	Klasy 1 - 3	> 10%	92,2	84,1	81,3	96,2	91,2	71,4	98,3	92,5	87,6	78,8	87,7	90,1
	Klasy 2 - 3	> 25%	15,9	21,9	18,5	23,6	16,5	7,2	43,0	29,5	14,4	24,4	26,3	19,7
	Klasy 2 - 4	> 25% i drz. martwe	16,2	23,2	18,7	23,6	16,9	7,3	43,2	30,6	15,0	25,3	26,9	20,1
	Klasy 3 - 4	> 60% i drz. martwe	1,1	2,0	1,0	1,4	1,1	0,3	0,9	2,7	2,0	4,2	1,9	1,4
	Liczba drzew próbnych		9981	693	589	212	11475	932	1594	1227	942	825	5520	16995

Tabela 13. Udział procentowy drzew (3 grupy wiekowe) w klasach defoliacji wg gatunków na SPO I rzędu - lasy prywatne - 2017 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%	5,7	9,7	31,8	0,0	6,9	35,5	5,8	5,8	14,6	21,4	13,3	9,6
	1 - lekka defoliacja	11 - 25%	71,4	54,1	58,3	20,0	69,7	51,0	67,5	66,4	74,6	58,2	65,5	68,0
	2 - średnia defoliacja	26 - 60%	21,0	30,2	9,1	70,0	21,1	12,9	25,9	25,1	9,0	18,2	19,1	20,3
	3 - duża defoliacja	> 60%	1,4	2,8	0,4	0,0	1,4	0,0	0,6	1,3	1,2	1,5	1,2	1,3
	4 - drzewa martwe		0,6	3,1	0,4	10,0	0,8	0,6	0,2	1,4	0,5	0,8	0,9	0,8
	Klasy 1 - 3	> 10%	93,7	87,1	67,8	90,0	92,3	63,9	94,0	92,8	84,9	77,9	85,8	89,6
	Klasy 2 - 3	> 25%	22,3	33,0	9,5	70,0	22,5	12,9	26,5	26,4	10,3	19,7	20,3	21,6
	Klasy 2 - 4	> 25% i drz. martwe	22,9	36,2	9,9	80,0	23,3	13,5	26,7	27,8	10,8	20,4	21,2	22,4
	Klasy 3 - 4	> 60% i drz. martwe	2,0	6,0	0,8	10,0	2,2	0,6	0,9	2,7	1,8	2,3	2,1	2,1
	Liczba drzew próbnych		5421	318	242	20	6001	155	468	1432	964	1184	4203	10204
Od 21 do 60 lat	0 - bez defoliacji	0 - 10%	5,5	9,8	42,1	0,0	6,3	40,0	8,8	6,9	17,4	20,1	13,6	9,5
	1 - lekka defoliacja	11 - 25%	69,5	55,9	54,4	22,2	68,3	50,0	69,9	74,0	70,9	62,7	69,3	68,8
	2 - średnia defoliacja	26 - 60%	22,4	29,4	1,8	66,7	22,6	10,0	20,2	17,4	9,4	15,1	15,2	19,4
	3 - duża defoliacja	> 60%	1,8	3,5	0,0	0,0	1,9	0,0	0,5	1,0	1,7	1,1	1,1	1,5
	4 - drzewa martwe		0,7	1,4	1,8	11,1	0,8	0,0	0,5	0,7	0,6	1,0	0,8	0,8
	Klasy 1 - 3	> 10%	93,8	88,8	56,1	88,9	92,8	60,0	90,7	92,4	82,0	79,0	85,7	89,7
	Klasy 2 - 3	> 25%	24,3	32,9	1,8	66,7	24,5	10,0	20,7	18,4	11,1	16,3	16,3	20,9
	Klasy 2 - 4	> 25% i drz. martwe	25,0	34,3	3,5	77,8	25,3	10,0	21,2	19,1	11,7	17,3	17,1	21,7
	Klasy 3 - 4	> 60% i drz. martwe	2,6	4,9	1,8	11,1	2,7	0,0	1,0	1,7	2,3	2,1	1,9	2,3
	Liczba drzew próbnych		2777	143	57	18	2995	30	193	942	478	713	2356	5351
Powyżej 60 lat	0 - bez defoliacji	5,3	5,9	9,7	28,6	0,0	7,6	34,4	3,6	3,7	11,9	23,4	12,9	9,6
	1 - lekka defoliacja	73,1	73,3	52,6	59,5	0,0	71,2	51,2	65,8	51,8	78,2	51,4	60,7	67,2
	2 - średnia defoliacja	20,2	19,4	30,9	11,4	100,0	19,6	13,6	29,8	39,8	8,6	22,7	24,0	21,3
	3 - duża defoliacja	1,0	0,9	2,3	0,5	0,0	0,9	0,0	0,7	2,0	0,8	2,1	1,4	1,1
	4 - drzewa martwe	0,3	0,5	4,6	0,0	0,0	0,7	0,8	0,0	2,7	0,4	0,4	1,0	0,8
	Klasy 1 - 3	94,3	93,5	85,7	71,4	100,0	91,7	64,8	96,4	93,7	87,7	76,2	86,1	89,6
	Klasy 2 - 3	21,2	20,3	33,1	11,9	100,0	20,6	13,6	30,5	41,8	9,5	24,8	25,4	22,4
	Klasy 2 - 4	21,5	20,8	37,7	11,9	100,0	21,3	14,4	30,5	44,5	9,9	25,3	26,4	23,2
	Klasy 3 - 4	1,4	1,4	6,9	0,5	0,0	1,7	0,8	0,7	4,7	1,2	2,5	2,4	1,9
	Liczba drzew próbnych		2644	175	185	2	3006	125	275	490	486	471	1847	4853

*) 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 - 2017 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%	1,6	1,7	0,0	5,6	1,6	28,0	8,3	2,6	6,7	25,9	15,9	8,2
	1 - lekka defoliacja	11 - 25%	68,6	54,7	57,8	83,3	63,6	62,4	83,3	55,3	65,3	55,6	61,6	62,6
	2 - średnia defoliacja	26 - 60%	28,6	39,3	37,8	5,6	32,1	8,0	8,3	36,8	22,7	14,8	19,0	26,0
	3 - duża defoliacja	> 60%	0,5	4,3	4,4	5,6	2,5	0,8	0,0	0,0	5,3	3,7	1,9	2,2
	4 - drzewa martwe		0,5	0,0	0,0	0,0	0,3	0,8	0,0	5,3	0,0	0,0	1,6	0,9
	Klasy 1 - 3	> 10%	97,8	98,3	100,0	94,4	98,1	71,2	91,7	92,1	93,3	74,1	82,5	90,9
	Klasy 2 - 3	> 25%	29,2	43,6	42,2	11,1	34,5	8,8	8,3	36,8	28,0	18,5	21,0	28,2
	Klasy 2 - 4	> 25% i drz. martwe	29,7	43,6	42,2	11,1	34,8	9,6	8,3	42,1	28,0	18,5	22,5	29,1
	Klasy 3 - 4	> 60% i drz. martwe	1,1	4,3	4,4	5,6	2,7	1,6	0,0	5,3	5,3	3,7	3,5	3,1
	Liczba drzew próbnych		185	117	45	18	365	125	12	76	75	27	315	680
Od 21 do 60 lat	0 - bez defoliacji	0 - 10%	1,4	0,0	-	-	1,1	36,4	-	0,0	0,0	26,7	13,2	7,1
	1 - lekka defoliacja	11 - 25%	62,3	47,8	-	-	58,7	50,0	-	62,1	60,0	66,7	59,3	59,0
	2 - średnia defoliacja	26 - 60%	34,8	52,2	-	-	39,1	13,6	-	37,9	28,0	6,7	24,2	31,7
	3 - duża defoliacja	> 60%	0,0	0,0	-	-	0,0	0,0	-	0,0	12,0	0,0	3,3	1,6
	4 - drzewa martwe		1,4	0,0	-	-	1,1	0,0	-	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5
	Klasy 1 - 3	> 10%	97,1	100,0	-	-	97,8	63,6	-	100,0	100,0	73,3	86,8	92,3
	Klasy 2 - 3	> 25%	34,8	52,2	-	-	39,1	13,6	-	37,9	40,0	6,7	27,5	33,3
	Klasy 2 - 4	> 25% i drz. martwe	36,2	52,2	-	-	40,2	13,6	-	37,9	40,0	6,7	27,5	33,9
	Klasy 3 - 4	> 60% i drz. martwe	1,4	0,0	-	-	1,1	0,0	-	0,0	12,0	0,0	3,3	2,2
	Liczba drzew próbnych		69	23	0	0	92	22	0	29	25	15	91	183
Powyżej 60 lat	0 - bez defoliacji	0 - 10%	1,7	2,1	0,0	5,6	1,8	26,2	8,3	4,3	10,0	25,0	17,0	8,7
	1 - lekka defoliacja	11 - 25%	72,4	56,4	57,8	83,3	65,2	65,0	83,3	51,1	68,0	41,7	62,5	64,0
	2 - średnia defoliacja	26 - 60%	25,0	36,2	37,8	5,6	29,7	6,8	8,3	36,2	20,0	25,0	17,0	23,9
	3 - duża defoliacja	> 60%	0,9	5,3	4,4	5,6	3,3	1,0	0,0	0,0	2,0	8,3	1,3	2,4
	4 - drzewa martwe		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	8,5	0,0	0,0	2,2	1,0
	Klasy 1 - 3	> 10%	98,3	97,9	100,0	94,4	98,2	72,8	91,7	87,2	90,0	75,0	80,8	90,3
	Klasy 2 - 3	> 25%	25,9	41,5	42,2	11,1	33,0	7,8	8,3	36,2	22,0	33,3	18,3	26,4
	Klasy 2 - 4	> 25% i drz. martwe	25,9	41,5	42,2	11,1	33,0	8,7	8,3	44,7	22,0	33,3	20,5	27,4
	Klasy 3 - 4	> 60% i drz. martwe	0,9	5,3	4,4	5,6	3,3	1,9	0,0	8,5	2,0	8,3	3,6	3,4
	Liczba drzew próbnych		116	94	45	18	273	103	12	47	50	12	224	497

Tabela 15. Udział procentowy drzew (3 grupy wiekowe) w kl. defoliacji wg gat. na SPO I rz. - lasy pozostałych kategorii własności - 2017 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%	8,6	15,3	17,4	26,2	10,5	28,6	0,0	4,2	19,0	30,6	14,6	12,3
	1 - lekka defoliacja	11 - 25%	72,6	69,5	78,3	61,9	71,8	68,1	34,7	55,9	70,7	48,5	51,4	62,7
	2 - średnia defoliacja	26 - 60%	17,1	13,6	4,3	11,9	16,1	3,3	61,7	34,7	10,3	18,7	31,3	22,9
	3 - duża defoliacja	> 60%	0,7	0,0	0,0	0,0	0,6	0,0	2,4	5,1	0,0	0,7	1,9	1,2
	4 - drzewa martwe		1,0	1,7	0,0	0,0	1,0	0,0	1,2	0,0	0,0	1,5	0,7	0,9
	Klasy 1 - 3	> 10%	90,4	83,1	82,6	73,8	88,5	71,4	98,8	95,8	81,0	67,9	84,7	86,8
	Klasy 2 - 3	> 25%	17,8	13,6	4,3	11,9	16,7	3,3	64,1	39,8	10,3	19,4	33,3	24,1
	Klasy 2 - 4	> 25% i drz. martwe	18,9	15,3	4,3	11,9	17,7	3,3	65,3	39,8	10,3	20,9	34,0	25,0
	Klasy 3 - 4	> 60% i drz. martwe	1,7	1,7	0,0	0,0	1,6	0,0	3,6	5,1	0,0	2,2	2,6	2,1
	Liczba drzew próbnych		572	59	23	42	696	91	167	118	58	134	568	1264
Od 21 do 60 lat	0 - bez defoliacji	0 - 10%	10,0	30,0	-	37,5	12,5	18,2	0,0	3,6	-	37,3	17,3	14,2
	1 - lekka defoliacja	11 - 25%	73,0	40,0	-	50,0	70,4	75,8	25,7	46,4	-	37,3	44,5	61,2
	2 - średnia defoliacja	26 - 60%	14,8	20,0	-	12,5	14,8	6,1	71,4	48,2	-	22,4	36,1	22,4
	3 - duża defoliacja	> 60%	0,6	0,0	-	0,0	0,6	0,0	2,9	1,8	-	0,0	1,0	0,7
	4 - drzewa martwe		1,6	10,0	-	0,0	1,7	0,0	0,0	0,0	-	3,0	1,0	1,5
	Klasy 1 - 3	> 10%	88,4	60,0	-	62,5	85,8	81,8	100,0	96,4	-	59,7	81,7	84,3
	Klasy 2 - 3	> 25%	15,4	20,0	-	12,5	15,4	6,1	74,3	50,0	-	22,4	37,2	23,1
	Klasy 2 - 4	> 25% i drz. martwe	17,0	30,0	-	12,5	17,1	6,1	74,3	50,0	-	25,4	38,2	24,6
	Klasy 3 - 4	> 60% i drz. martwe	2,3	10,0	-	0,0	2,3	0,0	2,9	1,8	-	3,0	2,1	2,2
	Liczba drzew próbnych		311	10	0	24	345	33	35	56	0	67	191	536
Powyżej 60 lat	0 - bez defoliacji	0 - 10%	6,9	12,2	17,4	11,1	8,5	34,5	0,0	4,8	19,0	23,9	13,3	11,0
	1 - lekka defoliacja	11 - 25%	72,0	75,5	78,3	77,8	73,2	63,8	37,1	64,5	70,7	59,7	54,9	63,7
	2 - średnia defoliacja	26 - 60%	19,9	12,2	4,3	11,1	17,4	1,7	59,1	22,6	10,3	14,9	28,9	23,4
	3 - duża defoliacja	> 60%	0,8	0,0	0,0	0,0	0,6	0,0	2,3	8,1	0,0	1,5	2,4	1,5
	4 - drzewa martwe		0,4	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	1,5	0,0	0,0	0,0	0,5	0,4
	Klasy 1 - 3	> 10%	92,7	87,8	82,6	88,9	91,2	65,5	98,5	95,2	81,0	76,1	86,2	88,6
	Klasy 2 - 3	> 25%	20,7	12,2	4,3	11,1	17,9	1,7	61,4	30,6	10,3	16,4	31,3	24,9
	Klasy 2 - 4	> 25% i drz. martwe	21,1	12,2	4,3	11,1	18,2	1,7	62,9	30,6	10,3	16,4	31,8	25,3
	Klasy 3 - 4	> 60% i drz. martwe	1,1	0,0	0,0	0,0	0,9	0,0	3,8	8,1	0,0	1,5	2,9	1,9
	Liczba drzew próbnych		261	49	23	18	351	58	132	62	58	67	377	728

Tabela 16. Średnia defoliacja monitorowanych gatunków według form własności i przedziałów wieku - 2017 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	6138	22,1	612	22,5	136	22,0	238	20,1	7124	22,1	380	14,9	903	23,1	1464	23,3	637	20,9	529	20,2	3913	21,6	11037	21,9
	> 60 lat	9981	22,1	693	23,5	589	21,1	212	23,8	11475	22,2	932	17,2	1594	27,6	1227	25,3	942	21,4	825	23,6	5520	23,7	16995	22,7
	> 20 lat	16119	22,1	1305	23,0	725	21,3	450	21,8	18599	22,2	1312	16,5	2497	26,0	2691	24,2	1579	21,2	1354	22,3	9433	22,8	28032	22,4
Lasy prywatne	21- 60 lat	2777	24,7	143	26,9	57	15,0	18	41,4	2995	24,7	30	15,3	193	23,0	942	23,5	478	20,2	713	21,2	2356	22,0	5351	23,5
	> 60 lat	2644	23,5	175	29,8	185	18,1	2	45,0	3006	23,6	125	18,3	275	25,1	490	30,2	486	19,9	471	22,7	1847	24,0	4853	23,7
	> 20 lat	5421	24,1	318	28,5	242	17,3	20	41,8	6001	24,1	155	17,7	468	24,2	1432	25,8	964	20,0	1184	21,8	4203	22,9	10204	23,6
Parki Narodowe	21- 60 lat	69	27,1	23	31,1	0	-	0	-	92	28,1	22	17,3	0	-	29	25,5	25	30,6	15	17,0	91	23,5	183	25,8
	> 60 lat	116	23,8	94	29,6	45	30,3	18	23,9	273	26,9	103	18,7	12	19,2	47	32,0	50	22,6	12	29,2	224	23,0	497	25,1
	> 20 lat	185	25,0	117	29,9	45	30,3	18	23,9	365	27,2	125	18,5	12	19,2	76	29,5	75	25,3	27	22,4	315	23,1	680	25,3
Inne Skarbu Państwa (a)	21- 60 lat	93	20,2	1	45,0	0	-	24	19,0	118	20,1	6	10,8	0	-	12	25,0	0	-	32	23,1	50	22,1	168	20,7
	> 60 lat	93	24,7	4	31,3	1	10,0	16	21,9	114	24,4	3	11,7	59	37,7	20	17,5	1	25,0	32	17,0	115	27,7	229	26,0
	> 20 lat	186	22,4	5	34,0	1	10,0	40	20,1	232	22,2	9	11,1	59	37,7	32	20,3	1	25,0	64	20,1	165	26,0	397	23,8
Gminne (b)	21- 60 lat	81	25,9	9	26,1	0	-	0	-	90	25,9	13	17,7	26	34,6	37	28,2	0	-	4	17,5	80	28,1	170	26,9
	> 60 lat	129	23,3	42	19,9	22	19,1	2	17,5	195	22,0	38	13,7	53	29,6	37	31,8	0	-	7	20,0	135	25,2	330	23,3
	> 20 lat	210	24,3	51	21,0	22	19,1	2	17,5	285	23,3	51	14,7	79	31,3	74	30,0	0	-	11	19,1	215	26,3	500	24,6
Wspólnoty gruntowe (c)	21- 60 lat	117	22,8	0	-	0	-	0	-	117	22,8	0	-	2	32,5	5	44,0	0	-	11	28,2	18	33,1	135	24,1
	> 60 lat	2	17,5	0	-	0	-	0	-	2	17,5	0	-	0	-	3	56,7	19	16,8	1	80,0	23	24,8	25	24,2
	> 20 lat	119	22,7	0	-	0	-	0	-	119	22,7	0	-	2	32,5	8	48,8	19	16,8	12	32,5	41	28,4	160	24,2
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	-	38	18,8	18	25,0	57	21,0	58	20,9
	> 20 lat	0	-	1	15,0	0	-	0	-	1	15,0	0	-	2	30,0	0	-	38	18,8	19	24,7	59	21,1	60	21,0
Inne (e)	21- 60 lat	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	1	15,0	0	-	0	-	0	-	0	-	1	15,0	1	15,0
	> 60 lat	20	20,5	2	10,0	0	-	0	-	22	19,5	5	19,0	11	26,8	0	-	0	-	8	19,4	24	22,7	46	21,2
	> 20 lat	20	20,5	2	10,0	0	-	0	-	22	19,5	6	18,3	11	26,8	0	-	0	-	8	19,4	25	22,4	47	21,1
Agencja Rolna Skarbu Państwa (f)	21- 60 lat	20	20,3	0	-	0	-	0	-	20	20,3	13	20,8	6	26,7	2	25,0	0	-	19	15,8	40	19,5	60	19,8
	> 60 lat	17	20,3	0	-	0	-	0	-	17	20,3	12	17,5	8	28,1	2	22,5	0	-	1	25,0	23	22,0	40	21,3
	> 20 lat	37	20,3	0	-	0	-	0	-	37	20,3	25	19,2	14	27,5	4	23,8	0	-	20	16,3	63	20,4	100	20,4
Inne formy własności razem (a-f)	21- 60 lat	311	22,7	10	28,0	0	-	24	19,0	345	22,6	33	17,6	35	33,0	56	28,8	0	-	67	21,5	191	25,1	536	23,5
	> 60 lat	261	23,3	49	20,3	23	18,7	18	21,4	351	22,5	58	14,8	132	32,9	62	28,1	58	18,3	67	20,8	377	24,9	728	23,8
	> 20 lat	572	23,0	59	21,6	23	18,7	42	20,0	696	22,5	91	15,8	167	32,9	118	28,4	58	18,3	134	21,2	568	25,0	1264	23,6
Wszystkie formy własności	21- 60 lat	9295	23,0	788	23,6	193	19,9	280	21,4	10556	22,9	465	15,2	1131	23,4	2491	23,6	1140	20,8	1324	20,8	6551	21,9	17107	22,5
	> 60 lat	13002	22,5	1011	25,0	842	20,9	250	23,8	15105	22,6	1218	17,3	2013	27,6	1826	26,9	1536	20,8	1375	23,2	7968	23,8	23073	23,0
	> 20 lat	22297	22,7	1799	24,4	1035	20,7	530	22,5	25661	22,7	1683	16,7	3144	26,1	4317	25,0	2676	20,8	2699	22,0	14519	22,9	40180	22,8

Tabela 17. 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 przyrodniczo-leśnych, wiek > 20 lat, 2017 r. (LP – Lasy Państwowe, PN – parki narodowe)

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	11,1	7,5	-	13,7	10,8	29,2	5,5	13,5	10,8	26,9	15,9	13,1
	1	82,2	72,0	-	77,4	81,0	68,1	70,5	77,0	77,9	62,9	72,8	77,3
	2-4	6,8	20,5	-	8,9	8,2	2,7	24,0	9,6	11,3	10,3	11,3	9,6
	śr.def.	19,1	22,5	-	19,1	19,5	15,6	22,9	19,3	19,7	18,4	19,2	19,4
Bałtycka własność osób fizycznych	0	4,7	0,0	-	-	4,5	7,1	0,0	2,3	23,1	20,6	13,4	8,8
	1	84,8	85,7	-	-	84,8	85,7	78,9	88,6	74,4	57,1	73,2	79,3
	2-4	10,5	14,3	-	-	10,6	7,1	21,1	9,1	2,6	22,2	13,4	11,9
	śr.def.	20,9	22,9	-	-	20,9	19,3	26,6	21,1	17,2	24,9	22,0	21,5
Bałtycka w granicach PN	0	3,7	-	-	-	3,7	0,0	8,3	-	-	-	7,7	5,0
	1	63,0	-	-	-	63,0	100,0	83,3	-	-	-	84,6	70,0
	2-4	33,3	-	-	-	33,3	0,0	8,3	-	-	-	7,7	25,0
	śr.def.	24,8	-	-	-	24,8	15,0	19,2	-	-	-	18,8	22,9
Bałtycka inne własności	0	4,7	-	-	-	4,7	10,5	0,0	13,3	0,0	84,6	22,4	14,3
	1	75,0	-	-	-	75,0	84,2	61,5	86,7	100,0	15,4	69,7	72,1
	2-4	20,3	-	-	-	20,3	5,3	38,5	0,0	0,0	0,0	7,9	13,6
	śr.def.	24,1	-	-	-	24,1	18,2	26,9	16,7	25,0	11,2	18,0	20,8
Mazursko-Podl. w zarządzie LP	0	2,3	11,9	-	5,0	4,0	30,0	0,6	4,3	10,7	17,9	8,1	5,4
	1	85,0	70,7	-	90,0	82,6	70,0	72,8	64,8	81,1	67,5	72,4	79,0
	2-4	12,6	17,4	-	5,0	13,4	0,0	26,7	30,9	8,2	14,6	19,6	15,6
	śr.def.	23,3	22,6	-	18,5	23,1	15,5	25,1	26,5	20,7	20,5	23,3	23,2
Mazursko-Podl. własność osób fizycznych	0	4,3	7,4	-	-	4,5	-	0,0	6,1	12,6	27,8	14,8	9,4
	1	76,6	37,0	-	-	74,3	-	84,6	66,3	80,8	51,3	70,0	72,2
	2-4	19,1	55,6	-	-	21,2	-	15,4	27,6	6,5	20,9	15,2	18,3
	śr.def.	24,4	29,1	-	-	24,6	-	25,0	24,2	19,2	20,3	20,8	22,8
Mazursko-Podl. w granicach PN	0	0,0	0,0	-	-	0,0	-	-	4,3	9,4	-	7,0	4,4
	1	75,7	47,8	-	-	65,0	-	-	46,8	71,7	-	60,0	61,9
	2-4	24,3	52,2	-	-	35,0	-	-	48,9	18,9	-	33,0	33,8
	śr.def.	25,4	31,1	-	-	27,6	-	-	32,9	22,8	-	27,6	27,6
Mazursko-Podl. inne własności	0	35,0	-	-	-	35,0	-	-	-	-	-	-	35,0
	1	55,0	-	-	-	55,0	-	-	-	-	-	-	55,0
	2-4	10,0	-	-	-	10,0	-	-	-	-	-	-	10,0
	śr.def.	20,3	-	-	-	20,3	-	-	-	-	-	-	20,3
Wielkopolsko-Pomorska w zarządzie LP	0	6,3	18,8	-	14,5	6,6	21,6	4,7	8,4	22,8	35,7	14,3	8,2
	1	76,5	68,8	-	72,6	76,3	74,5	59,0	65,7	69,6	50,6	62,7	73,5
	2-4	17,2	12,5	-	12,9	17,1	3,9	36,4	26,0	7,7	13,7	22,9	18,3
	śr.def.	22,3	20,0	-	21,1	22,3	16,2	26,3	23,8	18,5	18,7	22,5	22,3
Wielkopolsko-Pomorska własność osób fizycznych	0	3,9	0,0	-	0,0	3,9	-	10,5	8,1	21,7	0,0	11,9	5,7
	1	75,4	33,3	-	13,3	74,1	-	52,6	65,7	72,3	40,0	63,1	71,6
	2-4	20,6	66,7	-	86,7	22,0	-	36,8	26,3	6,0	60,0	25,0	22,7
	śr.def.	23,0	33,3	-	44,7	23,4	-	25,8	24,7	19,0	33,0	24,0	23,6
Wielkopolsko-Pomorska w granicach PN	0	2,5	-	-	-	2,5	-	-	-	0,0	0,0	0,0	1,7
	1	70,0	-	-	-	70,0	-	-	-	75,0	58,3	65,0	68,3
	2-4	27,5	-	-	-	27,5	-	-	-	25,0	41,7	35,0	30,0
	śr.def.	25,1	-	-	-	25,1	-	-	-	22,5	32,9	28,8	26,3
Wielkopolsko-Pomorska inne własności	0	3,2	0,0	-	8,3	3,8	20,0	0,0	0,0	13,2	16,7	11,9	8,3
	1	83,9	100,0	-	83,3	84,0	80,0	21,4	42,9	76,3	63,9	60,4	70,8
	2-4	12,9	0,0	-	8,3	12,3	0,0	78,6	57,1	10,5	19,4	27,6	20,8
	śr.def.	22,1	15,0	-	20,8	21,9	15,6	41,6	27,1	18,8	21,4	24,1	23,1
Mazowiecko-Podlaska w zarządzie LP	0	4,5	7,7	-	36,4	5,0	50,0	1,8	7,1	6,9	21,3	6,8	5,6
	1	76,0	65,4	-	63,6	75,6	50,0	58,9	67,3	82,2	60,0	65,6	72,2
	2-4	19,5	26,9	-	0,0	19,4	0,0	39,3	25,7	10,9	18,8	27,6	22,2
	śr.def.	23,4	28,8	-	15,0	23,4	12,5	26,7	25,4	20,8	20,3	24,8	23,9

Tabela 17. – 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	2,8	0,0	-	0,0	2,7	-	6,8	7,4	14,6	8,1	9,7	5,7
	1	73,2	50,0	-	100,0	73,2	-	81,2	72,3	76,6	65,7	73,6	73,4
	2-4	24,0	50,0	-	0,0	24,0	-	12,0	20,3	8,8	26,2	16,8	21,0
	śr.def.	24,7	30,0	-	25,0	24,7	-	21,1	23,7	19,6	25,0	22,3	23,7
Mazowiecko- Podlaska w granicach PN	0	1,6	-	-	-	1,6	-	-	0,0	0,0	-	0,0	1,0
	1	71,0	-	-	-	71,0	-	-	62,5	35,7	-	52,6	64,0
	2-4	27,4	-	-	-	27,4	-	-	37,5	64,3	-	47,4	35,0
	śr.def.	24,1	-	-	-	24,1	-	-	25,4	36,1	-	29,3	26,1
Mazowiecko- Podlaska inne własności	0	4,5	-	-	0,0	4,3	-	0,0	0,0	-	-	0,0	3,8
	1	69,7	-	-	75,0	70,0	-	11,1	0,0	-	-	10,0	62,5
	2-4	25,8	-	-	25,0	25,7	-	88,9	100,0	-	-	90,0	33,8
	śr.def.	26,1	-	-	25,0	26,0	-	37,2	50,0	-	-	38,5	27,6
Śląska w zarządzie LP	0	4,2	27,8	-	1,6	5,3	20,8	5,0	9,0	20,4	15,6	11,1	7,7
	1	73,2	58,2	-	79,4	72,7	69,4	56,3	48,2	58,5	45,8	53,2	64,5
	2-4	22,6	13,9	-	19,0	22,0	9,7	38,7	42,8	21,1	38,7	35,7	27,8
	śr.def.	24,2	18,6	-	24,0	23,9	19,7	26,0	28,2	20,6	27,5	25,8	24,7
Śląska własność osób fizycznych	0	0,0	-	-	-	0,0	-	0,0	0,0	-	13,0	7,2	3,4
	1	71,3	-	-	-	71,3	-	62,5	23,8	-	67,4	55,4	63,8
	2-4	28,7	-	-	-	28,7	-	37,5	76,2	-	19,6	37,3	32,8
	śr.def.	27,7	-	-	-	27,7	-	30,0	42,4	-	21,0	28,1	27,9
Śląska w granicach PN	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2-4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	śr.def.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Śląska inne własności	0	5,0	-	-	47,1	17,5	0,0	0,0	0,0	-	19,4	5,8	10,0
	1	85,0	-	-	41,2	71,9	66,7	35,1	55,6	-	45,2	41,7	52,5
	2-4	10,0	-	-	11,8	10,5	33,3	64,9	44,4	-	35,5	52,4	37,5
	śr.def.	20,0	-	-	17,4	19,2	22,5	30,7	54,4	-	25,2	30,6	26,6
Małopolska w zarządzie LP	0	13,7	1,8	8,8	4,5	13,0	48,0	2,9	5,0	9,3	24,0	11,7	12,6
	1	68,3	35,7	56,9	68,2	67,0	43,3	54,7	49,5	58,3	48,1	51,8	62,0
	2-4	17,9	62,5	34,4	27,3	20,0	8,7	42,4	45,5	32,5	27,9	36,5	25,5
	śr.def.	21,7	35,8	27,3	23,6	22,4	16,2	27,5	27,7	27,5	25,6	26,1	23,6
Małopolska własność osób fizycznych	0	10,3	7,7	23,1	0,0	10,4	58,6	6,7	2,8	17,7	23,4	12,5	11,2
	1	64,4	35,9	50,0	100,0	63,6	34,5	59,4	60,7	69,4	51,6	58,1	61,6
	2-4	25,3	56,4	26,9	0,0	26,0	6,9	33,9	36,5	12,9	25,0	29,4	27,2
	śr.def.	24,2	34,5	21,7	20,0	24,4	13,6	25,0	28,6	20,0	23,0	25,0	24,6
Małopolska w granicach PN	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	30,0	-	-	-	-	30,0	15,0
	1	58,8	100,0	100,0	100,0	76,7	60,0	-	-	-	-	60,0	68,3
	2-4	41,2	0,0	0,0	0,0	23,3	10,0	-	-	-	-	10,0	16,7
	śr.def.	27,1	18,0	17,9	20,0	23,2	18,8	-	-	-	-	18,8	21,0
Małopolska inne własności	0	11,2	-	-	14,3	11,3	100,0	0,0	1,8	31,6	18,8	9,5	10,8
	1	68,6	-	-	71,4	68,7	0,0	39,1	40,4	57,9	37,5	42,2	61,0
	2-4	20,2	-	-	14,3	20,1	0,0	60,9	57,9	10,5	43,8	48,3	28,3
	śr.def.	22,7	-	-	22,9	22,7	10,0	33,5	31,1	16,8	28,1	28,6	24,4
Sudecka W zarządzie LP	0	0,0	18,6	33,3	2,2	16,3	44,2	0,0	0,0	6,7	11,3	11,4	14,2
	1	60,0	59,1	55,6	62,2	59,4	39,5	55,7	78,4	40,0	55,7	55,4	57,7
	2-4	40,0	22,3	11,1	35,6	24,3	16,3	44,3	21,6	53,3	33,0	33,2	28,1
	śr.def.	25,3	22,1	18,3	26,3	22,7	19,5	27,6	22,4	28,3	26,6	25,4	23,8

Tabela 17. – 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 własność osób fizycznych	0	-	100,0	-	-	100,0	-	-	0,0	-	18,4	17,9	20,0
	1	-	0,0	-	-	0,0	-	-	100,0	-	52,6	53,8	52,5
	2-4	-	0,0	-	-	0,0	-	-	0,0	-	28,9	28,2	27,5
	śr.def.	-	10,0	-	-	10,0	-	-	15,0	-	22,9	22,7	22,4
Sudecka w granicach PN	0	-	0,0	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-	0,0
	1	-	85,0	-	-	85,0	-	-	-	-	-	-	85,0
	2-4	-	15,0	-	-	15,0	-	-	-	-	-	-	15,0
	śr.def.	-	24,0	-	-	24,0	-	-	-	-	-	-	24,0
Sudecka inne własności	0	0,0	23,7	0,0	100,0	23,8	33,3	0,0	0,0	-	16,7	4,8	14,3
	1	0,0	63,2	100,0	0,0	59,5	66,7	33,3	66,7	-	50,0	47,6	53,6
	2-4	100,0	13,2	0,0	0,0	16,7	0,0	66,7	33,3	-	33,3	47,6	32,1
	śr.def.	35,0	20,3	20,0	10,0	20,7	13,3	32,6	25,0	-	25,0	28,0	24,3
Karpacka W zarządzie LP	0	5,0	7,8	21,8	1,4	14,6	35,8	1,9	0,0	2,3	30,1	29,3	21,1
	1	80,9	60,9	63,8	77,1	68,6	55,4	43,4	77,8	41,9	50,0	52,8	61,6
	2-4	14,1	31,3	14,4	21,4	16,8	8,8	54,7	22,2	55,8	19,9	17,9	17,3
	śr.def.	22,7	26,7	19,6	24,5	21,5	16,8	28,7	24,7	39,2	21,7	20,4	21,0
Karpacka własność osób fizycznych	0	4,6	10,5	32,9	0,0	15,7	33,0	3,3	8,3	4,7	26,8	21,0	18,5
	1	76,7	58,6	59,3	0,0	64,4	50,9	70,0	52,1	58,8	63,5	60,2	62,2
	2-4	18,7	31,0	7,9	100,0	19,9	16,1	26,7	39,6	36,5	9,6	18,9	19,4
	śr.def.	23,5	27,6	16,8	40,0	22,9	18,6	24,4	28,9	26,8	18,5	21,3	22,0
Karpacka w granicach PN	0	0,0	2,9	0,0	5,9	2,4	27,7	-	0,0	-	46,7	28,9	15,0
	1	0,0	44,9	50,0	82,4	50,8	62,8	-	100,0	-	53,3	63,2	56,7
	2-4	100,0	52,2	50,0	11,8	46,8	9,6	-	0,0	-	0,0	7,9	28,3
	śr.def.	30,0	32,1	32,6	24,1	31,2	18,4	-	18,0	-	14,0	17,8	24,8
Karpacka inne własności	0	0,0	0,0	18,2	0,0	7,5	45,9	0,0	0,0	-	43,8	35,6	25,0
	1	80,0	80,0	77,3	100,0	79,2	54,1	43,8	50,0	-	53,1	51,7	62,1
	2-4	20,0	20,0	4,5	0,0	13,2	0,0	56,3	50,0	-	3,1	12,6	12,9
	śr.def.	25,0	24,5	18,6	25,0	22,2	14,1	27,8	27,5	-	16,9	17,9	19,5

Tabela 18. 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, 2017 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	3,6	9,1	-	0,0	3,6	25,0	2,8	2,1	10,8	24,6	6,7	4,7
	1	65,7	40,9	-	71,4	65,3	75,0	63,5	49,2	75,5	43,1	59,9	63,4
	2-4	30,7	50,0	-	28,6	31,1	0,0	33,7	48,7	13,7	32,3	33,4	31,9
	śr.def.	25,5	33,2	-	28,9	25,6	16,3	25,4	30,2	20,8	27,3	26,0	25,8
Katowice	0	1,7	0,0	22,8	1,7	2,7	45,6	0,5	1,0	0,0	7,0	10,9	5,9
	1	81,8	56,9	63,2	86,4	79,7	49,0	49,3	32,5	46,8	44,2	43,8	65,7
	2-4	16,5	43,1	14,0	11,9	17,5	5,4	50,2	66,5	53,2	48,8	45,4	28,4
	śr.def.	23,5	29,5	17,6	22,8	23,4	15,9	29,5	32,5	35,3	30,9	28,1	25,3
Wrocław	0	4,4	21,3	33,3	3,1	10,6	40,0	0,3	5,8	32,6	16,3	13,2	11,8
	1	63,8	58,2	55,6	60,9	61,6	45,0	55,3	59,0	54,3	51,5	54,0	58,1
	2-4	31,7	20,5	11,1	35,9	27,8	15,0	44,4	35,3	13,2	32,2	32,8	30,1
	śr.def.	25,4	21,4	18,3	26,6	24,0	18,3	28,5	28,3	17,7	25,5	25,3	24,6
Lublin	0	6,4	11,8	4,8	100,0	6,5	22,2	4,1	17,2	0,0	26,7	9,6	7,7
	1	71,7	17,6	69,0	0,0	70,5	55,6	55,4	66,1	61,5	26,7	57,6	65,6
	2-4	21,9	70,6	26,2	0,0	22,9	22,2	40,5	16,7	38,5	46,7	32,8	26,7
	śr.def.	23,0	37,1	23,7	10,0	23,3	22,8	26,8	22,2	25,8	29,3	25,3	24,0
Białystok	0	3,2	11,8	-	0,0	4,8	-	0,8	5,8	11,1	8,3	7,0	5,5
	1	81,9	67,5	-	100,0	79,2	-	68,6	65,7	77,9	73,5	71,0	76,4
	2-4	14,9	20,8	-	0,0	16,0	-	30,5	28,5	11,1	18,2	22,0	18,1
	śr.def.	23,4	23,3	-	22,5	23,4	-	25,2	28,3	22,2	22,5	25,1	24,0

Tabela 18. – cd.

RDLP	Kl.def., śr.def.	Sosna	Świerk	Jodła	Inne iglaste	Iglaste razem	Buk	Dąb	Brzoza	Olsza	Inne liśc.	Liśc. razem	Gat. razem
Warszawa	0	5,2	-	-	14,3	5,4	-	0,0	1,4	14,9	28,6	7,1	5,9
	1	77,0	-	-	85,7	77,1	-	57,6	51,4	72,3	71,4	60,4	71,8
	2-4	17,8	-	-	0,0	17,5	-	42,4	47,1	12,8	0,0	32,5	22,2
	śr.def.	22,7	-	-	17,9	22,6	-	28,2	29,0	20,5	16,2	25,4	23,5
Zielona Góra	0	6,9	44,4	-	0,0	7,6	92,9	14,7	23,5	24,5	47,4	28,1	12,0
	1	66,5	51,9	-	100,0	66,3	7,1	51,9	63,7	53,1	44,7	52,2	63,3
	2-4	26,6	3,7	-	0,0	26,1	0,0	33,3	12,7	22,4	7,9	19,7	24,8
	śr.def.	24,4	14,3	-	15,0	24,2	8,6	23,4	19,0	20,3	17,8	20,1	23,3
Krosno	0	3,0	10,8	9,6	0,0	5,9	32,1	0,0	0,0	3,6	28,5	22,9	13,5
	1	75,1	67,7	70,4	87,8	73,5	58,5	56,1	53,3	60,2	57,0	57,7	66,5
	2-4	21,9	21,5	19,9	12,2	20,7	9,4	43,9	46,7	36,1	14,5	19,3	20,1
	śr.def.	25,1	24,4	22,7	22,8	24,1	17,6	30,0	29,9	31,2	20,2	21,9	23,1
Toruń	0	5,5	33,3	-	7,1	5,6	30,0	5,9	12,8	9,1	11,4	10,5	6,6
	1	81,8	0,0	-	78,6	81,6	65,0	61,8	79,1	86,4	65,7	71,4	79,4
	2-4	12,7	66,7	-	14,3	12,8	5,0	32,2	8,1	4,5	22,9	18,0	14,0
	śr.def.	22,0	70,0	-	22,1	22,1	17,0	25,5	19,2	19,5	22,4	21,8	22,0
Radom	0	20,3	0,0	11,7	50,0	18,9	7,7	6,3	0,0	12,1	0,0	4,9	15,5
	1	64,7	23,8	50,5	50,0	61,8	73,1	66,7	59,0	69,7	75,8	67,0	63,1
	2-4	15,0	76,2	37,9	0,0	19,4	19,2	27,0	41,0	18,2	24,2	28,0	21,5
	śr.def.	19,5	41,2	29,3	13,8	21,3	23,3	23,4	26,1	21,7	26,1	24,1	22,0
Olsztyn	0	1,3	9,9	-	4,3	2,2	21,3	1,7	3,9	7,1	25,7	7,9	4,7
	1	89,3	78,0	-	91,3	88,2	75,3	75,1	74,5	87,9	58,1	77,1	83,3
	2-4	9,4	12,1	-	4,3	9,6	3,4	23,2	21,7	5,0	16,2	15,0	12,0
	śr.def.	22,7	20,6	-	18,5	22,4	17,1	24,2	23,0	19,0	20,4	21,3	21,9
Łódź	0	18,1	10,0	0,0	18,8	18,0	22,2	0,0	0,0	0,0	17,9	3,6	15,1
	1	66,0	30,0	50,0	65,6	65,5	66,7	62,3	59,0	75,0	67,9	62,1	64,8
	2-4	15,9	60,0	50,0	15,6	16,5	11,1	37,7	41,0	25,0	14,3	34,3	20,1
	śr.def.	20,9	29,0	26,3	19,8	20,9	16,9	26,0	26,7	36,9	20,7	25,4	21,9
Kraków	0	3,3	12,5	36,5	0,0	20,9	40,0	1,1	5,6	29,6	40,2	28,8	24,8
	1	62,9	68,8	55,7	50,0	58,4	52,2	37,2	55,6	55,6	36,8	45,8	52,2
	2-4	33,8	18,8	7,8	50,0	20,7	7,8	61,7	38,9	14,8	23,0	25,4	23,0
	śr.def.	26,7	22,5	16,1	28,2	21,0	16,2	31,5	26,7	20,4	22,4	21,8	21,4
Piła	0	7,6	11,8	-	20,0	7,9	28,6	0,0	9,3	12,1	0,0	8,5	8,0
	1	83,9	82,4	-	66,7	83,6	71,4	40,6	61,6	84,8	66,7	62,8	80,8
	2-4	8,5	5,9	-	13,3	8,5	0,0	59,4	29,1	3,0	33,3	28,7	11,2
	śr.def.	20,2	17,6	-	18,0	20,1	13,6	29,2	22,3	18,5	33,3	22,9	20,5
Szczecin	0	10,5	15,7	-	26,1	11,2	53,8	13,1	21,4	36,4	56,1	32,2	17,7
	1	76,5	76,5	-	66,7	76,2	42,0	68,2	65,9	45,1	34,2	54,0	69,4
	2-4	13,0	7,8	-	7,2	12,6	4,2	18,7	12,7	18,5	9,6	13,8	13,0
	śr.def.	20,8	18,6	-	17,3	20,6	13,8	20,8	20,1	18,7	13,9	18,1	19,8
Gdańsk	0	5,9	7,0	-	5,1	5,9	18,9	0,0	14,7	3,7	17,4	12,7	8,1
	1	89,4	46,5	-	92,3	87,4	81,1	83,1	78,9	96,3	73,9	80,9	85,4
	2-4	4,7	46,5	-	2,6	6,6	0,0	16,9	6,4	0,0	8,7	6,4	6,5
	śr.def.	19,6	28,6	-	19,5	20,0	16,2	22,5	18,0	18,3	18,3	18,4	19,5
Szczecinek	0	12,9	4,0	-	5,7	11,8	21,2	0,0	9,8	2,7	9,5	10,8	11,5
	1	82,2	84,6	-	80,0	82,4	75,7	57,7	79,8	91,3	85,7	78,4	80,9
	2-4	4,9	11,4	-	14,3	5,8	3,1	42,3	10,4	6,0	4,8	10,8	7,6
	śr.def.	18,0	21,2	-	21,6	18,4	16,1	26,1	19,6	19,6	18,7	19,2	18,7
Razem	0	7,3	13,3	19,0	8,9	8,2	33,1	3,6	8,4	13,4	24,2	13,7	10,1
	1	76,7	64,8	62,2	74,4	75,2	60,5	60,2	65,0	72,3	53,9	62,7	71,0
	2-4	16,0	21,9	18,8	16,7	16,6	6,4	36,2	26,6	14,3	21,9	23,6	18,9
	śr.def.	22,1	23,0	21,3	21,8	22,2	16,5	26,0	24,2	21,2	22,3	22,8	22,4

Tabela 19. 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, 2017 r.

RDLP	Kl.def., śr.def.	Sosna	Świerk	Jodła	Inne iglaste	Iglaste razem	Buk	Dąb	Brzoza	Olsza	Inne liśc.	Liśc. razem	Gat. razem
Katowice	0	0,9	0,0	50,0	0,0	1,5	58,9	0,0	1,2	0,0	11,9	18,8	8,4
	1	85,2	54,5	16,7	85,4	83,3	39,7	25,9	39,5	18,8	50,0	37,3	65,1
	2-4	13,9	45,5	33,3	14,6	15,2	1,4	74,1	59,3	81,3	38,1	43,8	26,5
	śr.def.	22,9	26,4	17,5	23,2	23,0	13,4	34,8	33,4	46,6	32,1	29,3	25,5
Wrocław	0	4,2	20,4	-	0,0	9,0	0,0	0,0	6,6	18,2	1,4	5,1	7,4
	1	65,7	54,0	-	64,3	62,1	100,0	53,3	59,0	69,7	71,4	63,6	62,7
	2-4	30,1	25,5	-	35,7	28,9	0,0	46,7	34,4	12,1	27,1	31,3	29,8
	śr.def.	25,3	22,5	-	29,3	24,6	17,9	29,8	28,1	18,5	25,7	26,4	25,3
Poznań	0	1,8	22,2	-	0,0	2,2	-	4,2	0,0	17,1	61,1	8,5	4,9
	1	71,1	44,4	-	81,8	70,9	-	61,9	45,5	72,9	33,3	56,5	64,8
	2-4	27,0	33,3	-	18,2	26,9	-	33,9	54,5	10,0	5,6	35,0	30,3
	śr.def.	25,1	23,3	-	23,2	25,0	-	24,1	32,6	18,7	10,0	25,4	25,1
Radom	0	11,0	0,0	3,6	100,0	10,3	0,0	13,3	0,0	20,0	0,0	6,2	9,0
	1	68,6	0,0	57,1	0,0	65,7	0,0	80,0	70,0	65,0	77,4	72,2	67,8
	2-4	20,3	100,0	39,3	0,0	24,0	100,0	6,7	30,0	15,0	22,6	21,6	23,3
	śr.def.	22,4	36,7	34,8	5,0	24,2	30,0	17,3	25,0	19,3	24,5	22,5	23,7
Białystok	0	2,9	5,2	-	0,0	3,4	-	1,8	8,0	18,4	10,0	9,6	5,7
	1	80,0	69,9	-	100,0	77,5	-	80,7	76,7	68,4	71,4	74,6	76,4
	2-4	17,2	24,8	-	0,0	19,0	-	17,5	15,3	13,2	18,6	15,8	17,8
	śr.def.	23,6	24,0	-	22,5	23,7	-	23,6	22,7	22,8	23,4	23,0	23,4
Lublin	0	7,9	18,2	0,0	100,0	8,4	-	9,0	25,3	-	17,6	16,7	11,9
	1	76,6	27,3	87,5	0,0	74,8	-	56,8	54,5	-	23,5	53,3	65,7
	2-4	15,5	54,5	12,5	0,0	16,8	-	34,2	20,2	-	58,8	30,0	22,3
	śr.def.	21,5	30,9	22,5	10,0	21,8	-	24,3	23,5	-	35,3	24,8	23,1
Warszawa	0	6,5	-	-	50,0	7,1	-	0,0	7,7	35,0	0,0	15,4	9,6
	1	66,1	-	-	50,0	65,9	-	72,7	46,2	60,0	100,0	65,4	65,7
	2-4	27,4	-	-	0,0	27,0	-	27,3	46,2	5,0	0,0	19,2	24,7
	śr.def.	23,1	-	-	12,5	23,0	-	24,1	26,9	18,5	20,0	22,0	22,7
Łódź	0	11,2	-	0,0	50,0	12,7	-	0,0	0,0	0,0	42,9	2,4	9,6
	1	70,6	-	50,0	50,0	69,7	-	68,8	56,8	100,0	28,6	60,3	66,9
	2-4	18,2	-	50,0	0,0	17,7	-	31,3	43,2	0,0	28,6	37,3	23,5
	śr.def.	21,3	-	30,0	12,5	21,0	-	24,4	27,1	19,2	22,1	25,8	22,4
Zielona Góra	0	9,2	66,7	-	-	10,8	75,0	35,4	32,1	15,4	71,1	40,1	17,0
	1	68,0	27,8	-	-	66,9	25,0	58,3	57,1	46,2	23,7	47,7	62,8
	2-4	22,8	5,6	-	-	22,3	0,0	6,3	10,7	38,5	5,3	12,2	20,2
	śr.def.	23,4	12,2	-	-	23,1	11,3	14,8	16,9	24,4	14,6	16,8	21,8
Olsztyn	0	1,1	4,8	-	9,1	1,7	11,1	2,8	2,5	4,3	47,2	6,2	4,1
	1	85,9	88,9	-	81,8	86,1	88,9	86,8	83,2	89,7	44,4	83,9	85,0
	2-4	13,0	6,3	-	9,1	12,1	0,0	10,4	14,4	6,0	8,3	9,9	11,0
	śr.def.	23,1	20,1	-	18,2	22,7	18,1	22,7	22,2	19,5	15,7	20,9	21,8
Krosno	0	2,8	18,8	21,2	0,0	9,7	48,1	0,0	0,0	4,0	27,6	27,1	15,8
	1	76,6	56,3	71,2	87,5	73,8	42,6	82,4	75,0	68,0	65,5	58,9	68,6
	2-4	20,6	25,0	7,6	12,5	16,5	9,3	17,6	25,0	28,0	6,9	14,0	15,6
	śr.def.	25,2	25,2	17,6	23,0	22,8	15,5	24,4	25,0	27,0	17,4	19,6	21,7
Toruń	0	7,5	33,3	-	16,7	7,7	75,0	8,0	13,2	8,3	44,4	12,8	9,4
	1	81,0	0,0	-	83,3	80,6	25,0	76,0	79,3	83,3	55,6	76,7	79,3
	2-4	11,5	66,7	-	0,0	11,7	0,0	16,0	7,4	8,3	0,0	10,5	11,3
	śr.def.	21,8	70,0	-	15,8	22,0	10,0	22,0	18,8	23,5	13,9	20,2	21,4
Piła	0	7,8	14,3	-	20,0	8,4	28,6	0,0	10,4	18,8	0,0	12,2	9,0
	1	82,4	78,6	-	66,7	81,8	71,4	80,0	56,7	81,3	100,0	64,3	78,8
	2-4	9,8	7,1	-	13,3	9,9	0,0	20,0	32,8	0,0	0,0	23,5	12,2
	śr.def.	20,6	17,5	-	18,0	20,4	13,6	21,0	23,0	16,3	16,7	20,9	20,5

Tabela 19. – cd.

RDLP	Kl.def., śr.def.	Sosna	Świerk	Jodła	Inne iglaste	Iglaste razem	Buk	Dąb	Brzoza	Olsza	Inne liśc.	Liśc. razem	Gat. razem
Gdańsk	0	8,0	5,9	-	4,2	7,7	16,7	0,0	17,5	0,0	25,0	14,6	9,1
	1	87,0	35,3	-	95,8	85,2	83,3	88,2	77,8	100,0	62,5	79,2	83,9
	2-4	5,0	58,8	-	0,0	7,1	0,0	11,8	4,8	0,0	12,5	6,3	7,0
	śr.def.	19,5	32,4	-	19,4	20,1	14,2	20,9	16,7	17,5	18,1	17,4	19,5
Szczecin	0	9,3	8,1	-	35,7	10,7	54,2	18,3	23,5	70,0	57,3	39,8	20,6
	1	77,2	89,2	-	57,1	76,7	39,0	69,7	71,8	27,5	36,5	53,0	68,6
	2-4	13,5	2,7	-	7,1	12,6	6,8	11,9	4,7	2,5	6,3	7,2	10,8
	śr.def.	21,5	18,4	-	16,2	21,1	14,5	19,2	18,2	12,1	13,2	16,0	19,4
Szczecinek	0	14,0	4,9	-	8,7	12,5	32,7	0,0	16,3	4,5	15,4	18,7	14,6
	1	80,5	88,3	-	82,6	81,7	64,6	63,3	78,2	88,6	84,6	74,1	79,2
	2-4	5,5	6,8	-	8,7	5,8	2,7	36,7	5,4	6,8	0,0	7,2	6,2
	śr.def.	18,2	19,9	-	20,7	18,6	15,3	24,3	17,3	18,4	15,4	17,3	18,1
Kraków	0	-	0,0	42,3	0,0	39,3	65,5	50,0	0,0	42,1	47,1	51,2	48,2
	1	-	0,0	34,6	100,0	35,7	27,6	50,0	0,0	57,9	38,2	38,4	37,7
	2-4	-	100,0	23,1	0,0	25,0	6,9	0,0	100,0	0,0	14,7	10,5	14,0
	śr.def.	-	30,0	19,6	15,0	19,8	15,0	12,5	35,0	14,7	19,1	17,0	17,7
Razem	0	7,0	11,9	21,3	13,4	7,9	44,2	7,5	10,2	15,5	30,4	16,5	10,9
	1	77,3	67,6	59,6	76,1	76,1	51,6	68,8	66,7	71,1	53,1	64,6	72,0
	2-4	15,8	20,4	19,1	10,5	16,0	4,2	23,7	23,2	13,3	16,4	18,9	17,1
	śr.def.	22,1	22,5	22,0	20,1	22,1	14,9	23,1	23,3	20,9	20,2	21,6	21,9

Tabela 20. 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, 2017 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	4,7	0,0	-	0,0	4,6	25,0	1,5	6,3	4,3	10,6	4,8	4,6
	1	62,3	38,5	-	33,3	61,7	75,0	64,9	56,3	78,3	46,8	63,5	62,3
	2-4	33,0	61,5	-	66,7	33,7	0,0	33,6	37,5	17,4	42,6	31,7	33,1
	śr.def.	25,7	40,0	-	50,0	26,1	16,3	26,6	25,5	22,9	33,9	26,6	26,2
Katowice	0	2,2	0,0	19,6	5,6	3,5	32,4	0,5	1,0	0,0	2,3	6,2	4,5
	1	79,8	57,4	68,6	88,9	77,7	58,1	52,7	26,7	76,7	38,6	47,6	66,0
	2-4	18,0	42,6	11,8	5,6	18,8	9,5	46,8	72,4	23,3	59,1	46,2	29,5
	śr.def.	23,8	30,2	17,6	21,9	23,7	18,3	28,7	31,7	23,3	29,7	27,4	25,1
Zielona Góra	0	4,8	0,0	-	0,0	4,7	100,0	2,5	13,0	34,8	23,7	17,7	7,5
	1	65,3	100,0	-	100,0	65,7	0,0	48,1	71,7	60,9	65,8	56,1	63,7
	2-4	30,0	0,0	-	0,0	29,6	0,0	49,4	15,2	4,3	10,5	26,3	28,9
	śr.def.	25,2	18,3	-	15,0	25,1	7,5	28,6	21,5	15,7	21,1	22,9	24,7
Lublin	0	5,6	0,0	5,9	-	5,6	22,2	1,5	7,4	0,0	38,5	5,1	5,4
	1	69,3	0,0	64,7	-	68,4	55,6	54,6	80,2	61,5	30,8	60,4	65,5
	2-4	25,0	100,0	29,4	-	26,0	22,2	43,9	12,3	38,5	30,8	34,6	29,1
	śr.def.	23,7	48,3	24,0	-	24,0	22,8	28,1	20,6	25,8	21,5	25,6	24,6
Białystok	0	3,3	19,1	-	-	5,7	-	0,0	3,4	7,3	6,5	4,8	5,4
	1	83,1	64,7	-	-	80,3	-	57,4	53,4	82,7	75,8	67,8	76,4
	2-4	13,6	16,2	-	-	14,0	-	42,6	43,2	10,0	17,7	27,4	18,2
	śr.def.	23,3	22,5	-	-	23,2	-	26,7	34,6	21,8	21,4	26,9	24,4
Wrocław	0	4,6	21,8	33,3	4,0	11,8	50,0	0,4	2,9	37,5	21,6	17,2	14,5
	1	61,9	60,7	55,6	60,0	61,2	31,3	55,8	58,8	49,0	44,3	49,3	55,2
	2-4	33,4	17,6	11,1	36,0	27,0	18,8	43,8	38,2	13,5	34,0	33,6	30,3
	śr.def.	25,4	20,7	18,3	25,8	23,5	18,4	28,1	28,8	17,4	25,4	24,8	24,1
Warszawa	0	4,7	-	-	0,0	4,6	-	0,0	0,0	0,0	46,2	4,1	4,5
	1	81,5	-	-	100,0	81,8	-	54,2	52,6	81,5	53,8	58,6	74,3
	2-4	13,8	-	-	0,0	13,6	-	45,8	47,4	18,5	0,0	37,2	21,3
	śr.def.	22,5	-	-	20,0	22,5	-	29,2	29,5	22,0	13,8	26,6	23,8

Tabela 20. – cd.

RDLP	Kl.def., śr.def.	Sosna	Świerk	Jodła	Inne iglaste	Iglaste razem	Buk	Dąb	Brzoza	Olsza	Inne liśc.	Liśc. razem	Gat. razem
Krosno	0	3,1	3,0	6,2	0,0	4,3	28,0	0,0	0,0	3,4	28,7	21,9	12,7
	1	74,6	78,8	70,2	88,9	73,3	62,6	37,5	51,2	56,9	55,6	57,4	65,7
	2-4	22,4	18,2	23,6	11,1	22,4	9,5	62,5	48,8	39,7	15,7	20,7	21,6
	śr.def.	25,0	23,6	24,2	22,2	24,6	18,1	34,0	30,4	33,0	20,7	22,4	23,6
Toruń	0	4,3	-	-	0,0	4,3	18,8	1,9	11,1	10,0	0,0	6,4	4,6
	1	82,3	-	-	75,0	82,3	75,0	34,6	77,8	90,0	69,2	61,7	79,5
	2-4	13,4	-	-	25,0	13,5	6,3	63,5	11,1	0,0	30,8	31,9	16,0
	śr.def.	22,1	-	-	26,9	22,2	18,8	32,3	20,9	14,8	25,4	24,8	22,5
Olsztyn	0	1,4	14,1	-	0,0	2,5	23,9	0,0	5,9	10,9	14,5	9,9	5,2
	1	91,3	69,2	-	100,0	89,4	71,8	57,0	61,5	85,5	65,2	69,2	82,0
	2-4	7,3	16,7	-	0,0	8,0	4,2	43,0	32,6	3,6	20,3	20,9	12,8
	śr.def.	22,4	21,0	-	18,8	22,2	16,9	26,5	24,4	18,3	22,8	21,8	22,1
Kraków	0	3,3	13,3	35,8	0,0	19,6	35,1	0,0	6,3	0,0	35,8	22,8	21,0
	1	62,9	73,3	58,5	48,3	60,1	57,0	37,0	62,5	50,0	35,8	47,8	54,5
	2-4	33,8	13,3	5,7	51,7	20,4	7,9	63,0	31,3	50,0	28,3	29,4	24,4
	śr.def.	26,7	22,0	15,6	28,6	21,1	16,5	32,0	25,6	33,8	24,4	23,1	22,0
Łódź	0	21,3	10,0	0,0	0,0	20,4	22,2	0,0	0,0	0,0	9,5	4,9	18,0
	1	63,9	30,0	50,0	75,0	63,7	66,7	57,8	63,9	0,0	81,0	63,9	63,7
	2-4	14,8	60,0	50,0	25,0	15,9	11,1	42,2	36,1	100,0	9,5	31,1	18,3
	śr.def.	20,7	29,0	22,5	24,3	20,9	16,9	27,1	25,8	90,0	20,2	25,1	21,6
Radom	0	23,4	0,0	14,7	33,3	21,7	8,0	5,2	0,0	0,0	0,0	4,2	18,0
	1	63,4	27,8	48,0	66,7	60,5	76,0	64,6	48,4	76,9	50,0	64,1	61,2
	2-4	13,2	72,2	37,3	0,0	17,8	16,0	30,2	51,6	23,1	50,0	31,7	20,8
	śr.def.	18,6	41,9	27,2	16,7	20,3	23,0	24,3	27,1	25,4	50,0	25,0	21,3
Piła	0	7,5	0,0	-	-	7,5	-	0,0	5,3	5,9	0,0	3,0	7,0
	1	85,0	100,0	-	-	85,1	-	33,3	78,9	88,2	33,3	60,6	82,6
	2-4	7,5	0,0	-	-	7,5	-	66,7	15,8	5,9	66,7	36,4	10,4
	śr.def.	19,9	18,3	-	-	19,9	-	30,7	19,7	20,6	50,0	25,8	20,5
Szczecin	0	11,3	35,7	-	11,1	11,7	53,3	7,6	19,3	25,4	50,0	24,7	15,3
	1	76,1	42,9	-	81,5	75,8	45,0	66,7	60,2	50,8	22,2	55,0	70,0
	2-4	12,6	21,4	-	7,4	12,6	1,7	25,7	20,5	23,8	27,8	20,4	14,7
	śr.def.	20,3	19,3	-	19,1	20,2	13,1	22,6	21,9	20,9	17,8	20,2	20,2
Gdańsk	0	4,5	7,7	-	6,7	4,7	19,0	0,0	13,5	4,0	13,3	12,1	7,5
	1	90,9	53,8	-	86,7	89,0	81,0	81,3	79,4	96,0	80,0	81,5	86,2
	2-4	4,5	38,5	-	6,7	6,3	0,0	18,8	7,1	0,0	6,7	6,4	6,3
	śr.def.	19,6	26,2	-	19,7	20,0	16,4	23,0	18,7	18,4	18,3	18,7	19,5
Szczecinek	0	11,9	2,2	-	0,0	11,2	12,0	0,0	3,8	1,9	6,9	5,4	8,9
	1	83,6	76,1	-	75,0	83,1	84,5	55,2	81,3	92,4	86,2	81,3	82,4
	2-4	4,4	21,7	-	25,0	5,8	3,5	44,8	15,0	5,7	6,9	13,3	8,7
	śr.def.	17,8	24,2	-	23,3	18,3	16,7	26,9	21,8	20,1	20,2	20,6	19,2
Razem	0	7,5	14,6	18,5	3,8	8,4	28,5	1,4	6,4	11,9	20,2	11,7	9,5
	1	76,3	62,2	62,8	72,6	74,7	64,2	55,3	63,0	73,1	54,4	61,4	70,4
	2-4	16,2	23,2	18,7	23,6	16,9	7,3	43,2	30,6	15,0	25,3	26,9	20,1
	śr.def.	22,1	23,5	21,1	23,8	22,2	17,2	27,6	25,3	21,4	23,6	23,7	22,7

Tabela 21. 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, w kolejności malejących wartości średniej defoliacji w kolumnie "Gatunki razem", wiek > 20 lat, wszystkie formy własności, 2017 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	3,9	27,8	-	11,3	5,4	19,2	4,2	8,2	20,4	15,6	10,5	7,6
	1	73,4	58,2	-	71,3	72,6	69,2	53,8	46,9	58,5	49,1	52,4	63,8
	2-4	22,7	13,9	-	17,5	22,0	11,5	42,0	44,9	21,1	35,3	37,1	28,6
	śr.def.	24,3	18,6	-	22,6	23,9	19,9	26,7	29,8	20,6	26,2	26,3	25,0
Małopolska	0	12,1	4,0	10,4	5,7	11,8	47,1	3,9	3,6	14,3	23,5	12,2	11,9
	1	66,7	39,0	57,5	69,8	65,8	44,3	55,6	54,8	62,9	50,0	54,2	61,8
	2-4	21,1	57,0	32,1	24,5	22,3	8,6	40,6	41,6	22,8	26,5	33,6	26,3
	śr.def.	22,8	34,4	26,2	23,4	23,2	16,2	27,0	28,4	23,7	24,0	25,6	24,0
Mazowiecko- Podlaska	0	3,5	7,1	-	29,6	3,7	50,0	3,2	7,1	12,7	12,3	8,4	5,5
	1	74,3	64,3	-	66,7	74,2	50,0	64,3	70,2	76,6	63,9	69,9	72,6
	2-4	22,1	28,6	-	3,7	22,1	0,0	32,4	22,7	10,7	23,8	21,7	21,9
	śr.def.	24,2	28,9	-	16,9	24,1	12,5	25,3	24,4	20,2	23,5	23,4	23,9
Sudecka	0	0,0	18,3	30,0	4,3	16,4	43,5	0,0	0,0	6,7	13,2	11,4	14,1
	1	52,9	60,7	60,0	60,9	60,4	41,3	51,0	76,0	40,0	54,7	54,3	57,7
	2-4	47,1	21,0	10,0	34,8	23,1	15,2	49,0	24,0	53,3	32,1	34,3	28,2
	śr.def.	26,5	22,0	18,5	26,0	22,5	19,1	28,7	22,9	28,3	25,6	25,4	23,8
Mazursko- Podlaska	0	3,0	10,9	-	5,0	4,2	30,0	0,5	4,6	11,2	22,2	9,8	6,4
	1	82,9	67,1	-	90,0	80,5	70,0	73,6	63,4	80,3	60,5	71,0	76,8
	2-4	14,1	22,0	-	5,0	15,3	0,0	25,9	31,9	8,5	17,3	19,2	16,8
	śr.def.	23,5	23,5	-	18,5	23,5	15,5	25,1	26,7	20,4	20,4	22,9	23,2
Wielkopolsko- Pomorska	0	6,0	18,1	-	11,2	6,2	21,3	4,6	8,2	21,3	28,4	13,8	7,9
	1	76,4	68,1	-	64,0	76,1	75,6	56,9	65,4	70,7	51,2	62,7	73,2
	2-4	17,6	13,8	-	24,7	17,6	3,1	38,4	26,3	7,9	20,4	23,6	18,9
	śr.def.	22,4	20,3	-	25,1	22,4	16,1	27,0	24,0	18,7	21,0	22,8	22,5
Karpacka	0	4,7	8,1	23,6	2,2	13,9	34,8	2,3	6,6	3,9	29,2	26,0	19,8
	1	78,6	58,0	62,4	75,8	66,2	55,6	55,8	57,9	53,1	58,2	56,6	61,5
	2-4	16,7	33,9	14,1	22,0	19,9	9,6	41,9	35,5	43,0	12,6	17,4	18,7
	śr.def.	23,1	27,9	19,4	24,9	22,7	17,2	26,6	27,8	30,9	19,4	20,5	21,6
Bałtycka	0	10,4	7,3	-	13,7	10,2	27,8	5,2	12,8	11,8	28,3	15,9	12,8
	1	82,0	72,4	-	77,4	80,9	69,3	71,0	78,0	77,7	59,0	72,8	77,3
	2-4	7,7	20,3	-	8,9	8,8	2,9	23,9	9,2	10,5	12,7	11,3	10,0
	śr.def.	19,4	22,5	-	19,1	19,7	15,8	23,1	19,3	19,5	19,7	19,4	19,6
Kraj	0	6,9	12,0	21,2	9,8	7,9	32,7	3,8	7,3	13,8	23,3	13,7	10,0
	1	75,2	62,4	61,4	71,7	73,7	60,2	60,0	65,0	72,9	55,5	63,1	69,8
	2-4	17,9	25,6	17,4	18,5	18,4	7,1	36,2	27,6	13,3	21,2	23,3	20,2
	śr.def.	22,7	24,4	20,7	22,5	22,7	16,7	26,1	25,0	20,8	22,0	22,9	22,8

Tabela 22. 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, w kolejności malejących wartości średniej defoliacji w kolumnie "Gatunki razem", wiek do 60 lat, wszystkie formy własności, 2017 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	4,2	34,0	-	12,5	6,5	11,1	11,2	12,4	15,9	9,6	11,8	8,4
	1	70,8	57,4	-	70,3	70,0	81,5	48,0	53,2	47,7	72,3	55,9	64,9
	2-4	25,0	8,5	-	17,2	23,5	7,4	40,8	34,4	36,4	18,1	32,3	26,7
	śr.def.	24,9	16,9	-	22,5	24,3	19,8	25,6	27,6	23,0	23,5	25,4	24,7
Sudecka	0	-	14,8	-	0,0	14,3	0,0	0,0	0,0	-	6,3	3,9	8,8
	1	-	52,8	-	100,0	54,5	100,0	33,3	82,5	-	60,0	68,0	61,7
	2-4	-	32,4	-	0,0	31,3	0,0	66,7	17,5	-	33,8	28,1	29,6
	śr.def.	-	25,1	-	25,0	25,1	20,0	26,7	21,5	-	25,9	24,3	24,7
Małopolska	0	10,3	2,6	2,4	11,1	10,0	77,6	9,3	4,8	18,8	16,9	14,1	11,6
	1	68,2	34,2	66,7	72,2	67,4	15,5	60,4	58,9	60,1	56,3	56,5	63,2
	2-4	21,5	63,2	31,0	16,7	22,6	6,9	30,2	36,2	21,0	26,8	29,4	25,2
	śr.def.	23,3	36,7	30,8	22,5	23,7	12,9	24,1	26,8	24,0	25,0	24,8	24,1
Mazowiecko-Podlaska	0	3,3	7,7	-	44,4	3,8	-	3,5	8,4	17,5	12,2	9,9	6,4
	1	71,9	69,2	-	55,6	71,7	-	75,5	73,5	71,2	67,8	72,8	72,1
	2-4	24,8	23,1	-	0,0	24,5	-	21,0	18,1	11,4	20,0	17,3	21,5
	śr.def.	24,7	23,5	-	14,2	24,5	-	22,7	23,2	20,3	23,6	22,6	23,7
Mazursko-Podlaska	0	3,2	4,5	-	9,1	3,5	-	0,9	6,8	10,8	26,7	11,3	7,0
	1	78,8	67,6	-	81,8	76,4	-	83,8	77,0	82,0	61,2	76,6	76,5
	2-4	18,0	27,9	-	9,1	20,0	-	15,3	16,2	7,1	12,1	12,1	16,5
	śr.def.	24,2	24,6	-	18,2	24,3	-	23,9	22,3	20,3	19,7	21,3	22,9
Wielkopolsko-Pomorska	0	6,1	22,1	-	12,0	6,7	40,6	7,5	7,3	19,1	43,4	15,7	9,0
	1	77,6	69,5	-	54,0	77,0	59,4	69,5	65,1	72,1	39,2	63,5	73,6
	2-4	16,3	8,4	-	34,0	16,3	0,0	22,9	27,6	8,8	17,5	20,8	17,4
	śr.def.	22,3	18,9	-	26,5	22,2	12,8	22,7	24,4	19,4	17,7	21,8	22,1
Karpacka	0	2,9	14,0	34,4	0,0	17,5	46,3	7,7	8,5	4,8	29,2	27,3	23,4
	1	85,4	62,5	55,6	84,4	67,3	47,0	57,7	69,5	54,2	61,5	57,8	61,6
	2-4	11,7	23,5	9,9	15,6	15,2	6,7	34,6	22,0	41,0	9,2	15,0	15,0
	śr.def.	22,3	23,8	16,9	23,3	20,9	14,9	26,3	23,0	28,3	18,1	19,5	20,0
Bałtycka	0	11,3	4,3	-	19,3	11,2	33,0	9,5	16,7	23,1	44,3	22,7	15,9
	1	78,9	80,2	-	74,7	78,8	62,9	76,0	77,5	72,1	48,1	70,2	75,2
	2-4	9,8	15,5	-	6,0	10,1	4,1	14,5	5,8	4,8	7,5	7,1	8,9
	śr.def.	19,9	22,2	-	18,3	20,0	15,8	21,3	18,1	16,9	15,3	17,7	19,1
Kraj	0	6,6	11,4	27,5	14,6	7,6	41,7	7,5	8,7	16,0	25,2	15,4	10,6
	1	74,7	64,6	58,0	70,4	73,5	53,1	67,6	68,9	70,8	57,6	65,6	70,5
	2-4	18,7	24,0	14,5	15,0	18,9	5,2	24,8	22,4	13,2	17,2	19,0	18,9
	śr.def.	23,0	23,6	19,9	21,4	22,9	15,2	23,4	23,6	20,8	20,8	21,9	22,5

