



**INSTYTUT BADAWCZY  
LEŚNICTWA**

**ZAKŁAD ZARZĄDZANIA  
ZASOBAMI LEŚNYMI**

**STAN ZDROWOTNY  
LASÓW W POLSCE  
W 2021 ROKU  
NA PODSTAWIE BADAŃ  
MONITORINGOWYCH**

Sękocin Stary, lipiec 2022



# INSTYTUT BADAWCZY LEŚNICTWA

ZAKŁAD ZARZĄDZANIA ZASOBAMI LEŚNYMI

Symbole : UKD 630\* - 4  
PKT 60.29.00  
LKO 122;416.16

## STAN ZDROWOTNY LASÓW W POLSCE W 2021 ROKU NA PODSTAWIE BADAŃ MONITORINGOWYCH

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

**Raport z V etapu opracowany w ramach  
umowy z DGLP nr EO.271.3.1.2020 z 15 lipca 2020 roku  
pt. "Monitoring lasu – ocena stanu lasów w Polsce"**



Sfinansowano ze środków  
Narodowego Funduszu  
Ochrony Środowiska  
i Gospodarki Wodnej



**Główny Inspektorat  
Ochrony Środowiska**

Autor tematu: Grzegorz Zajączkowski

Zespół autorski: Andrzej Boczoń, Robert Hildebrand, Leszek Kluziński,  
Anna Kowalska, Paweł Lech, Jadwiga Małachowska, Grzegorz Zajączkowski

Kierownik Zakładu Realizującego:

Dyrektor Instytutu:

Sękocin Stary, lipiec 2022

Korekta tekstu : Joanna Szewczykiewicz, Danuta Lotz

## Spis treści

Wstęp – <i>Paweł Lech, Grzegorz Zajczkowski</i> .....	3
<b>Część I Program monitoringu lasów i metodyka przeprowadzonych badań</b> .....	<b>7</b>
1. Program monitoringu lasów w 2021 roku – <i>Paweł Lech, Grzegorz Zajczkowski</i> .....	7
2. Metodyka pomiarów i obserwacji wykonanych w 2021 r. – <i>Paweł Lech, Grzegorz Zajczkowski, Anna Kowalska</i> .....	9
2.1. Zakres i metodyka oceny stanu zdrowotnego drzewostanów na stałych powierzchniach obserwacyjnych I i II rzędu .....	10
2.2. Monitoring parametrów meteorologicznych i chemizmu środowiska leśnego na stałych powierzchniach obserwacyjnych monitoringu intensywnego .....	19
<b>Część II Monitoring lasów na stałych powierzchniach obserwacyjnych I rzędu</b> .....	<b>23</b>
3. Ocena zdrowotności monitorowanych gatunków drzew w 2020 r. – <i>Jadwiga Małachowska, Paweł Lech, Grzegorz Zajczkowski</i> .....	25
3.1. Zróżnicowanie zdrowotności monitorowanych gatunków ogółem w kraju .....	25
3.2. Zróżnicowanie zdrowotności monitorowanych gatunków w zależności od formy własności lasu .....	26
3.3. Zróżnicowanie kondycji drzew w zależności od wieku .....	31
3.4. Rozkład powierzchniowy kondycji zdrowotnej monitorowanych gatunków drzew .....	34
4. Zmiany stanu zdrowotnego monitorowanych gatunków drzew w latach 2012–2021 – <i>Jadwiga Małachowska</i> .....	76
4.1. Trendy zmian stanu zdrowotnego drzew monitorowanych gatunków w okresie 2012-2021 .....	76
4.2. Rozkład powierzchniowy kondycji zdrowotnej drzew w dziesięcioleciu 2012-2021 w układzie regionalnych dyrekcji Lasów Państwowych i krain przyrodniczo-leśnych.....	81
5. Ocena uszkodzeń drzew na stałych powierzchniach obserwacyjnych I rzędu monitoringu lasu w 2021 roku – <i>Paweł Lech</i> .....	108
5.1. Charakterystyka zebranych danych .....	108
5.2. Występowanie uszkodzeń drzew wg gatunków, rdLP i krain przyrodniczo-leśnych.....	109
5.3. Charakterystyka uszkodzeń pod względem lokalizacji w obrębie drzewa, występujących symptomów i głównych kategorii czynników sprawczych.....	111
5.4. Podsumowanie .....	115
6. Warunki wodne gleb na terenach leśnych Polski w 2021 r. i ich wpływ na stan zdrowotny lasów – <i>Andrzej Boczoń, Robert Hildebrand</i> .....	125

7. Stałe powierzchnie obserwacyjne monitoringu lasów na obszarach Natura 2000 – <i>Robert Hildebrand</i> .....	132
<b>Część III Monitoring lasów na stałych powierzchniach obserwacyjnych II rzędu.....</b>	<b>141</b>
8. Stan zdrowotny drzewostanów na SPO II rzędu w 2021 r. – <i>Jadwiga Małachowska</i> ..	141
<b>Część IV Badania na stałych powierzchniach obserwacyjnych monitoringu intensywnego (SPO MI) .....</b>	<b>150</b>
9. Warunki pogodowe w 2021 r. na wybranych powierzchniach SPO MI – <i>Leszek Kluziński</i> .....	150
10. Stężenie NO <sub>2</sub> i SO <sub>2</sub> w powietrzu na terenach leśnych – <i>Anna Kowalska</i> .....	163
10.1. Dwutlenek siarki .....	165
10.2. Dwutlenek azotu .....	167
10.3. Depozycja gazowych związków siarki i azotu .....	169
10.4. Podsumowanie .....	169
11. Wielkość depozytu wnoszonego z opadami atmosferycznymi w 2021 r. na terenach leśnych – <i>Anna Kowalska</i> .....	177
11.1. Skład chemiczny opadów .....	178
11.2. Depozycja roczna.....	179
11.3. Depozyt pierwiastków śladowych .....	180
11.4. Właściwości kwasowo-zasadowe wód opadowych.....	180
12. Opady podkoronowe w 2021 r. na terenach leśnych – <i>Anna Kowalska</i> .....	189
12.1. Skład chemiczny opadów podkoronowych .....	191
12.2. Depozyt podkoronowy.....	191
12.3. Depozyt pierwiastków śladowych w opadach podkoronowych .....	192
12.4. Właściwości kwasowo-zasadowe opadów podkoronowych .....	193
12.5. Spływ po pniu .....	194
13. Chemizm roztworów glebowych w 2021 r. – <i>Anna Kowalska</i> .....	209
14. Zmiany stężeń zanieczyszczeń gazowych, depozycji oraz składu roztworów glebowych po 2010 r. – <i>Anna Kowalska</i> .....	216
<b>Część V Informacje ogólne i podsumowanie .....</b>	<b>232</b>
15. Stan zdrowotny lasów w Polsce na tle stanu lasów w Europie – <i>Jadwiga Małachowska</i> .....	232
16. Podsumowanie wyników – <i>Paweł Lech</i> .....	239

## **WSTĘP – PAWEŁ LECH, GRZEGORZ ZAJĄCZKOWSKI**

Badania monitoringowe prowadzone są w Polsce w sieciach stałych powierzchni obserwacyjnych I i II rzędu (SPO I i II rzędu) oraz na powierzchniach monitoringu intensywnego (SPO MI). Dostarczają wiarygodnych informacji o głównych komponentach ekosystemów leśnych i procesach w nich zachodzących. Pozwalają one na ocenę aktualnego stanu zdrowotnego drzewostanów oraz identyfikację kierunków zmian tego stanu w czasie i przestrzeni, pod wpływem zmieniających się warunków środowiska, zwłaszcza pogody i zanieczyszczeń powietrza. Badania monitoringu lasów są wypełnieniem przez Polskę postanowień Air Convention (konwencja o transgranicznym rozprzestrzenianiu się zanieczyszczeń powietrza na dalekie odległości, Genewa 1979) i dostarczają niezbędnych informacji do raportowania do Unii Europejskiej w ramach dyrektywy o dopuszczalnych poziomach emisji gazowych zanieczyszczeń (NEC Directive).

Deficyt wody dostępnej dla drzew pozostawał w ostatnich latach głównym czynnikiem kształtującym stan zdrowotny lasów w Polsce. Dostępność wody była na terenach leśnych w 2021 roku największa od przynajmniej 10 lat. Podobnie jak w roku poprzednim warunki wilgotnościowe były dużo korzystniejsze niż w latach ekstremalnie suchych i gorących: 2015 i 2018. Wykonane analizy klimatycznego bilansu wody całego roku wykazały brak niedoborów wody, a na znacznych obszarach występował nawet nadmiar wilgoci. W okresie wegetacyjnym niedobory wilgoci, wyrażone klimatycznym bilansem wody półrocza letniego i liczbą dni o ograniczonej dostępności wody dla roślinności, występowały tylko w południowej Wielkopolsce i w rejonie Puszczy Białowieskiej. Znacząca poprawa warunków wilgotnościowych oraz niższe średnie temperatury w 2021 roku skutkowały zmniejszeniem średniej defoliacji większości głównych lasotwórczych gatunków drzew oraz mniejszą liczbą drzew zmarłych i usuniętych. Średnia defoliacja wszystkich drzew na stałych powierzchniach obserwacyjnych I rzędu wynosiła 22,4% i była mniejsza o 0,7 punktu procentowego w stosunku do roku 2020 i o 1,0 punkt procentowy w porównaniu do roku 2019. Największą poprawę stwierdzono dla drzew gatunków liściastych, których defoliacja zmniejszyła się w roku 2021 względem roku 2020 o 1,5 punktu procentowego. Również wzrost udziału drzew o defoliacji do 10% (z 11,0% w roku 2020 do 14,3% w roku 2021) oraz zmniejszenie się udziału drzew o defoliacji powyżej 25% (z 19,4% do 17,1%) wskazuje na poprawę stanu zdrowotnego drzewostanów w roku 2021 w porównaniu do lat wcześniejszych. Również mniejsza w roku

2021 średnia liczba uszkodzeń występująca na jednym drzewie (1,21) w porównaniu do roku 2020 (1,23) świadczy o poprawie kondycji zdrowotnej lasów w Polsce w ostatnim roku.

Badania monitoringowe prowadzone na powierzchniach monitoringu intensywnego (SPO MI) w 2021 roku potwierdziły trend zmniejszania się koncentracji zanieczyszczeń powietrza. Na każdej z badanych SPO MI w okresie 2011–2021 zanotowano spadek stężenia dwutlenku siarki. Największe spadki wystąpiły w rejonach górskich. W rejonach o niższym poziomie zanieczyszczeń gazowych (Polska północno-wschodnia) spadek stężenia  $\text{SO}_2$  był mniejszy, ale również statystycznie istotny. Również stężenia dwutlenku azotu w powietrzu w badanym okresie wykazywały trend spadkowy na wszystkich badanych powierzchniach SPO MI. Był on najniższy w północno-wschodniej Polsce, gdzie od lat stężenia  $\text{NO}_2$  w powietrzu utrzymują się na niskim poziomie w porównaniu z pozostałymi częściami kraju, zaś najsilniejszy na obszarach o najwyższych jego koncentracjach – w Polsce centralnej i na Górnym Śląsku. Niższym koncentracjom zanieczyszczeń powietrza towarzyszył, w okresie 2011–2021, wzrost wartości pH opadów oraz spadek depozycji związków siarki. Depozycja związków azotu w znacznie mniejszym stopniu niż  $\text{S-SO}_4^{2-}$  podlegała trendom i trudno jest wskazać jednakowy kierunek zmian na terenie Polski. Warunki w glebie w okresie ostatnich 10 lat były na większości SPO MI stabilne, trendy wielkości depozycji w niewielkim stopniu znajdowały odzwierciedlenie w zmianach składu chemicznego roztworów glebowych. W roztworach glebowych kwasowość zmniejszała się na obu głębokościach tylko w Szklarskiej Porębie (świerk), co można powiązać z istotnie malejącymi trendami depozycji związków siarki ( $\text{S-SO}_4^{2-}$ ) i azotu ( $\text{N-NO}_3^-$ ) oraz rosnącą zasadowością opadów.

Prowadzone na SPO MI pomiary służą ocenie stopnia antropogenicznego zagrożenia ekosystemów zakwaszeniem i eutrofizacją, jako pochodna depozycji związków siarki o działaniu zakwaszającym oraz związków azotu, działających zarówno zakwaszająco, jak i eutrofizująco. Wyniki prowadzonych badań monitoringu leśnego wskazują zwłaszcza na to drugie zjawisko, jako obecnie realne zagrożenie dla stabilności lasów w Polsce. Ryzyko eutrofizacji wyrażone przekraczaniem tzw. ładunków krytycznych azotu (wynoszących dla Polski od 7 do 15  $\text{kg N ha}^{-1}$ ) występowało w minionych latach na większości SPO MI, wskazując na nadmierną podaż tego pierwiastka. W konsekwencji, a także wskutek rosnących stężeń  $\text{CO}_2$  w powietrzu oraz wydłużonego sezonu wegetacyjnego, następuje z jednej strony przyspieszony przyrost drzew, ale z drugiej zakłócone są symbiotyczne układy mykoryzowe w systemach korzeniowych drzew. Może to powodować w dłuższej perspektywie niedobory w zaopatrzeniu drzew w związki odżywcze i być przyczyną ich niestabilności.



Zmiany klimatu w Polsce są faktem. Nie można przewidzieć, czy uda się je powstrzymać i, ewentualnie, kiedy to nastąpi. W tej sytuacji jedynym racjonalnym działaniem podejmowanym w celu utrzymania stabilności drzewostanów i podniesienia ich odporności na stresy w dłuższym okresie czasu są zabiegi hodowlane prowadzące do minimalizacji ryzyka ekologicznego przez zwiększenie różnorodności gatunkowej drzewostanów. Z punktu widzenia zwiększania akumulacji CO<sub>2</sub> w biomasie, korzystne byłoby szersze wykorzystanie odnowień naturalnych i podsadzeń oraz ograniczenie zrębów zupełnych, które wymagają pełnego przygotowania gleby powodującego uwalnianie CO<sub>2</sub> z szybko rozkładającej się materii organicznej.



# CZEŚĆ I PROGRAM MONITORINGU LASÓW I METODYKA PRZEPROWADZONYCH BADAŃ

## 1. PROGRAM MONITORINGU LASÓW W 2021 ROKU – PAWEŁ LECH, GRZEGORZ ZAJĄCZKOWSKI

Monitoring lasów (**ML**) ma na celu określenie zmienności przestrzennej i czasowej stanu zdrowotnego lasów oraz tendencji i dynamiki zmian zachodzących w ekosystemach leśnych Polski. W 2021 roku kontynuowano realizację długookresowych celów monitoringu lasów, takich jak:

- określenie rozkładu przestrzennego stanu zdrowotnego drzewostanów,
- porównanie stanu zdrowotnego lasów wyróżnionych kategoriami własności,
- analiza związków przyczynowo-skutkowych pomiędzy zdrowotnością lasów a czynnikami środowiska,
- identyfikacja głównych symptomów i przyczyn (biotycznych i abiotycznych) uszkodzeń drzew,
- określenie trendów zmian stanu zdrowotnego lasów w dziesięcioleciu 2012–2021.

W ramach programu ML w 2021 roku realizowano następujące badania, pomiary i obserwacje:

**1. Monitoring stanu zdrowotnego drzewostanów na stałych powierzchniach obserwacyjnych I rzędu (SPO I rzędu)** – przeprowadzony został na 2068 SPO I rzędu w drzewostanach w wieku powyżej 20 lat, założonych w sieci  $8 \times 8$  km. Zarejestrowano gatunek, wiek, pierśnicę, status oraz stanowisko biosocjalne 20 drzew próbnych. Obserwacje cech morfologicznych koron drzew dotyczyły następujących parametrów: defoliacji, odbarwienia, ocienienia korony, liczby roczników igliwia, długości igliwia lub wielkości liści, struktury przyrostu pędów, typu przerzedzenia korony, udziału martwych gałęzi, występowania pędów wtórnych, urodzaju nasion i intensywności kwitnienia.

**2. Monitoring stanu zdrowotnego drzewostanów na stałych powierzchniach obserwacyjnych II rzędu (SPO II rzędu)** – przeprowadzony został na 133 czynnych powierzchniach. Zakres obserwacji był zgodny z programem pomiarów realizowanych na SPO I rzędu.

**3. Monitoring symptomów i przyczyn uszkodzeń drzew** – przeprowadzono zarówno na 2068 SPO I rzędu, jak i na 133 SPO II rzędu, określając następujące parametry na 20 drzewach próbnych: miejsce uszkodzenia na drzewie (w tym lokalizację uszkodzenia w obrębie

korony), rodzaj symptomu uszkodzenia, kategorię i klasę czynnika sprawczego oraz rozmiar uszkodzenia.

**4. Monitoring parametrów meteorologicznych** – obejmował pomiary w pobliżu 12 stałych powierzchni obserwacyjnych monitoringu intensywnego (SPO MI) następujących parametrów: temperatury powietrza [°C] na wysokości 2 m i 0,5 m oraz przy gruncie (na wysokości 5 cm), temperatury gleby [°C] na głębokości 5 cm, 10 cm, 20 cm i 50 cm, wilgotności względnej powietrza [%] na wysokości 2 m, wilgotności gleby [dm<sup>3</sup>/m<sup>3</sup>], promieniowania całkowitego [W/m<sup>2</sup>], prędkości wiatru [m/s], kierunku wiatru [°] oraz opadu atmosferycznego [mm]. Pomiary były wykonywane przez automatyczne stacje meteorologiczne w cyklu ciągłym.

**5. Monitoring jakości powietrza atmosferycznego** – przeprowadzono na 12 SPO MI. Obejmował on pomiar koncentracji SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub> metodą pasywną z miesięczną ekspozycją próbników.

**6. Monitoring depozytu zanieczyszczeń na otwartej przestrzeni** – przeprowadzono na 12 SPO MI. Określono objętość, przewodność elektrolityczną, pH oraz skład chemiczny opadów atmosferycznych: zawartość Ca, DOC, Nog, K, Mg, Na, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, Cl<sup>-</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>, Al, Mn, Fe oraz metali ciężkich (Cd, Pb, Cu, Zn) i zasadowość w próbkach o pH wyższym niż 5.

**7. Monitoring chemizmu opadów podkoronowych (w tym spływu po pniu)** – obejmował pomiary na 12 SPO MI. Wykonano pobór próbek i analizy chemiczne z 25 chwytników podkoronowych w cyklu miesięcznym. Na dwóch SPO MI w drzewostanach bukowych pobrano próbki, określono ilość opadu i wykonano analizy chemiczne spływu po pniu. Analizy obejmowały określenie przewodności elektrolitycznej, pH, Ca, DOC, Nog, Mg, K, Na, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, Cl<sup>-</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>, Fe, Mn, Al, Cd, Cu, Pb, Zn i zasadowości w próbkach o pH wyższym niż 5.

**8. Monitoring chemizmu roztworów glebowych** – obejmował pomiary na 12 SPO MI i obejmował pobór próbek z 20 lizymetrów z głębokości 25 i 50 cm (po 10 na każdej głębokości) w cyklu miesięcznym oraz określenie ilości roztworów glebowych i analizy chemiczne. Podobnie jak w przypadku pozostałych próbek wody obejmowały one określenie przewodności elektrolitycznej, pH, Ca, DOC, Nog, Mg, K, Na, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, Cl<sup>-</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>, Fe, Mn, Al, Cd, Cu, Pb, Zn i zasadowości w próbkach o pH wyższym niż 5.

W 2021 roku z wybranych drzew rosnących na 133 SPO II rzędu pobrano próbki liści i igieł w celu określenia poziomu odżywienia mineralnego drzew. Łącznie zebrano 125 próbek liści (z drzewostanów buka i dębu) oraz 1078 próbek igieł sosny i świerka. Z uwagi na brak starszych igieł u dwóch sosen nie było możliwe pozyskanie z tych drzew próbek igliwia z drugiego rocznika. Zebrane próbki aparatu asymilacyjnego poddawane są analizom chemicznym, których wyniki omówione zostaną w raporcie monitoringowym w 2023 r.

## **2. METODYKA POMIARÓW I OBSERWACJI WYKONANYCH W 2021 R. – PAWEŁ LECH, GRZEGORZ ZAJĄCZKOWSKI, ANNA KOWALSKA**

Program i metodyka monitoringu lasów w Polsce, w swoich podstawowych założeniach, oparte są na metodyce rekomendowanej przez International Co-operative Programme on Assessment and Monitoring of Air Pollution Effects on Forests (ICP Forests) („Międzynarodowy Program Koordynujący Ocena i Monitoring Wpływu Zanieczyszczeń Powietrza na Lasy”) (Manual... 2020).

Monitoring lasów funkcjonuje w sieci stałych powierzchni obserwacyjnych (SPO). Wyróżniono: stałe powierzchnie obserwacyjne I rzędu, rozmieszczone w regularnej sieci 8 × 8 km, stałe powierzchnie obserwacyjne II rzędu, reprezentujące drzewostany głównych gatunków lasotwórczych (sosny zwyczajnej, świerka pospolitego, dębów i buka) wszystkich krain przyrodniczo-leśnych oraz stałe powierzchnie obserwacyjne, z rozszerzonym programem badawczym (monitoring intensywny, SPO MI), wybrane spośród SPO II rzędu.

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 × 16 km. Sieć tę dla potrzeb wielkoobszarowej inwentaryzacji stanu lasu zagęszczono do układu 4 × 4 km, a dla monitoringu krajowego do układu 8 × 8 km.

W 1994 roku założono 122 stałe powierzchnie obserwacyjne II rzędu w drzewostanach iglastych (100 powierzchni sosnowych i 22 powierzchnie świerkowe), a w 1996 roku założono 26 takich powierzchni w drzewostanach liściastych (15 powierzchni dębowych i 11 powierzchni bukowych). Zostały one zlokalizowane w drzewostanach w wieku 41–90 lat, po 2

w każdej dzielnicy przyrodniczo-leśnej Polski, będącej w tym czasie podstawową jednostką regionalizacji<sup>1</sup>. 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 (co 10 lat), chemizmu igliwia lub liści (co 4 lata), roślinności runa (co 5 lat), dendrometryczne (co 5 lat). W latach 2008–2019 na 15 SPO II rzędu (11 ze świerkiem, 3 z sosną i 1 z dębem) usunięto drzewostan i od tej pory nie przeprowadza się na tych powierzchniach pomiarów i obserwacji odnoszących się do drzewostanu.

## **2.1. Zakres i metodyka oceny stanu zdrowotnego drzewostanów na stałych powierzchniach obserwacyjnych I i II rzędu**

Na powierzchniach obserwacyjnych przeprowadza się ocenę stanu zdrowotnego 20 drzew próbnych wybranych z drzewostanu panującego. Przedmiotem oceny są cechy morfologiczne koron oraz występujące, widoczne uszkodzenia drzew. Szczególną uwagę przywiązywano do szacunków defoliacji i odbarwienia aparatu asymilacyjnego, które przeprowadzano w 5-procentowym odstopniowaniu. Na około 5% powierzchni wykonano ponadto powtórna ocenę przez kontrolną grupę obserwatorów. Zebrane wyniki posłużyły do porównania zgodności szacunków defoliacji i innych parametrów drzew wykonanych przez taksatorów oraz przez kontrolną.

Niniejsze sprawozdanie prezentuje wyniki obserwacji defoliacji i odbarwień aparatu asymilacyjnego przeprowadzonych w okresie od 28 czerwca do 30 września 2021 r. (ryc. 2.1) na 2068 SPO I rzędu w drzewostanach w wieku powyżej 20 lat, 133 SPO II rzędu, w tym 12 SPO monitoringu intensywnego. 3 czynne SPO I rzędu były niedostępne z uwagi na okresowe zalanie terenu. Do końca sierpnia 2021 r. obserwacje wykonano na blisko 98% wszystkich powierzchni I i II rzędu objętych obserwacjami.

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

- klasa 0 – od 0 do 10% – bez defoliacji/odbarwień,
- klasa 1 – od 11 do 25% – lekka defoliacja/odbarwienia (poziom ostrzegawczy),

---

<sup>1</sup> 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 2 – od 26 do 60% – średnia defoliacja/odbarwienia,
- klasa 3 – powyżej 60% – duża defoliacja/odbarwienia,
- 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... 2020).

Ponadto wyróżniono klasy stanu zdrowotnego drzewostanów, przyjmując, że są one kombinacją klasy defoliacji i klasy odbarwienia wg poniższego schematu:

Klasa defoliacji	Klasa odbarwienia					gdzie:
	0	1	2	3	4	
	Klasa zdrowotności					
0	0	0	1	2		0 – klasa drzew zdrowych,
1	1	1	2	2		1 – klasa ostrzegawcza,
2	2	2	3	3		2 – klasa lekkiego i średniego obniżenia stanu zdrowotnego,
3	3	3	3	3		3 – klasa silnego obniżenia stanu zdrowotnego,
4					4	4 – drzewa martwe.

Obserwacje drzew próbnych obejmują ponadto następujące cechy morfologiczne koron drzew:

Stanowisko biosocjalne (klasa Krafta):

- 1 – drzewa górujące,
- 2 – drzewa panujące,
- 3 – drzewa współpanujące,
- 4 – drzewa opanowane,
- 5 – drzewa przygłuszone.

W roku zakładania powierzchni wszystkie drzewa próbne były dobierane spośród drzew 1–3 klas Krafta. Również drzewa dobierane w zastępstwie drzew zmarłych/usuniętych muszą spełniać ten warunek. W kolejnych latach drzewa 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 (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.
    - Występowanie pędów wtórnych, urodzaju nasion i kwitnienia – cechy te 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 w kolejności wg znaczenia danego uszkodzenia dla zdrowotności drzewa.

#### Lokalizacja uszkodzeń:

| Miejsce uszkodzenia    | Dokładniejsze określenie miejsca występowania uszkodzenia | Kod (2 znaki) | Lokalizacja w obrębie korony  | Kod (1 znak)     |
|------------------------|---|---------------|---|------------------|
| Liście lub igliwie     | bieżący rocznik igieł                                     | 11            | górną część korony<br>dolną część korony<br>niejednolita<br>cała korona | 1<br>2<br>3<br>4 |
|                        | starsze igły  | 12            |   |                  |
|                        | igły wszystkich roczników                                 | 13            |   |                  |
|                        | liście (w tym gatunki zimozielone)                        | 14            |   |                  |
| Gałęzie, pędy, pączki  | pędy tegoroczne   | 21            | górną część korony<br>dolną część korony<br>niejednolita<br>cała korona | 1<br>2<br>3<br>4 |
|                        | gałęzie o grubości < 2 cm                                 | 22            |   |                  |
|                        | gałęzie o grubości 2–10 cm                                | 23            |   |                  |
|                        | gałęzie o grubości > 10 cm                                | 24            |   |                  |
|                        | pędy o zróżnicowanej grubości                             | 25            |   |                  |
|                        | pęd wierzchołkowy   | 26            |   |                  |
|                        | pączki  | 27            |   |                  |
| Pień, szyja korzeniowa | strzała w obrębie korony                                  | 31            |   | 0                |
|                        | pień pomiędzy szyją korz. a koroną                        | 32            |   |                  |
|                        | korzenie i szyja korzeniowa (<25 cm)                      | 33            |   |                  |
|                        | cała strzała  | 34            |   |                  |
| Martwe drzewo          |   | 04            |   | 0                |
| Brak uszkodzeń         |   | 00            |   | 0                |
| Brak oceny             |   | 09            |   | 0                |

Symptomy uszkodzenia:

| Uszkodzona część            | Symptomy  | Kod (2 znaki)                             | Specyfikacja symptomów   | Kod (2 znaki) |
|-----------------------------|---|---|--|---------------|
| Liście lub igliwie          | liście częściowo lub całkowicie zjedzone/brakujące            | 01  | dziurawe, częściowo zjedzone, brakujące                        | 31            |
|                             |   |   | nadgryzienie brzegowe (liście, całkowicie zjedzone, brakujące) | 32            |
|                             |   |   | szkieletyzacja   | 34            |
|                             |   |   | minowane   | 35            |
|                             |   |   | przedwczesne opadanie  | 36            |
|                             |   |   | przebarwienie liści jasnozielone do żółtego                    | 02            |
|                             |   | plamy                                     | 38   |               |
|                             |   | przebarwienia brzegowe                    | 39   |               |
|                             | przebarwienie liści czerwone do brązowego (włączając nekrozy) | 03  | przebarwienia taśmowe  | 40            |
|                             |   |   | przejaśnienia  | 41            |
|                             |   |   | przebarwienia wierzchołkowe                                    | 42            |
|                             | zbrązowienie liści  | 04  | częściowe  | 43            |
|                             |   | 05  | wzdłuż naczyń  | 44            |
|                             | mikrofilmia   | 06  |  | 00            |
|                             | inne nienaturalne rozmiary                                    | 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,                        | 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,<br>poczwarka, grupy jaj | 55 |
|                | oznaki grzybów                     | 11                          | owocniki grzybów                             | 57 |
|                | inne oznaki                        | 12                          |  | 00 |
| Strzała, pień  | rany (obdarcia kory,<br>szczeliny) | 17                          | obdarcie kory                                | 58 |
|                |                                    |                             | szczeliny, pęknięcia (od                     | 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,<br>nimfa, grupa jaj | 55 |
| oznaki grzybów | 11                                 | owocniki grzybów            | 57   |    |
|                |                                    | pęcherze żółto-pomarańczowe | 67   |    |
| inne oznaki    | 12                                 |                             | 00   |    |

Kategorie czynnika sprawczego:

| Kategoria czynników sprawczych   | Kod |
|----------------------------------|-----|
| Kręgowce                         | 100 |
| Owady                            | 200 |
| Grzyby                           | 300 |
| Czynniki abiotyczne              | 400 |
| Bezpośrednie działanie człowieka | 500 |
| Pożary                           | 600 |
| Zanieczyszczenia powietrza       | 700 |
| Konkurencja i 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:

| Czynnik                              | Kod | Klasa czynnika   | Kod | Uwagi (gatunek)* |
|--------------------------------------|-----|------------------|-----|------------------|
| K<br>R<br>Ę<br>G<br>O<br>W<br>C<br>E | 100 | jeleniowate      | 110 |                  |
|                                      |     | dziki            | 120 |                  |
|                                      |     | gryzonie         | 130 |                  |
|                                      |     | ptaki            | 140 |                  |
|                                      |     | zwierzęta domowe | 150 |                  |
|                                      |     | inne kręgowce    | 190 |                  |

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

| Czynnik               | Kod | Klasa czynnika                   | Kod | Uwagi (gatunek owada)* |
|-----------------------|-----|----------------------------------|-----|------------------------|
| O<br>W<br>A<br>D<br>Y | 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

| Czynnik | Kod | Klasa czynnika                     | Kod | Uwagi (gatunek grzyba)* |
|---------|-----|------------------------------------|-----|-------------------------|
| GRZYBY  | 300 | osutki i rdze                      | 301 |                         |
|         |     | rdze pędów i pni                   | 302 |                         |
|         |     | więdnienie                         | 303 |                         |
|         |     | rozkład drewna i zgnilizna korzeni | 304 |                         |
|         |     | plamiastość liści                  | 305 |                         |
|         |     | antraknozy                         | 306 |                         |
|         |     | mączniaki                          | 307 |                         |
|         |     | więdnienie naczyniowe              | 308 |                         |
|         |     | zamieranie i rakowacenie           | 309 |                         |
|         |     | deformacje                         | 310 |                         |
|         |     | inne grzyby                        | 390 |                         |

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

| Czynnik    | Kod | Klasa czynnika           | Kod | Typ czynnika                               | Kod |
|------------|-----|--------------------------|-----|--|-----|
| ABIOTYCZNE | 400 | czynniki chemiczne       | 410 | zakłócenia pokarmowe –<br>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 |
|            |     |                          |     | płytko, uboga gleba                        | 433 |
|            |     | inne czynniki abiotyczne | 490 |  |     |

| Czynnik                               | Kod | Klasa czynnika                   | Kod | Typ czynnika       | Kod |
|---------------------------------------|-----|----------------------------------|-----|--------------------|-----|
| BEZPOŚREDNIE DZIAŁANIA CZŁOWIEKA      | 500 | obiekty wbite                    | 510 |                    |     |
|                                       |     | niewłaściwe techniki sadzenia    | 520 |                    |     |
|                                       |     | konserwacja terenu               | 530 |                    |     |
|                                       |     | zabiegi hodowlane lub pozyskanie | 540 | zranienia          | 541 |
|                                       |     |                                  |     | podkrzesywanie     | 542 |
|                                       |     |                                  |     | pozyskanie żywicy  | 543 |
|                                       |     |                                  |     | zdzieranie kory    | 544 |
|                                       |     |                                  |     | operacje hodowlane | 545 |
| mechaniczne uszkodzenia przez pojazdy | 550 |                                  |     |                    |     |

|  |  |  |     |                  |     |
|--|--|--|-----|------------------|-----|
|  |  | budowa dróg                            | 560 |                  |     |
|  |  | ubicie gleby                           | 570 |                  |     |
|  |  | niewłaściwe użycie środków chemicznych | 580 | pestycydy        | 581 |
|  |  |  |     | sól do odsalania | 582 |
|  |  | inne bezpośrednie działanie człowieka  | 590 |                  |     |

|         |     |
|---------|-----|
| Czynnik | Kod |
| Požary  | 600 |

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

| Czynnik                           | Kod | Klasa czynnika                                    | Kod | Uwagi (gatunek)* |
|-----------------------------------|-----|---|-----|------------------|
| KONKURENCJA<br>I<br>INNE CZYNNIKI | 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

Rozmiar uszkodzenia:

| Klasa [%] | Opis          | Kod |
|-----------|---------------|-----|
| 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   |

Metodyka i procedury oceny drzew próbnych na stałych powierzchniach obserwacyjnych monitoringu lasów, zostały omówione na corocznym szkoleniu wykonawców, poprzedzającym prace terenowe. Do lokalizacji powierzchni, identyfikacji drzew oraz rejestracji danych obserwacyjnych i pomiarowych wykorzystano tablety SAMSUNG S2 TAB, pracujące w systemie Android, wykorzystując do tego celu specjalne oprogramowanie: AutoMapa XL oraz mLas Inżynier Pro z zainstalowaną dodatkową warstwą punktową, pokazującą lokalizację poszczególnych powierzchni. Wykorzystywano również aplikację „Monitoring”, dedykowaną do identyfikacji drzew na 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. Po zakończeniu prac terenowych zapisane na urządzeniach mobilnych wyniki wykonanych obserwacji i pomiarów zostały skopiowane do Bazy Danych Monitoringu Lasów. Przebieg prac terenowych podlegał wewnętrznej kontroli, polegającej na powtórnym wykonaniu pełnej oceny drzew próbnych na około 5% SPO. Odnotowane różnice dotyczyły zarówno zawyżania, jak i zaniżania poziomu defoliacji w porównaniu do oceny grupy kontrolnej. Stwierdzony przeciętny poziom tych różnic w roku 2021 wynosił 1,26% i nie wpłynął istotnie na wyniki odnoszące się do poziomu kraju. Wyniki kontroli wykorzystywane są przy wyborze wykonawców terenowych oraz do doskonalenia metod ich corocznego szkolenia.

Pracami terenowymi oraz wstępnym opracowaniem wyników dotyczących oceny symptomów i przyczyn uszkodzeń drzew próbnych na stałych powierzchniach obserwacyjnych kierowali: dr inż. Grzegorz Zajączkowski oraz dr inż. Paweł Lech z Zakładu Zarządzania Zasobami Leśnymi Instytutu Badawczego Leśnictwa (IBL).

Taka sama metodyka stosowana była do oceny stanu zdrowotnego drzewostanów na SPO I i II rzędu.

## **2.2. Monitoring parametrów meteorologicznych i chemizmu środowiska leśnego na stałych powierzchniach obserwacyjnych monitoringu intensywnego**

W 2021 r. na 12 SPO MI (monitoringu intensywnego) położonych w nadleśnictwach: Gdańsk, Suwałki, Strzałowo, Krucz, Białowieża, Łąck, Chojnów, Krotoszyn, Zawadzkie, Szklarska Poręba, Bircza i Piwniczna kontynuowano pomiary parametrów meteorologicznych, jakości powietrza (SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub> metodą pasywną), depozytu zanieczyszczeń na otwartej

przestrzeni, pod okapem drzewostanów (w drzewostanach bukowych również spływu po pniu) oraz chemizmu roztworów glebowych.

Monitoring meteorologiczny obejmował pomiary następujących parametrów w pobliżu 12 SPO MI (monitoringu intensywnego): temperatury powietrza [ $^{\circ}\text{C}$ ] na wysokości 2 m i 0,5 m oraz przy gruncie (na wysokości 5 cm), temperatury gleby [ $^{\circ}\text{C}$ ] na głębokości 5 cm, 10 cm, 20 cm i 50 cm, wilgotności względnej powietrza [%] na wysokości 2 m, wilgotności gleby [ $\text{dm}^3/\text{m}^3$ ], promieniowania całkowitego [ $\text{W}/\text{m}^2$ ], prędkości wiatru [ $\text{m}/\text{s}$ ], kierunku wiatru [ $^{\circ}$ ] oraz opadu atmosferycznego [ $\text{mm}$ ]. Pomiary były wykonywane przez automatyczne stacje meteorologiczne w cyklu ciągłym.

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 4 km.

Wyposażenie punktów pomiaru zanieczyszczeń gazowych stanowią 3 zmodyfikowane pasywne próbniki Amaya-Krochmala umieszczone około 2,0 m nad powierzchnią gruntu, wymieniane po okresie ekspozycji wynoszącym  $30 \pm 3$  dni, w ostatnim lub w pierwszym dniu każdego miesiąca, przez przeszkolone osoby. Określenie stężenia  $\text{NO}_2$  i  $\text{SO}_2$  [ $\mu\text{g m}^{-3}$ ] następuje po dostarczeniu próbników do laboratorium, metodą chromatografii jonowej.

Pomiary chemizmu wód opadowych na otwartej przestrzeni wykonuje się w okresie letnim z wykorzystaniem 3 kolektorów o pojemności 5 litrów umieszczonych w specjalnych osłonach chroniących przed nagrzewaniem i dostępem światła słonecznego na wysokości około 2,0 m nad gruntem, natomiast w okresie zimowym z użyciem otwartych pojemników plastikowych o pojemności 10 litrów. Punkty poboru próbek opadów zlokalizowane są w punktach pomiaru zanieczyszczeń gazowych w powietrzu. Zarówno w okresie zimowym, jak i letnim kolektory wymieniane są co miesiąc. Po przewiezieniu do laboratorium próbki opadów podlegają analizom fizyko-chemicznym polegającym na określeniu ich objętości, oraz następujących parametrów:

- stężen metali: Ca, Mg, K, Na, Al, Fe, Mn, [ $\text{mg l}^{-1}$ ] – metodą emisyjnej spektrometrii atomowej ICP-OES,
- stężen jonów:  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ , Cl $^-$ ,  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$  [ $\text{mg l}^{-1}$ ] – metodą chromatografii jonowej,
- pH – metodą potencjometryczną,
- zasadowości w próbkach o  $\text{pH} \geq 5$  – metodą miareczkowania potencjometrycznego,
- przewodności elektrycznej właściwej – metodą konduktometryczną,



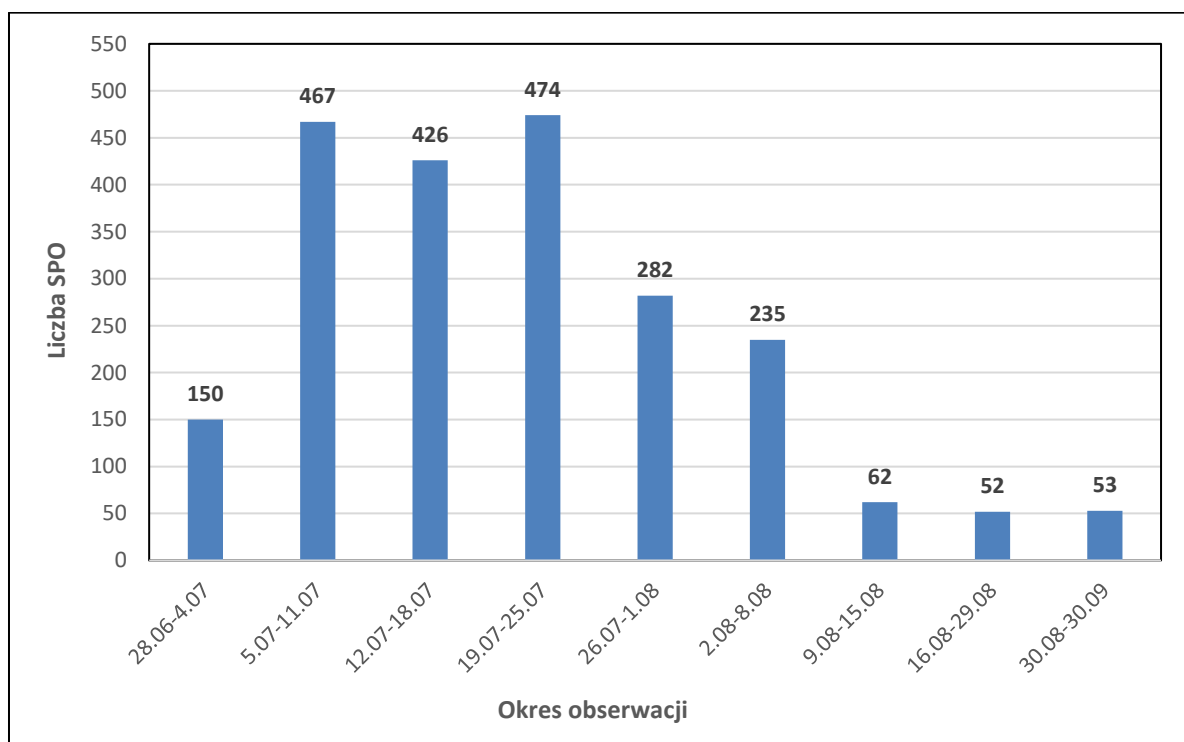
- stężeń metali ciężkich Pb, Cu, Zn, Cd – ICP – metodą emisyjnej spektrometrii atomowej ICP-OES,
- stężenia RWO – metodą spektrofotometrii w zakresie podczerwieni IR,
- stężenia azotu związanego – metodą chemiluminescencji.

Pomiary chemizmu wód opadowych pod okapem drzewostanu wykonuje się na wszystkich 12 SPO MI. Ponadto na 2 SPO MI w drzewostanach bukowych (nadleśnictwa Bircza i Gdańsk) dodatkowo wykonuje się pomiary spływu po pniu. Próbkę opadów podkoronowych pobierane są w okresie letnim (opad deszczu, temp  $>0^{\circ}\text{C}$ ) do 25 pojemników i przesyłane do analiz. W laboratorium łączone są próbki z 5 kolektorów. W okresie zimowym (opad śniegu) pobierane są próbki do 6 pojemników na śnieg. W okresie letnim analizom poddawane są również próbki wody spływającej po pniach 6 buków, na każdej z powierzchni z tym gatunkiem drzewa. Pobór wszystkich prób i analizy chemiczne wykonywane są w cyklu miesięcznym, w identycznym zakresie i z wykorzystaniem tych samych metod, jak w przypadku opadów na otwartej przestrzeni.

Na 12 SPO MI pobiera się również próbki roztworów glebowych. Do tego celu wykorzystuje się 20 lizymetrów – po 10 umieszczonych w gruncie na głębokości około 25 cm i 50 cm. W laboratorium łączy się próbki z 5 lizymetrów i analizuje po dwie próbki z każdej głębokości. Do pobierania próbek stosuje się lizymetry teflonowo-kwarcowe (firmy PRENART) połączone z 2-litrowymi butlami PE za pomocą rurek teflonowych. Butle gromadzące wodę z lizymetrów zamknięto w pojemnikach z tworzywa, zakopanych równo z powierzchnią gleby. W butlach jeden raz w miesiącu (pod koniec każdego miesiąca), co najmniej na trzy doby przed pobraniem próbek, wykonuje się podciśnienie o wartości ok. 700 milibarów (ok. 0,7 atm). Pobór roztworów glebowych i analizy chemiczne wykonywane są w cyklu miesięcznym, w identycznym zakresie i z wykorzystaniem tych samych metod, jak w przypadku opadów na otwartej przestrzeni i opadów podkoronowych.

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. Wszystkie analizy chemiczne pozyskanych próbek opadów na otwartej przestrzeni, pod okapem drzewostanów i roztworów glebowych wykonane zostały w Laboratorium Chemii Środowiska Przyrodniczego IBL.

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



Rycina 2.1. Liczba ocenionych SPO I i II rzędu w kolejnych tygodniach okresu 28.06 - 15.08.2021 r. oraz pomiędzy 16 - 29.08.2021 r. i 30.08 - 30.09.2021 r.

## **CZEŚĆ II MONITORING LASÓW NA STAŁYCH POWIERZCHNIACH OBSERWACYJNYCH I RZĘDU**

### **Liczba SPO I rzędu w układzie gatunku panującego na powierzchni, form własności lasu i jednostek terytorialnych przyrodniczych oraz administracyjnych**

W 2021 roku przeprowadzono obserwacje na 2068 SPO I rzędu (ryc. 3.1–3.2), oceniając łącznie 41 360 drzew próbnych. Większość powierzchni znajdowała się w lasach będących w zarządzie Lasów Państwowych (1411 pow.) oraz w lasach będących własnością osób fizycznych (526 pow.). Powierzchnie założone w lasach parków narodowych (36 pow.) oraz pozostałych kategorii własności (łącznie 95 pow.) reprezentowane były mniej licznie (tab. 3.1).

Liczba powierzchni w lasach wszystkich form własności zawierała się w przedziale: 1) w układzie krain przyrodniczo-leśnych od 40 w Krainie Sudeckiej do 491 w Krainie Wielkopolsko-Pomorskiej, 2) w układzie rdLP od 69 w RDLP w Pile do 177 w RDLP w Olsztynie, 3) w układzie województw od 41 w województwie opolskim do 216 w województwie mazowieckim (tab. 3.1–3.3).

Liczba powierzchni w lasach będących w zarządzie Lasów Państwowych wahała się: 1) od 32 w Krainie Sudeckiej do 421 w Krainie Wielkopolsko-Pomorskiej, 2) od 31 w RDLP w Warszawie do 132 w RDLP w Szczecinie, 3) od 33 w województwie opolskim do 166 w województwie zachodniopomorskim (tab. 3.1–3.3).

Lasy będące własnością osób fizycznych reprezentowane były we wszystkich krainach przyrodniczo-leśnych (od 2 powierzchni w Krainie Sudeckiej do 166 w Krainie Mazowiecko-Podlaskiej), w szesnastu rdLP (od 4 powierzchni w RDLP w Pile i w RDLP w Szczecinie do 75 w RDLP w Lublinie, brak powierzchni tej kategorii własności w RDLP w Zielonej Górze) oraz w 15 województwach (od 4 powierzchni w woj. zachodniopomorskim i opolskim do 124 w woj. mazowieckim, brak powierzchni tej kategorii własności w woj. lubuskim) (tab. 3.1–3.3).

W lasach parków narodowych powierzchnie monitoringowe zlokalizowane były w siedmiu krainach przyrodniczo-leśnych (od jednej powierzchni w Krainie Sudeckiej do czternastu w Krainie Karpackiej, brak powierzchni tej kategorii w Krainie Śląskiej) oraz w jedenastu województwach (od jednej powierzchni w woj. dolnośląskim, lubuskim, pomorskim i świętokrzyskim do dziewięciu w woj. podkarpackim, brak powierzchni tej kategorii w

województwach: kujawsko-pomorskim, łódzkim, opolskim, śląskim i warmińsko-mazurskim) (tab. 3.2–3.3).

Liczby powierzchni w lasach wszystkich form własności oraz w lasach będących w zarządzie Lasów Państwowych, według gatunku panującego w drzewostanie, wynosiły odpowiednio: dla powierzchni z dominacją sosny – 1224 i 870, świerka – 87 i 61, jodły – 49 i 33, innych iglastych – 22 i 16, buka – 82 i 62, dębu – 147 i 115, brzozy – 192 i 115, olszy – 152 i 86 oraz innych liściastych – 113 i 53 (tab. 3.4).

Wśród powierzchni w zarządzie Lasów Państwowych powierzchnie iglaste z dominacją sosny występowały we wszystkich rdLP, z dominacją świerka – w jedenastu rdLP, jodły – tylko w pięciu rdLP, ‘innych iglastych’ – w dziewięciu rdLP. Powierzchnie liściaste z dominacją buka występowały w trzynastu rdLP, olszy – w szesnastu rdLP, dębu, brzozy oraz ‘innych liściastych’ – we wszystkich rdLP (tab. 3.5).

Liczby powierzchni, wg gatunków drzew dominujących w drzewostanie, w układzie krain przyrodniczo-leśnych oraz w układzie województw przedstawiono w tabelach 3.6 i 3.7. Powierzchnie sosnowe, dębowe, brzożowe, olszowe oraz z gatunkiem panującym z kategorii ‘inne liściaste’ są reprezentowane we wszystkich krainach i we wszystkich województwach. Powierzchnie świerkowe występują we wszystkich krainach i w dwunastu województwach. Powierzchnie jodłowe występują w dwóch krainach i w pięciu województwach. Powierzchnie, na których panuje gatunek z kategorii ‘inne iglaste’, występują w pięciu krainach i w jedenastu województwach. Powierzchnie bukowe występują w pięciu krainach oraz w dwunastu województwach.

Liczby powierzchni wg gatunków drzew dominujących w drzewostanie w układzie parków narodowych prezentuje tabela 3.8. Wśród powierzchni iglastych: sosnowe znajdowały 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 występowały w czterech parkach, olszowe – w czterech parkach, brzożowe – w dwóch parkach, z gatunkiem panującym z kategorii ‘inne liściaste’ – tylko w jednym parku, brak powierzchni dębowych.

### **3. OCENA ZDROWOTNOŚCI MONITOROWANYCH GATUNKÓW DRZEW W 2020 R. – JADWIGA MAŁACHOWSKA, PAWEŁ LECH, GRZEGORZ ZAJĄCZKOWSKI**

Parametrami oceny kondycji zdrowotnej gatunków drzew są następujące charakterystyki: procentowy udział drzew zdrowych (klasa 0, defoliacja 0–10%), procentowy udział drzew z klas defoliacji 2 do 4 (defoliacja > 25% i drzewa martwe) oraz średnia defoliacja. Klasa ostrzegawcza (klasa 1, lekka defoliacja, od 11 do 25% defoliacji), będąca dopełnieniem dającym w sumie 100% drzew (po zsumowaniu klas 0, 1 i 2 do 4), w większości przypadków nie jest omawiana.

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

W podrozdziale 2.1 przedstawiono schemat tworzenia klas zdrowotności, które są kombinacją klas defoliacji oraz klas odbarwienia. Udziały drzew w utworzonych w ten sposób klasach nie wykazują większych różnic w porównaniu z klasami defoliacji, gdyż stosunkowo rzadko notuje się odbarwienie liści/igieł (tab. 3.9, 3.10 i 3.11). W związku z tym, podstawą przedstawionej poniżej analizy kondycji zdrowotnej drzew były klasy defoliacji oraz średnia defoliacja, odbarwienie aparatu asymilacyjnego pominięto.

#### **3.1. Zróżnicowanie zdrowotności monitorowanych gatunków ogółem w kraju**

Średnia defoliacja wszystkich gatunków razem wynosiła 22,4%, iglastych razem – 22,6%, liściastych razem – 21,9% (tab. 3.9). Udział drzew zdrowych (do 10% defoliacji) gatunków razem wynosił 9,7%, udział drzew z klas defoliacji 2 do 4 (powyżej 25% defoliacji) – 17,1%. Gatunki liściaste charakteryzowały się znacznie wyższym udziałem drzew zdrowych (14,3%) oraz nieco wyższym udziałem drzew o osłabionej kondycji (17,9%), niż gatunki iglaste (odpowiednio: 6,8% i 16,6%). Udział drzew w klasie ostrzegawczej (drzewa o defoliacji od 11 do 25%) wynosił: gatunków razem – 73,2%, gatunków iglastych – 76,5%, a gatunków liściastych – 67,8% (tab. 3.9).

Gatunki o niskiej średniej defoliacji to buk (17,0%), jodła (18,4%) i olsza (19,4%). Średnią wartość tego parametru wykazywały gatunki zaliczane do grupy ‘inne iglaste’ (21,5%), gatunki zaliczane do grupy ‘inne liściaste’ (21,5%), sosna (22,6%) oraz brzoza (22,8%). Wysoką wartością średniej defoliacji charakteryzowały się świerk (25,5%) i dąb (25,9%) (tab. 3.9, ryc. 3.3).

Podobną kolejność monitorowanych gatunków drzew uzyskano, porównując udział drzew w klasach defoliacji 2-4. Niskim udziałem takich drzew charakteryzowały się buk (7,4%), olsza (9,9%) i jodła (10,1%), średni udział – zanotowano dla grupy gatunków ‘inne iglaste’ (16,0%), u sosny (16,4%), brzozy (17,4%) oraz dla grupy gatunków ‘inne liściaste’ (17,4%), wyższy – u świerka (24,0%), najwyższy – u dębu (31,2%) (tab. 3.9 i ryc. 3.3).

Porównanie udziału drzew zdrowych (klasa 0, do 10% defoliacji) szereguje gatunki następująco: najwyższy udział drzew w tej klasie odnotowano u buka (28,5%), wysoki udział – w grupie gatunków ‘inne liściaste’ (22,3%) i u jodły (21,4%), średni – u olszy (17,9%) i w grupie gatunków ‘inne iglaste’ (11,8%), niski – u brzozy (8,6%) i sosny (6,2%), bardzo niski – u dębu (4,2%) i świerka (3,6%) (tab. 3.9 i ryc. 3.3).

Kolejność gatunków od najzdrowszych do najmniej zdrowych (ustalona na podstawie analizy trzech parametrów określających zdrowotność: średniej defoliacji, udziału drzew zdrowych i udziału drzew w klasach defoliacji 2-4) jest następująca: buk << jodła < olsza < inne liściaste < inne iglaste < brzoza, sosna << świerk < dąb.

Gatunkiem o najlepszej kondycji zdrowotnej był buk, u którego występował najwyższy udział drzew zdrowych (28,5%), natomiast udział drzew w klasach defoliacji 2-4 (7,4%) i średnia defoliacja (17,0%) były najniższe. Dobrą kondycją charakteryzowały się jodła i olsza, niewiele gorszą – gatunki zaliczane do grupy ‘inne iglaste’ oraz gatunki zaliczane do grupy ‘inne liściaste’ (udział drzew zdrowych zawierał się w przedziale od 11,8% do 22,3%, udział drzew w klasach defoliacji 2-4 zawierał się w przedziale od 16,0% do 17,4%, a średnia defoliacja – od 18,4% do 21,5%). Osłabioną kondycję zanotowano u sosny i brzozy (6,2% i 8,6% drzew zdrowych, 16,4% i 17,4% drzew w klasach defoliacji 2-4 oraz 22,6% i 22,8% średniej defoliacji). Złą kondycją zdrowotną, charakteryzował się świerk (3,6% drzew zdrowych, 24,0% drzew w klasach defoliacji 2-4, oraz średnia defoliacja równa 25,5%), najgorszą – dąb, u którego zarejestrowano 4,2% drzew zdrowych, najwięcej (31,2%) drzew w klasach defoliacji 2-4, oraz najwyższą średnią defoliację (25,9%)(tab. 3.9).

### **3.2. Zróźnicowanie zdrowotności 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. 3.12, ryc. 3.4–3.8).

Dąb oraz 'inne iglaste' w parkach narodowych, ze względu na małą liczebność próby (poniżej 30 drzew), zostały pominięte w przedstawionym poniżej omówieniu wyników. Wartości określone jako najmniejsze, największe lub średnie (najwyższe, najniższe, średnie) odnoszą się do zakresu wartości w obrębie omawianego gatunku lub grupy gatunków.

Kondycja zdrowotna **gatunków łącznie** nie wykazywała znaczących różnic w lasach porównywanych form własności. Udział drzew zdrowych zawierał się w przedziale od 9,5% (w lasach prywatnych) do 11,3% (w lasach parków narodowych), udział drzew w klasach defoliacji 2-4 zawierał się w przedziale od 16,3% (w lasach zarządzanych przez Lasy Państwowe) do 21,7% (w lasach parków narodowych), średnia defoliacja wynosiła od 22,1% (w lasach zarządzanych przez Lasy Państwowe) do 23,6% (w lasach parków narodowych). Ocena kondycji zdrowotnej drzew w układzie form własności lasów w których te drzewa występują jest nieprecyzyjna, jeżeli nie uwzględni się gatunków drzew, których analiza dotyczy.

**Sosny** o najsłabszej kondycji zdrowotnej występowały w lasach parków narodowych. Zanotowano tam 5,4% drzew zdrowych, najwyższy udział drzew w klasach defoliacji 2-4 (32,3%) oraz najwyższą średnią defoliację (26,0%) w porównaniu z innymi własnościami. Lepszą kondycją charakteryzowały się sosny w lasach 'innych własności' oraz w lasach będących własnością osób fizycznych, najlepszą – w lasach państwowych (odpowiednio: 6,5%, 5,5% i 6,5% drzew zdrowych, 20,4%, 19,6% i 14,9% drzew w klasach defoliacji 2-4, średnia defoliacja wynosiła 23,7%, 23,6% i 22,2%).

**Świerki** o najsłabszej kondycji zdrowotnej występowały w lasach 'innych własności': przy braku drzew zdrowych zanotowano tam najwięcej drzew w klasach defoliacji 2-4 (45,7%) oraz najwyższą średnią defoliację (31,6%). Nieco lepszą kondycję drzewa tego gatunku obserwowano w lasach będących własnością osób fizycznych oraz w lasach parków narodowych (odpowiednio: 1,4% i 1,7% drzew zdrowych, 32,5% i 28,7% drzew w klasach defoliacji 2-4, 28,0% i 27,2% średniej defoliacji). W tym zestawieniu najlepszą kondycją charakteryzowały się świerki w lasach państwowych (4,6% drzew zdrowych, 20,2% drzew w klasach defoliacji 2-4, 24,4% średniej defoliacji).

Najsłabszą kondycją charakteryzowały się **jodły** w lasach parków narodowych, zanotowano tam najniższy w zestawieniu udział drzew zdrowych (12,8%), najwyższy udział drzew w klasach defoliacji 2-4 (34,0%) oraz najwyższą średnią defoliację (25,7%). W lasach trzech pozostałych form własności występowały jodły o znacznie lepszej kondycji zdrowotnej:

udział drzew zdrowych wynosił tam od 14,5% do 24,4%, udział drzew w klasach defoliacji 2-4 przyjmował wartości od 5,0% do 10,4%, a średnia defoliacja – od 17,6% do 18,2%.

Kondycja zdrowotna **buków** nie wykazywała znaczących różnic w lasach porównywanych form własności. Udział drzew zdrowych zawierał się w przedziale od 17,9% (w lasach innych własności) do 29,8% (w lasach zarządzanych przez Lasy Państwowe), udział drzew w klasach defoliacji 2-4 zawierał się w przedziale od 5,1% (w lasach innych własności) do 11,4% (w lasach prywatnych), natomiast średnia defoliacja przyjmowała wartości od 16,9% (w lasach innych własności) do 17,5% (w lasach prywatnych).

Zdrowsze **dęby** występowały w lasach będących własnością osób fizycznych: zarejestrowano tam najwyższy w zestawieniu udział drzew zdrowych (4,9%), najniższy udział drzew w klasach defoliacji 2-4 (23,9%) oraz najniższą średnią defoliację (23,9%). W lasach państwowych oraz w lasach 'innych własności' drzewa tej grupy gatunków były w gorszej kondycji: udział drzew zdrowych wynosił: 4,3% i 2,3%, udział drzew w klasach defoliacji 2-4 wynosił 32,4% i 32,3%, a średnia defoliacja: 26,1% i 27,3%.

**Brzozy** o najłabszej kondycji zdrowotnej występowały w lasach parków narodowych. Zanotowano tam najniższy udział drzew zdrowych (2,4%), najwyższy udział drzew w klasach defoliacji 2-4 (31,3%) oraz najwyższą średnią defoliację (30,6%) w porównaniu z innymi własnościami. Kondycja drzew tego gatunku w lasach trzech pozostałych form własności nie wykazywała znaczących różnic: udział drzew zdrowych zawierał się w przedziale od 7,2% do 9,8%, udział drzew w klasach defoliacji 2-4 zawierał się w przedziale od 15,3% do 18,7%, średnia defoliacja przyjmowała wartości od 22,1% do 22,9%.

Najzdrowsze **olsze** występowały w lasach 'innych własności': zarejestrowano tam najwyższy w zestawieniu udział drzew zdrowych (24,9%), najniższy udział drzew w klasach defoliacji 2-4 (4,3%) oraz najniższą średnią defoliację (16,5%). Kondycja drzew tej grupy gatunków w lasach trzech pozostałych form własności nie wykazywała znaczących różnic: udział drzew zdrowych zawierał się w przedziale od 12,5% do 17,8%, udział drzew w klasach defoliacji 2-4 zawierał się w przedziale od 6,9% do 10,7%, średnia defoliacja przyjmowała wartości od 19,3% do 20,7%.

Przeciętnie wyższy poziom defoliacji drzew większości gatunków w lasach parków narodowych w porównaniu z lasami pozostałych 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.



### **Kondycja zdrowotna drzew (gatunki razem) wg form własności w układzie krain przyrodniczo-leśnych**

Udziały drzew w klasach defoliacji oraz średnią defoliację dla gatunków razem w układzie krain przyrodniczo-leśnych i form własności zamieszczono w tabeli 3.13 i na rycinie 3.9. Wartości określane jako najmniejsze, największe lub średnie (najwyższe, najniższe, średnie) odnoszą się do zakresu wartości w obrębie omawianej krainy.

W **Krainie Bałtyckiej** w najgorszej kondycji zdrowotnej, w porównaniu z innymi formami własności, były drzewa w lasach parków narodowych (Słowińskiego PN i Wolińskiego PN łącznie): średnio na powierzchniach badawczych było najmniej drzew zdrowych (3,3%), udział drzew w klasach defoliacji 2-4 (40,0%) i średnia defoliacja (26,7%) były najwyższe. Należy odnotować, że kondycja drzew Słowińskiego PN (jedna powierzchnia olszowa) była znacznie lepsza, niż Wolińskiego PN (dwie powierzchnie sosnowe), średnia defoliacja w tych parkach wynosiła odpowiednio: 21,0% i 29,5%. Trudno ustalić kolejność stanu zdrowotnego drzew w tej krainie w lasach trzech pozostałych form własności: udział drzew zdrowych zawierał się w przedziale od 10,0% do 21,1%, udział drzew w klasach defoliacji 2-4 zawierał się w przedziale od 7,5% do 17,8%, średnia defoliacja przyjmowała wartości od 20,4% do 22,7%.

W **Krainie Mazursko-Podlaskiej** drzewa w lasach parków narodowych (w Białowieskim PN, Wigierskim PN i Biebrzańskim PN łącznie) charakteryzowały się znacznie gorszą kondycją niż drzewa w lasach trzech pozostałych form własności. Średnio na powierzchniach badawczych zlokalizowanych w parkach było najmniej drzew zdrowych (3,6%), udział drzew w klasach defoliacji 2-4 (17,9%) i średnia defoliacja (25,7%) były najwyższe. Tu również należy odnotować, że kondycja drzew w Białowieskim PN (jedna powierzchnia olszowa) była znacznie lepsza, niż w Wigierskim PN (jedna powierzchnia sosnowa) i Biebrzańskim PN (po jednej powierzchni sosnowej i świerkowej oraz trzy powierzchnie brzożowe), średnia defoliacja w tych parkach wynosiła odpowiednio: 20,0%, 24,8% i 27,0%. W tej krainie również trudno ustalić kolejność stanu zdrowotnego drzew w lasach trzech pozostałych form własności: udział drzew zdrowych zawierał się w przedziale od 4,0% do 11,8%, udział drzew w klasach defoliacji 2-4 zawierał się w przedziale od 9,1% do 10,4%, średnia defoliacja przyjmowała wartości od 20,0% do 22,3%.

W **Krainie Wielkopolsko-Pomorskiej** najlepszą kondycją zdrowotną charakteryzowały się drzewa w lasach parków narodowych (Drawieńskim PN i Wielkopolskim PN łącznie). Zanotowano tam najwięcej drzew zdrowych (20,0%), najmniej drzew w klasach

defoliacji 2-4 (13,3%) oraz najniższą średnią defoliację (19,7%). W tej krainie również trudno ustalić kolejność stanu zdrowotnego drzew w lasach trzech pozostałych form własności: udział drzew zdrowych zawierał się w przedziale od 6,6% do 9,2%, udział drzew w klasach defoliacji 2-4 zawierał się w przedziale od 18,7% do 28,2%, średnia defoliacja przyjmowała wartości od 22,7% do 25,3%.

W **Krainie Mazowiecko-Podlaskiej** drzewa o najgorszej kondycji zdrowotnej występowały w lasach parków narodowych (Kampinoskim PN i Poleskim PN łącznie), było tam najmniej drzew zdrowych (2,0%), udział drzew w klasach defoliacji 2-4 (34,0%) i średnia defoliacja (29,1%) były najwyższe. Kondycja drzew w lasach trzech pozostałych form własności w tej krainie nie wykazywała znaczących różnic: udział drzew zdrowych zawierał się w przedziale od 5,2% do 8,2%, udział drzew w klasach defoliacji 2-4 zawierał się w przedziale od 21,4% do 25,3%, średnia defoliacja przyjmowała wartości od 23,9% do 24,5%.

W **Krainie Śląskiej** w najgorszej kondycji były drzewa w lasach kategorii 'inne własności', było tam najmniej drzew zdrowych (1,9%), udział drzew w klasach defoliacji 2-4 (28,8%) i średnia defoliacja (26,4%) były najwyższe. Najzdrowsze okazały się drzewa w lasach będących własnością osób fizycznych (14,0% drzew zdrowych, 21,0% drzew w klasach defoliacji 2-4, śr. def. = 22,0%). Średnią kondycją charakteryzowały się w lasach państwowych (8,1% drzew zdrowych, 18,9% drzew w klasach defoliacji 2-4, 23,3% średniej defoliacji). W tej krainie parki narodowe nie występują.

W **Krainie Małopolskiej** najlepszą kondycją zdrowotną charakteryzowały się drzewa w lasach parków narodowych (Świętokrzyskim PN, Ojcowskim PN i Roztoczańskim PN łącznie). Średnio na powierzchnię zanotowano tam najwięcej drzew zdrowych (16,7%), najmniej drzew w klasach defoliacji 2-4 (10,0%) oraz najniższą średnią defoliację (18,5%). Kondycja drzew w poszczególnych parkach była różna, średnia defoliacja wynosiła odpowiednio: 14,0%, 18,8% oraz 22,8%. Kondycja drzew w lasach trzech pozostałych form własności w tej krainie nie wykazywała znaczących różnic: udział drzew zdrowych zawierał się w przedziale od 10,0% do 14,4%, udział drzew w klasach defoliacji 2-4 zawierał się w przedziale od 17,4% do 18,4%, średnia defoliacja przyjmowała wartości od 21,8% do 22,7%.

W **Krainie Sudeckiej** w najgorszej kondycji zdrowotnej były drzewa w lasach kategorii 'inne własności', było tam najmniej drzew zdrowych (1,0%), udział drzew w klasach defoliacji 2-4 wynosił 18,3%, średnia defoliacja (24,3%) była najwyższa. Kondycja drzew w lasach państwowych oraz w lasach będących własnością osób fizycznych nie wykazywała znaczących różnic (odpowiednio: 4,4% i 7,5% drzew zdrowych, 18,1% i 18,3% drzew w klasach defoliacji

2-4, 22,8% i 23,1% średniej defoliacji. Kategorię własności ‘parki narodowe’ (PN Górze Stołowych) pominięto w analizie ze względu na zbyt małą liczbę ocenionych drzew.

W **Krainie Karpackiej** najlepszą kondycją zdrowotną charakteryzowały się drzewa w lasach państwowych, zarejestrowano tam najwięcej drzew zdrowych (22,1%), najmniej drzew w klasach defoliacji 2-4 (10,0%) oraz najniższą średnią defoliację (18,3%). Kondycja drzew w lasach trzech pozostałych form własności w tej krainie nie wykazywała znaczących różnic: udział drzew zdrowych zawierał się w przedziale od 10,0% do 14,4%, udział drzew w klasach defoliacji 2-4 zawierał się w przedziale od 17,4% do 18,4%, średnia defoliacja przyjmowała wartości od 21,8% do 22,7%. W stosunkowo gorszej kondycji były drzewa w lasach parków narodowych (Babiogórskim PN, Bieszczadzkiem PN, Gorczańskim PN, Magurskim PN, Tatrzańskim PN łącznie): udział drzew zdrowych wynosił 17,1%, udział drzew w klasach defoliacji 2-4 wynosił 20,4%, a średnia defoliacja (22,2%) była najwyższa w porównaniu z innymi kategoriami własności. Drzewa w lasach będących własnością osób fizycznych oraz ‘innych własności’ zajmowały miejsce pośrednie pod względem kondycji zdrowotnej.

Powyższa analiza potwierdza wcześniejszą tezę, że przy ocenie kondycji zdrowotnej drzew na powierzchniach monitoringowych większe znaczenie niż forma własności lasów mają gatunki drzew występujących na powierzchniach.

### **3.3. Zróżnicowanie kondycji drzew w zależności od wieku**

Analizowane parametry oceny poziomu zdrowotności monitorowanych gatunków pogrupowane zostały w dwie kategorie wieku: 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). Wykonano również analizę regresji defoliacji drzew w zależności od ich wieku dla 7 głównych lasotwórczych gatunków drzew (sosna, świerk, jodła, buk, dąb, brzoza i olsza) oraz dla wszystkich drzew łącznie.

Ogółem dla wszystkich drzew objętych obserwacjami udział drzew zdrowych (do 10% defoliacji) wynosił 9,7%, udział drzew w klasach defoliacji 2-4 (powyżej 25% defoliacji i drzewa martwe) – 17,1%, a średnia defoliacja – 22,4%. Wśród drzew młodszych zanotowano 10,0% drzew zdrowych, 16,8% drzew w klasach defoliacji 2-4, a średnia defoliacja wynosiła 22,4%. Wśród drzew starszych udział drzew zdrowych wynosił 9,4%, udział drzew w klasach defoliacji 2-4 – 17,3%, a średnia defoliacja – 22,4%. Taki układ udziału drzew zdrowych i drzew w klasach defoliacji 2-4 oraz średniej defoliacji w grupach wiekowych w zestawieniu ‘gatunki razem’ nie wskazuje na istnienie zależności pomiędzy kondycją zdrowotną drzew a

ich wiekiem. W odniesieniu do gatunków 'iglastych razem' wystąpiła słaba zależność poprawy kondycji zdrowotnej drzew wraz z wiekiem.. Natomiast w grupie gatunków 'liściastych razem' odwrotnie, wystąpiła słaba zależność pogarszania się kondycji zdrowotnej drzew wraz z wiekiem. Udziały drzew zdrowych, drzew w klasach defoliacji 2-4 oraz średnia defoliacja wynosiły odpowiednio: dla gatunków 'iglastych razem': 6,1%, 18,4%, 23,3% u drzew młodszych i 7,2%, 15,7%, 22,2% u drzew starszych oraz dla gatunków 'liściastych razem': 15,3%, 14,7%, 21,1% u drzew młodszych i 13,5%, 20,4%, 22,6% u drzew starszych (tab. 3.9) (ryc. 3.10 i 3.11). Analiza zależności defoliacji wszystkich drzew od wieku dała zbliżone wyniki. Stwierdzono bardzo słabą pozytywną zależność, która jednakże była statystycznie istotna (ryc. 3.12).

Wśród gatunków iglastych niewielką poprawę kondycji wraz ze wzrostem wieku zaobserwowano jedynie u sosny. U pozostałych grup gatunków występował trend pogarszania się kondycji wraz ze wzrostem wieku, silniej wyrażony u jodły, słabiej – u świerka, i 'innych iglastych' (ryc. 3.10 i 3.11). Analiza regresji wykazała, że w przypadku sosny i świerka takiej zależności pomiędzy defoliacją drzew i wiekiem nie było, natomiast w przypadku jodły była ona słaba i pozytywna, ale statystycznie istotna (ryc. 3.12).

Młodsze **sosny** charakteryzowały się gorszą kondycją, niż starsze drzewa tego gatunku. Wśród młodszych sosen występował niższy udział drzew zdrowych (5,2%), wyższy udział drzew w klasach defoliacji 2-4 (18,7%), średnia defoliacja była również wyższa (23,0%) w porównaniu ze starszymi sosnami (odpowiednio: 6,8%, 15,1% i 22,2%).

Młodsze **jodły** były w znacznie lepszej kondycji, niż starsze drzewa tego gatunku. Wśród młodszych jodeł występował znacznie wyższy udział drzew zdrowych (28,8%), niższy udział drzew w klasach defoliacji 2-4 (6,0%) oraz niższa średnia defoliacja (16,0%) w porównaniu ze starszymi jodłami (odpowiednio: 19,6%, 11,0% i 19,0%).

Młodsze **świerki** również były zdrowsze niż świerki starsze. Wśród młodszych świerków występował wyższy udział drzew zdrowych (5,2%), niższy udział drzew w klasach defoliacji 2-4 (20,3%) oraz niższa średnia defoliacja (24,8%) w porównaniu ze starszymi świerkami (odpowiednio: 2,6%, 26,5% i 26,0%).

W grupie gatunków '**inne iglaste**' wśród drzew młodszych było 15,8% drzew zdrowych, 14,8% drzew w klasach defoliacji 2-4, a średnia defoliacja wynosiła 21,0%. Wśród starszych drzew tej grupy gatunków zanotowano znacznie mniej drzew zdrowych (7,6%), więcej drzew w klasach defoliacji 2-4 (17,2%) oraz wyższą średnią defoliację (22,1%).

Wśród **gatunków liściastych** duży spadek kondycji wraz ze wzrostem wieku zaobserwowano u dębów oraz u brzoź, mniejszy – w grupie gatunków ‘inne liściaste’. U buka i olszy powyższa zależność nie wystąpiła (ryc. 3.10 i 3.11). Podobne wyniki dała analiza regresji – pozytywną ale słabą zależność defoliacji od wieku stwierdzono dla dębu, brzozy, buka oraz najslabszą, ale wciąż statystycznie istotną dla olszy (ryc. 3.12).

Młodsze **dęby** charakteryzowały się wyższym udziałem drzew zdrowych (7,5%), dużo niższym udziałem drzew w klasach defoliacji 2-4 (23,5%) oraz dużo niższą średnią defoliacją (23,8%) w porównaniu ze starszymi dębami (2,6% drzew zdrowych, 35,0% drzew w klasach defoliacji 2-4 i 26,9% średniej defoliacji).

Młodsze **brzozy** charakteryzowały się wyższym udziałem drzew zdrowych (10,8%), dużo niższym udziałem drzew w klasach defoliacji 2-4 (13,5%) oraz dużo niższą średnią defoliacją (21,4%) w porównaniu ze starszymi brzożami (5,9% drzew zdrowych, 22,4% drzew w klasach defoliacji 2-4 i 24,6% średniej defoliacji).

Wśród drzew grupy gatunków ‘**inne liściaste**’ wystąpiła słaba zależność pogarszania się kondycji zdrowotnej drzew wraz z wiekiem. Wśród drzew młodszych było 23,3% drzew zdrowych, 15,6% drzew w klasach defoliacji 2-4, średnia defoliacja wynosiła 20,9%. Wśród starszych drzew tej grupy gatunków zanotowano mniej drzew zdrowych (21,4%), więcej drzew w klasach defoliacji 2-4 (19,1%) oraz wyższą średnią defoliację (22,0%).

**Buk** to gatunek, u którego zależność pogarszania się kondycji zdrowotnej drzew wraz z wiekiem wyrażała się spadkiem udziału drzew zdrowych, pozostałe analizowane parametry nie wykazywały oczekiwanych zmian. Wśród młodszych drzew tego gatunku zarejestrowano 33,6% drzew zdrowych, 7,0% drzew w klasach defoliacji 2-4, a średnia defoliacja wynosiła 16,7%. Wśród drzew starszych występował znacznie niższy udział drzew zdrowych (26,7%), udział drzew w klasach defoliacji 2-4 oraz średnia defoliacja były jedynie nieznacznie wyższe (odpowiednio: 7,5% i 17,1%).

**Olsze** nie wykazywały większych różnic w poziomie defoliacji pomiędzy drzewami młodszymi i starszymi. Drzew zdrowych było odpowiednio 15,7% i 19,4%, drzew w klasach defoliacji 2-4 było 10,1% i 9,9%, a średnia defoliacja wyniosła 19,6% i 19,2%.

**Podsumowując:** w 2021 roku spadek kondycji drzew związany z wiekiem (wyrażony wzrostem defoliacji wraz ze wzrostem wieku) był największy w przypadku dębu, mniejszy – u brzozy i jodły, niewielki – u świerka, domieszkowych gatunków iglastych i domieszkowych gatunków liściastych. U sosny zaobserwowano słabą zależność poprawy kondycji wraz ze wzrostem wieku. W przypadku buka i olszy – poszukiwana zależność nie została potwierdzona

(zbyt małe różnice w udziale drzew w klasach defoliacji 2-4 oraz średniej defoliacji między drzewami młodszymi i starszymi).

### **3.4. Rozkład powierzchniowy kondycji zdrowotnej monitorowanych gatunków drzew**

Analizę powierzchniowego zróżnicowania kondycji zdrowotnej drzew oparto na porównaniu wartości procentowego udziału drzew zdrowych (do 10% defoliacji, klasa defoliacji 0), procentowego udziału drzew w klasach defoliacji 2 do 4 (powyżej 25% defoliacji i drzewa martwe) oraz średniej defoliacji. W analizie stanu zdrowotnego 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 stanu zdrowotnego drzew w parkach narodowych uwzględnia wszystkie wyniki, gdyż dotyczy znacznie mniejszych obszarów.

Wartości określane jako najmniejsze, największe lub średnie (najwyższe, najniższe, średnie) odnoszą się do zakresu wartości w obrębie omawianej jednostki terytorialnej (rdLP, kraina przyrodniczo-leśna, województwo) lub w obrębie omawianego gatunku lub grupy gatunków.

#### **Kondycja zdrowotna drzew w układzie regionalnych dyrekcji Lasów Państwowych**

Udział drzew zdrowych (gatunki razem) w układzie rdLP zawierał się w przedziale od 1,2% w RDLP w Zielonej Górze do 29,8% w RDLP w Krośnie. Udział drzew w klasach defoliacji 2-4 zawierał się w przedziale od 7,8% w RDLP w Gdańsku do 29,2% w RDLP w Poznaniu. Średnia defoliacja zawierała się w przedziale od 17,0% w RDLP w Krośnie do 25,7% w RDLP w Lublinie (tab. 3.14, ryc. 3.13).

Powiązanie ze sobą udziału drzew zdrowych i drzew w klasach defoliacji 2-4 oraz wartości średniej defoliacji w lasach poszczególnych rdLP pozwoliło na uszeregowanie ich grupami od najzdrowszych do najmniej zdrowych: Krosno << Katowice, Gdańsk, Kraków, Szczecin, Toruń < Łódź, Olsztyn, Radom < Białystok, Szczecinek < Wrocław, Piła, Poznań, Zielona Góra, Warszawa < Lublin.

Najzdrowsze okazały się drzewa w lasach w RDLP w Krośnie. Udział drzew zdrowych był najwyższy w zestawieniu i wynosił 29,8%, udział drzew w klasach defoliacji 2-4 był równy 8,8%, a średnia defoliacja, najniższa w zestawieniu, wynosiła 17,0%.

Dobry stan zdrowotny drzew zarejestrowano w lasach w RDLP w Katowicach, Gdańsku, Krakowie, Szczecinie i Toruniu. Udział drzew zdrowych zawierał się w przedziale

od 6,9 do 19,6%, udział drzew w klasach defoliacji 2-4 – od 7,8 do 19,9%, a średnia defoliacja – od 20,4 do 21,3%.

Niewiele gorszą kondycją charakteryzowały się drzewa w lasach w rdLP w Łodzi, Olsztynie i Radomiu (od 7,3 do 17,0% drzew zdrowych, od 10,6 do 19,4% drzew w klasach defoliacji 2-4 oraz od 21,4 do 21,8% średniej defoliacji).

Średnią kondycję zdrowotną drzew zanotowano w lasach w rdLP w Białymstoku i Szczecinku (4,6% drzew zdrowych, 10,3% i 12,1% drzew w klasach defoliacji 2-4 oraz 22,4% i 21,6% średniej defoliacji).

Lasy w RDLP we Wrocławiu, Pile, Poznaniu, Zielonej Górze i Warszawie charakteryzowały się osłabioną kondycją drzew. Udział drzew zdrowych zawierał się w przedziale od 1,2 do 11,9%, udział drzew w klasach defoliacji 2-4 – od 20,1 do 29,2%, a średnia defoliacja – od 23,9 do 24,6%.

Najbardziej osłabioną kondycją charakteryzowały się drzewa w lasach w RDLP w Lublinie. Zanotowano tu 2,9% drzew zdrowych, 28,1% drzew w klasach defoliacji 2-4 oraz najwyższą w zestawieniu średnią defoliację – 25,7%.

### **Kondycja zdrowotna drzew monitorowanych grup gatunków w układzie regionalnych dyrekcji Lasów Państwowych**

Najlepszą kondycją zdrowotną charakteryzowały się **sosny** w lasach RDLP w Krośnie i Katowicach (19,5% i 8,2% drzew zdrowych, 7,3% i 3,4% drzew w klasach defoliacji 2-4 oraz 18,2% i 18,5% średniej defoliacji). Dobrą kondycję tego gatunku obserwowano w lasach w RDLP w Białymstoku, Szczecinku, Gdańsku i Toruniu, (od 1,6 do 5,3% drzew zdrowych, od 8,7 do 9,5% drzew w klasach defoliacji 2-4 oraz od 20,9 do 22,8% średniej defoliacji). Średnią kondycję zdrowotną drzew zanotowano w RDLP w Łodzi i we Wrocławiu (15,3% i 9,0% drzew zdrowych, 14,8% i 13,4% drzew w klasach defoliacji 2-4 oraz 20,7% i 21,9% średniej defoliacji). Sosny o osłabionej kondycji zdrowotnej występowały w RDLP w Zielonej Górze, Radomiu, Krakowie i Warszawie (od 0,0 do 18,2% drzew zdrowych, od 17,2 do 18,4% drzew w klasach defoliacji 2-4 oraz od 20,5 do 24,2% średniej defoliacji). Bardzo osłabioną kondycję sosen odnotowano w RDLP w Olsztynie Pile, Szczecinie i Poznaniu (od 0,6 do 12,0% drzew zdrowych, od 13,1 do 25,2% drzew w klasach defoliacji 2-4 oraz od 22,4 do 23,7% średniej defoliacji). Sosny o najslabszej kondycji występowały w RDLP w Lublinie (2,0% drzew zdrowych, 27,4% drzew w klasach defoliacji 2-4 oraz 25,7% średniej defoliacji) (tab. 3.14, ryc. 3.14).

W siedmiu rdLP liczba **świerków** poddanych obserwacjom nie przekraczała 30 sztuk (wyniki wyłączono z analizy), w RDLP w Warszawie nie było żadnej powierzchni świerkowej. Spośród dziewięciu porównywanych rdLP najlepszą kondycję świerka odnotowano w RDLP w Pile (5,1% drzew zdrowych, 12,8% drzew w klasach defoliacji 2-4, śr. def. = 20,6%). Niewiele gorszą kondycją charakteryzowały się świerki w RDLP w Krośnie i we Wrocławiu (20,3% i 5,4% drzew zdrowych, 23,4% i 16,9% drzew w klasach defoliacji 2-4, średnia defoliacja równa 22,3% i 22,5%). Świerki o średniej kondycji zdrowotnej występowały w lasach RDLP w Białymstoku, Gdańsku i Olsztynie (od 1,3% do 5,7% drzew zdrowych, od 13,2 do 22,6% drzew w klasach defoliacji 2-4 oraz od 23,5 do 23,8% średniej defoliacji). Drzewa tego gatunku o osłabionej kondycji występowały w lasach w RDLP w Szczecinie i Szczecinku (7,7% i 0,0% drzew zdrowych, 21,2% i 22,4% drzew w klasach defoliacji 2-4 oraz 24,9% i 25,9% średniej defoliacji). Świerki o najslabszej kondycji występowały w lasach w RDLP w Katowicach, zanotowano tam 3,1% drzew zdrowych, najwięcej drzew w klasach defoliacji 2-4 (39,1%) oraz najwyższą w zestawieniu średnią defoliację (30,9%) (tab. 3.14, ryc. 3.14).

Powierzchnie **jodłowe** oraz z domieszką jodły występują jedynie w ośmiu rdLP, w tym w trzech rdLP liczba drzew poddanych obserwacjom nie przekraczała 30 (wyniki z tych rdLP wyłączono z analizy). Jodła jest gatunkiem charakteryzującym się wysoką zdrowotnością w porównaniu z innymi gatunkami, jednak jej stan zdrowotny jest bardzo zróżnicowany między poszczególnymi rdLP. Spośród pięciu porównywanych rdLP najlepszą kondycję jodły odnotowano w RDLP w Krośnie (43,6% drzew zdrowych, 7,0% drzew w klasach defoliacji 2-4, śr. def. = 15,4%). Dobrą kondycją charakteryzowały się jodły w lasach RDLP w Katowicach i Krakowie (18,0% i 7,2% drzew zdrowych, 4,9% i 7,2% drzew w klasach defoliacji 2-4 oraz 17,2% i 18,3% średniej defoliacji). W RDLP w Radomiu kondycja jodły była znacznie gorsza (20,0% drzew zdrowych, 20,0% drzew w klasach defoliacji 2-4, śr. def. = 22,4%). Jodły o najslabszej kondycji występowały w RDLP w Lublinie (brak drzew zdrowych, 35,6% drzew w klasach defoliacji 2-4, śr. def. = 29,0%) (tab. 3.14, ryc. 3.145).

**Buk** jest gatunkiem o najlepszej kondycji zdrowotnej w porównaniu z innymi gatunkami drzew. Powierzchnie bukowe oraz z domieszką buka występują w piętnastu rdLP (brak powierzchni tego gatunku w RDLP w Białymstoku i Warszawie), w tym w siedmiu rdLP liczba drzew poddanych obserwacjom nie przekraczała 30 (wyniki wyłączono z analizy). Wśród ośmiu poddanych analizie rdLP najzdrowsze drzewa tego gatunku występowały w RDLP w Olsztynie, Gdańsku i Szczecinie (od 31,2 do 55,6% drzew zdrowych, od 1,1 do 8,7% drzew w klasach defoliacji 2-4, od 14,1 do 14,7% średniej defoliacji). Dobrą kondycją



charakteryzowały się jodły w lasach RDLP w Krośnie i Katowicach (40,1% i 44,8% drzew zdrowych, 5,6% i 5,5% drzew w klasach defoliacji 2-4 oraz 14,8% i 14,9% średniej defoliacji). W RDLP w Krakowie, Wrocławiu i Szczecinku kondycja jodły była nieco gorsza (od 6,3 do 23,6% drzew zdrowych, od 6,1 do 14,5% drzew w klasach defoliacji 2-4, od 18,2 do 20,9% średniej defoliacji) (tab. 3.14, ryc. 3.15).

**Dąb** jest gatunkiem o najsłabszej kondycji w porównaniu z innymi gatunkami, jednak jego kondycja zdrowotna jest znacznie zróżnicowana między poszczególnymi rdLP. Dobrą kondycją charakteryzowały się dęby w lasach w RDLP w Gdańsku, Krośnie, Olsztynie i Radomiu (od 5,9 do 14,6% drzew zdrowych, od 0,0 do 16,1% drzew w klasach defoliacji 2-4 oraz od 18,9 do 20,9% średniej defoliacji). Dęby o średniej kondycji zdrowotnej występowały w sześciu innych rdLP: w Szczecinie, Szczecinku, Toruniu, Białymstoku, Łodzi i Krakowie (od 0,0 do 14,0% drzew zdrowych, od 19,4 do 36,2% drzew w klasach defoliacji 2-4 oraz od 23,3 do 26,1% średniej defoliacji). Dęby o osłabionej kondycji zdrowotnej notowano w RDLP w Katowicach, Lublinie, Warszawie, Wrocławiu i Zielonej Górze (od 0,0 do 3,1% drzew zdrowych, od 37,0 do 48,4% drzew w klasach defoliacji 2-4 oraz od 27,5 do 29,7% średniej defoliacji). Silnie osłabioną kondycją charakteryzowały się dęby w lasach RDLP w Poznaniu, najsłabszą – w lasach w RDLP w Pile (odpowiednio: 2,3% i 0,0% drzew zdrowych, 52,7% i 69,2% drzew w klasach defoliacji 2-4 oraz 32,7% i 36,8% średniej defoliacji) (tab. 3.14, ryc. 3.15).

W RDLP w Krakowie liczba brzoź poddanych obserwacjom nie przekraczała 30 sztuk (wyniki wyłączone z analizy). Brzoza charakteryzuje się słabą kondycją zdrowotną na tle innych gatunków drzew leśnych. Spośród szesnastu analizowanych rdLP najzdrowsze brzozy obserwowano w RDLP w Olsztynie, Toruniu i Gdańsku (od 7,2 do 11,5% drzew zdrowych, od 5,8 do 7,9% drzew w klasach defoliacji 2-4 oraz od 18,6 do 20,5% średniej defoliacji). Dobrą kondycją charakteryzowały się drzewa tego gatunku w RDLP w Krośnie, Katowicach, Radomiu, Białymstoku i Szczecinku (od 7,1 do 19,6% drzew zdrowych, od 11,9 do 15,0% drzew w klasach defoliacji 2-4 i od 19,3 do 22,8% średniej defoliacji). Kondycja brzoź na średnim poziomie utrzymywała się w RDLP w Szczecinie, Wrocławiu i Lublinie, (od 4,4 do 29,7% drzew zdrowych, od 18,6 do 21,5% drzew w klasach defoliacji 2-4 oraz od 21,5 do 25,9% średniej defoliacji). Osłabioną kondycję drzew tej grupy gatunków odnotowano w RDLP w Poznaniu, Pile i Łodzi (od 4,5 do 17,2% drzew zdrowych, od 25,4 do 27,4% drzew w klasach defoliacji 2-4 oraz od 23,3 do 27,0% średniej defoliacji). Brzozy o silnie osłabionej kondycji występowały w RDLP w Zielonej Górze, o najsłabszej kondycji – w RDLP w

Warszawie (odpowiednio: 0,0% i 1,7% drzew zdrowych, 33,7% i 44,1% drzew w klasach defoliacji 2-4 oraz 28,9% i 32,9% średniej defoliacji) (tab. 3.14, ryc. 3.15).

W trzech rdLP (w Gdańsku, Łodzi i Krakowie) liczba olszy poddanych obserwacjom nie przekraczała 30 (wyniki wyłączono z analizy). Ta grupa gatunków charakteryzuje się wysoką zdrowotnością na tle innych gatunków drzew leśnych. Podobnie jak to ma miejsce w przypadku jodły, dębów i brzoź kondycja olszy jest mocno zróżnicowana między poszczególnymi rdLP. Spośród czternastu analizowanych rdLP najlepszą kondycję zdrowotną olszy zanotowano w lasach RDLP w Toruniu (48,9% drzew zdrowych, 2,2% drzew w klasach defoliacji 2-4 oraz 13,3% średniej defoliacji). Bardzo dobrą kondycją charakteryzowały się olsze w RDLP w Zielonej Górze, Szczecinie i Krośnie (od 8,2 do 52,0% drzew zdrowych, od 0,0 do 18,1% drzew w klasach defoliacji 2-4 i od 16,1 do 17,0% średniej defoliacji). Dobrą kondycją charakteryzowały się olsze w lasach pięciu innych rdLP: w Białymstoku, Olsztynie, Lublinie, Poznaniu i Wrocławiu (od 7,7 do 15,4% drzew zdrowych, od 1,7 do 13,4% drzew w klasach defoliacji 2-4 oraz od 18,1 do 19,7% średniej defoliacji). Niewiele gorszą kondycję drzew tej grupy gatunków zanotowano w lasach w RDLP w Szczecinku, Pile i Katowicach (od 3,0 do 8,8% drzew zdrowych, od 9,1 do 15,2% drzew w klasach defoliacji 2-4 oraz od 21,5 do 22,2% średniej defoliacji) Słabszą kondycją charakteryzowały się olsze w lasach w RDLP w Radomiu, najslabszą – w lasach w RDLP w Warszawie (odpowiednio: 12,5% i 2,2% drzew zdrowych, 18,8% i 26,7% drzew w klasach defoliacji 2-4 oraz 24,8% i 28,9% średniej defoliacji) (tab. 3.14, ryc. 3.15).

### **Kondycja zdrowotna drzew w układzie województw**

Udział drzew zdrowych, o defoliacji do 10% (gatunki razem) w układzie województw zawierał się w przedziale od 5,0% w województwie lubuskim do 24,0% w województwie podkarpackim. Udział drzew w klasach defoliacji 2-4 zawierał się w przedziale od 8,2% w województwie pomorskim do 27,6% w województwie wielkopolskim. Średnia defoliacja zawierała się w przedziale od 18,5% w województwie podkarpackim do 24,9% w województwie lubelskim (tab. 3.15, ryc. 3.16).

Powiązanie ze sobą udziałów drzew zdrowych, drzew w klasach defoliacji 2-4 oraz wartości średniej defoliacji w lasach poszczególnych województw pozwoliło na uszeregowanie ich grupami od najzdrowszych do najmniej zdrowych: podkarpackie < pomorskie, śląskie < warmińsko-mazurskie, podlaskie, kujawsko-pomorskie < opolskie, łódzkie, świętokrzyskie,

małopolskie, zachodniopomorskie < dolnośląskie, lubuskie < mazowieckie, lubelskie < wielkopolskie.

Najzdrowsze okazały się drzewa w lasach województwa podkarpackiego, gdzie zarejestrowano najwyższy w zestawieniu udział drzew zdrowych (24,0%), 11,4% drzew w klasach defoliacji 2-4 oraz najniższą średnią defoliację (18,5%).

Dobłą kondycją zdrowotną drzew obserwowano w lasach województwa pomorskiego i śląskiego, gdzie udział drzew zdrowych wynosił 6,2% i 9,6%, udział drzew o defoliacji powyżej 25% – 8,2% i 10,0%, a średnia defoliacja – 20,7% i 20,4%.

Niewiele gorszą kondycją charakteryzowały się drzewa w lasach województwa warmińsko-mazurskiego, podlaskiego i kujawsko-pomorskiego, gdzie występowało od 6,0 do 6,4% drzew zdrowych, od 9,9 do 12,7% drzew w klasach defoliacji 2-4, a średnia defoliacja wynosiła od 21,4 do 22,3%.

Średnią kondycję drzew obserwowano w lasach województwa opolskiego, łódzkiego, świętokrzyskiego, małopolskiego i zachodniopomorskiego (od 10,7 do 19,1% drzew zdrowych, od 14,9 do 17,8% drzew w klasach defoliacji 2-4 oraz od 21,1 do 21,7% średniej defoliacji).

Oslabioną kondycją zdrowotną charakteryzowały się drzewa w lasach: województwa dolnośląskiego i lubuskiego. Udział drzew zdrowych wynosił 7,6% i 5,0%, udział drzew w klasach defoliacji 2-4 był równy 21,6% i 21,5%, a średnia defoliacja – 24,0% i 24,1%.

Bardzo słabą kondycją charakteryzowały się drzewa w lasach województwa mazowieckiego i lubelskiego, gdzie zanotowano niskie udziały drzew zdrowych (5,2% i 6,0%), wysokie udziały drzew w klasach defoliacji 2-4 (23,7% i 25,1%) oraz najwyższą średnią defoliację (24,3% i 24,9%) (tab. 3.15, ryc. 3.16).

Najgorszą kondycję zdrowotną drzew obserwowano w lasach województwa wielkopolskiego (9,5% drzew zdrowych, 27,6% drzew w klasach defoliacji 2-4 oraz średnia defoliacja równa 24,5%).

#### **Zdrowotność drzew monitorowanych gatunków w układzie województw**

Dobłą kondycją zdrowotną charakteryzowały się **sosny** w lasach województw: opolskiego, śląskiego i świętokrzyskiego (od 6,6 do 20,9% drzew zdrowych, od 4,3 do 12,4% drzew w klasach defoliacji 2-4 oraz od 18,4 do 19,2% średniej defoliacji). Najgorszą kondycją charakteryzowały się drzewa tego gatunku w województwie lubelskim, gdzie zarejestrowano 0,9% drzew zdrowych, najwięcej drzew w klasach defoliacji 2-4 (29,3%) oraz najwyższą średnią defoliację (26,4%).

W pięciu województwach liczba **świerków** poddanych obserwacjom nie przekraczała 30 (wyniki wyłączone z analizy) (tab. 3.15). Świerk jest gatunkiem charakteryzującym się niską zdrowotnością w porównaniu z innymi gatunkami, jednak jego kondycja jest bardzo zróżnicowana w poszczególnych województwach. Spośród jedenastu porównywanych województw dobrą kondycją zdrowotną charakteryzowały się świerki w województwach: wielkopolskim, dolnośląskim, warmińsko-mazurskim i lubuskim (od 2,4 do 11,8% drzew zdrowych, od 9,8 do 21,6% drzew w klasach defoliacji 2-4 oraz od 20,9 do 22,7% średniej defoliacji). W średniej kondycji były świerki w lasach województw pomorskiego, podkarpackiego i podlaskiego (od 1,2 do 17,3% drzew zdrowych, od 18,4 do 29,3% drzew w klasach defoliacji 2-4 oraz od 23,7 do 24,8% średniej defoliacji). Słabą kondycję świerków odnotowano w województwach zachodniopomorskim, i małopolskim (3,4% i 0,3% drzew zdrowych, 25,6% i 35,2% drzew w klasach defoliacji 2-4 oraz 26,8% i 28,4% średniej defoliacji). Złą kondycję zdrowotną świerków odnotowano w województwie śląskim, najgorszą w świętokrzyskim (brak drzew zdrowych, 49,4% i 76,5% drzew w klasach defoliacji 2-4 oraz 33,9% i 50,3% średniej defoliacji).

Powierzchnie **jodłowe** oraz z domieszką jodły występują jedynie w dziewięciu województwach, w tym w czterech województwach liczba drzew poddanych obserwacjom nie przekraczała 30 (wyniki wyłączone z analizy) (tab. 3.15). Spośród pięciu porównywanych województw najzdrowsze jodły występowały w województwie podkarpackim (najwyższy udział drzew zdrowych – 38,6%, niski udział drzew w klasach defoliacji 2-4 – 10,0% oraz najniższa średnia defoliacja – 16,7%). Dobrą kondycją charakteryzowały się jodły w lasach województw małopolskiego i śląskiego (10,6% i 16,3% drzew zdrowych, 8,9% i 3,5% drzew w klasach defoliacji 2-4, średnia defoliacja wynosiła 18,6% i 17,2%). Gorszą kondycją charakteryzowały się jodły w województwie mazowieckim i świętokrzyskim (19,4% i 21,2% drzew zdrowych, 16,7% i 20,0% drzew w klasach defoliacji 2-4 oraz 21,3% i 22,6% średniej defoliacji).

Powierzchnie **bukowe** oraz z domieszką buka występują w piętnastu województwach, w tym w siedmiu województwach liczba drzew poddanych obserwacjom nie przekraczała 30 (wyniki wyłączone z analizy). Ogółem buki charakteryzują się wysokim poziomem zdrowotności wśród monitorowanych gatunków. Spośród ośmiu porównywanych województw najlepszą kondycję buków obserwowano w warmińsko-mazurskim, występowało tam najwięcej drzew zdrowych (42,2%), najmniej drzew w klasach defoliacji 2-4 (3,1%), średnia defoliacja była również najmniejsza (14,3%). Bardzo dobrą kondycję buków obserwowano

również w podkarpackim i śląskim (35,3% i 38,2% drzew zdrowych, 6,5% i 6,4% drzew w klasach defoliacji 2-4 oraz 15,9% średniej defoliacji). W pozostałych województwach kondycja buków była niewiele gorsza (od 16,8 do 29,2% drzew zdrowych, od 6,5 do 20,8% drzew w klasach defoliacji 2-4, od 17,1% do 20,5% średniej defoliacji).

**Dąb** jest gatunkiem najbardziej uszkodzonym w skali kraju, jednak jego kondycja zdrowotna jest znacznie zróżnicowana w poszczególnych województwach. Najzdrowsze dęby występowały w województwie świętokrzyskim (najwięcej w zestawieniu drzew zdrowych – 25,7%, 10,1% drzew w klasach defoliacji 2-4 oraz najniższa średnia defoliacja – 18,9%). Niewiele gorszą kondycją cechowały się drzewa tej grupy gatunków w warmińsko-mazurskim, pomorskim i podkarpackim (od 3,5% do 7,4% drzew zdrowych, od 4,6 do 15,4% drzew w klasach defoliacji 2-4, od 20,6 do 21,2% średniej defoliacji). Dęby o średniej kondycji zdrowotnej występowały w siedmiu innych województwach: zachodniopomorskim, kujawsko-pomorskim, podlaskim, mazowieckim, małopolskim, śląskim i łódzkim (udział drzew zdrowych zawierał się w przedziale od 1,5% do 11,0%, udział drzew w klasach defoliacji 2-4 – w przedziale od 20,2 do 38,9%, natomiast średnia defoliacja – w przedziale od 23,8 do 26,3%). Silnie osłabioną kondycją charakteryzowały się dęby w lasach województw: lubelskim, opolskim, dolnośląskim i lubuskim (od 0,0 do 2,7% drzew zdrowych, od 36,7 do 48,0% drzew w klasach defoliacji 2-4 oraz od 27,6 do 30,1% średniej defoliacji). Dęby o najslabszej kondycji występowały w województwie wielkopolskim (2,3% drzew zdrowych, najwyższy udział drzew w klasach defoliacji 2-4 – 54,4% oraz najwyższa średnia defoliacja – 32,4%) (tab. 3.15).

Najzdrowsze **brzozy** występowały w lasach województw: kujawsko-pomorskiego, opolskiego i świętokrzyskiego (od 7,1 do 20,0% drzew zdrowych, od 11,1 do 16,5% drzew w klasach defoliacji 2-4 oraz od 19,7 do 20,0% średniej defoliacji). Niewiele gorszą kondycją charakteryzowały się brzozy w lasach województw: pomorskiego, podkarpackiego i śląskiego (od 3,6 do 17,2% drzew zdrowych, od 7,8% do 18,3% drzew w klasach defoliacji 2-4 oraz 20,7% średniej defoliacji). Brzozy w średniej kondycji zdrowotnej występowały w województwach: zachodniopomorskim, warmińsko-mazurskim, podlaskim, lubelskim, małopolskim i wielkopolskim (udział drzew zdrowych zawierał się w przedziale od 3,8 do 15,5%, drzew w klasach defoliacji 2-4 – w przedziale od 10,9 do 25,6%, natomiast średnia defoliacja – w przedziale od 22,1 do 24,1%). Osłabioną kondycją charakteryzowały się brzozy w lasach województw: mazowieckiego, dolnośląskiego i łódzkiego (od 4,7 do 6,6% drzew zdrowych, od 19,9 do 26,0% drzew w klasach defoliacji 2-4, od 24,9% do 26,0% średniej

defoliacji). Brzozy o najsłabszej kondycji obserwowano w lasach województwa lubuskiego (3,9% drzew zdrowych, najwięcej drzew w klasach defoliacji 2-4 – 30,5% oraz najwyższa w zestawieniu średnia defoliacja – 27,1%) (tab. 3.15).

W dwóch województwach (łódzkim i śląskim) liczba olszy poddanych obserwacjom nie przekraczała 30 (wyniki wyłączono z analizy). Spośród czternastu porównywanych województw najlepszą kondycję zdrowotną olszy zarejestrowano w województwie lubuskim, występowało tam 26,1% drzew zdrowych, nie było drzew w klasach defoliacji 2-4, średnia defoliacja była najmniejsza (14,2%). W niewiele gorszej kondycji były olsze w województwach: kujawsko-pomorskim, pomorskim, podlaskim i opolskim (od 8,3 do 26,3% drzew zdrowych, od 2,2 do 7,3% drzew w klasach defoliacji 2-4 oraz od 16,4 do 17,7% średniej defoliacji). Dobrą kondycją zdrowotną charakteryzowały się olsze w lasach innych siedmiu województw: podkarpackiego, dolnośląskiego, wielkopolskiego, zachodniopomorskiego, warmińsko-mazurskiego, mazowieckiego i lubelskiego (od 9,4% do 27,7% drzew zdrowych, od 5,7% do 17,8% drzew w klasach defoliacji 2-4 oraz od 18,9% do 20,5% średniej defoliacji). Słabą kondycją zdrowotną charakteryzowały się olsze w lasach w województwa małopolskiego, najsłabszą – w lasach województwa świętokrzyskiego (odpowiednio: 1,2% i 7,0% drzew zdrowych, 22,9% i 22,8% drzew w klasach defoliacji 2-4 oraz 24,6% i 27,4% średniej defoliacji) (tab. 3.15).

### **Kondycja zdrowotna drzew w układzie krain przyrodniczo-leśnych**

Udział drzew zdrowych, o defoliacji do 10% (gatunki razem) w układzie krain przyrodniczo-leśnych zawierał się w przedziale od 4,3% w Krainie Sudeckiej do 18,1% w Krainie Karpackiej. Udział drzew o defoliacji powyżej 25% zawierał się w przedziale od 10,4% w Krainie Mazursko-Podlaskiej do 22,2% w Krainie Mazowiecko-Podlaskiej. Średnia defoliacja zawierała się w przedziale od 19,8% w Krainie Karpackiej do 24,4% w Krainie Mazowiecko-Podlaskiej (tab. 3.16, ryc. 3.17).

Powiązanie ze sobą udziałów drzew zdrowych, drzew o defoliacji powyżej 25% oraz wartości średniej defoliacji w lasach poszczególnych krain przyrodniczo-leśnych pozwoliło na uszeregowanie ich grupami od najzdrowszych do najmniej zdrowych: Karpacka < Bałtycka, Małopolska, Mazursko-Podlaska < Wielkopolsko-Pomorska, Sudecka, Śląska < Mazowiecko-Podlaska.

Najzdrowsze okazały się drzewa w lasach Krainy Karpackiej, zanotowano tam najwyższy w porównaniu z innymi krainami udział drzew zdrowych (18,1%), niski udział drzew w klasach defoliacji 2-4 (12,9%) i najniższą średnią defoliację (19,8%).

Dobrą kondycję drzew zanotowano w lasach w krainach: Bałtyckiej, Małopolskiej i Mazursko-Podlaskiej, gdzie udział drzew zdrowych wynosił od 5,1 do 13,4%, udział drzew w klasach defoliacji 2-4 wynosił od 10,4 do 17,9%, a średnia defoliacja: od 21,1 do 22,1%.

Krainy: Wielkopolsko-Pomorska, Sudecka i Śląska zaliczone zostały do grupy krain o osłabionej kondycji zdrowotnej drzew w lasach (od 4,3 do 8,1% drzew zdrowych, od 18,0 do 19,7% drzew w klasach defoliacji 2-4 oraz od 23,0 do 23,4% średniej defoliacji).

Najsłabszą kondycją w porównaniu z innymi krainami charakteryzowały się drzewa w lasach Krainy Mazowiecko-Podlaskiej, gdzie zarejestrowano 5,3% drzew zdrowych, najwięcej w zestawieniu drzew w klasach defoliacji 2-4 (22,2%) oraz najwyższą średnią defoliację (24,4%).

Analiza map (ryc. 3.18, 3.19) prezentujących wyniki obserwacji defoliacji drzew na SPO I rzędu pozwala na bardziej szczegółowe wydzielenie obszarów zróżnicowanych pod względem zdrowotności lasów w kraju. Drzewa o najlepszej kondycji występują w kilku kompleksach leśnych w Krainie Bałtyckiej (lasy okolic Ińska, Lasy Oliwsko-Darżlubskie, Lasy Elbląsko-Żuławskie i okolice Iławy), w północnej części oraz punktowo na południu Krainy Wielkopolsko-Pomorskiej (Puszcza Drawska, Bory Tucholskie, lasy okolic Szczecinka i Bydgoszczy, oraz okolic Rawicza, Milicza i Żmigrodu), na granicy krain: Śląskiej i Małopolskiej (lasy pomiędzy Kluczborkiem, Pszczyną, Raciborzem i Częstochową), mozaikowo w Krainie Małopolskiej (kompleksy leśne zlokalizowane na linii Żywiec – Kraków i Tarnów – Hrebenne, Puszcza Świętokrzyska oraz punktowo lasy położone na północ od Łodzi), we wschodniej części Krainy Karpackiej (Lasy Beskidu Sądeckiego, Lasy Bieszczadzkie oraz Lasy Birczańskie).

Znacznego osłabienia kondycji drzew nie zaobserwowano w żadnym kompleksie leśnym poddanym obserwacjom.

Oslabioną kondycję drzew obserwowano w lasach na południowo-zachodnim krańcu Krainy Bałtyckiej (Pojezierze Myśliborskie), w środkowej oraz południowej części Krainy Wielkopolsko-Pomorskiej (Puszcza Notecka oraz lasy położone na północny-wschód w kierunku Piły, lasy między Poznaniem, Gnieznem, Kaliszem i Ostrowem Wielkopolskim), na granicy krain: Wielkopolsko-Pomorskiej i Śląskiej (lasy między Zieloną Górą, Głogowem i Bolesławcem), w środkowej części Krainy Śląskiej (lasy między Legnicą, Wrocławiem i Głucholazami), w środkowej części Krainy Sudeckiej (okolice Jeleniej Góry i Karpacza), w północno-zachodniej, południowej i południowo-wschodniej części Krainy Mazowiecko-Podlaskiej (okolice Mławy, Płocka, Gąbina i Skierniewic, południowo-wschodnie okolice

Warszawy, lasy położone na wschód od Wisły między Garwolinem a Dęblinem, oraz na linii Warszawa – Siedlce – Włodawa oraz okolice Lubartowa), w północno-wschodniej części Krainy Małopolskiej (las między Ostrowcem Świętokrzyskim a Kraśnikiem oraz na południe od Hrubieszowa), punktowo w Krainie Karpackiej (las Podhala).

**Stan zdrowotny drzew monitorowanych grup gatunków w układzie krain przyrodniczo-leśnych (tab. 3.16, ryc. 3.20)**

Wśród sosen najlepszą kondycją zdrowotną charakteryzowały się drzewa tego gatunku w lasach Krainy Karpackiej, gdzie zarejestrowano najwyższy wśród krain udział drzew zdrowych (11,6%), najniższy udział drzew w klasach defoliacji 2-4 (8,8%) i najniższą średnią defoliację (20,0%). Sosny o najgorszej kondycji zdrowotnej występowały w lasach krain: Mazowiecko-Podlaskiej i Sudeckiej, zanotowano tam odpowiednio: 2,6% i 6,3% drzew zdrowych, 22,4% i 18,8% drzew w klasach defoliacji 2-4 oraz najwyższą średnią defoliację (24,7%).

**Świerk** jest gatunkiem charakteryzującym się niską zdrowotnością w porównaniu z innymi gatunkami, jednak jego kondycja jest bardzo zróżnicowana w poszczególnych krainach przyrodniczo-leśnych. Najlepszą kondycją zdrowotną charakteryzowały się świerki w lasach Krainy Śląskiej, gdzie występował najwyższy w zestawieniu udział drzew zdrowych (21,2%), najniższy udział drzew w klasach defoliacji 2-4 (11,8%) oraz najniższa średnia defoliacja (19,5%). Najsłabszą kondycją charakteryzowały się świerki w lasach Krainy Małopolskiej, w której nie było drzew zdrowych, występował najwyższy udział drzew w klasach defoliacji 2-4 (60,0%), średnia defoliacja również była najwyższa (39,7%).

Wystarczająca do porównania kondycji zdrowotnej liczba **jodeł** została oceniona jedynie w krainach: Karpackiej i Małopolskiej. Zdrowsze jodły występowały w Krainie Karpackiej, znacznie słabszą kondycję zanotowano w Krainie Małopolskiej. Udziały drzew zdrowych wynosiły odpowiednio: 22,7% i 16,3%, udziały drzew w klasach defoliacji 2-4 – 7,8% i 20,3%, średnia defoliacja – 17,4% i 22,6%).

Liczba **buków** poddanych obserwacjom nie przekraczała 30 w krainach: Mazowiecko-Podlaskiej i Mazursko-Podlaskiej, wyniki z tych krain wyłączono z analizy. Wśród sześciu porównywanych krain najzdrowsze buki występowały w Krainie Małopolskiej, gdzie występował najwyższy wśród krain udział drzew zdrowych (51,3%), niski udział drzew w klasach defoliacji 2-4 (6,4%) oraz najniższa średnia defoliacja (14,6%). W pozostałych siedmiu krainach kondycja buków była bardzo dobra (od 17,2 do 35,1% drzew zdrowych, od 3,3 do 14,3% drzew w klasach defoliacji 2-4 oraz od 16,9 do 18,2% średniej defoliacji).



**Dąb** był gatunkiem o najslabszej kondycji w skali kraju, również w poszczególnych krainach jego kondycja była raczej słaba. Dobrą kondycją charakteryzowały się dęby w lasach krain: Bałtyckiej, Mazursko-Podlaskiej i Karpackiej (od 0,8 do 8,0% drzew zdrowych, od 12,3 do 17,3% drzew w klasach defoliacji 2-4 oraz od 22,3 do 23,4% średniej defoliacji). Najbardziej uszkodzone dęby występowały w krainach Śląskiej i Wielkopolsko-Pomorskiej (2,5% i 2,3% drzew zdrowych, 41,4% i 44,0% drzew w klasach defoliacji 2-4 oraz 28,7% i 29,6% średniej defoliacji).

**Brzozy** w lasach krain: Mazowiecko-Podlaskiej i Śląskiej charakteryzowały się słabą kondycją zdrowotną (5,7% i 9,0% drzew zdrowych, 22,4% i 21,6% drzew w klasach defoliacji 2-4 oraz 24,4% i 24,7% średniej defoliacji). W pozostałych krainach kondycja drzew tej grupy gatunków była lepsza (od 2,0 do 11,4% drzew zdrowych, od 8,0 do 19,1% drzew w klasach defoliacji 2-4 oraz od 21,5 do 22,4% średniej defoliacji).

Liczba **olszy** poddanych obserwacjom nie przekraczała 30 w Krainie Sudeckiej i wyniki z tej krainy wyłączono z analizy. Wśród siedmiu porównywanych krain najslabszą kondycją charakteryzowały się drzewa tej grupy gatunków w lasach Krainy Karpackiej, gdzie zanotowano najniższy udział (6,0%) drzew zdrowych, najwyższy (23,1%) udział drzew w klasach defoliacji 2-4 oraz najwyższą średnią defoliację – 24,9%). W pozostałych krainach kondycja drzew tej grupy gatunków była lepsza (od 7,4 do 25,8% drzew zdrowych, od 3,9 do 12,8% drzew w klasach defoliacji 2-4 oraz od 17,6 do 20,5% średniej defoliacji).

### **Kondycja zdrowotna drzew w układzie parków narodowych**

Ogółem w osiemnastu parkach narodowych poddano obserwacjom 720 drzew (na 36 powierzchniach), w tym 186 sosen (w 9 parkach), 115 świerków (w 8 parkach), 47 jodeł (w 5 parkach), 18 modrzewi (kategoria 'inne iglaste') (w 2 parkach), 155 buków (w 6 parkach), 12 dębów (w 1 parku), 83 brzozy (w 5 parkach), 72 olsze (w 6 parkach) i 32 drzewa z kategorii 'inne liściaste' (5 gatunków, najwięcej, 16 sztuk, osiki) (w 3 parkach).

Udział drzew zdrowych wśród wszystkich poddanych obserwacjom drzew wynosił 11,3%, udział drzew w klasach defoliacji 2-4 – 21,7%, średnia defoliacja – 23,6% (tab. 3.17, ryc. 3.21). Gatunki 'iglaste razem' charakteryzowały się gorszą kondycją zdrowotną niż gatunki 'liściaste razem'. Wśród 'iglastych razem' udział drzew zdrowych wynosił 6,3%, udział drzew w klasach defoliacji 2-4 – 29,8%, a średnia defoliacja – 25,8%. Wśród 'liściastych razem' wartości porównywanych parametrów wynosiły odpowiednio: 16,4%, 13,3% i 23,6%.

Porównano stan zdrowotny monitorowanych gatunków ogółem w parkach (tab. 3.17). Dąb i gatunki z kategorii 'inne iglaste' ze względu na małą liczebność próby (poniżej 30 drzew

we wszystkich parkach łącznie) zostały pominięte w przedstawionym poniżej omówieniu wyników.

Gatunkiem o najlepszej kondycji zdrowotnej był buk, u którego występował najwyższy udział drzew zdrowych (25,2%), natomiast udział drzew w klasach defoliacji 2-4 (5,2%) i średnia defoliacja (17,0%) były najniższe. Dobrą kondycją charakteryzowały się: domieszkowe gatunki liściaste i olsza (odpowiednio: 25,0% i 12,5% drzew zdrowych, 15,6% i 6,9% drzew w klasach defoliacji 2-4 oraz 19,5% i 20,7% średniej defoliacji). Osłabioną kondycję wykazywały jodła, sosna i świerk (od 1,7% do 12,8% drzew zdrowych, od 28,7 do 34,0% drzew w klasach defoliacji 2-4 oraz od 25,7 do 27,2% średniej defoliacji). W najłabszej kondycji była brzoza (2,4% drzew zdrowych, 31,3% drzew w klasach defoliacji 2-4 oraz najwyższa w zestawieniu średnia defoliacja – 30,6%).

Porównano również kondycję zdrowotną drzew w poszczególnych parkach narodowych (tab. 3.17, ryc. 3.21). W jedenastu parkach obserwacje przeprowadzono tylko na jednej powierzchni (na 20 drzewach) i wyjątkowo tak małe liczebności prób uwzględniono w opisie. Jednak ze względu na to należy ostrożnie podchodzić do uzyskanych wyników. Po jednej powierzchni monitoringowej znajduje się w parkach: Drawieńskim PN i Wigierskim PN (powierzchnie sosnowe), Babiogórskim PN i PN Gór Stołowych (powierzchnie świerkowe), Roztoczańskim PN (powierzchnia sosnowo-jodłowa), Gorczańskim PN (powierzchnia świerkowo-bukowa), Świętokrzyskim PN (powierzchnia bukowa), Ojcowskim PN (powierzchnia z przewagą buka), Białowieskim PN (powierzchnia olszowa), Poleskim PN i Słowińskim PN (powierzchnie brzozowo-olszowe). Po dwie powierzchnie znajdują się w parkach: Wielkopolskim PN (powierzchnia sosnowa i powierzchnia liściasta mieszana) i Wolińskim PN (powierzchnia sosnowa i powierzchnia sosnowo-dębowa). Trzy powierzchnie znajdują się w Magurskim PN (po jednej powierzchni modrzewiowej, jodłowo-bukowej i z przewagą buka) i w Tatrzańskim PN (jedna powierzchnia jodłowa i dwie powierzchnie świerkowe), cztery powierzchnie – w Kampinoskim PN (trzy powierzchnie sosnowe i jedna powierzchnia brzozowa), pięć powierzchni – w Biebrzańskim PN (po jednej powierzchni sosnowej, świerkowej i olszowej oraz dwie powierzchnie brzozowe), sześć powierzchni – w Bieszczadzkiem PN (cztery powierzchnie bukowe, jedna bukowo-jodłowa i jedna osikowo-brzozowa).

Najlepszą kondycją zdrowotną charakteryzowały się drzewa na powierzchni monitoringowej Świętokrzyskiego PN (najwyższy w zestawieniu udział drzew zdrowych (40,0%), brak drzew w klasach 2-4, najniższa średnia defoliacja (14,0%). Dobrą kondycją

charakteryzowały się drzewa w lasach parków: Magurskiego, Bieszczadzkiego, Ojcowskiego i Wielkopolskiego (od 10,0 do 27,5% drzew zdrowych, od 5,0% do 12,5% drzew w klasach defoliacji 2-4 i od 16,9 do 18,8% średniej defoliacji). Niewiele gorszą kondycję zanotowano w parkach: Białowieskim, Gór Stołowych, Słowińskim i Drawieńskim (od 0,0 do 10,0% drzew zdrowych, od 0,0 do 15,0% drzew w klasach defoliacji 2-4 oraz od 20,0 do 21,5% średniej defoliacji).

Średnim poziomem zdrowotności charakteryzowały się drzewa w lasach parków: Roztoczańskim, Gorczańskim i Wigierskim (brak drzew zdrowych, od 5,0 do 20,0% drzew w klasach defoliacji 2-4, od 22,8 do 24,8% średniej defoliacji).

Słabą kondycją charakteryzowały się drzewa w parkach: Poleskim i Biebrzańskim (odpowiednio: 0,0% i 4,0% drzew zdrowych, 15,0% i 21,0% drzew w klasach defoliacji 2-4 oraz 26,3% i 27,0% średniej defoliacji).

Drzewa o bardzo słabej kondycji występowały w parkach: Wolińskim, Kampinoskim i Tatrzańskim (od 0,0% do 2,5% drzew zdrowych, od 38,8 do 55,0% drzew w klasach defoliacji 2-4 i od 29,5 do 31,8% średniej defoliacji) Najsłabszą kondycją drzew charakteryzował się Babiogórski PN: brak drzew zdrowych, najwyższy w zestawieniu udział drzew w klasach defoliacji 2-4 (70%) oraz najwyższa średnia defoliacja (35%).