Tabela 23. 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, w kolejności malejących wartości średniej defoliacji w kolumnie "Gatunki razem", wiek > 60 lat, wszystkie formy własności, 2017 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	3,7	18,8	-	6,3	4,3	23,5	0,7	3,2	22,3	18,0	9,7	6,9
	1	75,8	59,4	-	75,0	75,2	62,7	56,8	39,4	63,1	39,8	50,4	63,0
	2-4	20,5	21,9	-	18,8	20,5	13,7	42,6	57,4	14,6	42,2	40,0	30,1
	śr.def.	23,7	21,1	-	22,8	23,6	20,0	27,3	32,4	19,6	27,3	26,8	25,2
Mazowiecko- Podlaska	0	3,7	0,0	-	0,0	3,7	50,0	3,1	4,3	9,2	12,4	6,6	4,7
	1	76,5	0,0	-	88,9	76,5	50,0	58,1	62,8	80,7	60,6	66,6	73,0
	2-4	19,8	100,0	-	11,1	19,9	0,0	38,8	32,9	10,2	27,0	26,8	22,3
	śr.def.	23,7	100,0	-	22,2	23,8	12,5	26,8	27,1	20,1	23,4	24,4	24,0
Małopolska	0	13,2	4,8	12,6	2,9	12,9	35,5	1,7	2,2	10,3	32,5	10,6	12,2
	1	65,9	41,9	55,0	68,6	64,9	55,3	53,6	49,9	65,4	41,3	52,4	60,9
	2-4	20,9	53,2	32,5	28,6	22,2	9,2	44,6	48,0	24,4	26,2	37,0	26,9
	śr.def.	22,5	33,0	25,0	23,9	22,9	17,5	28,1	30,4	23,4	22,6	26,3	24,0
Mazursko- Podlaska	0	2,9	19,1	-	0,0	4,7	30,0	0,0	2,1	11,5	14,9	8,2	5,9
	1	85,3	66,5	-	100,0	83,3	70,0	59,8	47,7	78,9	59,4	65,1	77,0
	2-4	11,8	14,5	-	0,0	12,1	0,0	40,2	50,2	9,6	25,7	26,7	17,1
	śr.def.	23,1	22,1	-	18,9	22,9	15,5	26,8	31,7	20,4	21,5	24,5	23,5
Sudecka	0	0,0	19,7	30,0	4,8	17,2	48,8	0,0	0,0	6,7	20,3	15,3	16,4
	1	52,9	63,9	60,0	57,1	62,4	34,1	51,5	50,0	40,0	49,4	47,1	56,0
	2-4	47,1	16,4	10,0	38,1	20,4	17,1	48,5	50,0	53,3	30,4	37,6	27,6
	śr.def.	26,5	20,8	18,5	26,1	21,6	19,0	28,7	28,5	28,3	25,4	26,0	23,4
Wielkopolsko- Pomorska	0	5,9	0,0	-	10,3	5,9	14,7	1,7	10,0	23,2	12,7	11,6	7,0
	1	75,5	61,9	-	76,9	75,5	81,1	44,3	66,1	69,6	63,9	61,7	72,9
	2-4	18,6	38,1	-	12,8	18,6	4,2	54,0	23,9	7,2	23,4	26,7	20,1
	śr.def.	22,5	26,4	-	23,2	22,5	17,2	31,3	23,2	18,1	24,6	24,0	22,8
Karpacka	0	5,1	5,5	21,1	3,4	12,9	31,6	1,0	4,8	2,2	29,2	25,3	18,3
	1	76,7	56,0	63,9	71,2	65,8	58,0	55,3	46,8	51,1	55,1	55,9	61,5
	2-4	18,2	38,4	15,0	25,4	21,3	10,4	43,7	48,4	46,7	15,7	18,8	20,2
	śr.def.	23,4	29,7	20,0	25,8	23,2	17,8	26,7	32,4	35,9	20,6	21,1	22,3
Bałtycka	0	9,6	9,7	-	2,4	9,4	24,7	2,6	9,9	6,3	16,6	11,5	10,4
	1	84,4	66,2	-	82,9	82,8	73,1	68,0	78,4	80,4	66,9	74,5	78,8
	2-4	5,9	24,1	-	14,6	7,8	2,2	29,4	11,7	13,3	16,6	14,0	10,8
	śr.def.	19,1	22,8	-	20,9	19,4	15,8	24,1	20,3	20,8	22,9	20,5	19,9
Kraj	0	7,1	12,5	19,7	4,4	8,1	29,2	1,7	5,5	12,1	21,5	12,2	9,5
	1	75,6	60,6	62,2	73,2	73,8	62,9	55,7	59,7	74,5	53,5	61,0	69,4
	2-4	17,3	26,9	18,1	22,4	18,1	7,9	42,6	34,7	13,4	24,9	26,8	21,1
	śr.def.	22,5	25,0	20,9	23,8	22,6	17,3	27,6	26,9	20,8	23,2	23,8	23,0

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 województw, w kolejności malejących wartości średniej defoliacji w kolumnie "Gatunki razem" - wiek > 20 lat, wszystkie własności, 2017 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	0,3	0,0	-	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	7,9	1,6	0,9
	1	86,2	71,4	-	87,5	86,1	75,0	43,0	35,6	67,6	52,6	47,5	67,9
	2-4	13,6	28,6	-	12,5	13,7	25,0	57,0	64,4	32,4	39,5	50,9	31,3
	śr.def.	23,2	24,3	-	22,8	23,2	25,0	30,4	37,0	24,3	26,1	30,4	26,6
Dolnośląskie	0	3,7	20,7	30,0	13,4	10,6	39,7	0,3	5,1	28,3	16,9	12,9	11,7
	1	64,7	59,8	60,0	56,1	62,3	46,0	52,7	61,4	59,0	51,4	54,2	58,4
	2-4	31,6	19,5	10,0	30,5	27,0	14,3	47,0	33,5	12,7	31,7	32,9	29,9
	śr.def.	25,4	21,4	18,5	24,5	23,9	18,1	28,8	27,6	17,9	25,4	25,3	24,5
Śląskie	0	1,9	7,4	23,2	5,3	4,2	42,1	0,0	0,6	25,0	21,1	12,5	6,7
	1	79,6	49,4	65,9	84,2	76,0	54,7	56,6	38,3	64,3	47,4	48,9	67,8
	2-4	18,5	43,2	11,0	10,5	19,8	3,2	43,4	61,1	10,7	31,6	38,6	25,4
	śr.def.	23,9	31,7	17,7	23,2	24,0	15,4	27,7	30,7	17,9	26,6	25,3	24,4
Podlaskie	0	3,9	4,6	-	0,0	4,0	-	1,0	9,6	12,9	11,9	10,5	6,5
	1	76,3	58,3	-	100,0	74,2	-	70,9	64,0	75,3	65,7	69,6	72,4
	2-4	19,8	37,0	-	0,0	21,8	-	28,2	26,4	11,8	22,4	19,9	21,1
	śr.def.	24,3	28,4	-	22,5	24,8	-	24,7	26,1	21,1	23,3	23,5	24,3
Mazowieckie	0	3,6	0,0	11,4	30,4	3,9	50,0	1,2	1,9	6,2	12,0	4,1	3,9
	1	73,5	25,0	54,3	65,2	73,0	0,0	64,2	71,6	86,5	62,8	71,9	72,7
	2-4	23,0	75,0	34,3	4,3	23,1	50,0	34,6	26,5	7,3	25,1	24,0	23,4
	śr.def.	24,3	35,0	31,7	16,7	24,4	17,5	25,3	25,1	19,9	24,5	24,0	24,3
Wielkopolskie	0	4,8	8,3	-	16,7	4,9	10,0	2,7	6,0	13,2	9,8	7,3	5,6
	1	72,6	58,3	-	66,7	72,3	90,0	61,2	53,6	76,0	61,8	62,9	69,7
	2-4	22,7	33,3	-	16,7	22,8	0,0	36,1	40,4	10,7	28,4	29,8	24,7
	śr.def.	23,7	27,2	-	22,9	23,8	17,5	25,9	27,1	20,3	26,8	24,9	24,1
Lubelskie	0	5,0	20,0	3,7	100,0	5,3	58,6	4,4	18,4	27,0	28,7	17,5	10,9
	1	68,1	25,0	85,2	0,0	67,8	41,4	56,1	70,1	57,1	52,2	59,4	63,9
	2-4	26,9	55,0	11,1	0,0	27,0	0,0	39,4	11,5	15,9	19,1	23,1	25,2
	śr.def.	24,5	30,0	20,6	10,0	24,5	13,1	26,7	20,0	20,1	20,3	22,3	23,5
Podkarpackie	0	5,1	9,5	8,7	1,5	6,0	29,8	6,6	0,7	5,0	27,4	20,3	12,9
	1	73,6	60,8	69,6	86,2	72,5	59,4	58,8	46,5	58,5	61,8	58,6	65,8
	2-4	21,2	29,7	21,8	12,3	21,4	10,7	34,6	52,8	36,5	10,7	21,1	21,3
	śr.def.	24,5	26,1	23,2	23,3	24,2	18,4	25,3	32,0	29,9	18,8	22,2	23,3
Świętokrzyskie	0	24,3	0,0	13,1	40,0	22,4	12,2	10,1	1,3	7,1	2,8	5,4	16,6
	1	64,0	27,8	46,4	60,0	60,9	69,4	72,7	67,8	44,6	50,5	62,1	61,3
	2-4	11,6	72,2	40,5	0,0	16,7	18,4	17,2	30,9	48,2	46,8	32,5	22,1
	śr.def.	19,1	43,5	27,5	15,0	20,8	23,1	21,7	27,0	35,1	31,5	27,5	23,1
Kujawsko-pomorskie	0	5,6	16,7	-	3,4	5,6	30,0	6,3	10,5	15,6	6,3	9,8	6,6
	1	79,6	16,7	-	41,4	78,6	65,0	61,3	76,3	77,8	49,2	67,4	75,8
	2-4	14,8	66,7	-	55,2	15,8	5,0	32,5	13,2	6,7	44,4	22,8	17,5
	śr.def.	22,4	51,7	-	34,5	22,8	17,0	25,4	21,1	20,2	28,0	23,2	22,9
Łódzkie	0	18,2	18,2	0,0	4,5	18,0	22,2	1,3	0,0	14,8	14,3	3,3	15,1
	1	62,9	27,3	50,0	72,7	62,7	66,7	57,0	53,6	77,8	71,4	57,8	61,8
	2-4	18,9	54,5	50,0	22,7	19,3	11,1	41,8	46,4	7,4	14,3	38,8	23,2
	śr.def.	21,2	27,3	26,3	23,2	21,3	16,9	27,8	31,0	17,6	20,9	28,1	22,7
Lubuskie	0	7,3	29,5	-	6,3	7,7	74,1	11,6	19,4	37,7	53,3	30,0	12,2
	1	71,8	65,9	-	87,5	71,8	25,9	51,9	70,1	46,4	40,7	52,0	67,8
	2-4	20,9	4,5	-	6,3	20,5	0,0	36,5	10,4	15,9	5,9	18,0	20,0
	śr.def.	23,0	15,9	-	20,6	22,9	10,4	26,0	19,2	17,6	14,8	19,7	22,2
Małopolskie	0	2,5	7,4	33,2	0,0	15,2	46,5	2,5	8,4	15,7	32,4	27,2	20,9
	1	73,0	60,3	56,8	47,1	62,8	45,9	48,2	48,1	57,1	52,5	49,6	56,5
	2-4	24,6	32,3	10,0	52,9	22,0	7,6	49,2	43,5	27,1	15,1	23,1	22,5
	śr.def.	24,6	27,2	17,3	29,0	22,7	15,1	29,1	28,9	23,1	20,5	21,6	22,2

Tabela 24. – cd.

Województwo	Kl.def., śr.def.	Sosna	Świerk	Jodła	Inne iglaste	Iglaste razem	Buk	Dąb	Brzoza	Olsza	Inne liśc.	Liśc. razem	Gat. razem
Warmińsko- mazurskie	0	1,5	15,1	-	4,3	3,5	22,0	1,6	2,4	6,8	21,6	8,1	5,6
	1	89,2	75,8	-	91,3	87,3	74,7	77,0	70,8	86,9	59,5	75,0	81,7
	2-4	9,2	9,1	-	4,3	9,2	3,3	21,4	26,8	6,3	18,9	16,9	12,7
	śr.def.	22,5	18,9	-	18,5	21,9	17,0	24,5	25,4	19,7	20,9	22,2	22,1
Zachodnio- pomorskie	0	13,0	5,2	-	25,0	12,9	32,1	9,5	15,2	21,7	44,4	22,1	16,7
	1	77,8	83,6	-	67,1	77,8	65,0	65,0	70,9	64,7	42,7	64,6	72,3
	2-4	9,2	11,2	-	7,9	9,3	2,9	25,4	13,9	13,6	12,9	13,3	10,9
	śr.def.	19,4	21,3	-	17,2	19,4	15,3	22,1	20,1	19,6	18,1	19,0	19,2
Pomorskie	0	7,8	8,9	-	2,9	7,6	15,1	0,0	12,2	4,5	11,1	10,1	8,3
	1	87,6	65,3	-	88,4	86,5	81,8	76,9	81,5	91,0	80,6	82,4	85,4
	2-4	4,7	25,7	-	8,7	5,9	3,1	23,1	6,3	4,5	8,3	7,5	6,3
	śr.def.	18,9	23,4	-	20,9	19,2	16,9	23,8	18,5	18,0	20,8	18,8	19,1
Kraj	0	6,9	12,0	21,2	9,8	7,9	32,7	3,8	7,3	13,8	23,3	13,7	10,0
	1	75,2	62,4	61,4	71,7	73,7	60,2	60,0	65,0	72,9	55,5	63,1	69,8
	2-4	17,9	25,6	17,4	18,5	18,4	7,1	36,2	27,6	13,3	21,2	23,3	20,2
	śr.def.	22,7	24,4	20,7	22,5	22,7	16,7	26,1	25,0	20,8	22,0	22,9	22,8

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 województw, w kolejności malejących wartości średniej defoliacji w kolumnie "Gatunki razem" - wiek 21-60 lat, wszystkie własności, 2017 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	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	1	84,7	60,0	-	88,2	84,7	66,7	24,2	54,5	33,3	78,3	49,6	73,0
	2-4	15,3	40,0	-	11,8	15,3	33,3	75,8	45,5	66,7	21,7	50,4	27,0
	śr.def.	23,3	24,0	-	22,5	23,2	22,5	33,0	32,3	27,8	24,6	30,1	25,5
Świętokrzyskie	0	17,0	0,0	-	100,0	16,2	0,0	17,2	1,8	9,8	2,4	4,8	10,8
	1	69,0	31,6	-	0,0	66,3	66,7	69,0	75,0	36,6	59,5	63,6	65,0
	2-4	14,1	68,4	-	0,0	17,5	33,3	13,8	23,2	53,7	38,1	31,6	24,2
	śr.def.	21,3	43,4	-	5,0	22,7	23,3	19,8	26,2	38,3	28,1	27,9	25,2
Mazowieckie	0	3,4	0,0	3,6	50,0	3,9	0,0	1,1	2,5	5,6	7,2	3,3	3,7
	1	68,3	25,0	57,1	50,0	67,7	0,0	75,5	78,5	88,9	63,9	77,0	70,9
	2-4	28,3	75,0	39,3	0,0	28,4	100,0	23,4	19,0	5,6	28,9	19,7	25,4
	śr.def.	25,6	33,8	34,8	13,2	25,7	30,0	22,4	23,6	18,8	26,9	23,4	24,9
Dolnośląskie	0	3,9	21,2	-	25,8	9,9	0,0	0,0	5,8	19,0	12,3	8,7	9,4
	1	66,0	53,4	-	51,6	61,7	100,0	52,1	61,3	74,1	63,6	63,4	62,5
	2-4	30,1	25,3	-	22,6	28,3	0,0	47,9	32,8	6,9	24,0	27,8	28,1
	śr.def.	25,5	22,7	-	22,7	24,6	17,7	29,2	27,4	17,1	23,2	24,6	24,6
Wielkopolskie	0	3,7	13,6	-	17,4	4,1	0,0	4,6	4,0	18,8	12,0	7,9	5,2
	1	74,6	68,2	-	69,6	74,4	100,0	63,4	51,0	70,3	68,0	59,9	70,3
	2-4	21,7	18,2	-	13,0	21,5	0,0	32,1	44,9	10,9	20,0	32,2	24,5
	śr.def.	23,8	20,2	-	20,0	23,7	15,0	24,2	29,3	20,3	25,4	25,6	24,2
Śląskie	0	4,3	13,0	71,4	0,0	7,0	30,3	0,0	0,0	0,0	20,0	10,2	8,1
	1	80,7	56,5	14,3	66,7	76,1	69,7	42,1	36,8	66,7	60,0	49,6	67,0
	2-4	15,0	30,4	14,3	33,3	16,9	0,0	57,9	63,2	33,3	20,0	40,2	24,9
	śr.def.	22,7	30,2	12,9	27,5	23,2	16,4	31,6	30,6	25,0	23,3	26,1	24,2
Podlaskie	0	4,4	4,0	-	0,0	4,3	-	1,9	13,0	12,5	20,3	12,7	7,7
	1	73,1	50,4	-	100,0	69,6	-	83,0	71,1	76,1	72,5	74,1	71,4
	2-4	22,5	45,6	-	0,0	26,1	-	15,1	15,9	11,4	7,2	13,2	20,9
	śr.def.	24,9	29,0	-	22,5	25,5	-	22,7	22,1	22,1	19,8	21,9	24,0

Tabela 25. – cd.

Województwo	Kl.def., śr.def.	Sosna	Świerk	Jodła	Inne iglaste	Iglaste razem	Buk	Dąb	Brzoza	Olsza	Inne liśc.	Liśc. razem	Gat. razem
Łódzkie	0	12,8	100,0	0,0	50,0	13,0	-	7,7	0,0	5,9	28,6	2,3	10,8
	1	66,1	0,0	50,0	50,0	66,0	-	76,9	60,0	82,4	42,9	62,7	65,3
	2-4	21,1	0,0	50,0	0,0	21,0	-	15,4	40,0	11,8	28,6	35,0	23,8
	śr.def.	22,1	10,0	30,0	12,5	22,0	-	20,0	28,3	18,5	24,3	26,6	22,9
Lubelskie	0	5,0	28,6	-	100,0	5,6	-	6,3	24,1	31,5	16,3	20,0	13,9
	1	69,9	42,9	-	0,0	69,3	-	60,8	62,7	56,5	66,3	61,5	64,8
	2-4	25,1	28,6	-	0,0	25,1	-	32,9	13,2	12,1	17,4	18,5	21,3
	śr.def.	24,3	20,0	-	10,0	24,2	-	24,7	20,1	19,7	22,1	21,5	22,6
Kujawsko- pomorskie	0	7,1	33,3	-	4,5	7,2	75,0	8,9	10,8	15,6	10,8	11,6	8,8
	1	77,9	0,0	-	31,8	75,8	25,0	75,2	79,1	77,8	35,1	72,5	74,6
	2-4	15,0	66,7	-	63,6	17,0	0,0	15,8	10,1	6,7	54,1	15,9	16,6
	śr.def.	22,5	70,0	-	36,1	23,2	10,0	21,8	20,2	20,2	29,9	21,6	22,6
Podkarpackie	0	5,1	15,0	18,7	0,0	7,6	42,5	15,5	2,0	6,8	27,2	22,6	14,9
	1	78,3	47,5	73,3	87,2	75,7	47,1	74,1	52,9	59,5	64,6	60,4	68,2
	2-4	16,6	37,5	8,0	12,8	16,7	10,3	10,3	45,1	33,8	8,2	17,0	16,8
	śr.def.	23,6	27,9	18,1	23,2	23,0	16,3	20,3	27,9	27,9	17,7	20,5	21,8
Warmińsko- mazurskie	0	1,4	4,6	-	9,1	2,2	11,1	2,8	1,3	6,9	29,3	8,1	5,2
	1	86,3	87,0	-	81,8	86,4	88,9	84,8	80,1	87,9	55,3	79,6	82,8
	2-4	12,3	8,4	-	9,1	11,5	0,0	12,4	18,6	5,2	15,4	12,3	11,9
	śr.def.	22,5	19,9	-	18,2	22,0	18,1	23,8	23,9	19,0	19,3	21,5	21,7
Lubuskie	0	8,5	37,1	-	0,0	9,5	62,5	23,2	25,3	15,4	66,7	38,3	16,3
	1	72,9	57,1	-	100,0	72,4	37,5	65,9	67,1	46,2	28,7	51,7	67,6
	2-4	18,6	5,7	-	0,0	18,0	0,0	11,0	7,6	38,5	4,6	10,0	16,1
	śr.def.	22,6	15,3	-	21,7	22,3	11,9	18,2	17,2	24,4	12,0	16,2	20,9
Małopolskie	0	0,9	12,6	40,7	0,0	15,6	67,7	9,1	7,6	21,7	32,3	33,6	26,8
	1	82,1	67,8	48,1	66,7	68,1	29,3	42,4	56,1	54,3	53,5	48,1	55,7
	2-4	17,1	19,5	11,1	33,3	16,3	3,0	48,5	36,4	23,9	14,2	18,3	17,5
	śr.def.	23,7	21,1	16,8	21,7	21,0	12,5	29,5	26,7	20,9	20,4	20,3	20,6
Pomorskie	0	9,0	11,3	-	2,4	8,8	21,4	0,0	14,0	7,1	15,4	13,5	9,8
	1	85,3	67,9	-	95,2	84,7	76,2	80,0	80,4	78,6	69,2	78,9	83,5
	2-4	5,7	20,8	-	2,4	6,4	2,4	20,0	5,6	14,3	15,4	7,6	6,7
	śr.def.	18,9	22,0	-	20,1	19,1	15,1	22,0	17,6	19,6	23,5	18,1	18,9
Zachodnio- pomorskie	0	12,9	2,3	-	34,8	13,0	39,4	18,2	21,3	40,4	54,5	32,6	20,7
	1	76,7	90,8	-	56,5	77,0	55,6	66,7	70,1	57,4	42,9	60,4	70,5
	2-4	10,4	6,9	-	8,7	10,0	4,9	15,2	8,6	2,1	2,6	7,0	8,8
	śr.def.	20,3	20,7	-	16,2	20,1	15,6	19,0	18,0	14,7	13,0	16,4	18,6
Kraj	0	6,6	11,4	27,5	14,6	7,6	41,7	7,5	8,7	16,0	25,2	15,4	10,6
	1	74,7	64,6	58,0	70,4	73,5	53,1	67,6	68,9	70,8	57,6	65,6	70,5
	2-4	18,7	24,0	14,5	15,0	18,9	5,2	24,8	22,4	13,2	17,2	19,0	18,9
	śr.def.	23,0	23,6	19,9	21,4	22,9	15,2	23,4	23,6	20,8	20,8	21,9	22,5

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 województw, w kolejności malejących wartości średniej defoliacji w kolumnie "Gatunki razem" - wiek > 60 lat, wszystkie własności, 2017 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	0,5	0,0	-	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	11,3	2,3	1,5
	1	87,6	100,0	-	83,3	87,6	77,3	49,0	21,7	80,0	41,5	46,6	64,0
	2-4	11,8	0,0	-	16,7	11,9	22,7	51,0	78,3	20,0	47,2	51,1	34,4
	śr.def.	23,1	25,0	-	24,2	23,1	25,7	29,5	40,5	23,0	26,7	30,5	27,4
Podlaskie	0	3,5	5,5	-	-	3,7	-	0,0	4,8	13,1	4,1	8,4	5,4
	1	78,7	69,2	-	-	77,8	-	58,0	53,6	74,8	59,5	65,3	73,3
	2-4	17,8	25,3	-	-	18,5	-	42,0	41,6	12,1	36,5	26,2	21,3
	śr.def.	23,9	27,5	-	-	24,2	-	26,8	31,9	20,4	26,5	25,0	24,5
Dolnośląskie	0	3,6	20,4	30,0	5,9	11,2	50,0	0,4	2,6	33,3	19,9	15,5	13,4
	1	63,3	63,0	60,0	58,8	62,8	32,0	52,9	61,5	50,9	43,3	48,4	55,5
	2-4	33,1	16,6	10,0	35,3	26,0	18,0	46,7	35,9	15,7	36,8	36,1	31,1
	śr.def.	25,3	20,7	18,5	25,5	23,3	18,2	28,7	28,1	18,3	26,8	25,7	24,5
Śląskie	0	1,0	5,2	18,7	7,7	3,3	48,4	0,0	0,9	28,0	25,0	13,5	6,2
	1	79,2	46,6	70,7	92,3	75,9	46,8	59,8	39,1	64,0	0,0	48,6	68,1
	2-4	19,8	48,3	10,7	0,0	20,8	4,8	40,2	60,0	8,0	75,0	37,8	25,6
	śr.def.	24,3	32,2	18,1	21,2	24,2	14,8	26,8	30,7	17,0	38,8	25,0	24,5
Podkarpackie	0	5,1	2,9	5,8	3,8	5,2	26,6	0,0	0,0	3,5	27,7	19,0	11,8
	1	70,9	76,5	68,5	84,6	70,8	62,6	47,4	43,0	57,6	59,4	57,5	64,4
	2-4	24,0	20,6	25,8	11,5	24,0	10,8	52,6	57,0	38,8	12,9	23,5	23,8
	śr.def.	25,1	24,1	24,6	23,5	24,9	19,0	28,9	34,2	31,6	19,8	23,2	24,1
Lubelskie	0	5,0	15,4	3,7	-	5,1	58,6	3,5	9,4	18,5	38,5	15,2	9,1
	1	67,3	15,4	85,2	-	67,1	41,4	53,8	81,9	58,5	41,0	57,5	63,3
	2-4	27,7	69,2	11,1	-	27,8	0,0	42,7	8,7	23,1	20,5	27,3	27,6
	śr.def.	24,6	35,4	20,6	-	24,6	13,1	27,7	19,7	20,9	19,0	23,0	24,0
Wielkopolskie	0	5,7	0,0	-	0,0	5,6	11,1	1,3	9,6	9,2	9,1	6,7	5,9
	1	70,8	42,9	-	0,0	70,5	88,9	59,4	58,7	80,1	59,7	65,8	69,2
	2-4	23,5	57,1	-	100,0	23,9	0,0	39,4	31,7	10,6	31,2	27,5	24,9
	śr.def.	23,7	38,2	-	90,0	23,9	17,8	27,3	22,8	20,3	27,2	24,2	23,9
Mazowieckie	0	3,7	0,0	42,9	0,0	3,8	100,0	1,2	0,5	6,4	17,4	4,9	4,2
	1	78,0	25,0	42,9	88,9	77,8	0,0	57,8	56,0	85,7	61,6	66,4	74,3
	2-4	18,3	75,0	14,3	11,1	18,4	0,0	41,0	43,5	7,9	20,9	28,7	21,5
	śr.def.	23,2	36,3	19,3	22,2	23,2	5,0	27,0	28,6	20,2	21,8	24,6	23,7
Lubuskie	0	6,4	0,0	-	7,7	6,3	90,9	2,0	12,3	51,2	29,2	21,1	8,9
	1	71,0	100,0	-	84,6	71,4	9,1	40,4	73,8	46,5	62,5	52,3	68,0
	2-4	22,6	0,0	-	7,7	22,3	0,0	57,6	13,8	2,3	8,3	26,7	23,1
	śr.def.	23,3	18,3	-	20,4	23,3	8,2	32,5	21,8	13,5	20,0	23,6	23,3
Kujawsko- pomorskie	0	4,6	0,0	-	0,0	4,5	18,8	1,7	9,4	-	0,0	5,3	4,6
	1	80,8	33,3	-	71,4	80,5	75,0	37,3	62,5	-	69,2	54,1	77,0
	2-4	14,7	66,7	-	28,6	14,9	6,3	61,0	28,1	-	30,8	40,6	18,4
	śr.def.	22,4	33,3	-	29,3	22,5	18,8	31,5	25,8	-	25,4	27,4	23,1
Małopolskie	0	3,1	5,5	31,6	0,0	15,1	36,7	1,2	9,2	4,2	32,6	22,6	18,1
	1	69,3	57,6	58,6	45,2	61,2	53,5	49,4	40,0	62,5	51,1	50,8	57,0
	2-4	27,6	37,0	9,8	54,8	23,7	9,8	49,4	50,8	33,3	16,3	26,6	24,9
	śr.def.	24,9	29,4	17,4	29,7	23,2	16,3	29,0	31,1	27,3	20,6	22,6	23,0
Łódzkie	0	22,9	10,0	0,0	0,0	22,2	22,2	0,0	0,0	30,0	9,5	4,2	18,6
	1	60,0	30,0	50,0	75,0	60,0	66,7	53,0	44,3	70,0	81,0	53,8	58,8
	2-4	17,0	60,0	50,0	25,0	17,8	11,1	47,0	55,7	0,0	9,5	42,0	22,7
	śr.def.	20,5	29,0	22,5	24,3	20,7	16,9	29,4	34,9	16,0	19,8	29,3	22,5
Warmińsko- mazurskie	0	1,6	25,4	-	0,0	4,4	24,7	0,0	3,5	6,6	14,9	8,1	5,9
	1	90,8	64,9	-	100,0	87,9	71,2	65,3	61,2	85,9	63,1	70,6	80,9
	2-4	7,6	9,7	-	0,0	7,7	4,1	34,7	35,2	7,5	22,0	21,3	13,2
	śr.def.	22,4	18,0	-	18,8	21,9	16,8	25,5	27,0	20,5	22,2	23,0	22,3

Tabela 26. – 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	28,4	0,0	13,1	25,0	25,5	13,0	7,1	0,0	0,0	4,0	6,2	20,8
	1	61,3	23,5	46,4	75,0	58,2	69,6	74,3	45,9	66,7	20,0	60,1	58,7
	2-4	10,3	76,5	40,5	0,0	16,3	17,4	18,6	54,1	33,3	76,0	33,7	20,5
	śr.def.	17,8	43,5	27,5	17,5	19,9	23,0	22,4	29,6	26,3	42,8	26,9	21,6
Zachodnio- pomorskie	0	13,1	10,6	-	10,0	12,9	27,1	4,9	10,1	11,0	27,7	14,5	13,6
	1	78,7	70,2	-	83,3	78,4	71,5	64,1	71,5	68,9	42,6	67,6	73,8
	2-4	8,2	19,1	-	6,7	8,6	1,4	31,0	18,4	20,1	29,8	17,9	12,6
	śr.def.	18,7	22,4	-	18,8	18,8	15,0	23,7	21,8	22,4	26,5	20,9	19,7
Pomorskie	0	6,8	6,3	-	3,7	6,7	12,8	0,0	10,9	4,1	8,7	8,5	7,2
	1	89,4	62,5	-	77,8	87,9	83,8	75,8	82,4	92,8	87,0	84,1	86,7
	2-4	3,9	31,3	-	18,5	5,4	3,4	24,2	6,7	3,1	4,3	7,5	6,0
	śr.def.	19,0	25,0	-	22,0	19,3	17,5	24,5	19,1	17,7	19,3	19,2	19,3
Kraj	0	7,1	12,5	19,7	4,4	8,1	29,2	1,7	5,5	12,1	21,5	12,2	9,5
	1	75,6	60,6	62,2	73,2	73,8	62,9	55,7	59,7	74,5	53,5	61,0	69,4
	2-4	17,3	26,9	18,1	22,4	18,1	7,9	42,6	34,7	13,4	24,9	26,8	21,1
	śr.def.	22,5	25,0	20,9	23,8	22,6	17,3	27,6	26,9	20,8	23,2	23,8	23,0

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 parkach narodowych, w kolejności malejących wartości średniej defoliacji w kolumnie "Gatunki razem" - wiek > 20 lat, 2017 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	-	2,5	0,0	-	1,7	-	-	-	-	-	-	1,7
	1	-	42,5	25,0	-	36,7	-	-	-	-	-	-	36,7
	2-4	-	55,0	75,0	-	61,7	-	-	-	-	-	-	61,7
	śr.def.	-	33,1	40,3	-	35,5	-	-	-	-	-	-	35,5
Poleski 1 pow.	0	-	-	-	-	-	-	-	0,0	0,0	-	0,0	0,0
	1	-	-	-	-	-	-	-	50,0	35,7	-	40,0	40,0
	2-4	-	-	-	-	-	-	-	50,0	64,3	-	60,0	60,0
	śr.def.	-	-	-	-	-	-	-	27,5	36,1	-	33,5	33,5
Babiogórski 1 pow.	0	-	5,0	-	-	5,0	-	-	-	-	-	-	5,0
	1	-	40,0	-	-	40,0	-	-	-	-	-	-	40,0
	2-4	-	55,0	-	-	55,0	-	-	-	-	-	-	55,0
	śr.def.	-	32,3	-	-	32,3	-	-	-	-	-	-	32,3
Wielkopolski 2 pow.	0	0,0	-	-	-	0,0	-	-	-	0,0	0,0	0,0	0,0
	1	45,0	-	-	-	45,0	-	-	-	75,0	58,3	65,0	55,0
	2-4	55,0	-	-	-	55,0	-	-	-	25,0	41,7	35,0	45,0
	śr.def.	32,3	-	-	-	32,3	-	-	-	22,5	32,9	28,8	30,5
Biebrzański 6 pow.	0	0,0	0,0	-	-	0,0	-	-	4,3	3,0	-	3,8	2,5
	1	65,0	50,0	-	-	57,5	-	-	46,8	69,7	-	56,3	56,7
	2-4	35,0	50,0	-	-	42,5	-	-	48,9	27,3	-	40,0	40,8
	śr.def.	27,5	30,3	-	-	28,9	-	-	32,9	25,9	-	30,0	29,6
Wigierski 1 pow.	0	0,0	0,0	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-	0,0
	1	88,2	33,3	-	-	80,0	-	-	-	-	-	-	80,0
	2-4	11,8	66,7	-	-	20,0	-	-	-	-	-	-	20,0
	śr.def.	22,9	36,7	-	-	25,0	-	-	-	-	-	-	25,0

Tabela 27. – 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	71,0	-	-	-	71,0	-	-	66,7	-	-	66,7	70,0
	2-4	27,4	-	-	-	27,4	-	-	33,3	-	-	33,3	28,8
	śr.def.	24,1	-	-	-	24,1	-	-	24,7	-	-	24,7	24,3
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.	-	24,0	-	-	24,0	-	-	-	-	-	-	24,0
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
Gorczański 1 pow.	0	-	0,0	0,0	-	0,0	10,0	-	-	-	-	10,0	5,0
	1	-	66,7	0,0	-	60,0	80,0	-	-	-	-	80,0	70,0
	2-4	-	33,3	100,0	-	40,0	10,0	-	-	-	-	10,0	25,0
	śr.def.	-	27,2	35,0	-	28,0	18,5	-	-	-	-	18,5	23,3
Magurski 2 pow.	0	0,0	-	0,0	5,9	3,2	25,0	-	-	-	100,0	33,3	10,0
	1	0,0	-	83,3	82,4	77,4	50,0	-	-	-	0,0	44,4	70,0
	2-4	100,0	-	16,7	11,8	19,4	25,0	-	-	-	0,0	22,2	20,0
	śr.def.	30,0	-	24,2	24,1	24,5	19,4	-	-	-	10,0	18,3	23,1
Woliński 2 pow.	0	3,7	-	-	-	3,7	0,0	8,3	-	-	-	7,7	5,0
	1	63,0	-	-	-	63,0	100,0	83,3	-	-	-	84,6	70,0
	2-4	33,3	-	-	-	33,3	0,0	8,3	-	-	-	7,7	25,0
	śr.def.	24,8	-	-	-	24,8	15,0	19,2	-	-	-	18,8	22,9
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.	-	-	-	20,0	20,0	22,6	-	-	-	-	22,6	22,5
Drawieński 1 pow.	0	5,0	-	-	-	5,0	-	-	-	-	-	-	5,0
	1	95,0	-	-	-	95,0	-	-	-	-	-	-	95,0
	2-4	0,0	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-	0,0
	śr.def.	18,0	-	-	-	18,0	-	-	-	-	-	-	18,0
Bieszczadzki 5 pow.	0	-	-	0,0	-	0,0	30,3	-	0,0	-	42,9	30,5	29,0
	1	-	-	80,0	-	80,0	61,8	-	100,0	-	57,1	63,2	64,0
	2-4	-	-	20,0	-	20,0	7,9	-	0,0	-	0,0	6,3	7,0
	śr.def.	-	-	22,0	-	22,0	18,3	-	18,0	-	14,3	17,7	17,9
Białowieski 1 pow.	0	-	-	-	-	-	-	-	-	20,0	-	20,0	20,0
	1	-	-	-	-	-	-	-	-	75,0	-	75,0	75,0
	2-4	-	-	-	-	-	-	-	-	5,0	-	5,0	5,0
	śr.def.	-	-	-	-	-	-	-	-	17,8	-	17,8	17,8
Ojcowski 1 pow.	0	0,0	0,0	-	-	0,0	45,5	-	-	-	-	45,5	25,0
	1	50,0	100,0	-	-	77,8	54,5	-	-	-	-	54,5	65,0
	2-4	50,0	0,0	-	-	22,2	0,0	-	-	-	-	0,0	10,0
	śr.def.	27,5	18,0	-	-	22,2	12,3	-	-	-	-	12,3	16,8
Parki razem 34 pow.	0	1,6	1,7	0,0	5,6	1,6	28,0	8,3	2,6	6,7	25,9	15,9	8,2
	1	68,6	54,7	57,8	83,3	63,6	62,4	83,3	55,3	65,3	55,6	61,6	62,6
	2-4	29,7	43,6	42,2	11,1	34,8	9,6	8,3	42,1	28,0	18,5	22,5	29,1
	śr.def.	25,0	29,9	30,3	23,9	27,2	18,5	19,2	29,5	25,3	22,4	23,1	25,3

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 [%], według gatunków w układzie RDLP - wiek > 20 lat, lasy w zarządzie Lasów Państwowych, lata 2013-2017

RDLP	Kl.def., śr.def.	Sosna					Świerk					Jodła					Inne iglaste				
		2013	2014	2015	2016	2017	2013	2014	2015	2016	2017	2013	2014	2015	2016	2017	2013	2014	2015	2016	2017
Białystok	0	10,4	6,7	5,5	4,8	3,2	21,5	20,4	8,2	15,4	11,8	-	-	-	-	-	0,0	50,0	0,0	0,0	0,0
	1	74,4	74,1	76,7	80,3	81,9	41,8	32,1	45,8	61,1	67,5	-	-	-	-	-	100,0	50,0	100,0	100,0	100,0
	2-4	15,2	19,2	17,8	15,0	14,9	36,7	47,5	46,1	23,5	20,8	-	-	-	-	-	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Średnia	21,1	23,1	23,2	22,4	23,4	24,2	26,3	26,6	22,6	23,3	-	-	-	-	-	17,5	15,0	15,0	17,5	22,5
Katowice	0	0,7	4,1	2,8	1,9	1,7	1,3	1,5	7,5	0,0	0,0	12,0	16,7	17,4	16,1	22,8	0,0	11,9	8,9	6,5	1,7
	1	62,9	86,0	84,5	83,0	81,8	38,7	51,5	46,9	50,0	56,9	80,0	74,1	71,9	75,0	63,2	76,5	78,6	82,2	82,6	86,4
	2-4	36,4	9,9	12,7	15,0	16,5	60,0	47,1	45,6	50,0	43,1	8,0	9,3	10,7	8,9	14,0	23,5	9,5	8,9	10,9	11,9
	Średnia	26,7	20,9	21,8	22,9	23,5	31,5	30,0	29,7	28,9	29,5	19,0	18,6	18,8	18,3	17,6	24,6	19,8	20,8	21,6	22,8
Kraków	0	7,4	8,4	5,4	8,2	3,3	3,6	3,6	5,2	6,3	12,5	25,6	25,6	26,6	27,2	36,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	1	58,8	59,1	67,7	57,5	62,9	64,3	64,3	69,2	62,5	68,8	66,4	66,4	66,2	63,4	55,7	58,1	58,1	54,6	60,6	50,0
	2-4	33,8	32,5	26,9	34,3	33,8	32,1	32,1	25,6	31,3	18,8	8,1	8,1	7,2	9,4	7,8	41,9	41,9	45,5	39,4	50,0
	Średnia	26,0	25,1	24,4	25,7	26,7	24,5	24,5	24,3	23,4	22,5	17,1	17,1	16,8	17,1	16,1	26,3	26,3	27,0	25,8	28,2
Krosno	0	3,8	3,4	3,2	1,8	3,0	18,7	13,2	12,2	9,5	10,8	18,1	14,6	14,4	8,3	9,6	5,6	0,0	0,0	0,0	0,0
	1	66,7	72,3	71,0	74,4	75,1	64,0	65,8	62,2	62,2	67,7	65,2	69,1	69,5	71,2	70,4	75,0	80,6	81,4	85,0	87,8
	2-4	29,5	24,4	25,8	23,9	21,9	17,3	21,1	25,7	28,4	21,5	16,7	16,4	16,1	20,5	19,9	19,4	19,4	18,6	15,0	12,2
	Średnia	25,9	25,8	26,0	25,6	25,1	21,3	22,5	23,0	24,3	24,4	20,7	21,0	21,7	23,4	22,7	23,8	23,3	22,9	23,1	22,8
Lublin	0	3,6	3,5	5,5	6,7	6,4	26,7	26,7	21,4	25,0	11,8	2,9	2,9	5,7	5,6	4,8	100,0	100,0	33,3	100,0	100,0
	1	68,5	64,9	69,1	71,5	71,7	20,0	20,0	28,6	12,5	17,6	65,7	60,0	74,3	72,2	69,0	0,0	0,0	66,7	0,0	0,0
	2-4	27,9	31,6	25,3	21,8	21,9	53,3	53,3	50,0	62,5	70,6	31,4	37,1	20,0	22,2	26,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Średnia	24,5	25,3	23,9	22,6	23,0	30,0	30,7	26,4	30,6	37,1	23,9	24,4	20,7	21,5	23,7	10,0	10,0	18,3	10,0	10,0
Łódź	0	8,9	14,6	18,6	15,1	18,1	15,4	18,2	23,1	0,0	10,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	25,8	19,4	18,2	12,9	18,8
	1	80,0	74,7	65,7	69,1	66,0	53,9	72,7	53,8	45,5	30,0	75,0	75,0	75,0	50,0	50,0	64,5	61,3	61,4	74,2	65,6
	2-4	11,1	10,7	15,7	15,8	15,9	30,8	9,1	23,1	54,5	60,0	25,0	25,0	25,0	50,0	50,0	9,7	19,4	20,5	12,9	15,6
	Średnia	20,4	20,1	20,7	21,6	20,9	21,5	18,6	21,9	28,2	29,0	22,5	23,8	23,8	26,3	26,3	18,6	22,6	19,9	20,0	19,8
Olsztyn	0	5,2	1,3	2,8	2,0	1,3	59,2	47,7	18,7	12,7	9,9	-	-	-	-	-	55,2	7,1	7,4	0,0	4,3
	1	79,7	68,5	82,5	84,4	89,3	26,5	34,6	69,3	78,9	78,0	-	-	-	-	-	44,8	89,3	88,9	100,0	91,3
	2-4	15,2	30,2	14,7	13,6	9,4	14,3	17,7	12,0	8,5	12,1	-	-	-	-	-	0,0	3,6	3,7	0,0	4,3
	Średnia	21,7	25,1	22,4	23,2	22,7	16,2	18,4	19,2	18,6	20,6	-	-	-	-	-	13,3	17,7	17,6	18,4	18,5
Piła	0	13,7	8,3	14,4	4,6	7,6	29,4	17,7	35,3	0,0	11,8	-	-	-	-	-	64,3	57,1	73,3	26,7	20,0
	1	77,5	84,6	79,8	82,1	83,9	70,6	82,4	64,7	94,1	82,4	-	-	-	-	-	35,7	42,9	26,7	73,3	66,7
	2-4	8,8	7,1	5,9	13,3	8,5	0,0	0,0	0,0	5,9	5,9	-	-	-	-	-	0,0	0,0	0,0	0,0	13,3
	Średnia	19,0	19,9	18,7	21,5	20,2	15,6	16,2	14,7	20,0	17,6	-	-	-	-	-	10,4	12,5	12,3	16,0	18,0
Poznań	0	6,1	2,5	2,7	0,6	3,6	25,0	18,8	12,5	4,5	9,1	-	-	-	-	-	28,6	14,3	7,7	7,7	0,0
	1	83,9	89,6	85,5	81,8	65,7	66,7	75,0	79,2	59,1	40,9	-	-	-	-	-	64,3	71,4	76,9	76,9	71,4
	2-4	10,0	7,9	11,9	17,5	30,7	8,3	6,3	8,3	36,4	50,0	-	-	-	-	-	7,1	14,3	15,4	15,4	28,6
	Średnia	20,9	20,5	22,3	23,6	25,5	17,9	18,8	20,2	27,3	33,2	-	-	-	-	-	18,9	21,8	24,2	23,8	28,9

Tabela 28. – cd.

RDLP	Kl.def., śr.def.	Sosna					Świerk					Jodła					Inne iglaste				
		2013	2014	2015	2016	2017	2013	2014	2015	2016	2017	2013	2014	2015	2016	2017	2013	2014	2015	2016	2017
Szczecin	0	17,4	28,0	23,0	13,7	10,5	37,3	43,1	47,2	23,5	15,7	-	-	-	-	-	32,7	56,4	42,4	27,8	26,1
	1	65,6	60,7	63,0	77,3	76,5	56,9	52,9	50,9	74,5	76,5	-	-	-	-	-	51,9	32,7	45,5	64,8	66,7
	2-4	17,0	11,3	14,0	9,0	13,0	5,9	3,9	1,9	2,0	7,8	-	-	-	-	-	15,4	10,9	12,1	7,4	7,2
	Średnia	20,6	17,8	19,2	19,2	20,8	15,5	13,3	14,3	16,0	18,6	-	-	-	-	-	18,9	16,6	15,7	17,0	17,3
Szczecinek	0	20,8	12,1	18,5	7,3	12,9	21,3	10,9	16,3	4,7	4,0	-	-	-	-	-	3,9	6,5	6,5	0,0	5,7
	1	70,6	77,9	75,7	82,7	82,2	72,1	80,4	78,9	79,9	84,6	-	-	-	-	-	96,2	77,4	80,7	84,8	80,0
	2-4	8,6	10,1	5,8	10,0	4,9	6,6	8,7	4,8	15,4	11,4	-	-	-	-	-	0,0	16,1	12,9	15,2	14,3
	Średnia	17,9	19,4	17,6	20,4	18,0	18,2	19,6	17,1	21,7	21,2	-	-	-	-	-	18,7	19,7	19,7	23,3	21,6
Toruń	0	9,3	6,5	3,5	3,6	5,5	75,0	75,0	28,6	0,0	33,3	-	-	-	-	-	33,3	15,4	0,0	7,7	7,1
	1	83,7	87,3	87,5	85,0	81,8	25,0	25,0	57,1	33,3	0,0	-	-	-	-	-	66,7	84,6	92,3	92,3	78,6
	2-4	7,0	6,2	9,0	11,4	12,7	0,0	0,0	14,3	66,7	66,7	-	-	-	-	-	0,0	0,0	7,7	0,0	14,3
	Średnia	18,5	19,6	21,6	21,6	22,0	10,0	10,0	17,9	72,7	70,0	-	-	-	-	-	15,0	16,5	20,4	18,1	22,1
Wrocław	0	12,5	8,8	3,2	1,7	4,4	18,1	17,3	13,9	9,0	21,3	25,0	16,7	15,4	25,0	33,3	3,3	4,8	11,1	1,6	3,1
	1	73,8	80,2	81,3	79,1	63,8	57,0	72,7	74,5	71,9	58,2	50,0	66,7	69,2	58,3	55,6	54,1	87,3	79,0	71,9	60,9
	2-4	13,7	11,0	15,5	19,3	31,7	24,9	10,0	11,6	19,1	20,5	25,0	16,7	15,4	16,7	11,1	42,6	7,9	9,9	26,6	35,9
	Średnia	20,1	20,1	21,8	23,1	25,4	22,6	19,3	19,7	22,7	21,4	20,0	19,2	19,2	24,2	18,3	25,6	19,4	20,6	25,8	26,6
Zielona Góra	0	14,0	10,7	5,9	3,3	6,9	33,3	36,0	37,5	37,0	44,4	-	-	-	-	-	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	1	73,5	74,5	79,3	83,6	66,5	54,2	52,0	54,2	55,6	51,9	-	-	-	-	-	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
	2-4	12,5	14,8	14,9	13,1	26,6	12,5	12,0	8,3	7,4	3,7	-	-	-	-	-	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Średnia	19,6	20,7	21,5	21,2	24,4	16,3	15,4	15,4	16,5	14,3	-	-	-	-	-	20,0	20,0	25,0	20,0	15,0
Gdańsk	0	1,9	1,8	2,5	8,0	5,9	1,9	3,9	0,0	0,0	7,0	-	-	-	-	-	2,6	7,5	2,6	2,6	5,1
	1	81,9	87,1	86,5	85,3	89,4	61,5	62,8	53,5	46,5	46,5	-	-	-	-	-	76,9	82,5	97,4	89,7	92,3
	2-4	16,2	11,1	11,0	6,7	4,7	36,5	33,3	46,5	53,5	46,5	-	-	-	-	-	20,5	10,0	0,0	7,7	2,6
	Średnia	22,9	21,3	21,1	19,8	19,6	25,9	25,8	28,0	29,5	28,6	-	-	-	-	-	22,7	21,0	19,5	20,0	19,5
Radom	0	12,6	12,9	17,7	16,2	20,3	9,1	9,1	10,2	0,0	0,0	18,8	19,8	24,2	6,9	11,7	50,0	25,0	50,0	25,0	50,0
	1	73,0	67,5	63,3	67,7	64,7	39,4	42,4	38,8	19,0	23,8	49,5	48,5	47,5	57,8	50,5	50,0	75,0	50,0	75,0	50,0
	2-4	14,5	19,6	19,0	16,1	15,0	51,5	48,5	51,0	81,0	76,2	31,7	31,7	28,3	35,3	37,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Średnia	19,9	21,1	21,1	20,1	19,5	29,7	29,4	33,1	40,5	41,2	26,0	25,0	23,9	29,4	29,3	13,8	15,0	13,8	15,0	13,8
Warszawa	0	9,5	7,2	4,6	4,8	5,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	28,6	28,6	9,1	14,3	14,3
	1	76,7	76,6	73,8	77,1	77,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	57,1	71,4	81,8	85,7	85,7
	2-4	13,8	16,2	21,6	18,1	17,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	14,3	0,0	9,1	0,0	0,0
	Średnia	20,1	21,3	23,0	22,3	22,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15,7	15,7	20,5	17,1	17,9
Razem	0	10,2	9,3	8,9	6,2	7,3	22,8	19,8	13,1	10,6	13,3	19,3	18,2	20,4	14,5	19,0	17,5	16,7	14,9	7,9	8,9
	1	74,5	76,2	76,2	79,7	76,7	51,2	56,7	62,2	66,5	64,8	64,2	65,2	65,9	66,9	62,2	63,5	70,5	72,2	78,0	74,4
	2-4	15,3	14,5	15,0	14,1	16,0	26,1	23,5	24,7	22,8	21,9	16,6	16,6	13,6	18,6	18,8	19,0	12,8	13,0	14,1	16,7
	Średnia	21,0	21,1	21,6	21,7	22,1	22,1	21,8	22,7	22,9	23,0	20,4	20,4	19,6	21,9	21,3	20,8	19,8	19,9	21,4	21,8

Tabela 28. – cd.

RDLP	Kl.def., śr.def.	Buk					Dąb					Brzoza					Olsza					Inne liściaste				
		2013	2014	2015	2016	2017	2013	2014	2015	2016	2017	2013	2014	2015	2016	2017	2013	2014	2015	2016	2017	2013	2014	2015	2016	2017
Białystok	0	-	-	-	-	-	6,3	3,2	0,0	0,8	0,8	16,6	8,6	8,6	7,1	5,8	40,6	28,3	23,0	19,6	11,1	34,3	24,3	19,3	14,9	8,3
	1	-	-	-	-	-	64,6	61,4	66,7	64,1	68,6	53,0	55,6	66,1	60,8	65,7	48,2	62,4	66,5	64,7	77,9	53,0	62,5	70,1	67,9	73,5
	2-4	-	-	-	-	-	29,1	35,4	33,3	35,2	30,5	30,4	35,9	25,3	32,1	28,5	11,2	9,3	10,5	15,7	11,1	12,7	13,2	10,7	17,2	18,2
	Średnia	-	-	-	-	-	24,3	25,6	25,2	26,3	25,2	24,1	26,6	24,2	27,3	28,3	17,2	18,3	18,8	21,0	22,2	18,3	19,0	18,7	21,2	22,5
Katowice	0	21,2	23,2	22,3	20,2	45,6	0,0	0,0	0,3	0,0	0,5	0,0	0,9	0,0	0,0	1,0	0,0	19,6	18,9	6,7	0,0	4,6	5,8	17,8	5,8	7,0
	1	55,4	63,9	71,1	74,8	49,0	32,9	70,2	57,1	54,8	49,3	35,1	59,1	60,5	37,4	32,5	50,0	67,4	71,6	64,4	46,8	52,3	62,1	63,9	55,8	44,2
	2-4	23,3	12,9	6,6	4,9	5,4	67,1	29,8	42,6	45,2	50,2	64,9	40,0	39,5	62,6	66,5	50,0	13,0	9,5	28,9	53,2	43,2	32,2	18,3	38,4	48,8
	Średnia	20,7	19,0	17,8	18,4	15,9	33,5	25,7	27,7	28,3	29,5	33,2	27,8	27,1	31,3	32,5	28,3	20,0	19,1	23,0	35,3	29,2	26,2	21,2	26,9	30,9
Kraków	0	39,5	38,9	41,8	32,4	40,0	5,2	4,0	3,9	4,3	1,1	38,1	33,3	20,6	30,0	5,6	32,4	29,7	17,1	28,6	29,6	36,8	36,8	38,4	36,7	40,2
	1	57,3	56,2	54,6	61,6	52,2	49,5	55,6	64,5	47,9	37,2	42,9	47,6	59,8	50,0	55,6	37,8	35,1	68,4	57,1	55,6	44,7	46,1	47,1	39,2	36,8
	2-4	3,2	4,9	3,6	5,9	7,8	45,4	40,4	31,6	47,9	61,7	19,1	19,1	19,6	20,0	38,9	29,7	35,1	14,5	14,3	14,8	18,4	17,1	14,6	24,1	23,0
	Średnia	15,1	15,0	14,6	15,9	16,2	28,5	28,8	26,3	27,8	31,5	18,6	18,8	21,0	19,3	26,7	25,8	30,0	21,0	21,1	20,4	18,7	19,0	19,0	21,5	22,4
Krosno	0	45,7	42,0	43,7	27,8	32,1	7,7	0,0	1,4	0,0	0,0	14,0	7,0	8,7	0,0	0,0	15,1	6,8	7,6	6,0	3,6	43,4	38,7	43,1	25,1	28,5
	1	47,7	49,4	47,9	59,7	58,5	66,7	67,4	70,3	58,5	56,1	65,1	44,2	59,8	51,1	53,3	53,8	62,5	65,2	64,3	60,2	46,8	51,0	51,0	56,0	57,0
	2-4	6,6	8,6	8,4	12,5	9,4	25,6	32,6	28,4	41,5	43,9	20,9	48,8	31,5	48,9	46,7	31,2	30,7	27,3	29,8	36,1	9,8	10,3	5,9	18,8	14,5
	Średnia	15,1	15,7	16,2	18,5	17,6	23,3	25,9	25,7	28,7	30,0	21,6	28,3	25,5	29,8	29,9	30,2	29,2	25,8	26,0	31,2	16,1	17,2	15,7	21,5	20,2
Lublin	0	44,4	44,4	44,2	22,2	22,2	4,1	1,7	10,3	6,7	4,1	13,1	11,1	20,9	18,8	17,2	11,1	0,0	41,8	0,0	0,0	15,8	22,7	36,8	24,2	26,7
	1	27,8	27,8	48,8	61,1	55,6	60,1	31,5	59,1	57,2	55,4	64,6	58,4	63,1	58,0	66,1	83,3	81,1	53,3	64,1	61,5	52,6	50,0	44,8	24,2	26,7
	2-4	27,8	27,8	7,0	16,7	22,2	35,8	66,8	30,7	36,1	40,5	22,3	30,5	15,9	23,2	16,7	5,6	18,9	4,9	35,9	38,5	31,6	27,3	18,4	51,5	46,7
	Średnia	20,0	20,8	15,9	20,8	22,8	26,8	32,8	24,3	25,6	26,8	26,4	24,2	20,3	23,3	22,2	19,2	22,3	15,3	24,9	25,8	24,7	27,1	19,9	33,3	29,3
Łódź	0	50,0	61,1	38,9	27,8	22,2	12,9	5,2	3,4	0,0	0,0	7,5	16,5	12,2	1,7	0,0	0,0	37,5	21,4	0,0	0,0	22,9	14,0	10,5	6,9	17,9
	1	50,0	38,9	61,1	61,1	66,7	62,9	71,4	74,0	64,0	62,3	81,7	73,1	69,8	63,9	59,0	60,0	37,5	67,9	75,0	75,0	51,4	66,0	70,2	79,3	67,9
	2-4	0,0	0,0	0,0	11,1	11,1	24,3	23,4	22,7	36,0	37,7	10,8	10,4	18,0	34,5	41,0	40,0	25,0	10,7	25,0	25,0	25,7	20,0	19,3	13,8	14,3
	Średnia	12,5	10,8	13,1	16,9	16,9	21,9	23,2	23,9	26,3	26,0	20,0	20,1	21,8	25,7	26,7	41,0	24,4	19,5	31,9	36,9	23,4	21,0	21,7	20,3	20,7
Olsztyn	0	57,8	31,4	42,9	22,5	21,3	15,6	0,9	0,4	0,9	1,7	7,6	0,3	2,6	4,5	3,9	44,7	24,9	14,0	5,1	7,1	28,4	22,8	22,5	23,7	25,7
	1	40,4	62,8	53,8	74,2	75,3	70,9	60,2	78,2	67,9	75,1	65,9	46,4	74,1	65,0	74,5	47,3	63,5	78,0	85,0	87,9	59,0	58,4	65,8	64,5	58,1
	2-4	1,8	5,9	3,3	3,4	3,4	13,6	38,9	21,4	31,3	23,2	26,5	53,4	23,4	30,5	21,7	8,1	11,6	8,0	9,9	5,0	12,6	18,8	11,7	11,8	16,2
	Średnia	12,4	16,1	15,4	16,3	17,1	20,5	25,3	23,9	24,9	24,2	24,3	29,3	24,6	25,0	23,0	16,1	19,7	19,5	20,8	19,0	18,0	20,3	18,6	18,7	20,4
Piła	0	85,7	14,3	57,1	0,0	28,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	9,3	3,5	16,2	5,8	9,3	30,3	0,0	21,2	0,0	12,1	16,7	0,0	0,0	0,0	0,0
	1	14,3	85,7	42,9	100,0	71,4	64,5	61,3	63,6	29,0	40,6	80,2	80,2	55,6	43,0	61,6	63,6	97,0	78,8	90,9	84,8	66,7	100,0	50,0	50,0	66,7
	2-4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	35,5	38,7	36,4	71,0	59,4	10,5	16,3	28,3	51,2	29,1	6,1	3,0	0,0	9,1	3,0	16,7	0,0	50,0	50,0	33,3
	Średnia	7,9	14,3	12,1	15,7	13,6	25,5	28,1	27,0	32,1	29,2	20,5	22,7	21,9	28,1	22,3	16,1	19,7	16,4	22,0	18,5	19,2	19,2	27,1	35,0	33,3
Poznań	0	50,0	0,0	57,1	25,0	25,0	2,6	0,9	0,4	1,2	2,8	7,2	1,8	1,3	0,0	2,1	25,8	5,0	12,0	0,0	10,8	14,6	1,8	16,4	13,7	24,6
	1	50,0	100,0	42,9	75,0	75,0	71,6	81,8	80,3	75,0	63,5	77,0	85,1	66,7	53,1	49,2	69,1	89,1	84,2	90,5	75,5	41,8	66,1	52,1	49,0	43,1
	2-4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	25,8	17,3	19,3	23,8	33,7	15,8	13,2	32,0	46,9	48,7	5,2	5,9	3,8	9,5	13,7	43,6	32,1	31,5	37,3	32,3
	Średnia	15,0	22,5	12,9	15,0	16,3	24,0	22,9	23,8	24,4	25,4	22,2	22,5	26,1	30,2	30,2	16,7	19,7	18,1	22,0	20,8	33,3	34,8	29,5	30,6	27,3

Tabela 28. – cd.

RDLP	Kl.def., śr.def.	Buk					Dąb					Brzoza					Olsza					Inne liściaste				
		2013	2014	2015	2016	2017	2013	2014	2015	2016	2017	2013	2014	2015	2016	2017	2013	2014	2015	2016	2017	2013	2014	2015	2016	2017
Szczecin	0	66,1	60,5	58,4	50,0	53,8	11,8	23,7	24,3	13,8	13,1	15,4	17,4	16,8	8,4	21,4	34,6	41,4	27,2	27,2	36,4	52,6	56,9	45,3	42,9	56,1
	1	27,7	30,7	34,5	42,4	42,0	50,3	58,6	60,3	75,2	68,2	71,4	66,2	68,9	80,3	65,9	57,2	48,4	58,8	58,6	45,1	38,1	41,5	44,7	48,7	34,2
	2-4	6,3	8,8	7,1	7,6	4,2	38,0	17,7	15,4	11,0	18,7	13,2	16,4	14,3	11,2	12,7	8,2	10,2	14,0	14,2	18,5	9,3	1,5	10,0	8,4	9,6
	Średnia	12,8	13,3	13,9	14,4	13,8	24,5	19,2	19,3	19,3	20,8	20,0	21,0	19,6	20,2	20,1	16,3	15,9	18,9	18,1	18,7	15,1	12,5	17,3	15,3	13,9
Szczecinek	0	34,6	19,3	34,5	6,6	21,2	4,2	1,1	1,0	0,0	0,0	16,6	5,2	14,6	3,9	9,8	2,3	0,8	10,6	0,7	2,7	16,2	2,7	17,4	4,9	9,5
	1	60,9	74,6	63,3	86,5	75,7	49,5	43,0	59,2	36,7	57,7	69,8	70,2	75,3	72,0	79,8	84,6	83,2	83,7	82,1	91,3	67,6	64,9	69,6	78,0	85,7
	2-4	4,5	6,2	2,2	7,0	3,1	46,3	55,9	39,8	63,3	42,3	13,6	24,6	10,1	24,1	10,4	13,1	16,0	5,7	17,1	6,0	16,2	32,4	13,0	17,1	4,8
	Średnia	15,5	16,8	15,0	19,1	16,1	30,6	30,7	26,1	31,9	26,1	20,6	22,8	18,8	23,1	19,6	21,2	23,2	18,8	23,0	19,6	24,2	26,0	18,9	22,6	18,7
Toruń	0	66,7	66,7	55,6	30,0	30,0	11,6	7,5	2,9	3,5	5,9	15,1	6,5	9,5	12,8	12,8	17,5	22,7	16,9	2,5	9,1	64,0	40,0	9,1	17,1	11,4
	1	33,3	33,3	44,4	70,0	65,0	70,6	73,3	81,2	75,4	61,8	83,9	92,6	81,9	69,9	79,1	82,5	72,7	80,0	95,0	86,4	36,0	60,0	45,5	65,7	65,7
	2-4	0,0	0,0	0,0	0,0	5,0	17,8	19,2	15,9	21,1	32,2	1,1	0,9	8,6	17,3	8,1	0,0	4,6	3,1	2,5	4,5	0,0	0,0	45,5	17,1	22,9
	Średnia	12,8	11,7	11,9	13,8	17,0	20,6	21,7	23,0	24,2	25,5	16,7	18,4	19,3	20,8	19,2	16,1	16,4	16,6	19,5	19,5	13,0	14,4	30,1	20,7	22,4
Wrocław	0	39,0	54,9	56,7	27,9	40,0	4,8	3,7	2,1	0,7	0,3	9,3	5,0	4,6	2,5	5,8	22,1	21,3	17,4	10,3	32,6	11,5	9,7	7,0	2,6	16,3
	1	50,9	43,1	41,7	57,4	45,0	49,7	65,8	62,8	61,3	55,3	59,0	71,9	73,5	69,3	59,0	65,4	71,7	70,5	76,2	54,3	49,6	59,0	61,7	62,4	51,5
	2-4	10,2	2,0	1,7	14,8	15,0	45,5	30,5	35,2	38,0	44,4	31,7	23,1	21,9	28,2	35,3	12,6	7,1	12,1	13,5	13,2	38,9	31,4	31,3	35,0	32,2
	Średnia	16,5	12,4	13,4	19,4	18,3	27,0	24,7	25,7	27,3	28,5	25,7	25,9	23,4	27,0	28,3	19,7	18,7	19,3	19,7	17,7	28,6	27,5	27,0	27,3	25,5
Zielona Góra	0	36,4	36,4	50,0	57,1	92,9	17,1	7,7	3,5	3,9	14,7	20,4	24,8	13,5	14,7	23,5	22,9	25,0	12,5	12,2	24,5	36,1	29,2	29,9	27,6	47,4
	1	63,6	54,6	42,9	42,9	7,1	59,5	67,5	64,1	79,7	51,9	73,1	68,3	78,9	76,5	63,7	77,1	75,0	85,4	77,6	53,1	55,6	58,3	58,4	63,2	44,7
	2-4	0,0	9,1	7,1	0,0	0,0	23,4	24,8	32,4	16,4	33,3	6,5	6,9	7,7	8,8	12,7	0,0	0,0	2,1	10,2	22,4	8,3	12,5	11,7	9,2	7,9
	Średnia	11,8	15,5	17,9	12,1	8,6	22,3	22,9	27,2	22,3	23,4	17,2	17,9	18,0	19,2	19,0	15,6	15,2	17,7	18,6	20,3	17,5	18,3	18,8	18,7	17,8
Gdańsk	0	14,4	13,4	12,6	18,9	18,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,9	4,4	5,2	15,7	14,7	11,5	0,0	0,0	3,8	3,7	4,0	8,0	10,0	25,0	17,4
	1	83,3	82,9	86,2	81,1	81,1	75,5	84,8	76,4	81,5	83,1	73,3	78,3	87,2	78,4	78,9	88,5	92,3	88,9	92,3	96,3	68,0	80,0	76,7	66,7	73,9
	2-4	2,2	3,7	1,2	0,0	0,0	24,5	15,3	23,6	18,5	16,9	20,8	17,2	7,6	5,9	6,4	0,0	7,7	11,1	3,8	0,0	28,0	12,0	13,3	8,3	8,7
	Średnia	17,3	18,4	17,8	16,9	16,2	25,1	23,7	24,0	22,9	22,5	22,7	22,0	19,6	17,7	18,0	17,9	20,6	20,2	19,2	18,3	23,8	21,6	19,7	19,0	18,3
Radom	0	53,6	14,3	26,7	3,7	7,7	17,1	20,0	16,5	6,4	6,3	5,5	10,5	9,3	0,0	0,0	19,4	38,7	26,7	12,5	12,1	7,9	13,5	6,3	2,9	0,0
	1	39,3	71,4	60,0	77,8	73,1	67,6	59,1	67,7	69,1	66,7	81,8	66,7	68,6	59,7	59,0	67,8	45,2	45,0	62,5	69,7	65,8	59,5	61,0	76,5	75,8
	2-4	7,1	14,3	13,3	18,5	19,2	15,2	21,0	15,8	24,5	27,0	12,7	22,8	22,1	40,3	41,0	12,9	16,1	28,3	25,0	18,2	26,3	27,0	32,7	20,6	24,2
	Średnia	14,5	20,0	18,3	23,7	23,3	20,1	20,6	19,7	22,9	23,4	20,8	22,5	22,8	27,3	26,1	17,9	18,2	23,8	25,8	21,7	27,5	26,2	28,2	26,0	26,1
Warszawa	0	-	-	-	-	-	0,0	1,8	2,0	0,0	0,0	2,7	1,4	6,4	1,3	1,4	2,2	2,2	12,6	9,2	14,9	0,0	4,6	14,6	28,6	28,6
	1	-	-	-	-	-	50,0	50,0	63,7	52,7	57,6	73,3	70,8	76,9	51,3	51,4	52,2	54,4	69,9	58,5	72,3	72,7	81,8	70,7	71,4	71,4
	2-4	-	-	-	-	-	50,0	48,2	34,3	47,3	42,4	24,0	27,8	16,7	47,4	47,1	45,7	43,5	17,5	32,3	12,8	27,3	13,6	14,6	0,0	0,0
	Średnia	-	-	-	-	-	29,8	29,5	26,4	28,2	28,2	25,6	25,6	21,9	31,0	29,0	36,0	35,8	24,1	31,1	20,5	23,4	20,2	19,9	16,4	16,2
Razem	0	40,3	34,0	38,5	24,2	33,1	7,2	5,1	5,1	3,2	3,6	10,9	6,9	8,9	6,6	8,4	27,4	20,4	18,4	9,7	13,4	26,7	23,5	24,9	18,4	24,2
	1	52,1	58,5	56,5	68,2	60,5	58,2	61,4	66,7	64,2	60,2	66,6	66,2	70,7	63,3	65,0	59,5	66,7	70,6	74,8	72,3	50,9	57,4	57,0	59,1	53,9
	2-4	7,6	7,6	4,9	7,6	6,4	34,6	33,5	28,2	32,6	36,2	22,5	26,9	20,4	30,1	26,6	13,1	12,9	10,9	15,5	14,3	22,4	19,1	18,1	22,5	21,9
	Średnia	15,7	16,2	15,6	17,6	16,5	25,4	25,3	24,5	25,4	26,0	23,1	24,1	22,4	25,0	24,2	19,4	20,4	19,6	21,7	21,2	22,0	21,6	21,0	22,7	22,3

Tabela 28. – cd.

RDLP	Kl.def., śr.def.	Iglaste razem					Liściaste razem					Gatunki razem				
		2013	2014	2015	2016	2017	2013	2014	2015	2016	2017	2013	2014	2015	2016	2017
Białystok	0	12,5	9,5	5,9	6,9	4,8	25,0	16,0	15,1	10,8	7,0	16,5	11,6	9,2	8,2	5,5
	1	68,3	65,7	72,1	76,4	79,2	53,5	59,6	66,9	63,6	71,0	63,5	63,7	70,2	72,2	76,4
	2-4	19,3	24,8	22,0	16,7	16,0	21,5	24,3	18,0	25,6	22,0	20,0	24,7	20,6	19,6	18,1
	Średnia	21,7	23,7	23,7	22,4	23,4	21,1	22,8	21,3	24,4	25,1	21,5	23,4	22,8	23,1	24,0
Katowice	0	1,2	4,8	4,4	2,7	2,7	6,2	8,0	8,3	5,7	10,9	3,1	6,1	5,9	3,9	5,9
	1	62,4	83,2	80,3	80,7	79,7	42,8	64,3	62,8	55,2	43,8	54,9	75,7	73,4	70,7	65,7
	2-4	36,4	12,0	15,3	16,5	17,5	51,0	27,8	28,9	39,1	45,4	42,0	18,3	20,7	25,4	28,4
	Średnia	26,6	21,3	22,3	23,0	23,4	29,2	24,3	24,1	26,4	28,1	27,6	22,5	23,0	24,3	25,3
Kraków	0	16,0	16,0	13,4	17,7	20,9	30,3	29,2	29,6	26,4	28,8	23,2	22,6	21,2	22,1	24,8
	1	63,1	63,0	67,0	61,1	58,4	50,7	51,9	55,4	53,2	45,8	56,8	57,5	61,4	57,1	52,2
	2-4	20,9	21,0	19,6	21,2	20,7	19,0	18,9	15,1	20,4	25,4	20,0	20,0	17,4	20,8	23,0
	Średnia	21,3	21,2	21,5	21,0	21,0	20,0	20,5	19,5	20,3	21,8	20,6	20,9	20,5	20,6	21,4
Krosno	0	10,2	8,0	6,8	4,8	5,9	36,0	30,9	31,8	20,3	22,9	21,6	18,1	18,7	11,7	13,5
	1	66,3	70,9	70,4	72,6	73,5	50,6	52,6	54,3	58,4	57,7	59,4	62,8	62,8	66,3	66,5
	2-4	23,5	21,1	22,9	22,6	20,7	13,4	16,5	13,9	21,3	19,3	19,0	19,1	18,6	22,0	20,1
	Średnia	23,6	23,7	24,5	24,6	24,1	18,6	19,6	19,0	21,9	21,9	21,4	21,9	21,9	23,4	23,1
Lublin	0	4,1	4,0	5,9	7,1	6,5	9,2	6,9	23,1	11,5	9,6	6,1	5,1	13,2	8,8	7,7
	1	67,5	63,9	68,5	70,4	70,5	61,8	44,5	56,3	56,2	57,6	65,3	56,3	63,3	64,9	65,6
	2-4	28,4	32,2	25,6	22,5	22,9	29,0	48,6	20,6	32,4	32,8	28,7	38,6	23,5	26,3	26,7
	Średnia	24,5	25,4	23,8	22,6	23,3	25,9	28,6	21,1	25,1	25,3	25,0	26,6	22,7	23,6	24,0
Łódź	0	9,5	14,7	18,6	14,8	18,0	14,1	16,4	11,4	3,6	3,6	10,4	15,1	17,1	12,5	15,1
	1	79,1	74,3	65,6	68,9	65,5	69,4	67,9	70,5	65,9	62,1	77,2	72,9	66,6	68,3	64,8
	2-4	11,4	11,0	15,9	16,3	16,5	16,5	15,7	18,2	30,5	34,3	12,4	12,0	16,4	19,3	20,1
	Średnia	20,4	20,2	20,7	21,6	20,9	20,9	20,7	21,8	24,8	25,4	20,5	20,3	20,9	22,3	21,9
Olsztyn	0	12,0	5,8	4,1	3,1	2,2	27,5	12,9	11,1	7,1	7,9	18,6	8,9	7,1	4,8	4,7
	1	73,3	65,8	81,6	84,1	88,2	57,9	57,0	73,5	72,8	77,1	66,7	61,9	78,1	79,1	83,3
	2-4	14,8	28,5	14,4	12,8	9,6	14,6	30,2	15,3	20,2	15,0	14,7	29,2	14,8	16,0	12,0
	Średnia	20,9	24,3	22,1	22,6	22,4	19,3	23,5	21,5	22,3	21,3	20,2	24,0	21,8	22,5	21,9
Piła	0	14,7	9,1	15,5	4,8	7,9	15,3	2,5	13,8	3,1	8,5	14,8	8,2	15,2	4,6	8,0
	1	76,8	84,0	78,8	82,2	83,6	70,6	81,0	59,7	52,8	62,8	75,9	83,5	75,9	78,2	80,8
	2-4	8,5	6,9	5,7	13,0	8,5	14,1	16,6	26,5	44,2	28,7	9,3	8,3	8,9	17,3	11,2
	Średnia	18,8	19,8	18,6	21,4	20,1	20,0	22,6	22,1	27,3	22,9	19,0	20,2	19,1	22,2	20,5
Poznań	0	6,7	3,1	2,9	0,8	3,6	9,3	1,9	5,3	1,8	6,7	7,6	2,7	3,6	1,1	4,7
	1	83,3	89,0	85,3	81,3	65,3	70,4	82,9	73,8	68,4	59,9	78,9	86,9	81,6	76,9	63,4
	2-4	10,0	7,9	11,8	17,9	31,1	20,3	15,2	21,0	29,8	33,4	13,5	10,4	14,7	22,0	31,9
	Średnia	20,8	20,4	22,3	23,7	25,6	23,0	23,3	23,8	26,3	26,0	21,5	21,4	22,8	24,6	25,8

Tabela 28. – cd.