Tabela 3.1. Liczba SPO I rzędu wg form własności (RDLP i Parki Narodowe) – 2021 r.

| RDLP           | W zarządzie Lasów Państwowych | Osób fizycznych | W granicach parków narodowych | Inne formy własności razem | Formy własności razem |
|----------------|-------------------------------|-----------------|-------------------------------|----------------------------|-----------------------|
| Białystok      | 115                           | 63              | 0                             | 2                          | 180                   |
| Katowice       | 90                            | 35              | 0                             | 15                         | 140                   |
| Kraków         | 40                            | 50              | 0                             | 6                          | 96                    |
| Krosno         | 72                            | 27              | 0                             | 8                          | 107                   |
| Lublin         | 78                            | 75              | 0                             | 8                          | 161                   |
| Łódź           | 61                            | 49              | 0                             | 3                          | 113                   |
| Olsztyn        | 123                           | 50              | 0                             | 4                          | 177                   |
| Piła           | 63                            | 4               | 0                             | 2                          | 69                    |
| Poznań         | 89                            | 23              | 0                             | 10                         | 122                   |
| Szczecin       | 132                           | 4               | 0                             | 6                          | 142                   |
| Szczecinek     | 125                           | 7               | 0                             | 1                          | 133                   |
| Toruń          | 88                            | 15              | 0                             | 1                          | 104                   |
| Wrocław        | 98                            | 7               | 0                             | 9                          | 114                   |
| Zielona Góra   | 87                            | 0               | 0                             | 1                          | 88                    |
| Gdańsk         | 67                            | 10              | 0                             | 3                          | 80                    |
| Radom          | 52                            | 50              | 0                             | 10                         | 112                   |
| Warszawa       | 31                            | 57              | 0                             | 6                          | 94                    |
| Parki Narodowe | 0                             | 0               | 36                            | 0                          | 36                    |
| Razem          | 1411                          | 526             | 36                            | 95                         | 2068                  |

Tabela 3.2. Liczba SPO I rzędu wg form własności w układzie krain – 2021 r.

| Kraina przyrodniczo-leśna | W zarządzie Lasów Państwowych | Osób fizycznych | W granicach parków narodowych | Inne formy własności razem | Formy własności razem |
|---------------------------|-------------------------------|-----------------|-------------------------------|----------------------------|-----------------------|
| Bałtycka                  | 256                           | 22              | 3                             | 9                          | 290                   |
| Mazursko-Podlaska         | 155                           | 43              | 7                             | 6                          | 211                   |
| Wielkopolsko-Pomorska     | 421                           | 53              | 3                             | 14                         | 491                   |
| Mazowiecko-Podlaska       | 123                           | 166             | 5                             | 9                          | 303                   |
| Śląska                    | 136                           | 10              | 0                             | 8                          | 154                   |
| Małopolska                | 200                           | 156             | 3                             | 35                         | 394                   |
| Sudecka                   | 32                            | 2               | 1                             | 5                          | 40                    |
| Karpacka                  | 88                            | 74              | 14                            | 9                          | 185                   |
| Razem                     | 1411                          | 526             | 36                            | 95                         | 2068                  |

Tabela 3.3. Liczba SPO I rzędu wg form własności w układzie województw – 2021 r.

| Województwo         | W zarządzie Lasów Państwowych | Osób fizycznych | W granicach parków narodowych | Inne formy własności razem | Formy własności razem |
|---------------------|-------------------------------|-----------------|-------------------------------|----------------------------|-----------------------|
| Dolnośląskie        | 103                           | 7               | 1                             | 9                          | 120                   |
| Kujawsko-pomorskie  | 79                            | 16              | 0                             | 1                          | 96                    |
| Lubelskie           | 68                            | 67              | 2                             | 6                          | 143                   |
| Lubuskie            | 134                           | 0               | 1                             | 2                          | 137                   |
| Łódzkie             | 48                            | 45              | 0                             | 4                          | 97                    |
| Małopolskie         | 49                            | 56              | 6                             | 7                          | 118                   |
| Mazowieckie         | 82                            | 124             | 4                             | 6                          | 216                   |
| Opolskie            | 33                            | 4               | 0                             | 4                          | 41                    |
| Podkarpackie        | 86                            | 38              | 9                             | 10                         | 143                   |
| Podlaskie           | 80                            | 57              | 7                             | 1                          | 145                   |
| Pomorskie           | 128                           | 15              | 1                             | 2                          | 146                   |
| Śląskie             | 44                            | 18              | 0                             | 9                          | 71                    |
| Świętokrzyskie      | 35                            | 24              | 1                             | 10                         | 70                    |
| Warmińsko-mazurskie | 141                           | 24              | 0                             | 6                          | 171                   |
| Wielkopolskie       | 135                           | 27              | 2                             | 11                         | 175                   |
| Zachodniopomorskie  | 166                           | 4               | 2                             | 7                          | 179                   |
| Razem               | 1411                          | 526             | 36                            | 95                         | 2068                  |

Tabela 3.4. Liczba SPO I rzędu wg form własności w układzie gatunków drzew panujących w drzewostanie – 2021 r.

| Gatunek panujący drzewostanu | W zarządzie Lasów Państwowych | Osób fizycznych | W granicach parków narodowych | Inne formy własności razem | Formy własności razem |
|------------------------------|-------------------------------|-----------------|-------------------------------|----------------------------|-----------------------|
| Sosna                        | 870                           | 300             | 11                            | 43                         | 1224                  |
| Świerk                       | 61                            | 16              | 5                             | 5                          | 87                    |
| Jodla                        | 33                            | 12              | 3                             | 1                          | 49                    |
| Inne iglaste                 | 16                            | 3               | 1                             | 2                          | 22                    |
| Buk                          | 62                            | 10              | 7                             | 3                          | 82                    |
| Dąb                          | 115                           | 21              | 0                             | 11                         | 147                   |
| Brzoza                       | 115                           | 64              | 4                             | 9                          | 192                   |
| Olsza                        | 86                            | 52              | 4                             | 10                         | 152                   |
| Inne liściaste               | 53                            | 48              | 1                             | 11                         | 113                   |
| Iglaste razem                | 980                           | 331             | 20                            | 51                         | 1382                  |
| Liściaste razem              | 431                           | 195             | 16                            | 44                         | 686                   |
| Gatunki razem                | 1411                          | 526             | 36                            | 95                         | 2068                  |

Tabela 3.5. Liczba SPO I rzędu w lasach zarządzanych przez Lasy Państwowe, zestawienie wg gatunku panującego w drzewostanie, w układzie RDLP – 2021 r.

| RDLP           | Sosna | Świerk | Jodla | Inne iglaste | Buk | Dąb | Brzoza | Olśza | Inne liściaste | Iglaste razem | Liściaste razem | Gatunki razem |
|----------------|-------|--------|-------|--------------|-----|-----|--------|-------|----------------|---------------|-----------------|---------------|
| Białystok      | 100   | 15     | 0     | 0            | 0   | 5   | 27     | 28    | 5              | 115           | 65              | 180           |
| Katowice       | 69    | 12     | 3     | 4            | 10  | 17  | 12     | 4     | 9              | 88            | 52              | 140           |
| Kraków         | 21    | 11     | 18    | 2            | 13  | 5   | 6      | 5     | 15             | 52            | 44              | 96            |
| Krosno         | 39    | 4      | 16    | 3            | 14  | 2   | 5      | 10    | 14             | 62            | 45              | 107           |
| Lublin         | 98    | 0      | 1     | 1            | 2   | 23  | 18     | 9     | 9              | 100           | 61              | 161           |
| Łódź           | 95    | 0      | 0     | 2            | 1   | 5   | 8      | 0     | 2              | 97            | 16              | 113           |
| Olsztyn        | 104   | 5      | 0     | 0            | 3   | 13  | 20     | 24    | 8              | 109           | 68              | 177           |
| Piła           | 58    | 1      | 0     | 0            | 1   | 1   | 5      | 2     | 1              | 59            | 10              | 69            |
| Poznań         | 83    | 0      | 0     | 0            | 0   | 13  | 10     | 11    | 5              | 83            | 39              | 122           |
| Szczecin       | 90    | 3      | 0     | 4            | 7   | 11  | 9      | 11    | 7              | 97            | 45              | 142           |
| Szczecinek     | 75    | 7      | 0     | 0            | 17  | 4   | 14     | 15    | 1              | 82            | 51              | 133           |
| Toruń          | 87    | 0      | 0     | 1            | 1   | 5   | 7      | 2     | 1              | 88            | 16              | 104           |
| Wrocław        | 36    | 20     | 0     | 1            | 0   | 23  | 7      | 5     | 22             | 57            | 57              | 114           |
| Zielona Góra   | 70    | 0      | 0     | 0            | 2   | 7   | 4      | 2     | 3              | 70            | 18              | 88            |
| Gdańsk         | 56    | 2      | 0     | 3            | 3   | 2   | 10     | 3     | 1              | 61            | 19              | 80            |
| Radom          | 70    | 2      | 8     | 0            | 1   | 6   | 12     | 6     | 7              | 80            | 32              | 112           |
| Warszawa       | 62    | 0      | 0     | 0            | 0   | 5   | 14     | 11    | 2              | 62            | 32              | 94            |
| Parki Narodowe | 11    | 5      | 3     | 1            | 7   | 0   | 4      | 4     | 1              | 20            | 16              | 36            |
| Razem          | 1224  | 87     | 49    | 22           | 82  | 147 | 192    | 152   | 113            | 1382          | 686             | 2068          |

Tabela 3.6. Liczba SPO I rzędu w lasach wszystkich form własności, zestawienie według gatunku panującego w drzewostanie, w układzie krain przyrodniczo-leśnych – 2021 r.

| Kraina przyrodniczo-leśna | Sosna | Świerk | Jodla | Inne iglaste | Buk | Dąb | Brzoza | Olśza | Inne liściaste | Iglaste razem | Liściaste razem | Gatunki razem |
|---------------------------|-------|--------|-------|--------------|-----|-----|--------|-------|----------------|---------------|-----------------|---------------|
| Bałtycka                  | 150   | 12     | 0     | 5            | 26  | 23  | 33     | 30    | 11             | 167           | 123             | 290           |
| Mazursko-Podlaska         | 114   | 17     | 0     | 0            | 0   | 8   | 28     | 35    | 9              | 131           | 80              | 211           |
| Wielkopolsko-Pomorska     | 392   | 4      | 0     | 4            | 7   | 24  | 24     | 23    | 13             | 400           | 91              | 491           |
| Mazowiecko-Podlaska       | 202   | 1      | 0     | 0            | 0   | 15  | 48     | 31    | 6              | 203           | 100             | 303           |
| Śląska                    | 81    | 3      | 0     | 3            | 4   | 27  | 14     | 6     | 16             | 87            | 67              | 154           |
| Małopolska                | 257   | 3      | 9     | 3            | 9   | 39  | 37     | 18    | 19             | 272           | 122             | 394           |
| Sudecka                   | 1     | 19     | 0     | 0            | 0   | 7   | 3      | 1     | 9              | 20            | 20              | 40            |
| Karpacka                  | 27    | 28     | 40    | 7            | 36  | 4   | 5      | 8     | 30             | 102           | 83              | 185           |
| Razem                     | 1224  | 87     | 49    | 22           | 82  | 147 | 192    | 152   | 113            | 1382          | 686             | 2068          |

Tabela 3.7. Liczba SPO I rzędu w lasach wszystkich form własności, zestawienie według gatunku panującego w drzewostanie, w układzie województw – 2021 r.

| Województwo         | Sosna | Świerk | Jodla | Inne iglaste | Buk | Dąb | Brzoza | Olsza | Inne liściaste | Iglaste razem | Liściaste razem | Gatunki razem |
|---------------------|-------|--------|-------|--------------|-----|-----|--------|-------|----------------|---------------|-----------------|---------------|
| Dolnośląskie        | 39    | 21     | 0     | 1            | 0   | 23  | 7      | 5     | 24             | 61            | 59              | 120           |
| Kujawsko-pomorskie  | 79    | 0      | 0     | 2            | 1   | 5   | 7      | 1     | 1              | 81            | 15              | 96            |
| Lubelskie           | 82    | 0      | 0     | 1            | 2   | 21  | 19     | 10    | 8              | 83            | 60              | 143           |
| Lubuskie            | 110   | 1      | 0     | 1            | 3   | 9   | 5      | 3     | 5              | 112           | 25              | 137           |
| Łódzkie             | 81    | 0      | 0     | 1            | 1   | 4   | 8      | 1     | 1              | 82            | 15              | 97            |
| Małopolskie         | 23    | 17     | 20    | 3            | 16  | 10  | 7      | 4     | 18             | 63            | 55              | 118           |
| Mazowieckie         | 153   | 0      | 2     | 0            | 0   | 10  | 27     | 18    | 6              | 155           | 61              | 216           |
| Opolskie            | 20    | 1      | 0     | 2            | 1   | 7   | 4      | 2     | 4              | 23            | 18              | 41            |
| Podkarpackie        | 57    | 4      | 19    | 3            | 20  | 4   | 7      | 12    | 17             | 83            | 60              | 143           |
| Podlaskie           | 84    | 10     | 0     | 0            | 0   | 4   | 22     | 22    | 3              | 94            | 51              | 145           |
| Pomorskie           | 103   | 5      | 0     | 3            | 10  | 2   | 12     | 10    | 1              | 111           | 35              | 146           |
| Śląskie             | 41    | 8      | 2     | 2            | 6   | 4   | 6      | 1     | 1              | 53            | 18              | 71            |
| Świętokrzyskie      | 43    | 2      | 6     | 0            | 2   | 3   | 7      | 3     | 4              | 51            | 19              | 70            |
| Warmińsko-mazurskie | 86    | 11     | 0     | 0            | 3   | 14  | 20     | 27    | 10             | 97            | 74              | 171           |
| Wielkopolskie       | 128   | 1      | 0     | 0            | 0   | 14  | 13     | 15    | 4              | 129           | 46              | 175           |
| Zachodniopomorskie  | 95    | 6      | 0     | 3            | 17  | 13  | 21     | 18    | 6              | 104           | 75              | 179           |
| Razem               | 1224  | 87     | 49    | 22           | 82  | 147 | 192    | 152   | 113            | 1382          | 686             | 2068          |

Tabela 3.8. Liczba SPO I rz. w parkach narodowych, zestawienie wg gatunku panującego w drzewostanie – 2021 r.

| Park narodowy | Sosna | Świerk | Jodla | Inne iglaste | Buk | Dąb | Brzoza | Olsza | Inne liściaste | Iglaste razem | Liściaste razem | Gatunki razem |
|---------------|-------|--------|-------|--------------|-----|-----|--------|-------|----------------|---------------|-----------------|---------------|
| Babiogórski   | 0     | 1      | 0     | 0            | 0   | 0   | 0      | 0     | 0              | 1             | 0               | 1             |
| Białowiecki   | 0     | 0      | 0     | 0            | 0   | 0   | 0      | 1     | 0              | 0             | 1               | 1             |
| Biebrzański   | 1     | 1      | 0     | 0            | 0   | 0   | 3      | 0     | 0              | 2             | 3               | 5             |
| Bieszczadzki  | 0     | 0      | 1     | 0            | 4   | 0   | 0      | 0     | 1              | 1             | 5               | 6             |
| Drawieński    | 1     | 0      | 0     | 0            | 0   | 0   | 0      | 0     | 0              | 1             | 0               | 1             |
| Gorczański    | 0     | 0      | 0     | 0            | 1   | 0   | 0      | 0     | 0              | 0             | 1               | 1             |
| Gór Stołowych | 0     | 1      | 0     | 0            | 0   | 0   | 0      | 0     | 0              | 1             | 0               | 1             |
| Kampinoski    | 3     | 0      | 0     | 0            | 0   | 0   | 1      | 0     | 0              | 3             | 1               | 4             |
| Magurski      | 0     | 0      | 1     | 1            | 1   | 0   | 0      | 0     | 0              | 2             | 1               | 3             |
| Ojcowski      | 1     | 0      | 0     | 0            | 0   | 0   | 0      | 0     | 0              | 1             | 0               | 1             |
| Poleski       | 0     | 0      | 0     | 0            | 0   | 0   | 0      | 1     | 0              | 0             | 1               | 1             |
| Roztoczański  | 1     | 0      | 0     | 0            | 0   | 0   | 0      | 0     | 0              | 1             | 0               | 1             |
| Słowiński     | 0     | 0      | 0     | 0            | 0   | 0   | 0      | 1     | 0              | 0             | 1               | 1             |
| Świętokrzyski | 0     | 0      | 0     | 0            | 1   | 0   | 0      | 0     | 0              | 0             | 1               | 1             |
| Tatrzański    | 0     | 2      | 1     | 0            | 0   | 0   | 0      | 0     | 0              | 3             | 0               | 3             |
| Wielkopolski  | 1     | 0      | 0     | 0            | 0   | 0   | 0      | 1     | 0              | 1             | 1               | 2             |
| Wigierski     | 1     | 0      | 0     | 0            | 0   | 0   | 0      | 0     | 0              | 1             | 0               | 1             |
| Woliński      | 2     | 0      | 0     | 0            | 0   | 0   | 0      | 0     | 0              | 2             | 0               | 2             |
| Razem         | 11    | 5      | 3     | 1            | 7   | 0   | 4      | 4     | 1              | 20            | 16              | 36            |

Tabela 3.9. Udział procentowy drzew (3 grupy wiekowe) w klasach defoliacji oraz średnia defoliacja wg gatunków na SPO I rzędu – wszystkie formy własności – 2021 r.

| Wiek drzew      | Klasy defoliacji   | Procent defoliacji | Sosna | Świerk      | Jodła       | Inne iglaste | Iglaste razem | Buk         | Dąb         | Brzoza      | Olsza       | Inne liściaste | Liściaste razem | Gatunki razem |             |
|-----------------|--|--------------------|-------|-------------|-------------|--------------|---------------|-------------|-------------|-------------|-------------|----------------|-----------------|---------------|-------------|
| Powyżej 20 lat  | 0 - bez defoliacji   | 0 - 10%            | 6,2   | 3,6         | 21,4        | 11,8         | 6,8           | 28,5        | 4,2         | 8,6         | 17,9        | 22,3           | 14,3            | 9,7           |             |
|                 | 1 - lekka defoliacja                                       | 11 - 25%           | 77,4  | 72,3        | 68,5        | 72,2         | 76,5          | 64,1        | 64,6        | 74,0        | 72,1        | 60,3           | 67,8            | 73,2          |             |
|                 | Klasy 2 - 4 (średnia i duża defoliacja oraz drzewa martwe) | > 25%              | 16,4  | 24,0        | 10,1        | 16,0         | 16,6          | 7,4         | 31,2        | 17,4        | 9,9         | 17,4           | 17,9            | 17,1          |             |
|                 | <b>Średnia defoliacja</b>                                  |                    |       | <b>22,6</b> | <b>25,5</b> | <b>18,4</b>  | <b>21,5</b>   | <b>22,6</b> | <b>17,0</b> | <b>25,9</b> | <b>22,8</b> | <b>19,4</b>    | <b>21,5</b>     | <b>21,9</b>   | <b>22,4</b> |
|                 | Liczba drzew próbnych                                      |                    |       | 22168       | 1785        | 1112         | 600           | 25665       | 1782        | 3534        | 4374        | 2965           | 3040            | 15695         | 41360       |
| Od 21 do 60 lat | 0 - bez defoliacji   | 0 - 10%            | 5,2   | 5,2         | 28,8        | 15,8         | 6,1           | 33,6        | 7,5         | 10,8        | 15,7        | 23,3           | 15,3            | 10,0          |             |
|                 | 1 - lekka defoliacja                                       | 11 - 25%           | 76,1  | 74,5        | 65,1        | 69,4         | 75,5          | 59,3        | 68,9        | 75,7        | 74,2        | 61,1           | 70,0            | 73,2          |             |
|                 | Klasy 2 - 4 (średnia i duża defoliacja oraz drzewa martwe) | > 25%              | 18,7  | 20,3        | 6,0         | 14,8         | 18,4          | 7,0         | 23,5        | 13,5        | 10,1        | 15,6           | 14,7            | 16,8          |             |
|                 | <b>Średnia defoliacja</b>                                  |                    |       | <b>23,5</b> | <b>24,8</b> | <b>16,0</b>  | <b>21,0</b>   | <b>23,3</b> | <b>16,7</b> | <b>23,8</b> | <b>21,4</b> | <b>19,6</b>    | <b>20,9</b>     | <b>21,1</b>   | <b>22,4</b> |
|                 | Liczba drzew próbnych                                      |                    |       | 8015        | 715         | 215          | 310           | 9255        | 455         | 1185        | 2460        | 1184           | 1456            | 6740          | 15995       |
| Powyżej 60 lat  | 0 - bez defoliacji   | 0 - 10%            | 6,8   | 2,6         | 19,6        | 7,6          | 7,2           | 26,7        | 2,6         | 5,9         | 19,4        | 21,4           | 13,5            | 9,4           |             |
|                 | 1 - lekka defoliacja                                       | 11 - 25%           | 78,1  | 70,8        | 69,3        | 75,2         | 77,1          | 65,8        | 62,4        | 71,8        | 70,7        | 59,5           | 66,1            | 73,2          |             |
|                 | Klasy 2 - 4 (średnia i duża defoliacja oraz drzewa martwe) | > 25%              | 15,1  | 26,5        | 11,0        | 17,2         | 15,7          | 7,5         | 35,0        | 22,4        | 9,9         | 19,1           | 20,4            | 17,3          |             |
|                 | <b>Średnia defoliacja</b>                                  |                    |       | <b>22,2</b> | <b>26,0</b> | <b>19,0</b>  | <b>22,1</b>   | <b>22,2</b> | <b>17,1</b> | <b>26,9</b> | <b>24,6</b> | <b>19,2</b>    | <b>22,0</b>     | <b>22,6</b>   | <b>22,4</b> |
|                 | Liczba drzew próbnych                                      |                    |       | 14153       | 1070        | 897          | 290           | 16410       | 1327        | 2349        | 1914        | 1781           | 1584            | 8955          | 25365       |



Tabela 3.10. Udział procentowy drzew (3 grupy wiekowe) w klasach odbarwienia wg gatunków na SPO I rzędu – wszystkie formy własności – 2021 r.

| 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  | 97,0   | 98,9  | 99,8         | 99,1          | 99,6  | 96,7 | 98,7   | 98,9  | 98,2           | 98,3            | 98,8          |
|                 | 1 - lekkie odbarwienie                                      | 11 - 25%                    | 0,3   | 1,3    | 0,9   | 0,2          | 0,4           | 0,2   | 2,3  | 0,2    | 0,3   | 0,6            | 0,8             | 0,5           |
|                 | Klasy 2 - 4 (średnie i duże odbarwienie oraz drzewa martwe) | powyżej 25% i drzewa martwe | 0,5   | 1,7    | 0,2   | 0,0          | 0,6           | 0,2   | 1,0  | 1,1    | 0,8   | 1,2            | 0,9             | 0,7           |
|                 | Liczba drzew próbnych                                       |                             |       | 22168  | 1785  | 1112         | 600           | 25665 | 1782 | 3534   | 4374  | 2965           | 3040            | 15695         |
| Od 21 do 60 lat | 0 - bez odbarwienia   | 0 - 10%                     | 99,0  | 96,4   | 99,1  | 100,0        | 98,8          | 99,6  | 95,4 | 98,9   | 97,6  | 98,4           | 98,0            | 98,5          |
|                 | 1 - lekkie odbarwienie                                      | 11 - 25%                    | 0,3   | 1,3    | 0,9   | 0,0          | 0,4           | 0,4   | 3,0  | 0,0    | 0,7   | 0,4            | 0,8             | 0,6           |
|                 | Klasy 2 - 4 (średnie i duże odbarwienie oraz drzewa martwe) | powyżej 25% i drzewa martwe | 0,7   | 2,4    | 0,0   | 0,0          | 0,8           | 0,0   | 1,5  | 1,1    | 1,7   | 1,2            | 1,2             | 1,0           |
|                 | Liczba drzew próbnych                                       |                             |       | 8015   | 715   | 215          | 310           | 9255  | 455  | 1185   | 2460  | 1184           | 1456            | 6740          |
| Powyżej 60 lat  | 0 - bez odbarwienia   | 0 - 10%                     | 99,3  | 97,5   | 98,9  | 99,7         | 99,2          | 99,6  | 97,3 | 98,4   | 99,7  | 98,0           | 98,5            | 98,9          |
|                 | 1 - lekkie odbarwienie                                      | 11 - 25%                    | 0,2   | 1,3    | 0,9   | 0,3          | 0,3           | 0,2   | 2,0  | 0,4    | 0,1   | 0,8            | 0,8             | 0,5           |
|                 | Klasy 2 - 4 (średnie i duże odbarwienie oraz drzewa martwe) | powyżej 25% i drzewa martwe | 0,5   | 1,2    | 0,2   | 0,0          | 0,5           | 0,2   | 0,7  | 1,3    | 0,2   | 1,2            | 0,7             | 0,6           |
|                 | Liczba drzew próbnych                                       |                             |       | 14153  | 1070  | 897          | 290           | 16410 | 1327 | 2349   | 1914  | 1781           | 1584            | 8955          |

Tabela 3.11. Udział procentowy drzew (3 grupy wiekowe) w klasach zdrowotności wg gatunków na SPO I rzędu – wszystkie formy własności – 2021 r.

| Wiek drzew      | Klasy zdrowotności   | Sosna | Świerk | Jodła | Inne iglaste | Iglaste razem | Buk  | Dąb  | Brzoza | Olsza | Inne liściaste | Liściaste razem | Gatunki razem |
|-----------------|--|-------|--------|-------|--------------|---------------|------|------|--------|-------|----------------|-----------------|---------------|
| Powyżej 20 lat  | 0 - drzewa zdrowe  | 6,2   | 3,6    | 21,4  | 11,8         | 6,8           | 28,5 | 4,2  | 8,6    | 17,9  | 22,3           | 14,3            | 9,7           |
|                 | 1 - klasa ostrzegawcza   | 77,4  | 72,2   | 68,5  | 72,2         | 76,5          | 64,1 | 64,5 | 74,0   | 72,0  | 60,0           | 67,7            | 73,2          |
|                 | Klasy 2 - 4 (drzewa o obniżonej zdrowotności oraz drzewa martwe) | 16,4  | 24,1   | 10,1  | 16,0         | 16,7          | 7,4  | 31,2 | 17,4   | 10,1  | 17,7           | 18,0            | 17,2          |
|                 | Liczba drzew próbnych  | 22168 | 1785   | 1112  | 600          | 25665         | 1782 | 3534 | 4374   | 2965  | 3040           | 15695           | 41360         |
| Od 21 do 60 lat | 0 - drzewa zdrowe  | 5,2   | 5,2    | 28,8  | 15,8         | 6,1           | 33,6 | 7,5  | 10,8   | 15,6  | 23,3           | 15,3            | 10,0          |
|                 | 1 - klasa ostrzegawcza   | 76,1  | 74,4   | 65,1  | 69,4         | 75,5          | 59,3 | 68,9 | 75,7   | 73,9  | 60,9           | 69,9            | 73,1          |
|                 | Klasy 2 - 4 (drzewa o obniżonej zdrowotności oraz drzewa martwe) | 18,7  | 20,4   | 6,0   | 14,8         | 18,4          | 7,0  | 23,6 | 13,5   | 10,5  | 15,9           | 14,8            | 16,9          |
|                 | Liczba drzew próbnych  | 8015  | 715    | 215   | 310          | 9255          | 455  | 1185 | 2460   | 1184  | 1456           | 6740            | 15995         |
| Powyżej 60 lat  | 0 - drzewa zdrowe  | 6,8   | 2,6    | 19,6  | 7,6          | 7,2           | 26,7 | 2,6  | 5,9    | 19,4  | 21,4           | 13,5            | 9,4           |
|                 | 1 - klasa ostrzegawcza   | 78,1  | 70,7   | 69,3  | 75,2         | 77,1          | 65,8 | 62,4 | 71,8   | 70,7  | 59,3           | 66,0            | 73,2          |
|                 | Klasy 2 - 4 (drzewa o obniżonej zdrowotności oraz drzewa martwe) | 15,1  | 26,6   | 11,0  | 17,2         | 15,7          | 7,5  | 35,1 | 22,4   | 9,9   | 19,3           | 20,5            | 17,4          |
|                 | Liczba drzew próbnych  | 14153 | 1070   | 897   | 290          | 16410         | 1327 | 2349 | 1914   | 1781  | 1584           | 8955            | 25365         |

Tabela 3.12. 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 własności na SPO I rzędu, wiek drzew: powyżej 20 lat – 2021 r.

| Forma własności               | Klasy defoliacji   | Sosna       | Świerk      | Jodła       | Inne iglaste | Iglaste razem | Buk         | Dąb         | Brzoza      | Olsza       | Inne liściaste | Liściaste razem | Gatunki razem |
|-------------------------------|--|-------------|-------------|-------------|--------------|---------------|-------------|-------------|-------------|-------------|----------------|-----------------|---------------|
| W zarządzie Lasów Państwowych | 0 - bez defoliacji   | 6,5         | 4,6         | 24,4        | 10,9         | 7,2           | 29,8        | 4,3         | 9,6         | 17,5        | 23,0           | 14,1            | 9,6           |
|                               | 1 - lekka defoliacja                                       | 78,7        | 75,2        | 65,2        | 75,0         | 77,8          | 62,9        | 63,4        | 74,1        | 72,3        | 59,3           | 67,2            | 74,0          |
|                               | Klasy 2 - 4 (średnia i duża defoliacja oraz drzewa martwe) | 14,9        | 20,2        | 10,4        | 14,1         | 15,0          | 7,3         | 32,4        | 16,3        | 10,2        | 17,7           | 18,7            | 16,3          |
|                               | <b>Średnia defoliacja</b>                                  | <b>22,2</b> | <b>24,4</b> | <b>18,2</b> | <b>20,8</b>  | <b>22,2</b>   | <b>17,0</b> | <b>26,1</b> | <b>22,5</b> | <b>19,3</b> | <b>21,6</b>    | <b>22,1</b>     | <b>22,1</b>   |
|                               | Liczba drzew próbnych                                      | 15704       | 1295        | 761         | 476          | 18236         | 1364        | 2817        | 2652        | 1740        | 1389           | 9962            | 28198         |
| Własność osób fizycznych      | 0 - bez defoliacji   | 5,5         | 1,4         | 15,3        | 22,4         | 5,8           | 25,4        | 4,9         | 7,2         | 17,8        | 22,6           | 14,6            | 9,5           |
|                               | 1 - lekka defoliacja                                       | 74,9        | 66,1        | 79,8        | 50,0         | 74,4          | 63,2        | 71,1        | 74,1        | 71,5        | 61,8           | 69,1            | 72,2          |
|                               | Klasy 2 - 4 (średnia i duża defoliacja oraz drzewa martwe) | 19,6        | 32,5        | 5,0         | 27,6         | 19,7          | 11,4        | 23,9        | 18,7        | 10,7        | 15,6           | 16,3            | 18,3          |
|                               | <b>Średnia defoliacja</b>                                  | <b>23,6</b> | <b>28,0</b> | <b>17,6</b> | <b>24,8</b>  | <b>23,6</b>   | <b>17,5</b> | <b>23,9</b> | <b>22,9</b> | <b>20,0</b> | <b>20,9</b>    | <b>21,6</b>     | <b>22,7</b>   |
|                               | Liczba drzew próbnych                                      | 5542        | 283         | 242         | 58           | 6125          | 185         | 485         | 1476        | 968         | 1308           | 4422            | 10547         |
| W granicach parków narodowych | 0 - bez defoliacji   | 5,4         | 1,7         | 12,8        | 27,8         | 6,3           | 25,2        | 0,0         | 2,4         | 12,5        | 25,0           | 16,4            | 11,3          |
|                               | 1 - lekka defoliacja                                       | 62,4        | 69,6        | 53,2        | 72,2         | 63,9          | 69,7        | 75,0        | 66,3        | 80,6        | 59,4           | 70,3            | 67,1          |
|                               | Klasy 2 - 4 (średnia i duża defoliacja oraz drzewa martwe) | 32,3        | 28,7        | 34,0        | 0,0          | 29,8          | 5,2         | 25,0        | 31,3        | 6,9         | 15,6           | 13,3            | 21,7          |
|                               | <b>Średnia defoliacja</b>                                  | <b>26,0</b> | <b>27,2</b> | <b>25,7</b> | <b>15,6</b>  | <b>25,8</b>   | <b>17,0</b> | <b>24,2</b> | <b>30,6</b> | <b>20,7</b> | <b>19,5</b>    | <b>21,4</b>     | <b>23,6</b>   |
|                               | Liczba drzew próbnych                                      | 186         | 115         | 47          | 18           | 366           | 155         | 12          | 83          | 72          | 32             | 354             | 720           |
| Pozostałe kategorie własności | 0 - bez defoliacji   | 6,5         | 0,0         | 14,5        | 2,1          | 6,2           | 17,9        | 2,3         | 9,8         | 24,9        | 17,7           | 14,2            | 10,2          |
|                               | 1 - lekka defoliacja                                       | 73,1        | 54,3        | 77,4        | 70,8         | 71,4          | 76,9        | 65,5        | 74,8        | 70,8        | 58,5           | 66,8            | 69,1          |
|                               | Klasy 2 - 4 (średnia i duża defoliacja oraz drzewa martwe) | 20,4        | 45,7        | 8,1         | 27,1         | 22,4          | 5,1         | 32,3        | 15,3        | 4,3         | 23,8           | 19,0            | 20,7          |
|                               | <b>Średnia defoliacja</b>                                  | <b>23,7</b> | <b>31,6</b> | <b>18,1</b> | <b>26,7</b>  | <b>24,3</b>   | <b>16,9</b> | <b>27,3</b> | <b>22,1</b> | <b>16,5</b> | <b>23,8</b>    | <b>22,3</b>     | <b>23,3</b>   |
|                               | Liczba drzew próbnych                                      | 736         | 92          | 62          | 48           | 938           | 78          | 220         | 163         | 185         | 311            | 957             | 1895          |

\*)czcionka w kolorze niebieskim – wyniki uzyskane z co najmniej 30 drzew (dotyczy wszystkich tabel)

Tabela 3.13. 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 – 2021 r. (LP – Lasy Państwowe, PN – parki narodowe)

| Kraina, własność   | Kl.def.,<br>śr.def. | Sosna       | Świerk      | Jodła       | Inne<br>iglaste | Iglaste<br>razem | Buk         | Dąb         | Brzoza      | Olsza       | Inne<br>liśc. | Liśc.<br>razem | Gat.<br>razem |
|--|---------------------|-------------|-------------|-------------|-----------------|------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|---------------|----------------|---------------|
| <b>Bałtycka</b><br>w zarządzie LP                                | 0                   | 6,4         | 5,2         | 0,0         | 19,8            | 6,9              | 25,9        | 8,4         | 11,9        | 23,1        | 35,1          | 18,2           | 12,2          |
|  | 1                   | 82,6        | 72,8        | 100,0       | 69,8            | 81,2             | 66,2        | 74,1        | 74,7        | 63,3        | 48,5          | 68,4           | 75,2          |
|  | 2-4                 | 11,0        | 22,0        | 0,0         | 10,3            | 11,9             | 7,9         | 17,5        | 13,4        | 13,5        | 16,3          | 13,4           | 12,6          |
|  | <b>śr.def.</b>      | <b>21,4</b> | <b>25,2</b> | <b>16,3</b> | <b>18,6</b>     | <b>21,5</b>      | <b>17,9</b> | <b>22,3</b> | <b>21,8</b> | <b>19,1</b> | <b>20,1</b>   | <b>20,4</b>    | <b>21,0</b>   |
| <b>Bałtycka</b><br>własność osób<br>fizycznych                   | 0                   | 5,2         | 0,0         | -           | -               | 5,0              | 11,4        | 0,0         | 0,0         | 8,1         | 35,7          | 15,8           | 10,0          |
|  | 1                   | 88,4        | 60,0        | -           | -               | 87,8             | 77,1        | 89,5        | 92,7        | 81,1        | 60,0          | 76,2           | 82,5          |
|  | 2-4                 | 6,4         | 40,0        | -           | -               | 7,1              | 11,4        | 10,5        | 7,3         | 10,8        | 4,3           | 7,9            | 7,5           |
|  | <b>śr.def.</b>      | <b>21,1</b> | <b>26,0</b> | -           | -               | <b>21,2</b>      | <b>19,1</b> | <b>22,4</b> | <b>23,4</b> | <b>22,7</b> | <b>15,1</b>   | <b>19,6</b>    | <b>20,4</b>   |
| <b>Bałtycka</b><br>w granicach PN                                | 0                   | 0,0         | -           | -           | -               | 0,0              | 0,0         | 0,0         | 0,0         | 33,3        | -             | 6,1            | 3,3           |
|  | 1                   | 29,6        | -           | -           | -               | 29,6             | 100,0       | 75,0        | 85,7        | 66,7        | -             | 78,8           | 56,7          |
|  | 2-4                 | 70,4        | -           | -           | -               | 70,4             | 0,0         | 25,0        | 14,3        | 0,0         | -             | 15,2           | 40,0          |
|  | <b>śr.def.</b>      | <b>32,2</b> | -           | -           | -               | <b>32,2</b>      | <b>20,0</b> | <b>24,2</b> | <b>23,2</b> | <b>15,8</b> | -             | <b>22,1</b>    | <b>26,7</b>   |
| <b>Bałtycka</b><br>inne własności                                | 0                   | 3,1         | -           | -           | 0,0             | 3,0              | -           | 12,5        | 18,9        | 70,6        | 34,9          | 31,9           | 21,1          |
|  | 1                   | 67,7        | -           | -           | 100,0           | 68,7             | -           | 75,0        | 75,7        | 29,4        | 44,2          | 56,6           | 61,1          |
|  | 2-4                 | 29,2        | -           | -           | 0,0             | 28,4             | -           | 12,5        | 5,4         | 0,0         | 20,9          | 11,5           | 17,8          |
|  | <b>śr.def.</b>      | <b>31,2</b> | -           | -           | <b>25,0</b>     | <b>31,0</b>      | -           | <b>21,9</b> | <b>17,3</b> | <b>10,3</b> | <b>19,5</b>   | <b>17,7</b>    | <b>22,7</b>   |
| <b>Mazursko-Podl.</b><br>w zarządzie LP                          | 0                   | 1,6         | 1,6         | -           | 0,0             | 1,6              | 40,0        | 2,4         | 6,4         | 5,6         | 22,6          | 8,0            | 4,0           |
|  | 1                   | 87,0        | 85,2        | -           | 75,0            | 86,5             | 60,0        | 85,2        | 84,1        | 90,1        | 69,0          | 84,0           | 85,6          |
|  | 2-4                 | 11,5        | 13,2        | -           | 25,0            | 11,9             | 0,0         | 12,4        | 9,5         | 4,4         | 8,3           | 7,9            | 10,4          |
|  | <b>śr.def.</b>      | <b>23,3</b> | <b>23,6</b> | -           | <b>24,8</b>     | <b>23,4</b>      | <b>14,0</b> | <b>23,3</b> | <b>21,0</b> | <b>19,3</b> | <b>20,0</b>   | <b>20,6</b>    | <b>22,3</b>   |
| <b>Mazursko-Podl.</b><br>własność osób<br>fizycznych             | 0                   | 1,2         | 8,6         | -           | 0,0             | 1,7              | -           | 0,0         | 4,5         | 22,9        | 20,7          | 16,3           | 8,5           |
|  | 1                   | 88,9        | 82,9        | -           | 100,0           | 88,5             | -           | 88,9        | 79,5        | 75,3        | 69,8          | 75,5           | 82,4          |
|  | 2-4                 | 9,9         | 8,6         | -           | 0,0             | 9,8              | -           | 11,1        | 16,1        | 1,8         | 9,5           | 8,3            | 9,1           |
|  | <b>śr.def.</b>      | <b>22,8</b> | <b>21,6</b> | -           | <b>25,0</b>     | <b>22,7</b>      | -           | <b>24,4</b> | <b>22,2</b> | <b>16,6</b> | <b>19,7</b>   | <b>19,4</b>    | <b>21,1</b>   |
| <b>Mazursko-Podl.</b><br>w granicach PN                          | 0                   | 0,0         | 0,0         | -           | -               | 0,0              | -           | -           | 2,5         | 10,0        | -             | 6,3            | 3,6           |
|  | 1                   | 80,6        | 91,7        | -           | -               | 85,0             | -           | -           | 62,5        | 85,0        | -             | 73,8           | 78,6          |
|  | 2-4                 | 19,4        | 8,3         | -           | -               | 15,0             | -           | -           | 35,0        | 5,0         | -             | 20,0           | 17,9          |
|  | <b>śr.def.</b>      | <b>23,6</b> | <b>22,9</b> | -           | -               | <b>23,3</b>      | -           | -           | <b>35,3</b> | <b>19,6</b> | -             | <b>27,4</b>    | <b>25,7</b>   |
| <b>Mazursko-Podl.</b><br>inne własności                          | 0                   | 0,0         | -           | -           | -               | 0,0              | -           | -           | -           | 13,2        | 100,0         | 17,5           | 11,8          |
|  | 1                   | 82,1        | -           | -           | -               | 82,1             | -           | -           | -           | 81,6        | 0,0           | 77,5           | 79,0          |
|  | 2-4                 | 17,9        | -           | -           | -               | 17,9             | -           | -           | -           | 5,3         | 0,0           | 5,0            | 9,2           |
|  | <b>śr.def.</b>      | <b>24,7</b> | -           | -           | -               | <b>24,7</b>      | -           | -           | -           | <b>18,1</b> | <b>10,0</b>   | <b>17,7</b>    | <b>20,0</b>   |
| <b>Wielkopolsko-<br/>Pomorska</b><br>w zarządzie LP              | 0                   | 5,7         | 4,6         | -           | 6,3             | 5,6              | 20,6        | 2,3         | 11,3        | 29,4        | 22,3          | 14,1           | 7,5           |
|  | 1                   | 77,2        | 76,9        | -           | 73,0            | 77,1             | 76,2        | 54,9        | 70,9        | 63,0        | 53,6          | 62,1           | 73,8          |
|  | 2-4                 | 17,2        | 18,5        | -           | 20,6            | 17,2             | 3,2         | 42,7        | 17,8        | 7,6         | 24,2          | 23,8           | 18,7          |
|  | <b>śr.def.</b>      | <b>22,7</b> | <b>22,1</b> | -           | <b>23,0</b>     | <b>22,7</b>      | <b>17,3</b> | <b>29,3</b> | <b>21,6</b> | <b>16,4</b> | <b>21,5</b>   | <b>22,8</b>    | <b>22,7</b>   |
| <b>Wielkopolsko-<br/>Pomorska</b><br>własność osób<br>fizycznych | 0                   | 6,5         | -           | -           | 0,0             | 6,4              | -           | 5,0         | 10,8        | 3,4         | 2,9           | 7,3            | 6,6           |
|  | 1                   | 72,0        | -           | -           | 12,5            | 70,9             | -           | 30,0        | 65,8        | 53,4        | 35,3          | 55,2           | 67,5          |
|  | 2-4                 | 21,4        | -           | -           | 87,5            | 22,7             | -           | 65,0        | 23,3        | 43,1        | 61,8          | 37,5           | 25,9          |
|  | <b>śr.def.</b>      | <b>23,5</b> | -           | -           | <b>47,8</b>     | <b>24,0</b>      | -           | <b>29,8</b> | <b>23,8</b> | <b>26,6</b> | <b>35,7</b>   | <b>26,8</b>    | <b>24,6</b>   |
| <b>Wielkopolsko-<br/>Pomorska</b><br>w granicach PN              | 0                   | 20,0        | -           | -           | -               | 20,0             | -           | -           | -           | 33,3        | 9,1           | 20,0           | 20,0          |
|  | 1                   | 65,0        | -           | -           | -               | 65,0             | -           | -           | -           | 66,7        | 72,7          | 70,0           | 66,7          |
|  | 2-4                 | 15,0        | -           | -           | -               | 15,0             | -           | -           | -           | 0,0         | 18,2          | 10,0           | 13,3          |
|  | <b>śr.def.</b>      | <b>19,9</b> | -           | -           | -               | <b>19,9</b>      | -           | -           | -           | <b>15,6</b> | <b>22,3</b>   | <b>19,3</b>    | <b>19,7</b>   |
| <b>Wielkopolsko-<br/>Pomorska</b><br>inne własności              | 0                   | 3,3         | -           | -           | 0,0             | 2,9              | 0,0         | 0,0         | 0,0         | 25,0        | 14,0          | 13,1           | 9,2           |
|  | 1                   | 63,0        | -           | -           | 46,2            | 61,0             | 96,0        | 42,9        | 0,0         | 71,4        | 54,4          | 63,7           | 62,6          |
|  | 2-4                 | 33,7        | -           | -           | 53,8            | 36,2             | 4,0         | 57,1        | 100,0       | 3,6         | 31,6          | 23,2           | 28,2          |

| Kraina, własność   | Kl.def.,<br>śr.def. | Sosna       | Świerk      | Jodła       | Inne<br>iglaste | Iglaste<br>razem | Buk         | Dąb         | Brzoza      | Olsza       | Inne<br>liśc. | Liśc.<br>razem | Gat.<br>razem |
|--|---------------------|-------------|-------------|-------------|-----------------|------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|---------------|----------------|---------------|
|  | śr.def.             | 26,0        | -           | -           | 34,2            | 27,0             | 19,2        | 34,3        | 35,0        | 16,6        | 28,4          | 24,2           | 25,3          |
| <b>Mazowiecko-<br/>Podlaska</b><br>w zarządzie LP              | 0                   | 3,3         | 0,0         | -           | 13,0            | 3,4              | 100,0       | 2,5         | 7,4         | 13,4        | 25,3          | 8,5            | 5,2           |
|  | 1                   | 76,9        | 77,8        | -           | 87,0            | 77,1             | 0,0         | 59,0        | 73,7        | 69,7        | 65,1          | 66,8           | 73,4          |
|  | 2-4                 | 19,8        | 22,2        | -           | 0,0             | 19,6             | 0,0         | 38,4        | 18,9        | 16,8        | 9,6           | 24,7           | 21,4          |
|  | <b>śr.def.</b>      | <b>23,7</b> | <b>26,3</b> | -           | <b>17,8</b>     | <b>23,7</b>      | <b>8,3</b>  | <b>26,5</b> | <b>23,9</b> | <b>25,0</b> | <b>18,0</b>   | <b>24,4</b>    | <b>23,9</b>   |
| <b>Mazowiecko-<br/>Podlaska</b><br>własność osób<br>fizycznych | 0                   | 2,2         | 0,0         | -           | 0,0             | 2,2              | -           | 0,8         | 5,0         | 18,6        | 9,9           | 9,7            | 5,3           |
|  | 1                   | 74,0        | 0,0         | -           | 100,0           | 74,0             | -           | 67,5        | 71,8        | 72,9        | 59,3          | 70,1           | 72,4          |
|  | 2-4                 | 23,8        | 100,0       | -           | 0,0             | 23,9             | -           | 31,7        | 23,2        | 8,5         | 30,8          | 20,2           | 22,3          |
|  | <b>śr.def.</b>      | <b>25,4</b> | <b>40,0</b> | -           | <b>25,0</b>     | <b>25,4</b>      | -           | <b>24,8</b> | <b>24,1</b> | <b>19,5</b> | <b>28,5</b>   | <b>23,2</b>    | <b>24,5</b>   |
| <b>Mazowiecko-<br/>Podlaska</b><br>w granicach PN              | 0                   | 3,2         | -           | -           | -               | 3,2              | -           | -           | 0,0         | 0,0         | -             | 0,0            | 2,0           |
|  | 1                   | 62,9        | -           | -           | -               | 62,9             | -           | -           | 58,3        | 78,6        | -             | 65,8           | 64,0          |
|  | 2-4                 | 33,9        | -           | -           | -               | 33,9             | -           | -           | 41,7        | 21,4        | -             | 34,2           | 34,0          |
|  | <b>śr.def.</b>      | <b>28,9</b> | -           | -           | -               | <b>28,9</b>      | -           | -           | <b>29,8</b> | <b>28,9</b> | -             | <b>29,5</b>    | <b>29,1</b>   |
| <b>Mazowiecko-<br/>Podlaska</b><br>inne własności              | 0                   | 0,0         | -           | -           | 0,0             | 0,0              | -           | 0,0         | 0,0         | 34,5        | 25,0          | 23,3           | 8,2           |
|  | 1                   | 73,6        | -           | -           | 50,0            | 72,7             | -           | 10,0        | 20,0        | 65,5        | 75,0          | 55,0           | 66,5          |
|  | 2-4                 | 26,4        | -           | -           | 50,0            | 27,3             | -           | 90,0        | 80,0        | 0,0         | 0,0           | 21,7           | 25,3          |
|  | <b>śr.def.</b>      | <b>25,0</b> | -           | -           | <b>31,3</b>     | <b>25,3</b>      | -           | <b>41,0</b> | <b>64,0</b> | <b>13,8</b> | <b>15,3</b>   | <b>22,9</b>    | <b>24,4</b>   |
| <b>Śląska</b><br>w zarządzie LP                                | 0                   | 6,2         | 21,2        | -           | 11,1            | 7,2              | 37,1        | 2,8         | 9,3         | 7,4         | 14,1          | 9,1            | 8,1           |
|  | 1                   | 82,7        | 67,1        | -           | 73,0            | 81,4             | 48,6        | 53,9        | 70,0        | 81,9        | 57,6          | 62,3           | 73,1          |
|  | 2-4                 | 11,2        | 11,8        | -           | 15,9            | 11,4             | 14,3        | 43,3        | 20,7        | 10,7        | 28,3          | 28,5           | 18,9          |
|  | <b>śr.def.</b>      | <b>21,4</b> | <b>19,5</b> | -           | <b>22,4</b>     | <b>21,4</b>      | <b>18,4</b> | <b>28,9</b> | <b>24,6</b> | <b>19,6</b> | <b>28,6</b>   | <b>25,8</b>    | <b>23,3</b>   |
| <b>Śląska</b><br>własność osób<br>fizycznych                   | 0                   | 11,7        | -           | -           | -               | 11,7             | 100,0       | 0,0         | 0,0         | -           | 19,6          | 15,4           | 14,0          |
|  | 1                   | 74,0        | -           | -           | -               | 74,0             | 0,0         | 54,5        | 62,5        | -           | 60,9          | 59,3           | 65,0          |
|  | 2-4                 | 14,3        | -           | -           | -               | 14,3             | 0,0         | 45,5        | 37,5        | -           | 19,6          | 25,2           | 21,0          |
|  | <b>śr.def.</b>      | <b>21,0</b> | -           | -           | -               | <b>21,0</b>      | <b>10,0</b> | <b>28,6</b> | <b>26,9</b> | -           | <b>20,9</b>   | <b>22,6</b>    | <b>22,0</b>   |
| <b>Śląska</b><br>w granicach PN                                | 0                   | -           | -           | -           | -               | -                | -           | -           | -           | -           | -             | -              | -             |
|  | 1                   | -           | -           | -           | -               | -                | -           | -           | -           | -           | -             | -              | -             |
|  | 2-4                 | -           | -           | -           | -               | -                | -           | -           | -           | -           | -             | -              | -             |
|  | <b>śr.def.</b>      | -           | -           | -           | -               | -                | -           | -           | -           | -           | -             | -              | -             |
| <b>Śląska</b><br>inne własności                                | 0                   | 2,6         | -           | -           | 5,9             | 3,6              | 0,0         | 1,6         | 0,0         | -           | 0,0           | 1,0            | 1,9           |
|  | 1                   | 76,9        | -           | -           | 82,4            | 78,6             | 83,3        | 72,1        | 40,0        | -           | 50,0          | 64,4           | 69,4          |
|  | 2-4                 | 20,5        | -           | -           | 11,8            | 17,9             | 16,7        | 26,2        | 60,0        | -           | 50,0          | 34,6           | 28,8          |
|  | <b>śr.def.</b>      | <b>22,4</b> | -           | -           | <b>23,2</b>     | <b>22,7</b>      | <b>18,3</b> | <b>27,5</b> | <b>27,0</b> | -           | <b>32,2</b>   | <b>28,4</b>    | <b>26,4</b>   |
| <b>Małopolska</b><br>w zarządzie LP                            | 0                   | 13,2        | 0,0         | 17,3        | 5,9             | 13,0             | 54,5        | 6,0         | 8,9         | 20,3        | 30,7          | 16,8           | 14,4          |
|  | 1                   | 72,3        | 35,6        | 60,1        | 80,9            | 71,1             | 36,5        | 61,3        | 70,3        | 69,2        | 50,7          | 60,2           | 67,3          |
|  | 2-4                 | 14,5        | 64,4        | 22,6        | 13,2            | 15,9             | 9,0         | 32,7        | 20,9        | 10,5        | 18,7          | 23,0           | 18,4          |
|  | <b>śr.def.</b>      | <b>20,8</b> | <b>40,3</b> | <b>23,2</b> | <b>21,5</b>     | <b>21,3</b>      | <b>15,0</b> | <b>25,6</b> | <b>23,6</b> | <b>20,1</b> | <b>20,6</b>   | <b>22,7</b>    | <b>21,8</b>   |
| <b>Małopolska</b><br>własność osób<br>fizycznych               | 0                   | 9,3         | 0,0         | 22,2        | 6,3             | 9,4              | 58,1        | 10,0        | 11,1        | 22,7        | 27,0          | 18,0           | 12,9          |
|  | 1                   | 70,9        | 52,9        | 66,7        | 93,8            | 70,9             | 41,9        | 70,6        | 73,9        | 66,9        | 60,6          | 67,9           | 69,7          |
|  | 2-4                 | 19,7        | 47,1        | 11,1        | 0,0             | 19,7             | 0,0         | 19,5        | 15,0        | 10,5        | 12,5          | 14,1           | 17,4          |
|  | <b>śr.def.</b>      | <b>22,6</b> | <b>30,9</b> | <b>21,1</b> | <b>17,5</b>     | <b>22,6</b>      | <b>12,7</b> | <b>22,8</b> | <b>21,3</b> | <b>19,5</b> | <b>20,1</b>   | <b>20,8</b>    | <b>21,9</b>   |
| <b>Małopolska</b><br>w granicach PN                            | 0                   | 0,0         | 0,0         | 0,0         | 100,0           | 3,3              | 30,0        | -           | -           | -           | -             | 30,0           | 16,7          |
|  | 1                   | 70,6        | 100,0       | 85,7        | 0,0             | 76,7             | 70,0        | -           | -           | -           | -             | 70,0           | 73,3          |
|  | 2-4                 | 29,4        | 0,0         | 14,3        | 0,0             | 20,0             | 0,0         | -           | -           | -           | -             | 0,0            | 10,0          |
|  | <b>śr.def.</b>      | <b>24,4</b> | <b>21,0</b> | <b>21,4</b> | <b>10,0</b>     | <b>22,7</b>      | <b>14,3</b> | -           | -           | -           | -             | <b>14,3</b>    | <b>18,5</b>   |
| <b>Małopolska</b><br>inne własności                            | 0                   | 11,0        | 0,0         | 0,0         | 0,0             | 10,1             | 33,3        | 2,9         | 9,1         | 0,0         | 14,5          | 9,9            | 10,0          |
|  | 1                   | 75,1        | 22,2        | 100,0       | 100,0           | 73,9             | 66,7        | 70,0        | 77,8        | 71,4        | 61,8          | 69,5           | 72,1          |
|  | 2-4                 | 13,9        | 77,8        | 0,0         | 0,0             | 16,1             | 0,0         | 27,1        | 13,1        | 28,6        | 23,6          | 20,5           | 17,9          |
|  | <b>śr.def.</b>      | <b>21,4</b> | <b>51,7</b> | <b>16,1</b> | <b>18,8</b>     | <b>22,6</b>      | <b>15,0</b> | <b>24,6</b> | <b>21,2</b> | <b>23,6</b> | <b>23,4</b>   | <b>22,8</b>    | <b>22,7</b>   |

| Kraina, własność | Kl.def.,<br>śr.def. | Sosna       | Świerk      | Jodła       | Inne<br>iglaste | Iglaste<br>razem | Buk         | Dąb         | Brzoza      | Olsza       | Inne<br>liśc. | Liśc.<br>razem | Gat.<br>razem |
|------------------|---------------------|-------------|-------------|-------------|-----------------|------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|---------------|----------------|---------------|
| <b>Sudecka</b>   | 0                   | 7,1         | 1,4         | 20,0        | 0,0             | 1,7              | 23,7        | 0,0         | 2,7         | 10,5        | 9,8           | 7,8            | 4,4           |
| W zarządzie LP   | 1                   | 85,7        | 80,0        | 80,0        | 82,5            | 80,5             | 65,8        | 69,8        | 86,5        | 78,9        | 74,5          | 73,8           | 77,5          |
|                  | 2-4                 | 7,1         | 18,6        | 0,0         | 17,5            | 17,8             | 10,5        | 30,2        | 10,8        | 10,5        | 15,7          | 18,4           | 18,1          |
|                  | <b>śr.def.</b>      | <b>21,1</b> | <b>23,5</b> | <b>20,0</b> | <b>22,4</b>     | <b>23,2</b>      | <b>18,0</b> | <b>24,6</b> | <b>21,6</b> | <b>19,2</b> | <b>22,6</b>   | <b>22,3</b>    | <b>22,8</b>   |
| <b>Sudecka</b>   | 0                   | -           | 0,0         | -           | -               | 0,0              | -           | -           | 0,0         | -           | 7,9           | 7,7            | 7,5           |
| własność osób    | 1                   | -           | 100,0       | -           | -               | 100,0            | -           | -           | 100,0       | -           | 71,1          | 71,8           | 72,5          |
| fizycznych       | 2-4                 | -           | 0,0         | -           | -               | 0,0              | -           | -           | 0,0         | -           | 21,1          | 20,5           | 20,0          |
|                  | <b>śr.def.</b>      | <b>-</b>    | <b>20,0</b> | <b>-</b>    | <b>-</b>        | <b>20,0</b>      | <b>-</b>    | <b>-</b>    | <b>15,0</b> | <b>-</b>    | <b>23,4</b>   | <b>23,2</b>    | <b>23,1</b>   |
| <b>Sudecka</b>   | 0                   | -           | 10,0        | -           | -               | 10,0             | -           | -           | -           | -           | -             | -              | 10,0          |
| w granicach PN   | 1                   | -           | 80,0        | -           | -               | 80,0             | -           | -           | -           | -           | -             | -              | 80,0          |
|                  | 2-4                 | -           | 10,0        | -           | -               | 10,0             | -           | -           | -           | -           | -             | -              | 10,0          |
|                  | <b>śr.def.</b>      | <b>-</b>    | <b>20,5</b> | <b>-</b>    | <b>-</b>        | <b>20,5</b>      | <b>-</b>    | <b>-</b>    | <b>-</b>    | <b>-</b>    | <b>-</b>      | <b>-</b>       | <b>20,5</b>   |
| <b>Sudecka</b>   | 0                   | 0,0         | 0,0         | 0,0         | 0,0             | 0,0              | 33,3        | 0,0         | 0,0         | -           | 0,0           | 1,6            | 1,0           |
| inne własności   | 1                   | 0,0         | 76,3        | 0,0         | 100,0           | 71,4             | 66,7        | 78,3        | 100,0       | -           | 91,7          | 87,1           | 80,8          |
|                  | 2-4                 | 100,0       | 23,7        | 100,0       | 0,0             | 28,6             | 0,0         | 21,7        | 0,0         | -           | 8,3           | 11,3           | 18,3          |
|                  | <b>śr.def.</b>      | <b>50,0</b> | <b>22,6</b> | <b>40,0</b> | <b>20,0</b>     | <b>24,3</b>      | <b>15,0</b> | <b>25,7</b> | <b>21,7</b> | <b>-</b>    | <b>25,4</b>   | <b>24,3</b>    | <b>24,3</b>   |
| <b>Karpacka</b>  | 0                   | 19,2        | 12,0        | 26,7        | 12,3            | 22,4             | 26,3        | 2,0         | 5,0         | 5,9         | 20,8          | 21,7           | 22,1          |
| W zarządzie LP   | 1                   | 76,0        | 53,7        | 66,3        | 74,0            | 67,5             | 67,8        | 82,4        | 75,0        | 58,8        | 67,0          | 68,3           | 67,9          |
|                  | 2-4                 | 4,8         | 34,3        | 7,0         | 13,7            | 10,1             | 5,9         | 15,7        | 20,0        | 35,3        | 12,2          | 10,0           | 10,0          |
|                  | <b>śr.def.</b>      | <b>17,7</b> | <b>26,9</b> | <b>16,8</b> | <b>20,0</b>     | <b>18,4</b>      | <b>16,4</b> | <b>23,4</b> | <b>22,3</b> | <b>25,4</b> | <b>19,4</b>   | <b>18,3</b>    | <b>18,3</b>   |
| <b>Karpacka</b>  | 0                   | 5,6         | 0,4         | 14,7        | 52,2            | 8,4              | 20,3        | 0,0         | 3,3         | 6,3         | 26,5          | 18,6           | 13,8          |
| własność osób    | 1                   | 83,2        | 65,0        | 80,8        | 39,1            | 75,2             | 65,3        | 88,7        | 88,0        | 75,0        | 63,3          | 69,7           | 72,3          |
| fizycznych       | 2-4                 | 11,2        | 34,5        | 4,5         | 8,7             | 16,4             | 14,4        | 11,3        | 8,7         | 18,8        | 10,2          | 11,6           | 13,9          |
|                  | <b>śr.def.</b>      | <b>21,9</b> | <b>28,8</b> | <b>17,3</b> | <b>13,9</b>     | <b>22,4</b>      | <b>18,4</b> | <b>22,9</b> | <b>22,4</b> | <b>24,8</b> | <b>18,2</b>   | <b>19,8</b>    | <b>21,0</b>   |
| <b>Karpacka</b>  | 0                   | 0,0         | 0,0         | 15,0        | 23,5            | 7,9              | 24,2        | -           | 20,0        | 0,0         | 33,3          | 24,8           | 17,1          |
| w granicach PN   | 1                   | 50,0        | 56,1        | 47,5        | 76,5            | 55,9             | 69,4        | -           | 80,0        | 100,0       | 52,4          | 68,0           | 62,5          |
|                  | 2-4                 | 50,0        | 43,9        | 37,5        | 0,0             | 36,2             | 6,5         | -           | 0,0         | 0,0         | 14,3          | 7,2            | 20,4          |
|                  | <b>śr.def.</b>      | <b>27,5</b> | <b>31,2</b> | <b>26,5</b> | <b>15,9</b>     | <b>27,6</b>      | <b>17,6</b> | <b>-</b>    | <b>18,0</b> | <b>21,7</b> | <b>18,1</b>   | <b>17,8</b>    | <b>22,2</b>   |
| <b>Karpacka</b>  | 0                   | 0,0         | 0,0         | 17,3        | 0,0             | 8,8              | 28,9        | 0,0         | 0,0         | -           | 32,0          | 24,4           | 15,6          |
| inne własności   | 1                   | 81,8        | 47,2        | 75,0        | 33,3            | 64,7             | 65,8        | 66,7        | 66,7        | -           | 56,0          | 62,8           | 63,9          |
|                  | 2-4                 | 18,2        | 52,8        | 7,7         | 66,7            | 26,5             | 5,3         | 33,3        | 33,3        | -           | 12,0          | 12,8           | 20,6          |
|                  | <b>śr.def.</b>      | <b>22,7</b> | <b>31,1</b> | <b>18,0</b> | <b>31,7</b>     | <b>23,5</b>      | <b>15,5</b> | <b>25,4</b> | <b>25,0</b> | <b>-</b>    | <b>18,0</b>   | <b>18,2</b>    | <b>21,2</b>   |

Tabela 3.14. 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 – 2021 r.

| RDLP         | Kl.def.,<br>śr.def. | Sosna | Świerk | Jodła | Inne<br>iglaste | Iglaste<br>razem | Buk  | Dąb  | Brzoza | Olsza | Inne<br>liśc. | Liśc.<br>razem | Gat.<br>razem |
|--------------|---------------------|-------|--------|-------|-----------------|------------------|------|------|--------|-------|---------------|----------------|---------------|
| Lublin       | 0                   | 2,0   | 0,0    | 0,0   | 20,0            | 2,0              | 33,3 | 0,3  | 4,4    | 10,2  | 23,1          | 4,3            | 2,9           |
|              | 1                   | 70,6  | 29,2   | 64,4  | 60,0            | 69,2             | 53,3 | 62,7 | 77,0   | 88,1  | 46,2          | 68,6           | 69,0          |
|              | 2-4                 | 27,4  | 70,8   | 35,6  | 20,0            | 28,8             | 13,3 | 37,0 | 18,6   | 1,7   | 30,8          | 27,1           | 28,1          |
|              | śr.def.             | 25,7  | 39,4   | 29,0  | 21,0            | 26,1             | 20,0 | 27,7 | 22,8   | 18,1  | 27,3          | 25,1           | 25,7          |
| Zielona Góra | 0                   | 0,9   | 4,3    | -     | 0,0             | 1,0              | 26,7 | 0,0  | 0,0    | 8,2   | 0,0           | 2,1            | 1,2           |
|              | 1                   | 81,9  | 73,9   | -     | 0,0             | 81,6             | 73,3 | 55,0 | 66,3   | 91,8  | 81,7          | 68,3           | 78,7          |
|              | 2-4                 | 17,2  | 21,7   | -     | 100,0           | 17,4             | 0,0  | 45,0 | 33,7   | 0,0   | 18,3          | 29,6           | 20,1          |
|              | śr.def.             | 24,2  | 22,8   | -     | 40,0            | 24,2             | 15,0 | 29,7 | 28,9   | 16,1  | 23,2          | 26,0           | 24,6          |
| Warszawa     | 0                   | 2,4   | -      | -     | 0,0             | 2,3              | -    | 0,0  | 1,7    | 2,2   | 3,7           | 1,5            | 2,1           |
|              | 1                   | 79,2  | -      | -     | 100,0           | 79,5             | -    | 51,6 | 54,2   | 71,1  | 92,6          | 62,6           | 74,2          |
|              | 2-4                 | 18,4  | -      | -     | 0,0             | 18,1             | -    | 48,4 | 44,1   | 26,7  | 3,7           | 35,9           | 23,7          |
|              | śr.def.             | 22,7  | -      | -     | 20,0            | 22,7             | -    | 27,8 | 32,9   | 28,9  | 20,0          | 28,5           | 24,5          |
| Poznań       | 0                   | 12,0  | 23,5   | -     | 7,7             | 12,1             | 71,4 | 2,3  | 17,2   | 15,4  | 17,9          | 11,6           | 11,9          |
|              | 1                   | 62,8  | 41,2   | -     | 76,9            | 62,6             | 28,6 | 45,0 | 57,1   | 71,1  | 36,9          | 52,6           | 58,9          |
|              | 2-4                 | 25,2  | 35,3   | -     | 15,4            | 25,3             | 0,0  | 52,7 | 25,8   | 13,4  | 45,2          | 35,7           | 29,2          |
|              | śr.def.             | 23,0  | 21,8   | -     | 21,2            | 22,9             | 10,7 | 32,7 | 23,3   | 18,9  | 26,8          | 26,3           | 24,2          |
| Wrocław      | 0                   | 9,0   | 5,4    | 20,0  | 0,0             | 7,3              | 23,6 | 2,8  | 5,5    | 11,2  | 15,7          | 9,3            | 8,2           |
|              | 1                   | 77,6  | 77,7   | 80,0  | 81,7            | 77,9             | 61,8 | 53,1 | 73,2   | 76,9  | 60,6          | 62,9           | 70,8          |
|              | 2-4                 | 13,4  | 16,9   | 0,0   | 18,3            | 14,8             | 14,5 | 44,0 | 21,3   | 11,9  | 23,7          | 27,9           | 21,0          |
|              | śr.def.             | 21,9  | 22,5   | 20,0  | 23,4            | 22,2             | 20,8 | 29,1 | 25,9   | 19,7  | 26,2          | 25,8           | 23,9          |
| Piła         | 0                   | 4,4   | 5,1    | -     | 0,0             | 4,3              | 10,3 | 0,0  | 4,5    | 3,0   | 0,0           | 4,0            | 4,3           |
|              | 1                   | 76,2  | 82,1   | -     | 85,7            | 76,5             | 86,2 | 30,8 | 70,1   | 87,9  | 33,3          | 66,1           | 75,1          |
|              | 2-4                 | 19,5  | 12,8   | -     | 14,3            | 19,2             | 3,4  | 69,2 | 25,4   | 9,1   | 66,7          | 29,9           | 20,6          |
|              | śr.def.             | 23,7  | 20,6   | -     | 21,8            | 23,6             | 17,9 | 36,8 | 23,9   | 22,1  | 30,0          | 25,7           | 23,9          |
| Białystok    | 0                   | 2,7   | 1,3    | -     | 50,0            | 2,5              | -    | 0,0  | 8,0    | 7,7   | 18,4          | 8,4            | 4,6           |
|              | 1                   | 88,6  | 85,5   | -     | 50,0            | 87,9             | -    | 80,6 | 77,0   | 88,7  | 72,1          | 80,2           | 85,1          |
|              | 2-4                 | 8,7   | 13,2   | -     | 0,0             | 9,7              | -    | 19,4 | 15,0   | 3,6   | 9,6           | 11,3           | 10,3          |
|              | śr.def.             | 22,8  | 23,5   | -     | 15,0            | 22,9             | -    | 25,0 | 22,8   | 18,6  | 20,8          | 21,6           | 22,4          |
| Olsztyn      | 0                   | 0,6   | 5,7    | -     | 0,0             | 1,2              | 44,3 | 7,5  | 7,4    | 15,3  | 35,7          | 14,7           | 7,3           |
|              | 1                   | 86,3  | 78,6   | -     | 80,0            | 85,3             | 52,5 | 84,4 | 86,8   | 79,1  | 50,4          | 78,2           | 82,1          |
|              | 2-4                 | 13,1  | 15,7   | -     | 20,0            | 13,5             | 3,3  | 8,1  | 5,8    | 5,5   | 13,9          | 7,0            | 10,6          |
|              | śr.def.             | 23,3  | 23,8   | -     | 24,2            | 23,4             | 14,1 | 20,6 | 20,4   | 19,3  | 20,6          | 19,8           | 21,8          |
| Szczecinek   | 0                   | 3,9   | 0,0    | 0,0   | 10,0            | 3,7              | 6,3  | 0,0  | 7,1    | 8,8   | 0,0           | 6,0            | 4,6           |
|              | 1                   | 87,3  | 77,6   | 100,0 | 75,0            | 86,2             | 84,3 | 67,2 | 80,0   | 78,0  | 80,4          | 79,1           | 83,3          |
|              | 2-4                 | 8,8   | 22,4   | 0,0   | 15,0            | 10,1             | 9,4  | 32,8 | 12,9   | 13,2  | 19,6          | 14,9           | 12,1          |
|              | śr.def.             | 20,9  | 25,9   | 16,3  | 20,6            | 21,3             | 20,9 | 26,1 | 21,6   | 21,5  | 24,0          | 22,1           | 21,6          |
| Radom        | 0                   | 18,2  | 0,0    | 20,0  | 50,0            | 18,3             | 23,1 | 12,4 | 19,6   | 12,5  | 0,0           | 13,4           | 17,0          |
|              | 1                   | 64,5  | 25,0   | 60,0  | 33,3            | 62,8             | 38,5 | 71,5 | 66,7   | 68,8  | 56,7          | 65,6           | 63,6          |
|              | 2-4                 | 17,3  | 75,0   | 20,0  | 16,7            | 18,8             | 38,5 | 16,1 | 13,7   | 18,8  | 43,3          | 21,0           | 19,4          |
|              | śr.def.             | 20,5  | 48,4   | 22,4  | 16,7            | 21,3             | 24,0 | 20,9 | 19,3   | 24,8  | 28,0          | 22,1           | 21,5          |
| Łódź         | 0                   | 15,3  | 0,0    | 0,0   | 6,7             | 14,9             | 88,9 | 4,3  | 4,7    | 37,5  | 48,1          | 15,3           | 15,0          |
|              | 1                   | 69,9  | 50,0   | 80,0  | 80,0            | 70,3             | 5,6  | 59,5 | 67,9   | 62,5  | 44,4          | 57,8           | 67,5          |
|              | 2-4                 | 14,8  | 50,0   | 20,0  | 13,3            | 14,8             | 5,6  | 36,2 | 27,4   | 0,0   | 7,4           | 26,9           | 17,5          |
|              | śr.def.             | 20,7  | 37,5   | 21,0  | 19,3            | 20,7             | 8,3  | 25,4 | 27,0   | 16,9  | 17,0          | 23,9           | 21,4          |
| Szczecin     | 0                   | 10,5  | 7,7    | -     | 30,2            | 11,1             | 55,6 | 14,0 | 29,7   | 52,0  | 50,4          | 37,3           | 19,6          |
|              | 1                   | 69,6  | 71,2   | -     | 49,2            | 69,0             | 35,7 | 57,6 | 48,8   | 29,9  | 34,2          | 42,8           | 60,5          |
|              | 2-4                 | 19,8  | 21,2   | -     | 20,6            | 19,9             | 8,7  | 28,4 | 21,5   | 18,1  | 15,4          | 19,9           | 19,9          |

| RDLP     | Kl.def.,<br>śr.def. | Sosna       | Świerk      | Jodła       | Inne<br>iglaste | Iglaste<br>razem | Buk         | Dąb         | Brzoza      | Olsza       | Inne<br>liśc. | Liśc.<br>razem | Gat.<br>razem |
|----------|---------------------|-------------|-------------|-------------|-----------------|------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|---------------|----------------|---------------|
|          | <b>śr.def.</b>      | <b>22,4</b> | <b>24,9</b> | -           | <b>20,6</b>     | <b>22,4</b>      | <b>14,7</b> | <b>23,3</b> | <b>21,5</b> | <b>16,4</b> | <b>16,2</b>   | <b>19,0</b>    | <b>21,3</b>   |
| Toruń    | 0                   | 5,3         | 0,0         | -           | 7,1             | 5,3              | 28,6        | 2,4         | 7,2         | 48,9        | 34,3          | 13,0           | 7,2           |
|          | 1                   | 85,2        | 0,0         | -           | 85,7            | 85,0             | 66,7        | 72,9        | 85,0        | 48,9        | 57,1          | 73,1           | 82,2          |
|          | 2-4                 | 9,5         | 100,0       | -           | 7,1             | 9,7              | 4,8         | 24,7        | 7,8         | 2,2         | 8,6           | 13,9           | 10,7          |
|          | <b>śr.def.</b>      | <b>21,1</b> | <b>40,0</b> | -           | <b>19,3</b>     | <b>21,1</b>      | <b>17,9</b> | <b>24,2</b> | <b>18,6</b> | <b>13,3</b> | <b>16,4</b>   | <b>20,1</b>    | <b>20,8</b>   |
| Kraków   | 0                   | 0,0         | 0,0         | 7,2         | 0,0             | 4,0              | 13,8        | 5,1         | 0,0         | 0,0         | 37,0          | 14,9           | 9,5           |
|          | 1                   | 82,4        | 81,3        | 85,6        | 86,7            | 84,5             | 80,1        | 66,7        | 80,0        | 74,1        | 54,3          | 71,2           | 77,8          |
|          | 2-4                 | 17,6        | 18,8        | 7,2         | 13,3            | 11,5             | 6,1         | 28,3        | 20,0        | 25,9        | 8,6           | 13,9           | 12,7          |
|          | <b>śr.def.</b>      | <b>24,0</b> | <b>22,5</b> | <b>18,3</b> | <b>24,0</b>     | <b>20,8</b>      | <b>18,2</b> | <b>25,4</b> | <b>25,3</b> | <b>24,6</b> | <b>18,2</b>   | <b>20,7</b>    | <b>20,7</b>   |
| Katowice | 0                   | 8,2         | 3,1         | 18,0        | 7,4             | 8,4              | 44,8        | 3,1         | 12,4        | 7,6         | 11,3          | 16,1           | 11,6          |
|          | 1                   | 88,5        | 57,8        | 77,0        | 80,2            | 85,3             | 49,7        | 56,4        | 74,8        | 77,3        | 66,3          | 63,2           | 76,0          |
|          | 2-4                 | 3,4         | 39,1        | 4,9         | 12,3            | 6,4              | 5,5         | 40,4        | 12,8        | 15,2        | 22,5          | 20,7           | 12,4          |
|          | <b>śr.def.</b>      | <b>18,5</b> | <b>30,9</b> | <b>17,2</b> | <b>21,9</b>     | <b>19,5</b>      | <b>14,9</b> | <b>27,5</b> | <b>21,3</b> | <b>22,2</b> | <b>25,5</b>   | <b>22,3</b>    | <b>20,7</b>   |
| Gdańsk   | 0                   | 1,6         | 3,2         | -           | 11,9            | 2,1              | 31,2        | 5,9         | 11,5        | 10,7        | 34,9          | 16,8           | 6,9           |
|          | 1                   | 89,1        | 74,2        | -           | 88,1            | 88,6             | 67,7        | 94,1        | 80,6        | 85,7        | 58,1          | 78,6           | 85,3          |
|          | 2-4                 | 9,3         | 22,6        | -           | 0,0             | 9,3              | 1,1         | 0,0         | 7,9         | 3,6         | 7,0           | 4,5            | 7,8           |
|          | <b>śr.def.</b>      | <b>21,6</b> | <b>23,7</b> | -           | <b>16,5</b>     | <b>21,5</b>      | <b>14,4</b> | <b>18,9</b> | <b>20,5</b> | <b>15,5</b> | <b>16,2</b>   | <b>18,2</b>    | <b>20,4</b>   |
| Krosno   | 0                   | 19,5        | 20,3        | 43,6        | 20,9            | 29,1             | 40,1        | 14,6        | 14,3        | 31,1        | 25,0          | 30,6           | 29,8          |
|          | 1                   | 73,1        | 56,3        | 49,4        | 67,4            | 62,1             | 54,3        | 70,7        | 73,8        | 56,8        | 65,3          | 60,6           | 61,5          |
|          | 2-4                 | 7,4         | 23,4        | 7,0         | 11,6            | 8,8              | 5,6         | 14,6        | 11,9        | 12,2        | 9,7           | 8,8            | 8,8           |
|          | <b>śr.def.</b>      | <b>18,2</b> | <b>22,3</b> | <b>15,4</b> | <b>17,2</b>     | <b>17,4</b>      | <b>14,8</b> | <b>19,5</b> | <b>19,5</b> | <b>17,0</b> | <b>17,6</b>   | <b>16,6</b>    | <b>17,0</b>   |
| Razem LP | 0                   | 6,5         | 4,6         | 24,4        | 10,9            | 7,2              | 29,8        | 4,3         | 9,6         | 17,5        | 23,0          | 14,1           | 9,6           |
|          | 1                   | 78,7        | 75,2        | 65,2        | 75,0            | 77,8             | 62,9        | 63,4        | 74,1        | 72,3        | 59,3          | 67,2           | 74,0          |
|          | 2-4                 | 14,9        | 20,2        | 10,4        | 14,1            | 15,0             | 7,3         | 32,4        | 16,3        | 10,2        | 17,7          | 18,7           | 16,3          |
|          | <b>śr.def.</b>      | <b>22,2</b> | <b>24,4</b> | <b>18,2</b> | <b>20,8</b>     | <b>22,2</b>      | <b>17,0</b> | <b>26,1</b> | <b>22,5</b> | <b>19,3</b> | <b>21,6</b>   | <b>22,1</b>    | <b>22,1</b>   |

Tabela 3.15. 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 – 2021 r.

| Województwo   | Kl.def.,<br>śr.def. | Sosna       | Świerk      | Jodła       | Inne<br>iglaste | Iglaste<br>razem | Buk         | Dąb         | Brzoza      | Olsza       | Inne<br>liśc. | Liśc.<br>razem | Gat.<br>razem |
|---------------|---------------------|-------------|-------------|-------------|-----------------|------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|---------------|----------------|---------------|
| Lubelskie     | 0                   | 0,9         | 0,0         | 0,0         | 9,5             | 1,0              | 60,0        | 0,5         | 3,9         | 22,9        | 25,7          | 11,4           | 6,0           |
|               | 1                   | 69,7        | 33,3        | 88,9        | 85,7            | 69,7             | 40,0        | 62,8        | 80,9        | 68,0        | 59,1          | 67,9           | 68,8          |
|               | 2-4                 | 29,3        | 66,7        | 11,1        | 4,8             | 29,3             | 0,0         | 36,7        | 15,2        | 9,1         | 15,2          | 20,7           | 25,1          |
|               | <b>śr.def.</b>      | <b>26,4</b> | <b>37,9</b> | <b>23,1</b> | <b>18,3</b>     | <b>26,5</b>      | <b>12,3</b> | <b>27,6</b> | <b>22,8</b> | <b>19,7</b> | <b>21,5</b>   | <b>23,3</b>    | <b>24,9</b>   |
| Wielkopolskie | 0                   | 8,4         | 11,8        | -           | 8,7             | 8,5              | 27,8        | 2,3         | 14,1        | 20,7        | 8,8           | 11,8           | 9,5           |
|               | 1                   | 66,3        | 66,7        | -           | 73,9            | 66,4             | 66,7        | 43,4        | 60,4        | 62,0        | 50,7          | 54,4           | 62,9          |
|               | 2-4                 | 25,3        | 21,6        | -           | 17,4            | 25,1             | 5,6         | 54,4        | 25,6        | 17,4        | 40,4          | 33,8           | 27,6          |
|               | <b>śr.def.</b>      | <b>24,0</b> | <b>20,9</b> | -           | <b>21,7</b>     | <b>23,9</b>      | <b>15,3</b> | <b>32,4</b> | <b>23,6</b> | <b>19,9</b> | <b>29,9</b>   | <b>26,0</b>    | <b>24,5</b>   |
| Mazowieckie   | 0                   | 3,1         | 0,0         | 19,4        | 4,3             | 3,4              | 66,7        | 4,6         | 6,6         | 15,8        | 9,9           | 9,0            | 5,2           |
|               | 1                   | 73,5        | 0,0         | 63,9        | 87,0            | 73,4             | 33,3        | 58,7        | 67,4        | 72,5        | 64,6          | 66,3           | 71,1          |
|               | 2-4                 | 23,3        | 100,0       | 16,7        | 8,7             | 23,2             | 0,0         | 36,7        | 26,0        | 11,7        | 25,5          | 24,7           | 23,7          |
|               | <b>śr.def.</b>      | <b>24,6</b> | <b>40,0</b> | <b>21,3</b> | <b>20,7</b>     | <b>24,5</b>      | <b>10,0</b> | <b>25,2</b> | <b>24,9</b> | <b>20,5</b> | <b>25,5</b>   | <b>24,0</b>    | <b>24,3</b>   |
| Lubuskie      | 0                   | 3,1         | 2,4         | -           | 0,0             | 3,1              | 34,5        | 0,0         | 8,5         | 26,1        | 24,1          | 12,8           | 5,0           |
|               | 1                   | 77,2        | 78,0        | -           | 41,2            | 76,9             | 65,5        | 52,0        | 61,0        | 73,9        | 60,9          | 59,6           | 73,4          |
|               | 2-4                 | 19,7        | 19,5        | -           | 58,8            | 20,0             | 0,0         | 48,0        | 30,5        | 0,0         | 15,0          | 27,7           | 21,5          |
|               | <b>śr.def.</b>      | <b>24,0</b> | <b>22,7</b> | -           | <b>35,0</b>     | <b>24,1</b>      | <b>14,8</b> | <b>30,1</b> | <b>27,1</b> | <b>14,2</b> | <b>19,3</b>   | <b>24,0</b>    | <b>24,1</b>   |
| Dolnośląskie  | 0                   | 8,8         | 5,1         | 16,7        | 1,3             | 7,1              | 24,1        | 2,3         | 4,7         | 10,6        | 11,6          | 8,1            | 7,6           |
|               | 1                   | 77,4        | 77,8        | 66,7        | 82,1            | 77,7             | 62,1        | 55,2        | 75,4        | 78,2        | 61,8          | 64,1           | 70,8          |



| Województwo             | Kl.def.,<br>śr.def.             | Sosna                               | Świerk                              | Jodła                               | Inne<br>iglaste                     | Iglaste<br>razem                    | Buk                                 | Dąb                                 | Brzoza                              | Olsza                               | Inne<br>liśc.                       | Liśc.<br>razem                      | Gat.<br>razem                       |
|-------------------------|---------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
|                         | 2-4<br><b>śr.def.</b>           | 13,8<br><b>21,9</b>                 | 17,1<br><b>22,4</b>                 | 16,7<br><b>23,3</b>                 | 16,7<br><b>23,3</b>                 | 15,2<br><b>22,2</b>                 | 13,8<br><b>20,5</b>                 | 42,4<br><b>29,2</b>                 | 19,9<br><b>25,4</b>                 | 11,2<br><b>19,3</b>                 | 26,7<br><b>26,0</b>                 | 27,8<br><b>25,7</b>                 | 21,6<br><b>24,0</b>                 |
| Podlaskie               | 0<br>1<br>2-4<br><b>śr.def.</b> | 2,2<br>87,4<br>10,4<br><b>23,1</b>  | 1,8<br>79,8<br>18,4<br><b>24,8</b>  | -<br>-<br>-<br><b>-</b>             | 50,0<br>50,0<br>0,0<br><b>15,0</b>  | 2,2<br>86,4<br>11,4<br><b>23,3</b>  | -<br>-<br>-<br><b>-</b>             | 0,0<br>79,8<br>20,2<br><b>25,1</b>  | 8,4<br>76,1<br>15,5<br><b>22,9</b>  | 17,5<br>80,2<br>2,3<br><b>17,7</b>  | 21,3<br>69,5<br>9,1<br><b>19,8</b>  | 12,9<br>77,1<br>10,0<br><b>20,7</b> | 6,4<br>82,8<br>10,8<br><b>22,3</b>  |
| Warmińsko-<br>mazurskie | 0<br>1<br>2-4<br><b>śr.def.</b> | 0,9<br>87,0<br>12,1<br><b>23,1</b>  | 3,9<br>86,3<br>9,8<br><b>22,4</b>   | -<br>-<br>-<br><b>-</b>             | 0,0<br>81,5<br>18,5<br><b>24,3</b>  | 1,4<br>86,8<br>11,8<br><b>23,0</b>  | 42,2<br>54,7<br>3,1<br><b>14,3</b>  | 5,0<br>90,4<br>4,6<br><b>20,6</b>   | 3,8<br>85,3<br>10,9<br><b>22,1</b>  | 9,4<br>85,0<br>5,7<br><b>19,5</b>   | 28,4<br>60,9<br>10,7<br><b>20,4</b> | 11,5<br>80,8<br>7,6<br><b>20,4</b>  | 6,0<br>84,1<br>9,9<br><b>21,8</b>   |
| Małopolskie             | 0<br>1<br>2-4<br><b>śr.def.</b> | 0,5<br>86,9<br>12,6<br><b>23,3</b>  | 0,3<br>64,5<br>35,2<br><b>28,4</b>  | 10,6<br>80,5<br>8,9<br><b>18,6</b>  | 18,2<br>67,3<br>14,5<br><b>20,6</b> | 5,3<br>77,8<br>16,9<br><b>22,6</b>  | 21,7<br>71,7<br>6,5<br><b>17,1</b>  | 1,5<br>74,6<br>23,9<br><b>25,3</b>  | 3,8<br>78,8<br>17,4<br><b>24,1</b>  | 1,2<br>75,9<br>22,9<br><b>24,6</b>  | 26,9<br>61,1<br>12,0<br><b>19,4</b> | 16,5<br>69,6<br>13,9<br><b>20,7</b> | 10,7<br>73,8<br>15,5<br><b>21,7</b> |
| Zachodnio-<br>pomorskie | 0<br>1<br>2-4<br><b>śr.def.</b> | 8,6<br>76,8<br>14,6<br><b>21,7</b>  | 3,4<br>70,9<br>25,6<br><b>26,8</b>  | -<br>-<br>-<br><b>-</b>             | 24,7<br>57,5<br>17,8<br><b>20,5</b> | 8,9<br>75,7<br>15,4<br><b>21,9</b>  | 22,5<br>69,5<br>8,0<br><b>18,3</b>  | 11,0<br>59,7<br>29,2<br><b>23,8</b> | 15,5<br>66,4<br>18,1<br><b>22,2</b> | 27,7<br>54,5<br>17,8<br><b>20,1</b> | 35,6<br>45,4<br>19,0<br><b>18,8</b> | 20,8<br>61,2<br>18,0<br><b>20,8</b> | 14,2<br>69,2<br>16,5<br><b>21,4</b> |
| Łódzkie                 | 0<br>1<br>2-4<br><b>śr.def.</b> | 16,2<br>68,4<br>15,5<br><b>20,8</b> | 0,0<br>66,7<br>33,3<br><b>31,7</b>  | 0,0<br>80,0<br>20,0<br><b>21,0</b>  | 5,0<br>75,0<br>20,0<br><b>20,5</b>  | 16,0<br>68,5<br>15,6<br><b>20,8</b> | 88,9<br>5,6<br>5,6<br><b>8,3</b>    | 5,3<br>55,8<br>38,9<br><b>26,3</b>  | 5,2<br>70,3<br>24,5<br><b>26,0</b>  | 40,0<br>60,0<br>0,0<br><b>14,7</b>  | 44,7<br>50,0<br>5,3<br><b>16,3</b>  | 15,1<br>60,8<br>24,1<br><b>23,6</b> | 15,8<br>66,9<br>17,4<br><b>21,4</b> |
| Świętokrzyskie          | 0<br>1<br>2-4<br><b>śr.def.</b> | 20,9<br>66,8<br>12,4<br><b>19,2</b> | 0,0<br>23,5<br>76,5<br><b>50,3</b>  | 21,2<br>58,8<br>20,0<br><b>22,6</b> | 66,7<br>16,7<br>16,7<br><b>15,0</b> | 20,4<br>63,9<br>15,7<br><b>20,7</b> | 29,2<br>50,0<br>20,8<br><b>19,7</b> | 25,7<br>64,2<br>10,1<br><b>18,9</b> | 20,0<br>63,5<br>16,5<br><b>20,0</b> | 7,0<br>70,2<br>22,8<br><b>27,4</b>  | 6,8<br>58,8<br>34,5<br><b>27,0</b>  | 16,9<br>61,8<br>21,2<br><b>22,5</b> | 19,1<br>63,1<br>17,8<br><b>21,4</b> |
| Kujawsko-<br>pomorskie  | 0<br>1<br>2-4<br><b>śr.def.</b> | 5,4<br>84,2<br>10,4<br><b>21,1</b>  | 0,0<br>0,0<br>100,0<br><b>40,0</b>  | -<br>-<br>-<br><b>-</b>             | 0,0<br>48,3<br>51,7<br><b>35,5</b>  | 5,3<br>83,4<br>11,3<br><b>21,4</b>  | 28,6<br>66,7<br>4,8<br><b>17,9</b>  | 2,2<br>74,2<br>23,6<br><b>24,0</b>  | 7,1<br>81,8<br>11,1<br><b>19,7</b>  | 15,2<br>82,6<br>2,2<br><b>16,4</b>  | 21,4<br>48,2<br>30,4<br><b>22,9</b> | 8,6<br>74,7<br>16,6<br><b>21,2</b>  | 6,1<br>81,1<br>12,7<br><b>21,4</b>  |
| Opolskie                | 0<br>1<br>2-4<br><b>śr.def.</b> | 10,3<br>84,5<br>5,2<br><b>18,4</b>  | 10,5<br>78,9<br>10,5<br><b>22,9</b> | -<br>-<br>-<br><b>-</b>             | 15,4<br>69,2<br>15,4<br><b>21,4</b> | 10,8<br>82,8<br>6,4<br><b>18,9</b>  | 6,9<br>69,0<br>24,1<br><b>20,7</b>  | 2,7<br>57,7<br>39,6<br><b>28,2</b>  | 18,7<br>69,2<br>12,1<br><b>20,0</b> | 8,3<br>86,1<br>5,6<br><b>16,7</b>   | 24,7<br>59,1<br>16,1<br><b>22,0</b> | 12,6<br>64,3<br>23,2<br><b>23,2</b> | 11,7<br>73,4<br>14,9<br><b>21,1</b> |
| Pomorskie               | 0<br>1<br>2-4<br><b>śr.def.</b> | 2,7<br>89,3<br>8,0<br><b>21,2</b>   | 1,2<br>80,2<br>18,5<br><b>23,7</b>  | 0,0<br>100,0<br>0,0<br><b>16,3</b>  | 13,0<br>80,5<br>6,5<br><b>18,0</b>  | 3,0<br>88,6<br>8,3<br><b>21,2</b>   | 16,8<br>75,8<br>7,4<br><b>18,5</b>  | 3,5<br>90,2<br>6,3<br><b>21,2</b>   | 8,2<br>83,3<br>8,5<br><b>20,7</b>   | 26,3<br>66,4<br>7,3<br><b>17,3</b>  | 26,7<br>65,0<br>8,3<br><b>17,8</b>  | 13,2<br>79,1<br>7,7<br><b>19,6</b>  | 6,2<br>85,7<br>8,2<br><b>20,7</b>   |
| Śląskie                 | 0<br>1<br>2-4<br><b>śr.def.</b> | 6,6<br>89,0<br>4,3<br><b>19,0</b>   | 0,0<br>50,6<br>49,4<br><b>33,9</b>  | 16,3<br>80,2<br>3,5<br><b>17,2</b>  | 0,0<br>90,2<br>9,8<br><b>22,3</b>   | 6,6<br>84,7<br>8,7<br><b>20,4</b>   | 38,2<br>55,5<br>6,4<br><b>15,9</b>  | 4,3<br>64,3<br>31,3<br><b>25,3</b>  | 3,6<br>88,6<br>7,8<br><b>20,7</b>   | 13,3<br>83,3<br>3,3<br><b>19,5</b>  | 35,6<br>60,0<br>4,4<br><b>17,0</b>  | 15,6<br>71,7<br>12,6<br><b>20,3</b> | 9,6<br>80,4<br>10,0<br><b>20,4</b>  |
| Podkarpackie            | 0<br>1<br>2-4<br><b>śr.def.</b> | 14,5<br>72,8<br>12,7<br><b>20,1</b> | 17,3<br>53,3<br>29,3<br><b>24,3</b> | 38,6<br>51,4<br>10,0<br><b>16,7</b> | 21,7<br>71,0<br>7,2<br><b>16,9</b>  | 21,3<br>66,0<br>12,6<br><b>19,3</b> | 35,3<br>58,3<br>6,5<br><b>15,9</b>  | 7,4<br>77,2<br>15,4<br><b>21,1</b>  | 17,2<br>64,5<br>18,3<br><b>20,7</b> | 27,3<br>59,9<br>12,8<br><b>18,9</b> | 28,1<br>63,9<br>8,0<br><b>17,0</b>  | 26,7<br>63,2<br>10,2<br><b>17,8</b> | 24,0<br>64,6<br>11,4<br><b>18,5</b> |
| Kraj                    | 0<br>1<br>2-4<br><b>śr.def.</b> | 6,2<br>77,4<br>16,4<br><b>22,6</b>  | 3,6<br>72,3<br>24,0<br><b>25,5</b>  | 21,4<br>68,5<br>10,1<br><b>18,4</b> | 11,8<br>72,2<br>16,0<br><b>21,5</b> | 6,8<br>76,5<br>16,6<br><b>22,6</b>  | 28,5<br>64,1<br>7,4<br><b>17,0</b>  | 4,2<br>64,6<br>31,2<br><b>25,9</b>  | 8,6<br>74,0<br>17,4<br><b>22,8</b>  | 17,9<br>72,1<br>9,9<br><b>19,4</b>  | 22,3<br>60,3<br>17,4<br><b>21,5</b> | 14,3<br>67,8<br>17,9<br><b>21,9</b> | 9,7<br>73,2<br>17,1<br><b>22,4</b>  |

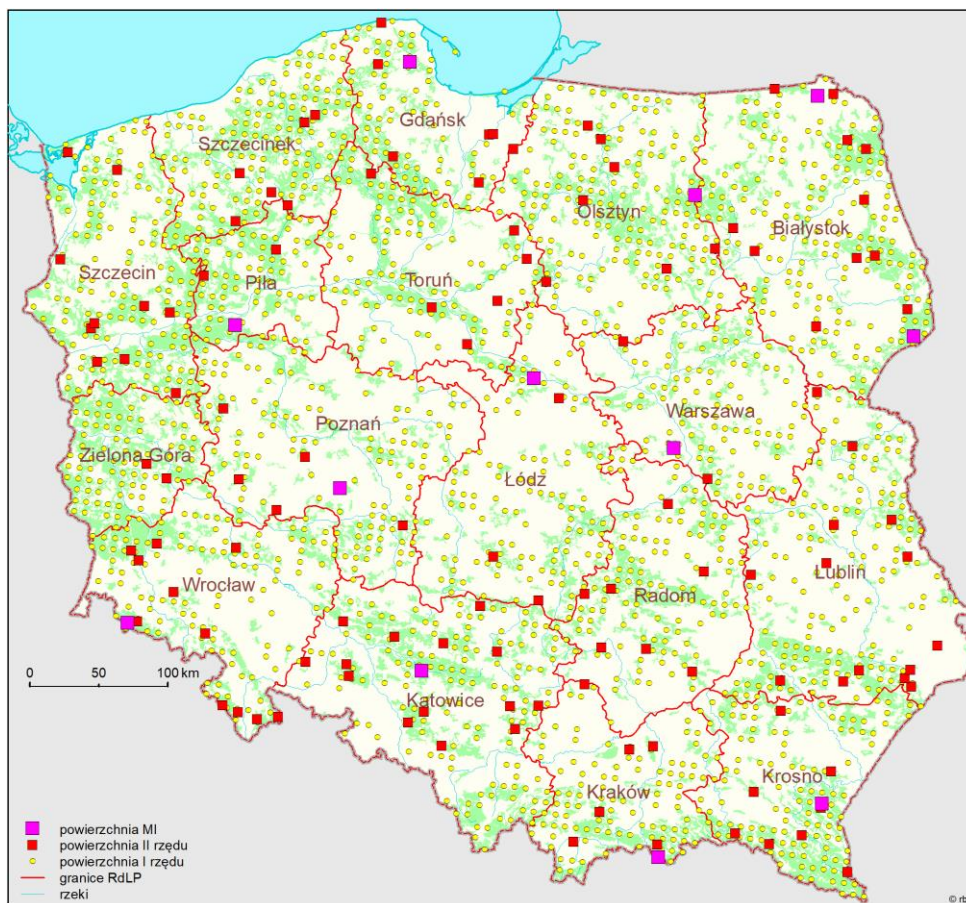
Tabela 3.16. Udział procentowy drzew w klasach defoliacji 0 (do 10% def.), 1 (11-25% def.) i 2-4 (> 25% def. i drzewa martwe) oraz średnia defoliacja [%] wg gatunków w układzie krain, w kolejności malejących wartości średniej defoliacji w kolumnie "Gatunki razem" – wiek > 20 lat, wszystkie formy własności – 2021 r.

| Kraina                    | Kl.def.,<br>śr.def. | Sosna       | Świerk      | Jodła       | Inne<br>iglaste | Iglaste<br>razem | Buk         | Dąb         | Brzoza      | Olsza       | Inne<br>liśc. | Liśc.<br>razem | Gat.<br>razem |
|---------------------------|---------------------|-------------|-------------|-------------|-----------------|------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|---------------|----------------|---------------|
| Mazowiecko-<br>Podlaska   | 0                   | 2,6         | 0,0         | -           | 10,7            | 2,7              | 100,0       | 2,0         | 5,7         | 17,9        | 15,3          | 9,5            | 5,3           |
|                           | 1                   | 75,0        | 73,7        | -           | 82,1            | 75,1             | 0,0         | 60,3        | 71,9        | 72,0        | 61,9          | 68,4           | 72,5          |
|                           | 2-4                 | 22,4        | 26,3        | -           | 7,1             | 22,3             | 0,0         | 37,7        | 22,4        | 10,0        | 22,8          | 22,1           | 22,2          |
|                           | <b>śr.def.</b>      | <b>24,7</b> | <b>27,0</b> | -           | <b>20,0</b>     | <b>24,7</b>      | <b>8,3</b>  | <b>26,4</b> | <b>24,4</b> | <b>20,5</b> | <b>24,6</b>   | <b>23,8</b>    | <b>24,4</b>   |
| Śląska                    | 0                   | 6,4         | 21,2        | -           | 10,0            | 7,3              | 35,1        | 2,5         | 9,0         | 7,4         | 14,3          | 9,1            | 8,1           |
|                           | 1                   | 82,1        | 67,1        | -           | 75,0            | 81,0             | 50,6        | 56,1        | 69,4        | 81,9        | 57,8          | 62,2           | 72,3          |
|                           | 2-4                 | 11,6        | 11,8        | -           | 15,0            | 11,7             | 14,3        | 41,4        | 21,6        | 10,7        | 28,0          | 28,7           | 19,5          |
|                           | <b>śr.def.</b>      | <b>21,5</b> | <b>19,5</b> | -           | <b>22,6</b>     | <b>21,4</b>      | <b>18,2</b> | <b>28,7</b> | <b>24,7</b> | <b>19,6</b> | <b>26,7</b>   | <b>25,7</b>    | <b>23,4</b>   |
| Wielkopolsko-<br>Pomorska | 0                   | 5,8         | 4,6         | -           | 4,3             | 5,8              | 17,2        | 2,3         | 11,2        | 25,8        | 18,8          | 13,4           | 7,5           |
|                           | 1                   | 76,3        | 76,9        | -           | 58,7            | 76,1             | 79,5        | 53,6        | 69,7        | 62,9        | 52,6          | 61,6           | 72,8          |
|                           | 2-4                 | 17,9        | 18,5        | -           | 37,0            | 18,1             | 3,3         | 44,0        | 19,1        | 11,3        | 28,6          | 25,0           | 19,7          |
|                           | <b>śr.def.</b>      | <b>22,8</b> | <b>22,1</b> | -           | <b>28,9</b>     | <b>22,9</b>      | <b>17,6</b> | <b>29,6</b> | <b>22,1</b> | <b>17,6</b> | <b>23,9</b>   | <b>23,3</b>    | <b>23,0</b>   |
| Sudecka                   | 0                   | 6,3         | 1,7         | 16,7        | 0,0             | 1,9              | 24,4        | 0,0         | 2,0         | 10,5        | 7,9           | 6,8            | 4,3           |
|                           | 1                   | 75,0        | 79,7        | 66,7        | 82,9            | 79,6             | 65,9        | 71,6        | 90,0        | 78,9        | 76,2          | 75,7           | 77,8          |
|                           | 2-4                 | 18,8        | 18,6        | 16,7        | 17,1            | 18,5             | 9,8         | 28,4        | 8,0         | 10,5        | 15,9          | 17,5           | 18,0          |
|                           | <b>śr.def.</b>      | <b>24,7</b> | <b>23,2</b> | <b>23,3</b> | <b>22,3</b>     | <b>23,2</b>      | <b>17,8</b> | <b>24,8</b> | <b>21,5</b> | <b>19,2</b> | <b>23,2</b>   | <b>22,7</b>    | <b>23,0</b>   |
| Mazursko-<br>Podlaska     | 0                   | 1,4         | 2,1         | -           | 0,0             | 1,5              | 40,0        | 2,2         | 5,7         | 10,8        | 22,9          | 10,3           | 5,1           |
|                           | 1                   | 87,2        | 85,3        | -           | 77,3            | 86,8             | 60,0        | 85,5        | 81,4        | 85,3        | 68,4          | 81,2           | 84,5          |
|                           | 2-4                 | 11,4        | 12,5        | -           | 22,7            | 11,7             | 0,0         | 12,3        | 12,9        | 3,9         | 8,7           | 8,4            | 10,4          |
|                           | <b>śr.def.</b>      | <b>23,2</b> | <b>23,4</b> | -           | <b>24,8</b>     | <b>23,3</b>      | <b>14,0</b> | <b>23,3</b> | <b>22,4</b> | <b>18,5</b> | <b>19,7</b>   | <b>20,5</b>    | <b>22,1</b>   |
| Małopolska                | 0                   | 11,4        | 0,0         | 16,3        | 6,5             | 11,3             | 51,3        | 6,7         | 10,1        | 21,1        | 25,6          | 16,8           | 13,4          |
|                           | 1                   | 72,0        | 40,0        | 63,4        | 83,9            | 71,3             | 42,3        | 64,3        | 73,0        | 68,1        | 58,3          | 64,4           | 68,7          |
|                           | 2-4                 | 16,6        | 60,0        | 20,3        | 9,7             | 17,4             | 6,4         | 29,0        | 16,9        | 10,8        | 16,0          | 18,8           | 17,9          |
|                           | <b>śr.def.</b>      | <b>21,6</b> | <b>39,7</b> | <b>22,6</b> | <b>20,4</b>     | <b>21,9</b>      | <b>14,6</b> | <b>24,8</b> | <b>22,1</b> | <b>19,9</b> | <b>20,8</b>   | <b>21,8</b>    | <b>21,9</b>   |
| Bałtycka                  | 0                   | 6,1         | 5,1         | 0,0         | 19,5            | 6,6              | 24,9        | 8,0         | 11,4        | 23,7        | 35,2          | 18,4           | 12,2          |
|                           | 1                   | 82,3        | 72,6        | 100,0       | 70,3            | 81,0             | 67,0        | 74,7        | 75,9        | 63,5        | 50,5          | 68,6           | 75,1          |
|                           | 2-4                 | 11,6        | 22,4        | 0,0         | 10,2            | 12,4             | 8,1         | 17,3        | 12,7        | 12,8        | 14,3          | 13,0           | 12,7          |
|                           | <b>śr.def.</b>      | <b>21,7</b> | <b>25,2</b> | <b>16,3</b> | <b>18,7</b>     | <b>21,8</b>      | <b>18,0</b> | <b>22,3</b> | <b>21,7</b> | <b>19,0</b> | <b>18,9</b>   | <b>20,3</b>    | <b>21,1</b>   |
| Karpacka                  | 0                   | 11,6        | 3,2         | 22,7        | 21,6            | 15,5             | 25,1        | 0,8         | 4,2         | 6,0         | 25,1          | 20,8           | 18,1          |
|                           | 1                   | 79,6        | 59,4        | 69,6        | 66,4            | 69,4             | 67,5        | 84,0        | 85,0        | 70,9        | 63,9          | 68,7           | 69,1          |
|                           | 2-4                 | 8,8         | 37,4        | 7,8         | 12,1            | 15,0             | 7,3         | 15,2        | 10,8        | 23,1        | 11,0          | 10,6           | 12,9          |
|                           | <b>śr.def.</b>      | <b>20,0</b> | <b>28,9</b> | <b>17,4</b> | <b>18,5</b>     | <b>20,7</b>      | <b>16,9</b> | <b>23,4</b> | <b>22,3</b> | <b>24,9</b> | <b>18,6</b>   | <b>18,9</b>    | <b>19,8</b>   |
| Kraj                      | 0                   | 6,2         | 3,6         | 21,4        | 11,8            | 6,8              | 28,5        | 4,2         | 8,6         | 17,9        | 22,3          | 14,3           | 9,7           |
|                           | 1                   | 77,4        | 72,3        | 68,5        | 72,2            | 76,5             | 64,1        | 64,6        | 74,0        | 72,1        | 60,3          | 67,8           | 73,2          |
|                           | 2-4                 | 16,4        | 24,0        | 10,1        | 16,0            | 16,6             | 7,4         | 31,2        | 17,4        | 9,9         | 17,4          | 17,9           | 17,1          |
|                           | <b>śr.def.</b>      | <b>22,6</b> | <b>25,5</b> | <b>18,4</b> | <b>21,5</b>     | <b>22,6</b>      | <b>17,0</b> | <b>25,9</b> | <b>22,8</b> | <b>19,4</b> | <b>21,5</b>   | <b>21,9</b>    | <b>22,4</b>   |

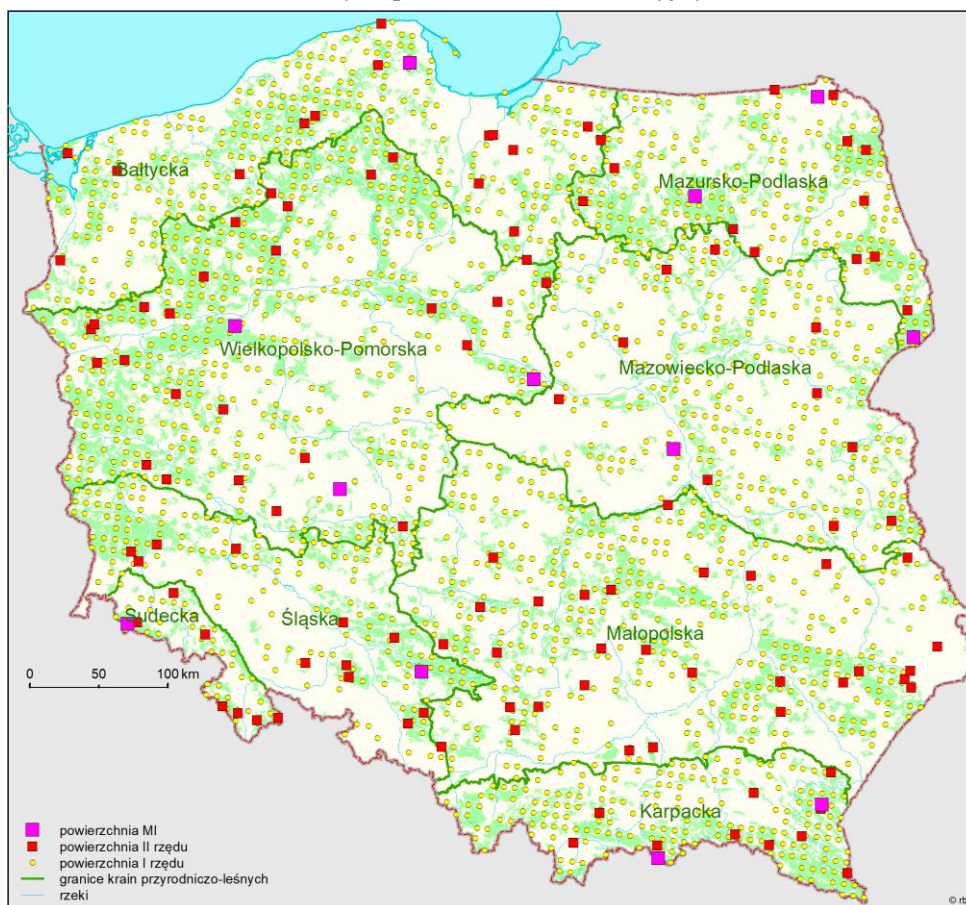
Tabela 3.17. Udział procentowy drzew w klasach defoliacji 0 (do 10% def.), 1 (11-25% def.) i 2-4 (> 25% def. i drzewa martwe) oraz średnia defoliacja [%] wg gatunków w parkach narodowych, w kolejności malejących wartości średniej defoliacji w kolumnie "Gatunki razem" – wiek > 20 lat – 2021 r.

| Park Narodowy              | Kl.def.,<br>śr.def. | Sosna       | Świerk      | Jodła       | Inne<br>iglaste | Iglaste<br>razem | Buk         | Dąb         | Brzoza      | Olsza       | Inne<br>liśc. | Liśc.<br>razem | Gat.<br>razem |
|----------------------------|---------------------|-------------|-------------|-------------|-----------------|------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|---------------|----------------|---------------|
| Babiogórski<br>1 pow.      | 0                   | -           | 0,0         | -           | -               | 0,0              | -           | -           | -           | -           | -             | -              | 0,0           |
|                            | 1                   | -           | 30,0        | -           | -               | 30,0             | -           | -           | -           | -           | -             | -              | 30,0          |
|                            | 2-4                 | -           | 70,0        | -           | -               | 70,0             | -           | -           | -           | -           | -             | -              | 70,0          |
|                            | <b>śr.def.</b>      | -           | <b>35,0</b> | -           | -               | <b>35,0</b>      | -           | -           | -           | -           | -             | -              | <b>35,0</b>   |
| Tatrzański<br>3 pow.       | 0                   | -           | 0,0         | 0,0         | -               | 0,0              | -           | -           | -           | -           | -             | -              | 0,0           |
|                            | 1                   | -           | 63,2        | 31,8        | -               | 51,7             | -           | -           | -           | -           | -             | -              | 51,7          |
|                            | 2-4                 | -           | 36,8        | 68,2        | -               | 48,3             | -           | -           | -           | -           | -             | -              | 48,3          |
|                            | <b>śr.def.</b>      | -           | <b>29,5</b> | <b>35,9</b> | -               | <b>31,8</b>      | -           | -           | -           | -           | -             | -              | <b>31,8</b>   |
| Kampinoski<br>4 pow.       | 0                   | 3,2         | -           | -           | -               | 3,2              | -           | -           | 0,0         | -           | -             | 0,0            | 2,5           |
|                            | 1                   | 62,9        | -           | -           | -               | 62,9             | -           | -           | 44,4        | -           | -             | 44,4           | 58,8          |
|                            | 2-4                 | 33,9        | -           | -           | -               | 33,9             | -           | -           | 55,6        | -           | -             | 55,6           | 38,8          |
|                            | <b>śr.def.</b>      | <b>28,9</b> | -           | -           | -               | <b>28,9</b>      | -           | -           | <b>33,1</b> | -           | -             | <b>33,1</b>    | <b>29,8</b>   |
| Woliński<br>2 pow.         | 0                   | 0,0         | -           | -           | -               | 0,0              | 0,0         | 0,0         | -           | -           | -             | 0,0            | 0,0           |
|                            | 1                   | 29,6        | -           | -           | -               | 29,6             | 100,0       | 75,0        | -           | -           | -             | 76,9           | 45,0          |
|                            | 2-4                 | 70,4        | -           | -           | -               | 70,4             | 0,0         | 25,0        | -           | -           | -             | 23,1           | 55,0          |
|                            | <b>śr.def.</b>      | <b>32,2</b> | -           | -           | -               | <b>32,2</b>      | <b>20,0</b> | <b>24,2</b> | -           | -           | -             | <b>23,8</b>    | <b>29,5</b>   |
| Biebrzański<br>5 pow.      | 0                   | 0,0         | 0,0         | -           | -               | 0,0              | -           | -           | 2,5         | 15,0        | -             | 6,7            | 4,0           |
|                            | 1                   | 84,2        | 90,5        | -           | -               | 87,5             | -           | -           | 62,5        | 75,0        | -             | 66,7           | 75,0          |
|                            | 2-4                 | 15,8        | 9,5         | -           | -               | 12,5             | -           | -           | 35,0        | 10,0        | -             | 26,7           | 21,0          |
|                            | <b>śr.def.</b>      | <b>22,4</b> | <b>22,9</b> | -           | -               | <b>22,6</b>      | -           | -           | <b>35,3</b> | <b>19,3</b> | -             | <b>29,9</b>    | <b>27,0</b>   |
| Poleski<br>1 pow.          | 0                   | -           | -           | -           | -               | -                | -           | -           | 0,0         | 0,0         | -             | 0,0            | 0,0           |
|                            | 1                   | -           | -           | -           | -               | -                | -           | -           | 100,0       | 78,6        | -             | 85,0           | 85,0          |
|                            | 2-4                 | -           | -           | -           | -               | -                | -           | -           | 0,0         | 21,4        | -             | 15,0           | 15,0          |
|                            | <b>śr.def.</b>      | -           | -           | -           | -               | -                | -           | -           | <b>20,0</b> | <b>28,9</b> | -             | <b>26,3</b>    | <b>26,3</b>   |
| Wigierski<br>1 pow.        | 0                   | 0,0         | 0,0         | -           | -               | 0,0              | -           | -           | -           | -           | -             | -              | 0,0           |
|                            | 1                   | 76,5        | 100,0       | -           | -               | 80,0             | -           | -           | -           | -           | -             | -              | 80,0          |
|                            | 2-4                 | 23,5        | 0,0         | -           | -               | 20,0             | -           | -           | -           | -           | -             | -              | 20,0          |
|                            | <b>śr.def.</b>      | <b>25,0</b> | <b>23,3</b> | -           | -               | <b>24,8</b>      | -           | -           | -           | -           | -             | -              | <b>24,8</b>   |
| Gorczański<br>1 pow.       | 0                   | -           | 0,0         | 0,0         | -               | 0,0              | 0,0         | -           | -           | -           | -             | 0,0            | 0,0           |
|                            | 1                   | -           | 85,7        | 100,0       | -               | 87,5             | 100,0       | -           | -           | -           | -             | 100,0          | 95,0          |
|                            | 2-4                 | -           | 14,3        | 0,0         | -               | 12,5             | 0,0         | -           | -           | -           | -             | 0,0            | 5,0           |
|                            | <b>śr.def.</b>      | -           | <b>32,1</b> | <b>25,0</b> | -               | <b>31,3</b>      | <b>19,6</b> | -           | -           | -           | -             | <b>19,6</b>    | <b>24,3</b>   |
| Roztoczański<br>1 pow.     | 0                   | 0,0         | -           | 0,0         | -               | 0,0              | -           | -           | -           | -           | -             | -              | 0,0           |
|                            | 1                   | 76,9        | -           | 85,7        | -               | 80,0             | -           | -           | -           | -           | -             | -              | 80,0          |
|                            | 2-4                 | 23,1        | -           | 14,3        | -               | 20,0             | -           | -           | -           | -           | -             | -              | 20,0          |
|                            | <b>śr.def.</b>      | <b>23,5</b> | -           | <b>21,4</b> | -               | <b>22,8</b>      | -           | -           | -           | -           | -             | -              | <b>22,8</b>   |
| Drawieński<br>1 pow.       | 0                   | 5,0         | -           | -           | -               | 5,0              | -           | -           | -           | -           | -             | -              | 5,0           |
|                            | 1                   | 80,0        | -           | -           | -               | 80,0             | -           | -           | -           | -           | -             | -              | 80,0          |
|                            | 2-4                 | 15,0        | -           | -           | -               | 15,0             | -           | -           | -           | -           | -             | -              | 15,0          |
|                            | <b>śr.def.</b>      | <b>21,5</b> | -           | -           | -               | <b>21,5</b>      | -           | -           | -           | -           | -             | -              | <b>21,5</b>   |
| Słowiński<br>1 pow.        |                     | -           | -           | -           | -               | -                | -           | -           | 0,0         | 33,3        | -             | 10,0           | 10,0          |
|                            |                     | -           | -           | -           | -               | -                | -           | -           | 85,7        | 66,7        | -             | 80,0           | 80,0          |
|                            |                     | -           | -           | -           | -               | -                | -           | -           | 14,3        | 0,0         | -             | 10,0           | 10,0          |
|                            |                     | -           | -           | -           | -               | -                | -           | -           | <b>23,2</b> | <b>15,8</b> | -             | <b>21,0</b>    | <b>21,0</b>   |
| Gór<br>Stołowych<br>1 pow. | 0                   | -           | 10,0        | -           | -               | 10,0             | -           | -           | -           | -           | -             | -              | 10,0          |
|                            | 1                   | -           | 80,0        | -           | -               | 80,0             | -           | -           | -           | -           | -             | -              | 80,0          |
|                            | 2-4                 | -           | 10,0        | -           | -               | 10,0             | -           | -           | -           | -           | -             | -              | 10,0          |
|                            | <b>śr.def.</b>      | -           | <b>20,5</b> | -           | -               | <b>20,5</b>      | -           | -           | -           | -           | -             | -              | <b>20,5</b>   |

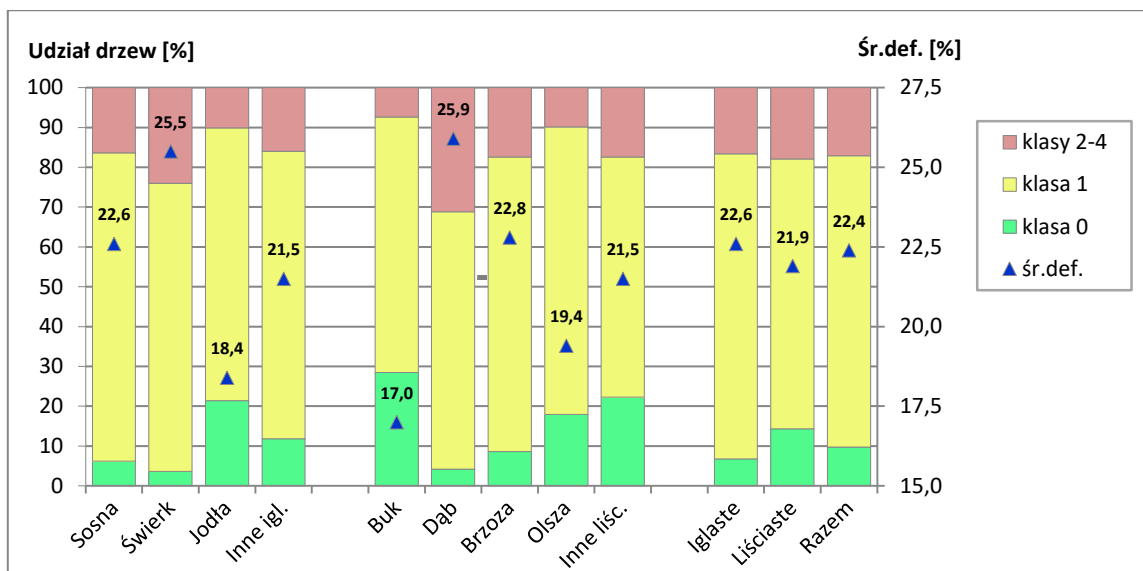
| Park Narodowy           | Kl.def.,<br>śr.def. | Sosna       | Świerk      | Jodła       | Inne iglaste | Iglaste razem | Buk         | Dąb         | Brzoza      | Olsza       | Inne liśc.  | Liśc. razem | Gat. razem  |
|-------------------------|---------------------|-------------|-------------|-------------|--------------|---------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Białowieski<br>1 pow.   | 0                   | -           | -           | -           | -            | -             | -           | -           | -           | 5,0         | -           | 5,0         | 5,0         |
|                         | 1                   | -           | -           | -           | -            | -             | -           | -           | -           | 95,0        | -           | 95,0        | 95,0        |
|                         | 2-4                 | -           | -           | -           | -            | -             | -           | -           | -           | 0,0         | -           | 0,0         | 0,0         |
|                         | <b>śr.def.</b>      | -           | -           | -           | -            | -             | -           | -           | -           | <b>20,0</b> | -           | <b>20,0</b> | <b>20,0</b> |
| Ojcowski<br>1 pow.      | 0                   | 0,0         | 0,0         | -           | -            | 0,0           | 18,2        | -           | -           | -           | -           | 18,2        | 10,0        |
|                         | 1                   | 50,0        | 100,0       | -           | -            | 77,8          | 81,8        | -           | -           | -           | -           | 81,8        | 80,0        |
|                         | 2-4                 | 50,0        | 0,0         | -           | -            | 22,2          | 0,0         | -           | -           | -           | -           | 0,0         | 10,0        |
|                         | <b>śr.def.</b>      | <b>27,5</b> | <b>21,0</b> | -           | -            | <b>23,9</b>   | <b>14,5</b> | -           | -           | -           | -           | <b>14,5</b> | <b>18,8</b> |
| Wielkopolski<br>2 pow.  | 0                   | 35,0        | -           | -           | -            | 35,0          | -           | -           | -           | 33,3        | 9,1         | 20,0        | 27,5        |
|                         | 1                   | 50,0        | -           | -           | -            | 50,0          | -           | -           | -           | 66,7        | 72,7        | 70,0        | 60,0        |
|                         | 2-4                 | 15,0        | -           | -           | -            | 15,0          | -           | -           | -           | 0,0         | 18,2        | 10,0        | 12,5        |
|                         | <b>śr.def.</b>      | <b>18,3</b> | -           | -           | -            | <b>18,3</b>   | -           | -           | -           | <b>15,6</b> | <b>22,3</b> | <b>19,3</b> | <b>18,8</b> |
| Bieszczadzki<br>6 pow.  | 0                   | -           | 0,0         | 0,0         | -            | 0,0           | 26,9        | -           | 20,0        | -           | 43,8        | 28,9        | 27,5        |
|                         | 1                   | -           | 100,0       | 100,0       | -            | 100,0         | 64,5        | -           | 80,0        | -           | 43,8        | 62,3        | 64,2        |
|                         | 2-4                 | -           | 0,0         | 0,0         | -            | 0,0           | 8,6         | -           | 0,0         | -           | 12,5        | 8,8         | 8,3         |
|                         | <b>śr.def.</b>      | -           | <b>15,0</b> | <b>17,0</b> | -            | <b>16,7</b>   | <b>17,7</b> | -           | <b>18,0</b> | -           | <b>17,2</b> | <b>17,6</b> | <b>17,6</b> |
| Magurski<br>3 pow.      | 0                   | 0,0         | -           | 50,0        | 23,5         | 30,3          | 26,3        | -           | -           | 0,0         | 0,0         | 18,5        | 25,0        |
|                         | 1                   | 50,0        | -           | 50,0        | 76,5         | 63,6          | 73,7        | -           | -           | 100,0       | 80,0        | 77,8        | 70,0        |
|                         | 2-4                 | 50,0        | -           | 0,0         | 0,0          | 6,1           | 0,0         | -           | -           | 0,0         | 20,0        | 3,7         | 5,0         |
|                         | <b>śr.def.</b>      | <b>27,5</b> | -           | <b>13,3</b> | <b>15,9</b>  | <b>16,4</b>   | <b>16,1</b> | -           | -           | <b>21,7</b> | <b>21,0</b> | <b>17,6</b> | <b>16,9</b> |
| Świętokrzyski<br>1 pow. | 0                   | -           | -           | -           | 100,0        | 100,0         | 36,8        | -           | -           | -           | -           | 36,8        | 40,0        |
|                         | 1                   | -           | -           | -           | 0,0          | 0,0           | 63,2        | -           | -           | -           | -           | 63,2        | 60,0        |
|                         | 2-4                 | -           | -           | -           | 0,0          | 0,0           | 0,0         | -           | -           | -           | -           | 0,0         | 0,0         |
|                         | <b>śr.def.</b>      | -           | -           | -           | <b>10,0</b>  | <b>10,0</b>   | <b>14,2</b> | -           | -           | -           | -           | <b>14,2</b> | <b>14,0</b> |
| Parki razem<br>36 pow.  | 0                   | 5,4         | 1,7         | 12,8        | 27,8         | 6,3           | 25,2        | 0,0         | 2,4         | 12,5        | 25,0        | 16,4        | 11,3        |
|                         | 1                   | 62,4        | 69,6        | 53,2        | 72,2         | 63,9          | 69,7        | 75,0        | 66,3        | 80,6        | 59,4        | 70,3        | 67,1        |
|                         | 2-4                 | 32,3        | 28,7        | 34,0        | 0,0          | 29,8          | 5,2         | 25,0        | 31,3        | 6,9         | 15,6        | 13,3        | 21,7        |
|                         | <b>śr.def.</b>      | <b>26,0</b> | <b>27,2</b> | <b>25,7</b> | <b>15,6</b>  | <b>25,8</b>   | <b>17,0</b> | <b>24,2</b> | <b>30,6</b> | <b>20,7</b> | <b>19,5</b> | <b>21,4</b> | <b>23,6</b> |