RDLP	Kl.def., śr.def.	Iglaste razem					Liściaste razem					Gatunki razem				
		2013	2014	2015	2016	2017	2013	2014	2015	2016	2017	2013	2014	2015	2016	2017
Szczecin	0	18,4	29,3	24,4	14,4	11,2	31,0	36,3	31,5	25,2	32,2	22,1	31,5	26,7	17,7	17,7
	1	65,0	59,6	62,0	76,8	76,2	51,9	51,7	55,7	64,0	54,0	61,1	57,2	60,0	72,9	69,4
	2-4	16,7	11,1	13,6	8,7	12,6	17,1	12,0	12,8	10,8	13,8	16,8	11,4	13,3	9,4	13,0
	Średnia	20,4	17,6	18,9	19,0	20,6	18,7	17,1	18,2	17,9	18,1	19,9	17,5	18,7	18,7	19,8
Szczecinek	0	20,6	11,8	18,1	6,9	11,8	18,2	8,0	18,9	3,7	10,8	19,7	10,5	18,4	5,8	11,5
	1	71,2	78,1	76,1	82,5	82,4	67,1	70,3	70,8	74,1	78,4	69,7	75,3	74,2	79,5	80,9
	2-4	8,3	10,1	5,8	10,7	5,8	14,7	21,7	10,3	22,2	10,8	10,6	14,2	7,4	14,7	7,6
	Średnia	18,0	19,5	17,6	20,6	18,4	20,5	22,1	18,5	22,9	19,2	18,9	20,4	17,9	21,4	18,7
Toruń	0	9,7	6,8	3,5	3,7	5,6	20,5	14,7	9,9	9,0	10,5	11,6	8,3	5,0	4,8	6,6
	1	83,4	87,1	87,4	84,9	81,6	71,1	76,3	76,3	74,4	71,4	81,2	85,0	84,8	82,7	79,4
	2-4	6,9	6,1	9,1	11,4	12,8	8,4	9,1	13,9	16,5	18,0	7,2	6,7	10,2	12,5	14,0
	Średnia	18,5	19,5	21,5	21,7	22,1	17,9	18,9	21,1	21,7	21,8	18,4	19,4	21,4	21,7	22,0
Wrocław	0	14,4	12,0	8,0	4,6	10,6	12,2	11,1	9,0	4,7	13,2	13,4	11,6	8,5	4,6	11,8
	1	65,7	77,5	78,4	75,8	61,6	53,6	64,3	64,1	64,8	54,0	60,2	71,5	71,6	70,7	58,1
	2-4	19,9	10,5	13,6	19,6	27,8	34,2	24,7	27,0	30,4	32,8	26,3	16,9	20,0	24,6	30,1
	Średnia	21,4	19,7	20,9	23,1	24,0	25,5	24,3	24,3	25,7	25,3	23,3	21,8	22,5	24,3	24,6
Zielona Góra	0	14,4	11,1	6,4	4,0	7,6	23,6	20,3	14,2	14,9	28,1	16,2	13,0	8,1	6,3	12,0
	1	73,1	74,1	78,8	83,0	66,3	65,1	66,5	68,8	73,7	52,2	71,6	72,6	76,7	81,1	63,3
	2-4	12,5	14,7	14,7	13,0	26,1	11,3	13,2	17,0	11,4	19,7	12,3	14,4	15,2	12,7	24,8
	Średnia	19,6	20,6	21,4	21,1	24,2	18,5	19,2	21,6	19,8	20,1	19,4	20,3	21,4	20,9	23,3
Gdańsk	0	2,0	2,2	2,4	7,3	5,9	7,4	5,6	5,8	13,7	12,7	3,7	3,3	3,5	9,4	8,1
	1	80,4	85,4	85,5	83,6	87,4	76,5	81,3	84,9	79,7	80,9	79,2	84,1	85,3	82,3	85,4
	2-4	17,6	12,4	12,1	9,1	6,6	16,1	13,2	9,3	6,6	6,4	17,1	12,6	11,2	8,3	6,5
	Średnia	23,1	21,6	21,3	20,3	20,0	21,5	21,4	19,9	18,6	18,4	22,6	21,5	20,8	19,7	19,5
Radom	0	13,3	13,6	18,1	14,7	18,9	17,5	18,6	12,8	4,9	4,9	14,3	14,7	16,5	12,4	15,5
	1	68,8	64,4	61,2	65,3	61,8	67,3	60,5	63,8	67,9	67,0	68,5	63,5	62,0	65,9	63,1
	2-4	17,8	22,0	20,7	20,0	19,4	15,2	20,9	23,4	27,2	28,0	17,2	21,8	21,5	21,7	21,5
	Średnia	21,0	21,8	21,7	21,7	21,3	20,5	21,5	23,3	24,8	24,1	20,9	21,8	22,2	22,5	22,0
Warszawa	0	9,9	7,6	4,6	4,9	5,4	1,5	2,0	8,6	5,9	7,1	7,1	5,8	6,1	5,3	5,9
	1	76,4	76,5	73,9	77,2	77,1	61,8	62,3	72,1	55,7	60,4	71,6	71,9	73,2	69,9	71,8
	2-4	13,8	15,9	21,5	17,8	17,5	36,7	35,7	19,3	38,4	32,5	21,3	22,3	20,7	24,8	22,2
	Średnia	20,0	21,2	23,0	22,2	22,6	28,9	28,5	23,0	28,9	25,4	22,9	23,6	23,0	24,5	23,5
Razem	0	11,7	10,6	9,7	6,9	8,2	19,2	14,9	16,1	10,4	13,7	14,1	12,0	11,9	8,0	10,1
	1	72,1	74,2	74,7	78,2	75,2	58,9	62,7	65,6	65,5	62,7	67,8	70,4	71,5	73,9	71,0
	2-4	16,3	15,3	15,6	14,9	16,6	21,9	22,5	18,3	24,1	23,6	18,1	17,7	16,5	18,0	18,9
	Średnia	21,0	21,1	21,5	21,8	22,2	21,9	22,4	21,4	23,2	22,8	21,3	21,5	21,5	22,3	22,4

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 [%], według gatunków w układzie krain przyrodniczo-leśnych - wiek powyżej 20 lat, wszystkie formy własności, lata 2013-2017

Kraina przyrodniczo-leśna	Kl.def., śr.def.	Sosna					Świerk					Jodła					Inne iglaste				
		2013	2014	2015	2016	2017	2013	2014	2015	2016	2017	2013	2014	2015	2016	2017	2013	2014	2015	2016	2017
Bałtycka	0	16,6	17,0	17,8	10,1	10,4	23,4	20,9	15,4	7,7	7,3	-	-	-	-	-	20,3	29,1	23,0	12,1	13,7
	1	69,9	71,7	73,7	81,2	82,0	59,0	61,9	69,3	71,3	72,4	-	-	-	-	-	66,9	58,9	68,4	78,7	77,4
	2-4	13,6	11,2	8,5	8,7	7,7	17,6	17,2	15,4	21,0	20,3	-	-	-	-	-	12,8	12,1	8,6	9,2	8,9
	Średnia	19,8	19,4	18,6	19,7	19,4	20,5	20,4	19,9	22,2	22,5	-	-	-	-	-	19,7	18,6	17,7	19,5	19,1
Mazursko-Podlaska	0	9,3	5,4	5,5	3,9	3,0	33,6	25,7	12,0	14,3	10,9	-	-	-	-	-	64,0	8,0	8,3	0,0	5,0
	1	76,8	72,3	80,2	80,9	82,9	38,0	35,6	51,9	62,4	67,1	-	-	-	-	-	36,0	88,0	87,5	100,0	90,0
	2-4	13,9	22,4	14,3	15,2	14,1	28,4	38,8	36,1	23,3	22,0	-	-	-	-	-	0,0	4,0	4,2	0,0	5,0
	Średnia	21,2	23,6	22,4	23,1	23,5	21,2	24,4	24,4	22,5	23,5	-	-	-	-	-	11,8	17,0	16,9	18,2	18,5
Wielkopolsko-Pomorska	0	9,5	7,4	6,8	3,9	6,0	28,4	22,7	28,7	13,7	18,1	-	-	-	-	-	26,9	20,8	20,8	13,2	11,2
	1	79,8	82,9	80,9	82,0	76,4	63,7	70,9	65,4	71,6	68,1	-	-	-	-	-	61,5	66,0	64,2	71,7	64,0
	2-4	10,8	9,7	12,3	14,1	17,6	7,8	6,4	5,9	14,7	13,8	-	-	-	-	-	11,5	13,2	15,1	15,1	24,7
	Średnia	20,0	20,2	21,3	21,9	22,4	17,4	17,2	16,7	21,6	20,3	-	-	-	-	-	18,6	19,5	20,9	22,9	25,1
Mazowiecko-Podlaska	0	5,5	3,5	4,0	3,6	3,5	14,3	14,3	14,3	17,9	7,1	-	-	-	-	-	42,3	38,5	30,8	23,1	29,6
	1	73,5	70,4	74,8	74,5	74,3	42,9	28,6	35,7	60,7	64,3	-	-	-	-	-	50,0	53,9	65,4	73,1	66,7
	2-4	21,1	26,1	21,2	21,9	22,1	42,9	57,1	50,0	21,4	28,6	-	-	-	-	-	7,7	7,7	3,9	3,8	3,7
	Średnia	22,9	24,5	23,2	23,8	24,2	25,0	28,2	26,6	20,5	28,9	-	-	-	-	-	15,0	19,2	16,4	16,7	16,9
Śląska	0	9,8	6,3	2,6	1,5	3,9	28,0	19,0	11,7	4,3	27,8	-	0,0	-	-	-	11,6	18,2	15,6	13,6	11,3
	1	66,5	84,2	86,0	83,7	73,4	58,7	75,8	79,8	74,5	58,2	-	0,0	-	-	-	68,1	74,0	71,4	70,4	71,3
	2-4	23,7	9,5	11,4	14,8	22,7	13,3	5,3	8,5	21,3	13,9	-	100,0	-	-	-	20,3	7,8	13,0	16,0	17,5
	Średnia	22,6	20,2	21,3	22,5	24,3	18,0	18,6	19,2	23,6	18,6	-	40,0	-	-	-	22,0	18,8	20,5	21,9	22,6
Małopolska	0	6,4	9,7	13,6	10,6	12,1	7,8	7,8	10,0	3,9	4,0	12,6	15,0	18,3	8,5	10,4	8,3	4,2	8,3	4,2	5,7
	1	70,2	68,3	66,5	67,6	66,7	47,4	48,3	46,4	38,2	39,0	57,9	56,7	57,2	62,8	57,5	72,9	77,1	75,0	79,2	69,8
	2-4	23,4	22,1	20,0	21,8	21,1	44,8	44,0	43,6	57,8	57,0	29,5	28,3	24,5	28,7	32,1	18,8	18,8	16,7	16,7	24,5
	Średnia	23,6	23,1	22,3	23,0	22,8	29,7	30,2	28,8	31,6	34,4	24,5	23,7	22,7	25,8	26,2	20,9	22,1	20,4	22,3	23,4
Sudecka	0	0,0	6,3	6,3	0,0	0,0	15,3	16,0	13,7	9,8	18,3	23,1	15,4	15,4	23,1	30,0	4,7	6,7	2,2	2,2	4,3
	1	69,2	81,3	81,3	76,9	52,9	57,8	72,6	73,5	72,5	60,7	53,8	69,2	69,2	61,5	60,0	46,5	84,4	93,3	76,1	60,9
	2-4	30,8	12,5	12,5	23,1	47,1	26,9	11,3	12,8	17,7	21,0	23,1	15,4	15,4	15,4	10,0	48,8	8,9	4,5	21,7	34,8
	Średnia	26,9	20,9	21,9	25,4	26,5	23,4	19,3	19,9	22,2	22,0	20,0	19,2	19,2	23,8	18,5	26,7	19,6	21,0	25,1	26,0
Karpacka	0	4,9	6,0	5,8	5,1	4,7	6,8	6,1	6,1	5,6	8,1	20,6	19,5	19,9	18,0	23,6	4,1	1,3	1,3	1,2	2,2
	1	72,6	73,9	76,1	76,5	78,6	61,4	62,0	60,9	60,5	58,0	66,8	67,1	66,9	67,0	62,4	66,2	69,3	70,1	75,3	75,8
	2-4	22,5	20,1	18,1	18,4	16,7	31,9	32,0	32,9	33,9	33,9	12,6	13,4	13,3	15,0	14,1	29,7	29,3	28,6	23,5	22,0
	Średnia	24,1	23,2	23,1	23,5	23,1	26,6	26,9	26,8	27,8	27,9	19,0	19,1	19,4	20,0	19,4	25,6	25,5	25,4	24,9	24,9
Kraj	0	9,2	8,3	8,8	6,0	6,9	18,6	16,2	12,2	9,2	12,0	19,2	18,6	19,5	16,3	21,2	18,1	17,1	14,5	9,0	9,8
	1	73,8	75,0	76,1	77,6	75,2	54,4	58,7	62,7	65,0	62,4	64,9	65,2	65,2	66,1	61,4	62,6	69,0	72,4	76,4	71,7
	2-4	17,0	16,7	15,0	16,4	17,9	27,0	25,1	25,1	25,7	25,6	15,9	16,2	15,3	17,5	17,4	19,4	13,9	13,1	14,6	18,5
	Średnia	21,6	21,8	21,6	22,3	22,7	23,2	23,1	23,0	24,2	24,4	20,0	20,0	20,0	21,1	20,7	20,9	20,2	20,2	21,8	22,5

Tabela 29. – cd.

Kraina przyrodniczo-leśna	Kl.def., śr.def.	Buk					Dąb					Brzoza					Olsza					Inne liściaste				
		2013	2014	2015	2016	2017	2013	2014	2015	2016	2017	2013	2014	2015	2016	2017	2013	2014	2015	2016	2017	2013	2014	2015	2016	2017
Bałtycka	0	42,7	28,6	38,8	19,6	27,8	7,2	9,6	10,4	5,6	5,2	12,6	7,8	11,4	8,7	12,8	21,6	17,7	15,5	11,9	11,8	19,5	23,4	25,8	18,9	28,3
	1	53,6	65,1	58,0	75,2	69,3	59,8	61,0	67,0	69,2	71,0	71,5	71,3	78,0	77,7	78,0	70,6	72,0	75,2	76,4	77,7	62,1	59,1	62,0	65,9	59,0
	2-4	3,7	6,4	3,2	5,2	2,9	32,9	29,4	22,6	25,2	23,9	16,0	20,9	10,7	13,6	9,2	7,8	10,3	9,3	11,7	10,5	18,4	17,5	12,2	15,2	12,7
	Średnia	14,5	16,2	15,2	17,3	15,8	25,3	23,8	22,5	23,5	23,1	21,1	22,4	19,5	20,5	19,3	17,8	19,0	18,7	20,0	19,5	22,2	21,7	19,1	21,4	19,7
Mazursko-Podlaska	0	63,3	46,7	56,7	50,0	30,0	14,8	3,1	0,0	0,5	0,5	11,1	3,1	4,2	3,7	4,6	48,6	30,7	24,1	16,5	11,2	42,5	31,9	28,3	24,3	22,2
	1	36,7	53,3	43,3	50,0	70,0	65,7	60,7	75,9	62,8	73,6	60,5	43,5	69,8	54,2	63,4	43,4	60,3	66,4	73,2	80,3	45,8	56,0	61,0	59,8	60,5
	2-4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	19,5	36,1	24,1	36,7	25,9	28,4	53,4	26,1	42,1	31,9	8,0	9,0	9,5	10,3	8,5	11,8	12,0	10,8	15,9	17,3
	Średnia	11,5	12,7	11,8	12,5	15,5	21,4	24,9	24,0	26,4	25,1	24,5	30,2	25,8	29,0	26,7	15,0	17,8	18,6	19,5	20,4	16,7	17,7	17,5	19,4	20,4
Wielkopolsko-Pomorska	0	33,8	23,6	36,3	9,9	21,3	6,7	4,2	1,7	2,1	4,6	15,5	7,5	7,4	4,7	8,2	23,4	14,8	17,7	7,3	21,3	31,8	24,7	24,1	18,5	28,4
	1	61,8	72,2	61,3	79,0	75,6	64,8	72,2	73,9	68,6	56,9	73,4	80,7	72,6	62,7	65,4	73,4	82,6	80,3	87,5	70,7	51,8	59,8	50,7	58,5	51,2
	2-4	4,4	4,2	2,5	11,1	3,1	28,6	23,6	24,4	29,3	38,4	11,1	11,8	20,0	32,6	26,3	3,3	2,7	2,0	5,3	7,9	16,5	15,5	25,2	22,9	20,4
	Średnia	15,6	16,9	14,8	19,6	16,1	23,9	23,5	24,8	26,1	27,0	19,8	21,0	22,2	26,0	24,0	16,3	17,4	17,1	19,4	18,7	19,4	20,4	22,6	23,1	21,0
Mazowiecko-Podlaska	0	0,0	0,0	33,3	0,0	50,0	4,8	0,8	6,8	4,3	3,2	13,3	7,8	10,6	9,8	7,1	28,5	16,8	17,1	14,6	12,7	12,4	11,7	13,5	16,6	12,3
	1	100,0	100,0	66,7	100,0	50,0	71,2	56,5	63,9	63,7	64,3	66,4	66,2	69,2	64,3	70,2	55,7	66,0	67,6	70,9	76,6	72,0	73,1	71,3	63,8	63,9
	2-4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	24,1	42,7	29,4	32,0	32,4	20,3	26,0	20,1	25,9	22,7	15,9	17,2	15,4	14,4	10,7	15,6	15,2	15,2	19,6	23,8
	Średnia	20,0	20,0	16,7	17,5	12,5	23,8	27,5	24,4	25,3	25,3	22,8	23,9	22,3	24,3	24,4	20,5	21,9	22,0	21,8	20,2	20,4	20,7	20,6	21,8	23,5
Śląska	0	11,8	15,3	17,4	15,2	19,2	5,1	2,5	1,8	1,2	4,2	7,9	5,6	4,5	3,4	8,2	24,4	22,0	13,1	7,2	20,4	8,6	9,7	8,1	6,1	15,6
	1	51,8	65,8	73,9	78,3	69,2	46,5	65,7	63,5	60,7	53,8	50,1	66,6	65,6	53,0	46,9	57,3	72,6	77,4	76,0	58,5	49,3	55,6	57,9	56,0	49,1
	2-4	36,4	18,9	8,7	6,5	11,5	48,4	31,8	34,7	38,1	42,0	42,0	27,9	30,0	43,6	44,9	18,3	5,5	9,5	16,8	21,1	42,1	34,7	34,1	37,9	35,3
	Średnia	23,6	21,0	19,7	19,9	19,9	28,5	25,4	25,6	26,7	26,7	27,0	25,2	24,4	28,3	29,8	19,6	17,9	19,4	20,9	20,6	30,0	28,9	28,8	27,7	26,2
Małopolska	0	49,3	42,4	44,3	37,9	47,1	6,8	7,0	7,6	5,4	3,9	8,0	10,9	9,6	3,4	3,6	19,1	21,7	22,0	15,2	14,3	22,8	22,5	30,8	24,8	23,5
	1	44,0	49,5	49,5	53,2	44,3	55,6	50,9	63,2	59,2	55,6	64,5	61,1	65,8	52,4	54,8	71,6	67,3	67,0	65,0	62,9	56,5	54,8	47,7	52,0	50,0
	2-4	6,7	8,1	6,2	8,9	8,6	37,6	42,1	29,2	35,4	40,6	27,5	28,0	24,6	44,2	41,6	9,3	11,1	11,0	19,7	22,8	20,8	22,7	21,6	23,3	26,5
	Średnia	14,8	16,2	15,6	17,1	16,2	26,4	27,5	24,5	26,0	27,0	24,4	24,1	23,7	28,4	28,4	19,0	19,3	19,2	22,2	23,7	21,8	22,5	22,0	23,2	24,0
Sudecka	0	37,7	54,6	47,7	28,3	43,5	4,6	3,6	1,8	0,0	0,0	6,3	4,3	9,9	3,5	0,0	6,3	5,0	5,3	0,0	6,7	15,1	13,1	6,5	3,8	13,2
	1	50,9	43,2	50,0	54,3	41,3	38,5	60,9	67,3	56,6	51,0	43,8	71,4	69,0	84,2	76,0	50,0	70,0	52,6	57,9	40,0	55,2	65,2	62,5	62,1	54,7
	2-4	11,3	2,3	2,3	17,4	15,2	56,9	35,5	30,9	43,4	49,0	50,0	24,3	21,1	12,3	24,0	43,8	25,0	42,1	42,1	53,3	29,7	21,7	31,0	34,1	32,1
	Średnia	17,0	12,3	14,2	20,5	19,1	30,2	26,1	25,6	27,8	28,7	28,8	23,6	21,9	21,5	22,9	29,1	25,0	25,5	26,6	28,3	25,3	23,1	25,6	26,5	25,6
Karpacka	0	37,9	36,3	37,8	25,2	34,8	3,1	1,4	1,4	0,7	2,3	12,4	11,1	15,5	5,2	6,6	15,8	10,2	10,2	11,0	3,9	38,8	36,6	37,2	22,4	29,2
	1	56,3	56,2	55,7	63,5	55,6	58,0	60,4	66,9	60,1	55,8	67,8	65,8	62,8	71,3	57,9	47,2	51,7	60,2	52,5	53,1	52,8	54,9	53,8	62,3	58,2
	2-4	5,8	7,6	6,5	11,2	9,6	38,9	38,1	31,7	39,1	41,9	19,8	23,1	21,7	23,5	35,5	37,0	38,1	29,7	36,4	43,0	8,4	8,6	9,1	15,3	12,6
	Średnia	15,6	16,0	15,9	17,9	17,2	27,1	27,6	26,7	26,5	26,6	21,7	22,4	22,1	23,8	27,8	31,9	33,1	26,2	28,2	30,9	16,2	16,9	17,3	20,4	19,4
Kraj	0	39,4	33,4	38,3	24,3	32,7	6,4	4,7	5,2	3,4	3,8	11,7	7,5	8,9	6,3	7,3	30,4	20,9	18,5	13,0	13,8	25,6	23,5	24,8	18,7	23,3
	1	53,4	59,0	56,5	66,9	60,2	58,7	60,3	66,7	63,4	60,0	65,6	65,8	70,4	63,0	65,0	57,9	67,4	70,3	73,4	72,9	55,6	58,8	56,9	59,7	55,5
	2-4	7,3	7,6	5,2	8,8	7,1	34,8	35,0	28,1	33,2	36,2	22,6	26,7	20,7	30,7	27,6	11,7	11,8	11,2	13,6	13,3	18,8	17,8	18,3	21,7	21,2
	Średnia	15,7	16,3	15,7	17,8	16,7	25,7	25,8	24,5	25,7	26,1	22,9	24,1	22,5	25,3	25,0	18,5	19,8	19,7	20,9	20,8	20,8	21,1	21,1	22,5	22,0

Tabela 29. – cd.

Kraina przyrodniczo-leśna	Kl. def., śr. def.	Iglaste razem					Liściaste razem					Gatunki razem				
		2013	2014	2015	2016	2017	2013	2014	2015	2016	2017	2013	2014	2015	2016	2017
Bałtycka	0	17,2	17,8	17,9	10,0	10,2	19,9	15,6	18,6	11,8	15,9	18,3	16,9	18,2	10,7	12,8
	1	69,0	70,5	73,2	80,4	80,9	64,6	66,9	69,8	74,0	72,8	67,2	69,1	71,8	77,8	77,3
	2-4	13,8	11,7	9,0	9,6	8,8	15,6	17,5	11,6	14,2	11,3	14,5	14,1	10,1	11,4	10,0
	Średnia	19,8	19,4	18,7	19,9	19,7	20,1	20,8	19,1	20,5	19,4	20,0	20,0	18,8	20,1	19,6
Mazursko-Podlaska	0	13,3	8,4	6,6	5,6	4,2	33,7	19,4	16,4	12,4	9,8	20,8	12,6	10,3	8,2	6,4
	1	70,8	67,0	75,7	78,1	80,5	50,9	54,5	67,3	63,7	71,0	63,5	62,3	72,5	72,5	76,8
	2-4	15,9	24,6	17,7	16,4	15,3	15,4	26,1	16,3	23,9	19,2	15,7	25,2	17,2	19,3	16,8
	Średnia	21,1	23,6	22,7	22,9	23,5	18,6	22,4	21,1	23,1	22,9	20,2	23,1	22,1	23,0	23,2
Wielkopolsko-Pomorska	0	9,9	7,7	7,2	4,2	6,2	18,0	11,5	11,6	6,9	13,8	11,5	8,5	8,1	4,7	7,9
	1	79,4	82,6	80,6	81,7	76,1	67,0	75,0	70,3	68,8	62,7	77,0	81,1	78,4	79,0	73,2
	2-4	10,7	9,7	12,2	14,1	17,6	15,0	13,5	18,1	24,3	23,6	11,6	10,5	13,5	16,2	18,9
	Średnia	19,9	20,2	21,3	21,9	22,4	20,0	20,7	21,7	24,1	22,8	19,9	20,3	21,4	22,4	22,5
Mazowiecko-Podlaska	0	5,8	3,9	4,3	3,9	3,7	15,2	9,1	11,8	10,6	8,4	9,4	5,8	7,1	6,5	5,5
	1	73,1	70,0	74,5	74,4	74,2	65,4	65,0	68,0	65,8	69,9	70,2	68,1	72,0	71,1	72,6
	2-4	21,1	26,2	21,3	21,8	22,1	19,4	25,9	20,2	23,6	21,7	20,5	26,1	20,9	22,5	21,9
	Średnia	22,9	24,5	23,2	23,8	24,1	22,1	23,7	22,4	23,6	23,4	22,6	24,2	22,9	23,7	23,9
Śląska	0	10,6	7,4	3,5	2,1	5,4	9,3	7,9	6,1	4,4	10,5	10,1	7,7	4,6	3,1	7,6
	1	66,2	83,3	85,2	82,7	72,6	49,7	64,6	65,3	60,5	52,4	59,3	75,2	76,7	73,2	63,8
	2-4	23,2	9,3	11,3	15,2	22,0	41,0	27,5	28,6	35,1	37,1	30,7	17,1	18,7	23,7	28,6
	Średnia	22,4	20,1	21,1	22,6	23,9	27,0	24,9	24,8	26,3	26,3	24,3	22,2	22,7	24,2	25,0
Małopolska	0	6,7	9,8	13,6	10,3	11,8	15,6	16,0	17,9	12,6	12,2	9,5	11,8	15,0	11,0	11,9
	1	69,2	67,4	65,8	66,9	65,8	58,8	56,1	59,7	55,8	54,2	66,0	63,9	63,8	63,3	61,8
	2-4	24,1	22,8	20,6	22,8	22,3	25,6	27,8	22,4	31,7	33,6	24,6	24,4	21,2	25,7	26,3
	Średnia	23,7	23,2	22,4	23,3	23,2	23,1	23,7	22,4	24,9	25,6	23,5	23,4	22,4	23,8	24,0
Sudecka	0	14,3	14,9	12,5	9,1	16,4	13,6	13,1	9,9	5,4	11,4	14,0	14,0	11,3	7,3	14,1
	1	57,0	73,9	75,4	72,7	60,4	48,6	63,1	63,1	62,7	54,3	53,2	68,8	69,6	67,9	57,7
	2-4	28,7	11,2	12,1	18,2	23,1	37,8	23,8	27,0	32,0	34,3	32,8	17,1	19,2	24,8	28,2
	Średnia	23,6	19,4	20,0	22,6	22,5	26,1	23,0	23,9	25,5	25,4	24,8	21,1	21,9	24,0	23,8
Karpacka	0	12,2	11,7	11,9	10,8	13,9	32,0	29,9	30,9	19,9	26,0	21,7	20,5	21,1	15,2	19,8
	1	66,7	67,5	67,8	68,1	66,2	55,3	56,4	56,8	62,6	56,6	61,3	62,2	62,4	65,4	61,5
	2-4	21,1	20,8	20,4	21,1	19,9	12,7	13,7	12,3	17,6	17,4	17,1	17,4	16,5	19,4	18,7
	Średnia	22,6	22,5	22,6	23,1	22,7	18,4	18,9	18,5	20,7	20,5	20,6	20,8	20,6	21,9	21,6
Kraj	0	10,4	9,5	9,6	6,7	7,9	20,0	15,4	16,2	11,2	13,7	13,7	11,6	11,9	8,3	10,0
	1	71,8	73,3	74,7	76,3	73,7	59,4	62,8	65,5	64,8	63,1	67,5	69,6	71,4	72,2	69,8
	2-4	17,8	17,2	15,8	17,1	18,4	20,7	21,9	18,4	24,0	23,3	18,8	18,9	16,7	19,5	20,2
	Średnia	21,6	21,8	21,6	22,4	22,7	21,4	22,2	21,4	23,2	22,9	21,6	21,9	21,5	22,7	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 [%], w układzie gatunków, według wieku (młodsze – od 21 do 60 lat, starsze – powyżej 60 lat), w pięcioleciu 2013-2017

Wiek	Rok	Kl.def., śr.def.	Sosna	Świerk	Jodła	Inne iglaste	Iglaste razem	Buk	Dąb	Brzoza	Olsza	Inne liśc.	Liśc. razem	Gat. razem
młodsze	2013	0	9,7	22,9	28,0	23,7	11,2	45,9	9,9	13,7	37,1	27,2	22,2	15,1
		1	73,4	54,6	52,8	59,5	71,5	44,4	66,0	67,3	50,1	56,8	60,3	67,4
		2-4	17,0	22,5	19,2	16,9	17,4	9,7	24,1	19,1	12,9	16,0	17,6	17,4
		śr.def.	21,7	21,5	19,7	20,0	21,6	15,6	22,8	22,1	17,9	19,6	20,5	21,2
młodsze	2014	0	8,5	17,5	24,0	21,7	9,7	34,6	6,8	8,4	22,7	24,5	15,8	11,9
		1	74,7	57,4	57,9	66,8	73,1	57,3	67,9	69,9	64,2	60,3	65,7	70,4
		2-4	16,8	25,1	18,0	11,5	17,3	8,1	25,3	21,7	13,2	15,2	18,5	17,7
		śr.def.	22,0	22,2	19,9	19,7	21,9	16,5	23,2	22,9	19,9	20,0	21,4	21,7
młodsze	2015	0	8,6	14,2	27,2	20,3	9,6	45,6	7,1	11,0	22,1	26,7	18,0	12,7
		1	75,6	61,7	58,0	70,3	74,2	49,2	74,6	71,1	65,3	57,5	66,2	71,2
		2-4	15,8	24,1	14,9	9,4	16,2	5,2	18,3	17,9	12,6	15,8	15,8	16,1
		śr.def.	22,0	22,2	19,6	18,7	21,9	15,2	22,3	21,6	19,7	19,7	20,6	21,4
młodsze	2016	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	21,2	22,4	22,5
młodsze	2017	0	6,6	11,4	27,5	14,6	7,6	41,7	7,5	8,7	16,0	25,2	15,4	10,6
		1	74,7	64,6	58,0	70,4	73,5	53,1	67,6	68,9	70,8	57,6	65,6	70,5
		2-4	18,7	24,0	14,5	15,0	18,9	5,2	24,8	22,4	13,2	17,2	19,0	18,9
		śr.def.	23,0	23,6	19,9	21,4	22,9	15,2	23,4	23,6	20,8	20,8	21,9	22,5
starsze	2013	0	8,7	15,7	17,1	10,0	9,8	36,7	4,3	8,6	25,2	23,6	17,9	12,5
		1	74,2	54,3	67,7	67,0	72,1	57,0	54,3	63,0	64,0	54,3	58,5	67,5
		2-4	17,1	30,0	15,2	23,0	18,1	6,3	41,4	28,4	10,8	22,1	23,5	19,9
		śr.def.	21,5	24,4	20,1	22,3	21,7	15,7	27,4	24,2	19,0	22,4	22,3	21,9
starsze	2014	0	8,2	15,3	17,4	10,8	9,3	32,9	3,5	6,1	19,5	22,3	15,0	11,2
		1	75,3	59,5	66,8	72,1	73,5	59,7	55,8	59,6	69,8	57,0	60,2	69,0
		2-4	16,6	25,2	15,8	17,2	17,2	7,4	40,7	34,4	10,7	20,7	24,8	19,8
		śr.def.	21,6	23,7	20,0	20,7	21,7	16,2	27,2	25,8	19,7	22,4	22,9	22,1
starsze	2015	0	9,0	10,7	17,7	8,2	9,6	35,3	4,0	5,8	15,7	22,6	14,6	11,3
		1	76,6	63,5	66,9	74,7	75,0	59,5	62,1	69,5	74,1	56,1	64,8	71,5
		2-4	14,4	25,8	15,4	17,2	15,4	5,2	33,9	24,8	10,2	21,3	20,7	17,2
		śr.def.	21,2	23,7	20,1	21,8	21,4	15,9	25,7	23,9	19,8	22,6	22,1	21,6
starsze	2016	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	26,9	20,7	23,9	23,9	22,8
starsze	2017	0	7,1	12,5	19,7	4,4	8,1	29,2	1,7	5,5	12,1	21,5	12,2	9,5
		1	75,6	60,6	62,2	73,2	73,8	62,9	55,7	59,7	74,5	53,5	61,0	69,4
		2-4	17,3	26,9	18,1	22,4	18,1	7,9	42,6	34,7	13,4	24,9	26,8	21,1
		śr.def.	22,5	25,0	20,9	23,8	22,6	17,3	27,6	26,9	20,8	23,2	23,8	23,0
razem	2013	0	9,2	18,6	19,2	18,1	10,4	39,4	6,4	11,7	30,4	25,6	20,0	13,7
		1	73,8	54,4	64,9	62,6	71,8	53,4	58,7	65,6	57,9	55,6	59,4	67,5
		2-4	17,0	27,0	15,9	19,4	17,8	7,3	34,8	22,6	11,7	18,8	20,7	18,8
		śr.def.	21,6	23,2	20,0	20,9	21,6	15,7	25,7	22,9	18,5	20,8	21,4	21,6
razem	2014	0	8,3	16,2	18,6	17,1	9,5	33,4	4,7	7,5	20,9	23,5	15,4	11,6
		1	75,0	58,7	65,2	69,0	73,3	59,0	60,3	65,8	67,4	58,8	62,8	69,6
		2-4	16,7	25,1	16,2	13,9	17,2	7,6	35,0	26,7	11,8	17,8	21,9	18,9
		śr.def.	21,8	23,1	20,0	20,2	21,8	16,3	25,8	24,1	19,8	21,1	22,2	21,9
razem	2015	0	8,8	12,2	19,5	14,5	9,6	38,3	5,2	8,9	18,5	24,8	16,2	11,9
		1	76,1	62,7	65,2	72,4	74,7	56,5	66,7	70,4	70,3	56,9	65,5	71,4
		2-4	15,0	25,1	15,3	13,1	15,8	5,2	28,1	20,7	11,2	18,3	18,4	16,7
		śr.def.	21,6	23,0	20,0	20,2	21,6	15,7	24,5	22,5	19,7	21,1	21,4	21,5
razem	2016	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
razem	2017	0	6,9	12,0	21,2	9,8	7,9	32,7	3,8	7,3	13,8	23,3	13,7	10,0
		1	75,2	62,4	61,4	71,7	73,7	60,2	60,0	65,0	72,9	55,5	63,1	69,8
		2-4	17,9	25,6	17,4	18,5	18,4	7,1	36,2	27,6	13,3	21,2	23,3	20,2
		śr.def.	22,7	24,4	20,7	22,5	22,7	16,7	26,1	25,0	20,8	22,0	22,9	22,8

Tabela 31. Wskaźnik występowania uszkodzeń na drzewach poszczególnych gatunków w wyróżnionych klasach wieku w roku 2017 oraz trend zmian wskaźnika występowania uszkodzeń na jednym drzewie w okresie 2011 – 2017 określony za pomocą testu Mann-Kendall’a

Gatunki	Liczba uszkodzeń na 1 drzewie w przedziale wieku (lata)				Średnia liczba uszkodzeń na drzewie w roku							Trend
	21-40	41-60	61-80	>80	2017	2016	2015	2014	2013	2012	2011	
Sosna	0,61	0,70	0,77	0,90	0,77	0,74	0,71	0,67	0,62	0,57	0,55	W
Świerk	1,12	1,09	0,96	0,98	1,03	1,04	0,99	1,01	0,95	0,87	1,08	N
Jodła	0,74	0,86	0,75	1,09	0,94	1,00	0,97	0,95	0,98	0,86	0,65	N
Inne igl.	0,50	0,66	0,89	0,74	0,69	0,66	0,62	0,56	0,57	0,64	0,73	N
Dąb	1,56	1,55	1,56	1,66	1,60	1,37	1,30	1,47	1,31	1,10	1,23	W
Buk	1,06	1,12	1,20	1,11	1,13	1,20	1,01	1,04	0,92	0,80	0,80	W
Brzoza	1,10	1,31	1,40	1,61	1,31	1,24	1,15	1,13	0,94	0,81	0,78	W
Olsza	1,43	1,44	1,45	1,57	1,47	1,33	1,26	1,17	1,00	1,04	1,22	W
Inne liśc.	1,35	1,37	1,52	1,46	1,43	1,45	1,32	1,22	1,07	0,96	0,88	W
Razem	0,94	0,95	1,03	1,10	1,01	0,97	0,91	0,87	0,78	0,72	0,72	W

W – wzrost

N – brak trendu

Tabela 32. Liczba uszkodzeń przypadająca w 2017 roku na 1 drzewo danego gatunku w krainach przyrodniczo-leśnych i RDLP oraz trend zmian tego wskaźnika w okresie 2013 – 2017 określony za pomocą testu Mann-Kendall'a

Kraina przyrodniczo-leśna RDLP	Gatunki iglaste				Gatunki liściaste					Średnia w roku dla KP-L i RDLP					Trend 2013-2017
	Sosna	Świerk	Jodła	Inne iglaste	Dąb	Buk	Brzoza	Olsza	Inne liściaste	2017	2016	2015	2014	2013	
Bałtycka	0,81	1,09	0,00	0,80	1,69	0,99	1,42	1,60	1,26	1,09	0,89	0,80	0,86	0,71	W
Mazursko-Podlaska	0,77	1,03	0,00	0,05	1,52	0,30	1,12	1,24	1,15	0,96	0,95	0,96	0,72	0,68	W
Wielkopolsko-Pomorska	0,70	1,13	0,00	0,76	1,60	0,76	1,21	1,50	1,19	0,85	0,75	0,67	0,69	0,61	W
Mazowiecko-Podlaska	0,88	1,36	0,00	1,11	1,31	0,00	1,06	1,35	1,56	1,02	0,99	0,97	0,89	0,72	W
Śląska	0,51	0,78	0,00	0,40	1,89	1,51	1,56	1,70	2,10	1,08	1,01	0,91	0,96	0,78	W
Małopolska	0,86	1,26	1,13	1,24	1,54	0,78	1,62	1,66	1,36	1,09	1,07	1,02	1,01	0,92	W
Sudecka	0,29	0,91	0,50	0,24	1,85	1,30	1,50	1,93	1,57	1,17	1,23	1,19	1,22	0,92	N
Karpacka	0,71	1,02	0,90	0,67	1,47	1,36	1,45	1,87	1,42	1,15	1,33	1,17	1,14	1,15	N
Białystok	0,99	1,09	0,00	1,00	1,75	0,00	1,29	1,45	1,49	1,16	1,14	1,12	0,93	0,88	W
Katowice	0,64	1,05	0,57	0,54	1,39	0,92	1,54	1,67	1,40	0,95	0,96	0,94	0,98	0,80	N
Kraków	0,83	0,82	0,53	1,03	1,54	0,91	1,50	1,80	1,25	0,99	1,05	0,89	0,83	0,85	N
Krosno	0,82	1,50	1,48	0,72	2,29	1,76	2,18	1,91	1,70	1,44	1,70	1,48	1,52	1,48	N
Lublin	0,79	1,13	1,00	1,67	1,51	0,65	0,99	1,26	1,31	1,01	0,81	0,77	0,83	0,68	W
Łódź	0,91	1,67	1,75	0,72	1,60	1,17	1,64	1,54	1,47	1,05	1,16	1,13	1,11	1,06	N
Olsztyn	0,60	0,95	0,00	0,17	1,28	0,92	0,97	1,15	1,05	0,82	0,87	0,89	0,69	0,53	N
Piła	0,60	0,83	0,00	0,27	1,29	0,33	1,44	1,36	1,22	0,70	0,60	0,49	0,50	0,44	W
Poznań	0,80	0,59	0,00	1,50	1,41	0,40	1,33	1,39	1,12	0,99	0,84	0,62	0,70	0,87	N
Szczecin	0,70	1,48	0,00	0,68	2,31	1,58	1,97	1,95	1,33	1,09	0,74	0,74	0,72	0,64	W
Szczecinek	0,80	1,13	0,00	0,97	1,66	0,80	1,33	1,48	1,09	0,97	0,65	0,62	0,62	0,50	W
Toruń	0,69	1,00	0,00	0,43	1,20	1,20	0,72	1,48	1,37	0,78	0,72	0,66	0,66	0,45	W
Wrocław	0,54	0,91	0,50	0,24	1,97	1,19	1,51	1,81	1,84	1,19	1,14	1,03	1,05	0,86	W
Zielona Góra	0,68	0,70	0,00	1,00	2,10	1,21	1,49	1,56	1,42	0,91	0,86	0,88	0,91	0,69	N
Gdańsk	0,74	1,16	0,00	0,77	1,31	0,68	1,26	1,86	1,25	0,90	1,05	0,91	1,08	0,83	N
Radom	0,85	1,52	1,176	3,50	1,31	0,87	1,35	1,59	1,60	1,06	1,08	1,00	0,93	0,81	W
Warszawa	0,89	0,00	0,00	2,09	1,20	0,00	1,12	1,25	1,20	1,01	1,01	1,04	0,97	0,76	N
Parki Narodowe	1,15	0,97	1,31	0,78	2,25	1,42	1,57	1,14	1,63	1,25	1,21	1,19	1,11	1,01	W

W – wzrost

N – brak trendu

Tabela 33. Najczęściej występujące lokalizacje, symptomy i czynniki sprawcze uszkodzeń występujących na drzewach poszczególnych gatunków w 2017 roku

Gatunki	Liczba uszkodzeń	Najczęściej występująca lokalizacja			Najczęściej występujący symptom			Najczęściej występujący czynnik sprawczy			
		Miejsce	Liczba	Udział	Nazwa	Liczba	Udział	Nazwa	Liczba	Udział 2017	Udział 2016
Sosna	17201	Pień pomiędzy szyją korz. a koroną	6303	36,6%	Deformacje	5787	33,6%	Badane niezidentyfikowane	6421	37,4%	39,0%
Świerk	1863	Pień pomiędzy szyją korz. a koroną	904	48,5%	Wycieki żywicy	430	23,1%	Badane niezidentyfikowane	581	31,3%	32,1%
Jodła	975	Pień pomiędzy szyją korz. a koroną	318	32,6%	Deformacje	255	26,1%	Badane niezidentyfikowane	306	31,4%	32,8%
Inne iglaste	361	Pień pomiędzy szyją korz. a koroną	160	43,4%	Deformacje	74	20,1%	Badane niezidentyfikowane	159	43,1%	41,2%
Dąb	5050	Liście	3404	67,4%	Ubytek igieł/liści	2522	49,9%	Owady	2345	46,4%	45,3%
Buk	1909	Liście	854	44,7%	Ubytek igieł/liści	736	38,6%	Owady	733	38,4%	39,5%
Brzoza	5735	Liście	3489	60,8%	Ubytek igieł/liści	2805	48,9%	Owady	2805	50,2%	43,3%
Olsza	3968	Liście	2744	69,2%	Ubytek igieł/liści	2738	69,0%	Owady	2542	64,1%	59,9%
Inne liściaste	3909	Liście	2214	56,6%	Ubytek igieł/liści	1834	46,9%	Owady	1681	43,0%	38,9%
Łącznie	40978	Liście	12705	31,0%	Ubytek igieł/liści	14702	35,9%	Badane niezidentyfikowane	11728	28,6%	31,1%

Tabela 34. Udział procentowy wskazanych lokalizacji występowania uszkodzeń na drzewach wyróżnionych gatunków i grup gatunków w 2017 roku

Lokalizacja uszkodzeń na drzewie	Gatunki drzew									Razem
	Sosna	Świerk	Jodła	Inne igł.	Dąb	Buk	Brzoza	Olsza	Inne liść.	
Liście bądź igły	8,47	1,19	0,54	0,13	8,31	2,09	8,52	6,70	5,41	41,36
Gałęzie, pędy, pączki	6,05	0,57	0,79	0,10	1,47	0,43	0,68	0,33	0,75	11,20
Pień pomiędzy szyją korzeniową i koroną	15,39	2,21	0,78	0,39	1,50	1,47	3,04	1,52	2,09	28,39
Strzała w obrębie korony i pęd wierzchołkowy	6,85	0,25	0,12	0,08	0,33	0,10	0,33	0,23	0,39	8,69
Cała strzała	3,72	0,06	0,00	0,10	0,43	0,15	1,00	0,46	0,60	6,52
Razem strzała	25,96	2,52	0,90	0,57	2,26	1,72	4,37	2,21	3,08	43,60
Korzenie i szyja korzeniowa <25 cm	1,47	0,27	0,15	0,09	0,28	0,42	0,41	0,44	0,31	3,83

Tabela 35. Liczba i udział symptomów uszkodzenia na drzewach poszczególnych gatunków w 2017 roku

Kod	Symptomy uszkodzenia	Jedn.	Sosna	Świerk	Jodła	Inne igł.	Dąb	Buk	Brzoza	Olsza	Inne liśc.	Razem uszkodzeń
1	Ubytek igieł/liści	szt.	3382	464	154	67	2522	736	2805	2738	1834	14702
		%	19,7	24,9	15,8	18,2	49,9	38,6	48,9	69,0	46,9	35,9
2-5	Przebarwienia igieł/liści	szt.	126	41	86	2	711	95	688	16	329	2094
		%	0,7	2,2	8,8	0,5	14,1	5,0	12,0	0,4	8,4	5,1
6-7	Nienaturalne rozmiary liści/igieł	szt.	7	0	0	2	1	2	5	0	2	19
		%	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,1	0,1	0,0	0,1	0,1
8	Deformacje	szt.	5787	229	255	74	493	295	773	421	540	8867
		%	33,6	12,3	26,1	20,1	9,8	15,5	13,5	10,6	13,8	21,6
9	Inne symptomy	szt.	464	13	18	3	13	4	32	6	34	587
		%	2,7	0,7	1,8	0,8	0,3	0,2	0,6	0,2	0,9	1,4
10	Oznaki wyst. owadów	szt.	133	42	36	16	10	17	17	7	11	289
		%	0,8	2,3	3,7	4,3	0,2	0,9	0,3	0,2	0,3	0,7
11	Oznaki wyst. grzybów	szt.	110	0	12	2	170	7	6	5	37	349
		%	0,6	0,0	1,2	0,5	3,4	0,4	0,1	0,1	1,0	0,9
12	Inne oznaki	szt.	226	3	6	1	33	3	23	7	19	321
		%	1,3	0,2	0,6	0,3	0,7	0,2	0,4	0,2	0,5	0,8
13	Złamane gałęzie	szt.	682	39	27	10	59	67	79	22	54	1039
		%	4,0	2,1	2,8	2,7	1,2	3,5	1,4	0,6	1,4	2,5
14	Martwe/obumierające gałęzie	szt.	1211	103	92	21	418	108	158	109	235	2455
		%	7,0	5,5	9,4	5,7	8,3	5,7	2,8	2,8	6,0	6,0
15	Zrzucone gałęzie, pędy, pączki	szt.	228	16	46	7	102	1	13	10	6	429
		%	1,3	0,9	4,7	1,9	2,0	0,1	0,2	0,3	0,2	1,1
16	Nekrozy	szt.	37	7	8	0	10	53	4	11	21	151
		%	0,2	0,4	0,8	0,0	0,2	2,8	0,1	0,3	0,5	0,4
17	Rany	szt.	2185	398	167	55	221	331	267	122	280	4026
		%	12,7	21,4	17,1	14,9	4,4	17,3	4,7	3,1	7,2	9,8
18	Wycieki żywicy	szt.	580	430	46	59	0	0	0	0	0	1115
		%	3,4	23,1	4,7	16,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,7
19	Wycieki na drzewach liściastych	szt.	0	0	0	0	13	4	11	5	12	45
		%	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,2	0,2	0,1	0,3	0,1
20	Zgnilizna	szt.	361	53	19	6	116	124	165	222	209	1275
		%	2,1	2,8	2,0	1,6	2,3	6,5	2,9	5,6	5,3	3,1
21	Pochylone	szt.	1665	22	2	43	152	61	684	262	278	3169
		%	9,7	1,2	0,2	11,7	3,0	3,2	11,9	6,6	7,1	7,7
Łączna liczba symptomów		szt.	17201	1863	975	368	5050	1909	5735	3968	3909	40978

Tabela 36. Liczba i udział wyróżnionych kategorii czynników sprawczych uszkodzeń na drzewach poszczególnych gatunków w 2017 roku oraz trendy zmian identyfikowania czynników sprawczych w okresie 2010-2017

Kod	Czynniki sprawcze	Jedn.	Sosna	Świerk	Jodła	Inne igl.	Dąb	Buk	Brzoza	Olsza	Inne liśc.	Razem
100	Kręgowce	szt.	290	156	26	5	11	8	12	21	24	553
		%	1,7	8,4	2,7	1,4	0,2	0,4	0,2	0,5	0,6	1,4
200	Owady	szt.	845	340	45	41	2345	733	2850	2542	1681	11422
		%	4,9	18,2	4,6	11,1	46,4	38,4	50,2	64,1	43,0	27,9
300	Grzyby	szt.	809	80	225	8	786	243	132	131	410	2824
		%	4,7	4,3	23,1	2,2	15,6	12,7	2,3	3,3	10,5	6,9
400	Czynniki abiotyczne	szt.	954	85	58	23	134	111	395	186	240	2189
		%	5,6	4,6	5,9	6,2	2,7	5,8	6,9	4,7	6,1	5,3
500	Bezpośrednie działanie człowieka	szt.	1435	184	83	46	133	204	130	59	111	2385
		%	8,3	9,9	8,5	12,5	2,6	10,7	2,3	1,5	2,8	5,8
600	Pożary	szt.	32	0	0	0	0	0	1	1	0	34
		%	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1
700	Zanieczyszczenia powietrza	szt.	3	0	0	0	0	0	0	0	0	3
		%	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.	6397	435	233	87	493	225	1000	434	514	9818
		%	37,2	23,3	23,9	23,6	9,8	11,8	17,4	10,9	13,1	24,0
999	2017	szt.	6421	581	306	159	1146	385	1212	593	925	11728
		%	37,4	31,3	31,4	43,1	22,7	20,2	20,3	14,9	23,7	28,6
	2016	%	38,6	32,1	32,8	41,2	27,4	22,2	25,6	17,5	25,6	31,1
	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	N	SP	SP

SP – spadek

N – brak trendu

Tabela 37. Udział uszkodzeń drzew spowodowanych przez wyróżnione grupy owadów oraz kategorie innych czynników i konkurencji na drzewach poszczególnych gatunków na SPO I rzędu w 2017 roku

Grupy owadów Kategorie innych czynników i konkurencji		Gatunki drzew									
		Sosna	Świerk	Jodła	Inne iglaste	Dąb	Buk	Brzoza	Olsza	Inne liśc.	Razem
OWADY	Liściożerne	3,25	0,23	0,00	0,08	16,82	5,14	18,60	21,07	12,99	78,18
	Uszkodzające pień, galasie, padły	3,10	1,76	0,09	0,25	0,16	0,14	0,13	0,08	0,15	5,85
	Minujące	0,00	0,00	0,00	0,00	2,72	0,83	0,32	0,84	0,95	5,67
	Niezidentyfikowane	0,50	0,53	0,13	0,04	0,60	0,04	0,18	0,15	0,33	2,49
	Ssące	0,00	0,10	0,16	0,00	0,16	0,25	5,71	0,09	0,26	6,72
	Owady inne	0,05	0,02	0,02	0,00	0,01	0,02	0,01	0,02	0,03	0,17
	Galasówki	0,00	0,32	0,00	0,00	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,38
	Uszkodzające pączki	0,50	0,02	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,01	0,00	0,54
	Razem dla gatunku	7,40	2,98	0,39	0,36	20,53	6,42	24,95	22,26	14,72	100,0
	Razem igl/liść.				11,13					88,87	
KONKURENCJA I INNE CZYNNIKI	Bez specyfikacji	2,55	0,12	0,05	0,01	0,25	0,14	0,35	0,15	0,24	3,86
	Epifity, pasożyty	3,60	0,02	0,20	0,00	0,07	0,00	0,19	0,00	0,21	4,29
	Bakterie	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Wirusy	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,02	0,02	0,00	0,06
	Nicienie	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,04
	Konkurencja	57,69	4,20	1,89	0,83	4,56	1,55	9,25	3,95	4,56	88,48
	Mutacje	0,12	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,05	0,01	0,04	0,23
	Inne znane ale nie podane	1,18	0,09	0,23	0,03	0,13	0,57	0,15	0,11	0,55	3,04
	Razem dla gatunku	65,17	4,43	2,37	0,87	5,02	2,28	10,01	4,25	5,60	100,0
	Razem igl/liść.				72,84					27,16	

Tabela 38. Średnia liczba uszkodzeń na jednej sosnie w 2017 roku w zależności od formy własności i funkcji lasów oraz trendy zmian w okresie 2011 – 2017

Uszkodzenia/drzewa dla lat	Formy własności				Funkcje lasów			Razem
	LP	KZPN	Osób fiz	Pozo- stałe	Gospo- darcze	Ochron- ne	Rezer- watowe	
2017	0,720	1,255	0,884	0,884	0,818	0,735	0,877	0,767
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 39. Udział procentowy czynników sprawczych uszkodzeń sosen w 2017 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	2,32	0,00	0,33	0,52	1,87	1,09	3,27	1,69
200	Owady	6,14	0,72	2,45	1,73	4,96	4,89	2,80	4,91
300	Grzyby	5,77	1,45	2,20	4,84	4,53	5,00	8,41	4,70
400	Czynniki abiotyczne	5,13	2,17	6,49	7,43	5,22	6,18	13,08	5,56
500	Bezpośrednie działanie człowieka	9,59	10,14	5,16	9,33	7,97	9,67	2,80	8,34
600	Pożary	0,06	0,00	0,41	0,86	0,20	0,16	0,00	0,19
700	Zanieczyszczenia powietrza	0,01	0,00	0,04	0,00	0,02	0,00	0,00	0,02
800	Konkurencja i inne czynniki	34,66	50,00	43,85	29,36	39,64	30,10	38,79	37,18
999	Niezidentyfikowane	36,33	35,51	39,06	45,94	35,59	42,92	30,84	37,41

Tabela 40. Średnia liczba uszkodzeń na jednym świerku w 2017 roku w zależności od formy własności i funkcji lasów oraz trendy zmian w okresie 2011 – 2017

Uszkodzenia/drzewa dla lat	Formy własności				Funkcje lasów			Razem
	LP	KZPN	Osób fiz	Pozostałe	Gospodarcze	Ochronne	Rezerwatowe	
2017	1,059	1,035	0,939	0,850	1,085	1,019	0,981	1,024
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 41. Udział procentowy czynników sprawczych uszkodzeń świerków w 2017 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	9,76	0,00	4,00	8,14	9,93	6,30	8,57	8,37
200	Owady	21,59	0,00	8,31	13,95	19,06	18,77	6,67	18,24
300	Grzyby	3,16	3,39	9,85	2,33	5,22	3,15	3,81	4,29
400	Czynniki abiotyczne	2,73	38,98	5,54	6,98	4,31	3,54	14,29	4,56
500	Bezpośrednie działanie człowieka	9,83	11,86	8,00	16,28	8,93	10,50	14,29	9,87
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	24,25	13,56	25,23	8,14	26,38	19,69	20,95	23,34
999	Niezidentyfikowane	28,69	32,20	39,08	44,19	26,18	38,06	31,43	31,33

Tabela 42. Średnia liczba uszkodzeń na jednym dębie w 2017 roku w zależności od formy własności i funkcji lasów oraz trendy zmian w okresie 2011 – 2017

Uszkodzenia/drzewa dla lat	Formy własności				Funkcje lasów			Razem
	LP	KZPN	Osób fiz	Pozo-stałe	Gospo-darcze	Ochron-ne	Rezer-watowe	
2017	1,621	2,250	1,427	1,659	1,696	1,699	1,870	1,597
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	PW	PW	W

W – wzrost

PW – prawdopodobny wzrost

N – brak trendu

Tabela 43. Udział procentowy czynników sprawczych uszkodzeń dębów w 2017 roku w zależności od formy własności i funkcji lasów

Kod	Czynniki sprawcze	Formy własności				Funkcje lasów			Razem
		LP	KZPN	Osób fiz	Pozo-stałe	Gospo-darcze	Ochronn-e	Rezer-watowe	
100	Kręgowce	0,20	0,00	0,30	0,35	0,33	0,05	0,00	0,22
200	Owady	47,92	40,74	20,98	11,27	44,61	49,48	39,53	46,44
300	Grzyby	14,80	40,74	20,98	11,27	16,93	13,17	25,58	15,56
400	Czynniki abiotyczne	2,66	3,70	3,42	1,41	3,06	2,01	0,00	2,63
500	Bezpośrednie działanie człowieka	2,58	3,70	3,42	1,41	3,06	2,01	0,00	2,63
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	9,96	0,00	10,27	6,69	11,27	7,54	2,33	9,76
999	Niezidentyfikowane	21,88	7,41	26,79	26,76	20,91	25,51	27,91	22,73

Tabela 44. Średnia liczba uszkodzeń na jednej brzozie w 2017 roku w zależności od formy własności i funkcji lasów oraz trendy zmian w okresie 2011 – 2017

Uszkodzenia/drzewa dla lat	Formy własności				Funkcje lasów			Razem
	LP	KZPN	Osób fiz	Pozo-stałe	Gospo-darcze	Ochron-ne	Rezer-watowe	
2017	1,313	1,580	1,266	1,673	1,519	1,403	1,417	1,313
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 45. Udział procentowy czynników sprawczych uszkodzeń brzoź w 2017 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	0,19	1,28	0,25	0,00	0,24	0,06	1,19	0,21
200	Owady	51,75	60,26	46,05	51,17	51,37	46,64	62,50	50,23
300	Grzyby	2,44	1,28	2,36	0,78	1,89	3,16	3,57	2,33
400	Czynniki abiotyczne	4,77	17,95	12,07	3,52	7,52	5,23	12,50	6,96
500	Bezpośrednie działanie człowieka	2,68	0,00	1,80	0,39	2,50	2,01	0,60	2,29
600	Pożary	0,00	0,00	0,00	0,39	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	14,28	16,67	26,01	14,06	19,34	14,43	12,50	17,62
999	Niezidentyfikowane	23,87	2,56	11,33	29,69	17,10	28,35	7,14	20,29

Tabela 46. Zestawienie sum opadów od 1 marca do 31 lipca w pięcioleciu 2013-2017 według RDLP *)

RDLP	Liczba stacji	Sumy opadów [mm]					% normy opadów **)				
		2013	2014	2015	2016	2017	2013	2014	2015	2016	2017
Białystok	2	328	302	251	316	424	118	104	100	113	161
Katowice	2	387	355	188	336	297	116	107	64	97	105
Kraków	2	445	578	360	509	412	98	121	85	104	99
Krosno	1	361	352	234	326	191	129	113	81	102	71
Lublin	2	356	388	234	318	284	142	147	98	127	116
Łódź	1	378	272	173	325	342	142	109	66	114	134
Olsztyn	2	277	207	203	268	356	98	83	80	91	132
Piła	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Poznań	1	307	322	260	337	318	122	140	99	133	120
Szczecin	1	297	249	212	186	496	115	104	89	73	186
Szczecinek	1	234	253	350	375	357	80	97	106	111	111
Toruń	2	277	233	190	319	319	103	106	77	109	122
Wrocław	2	385	418	229	363	353	121	133	73	116	112
Zielona Góra	1	294	296	249	297	355	107	114	88	109	123
Gdańsk	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Radom	1	305	451	278	251	280	116	158	103	93	115
Warszawa	1	309	315	182	219	311	126	126	78	88	123
Kraj	22	336	339	239	326	343	115	117	85	106	122

Tabela 47. Zestawienie sum opadów od 1 marca do 31 lipca w pięcioleciu 2013-2017 według krain przyrodniczo-leśnych ^{*)}

Kraina	Liczba stacji	Sumy opadów [mm]					% normy opadów ^{**)}				
		2013	2014	2015	2016	2017	2013	2014	2015	2016	2017
Bałtycka	2	266	251	281	280	427	98	101	98	92	149
Mazursko-Podlaska	3	313	269	247	317	398	110	95	96	108	149
Wielkopolsko-Pom.	4	289	271	222	318	328	108	116	85	115	122
Mazowiecko-Podl.	3	295	271	190	251	333	120	109	81	101	133
Śląska	2	364	336	183	307	328	124	114	64	108	116
Małopolska	6	366	375	235	331	265	124	127	83	105	99
Sudecka	1	422	507	244	400	377	117	149	75	114	112
Karpacka	1	539	834	466	629	560	97	145	88	100	106
Kraj	22	336	339	239	326	343	115	117	85	106	122

^{*)} na podstawie danych z IMGW z lat 2013-2017

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

Tabela 48. Średnia defoliacja na powierzchniach SPO I rzędu znajdujących się na Specjalnych Obszarach Ochrony Siedlisk (SOO) obszarów Natura 2000 - 2017 rok

Obszar Natura 2000		Liczba drzew	Średnia defoliacja
Kod obszaru	Nazwa obszaru		
PLC120001	Tatry	60	35,5
PLC140001	Puszcza Kampinoska	80	24,2
PLC180001	Bieszczady	340	20
PLC200004	Puszcza Białowieska	220	27
PLH020003	Dolina Łachy	20	11,2
PLH020004	Góry Stołowe	40	24,9
PLH020006	Karkonosze	20	16
PLH020015	Wrzosowisko Przemkowskie	20	35,2
PLH020016	Góry Białskie i Grupa Śnieżnika	40	21,8
PLH020017	Grądy w Dolinie Odry	20	22,2
PLH020018	Łęgi Odrzańskie	40	26,4
PLH020037	Góry i Pogórze Kaczawskie	40	31,8
PLH020038	Góry Kamienne	40	19,6
PLH020041	Ostoja nad Baryczą	120	25,2
PLH020047	Torfowiska Gór Izerskich	20	30
PLH020054	Ostoja nad Bobrem	20	24,5
PLH020060	Góry Orlickie	20	29
PLH020062	Góry Bardzkie	20	40,2
PLH020071	Ostoja Nietoperzy Gór Sowich	60	25,4
PLH020072	Uroczyska Borów Dolnośląskich	20	25
PLH020074	Wzgórza Strzeleckie	20	25,5
PLH020082	Wzgórza Niemczańskie	20	24,2
PLH020083	Dolina Bystrzycy Łomnickiej	20	30
PLH020084	Dolina Dolnej Baryczy	20	11,2
PLH020086	Pieńska Dolina Nysy Łużyckiej	20	19
PLH020091	Dolina Oleśnicy i Potoku Boguszyckiego	20	29,2
PLH020096	Góry Złote	20	30
PLH020103	Łęgi nad Bystrzycą	20	37
PLH040007	Jezioro Gopło	20	22
PLH040017	Sandr Wdy	20	18,8
PLH040023	Doliny Brdy i Stążki w Borach Tucholskich	20	22,8
PLH060005	Dolina Środkowego Wieprza	20	21
PLH060013	Ostoja Poleska	20	33,5
PLH060015	Płaskowyż Nałęczowski	20	16
PLH060017	Roztocze Środkowe	20	23,8
PLH060031	Uroczyska Lasów Janowskich	40	21
PLH060034	Uroczyska Puszczy Solskiej	80	23,7
PLH060043	Lasy Sobiborskie	20	26
PLH060045	Przełom Wisły w Małopolsce	20	49,8
PLH060051	Dolny Wieprz	20	28,2
PLH060093	Uroczyska Rostocza Wschodniego	40	28,8
PLH060099	Uroczyska Lasów Strzeleckich	20	20,2

Obszar Natura 2000		Liczba drzew	Średnia defoliacja
Kod obszaru	Nazwa obszaru		
PLH080001	Dolina Leniwej Obry	20	20,8
PLH080002	Rynna Jezior Obrzańskich	60	20,4
PLH080004	Torfowisko Chłopiny	20	21,8
PLH080014	Nowosolska Dolina Odry	20	39,5
PLH080036	Jeziora Gościmskie	20	22,5
PLH080037	Lasy Dobrosułowskie	40	20,2
PLH080044	Wilki nad Nysą	20	21,5
PLH080060	Uroczyska Borów Zasięckich	20	13,5
PLH080070	Las Żarski	20	13
PLH080071	Ostoja Barlinecka	100	22,7
PLH100007	Załęczański Łuk Warty	40	14
PLH100008	Dolina Środkowej Pilicy	20	23,8
PLH100016	Buczyna Gałkowska	20	20,2
PLH100024	Lasy Smardzewickie	20	28,5
PLH120001	Ostoja Babiogórska	20	32,2
PLH120004	Dolina Prądnika	20	16,8
PLH120008	Koło Grobli	20	20,5
PLH120016	Torfowiska Orawsko-Nowotarskie	20	21,8
PLH120018	Ostoja Gorczańska	40	19,1
PLH120019	Ostoja Popradzka	180	19,4
PLH120036	Łabowa	40	17,6
PLH120052	Ostoje Nietoperzy Beskidu Wyspowego	20	24,5
PLH120077	Rudniańskie Modraszki - Kajasówka	20	21
PLH120094	Ostoje Nietoperzy Powiatu Gorlickiego	20	22,2
PLH140011	Ostoja Nadbużańska	40	23
PLH140016	Dolina Dolnej Pilicy	20	39
PLH140029	Kampinoska Dolina Wisły	20	19,8
PLH140030	Łękawica	20	30
PLH140035	Puszcza Kozienicka	80	26,1
PLH140046	Bory bagienne i torfowiska Karaska	20	16
PLH140049	Myszynieckie Bory Sasankowe	20	21,5
PLH160007	Góry Opawskie	20	35,8
PLH160014	Opolska Dolina Nysy Kłodzkiej	20	32
PLH180001	Ostoja Magurska	60	26,1
PLH180012	Ostoja Przemyska	80	19,8
PLH180013	Ostoja Góry Słonne	160	24,3
PLH180014	Ostoja Jaśliska	80	19,5
PLH180015	Łysa Góra	20	22,8
PLH180017	Horyniec	20	25,8
PLH180018	Trzciana	20	26,8
PLH180020	Dolina Dolnego Sanu	20	17,5
PLH180023	Las nad Braciejową	20	19,2

Tabela xx1. cd.

Obszar Natura 2000		Liczba drzew	Średnia defoliacja
Kod obszaru	Nazwa obszaru		
PLH180054	Lasy Sieniawskie	60	26,8
PLH180055	Enklawy Puszczy Sandomierskiej	20	40,5
PLH200004	Ostoja Wigierska	20	25
PLH200005	Ostoja Augustowska	320	21,9
PLH200006	Ostoja Knyszyńska	420	22,5
PLH200007	Pojezierze Sejneńskie	40	28,5
PLH200008	Dolina Biebrzy	180	28,4
PLH200010	Ostoja w Dolinie Górnej Narwi	20	19
PLH200019	Jelonka	20	19
PLH200021	Ostoja w Dolinie Górnego Nurca	20	22
PLH200022	Dolina Górnej Rospudy	20	30,2
PLH220014	Kurze Grzędy	20	23,2
PLH220018	Mierzeja Sarbska	20	17,5
PLH220020	Pełcznica	20	17,2
PLH220021	Piaśnickie Łąki	20	17,8
PLH220026	Sandr Brdy	20	19,2
PLH220029	Trzy Młyny	20	17,2
PLH220032	Zatoka Pucka i Półwysep Helski	40	20
PLH220034	Jeziora Wdzydzkie	40	15,9
PLH220038	Dolina Wieprzy i Studnicy	20	19,5
PLH220079	Ostoja Borzyszkowska	20	17,5
PLH240001	Cieszyńskie Źródła Tufowe	20	18,8
PLH240005	Beskid Śląski	40	26,4
PLH240006	Beskid Żywiecki	40	24,9
PLH240023	Beskid Mały	60	20,5
PLH260002	Łysogóry	20	22,5
PLH260004	Ostoja Przedborska	20	19,2
PLH260010	Lasy Suchedniowskie	80	24,1
PLH260011	Lasy Skarżyskie	20	20
PLH260015	Dolina Czarnej	20	26
PLH260018	Dolina Górnej Pilicy	40	26,1
PLH260024	Krzemionki Opatowskie	20	21,2
PLH260027	Ostoja Gaj	20	24
PLH260028	Ostoja Jeleniowska	20	25,2
PLH260029	Ostoja Kozubowska	20	20,2
PLH260034	Ostoja Szaniecko-Solecka	20	18
PLH260040	Lasy Cisowsko-Orłowińskie	20	16,5
PLH280001	Dolina Drwący	80	25,6
PLH280005	Puszcza Romincka	20	28,5
PLH280007	Zalew Wiślany i Mierzeja Wiślana	20	19,8
PLH280012	Ostoja Lidzbarska	40	18,5
PLH280016	Ostoja Borecka	100	19,8

Obszar Natura 2000		Liczba drzew	Średnia defoliacja
Kod obszaru	Nazwa obszaru		
PLH280029	Doliny Erozyjne Wysoczyzny Elbląskiej	20	17,8
PLH280033	Warmińskie Buczyny	20	21,2
PLH280044	Ostoja nad Oświnem	20	16
PLH280048	Ostoja Piska	120	19
PLH280052	Ostoja Napiwodzko-Ramucka	80	23,8
PLH280053	Ostoja Iławska	60	19,5
PLH300001	Biedrusko	20	19,8
PLH300002	Uroczyska Płyty Krotoszyńskiej	80	31,8
PLH300009	Ostoja Nadwarciańska	20	18
PLH300010	Ostoja Wielkopolska	40	30,5
PLH300011	Puszcza Bieniszewska	20	16,8
PLH300026	Pojezierze Gnieźnieńskie	40	22,8
PLH300032	Ostoja Międzychodzko-Sierakowska	40	24,1
PLH300033	Dolina Mogielnicy	20	21,2
PLH300038	Dolina Cybiny	20	18,2
PLH300041	Ostoja Przemęcka	20	26,8
PLH300045	Ostoja Pilska	20	18
PLH300046	Dolina Bukówki	20	23
PLH320001	Bobolickie Jeziora Lobeliowe	20	18,5
PLH320003	Dolina Grabowej	20	23,2
PLH320006	Dolina Płoni i Jezioro Miedwie	20	20
PLH320007	Dorzecze Parsęty	60	20
PLH320008	Janiewickie Bagno	20	18,8
PLH320013	Ostoja Goleniowska	20	21
PLH320014	Pojezierze Myśliborskie	20	23
PLH320017	Trzebiatowsko-Kołobrzeski Pas Nadmorski	20	18,8
PLH320019	Wolin i Uznam	60	22,7
PLH320020	Wzgórza Bukowe	40	17,9
PLH320022	Dolina Radwi, Chocieli i Chotli	80	17,3
PLH320023	Jezioro Lubie i Dolina Drawy	60	20,4
PLH320038	Gogolice-Kosa	20	24
PLH320039	Jeziora Czaplineckie	60	18,8
PLH320040	Jezioro Bobięcińskie	20	19,5
PLH320044	Lasy Bierzwnickie	40	16
PLH320045	Mirosławiec	20	17,2
PLH320046	Uroczyska Puszczy Drawskiej	200	17,6
PLH320047	Warnie Bagno	20	18,2
PLH320049	Dorzecze Regi	60	19,6
PLH320052	Ostoja Golczewska	20	19,5
PLH320060	Dziczy Las	20	23
PLH320067	Pojezierze Ińskie	60	14,8

Tabela 49. Średnia defoliacja na obszarach Natura 2000 z powierzchniami monitoringu leśnego w 2017 roku

Rodzaj obszaru	Liczba obszarów Natura 2000	Liczba SPO 1	Średnia defoliacja w 2017 roku	Średnia defoliacja w 2016 roku	Zmiana średniej defoliacji
Obszary Ochrony Ptaków (SPA)	81	470	22,5	22,4	0,1
Obszarach Ochrony Siedlisk (SOO)	167	358	22,7	22,8	-0,1

Tabela 50. Średnie wartości miesięczne temperatury powietrza i gleby, wilgotności i promieniowania oraz miesięczne sumy opadów – stacje meteorologiczne na SPO MI – 2017 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	-9,6	-2,7	2,6	4,4	11,3	16,4	16,8	18,5	12,4	8,0	2,0	-0,7
Bircza-Łodzinka	-6,8	-1,4	4,9	7,3	12,2	15,9	17,9	18,4	12,5	8,1	2,7	0,5
Chojnów-Dobiesz	-4,8	-2,4	4,5	6,8	13,4	17,6	17,9	18,7	13,7	9,6	4,6	1,9
Gdańsk-Wyspowo	-1,7	-0,9	3,7	6,4	12,5	16,0	16,4	17,2	13,9	10,6	5,0	2,3
Krotoszyn-Roszki	-3,0	0,2	7,1	8,3	14,0	18,8	18,6	19,6	13,9	10,8	5,3	2,4
Krucz-Kruczlas	-2,1	0,3	5,5	7,3	13,4	17,2	17,2	17,8	13,1	10,4	5,0	2,2
Łąck-Podgórze	-3,4	-1,1	5,6	7,8	13,7	17,7	18,2	18,9	14,0	10,2	4,9	2,1
Strzałowo-Krutyn	-4,2	-2,2	3,6	5,7	12,2	15,9	16,5	17,2	12,6	7,9	3,4	1,0
Suwałki-Hańcza	-3,6	-1,7	4,0	6,3	12,7	16,0	16,2	16,9	12,7	7,7	3,6	0,8
Sz. Poręba-Jakuszyce	-6,8	-1,7	1,8	3,2	9,5	14,0	14,0	14,5	9,0	6,9	0,9	-2,4
Zawadzkie	-4,3	0,7	6,2	7,9	14,0	19,0	19,1	19,8	14,1	10,1	5,3	2,5
Średnia	-4,6	-0,9	4,3	6,6	12,8	16,8	17,3	17,9	12,9	8,9	3,7	1,1
Temp. -50 cm [°C]												
Białowieża-Czerlonka	1,2	0,9	3,7	7,2	11,7	16,2	18,5	19,2	15,7	10,7	6,7	3,2
Piwniczna-Andrzejówka	3,1	3,2	5,6	7,1	12,1	15,5	15,3	16,9	14,3	10,7	6,7	3,5
Bircza-Łodzinka	2,9	2,3	3,8	6,1	8,8	12,0	14,3	15,2	13,4	10,8	7,6	4,7
Chojnów-Dobiesz	2,5	1,6	4,4	7,9	12,0	16,9	18,6	19,8	16,0	11,9	8,3	5,0
Gdańsk-Wyspowo	2,2	0,8	3,8	6,4	10,5	13,9	15,6	14,6	12,9	10,2	7,0	3,2
Krotoszyn-Roszki	0,4	0,2	5,1	7,9	14,3	19,7	19,6	20,0	15,3	10,9	6,7	3,5
Krucz-Kruczlas	2,2	1,6	4,2	6,8	9,5	15,4	16,0	17,0	14,7	12,1	8,9	6,1
Łąck-Podgórze	1,2	0,4	3,6	8,2	11,8	17,1	18,3	18,4	15,4	12,4	8,7	5,4
Strzałowo-Krutyn	2,3	1,6	3,2	6,3	9,8	13,8	15,9	16,8	14,3	10,6	7,0	3,9
Suwałki-Hańcza	1,7	0,9	2,3	5,7	8,3	14,4	15,1	16,1	13,6	9,8	6,3	3,1
Sz. Poręba-Jakuszyce	1,3	0,9	0,5	2,8	7,2	11,7	12,9	13,1	9,5	7,2	3,7	2,0
Zawadzkie	2,3	2,1	5,1	7,6	11,4	15,5	16,8	17,0	14,0	10,9	7,9	5,1
Średnia	1,9	1,4	3,8	6,7	10,6	15,2	16,4	17,0	14,1	10,7	7,1	4,1

Tabela 50. cd.

Stacja	Miesiąc											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Wilgotność pow. +2 m [%]												
Białowieża-Czerlonka	91,0	89,7	83,8	75,6	66,8	70,9	75,5	77,0	85,9	89,6	91,1	92,3
Piwniczna-Andrzejówka	87,7	83,7	78,0	78,4	77,5	74,7	80,4	78,3	86,1	90,8	94,0	97,7
Bircza-Łodzinka	83,5	80,0	76,8	68,5	77,8	72,8	75,3	75,9	83,7	84,3	88,9	89,7
Chojnów-Dobiesz	90,5	87,3	82,0	75,7	72,5	69,0	78,1	78,1	92,0	93,5	94,6	95,5
Gdańsk-Wyspowo	94,2	86,9	82,3	76,4	64,8	73,4	78,6	82,0	89,7	91,6	94,2	95,0
Krotoszyn-Roszki	85,6	84,9	72,0	74,2	72,0	67,0	76,0	71,6	82,4	86,2	89,5	88,4
Krucz-Kruczlas	90,5	83,9	81,3	79,0	74,8	74,3	81,1	81,2	86,5	90,1	93,8	93,2
Łąck-Podgórze	88,5	85,7	80,1	74,9	72,3	73,2	78,4	77,8	87,7	88,8	90,7	91,8
Strzałowo-Krutyń	93,8	90,4	87,0	81,1	72,8	77,0	80,7	83,0	91,7	95,7	96,1	96,9
Suwałki-Hańcza	92,1	88,1	84,4	79,7	70,5	72,4	78,7	82,2	90,7	93,9	96,5	97,4
Sz. Poręba-Jakuszyce	89,8	89,8	87,6	86,4	80,1	75,0	85,4	82,8	92,1	91,6	98,6	98,0
Zawadzkie	86,1	85,6	80,0	79,8	77,6	71,1	77,7	78,7	89,3	92,6	92,3	90,8
Średnia	89,4	86,3	81,3	77,5	73,3	72,6	78,8	79,0	88,1	90,7	93,4	93,9
Promieniowanie [W/m ²]												
Białowieża-Czerlonka	1,6	9,6	69,1	124,8	204,2	209,9	203,7	178,8	89,0	34,9	17,4	7,5
Piwniczna-Andrzejówka	16,3	51,5	68,4	96,4	157,5	186,4	158,4	149,3	88,0	58,8	22,9	5,5
Bircza-Łodzinka	31,7	51,3	77,0	134,4	171,1	205,9	200,5	182,6	108,4	110,6	65,6	8,7
Chojnów-Dobiesz	5,9	13,7	45,8	82,4	137,3	155,5	124,0	111,1	41,0	20,8	10,4	4,3
Gdańsk-Wyspowo	8,1	39,1	71,2	113,5	221,0	194,4	192,7	125,3	80,3	48,1	53,0	23,4
Krotoszyn-Roszki	13,7	31,2	93,7	130,3	203,1	241,0	198,1	203,7	91,8	45,5	16,6	9,2
Krucz-Kruczlas	22,9	35,7	82,0	114,9	160,7	206,4	162,9	152,8	87,8	54,6	19,6	12,0
Łąck-Podgórze	14,6	30,4	71,6	118,5	189,5	211,1	184,3	171,4	72,0	45,9	17,1	7,0
Strzałowo-Krutyń	6,2	22,3	69,0	109,9	190,6	173,9	145,6	144,3	70,6	34,4	15,4	8,2
Suwałki-Hańcza	8,1	28,6	58,4	93,8	188,1	198,3	185,6	156,5	79,5	39,4	15,7	8,8
Sz. Poręba-Jakuszyce	11,1	30,5	69,4	99,8	166,9	208,1	159,0	168,2	73,3	42,4	9,6	2,3
Zawadzkie	15,5	27,2	63,5	86,6	126,6	163,5	120,3	105,1	61,3	34,8	18,3	9,9
Średnia	13,0	30,9	69,9	108,8	176,4	196,2	169,6	154,1	78,6	47,5	23,5	8,9
Suma opadów [mm]												
Białowieża-Czerlonka	14,3	79,1	52,2	98,7	62,0	109,3	96,8	79,2	183,5	119,4	38,3	84,2
Piwniczna-Andrzejówka	31,0	32,0	41,6	75,6	110,9	92,5	113,9	85,8	123,6	107,2	60,5	71,0
Bircza-Łodzinka	18,8	59,1	43,6	48,0	88,6	73,5	107,3	101,3	192,9	122,7	60,5	109,4
Chojnów-Dobiesz	16,4	47,0	14,6	5,4	21,5	37,0	40,5	66,5	99,7	172,1	82,3	103,2
Gdańsk-Wyspowo	79,2	24,2	50,5	104,9	23,8	102,6	164,4	97,6	119,6	162,7	82,8	56,1
Krotoszyn-Roszki	24,5	54,7	30,9	45,9	35,8	60,1	65,1	94,6	70,1	117,4	53,7	48,9
Krucz-Kruczlas	24,2	32,1	47,6	46,0	61,9	76,4	183,5	90,8	44,4	111,3	58,9	54,6
Łąck-Podgórze	11,6	24,4	26,6	103,2	76,3	94,2	100,1	55,4	143,8	100,8	59,7	78,8
Strzałowo-Krutyń	33,5	61,7	73,5	96,8	26,5	54,9	88,2	42,2	151,9	168,8	42,8	93,3
Suwałki-Hańcza	41,3	54,7	57,7	74,2	44,0	125,1	81,4	75,6	91,6	154,9	68,7	87,5
Sz. Poręba-Jakuszyce	67,1	52,6	72,8	121,5	64,4	100,3	101,2	85,9	153,4	129,3	80,9	98,1
Zawadzkie	36,1	40,9	77,9	149,6	42,8	46,3	110,9	49,6	137,9	108,3	47,4	40,5
Średnia	33,2	46,9	49,1	80,8	54,9	81,0	104,4	77,0	126,0	131,2	61,4	77,1

Tabela 51. Procentowy udział pomiarów z wiatrem – stacje meteorologiczne na SPO MI – 2017r.

Stacja	Okres pomiarów	Liczba pomiarów			Dominujące kierunki wiatru
		ogółem	z wiatrem	%	
Białowieża-Czerlonka	1.01.2017-31.12.2017	52560	35288	67,1	S
Piwniczna-Andrzejówka	1.01.2017-31.12.2017	52560	32637	62,1	NE SW
Bircza-Łodzinka	1.01.2017-31.12.2017	52560	45490	86,6	S-SSW
Chojnów-Dobiesz	1.01.2017-31.12.2017	52560	45650	86,9	W
Gdańsk-Wyspowo	1.01.2017-31.12.2017	52560	49431	94,0	WSW
Krotoszyn-Roszki	1.01.2017-31.12.2017	52560	44005	83,7	WSW E-ESE
Krucz-Kruczlas	1.01.2017-31.12.2017	52560	36855	70,1	W
Łąck-Podgórze	1.01.2017-31.12.2017	52560	36460	69,4	ESE-SE NW-WNW
Strzałowo-Krutyń	1.01.2017-31.12.2017	52560	26391	50,2	S-SSW
Suwałki-Hańcza	1.01.2017-31.12.2017	52560	44497	84,7	SSE NW
Szklarska Poręba-Jakuszyce	1.01.2017-31.12.2017	52560	28053	53,4	SSW-WSW
Zawadzkie	1.01.2017-31.12.2017	52560	18724	35,6	WNW

Tabela 52. Temperatury maksymalne oraz okresy bez, bądź z minimalnymi opadami na SPO MI w 2017 r. Kolorem czerwonym wyróżniono temperaturę maksymalną oraz okresy bez opadów.

SPO MI	Data wystąpienia Tmax	Tmax (°C)	OKRESY MIN. 14 DNI Z OPADAMI < 5MM		
BIAŁOWIEŻA	2017-08-19	33,5	10-24.05 28.07-10.08	15 14 (10)	29
BIRCZA	2017-08-04	36,3			0
CHOJNÓW	2017-08-01	35,6	20.03-04.04 08.05-23.05	16 (11) 16 (12)	32
GDAŃSK	2017-08-10	30,6	12.05-4.06	24 (19)	24
KROTOSZYN	2017-08-01	34,3	24.03-7.04 10-24.05 30.06-12.07	15 15 13	43
KRUCZ	2017-08-01	31,7	9-24.05 9-23.09	16 15	31
ŁĄCK	2017-08-01	35,8	23.03-06.04 18.08-2.09	15 16	31
PIWNICZNA	2017-08-02	32,9	23.03-5.04	14	14
STRZAŁOWO	2017-05-28	29,9	12-31.05	20	20
SUWAŁKI	2017-08-12	30,2	11-29.05 10-25.08	19 (14) 16	35
SZKLARSKA POR.	2017-08-01	30,8			0
ZAWADZKIE	2017-08-01	37,1	17-30.05 19.06-2.0	14 14	28

Tabela 53. Depozyt roczny [kg ha⁻¹] (bez RWO) wniesiony z opadami na SPO MI w 2017 roku. RWO – rozpuszczony węgiel organiczny, N_{tot} – azot całkowity

	Gdańsk	Suwałki	Strzałowo	Białowieża	Krucz	Krotoszyn	Łąck	Chojnów	Zawadzkie	Szkl.Poręba	Bircza	Piwniczna
Opad [mm]	1082	897	888	846	845	703	824	814	733	1367	708	804
H ⁺	0,028	0,034	0,035	0,021	0,04	0,02	0,021	0,018	0,045	0,107	0,058	0,101
Cl ⁻	11,17	4,36	3,47	3,11	4,00	3,86	3,98	3,07	2,94	7,99	2,55	2,54
N-NO ₃ ⁻	3,60	5,03	3,29	3,18	3,76	3,67	3,28	3,61	4,01	4,64	3,95	2,68
S-SO ₄ ²⁻	3,15	3,23	2,61	3,88	3,14	3,86	3,48	3,70	3,44	4,63	4,30	3,41
N-NH ₄ ⁺	5,72	5,12	3,85	10,45	7,23	8,49	5,19	7,24	5,24	6,37	6,18	2,56
Ca	4,48	6,60	4,41	8,49	3,93	3,60	3,77	5,25	3,33	4,48	4,59	3,74
Mg	1,04	0,99	0,48	1,00	0,50	0,46	0,54	0,61	0,48	0,67	0,52	0,52
Na	7,06	2,98	2,92	2,54	2,94	2,97	2,40	2,08	2,08	5,92	1,79	1,84
K	3,04	1,19	1,30	2,67	1,50	1,97	1,59	2,09	1,45	2,14	1,74	1,07
Fe	0,058	0,055	0,053	0,062	0,048	0,059	0,057	0,050	0,039	0,079	0,068	0,053
Al	0,051	0,050	0,062	0,043	0,051	0,057	0,043	0,044	0,060	0,074	0,051	0,058
Mn	0,054	0,043	0,037	0,019	0,038	0,070	0,160	0,038	0,077	0,044	0,039	0,072
Cd	0,001	0,001	0,002	0,000	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
Cu	0,055	0,035	0,037	0,028	0,039	0,033	0,034	0,038	0,028	0,062	0,031	0,032
Pb	0,01	0,008	0,007	0,008	0,008	0,006	0,006	0,007	0,010	0,013	0,006	0,011
Zn	0,31	0,257	0,278	0,263	0,301	0,227	0,251	0,275	0,248	0,412	0,25	0,284
RWO	16,1	23,1	27,0	20,8	13,7	30,6	11,5	13,3	11,2	17,6	13,6	13,1
N _{tot}	11,0	11,6	8,8	15,8	13,3	14,4	9,7	13,0	10,2	13,8	9,9	6,8
Depozyt całkowity	41,5	31,4	24,5	37,9	29,8	31,6	26,0	30,3	24,4	40,4	25,9	20,5

Tabela 54. 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 $\alpha=0,05$.

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

	Test Kruskala-Wallis H(11, N=144)	Porównania wielokrotne (dwustronne)		
	p	Nadleśnictwo		p
opad	0,3895	-	-	-
H ⁺	0,0062	Piwniczna	Białowieża	0,0221
Cl ⁻	0,0004	Gdańsk	Bircza	0,0137
		Szkl.Poręba	Bircza	0,0297
		Gdańsk	Piwniczna	0,0209
		Szkl.Poręba	Piwniczna	0,0443
N-NO ₃ ⁻	0,1092	-	-	-
S-SO ₄ ²⁻	0,0787	-	-	-
N-NH ₄ ⁺	0,0398	Krotoszyn	Piwniczna	0,0292
		Białowieża	Piwniczna	0,0443
Ca	0,1086	-	-	-
Mg	0,0393	-	-	-
Na	0,0000	Gdańsk	Bircza	0,0043
		Szkl.Poręba	Bircza	0,0006
		Gdańsk	Piwniczna	0,0183
		Szkl.Poręba	Zawadzkie	0,0154
		Szkl.Poręba	Chojnów	0,0129
		Szkl.Poręba	Piwniczna	0,0031
K	0,2663	-	-	-
Fe	0,5925	-	-	-
Al	0,7671	-	-	-
Mn	0,0863	Piwniczna	Białowieża	0,0102
RWO	0,1294	-	-	-
N _{tot}	0,0874	-	-	-
Zasadowość	0,1264	-	-	-
ANC	0,0002	Białowieża	Krotoszyn	0,0229
		Białowieża	Zawadzkie	0,0019
		Białowieża	Szkl.Poręba	0,0072

Tabela 55. Wyniki testu Manna Whitneya dla średniego stężenia SO₂ i NO₂ w miesiącach okresu letniego (N=6) i zimowego (N=6). Kursywą i czerwoną czcionką 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	9	0,1797	1	<i>0,0043</i>
Suwałki	9	0,1797	2	<i>0,0087</i>
Strzałowo	8	0,1320	0	<i>0,0022</i>
Białowieża	10	0,2403	0	<i>0,0022</i>
Krucz	9	0,1797	2	<i>0,0087</i>
Krotoszyn	5	<i>0,0411</i>	1	<i>0,0043</i>
Łąck	5	<i>0,0411</i>	3	<i>0,0152</i>
Chojnow	12	0,3939	4	<i>0,0260</i>
Zawadzkie	7	0,0931	2	<i>0,0087</i>
Szkl.Poręba	8	0,1320	1	<i>0,0043</i>
Bircza	3	<i>0,0152</i>	0	<i>0,0022</i>
Piwniczna	3	<i>0,0152</i>	1	<i>0,0043</i>

Tabela 56. Istotność różnic ($p \leq 0,05$) stężeń gazowych zanieczyszczeń powietrza między powierzchniami SPO MI. Wyniki testu ANOVA Kruskala-Wallisa

Test Kruskala- Wallisa:	NO ₂		p dla porównań dwustronnych	SO ₂		p dla porównań dwustronnych
	H (11, N=144) = 64,94; p = 0,0000			H (11, N=144) = 53,52; p = 0,0000		
	Chojnów	Gdańsk	0,0221	Zawadzkie	Gdańsk	0,0030
	Chojnów	Suwałki	0,0002	Zawadzkie	Suwałki	0,0006
	Chojnów	Strzałowo	0,0001	Zawadzkie	Strzałowo	0,0000
	Chojnów	Krucz	0,0070	Zawadzkie	Białowieża	0,0001
	Chojnów	Szklarska Poręba	0,0022	Zawadzkie	Krucz	0,0148
	Chojnów	Bircza	0,0004	Krotoszyn	Strzałowo	0,0320
	Chojnów	Piwniczna	0,0005	Bircza	Strzałowo	0,0024
	Chojnów	Białowieża	0,0000	Bircza	Białowieża	0,0266
	Łąck	Strzałowo	0,0314			
	Łąck	Białowieża	0,0042			
	Krotoszyn	Białowieża	0,0320			
	Zawadzkie	Białowieża	0,0081			

Tabela 57. Depozyt [kg ha⁻¹] wniesiony z opadami w drzewostanach na SPO MI w 2017 roku (bez RWO).
RWO – rozpuszczony węgiel organiczny, N_{tot} – azot całkowity, PK – depozyt podkoronowy, PP – depozyt
wniesiony ze spływem po pniu

	Bk				Db		So					Św		
	Gdańsk		Bircza		Krotoszyn	Łąck	Strzałowo	Białowieża	Krucz	Chojnów	Zawadzkie	Suwałki	Szklarska Poręba	Piwniczna
	PK	PP	PK	PP	PK									
Opad [mm]	775	105	645	56	574	648	634	506	633	665	539	676	1156	563
H	0,025	0,001	0,029	0,001	0,014	0,018	0,018	0,018	0,029	0,032	0,027	0,011	0,103	0,033
Cl ⁻	14,60	1,55	4,50	0,35	8,78	6,61	5,90	6,07	7,14	6,74	8,45	9,77	11,34	8,73
N-NO ₃ ⁻	5,56	0,06	5,64	0,23	6,54	3,27	4,53	2,00	4,63	5,06	6,00	8,16	5,60	3,77
S-SO ₄ ²⁻	3,51	0,47	4,78	0,45	5,76	4,74	2,67	3,49	3,16	5,18	8,13	3,96	6,77	5,43
N-NH ₄ ⁺	4,89	1,61	4,36	0,18	12,77	7,85	3,95	6,75	5,31	6,73	11,85	4,91	5,54	4,42
Ca	6,00	0,63	6,38	0,38	9,10	7,22	6,73	8,18	5,82	8,22	7,57	11,99	6,93	5,81
Mg	1,64	0,19	1,06	0,05	3,68	2,08	2,04	1,95	1,39	2,06	1,48	4,95	1,35	1,42
Na	7,94	1,15	1,96	0,23	3,64	2,77	3,46	2,74	4,34	3,20	3,35	4,39	6,30	2,51
K	16,89	4,23	18,96	2,52	45,44	18,28	17,18	19,00	13,02	14,16	12,17	34,13	15,91	21,61
Fe	0,061	0,028	0,075	0,015	0,251	0,118	0,068	0,102	0,084	0,100	0,096	0,097	0,185	0,108
Al	0,067	0,014	0,089	0,014	0,194	0,118	0,129	0,202	0,226	0,217	0,261	0,108	0,202	0,156
Mn	0,730	0,184	0,263	0,025	1,088	1,485	0,214	0,848	0,929	0,703	0,348	0,615	0,209	0,568
Cd	0,001	0,000	0,001	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000	0,001	0,001	0,002	0,001	0,001	0,001
Cu	0,047	0,005	0,029	0,003	0,057	0,039	0,027	0,027	0,037	0,045	0,029	0,038	0,057	0,027
Pb	0,007	0,001	0,007	0,001	0,013	0,009	0,006	0,005	0,006	0,009	0,013	0,008	0,016	0,011
Zn	0,269	0,033	0,229	0,016	0,241	0,232	0,211	0,217	0,247	0,265	0,258	0,254	0,436	0,240
RWO	28,96	12,19	29,71	6,28	133,7	57,13	50,57	107,3	80,53	74,60	81,95	73,47	74,73	70,09
N _{tot}	13,31	2,70	11,84	0,75	25,42	14,48	10,85	12,78	12,89	15,37	21,12	17,04	15,42	11,19
Depozyt w drzewostanie	65,1	11,2	50,2	4,8	103,7	58,2	49,5	55,6	49,3	56,3	63,3	87,4	65,2	57,9

Tabela 58. 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 $\alpha=0,05$. * – wymieniono pary powierzchni o różnicach istotnych przy $\alpha=0,05$

	Test Kruskala-Wallisa H(11, N=143)	Porównania wielokrotne (dwustronne)*		
	p	Nadleśnictwa		p
opad	0,1547	-	-	-
H^+	0,0034	Szkl.Poręba	Krotoszyn	0,0055
		Szkl.Poręba	Białowieża	0,0050
		Szkl.Poręba	Suwałki	0,0047
		Szkl.Poręba	Łąck	0,0391
Cl^-	0,0003	Gdańsk	Bircza	0,0060
		Suwałki	Bircza	0,0435
		Szkl.Poręba	Bircza	0,0221
		Gdańsk	Strzałowo	0,0468
$N-NO_3^-$	0,0019	Bircza	Białowieża	0,0100
		Suwałki	Białowieża	0,0076
		Zawadzkie	Białowieża	0,0122
		Szkl.Poręba	Białowieża	0,0145
$S-SO_4^{2-}$	0,0000	Krotoszyn	Strzałowo	0,0056
		Zawadzkie	Strzałowo	0,0003
		Chojnów	Strzałowo	0,0338
		Szkl.Poręba	Strzałowo	0,0022
		Zawadzkie	Krucz	0,0140
$N-NH_4^+$	0,0427	Zawadzkie	Piwniczna	0,0485
Ca	0,2665	-	-	-
Mg	0,0159	Suwałki	Bircza	0,0370
Na	0,0000	Gdańsk	Bircza	0,0000
		Gdańsk	Białowieża	0,0287
		Gdańsk	Piwniczna	0,0001
		Suwałki	Bircza	0,0276
		Szkl.Poręba	Bircza	0,0476
		Szkl.Poręba	Białowieża	0,0081
		Szkl.Poręba	Piwniczna	0,0145
K	0,3318	-	-	-
Fe	0,0352	-	-	-
Al	0,0016	Zawadzkie	Gdańsk	0,0030
		Chojnów	Gdańsk	0,0201
Mn	0,0000	Łąck	Bircza	0,0115
		Łąck	Strzałowo	0,0013
		Łąck	Szkl.Poręba	0,0011
RWO	0,0040	Białowieża	Bircza	0,0225
		Białowieża	Gdańsk	0,0143
N_{tot}	0,1033	-	-	-
ANC	0,0180	-	-	-

Tabela 59. Wykaz powierzchni SPO MI oraz punktów sieci tła monitoringu jakości powietrza IOŚ na obszarach pozamiejskich, dla których analizowano trendy stężeń zanieczyszczeń gazowych

Kod SPO MI	Nadleśnictwo	Kod IOŚ	Odległość między SPO MI a punktem IOŚ [km]	NO ₂	SO ₂
				lata badań	
116	Gdańsk	KpZielBoryTu	102	2004-2016	2004-2016
203	Suwałki	PdBorsukowiz	129	2004-2015	2005-2016
		WmPuszczaBor	54	2000-2016	2001-2015
206	Strzałowo	WmPuszczaBor	64	2000-2016	2001-2015
212	Białowieża	PdBorsukowiz	60	2005-2016	2005-2016
312	Krucz	LuSmolBytnic	109	2005-2016	2005-2016
		WpPiaskiKrzy	97	2005-2016	2005-2016
322	Krotoszyn	LdGajewUjWod	121	2003-2016	2003-2016
		WpPiaskiKrzy	82	2005-2016	2005-2016
326	Łąck	KpKoniczynka	90	-	2006-2016
		LdGajewUjWod	45	2003-2016	2009-2016
		MzBelsIGFPAN	108	2000-2016	2002-2016
		MzGranicaKPN	62	2004-2016	2004-2016
405	Chojnów	MzBelsIGFPAN	29	2000-2016	2002-2016
		MzGranicaKPN	53	2004-2016	2004-2016
513	Zawadzkie	LdParzniUjWo	108	2003-2015	2003-2015
		SIzlotPotLes	72	2005-2016	2005-2016
701	Szl. Poreba	DsCzerStraza	11	2000-2016	2001-2016
		DsOsieczow21	53	2010-2016	2010-2016
804	Bircza	MpSzymbaGor1	99	2006-2015	2005-2016
816	Piwniczna	MpSzymbaGor1	37	2006-2015	2005-2016

Tabela 60. Podstawowe statystyki testu Manna Kendalla (MK) i sezonowego testu Manna Kendalla (SMK): b – współczynnik kierunkowy, τ – tau, współczynnik korelacji rangowej, p – prawdopodobieństwo testowe oraz przedziały ufności współczynnika kierunkowego b testu Manna Kendalla dla zanieczyszczeń gazowych na powierzchniach monitoringu intensywnego w latach 2011-2017. Pogrubioną czcionką i kursywą zaznaczono wartości wykryte trendy ($p \leq 0,05$). Ujemne wartości τ wskazują na trend malejący, dodatnie – na trend wzrostowy

[illegible]

Tabela 61. Podstawowe statystyki testu Manna Kendalla (MK) i sezonowego testu Manna Kendalla (SMK): b – współczynnik kierunkowy, τ – tau, współczynnik korelacji rangowej, p – prawdopodobieństwo testowe oraz przedziały ufności współczynnika kierunkowego b testu Manna Kendalla dla zanieczyszczeń gazowych na powierzchniach tła obszarów pozamiejskich monitoringu jakości powietrza w Polsce. Wykryte trendy ($p \leq 0,05$) zaznaczono pogrubioną czcionką i kursywą. Ujemne wartości τ wskazują na trend malejący, dodatnie – na trend wzrostowy. Istotne trendy rosnące zaznaczono czerwoną czcionką

Kod IOŚ	Kod SPO MI	Nadleśnictwo	MK τ	MK p	MK b	-95% p.uf. b	+95% p.uf. b	SMK τ	SMK p	SMK b
SO ₂										
KpZielBoryTu	116	Gdańsk	-0,123	0,0234	-0,006	-0,012	-0,001	-0,152	0,0124	-0,083
PdBorsukowiz	203, 212	Suwałki, Białowieża	0,090	0,1120	0,003	-0,001	0,006	0,181	0,0046	0,048
WmPuszczaBor	203, 206	Suwałki, Strzałowo	-0,110	0,0282	-0,002	-0,004	0,000	-0,198	0,0004	-0,023
LuSmolBytnic	312	Krucz	-0,187	0,0009	-0,008	-0,015	-0,003	-0,224	0,0005	-0,102
WpPiaskiKrzy	312, 322	Krucz, Krotoszyn	-0,159	0,0046	-0,010	-0,017	-0,003	-0,239	0,0002	-0,122
LdGajewUjWod	322, 326	Krotoszyn, Łąck	-0,084	0,2303	-0,010	-0,027	0,006	-0,206	0,0137	-0,222
KpKoniczynka	326	Łąck	0,126	0,0322	0,012	0,001	0,022	0,115	0,0909	0,085
MzBelsIGFPAN	326, 405	Łąck, Chojnów	-0,154	0,0021	-0,010	-0,017	-0,004	-0,281	0,0000	-0,113
MzGranicaKPN	326, 405	Łąck, Chojnów	-0,408	0,0000	-0,038	-0,047	-0,028	-0,590	0,0000	-0,469
LdParzniUjWo	513	Zawadzkie	-0,208	0,0001	-0,022	-0,036	-0,011	-0,296	0,0000	-0,258
SlZlotPotLes	513	Zawadzkie	-0,349	0,0000	-0,056	-0,078	-0,037	-0,621	0,0000	-0,645
DsCzerStraza	701	Szkl. Poreba	-0,328	0,0000	-0,024	-0,031	-0,017	-0,341	0,0000	-0,265
DsOsieczow21	701	Szkl. Poreba	-0,326	0,0000	-0,033	-0,051	-0,019	-0,476	0,0000	-0,431
MpSzymbaGorl	804, 816	Bircza, Piwniczna	-0,198	0,0004	-0,012	-0,021	-0,005	-0,336	0,0000	-0,139
NO ₂										
KpZielBoryTu	116	Gdańsk	-0,083	0,1254	-0,006	-0,015	0,001	-0,164	0,0070	-0,072
PdBorsukowiz	203, 212	Suwałki, Białowieża	0,236	0,0000	0,009	0,005	0,014	0,318	0,0000	0,107
WmPuszczaBor	203, 206	Suwałki, Strzałowo	0,240	0,0000	0,008	0,005	0,011	0,375	0,0000	0,092
LuSmolBytnic	312	Krucz	-0,038	0,4962	-0,004	-0,013	0,007	-0,076	0,2350	-0,064
WpPiaskiKrzy	312, 322	Krucz, Krotoszyn	0,006	0,9229	0,001	-0,013	0,015	-0,004	0,9526	-0,002
LdGajewUjWod	322, 326	Krotoszyn, Łąck	-0,003	0,9573	0,000	-0,009	0,009	-0,029	0,6131	-0,030
MzBelsIGFPAN	326, 405	Łąck, Chojnów	0,175	0,0002	0,015	0,007	0,023	0,276	0,0000	0,162
MzGranicaKPN	326, 405	Łąck, Chojnów	0,071	0,1875	0,008	-0,004	0,020	0,135	0,0265	0,082
LdParzniUjWo	513	Zawadzkie	-0,100	0,0657	-0,013	-0,027	0,001	-0,145	0,0166	-0,148
SlZlotPotLes	513	Zawadzkie	-0,103	0,0674	-0,014	-0,029	0,001	-0,270	0,0000	-0,198
DsCzerStraza	701	Szkl. Poreba	-0,060	0,2026	-0,004	-0,009	0,002	-0,078	0,1309	-0,033
DsOsieczow21	701	Szkl. Poreba	0,036	0,6292	0,009	-0,031	0,044	0,087	0,3402	0,124
MpSzymbaGorl	804, 816	Bircza, Piwniczna	-0,111	0,0724	-0,012	-0,025	0,001	-0,319	0,0000	-0,154

Tabela 62. Podstawowe statystyki testu Manna Kendalla (MK) i sezonowego testu Manna Kendalla (SMK): b – współczynnik kierunkowy, τ – tau, współczynnik korelacji rangowej, p – prawdopodobieństwo testowe oraz przedziały ufności współczynnika kierunkowego b testu Manna Kendalla dla depozycji składników oraz stężeń zasadowości w opadach na otwartej przestrzeni na powierzchniach monitoringu intensywnego w latach 2010-2017. Pogrubioną czcionką i kursywą zaznaczono wykryte trendy ($p \leq 0,05$). Ujemne wartości τ wskazują na trend malejący, dodatnie, oznaczone czerwoną czcionką – na trend rosnący

	Gdańsk	Suwałki	Strzałowo	Białowieża	Krucz	Krotoszyn	Łąck	Chojnow	Zawadzkie	Szklarska Poręba	Bircza
	opad										
MK τ	0,085	0,096	0,093	0,088	0,004	-0,021	0,075	0,076	-0,037	0,005	-0,014
MK p	0,222	0,167	0,183	0,205	0,962	0,761	0,279	0,276	0,599	0,950	0,839
MK b	0,162	0,168	0,155	0,156	0,003	-0,030	0,114	0,141	-0,055	0,008	-0,028
-95% p. uf. b	-0,113	-0,078	-0,090	-0,079	-0,269	-0,244	-0,076	-0,130	-0,311	-0,479	-0,327
+95% p. uf. b	0,488	0,386	0,381	0,401	0,271	0,143	0,328	0,403	0,179	0,459	0,261
SMK τ	0,036	0,086	0,095	0,113	-0,060	-0,072	0,048	0,095	-0,092	-0,102	-0,113
SMK p	0,668	0,300	0,253	0,174	0,474	0,391	0,568	0,253	0,268	0,222	0,175
SMK b	0,695	1,136	1,725	0,974	-1,509	-0,944	1,258	1,640	-1,500	-3,948	-1,695
	pH										
MK τ	0,147	0,047	-0,043	0,127	0,038	0,275	0,080	0,111	0,248	0,161	0,141
MK p	0,034	0,502	0,541	0,068	0,586	0,000	0,251	0,110	0,000	0,021	0,042
MK b	0,005	0,002	-0,002	0,005	0,002	0,011	0,003	0,004	0,008	0,005	0,006
-95% p. uf. b	0,000	-0,004	-0,008	0,000	-0,004	0,006	-0,002	-0,001	0,004	0,001	0,000
+95% p. uf. b	0,010	0,007	0,004	0,009	0,007	0,016	0,008	0,010	0,013	0,008	0,013
SMK τ	0,314	0,123	0,021	0,224	0,021	0,328	0,161	0,227	0,386	0,344	0,253
SMK p	0,000	0,142	0,802	0,007	0,802	0,000	0,053	0,007	0,000	0,000	0,002
SMK b	0,064	0,038	0,007	0,050	0,008	0,122	0,028	0,055	0,101	0,069	0,061
	S-SO ₄ ²⁻										
MK τ	-0,173	-0,184	-0,170	0,070	-0,160	-0,143	-0,096	-0,082	-0,179	-0,214	-0,179
MK p	0,013	0,008	0,014	0,311	0,021	0,040	0,169	0,240	0,010	0,002	0,010
MK b	-0,076	-0,077	-0,060	0,027	-0,081	-0,063	-0,049	-0,046	-0,086	-0,161	-0,123
+95% p. uf. b	-0,140	-0,138	-0,122	-0,025	-0,152	-0,127	-0,111	-0,126	-0,159	-0,266	-0,227
-95% p. uf. b	-0,019	-0,022	-0,011	0,083	-0,013	-0,003	0,020	0,024	-0,021	-0,061	-0,025
SMK τ	-0,232	-0,226	-0,319	0,077	-0,203	-0,164	-0,131	-0,125	-0,268	-0,298	-0,232
SMK p	0,005	0,007	0,000	0,353	0,015	0,049	0,116	0,134	0,001	0,000	0,005
SMK b	-1,118	-0,941	-0,984	0,218	-1,015	-0,696	-0,593	-0,603	-1,180	-2,273	-1,425
	N-NO ₃ ⁻										
MK τ	-0,044	0,085	0,104	0,198	0,040	-0,079	0,010	0,075	0,049	-0,153	-0,138
MK p	0,529	0,221	0,134	0,004	0,565	0,257	0,884	0,280	0,480	0,027	0,047
MK b	-0,017	0,044	0,045	0,100	0,025	-0,040	0,005	0,029	0,024	-0,109	-0,079
+95% p. uf. b	-0,080	-0,027	-0,015	0,032	-0,058	-0,117	-0,052	-0,029	-0,049	-0,205	-0,159
-95% p. uf. b	0,036	0,118	0,101	0,163	0,106	0,029	0,058	0,088	0,094	-0,012	-0,001
SMK τ	-0,042	0,071	0,083	0,381	0,018	-0,071	0,024	0,101	0,083	-0,238	-0,202
SMK p	0,617	0,391	0,317	0,000	0,830	0,391	0,775	0,225	0,317	0,004	0,015
SMK b	-0,266	0,301	0,318	1,082	0,150	-0,434	0,047	0,425	0,392	-1,538	-1,156
	N-NH ₄ ⁺										
MK τ	-0,028	0,075	-0,108	0,222	-0,070	0,074	-0,009	0,096	0,095	-0,055	-0,004
MK p	0,692	0,283	0,119	0,001	0,317	0,288	0,899	0,169	0,172	0,427	0,955
MK b	-0,028	0,051	-0,082	0,156	-0,085	0,078	-0,005	0,099	0,073	-0,058	-0,006
+95% p. uf. b	-0,147	-0,054	-0,220	0,066	-0,261	-0,075	-0,103	-0,049	-0,034	-0,239	-0,185
-95% p. uf. b	0,092	0,152	0,018	0,283	0,097	0,225	0,084	0,250	0,188	0,093	0,168
SMK τ	-0,089	0,024	-0,194	0,357	-0,098	0,048	-0,012	0,143	0,104	-0,066	-0,006
SMK p	0,284	0,775	0,020	0,000	0,238	0,567	0,886	0,086	0,211	0,432	0,943
SMK b	-0,598	0,116	-0,955	1,996	-1,338	0,478	-0,148	1,050	0,718	-0,592	-0,021

	Gdańsk	Suwałki	Strzałowo	Białowieża	Krucz	Krotoszyn	Łąck	Chojnów	Zawadzkie	Szklarska Poręba	Bircza
	Cl ⁻										
MK τ	0,087	0,060	0,119	<i>0,175</i>	0,018	0,013	0,084	-0,005	-0,052	-0,006	0,003
MK p	0,214	0,388	0,087	<i>0,012</i>	0,800	0,857	0,228	0,942	0,457	0,934	0,972
MK b	0,038	0,012	NA	<i>0,021</i>	0,004	0,003	0,015	-0,001	-0,009	-0,002	0,000
+95% p. uf. b	-0,024	-0,013	-0,002	<i>0,004</i>	-0,027	-0,022	-0,009	-0,022	-0,034	-0,057	-0,019
-95% p. uf. b	0,114	0,043	0,034	<i>0,038</i>	0,033	0,026	0,042	0,019	0,015	0,058	0,018
SMK τ	0,033	0,054	0,101	<i>0,190</i>	-0,015	0,039	<i>0,167</i>	0,030	-0,092	-0,006	-0,021
SMK p	0,694	0,520	0,225	<i>0,022</i>	0,858	0,642	<i>0,046</i>	0,721	0,268	0,943	0,802
SMK b	0,070	0,110	0,149	<i>0,208</i>	-0,011	0,053	<i>0,197</i>	0,031	-0,131	-0,011	-0,042
	Na										
MK τ	<i>0,145</i>	0,127	<i>0,220</i>	<i>0,252</i>	0,108	<i>0,187</i>	<i>0,200</i>	<i>0,159</i>	0,130	0,075	0,111
MK p	<i>0,036</i>	0,067	<i>0,001</i>	<i>0,000</i>	0,122	<i>0,007</i>	<i>0,004</i>	<i>0,022</i>	0,061	0,283	0,111
MK b	<i>0,081</i>	0,029	<i>0,038</i>	<i>0,042</i>	0,023	<i>0,034</i>	<i>0,032</i>	<i>0,025</i>	0,018	0,039	0,016
+95% p. uf. b	<i>0,005</i>	-0,002	<i>0,015</i>	<i>0,020</i>	-0,007	<i>0,011</i>	<i>0,010</i>	<i>0,003</i>	0,000	-0,031	-0,004
-95% p. uf. b	<i>0,167</i>	0,061	<i>0,063</i>	<i>0,063</i>	0,051	<i>0,062</i>	<i>0,055</i>	<i>0,044</i>	0,039	0,107	0,033
SMK τ	0,101	0,093	<i>0,214</i>	<i>0,256</i>	0,140	0,158	<i>0,286</i>	<i>0,170</i>	0,081	0,125	0,113
SMK p	0,225	0,267	<i>0,010</i>	<i>0,002</i>	0,093	0,058	<i>0,001</i>	<i>0,042</i>	0,335	0,134	0,175
SMK b	0,568	0,296	<i>0,446</i>	<i>0,412</i>	0,238	0,342	<i>0,500</i>	<i>0,343</i>	0,137	0,627	0,224
	Ca										
MK τ	0,065	-0,026	0,084	0,032	0,097	-0,005	-0,004	-0,011	-0,101	-0,070	-0,061
MK p	0,354	0,713	0,228	0,649	0,161	0,950	0,957	0,877	0,145	0,313	0,377
MK b	0,034	-0,017	0,051	0,036	0,057	-0,003	-0,001	-0,006	-0,048	-0,039	-0,046
+95% p. uf. b	-0,040	-0,134	-0,026	-0,126	-0,025	-0,060	-0,062	-0,105	-0,116	-0,123	-0,150
-95% p. uf. b	0,108	0,099	0,135	0,196	0,127	0,051	0,062	0,089	0,023	0,038	0,056
SMK τ	0,054	-0,042	0,077	0,128	0,051	0,012	-0,042	0,030	<i>-0,202</i>	-0,137	-0,110
SMK p	0,520	0,617	0,353	0,124	0,544	0,886	0,617	0,721	<i>0,015</i>	0,100	0,186
SMK b	0,187	-0,182	0,248	0,548	0,340	0,058	-0,156	0,122	<i>-0,630</i>	-0,634	-0,638
	Mg										
MK τ	0,057	-0,051	0,042	-0,004	-0,025	0,098	0,051	0,069	0,049	-0,051	0,004
MK p	0,414	0,469	0,550	0,952	0,718	0,158	0,467	0,320	0,478	0,469	0,955
MK b	0,009	-0,008	0,004								

Tabela 63. Podstawowe statystyki testu Manna Kendalla (MK) i sezonowego testu Manna Kendalla (SMK): b – współczynnik kierunkowy, τ – tau, współczynnik korelacji rangowej, p – prawdopodobieństwo testowe oraz przedziały ufności współczynnika kierunkowego b testu Manna Kendalla dla depozycji składników oraz stężeń zasadowości w opadach podkoronowych na powierzchniach monitoringu intensywnego w latach 2010-2017. Pogrubioną czcionką i kursywą zaznaczono wykryte trendy ($p \leq 0,05$). Ujemne wartości τ wskazują na trend malejący, dodatnie, oznaczone czerwoną czcionką – na trend rosnący

	Gdańsk	Suwałki	Strzałowo	Białowieża	Krucz	Krotoszyn	Łąck	Chojnow	Zawadzkie	Szklarska Poręba	Bircza
	opad										
MK τ	0,069	0,054	0,046	0,072	0,027	-0,023	0,058	0,064	-0,018	-0,055	0,029
MK p	0,323	0,442	0,506	0,304	0,697	0,747	0,405	0,360	0,798	0,429	0,674
MK b	0,110	0,067	0,064	0,091	0,032	-0,025	0,072	0,101	-0,010	-0,170	0,043
-95% p. uf. b	-0,101	-0,103	-0,135	-0,084	-0,148	-0,203	-0,102	-0,127	-0,172	-0,686	-0,175
+95% p. uf. b	0,320	0,278	0,234	0,250	0,205	0,135	0,245	0,300	0,161	0,298	0,259
SMK τ	0,042	0,045	0,060	0,075	-0,027	-0,030	0,086	0,119	-0,051	-0,125	-0,051
SMK p	0,617	0,592	0,475	0,372	0,748	0,721	0,300	0,153	0,544	0,134	0,544
SMK b	0,456	0,396	1,104	0,937	-0,204	-0,461	1,409	1,661	-0,256	-4,768	-0,719
	pH										
MK τ	0,054	0,183	0,077	0,149	0,172	0,065	0,024	0,145	0,159	0,294	0,164
MK p	0,436	0,009	0,268	0,033	0,014	0,349	0,732	0,037	0,022	0,000	0,018
MK b	0,002	0,008	0,003	0,005	0,005	0,003	0,001	0,006	0,005	0,009	0,008
-95% p. uf. b	-0,004	0,002	-0,002	0,000	0,001	-0,002	-0,004	0,000	0,001	0,005	0,002
+95% p. uf. b	0,008	0,013	0,008	0,010	0,010	0,008	0,007	0,012	0,010	0,013	0,014
SMK τ	0,164	0,281	0,111	0,242	0,236	0,188	0,072	0,296	0,269	0,473	0,245
SMK p	0,049	0,001	0,186	0,004	0,005	0,024	0,391	0,000	0,001	0,000	0,003
SMK b	0,032	0,081	0,029	0,037	0,057	0,048	0,020	0,060	0,073	0,101	0,084
	S-SO ₄ ²⁻										
MK τ	-0,156	-0,100	-0,197	-0,109	-0,115	-0,066	-0,079	-0,123	-0,120	-0,275	-0,093
MK p	0,025	0,152	0,005	0,117	0,099	0,344	0,254	0,077	0,084	0,000	0,181
MK b	-0,070	-0,071	-0,065	-0,068	-0,055	-0,050	-0,053	-0,091	-0,176	-0,457	-0,053
-95% p. uf. b	-0,128	-0,158	-0,113	-0,156	-0,125	-0,148	-0,140	-0,200	-0,404	-0,668	-0,126
+95% p. uf. b	-0,009	0,023	-0,023	0,016	0,012	0,054	0,036	0,012	0,018	-0,249	0,022
SMK τ	-0,251	-0,212	-0,274	-0,158	-0,101	-0,036	-0,054	-0,134	-0,149	-0,399	-0,071
SMK p	0,003	0,011	0,001	0,058	0,225	0,668	0,520	0,108	0,074	0,000	0,391
SMK b	-1,011	-1,185	-0,877	-0,798	-0,818	-0,382	-0,465	-1,018	-1,305	-5,372	-0,572
	N-NO ₃ ⁻										
MK τ	0,011	0,061	0,120	0,011	0,047	0,079	0,002	0,129	0,002	-0,261	-0,011
MK p	0,882	0,381	0,085	0,874	0,500	0,254	0,977	0,064	0,982	0,000	0,872
MK b	0,008	0,054	0,069	0,005	0,039	0,067	0,001	0,085	0,000	-0,291	-0,008
-95% p. uf. b	-0,086	-0,063	-0,008	-0,047	-0,067	-0,048	-0,062	-0,004	-0,130	-0,437	-0,111
+95% p. uf. b	0,127	0,162	0,150	0,055	0,145	0,205	0,051	0,178	0,134	-0,143	0,091
SMK τ	-0,003	0,092	0,167	0,036	0,113	0,101	0,042	0,196	0,083	-0,226	0,006
SMK p	0,971	0,268	0,046	0,668	0,175	0,225	0,617	0,018	0,317	0,007	0,943
SMK b	-0,013	0,460	1,007	0,166	0,657	0,688	0,156	0,980	0,604	-2,465	0,032
	N-NH ₄ ⁺										
MK τ	-0,085	0,020	-0,020	0,110	0,014	-0,018	0,002	0,086	0,017	-0,132	-0,039
MK p	0,224	0,778	0,776	0,114	0,844	0,798	0,977	0,215	0,812	0,058	0,575
MK b	-0,083	0,022	-0,015	0,079	0,013	-0,029	0,002	0,089	0,025	-0,200	-0,026
-95% p. uf. b	-0,229	-0,146	-0,131	-0,022	-0,129	-0,293	-0,156	-0,062	-0,280	-0,417	-0,123
+95% p. uf. b	0,050	0,185	0,095	0,213	0,139	0,213	0,126	0,260	0,338	0,010	0,086
SMK τ	-0,128	-0,006	0,006	0,176	-0,015	0,036	0,030	0,113	0,078	-0,131	-0,098
SMK p	0,124	0,943	0,943	0,035	0,858	0,668	0,721	0,175	0,353	0,116	0,238
SMK b	-0,991	-0,018	0,010	0,825	-0,089	0,288	0,126	0,701	0,785	-1,844	-0,323

[illegible]

NA - brak danych

Tabela 64. Podstawowe statystyki testu Manna Kendalla (MK): b – współczynnik kierunkowy, τ – tau, współczynnik korelacji rangowej, p – prawdopodobieństwo testowe oraz przedziały ufności współczynnika kierunkowego b testu Manna Kendalla dla objętości [cm³] i stężeń składników [mg dm⁻³] w próbkach roztworów glebowych z głębokości 25 cm i 50 cm na powierzchniach monitoringu intensywnego w latach 2010-2017. Pogrubioną czcionką i kursywą zaznaczono wykryte trendy ($p \leq 0,05$). Ujemne wartości τ wskazują na trend malejący, dodatnie, oznaczone czerwoną czcionką – na trend rosnący

		Gdańsk	Suwałki	Strzałowo	Białowieża	Krucz	Krotoszyn	Łąck	Chojnów	Zawadzkie	Szklarska Poręba	Bircza
		Objętość [cm ³]										
MK tau	25 cm	-0,286	-0,357	-0,714	-0,357	-0,357	-0,357	-0,286	-0,222	-0,286	-0,286	-0,143
p		0,386	0,266	0,019	0,266	0,266	0,266	0,386	0,466	0,386	0,386	0,711
b		-1302	-161	-758	-523	-491	-1080	-967	-1570	-309	-1954	-307
-95%		-5569	-1388	-1485	-2145	-1333	-4376	-2876	-4527	-1475	-6642	-1664
+95%		3648	60	-53	443	911	1352	2347	2365	1075	3738	613
MK tau	50 cm	0,000	-0,500	-0,571	-0,143	-0,500	-0,286	-0,786	-0,278	-0,357	-0,143	-0,214
p		1,000	0,108	0,063	0,711	0,108	0,386	0,009	0,348	0,266	0,711	0,536
b		-229	-559	-775	-227	-359	-583	-1446	-1858	-163	-2077	-162
-95%		-5153	-2600	-1854	-1638	-958	-1672	-2421	-7254	-579	-11433	-1453
+95%		7462	155	350	1373	331	1190	-370	3244	282	2590	506
		pH										
MK tau	25 cm	0,077	0,643	0,113	-0,036	-0,250	-0,250	0,000	0,083	0,107	1,000	0,286
p		0,898	0,035	0,799	1,000	0,454	0,445	1,000	0,831	0,803	0,001	0,386
b		0,000	0,285	0,001	-0,004	-0,006	-0,010	0,000	0,002	0,006	0,022	0,081
-95%		-0,028	0,015	-0,138	-0,037	-0,080	-0,048	-0,040	-0,017	-0,020	0,020	-0,073
+95%		0,032	0,383	0,140	0,050	0,043	0,028	0,023	0,020	0,020	0,025	0,233
MK tau	50 cm	0,321	0,357	0,643	0,071	0,464	0,143	-0,286	0,444	0,321	0,929	0,250
p		0,319	0,266	0,035	0,898	0,135	0,711	0,379	0,114	0,308	0,002	0,454
b		0,015	0,070	0,068	0,000	0,006	0,045	-0,003	0,011	0,016	0,018	0,058
-95%		-0,013	-0,035	0,030	-0,023	-0,004	-0,222	-0,016	-0,007	-0,015	0,010	-0,177
+95%		0,040	0,250	0,152	0,100	0,022	0,075	0,012	0,020	0,050	0,020	0,330
		S-SO ₄ ²⁻										
MK tau	25 cm	0,000	-0,286	-0,214	0,107	0,286	0,143	0,071	-0,056	0,429	-0,393	-0,500
p		1,000	0,386	0,536	0,803	0,386	0,711	0,902	0,917	0,174	0,212	0,108
b		-0,008	-0,135	-0,058	0,031	0,097	0,061	0,007	-0,050	0,071	-0,025	-0,057
-95%		-0,200	-0,685	-0,283	-0,228	-0,170	-0,470	-0,225	-0,397	-0,048	-0,080	-0,240
+95%		0,175	0,320	0,153	0,233	0,460	0,500	0,293	0,184	0,200	0,037	0,040
MK tau	50 cm	-0,143	-0,143	-0,214	-0,429	0,357	0,143	-0,071	-0,111	0,143	-0,536	-0,071
p		0,711	0,711	0,536	0,174	0,266	0,711	0,902	0,754	0,711	0,081	0,902
b		-0,023	-0,083	-0,088	-0,092	0,033	0,189	-0,038	-0,037	0,174	-0,049	-0,097
-95%		-0,200	-0,690	-0,460	-0,583	-0,095	-0,525	-0,340	-0,253	-0,483	-0,115	-1,055
+95%		0,120	0,340	0,235	0,033	0,140	1,025	0,280	0,103	0,580	0,003	1,060
		N-NO ₃ ⁻										
MK tau	25 cm	-0,071	0,214	0,286	-0,071	0,286	0,500	0,071	0,111	0,321	-0,929	-0,143
p		0,902	0,536	0,386	0,902	0,386	0,108	0,902	0,754	0,319	0,002	0,711
b		-0,001	0,085	0,223	-0,094	0,002	0,158	0,002	0,001	0,001	-0,027	-0,001
-95%		-0,009	-1,010	-0,822	-0,423	-0,003	-0,160	-0,022	-0,009	-0,001	-0,044	-0,010
+95%		0,007	2,227	1,537	0,241	0,005	2,118	0,016	0,009	0,005	-0,018	0,006
MK tau	50 cm	0,036	0,643	-0,429	0,071	-0,143	0,357	0,179	-0,111	0,000	-0,429	-0,071
p		1,000	0,035	0,174	0,902	0,711	0,266	0,618	0,754	1,000	0,174	0,902
b		0,000	0,574	-0,164	0,034	-0,006	0,214	0,017	-0,001	0,000	-0,009	-0,003
-95%		-0,007	0,051	-0,310	-0,433	-0,063	-0,099	-0,050	-0,006	-0,013	-0,040	-0,026
+95%		0,005	1,150	0,097	0,495	0,039	1,799	0,094	0,002	0,008	0,002	0,008
		N-NH ₄ ⁺										
MK tau	25 cm	0,182	0,643	0,214	0,000	0,643	0,357	0,286	0,417	0,714	0,750	0,393
p		0,618	0,035	0,536	1,000	0,035	0,266	0,386	0,142	0,019	0,013	0,212
b		0,003	0,137	0,014	0,008	0,003	0,025	0,007	0,007	0,066	0,005	0,012
-95%		-0,010	0,027	-0,014	-0,122	0,001	-0,011	-0,012	-0,003	0,007	0,002	-0,006
+95%		0,023	0,313	0,044	0,155	0,008	0,159	0,046	0,014	0,132	0,037	0,033
MK tau	50 cm	0,107	0,500	0,571	0,000	0,071	0,214	0,714	0,528	0,714	0,179	0,357
p		0,803	0,108	0,063	1,000	0,902	0,536	0,019	0,059	0,019	0,592	0,266
b		0,001	0,145	0,023	0,001	0,001	0,051	0,008	0,005	0,076	0,000	0,005
-95%		-0,015	-0,021	-0,001	-0,111	-0,006	-0,024	0,004	0,000	0,014	0,000	-0,015
+95%		0,012	2,238	0,071	0,385	0,009	0,521	0,070	0,012	0,368	0,005	0,028

Tabela 64. cd

		Gdańsk	Suwałki	Strzałowo	Białowieża	Krucz	Krotoszyn	Łąck	Chojnów	Zawadzkie	Szklarska Poręba	Bircza
		Ca										
MK tau	25 cm	-0,071	0,429	0,000	0,036	0,393	0,714	0,000	0,056	-0,786	0,214	-0,286
p		0,902	0,174	1,000	1,000	0,212	0,019	1,000	0,917	0,009	0,530	0,386
b		-0,005	2,421	0,034	0,005	0,066	0,152	-0,001	0,003	-0,111	0,008	-0,431
-95%		-0,057	-3,240	-2,280	-0,340	-0,058	0,055	-0,090	-0,123	-0,197	-0,010	-1,958
+95%		0,060	8,110	1,020	0,280	0,173	0,440	0,080	0,070	-0,057	0,025	0,507
MK tau	50 cm	-0,250	-0,214	0,071	-0,679	-0,321	0,429	-0,286	-0,056	-0,571	0,250	-0,143
p		0,454	0,536	0,902	0,022	0,319	0,174	0,386	0,917	0,063	0,454	0,711
b		-0,006	-1,527	0,099	-0,240	-0,018	0,712	-0,065	-0,011	-0,123	0,006	-0,849
-95%		-0,070	-4,435	-2,630	-0,500	-0,090	-0,330	-0,310	-0,150	-0,397	-0,013	-10,110
+95%		0,030	2,693	3,170	0,000	0,033	1,280	0,240	0,044	0,030	0,017	11,195
		Mg										
MK tau	25 cm	-0,400	0,429	0,182	0,214	0,179	0,714	-0,214	0,194	-0,143	0,107	-0,286
p		0,212	0,174	0,618	0,536	0,618	0,019	0,536	0,529	0,706	0,799	0,386
b		-0,005	0,307	0,025	0,031	0,005	0,215	-0,019	0,023	-0,002	0,001	-0,045
-95%		-0,020	-0,175	-0,040	-0,057	-0,033	0,035	-0,093	-0,033	-0,017	-0,008	-0,170
+95%		0,010	0,880	0,310	0,087	0,060	0,435	0,070	0,072	0,024	0,010	0,043
MK tau	50 cm	-0,143	-0,286	-0,071	-0,429	-0,321	0,429	-0,250	0,056	-0,071	-0,536	-0,143
p		0,706	0,386	0,902	0,174	0,319	0,174	0,454	0,917	0,900	0,061	0,711
b		-0,003	-0,268	-0,008	-0,018	-0,015	0,223	-0,044	0,003	-0,001	-0,005	-0,083
-95%		-0,010	-0,685	-0,110	-0,118	-0,050	-0,203	-0,190	-0,050	-0,020	-0,010	-0,945
+95%		0,010	0,490	0,150	0,085	0,015	0,453	0,087	0,046	0,032	0,000	1,000
		K										
MK tau	25 cm	0,000	0,429	0,400	-0,286	-0,214	-0,286	0,143	0,444	-0,250	0,143	-0,321
p		1,000	0,174	0,212	0,386	0,536	0,386	0,711	0,118	0,454	0,711	0,319
b		0,000	0,073	0,174	-0,059	-0,048	-0,058	0,058	0,020	-0,039	0,009	-0,017
-95%		-0,020	-0,110	-0,145	-0,140	-0,228	-0,275	-0,233	-0,015	-0,130	-0,025	-0,040
+95%		0,017	0,178	0,523	0,112	0,113	0,160	0,364	0,050	0,154	0,075	0,010
MK tau	50 cm	-0,321	-0,071	-0,464	-0,464	-0,286	-0,179	-0,464	0,194	0,071	-0,357	-0,214
p		0,319	0,902	0,135	0,135	0,386	0,618	0,135	0,529	0,902	0,258	0,536
b		-0,011	-0,004	-0,015	-0,066	-0,033	-0,008	-0,066	0,006	0,009	-0,012	-0,037
-95%		-0,045	-0,070	-0,040	-0,170	-0,190	-0,054	-0,258	-0,013	-0,090	-0,033	-0,163
+95%		0,017	0,050	0,017	0,010	0,068	0,013	0,020	0,020	0,098	0,010	0,105
		Al										
MK tau	25 cm	0,071	-0,571	-0,214	0,357	0,143	0,571	0,286	-0,222	0,786	-0,500	-0,821
p		0,902	0,063	0,536	0,266	0,711	0,063	0,386	0,466	0,009	0,108	0,006
b		0,013	-0,240	-0,016	0,099	0,064	0,144	0,130	-0,060	0,125	-0,017	-0,010
-95%		-0,050	-0,404	-0,047	-0,103	-0,137	-0,008	-0,081	-0,483	0,052	-0,048	-0,018
+95%		0,057	0,024	0,023	0,247	0,471	0,724	0,265	0,166	0,243	0,004	-0,004
MK tau	50 cm	-0,429	0,214	-0,214	0,000	0,714	-0,071	-0,143	-0,333	0,857	-0,571	0,321
p		0,174	0,536	0,536	1,000	0,019	0,902	0,711	0,251	0,004	0,063	0,319
b		-0,026	0,016	-0,004	-0,001	0,095	-0,015	-0,014	-0,077	0,261	-0,029	0,002
-95%		-0,127	-0,050	-0,015	-0,099	0,035	-0,108	-0,073	-0,170	0,094	-0,047	-0,004
+95%		0,052	0,039	0,010	0,054	0,131	0,178	0,052	0,045	0,475	0,002	0,008
		RWO										
MK tau	25 cm	0,571	0,143	-0,571	0,500	0,286	0,000	0,571	0,000	0,071	0,143	-0,214
p		0,063	0,711	0,063	0,108	0,386	1,000	0,063	1,000	0,902	0,711	0,536
b		0,316	0,770	-1,479	1,333	1,023	-0,135	1,344	0,045	0,366	0,025	-0,113
-95%		-0,048	-3,996	-4,039	-1,502	-1,170	-2,601	-0,936	-1,340	-2,419	-0,339	-0,464
+95%		0,786	4,577	0,280	3,584	4,171	1,612	4,669	1,525	2,519	1,319	0,134
MK tau	50 cm	0,286	0,071	0,071	-0,143	0,214	-0,357	0,143	-0,111	0,429	-0,071	0,429
p		0,386	0,902	0,902	0,711	0,536	0,266	0,711	0,754	0,174	0,902	0,174
b		0,048	0,188	0,217	-0,143	0,434	-0,611	0,127	-0,056	1,173	-0,036	0,227
-95%		-0,041	-2,673	-0,655	-0,897	-0,827	-3,405	-0,496	-0,705	-0,910	-0,162	-0,204
+95%		0,174	1,657	0,947	0,687	1,671	1,148	0,877	0,534	3,312	0,116	0,700
		Ntot										
MK tau	25 cm	0,214	0,429	0,214	0,000	0,143	0,393	0,143	0,278	0,214	-0,429	-0,286
p		0,536	0,174	0,536	1,000	0,711	0,212	0,711	0,348	0,536	0,174	0,386
b		0,015	0,381	0,235	-0,008	0,015	0,166	0,022	0,024	0,048	-0,017	-0,049
-95%		-0,041	-0,473	-0,820	-0,249	-0,081	-0,254	-0,516	-0,040	-0,084	-0,097	-0,110
+95%		0,035	2,135	1,089	0,297	0,074	2,505	0,115	0,066	0,205	0,154	0,047
MK tau	50 cm	-0,071	0,571	-0,357	0,071	0,071	0,214	0,071	0,167	0,357	-0,214	-0,429
p		0,902	0,063	0,266	0,902	0,902	0,536	0,902	0,602	0,266	0,536	0,174
b		-0,006	0,964	-0,192	0,040	0,007	0,353	0,011	0,015	0,073	-0,015	-0,028
-95%		-0,087	-0,081	-0,398	-0,698	-0,059	-0,287	-0,468	-0,047	-0,125	-0,106	-0,088
+95%		0,015	2,212	0,106	0,676	0,063	2,011	0,249	0,031	0,342	0,021	0,010

Tabela 65. 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 borealnej	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 borealnej	5-10	spadek liczby porostów, rozwój glonów niesymbiontycznych (wolno żyjących)

Tabela 66. Procentowy udział drzew w klasach defoliacji (gatunki iglaste, liściaste i razem) w krajach Europy w 2016 r. na podstawie krajowych inwentaryzacji*) według rosnących wartości w klasach 2-4

Kraj	Iglaste razem		
	Klasa 0	Klasa 1	Klasy 2-4
Andora	72,8	23,7	3,5
Łotwa	8,1	87,0	4,9
Estonia	51,1	42,2	6,7
Turcja	43,0	47,9	9,1
Rumunia	64,6	25,0	10,4
Dania	53,1	35,6	11,3
Serbia	74,1	12,4	13,5
Belgia-Flandria	5,7	80,0	14,3
Norwegia	50,1	34,4	15,5
Szwecja	52,4	31,2	16,4
Polska	6,7	76,2	17,1
Luksemburg	50,0	32,6	17,4
Włochy	43,7	36,7	19,6
Hiszpania	21,1	58,0	20,9
Litwa	11,9	66,4	21,7
Niemcy	35,6	42,1	22,3
Szwajcaria	14,2	60,9	24,9
Czarnogóra	31,9	40,0	28,1
Cypr	15,5	49,5	35,0
Słowenia	20,4	41,0	38,6
Francja	29,3	31,4	39,3
Bułgaria	22,0	38,1	39,9
Słowacja	8,2	46,2	45,6
Chorwacja	23,9	25,1	51,0
Węgry	24,9	22,3	52,8
Czechy	12,2	27,5	60,3
Belgia-Walonia	4,1	31,9	64,0
Moldawia	tylko	gatunki	liściaste

Kraj	Liściaste razem		
	Klasa 0	Klasa 1	Klasy 2-4
Estonia	41,5	53,3	5,2
Łotwa	7,5	84,2	8,3
Serbia	70,5	18,5	11,0
Turcja	43,1	45,9	11,0
Rumunia	50,3	35,5	14,2
Dania	44,6	35,7	19,7
Litwa	15,2	64,8	20,0
Bułgaria	25,5	52,2	22,3
Hiszpania	17,9	59,4	22,7
Polska	11,3	64,7	24,0
Chorwacja	38,5	36,8	24,7
Belgia-Flandria	11,1	63,8	25,1
Szwajcaria	30,3	43,8	25,9
Moldawia	35,4	38,1	26,5
Czarnogóra	27,4	45,5	27,1
Słowenia	18,1	50,8	31,1
Węgry	34,9	32,6	32,5
Czechy	18,9	46,4	34,7
Niemcy	24,6	39,7	35,7
Słowacja	12,7	50,8	36,5
Belgia-Walonia	24,4	38,5	37,1
Włochy	20,3	40,2	39,5
Luksemburg	17,7	33,3	49,0
Francja	12,4	34,1	53,5
Andora	tylko	gatunki	iglaste
Cypr	tylko	gatunki	iglaste
Norwegia	tylko	gatunki	iglaste
Szwecja	tylko	gatunki	iglaste

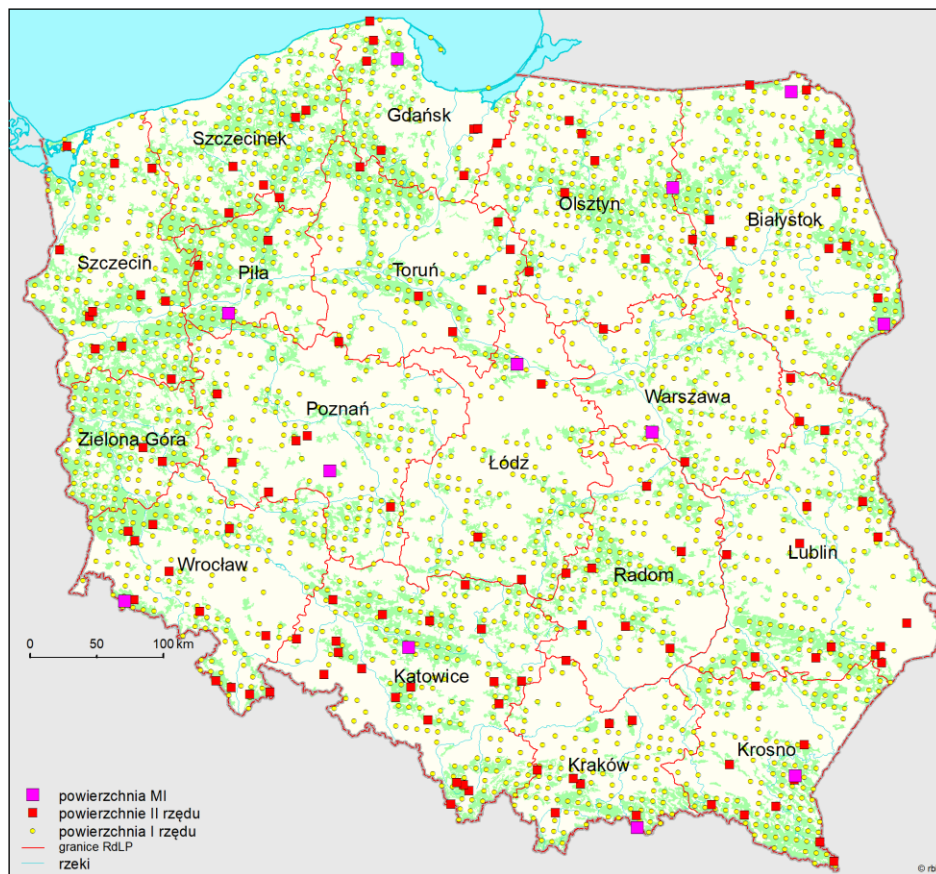
Kraj	Gatunki razem		
	Klasa 0	Klasa 1	Klasy 2-4
Andora	72,8	23,7	3,5
Łotwa	8,0	86,3	5,7
Estonia	49,7	43,9	6,4
Turcja	43,0	47,2	9,8
Serbia	70,9	17,8	11,3
Rumunia	53,1	33,5	13,4
Dania	49,6	35,6	14,8
Norwegia	50,1	34,4	15,5
Szwecja	52,4	31,2	16,4
Polska	8,3	72,2	19,5
Belgia-Flandria	8,7	70,9	20,4
Litwa	13,2	65,8	21,0
Hiszpania	19,5	58,6	21,9
Szwajcaria	19,4	55,4	25,2
Moldawia	35,4	38,1	26,5
Czarnogóra	28,5	44,2	27,3
Niemcy	31,2	40,8	28,0
Chorwacja	36,5	35,0	28,5
Bułgaria	24,0	46,1	29,9
Słowenia	18,9	47,2	33,9
Węgry	33,8	31,6	34,6
Włochy	28,5	36,8	34,7
Cypr	15,5	49,5	35,0
Luksemburg	28,8	33,0	38,2
Słowacja	10,9	48,8	40,3
Francja	18,3	33,1	48,6
Belgia-Walonia	14,8	35,4	49,8
Czechy	13,8	31,9	54,3

*) wg "Forest Condition in Europe - 2017 Technical Report of ICP Forests", Vienna, 2017