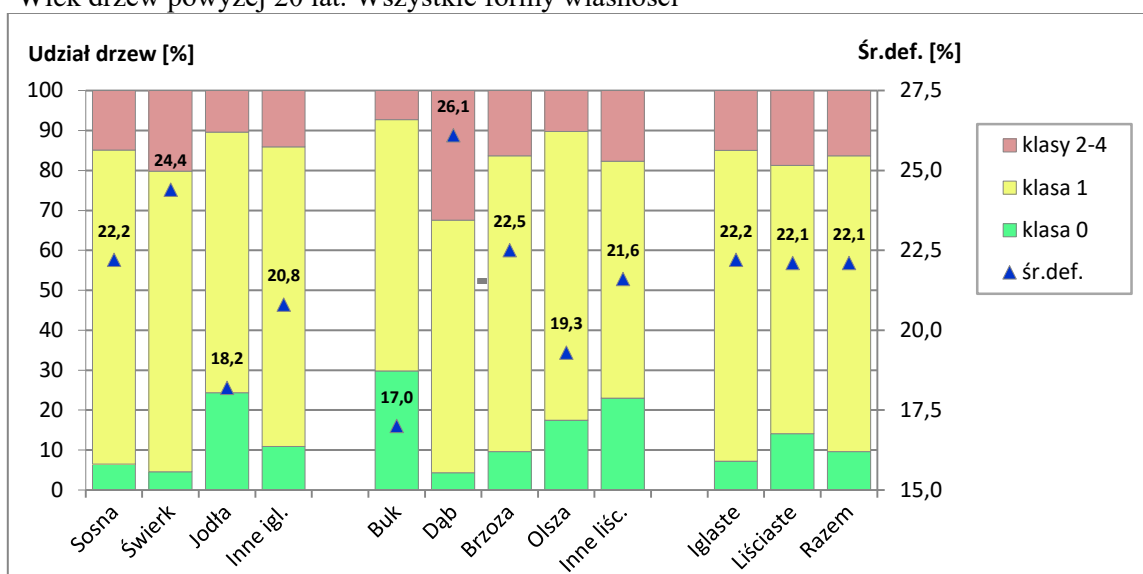
Rycina 3.1. Rozmieszczenie stałych powierzchni obserwacyjnych I i II rzędu w RdLP



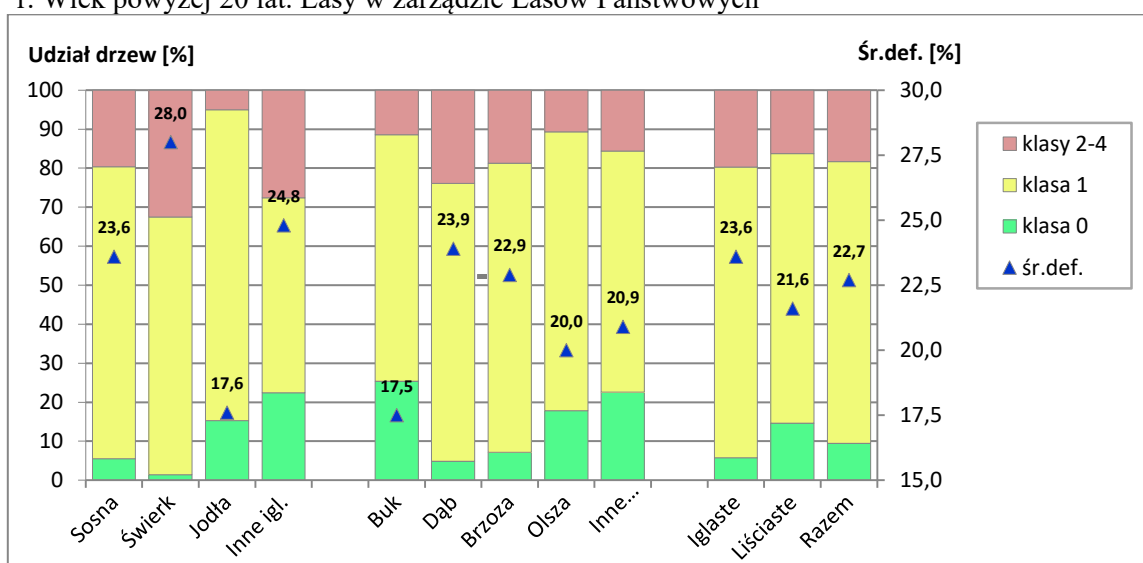
Rycina 3.2. Rozmieszczenie stałych powierzchni obserwacyjnych I i II rzędu w krainach przyrodniczo-leśnych



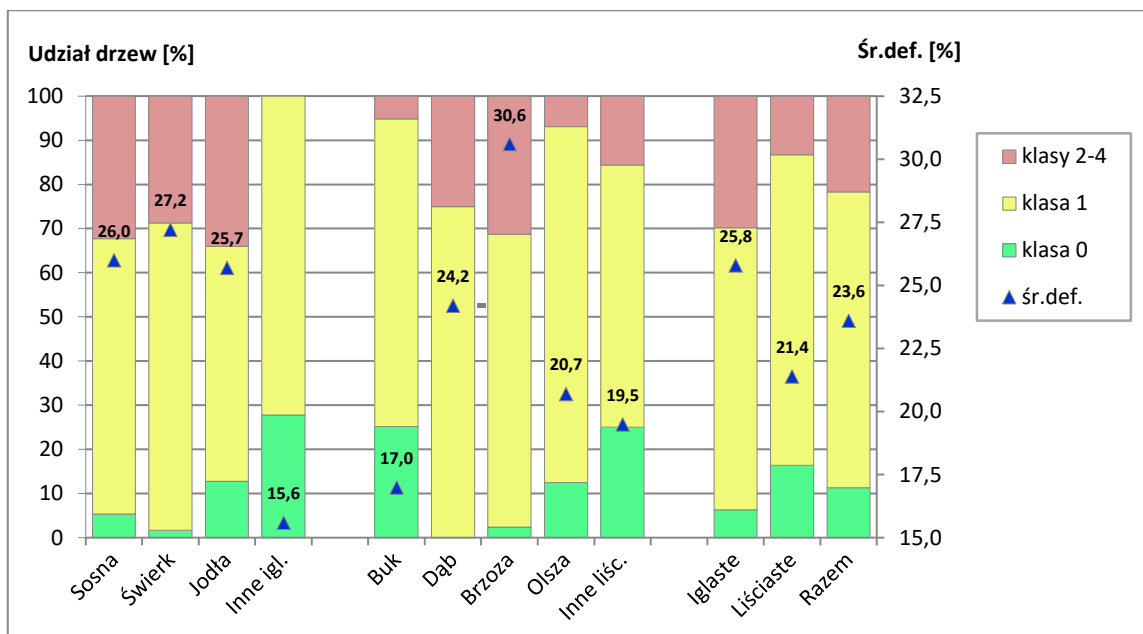
Rycina 3.3. Udział drzew [%] monitorowanych gatunków w klasach defoliacji oraz średnia defoliacja [%] w 2021 r. Wiek drzew powyżej 20 lat. Wszystkie formy własności



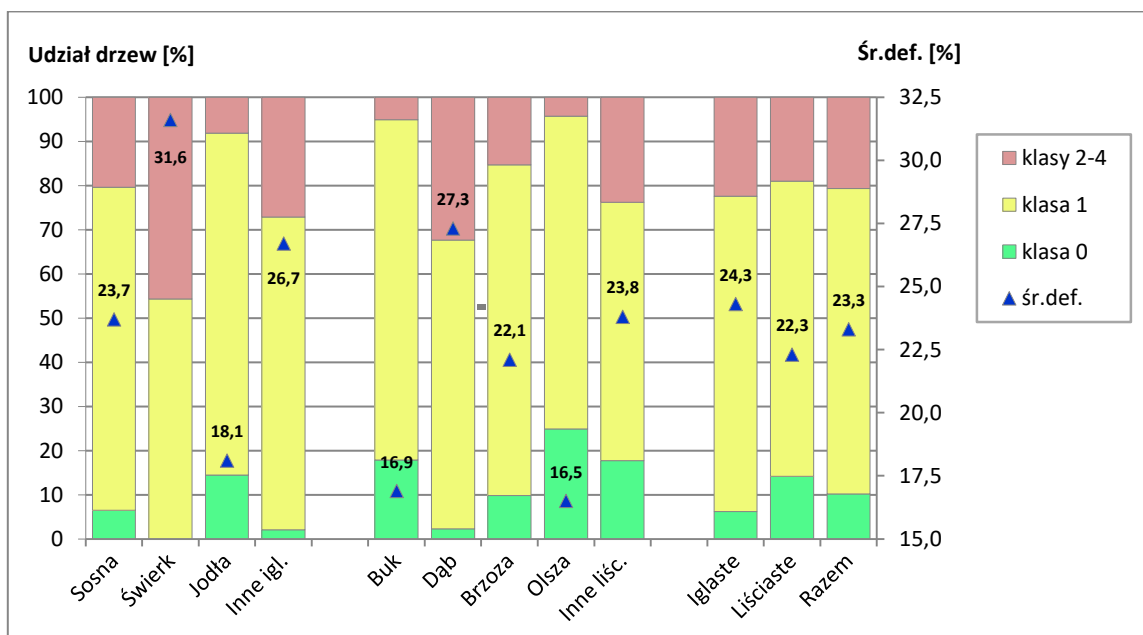
Rycina 3.4. Udział drzew [%] monitorowanych gatunków w klasach defoliacji oraz średnia defoliacja [%] w 2021 r. Wiek powyżej 20 lat. Lasy w zarządzie Lasów Państwowych



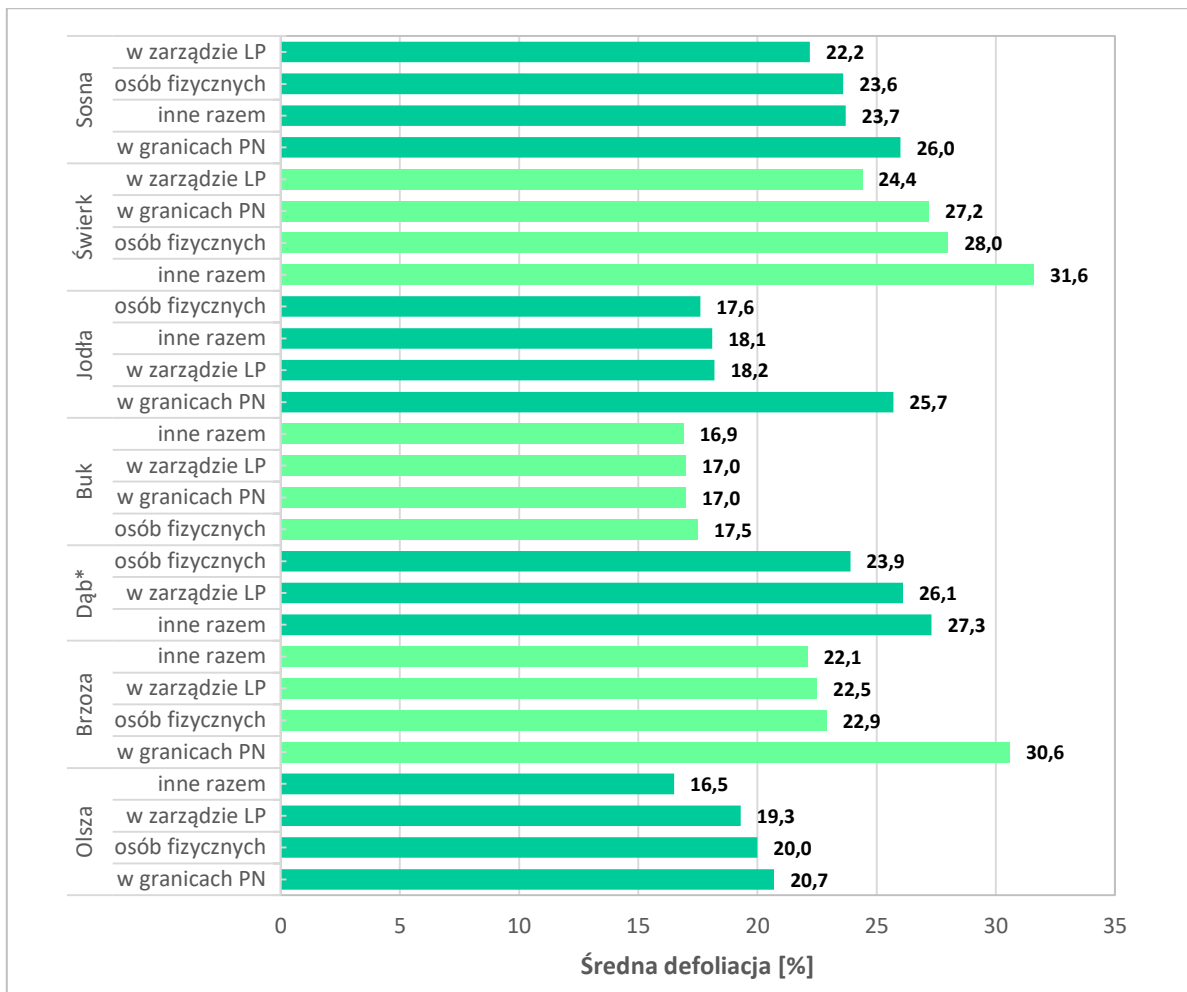
Rycina 3.5. Udział drzew [%] monitorowanych gatunków w klasach defoliacji oraz średnia defoliacja [%] w 2021 r. Wiek powyżej 20 lat. Lasy będące własnością osób fizycznych



Rycina 3.6. Udział drzew [%] monitorowanych gatunków w klasach defoliacji oraz średnia defoliacja [%] w 2021 r. Wiek powyżej 20 lat. Lasy w granicach parków narodowych

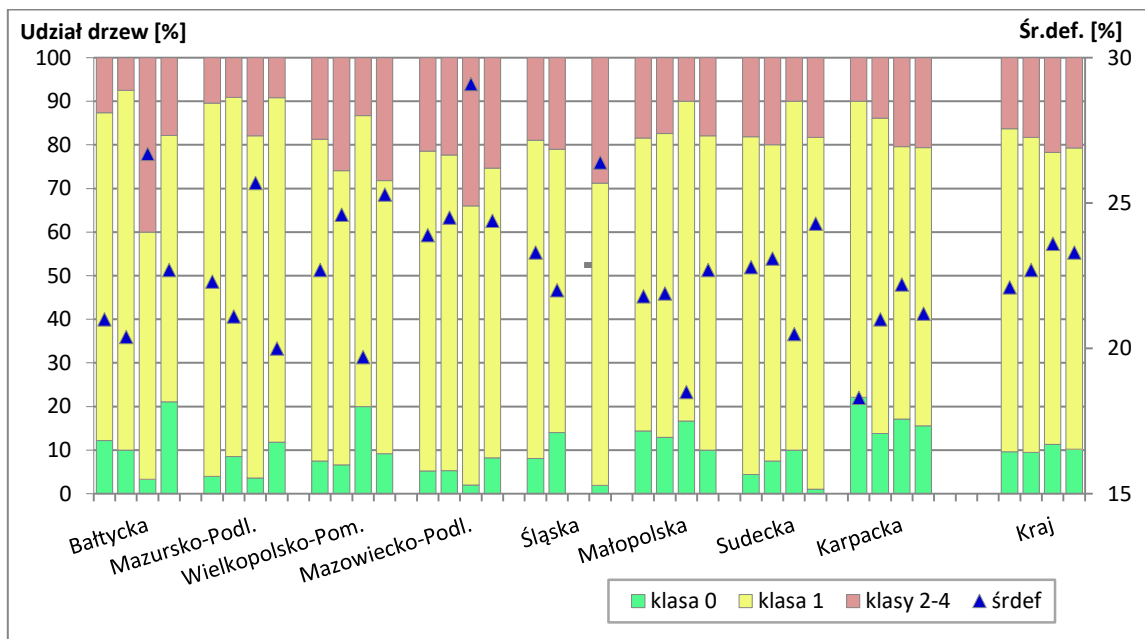


Rycina 3.7. Udział drzew [%] monitorowanych gatunków w klasach defoliacji oraz średnia defoliacja [%] w 2020 r. Wiek powyżej 20 lat. Lasy pozostałych form własności



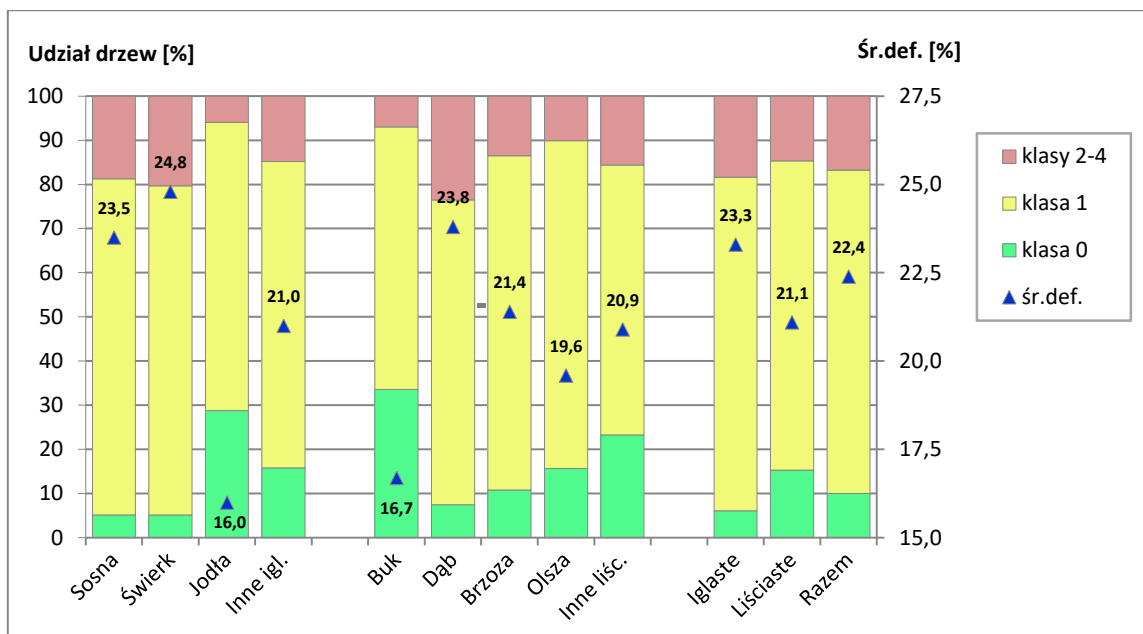
Rycina 3.8. Średnie wartości defoliacji wg grup gatunków w układzie form własności (LP – lasy w zarządzie Lasów Państwowych, PN – lasy w granicach parków narodowych) – 2021 r.

\*Dąb w parkach narodowych został pominięty, ze względu na małą liczbę (12) drzew próbnych.

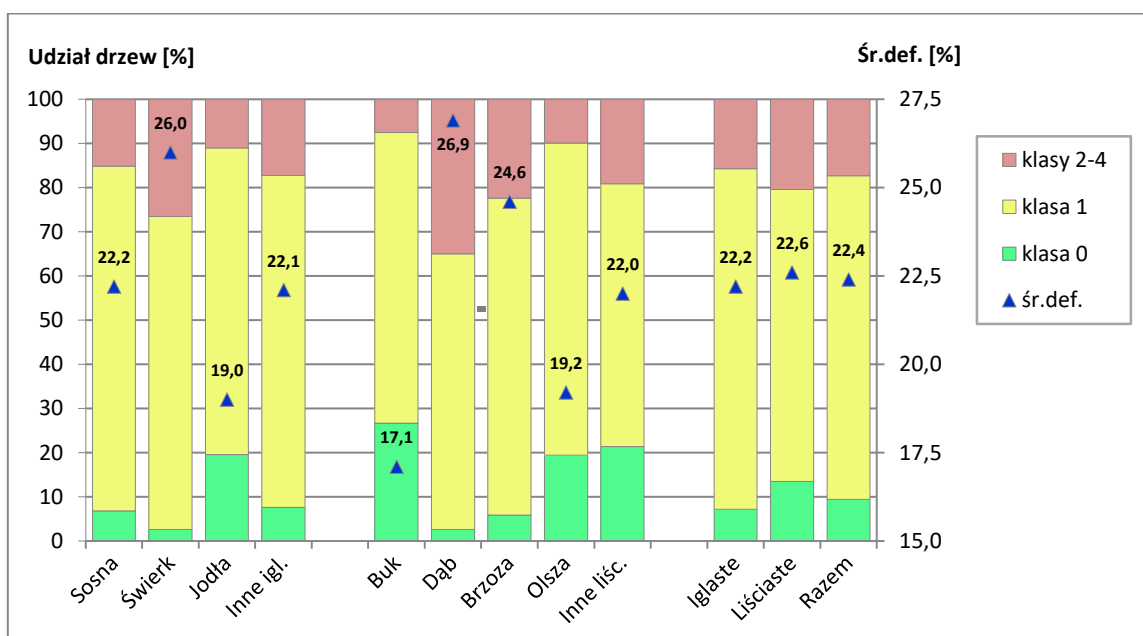


Rycina 3.9. Udział drzew [%] (gatunki razem) w klasach defoliacji oraz średnia defoliacja [%] w układzie krain przyrodniczo-leśnych i form własności lasów – słupki od lewej: lasy w zarządzie Lasów Państwowych, lasy będące własnością osób fizycznych, lasy w granicach parków narodowych, inne formy własności razem – 2021 r. (parki narodowe w Krainie Sudeckiej – wyniki z próby 20 drzew)

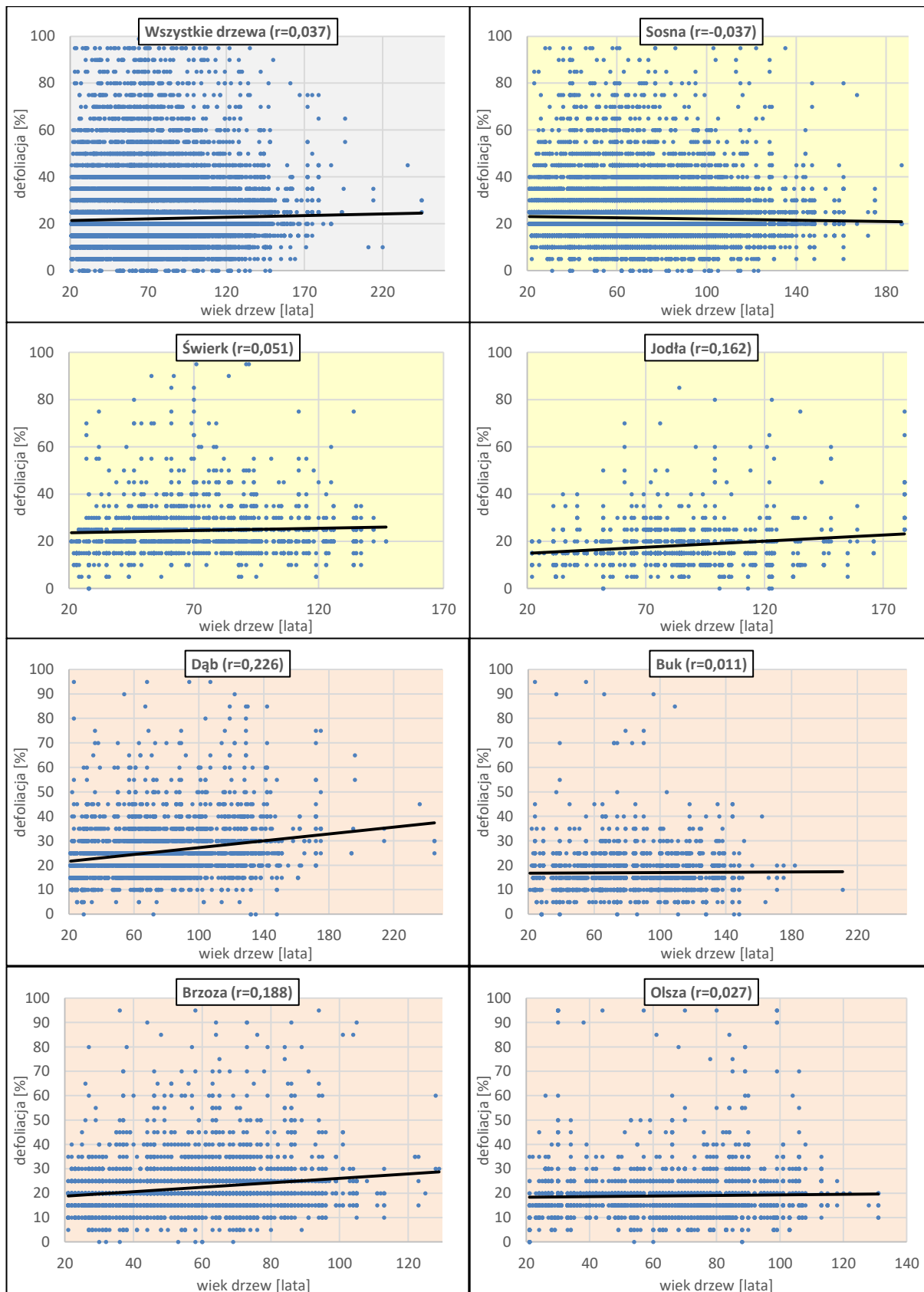




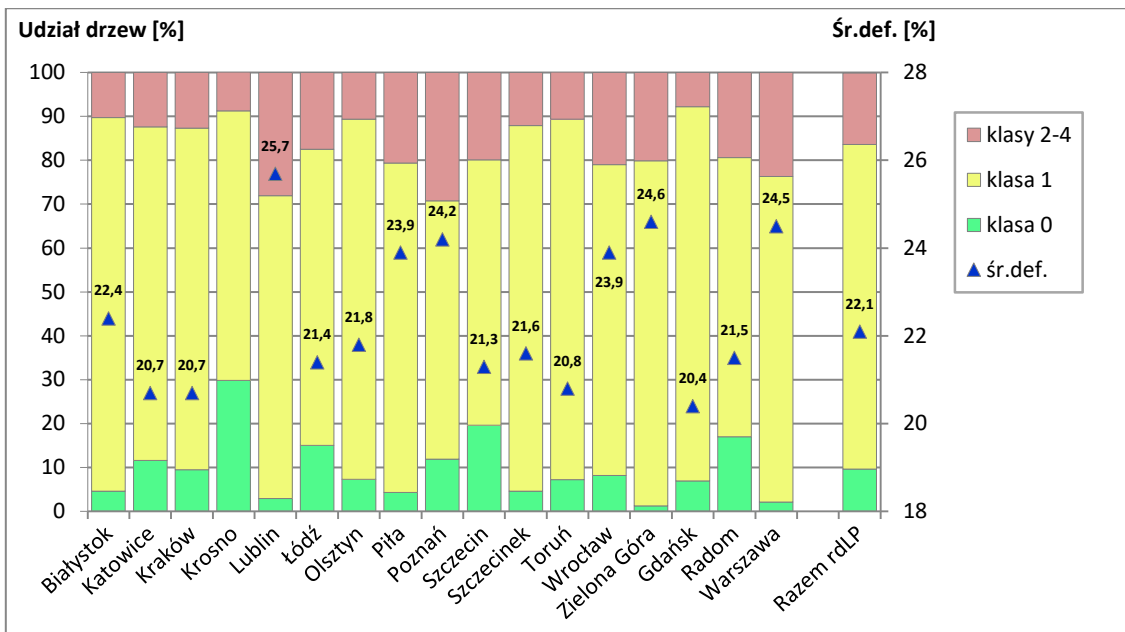
Rycina 3.10. Udział drzew [%] monitorowanych gatunków w klasach defoliacji oraz średnia defoliacja [%] w 2021 r. Wiek od 21 do 60 lat. Wszystkie formy własności



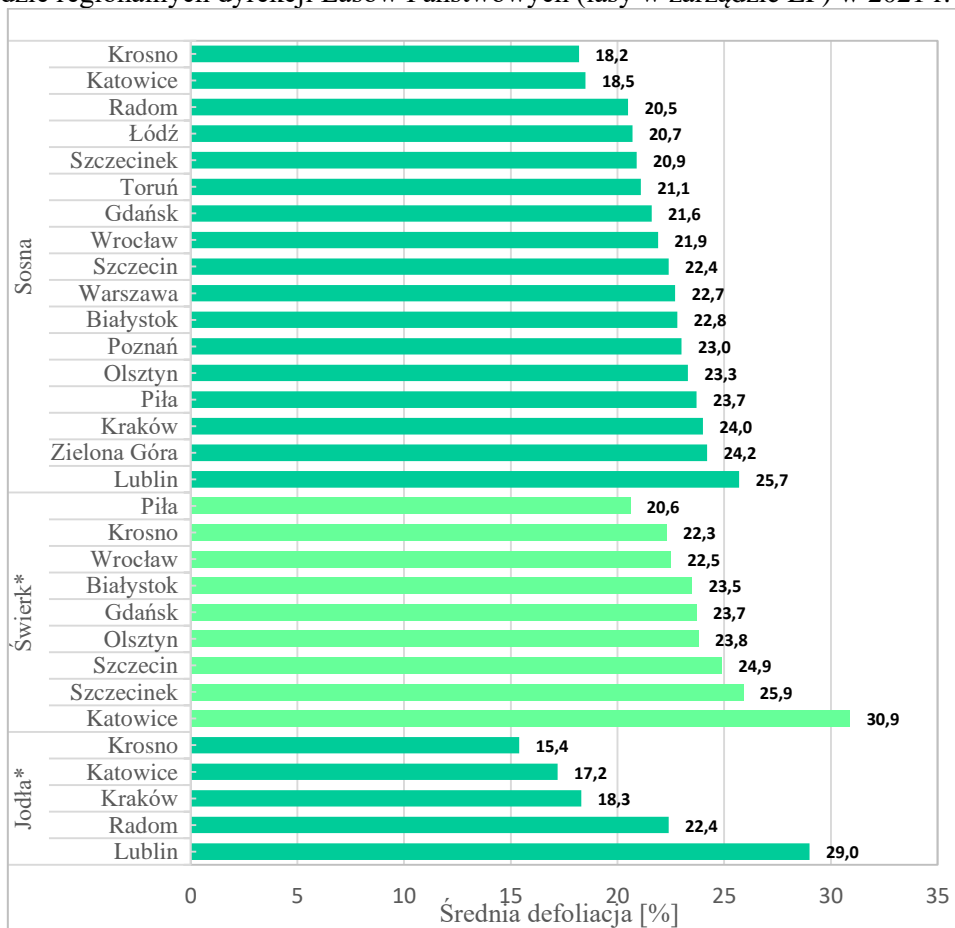
Rycina 3.11. Udział drzew [%] monitorowanych gatunków w klasach defoliacji oraz średnia defoliacja [%] w 2021 r. Wiek powyżej 60 lat. Wszystkie formy własności



Rycina 3.12. Defoliacja sosny, świerka, jodły, dębu, buka, brzozy, olszy i wszystkich drzew łącznie w zależności od wieku w 2021 r.

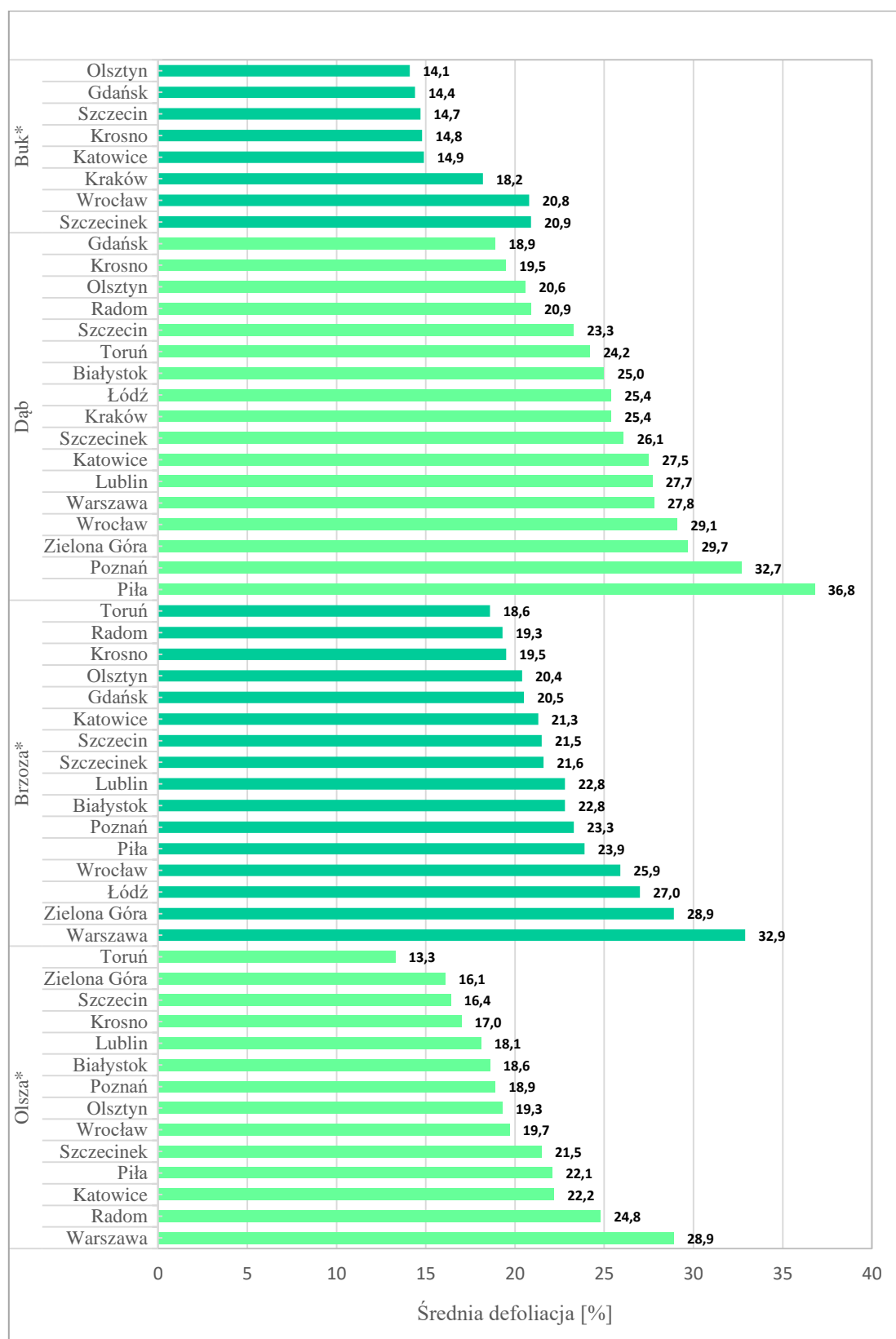


Rycina 3.13. Udział drzew [%] monitorowanych gatunków łącznie w klasach defoliacji oraz średnia defoliacja [%] w układzie regionalnych dyrekcji Lasów Państwowych (lasy w zarządzie LP) w 2021 r.



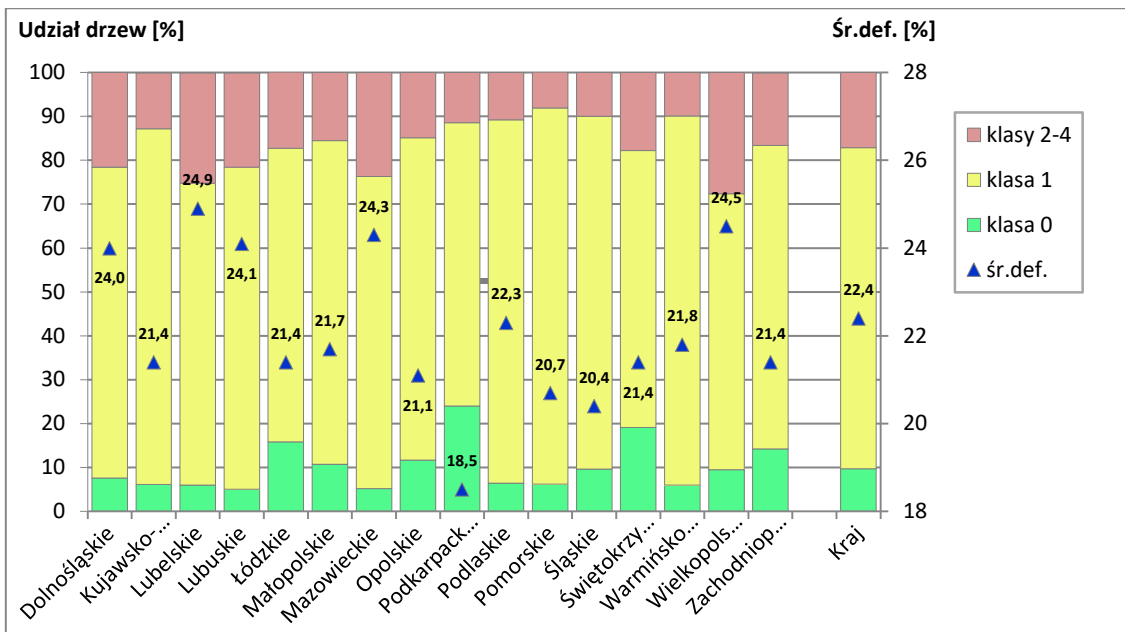
Rycina 3.14. Średnie wartości defoliacji [%] gatunków iglastych w regionalnych dyrekcjach Lasów Państwowych (lasy w zarządzie Lasów Państwowych) – 2021 r.

\*Świerk w siedmiu rdLP oraz jodła w trzech rdLP zostały pominięte ze względu na małą liczbę drzew próbnych, poniżej 30 sztuk. Ponadto świerk w jednej rdLP oraz jodła w dziewięciu rdLP nie występują na powierzchniach monitoringowych.

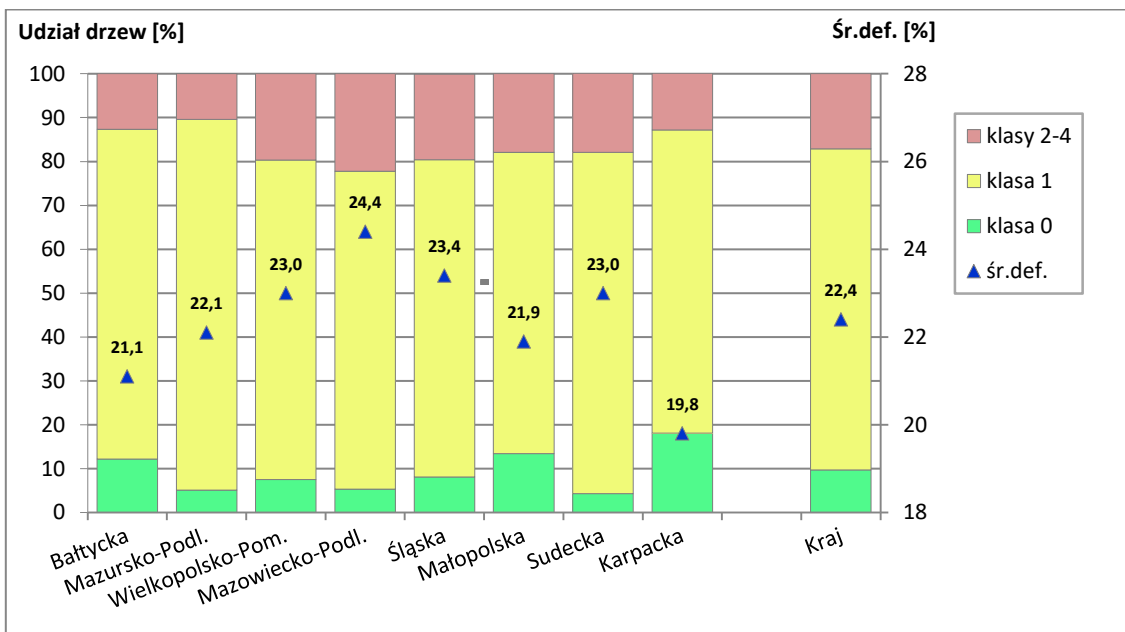


Rycina 3.15. Średnie wartości defoliacji [%] gatunków liściastych w regionalnych dyrekcjach Lasów Państwowych (lasy w zarządzie Lasów Państwowych) – 2021 r.

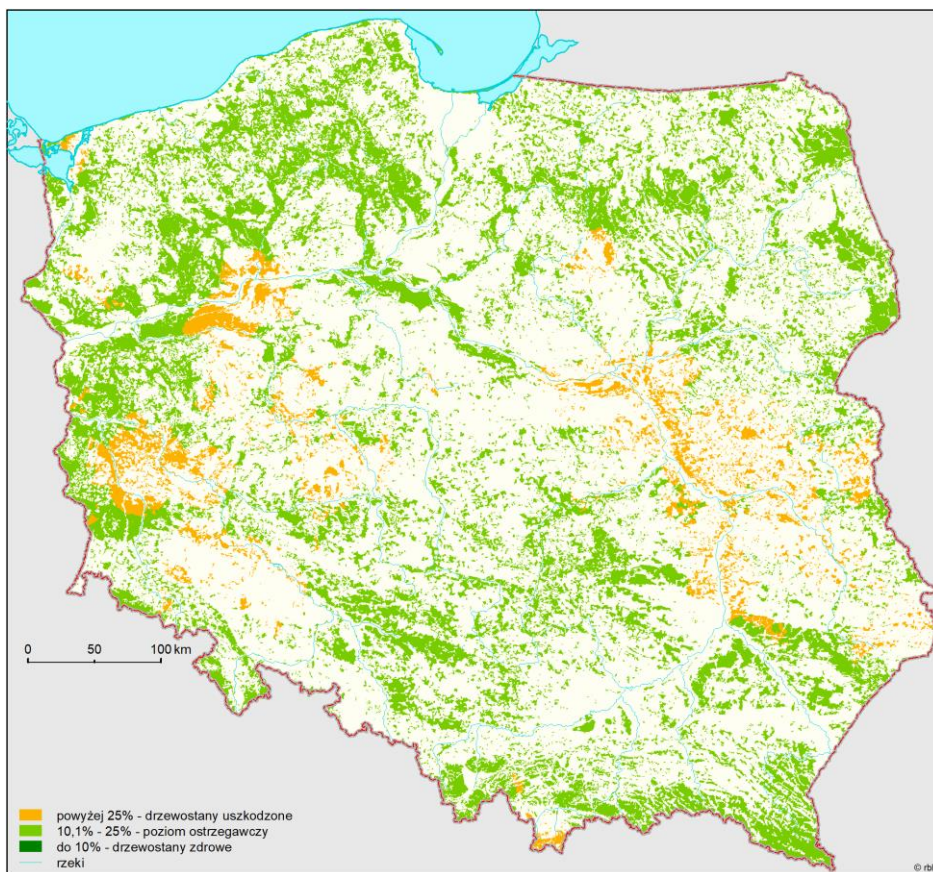
\*Buk w siedmiu rdLP, olsza – w trzech rdLP oraz brzoza – w jednej RDLP zostały pominięte ze względu na małą liczbę drzew próbnych, poniżej 30 sztuk. Ponadto buk w dwóch rdLP nie występuje na powierzchniach monitoringowych.



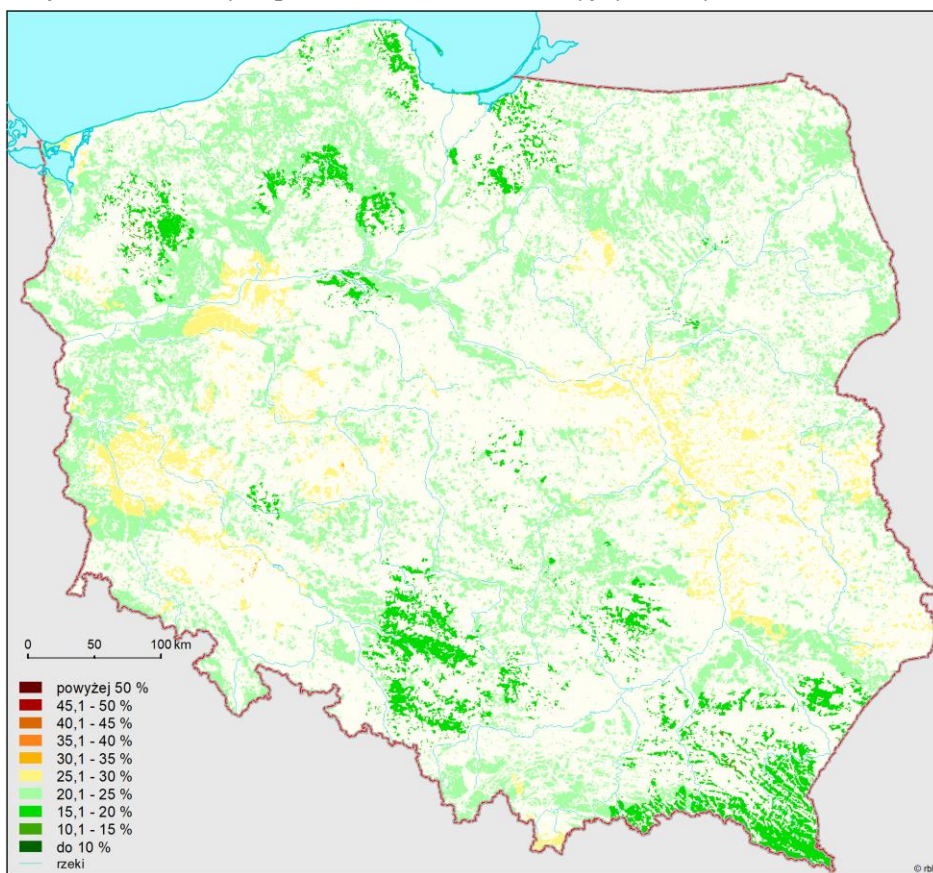
Rycina 3.16. Udział drzew [%] monitorowanych gatunków łącznie w klasach defoliacji oraz średnia defoliacja [%] w układzie województw w 2021 r.



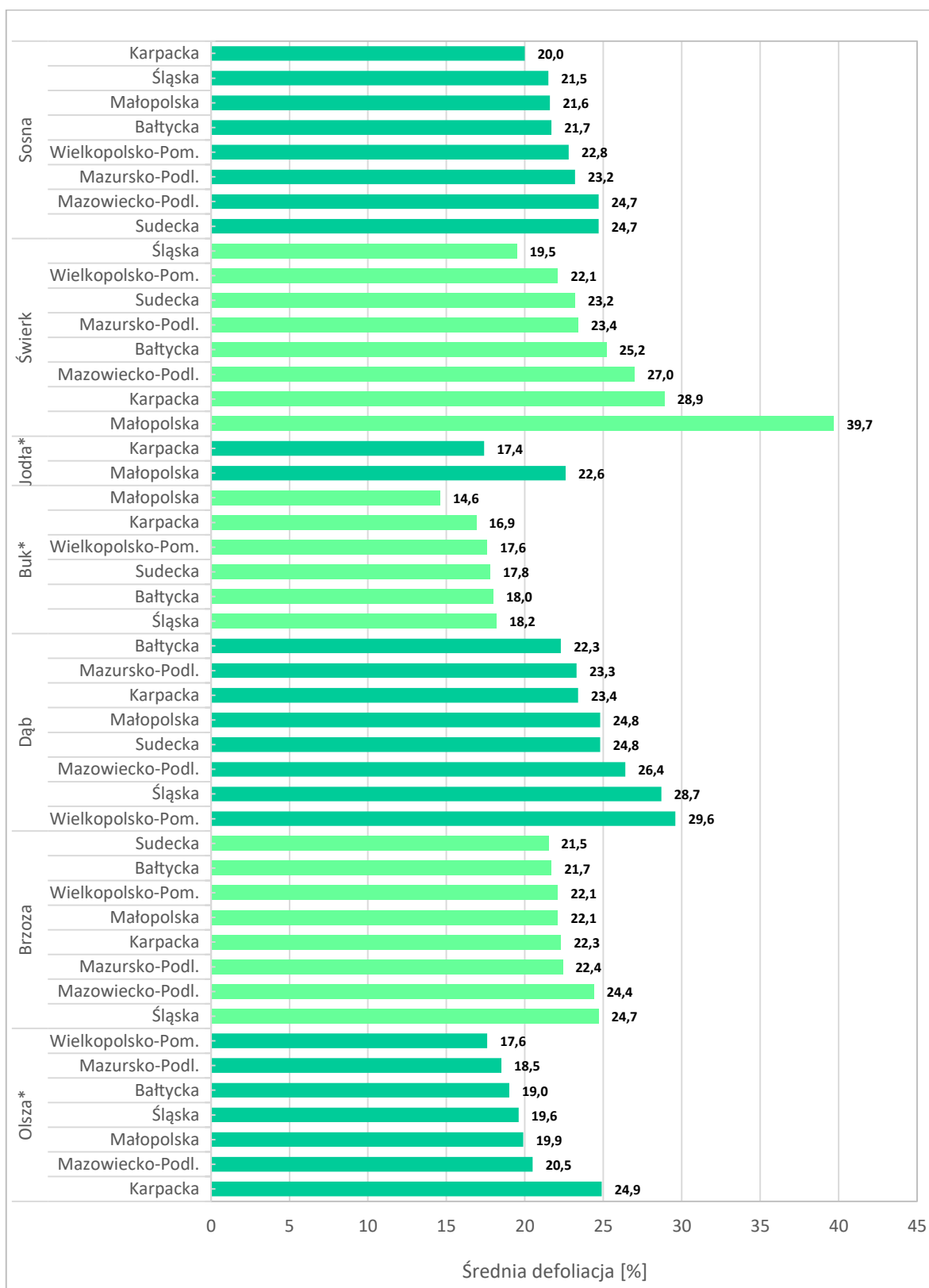
Rycina 3.17. Udział drzew [%] monitorowanych gatunków łącznie w klasach defoliacji oraz średnia defoliacja [%] w układzie krain przyrodniczo-leśnych w 2021 r.



Rycina 3.18. Defoliacja drzew na stałych powierzchniach obserwacyjnych z wyróżnieniem 3 klas defoliacji w 2021 r.

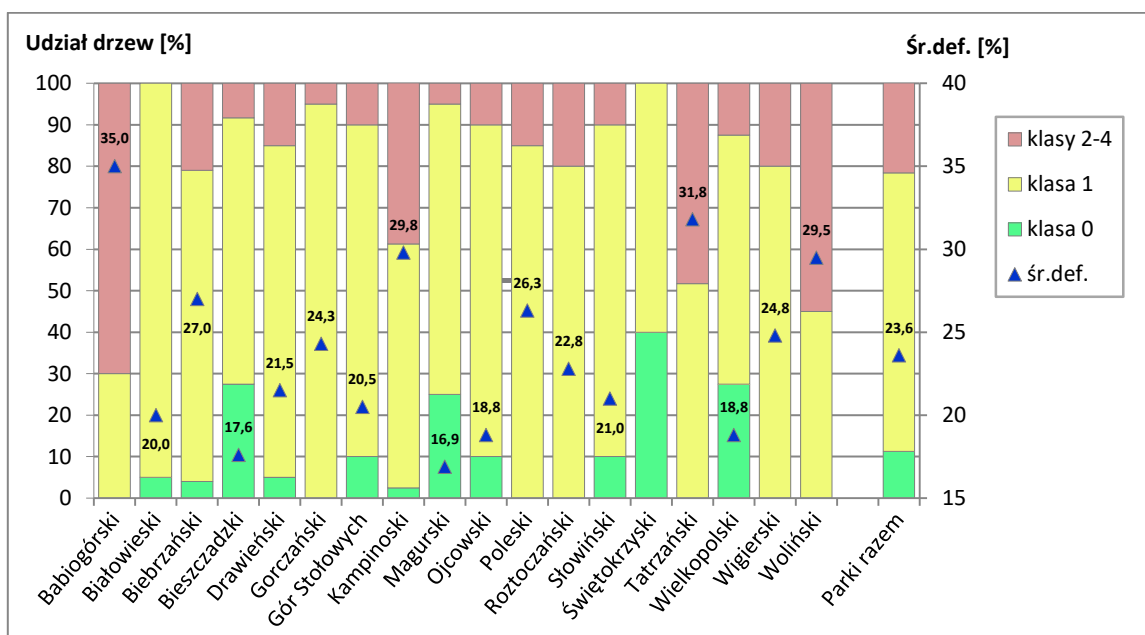


Rycina 3.19. Defoliacja drzew na stałych powierzchniach obserwacyjnych z wyróżnieniem 5% przedziałów defoliacji w 2021 r.



Rycina 3.20. Średnie wartości defoliacji [%] wg grup gatunków w krainach przyrodniczo-leśnych – 2021 r.

\*Jodła i olsza w Krainie Sudeckiej, jodła – w Krainie Bałtyckiej oraz buk – w krainach Mazowiecko-Podlaskiej i Mazursko-Podlaskiej zostały pominięte ze względu na małą liczbę drzew próbnych (poniżej 20 sztuk). Ponadto jodła w czterech innych krainach nie występuje na powierzchniach monitoringowych..



Rycina 3.21. Udział drzew [%] monitorowanych gatunków łącznie w klasach defoliacji oraz średnia defoliacja [%] drzew w układzie parków narodowych w 2021 r. 4. Zmiany stanu zdrowotnego monitorowanych gatunków drzew w latach 2012–2021 – *Jadwiga Małachowska*

#### 4.1. Trendy zmian stanu zdrowotnego drzew monitorowanych gatunków w okresie 2012-2021

Zróznicowanie poziomu defoliacji drzew na stałych powierzchniach obserwacyjnych I rzędu ogółem w kraju w latach 2012–2021 przeanalizowano, porównując średnią defoliację oraz udział drzew w klasach defoliacji: klasie 0 (drzewa zdrowe, do 10% defoliacji) i klasach 2–4 (powyżej 25% defoliacji i drzewa martwe). Policzono średnie wartości wyżej wymienionych parametrów w kolejnych latach dziesięciolecia. Znalaziono ich minimalne i maksymalne wartości, policzono różnice między wartościami maksymalnymi i minimalnymi. Uzyskane wyniki pozwoliły na uszeregowanie poszczególnych gatunków drzew i grup gatunków w kolejności od najmniej do najsilniej zdefoliowanych oraz ocenę zmienności kondycji zdrowotnej w czasie.

Uśredniona dla dziesięciolecia 2012-2021 wartość średniej defoliacji ‘gatunków razem’ wynosiła 22,5%, gatunków iglastych – 22,4%, a gatunków liściastych – 22,5%. Średni udział drzew o defoliacji do 10% dla ‘gatunków razem’ wynosił 10,4%, a średni udział drzew o defoliacji powyżej 25% – 19,4%. Gatunki liściaste charakteryzowały się wyższym średnim udziałem drzew zdrowych (14,4%) oraz wyższym średnim udziałem drzew w klasach defoliacji 2-4 (21,9%) niż gatunki iglaste (odpowiednio: 8,1% i 17,9%). Średni udział drzew w klasie



ostrzegawczej (drzewa o defoliacji od 11 do 25%) wynosił: ‘gatunków razem’ – 70,2%, gatunków iglastych – 73,9%, a gatunków liściastych – 63,7% (ryc. 4.1).

Ogółem w skali kraju najlepszą kondycję drzew ‘gatunków razem’ obserwowano w latach 2013–2015, najgorszą – w latach 2019–2020. W latach 2013–2015 udział drzew zdrowych zawierał się w przedziale od 11,6 do 13,7%, udział drzew w klasach defoliacji 2-4 – od 16,7 do 18,9%, a średnia defoliacja – od 21,5 do 21,9%. W latach 2019 i 2020 porównywane parametry wynosiły odpowiednio: 8,3% i 8,0%, 21,1% i 19,4%, 23,4% i 23,1%. W każdym z kolejnych lat dziesięciolecia udział drzew zdrowych wśród gatunków liściastych był wyższy niż wśród gatunków iglastych, różnica zawierała się w przedziale od 4,5 punktu procentowego w 2016 roku do 9,5 p.p. w 2013 roku. Również udział drzew w klasach defoliacji 2-4 w kolejnych latach był wyższy wśród gatunków liściastych, różnica zawierała się w przedziale od 1,3 punktu procentowego w 2021 roku do 6,9 p.p. w 2016 roku. Średnia defoliacja nie wykazywała dużych różnic przez większość porównywanych lat (tab. 4.2, ryc. 4.2).

Kolejność gatunków od najzdrowszych do najmniej zdrowych (ustalona na podstawie analizy trzech parametrów określających zdrowotność: średniej defoliacji, udziału drzew zdrowych i udziału drzew w klasach defoliacji 2-4) średnio w dziesięcioleciu 2012–2021 jest następująca:

**buk << olsza, jodła < ‘inne liściaste’, ‘inne iglaste’, sosna < świerk, brzoza << dąb.**

U buka, gatunku charakteryzującego się najwyższą zdrowotnością średni w dziesięcioleciu udział drzew zdrowych wynosił 29,9%, średni udział drzew w klasach defoliacji 2-4 był równy 8,1%, a uśredniona wartość średniej defoliacji – 17,1%. U olszy i jodły, gatunków o wysokiej zdrowotności, średni w dziesięcioleciu udział drzew zdrowych wynosił 19,4% i 19,0%, średni udział drzew w klasach defoliacji 2-4 był równy 11,9% i 14,9%, a uśredniona wartość średniej defoliacji – 19,8% i 20,0%. Dobrą kondycją zdrowotną charakteryzowały się gatunki ‘inne liściaste’, ‘inne iglaste’ oraz sosna, u których średnie wartości porównywanych parametrów wynosiły odpowiednio: 21,5%, 13,5% i 7,2% (drzewa zdrowe), 19,7%, 16,9% i 17,5% (drzewa z klas defoliacji 2-4) oraz 21,9%, 21,5% i 22,4% (średnia defoliacja). U świerka i brzozy, gatunków o osłabionej kondycji zdrowotnej średnie wartości porównywanych parametrów wynosiły odpowiednio: 11,6% i 8,1% (drzewa zdrowe), 25,2% i 24,6% (drzewa z klas defoliacji 2-4) oraz 24,1% i 24,0% (średnia defoliacja). Najslabszą, znacznie różniącą się od pozostałych gatunków, kondycją zdrowotną charakteryzował się dąb, u którego porównywane średnie z dziesięciolecia wynosiły: 4,2%

drzew zdrowych, 35,9% drzew w klasach defoliacji 2-4, oraz 26,4% średniej defoliacji (ryc. 4.1).

Udział drzew zdrowych, udział drzew w klasach 2-4 oraz średnia defoliacja charakteryzowały się różną zmiennością w dziesięcioleciu w zależności od monitorowanej grupy gatunków. Małą zmienność udziału drzew zdrowych zanotowano u sosny, dębu i brzozy (od 4,1 do 6,8 punktu procentowego), wysoką zmienność (15,0 p.p. i 17,4 p.p.) – u świerka i olszy, największą zmienność (20,7 p.p.) – u buka. Małą zmienność udziału drzew w klasach defoliacji 2-4 zanotowano u ‘innych liściastych’, buka i sosny (od 4,4 do 6,7 p.p.), wysoką zmienność (13,6 p.p.) – u brzozy, największą zmienność (18,2 p.p.) – u dębu. Małą zmienność średniej defoliacji zanotowano u sosny i ‘innych iglastych’ (1,7 p.p. i 2,3 p.p.), wysoką zmienność (3,6 p.p.) – u buka, największą (5,6 p.p.) – u dębu.