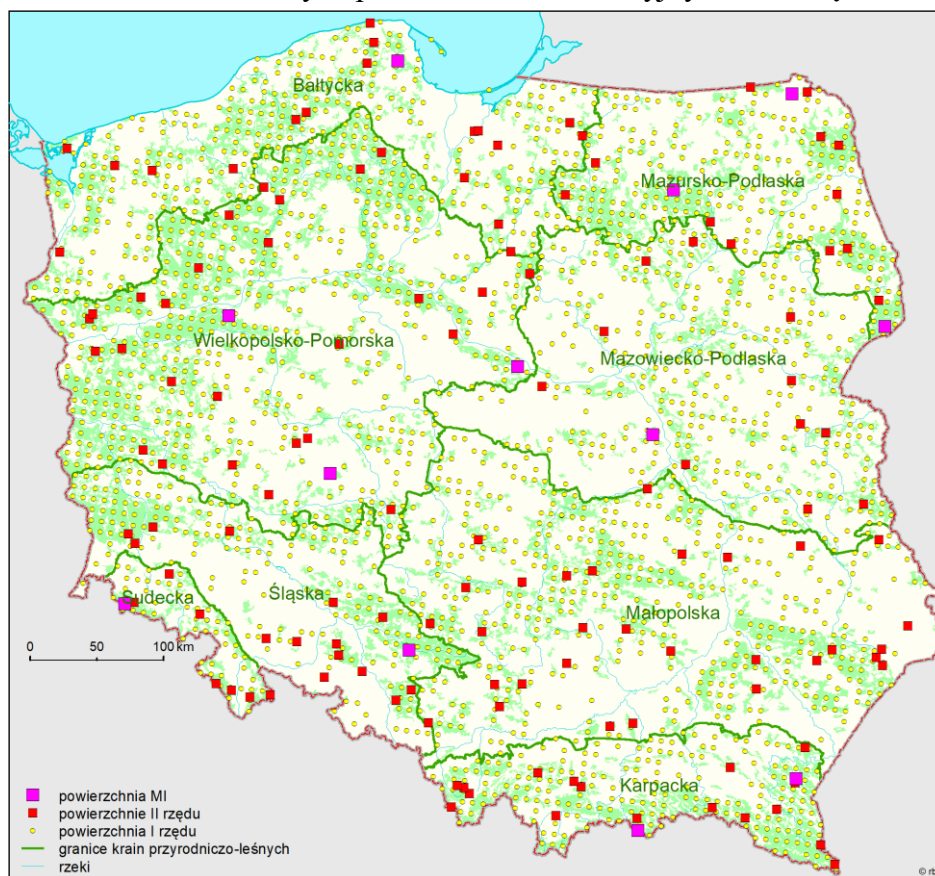
Tabela 67. Zmiany w udziale drzew w klasach defoliacji 2-4 w latach 2012-2016 w krajach Europy na podstawie krajowych inwentaryzacji *)

Kraj	Iglaste razem					Liściaste razem					Gatunki razem				
	2012	2013	2014	2015	2016	2012	2013	2014	2015	2016	2012	2013	2014	2015	2016
Andora	5,6	3,1	5,4	4,3	3,5	-	20,0	20,0	16,7	-	5,6	3,4	5,3	4,5	3,5
Belgia	20,3	19,7	22,8	27,9	24,6	32,9	29,4	31,4	25,1	27,4	28,2	27,6	27,5	26,4	26,1
Bułgaria	35,1	40,8	34,1	40,1	39,9	29,8	28,0	20,0	15,6	22,3	32,3	33,5	26,0	26,2	29,9
Chorwacja	54,7	48,3	49,7	56,0	51,0	23,7	25,7	28,1	25,3	24,7	28,5	29,1	31,5	29,7	28,5
Cypr	10,6	8,9	13,3	12,5	35,0	-	-	-	-	-	10,6	8,9	13,3	12,5	35,0
Czarnogóra	-	22,6	-	26,1	28,1	-	22,8	-	25,2	27,1	-	22,7	-	25,4	27,3
Czechy	56,9	59,2	-	57,8	60,3	28,4	25,7	-	32,7	34,7	50,3	51,7	-	52,0	54,3
Dania	4,6	2,8	5,3	7,4	11,3	10,9	7,9	9,0	10,8	19,7	7,3	4,9	7,0	8,7	14,8
Estonia	6,6	8,5	6,9	6,5	6,7	14,9	5,3	5,7	8,0	5,2	7,8	8,0	6,7	6,7	6,4
Francja	32,2	33,7	36,6	38,0	39,3	45,9	43,6	46,1	47,0	53,5	41,4	40,1	42,8	43,4	48,6
Grecja	-	-	26,7	27,2	-	-	-	16,7	11,3	-	-	-	24,8	20,2	-
Hiszpania	11,4	12,6	11,4	-	20,9	23,6	20,7	18,4	-	22,7	17,5	16,6	14,9	-	21,9
Litwa	26,9	23,1	21,1	25,0	21,7	21,0	14,7	22,5	21,9	20,0	24,5	19,7	21,7	23,8	21,0
Luksemburg	-	17,5	-	18,7	17,4	-	42,4	-	40,3	49,9	-	33,2	-	32,6	38,2
Łotwa	7,9	6,9	4,8	4,4	4,9	12,9	4,4	6,1	4,2	8,3	9,2	6,4	5,1	4,4	5,7
Mołdawia	44,3	-	29,4	-	21,6	25,6	-	19,9	26,1	26,5	25,6	-	19,9	26,1	26,5
Niemcy	19,3	18,1	19,7	20,3	22,3	32,5	29,8	36,1	29,0	35,7	24,6	22,7	26,2	23,8	28,0
Norwegia	16,1	17,7	15,9	16,5	15,5	27,3	-	-	-	-	18,8	17,7	15,9	16,5	15,5
Polska	22,3	17,8	17,2	15,7	17,1	25,5	20,7	21,9	18,4	24,0	23,4	18,8	18,9	16,7	19,5
Rumunia	14,9	13,9	13,7	8,0	10,4	13,6	13,6	13,0	13,9	14,2	13,9	13,6	13,5	13,1	13,4
Serbia	11,0	13,0	14,6	14,5	13,5	10,2	14,9	12,1	10,1	11,0	10,3	14,7	12,4	10,7	11,3
Słowacja	43,5	43,3	-	49,4	45,6	33,9	43,5	43,5	24,3	36,5	37,9	43,4	-	34,5	40,3
Słowenia	31,3	31,3	38,1	41,0	38,6	27,7	30,6	38,4	35,9	31,1	29,1	30,9	38,3	37,8	33,9
Szwajcaria	30,6	23,3	31,7	24,0	24,9	33,3	31,5	28,0	26,4	25,9	31,3	26,0	30,6	24,8	25,2
Szwecja	15,9	19,9	18,8	19,8	16,4	-	-	-	-	-	15,9	19,9	-	19,8	16,4
Turcja	9,9	6,9	7,2	8,6	9,1	16,8	15,7	17,2	10,8	11,0	12,4	10,2	11,0	9,5	9,8
Ukraina	7,5	7,5	6,8	7,9	-	7,5	7,0	5,5	6,3	-	7,5	7,1	6,0	7,1	-
Węgry	23,1	23,5	30,7	46,5	52,8	19,9	22,3	23,3	21,4	32,5	20,2	22,4	24,2	24,0	34,6
Włochy	31,8	24,2	24,0	22,6	19,6	37,2	37,1	33,4	32,1	39,5	35,7	33,7	30,8	29,8	34,7

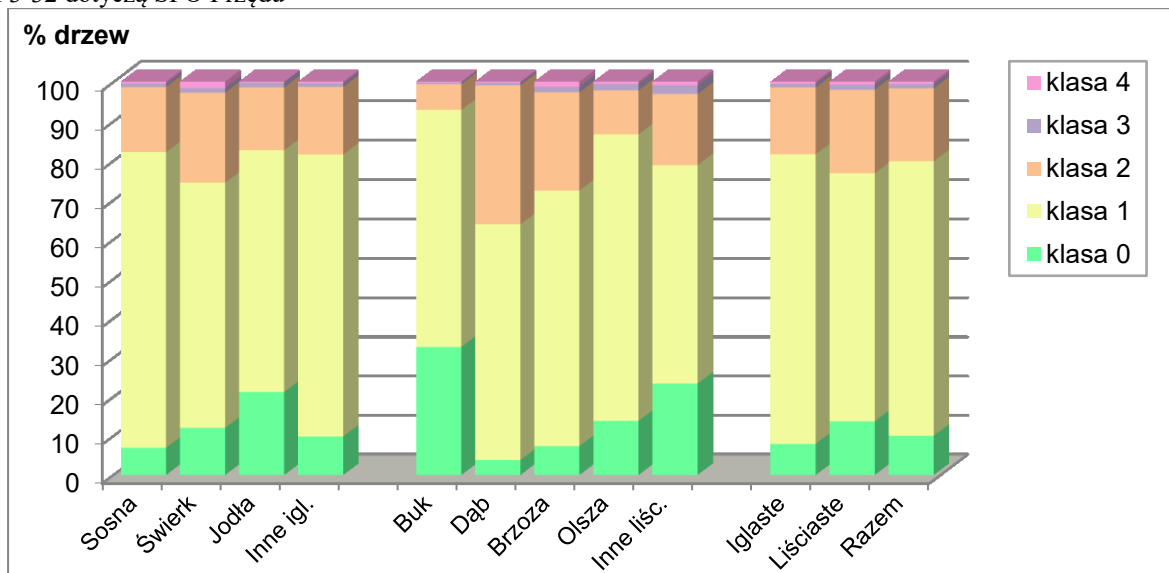
*) wg "Forest Condition in Europe - 2017 Technical Report of ICP Forests", Vienna, 201



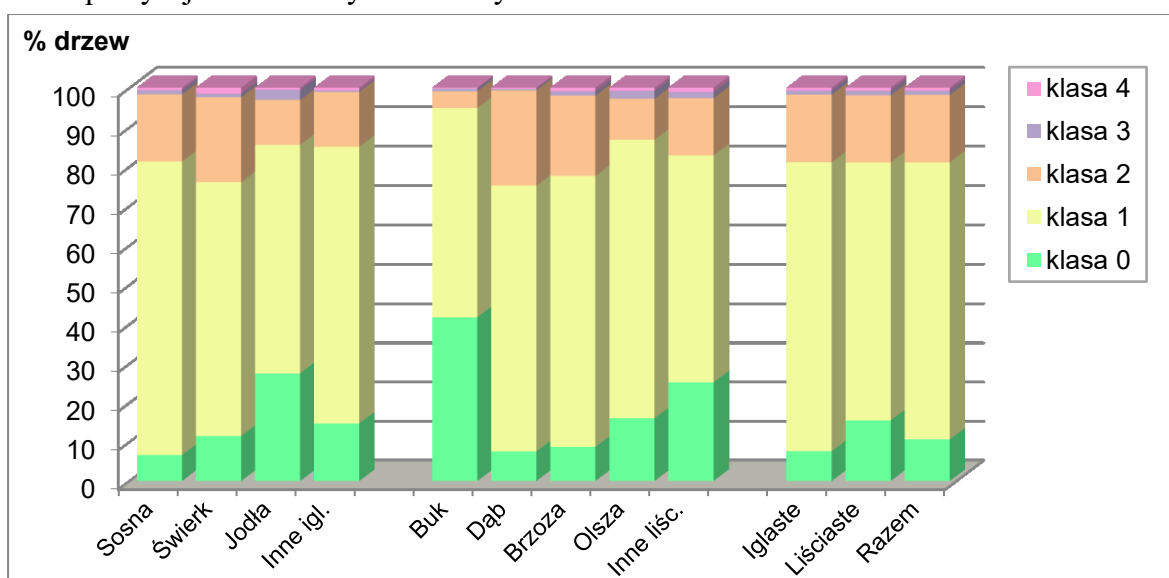
Rysunek 1. Rozmieszczenie stałych powierzchni obserwacyjnych I i II rzędu w RdLP



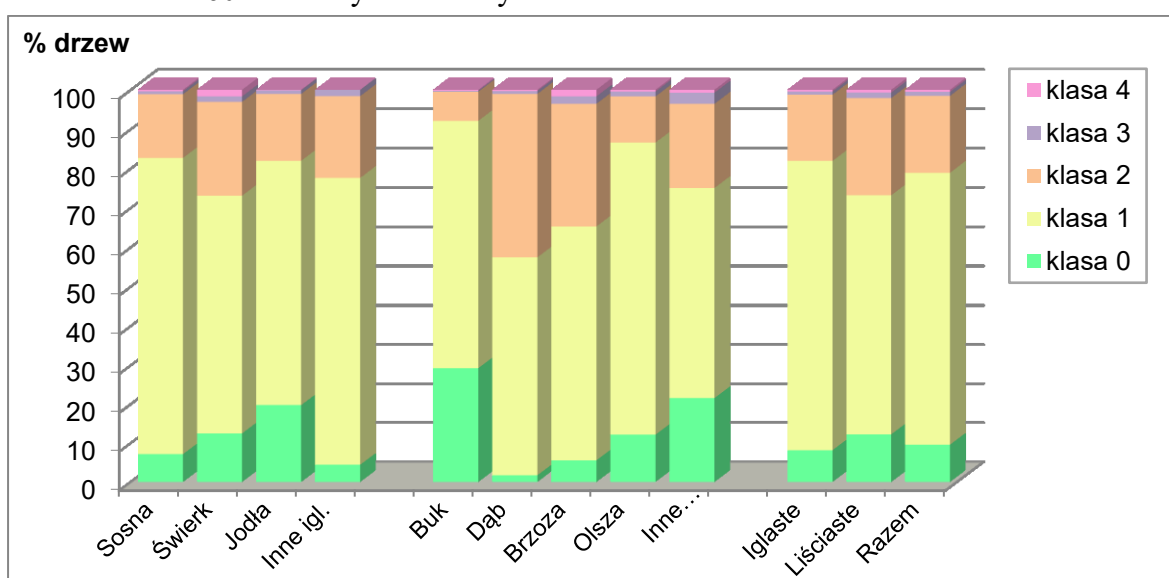
Rysunek 2. Rozmieszczenie stałych powierzchni obserwacyjnych I i II rzędu w krainach przyrodniczo-leśnych



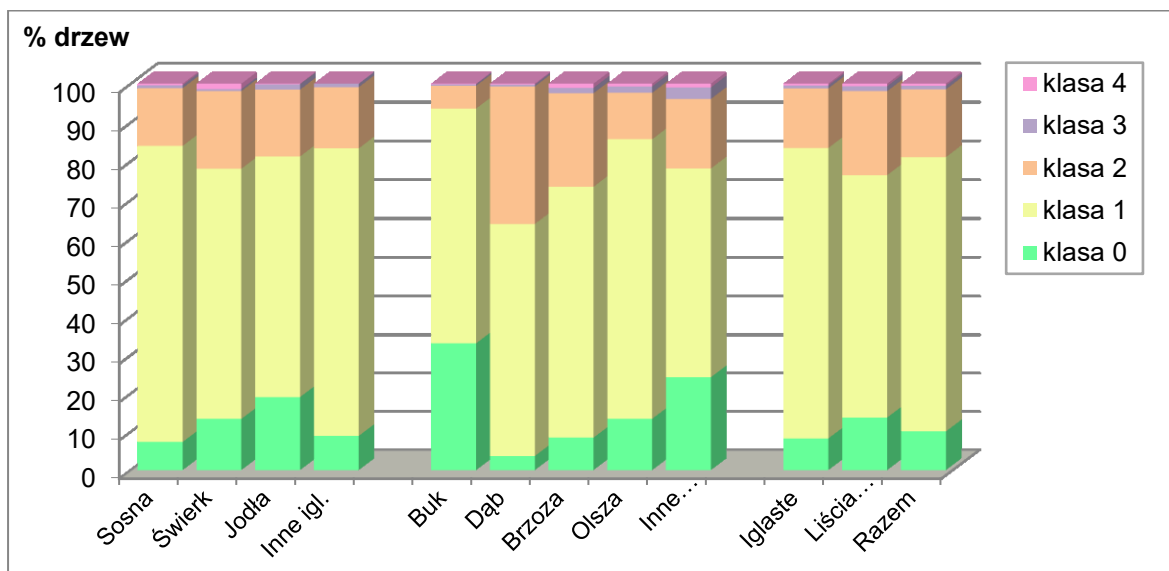
Rysunek 3. Udział drzew monitorowanych gatunków w klasach defoliacji w 2017 r. Wiek powyżej 20 lat. Wszystkie formy własności.



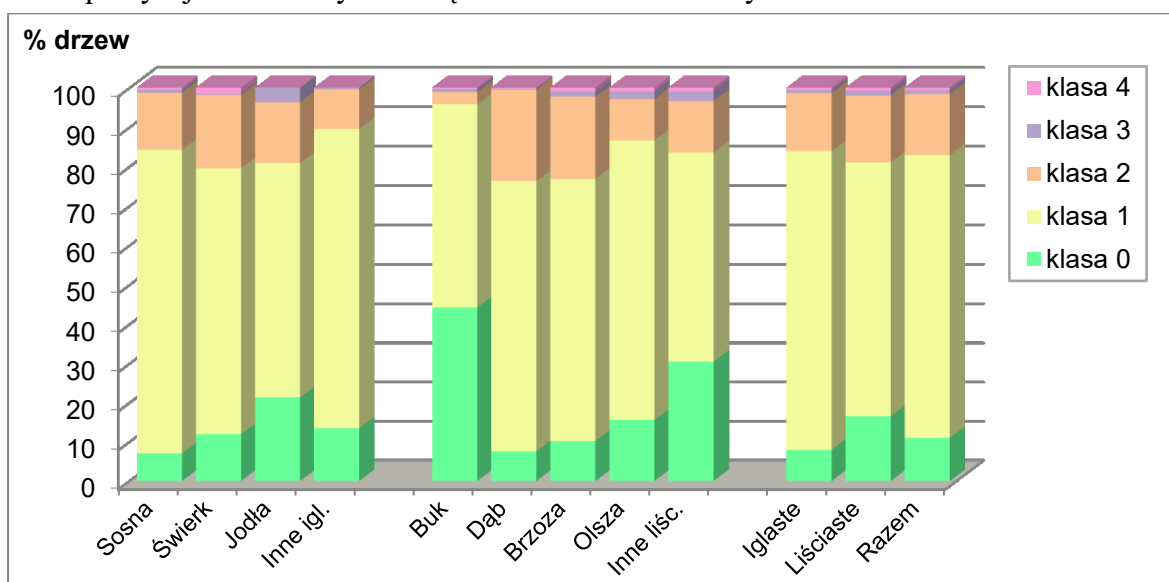
Rysunek 4. Udział drzew monitorowanych gatunków w klasach defoliacji w 2017 r. Wiek od 21 do 60 lat. Wszystkie formy własności.



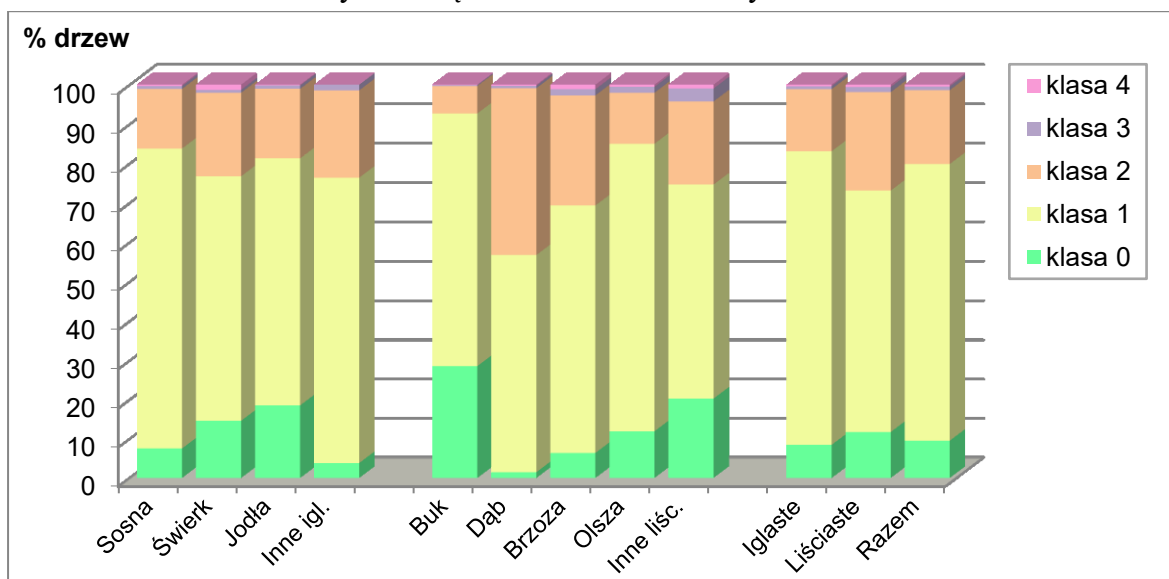
Rysunek 5. Udział drzew monitorowanych gatunków w klasach defoliacji w 2017 r. Wiek powyżej 60 lat. Wszystkie formy własności.



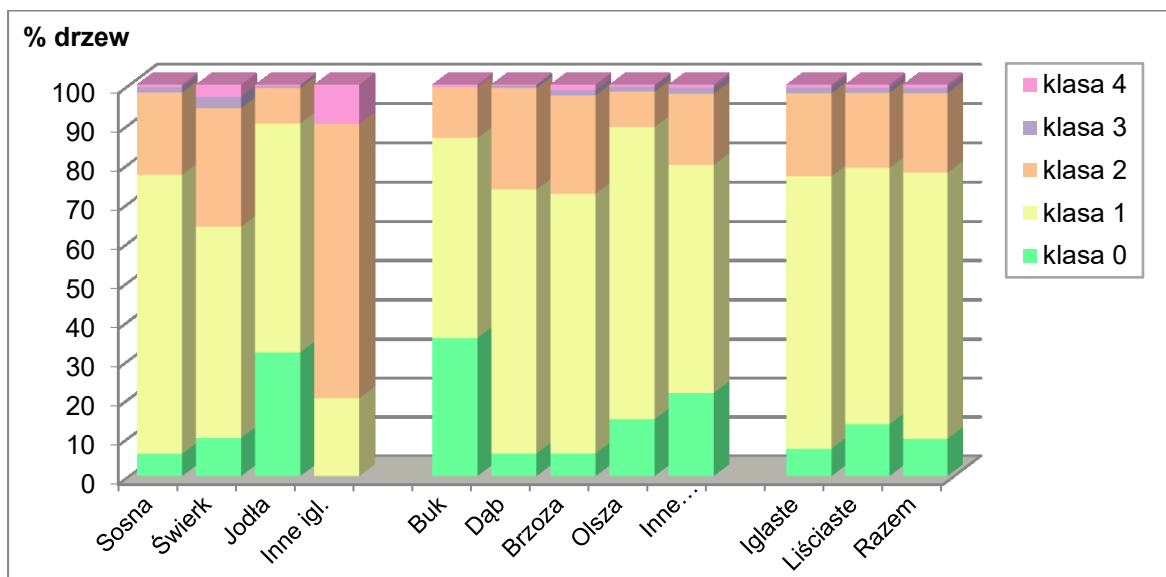
Rysunek 6. Udział drzew monitorowanych gatunków w klasach defoliacji w 2017 r. Wiek powyżej 20 lat. Lasy w zarządzie Lasów Państwowych.



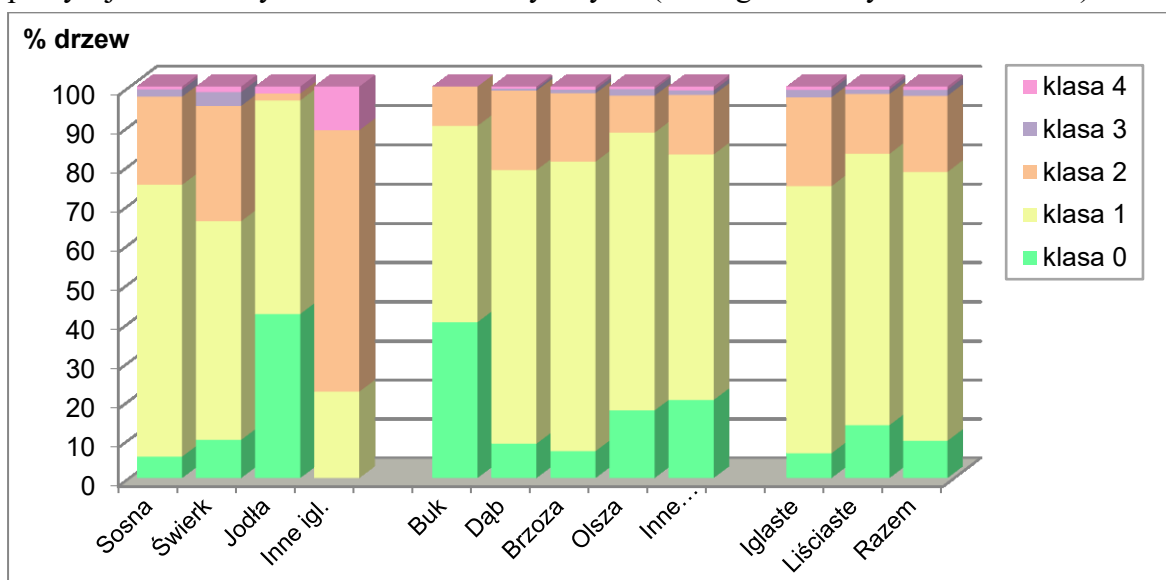
Rysunek 7. Udział drzew monitorowanych gatunków w klasach defoliacji w 2017 r. Wiek od 21 do 60 lat. Lasy w zarządzie Lasów Państwowych.



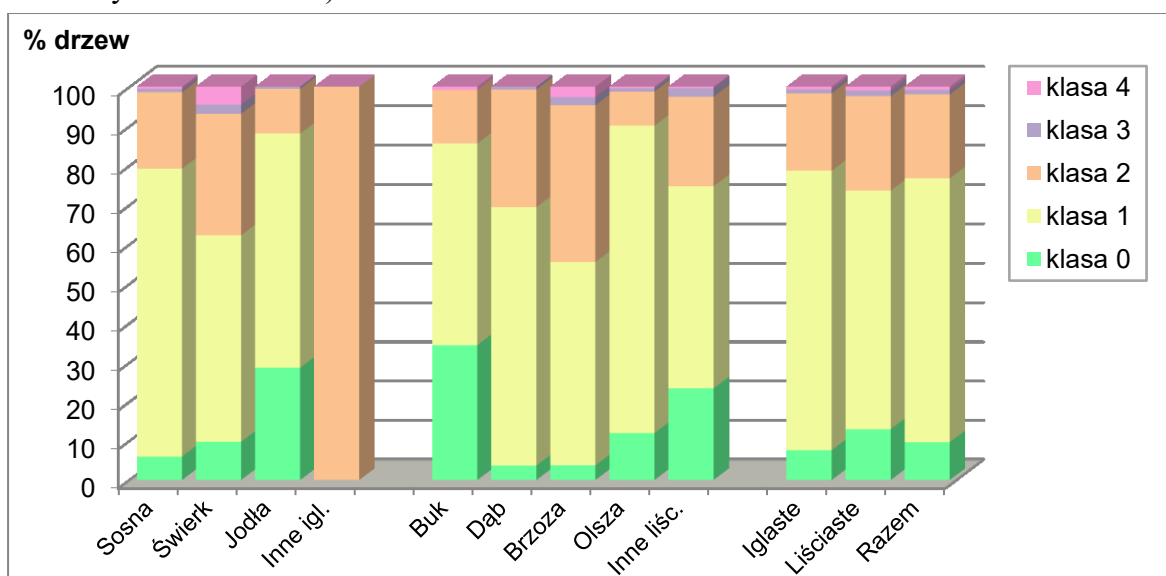
Rysunek 8. Udział drzew monitorowanych gatunków w klasach defoliacji w 2017 r. Wiek powyżej 60 lat. Lasy w zarządzie Lasów Państwowych.



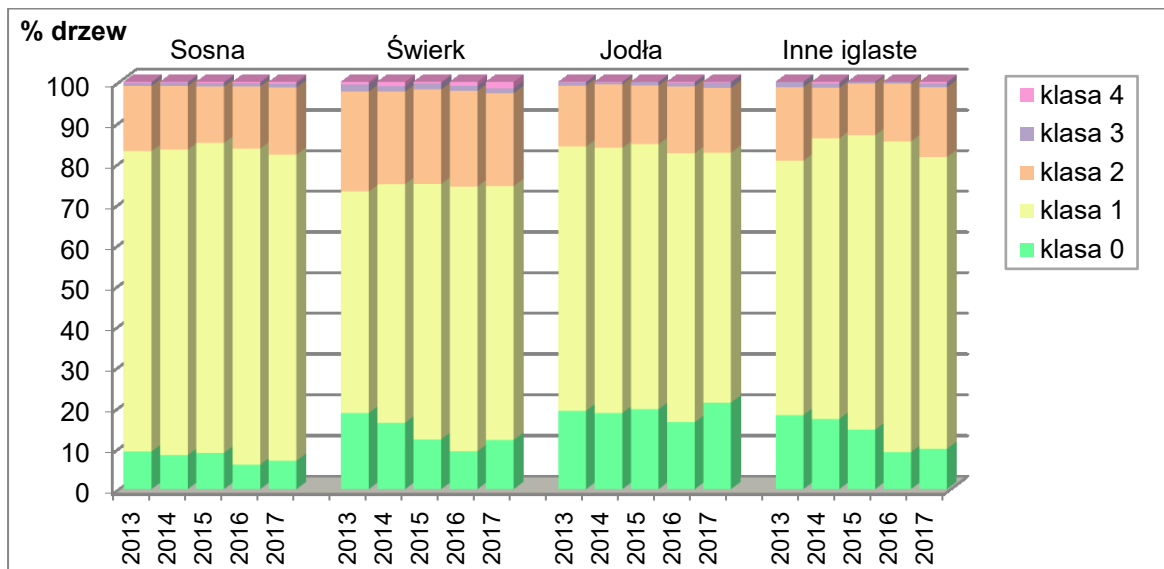
Rysunek 9. Udział drzew monitorowanych gatunków w klasach defoliacji w 2017 r. Wiek powyżej 20 lat. Lasy - własność osób fizycznych. (Inne iglaste – wyniki z 20 drzew)



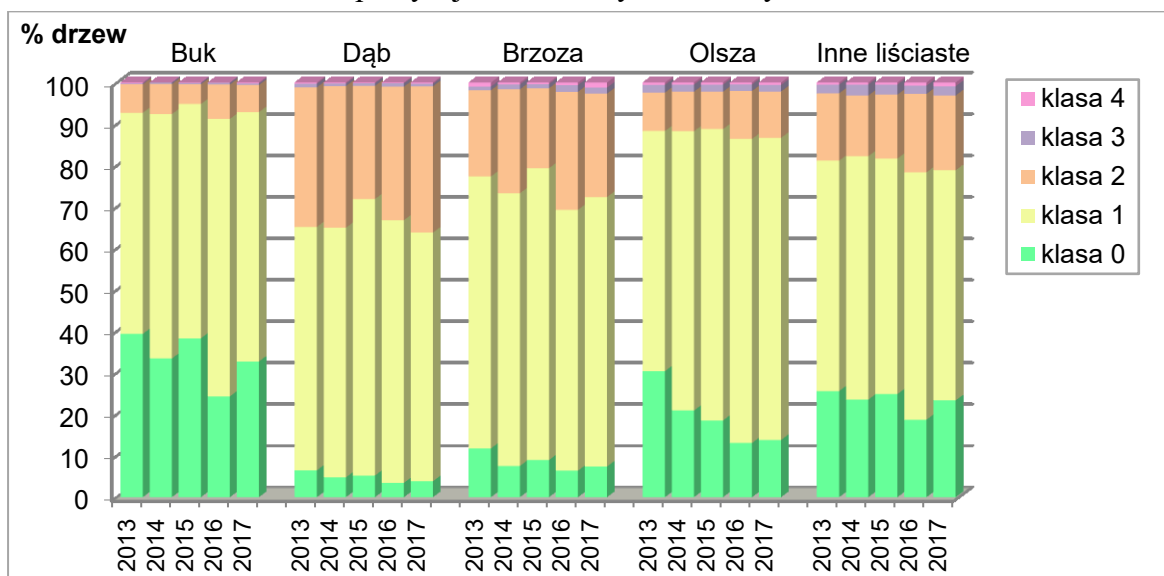
Rysunek 10. Udział drzew monitorowanych gatunków w klasach defoliacji w 2017 r. Wiek od 21 do 60 lat. Lasy będące własnością osób fizycznych. (Inne iglaste – wyniki z 18 drzew, buk – wyniki z 30 drzew)



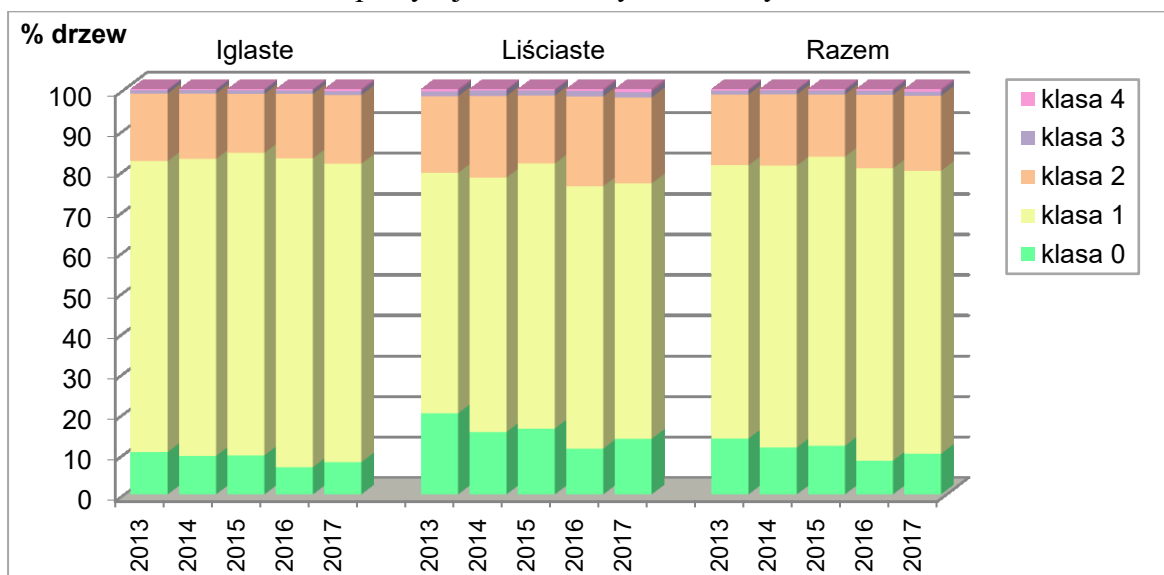
Rysunek 11. Udział drzew monitorowanych gatunków w klasach defoliacji w 2017 r. Wiek powyżej 60 lat. Lasy będące własnością osób fizycznych. (Inne iglaste – wyniki z 2 drzew)



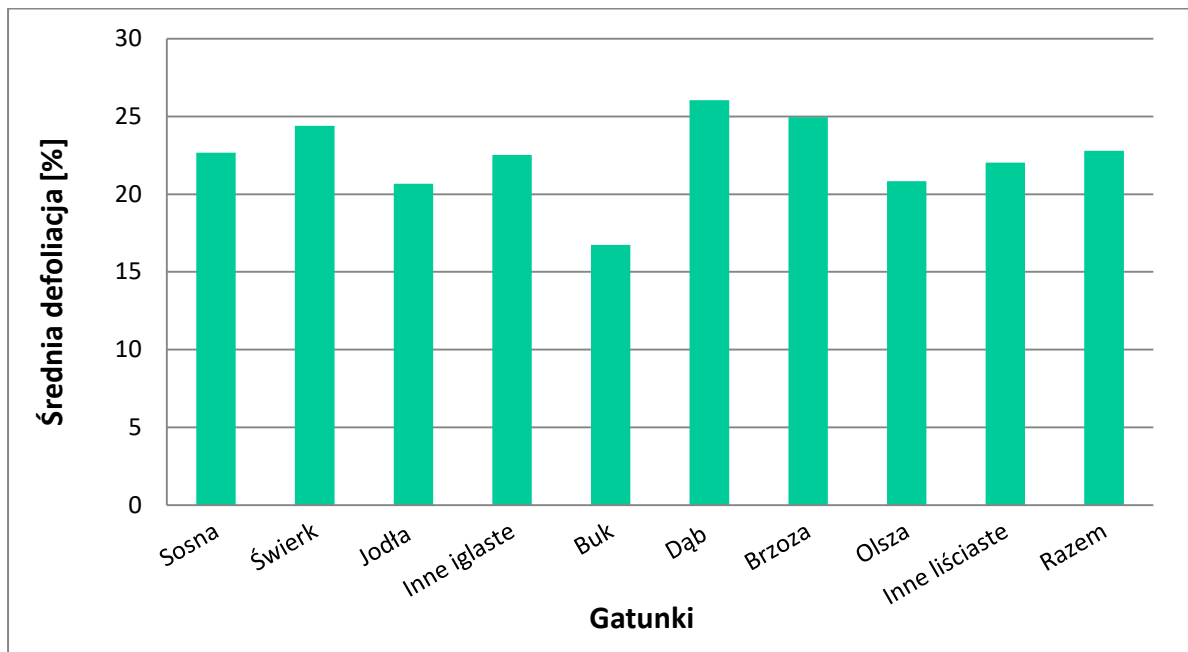
Rysunek 12. Udział drzew monitorowanych gatunków iglastych w klasach defoliacji w latach 2013-2017. Wiek powyżej 20 lat. Wszystkie formy własności.



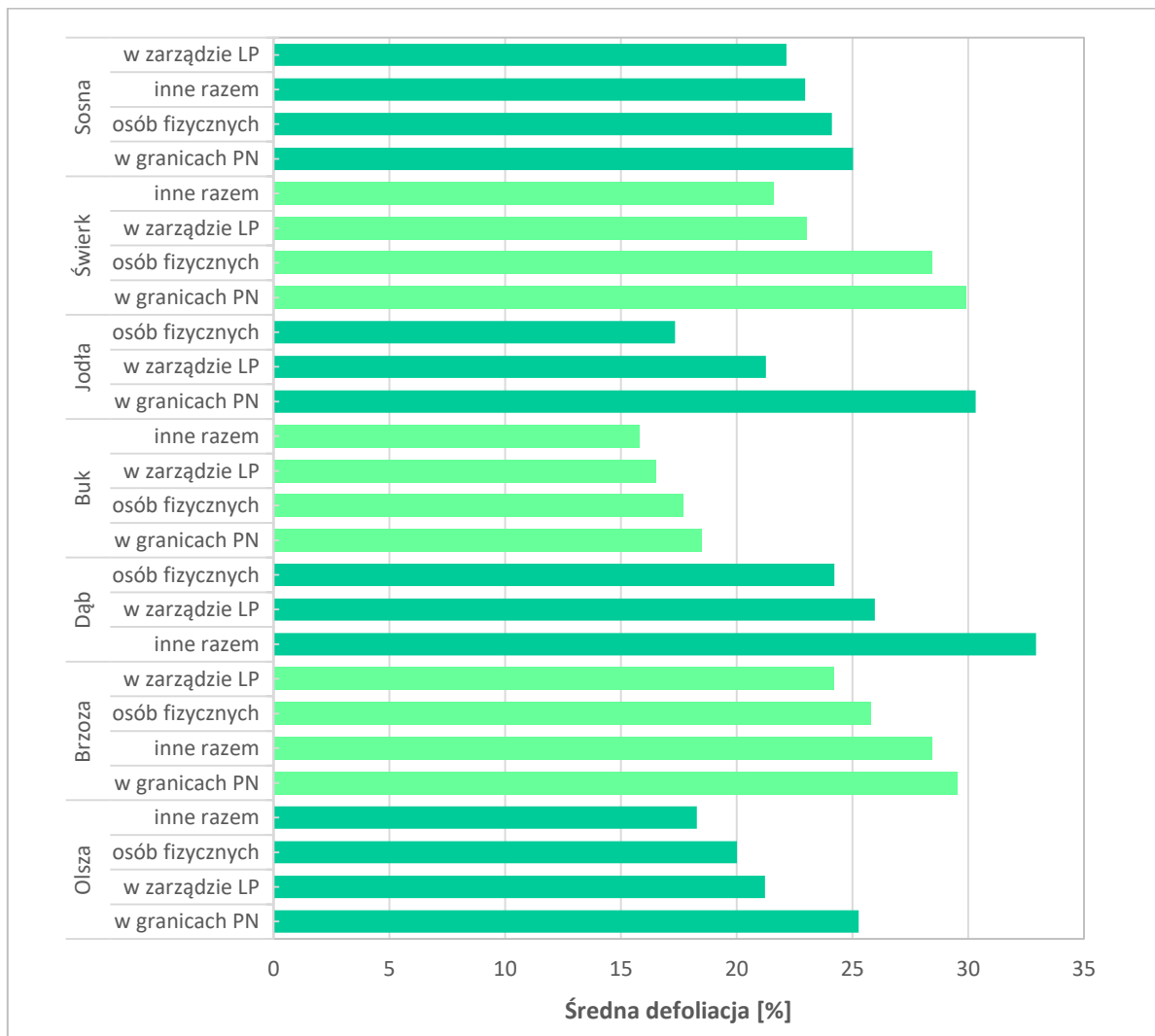
Rysunek 13. Udział drzew monitorowanych gatunków liściastych w klasach defoliacji w latach 2013-2017. Wiek powyżej 20 lat. Wszystkie formy własności.



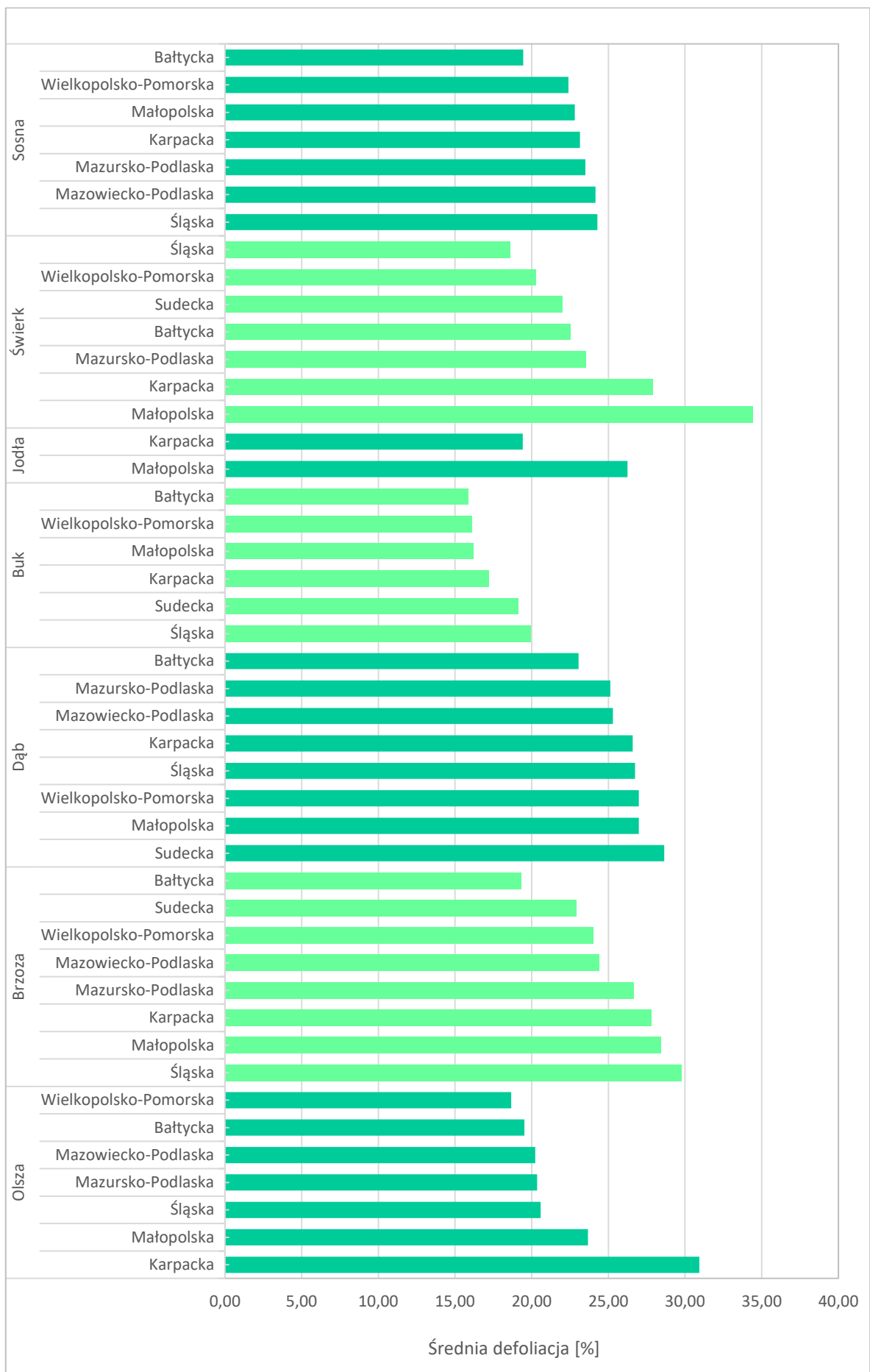
Rysunek 14. Udział drzew monitorowanych gatunków razem w klasach defoliacji w latach 2013-2017. Wiek powyżej 20 lat. Wszystkie formy własności.



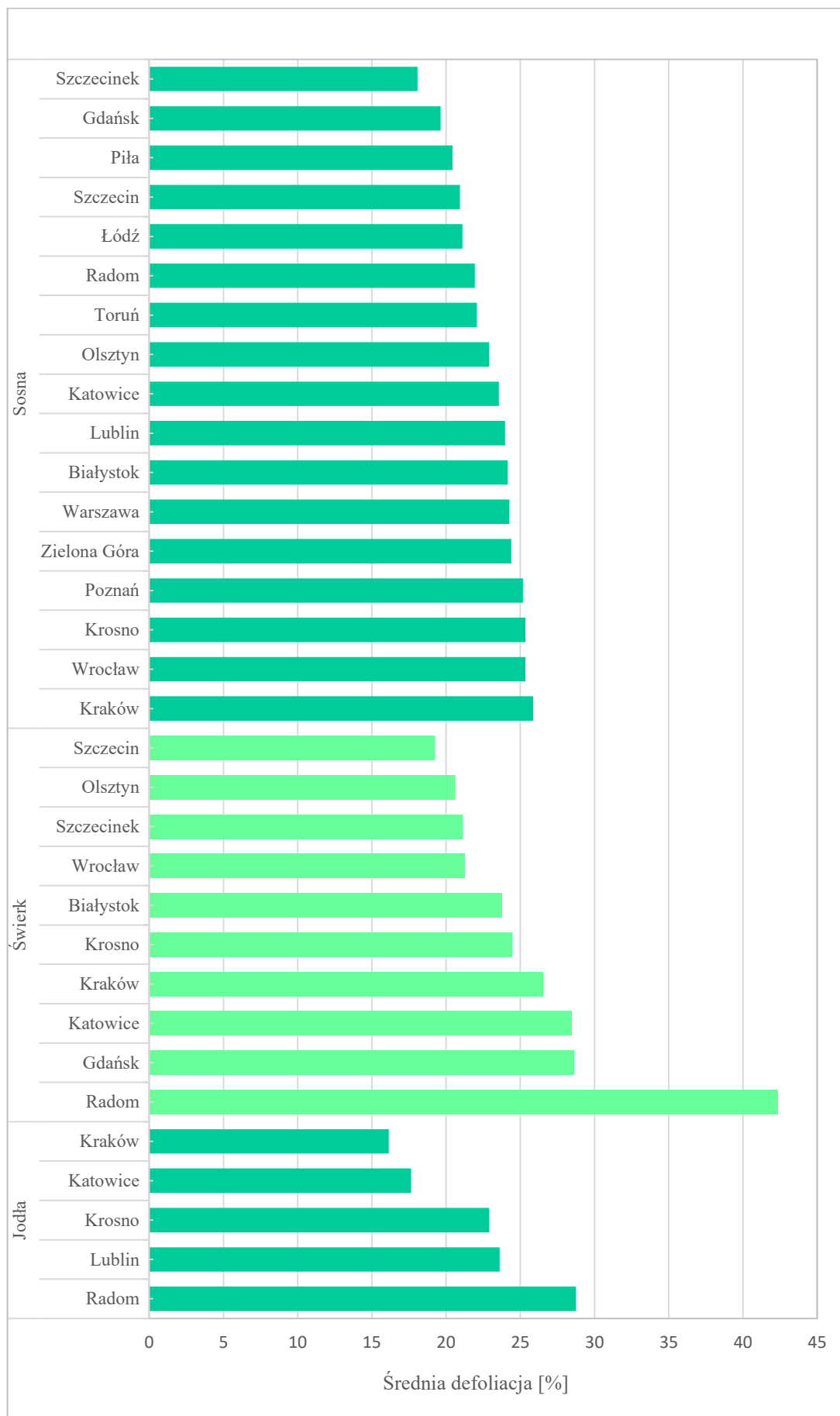
Rysunek 15. Średnia defoliacja grup gatunków drzew w kraju – 2017 r.



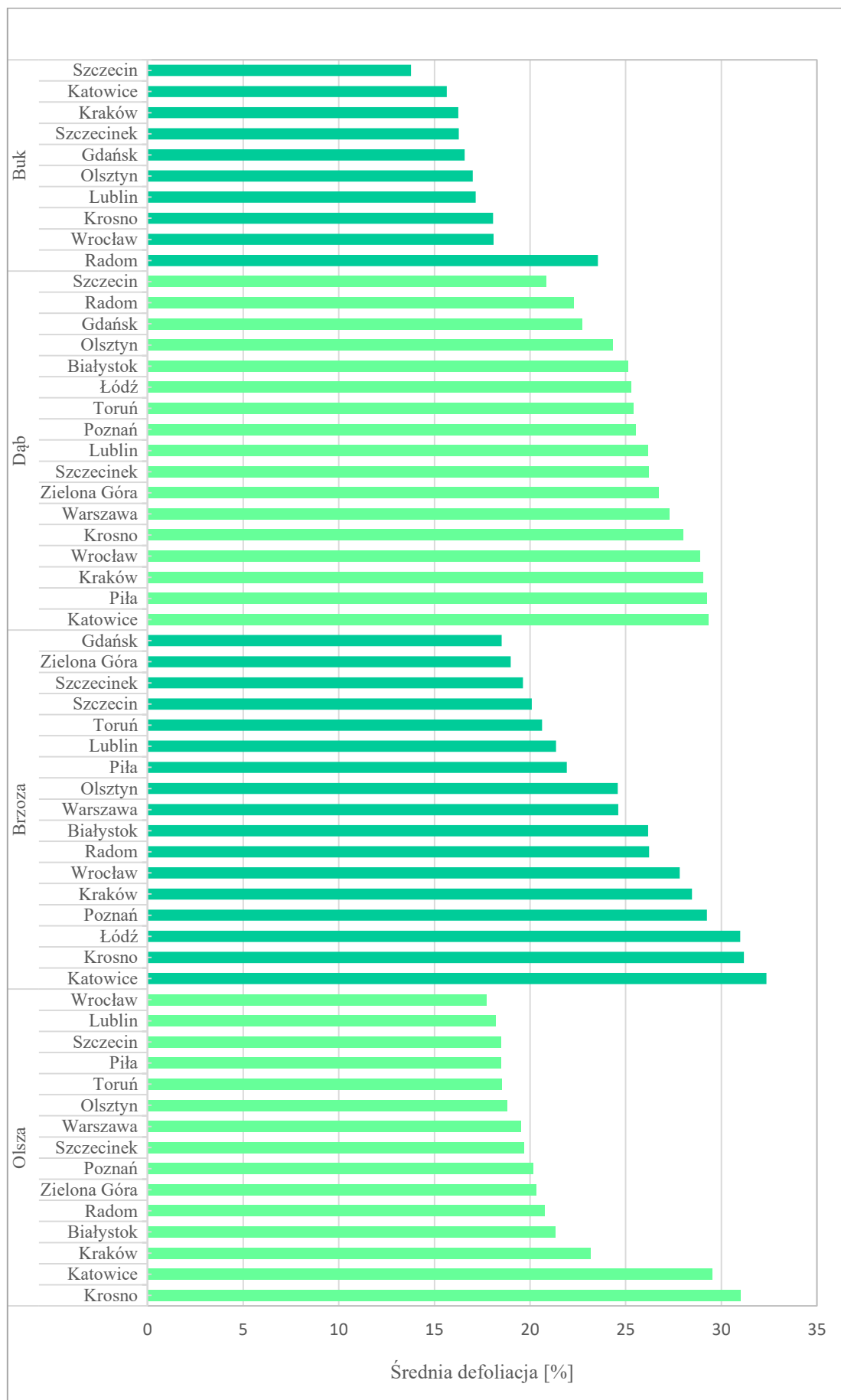
Rysunek 16. Średnie wartości defoliacji wg grup gatunków w układzie form własności (LP – lasy w zarządzie Lasów Państwowych, PN – lasy w granicach parków narodowych) – 2017 r.



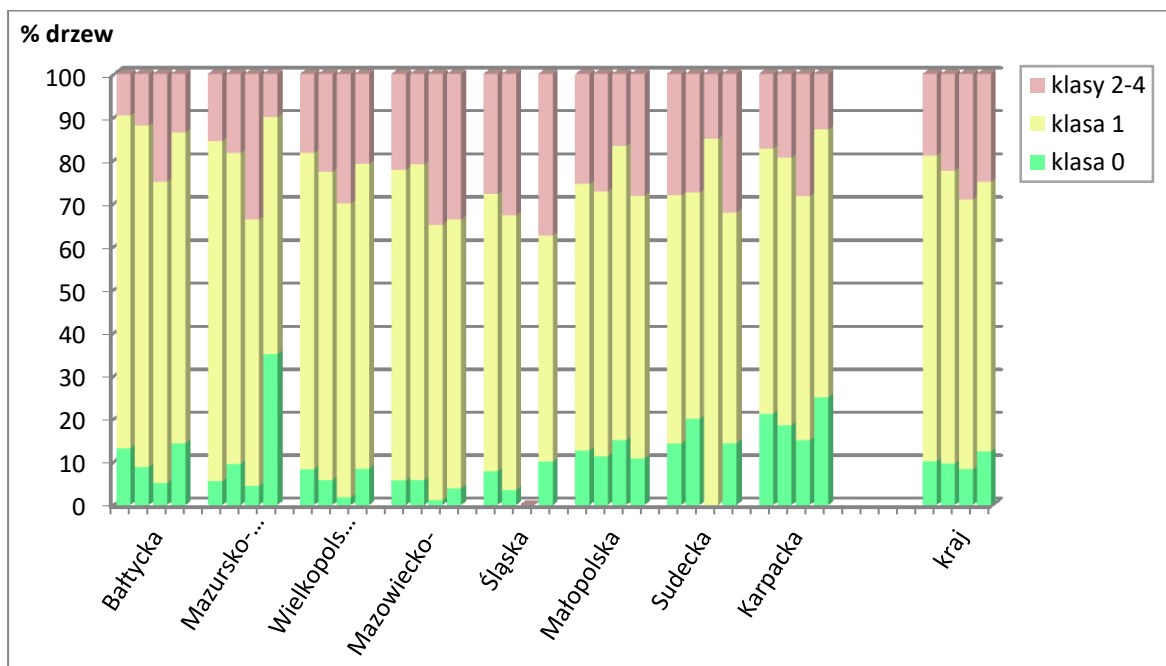
Rysunek 17. Średnie wartości defoliacji wg grup gatunków w krainach przyrodniczo-leśnych – 2017 r.



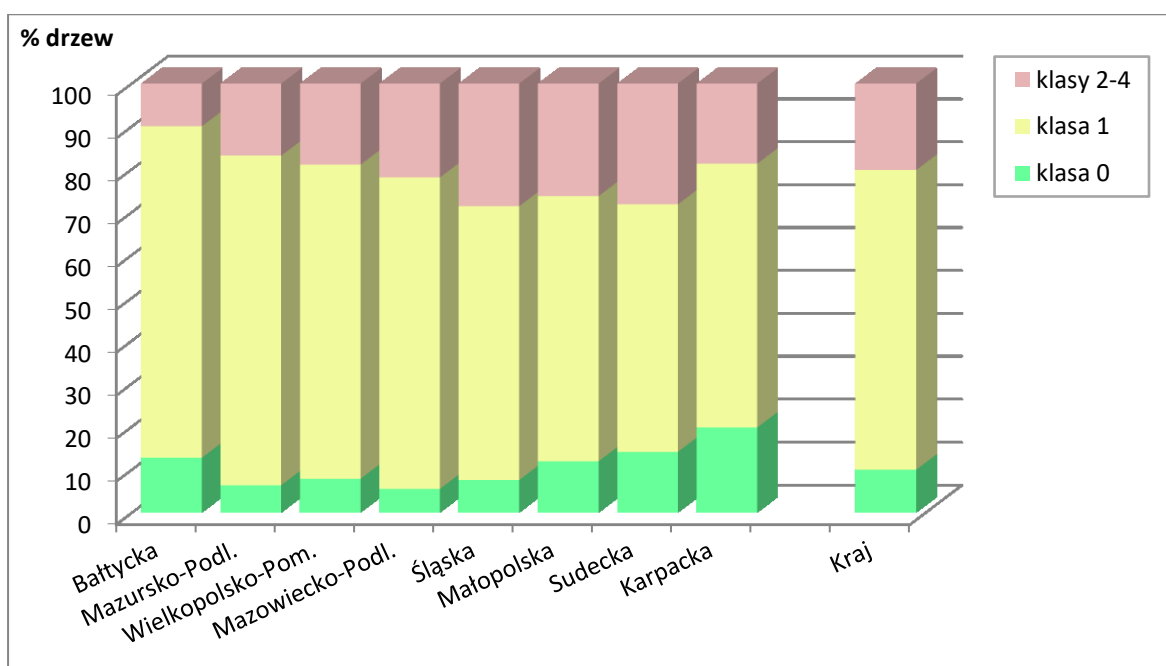
Rysunek 18. Średnie wartości defoliacji gatunków iglastych w regionalnych dyrekcjach Lasów Państwowych (lasy w zarządzie Lasów Państwowych) – 2017 r.



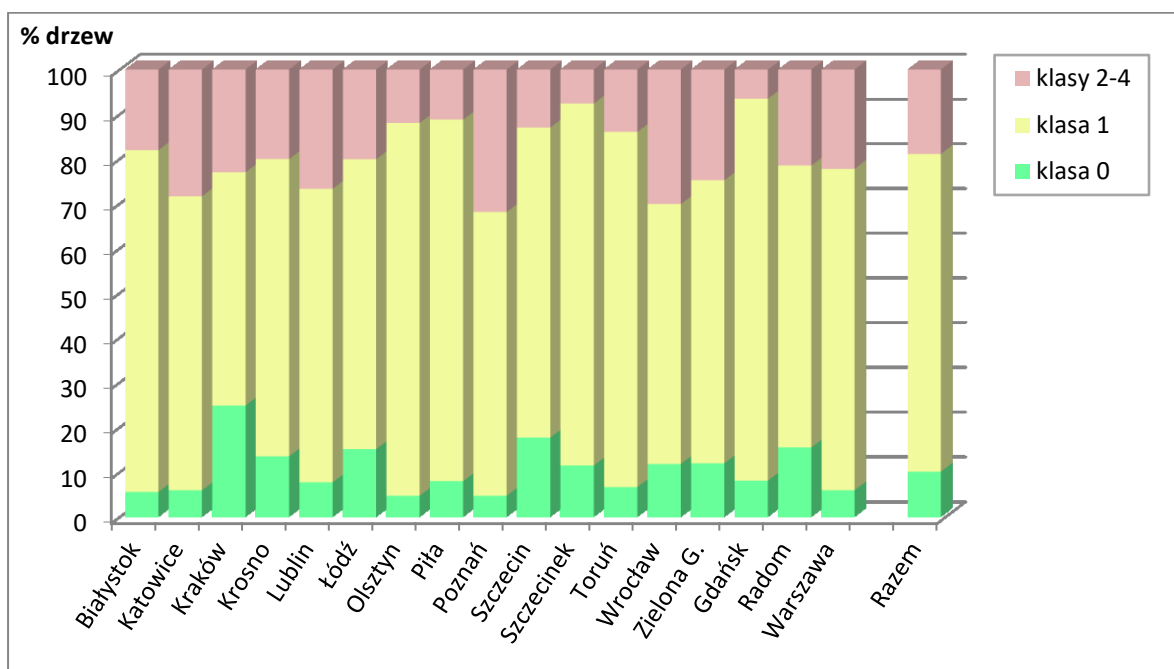
Rysunek 19. Średnie wartości defoliacji gatunków liściastych w regionalnych dyrekcjach Lasów Państwowych (lasy w zarządzie Lasów Państwowych) – 2017 r.



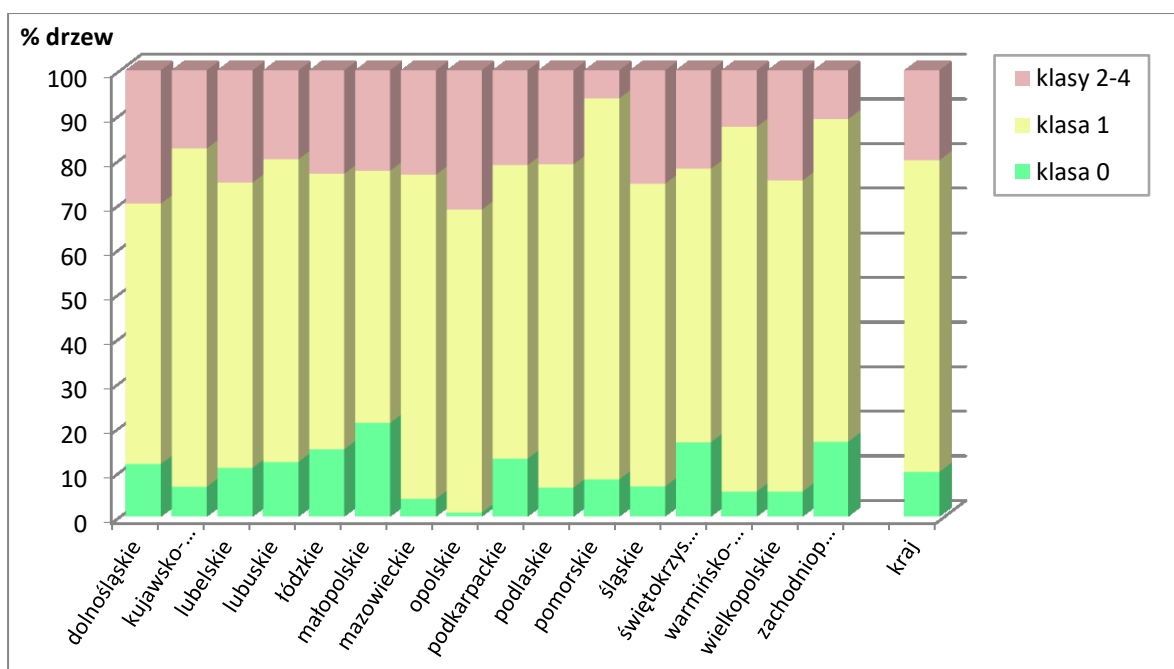
Rysunek 20. Udział drzew monitorowanych gatunków łącznie w klasach defoliacji w układzie krain przyrodniczo-leśnych i form własności lasów - słupki od lewej: lasy w zarządzie Lasów Państwowych, lasy będące własnością osób fizycznych, lasy w granicach parków narodowych, inne formy własności razem – 2017 r. (inne własności w Krainie Mazursko-Podlaskiej oraz parki narodowe w Krainie Sudeckiej – wyniki z 20 drzew)



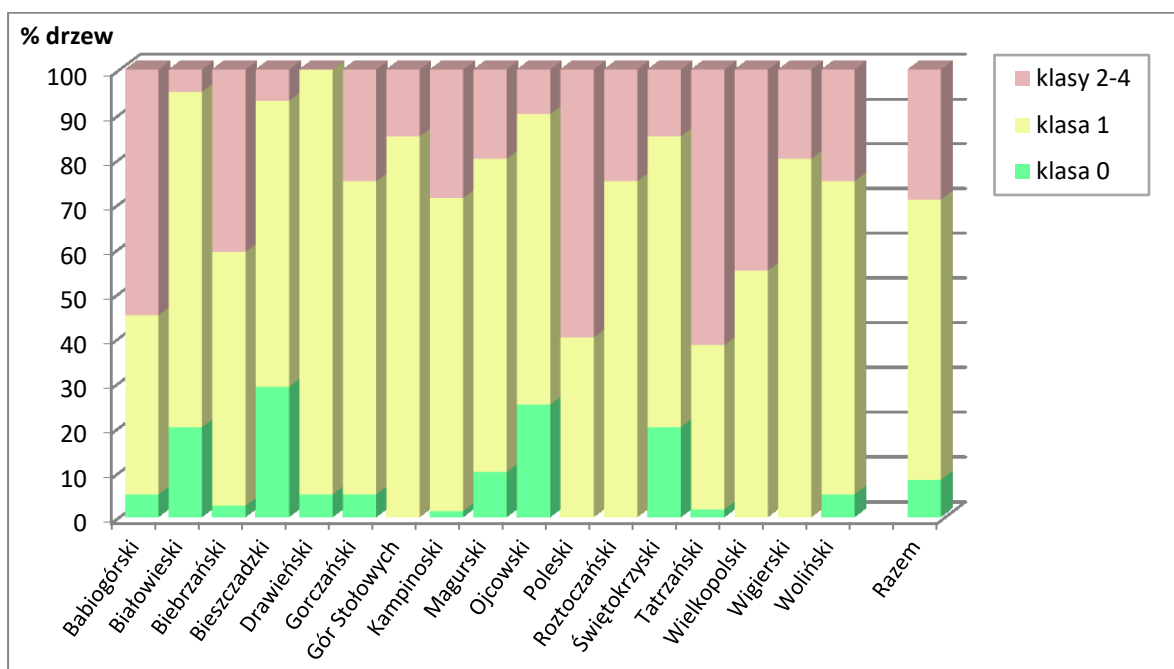
Rysunek 21. Udział drzew monitorowanych gatunków łącznie w klasach defoliacji w układzie krain przyrodniczo-leśnych w 2017 r.



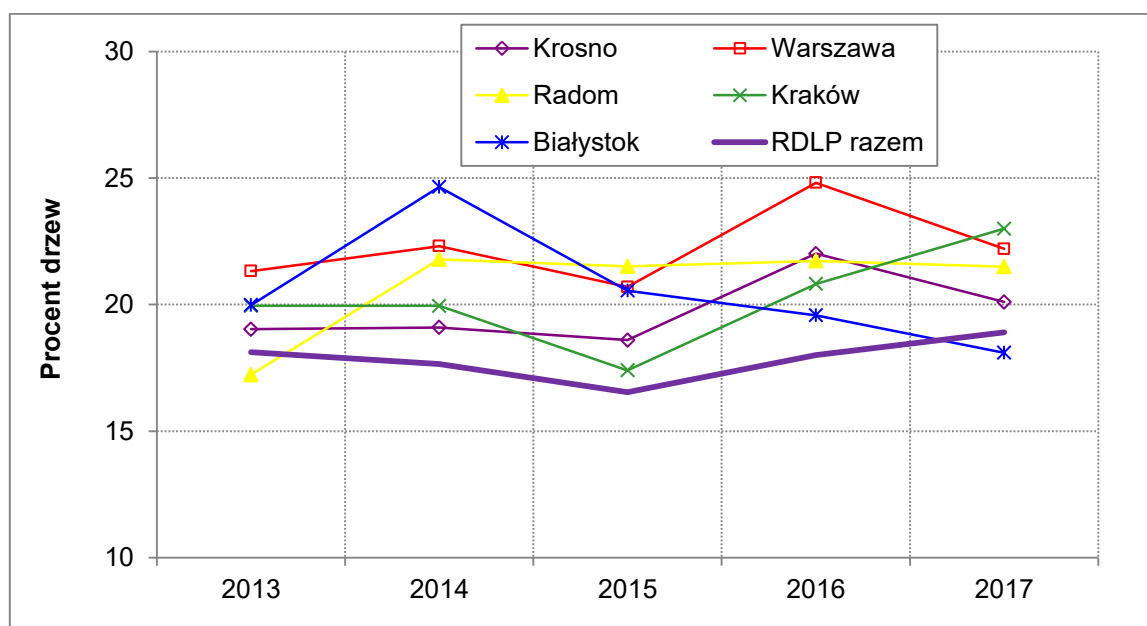
Rysunek 22. Udział drzew monitorowanych gatunków łącznie w klasach defoliacji w układzie regionalnych dyrekcji Lasów Państwowych (las w zarządzie LP) w 2017 r.



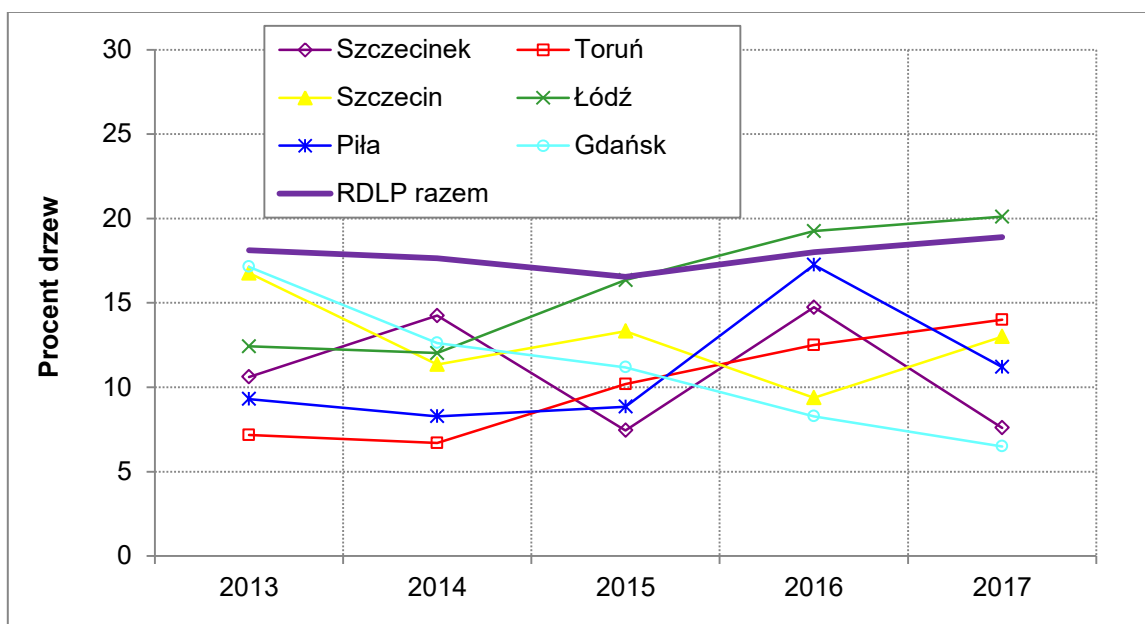
Rysunek 23. Udział drzew monitorowanych gatunków łącznie w klasach defoliacji w układzie województw w 2017 r.



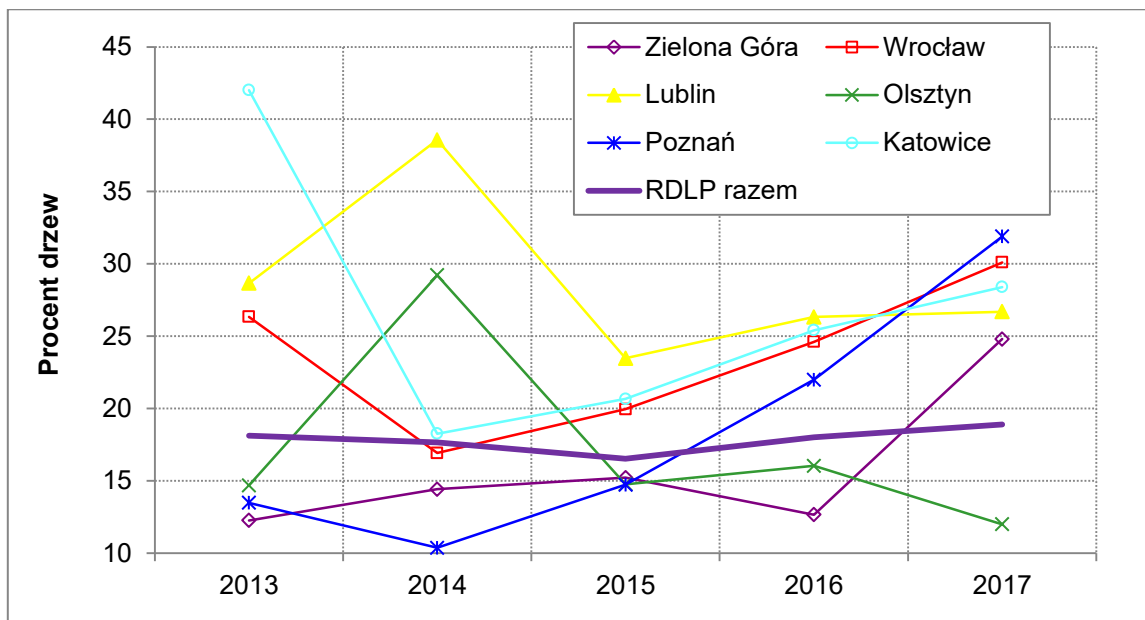
Rysunek 24. Udział drzew monitorowanych gatunków łącznie w klasach defoliacji w układzie parków narodowych w 2017 r.



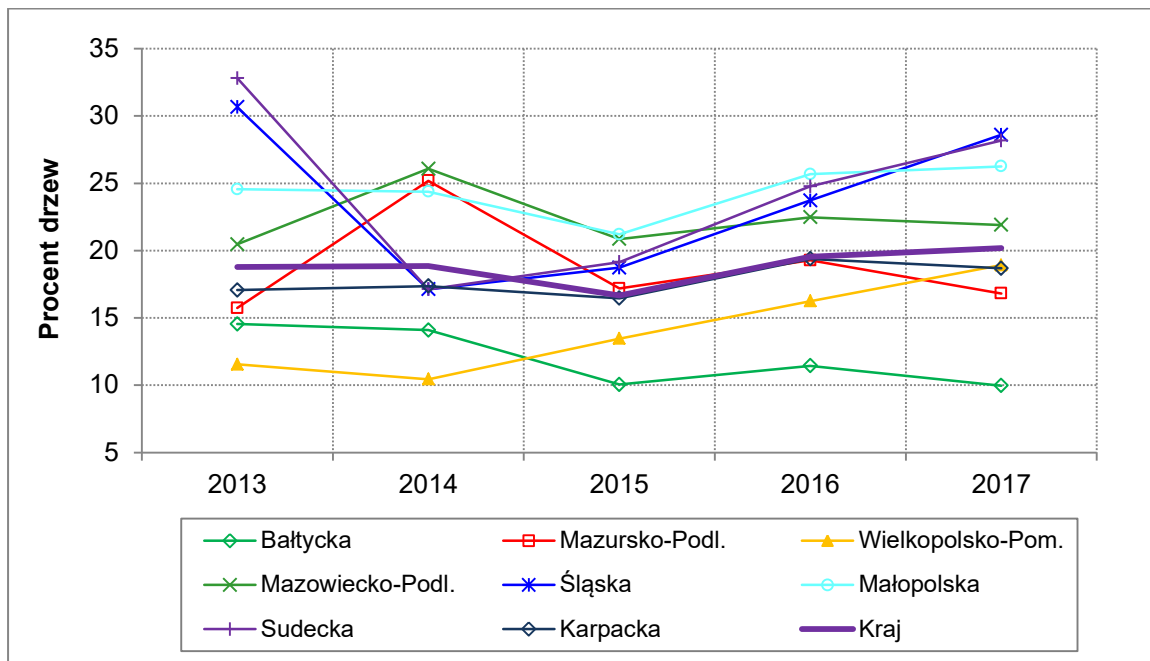
Rysunek 25. Udział drzew (gatunki razem) w klasach defoliacji 2-4 w latach 2013-2017. RDLP, w których różnica między minimum a maksimum tego udziału w pięcioleciu nie przekracza 7 punktów procentowych. Wiek drzew powyżej 20 lat. Lasy w zarządzie Lasów Państwowych.



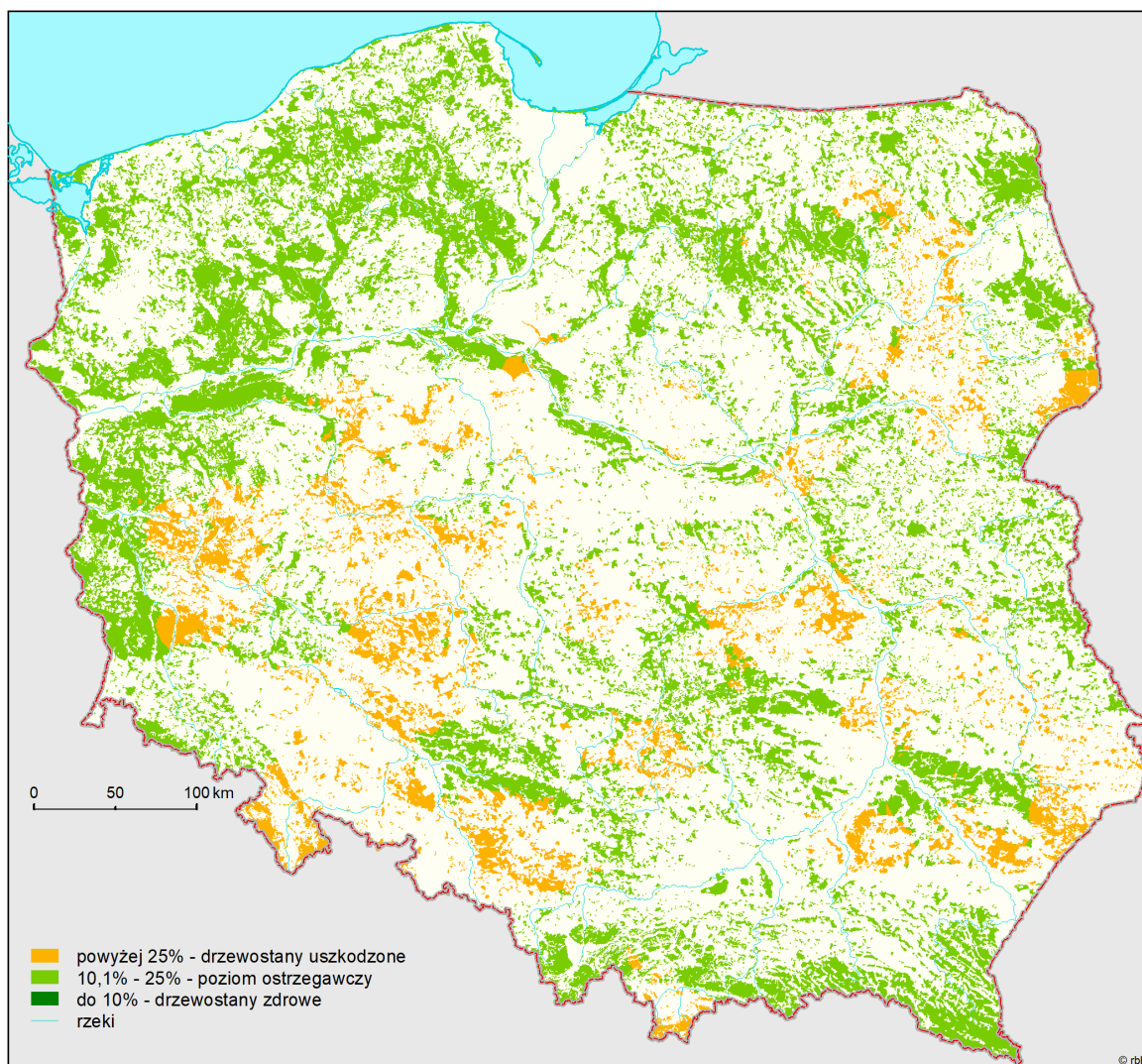
Rysunek 26. Udział drzew (gatunki razem) w klasach defoliacji 2-4 w latach 2013-2017. RDLP, w których różnica między minimum a maksimum tego udziału w pięcioleciu zawiera się w przedziale 7-12 punktów procentowych. Wiek drzew powyżej 20 lat. Lasy w zarządzie Lasów Państwowych.



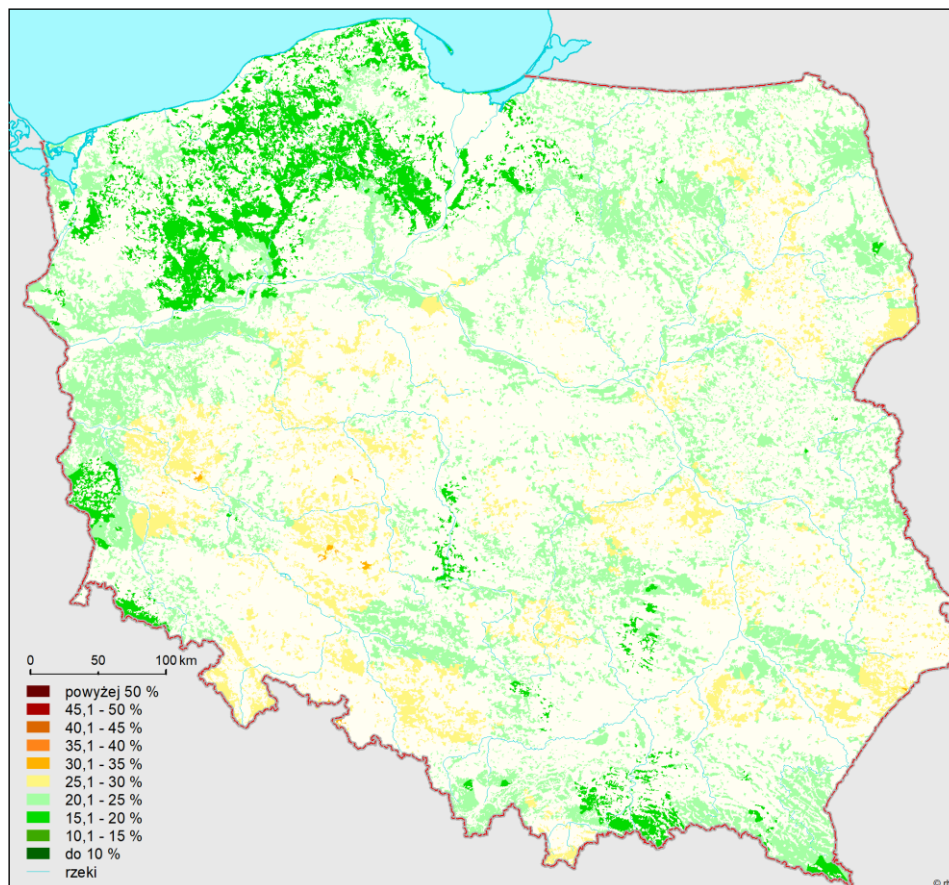
Rysunek 27. Udział drzew (gatunki razem) w klasach defoliacji 2-4 w latach 2013-2017. RDLP, w których różnica między minimum a maksimum tego udziału w pięcioleciu przekracza 12 punktów procentowych. Wiek drzew powyżej 20 lat. Lasy w zarządzie Lasów Państwowych.



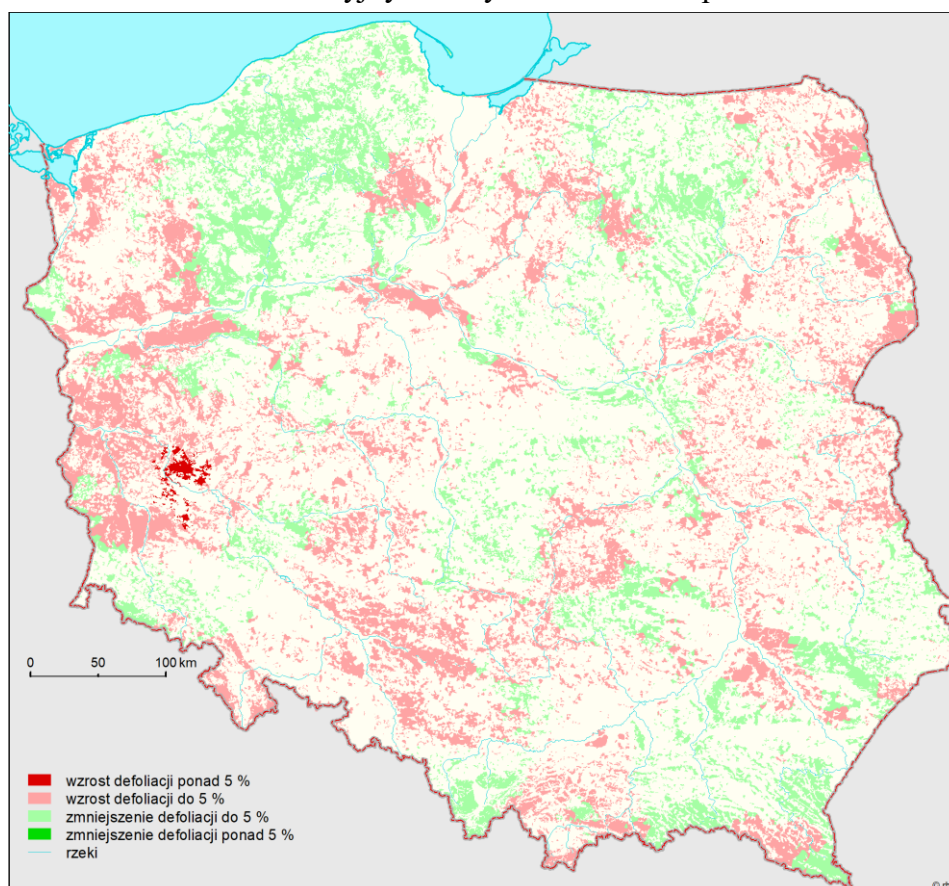
Rysunek 28. Udział drzew monitorowanych gatunków razem w klasach defoliacji 2-4 w krainach przyrodniczo-leśnych w latach 2013-2017. Wiek powyżej 20 lat. Wszystkie formy własności.



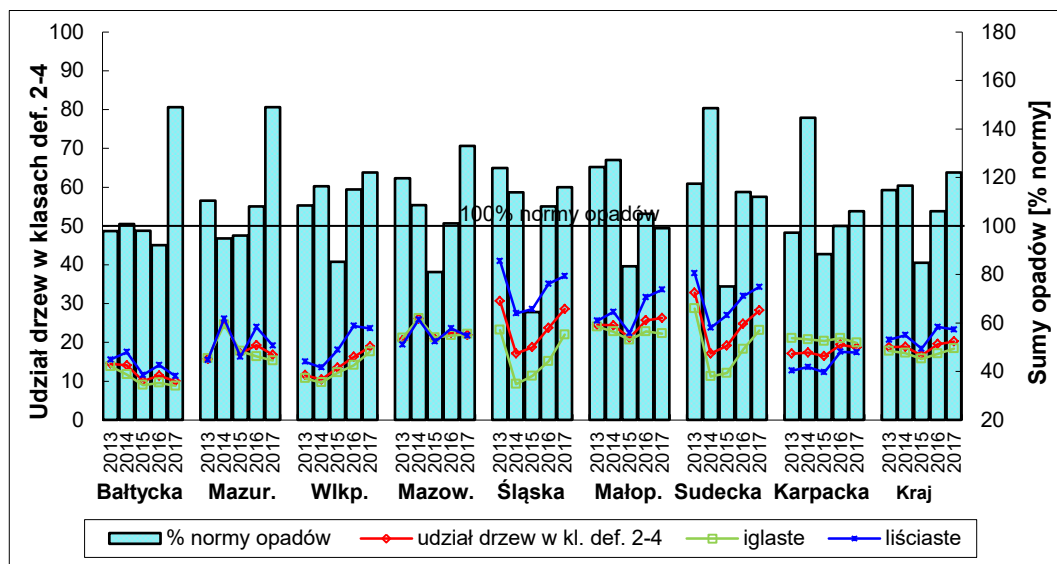
Rysunek 29. Poziom uszkodzenia lasów w 2017 roku na podstawie oceny defoliacji na Stałych Powierzchniach Obserwacyjnych z wyróżnieniem 3 klas defoliacji



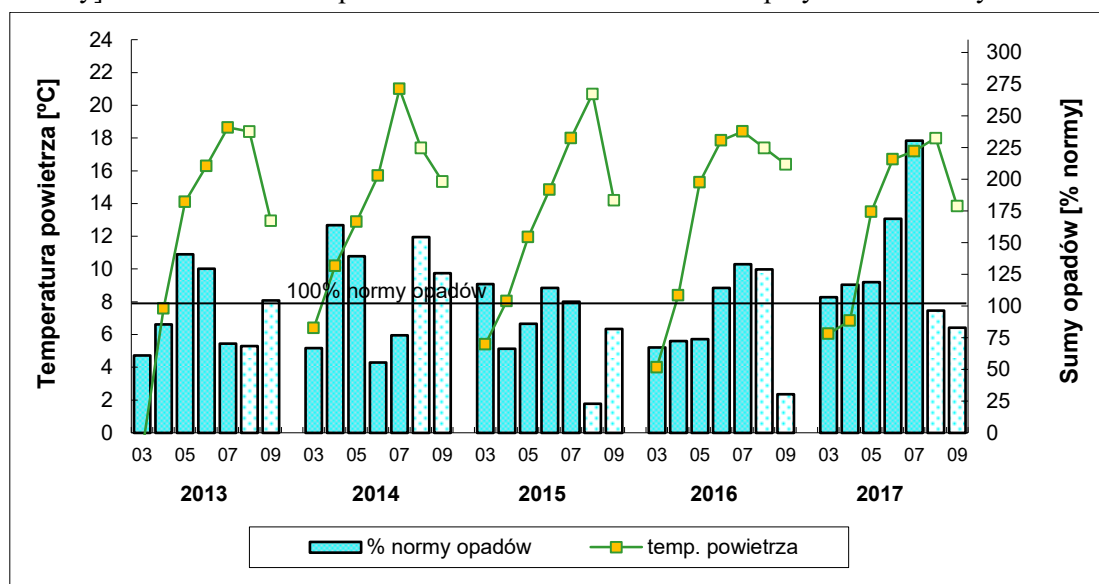
Rysunek 30. Poziom uszkodzenia lasów w 2017 roku na podstawie oceny defoliacji na Stałych Powierzchniach Obserwacyjnych z wyróżnieniem 5% przedziałów defoliacji



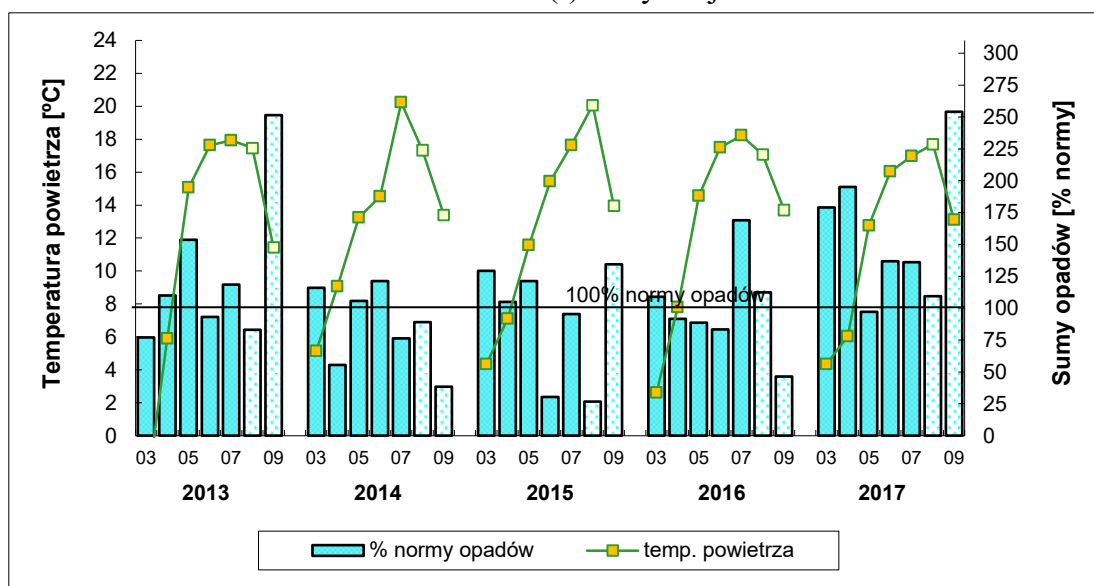
Rysunek 31. Różnica w poziomie uszkodzenia lasów pomiędzy latami 2016 i 2017 na podstawie zmiany defoliacji na Stałych Powierzchniach Obserwacyjnych



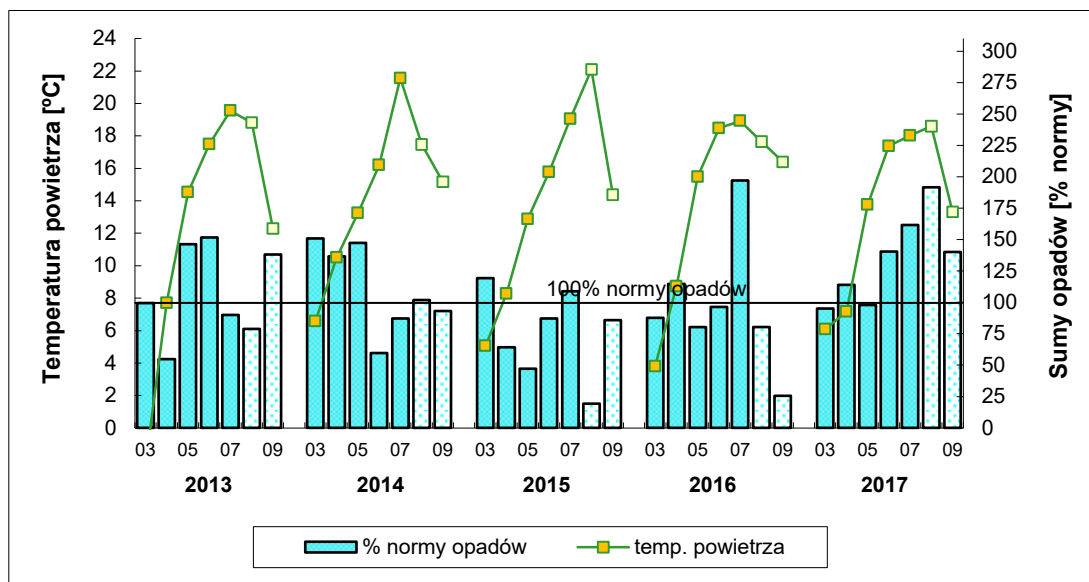
Rysunek 32. Uszkodzenie drzewostanów (gatunki razem, iglaste i liściaste) oraz suma opadów [% normy] od 1 marca do 31 lipca w latach 2013-2017 w krainach przyrodniczo-leśnych



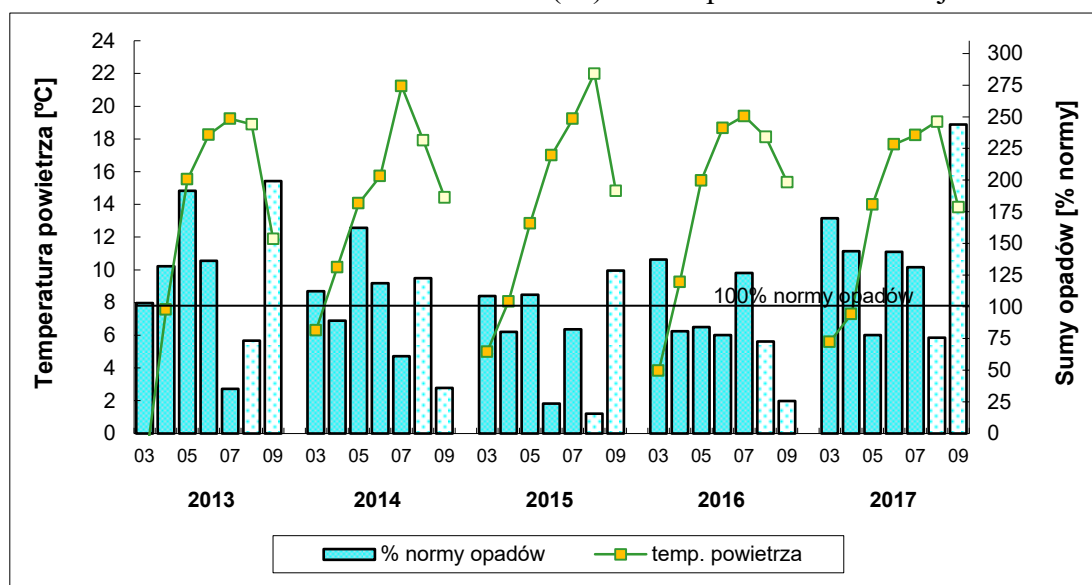
Rysunek 33. Średnie temperatury powietrza oraz sumy miesięczne opadów od marca do września^{*)} w latach 2013-2017 w Krainie (I) Bałtyckiej



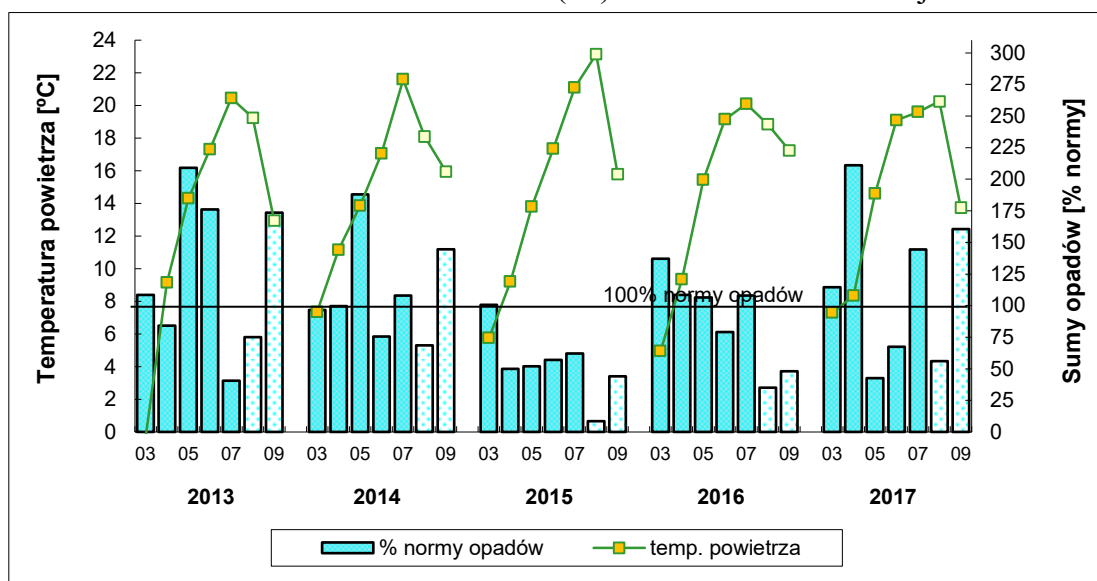
Rysunek 34. Średnie temperatury powietrza oraz sumy miesięczne opadów od marca do września^{*)} w latach 2013-2017 w Krainie (II) Mazursko-Podlaskiej



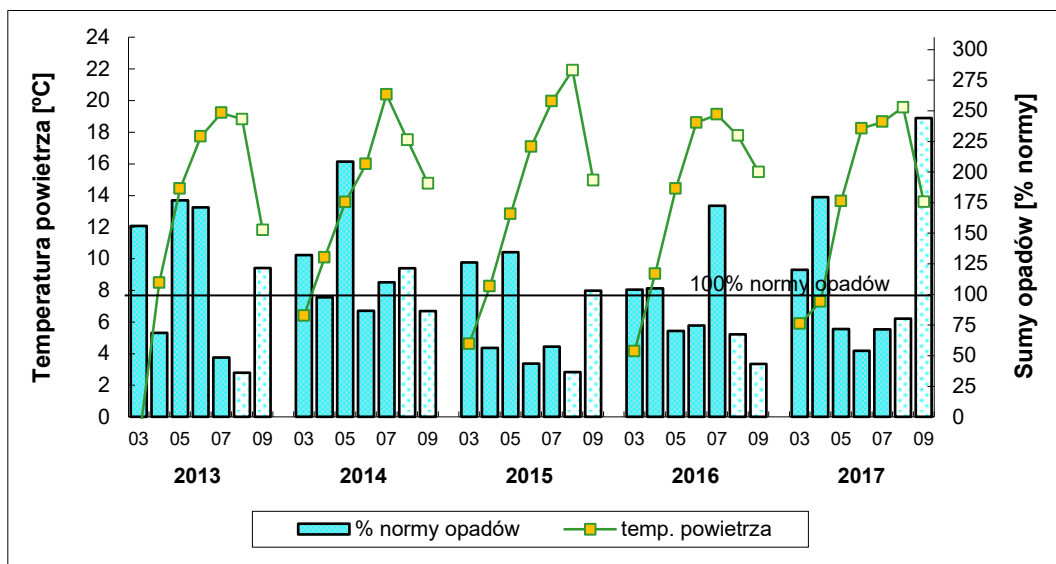
Rysunek 35. Średnie temperatury powietrza oraz sumy miesięczne opadów od marca do września^{*)} w latach 2013-2017 w Krainie (III) Wielkopolsko-Pomorskiej



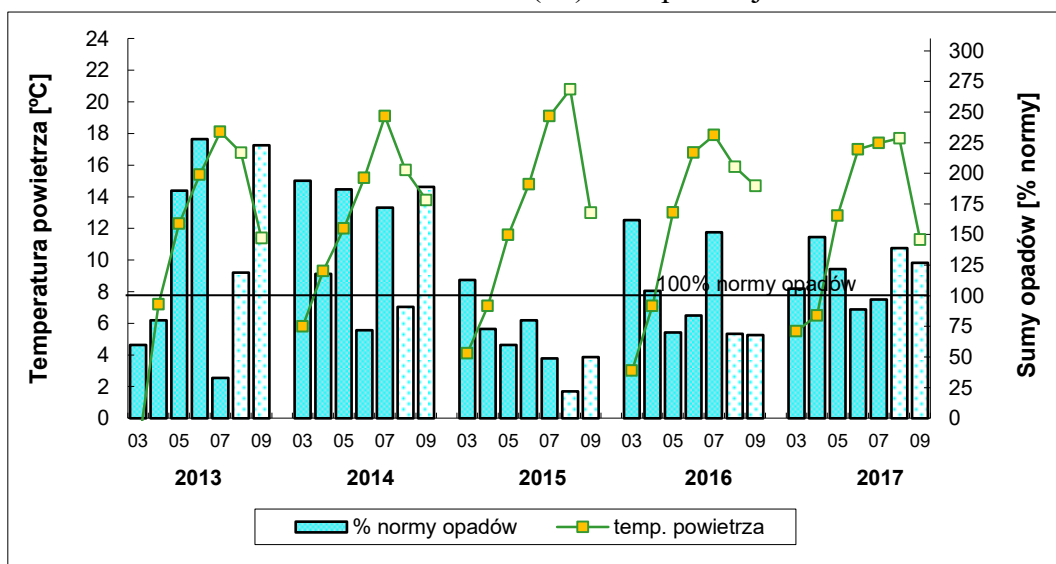
Rysunek 36. Średnie temperatury powietrza oraz sumy miesięczne opadów od marca do września^{*)} w latach 2013-2017 w Krainie (IV) Mazowiecko-Podlaskiej



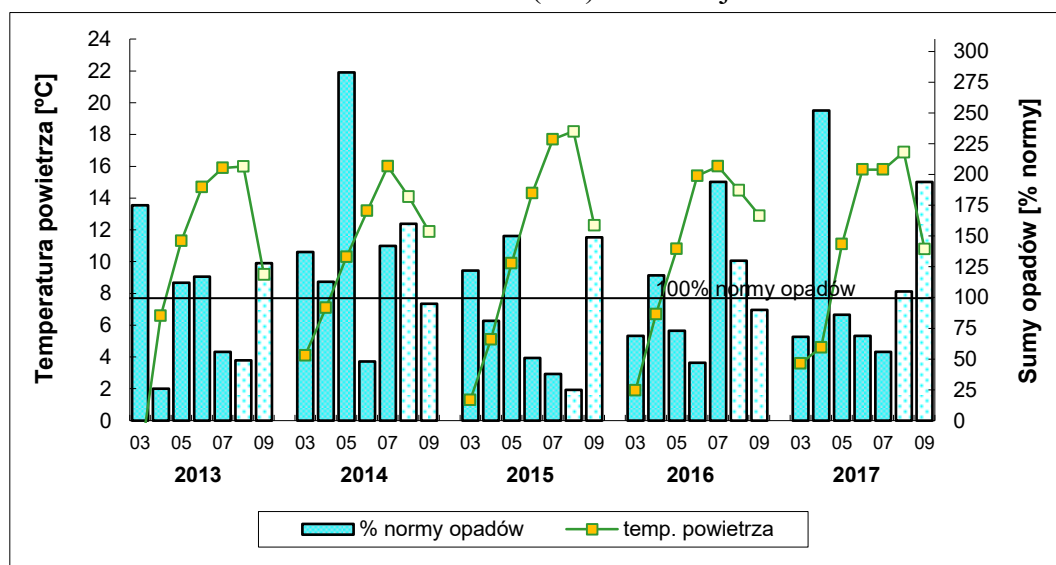
Rysunek 37. Średnie temperatury powietrza oraz sumy miesięczne opadów od marca do września^{*)} w latach 2013-2017 w Krainie (V) Śląskiej



Rysunek 38. Średnie temperatury powietrza oraz sumy miesięczne opadów od marca do września^{*)} w latach 2013-2017 w Krainie (VI) Małopolskiej

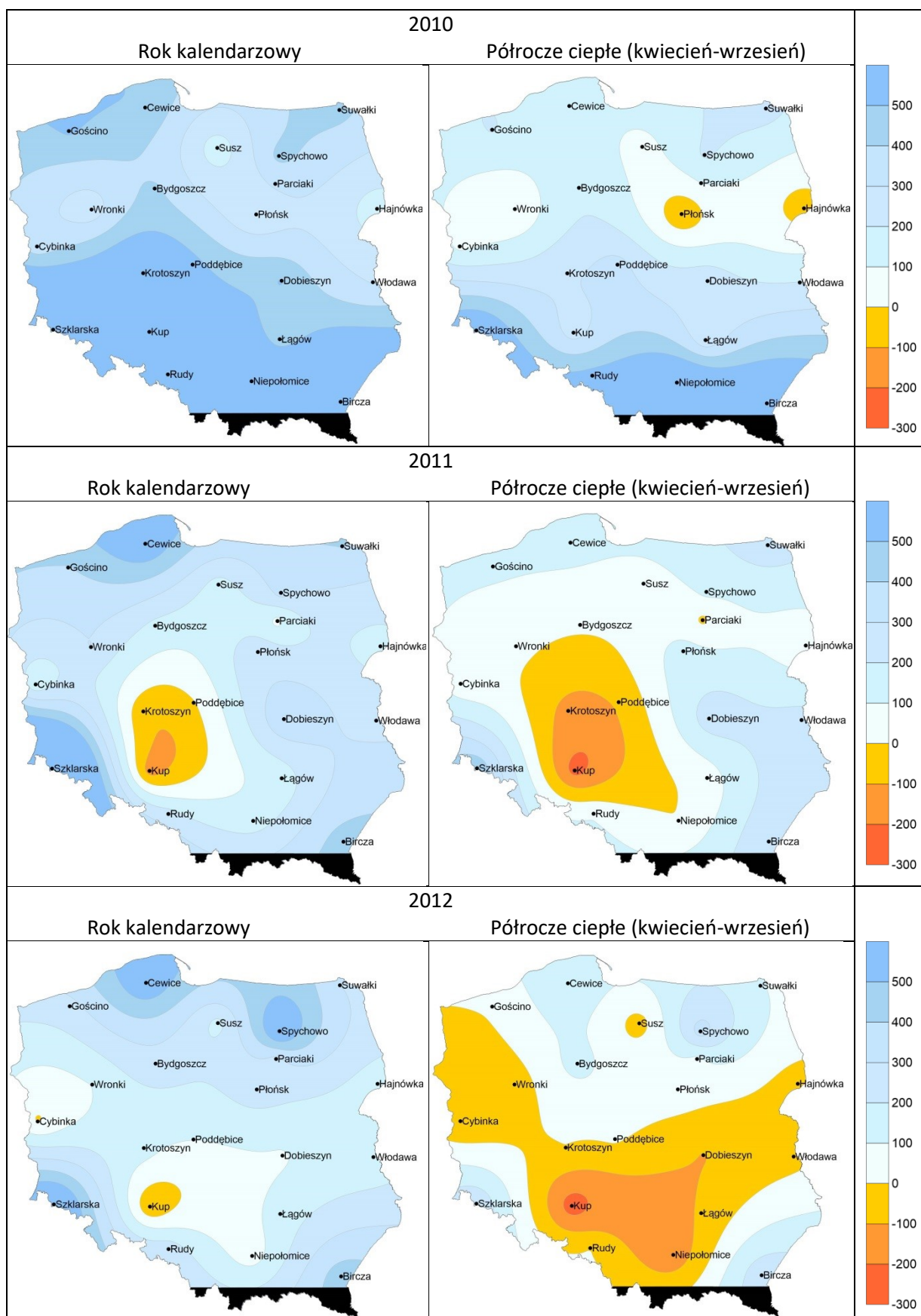


Rysunek 39. Średnie temperatury powietrza oraz sumy miesięczne opadów od marca do września^{*)} w latach 2013-2017 w Krainie (VII) Sudeckiej

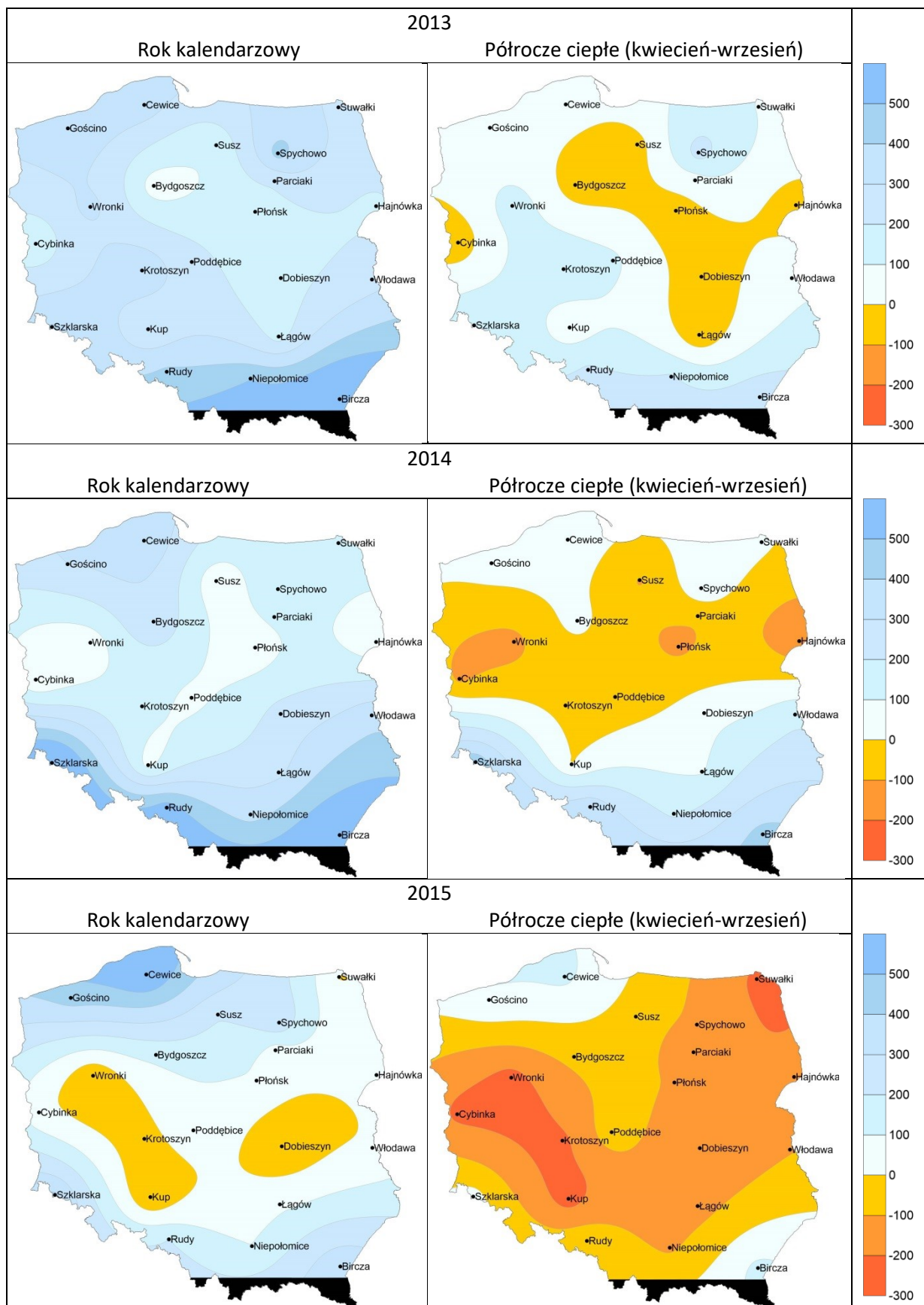


Rysunek 40. Średnie temperatury powietrza oraz sumy miesięczne opadów od marca do września^{*)} w latach 2013-2017 w Krainie (VIII) Karpackiej

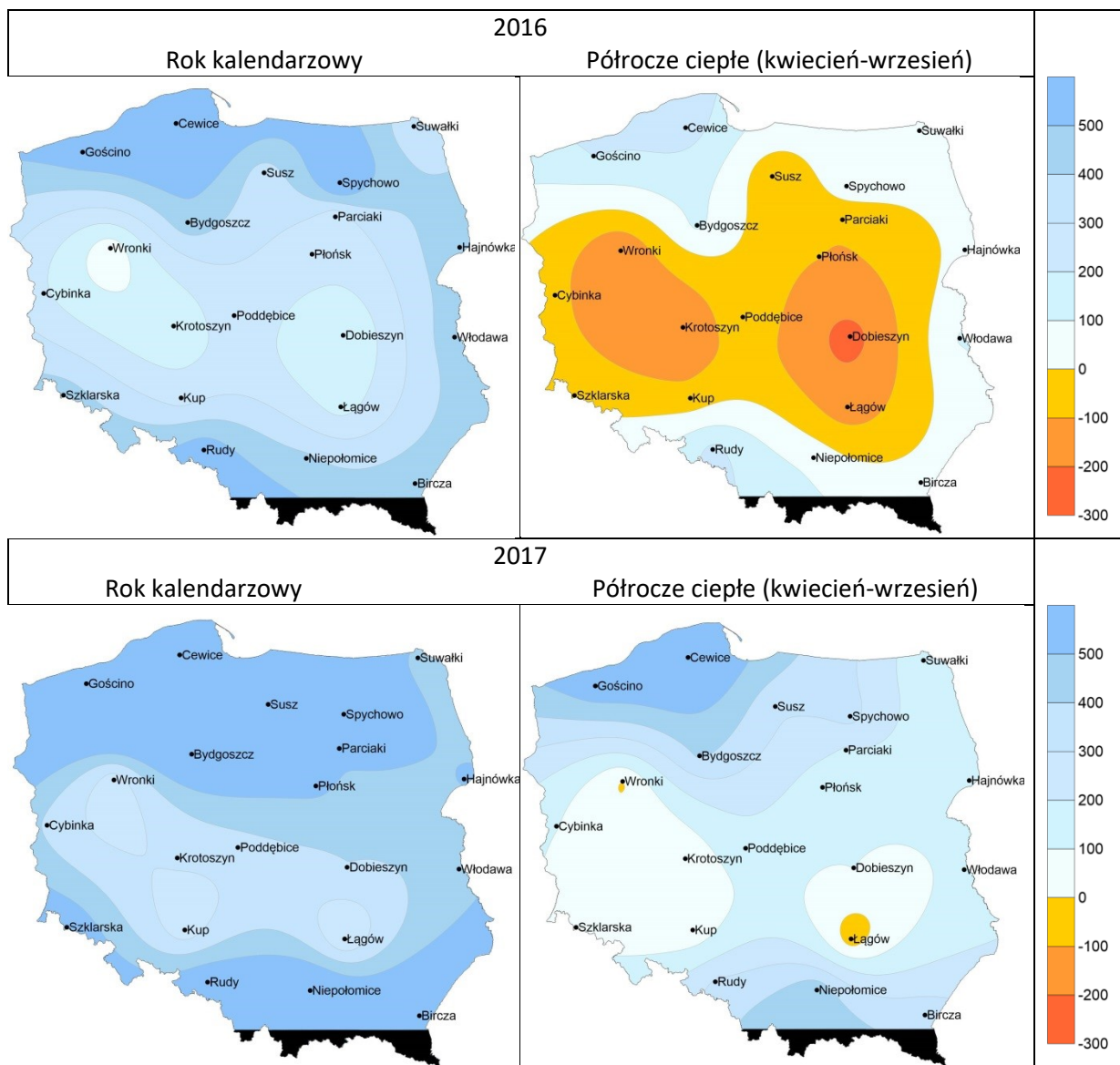
^{*)} Rysunki 33-40: Jaśniejszym kolorem oznaczono miesiące okresu wegetacyjnego nie mające wpływu na wynik oceny defoliacji prezentowany w tym opracowaniu, gdyż ocenę na większości powierzchni wykonywano w lipcu.



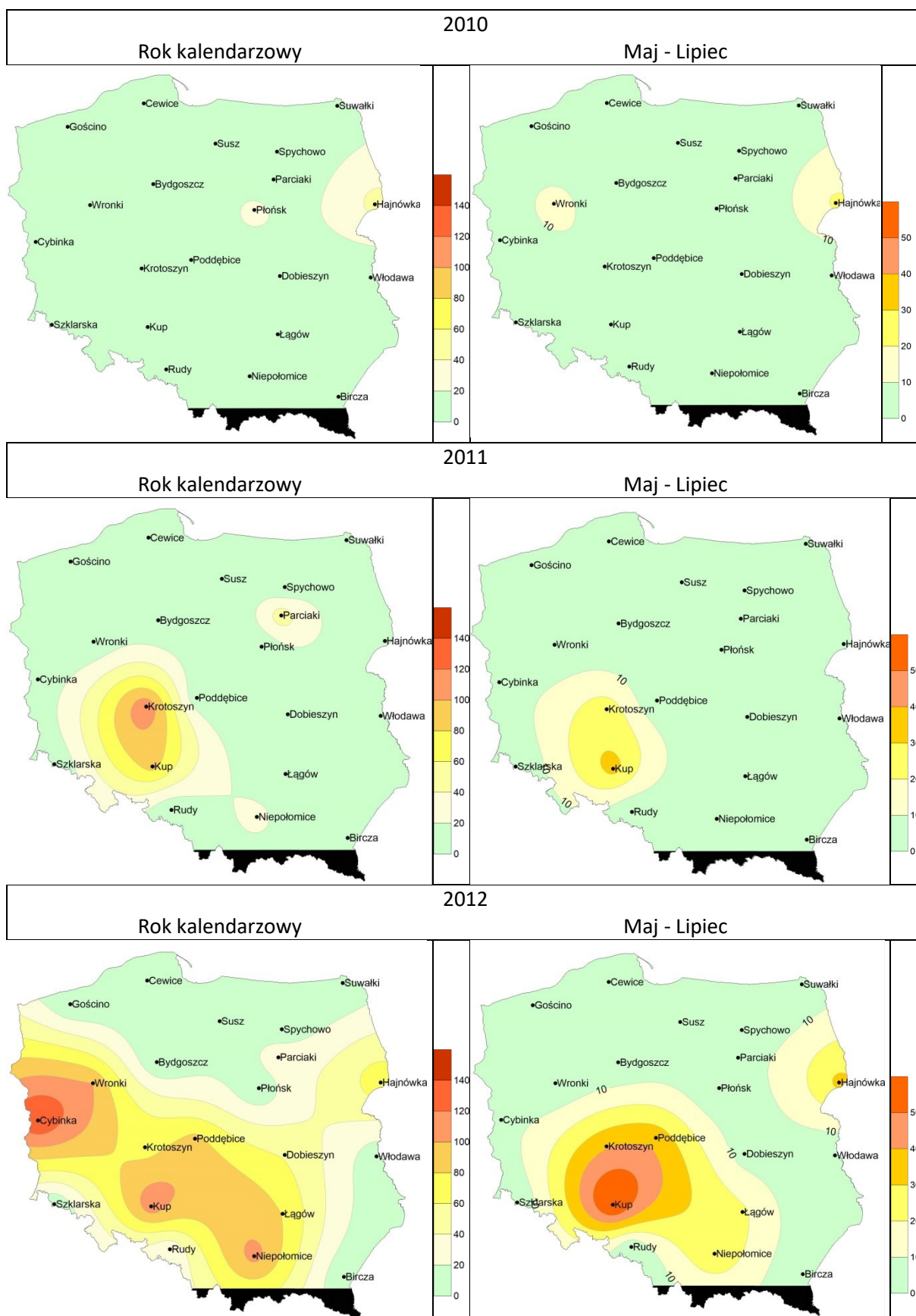
Rysunek 41. Klimatyczny bilans wodny w Polsce w latach 2010-2012 w okresie lat kalendarzowych i w miesiącach ciepłych (kwiecień-wrzesień)



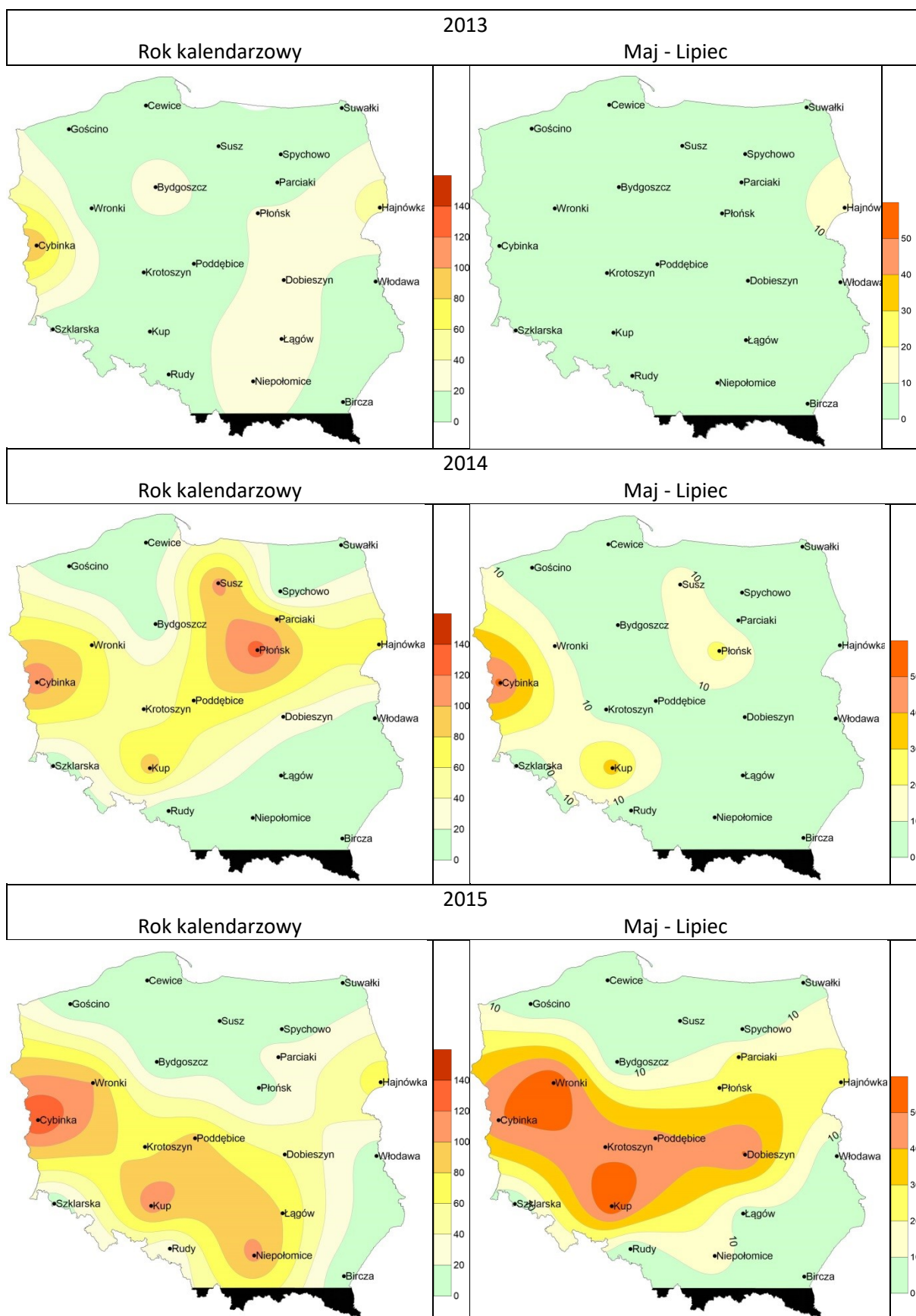
Rysunek 42. Klimatyczny bilans wodny w Polsce w latach 2013-2015 w okresie lat kalendarzowych i w miesiącach ciepłych (kwiecień-wrzesień)



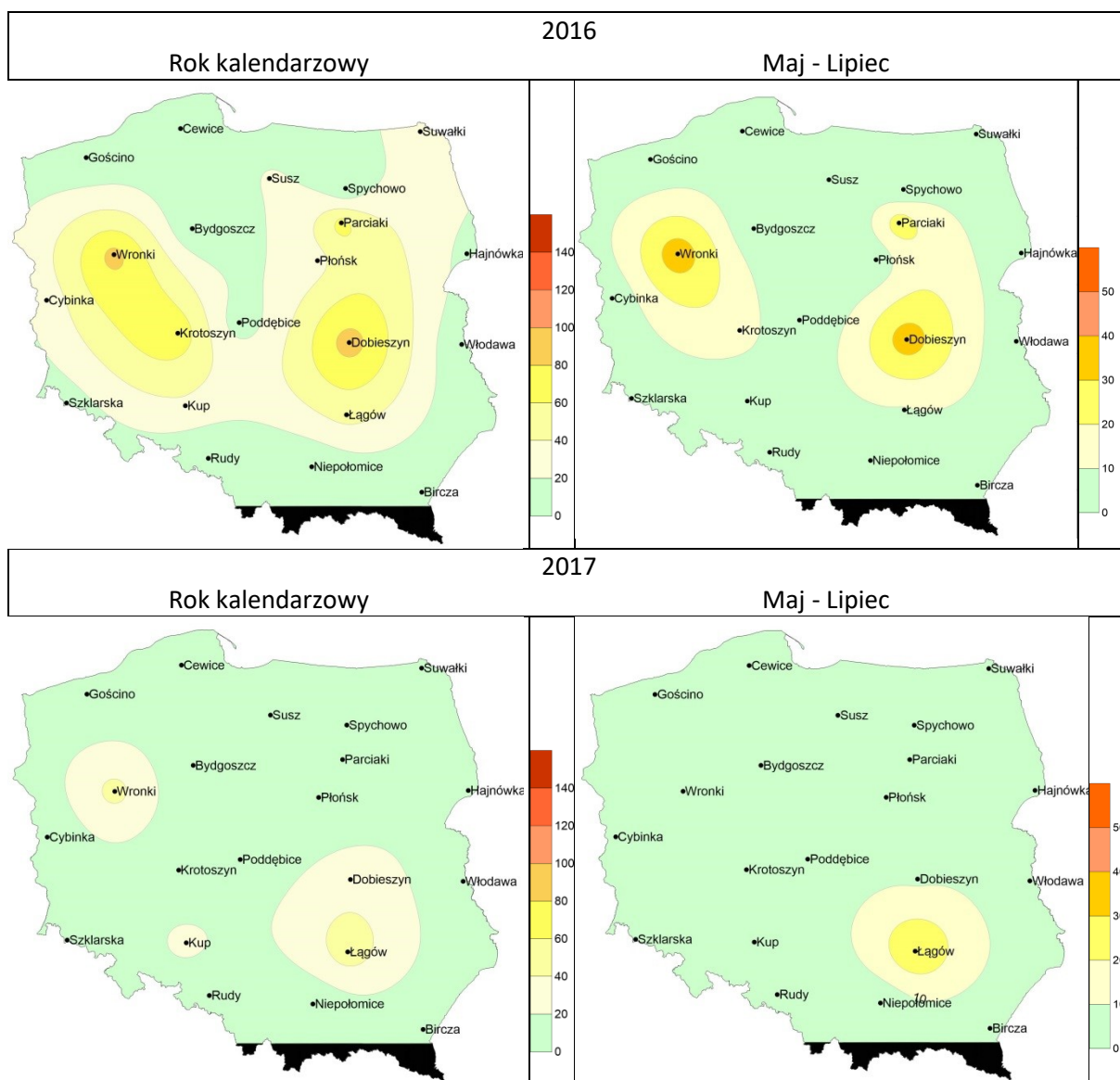
Rysunek 43. Klimatyczny bilans wodny w Polsce w latach 2016-2017 w okresie lat kalendarzowych i w miesiącach ciepłych (kwiecień-wrzesień)



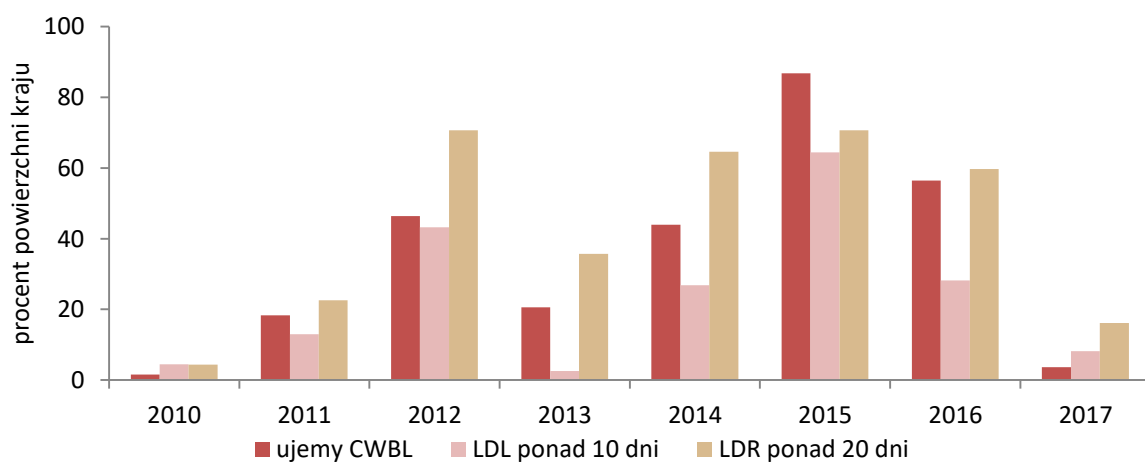
Rysunek 44. Liczba dni deficytu wody glebowej w Polsce w latach 2010-2012 w okresie lat kalendarzowych i od maja do lipca



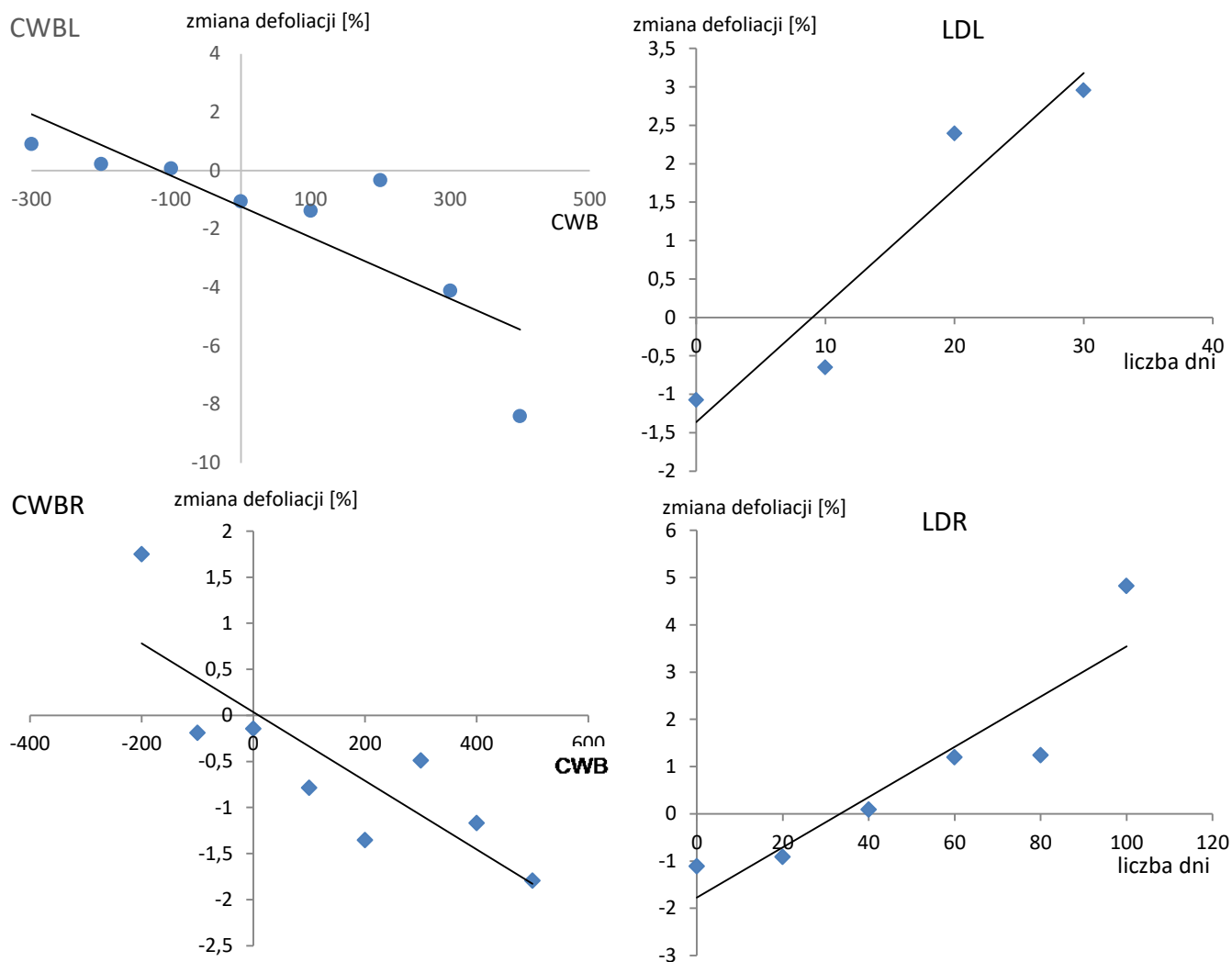
Rysunek 45. Liczba dni deficytu wody glebowej w Polsce w latach 2013-2015 w okresie lat kalendarzowych i od maja do lipca



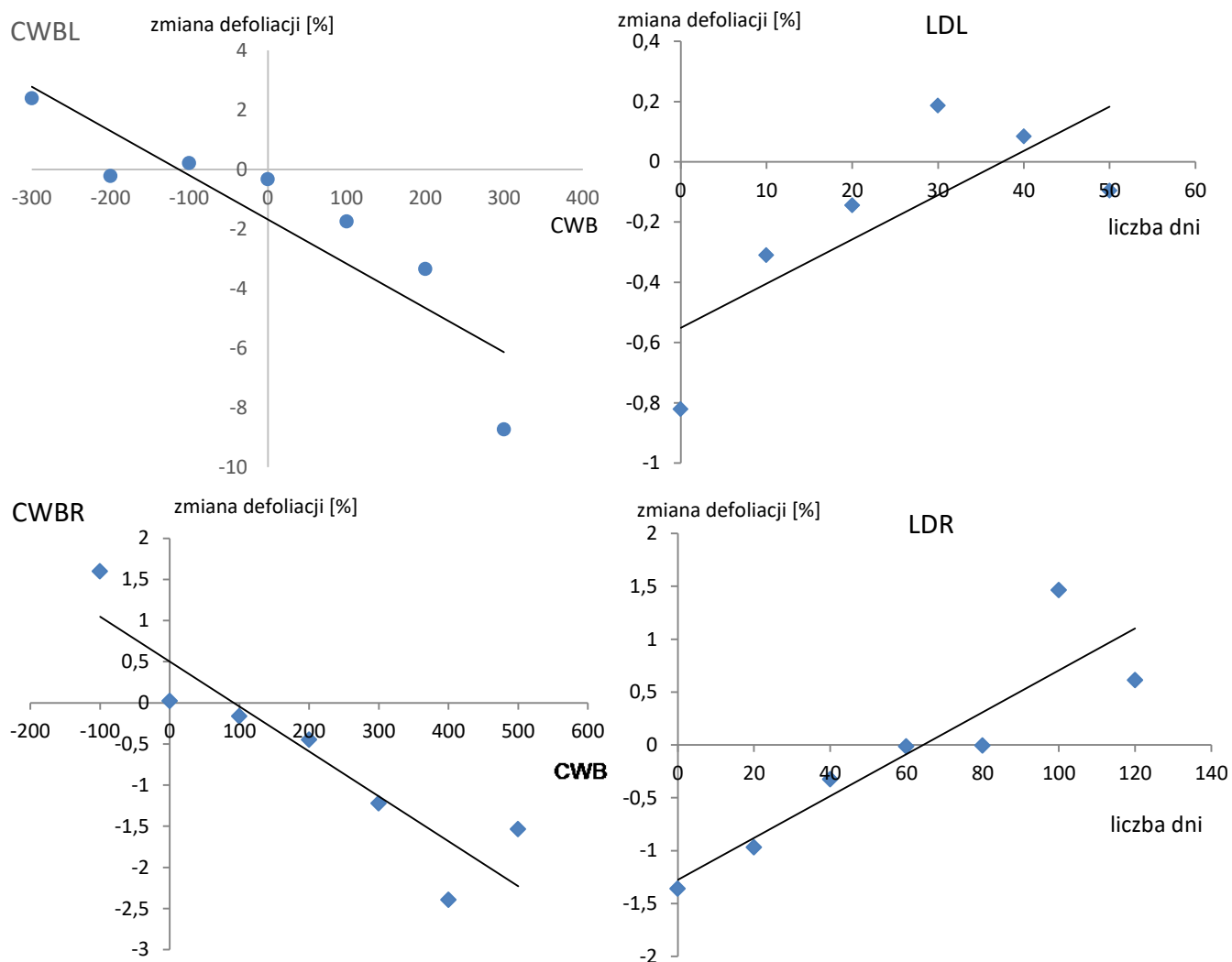
Rysunek 46. Liczba dni deficytu wody glebowej w Polsce w latach 2016-2017 w okresie lat kalendarzowych i od maja do lipca



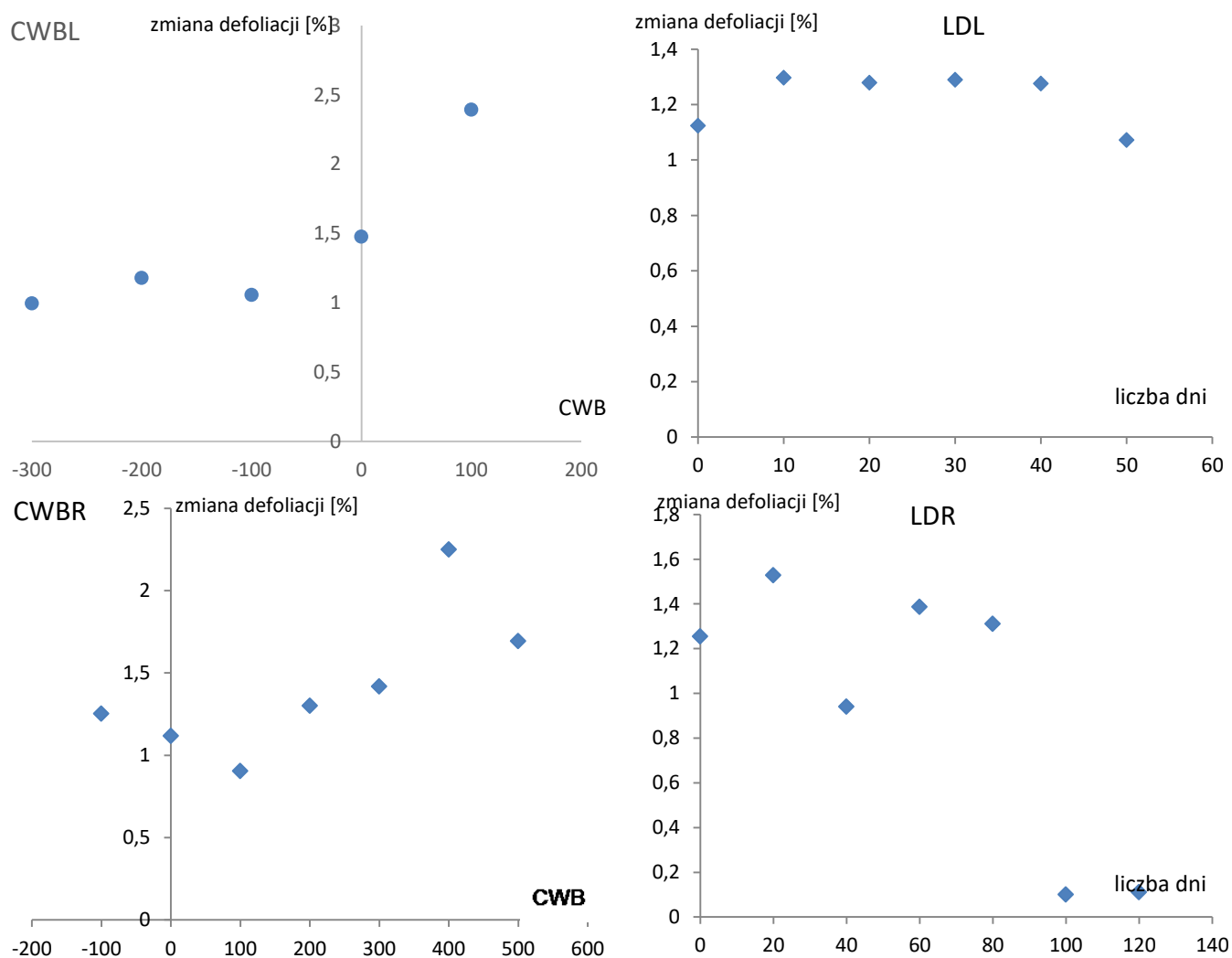
Rysunek 47. Procent powierzchni kraju z ujemnym klimatycznym bilansem wodnym miesięcy letnich, liczbą dni suszy większą od 10 od maja do lipca, liczbą dni suszy większą od 20 w roku kalendarzowym



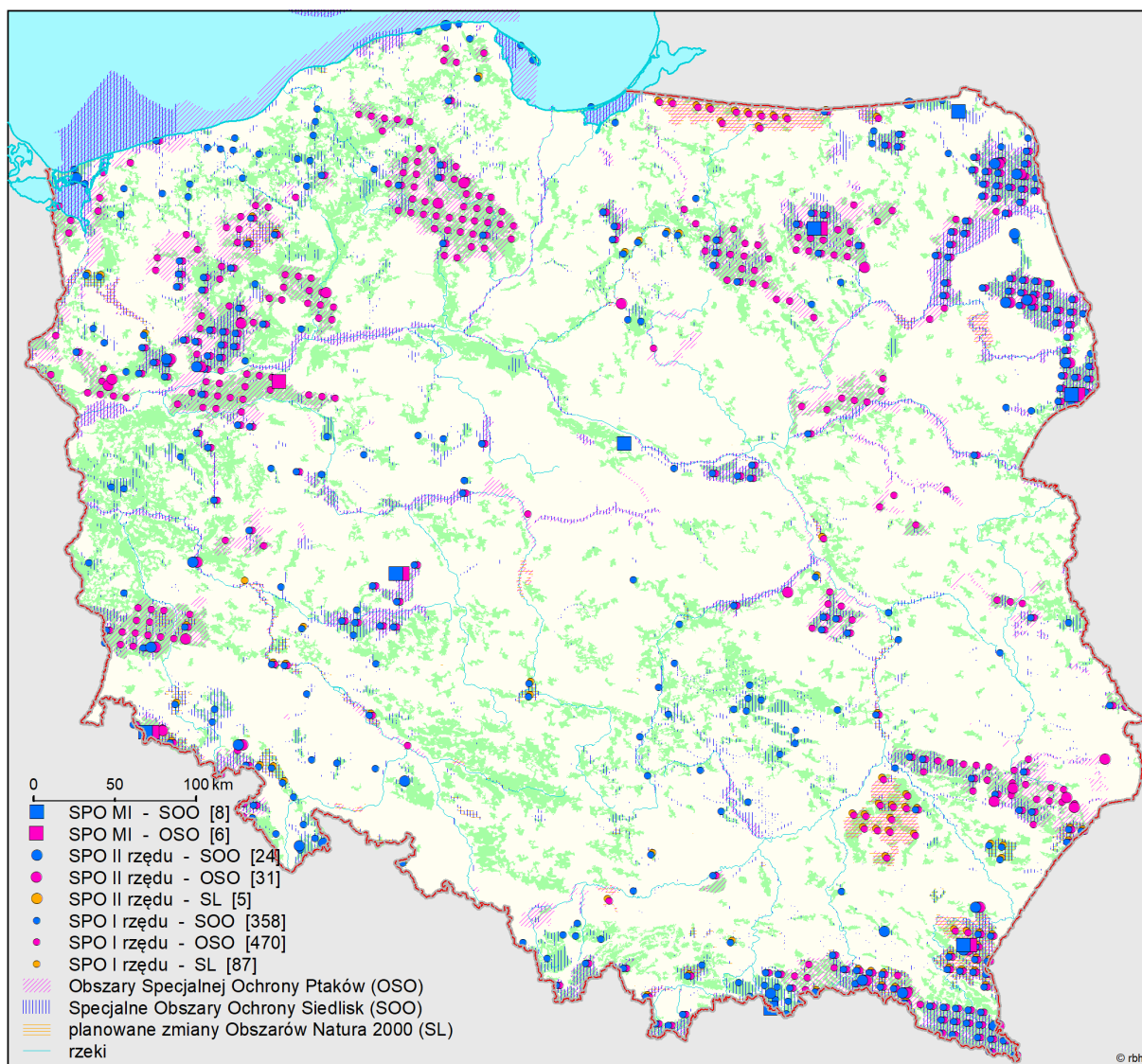
Rysunek 48. Zależności między w defoliacją drzewostanów w 2012 r. a wskaźnikami suszy w 2011r. (CWBL- klimatyczny bilans wodny miesięcy letnich, CWBR – klimatyczny bilans wodny roku kalendarzowego, LDL – liczba dni suszy miesiący maj-lipiec, LDR – liczba dni suszy w roku kalendarzowym)