### **Zmienność kondycji zdrowotnej drzew w kolejnych latach dziesięciolecia według grup gatunków**

Średnio w dziesięcioleciu 2012-2021 gatunkiem o najlepszej kondycji zdrowotnej był **buk**. Jest to również gatunek, u którego występowała duża zmienność w czasie zarówno udziału drzew zdrowych jak i średniej defoliacji. Rozpatrując kolejne lata buk charakteryzował się najlepszą kondycją do roku 2018. W latach 2019-2020, na skutek stopniowego pogarszania się kondycji drzew tego gatunku, oraz poprawy w tym okresie stanu koron jodeł i olszy nastąpiło zrównanie poziomu zdrowotności buka z poziomem zdrowotności olszy i jodły. W 2021 roku buk ponownie uzyskał najlepszą lokatę w tym rankingu. Udział zdrowych buków zawierał się w przedziale od 18,7% (w 2019 r.) do 39,4% (w 2013 r.), udział drzew w klasach defoliacji 2-4 – w przedziale od 5,2% (w 2015 r.) do 10,8% (w 2020 r.), a średnia defoliacja – od 15,7% (w latach 2013 i 2015) do 19,3% (w 2020 r.). W 2012 roku stan koron buków utrzymywał się na średnim poziomie (w porównaniu z pozostałymi latami dziesięciolecia). W latach 2013 i 2015 kondycja poprawiała się (w 2014 roku nastąpiło niewielkie pogorszenie). W 2016 roku nastąpiło znaczące pogorszenie kondycji buków, w 2017 roku – wyraźna poprawa. W latach 2019–2020 kondycja ponownie ulegała pogorszeniu, a w 2021 roku nastąpiła kolejna poprawa (tab. 4.2, ryc. 4.3).

**Olsza** w dziesięcioleciu charakteryzowała się dobrą kondycją wśród monitorowanych gatunków. Udział drzew zdrowych (duża zmienność w czasie) zawierał się w przedziale od 13,0% (w 2016 r.) do 30,4% (w 2013 r.), udział drzew w klasach defoliacji 2-4 – w przedziale od 8,7% (w 2020 r.) do 16,7% (w 2012 r.), a średnia defoliacja – od 18,5% (2013 r.) do 20,9%

(w 2016 r.). W latach 2012, 2016 i 2017 kondycja zdrowotna olszy była gorsza w porównaniu z pozostałymi latami dziesięciolecia (od 20,8 do 20,9% średniej defoliacji). W 2013 roku stan koron tej grupy gatunków znacznie poprawił się, a w 2014 r. – lekko pogorszył (odpowiednio: 18,5% i 19,8% średniej defoliacji). W 2016 roku nastąpiło pogorszenie kondycji olszy, a w 2018 roku –poprawa (20,9% i 19,7% średniej defoliacji), w latach 2019–2020 trend poprawy był kontynuowany, w 2021 roku – nie było znaczących zmian (od 19,0 do 19,4% średniej defoliacji) (tab. 4.2, ryc. 4.3).

Kondycja **jodły** w dziesięcioleciu była porównywalna z kondycją olszy, a jednocześnie bardziej stabilna w czasie. Udział drzew zdrowych zawierał się w przedziale od 12,7% (w 2019 r.) do 24,2% (w 2018 r.), udział drzew w klasach defoliacji 2-4 – w przedziale od 9,8% (w 2020 r.) do 18,9% (w 2012 r.), a średnia defoliacja – od 18,4% (2021 r.) do 21,1% (w 2016 r.). W 2012 r. jodła charakteryzowała się gorszą kondycją zdrowotną (20,5% średniej defoliacji), w 2013 r. nastąpiła niewielka poprawa (20,0% średniej defoliacji), do 2015 roku nie odnotowano dalszych zmian. W 2016 roku nastąpiło pogorszenie kondycji, a przez następne lata (2017–2021) następowała stopniowa poprawa (średnia defoliacja wynosiła od 20,7% w 2017 r. do 18,4% w 2021 roku) (tab. 4.2, ryc. 4.3).

Gatunki **‘inne iglaste’** wraz z sosną i gatunkami **‘inne liściaste’** zaliczone zostały do grupy gatunków o średnim poziomie defoliacji. Udział drzew zdrowych zawierał się w przedziale od 9,0% (w 2016 r.) do 18,1% (w 2013 r.), udział drzew w klasach defoliacji 2-4 – w przedziale od 13,1% (w 2015 r.) do 21,7% (w 2012 r.), a średnia defoliacja – od 20,2% (w latach 2014 i 2015) do 22,5% (w 2017 r.). W latach 2012, 2017 i 2019–2020 kondycja drzew z grupy gatunków **‘inne iglaste’** była gorsza (w porównaniu z pozostałymi latami dziesięciolecia), średnia defoliacja przyjmowała wartości z przedziału od 22,1 do 22,5%. W latach 2013–2015 kondycja drzew była lepsza (od 20,2% do 20,9% średniej defoliacji). W latach 2018 i 2021 kondycja drzew utrzymywała się na średnim poziomie (21,3% i 21,5% średniej defoliacji) (tab. 4.2, ryc. 4.4).

Grupa gatunków **‘inne liściaste’** charakteryzowała się wysokim, w porównaniu z innymi gatunkami, udziałem drzew zdrowych, od 15,9% (w 2019 r.) do 25,6% (w 2013 r.) (średnia dla dziesięciolecia wynosiła 21,5%). Udział drzew w klasach defoliacji 2-4 oraz średnia defoliacja przyjmowały wartości średnie, odpowiednio: od 17,4% (w 2021 r.) do 21,8% (w 2012 r.) i od 20,8% (w 2013 r.) do 23,2% (w 2019 r.). Dobrą kondycją charakteryzowały się drzewa tej grupy gatunków w latach 2014–2015 (21,1% średniej defoliacji), najlepszą – w 2013 roku (20,8% średniej defoliacji). Gorszą kondycję zanotowano w latach 2016, 2020 (22,5% i

22,4% średniej defoliacji), najgorszą – w 2019 roku (23,2% średniej defoliacji) (tab. 4.2, ryc. 4.4).

**Sosna** charakteryzowała się średnim poziomem defoliacji, jej kondycja była najmniej zmienna w kolejnych latach dziesięciolecia. Udział drzew zdrowych zawierał się w przedziale od 5,1% (w 2020 r.) do 9,2% (w 2013 r.), udział drzew w klasach defoliacji 2-4 – w przedziale od 15,0% (w 2015 r.) do 21,7% (w 2012 r.), a średnia defoliacja – od 21,6% (w latach 2013 i 2015) do 23,3% (w 2019 r.). Najniższa defoliacja drzew tego gatunku utrzymywała się w latach 2013–2015 (od 21,6 do 21,8% średniej defoliacji), a najwyższa – w latach 2019–2020 (23,3% i 23,0% średniej defoliacji) (tab. 4.2, ryc. 4.4).

Defoliacja **świerka** w dziesięcioleciu była wysoka w porównaniu z innymi gatunkami. Udział drzew zdrowych (duża zmienność) zawierał się w przedziale od 3,6% (w 2021 r.) do 18,6% (w 2013 r.), udział drzew w klasach defoliacji 2-4 – od 22,4% (w 2020 r.) do 29,8% (w 2012 r.), a średnia defoliacja – od 23,0% (w 2015 r.) do 25,5% (w 2021 r.). Niższa defoliacja drzew tego gatunku utrzymywała się w latach 2013–2015 (od 23,0% do 23,2% średniej defoliacji), wysoka – w 2019 roku (25,0% średniej defoliacji), najwyższa – w 2021 roku (25,5% średniej defoliacji) (tab. 4.2, ryc. 4.5).

**Brzoza** również charakteryzowała się wysokim poziomem defoliacji w porównaniu z innymi gatunkami. Udział drzew zdrowych zawierał się w przedziale od 4,9% (w 2020 r.) do 11,7% (w 2013 r.), udział drzew w klasach defoliacji 2-4 – w przedziale od 17,4% (w 2015 r.) do 31,0% (w 2012 r.), a średnia defoliacja – od 22,5% (w 2015 r.) do 25,3% (w 2016 r.). Niższa defoliacja drzew tego gatunku utrzymywała się w latach 2013, 2015 i 2021 (od 22,5% do 22,9% średniej defoliacji), wyższa – w latach 2014 i 2018–2019 (od 24,0% do 24,1% średniej defoliacji), wysoka – w latach 2012 i 2020 (24,8% i 24,9% średniej defoliacji), najwyższa – w latach 2016 i 2017 (25,3% i 25,0% średniej defoliacji) (tab. 4.2, ryc. 4.5).

**Dąb** to gatunek o najslabszej kondycji w dziesięcioleciu. Jest to również gatunek, u którego występowała duża zmienność w czasie zarówno udziału drzew w klasach defoliacji 2-4, jak i średniej defoliacji. Udział drzew zdrowych zawierał się w przedziale od 2,2% (w 2020 r.) do 6,4% (w 2013 r.), udział drzew w klasach defoliacji 2-4 – w przedziale od 28,1% (w 2015 r.) do 46,3% (w 2019 r.), a średnia defoliacja – od 24,5% (w 2015 r.) do 30,1% (w 2019 r.). Lepszą w porównaniu z innymi latami kondycję dębów odnotowano w 2015 r. (24,5% średniej defoliacji). W latach 2012, 2017–2018 kondycja dębów była bardzo osłabiona (od 26,0% do 26,3% średniej defoliacji), w latach 2019–2020 – najslabsza (30,1% i 28,2% średniej defoliacji) (tab. 4.2, ryc. 4.5).

#### **4.2. Rozkład powierzchniowy kondycji zdrowotnej drzew w dziesięcioleciu 2012-2021 w układzie regionalnych dyrekcji Lasów Państwowych i krain przyrodniczo-leśnych**

Zmienność poziomu defoliacji drzew w kolejnych latach dziesięciolecia prezentują mapy (ryc. 4.6).

Kondycję zdrowotną drzew w lasach w układzie regionalnych dyrekcji Lasów Państwowych oraz krain przyrodniczo-leśnych w dziesięcioleciu 2012-2021 omówiono porównując średnią defoliację gatunków łącznie w poszczególnych jednostkach terytorialnych na osi czasu.

#### **Kondycja zdrowotna drzew (gatunki razem) w dziesięcioleciu w układzie regionalnych dyrekcji Lasów Państwowych**

Na terenach leśnych pięciu regionalnych dyrekcji Lasów Państwowych (w Szczecinku, Toruniu, Krakowie, Radomiu i Białymstoku) kondycja zdrowotna monitorowanych drzew ulegała mniejszym zmianom w porównaniu z innymi rdLP (tab. 4.1, ryc. 4.7). Różnica między zanotowaną w kolejnych latach dziesięciolecia maksymalną i minimalną wartością średniej defoliacji zawierała się w przedziale od 2,2 do 3,7 punktu procentowego. W trzech rdLP z wyżej wymienionych (w Szczecinku, Toruniu i Krakowie) kondycja zdrowotna drzew była lepsza niż średnio w kraju przez całe dziesięciolecie. Na początku tego okresu, w 2012 r., kondycja drzew w rdLP w Krakowie i Toruniu była dużo gorsza niż kondycja drzew w RDLP w Szczecinku, natomiast w 2021 r. kondycja drzew w rdLP w Krakowie i Toruniu była nieco lepsza niż kondycja drzew w RDLP w Szczecinku. Z kolei kondycja drzew w RDLP w Radomiu oscylowała wokół średniej krajowej (w latach 2012, 2013, 2017, 2019 i 2021 była gorsza, a w latach 2014, 2015 i 2020 – lepsza niż średnio w kraju), natomiast kondycja drzew w RDLP w Białymstoku w latach 2014-2017 była wyraźnie gorsza a w 2020 roku lepsza niż średnio w kraju.

W lasach sześciu innych rdLP (w Lublinie, Warszawie, Poznaniu, Pile, Gdańsku i Łodzi) zmienność kondycji drzew była duża (ryc. 4.8). Różnica między zanotowaną w kolejnych latach dziesięciolecia maksymalną i minimalną wartością średniej defoliacji zawierała się w przedziale od 3,9 do 4,9 punktu procentowego. W RDLP w Lublinie przez całe dziesięciolecie, w RDLP w Warszawie (z wyjątkiem 2019 roku) i w RDLP w Poznaniu (z wyjątkiem 2014 roku) przez dziewięć lat dziesięciolecia kondycja zdrowotna drzew była gorsza niż średnio w kraju. Natomiast w RDLP w Pile (oprócz lat 2020-2021) przez osiem lat dziesięciolecia, w RDLP w Gdańsku (oprócz lat 2012-2014) i w RDLP w Łodzi (oprócz lat

2016, 2018 i 2020) przez siedem lat dziesięciolecia kondycja zdrowotna drzew była lepsza niż średnio w kraju.

W lasach sześciu pozostałych rdLP (w Szczecinie, Olsztynie, Krośnie, Zielonej Górze, Wrocławiu i Katowicach) zmienność kondycji drzew była bardzo wysoka (ryc. 4.9). Różnica między zanotowaną w kolejnych latach dziesięciolecia maksymalną i minimalną wartością średniej defoliacji zawierała się w przedziale od 5,8 do 10,0 punktów procentowych. W RDLP w Szczecinie przez dziewięć lat dziesięciolecia (z wyjątkiem 2020 r.) kondycja zdrowotna drzew była lepsza niż średnio w kraju. Z kolei w rdLP w Katowicach i Wrocławiu przez niemal całe dziesięciolecie (z wyjątkiem 2021 r. w RDLP w Katowicach) kondycja drzew była gorsza niż średnio w kraju. Krócej niż przez dziewięć lat lepszą kondycją drzew w lasach niż średnio w kraju charakteryzowały się: RDLP w Olsztynie (w latach 2013 i 2017-2021), RDLP w Krośnie (w latach 2019-2021) oraz RDLP Zielona Góra (w latach 2012-2016 i 2018).

Zmienność poziomu defoliacji drzew w poszczególnych regionalnych dyrekcjach Lasów Państwowych w kolejnych latach dziesięciolecia (zmianę wartości średniej defoliacji wynoszącą 0,7 punktu procentowego i więcej uznano jako poprawę lub pogorszenie kondycji drzew w krainie) (ryc. 4.6 – 4.9) przedstawiała się następująco:

- \* w RDLP w Białymstoku: poprawa kondycji w latach 2013, 2018 i 2019, pogorszenie – w latach 2014 i 2017,
- \* w RDLP w Katowicach: poprawa kondycji w latach 2014, 2020 i 2021, pogorszenie – w latach 2016, 2017 i 2019,
- \* w RDLP w Krakowie: poprawa kondycji w latach 2018 i 2021, pogorszenie – w latach 2017, 2019 i 2020,
- \* w RDLP w Krośnie: poprawa kondycji w latach 2013, 2019, 2020 i 2021, pogorszenie – w 2016 roku,
- \* w RDLP w Lublinie: poprawa kondycji w latach 2015 i 2021, pogorszenie – w latach 2014, 2016, 2018 i 2019,
- \* w RDLP w Łodzi: poprawa kondycji w latach 2013 i 2021, pogorszenie – w latach 2016, 2019 i 2020,
- \* w RDLP w Olsztynie: poprawa kondycji w latach 2013, 2015 i 2018, pogorszenie – w latach 2014, 2016 i 2020,
- \* w RDLP w Pile: poprawa kondycji w latach 2013, 2015 i 2017, pogorszenie – w latach 2014, 2016 i 2019-2021.

- \* w RDLP w Poznaniu: poprawa kondycji w latach 2013, 2018 i 2020, pogorszenie – w latach 2015-2017 i 2019,
- \* w RDLP w Szczecinie: poprawa kondycji w latach 2014 i 2021, pogorszenie – w latach 2013, 2015, 2017-2019,
- \* w RDLP w Szczecinku: poprawa kondycji w latach 2015 i 2017, pogorszenie – w latach 2014, 2016, 2019 i 2021,
- \* w RDLP w Toruniu: poprawa kondycji w latach 2013, 2018, 2019 i 2021, pogorszenie – w latach 2014 i 2015,
- \* w RDLP we Wrocławiu: poprawa kondycji w latach 2014, 2020 i 2021, pogorszenie – w latach 2015, 2016, 2019,
- \* w RDLP w Zielonej Górze: poprawa kondycji w latach 2018 i 2020, pogorszenie – w latach 2014, 2015, 2017 i 2019,
- \* w RDLP w Gdańsku: poprawa kondycji w latach 2013-2016,
- \* w RDLP w Radomiu: poprawa kondycji w latach 2014 i 2020, pogorszenie – w 2021 roku,
- \* w RDLP w Warszawie: poprawa kondycji w latach 2013, 2017 i 2021, pogorszenie – w latach 2014, 2016 i 2020.

### **Kondycja zdrowotna drzew (gatunki razem) w dziesięcioleciu w układzie krain przyrodniczo-leśnych**

Wśród krain przyrodniczo-leśnych dobrą, względnie wyrównaną kondycją, utrzymującą się stale poniżej średniej krajowej, charakteryzowały się drzewa w lasach Krain: Bałtyckiej (w latach 2012 i 2014-2020 kondycja najlepsza na tle innych krain) i Karpackiej. Również wyrównaną kondycją, ale gorszą, utrzymującą się stale powyżej średniej krajowej charakteryzowały się drzewa w lasach Krainy Małopolskiej (ryc. 4.10). W lasach Krainy Wielkopolsko-Pomorskiej kondycja drzew w latach 2013-2014 była najlepsza w dziesięcioleciu (porównywalna ze stanem notowanym w Krainie Bałtyckiej). W latach 2015-2019 stan zdrowotny drzew w tej krainie ulegał stopniowemu pogorszeniu, w latach 2020-2021 ustabilizował się, w ciągu tych siedmiu lat średnia defoliacja przyjmowała wartości zbliżone do średniej krajowej. W Krainie Mazursko-Podlaskiej w latach 2012, 2014 kondycja drzew była znacznie osłabiona, w latach 2013 i 2015 po występującym rok wcześniej pogorszeniu następowała znaczna poprawa, w latach 2015-2018 i 2021 średnia defoliacja przyjmowała wartości zbliżone do średniej krajowej, w latach 2019-2020 kondycja drzew utrzymywała się na stałym poziomie, średnia defoliacja była niższa niż średnia krajowa. Kondycja zdrowotna

drzew w lasach Krainy Mazowiecko-Podlaskiej na początku dziesięciolecia (w 2012 r.) była najgorsza, w latach 2013 oraz 2015 (po pogorszeniu w 2014 roku) ulegała znacznej poprawie. Lata 2016-2019 to okres stabilnej kondycji drzew w lasach tej krainy (na poziomie nieco wyższym niż średnio w kraju), w 2020 roku nastąpiło pogorszenie i powrót do stanu z 2014 roku, w 2021 nastąpiła poprawa i powrót do stanu z 2019 roku. Krainy: Sudecka i Śląska charakteryzowały się podobną zmiennością defoliacji koron drzew w lasach: w latach 2012-2014 kondycja zdrowotna drzew poprawiała się, w latach 2015-2016 oraz w 2019 roku następowało pogorszenie, w 2018 roku kondycja nie uległa zmianie w stosunku do stanu z 2017 roku. W latach 2020-2021 kondycja drzew znacznie poprawiła się w porównaniu do stanu 2019 roku. Kraina Sudecka w latach 2012-2013, Kraina Mazowiecko-Podlaska w latach 2014 i 2020-2021 oraz Kraina Śląska w latach 2016-2019 charakteryzowały się najgorszą kondycją drzew w lasach w porównaniu z innymi krainami.

Zmienność poziomu defoliacji drzew w poszczególnych krainach przyrodniczo-leśnych w kolejnych latach dziesięciolecia (zmianę wartości średniej defoliacji wynoszącą 0,7 punktu procentowego i więcej uznano jako poprawę lub pogorszenie kondycji drzew w krainie) (ryc. 4.6, ryc. 4.10) przedstawiała się następująco:

- \* w Krainie Bałtyckiej: poprawa kondycji w 2015 roku, pogorszenie – w latach 2016 i 2019,
- \* w Krainie Mazursko-Podlaskiej: poprawa kondycji w latach 2013, 2015, 2018 i 2019, pogorszenie – w latach 2014 i 2016,
- \* w Krainie Wielkopolsko-Pomorskiej: poprawa kondycji w 2013 roku, pogorszenie – w latach 2015, 2016 i 2019,
- \* w Krainie Mazowiecko-Podlaskiej: poprawa kondycji w latach 2013, 2015 i 2021, pogorszenie – w latach 2014, 2016 i 2020,
- \* w Krainie Śląskiej: poprawa kondycji w latach 2014, 2020 i 2021, pogorszenie – w latach 2016, 2017, 2019,
- \* w Krainie Małopolskiej: poprawa kondycji w latach 2013, 2015 i 2021, pogorszenie – w 2016 roku,
- \* w Krainie Sudeckiej: poprawa kondycji w latach 2014 i 2020, pogorszenie – w latach 2015, 2016, 2019 i 2021,
- \* w Krainie Karpackiej: poprawa kondycji w latach 2013, 2018 i 2021, pogorszenie – w 2016 roku.



Tabela 4.1. Udział procentowy drzew w klasach defoliacji 0 (do 10% def.), 1 (11–25% def.) i 2–4 (> 25% def. i drzewa martwe) oraz średnia defoliacja [%] według gatunków w układzie RDLP – wiek > 20 lat, lasy w zarządzie Lasów Państwowych, lata 2012–2021

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

Tabela 4.1. – cd.

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

Tabela 4.1. – cd.

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

Tabela 4.1. – cd.

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

Tabela 4.1. – cd.

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

Tabela 4.1. – cd.

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

Tabela 4.1. – cd.

| RDLP      | Kl.def.,<br>śr.def. | Sosna       |             |             |             |             | Świerk      |             |             |             |             | Jodła       |             |             |             |             | Inne iglaste |             |             |             |             |
|-----------|---------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
|           |                     | 2017        | 2018        | 2019        | 2020        | 2021        | 2017        | 2018        | 2019        | 2020        | 2021        | 2017        | 2018        | 2019        | 2020        | 2021        | 2017         | 2018        | 2019        | 2020        | 2021        |
| Białystok | 0                   | 3,2         | 1,6         | 2,0         | 2,0         | 2,7         | 11,8        | 10,6        | 5,6         | 3,6         | 1,3         | -           | -           | -           | -           | -           | 0,0          | 0,0         | 0,0         | 50,0        | 50,0        |
|           | 1                   | 81,9        | 86,2        | 89,8        | 90,1        | 88,6        | 67,5        | 73,9        | 74,8        | 83,6        | 85,5        | -           | -           | -           | -           | -           | 100,0        | 100,0       | 50,0        | 50,0        | 50,0        |
|           | 2-4                 | 14,9        | 12,2        | 8,3         | 8,0         | 8,7         | 20,8        | 15,5        | 19,5        | 12,8        | 13,2        | -           | -           | -           | -           | -           | 0,0          | 0,0         | 50,0        | 0,0         | 0,0         |
|           | <b>Średnia</b>      | <b>23,4</b> | <b>23,2</b> | <b>22,2</b> | <b>22,0</b> | <b>22,8</b> | <b>23,3</b> | <b>24,2</b> | <b>25,9</b> | <b>22,6</b> | <b>23,5</b> | -           | -           | -           | -           | -           | <b>22,5</b>  | <b>22,5</b> | <b>25,0</b> | <b>15,0</b> | <b>15,0</b> |
| Katowice  | 0                   | 1,7         | 1,1         | 0,8         | 5,3         | 8,2         | 0,0         | 3,3         | 3,3         | 1,7         | 3,1         | 22,8        | 58,6        | 0,0         | 0,0         | 18,0        | 1,7          | 2,4         | 1,2         | 12,0        | 7,4         |
|           | 1                   | 81,8        | 85,1        | 79,7        | 86,5        | 88,5        | 56,9        | 60,7        | 65,0        | 61,7        | 57,8        | 63,2        | 36,2        | 95,1        | 96,7        | 77,0        | 86,4         | 87,8        | 77,1        | 73,5        | 80,2        |
|           | 2-4                 | 16,5        | 13,7        | 19,5        | 8,2         | 3,4         | 43,1        | 36,1        | 31,7        | 36,7        | 39,1        | 14,0        | 5,2         | 4,9         | 3,3         | 4,9         | 11,9         | 9,8         | 21,7        | 14,5        | 12,3        |
|           | <b>Średnia</b>      | <b>23,5</b> | <b>22,5</b> | <b>23,3</b> | <b>20,5</b> | <b>18,5</b> | <b>29,5</b> | <b>28,0</b> | <b>27,2</b> | <b>28,0</b> | <b>30,9</b> | <b>17,6</b> | <b>13,9</b> | <b>17,5</b> | <b>20,9</b> | <b>17,2</b> | <b>22,8</b>  | <b>21,1</b> | <b>24,3</b> | <b>24,4</b> | <b>21,9</b> |
| Kraków    | 0                   | 3,3         | 2,7         | 0,0         | 0,0         | 0,0         | 12,5        | 0,0         | 0,0         | 0,0         | 0,0         | 36,5        | 40,2        | 12,2        | 7,6         | 7,2         | 0,0          | 15,6        | 0,0         | 0,0         | 0,0         |
|           | 1                   | 62,9        | 70,5        | 88,3        | 79,6        | 82,4        | 68,8        | 87,5        | 93,8        | 81,3        | 81,3        | 55,7        | 54,3        | 83,8        | 89,7        | 85,6        | 50,0         | 62,5        | 90,6        | 78,1        | 86,7        |
|           | 2-4                 | 33,8        | 26,7        | 11,7        | 20,4        | 17,6        | 18,8        | 12,5        | 6,3         | 18,8        | 18,8        | 7,8         | 5,5         | 4,1         | 2,7         | 7,2         | 50,0         | 21,9        | 9,4         | 21,9        | 13,3        |
|           | <b>Średnia</b>      | <b>26,7</b> | <b>25,4</b> | <b>24,4</b> | <b>25,1</b> | <b>24,0</b> | <b>22,5</b> | <b>21,9</b> | <b>20,0</b> | <b>23,8</b> | <b>22,5</b> | <b>16,1</b> | <b>15,8</b> | <b>17,6</b> | <b>19,3</b> | <b>18,3</b> | <b>28,2</b>  | <b>23,0</b> | <b>22,3</b> | <b>27,2</b> | <b>24,0</b> |
| Krosno    | 0                   | 3,0         | 2,2         | 0,5         | 8,1         | 19,5        | 10,8        | 6,3         | 6,2         | 11,4        | 20,3        | 9,6         | 8,3         | 23,9        | 35,4        | 43,6        | 0,0          | 0,0         | 11,9        | 25,6        | 20,9        |
|           | 1                   | 75,1        | 74,6        | 80,0        | 75,3        | 73,1        | 67,7        | 73,4        | 69,2        | 67,1        | 56,3        | 70,4        | 72,7        | 63,9        | 58,6        | 49,4        | 87,8         | 90,5        | 81,0        | 62,8        | 67,4        |
|           | 2-4                 | 21,9        | 23,2        | 19,5        | 16,7        | 7,4         | 21,5        | 20,3        | 24,6        | 21,4        | 23,4        | 19,9        | 19,0        | 12,3        | 6,1         | 7,0         | 12,2         | 9,5         | 7,1         | 11,6        | 11,6        |
|           | <b>Średnia</b>      | <b>25,1</b> | <b>25,3</b> | <b>25,0</b> | <b>21,1</b> | <b>18,2</b> | <b>24,4</b> | <b>22,9</b> | <b>24,2</b> | <b>22,5</b> | <b>22,3</b> | <b>22,7</b> | <b>22,7</b> | <b>18,9</b> | <b>15,8</b> | <b>15,4</b> | <b>22,8</b>  | <b>22,1</b> | <b>18,6</b> | <b>18,4</b> | <b>17,2</b> |
| Lublin    | 0                   | 6,4         | 6,3         | 1,8         | 1,0         | 2,0         | 11,8        | 5,6         | 0,0         | 0,0         | 0,0         | 4,8         | 2,3         | 0,0         | 0,0         | 0,0         | 100,0        | 100,0       | 0,0         | 0,0         | 20,0        |
|           | 1                   | 71,7        | 68,7        | 75,1        | 72,0        | 70,6        | 17,6        | 27,8        | 41,7        | 41,7        | 29,2        | 69,0        | 70,5        | 65,1        | 67,4        | 64,4        | 0,0          | 0,0         | 100,0       | 80,0        | 60,0        |
|           | 2-4                 | 21,9        | 25,0        | 23,1        | 26,9        | 27,4        | 70,6        | 66,7        | 58,3        | 58,3        | 70,8        | 26,2        | 27,3        | 34,9        | 32,6        | 35,6        | 0,0          | 0,0         | 0,0         | 20,0        | 20,0        |
|           | <b>Średnia</b>      | <b>23,0</b> | <b>23,9</b> | <b>25,4</b> | <b>25,9</b> | <b>25,7</b> | <b>37,1</b> | <b>38,9</b> | <b>37,7</b> | <b>40,6</b> | <b>39,4</b> | <b>23,7</b> | <b>26,0</b> | <b>28,0</b> | <b>27,0</b> | <b>29,0</b> | <b>10,0</b>  | <b>10,0</b> | <b>17,5</b> | <b>23,0</b> | <b>21,0</b> |
| Łódź      | 0                   | 18,1        | 19,2        | 12,6        | 9,3         | 15,3        | 10,0        | 9,1         | 0,0         | 0,0         | 0,0         | 0,0         | 0,0         | 20,0        | 20,0        | 0,0         | 18,8         | 18,8        | 9,4         | 25,0        | 6,7         |
|           | 1                   | 66,0        | 63,3        | 69,6        | 69,0        | 69,9        | 30,0        | 36,4        | 60,0        | 50,0        | 50,0        | 50,0        | 75,0        | 60,0        | 60,0        | 80,0        | 65,6         | 65,6        | 81,3        | 68,8        | 80,0        |
|           | 2-4                 | 15,9        | 17,5        | 17,8        | 21,8        | 14,8        | 60,0        | 54,5        | 40,0        | 50,0        | 50,0        | 50,0        | 25,0        | 20,0        | 20,0        | 20,0        | 15,6         | 15,6        | 9,4         | 6,3         | 13,3        |
|           | <b>Średnia</b>      | <b>20,9</b> | <b>21,5</b> | <b>22,1</b> | <b>23,7</b> | <b>20,7</b> | <b>29,0</b> | <b>32,7</b> | <b>27,5</b> | <b>32,5</b> | <b>37,5</b> | <b>26,3</b> | <b>23,8</b> | <b>20,0</b> | <b>19,0</b> | <b>21,0</b> | <b>19,8</b>  | <b>19,2</b> | <b>18,8</b> | <b>18,0</b> | <b>19,3</b> |
| Olsztyn   | 0                   | 1,3         | 4,5         | 3,5         | 1,1         | 0,6         | 9,9         | 35,5        | 17,5        | 5,1         | 5,7         | -           | -           | -           | -           | -           | 4,3          | 47,8        | 8,7         | 4,2         | 0,0         |
|           | 1                   | 89,3        | 85,9        | 87,1        | 87,7        | 86,3        | 78,0        | 58,7        | 77,3        | 81,5        | 78,6        | -           | -           | -           | -           | -           | 91,3         | 52,2        | 82,6        | 83,3        | 80,0        |
|           | 2-4                 | 9,4         | 9,6         | 9,4         | 11,1        | 13,1        | 12,1        | 5,8         | 5,2         | 13,4        | 15,7        | -           | -           | -           | -           | -           | 4,3          | 0,0         | 8,7         | 12,5        | 20,0        |
|           | <b>Średnia</b>      | <b>22,7</b> | <b>21,4</b> | <b>22,2</b> | <b>22,5</b> | <b>23,3</b> | <b>20,6</b> | <b>16,7</b> | <b>18,8</b> | <b>23,1</b> | <b>23,8</b> | -           | -           | -           | -           | -           | <b>18,5</b>  | <b>13,7</b> | <b>18,0</b> | <b>21,7</b> | <b>24,2</b> |
| Piła      | 0                   | 7,6         | 7,5         | 3,6         | 3,5         | 4,4         | 11,8        | 5,9         | 10,3        | 12,8        | 5,1         | -           | -           | -           | -           | -           | 20,0         | 13,3        | 0,0         | 0,0         | 0,0         |
|           | 1                   | 83,9        | 84,2        | 82,6        | 82,4        | 76,2        | 82,4        | 88,2        | 89,7        | 84,6        | 82,1        | -           | -           | -           | -           | -           | 66,7         | 80,0        | 93,3        | 92,9        | 85,7        |
|           | 2-4                 | 8,5         | 8,3         | 13,8        | 14,1        | 19,5        | 5,9         | 5,9         | 0,0         | 2,6         | 12,8        | -           | -           | -           | -           | -           | 13,3         | 6,7         | 6,7         | 7,1         | 14,3        |
|           | <b>Średnia</b>      | <b>20,2</b> | <b>20,2</b> | <b>22,0</b> | <b>22,3</b> | <b>23,7</b> | <b>17,6</b> | <b>18,2</b> | <b>17,1</b> | <b>18,1</b> | <b>20,6</b> | -           | -           | -           | -           | -           | <b>18,0</b>  | <b>18,0</b> | <b>23,0</b> | <b>20,4</b> | <b>21,8</b> |
| Poznań    | 0                   | 3,6         | 5,6         | 2,1         | 5,5         | 12,0        | 9,1         | 4,3         | 4,5         | 4,5         | 23,5        | -           | -           | -           | -           | -           | 0,0          | 7,1         | 14,3        | 7,7         | 7,7         |
|           | 1                   | 65,7        | 72,7        | 73,6        | 75,5        | 62,8        | 40,9        | 69,6        | 50,0        | 45,5        | 41,2        | -           | -           | -           | -           | -           | 71,4         | 64,3        | 42,9        | 92,3        | 76,9        |
|           | 2-4                 | 30,7        | 21,7        | 24,3        | 19,0        | 25,2        | 50,0        | 26,1        | 45,5        | 50,0        | 35,3        | -           | -           | -           | -           | -           | 28,6         | 28,6        | 42,9        | 0,0         | 15,4        |
|           | <b>Średnia</b>      | <b>25,5</b> | <b>23,3</b> | <b>24,5</b> | <b>22,9</b> | <b>23,0</b> | <b>33,2</b> | <b>28,0</b> | <b>28,0</b> | <b>45,7</b> | <b>21,8</b> | -           | -           | -           | -           | -           | <b>28,9</b>  | <b>30,0</b> | <b>32,1</b> | <b>19,2</b> | <b>21,2</b> |

Tabela 4.1. – cd.

| RDLP            | Kl.def.,<br>śr.def. | Sosna       |             |             |             |             | Świerk      |             |             |             |             | Jodła       |             |             |             |             | Inne iglaste |             |             |             |             |
|-----------------|---------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
|                 |                     | 2017        | 2018        | 2019        | 2020        | 2021        | 2017        | 2018        | 2019        | 2020        | 2021        | 2017        | 2018        | 2019        | 2020        | 2021        | 2017         | 2018        | 2019        | 2020        | 2021        |
| Szczecin        | 0                   | 10,5        | 10,5        | 9,4         | 8,7         | 10,5        | 15,7        | 11,5        | 9,6         | 9,6         | 7,7         | -           | -           | -           | -           | -           | 27,8         | 31,7        | 23,8        | 25,4        | 30,2        |
|                 | 1                   | 76,5        | 73,8        | 70,4        | 68,7        | 69,6        | 76,5        | 76,9        | 78,8        | 73,1        | 71,2        | -           | -           | -           | -           | -           | 64,8         | 60,3        | 65,1        | 57,1        | 49,2        |
|                 | 2-4                 | 13,0        | 15,7        | 20,2        | 22,6        | 19,8        | 7,8         | 11,5        | 11,5        | 17,3        | 21,2        | -           | -           | -           | -           | -           | 7,4          | 7,9         | 11,1        | 17,5        | 20,6        |
|                 | <b>Średnia</b>      | <b>20,8</b> | <b>21,6</b> | <b>22,5</b> | <b>23,5</b> | <b>22,4</b> | <b>18,6</b> | <b>19,8</b> | <b>20,9</b> | <b>22,9</b> | <b>24,9</b> | -           | -           | -           | -           | -           | <b>17,0</b>  | <b>17,1</b> | <b>18,7</b> | <b>19,7</b> | <b>20,6</b> |
| Szczecinek      | 0                   | 12,9        | 11,0        | 7,9         | 5,8         | 3,9         | 4,0         | 3,4         | 1,4         | 0,8         | 0,0         | -           | 0,0         | 0,0         | 0,0         | 0,0         | 0,0          | 2,7         | 5,4         | 5,3         | 10,0        |
|                 | 1                   | 82,2        | 83,7        | 88,2        | 88,0        | 87,3        | 84,6        | 84,2        | 75,2        | 83,7        | 77,6        | -           | 100,0       | 100,0       | 100,0       | 100,0       | 84,8         | 86,5        | 89,2        | 92,1        | 75,0        |
|                 | 2-4                 | 4,9         | 5,2         | 3,9         | 6,1         | 8,8         | 11,4        | 12,3        | 23,4        | 15,5        | 22,4        | -           | 0,0         | 0,0         | 0,0         | 0,0         | 15,2         | 10,8        | 5,4         | 2,6         | 15,0        |
|                 | <b>Średnia</b>      | <b>18,0</b> | <b>18,2</b> | <b>18,7</b> | <b>19,9</b> | <b>20,9</b> | <b>21,2</b> | <b>23,0</b> | <b>27,4</b> | <b>24,2</b> | <b>25,9</b> | -           | <b>17,5</b> | <b>17,5</b> | <b>17,5</b> | <b>16,3</b> | <b>23,3</b>  | <b>21,5</b> | <b>20,3</b> | <b>19,7</b> | <b>20,6</b> |
| Toruń           | 0                   | 5,5         | 9,0         | 5,2         | 2,7         | 5,3         | 33,3        | 50,0        | 0,0         | 0,0         | 0,0         | -           | -           | -           | -           | -           | 7,7          | 14,3        | 15,4        | 28,6        | 7,1         |
|                 | 1                   | 81,8        | 79,9        | 78,0        | 85,6        | 85,2        | 0,0         | 50,0        | 50,0        | 0,0         | 0,0         | -           | -           | -           | -           | -           | 92,3         | 71,4        | 53,8        | 64,3        | 85,7        |
|                 | 2-4                 | 12,7        | 11,1        | 16,8        | 11,7        | 9,5         | 66,7        | 0,0         | 50,0        | 100,0       | 100,0       | -           | -           | -           | -           | -           | 0,0          | 14,3        | 30,8        | 7,1         | 7,1         |
|                 | <b>Średnia</b>      | <b>22,0</b> | <b>21,6</b> | <b>22,5</b> | <b>21,8</b> | <b>21,1</b> | <b>70,0</b> | <b>12,5</b> | <b>30,0</b> | <b>40,0</b> | <b>40,0</b> | -           | -           | -           | -           | -           | <b>18,1</b>  | <b>21,1</b> | <b>20,8</b> | <b>18,6</b> | <b>19,3</b> |
| Wrocław         | 0                   | 4,4         | 10,9        | 8,2         | 8,5         | 9,0         | 21,3        | 14,2        | 35,7        | 29,1        | 5,4         | 33,3        | 33,3        | 11,1        | 20,0        | 20,0        | 1,6          | 3,2         | 23,3        | 1,7         | 0,0         |
|                 | 1                   | 63,8        | 66,1        | 54,1        | 75,6        | 77,6        | 58,2        | 62,5        | 33,4        | 55,2        | 77,7        | 55,6        | 66,7        | 44,4        | 40,0        | 80,0        | 71,9         | 50,8        | 23,3        | 79,3        | 81,7        |
|                 | 2-4                 | 31,7        | 23,0        | 37,7        | 15,9        | 13,4        | 20,5        | 23,3        | 30,9        | 15,7        | 16,9        | 11,1        | 0,0         | 44,4        | 40,0        | 0,0         | 26,6         | 46,0        | 53,3        | 19,0        | 18,3        |
|                 | <b>Średnia</b>      | <b>25,4</b> | <b>23,4</b> | <b>26,9</b> | <b>21,8</b> | <b>21,9</b> | <b>21,4</b> | <b>22,6</b> | <b>21,9</b> | <b>19,0</b> | <b>22,5</b> | <b>18,3</b> | <b>18,3</b> | <b>25,6</b> | <b>22,0</b> | <b>20,0</b> | <b>25,8</b>  | <b>27,5</b> | <b>26,0</b> | <b>24,6</b> | <b>23,4</b> |
| Zielona<br>Góra | 0                   | 6,9         | 17,4        | 2,6         | 7,2         | 0,9         | 44,4        | 59,3        | 44,4        | 63,0        | 4,3         | -           | -           | -           | -           | -           | 0,0          | 0,0         | -           | -           | 0,0         |
|                 | 1                   | 66,5        | 60,2        | 55,1        | 70,3        | 81,9        | 51,9        | 37,0        | 48,1        | 33,3        | 73,9        | -           | -           | -           | -           | -           | 100,0        | 100,0       | -           | -           | 0,0         |
|                 | 2-4                 | 26,6        | 22,4        | 42,3        | 22,5        | 17,2        | 3,7         | 3,7         | 7,4         | 3,7         | 21,7        | -           | -           | -           | -           | -           | 0,0          | 0,0         | -           | -           | 100,0       |
|                 | <b>Średnia</b>      | <b>24,4</b> | <b>21,8</b> | <b>28,6</b> | <b>23,2</b> | <b>24,2</b> | <b>14,3</b> | <b>12,4</b> | <b>15,6</b> | <b>12,0</b> | <b>22,8</b> | -           | -           | -           | -           | -           | <b>20,0</b>  | <b>20,0</b> | -           | -           | <b>40,0</b> |
| Gdańsk          | 0                   | 5,9         | 4,9         | 5,0         | 4,8         | 1,6         | 7,0         | 2,6         | 5,7         | 11,8        | 3,2         | -           | -           | -           | -           | -           | 2,6          | 5,1         | 2,4         | 39,0        | 11,9        |
|                 | 1                   | 89,4        | 90,3        | 87,4        | 89,4        | 89,1        | 46,5        | 52,6        | 62,9        | 58,8        | 74,2        | -           | -           | -           | -           | -           | 89,7         | 92,3        | 92,7        | 61,0        | 88,1        |
|                 | 2-4                 | 4,7         | 4,9         | 7,6         | 5,8         | 9,3         | 46,5        | 44,7        | 31,4        | 29,4        | 22,6        | -           | -           | -           | -           | -           | 7,7          | 2,6         | 4,9         | 0,0         | 0,0         |
|                 | <b>Średnia</b>      | <b>19,6</b> | <b>19,5</b> | <b>19,8</b> | <b>20,0</b> | <b>21,6</b> | <b>28,6</b> | <b>33,4</b> | <b>33,0</b> | <b>30,3</b> | <b>23,7</b> | -           | -           | -           | -           | -           | <b>20,0</b>  | <b>19,5</b> | <b>18,9</b> | <b>13,5</b> | <b>16,5</b> |
| Radom           | 0                   | 20,3        | 21,6        | 19,3        | 12,5        | 18,2        | 0,0         | 0,0         | 0,0         | 0,0         | 0,0         | 11,7        | 9,7         | 17,1        | 16,2        | 20,0        | 25,0         | 75,0        | 33,3        | 33,3        | 50,0        |
|                 | 1                   | 64,7        | 63,5        | 62,6        | 64,7        | 64,5        | 23,8        | 14,3        | 18,8        | 18,8        | 25,0        | 50,5        | 50,5        | 50,5        | 51,4        | 60,0        | 75,0         | 25,0        | 50,0        | 33,3        | 33,3        |
|                 | 2-4                 | 15,0        | 15,0        | 18,1        | 22,8        | 17,3        | 76,2        | 85,7        | 81,3        | 81,3        | 75,0        | 37,9        | 39,8        | 32,4        | 32,4        | 20,0        | 0,0          | 0,0         | 16,7        | 33,3        | 16,7        |
|                 | <b>Średnia</b>      | <b>19,5</b> | <b>19,6</b> | <b>20,5</b> | <b>23,3</b> | <b>20,5</b> | <b>41,2</b> | <b>44,3</b> | <b>43,8</b> | <b>45,9</b> | <b>48,4</b> | <b>29,3</b> | <b>30,7</b> | <b>25,8</b> | <b>26,0</b> | <b>22,4</b> | <b>15,0</b>  | <b>11,3</b> | <b>19,2</b> | <b>17,5</b> | <b>16,7</b> |
| Warszawa        | 0                   | 5,2         | 4,8         | 3,0         | 0,7         | 2,4         | -           | -           | -           | -           | -           | -           | -           | -           | -           | -           | 14,3         | 14,3        | 0,0         | 0,0         | 0,0         |
|                 | 1                   | 77,0        | 79,8        | 82,8        | 78,4        | 79,2        | -           | -           | -           | -           | -           | -           | -           | -           | -           | -           | 85,7         | 85,7        | 100,0       | 100,0       | 100,0       |
|                 | 2-4                 | 17,8        | 15,4        | 14,2        | 20,9        | 18,4        | -           | -           | -           | -           | -           | -           | -           | -           | -           | -           | 0,0          | 0,0         | 0,0         | 0,0         | 0,0         |
|                 | <b>Średnia</b>      | <b>22,7</b> | <b>21,7</b> | <b>22,2</b> | <b>24,5</b> | <b>22,7</b> | -           | -           | -           | -           | -           | -           | -           | -           | -           | -           | <b>17,1</b>  | <b>16,4</b> | <b>17,5</b> | <b>20,8</b> | <b>20,0</b> |
| Razem           | 0                   | 7,3         | 8,9         | 5,4         | 5,2         | 6,5         | 13,3        | 13,2        | 15,4        | 12,6        | 4,6         | 19,0        | 21,9        | 15,7        | 19,3        | 24,4        | 7,9          | 12,5        | 10,4        | 15,4        | 10,9        |
|                 | 1                   | 76,7        | 76,4        | 76,4        | 79,1        | 78,7        | 64,8        | 66,7        | 61,1        | 69,3        | 75,2        | 62,2        | 61,1        | 70,6        | 70,4        | 65,2        | 78,0         | 72,6        | 71,5        | 72,6        | 75,0        |
|                 | 2-4                 | 16,0        | 14,7        | 18,2        | 15,7        | 14,9        | 21,9        | 20,1        | 23,4        | 18,2        | 20,2        | 18,8        | 17,0        | 13,8        | 10,2        | 10,4        | 14,1         | 14,9        | 18,0        | 12,0        | 14,1        |
|                 | <b>Średnia</b>      | <b>22,1</b> | <b>21,7</b> | <b>23,0</b> | <b>22,4</b> | <b>22,2</b> | <b>23,0</b> | <b>23,3</b> | <b>24,1</b> | <b>23,0</b> | <b>24,4</b> | <b>21,3</b> | <b>21,2</b> | <b>20,0</b> | <b>19,4</b> | <b>18,2</b> | <b>21,4</b>  | <b>21,0</b> | <b>21,6</b> | <b>20,9</b> | <b>20,8</b> |

Tabela 4.1. – cd.



| RDLP      | Kl.def.,<br>śr.def. | Buk         |             |             |             |             | Dąb         |             |             |             |             | Brzoza      |             |             |             |             | Olsza       |             |             |             |             | Inne liściaste |             |             |             |             |
|-----------|---------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|----------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
|           |                     | 2017        | 2018        | 2019        | 2020        | 2021        | 2017        | 2018        | 2019        | 2020        | 2021        | 2017        | 2018        | 2019        | 2020        | 2021        | 2017        | 2018        | 2019        | 2020        | 2021        | 2017           | 2018        | 2019        | 2020        | 2021        |
| Białystok | 0                   | -           | -           | -           | -           | -           | 0,8         | 0,9         | 0,8         | 0,8         | 0,0         | 5,8         | 4,5         | 6,9         | 5,9         | 8,0         | 11,1        | 7,7         | 15,5        | 11,4        | 7,7         | 8,3            | 10,3        | 16,3        | 14,5        | 18,4        |
|           | 1                   | -           | -           | -           | -           | -           | 68,6        | 75,2        | 83,1        | 77,5        | 80,6        | 65,7        | 74,9        | 76,7        | 74,0        | 77,0        | 77,9        | 82,8        | 80,5        | 86,0        | 88,7        | 73,5           | 75,7        | 71,6        | 75,4        | 72,1        |
|           | 2-4                 | -           | -           | -           | -           | -           | 30,5        | 23,9        | 16,1        | 21,7        | 19,4        | 28,5        | 20,6        | 16,3        | 20,1        | 15,0        | 11,1        | 9,4         | 4,0         | 2,6         | 3,6         | 18,2           | 14,0        | 12,1        | 10,1        | 9,6         |
|           | <b>Średnia</b>      | -           | -           | -           | -           | -           | <b>25,2</b> | <b>24,1</b> | <b>24,0</b> | <b>24,8</b> | <b>25,0</b> | <b>28,3</b> | <b>24,9</b> | <b>23,8</b> | <b>23,9</b> | <b>22,8</b> | <b>22,2</b> | <b>21,1</b> | <b>18,0</b> | <b>18,2</b> | <b>18,6</b> | <b>22,5</b>    | <b>21,5</b> | <b>20,1</b> | <b>19,9</b> | <b>20,8</b> |
| Katowice  | 0                   | 45,6        | 18,6        | 3,1         | 25,8        | 44,8        | 0,5         | 0,5         | 0,0         | 0,0         | 3,1         | 1,0         | 2,7         | 0,0         | 3,5         | 12,4        | 0,0         | 0,0         | 0,0         | 4,6         | 7,6         | 7,0            | 1,2         | 0,0         | 11,0        | 11,3        |
|           | 1                   | 49,0        | 74,3        | 77,3        | 68,7        | 49,7        | 49,3        | 35,4        | 20,4        | 46,5        | 56,4        | 32,5        | 46,6        | 46,4        | 66,2        | 74,8        | 46,8        | 51,6        | 37,5        | 76,9        | 77,3        | 44,2           | 46,4        | 46,3        | 53,7        | 66,3        |
|           | 2-4                 | 5,4         | 7,2         | 19,6        | 5,5         | 5,5         | 50,2        | 64,2        | 79,6        | 53,5        | 40,4        | 66,5        | 50,7        | 53,6        | 30,3        | 12,8        | 53,2        | 48,4        | 62,5        | 18,5        | 15,2        | 48,8           | 52,4        | 53,7        | 35,4        | 22,5        |
|           | <b>Średnia</b>      | <b>15,9</b> | <b>17,4</b> | <b>20,7</b> | <b>17,5</b> | <b>14,9</b> | <b>29,5</b> | <b>32,2</b> | <b>37,9</b> | <b>31,8</b> | <b>27,5</b> | <b>32,5</b> | <b>30,5</b> | <b>31,7</b> | <b>26,7</b> | <b>21,3</b> | <b>35,3</b> | <b>32,3</b> | <b>33,7</b> | <b>23,8</b> | <b>22,2</b> | <b>30,9</b>    | <b>31,0</b> | <b>32,7</b> | <b>28,4</b> | <b>25,5</b> |
| Kraków    | 0                   | 40,0        | 27,5        | 0,6         | 2,8         | 13,8        | 1,1         | 0,0         | 0,0         | 1,0         | 5,1         | 5,6         | 5,6         | 0,0         | 0,0         | 0,0         | 29,6        | 37,0        | 0,0         | 0,0         | 0,0         | 40,2           | 35,3        | 2,3         | 5,7         | 37,0        |
|           | 1                   | 52,2        | 65,4        | 97,2        | 87,3        | 80,1        | 37,2        | 48,5        | 71,1        | 74,2        | 66,7        | 55,6        | 66,7        | 76,5        | 80,0        | 80,0        | 55,6        | 48,1        | 85,2        | 81,5        | 74,1        | 36,8           | 49,4        | 82,6        | 78,4        | 54,3        |
|           | 2-4                 | 7,8         | 7,1         | 2,2         | 9,9         | 6,1         | 61,7        | 51,5        | 28,9        | 24,7        | 28,3        | 38,9        | 27,8        | 23,5        | 20,0        | 20,0        | 14,8        | 14,8        | 14,8        | 18,5        | 25,9        | 23,0           | 15,3        | 15,1        | 15,9        | 8,6         |
|           | <b>Średnia</b>      | <b>16,2</b> | <b>17,4</b> | <b>17,9</b> | <b>22,7</b> | <b>18,2</b> | <b>31,5</b> | <b>29,4</b> | <b>27,3</b> | <b>25,0</b> | <b>25,4</b> | <b>26,7</b> | <b>23,9</b> | <b>32,4</b> | <b>24,0</b> | <b>25,3</b> | <b>20,4</b> | <b>17,8</b> | <b>21,7</b> | <b>24,8</b> | <b>24,6</b> | <b>22,4</b>    | <b>20,5</b> | <b>23,0</b> | <b>22,4</b> | <b>18,2</b> |
| Krosno    | 0                   | 32,1        | 33,0        | 20,1        | 18,1        | 40,1        | 0,0         | 0,0         | 0,0         | 2,4         | 14,6        | 0,0         | 4,3         | 0,0         | 0,0         | 14,3        | 3,6         | 4,8         | 15,7        | 19,3        | 31,1        | 28,5           | 30,4        | 12,9        | 15,1        | 25,0        |
|           | 1                   | 58,5        | 58,0        | 73,5        | 69,8        | 54,3        | 56,1        | 52,4        | 69,0        | 68,3        | 70,7        | 53,3        | 53,2        | 70,5        | 66,7        | 73,8        | 60,2        | 64,3        | 67,5        | 62,7        | 56,8        | 57,0           | 57,0        | 76,2        | 68,8        | 65,3        |
|           | 2-4                 | 9,4         | 9,1         | 6,4         | 12,1        | 5,6         | 43,9        | 47,6        | 31,0        | 29,3        | 14,6        | 46,7        | 42,6        | 29,5        | 33,3        | 11,9        | 36,1        | 31,0        | 16,9        | 18,1        | 12,2        | 14,5           | 12,6        | 11,0        | 16,1        | 9,7         |
|           | <b>Średnia</b>      | <b>17,6</b> | <b>16,4</b> | <b>17,7</b> | <b>19,3</b> | <b>14,8</b> | <b>30,0</b> | <b>30,6</b> | <b>26,3</b> | <b>24,3</b> | <b>19,5</b> | <b>29,9</b> | <b>31,1</b> | <b>29,1</b> | <b>26,8</b> | <b>19,5</b> | <b>31,2</b> | <b>28,5</b> | <b>23,5</b> | <b>21,7</b> | <b>17,0</b> | <b>20,2</b>    | <b>19,5</b> | <b>21,4</b> | <b>20,1</b> | <b>17,6</b> |
| Lublin    | 0                   | 22,2        | 21,1        | 41,2        | 23,5        | 33,3        | 4,1         | 1,6         | 0,0         | 0,0         | 0,3         | 17,2        | 17,3        | 5,3         | 2,4         | 4,4         | 0,0         | 0,0         | 24,1        | 13,6        | 10,2        | 26,7           | 29,0        | 18,8        | 23,3        | 23,1        |
|           | 1                   | 55,6        | 57,9        | 23,5        | 41,2        | 53,3        | 55,4        | 56,3        | 47,8        | 47,2        | 62,7        | 66,1        | 66,5        | 81,3        | 81,1        | 77,0        | 61,5        | 66,7        | 60,3        | 78,0        | 88,1        | 26,7           | 25,8        | 37,5        | 50,0        | 46,2        |
|           | 2-4                 | 22,2        | 21,1        | 35,3        | 35,3        | 13,3        | 40,5        | 42,1        | 52,2        | 52,8        | 37,0        | 16,7        | 16,2        | 13,5        | 16,6        | 18,6        | 38,5        | 33,3        | 15,5        | 8,5         | 1,7         | 46,7           | 45,2        | 43,8        | 26,7        | 30,8        |
|           | <b>Średnia</b>      | <b>22,8</b> | <b>23,7</b> | <b>20,9</b> | <b>28,2</b> | <b>20,0</b> | <b>26,8</b> | <b>27,5</b> | <b>30,1</b> | <b>29,5</b> | <b>27,7</b> | <b>22,2</b> | <b>22,0</b> | <b>22,8</b> | <b>24,1</b> | <b>22,8</b> | <b>25,8</b> | <b>25,6</b> | <b>20,9</b> | <b>21,1</b> | <b>18,1</b> | <b>29,3</b>    | <b>28,9</b> | <b>34,7</b> | <b>26,2</b> | <b>27,3</b> |
| Łódź      | 0                   | 22,2        | 33,3        | 11,1        | 11,1        | 88,9        | 0,0         | 0,0         | 3,8         | 8,8         | 4,3         | 0,0         | 0,0         | 0,0         | 0,9         | 4,7         | 0,0         | 25,0        | 0,0         | 12,5        | 37,5        | 17,9           | 25,9        | 19,2        | 11,1        | 48,1        |
|           | 1                   | 66,7        | 66,7        | 77,8        | 77,8        | 5,6         | 62,3        | 67,1        | 50,5        | 44,2        | 59,5        | 59,0        | 61,6        | 59,5        | 50,0        | 67,9        | 75,0        | 50,0        | 75,0        | 87,5        | 62,5        | 67,9           | 59,3        | 69,2        | 81,5        | 44,4        |
|           | 2-4                 | 11,1        | 0,0         | 11,1        | 11,1        | 5,6         | 37,7        | 32,9        | 45,7        | 46,9        | 36,2        | 41,0        | 38,4        | 40,5        | 49,1        | 27,4        | 25,0        | 25,0        | 25,0        | 0,0         | 0,0         | 14,3           | 14,8        | 11,5        | 7,4         | 7,4         |
|           | <b>Średnia</b>      | <b>16,9</b> | <b>15,3</b> | <b>21,1</b> | <b>19,2</b> | <b>8,3</b>  | <b>26,0</b> | <b>26,3</b> | <b>27,5</b> | <b>27,8</b> | <b>25,4</b> | <b>26,7</b> | <b>28,1</b> | <b>28,7</b> | <b>31,2</b> | <b>27,0</b> | <b>36,9</b> | <b>27,5</b> | <b>29,4</b> | <b>18,8</b> | <b>16,9</b> | <b>20,7</b>    | <b>20,4</b> | <b>18,3</b> | <b>18,5</b> | <b>17,0</b> |
| Olsztyn   | 0                   | 21,3        | 41,2        | 34,8        | 43,5        | 44,3        | 1,7         | 9,5         | 5,6         | 1,5         | 7,5         | 3,9         | 7,5         | 16,6        | 3,9         | 7,4         | 7,1         | 38,3        | 24,6        | 29,3        | 15,3        | 25,7           | 44,2        | 26,7        | 39,1        | 35,7        |
|           | 1                   | 75,3        | 57,4        | 56,5        | 50,7        | 52,5        | 75,1        | 77,1        | 78,4        | 83,3        | 84,4        | 74,5        | 78,6        | 77,5        | 89,3        | 86,8        | 87,9        | 55,6        | 69,2        | 64,2        | 79,1        | 58,1           | 43,3        | 61,0        | 45,5        | 50,4        |
|           | 2-4                 | 3,4         | 1,5         | 8,7         | 5,8         | 3,3         | 23,2        | 13,4        | 16,0        | 15,2        | 8,1         | 21,7        | 13,9        | 5,9         | 6,8         | 5,8         | 5,0         | 6,1         | 6,3         | 6,5         | 5,5         | 16,2           | 12,5        | 12,4        | 15,5        | 13,9        |
|           | <b>Średnia</b>      | <b>17,1</b> | <b>15,0</b> | <b>16,4</b> | <b>14,9</b> | <b>14,1</b> | <b>24,2</b> | <b>21,3</b> | <b>21,9</b> | <b>22,9</b> | <b>20,6</b> | <b>23,0</b> | <b>21,7</b> | <b>18,8</b> | <b>20,3</b> | <b>20,4</b> | <b>19,0</b> | <b>17,0</b> | <b>17,7</b> | <b>18,8</b> | <b>19,3</b> | <b>20,4</b>    | <b>18,7</b> | <b>20,0</b> | <b>20,7</b> | <b>20,6</b> |
| Piła      | 0                   | 28,6        | 0,0         | 56,5        | 44,0        | 10,3        | 0,0         | 0,0         | 2,9         | 2,6         | 0,0         | 9,3         | 9,2         | 3,9         | 6,7         | 4,5         | 12,1        | 9,1         | 33,3        | 12,1        | 3,0         | 0,0            | 0,0         | 16,7        | 16,7        | 0,0         |
|           | 1                   | 71,4        | 100,0       | 43,5        | 52,0        | 86,2        | 40,6        | 36,4        | 35,3        | 56,4        | 30,8        | 61,6        | 60,9        | 72,4        | 61,1        | 70,1        | 84,8        | 87,9        | 66,7        | 87,9        | 87,9        | 66,7           | 100,0       | 83,3        | 83,3        | 33,3        |
|           | 2-4                 | 0,0         | 0,0         | 0,0         | 4,0         | 3,4         | 59,4        | 63,6        | 61,8        | 41,0        | 69,2        | 29,1        | 29,9        | 23,7        | 32,2        | 25,4        | 3,0         | 3,0         | 0,0         | 0,0         | 9,1         | 33,3           | 0,0         | 0,0         | 0,0         | 66,7        |
|           | <b>Średnia</b>      | <b>13,6</b> | <b>15,0</b> | <b>12,0</b> | <b>14,0</b> | <b>17,9</b> | <b>29,2</b> | <b>30,2</b> | <b>29,7</b> | <b>27,1</b> | <b>36,8</b> | <b>22,3</b> | <b>24,8</b> | <b>26,8</b> | <b>35,1</b> | <b>23,9</b> | <b>18,5</b> | <b>18,5</b> | <b>14,5</b> | <b>16,1</b> | <b>22,1</b> | <b>33,3</b>    | <b>20,0</b> | <b>15,8</b> | <b>18,3</b> | <b>30,0</b> |
| Poznań    | 0                   | 25,0        | 60,0        | 40,0        | 50,0        | 71,4        | 2,8         | 5,6         | 2,0         | 0,0         | 2,3         | 2,1         | 4,9         | 7,5         | 6,1         | 17,2        | 10,8        | 30,4        | 16,5        | 10,9        | 15,4        | 24,6           | 24,2        | 16,7        | 11,9        | 17,9        |
|           | 1                   | 75,0        | 40,0        | 60,0        | 50,0        | 28,6        | 63,5        | 58,1        | 46,8        | 52,8        | 45,0        | 49,2        | 55,1        | 68,8        | 66,7        | 57,1        | 75,5        | 62,3        | 73,4        | 82,0        | 71,1        | 43,1           | 50,0        | 51,5        | 52,4        | 36,9        |
|           | 2-4                 | 0,0         | 0,0         | 0,0         | 0,0         | 0,0         | 33,7        | 36,3        | 51,2        | 47,2        | 52,7        | 48,7        | 40,0        | 23,7        | 27,2        | 25,8        | 13,7        | 7,2         | 10,1        | 7,0         | 13,4        | 32,3           | 25,8        | 31,8        | 35,7        | 45,2        |
|           | <b>Średnia</b>      | <b>16,3</b> | <b>10,0</b> | <b>16,0</b> | <b>13,3</b> | <b>10,7</b> | <b>25,4</b> | <b>25,6</b> | <b>31,4</b> | <b>30,7</b> | <b>32,7</b> | <b>30,2</b> | <b>28,4</b> | <b>24,5</b> | <b>24,5</b> | <b>23,3</b> | <b>20,8</b> | <b>16,9</b> | <b>19,8</b> | <b>18,4</b> | <b>18,9</b> | <b>27,3</b>    | <b>25,2</b> | <b>27,2</b> | <b>26,7</b> | <b>26,8</b> |

Tabela 4.1. – cd.

| RDLP            | Kl.def.,<br>śr.def. | Buk         |             |             |             |             | Dąb         |             |             |             |             | Brzoza      |             |             |             |             | Olsza       |             |             |             |             | Inne liściaste |             |             |             |             |
|-----------------|---------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|----------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
|                 |                     | 2017        | 2018        | 2019        | 2020        | 2021        | 2017        | 2018        | 2019        | 2020        | 2021        | 2017        | 2018        | 2019        | 2020        | 2021        | 2017        | 2018        | 2019        | 2020        | 2021        | 2017           | 2018        | 2019        | 2020        | 2021        |
| Szczecin        | 0                   | 53,8        | 57,1        | 34,2        | 35,0        | 55,6        | 13,1        | 11,6        | 7,3         | 4,1         | 14,0        | 21,4        | 24,5        | 16,9        | 18,8        | 29,7        | 36,4        | 36,2        | 31,3        | 32,6        | 52,0        | 56,1           | 32,5        | 28,9        | 30,7        | 50,4        |
|                 | 1                   | 42,0        | 34,5        | 45,0        | 48,3        | 35,7        | 68,2        | 56,3        | 49,8        | 51,1        | 57,6        | 65,9        | 56,1        | 58,1        | 60,2        | 48,8        | 45,1        | 44,2        | 47,2        | 45,7        | 29,9        | 34,2           | 44,7        | 37,7        | 41,2        | 34,2        |
|                 | 2-4                 | 4,2         | 8,4         | 20,8        | 16,7        | 8,7         | 18,7        | 32,1        | 42,9        | 44,8        | 28,4        | 12,7        | 19,4        | 25,0        | 21,0        | 21,5        | 18,5        | 19,6        | 21,5        | 21,7        | 18,1        | 9,6            | 22,8        | 33,3        | 28,1        | 15,4        |
|                 | <b>Średnia</b>      | <b>13,8</b> | <b>14,2</b> | <b>19,9</b> | <b>19,7</b> | <b>14,7</b> | <b>20,8</b> | <b>23,7</b> | <b>28,6</b> | <b>29,3</b> | <b>23,3</b> | <b>20,1</b> | <b>20,3</b> | <b>23,5</b> | <b>23,8</b> | <b>21,5</b> | <b>18,7</b> | <b>19,8</b> | <b>20,3</b> | <b>19,8</b> | <b>16,4</b> | <b>13,9</b>    | <b>21,5</b> | <b>24,7</b> | <b>20,4</b> | <b>16,2</b> |
| Szczecinek      | 0                   | 21,2        | 20,7        | 24,8        | 19,2        | 6,3         | 0,0         | 0,0         | 1,8         | 2,5         | 0,0         | 9,8         | 12,0        | 13,6        | 10,9        | 7,1         | 2,7         | 3,6         | 12,8        | 10,2        | 8,8         | 9,5            | 9,3         | 8,7         | 21,7        | 0,0         |
|                 | 1                   | 75,7        | 76,6        | 67,0        | 73,8        | 84,3        | 57,7        | 64,6        | 69,1        | 72,0        | 67,2        | 79,8        | 78,9        | 81,1        | 83,1        | 80,0        | 91,3        | 93,4        | 79,1        | 82,8        | 78,0        | 85,7           | 86,0        | 80,4        | 69,6        | 80,4        |
|                 | 2-4                 | 3,1         | 2,8         | 8,2         | 7,0         | 9,4         | 42,3        | 35,4        | 29,1        | 25,4        | 32,8        | 10,4        | 9,1         | 5,3         | 6,0         | 12,9        | 6,0         | 3,0         | 8,0         | 7,0         | 13,2        | 4,8            | 4,7         | 10,9        | 8,7         | 19,6        |
|                 | <b>Średnia</b>      | <b>16,1</b> | <b>16,2</b> | <b>17,9</b> | <b>18,4</b> | <b>20,9</b> | <b>26,1</b> | <b>24,7</b> | <b>23,9</b> | <b>23,9</b> | <b>26,1</b> | <b>19,6</b> | <b>19,2</b> | <b>19,0</b> | <b>19,4</b> | <b>21,6</b> | <b>19,6</b> | <b>18,6</b> | <b>18,3</b> | <b>18,5</b> | <b>21,5</b> | <b>18,7</b>    | <b>19,3</b> | <b>18,8</b> | <b>18,8</b> | <b>24,0</b> |
| Toruń           | 0                   | 30,0        | 45,0        | 21,1        | 25,0        | 28,6        | 5,9         | 10,9        | 5,4         | 1,2         | 2,4         | 12,8        | 19,1        | 21,4        | 3,9         | 7,2         | 9,1         | 22,7        | 36,4        | 59,1        | 48,9        | 11,4           | 34,4        | 11,8        | 11,8        | 34,3        |
|                 | 1                   | 65,0        | 50,0        | 57,9        | 60,0        | 66,7        | 61,8        | 74,1        | 62,2        | 69,0        | 72,9        | 79,1        | 75,2        | 72,3        | 85,7        | 85,0        | 86,4        | 75,0        | 59,1        | 40,9        | 48,9        | 65,7           | 53,1        | 73,5        | 85,3        | 57,1        |
|                 | 2-4                 | 5,0         | 5,0         | 21,1        | 15,0        | 4,8         | 32,2        | 15,0        | 32,4        | 29,8        | 24,7        | 8,1         | 5,7         | 6,3         | 10,4        | 7,8         | 4,5         | 2,3         | 4,5         | 0,0         | 2,2         | 22,9           | 12,5        | 14,7        | 2,9         | 8,6         |
|                 | <b>Średnia</b>      | <b>17,0</b> | <b>14,8</b> | <b>20,0</b> | <b>21,0</b> | <b>17,9</b> | <b>25,5</b> | <b>21,1</b> | <b>25,8</b> | <b>26,7</b> | <b>24,2</b> | <b>19,2</b> | <b>18,4</b> | <b>16,9</b> | <b>20,4</b> | <b>18,6</b> | <b>19,5</b> | <b>15,2</b> | <b>14,8</b> | <b>12,3</b> | <b>13,3</b> | <b>22,4</b>    | <b>17,0</b> | <b>19,4</b> | <b>18,7</b> | <b>16,4</b> |
| Wrocław         | 0                   | 40,0        | 26,2        | 33,9        | 38,8        | 23,6        | 0,3         | 4,8         | 0,3         | 0,0         | 2,8         | 5,8         | 14,5        | 5,3         | 3,1         | 5,5         | 32,6        | 24,3        | 24,3        | 27,1        | 11,2        | 16,3           | 13,1        | 13,2        | 19,3        | 15,7        |
|                 | 1                   | 45,0        | 52,5        | 32,1        | 44,9        | 61,8        | 55,3        | 36,9        | 11,4        | 38,5        | 53,1        | 59,0        | 51,3        | 29,1        | 49,1        | 73,2        | 54,3        | 58,8        | 44,9        | 62,1        | 76,9        | 51,5           | 51,5        | 43,0        | 49,6        | 60,6        |
|                 | 2-4                 | 15,0        | 21,3        | 33,9        | 16,3        | 14,5        | 44,4        | 58,4        | 88,3        | 61,5        | 44,0        | 35,3        | 34,2        | 65,6        | 47,9        | 21,3        | 13,2        | 16,9        | 30,9        | 10,7        | 11,9        | 32,2           | 35,4        | 43,8        | 31,1        | 23,7        |
|                 | <b>Średnia</b>      | <b>18,3</b> | <b>21,9</b> | <b>22,9</b> | <b>19,2</b> | <b>20,8</b> | <b>28,5</b> | <b>30,5</b> | <b>44,5</b> | <b>34,3</b> | <b>29,1</b> | <b>28,3</b> | <b>27,5</b> | <b>36,8</b> | <b>31,0</b> | <b>25,9</b> | <b>17,7</b> | <b>19,3</b> | <b>21,7</b> | <b>17,8</b> | <b>19,7</b> | <b>25,5</b>    | <b>28,6</b> | <b>32,9</b> | <b>28,6</b> | <b>26,2</b> |
| Zielona<br>Góra | 0                   | 92,9        | 85,7        | 86,7        | 80,0        | 26,7        | 14,7        | 9,2         | 1,5         | 3,8         | 0,0         | 23,5        | 17,5        | 1,0         | 6,9         | 0,0         | 24,5        | 35,3        | 26,5        | 44,9        | 8,2         | 47,4           | 47,2        | 15,3        | 19,4        | 0,0         |
|                 | 1                   | 7,1         | 14,3        | 13,3        | 20,0        | 73,3        | 51,9        | 52,3        | 6,9         | 22,0        | 55,0        | 63,7        | 55,3        | 47,1        | 42,6        | 66,3        | 53,1        | 45,1        | 57,1        | 53,1        | 91,8        | 44,7           | 47,2        | 69,4        | 66,7        | 81,7        |
|                 | 2-4                 | 0,0         | 0,0         | 0,0         | 0,0         | 0,0         | 33,3        | 38,5        | 91,6        | 74,2        | 45,0        | 12,7        | 27,2        | 52,0        | 50,5        | 33,7        | 22,4        | 19,6        | 16,3        | 2,0         | 0,0         | 7,9            | 5,6         | 15,3        | 13,9        | 18,3        |
|                 | <b>Średnia</b>      | <b>8,6</b>  | <b>8,6</b>  | <b>11,0</b> | <b>8,0</b>  | <b>15,0</b> | <b>23,4</b> | <b>24,0</b> | <b>45,1</b> | <b>35,8</b> | <b>29,7</b> | <b>19,0</b> | <b>22,2</b> | <b>35,7</b> | <b>32,5</b> | <b>28,9</b> | <b>20,3</b> | <b>19,0</b> | <b>19,1</b> | <b>13,7</b> | <b>16,1</b> | <b>17,8</b>    | <b>14,9</b> | <b>22,0</b> | <b>18,5</b> | <b>23,2</b> |
| Gdańsk          | 0                   | 18,9        | 21,1        | 15,6        | 17,8        | 31,2        | 0,0         | 1,5         | 0,0         | 7,1         | 5,9         | 14,7        | 9,2         | 16,9        | 3,1         | 11,5        | 3,7         | 37,0        | 51,9        | 32,1        | 10,7        | 17,4           | 27,3        | 22,7        | 18,2        | 34,9        |
|                 | 1                   | 81,1        | 78,9        | 81,1        | 74,4        | 67,7        | 83,1        | 83,3        | 74,2        | 88,2        | 94,1        | 78,9        | 80,5        | 77,9        | 86,5        | 80,6        | 96,3        | 63,0        | 48,1        | 60,7        | 85,7        | 73,9           | 63,6        | 72,7        | 77,3        | 58,1        |
|                 | 2-4                 | 0,0         | 0,0         | 3,3         | 7,8         | 1,1         | 16,9        | 15,2        | 25,8        | 4,7         | 0,0         | 6,4         | 10,3        | 5,1         | 10,4        | 7,9         | 0,0         | 0,0         | 0,0         | 7,1         | 3,6         | 8,7            | 9,1         | 4,5         | 4,5         | 7,0         |
|                 | <b>Średnia</b>      | <b>16,2</b> | <b>15,8</b> | <b>17,7</b> | <b>17,2</b> | <b>14,4</b> | <b>22,5</b> | <b>23,0</b> | <b>25,7</b> | <b>19,4</b> | <b>18,9</b> | <b>18,0</b> | <b>19,6</b> | <b>17,8</b> | <b>21,8</b> | <b>20,5</b> | <b>18,3</b> | <b>14,8</b> | <b>13,0</b> | <b>17,0</b> | <b>15,5</b> | <b>18,3</b>    | <b>17,3</b> | <b>16,8</b> | <b>17,0</b> | <b>16,2</b> |
| Radom           | 0                   | 7,7         | 7,7         | 8,0         | 8,0         | 23,1        | 6,3         | 6,4         | 11,3        | 9,6         | 12,4        | 0,0         | 6,5         | 0,0         | 1,6         | 19,6        | 12,1        | 18,2        | 9,4         | 21,9        | 12,5        | 0,0            | 0,0         | 3,2         | 3,2         | 0,0         |
|                 | 1                   | 73,1        | 76,9        | 48,0        | 44,0        | 38,5        | 66,7        | 70,9        | 66,9        | 65,2        | 71,5        | 59,0        | 69,4        | 66,1        | 75,4        | 66,7        | 69,7        | 69,7        | 71,9        | 65,6        | 68,8        | 75,8           | 81,8        | 71,0        | 64,5        | 56,7        |
|                 | 2-4                 | 19,2        | 15,4        | 44,0        | 48,0        | 38,5        | 27,0        | 22,7        | 21,8        | 25,2        | 16,1        | 41,0        | 24,2        | 33,9        | 23,0        | 13,7        | 18,2        | 12,1        | 18,8        | 12,5        | 18,8        | 24,2           | 18,2        | 25,8        | 32,3        | 43,3        |
|                 | <b>Średnia</b>      | <b>23,3</b> | <b>22,1</b> | <b>27,0</b> | <b>27,0</b> | <b>24,0</b> | <b>23,4</b> | <b>22,6</b> | <b>22,3</b> | <b>22,4</b> | <b>20,9</b> | <b>26,1</b> | <b>22,7</b> | <b>24,9</b> | <b>24,3</b> | <b>19,3</b> | <b>21,7</b> | <b>22,1</b> | <b>27,8</b> | <b>21,7</b> | <b>24,8</b> | <b>26,1</b>    | <b>25,8</b> | <b>27,1</b> | <b>30,6</b> | <b>28,0</b> |
| Warszawa        | 0                   | -           | -           | -           | -           | -           | 0,0         | 0,0         | 0,0         | 1,7         | 0,0         | 1,4         | 2,8         | 3,4         | 0,0         | 1,7         | 14,9        | 12,8        | 8,9         | 2,2         | 2,2         | 28,6           | 28,6        | 18,5        | 22,2        | 3,7         |
|                 | 1                   | -           | -           | -           | -           | -           | 57,6        | 58,6        | 55,9        | 18,6        | 51,6        | 51,4        | 64,8        | 61,0        | 27,1        | 54,2        | 72,3        | 61,7        | 73,3        | 64,4        | 71,1        | 71,4           | 71,4        | 81,5        | 51,9        | 92,6        |
|                 | 2-4                 | -           | -           | -           | -           | -           | 42,4        | 41,4        | 44,1        | 79,7        | 48,4        | 47,1        | 32,4        | 35,6        | 72,9        | 44,1        | 12,8        | 25,5        | 17,8        | 33,3        | 26,7        | 0,0            | 0,0         | 0,0         | 25,9        | 3,7         |
|                 | <b>Średnia</b>      | <b>-</b>    | <b>-</b>    | <b>-</b>    | <b>-</b>    | <b>-</b>    | <b>28,2</b> | <b>26,6</b> | <b>26,9</b> | <b>36,5</b> | <b>27,8</b> | <b>29,0</b> | <b>29,3</b> | <b>27,9</b> | <b>35,8</b> | <b>32,9</b> | <b>20,5</b> | <b>27,1</b> | <b>22,4</b> | <b>27,8</b> | <b>28,9</b> | <b>16,2</b>    | <b>16,2</b> | <b>15,9</b> | <b>22,2</b> | <b>20,0</b> |
| Razem           | 0                   | 33,1        | 29,3        | 20,1        | 21,9        | 29,8        | 3,6         | 4,8         | 2,7         | 2,1         | 4,3         | 8,4         | 9,9         | 9,5         | 5,8         | 9,6         | 13,4        | 21,6        | 20,3        | 21,0        | 17,5        | 24,2           | 23,7        | 14,7        | 18,4        | 23,0        |
|                 | 1                   | 60,5        | 64,1        | 68,6        | 67,5        | 62,9        | 60,2        | 57,8        | 48,8        | 55,9        | 63,4        | 65,0        | 67,0        | 68,0        | 71,7        | 74,1        | 72,3        | 65,0        | 65,9        | 69,2        | 72,3        | 53,9           | 55,0        | 61,0        | 60,4        | 59,3        |
|                 | 2-4                 | 6,4         | 6,7         | 11,3        | 10,5        | 7,3         | 36,2        | 37,5        | 48,5        | 42,0        | 32,4        | 26,6        | 23,1        | 22,6        | 22,5        | 16,3        | 14,3        | 13,3        | 13,8        | 9,8         | 10,2        | 21,9           | 21,3        | 24,2        | 21,2        | 17,7        |
|                 | <b>Średnia</b>      | <b>16,5</b> | <b>16,6</b> | <b>18,6</b> | <b>19,0</b> | <b>17,0</b> | <b>26,0</b> | <b>26,0</b> | <b>30,7</b> | <b>28,5</b> | <b>26,1</b> | <b>24,2</b> | <b>23,7</b> | <b>24,1</b> | <b>24,6</b> | <b>22,5</b> | <b>21,2</b> | <b>20,1</b> | <b>19,8</b> | <b>19,1</b> | <b>19,3</b> | <b>22,3</b>    | <b>22,6</b> | <b>24,8</b> | <b>22,9</b> | <b>21,6</b> |

Tabela 4.1. – cd.

| RDLP      | Kl.def.,<br>śr.def. | Iglaste razem |             |             |             |             | Liściaste razem |             |             |             |             | Gatunki razem |             |             |             |             |
|-----------|---------------------|---------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-----------------|-------------|-------------|-------------|-------------|---------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
|           |                     | 2017          | 2018        | 2019        | 2020        | 2021        | 2017            | 2018        | 2019        | 2020        | 2021        | 2017          | 2018        | 2019        | 2020        | 2021        |
| Białystok | 0                   | 4,8           | 3,4         | 2,7         | 2,4         | 2,5         | 7,0             | 6,0         | 10,2        | 8,3         | 8,4         | 5,5           | 4,3         | 5,3         | 4,4         | 4,6         |
|           | 1                   | 79,2          | 83,7        | 86,7        | 88,7        | 87,9        | 71,0            | 77,5        | 77,9        | 78,4        | 80,2        | 76,4          | 81,6        | 83,7        | 85,2        | 85,1        |
|           | 2-4                 | 16,0          | 12,8        | 10,6        | 8,9         | 9,7         | 22,0            | 16,6        | 11,9        | 13,3        | 11,3        | 18,1          | 14,1        | 11,1        | 10,4        | 10,3        |
|           | <b>Średnia</b>      | <b>23,4</b>   | <b>23,4</b> | <b>23,0</b> | <b>22,1</b> | <b>22,9</b> | <b>25,1</b>     | <b>23,0</b> | <b>21,4</b> | <b>21,6</b> | <b>21,6</b> | <b>24,0</b>   | <b>23,3</b> | <b>22,5</b> | <b>21,9</b> | <b>22,4</b> |
| Katowice  | 0                   | 2,7           | 4,4         | 0,9         | 5,3         | 8,4         | 10,9            | 5,2         | 0,7         | 8,4         | 16,1        | 5,9           | 4,8         | 0,8         | 6,6         | 11,6        |
|           | 1                   | 79,7          | 81,3        | 79,5        | 84,6        | 85,3        | 43,8            | 50,0        | 44,8        | 60,4        | 63,2        | 65,7          | 68,5        | 65,2        | 74,7        | 76,0        |
|           | 2-4                 | 17,5          | 14,2        | 19,5        | 10,1        | 6,4         | 45,4            | 44,8        | 54,5        | 31,2        | 20,7        | 28,4          | 26,7        | 33,9        | 18,8        | 12,4        |
|           | <b>Średnia</b>      | <b>23,4</b>   | <b>22,2</b> | <b>23,3</b> | <b>21,2</b> | <b>19,5</b> | <b>28,1</b>     | <b>28,3</b> | <b>31,4</b> | <b>26,1</b> | <b>22,3</b> | <b>25,3</b>   | <b>24,7</b> | <b>26,6</b> | <b>23,2</b> | <b>20,7</b> |
| Kraków    | 0                   | 20,9          | 23,5        | 6,5         | 4,1         | 4,0         | 28,8            | 22,2        | 0,7         | 2,7         | 14,9        | 24,8          | 22,9        | 3,6         | 3,4         | 9,5         |
|           | 1                   | 58,4          | 62,0        | 86,3        | 85,0        | 84,5        | 45,8            | 57,0        | 86,2        | 81,6        | 71,2        | 52,2          | 59,5        | 86,3        | 83,3        | 77,8        |
|           | 2-4                 | 20,7          | 14,5        | 7,2         | 10,9        | 11,5        | 25,4            | 20,8        | 13,0        | 15,7        | 13,9        | 23,0          | 17,6        | 10,1        | 13,3        | 12,7        |
|           | <b>Średnia</b>      | <b>21,0</b>   | <b>20,0</b> | <b>20,5</b> | <b>22,1</b> | <b>20,8</b> | <b>21,8</b>     | <b>21,2</b> | <b>22,1</b> | <b>23,4</b> | <b>20,7</b> | <b>21,4</b>   | <b>20,6</b> | <b>21,3</b> | <b>22,7</b> | <b>20,7</b> |
| Krosno    | 0                   | 5,9           | 4,6         | 10,2        | 19,9        | 29,1        | 22,9            | 24,2        | 14,5        | 15,1        | 30,6        | 13,5          | 13,4        | 12,1        | 17,7        | 29,8        |
|           | 1                   | 73,5          | 74,6        | 73,2        | 67,4        | 62,1        | 57,7            | 57,8        | 73,1        | 68,3        | 60,6        | 66,5          | 67,1        | 73,2        | 67,8        | 61,5        |
|           | 2-4                 | 20,7          | 20,7        | 16,6        | 12,7        | 8,8         | 19,3            | 18,0        | 12,4        | 16,6        | 8,8         | 20,1          | 19,5        | 14,7        | 14,5        | 8,8         |
|           | <b>Średnia</b>      | <b>24,1</b>   | <b>24,0</b> | <b>22,3</b> | <b>19,1</b> | <b>17,4</b> | <b>21,9</b>     | <b>21,0</b> | <b>21,0</b> | <b>20,7</b> | <b>16,6</b> | <b>23,1</b>   | <b>22,6</b> | <b>21,7</b> | <b>19,8</b> | <b>17,0</b> |
| Lublin    | 0                   | 6,5           | 6,2         | 1,7         | 1,0         | 2,0         | 9,6             | 8,4         | 6,0         | 3,8         | 4,3         | 7,7           | 7,0         | 3,4         | 2,1         | 2,9         |
|           | 1                   | 70,5          | 67,9        | 73,8        | 71,1        | 69,2        | 57,6            | 58,5        | 57,4        | 59,8        | 68,6        | 65,6          | 64,3        | 67,5        | 66,7        | 69,0        |
|           | 2-4                 | 22,9          | 25,9        | 24,5        | 27,9        | 28,8        | 32,8            | 33,1        | 36,6        | 36,4        | 27,1        | 26,7          | 28,7        | 29,2        | 31,2        | 28,1        |
|           | <b>Średnia</b>      | <b>23,3</b>   | <b>24,3</b> | <b>25,8</b> | <b>26,3</b> | <b>26,1</b> | <b>25,3</b>     | <b>25,7</b> | <b>27,1</b> | <b>26,9</b> | <b>25,1</b> | <b>24,0</b>   | <b>24,8</b> | <b>26,3</b> | <b>26,6</b> | <b>25,7</b> |
| Łódź      | 0                   | 18,0          | 19,0        | 12,4        | 9,9         | 14,9        | 3,6             | 6,1         | 4,1         | 6,2         | 15,3        | 15,1          | 16,4        | 10,6        | 9,0         | 15,0        |
|           | 1                   | 65,5          | 63,1        | 69,9        | 68,9        | 70,3        | 62,1            | 63,1        | 58,6        | 53,6        | 57,8        | 64,8          | 63,1        | 67,4        | 65,4        | 67,5        |
|           | 2-4                 | 16,5          | 17,9        | 17,8        | 21,3        | 14,8        | 34,3            | 30,7        | 37,3        | 40,2        | 26,9        | 20,1          | 20,5        | 22,0        | 25,6        | 17,5        |
|           | <b>Średnia</b>      | <b>20,9</b>   | <b>21,6</b> | <b>22,1</b> | <b>23,5</b> | <b>20,7</b> | <b>25,4</b>     | <b>25,7</b> | <b>26,7</b> | <b>27,4</b> | <b>23,9</b> | <b>21,9</b>   | <b>22,4</b> | <b>23,1</b> | <b>24,4</b> | <b>21,4</b> |
| Olsztyn   | 0                   | 2,2           | 8,3         | 5,1         | 1,6         | 1,2         | 7,9             | 22,4        | 18,4        | 17,2        | 14,7        | 4,7           | 14,5        | 11,0        | 8,4         | 7,3         |
|           | 1                   | 88,2          | 82,6        | 86,0        | 87,0        | 85,3        | 77,1            | 67,0        | 72,4        | 73,2        | 78,2        | 83,3          | 75,8        | 80,0        | 81,0        | 82,1        |
|           | 2-4                 | 9,6           | 9,0         | 8,9         | 11,4        | 13,5        | 15,0            | 10,6        | 9,2         | 9,6         | 7,0         | 12,0          | 9,7         | 9,1         | 10,6        | 10,6        |
|           | <b>Średnia</b>      | <b>22,4</b>   | <b>20,8</b> | <b>21,8</b> | <b>22,6</b> | <b>23,4</b> | <b>21,3</b>     | <b>19,6</b> | <b>19,2</b> | <b>20,2</b> | <b>19,8</b> | <b>21,9</b>   | <b>20,3</b> | <b>20,6</b> | <b>21,5</b> | <b>21,8</b> |
| Piła      | 0                   | 7,9           | 7,6         | 3,7         | 3,8         | 4,3         | 8,5             | 6,7         | 16,9        | 11,9        | 4,0         | 8,0           | 7,5         | 5,6         | 5,0         | 4,3         |
|           | 1                   | 83,6          | 84,2        | 83,0        | 82,6        | 76,5        | 62,8            | 64,2        | 60,5        | 64,2        | 66,1        | 80,8          | 81,5        | 79,8        | 79,8        | 75,1        |
|           | 2-4                 | 8,5           | 8,2         | 13,3        | 13,6        | 19,2        | 28,7            | 29,1        | 22,7        | 23,8        | 29,9        | 11,2          | 11,1        | 14,6        | 15,2        | 20,6        |
|           | <b>Średnia</b>      | <b>20,1</b>   | <b>20,1</b> | <b>21,9</b> | <b>22,1</b> | <b>23,6</b> | <b>22,9</b>     | <b>24,0</b> | <b>22,6</b> | <b>27,0</b> | <b>25,7</b> | <b>20,5</b>   | <b>20,7</b> | <b>22,0</b> | <b>22,9</b> | <b>23,9</b> |
| Poznań    | 0                   | 3,6           | 5,6         | 2,3         | 5,5         | 12,1        | 6,7             | 13,1        | 8,5         | 5,8         | 11,6        | 4,7           | 8,3         | 4,6         | 5,6         | 11,9        |
|           | 1                   | 65,3          | 72,5        | 72,8        | 75,1        | 62,6        | 59,9            | 57,2        | 59,5        | 62,3        | 52,6        | 63,4          | 67,0        | 68,0        | 70,4        | 58,9        |
|           | 2-4                 | 31,1          | 21,9        | 24,9        | 19,4        | 25,3        | 33,4            | 29,8        | 32,0        | 31,9        | 35,7        | 31,9          | 24,7        | 27,5        | 23,9        | 29,2        |
|           | <b>Średnia</b>      | <b>25,6</b>   | <b>23,5</b> | <b>24,6</b> | <b>23,3</b> | <b>22,9</b> | <b>26,0</b>     | <b>24,4</b> | <b>26,4</b> | <b>25,9</b> | <b>26,3</b> | <b>25,8</b>   | <b>23,8</b> | <b>25,3</b> | <b>24,2</b> | <b>24,2</b> |

Tabela 4.1. – cd.

| RDLP            | Kl.def.,<br>śr.def. | Iglaste razem |             |             |             |             | Liściaste razem |             |             |             |             | Gatunki razem |             |             |             |             |
|-----------------|---------------------|---------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-----------------|-------------|-------------|-------------|-------------|---------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
|                 |                     | 2017          | 2018        | 2019        | 2020        | 2021        | 2017            | 2018        | 2019        | 2020        | 2021        | 2017          | 2018        | 2019        | 2020        | 2021        |
| Szczecin        | 0                   | 11,2          | 11,3        | 9,9         | 9,3         | 11,1        | 32,2            | 29,6        | 21,6        | 22,0        | 37,3        | 17,7          | 16,9        | 13,5        | 13,2        | 19,6        |
|                 | 1                   | 76,2          | 73,4        | 70,5        | 68,4        | 69,0        | 54,0            | 48,6        | 48,6        | 50,1        | 42,8        | 69,4          | 65,9        | 63,8        | 62,7        | 60,5        |
|                 | 2-4                 | 12,6          | 15,3        | 19,6        | 22,3        | 19,9        | 13,8            | 21,8        | 29,8        | 28,0        | 19,9        | 13,0          | 17,2        | 22,8        | 24,0        | 19,9        |
|                 | <b>Średnia</b>      | <b>20,6</b>   | <b>21,4</b> | <b>22,4</b> | <b>23,3</b> | <b>22,4</b> | <b>18,1</b>     | <b>20,4</b> | <b>23,9</b> | <b>23,3</b> | <b>19,0</b> | <b>19,8</b>   | <b>21,1</b> | <b>22,8</b> | <b>23,3</b> | <b>21,3</b> |
| Szczecinek      | 0                   | 11,8          | 10,0        | 7,2         | 5,4         | 3,7         | 10,8            | 11,8        | 15,1        | 12,7        | 6,0         | 11,5          | 10,7        | 10,3        | 8,3         | 4,6         |
|                 | 1                   | 82,4          | 83,9        | 87,0        | 87,8        | 86,2        | 78,4            | 79,6        | 75,2        | 78,4        | 79,1        | 80,9          | 82,3        | 82,4        | 84,0        | 83,3        |
|                 | 2-4                 | 5,8           | 6,0         | 5,7         | 6,8         | 10,1        | 10,8            | 8,6         | 9,6         | 8,9         | 14,9        | 7,6           | 7,0         | 7,3         | 7,7         | 12,1        |
|                 | <b>Średnia</b>      | <b>18,4</b>   | <b>18,8</b> | <b>19,5</b> | <b>20,3</b> | <b>21,3</b> | <b>19,2</b>     | <b>18,7</b> | <b>19,1</b> | <b>19,4</b> | <b>22,1</b> | <b>18,7</b>   | <b>18,7</b> | <b>19,4</b> | <b>20,0</b> | <b>21,6</b> |
| Toruń           | 0                   | 5,6           | 9,1         | 5,3         | 3,0         | 5,3         | 10,5            | 19,0        | 16,3        | 10,2        | 13,0        | 6,6           | 11,4        | 7,8         | 4,7         | 7,2         |
|                 | 1                   | 81,6          | 79,8        | 77,7        | 85,2        | 85,0        | 71,4            | 71,8        | 66,6        | 73,1        | 73,1        | 79,4          | 78,0        | 75,2        | 82,3        | 82,2        |
|                 | 2-4                 | 12,8          | 11,1        | 17,0        | 11,8        | 9,7         | 18,0            | 9,3         | 17,1        | 16,7        | 13,9        | 14,0          | 10,7        | 17,0        | 13,0        | 10,7        |
|                 | <b>Średnia</b>      | <b>22,1</b>   | <b>21,6</b> | <b>22,5</b> | <b>21,8</b> | <b>21,1</b> | <b>21,8</b>     | <b>18,7</b> | <b>20,3</b> | <b>21,9</b> | <b>20,1</b> | <b>22,0</b>   | <b>20,9</b> | <b>22,0</b> | <b>21,8</b> | <b>20,8</b> |
| Wrocław         | 0                   | 10,6          | 11,8        | 18,6        | 15,4        | 7,3         | 13,2            | 13,2        | 10,6        | 12,0        | 9,3         | 11,8          | 12,4        | 14,9        | 13,8        | 8,2         |
|                 | 1                   | 61,6          | 63,9        | 45,1        | 68,4        | 77,9        | 54,0            | 47,9        | 29,8        | 47,3        | 62,9        | 58,1          | 56,5        | 38,0        | 58,3        | 70,8        |
|                 | 2-4                 | 27,8          | 24,3        | 36,3        | 16,1        | 14,8        | 32,8            | 38,9        | 59,6        | 40,7        | 27,9        | 30,1          | 31,1        | 47,1        | 27,9        | 21,0        |
|                 | <b>Średnia</b>      | <b>24,0</b>   | <b>23,3</b> | <b>25,1</b> | <b>21,0</b> | <b>22,2</b> | <b>25,3</b>     | <b>27,1</b> | <b>35,1</b> | <b>28,8</b> | <b>25,8</b> | <b>24,6</b>   | <b>25,1</b> | <b>29,7</b> | <b>24,7</b> | <b>23,9</b> |
| Zielona<br>Góra | 0                   | 7,6           | 18,2        | 3,4         | 8,3         | 1,0         | 28,1            | 25,4        | 10,8        | 16,3        | 2,1         | 12,0          | 19,7        | 5,0         | 10,0        | 1,2         |
|                 | 1                   | 66,3          | 59,8        | 55,0        | 69,6        | 81,6        | 52,2            | 49,7        | 37,1        | 40,4        | 68,3        | 63,3          | 57,6        | 51,2        | 63,3        | 78,7        |
|                 | 2-4                 | 26,1          | 22,0        | 41,6        | 22,1        | 17,4        | 19,7            | 24,9        | 52,0        | 43,4        | 29,6        | 24,8          | 22,6        | 43,8        | 26,7        | 20,1        |
|                 | <b>Średnia</b>      | <b>24,2</b>   | <b>21,6</b> | <b>28,4</b> | <b>23,0</b> | <b>24,2</b> | <b>20,1</b>     | <b>20,5</b> | <b>33,2</b> | <b>27,5</b> | <b>26,0</b> | <b>23,3</b>   | <b>21,4</b> | <b>29,4</b> | <b>24,0</b> | <b>24,6</b> |
| Gdańsk          | 0                   | 5,9           | 4,8         | 4,9         | 6,7         | 2,1         | 12,7            | 13,5        | 16,5        | 9,8         | 16,8        | 8,1           | 7,5         | 8,5         | 7,7         | 6,9         |
|                 | 1                   | 87,4          | 88,8        | 86,7        | 86,9        | 88,6        | 80,9            | 78,5        | 75,8        | 82,1        | 78,6        | 85,4          | 85,5        | 83,3        | 85,4        | 85,3        |
|                 | 2-4                 | 6,6           | 6,5         | 8,4         | 6,4         | 9,3         | 6,4             | 8,0         | 7,8         | 8,1         | 4,5         | 6,5           | 7,0         | 8,2         | 7,0         | 7,8         |
|                 | <b>Średnia</b>      | <b>20,0</b>   | <b>20,1</b> | <b>20,2</b> | <b>20,1</b> | <b>21,5</b> | <b>18,4</b>     | <b>18,9</b> | <b>18,7</b> | <b>19,8</b> | <b>18,2</b> | <b>19,5</b>   | <b>19,7</b> | <b>19,8</b> | <b>20,0</b> | <b>20,4</b> |
| Radom           | 0                   | 18,9          | 19,7        | 18,7        | 12,9        | 18,3        | 4,9             | 7,2         | 7,5         | 8,5         | 13,4        | 15,5          | 16,6        | 15,8        | 11,7        | 17,0        |
|                 | 1                   | 61,8          | 60,3        | 60,0        | 61,7        | 62,8        | 67,0            | 72,3        | 66,1        | 65,5        | 65,6        | 63,1          | 63,3        | 61,6        | 62,7        | 63,6        |
|                 | 2-4                 | 19,4          | 20,0        | 21,3        | 25,4        | 18,8        | 28,0            | 20,5        | 26,4        | 26,1        | 21,0        | 21,5          | 20,1        | 22,6        | 25,6        | 19,4        |
|                 | <b>Średnia</b>      | <b>21,3</b>   | <b>21,7</b> | <b>21,6</b> | <b>24,1</b> | <b>21,3</b> | <b>24,1</b>     | <b>22,9</b> | <b>24,4</b> | <b>24,0</b> | <b>22,1</b> | <b>22,0</b>   | <b>22,0</b> | <b>22,4</b> | <b>24,1</b> | <b>21,5</b> |
| Warszawa        | 0                   | 5,4           | 4,9         | 3,0         | 0,7         | 2,3         | 7,1             | 7,1         | 5,8         | 4,2         | 1,5         | 5,9           | 5,6         | 3,8         | 1,7         | 2,1         |
|                 | 1                   | 77,1          | 79,9        | 83,0        | 78,7        | 79,5        | 60,4            | 62,9        | 65,3        | 36,8        | 62,6        | 71,8          | 74,6        | 77,6        | 66,4        | 74,2        |
|                 | 2-4                 | 17,5          | 15,2        | 14,0        | 20,7        | 18,1        | 32,5            | 29,9        | 28,9        | 58,9        | 35,9        | 22,2          | 19,8        | 18,6        | 31,9        | 23,7        |
|                 | <b>Średnia</b>      | <b>22,6</b>   | <b>21,6</b> | <b>22,1</b> | <b>24,4</b> | <b>22,7</b> | <b>25,4</b>     | <b>26,6</b> | <b>24,6</b> | <b>32,2</b> | <b>28,5</b> | <b>23,5</b>   | <b>23,2</b> | <b>22,8</b> | <b>26,7</b> | <b>24,5</b> |
| Razem           | 0                   | 8,2           | 9,8         | 6,7         | 6,6         | 7,2         | 13,7            | 15,2        | 11,7        | 11,4        | 14,1        | 10,1          | 11,6        | 8,4         | 8,3         | 9,6         |
|                 | 1                   | 75,2          | 75,0        | 74,9        | 77,9        | 77,8        | 62,7            | 62,1        | 61,6        | 64,7        | 67,2        | 71,0          | 70,6        | 70,3        | 73,3        | 74,0        |
|                 | 2-4                 | 16,6          | 15,2        | 18,4        | 15,5        | 15,0        | 23,6            | 22,7        | 26,7        | 23,9        | 18,7        | 18,9          | 17,7        | 21,3        | 18,4        | 16,3        |
|                 | <b>Średnia</b>      | <b>22,2</b>   | <b>21,8</b> | <b>22,9</b> | <b>22,3</b> | <b>22,2</b> | <b>22,8</b>     | <b>22,5</b> | <b>24,5</b> | <b>23,7</b> | <b>22,1</b> | <b>22,4</b>   | <b>22,0</b> | <b>23,4</b> | <b>22,8</b> | <b>22,1</b> |

Tabela 4.2. Udział procentowy drzew w klasach defoliacji 0 (do 10% def.), 1 (11–25% def.) i 2–4 (> 25% def. i drzewa martwe) oraz średnia defoliacja [%] według gatunków w układzie krain przyrodniczo-leśnych – wiek powyżej 20 lat, wszystkie formy własności, lata 2012–2021.

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

Tabela 4.2. – cd.

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

Tabela 4.2. – cd.

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

Tabela 4.2. – cd.

| Kraina przyrodniczo-leśna | Kl.def.,<br>śr.def. | Sosna       |             |             |             |             | Świerk      |             |             |             |             | Jodła       |             |             |             |             | Inne iglaste |             |             |             |             |
|---------------------------|---------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
|                           |                     | 2017        | 2018        | 2019        | 2020        | 2021        | 2017        | 2018        | 2019        | 2020        | 2021        | 2017        | 2018        | 2019        | 2020        | 2021        | 2017         | 2018        | 2019        | 2020        | 2021        |
| Bałtycka                  | 0                   | 10,4        | 10,3        | 8,8         | 7,5         | 6,1         | 7,3         | 12,1        | 10,9        | 6,5         | 5,1         | -           | 0,0         | 0,0         | 0,0         | 0,0         | 13,7         | 16,4        | 10,5        | 23,4        | 19,5        |
|                           | 1                   | 82,0        | 82,5        | 81,7        | 82,7        | 82,3        | 72,4        | 71,8        | 69,4        | 75,1        | 72,6        | -           | 100,0       | 100,0       | 100,0       | 100,0       | 77,4         | 76,2        | 82,3        | 70,2        | 70,3        |
|                           | 2-4                 | 7,7         | 7,2         | 9,5         | 9,8         | 11,6        | 20,3        | 16,1        | 19,8        | 18,4        | 22,4        | -           | 0,0         | 0,0         | 0,0         | 0,0         | 8,9          | 7,4         | 7,3         | 6,5         | 10,2        |
|                           | <b>Średnia</b>      | <b>19,4</b> | <b>19,2</b> | <b>20,2</b> | <b>20,8</b> | <b>21,7</b> | <b>22,5</b> | <b>23,0</b> | <b>25,5</b> | <b>25,2</b> | <b>25,2</b> | -           | <b>17,5</b> | <b>17,5</b> | <b>17,5</b> | <b>16,3</b> | <b>19,1</b>  | <b>18,9</b> | <b>19,3</b> | <b>17,3</b> | <b>18,7</b> |
| Mazursko-Podlaska         | 0                   | 3,0         | 2,6         | 2,3         | 1,5         | 1,4         | 10,9        | 15,6        | 6,2         | 3,2         | 2,1         | -           | -           | -           | -           | -           | 5,0          | 45,0        | 10,0        | 0,0         | 0,0         |
|                           | 1                   | 82,9        | 85,4        | 89,2        | 89,2        | 87,2        | 67,1        | 66,7        | 75,4        | 82,1        | 85,3        | -           | -           | -           | -           | -           | 90,0         | 55,0        | 85,0        | 90,0        | 77,3        |
|                           | 2-4                 | 14,1        | 12,0        | 8,5         | 9,3         | 11,4        | 22,0        | 17,8        | 18,4        | 14,7        | 12,5        | -           | -           | -           | -           | -           | 5,0          | 0,0         | 5,0         | 10,0        | 22,7        |
|                           | <b>Średnia</b>      | <b>23,5</b> | <b>22,9</b> | <b>22,1</b> | <b>22,2</b> | <b>23,2</b> | <b>23,5</b> | <b>23,4</b> | <b>25,1</b> | <b>22,8</b> | <b>23,4</b> | -           | -           | -           | -           | -           | <b>18,5</b>  | <b>13,8</b> | <b>17,3</b> | <b>22,0</b> | <b>24,8</b> |
| Wielkopolsko-Pomorska     | 0                   | 6,0         | 8,2         | 4,5         | 4,2         | 5,8         | 18,1        | 15,1        | 13,2        | 14,9        | 4,6         | -           | -           | -           | -           | -           | 11,2         | 11,4        | 10,1        | 12,2        | 4,3         |
|                           | 1                   | 76,4        | 75,5        | 74,1        | 78,2        | 76,3        | 68,1        | 74,8        | 70,5        | 73,1        | 76,9        | -           | -           | -           | -           | -           | 64,0         | 58,0        | 53,9        | 55,6        | 58,7        |
|                           | 2-4                 | 17,6        | 16,3        | 21,4        | 17,6        | 17,9        | 13,8        | 10,1        | 16,3        | 11,9        | 18,5        | -           | -           | -           | -           | -           | 24,7         | 30,7        | 36,0        | 32,2        | 37,0        |
|                           | <b>Średnia</b>      | <b>22,4</b> | <b>22,0</b> | <b>23,4</b> | <b>22,7</b> | <b>22,8</b> | <b>20,3</b> | <b>19,6</b> | <b>20,7</b> | <b>20,2</b> | <b>22,1</b> | -           | -           | -           | -           | -           | <b>25,1</b>  | <b>26,1</b> | <b>29,7</b> | <b>28,8</b> | <b>28,9</b> |
| Mazowiecko-Podlaska       | 0                   | 3,5         | 3,5         | 2,3         | 1,4         | 2,6         | 7,1         | 3,2         | 0,0         | 0,0         | 0,0         | -           | -           | -           | -           | -           | 29,6         | 29,6        | 7,4         | 32,1        | 10,7        |
|                           | 1                   | 74,3        | 73,9        | 74,9        | 73,4        | 75,0        | 64,3        | 77,4        | 74,3        | 82,1        | 73,7        | -           | -           | -           | -           | -           | 66,7         | 66,7        | 81,5        | 50,0        | 82,1        |
|                           | 2-4                 | 22,1        | 22,7        | 22,8        | 25,2        | 22,4        | 28,6        | 19,4        | 25,7        | 17,9        | 26,3        | -           | -           | -           | -           | -           | 3,7          | 3,7         | 11,1        | 17,9        | 7,1         |
|                           | <b>Średnia</b>      | <b>24,2</b> | <b>24,4</b> | <b>24,8</b> | <b>26,0</b> | <b>24,7</b> | <b>28,9</b> | <b>26,8</b> | <b>26,3</b> | <b>23,3</b> | <b>27,0</b> | -           | -           | -           | -           | -           | <b>16,9</b>  | <b>16,5</b> | <b>18,7</b> | <b>20,0</b> | <b>20,0</b> |
| Śląska                    | 0                   | 3,9         | 11,0        | 4,4         | 7,4         | 6,4         | 27,8        | 36,6        | 39,5        | 36,8        | 21,2        | -           | -           | -           | -           | -           | 11,3         | 13,6        | 16,0        | 11,0        | 10,0        |
|                           | 1                   | 73,4        | 71,0        | 59,7        | 75,9        | 82,1        | 58,2        | 48,8        | 55,8        | 44,8        | 67,1        | -           | -           | -           | -           | -           | 71,3         | 64,2        | 53,1        | 63,4        | 75,0        |
|                           | 2-4                 | 22,7        | 17,9        | 36,0        | 16,7        | 11,6        | 13,9        | 14,6        | 4,7         | 18,4        | 11,8        | -           | -           | -           | -           | -           | 17,5         | 22,2        | 30,9        | 25,6        | 15,0        |
|                           | <b>Średnia</b>      | <b>24,3</b> | <b>22,6</b> | <b>27,0</b> | <b>22,1</b> | <b>21,5</b> | <b>18,6</b> | <b>17,9</b> | <b>16,7</b> | <b>22,5</b> | <b>19,5</b> | -           | -           | -           | -           | -           | <b>22,6</b>  | <b>22,6</b> | <b>25,3</b> | <b>27,6</b> | <b>22,6</b> |
| Małopolska                | 0                   | 12,1        | 13,3        | 9,4         | 8,7         | 11,4        | 4,0         | 3,9         | 0,0         | 0,0         | 0,0         | 10,4        | 8,8         | 15,3        | 11,7        | 16,3        | 5,7          | 14,3        | 11,8        | 10,5        | 6,5         |
|                           | 1                   | 66,7        | 65,9        | 71,6        | 71,3        | 72,0        | 39,0        | 33,3        | 41,1        | 36,0        | 40,0        | 57,5        | 57,5        | 56,6        | 60,2        | 63,4        | 69,8         | 73,6        | 74,2        | 81,1        | 83,9        |
|                           | 2-4                 | 21,1        | 20,9        | 19,0        | 20,0        | 16,6        | 57,0        | 62,7        | 58,9        | 64,0        | 60,0        | 32,1        | 33,7        | 28,1        | 28,1        | 20,3        | 24,5         | 12,1        | 14,0        | 8,4         | 9,7         |
|                           | <b>Średnia</b>      | <b>22,8</b> | <b>22,7</b> | <b>23,0</b> | <b>23,1</b> | <b>21,6</b> | <b>34,4</b> | <b>37,5</b> | <b>37,1</b> | <b>40,1</b> | <b>39,7</b> | <b>26,2</b> | <b>27,6</b> | <b>24,7</b> | <b>24,5</b> | <b>22,6</b> | <b>23,4</b>  | <b>20,1</b> | <b>20,9</b> | <b>20,7</b> | <b>20,4</b> |
| Sudecka                   | 0                   | 0,0         | 12,5        | 6,3         | 6,3         | 6,3         | 18,3        | 7,6         | 28,7        | 21,9        | 1,7         | 30,0        | 30,0        | 10,0        | 16,7        | 16,7        | 4,3          | 4,4         | 28,6        | 5,1         | 0,0         |
|                           | 1                   | 52,9        | 56,3        | 31,3        | 68,8        | 75,0        | 60,7        | 70,2        | 37,3        | 63,3        | 79,7        | 60,0        | 70,0        | 40,0        | 33,3        | 66,7        | 60,9         | 55,6        | 19,0        | 84,6        | 82,9        |
|                           | 2-4                 | 47,1        | 31,3        | 62,5        | 25,0        | 18,8        | 21,0        | 22,2        | 34,0        | 14,7        | 18,6        | 10,0        | 0,0         | 50,0        | 50,0        | 16,7        | 34,8         | 40,0        | 52,4        | 10,3        | 17,1        |
|                           | <b>Średnia</b>      | <b>26,5</b> | <b>23,4</b> | <b>30,9</b> | <b>23,8</b> | <b>24,7</b> | <b>22,0</b> | <b>23,5</b> | <b>23,1</b> | <b>19,8</b> | <b>23,2</b> | <b>18,5</b> | <b>19,0</b> | <b>27,0</b> | <b>25,8</b> | <b>23,3</b> | <b>26,0</b>  | <b>26,1</b> | <b>24,5</b> | <b>20,8</b> | <b>22,3</b> |
| Karpacka                  | 0                   | 4,7         | 3,9         | 0,4         | 7,2         | 11,6        | 8,1         | 6,7         | 1,2         | 2,1         | 3,2         | 23,6        | 27,8        | 12,2        | 20,2        | 22,7        | 2,2          | 8,8         | 11,5        | 22,4        | 21,6        |
|                           | 1                   | 78,6        | 82,0        | 83,0        | 78,3        | 79,6        | 58,0        | 66,4        | 72,8        | 62,9        | 59,4        | 62,4        | 60,4        | 79,2        | 74,3        | 69,6        | 75,8         | 79,6        | 78,8        | 63,8        | 66,4        |
|                           | 2-4                 | 16,7        | 14,1        | 16,6        | 14,5        | 8,8         | 33,9        | 26,9        | 26,0        | 34,9        | 37,4        | 14,1        | 11,8        | 8,6         | 5,5         | 7,8         | 22,0         | 11,5        | 9,7         | 13,8        | 12,1        |
|                           | <b>Średnia</b>      | <b>23,1</b> | <b>22,7</b> | <b>24,4</b> | <b>22,1</b> | <b>20,0</b> | <b>27,9</b> | <b>25,9</b> | <b>26,3</b> | <b>27,6</b> | <b>28,9</b> | <b>19,4</b> | <b>18,6</b> | <b>18,6</b> | <b>18,2</b> | <b>17,4</b> | <b>24,9</b>  | <b>20,8</b> | <b>19,5</b> | <b>20,0</b> | <b>18,5</b> |
| Kraj                      | 0                   | 6,9         | 8,3         | 5,4         | 5,1         | 6,2         | 12,0        | 11,4        | 11,9        | 9,5         | 3,6         | 21,2        | 24,2        | 12,7        | 18,6        | 21,4        | 9,8          | 14,1        | 12,7        | 16,2        | 11,8        |
|                           | 1                   | 75,2        | 74,8        | 75,2        | 77,4        | 77,4        | 62,4        | 66,0        | 63,1        | 68,0        | 72,3        | 61,4        | 60,1        | 74,7        | 71,6        | 68,5        | 71,7         | 69,3        | 67,6        | 68,2        | 72,2        |
|                           | 2-4                 | 17,9        | 16,9        | 19,4        | 17,5        | 16,4        | 25,6        | 22,6        | 25,0        | 22,4        | 24,0        | 17,4        | 15,7        | 12,6        | 9,8         | 10,1        | 18,5         | 16,5        | 19,7        | 15,7        | 16,0        |
|                           | <b>Średnia</b>      | <b>22,7</b> | <b>22,3</b> | <b>23,3</b> | <b>23,0</b> | <b>22,6</b> | <b>24,4</b> | <b>24,3</b> | <b>25,0</b> | <b>24,3</b> | <b>25,5</b> | <b>20,7</b> | <b>20,3</b> | <b>19,8</b> | <b>19,4</b> | <b>18,4</b> | <b>22,5</b>  | <b>21,3</b> | <b>22,2</b> | <b>22,1</b> | <b>21,5</b> |

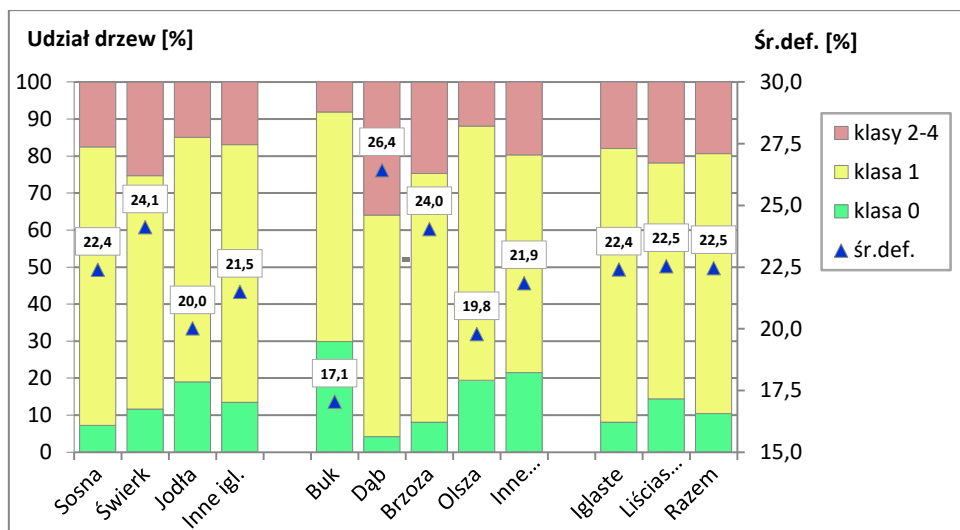


Tabela 4.2. – cd.