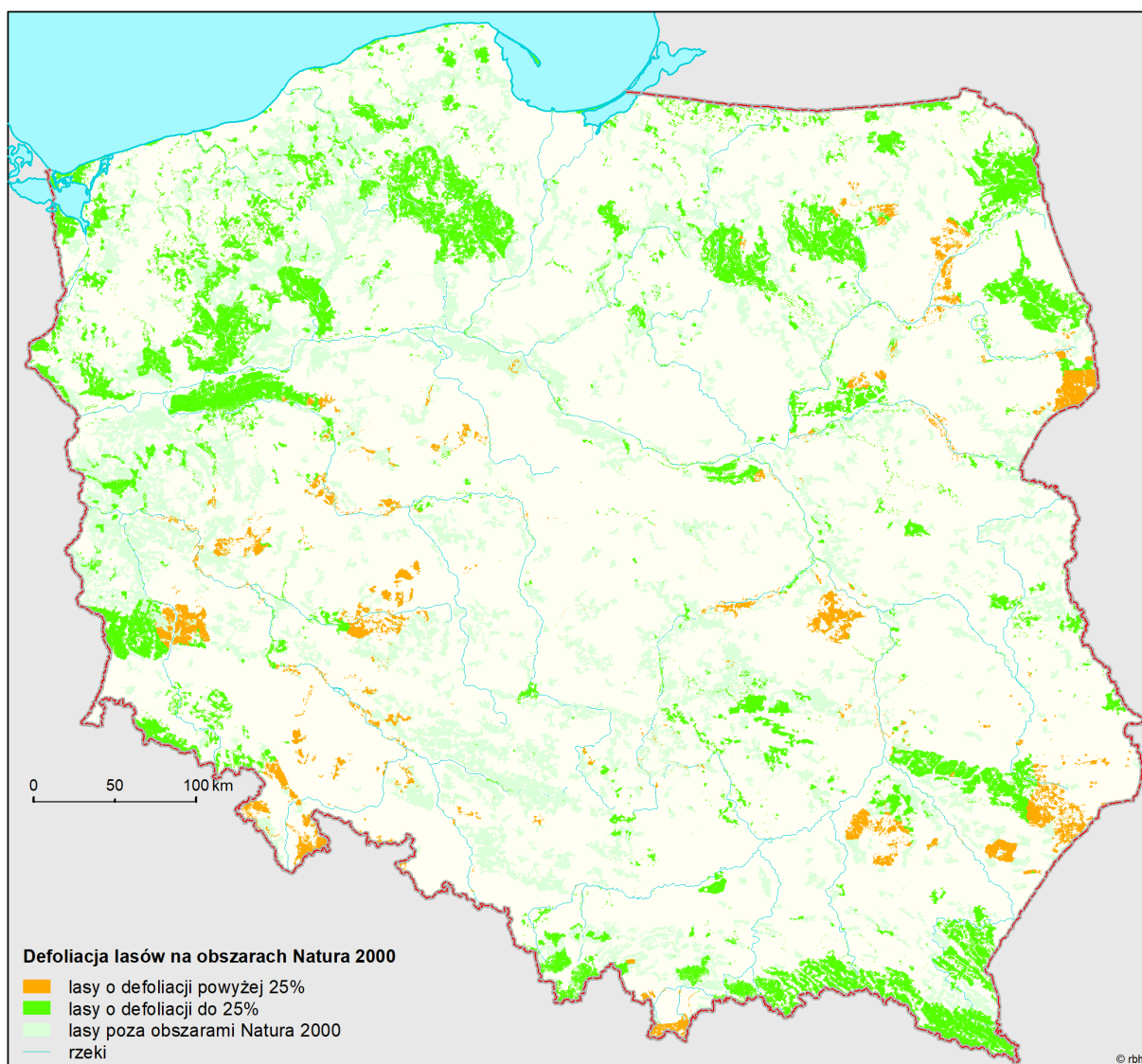
Rysunek 49. Zależności między w defoliacją drzewostanów w 2013 r. a wskaźnikami suszy w 2012 r. (CWBL- klimatyczny bilans wodny miesięcy letnich, CWBR – klimatyczny bilans wodny roku kalendarzowego, LDL – liczba dni suszy miesiące maj-lipiec, LDR – liczba dni suszy w roku kalendarzowym)



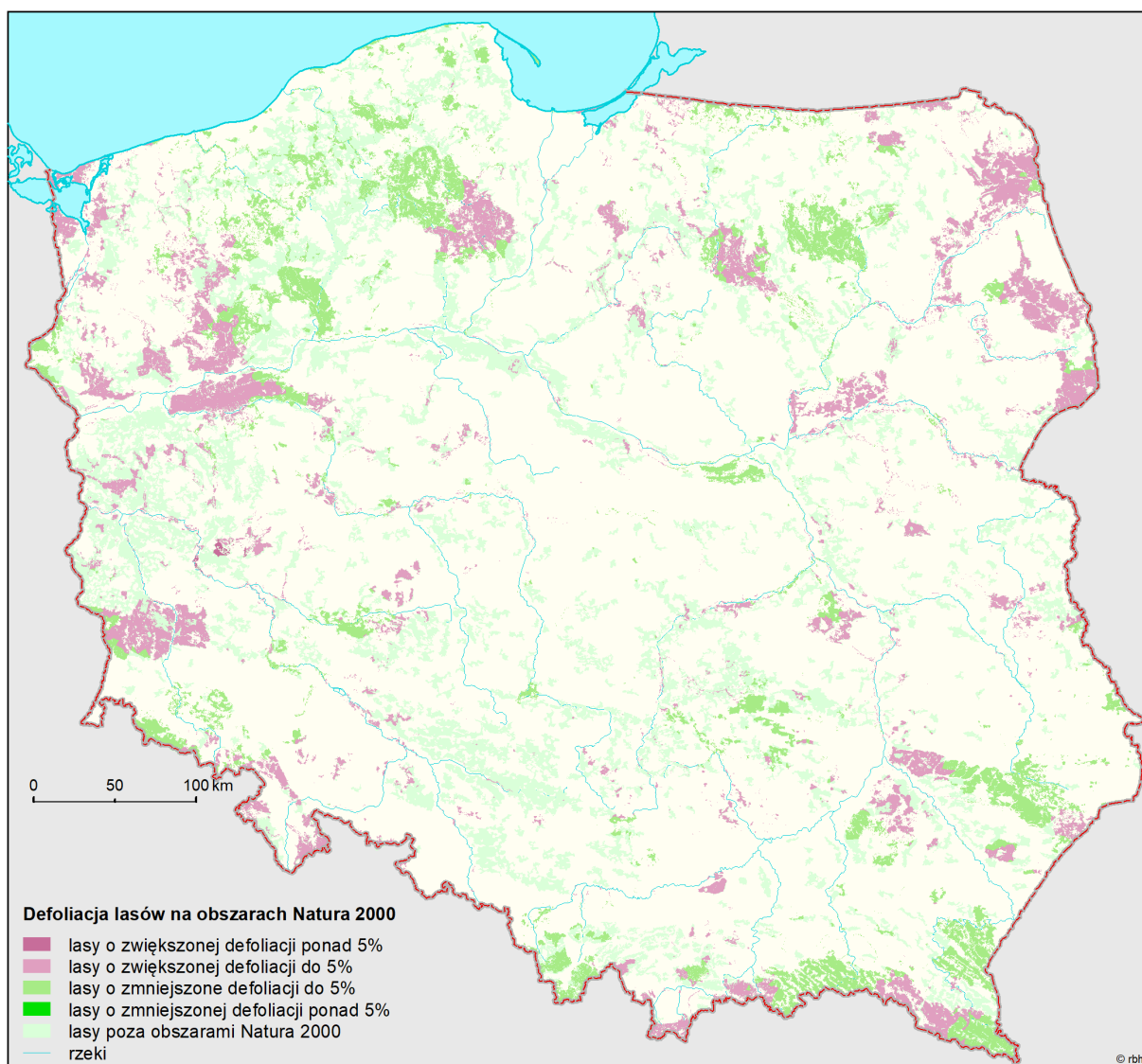
Rysunek 50. Zależności między w defoliacją drzewostanów w 2016 r. a wskaźnikami suszy w 2015 r. (CWBL- klimatyczny bilans wodny miesiący letnich, CWBR – klimatyczny bilans wodny roku kalendarzowego, LDL – liczba dni suszy miesiący maj-lipiec, LDR – liczba dni suszy w roku kalendarzowym)



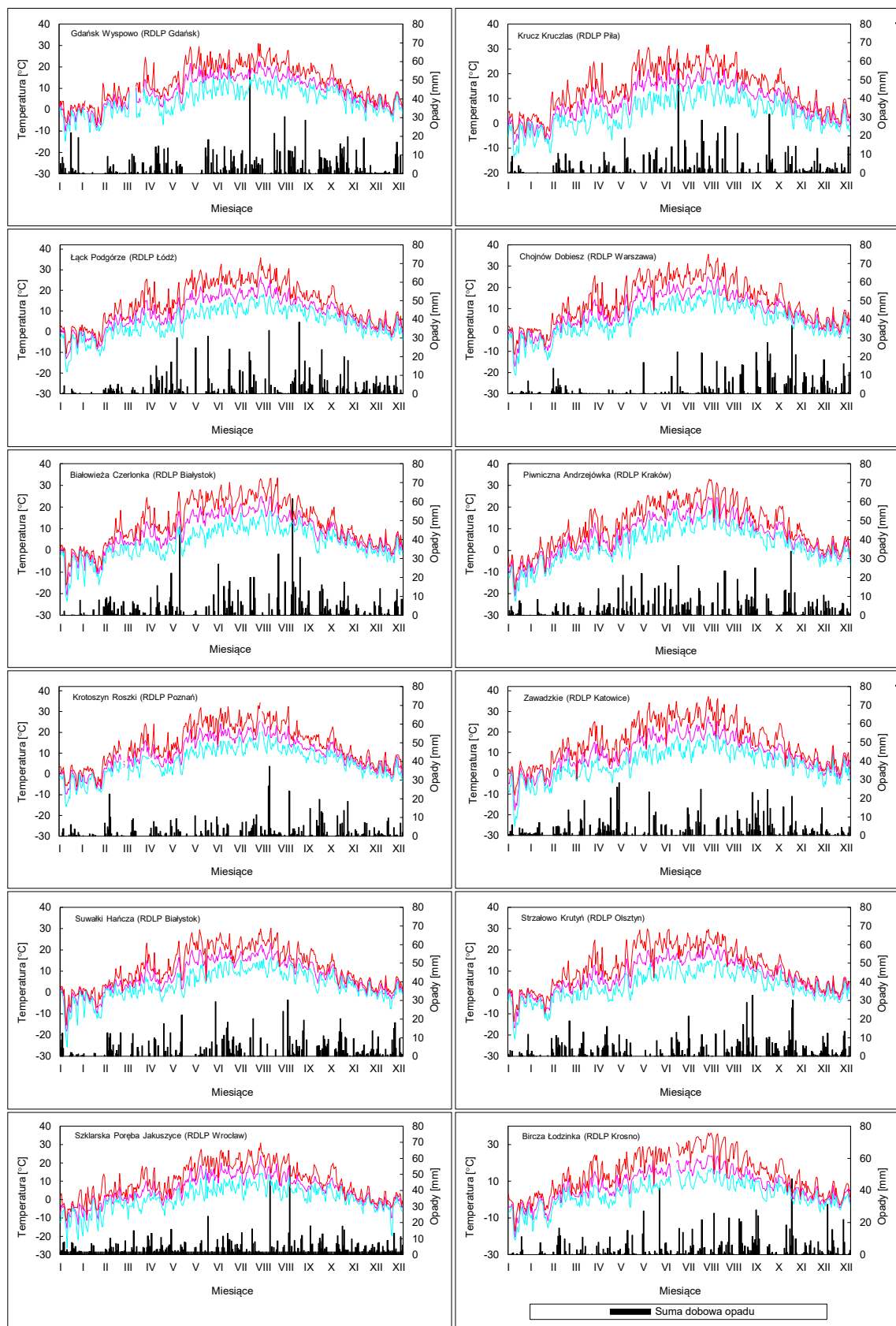
Rysunek 51. Rozmieszczenie SPO I i II rzędu oraz powierzchni Monitoringu Intensywnego na obszarach Natura 2000 (stan na koniec 2017 r.)



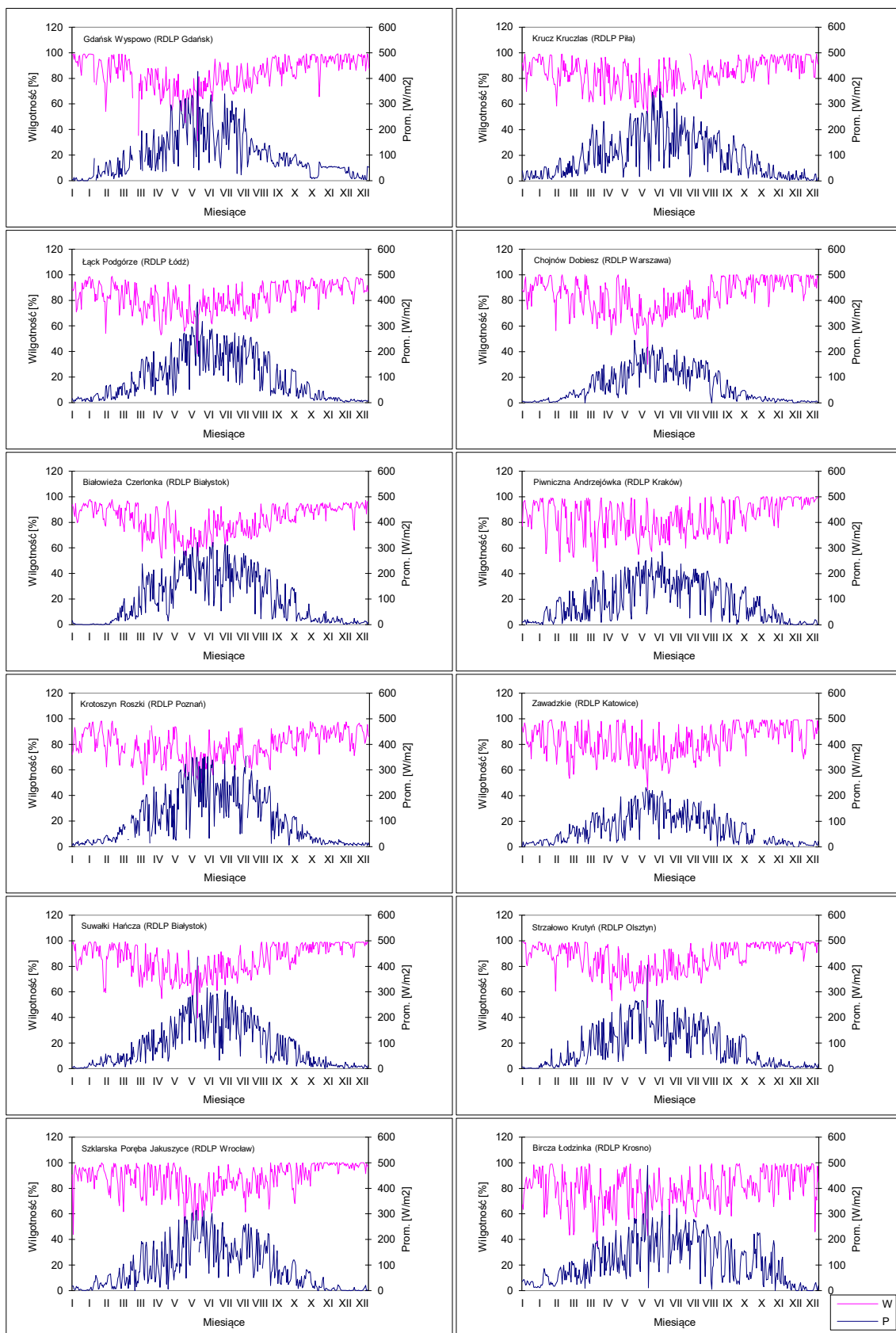
Rysunek 52. Poziom uszkodzenia lasów na obszarach Natura 2000 na podstawie oceny defoliacji na stałych powierzchniach obserwacyjnych (stan na 2017 rok)



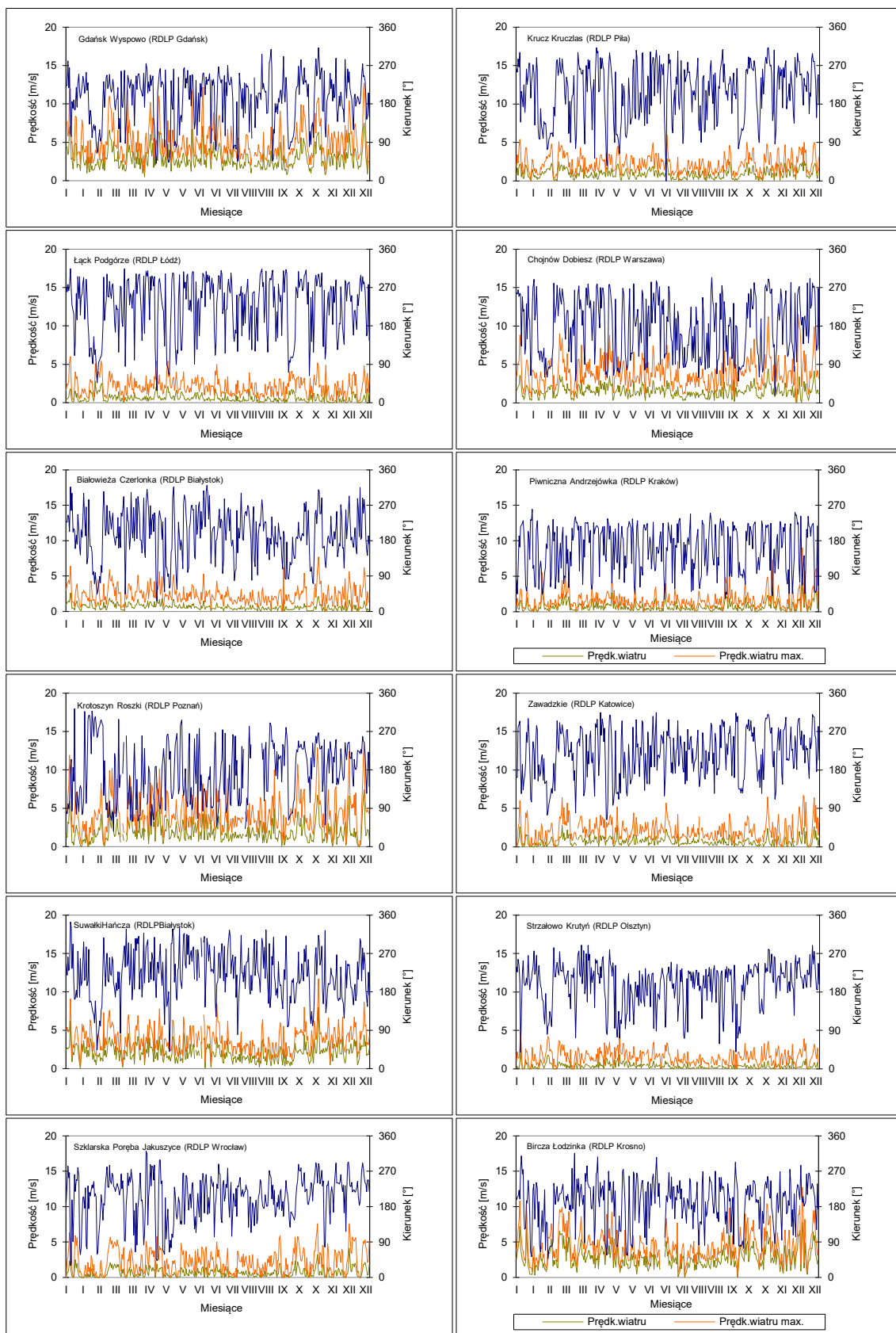
Rysunek 53. Różnica w poziomie uszkodzenia lasów na obszarach Natura 2000 pomiędzy latami 2017 i 2016 na podstawie zmiany defoliacji na stałych powierzchniach obserwacyjnych



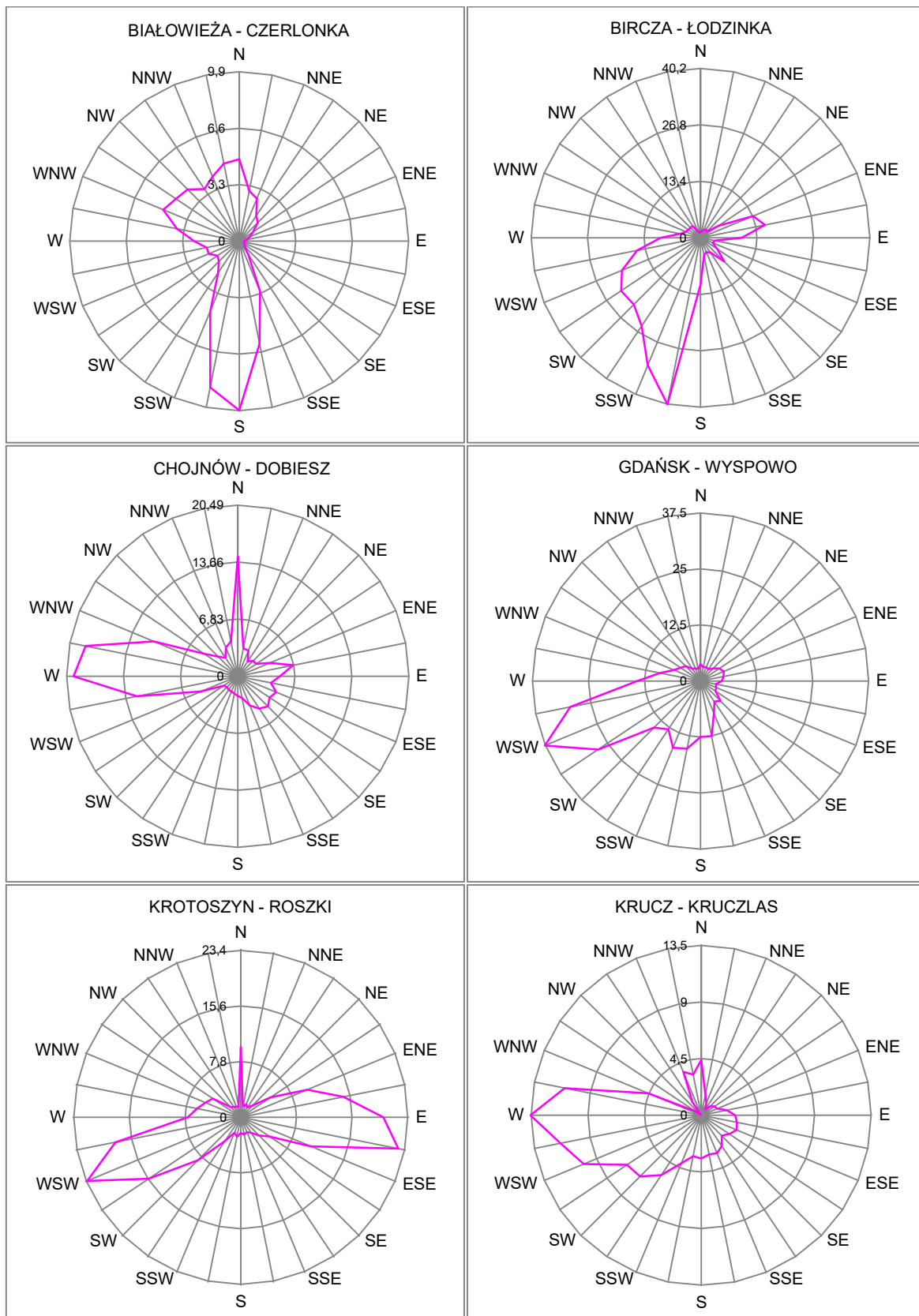
Rysunek 54. Średnie dobowe i ekstremalne temperatury powietrza (na wys. 2 m nad ziemią) oraz dobowe sumy opadów atmosferycznych mierzone na stacjach meteorologicznych monitoringu lasu w 2017 r.



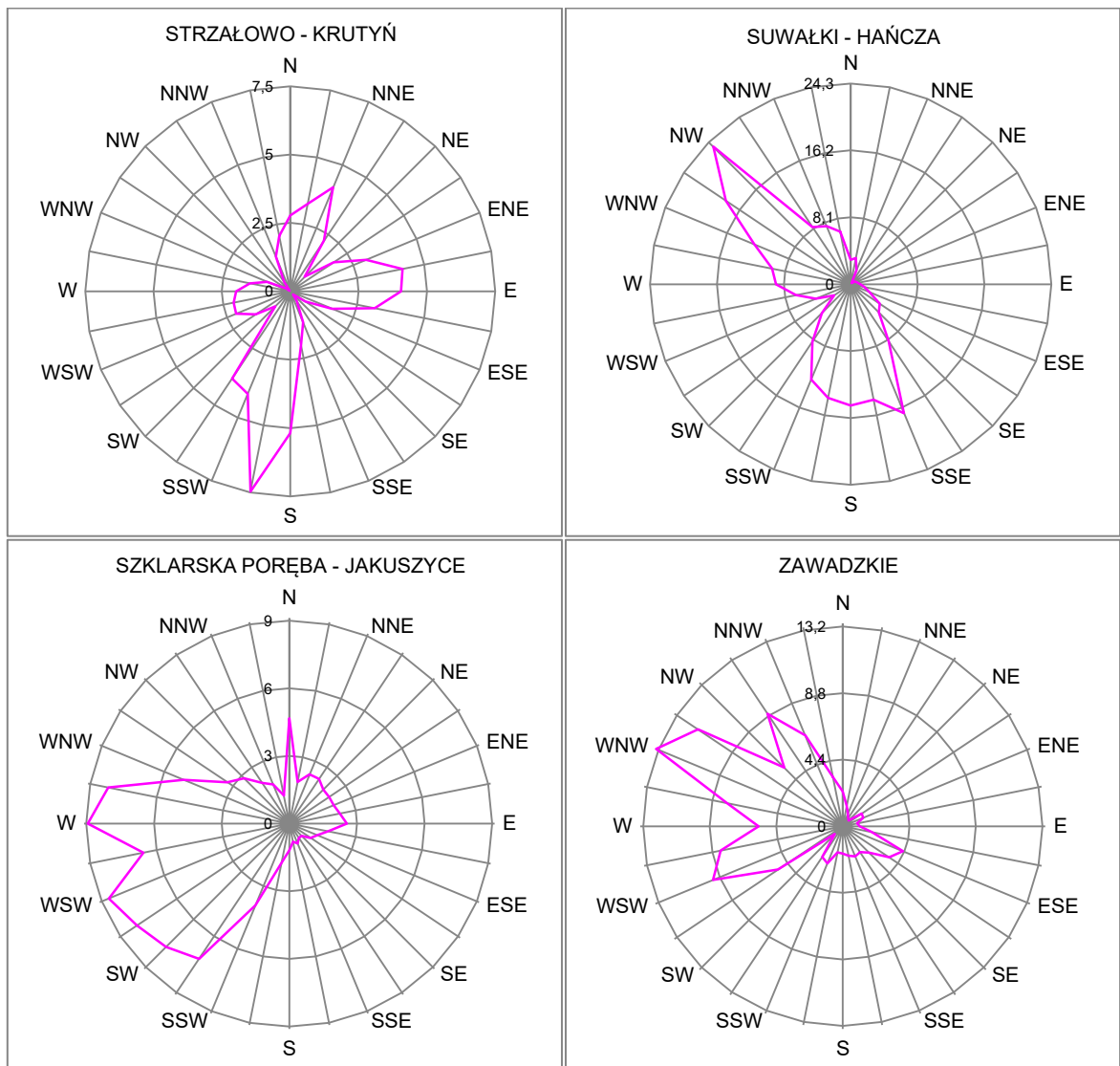
Rysunek 55. Wilgotność względna powietrza na wysokości 2 m nad ziemią oraz całkowite promieniowanie padające, mierzone na stacjach meteorologicznych monitoringu lasu w 2017 r.



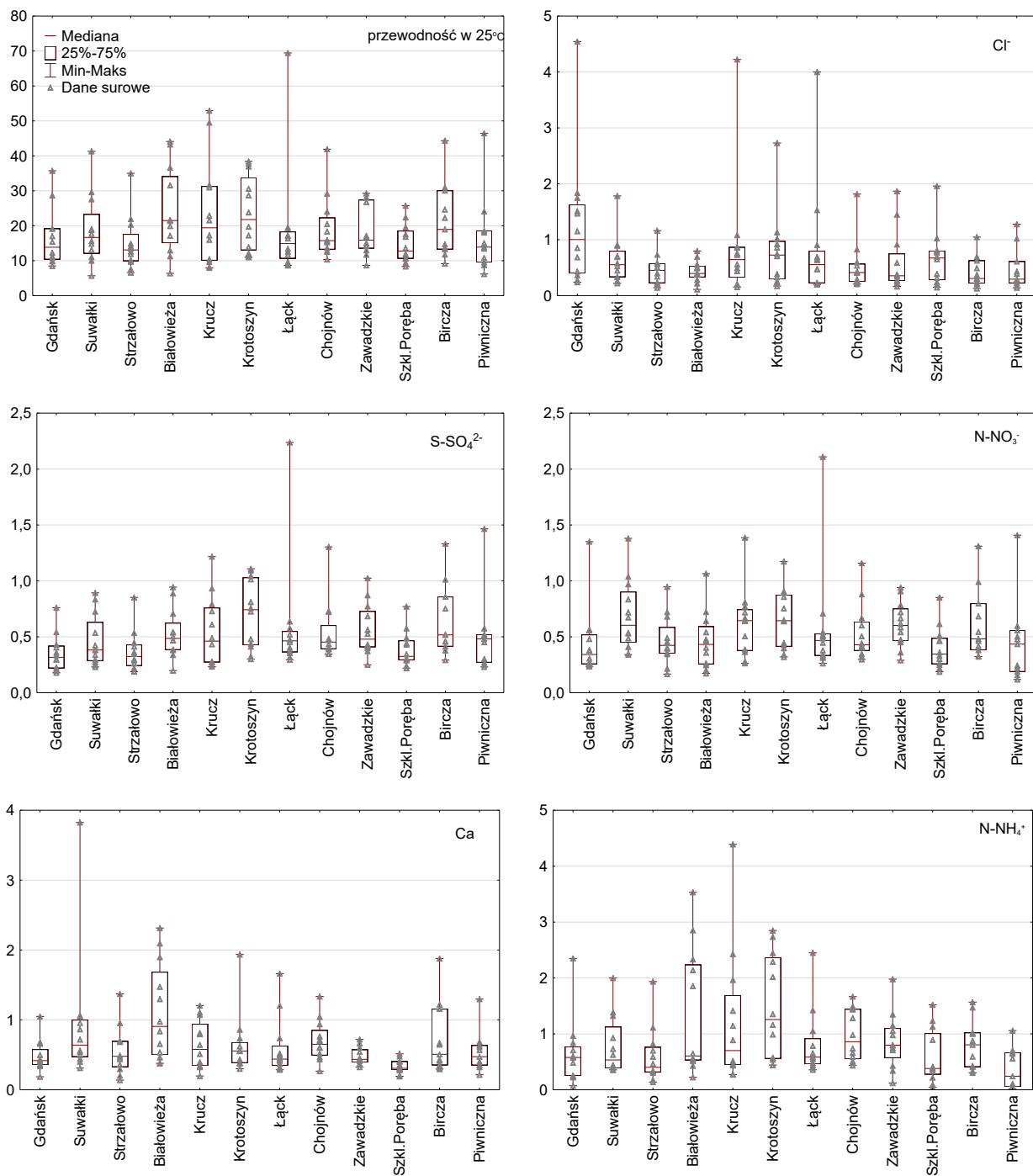
Rysunek 56. Prędkość średnia dobową i maksymalną oraz kierunek wiatru mierzone na stacjach meteorologicznych monitoringu lasu w 2017 r.



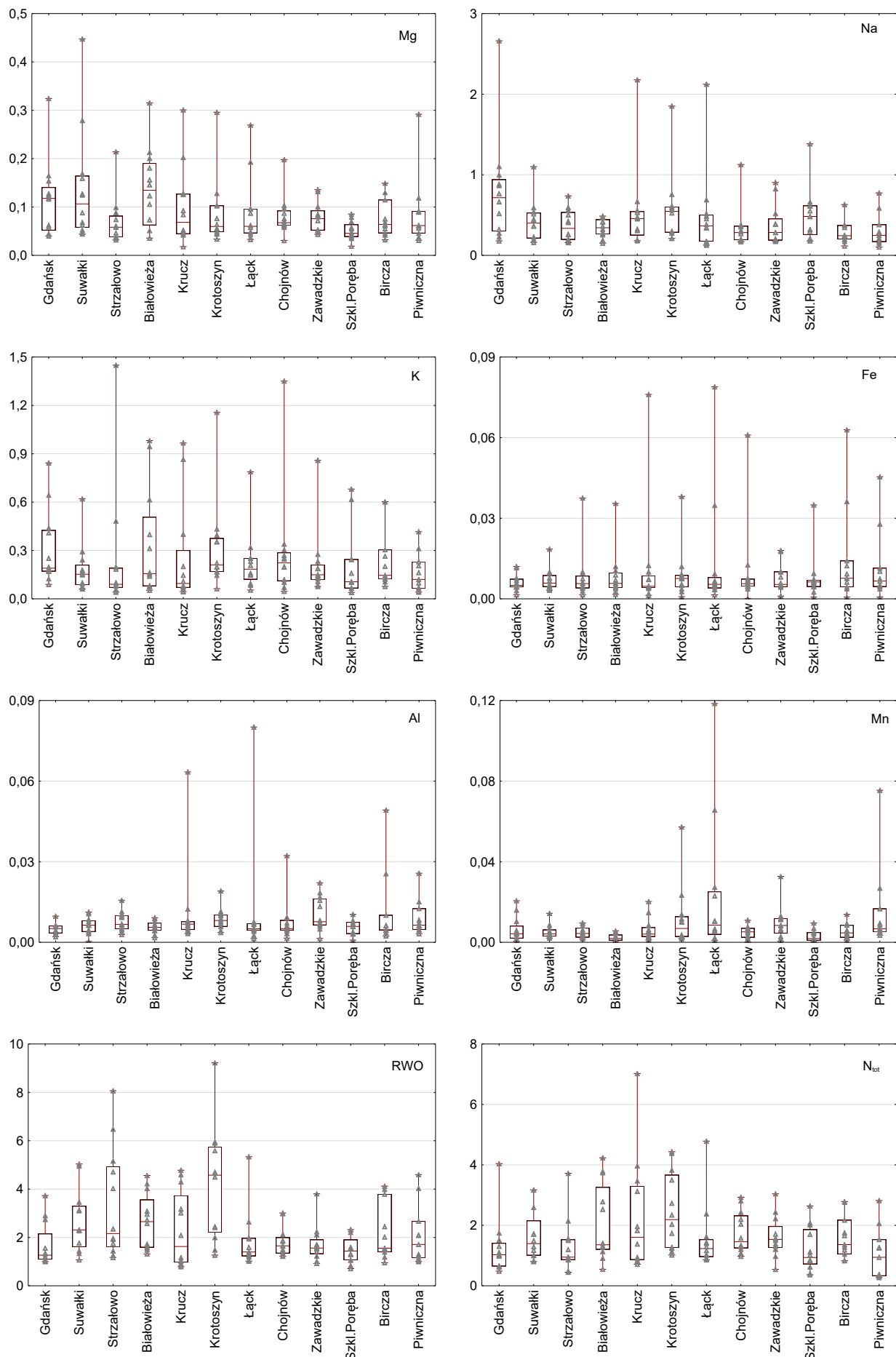
Rysunek 57. Róża wiatrów mierzonych na automatycznych stacjach meteorologicznych MI w roku 2017.



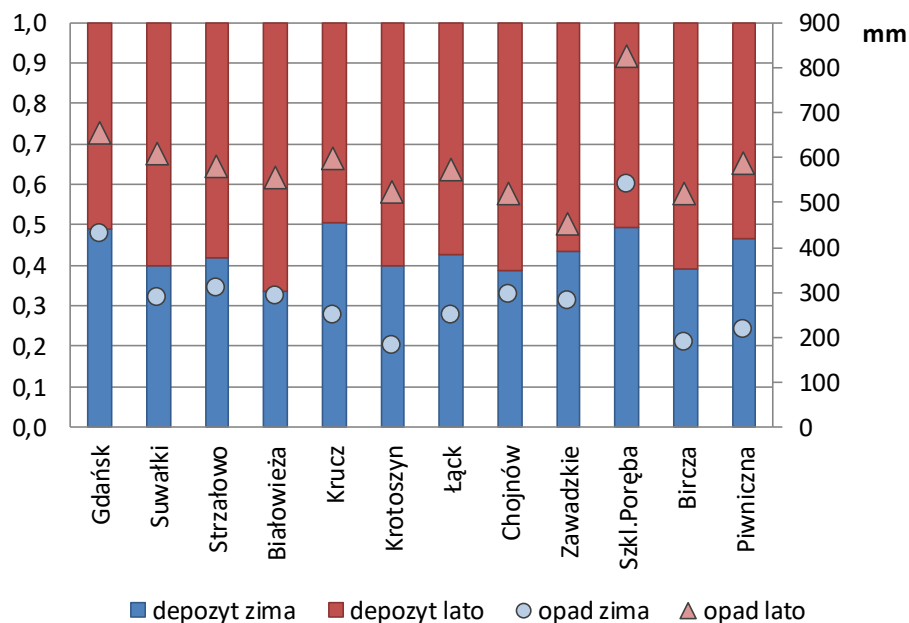
Rysunek 57. cd.



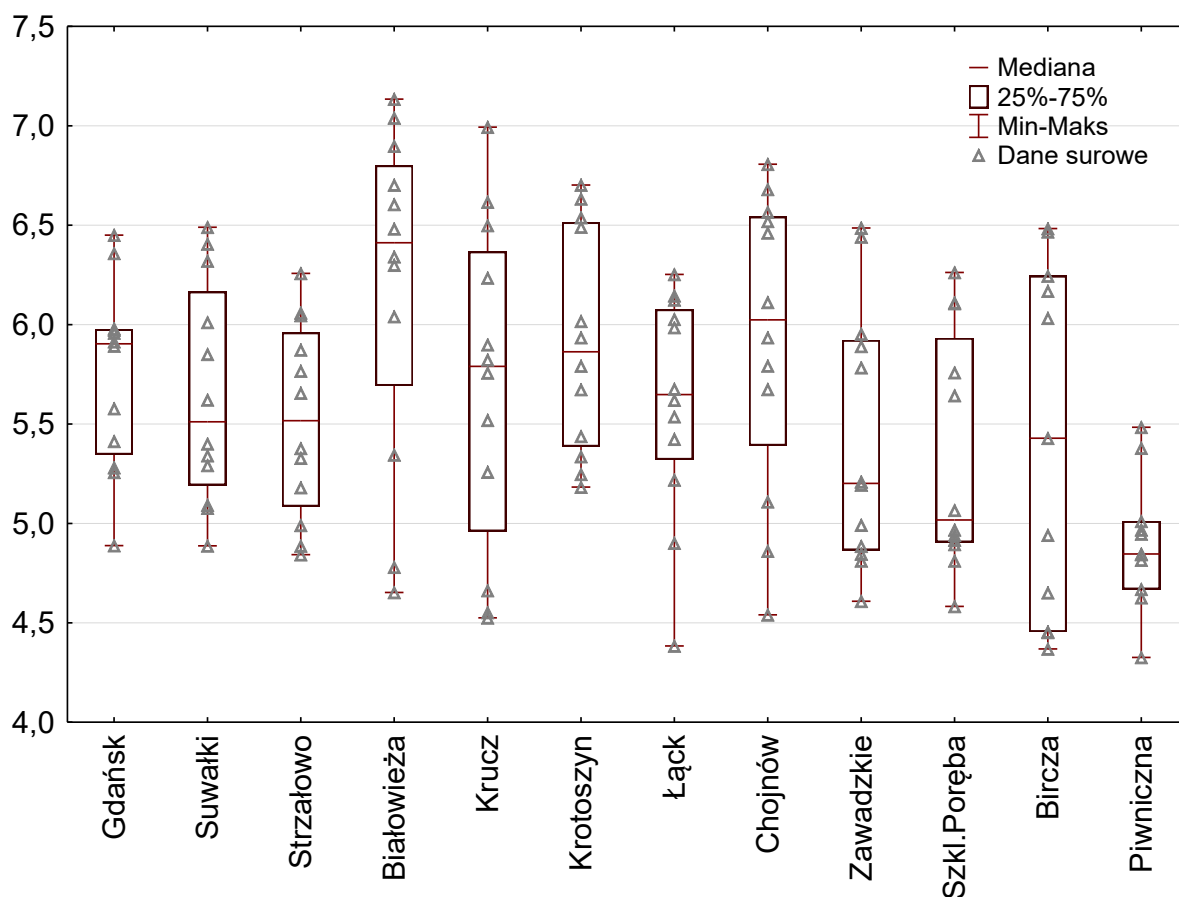
Rysunek 58. Przewodność [$\mu\text{S cm}^{-1}$] i stężenie składników: Cl^- , S-SO_4^{2-} , N-NO_3^- , N-NH_4^+ , Ca, Mg, Na, K, Fe, Al, Mn, rozpuszczonego węgla organicznego RWO i azotu całkowitego Ntot [mg dm^{-3}] w opadach na otwartej przestrzeni na SPO MI w 2017 roku



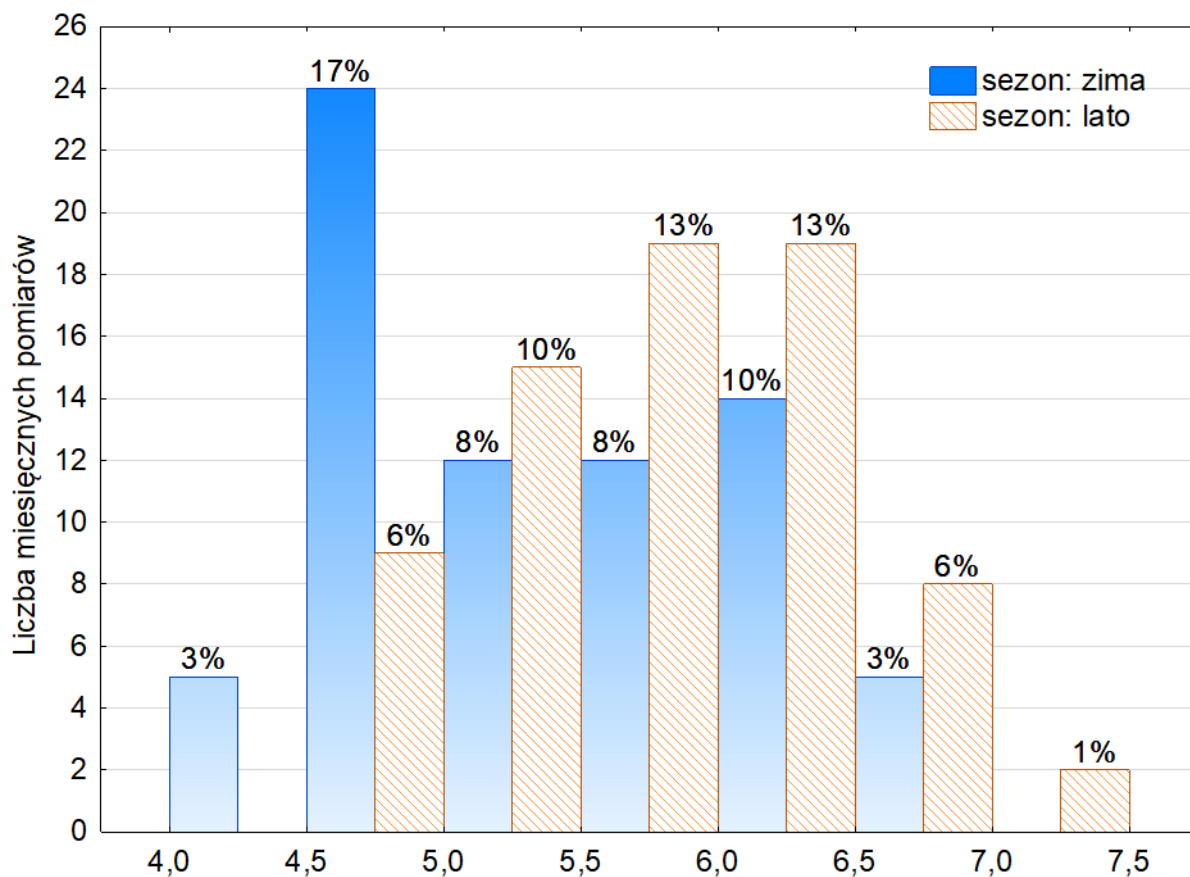
Rysunek 58. cd



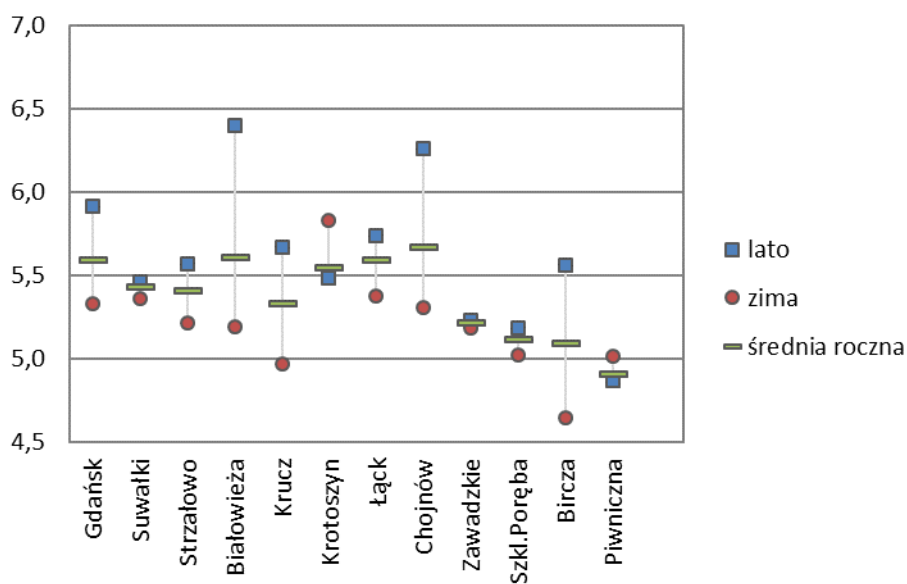
Rysunek 59. Suma opadu bezpośredniego [mm] (prawa oś) oraz udział depozytu w sezonie letnim (V-X) i zimowym (I-IV, XI-XII) na SPO MI w 2017 roku



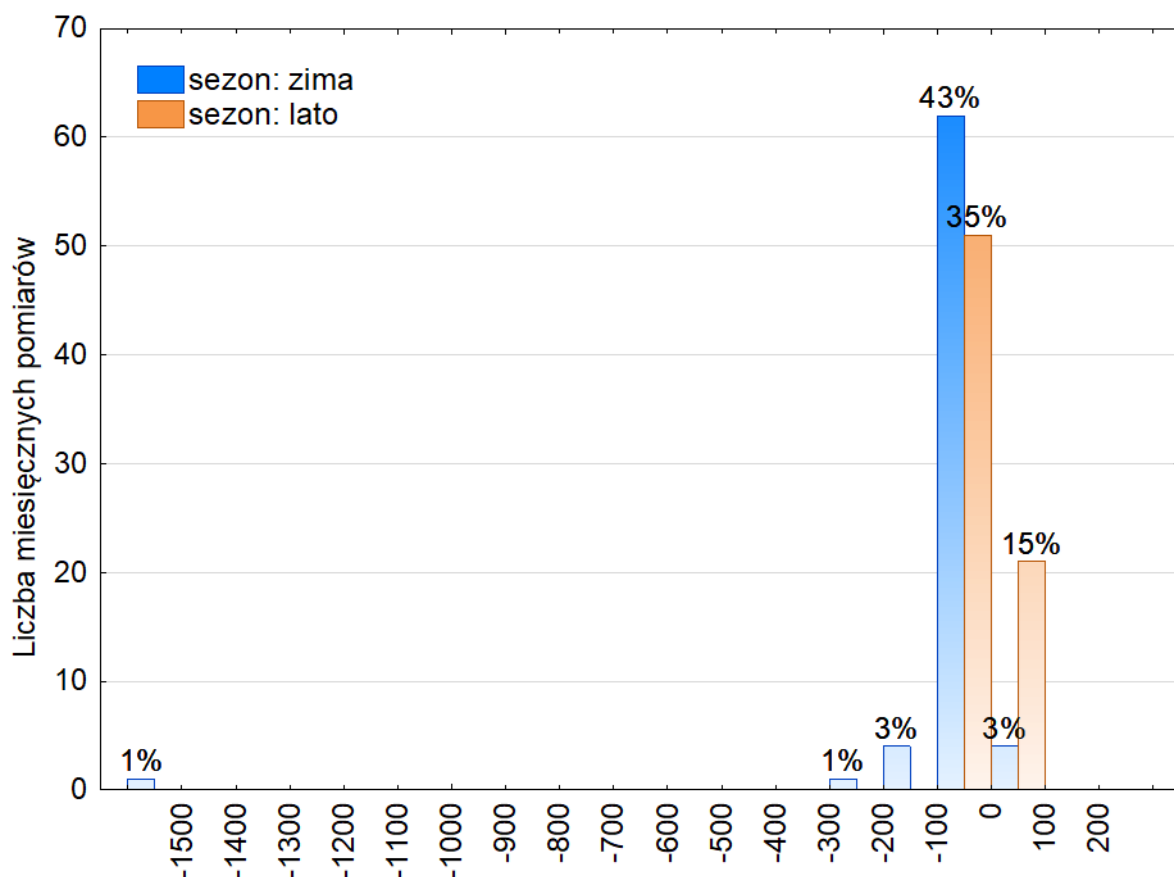
Rysunek 60. pH opadów na otwartej przestrzeni na SPO MI w 2017 roku



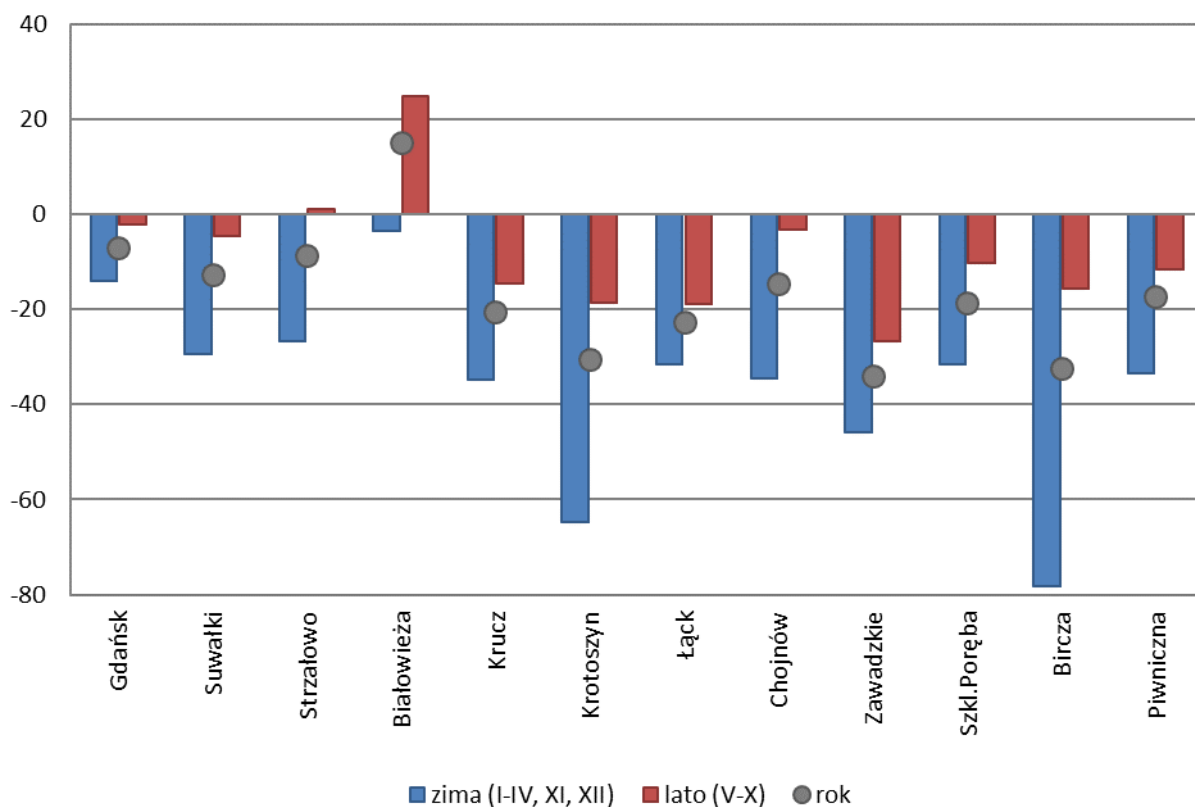
Rysunek 61. Histogram pH opadów na otwartej przestrzeni na SPO MI w sezonie letnim (maj-październik) i zimowym (styczeń-kwiecień, listopad-grudzień) w 2017 roku



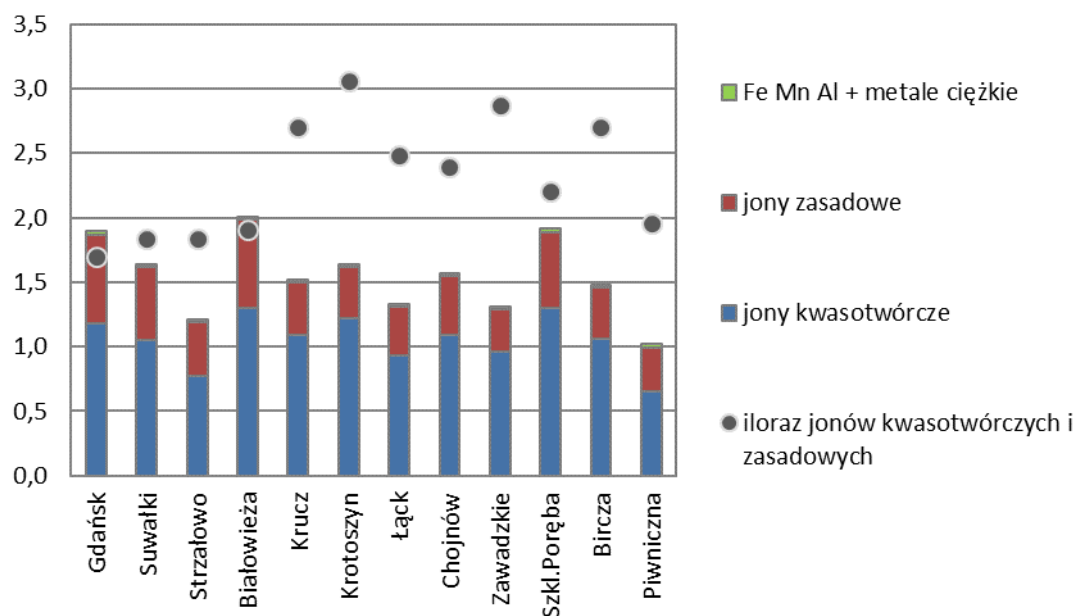
Rysunek 62. Średnie pH roczne, sezonu letniego (V-X) i zimowego (I-IV i XI-XII) na SPO MI w 2017 roku w opadach na otwartej przestrzeni



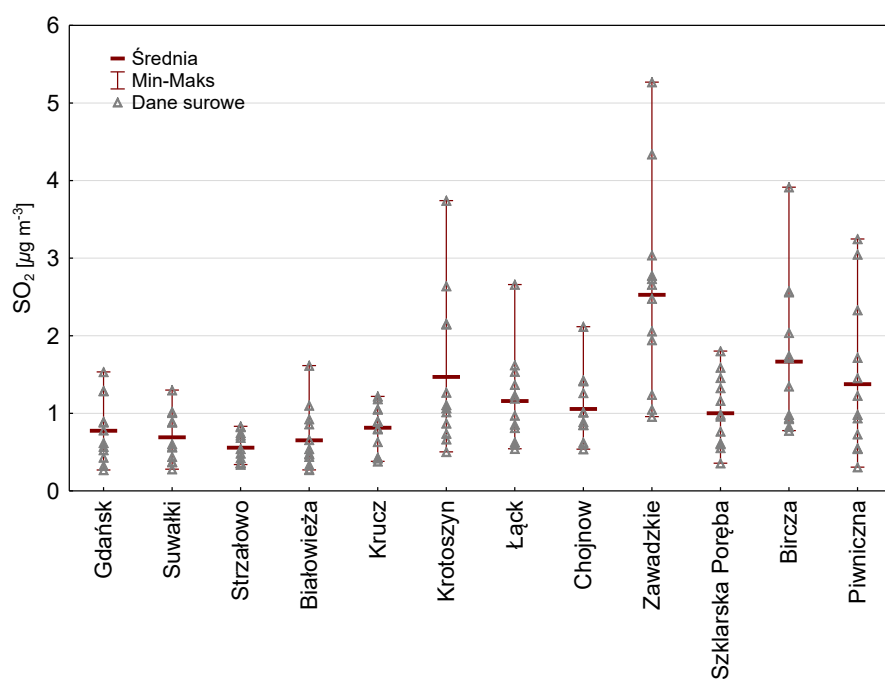
Rysunek 63. Histogram ANC [$\mu\text{eq dm}^{-3}$] w opadach na otwartej przestrzeni w sezonie letnim (maj-październik) i zimowym (styczeń-kwiecień, listopad-grudzień) w 2017 roku



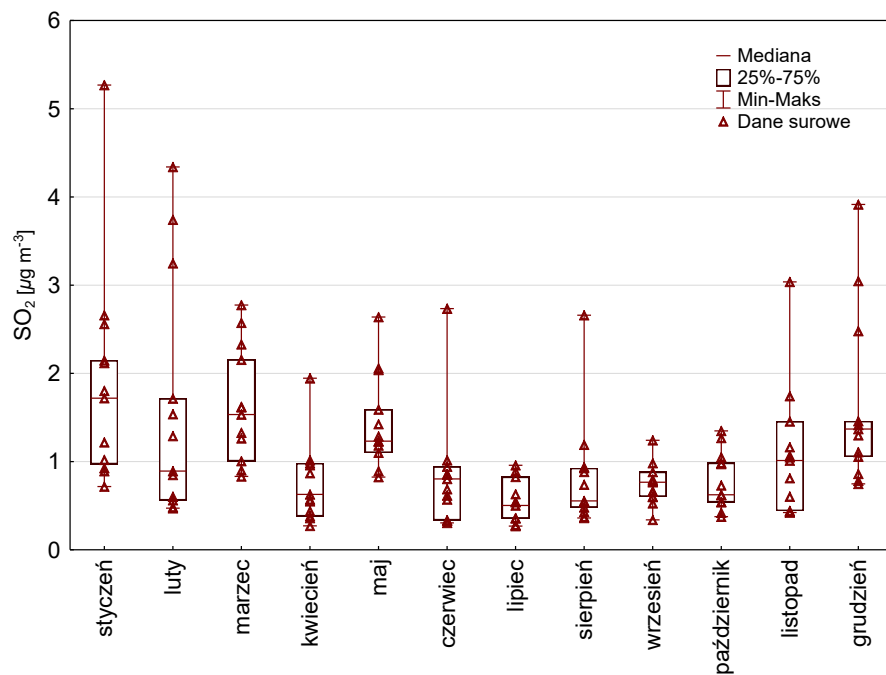
Rysunek 64. Pojemność zobojętniania kwasów (ANC) [$\mu\text{eq dm}^{-3}$] w opadach na otwartej przestrzeni na SPO MI średnio od stycznia do grudnia, średnio w okresie zimowym (miesiące I-IV i XI-XII) i letnim (V-X) w 2017 roku



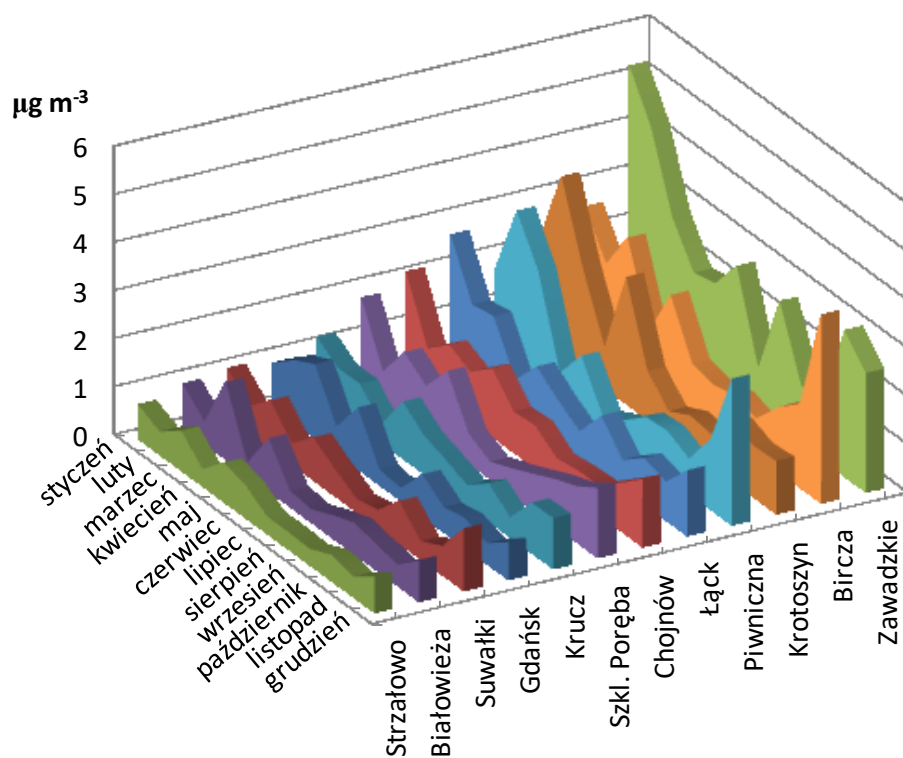
Rysunek 65. Ładunek jonów $[\text{kmol}_c \text{ ha}^{-1}]$ oraz stosunek depozytu jonów kwasotwórczych do zasadowych w opadach na otwartej przestrzeni na SPO MI w 2017 roku



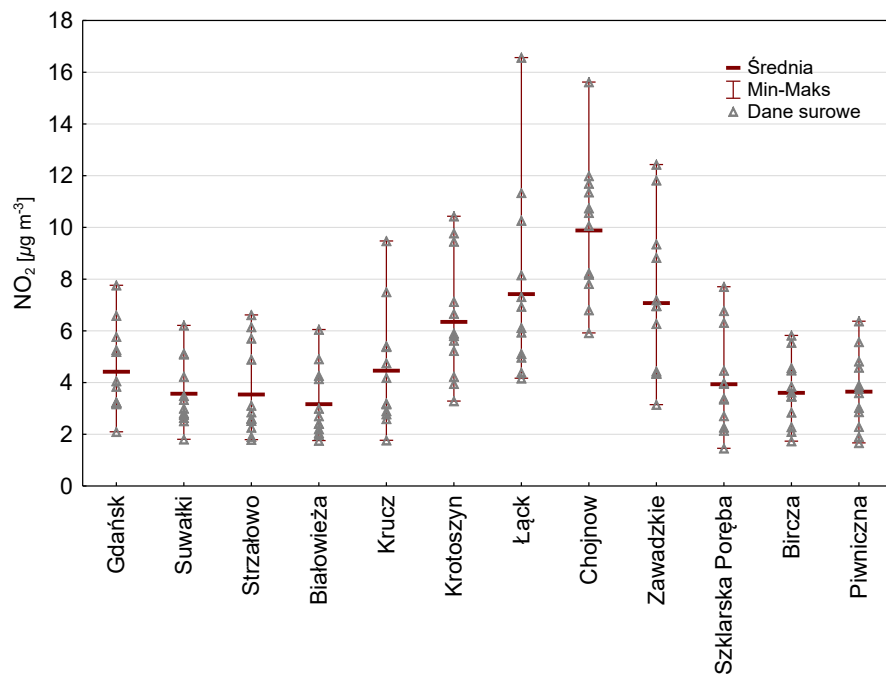
Rysunek 66. Stężenie dwutlenku siarki w powietrzu na SPO MI. Słupki błędów przedstawiają minima i maksima wartości stężenia z poszczególnych miesięcy roku 2017



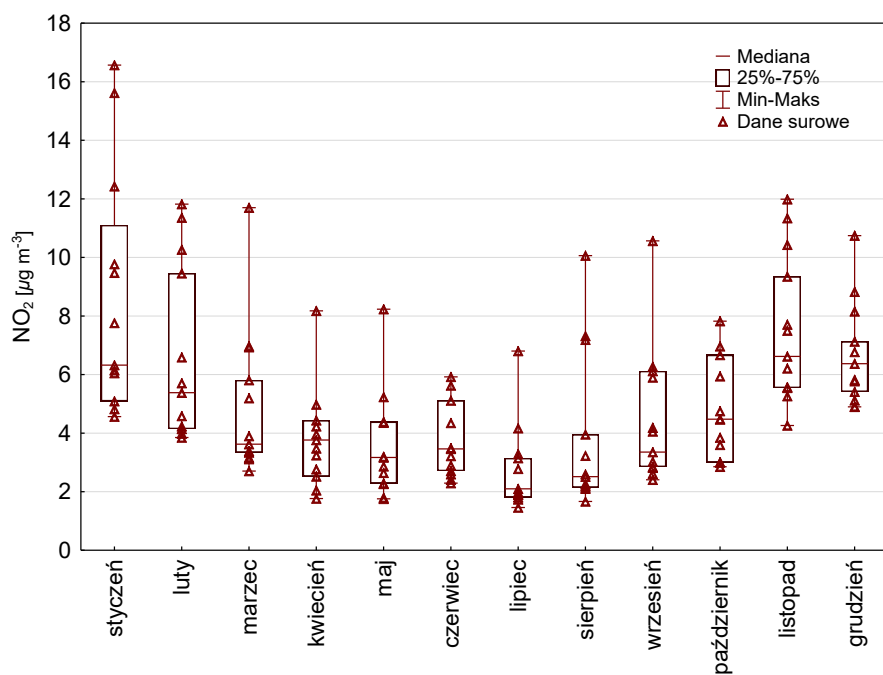
Rysunek 67. Mediana, zakres kwantylowy oraz rozstęp stężenia SO_2 na SPO MI dla poszczególnych miesięcy 2017 roku



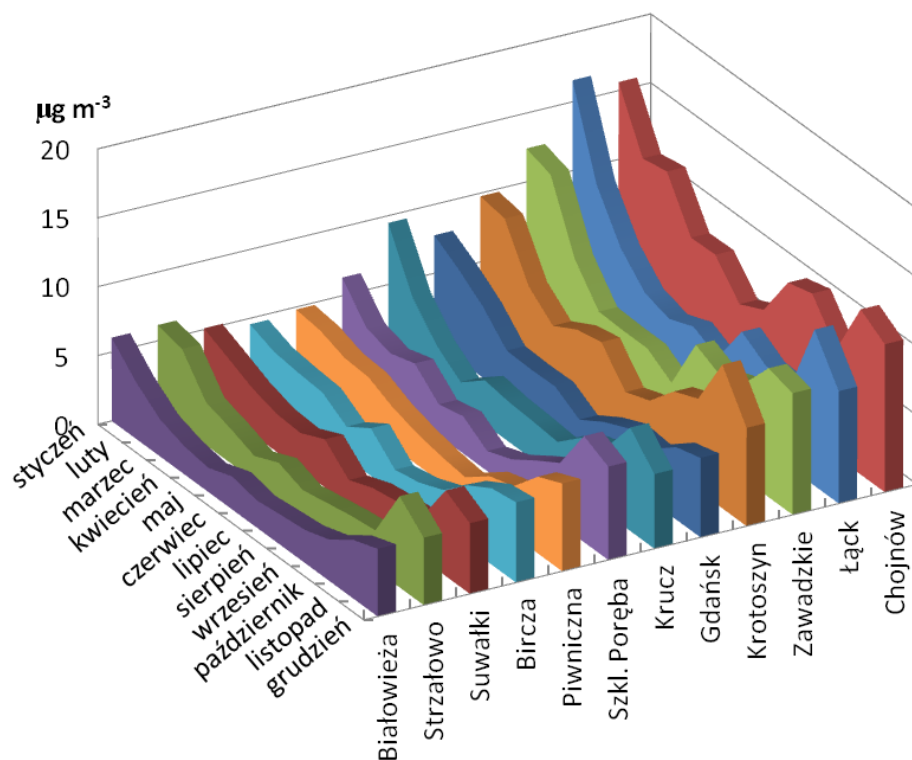
Rysunek 68. Roczny przebieg stężenia SO_2 w powietrzu na powierzchniach SPO MI w 2017 roku



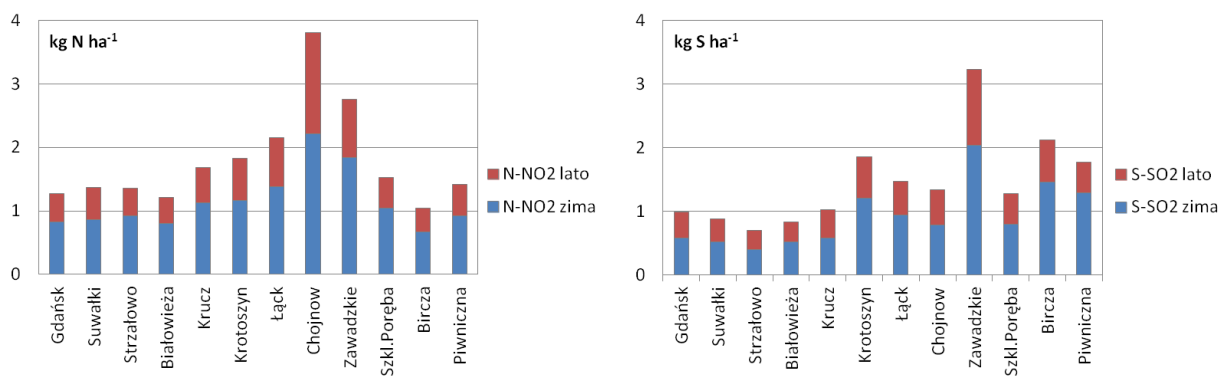
Rysunek 69. Stężenie dwutlenku azotu w powietrzu na SPO MI. Słupki błędów przedstawiają minima i maksima wartości stężenia z poszczególnych miesięcy roku 2017



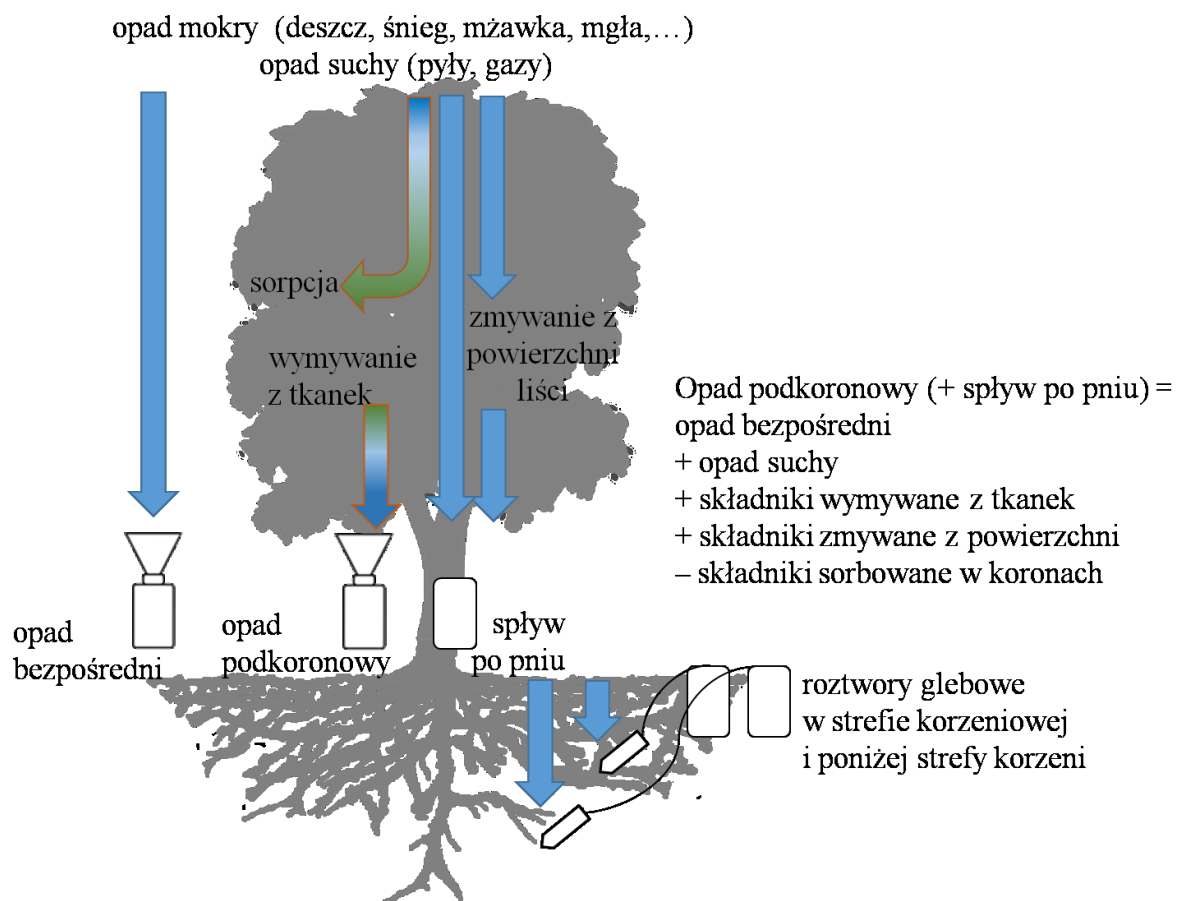
Rysunek 70. Mediana, zakres kwantylowy oraz rozstęp stężenia NO_2 na SPO MI w poszczególnych miesiącach 2017 roku



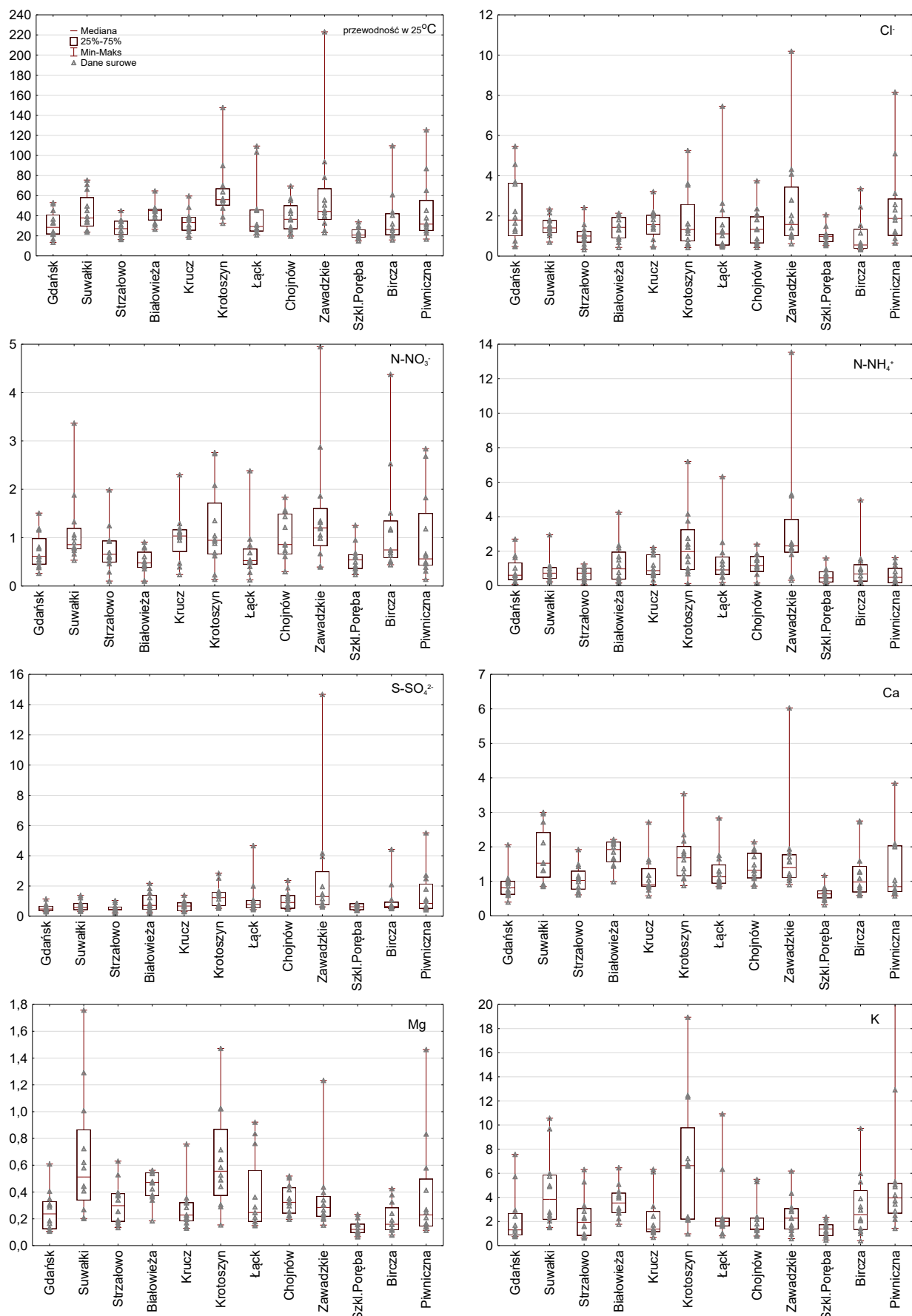
Rysunek 71. Roczny przebieg stężenia NO_2 w powietrzu na powierzchniach SPO MI w 2017 roku



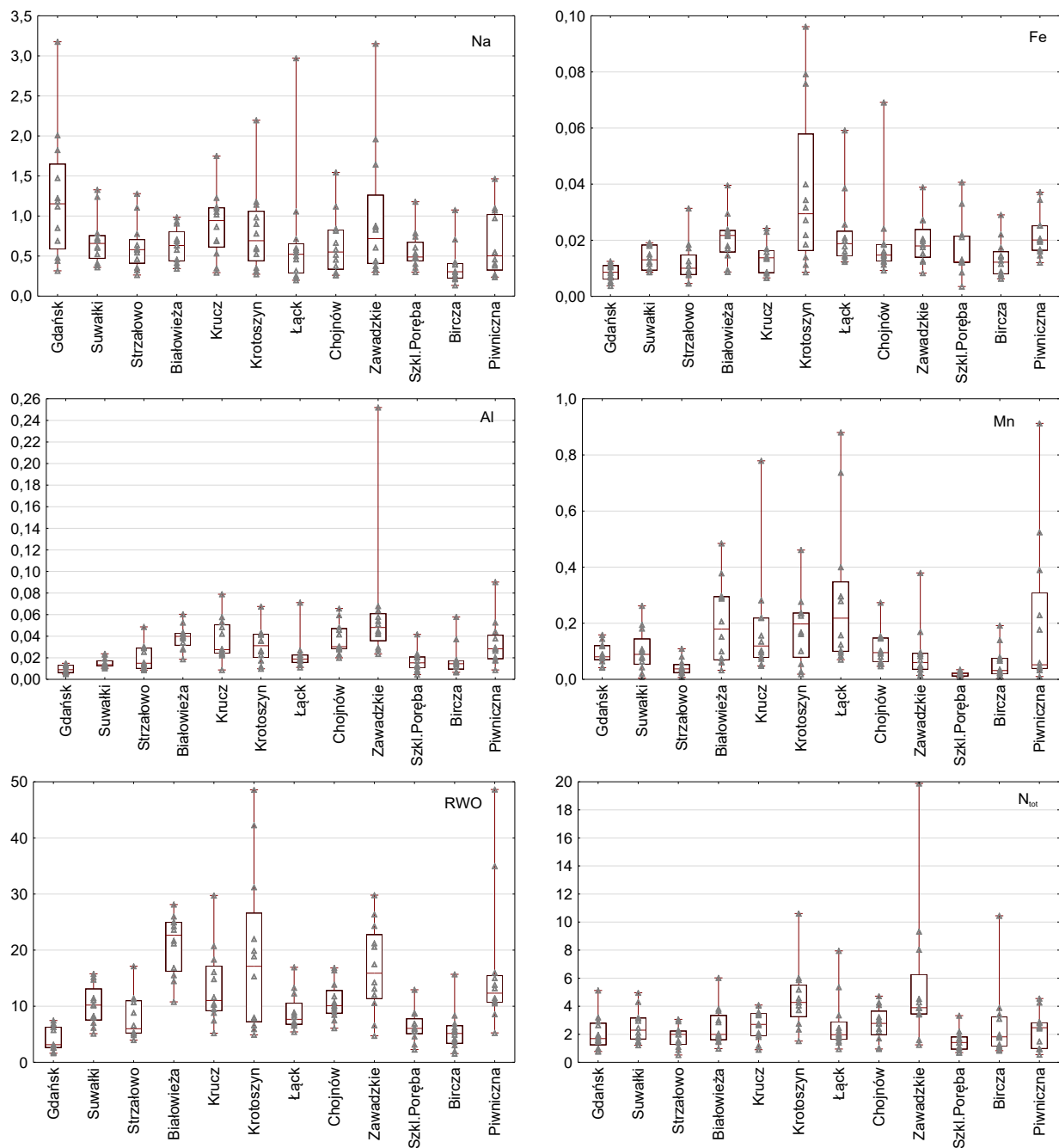
Rysunek 72. Szacunkowy roczny depozyt azotu w formie NO_2 i siarki w formie SO_2 na powierzchniach monitoringu intensywnego w 2017 roku



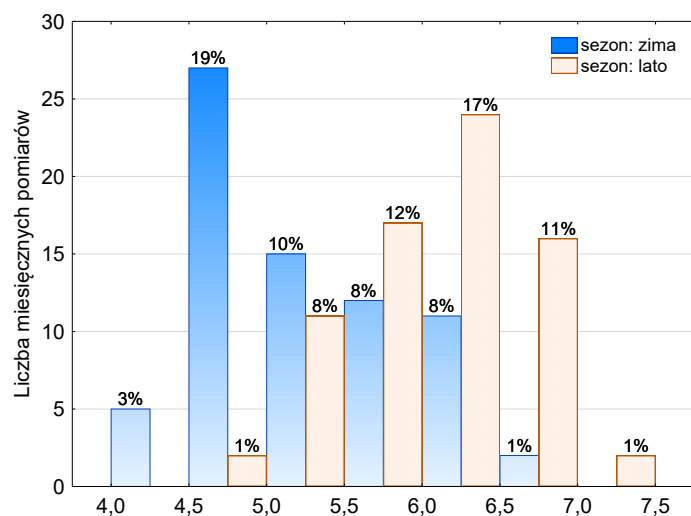
Rysunek 73. Schemat koncepcyjny badań depozytu i przepływu składników w środowisku leśnym na SPO MI



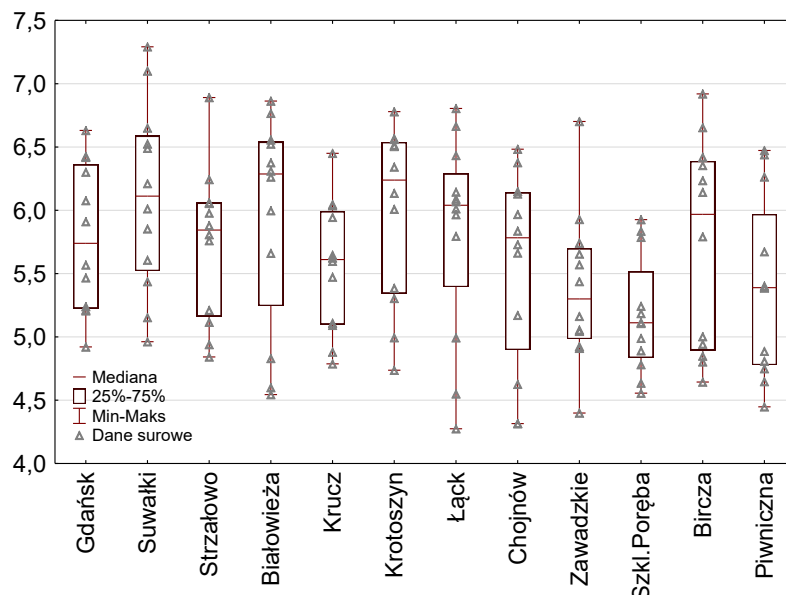
Rysunek 74. Przewodność [$\mu\text{S cm}^{-1}$] i stężenie głównych składników [mg dm^{-3}] w opadach podkoronowych na SPO MI w 2017 roku. RWO – rozpuszczony węgiel organiczny, N_{tot} – azot całkowity



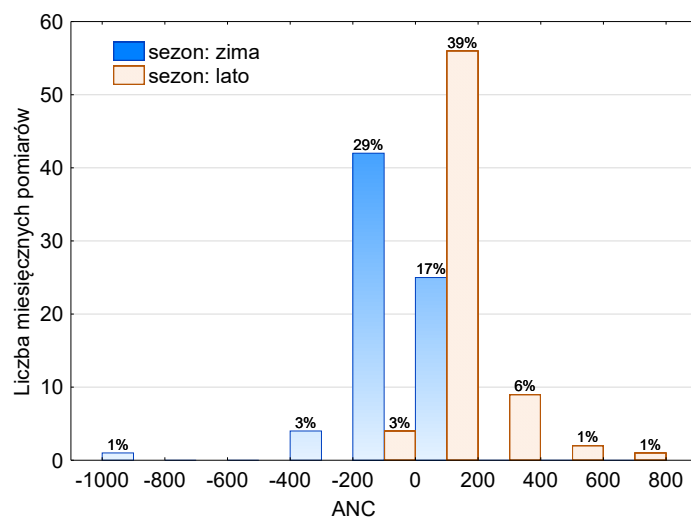
Rysunek 74. cd.



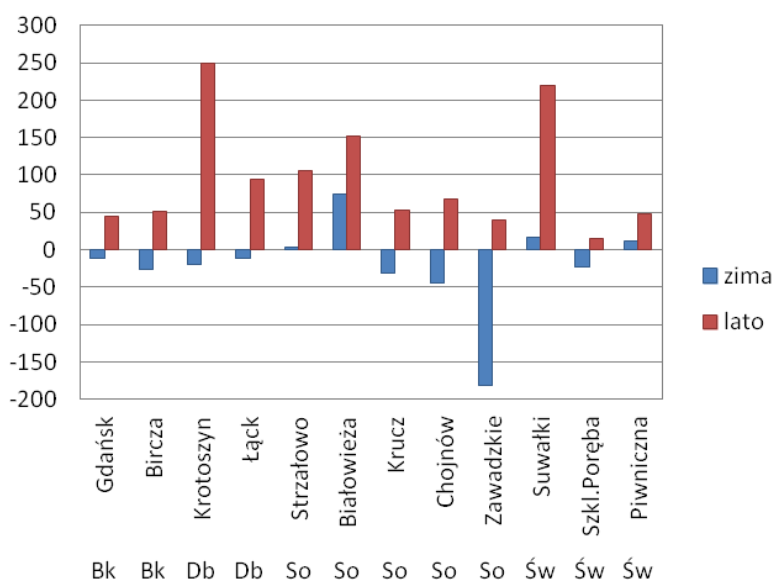
Rysunek 75. Histogram pH opadów podkoronowych na SPO MI w okresie letnim oraz zimowym 2017 roku



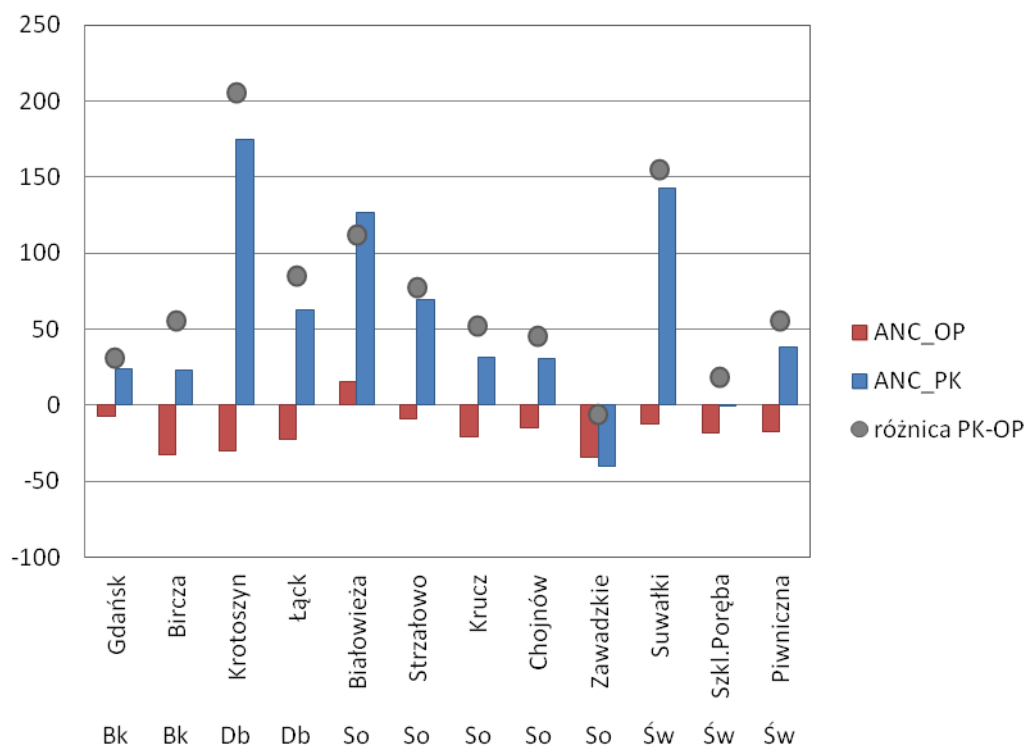
Rysunek 76. pH opadów podkoronowych na SPO MI w 2017 roku



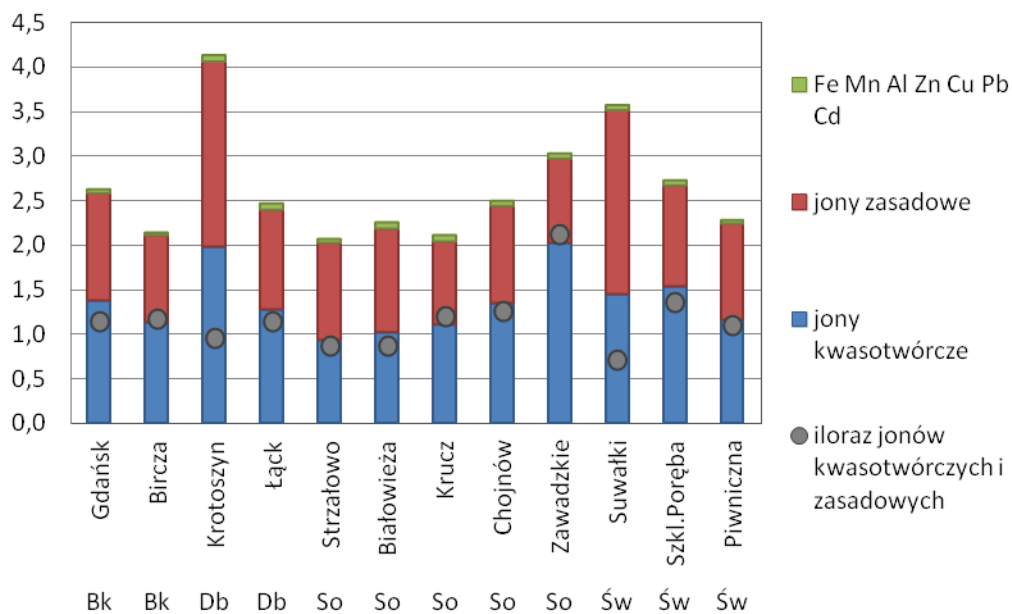
Rysunek 77. Histogram pojemności zobojętniania kwasów ANC [$\mu\text{eq dm}^{-3}$] w opadach podkoronowych na SPO MI w sezonie zimowym oraz letnim 2017 roku



Rysunek 78. Pojemność zobojętniania kwasów (ANC) [$\mu\text{eq} \cdot \text{dm}^{-3}$] w opadach podkoronowych na SPO MI w 2017 roku. Średnie dla okresu zimowego (miesiące I-IV, XI i XII) i letniego (V-X)

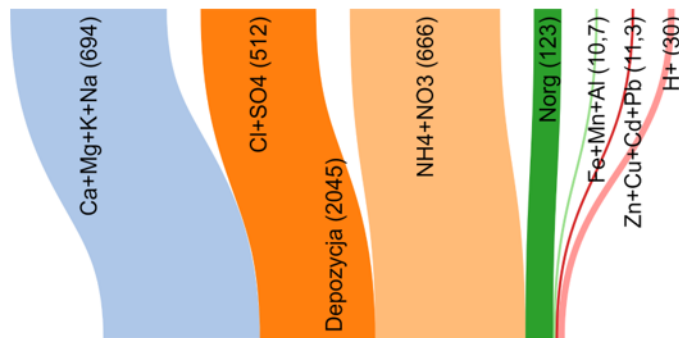


Rysunek 79. Średnia roczna pojemność zobojętniania kwasów (ANC [$\mu\text{eq dm}^{-3}$]) w opadach na otwartej przestrzeni (OP) i podkoronowych (PK) na SPO MI w 2017 roku

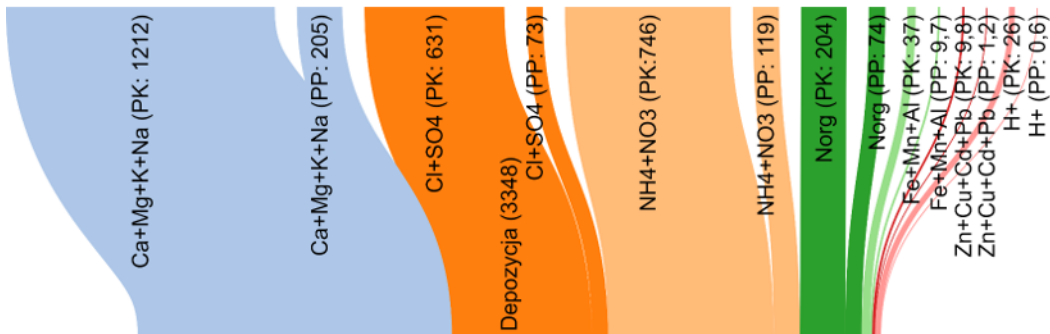


Rysunek 80. Ładunek jonów [$\text{kmol}_e \text{ ha}^{-1}$] oraz stosunek depozytu jonów kwasotwórczych do zasadowych w opadach podkoronowych na SPO MI w 2017 roku

Gdańsk (buk)



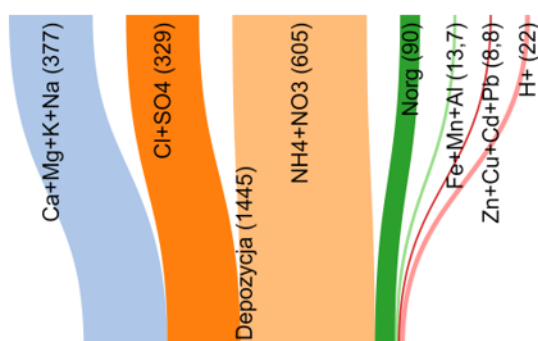
Opady atmosferyczne (OP)



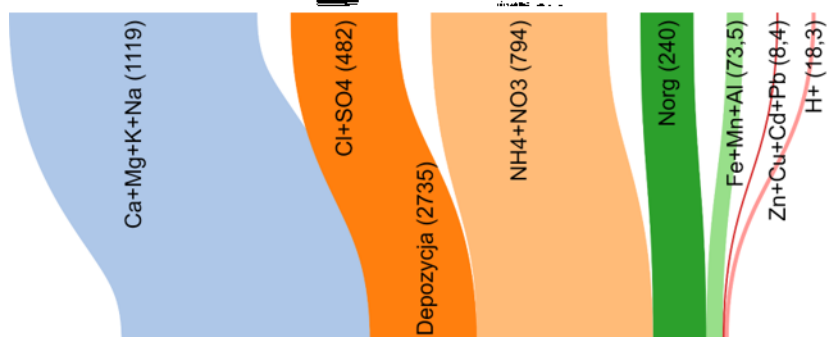
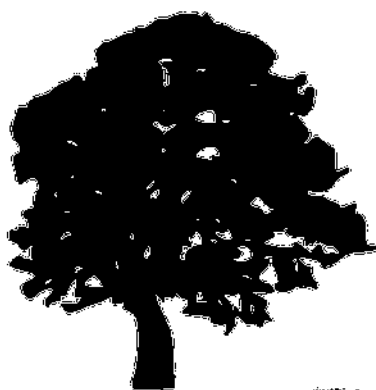
Opady podkoronowe (PK) + spływ po pniu (PP)

Rysunek 81. Przepływ jonów z opadami atmosferycznymi i podkoronowym (i po pniu w drzewostanie bukowym) w mol_c ha⁻¹ w 2017 roku na wybranych SPO MI: w drzewostanie bukowym w Nadleśnictwie Gdańsk, dębowym w Nadleśnictwie Łąck, sosnowym w Nadleśnictwie Chojnów i świerkowym w Nadleśnictwie Suwałki

Łąck (dąb)



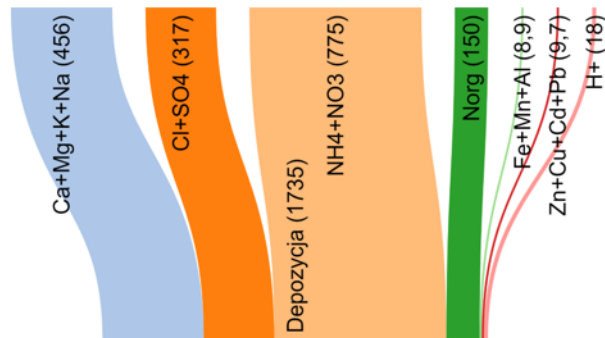
Opady atmosferyczne (OP)



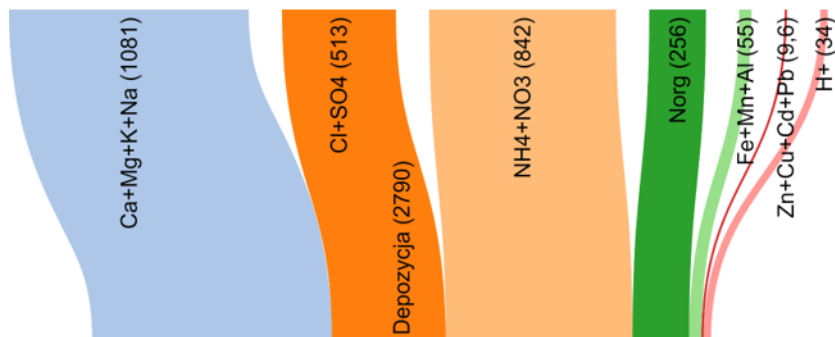
Opady podkoronowe (PK)

Rysunek 81. cd.

Chojnów (sosna)



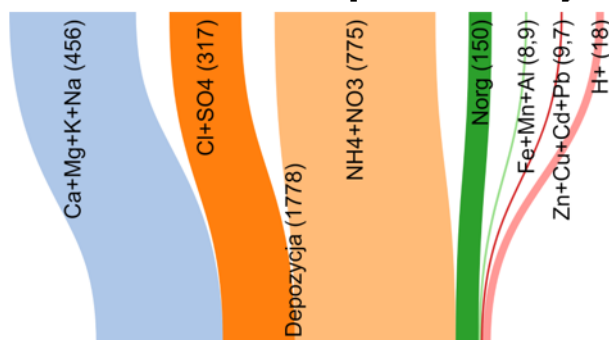
Opady atmosferyczne (OP)



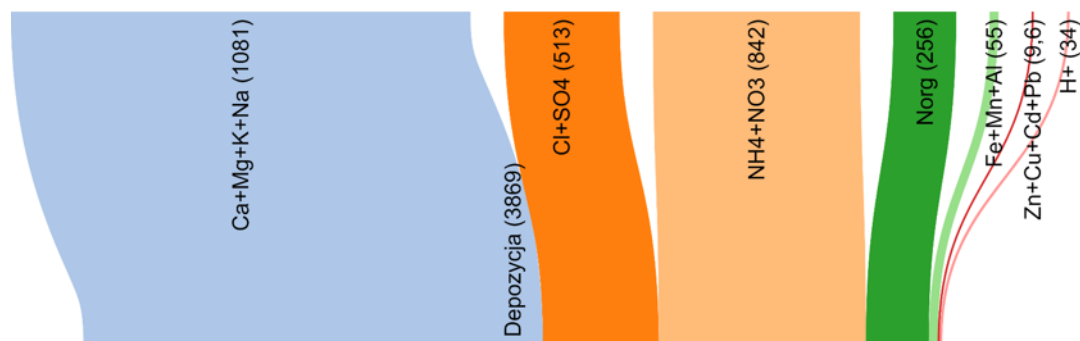
Opady podkoronowe (PK)

Rysunek 81. cd.

Suwałki (świerk)

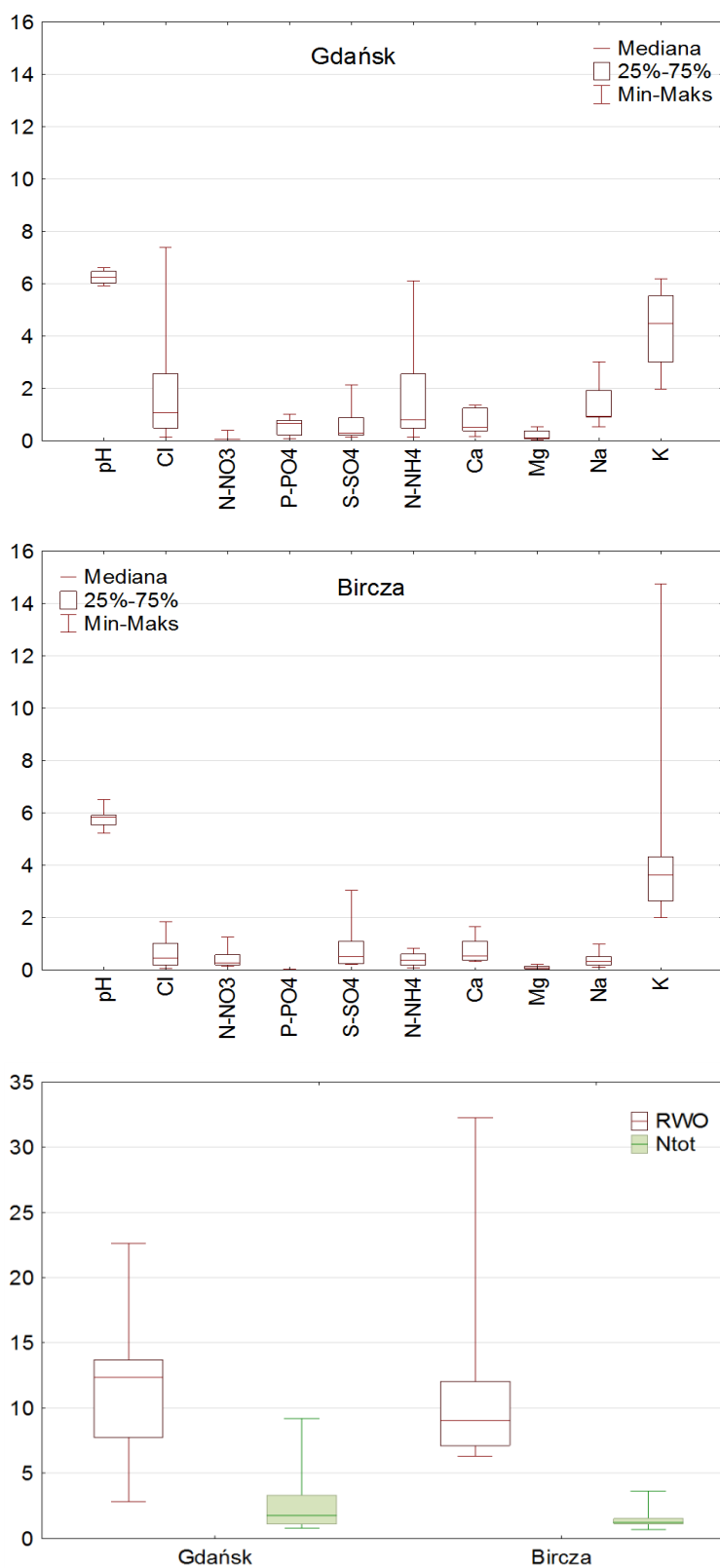


Opady atmosferyczne (OP)

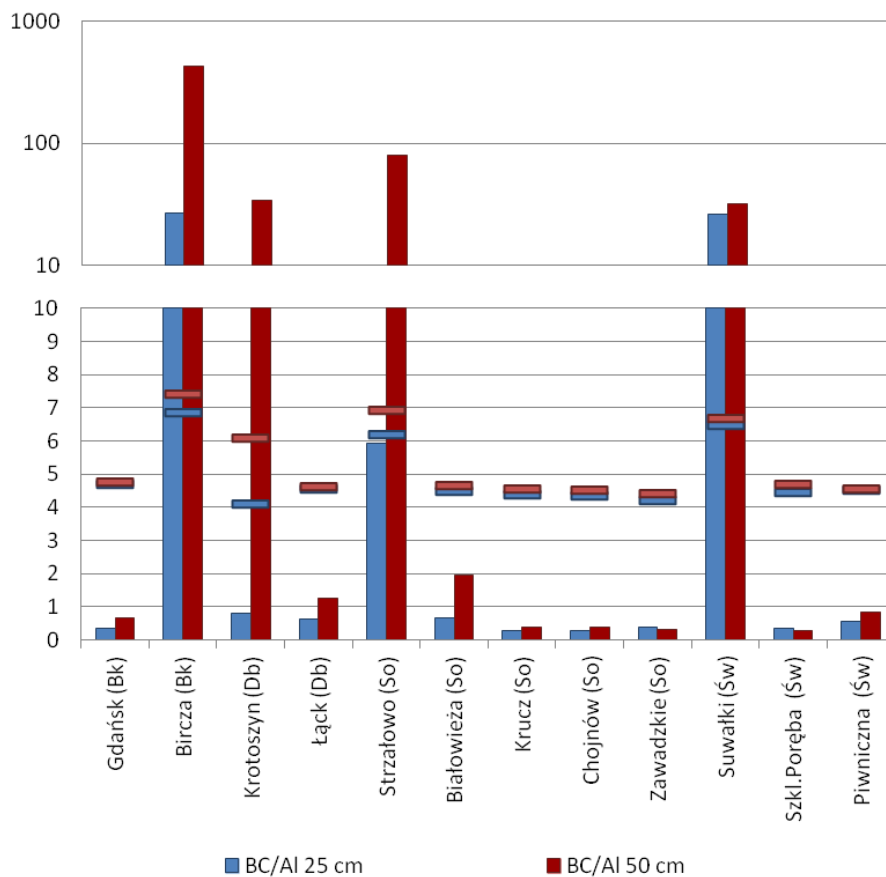


Opady podkoronowe (PK)

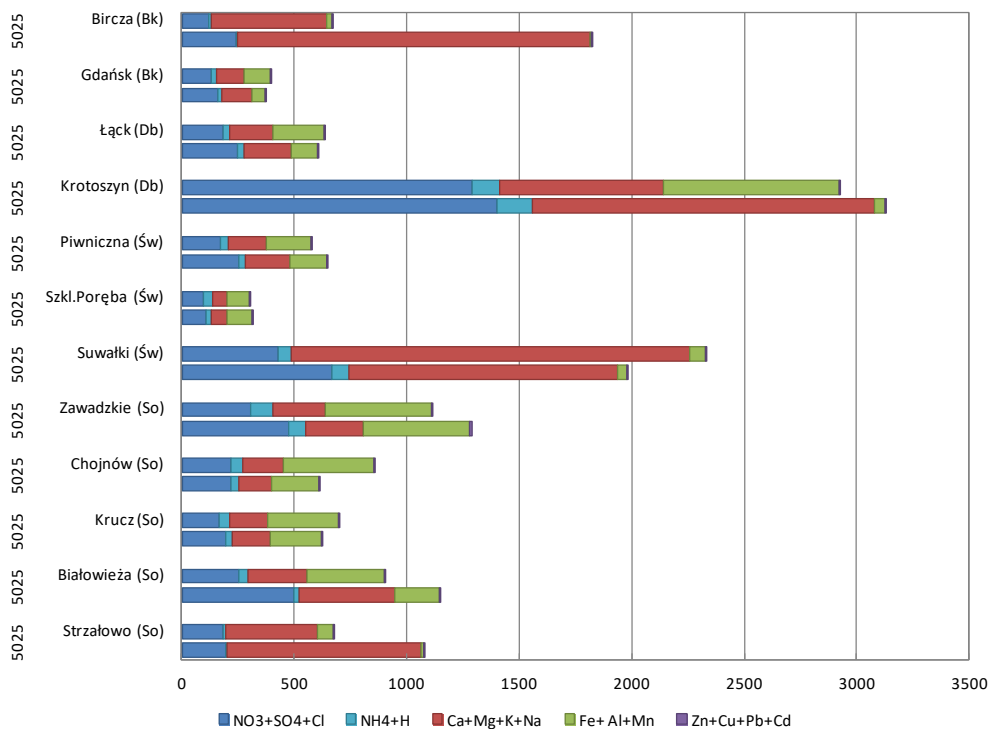
Rysunek 81. cd.



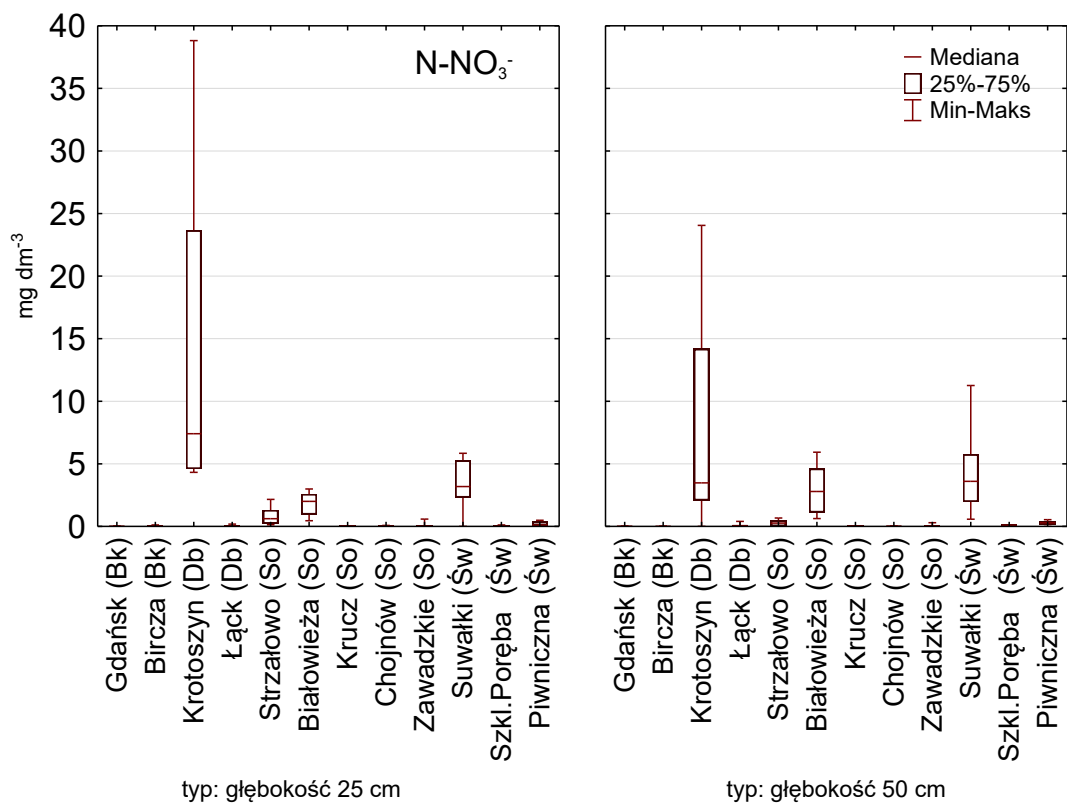
Rysunek 82. Stężenie głównych składników w mg dm^{-3} oraz pH w wodach spływających po pniach drzew w 2017 roku. Poziomą linią zaznaczono medianę, wąsami – zakres wartości miesięcznych oraz ramką – zakres kwartyłowy



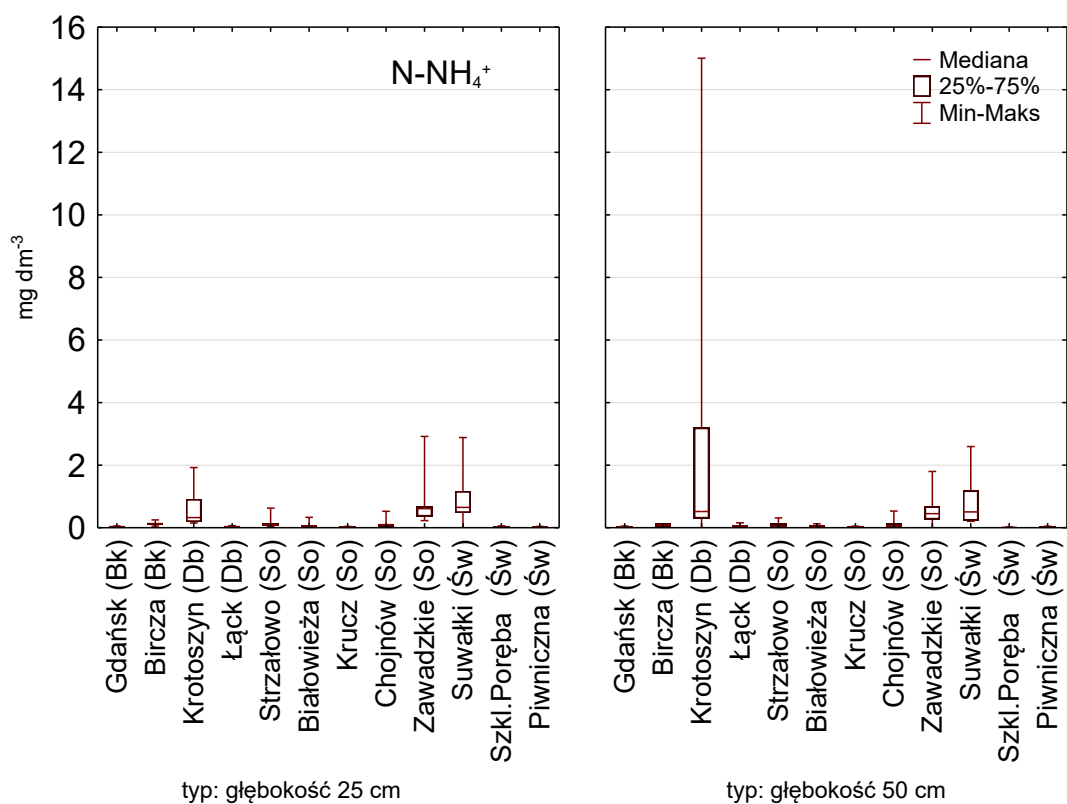
Rysunek 83. Stosunek molowy kationów zasadowych do glinu (BC/Al) w roztworach glebowych na SPO MI w 2017 r. Poziomymi kreskami zaznaczono średnią roczną wartość pH na głębokości 25 cm (kolor niebieski) i 50 cm (kolor czerwony)



Rysunek 84. 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 2017 roku



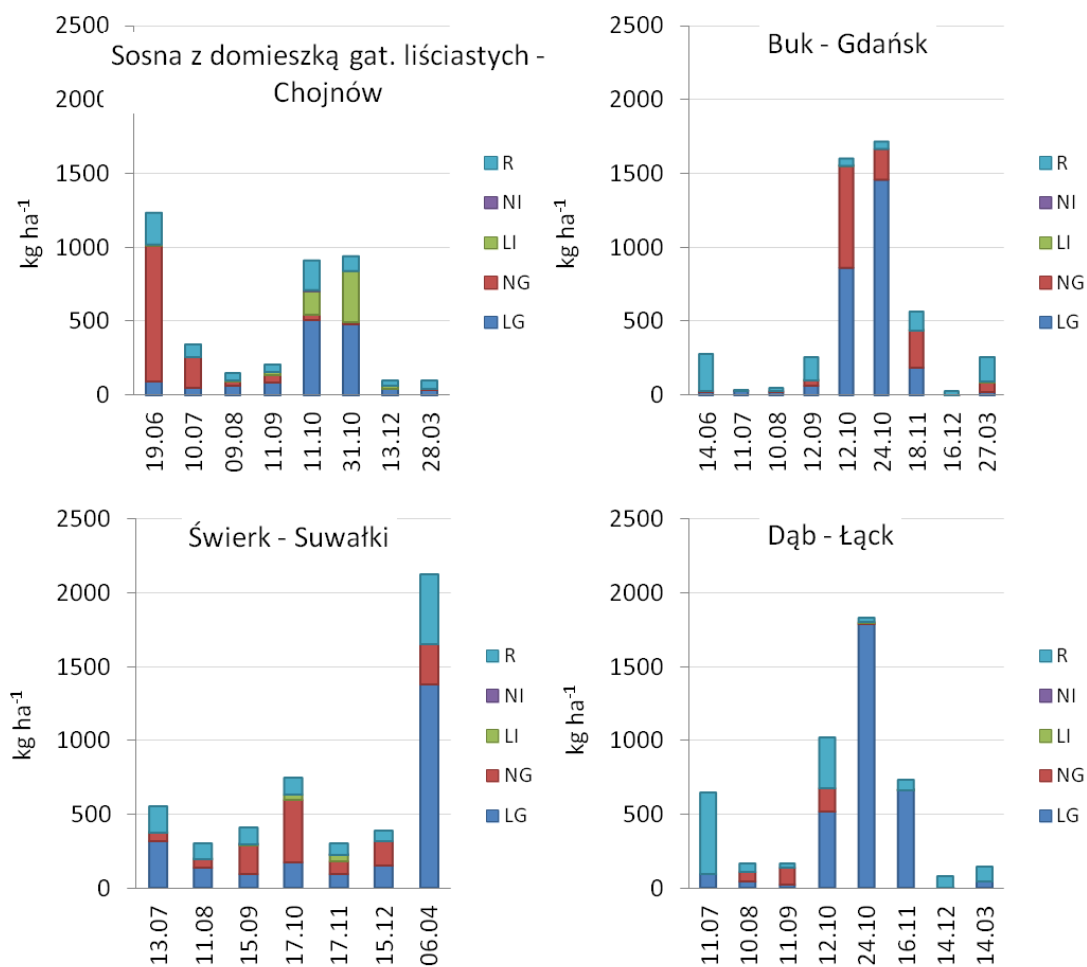
Rysunek 85. Stężenia azotanów (V) w roztworach glebowych na głębokości 25 cm i 50 cm na SPO MI w 2017 roku



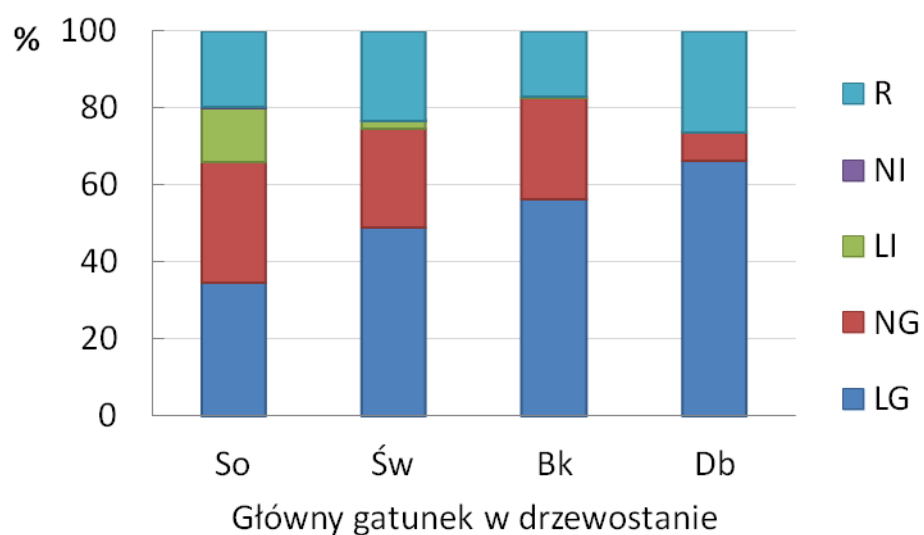
Rysunek 86. Stężenia jonów amonowych [mg N dm⁻³] w roztworach glebowych na głębokości 25 cm i 50 cm na SPO MI w 2017 roku



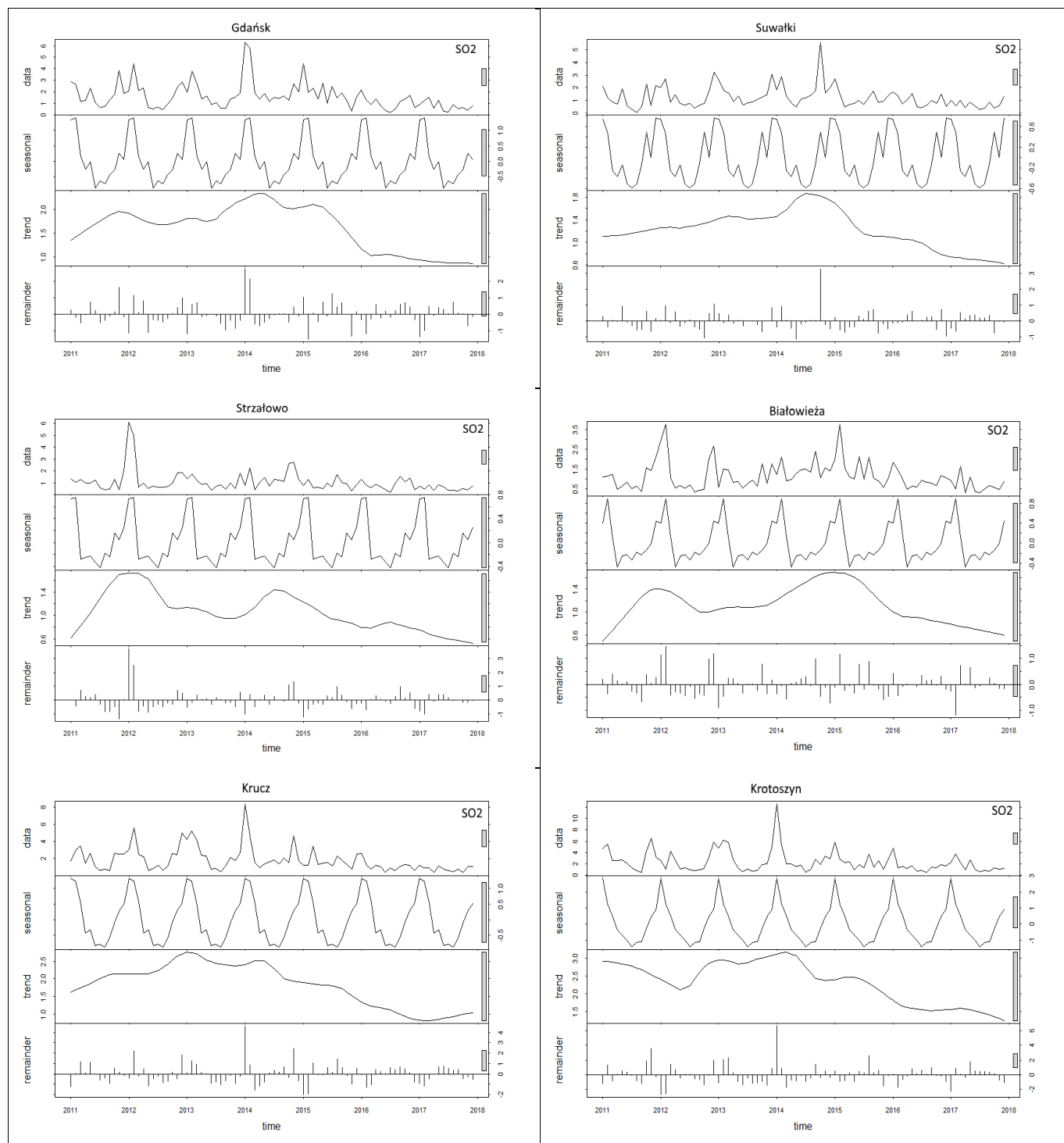
Rysunek 87. Kolektory opadu ściółki w drzewostanie sosnowym z domieszką gatunków liściastych w Nadleśnictwie Chojnow



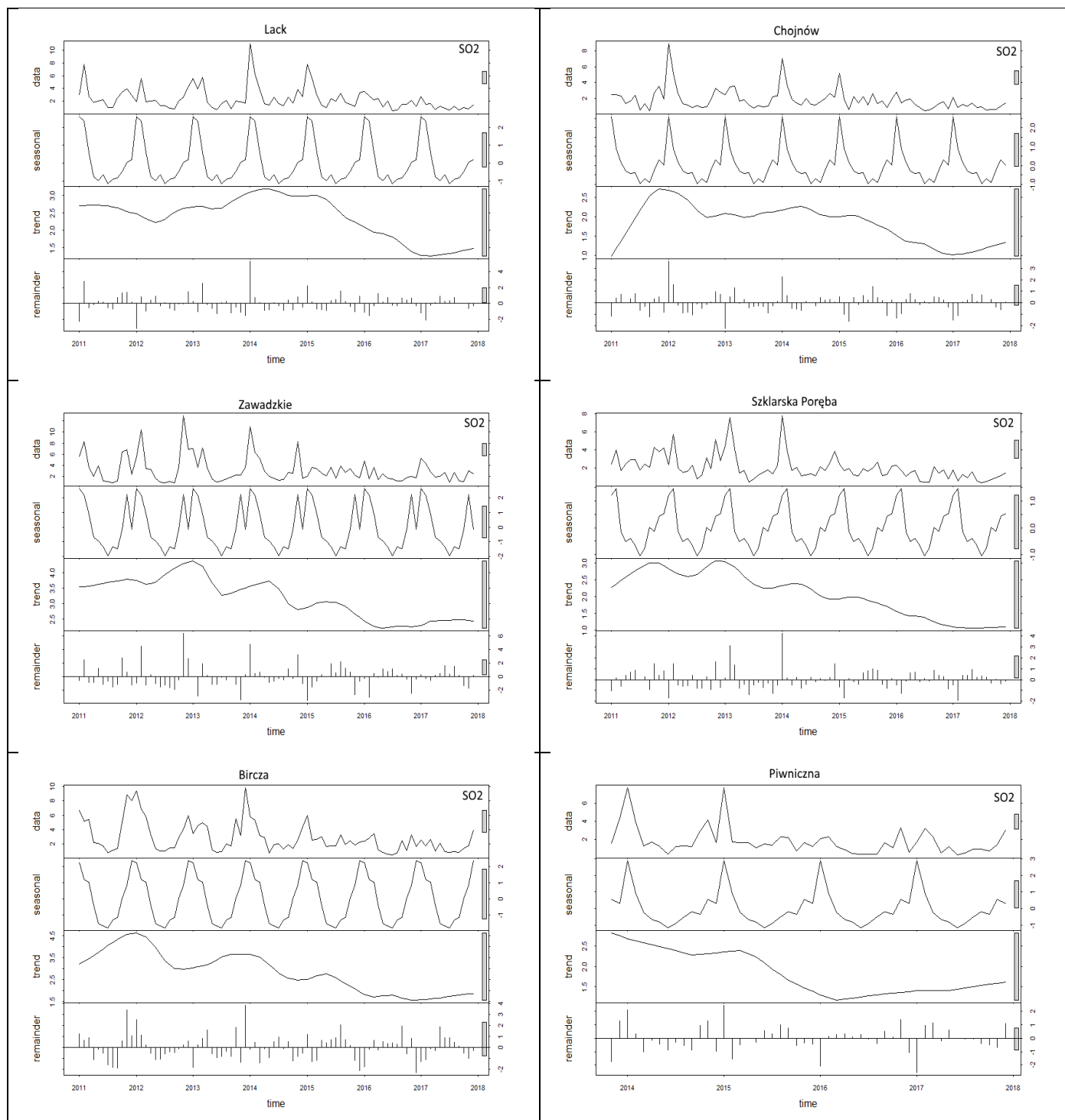
Rysunek 88. Opad ściółki [kg ha^{-1}] w sezonie 2017/2018 w drzewostanach sosny (Nadl. Chojnow), świerka (Nadl. Suwałki), buka (Nadl. Gdańsk) i dębu (Nadl. Łąck). LG – liście gatunku głównego, NG – nasiona i owoce gatunku głównego, LI – liście innych gatunków, NI – nasiona innych gatunków, R – pozostałe resztki roślinne. Daty zbioru próbek zaznaczono na osi odciętych



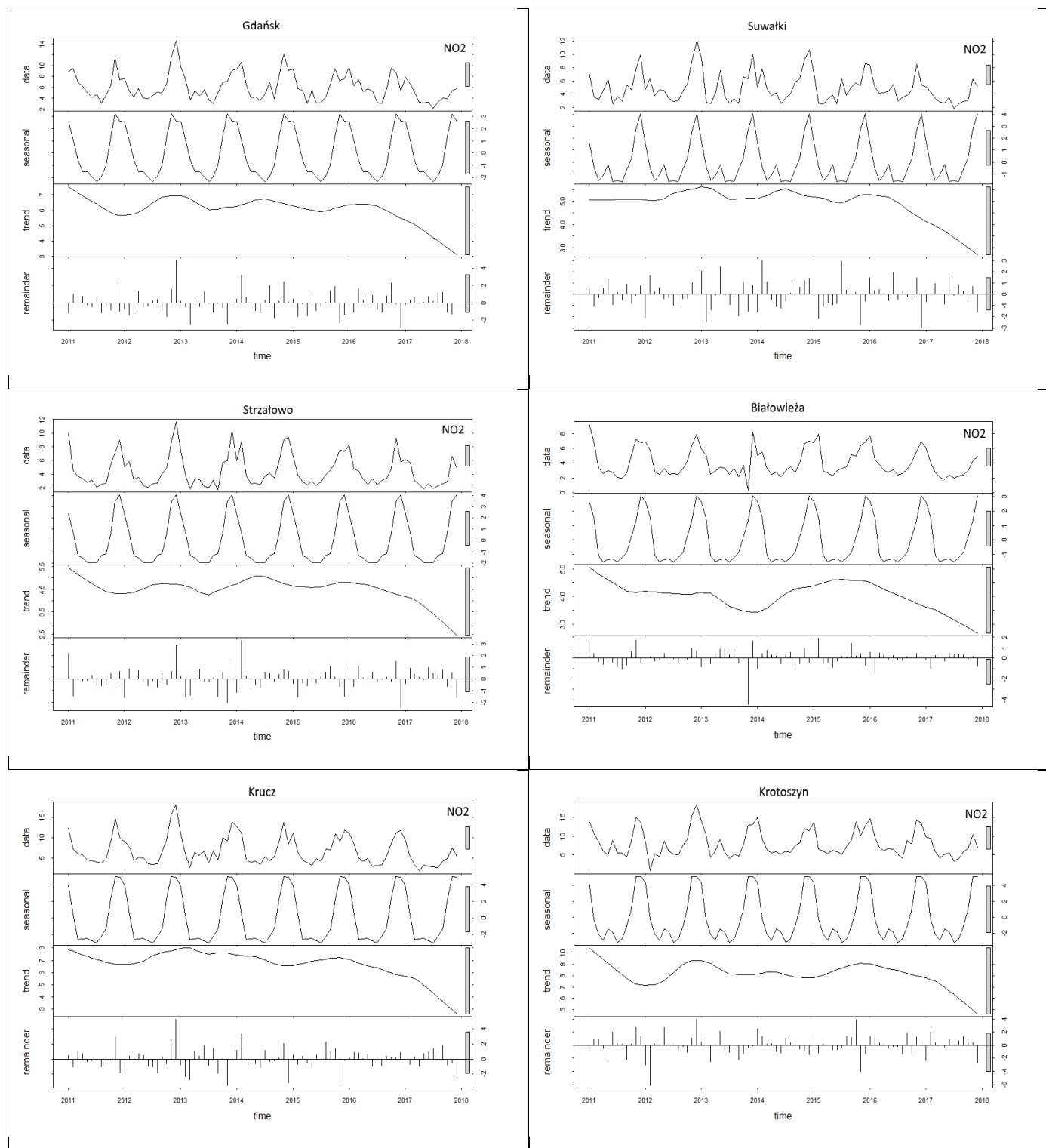
Rysunek 89. Procentowy udział suchej masy frakcji ścióły w drzewostanach sosny (Nadl. Chojnów), świerka (Nadl. Suwałki), buka (Nadl. Gdańsk) i dębu (Nadl. Łąck). LG – liście gatunku głównego, NG – nasiona i owoce gatunku głównego, LI – liście innych gatunków, NI – nasiona innych gatunków, R – pozostałe resztki roślinne



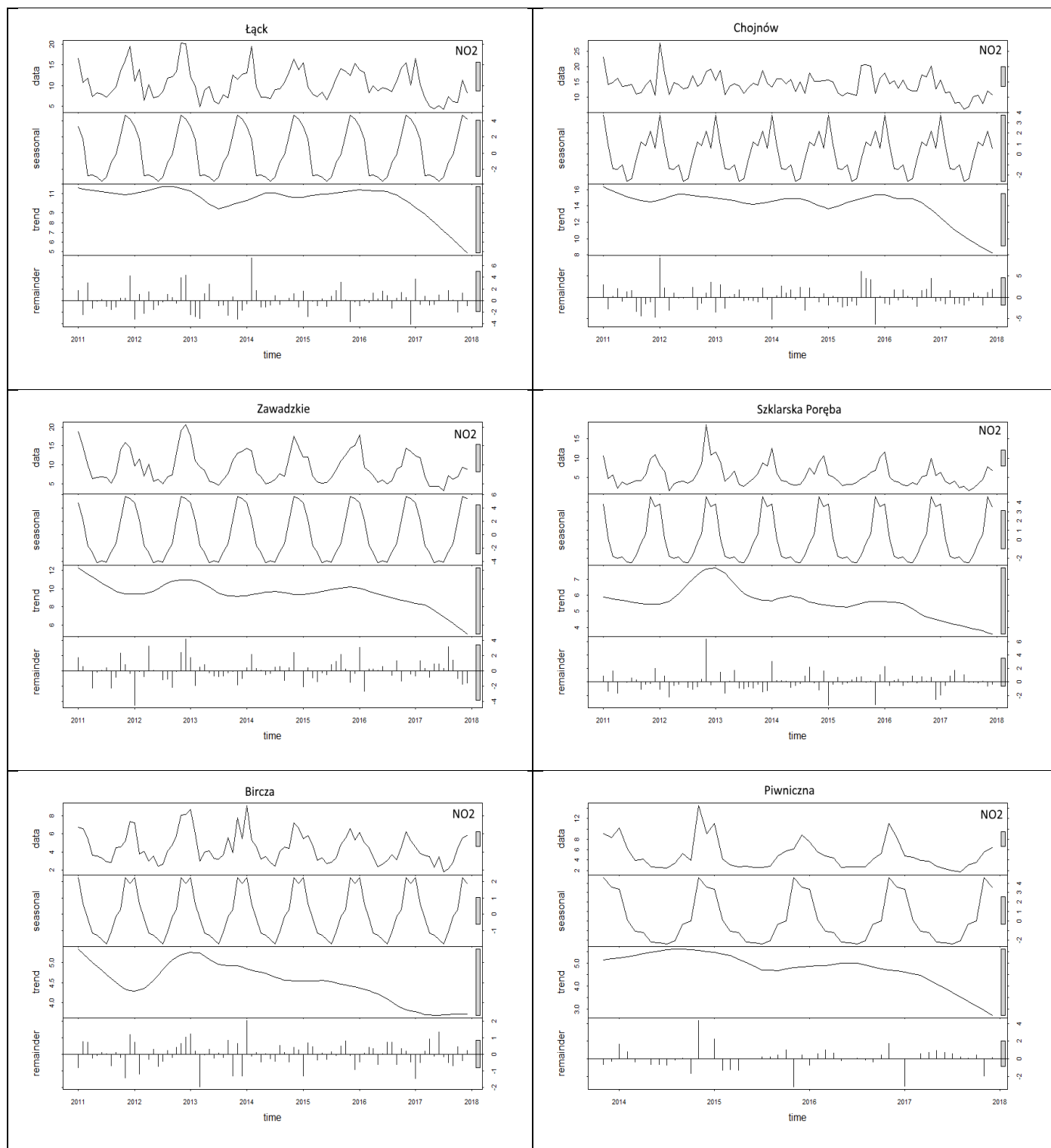
Rysunek 90. Stężenia dwutlenku siarki ($\mu\text{g m}^{-3}$) w powietrzu na SPO MI. Wykresy przedstawiają surowe dane (górny panel) oraz składowe szeregu czasowego związane z wahaniami sezonowymi (panel seasonal), trendem (panel trend) i zakłóceniami losowymi (panel remainder). Trendy istotne ($p \leq 0,05$) zaznaczono obramowaniem



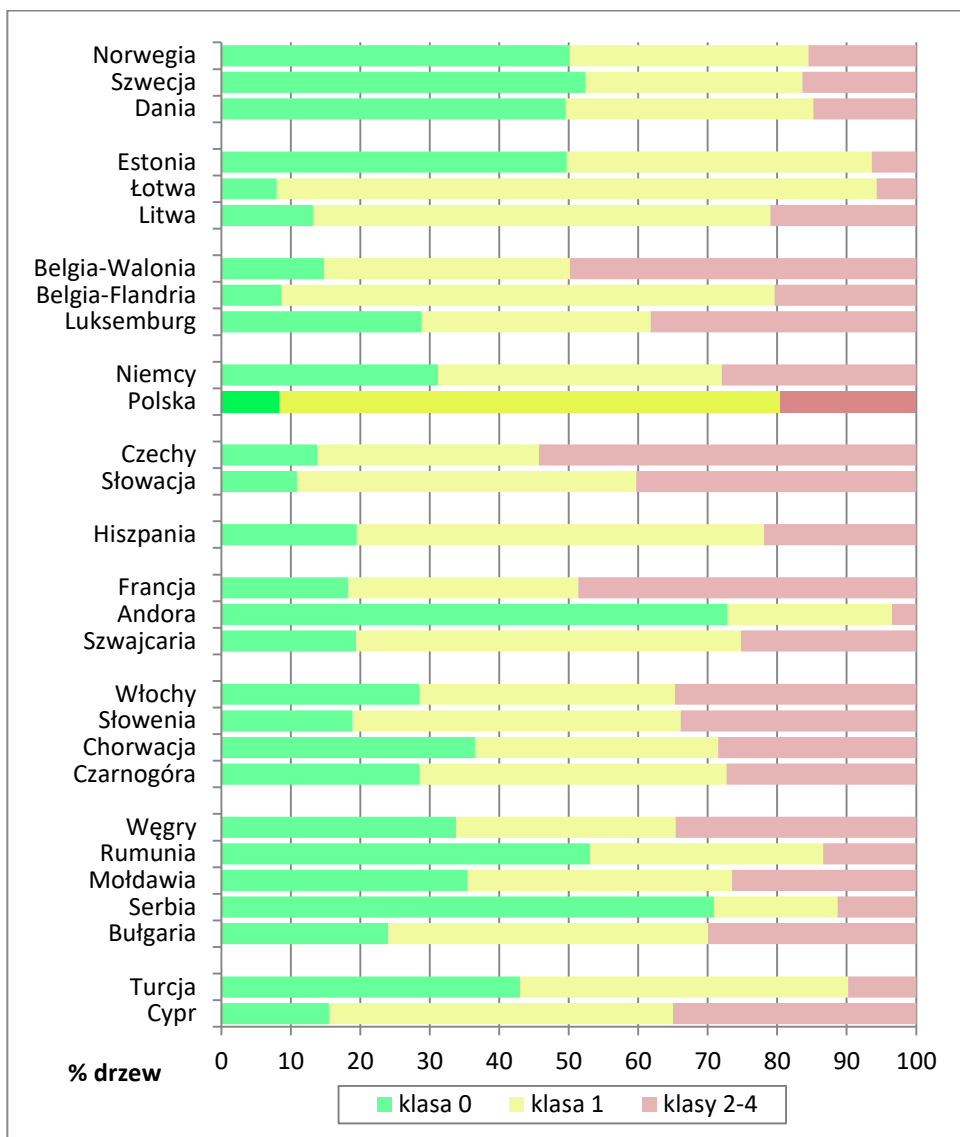
Rysunek 90. cd.



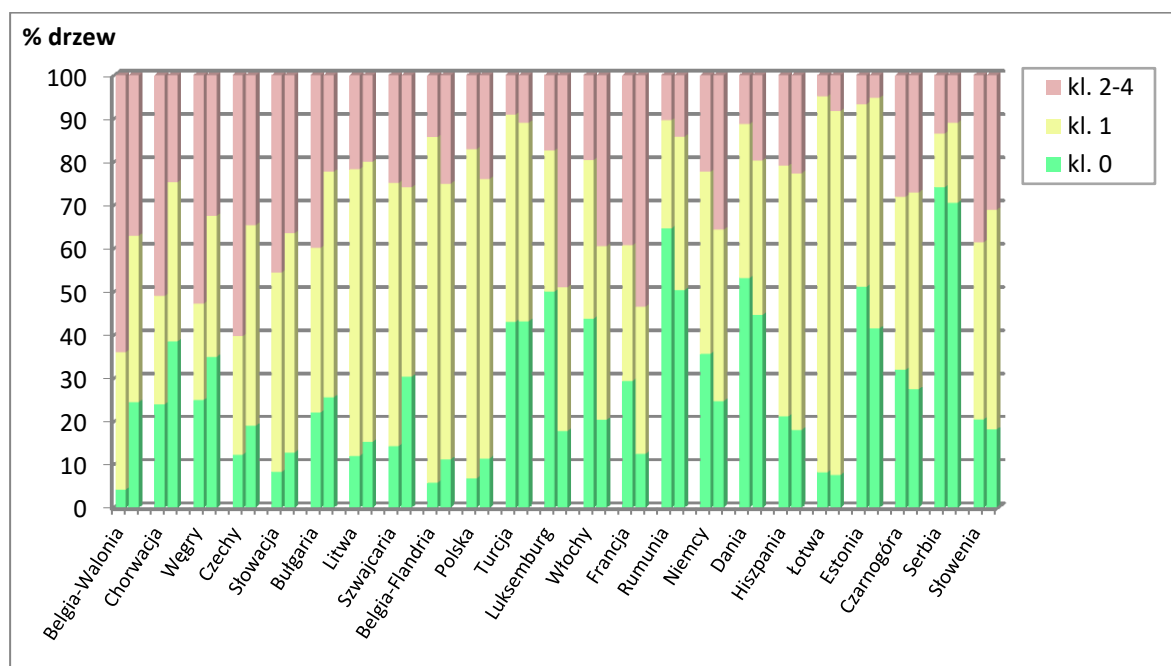
Rysunek 91. Stężenia dwutlenku azotu ($\mu\text{g m}^{-3}$) w powietrzu na SPO MI. Wykresy przedstawiają surowe dane (górny panel) oraz składowe szeregu czasowego związane z wahaniami sezonowymi (panel seasonal), trendem (panel trend) i zakłóceniami losowymi (panel remainder). Trendy istotne ($p \leq 0,05$) zaznaczono obramowaniem



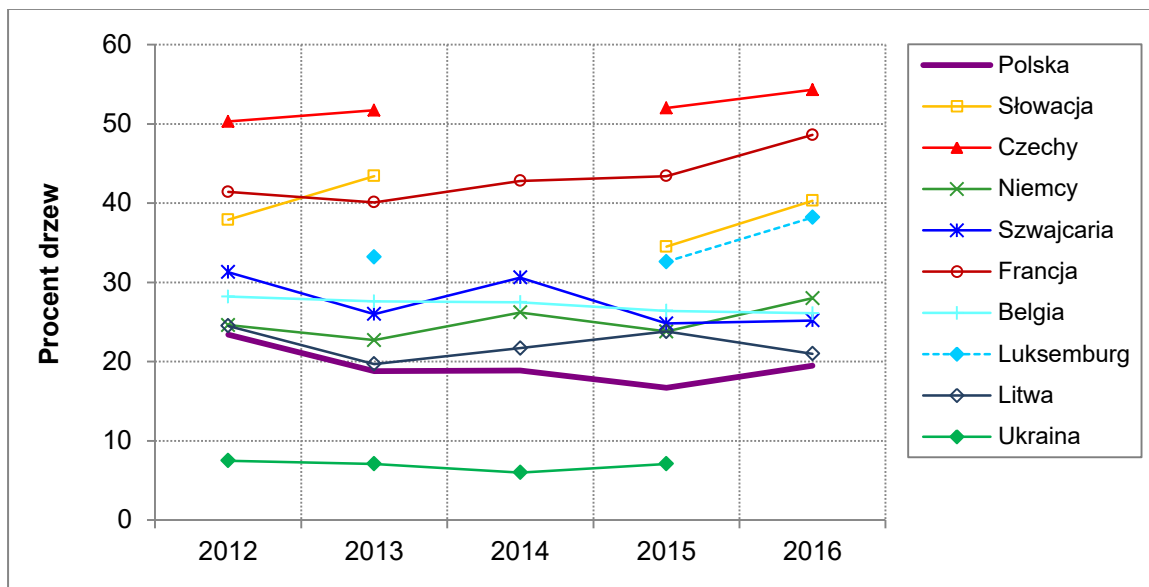
Rysunek 91. cd.



Rysunek 92. Udział drzew (gatunki razem) w klasach defoliacji w krajach Europy w 2016 r., kraje uszeregowane według położenia geograficznego (UNECE, 2017)



Rysunek 93. Udział drzew gatunków iglastych (słupki po lewej stronie) i gatunków liściastych (słupki po prawej stronie) w klasach defoliacji w krajach Europy.



Rysunek 94. Udział drzew monitorowanych gatunków w klasach defoliacji 2 do 4 w latach 2012-2016 w krajach Regionu Subatlantyckiego oraz w krajach sąsiadujących z Polską (brak danych: 2012 r. – dla Luksemburga, 2014 r. - dla Czech, Słowacji i Luksemburga, 2016 r. – dla Ukrainy)