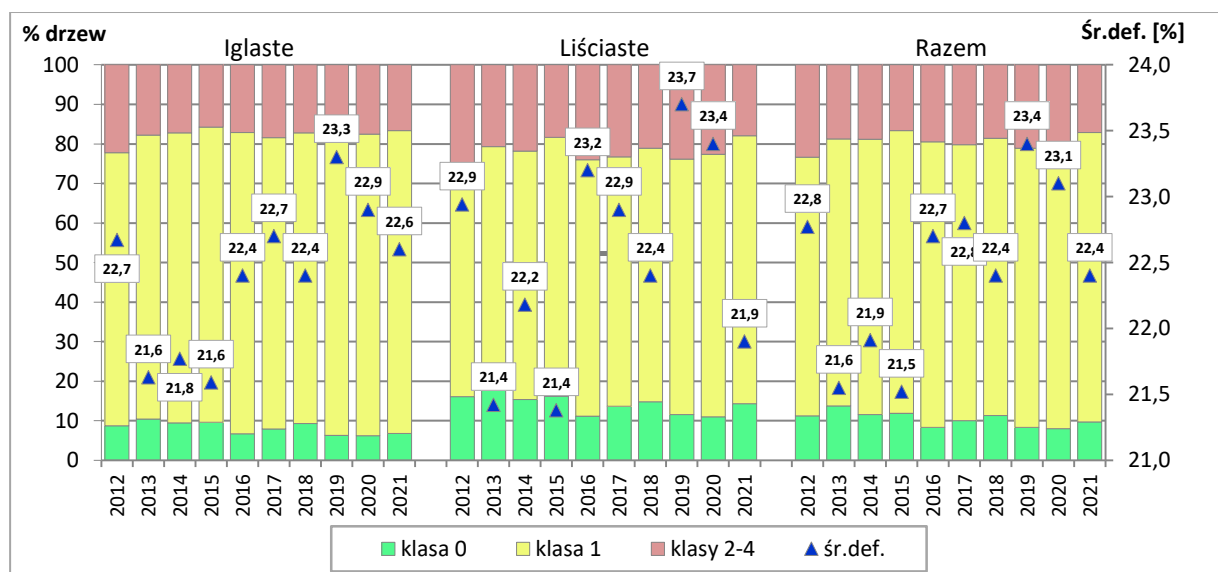
| Kraina przyrodniczo-leśna | Kl.def.,<br>śr.def. | Buk         |             |             |             |             | Dąb         |             |             |             |             | Brzoza      |             |             |             |             | Olsza       |             |             |             |             | Inne liściaste |             |             |             |             |
|---------------------------|---------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|----------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
|                           |                     | 2017        | 2018        | 2019        | 2020        | 2021        | 2017        | 2018        | 2019        | 2020        | 2021        | 2017        | 2018        | 2019        | 2020        | 2021        | 2017        | 2018        | 2019        | 2020        | 2021        | 2017           | 2018        | 2019        | 2020        | 2021        |
| Bałtycka                  | 0                   | 27,8        | 30,1        | 23,9        | 25,2        | 24,9        | 5,2         | 30,1        | 6,3         | 3,3         | 8,0         | 12,8        | 12,6        | 16,1        | 9,0         | 11,4        | 11,8        | 21,5        | 22,5        | 25,1        | 23,7        | 28,3           | 35,9        | 23,8        | 35,6        | 35,2        |
|                           | 1                   | 69,3        | 66,9        | 65,4        | 65,5        | 67,0        | 71,0        | 66,9        | 65,6        | 74,0        | 74,7        | 78,0        | 76,9        | 75,5        | 80,4        | 75,9        | 77,7        | 68,8        | 66,0        | 62,9        | 63,5        | 59,0           | 58,1        | 62,3        | 52,3        | 50,5        |
|                           | 2-4                 | 2,9         | 3,0         | 10,7        | 9,3         | 8,1         | 23,9        | 3,0         | 28,1        | 22,7        | 17,3        | 9,2         | 10,5        | 8,4         | 10,6        | 12,7        | 10,5        | 9,7         | 11,5        | 12,0        | 12,8        | 12,7           | 6,0         | 13,8        | 12,1        | 14,3        |
|                           | <b>Średnia</b>      | <b>15,8</b> | <b>15,7</b> | <b>18,5</b> | <b>18,1</b> | <b>18,0</b> | <b>23,1</b> | <b>15,7</b> | <b>25,2</b> | <b>24,6</b> | <b>22,3</b> | <b>19,3</b> | <b>19,7</b> | <b>19,4</b> | <b>21,3</b> | <b>21,7</b> | <b>19,5</b> | <b>18,5</b> | <b>18,5</b> | <b>18,6</b> | <b>19,0</b> | <b>19,7</b>    | <b>17,2</b> | <b>20,4</b> | <b>18,6</b> | <b>18,9</b> |
| Mazursko-Podlaska         | 0                   | 30,0        | 80,0        | 40,0        | 50,0        | 40,0        | 0,5         | 80,0        | 1,5         | 0,5         | 2,2         | 4,6         | 4,4         | 9,8         | 6,3         | 5,7         | 11,2        | 20,4        | 17,4        | 13,8        | 10,8        | 22,2           | 25,1        | 21,5        | 15,9        | 22,9        |
|                           | 1                   | 70,0        | 20,0        | 60,0        | 50,0        | 60,0        | 73,6        | 20,0        | 88,8        | 82,2        | 85,5        | 63,4        | 73,7        | 78,3        | 81,5        | 81,4        | 80,3        | 72,1        | 78,9        | 82,8        | 85,3        | 60,5           | 64,8        | 69,4        | 73,4        | 68,4        |
|                           | 2-4                 | 0,0         | 0,0         | 0,0         | 0,0         | 0,0         | 25,9        | 0,0         | 9,8         | 17,3        | 12,3        | 31,9        | 21,9        | 11,9        | 12,3        | 12,9        | 8,5         | 7,6         | 3,7         | 3,4         | 3,9         | 17,3           | 10,1        | 9,0         | 10,7        | 8,7         |
|                           | <b>Średnia</b>      | <b>15,5</b> | <b>10,5</b> | <b>12,5</b> | <b>14,5</b> | <b>14,0</b> | <b>25,1</b> | <b>10,5</b> | <b>22,5</b> | <b>23,5</b> | <b>23,3</b> | <b>26,7</b> | <b>24,4</b> | <b>21,9</b> | <b>21,8</b> | <b>22,4</b> | <b>20,4</b> | <b>19,5</b> | <b>17,3</b> | <b>18,3</b> | <b>18,5</b> | <b>20,4</b>    | <b>18,8</b> | <b>19,1</b> | <b>19,9</b> | <b>19,7</b> |
| Wielkopolsko-Pomorska     | 0                   | 21,3        | 25,4        | 33,3        | 18,6        | 17,2        | 4,6         | 25,4        | 3,2         | 0,8         | 2,3         | 8,2         | 11,0        | 12,4        | 6,7         | 11,2        | 21,3        | 32,9        | 25,9        | 25,6        | 25,8        | 28,4           | 22,3        | 14,2        | 13,0        | 18,8        |
|                           | 1                   | 75,6        | 68,3        | 56,7        | 75,2        | 79,5        | 56,9        | 68,3        | 45,5        | 54,5        | 53,6        | 65,4        | 64,5        | 68,0        | 69,0        | 69,7        | 70,7        | 61,1        | 64,8        | 69,1        | 62,9        | 51,2           | 54,9        | 59,8        | 61,6        | 52,6        |
|                           | 2-4                 | 3,1         | 6,3         | 9,9         | 6,2         | 3,3         | 38,4        | 6,3         | 51,3        | 44,7        | 44,0        | 26,3        | 24,5        | 19,6        | 24,2        | 19,1        | 7,9         | 6,0         | 9,3         | 5,3         | 11,3        | 20,4           | 22,9        | 25,9        | 25,4        | 28,6        |
|                           | <b>Średnia</b>      | <b>16,1</b> | <b>16,6</b> | <b>17,3</b> | <b>18,1</b> | <b>17,6</b> | <b>27,0</b> | <b>16,6</b> | <b>31,3</b> | <b>30,6</b> | <b>29,6</b> | <b>24,0</b> | <b>23,8</b> | <b>23,2</b> | <b>25,5</b> | <b>22,1</b> | <b>18,7</b> | <b>16,2</b> | <b>17,7</b> | <b>16,4</b> | <b>17,6</b> | <b>21,0</b>    | <b>21,6</b> | <b>23,4</b> | <b>23,4</b> | <b>23,9</b> |
| Mazowiecko-Podlaska       | 0                   | 50,0        | 66,7        | 33,3        | 33,3        | 100,0       | 3,2         | 66,7        | 0,9         | 2,7         | 2,0         | 7,1         | 6,3         | 5,6         | 2,7         | 5,7         | 12,7        | 16,7        | 13,2        | 17,2        | 17,9        | 12,3           | 14,6        | 13,2        | 15,5        | 15,3        |
|                           | 1                   | 50,0        | 33,3        | 66,7        | 66,7        | 0,0         | 64,3        | 33,3        | 53,2        | 44,0        | 60,3        | 70,2        | 74,6        | 74,4        | 63,0        | 71,9        | 76,6        | 73,0        | 78,7        | 72,6        | 72,0        | 63,9           | 62,1        | 64,6        | 53,2        | 61,9        |
|                           | 2-4                 | 0,0         | 0,0         | 0,0         | 0,0         | 0,0         | 32,4        | 0,0         | 45,9        | 53,3        | 37,7        | 22,7        | 19,2        | 20,0        | 34,2        | 22,4        | 10,7        | 10,3        | 8,1         | 10,2        | 10,0        | 23,8           | 23,4        | 22,1        | 31,3        | 22,8        |
|                           | <b>Średnia</b>      | <b>12,5</b> | <b>10,0</b> | <b>15,0</b> | <b>15,0</b> | <b>8,3</b>  | <b>25,3</b> | <b>10,0</b> | <b>27,9</b> | <b>30,4</b> | <b>26,4</b> | <b>24,4</b> | <b>23,5</b> | <b>23,4</b> | <b>27,0</b> | <b>24,4</b> | <b>20,2</b> | <b>20,2</b> | <b>19,3</b> | <b>20,5</b> | <b>20,5</b> | <b>23,5</b>    | <b>23,4</b> | <b>23,1</b> | <b>25,8</b> | <b>24,6</b> |
| Śląska                    | 0                   | 19,2        | 16,5        | 26,0        | 30,8        | 35,1        | 4,2         | 16,5        | 0,4         | 1,2         | 2,5         | 8,2         | 7,8         | 1,9         | 3,5         | 9,0         | 20,4        | 19,1        | 22,7        | 29,5        | 7,4         | 15,6           | 9,9         | 6,0         | 19,3        | 14,3        |
|                           | 1                   | 69,2        | 62,0        | 33,8        | 48,7        | 50,6        | 53,8        | 62,0        | 9,2         | 37,3        | 56,1        | 46,9        | 47,9        | 36,2        | 53,9        | 69,4        | 58,5        | 65,8        | 42,9        | 58,2        | 81,9        | 49,1           | 48,3        | 36,4        | 48,3        | 57,8        |
|                           | 2-4                 | 11,5        | 21,5        | 40,3        | 20,5        | 14,3        | 42,0        | 21,5        | 90,4        | 61,5        | 41,4        | 44,9        | 44,4        | 61,8        | 42,6        | 21,6        | 21,1        | 15,1        | 34,4        | 12,3        | 10,7        | 35,3           | 41,8        | 57,7        | 32,4        | 28,0        |
|                           | <b>Średnia</b>      | <b>19,9</b> | <b>20,4</b> | <b>23,9</b> | <b>20,1</b> | <b>18,2</b> | <b>26,7</b> | <b>20,4</b> | <b>43,9</b> | <b>33,2</b> | <b>28,7</b> | <b>29,8</b> | <b>30,8</b> | <b>35,5</b> | <b>29,6</b> | <b>24,7</b> | <b>20,6</b> | <b>20,0</b> | <b>23,4</b> | <b>18,1</b> | <b>19,6</b> | <b>26,2</b>    | <b>30,1</b> | <b>36,1</b> | <b>28,4</b> | <b>26,7</b> |
| Małopolska                | 0                   | 47,1        | 32,5        | 14,5        | 25,0        | 51,3        | 3,9         | 32,5        | 3,9         | 3,6         | 6,7         | 3,6         | 5,2         | 3,3         | 2,8         | 10,1        | 14,3        | 20,3        | 17,0        | 16,5        | 21,1        | 23,5           | 22,9        | 17,5        | 12,6        | 25,6        |
|                           | 1                   | 44,3        | 59,6        | 70,5        | 62,5        | 42,3        | 55,6        | 59,6        | 57,4        | 57,9        | 64,3        | 54,8        | 62,9        | 67,0        | 71,0        | 73,0        | 62,9        | 61,0        | 68,8        | 74,0        | 68,1        | 50,0           | 56,4        | 62,8        | 68,5        | 58,3        |
|                           | 2-4                 | 8,6         | 7,9         | 15,0        | 12,5        | 6,4         | 40,6        | 7,9         | 38,8        | 38,5        | 29,0        | 41,6        | 32,0        | 29,7        | 26,2        | 16,9        | 22,8        | 18,7        | 14,2        | 9,5         | 10,8        | 26,5           | 20,6        | 19,7        | 18,9        | 16,0        |
|                           | <b>Średnia</b>      | <b>16,2</b> | <b>17,1</b> | <b>19,2</b> | <b>18,6</b> | <b>14,6</b> | <b>27,0</b> | <b>17,1</b> | <b>27,3</b> | <b>26,5</b> | <b>24,8</b> | <b>28,4</b> | <b>26,2</b> | <b>26,1</b> | <b>25,4</b> | <b>22,1</b> | <b>23,7</b> | <b>22,1</b> | <b>20,8</b> | <b>19,8</b> | <b>19,9</b> | <b>24,0</b>    | <b>22,4</b> | <b>22,7</b> | <b>22,5</b> | <b>20,8</b> |
| Sudecka                   | 0                   | 43,5        | 27,7        | 36,6        | 50,0        | 24,4        | 0,0         | 27,7        | 0,9         | 0,0         | 0,0         | 0,0         | 16,0        | 1,9         | 4,3         | 2,0         | 6,7         | 38,9        | 11,1        | 15,8        | 10,5        | 13,2           | 22,9        | 20,9        | 17,1        | 7,9         |
|                           | 1                   | 41,3        | 57,4        | 46,3        | 41,2        | 65,9        | 51,0        | 57,4        | 26,2        | 49,5        | 71,6        | 76,0        | 68,0        | 46,2        | 66,0        | 90,0        | 40,0        | 11,1        | 61,1        | 78,9        | 78,9        | 54,7           | 50,3        | 45,9        | 52,0        | 76,2        |
|                           | 2-4                 | 15,2        | 14,9        | 17,1        | 8,8         | 9,8         | 49,0        | 14,9        | 72,9        | 50,5        | 28,4        | 24,0        | 16,0        | 51,9        | 29,8        | 8,0         | 53,3        | 50,0        | 27,8        | 5,3         | 10,5        | 32,1           | 26,9        | 33,1        | 30,9        | 15,9        |
|                           | <b>Średnia</b>      | <b>19,1</b> | <b>21,9</b> | <b>18,2</b> | <b>14,9</b> | <b>17,8</b> | <b>28,7</b> | <b>21,9</b> | <b>39,1</b> | <b>29,0</b> | <b>24,8</b> | <b>22,9</b> | <b>21,9</b> | <b>30,1</b> | <b>24,0</b> | <b>21,5</b> | <b>28,3</b> | <b>22,8</b> | <b>23,1</b> | <b>18,4</b> | <b>19,2</b> | <b>25,6</b>    | <b>24,0</b> | <b>27,4</b> | <b>24,7</b> | <b>23,2</b> |
| Karpacka                  | 0                   | 34,8        | 26,4        | 11,3        | 10,1        | 25,1        | 2,3         | 26,4        | 0,8         | 0,8         | 0,8         | 6,6         | 11,8        | 0,8         | 0,8         | 4,2         | 3,9         | 3,1         | 3,9         | 12,6        | 6,0         | 29,2           | 26,0        | 14,9        | 15,6        | 25,1        |
|                           | 1                   | 55,6        | 66,1        | 83,3        | 78,5        | 67,5        | 55,8        | 66,1        | 75,6        | 83,2        | 84,0        | 57,9        | 78,0        | 87,5        | 82,5        | 85,0        | 53,1        | 62,8        | 75,0        | 65,4        | 70,9        | 58,2           | 63,4        | 76,5        | 73,1        | 63,9        |
|                           | 2-4                 | 9,6         | 7,5         | 5,4         | 11,4        | 7,3         | 41,9        | 7,5         | 23,6        | 16,0        | 15,2        | 35,5        | 10,2        | 11,7        | 16,7        | 10,8        | 43,0        | 34,1        | 21,1        | 22,0        | 23,1        | 12,6           | 10,5        | 8,6         | 11,3        | 11,0        |
|                           | <b>Średnia</b>      | <b>17,2</b> | <b>17,1</b> | <b>17,9</b> | <b>20,7</b> | <b>16,9</b> | <b>26,6</b> | <b>17,1</b> | <b>25,4</b> | <b>23,2</b> | <b>23,4</b> | <b>27,8</b> | <b>19,1</b> | <b>23,5</b> | <b>23,2</b> | <b>22,3</b> | <b>30,9</b> | <b>28,4</b> | <b>26,4</b> | <b>24,8</b> | <b>24,9</b> | <b>19,4</b>    | <b>18,8</b> | <b>19,3</b> | <b>19,8</b> | <b>18,6</b> |
| Kraj                      | 0                   | 32,7        | 28,2        | 18,7        | 19,2        | 28,5        | 3,8         | 4,4         | 2,9         | 2,2         | 4,2         | 7,3         | 8,0         | 8,1         | 4,9         | 8,6         | 13,8        | 21,1        | 18,3        | 19,4        | 17,9        | 23,3           | 22,7        | 15,9        | 17,1        | 22,3        |
|                           | 1                   | 60,2        | 64,9        | 70,9        | 70,0        | 64,1        | 60,0        | 59,3        | 50,8        | 57,3        | 64,6        | 65,0        | 68,9        | 69,6        | 70,7        | 74,0        | 72,9        | 67,5        | 71,0        | 71,9        | 72,1        | 55,5           | 58,2        | 62,6        | 63,2        | 60,3        |
|                           | 2-4                 | 7,1         | 6,9         | 10,4        | 10,8        | 7,4         | 36,2        | 36,3        | 46,3        | 40,6        | 31,2        | 27,6        | 23,1        | 22,3        | 24,3        | 17,4        | 13,3        | 11,4        | 10,7        | 8,7         | 9,9         | 21,2           | 19,1        | 21,4        | 19,7        | 17,4        |
|                           | <b>Średnia</b>      | <b>16,7</b> | <b>16,9</b> | <b>18,5</b> | <b>19,3</b> | <b>17,0</b> | <b>26,1</b> | <b>26,0</b> | <b>30,1</b> | <b>28,2</b> | <b>25,9</b> | <b>25,0</b> | <b>24,0</b> | <b>24,1</b> | <b>24,9</b> | <b>22,8</b> | <b>20,8</b> | <b>19,7</b> | <b>19,2</b> | <b>19,0</b> | <b>19,4</b> | <b>22,0</b>    | <b>21,6</b> | <b>23,2</b> | <b>22,4</b> | <b>21,5</b> |

Tabela 4.2. – cd.

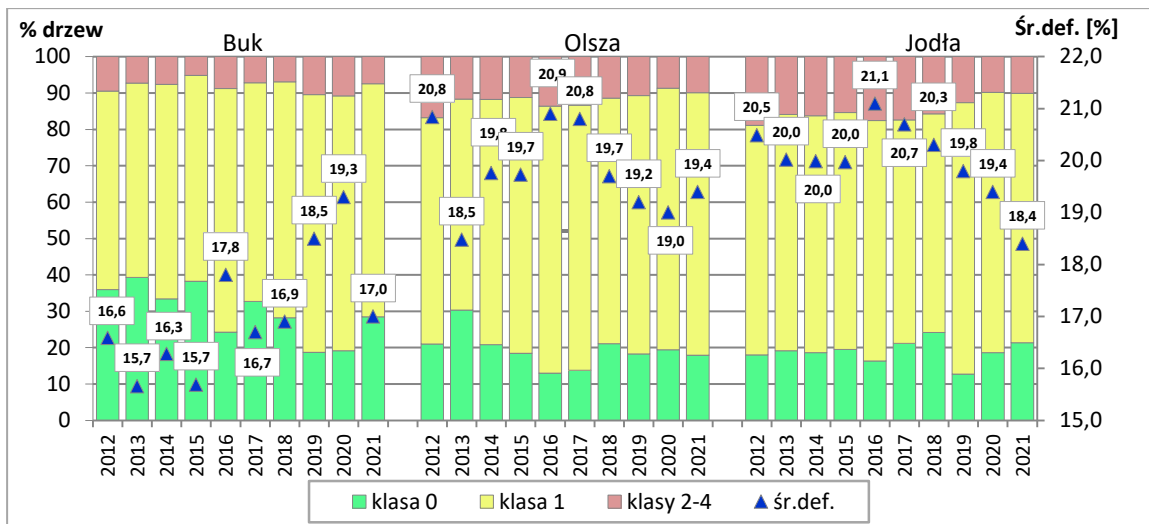
| Kraina przyrodniczo-leśna | Kl. def.,<br>śr. def. | Iglaste razem |             |             |             |             | Liściaste razem |             |             |             |             | Gatunki razem |             |             |             |             |
|---------------------------|-----------------------|---------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-----------------|-------------|-------------|-------------|-------------|---------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
|                           |                       | 2017          | 2018        | 2019        | 2020        | 2021        | 2017            | 2018        | 2019        | 2020        | 2021        | 2017          | 2018        | 2019        | 2020        | 2021        |
| Bałtycka                  | 0                     | 10,2          | 10,7        | 9,0         | 8,1         | 6,6         | 15,9            | 19,1        | 17,6        | 16,9        | 18,4        | 12,8          | 14,6        | 13,0        | 12,2        | 12,2        |
|                           | 1                     | 80,9          | 81,4        | 80,7        | 81,6        | 81,0        | 72,8            | 70,1        | 68,4        | 69,9        | 68,6        | 77,3          | 76,2        | 75,0        | 76,1        | 75,1        |
|                           | 2-4                   | 8,8           | 7,9         | 10,2        | 10,4        | 12,4        | 11,3            | 10,8        | 14,0        | 13,2        | 13,0        | 10,0          | 9,2         | 12,0        | 11,7        | 12,7        |
|                           | <b>Średnia</b>        | <b>19,7</b>   | <b>19,5</b> | <b>20,6</b> | <b>21,0</b> | <b>21,8</b> | <b>19,4</b>     | <b>19,0</b> | <b>20,3</b> | <b>20,6</b> | <b>20,3</b> | <b>19,6</b>   | <b>19,3</b> | <b>20,5</b> | <b>20,8</b> | <b>21,1</b> |
| Mazursko-Podlaska         | 0                     | 4,2           | 5,0         | 3,0         | 1,8         | 1,5         | 9,8             | 14,5        | 13,9        | 10,4        | 10,3        | 6,4           | 8,8         | 7,4         | 5,2         | 5,1         |
|                           | 1                     | 80,5          | 82,1        | 87,0        | 88,0        | 86,8        | 71,0            | 71,8        | 78,2        | 80,6        | 81,2        | 76,8          | 78,0        | 83,4        | 85,1        | 84,5        |
|                           | 2-4                   | 15,3          | 12,8        | 10,0        | 10,2        | 11,7        | 19,2            | 13,7        | 7,9         | 9,0         | 8,4         | 16,8          | 13,2        | 9,2         | 9,7         | 10,4        |
|                           | <b>Średnia</b>        | <b>23,5</b>   | <b>22,9</b> | <b>22,6</b> | <b>22,3</b> | <b>23,3</b> | <b>22,9</b>     | <b>21,3</b> | <b>19,7</b> | <b>20,3</b> | <b>20,5</b> | <b>23,2</b>   | <b>22,2</b> | <b>21,4</b> | <b>21,5</b> | <b>22,1</b> |
| Wielkopolsko-Pomorska     | 0                     | 6,2           | 8,3         | 4,8         | 4,5         | 5,8         | 13,8            | 17,1        | 14,4        | 10,7        | 13,4        | 7,9           | 10,3        | 6,9         | 5,9         | 7,5         |
|                           | 1                     | 76,1          | 75,3        | 73,8        | 77,8        | 76,1        | 62,7            | 60,6        | 59,3        | 64,2        | 61,6        | 73,2          | 72,0        | 70,5        | 74,7        | 72,8        |
|                           | 2-4                   | 17,6          | 16,4        | 21,5        | 17,6        | 18,1        | 23,6            | 22,4        | 26,4        | 25,1        | 25,0        | 18,9          | 17,7        | 22,6        | 19,3        | 19,7        |
|                           | <b>Średnia</b>        | <b>22,4</b>   | <b>22,0</b> | <b>23,4</b> | <b>22,8</b> | <b>22,9</b> | <b>22,8</b>     | <b>22,0</b> | <b>23,9</b> | <b>24,3</b> | <b>23,3</b> | <b>22,5</b>   | <b>22,0</b> | <b>23,5</b> | <b>23,1</b> | <b>23,0</b> |
| Mazowiecko-Podlaska       | 0                     | 3,7           | 3,7         | 2,3         | 1,6         | 2,7         | 8,4             | 9,2         | 7,6         | 7,9         | 9,5         | 5,5           | 5,8         | 4,4         | 4,0         | 5,3         |
|                           | 1                     | 74,2          | 73,8        | 74,9        | 73,3        | 75,1        | 69,9            | 70,6        | 70,4        | 60,6        | 68,4        | 72,6          | 72,6        | 73,2        | 68,5        | 72,5        |
|                           | 2-4                   | 22,1          | 22,5        | 22,7        | 25,1        | 22,3        | 21,7            | 20,2        | 21,9        | 31,4        | 22,1        | 21,9          | 21,6        | 22,4        | 27,5        | 22,2        |
|                           | <b>Średnia</b>        | <b>24,1</b>   | <b>24,4</b> | <b>24,7</b> | <b>26,0</b> | <b>24,7</b> | <b>23,4</b>     | <b>23,1</b> | <b>23,2</b> | <b>25,8</b> | <b>23,8</b> | <b>23,9</b>   | <b>23,9</b> | <b>24,1</b> | <b>25,9</b> | <b>24,4</b> |
| Śląska                    | 0                     | 5,4           | 12,4        | 6,7         | 9,1         | 7,3         | 10,5            | 9,0         | 6,0         | 10,7        | 9,1         | 7,6           | 10,9        | 6,4         | 9,8         | 8,1         |
|                           | 1                     | 72,6          | 69,6        | 59,1        | 73,7        | 81,0        | 52,4            | 47,6        | 27,7        | 46,8        | 62,2        | 63,8          | 59,9        | 45,0        | 61,5        | 72,3        |
|                           | 2-4                   | 22,0          | 18,0        | 34,1        | 17,2        | 11,7        | 37,1            | 43,4        | 66,3        | 42,5        | 28,7        | 28,6          | 29,2        | 48,6        | 28,7        | 19,5        |
|                           | <b>Średnia</b>        | <b>23,9</b>   | <b>22,4</b> | <b>26,4</b> | <b>22,4</b> | <b>21,4</b> | <b>26,3</b>     | <b>28,4</b> | <b>36,5</b> | <b>28,9</b> | <b>25,7</b> | <b>25,0</b>   | <b>25,0</b> | <b>30,9</b> | <b>25,3</b> | <b>23,4</b> |
| Małopolska                | 0                     | 11,8          | 12,9        | 9,5         | 8,7         | 11,3        | 12,2            | 11,9        | 8,8         | 8,5         | 16,8        | 11,9          | 12,5        | 9,3         | 8,6         | 13,4        |
|                           | 1                     | 65,8          | 65,0        | 70,4        | 70,4        | 71,3        | 54,2            | 59,5        | 63,8        | 66,4        | 64,4        | 61,8          | 63,0        | 68,0        | 68,9        | 68,7        |
|                           | 2-4                   | 22,3          | 22,1        | 20,1        | 20,9        | 17,4        | 33,6            | 28,7        | 27,4        | 25,1        | 18,8        | 26,3          | 24,4        | 22,8        | 22,5        | 17,9        |
|                           | <b>Średnia</b>        | <b>23,2</b>   | <b>23,2</b> | <b>23,3</b> | <b>23,4</b> | <b>21,9</b> | <b>25,6</b>     | <b>24,5</b> | <b>24,6</b> | <b>23,9</b> | <b>21,8</b> | <b>24,0</b>   | <b>23,7</b> | <b>23,8</b> | <b>23,6</b> | <b>21,9</b> |
| Sudecka                   | 0                     | 16,4          | 8,0         | 27,4        | 19,7        | 1,9         | 11,4            | 18,6        | 14,1        | 13,4        | 6,8         | 14,1          | 13,0        | 21,1        | 16,8        | 4,3         |
|                           | 1                     | 60,4          | 68,1        | 35,3        | 65,1        | 79,6        | 54,3            | 52,7        | 41,3        | 53,5        | 75,7        | 57,7          | 60,7        | 38,2        | 59,7        | 77,8        |
|                           | 2-4                   | 23,1          | 23,9        | 37,2        | 15,2        | 18,5        | 34,3            | 28,8        | 44,6        | 33,1        | 17,5        | 28,2          | 26,2        | 40,7        | 23,5        | 18,0        |
|                           | <b>Średnia</b>        | <b>22,5</b>   | <b>23,7</b> | <b>23,6</b> | <b>20,1</b> | <b>23,2</b> | <b>25,4</b>     | <b>24,0</b> | <b>29,8</b> | <b>24,6</b> | <b>22,7</b> | <b>23,8</b>   | <b>23,8</b> | <b>26,5</b> | <b>22,2</b> | <b>23,0</b> |
| Karpacka                  | 0                     | 13,9          | 15,5        | 6,6         | 13,1        | 15,5        | 26,0            | 21,6        | 10,7        | 11,1        | 20,8        | 19,8          | 18,5        | 8,6         | 12,1        | 18,1        |
|                           | 1                     | 66,2          | 68,6        | 78,7        | 72,2        | 69,4        | 56,6            | 66,3        | 79,8        | 76,1        | 68,7        | 61,5          | 67,5        | 79,3        | 74,1        | 69,1        |
|                           | 2-4                   | 19,9          | 15,9        | 14,7        | 14,7        | 15,0        | 17,4            | 12,2        | 9,5         | 12,8        | 10,6        | 18,7          | 14,1        | 12,1        | 13,8        | 12,9        |
|                           | <b>Średnia</b>        | <b>22,7</b>   | <b>21,5</b> | <b>21,9</b> | <b>21,4</b> | <b>20,7</b> | <b>20,5</b>     | <b>19,3</b> | <b>20,0</b> | <b>21,0</b> | <b>18,9</b> | <b>21,6</b>   | <b>20,4</b> | <b>20,9</b> | <b>21,2</b> | <b>19,8</b> |
| Kraj                      | 0                     | 7,9           | 9,3         | 6,3         | 6,2         | 6,8         | 13,7            | 14,8        | 11,6        | 11,0        | 14,3        | 10,0          | 11,3        | 8,3         | 8,0         | 9,7         |
|                           | 1                     | 73,7          | 73,5        | 74,2        | 76,3        | 76,5        | 63,1            | 64,1        | 64,6        | 66,4        | 67,8        | 69,8          | 70,0        | 70,6        | 72,6        | 73,2        |
|                           | 2-4                   | 18,4          | 17,2        | 19,6        | 17,5        | 16,6        | 23,3            | 21,1        | 23,8        | 22,6        | 17,9        | 20,2          | 18,6        | 21,1        | 19,4        | 17,1        |
|                           | <b>Średnia</b>        | <b>22,7</b>   | <b>22,4</b> | <b>23,3</b> | <b>22,9</b> | <b>22,6</b> | <b>22,9</b>     | <b>22,4</b> | <b>23,7</b> | <b>23,4</b> | <b>21,9</b> | <b>22,8</b>   | <b>22,4</b> | <b>23,4</b> | <b>23,1</b> | <b>22,4</b> |



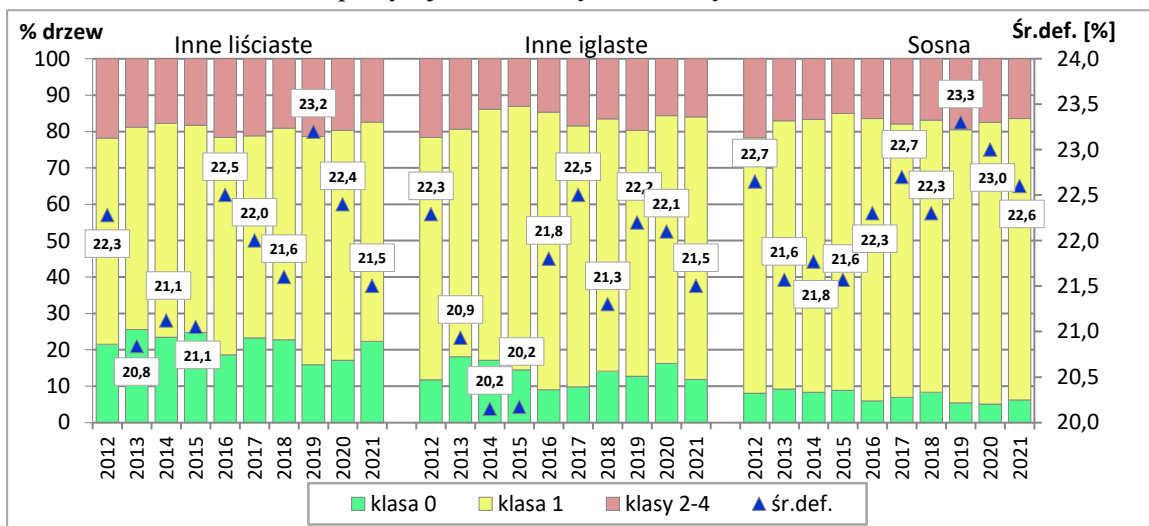
Rycina 4.1. Średni udział [%] drzew monitorowanych gatunków w klasach defoliacji oraz średnia wartość średniej defoliacji [%] w dziesięcioleciu 2012–2021. Wiek drzew > 20 lat. Wszystkie formy własności.



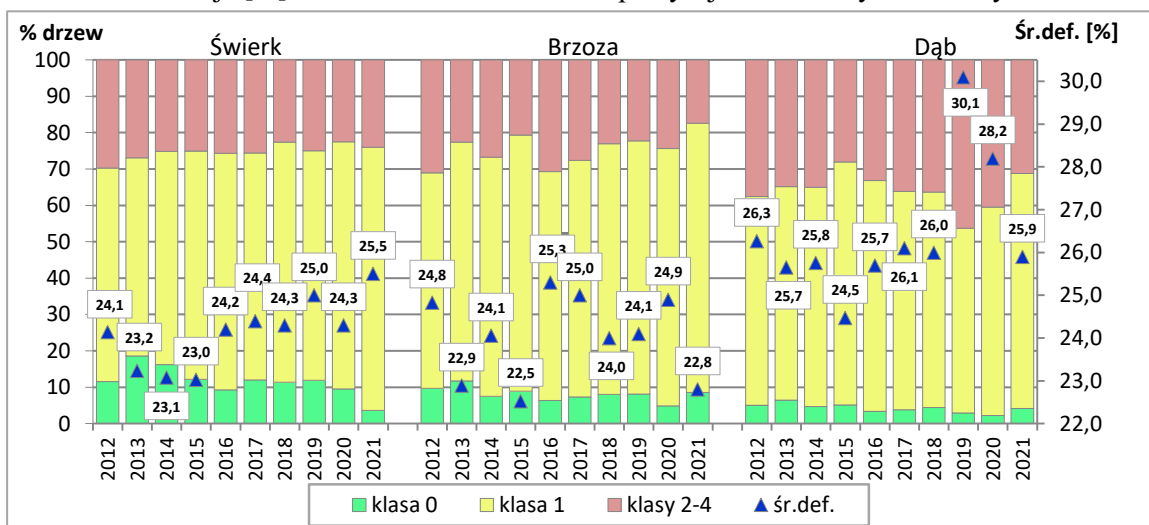
Rycina 4.2. Udział drzew [%] gatunków iglastych, liściastych i razem w klasach defoliacji oraz średnia defoliacja [%] w latach 2012–2021. Wiek powyżej 20 lat. Wszystkie formy własności.



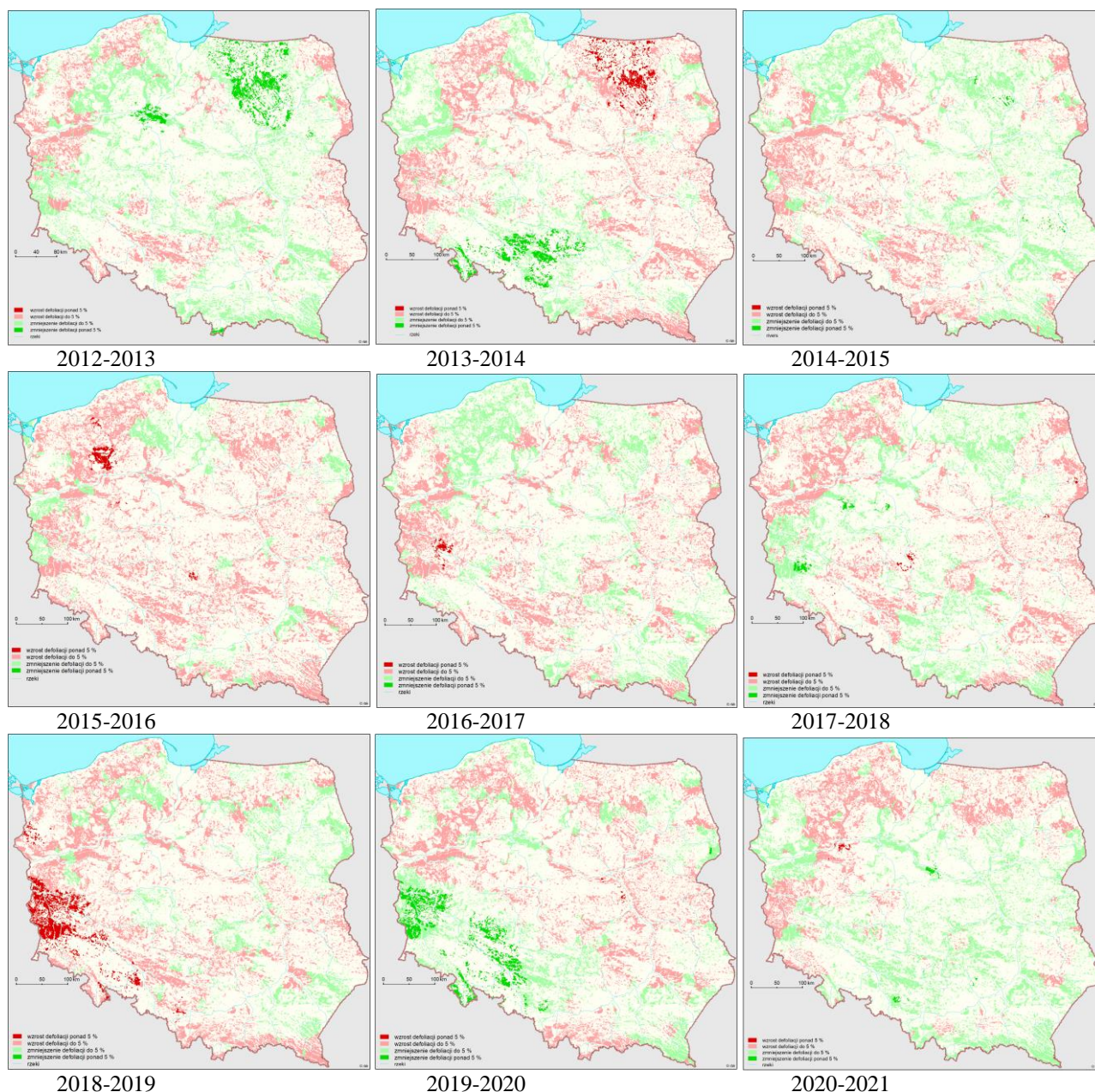
Rycina 4.3. Udział [%] buka, olszy i jodły w klasach defoliacji oraz średnia defoliacja [%] w latach 2012–2021. Wiek powyżej 20 lat. Wszystkie formy własności.



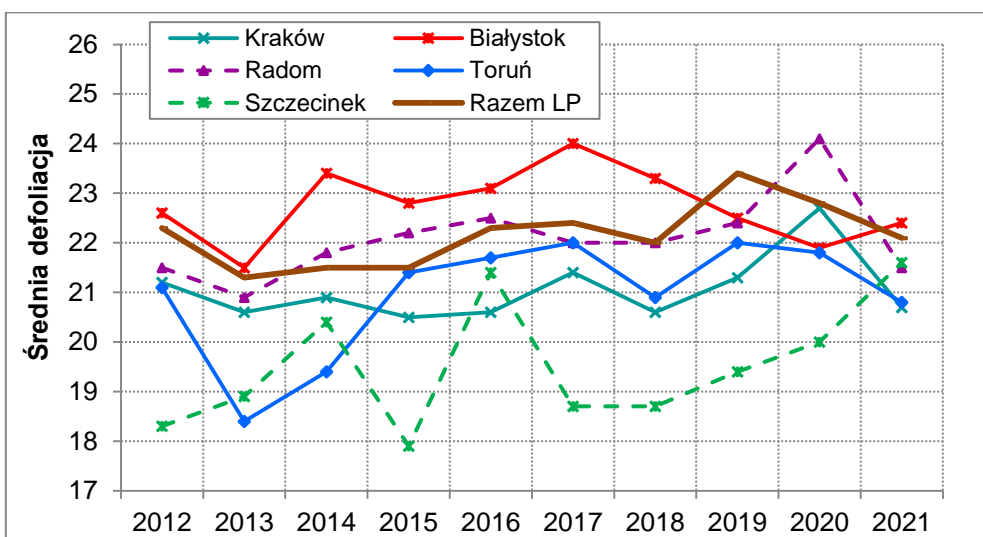
Rycina 4.4. Udział [%] ‘innych liściastych’, ‘innych iglastych’ i sosny w klasach defoliacji oraz średnia defoliacja [%] w latach 2012–2021. Wiek powyżej 20 lat. Wszystkie formy własności.



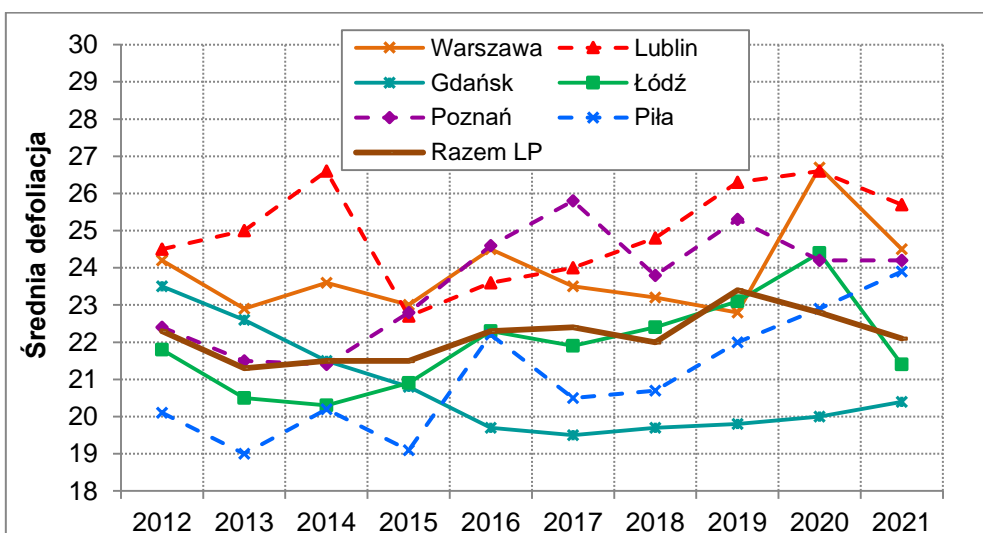
Rycina 4.5. Udział [%] świerka, brzozy i dębu w klasach defoliacji oraz średnia defoliacja [%] w latach 2012–2021. Wiek powyżej 20 lat. Wszystkie formy własności.



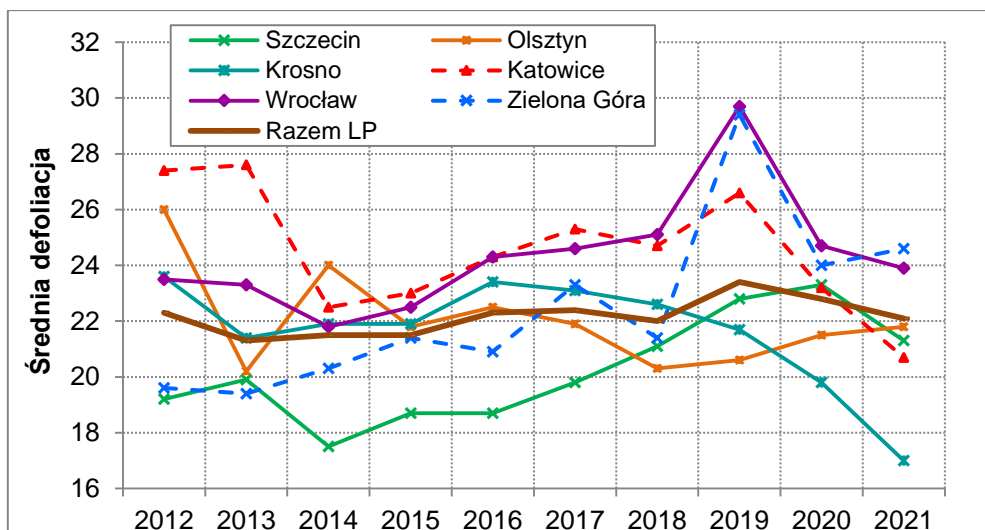
Rycina 4.6. Różnica w poziomie stanu zdrowotnego lasów pomiędzy kolejnymi latami dziesięciolecia 2012-2021 na podstawie zmiany defoliacji na stałych powierzchniach obserwacyjnych



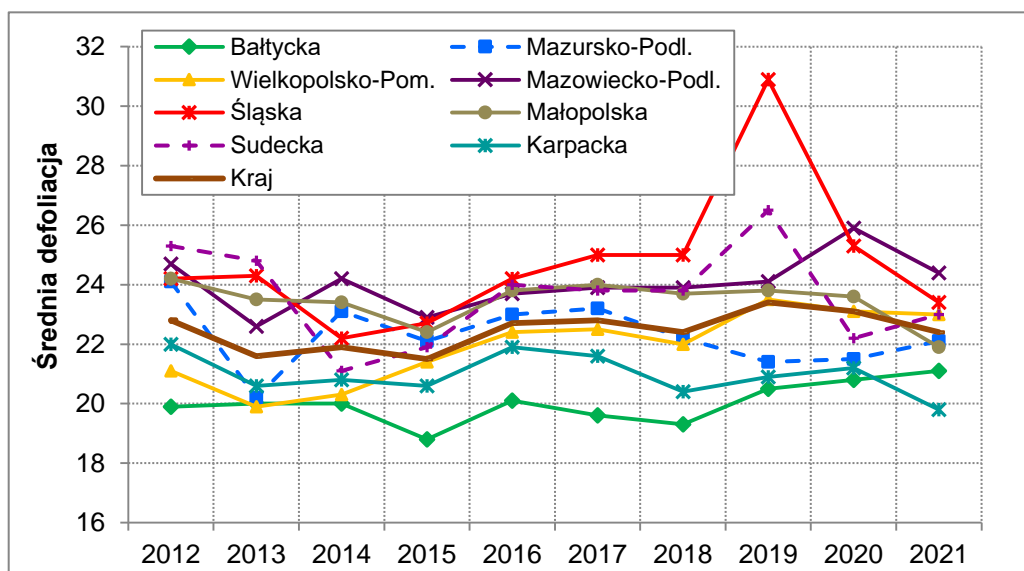
Ryc. 4.7. Średnia defoliacja (gatunki razem) w latach 2012-2021. RDLP, w których różnica między minimum i maksimum średniej defoliacji w dziesięcioleciu zawiera się w przedziale 2,2 - 3,7 punktu procentowego. Wiek drzew powyżej 20 lat. Lasy w zarządzie Lasów Państwowych.



Ryc. 4.8. Średnia defoliacja (gatunki razem) w latach 2012-2021. RDLP, w których różnica między minimum i maksimum średniej defoliacji w dziesięcioleciu zawiera się w przedziale 3,9 – 4,9 punktu procentowego. Wiek drzew powyżej 20 lat. Lasy w zarządzie Lasów Państwowych.



Ryc. 4.9. Średnia defoliacja (gatunki razem) w latach 2012-2021. RDLP, w których różnica między minimum i maksimum średniej defoliacji w dziesięcioleciu zawiera się w przedziale 5,8 – 10,0 punktów procentowych. Wiek drzew powyżej 20 lat. Lasy w zarządzie Lasów Państwowych.



Rycina 4.10. Średnia defoliacja drzew monitorowanych gatunków łącznie w krainach przyrodniczo-lęśnych w latach 2012-2021. Wiek powyżej 20 lat. Wszystkie formy własności.

## 5. OCENA USZKODZEŃ DRZEW NA STAŁYCH POWIERZCHNIACH OBSERWACYJNYCH I RZĘDU MONITORINGU LASU W 2021 ROKU – PAWEŁ LECH

### 5.1. Charakterystyka zebranych danych

W 2021 roku ocenę symptomów uszkodzeń i przyczyn ich powstawania wykonano na 2068 SPO I rzędu, łącznie na 41 360 drzewach 40 gatunków. Najliczniej reprezentowany był rodzaj sosna, a w nim sosna zwyczajna (22 134 drzewa i 53,52% wszystkich drzew), następnie brzoza, głównie brzoza brodawkowata (4250 drzew i 10,28%), dąb – przede wszystkim rodzime gatunki dębów (3437 drzew i 8,31%), olsza – głównie olsza czarna (2843 drzewa i 6,87%), buk (1783 drzewa i 4,31%), świerk pospolity (1779 drzew i 4,30%) oraz jodła (1117 drzew i 2,70% wszystkich drzew). Łącznie było 25 679 drzew 8 gatunków iglastych (w tym 63 drzewa 4 gatunków obcych), co stanowiło 62,09% wszystkich ocenianych drzew oraz 15 681 (37,91%) drzew 32 gatunków liściastych. Liczba drzew 8 gatunków (So, Św, Jd, Dbsz, Dbb, Bk, Brzb i Olcz) przekraczała jeden tysiąc, a kolejnych 3 (Tpo, Md i Gb) zawierała się w przedziale 500–1000 drzew. W przypadku 21 gatunków (4 iglastych i 17 liściastych) liczba drzew nie przekraczała 100, przy czym dla 8 gatunków była mniejsza niż 10 drzew.

Łącznie na SPO I rzędu stwierdzono 49 942 uszkodzenia, które występowały na 32 067 drzewach, co stanowiło 77,53% ocenianych drzew. W porównaniu do roku 2021 nastąpił spadek udziału drzew uszkodzonych o blisko 0,75 punktu procentowego. Uszkodzeń o nasileniu przekraczającym 40% było 3397 (w roku 2020 uszkodzeń o podobnym nasileniu było 3611), co stanowiło 6,80% wszystkich odnotowanych uszkodzeń drzew, co oznaczało spadek o 0,35 punktu procentowego w porównaniu do roku 2020. Na 17 098 drzewach stwierdzono występowanie jednego uszkodzenia, na 12 065 – dwóch uszkodzeń, a na 2905 drzewach – trzech. Nieuszkodzonych było łącznie 9292 drzewa, co stanowiło 22,47% drzew ocenianych w roku 2021 na SPO I rzędu (w roku 2020 udział drzew nieuszkodzonych wynosił 21,72% w roku 2019 - 22,28%, w roku 2018 – 24,71%, w roku 2017 – 29,57%, a w roku 2016 – 33,30%). Spośród głównych lasotwórczych gatunków iglastych najwięcej drzew bez uszkodzeń cechowało jodłę (31,69%) i sosnę zwyczajną (30,44%), a znacznie mniej świerka (19,22%). Spośród gatunków liściastych największym udziałem drzew bez uszkodzeń cechował się buk (17,84%), następnie brzoza brodawkowata (12,40%), a najmniejszym – olsza czarna i rodzime dęby (odpowiednio 6,86% i 5,24%). Oznacza to, że w 2021 roku, w porównaniu do roku poprzedniego, udział drzew nieuszkodzonych zwiększył się w przypadku większości głównych lasotwórczych gatunków drzew (poza jodłą), najwięcej w przypadku buka – o 4,25pp.



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

Przeciętna liczba uszkodzeń przypadających na jedno drzewo, wyróżnionych gatunków i grup gatunków w 2021 roku, zawierała się w przedziale od 0,89 (dla domieszkowych gatunków iglastych) do 1,77 (dla dębu) (tab. 5.1). Średnia wartość tego parametru dla drzew wszystkich gatunków wynosiła 1,21 i była nieznacznie mniejsza niż w roku 2020 i taka sama jak w roku 2019. Dla wszystkich głównych lasotwórczych gatunków liściastych na jedno drzewo przypadało powyżej jednego uszkodzenia. W przypadku gatunków iglastych taka sytuacja miała miejsce dla świerka i sosny, natomiast dla jodły i dla domieszkowych gatunków iglastych wartość tego parametru była mniejsza od jedności (odpowiednio 0,97 i 0,89). W porównaniu do roku 2020 nastąpił spadek częstości występowania uszkodzeń u siedmiu wyróżnionych gatunków i grup gatunków drzew, a u jednego (olszy czarnej) – wzrost oraz u kolejnego (sosny) – nie zmienił się. Przeprowadzona analiza trendów zmian nasilenia występowania uszkodzeń na drzewach w okresie 2012–2021 (test Mann-Kendall'a), wykazała wzrost nasilenia częstości występowania uszkodzeń u większości wyróżnionych gatunków drzew, jedynie w przypadku jodły test wskazał na tzw. prawdopodobny wzrost (tab. 5.1).

Wraz z wiekiem u większości gatunków następował wzrost średniej liczby uszkodzeń występujących na jednym drzewie. Jedynie w przypadku olszy i domieszkowych gatunków liściastych liczba uszkodzeń występująca na jednym drzewie była podobna we wszystkich wyróżnionych klasach wieku. W przypadku jodły oraz buka drzewa najmłodsze (21–40 lat) i najstarsze (powyżej 80 lat) cechowały się wyższym nasileniem występowania uszkodzeń niż drzewa z przedziału wieku 41–80 lat (tab. 5.1).

Zróznicowanie pomiędzy krainami przyrodniczo-leśnymi pod względem średniej liczby uszkodzeń przypadającej na jedno drzewo w roku 2021 nie było znaczące i zawierało się w przedziale od 0,95 (Kraina Mazursko-Podlaska) do 1,45 (Kraina Sudecka) (tab. 5.2). Największe różnice pomiędzy krainami przyrodniczo-leśnymi, pod względem liczby uszkodzeń na jednym drzewie, stwierdzono dla świerka oraz dla buka. Wyróżnione główne gatunki drzew najwyższe wartości wskaźnika średniej liczby uszkodzeń występujących na jednym drzewie osiągały dla różnych krain przyrodniczo-leśnych: sosna – w Krainie Bałtyckiej (1,20 uszkodzenia/drzewo), świerk – w Krainie Karpackiej (1,59), dąb – w Krainie Wielkopolsko-Pomorskiej (2,06), buk – w Krainie Bałtyckiej (1,73), brzoza – w Krainie Sudeckiej (1,96) i olsza – w Krainie Karpackiej (1,93 uszkodzenia/drzewo). Dla wielu krain przyrodniczo-leśnych liczebności drzew niektórych gatunków były niewielkie (poniżej 50).

W porównaniu do roku 2020 odnotowano wzrost średniej liczby uszkodzeń przypadających na jedno drzewo w 1 krainie przyrodniczo-leśnej, spadek w sześciu, zaś w jednej krainie nie uległ on zmianie. Wykonana za pomocą testu Mann-Kendall'a analiza trendów dla okresu 2013–2021 wykazała wzrost nasilenia występowania uszkodzeń w 7 krainach oraz brak trendu w jednej – Krainie Mazursko-Podlaskiej (tab. 5.2).

Średnia liczba uszkodzeń przypadająca na jedno drzewo w rdLP zawierała się w przedziale od 1,01 (RDPL w Pile) do 1,63 (RDLP w Szczecinie). Mniejsza niż przeciętna dla całej Polski liczba uszkodzeń na 1 drzewie (1,21 uszkodzenia/drzewo) wystąpiła w 10 rdLP (w Białymstoku, Katowicach, Lublinie, Łodzi, Olsztynie, Pile, Poznaniu, Toruniu, Gdańsku, Radomiu), a w pozostałych rdLP oraz w parkach narodowych była wyższa. W 9 rdLP oraz w parkach narodowych w roku 2021 w porównaniu do roku 2020 odnotowano spadek średniej liczby uszkodzeń występujących na 1 drzewie. Wzrost wystąpił w 7 rdLP (w Lublinie, Olsztynie, Szczecinie, Szczecinku, Toruniu, Zielonej Górze i Gdańsku), a w RDLP w Warszawie nie uległ zmianie (tab. 5.2).

Największą średnią liczbą uszkodzeń na jednym drzewie w 2021 roku cechowały się sosny w RDLP w Krakowie i Szczecinie oraz w parkach narodowych (odpowiednio 1,44, 1,41 i 1,43 uszkodzenia/drzewo). Spośród gatunków iglastych najwyższymi wartościami wskaźnika cechowały się świerki w RDLP w Szczecinie, Katowicach i Krakowie (odpowiednio 1,87, 1,71 i 1,60 uszkodzenia/drzewo), a w przypadku gatunków liściastych – dęby – w 3 rdLP (w Zielonej Górze, Szczecinie i Poznaniu) oraz w parkach narodowych wartość ta przekraczała 2 uszkodzenia/drzewo, w kolejnych 11 zawierała się w przedziale 1,5-2,0 i tylko w dwóch rdLP (w Katowicach i Radomiu) była niższa niż 1,5 uszkodzenia/drzewo (tab. 5.2). Wykonana analiza trendów dla okresu 2013–2021 wykazała, że w 13 rdLP (w Katowicach, Krakowie, Lublinie, Olsztynie, Piła, Poznaniu, Szczecinie, Szczecinku, Toruniu, Wrocławiu, Zielonej Górze, Radomiu i Warszawie) oraz w parkach narodowych następował wzrost średniej liczby uszkodzeń na jednym drzewie, w RDLP w Gdańsku był on prawdopodobny, ale statystycznie nieistotny, natomiast w pozostałych 3 rdLP (w Białymstoku, Krośnie i Łodzi) nie stwierdzono trendu zmian nasilenia występowania uszkodzeń drzew (tab. 5.2).

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. 5.3). Odsetek drzew, dla których pomimo wykonanej oceny nie udało się określić czynnika sprawczego, wynosił w 2021 roku 33,9% i był niemal taki sam jak w roku 2020. Dla wyróżnionych

gatunków iglastych oraz buka największym udziałem cechowały się uszkodzenia, dla których nie można było wskazać jednoznacznej przyczyny, tj. „badane niezidentyfikowane”. W przypadku dębu, brzozy, olszy i domieszkowych gatunków liściastych drzew najczęściej wskazywanym czynnikiem sprawczym rejestrowanych uszkodzeń były „owady”. Odpowiadały one za od 55,8% uszkodzeń olszy do 32,6% uszkodzeń domieszkowych gatunków liściastych. Najczęściej identyfikowanymi symptomami uszkodzeń w przypadku wszystkich gatunków razem, wszystkich gatunków liściastych oraz świerka był „ubytek igieł/liści” (30,3% wszystkich stwierdzonych uszkodzeń). W przypadku sosny, jodły i domieszkowych gatunków iglastych dominowały „deformacje” – odpowiednio 23,1%, 26,0% i 17,7%. Częścią drzewa, którego najczęściej dotyczyły uszkodzenia na drzewach iglastych oraz na buku była strzała, a na pozostałych gatunkach liściastych – liście (tab. 5.3).

### **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 (strzała razem z szczyłką korzeniową, gałęzie wraz z pędami i pączkami oraz igły bądź liście), najczęściej wskazywanym miejscem położenia symptomów zarejestrowanych w roku 2021 była strzała (49,51% wszystkich wskazanych lokalizacji uszkodzeń), w tym przede wszystkim pień pomiędzy szczyłką korzeniową i koroną (26,81%), oraz liście bądź igły – 33,48% (tab. 5.4). Udział gałęzi, pędów i pączków jako miejsc występowania uszkodzeń był znacząco mniejszy – odpowiednio 17,01% lokalizacji uszkodzeń.

Wśród wszystkich wyróżnionych gatunków iglastych oraz u buka najczęściej występującą lokalizacją uszkodzeń była strzała, zaś wśród gatunków liściastych (poza bukiem) – liście (tab. 5.4). W przypadku sosny poza strzałą uszkodzenia występowały znacząco mniej licznie na gałęziach, pędach i pączkach (19,76%) oraz na igłach (17,58% uszkodzeń sosny). Podobnie, u jodły i iglastych gatunków domieszkowych uszkodzenia częściej występowały na gałęziach, pędach i pączkach niż na igłach. U świerka większym udziałem cechowały się igły (26,59%), a gałęzie nieco mniejszym (14,39%). Strzała była drugim pod względem udziału miejscem występowania uszkodzeń u wszystkich z wyjątkiem buka wyróżnionych gatunków liściastych. U buka, drugim po strzale, najwyższym udziałem lokalizacji uszkodzeń były liście (32,20% uszkodzeń tego gatunku), najniższym zaś – gałęzie, pędy i pączki (11,98%) (tab. 5.4).

#### **Symptomy uszkodzeń**

Wśród symptomów uszkodzenia największym udziałem w roku 2021 wyróżniał się ubytek igieł/liści (27,47% wszystkich symptomów uszkodzeń), który dominował u świerka i wszystkich gatunków liściastych (tab. 5.5). Znaczący był również udział deformacji (22,01% wszystkich uszkodzeń), która przeważała u sosny, jodły i domieszkowych gatunków iglastych (odpowiednio 30,42%, 36,34% i 22,96% wszystkich symptomów dla danego gatunku). W przypadku gatunków liściastych udział deformacji zawierał się w przedziale 8,22% (dęby) – 25,12% (buki). Wśród wyróżnionych symptomów uszkodzenia mniejszymi udziałami cechowały się rany (9,59%), których udział był wysoki w przypadku świerka, jodły i buka (odpowiednio 19,03%, 17,39% i 17,95%), następnie drzewa pochylone (8,79%), martwe, obumierające gałęzie (8,38%) oraz przebarwienia liści/igieł, zrzucone gałęzie, pędy i pączki i wycieki żywicy oraz wycieki na drzewach liściastych (odpowiednio 4,79%, 4,16% i 4,04% wszystkich symptomów uszkodzeń). W przypadku świerka dużym udziałem cechowały się ponadto wycieki żywicy (21,45% symptomów uszkodzenia drzew tego gatunku). Udział pozostałych symptomów był wyraźnie niższy i zawierał się w przedziale od 3,54% (zgnilizna) do 0,23% (nekrozy). W pojedynczych przypadkach, o łącznym udziale dla wszystkich gatunków <0,1%, wystąpiły natomiast takie symptomy jak: nienaturalne rozmiary liści oraz drzewa przewrócone (tab. 5.5).

### **Czynniki sprawcze**

Spśród wyróżnionych kategorii czynników sprawczych uszkodzeń drzew najwyższy udział, poza kategorią badane, niezidentyfikowane (33,88% wszystkich przypadków), miały w 2021 roku owady oraz konkurencja i inne czynniki, w tym przede wszystkim konkurencja (odpowiednio: 20,51% i 25,09%) (tab. 5.6). Znacznie rzadziej wskazywano na grzyby (7,21%), czynniki abiotyczne (6,07%) oraz bezpośrednie oddziaływanie człowieka (5,84%). Konkurencja i inne czynniki odpowiadały za 35,83% wszystkich uszkodzeń sosny, 19,17% uszkodzeń świerka, 26,95% uszkodzeń jodły oraz 25,04% uszkodzeń domieszkowych gatunków iglastych. W przypadku drzew gatunków liściastych najczęściej wskazywanym czynnikiem sprawczym uszkodzeń były owady. Odpowiadały one za 55,77% uszkodzeń olszy czarnej, 39,92% uszkodzeń brzozy brodawkowatej, 35,61% uszkodzeń dębów, 32,61% domieszkowych gatunków liściastych oraz 17,90% uszkodzeń buków. W przypadku jodły i dębów znaczny udział, jako przyczyna uszkodzeń drzew, miały także „grzyby” (odpowiednio 19,69% i 17,42%). Czynniki abiotyczne najczęściej stanowiły przyczynę uszkodzeń buka (8,59%), natomiast bezpośrednie działanie człowieka – jodły (9,84%), buka (9,75%) i domieszkowych gatunków iglastych (9,22%). Pozostałe kategorie czynników sprawczych nie

miały znaczącego udziału w powstawaniu uszkodzeń poszczególnych gatunków drzew. Na podkreślenie zasługuje fakt całkowitego braku uszkodzeń spowodowanych przez bezpośrednie oddziaływanie zanieczyszczeń powietrza oraz bardzo mała liczba uszkodzeń, których przyczyną były pożary (tab.5.6).

Udział uszkodzeń, dla których nie zidentyfikowano czynnika sprawczego w 2021 roku, w przypadku gatunków iglastych, zawierał się w przedziale 34,96 – 47,18%, zaś w odniesieniu do gatunków liściastych – od 18,5 do 39,24% (tab. 5.6). Największym udziałem niezidentyfikowanych czynników sprawczych cechował się świerk i domieszkowe gatunki iglaste, najmniejszym zaś – olsza. Dla 4 gatunków w roku 2021, w porównaniu do roku poprzedniego, zwiększył się udział uszkodzeń, dla których nie określono czynnika sprawczego. W przypadku świerka wzrost ten wyniósł około 2 punktów procentowych oraz w przypadku buka – o około 4,8 punktu procentowego i był to największy wzrost spośród wszystkich gatunków. Analiza trendów w okresie 2010–2021 wykazała poprawę identyfikowalności przyczyn uszkodzeń dla 2 gatunków drzew (sosny i dębu) oraz wszystkich drzew łącznie, prawdopodobną poprawę dla jednego (brzozy) i brak statystycznie istotnego trendu dla 6 gatunków drzew – świerka, jodły, domieszkowych gatunków iglastych, buka, olszy i domieszkowych gatunków liściastych (tab. 5.6).

#### Owady oraz konkurencja i inne czynniki

W 2021 roku na SPO I rzędu stwierdzono 10 244 przypadków uszkodzeń spowodowanych przez owady, co stanowiło przyczynę 20,51% wszystkich uszkodzeń (tab. 5.6). Najliczniejszymi wśród owadów sprawcami szkód, podobnie jak w latach poprzednich, były owady liściożerne (foliofagi) – stanowiły one 79,75% wszystkich przypadków uszkodzeń w tej kategorii sprawców. Udział powyżej 5% cechował ponadto owady uszkadzające pień, gałęzie i pędy oraz owady ssące (tab. 5.7). Udział wyróżnianych grup owadów powodujących uszkodzenia w roku 2021 był podobny do tego z lat poprzednich.

Spośród wszystkich uszkodzeń spowodowanych w roku 2021 przez owady na drzewach iglastych występowało łącznie 12,09%, w tym na sośnie 9,80%, świerku – 1,93%, jodle – 0,06% oraz na domieszkowych gatunkach iglastych – 0,30% (tab. 5.7). Uwzględniając liczbę drzew poszczególnych gatunków, największym udziałem uszkodzeń spowodowanych przez owady cechował się świerk, następnie iglaste gatunki domieszkowe, sosna, a najmniejszym – jodła. W przypadku sosny dominującymi grupami owadów powodujących uszkodzenia drzew były kambiofagi (uszkadzające pień, gałęzie, pędy) i foliofagi, w przypadku świerka i jodły – kambiofagi. Na gatunkach liściastych występowało łącznie 87,91% uszkodzeń

spowodowanych przez owady. U wszystkich wyróżnionych gatunków liściastych dominującą grupą owadów powodujących uszkodzenia były foliofagi. Udział innych grup owadów był wielokrotnie mniejszy (tab. 5.7).

Konkurencja i inne czynniki były najczęściej wskazywaną grupą czynników sprawczych uszkodzeń drzew na SPO I rzędu w 2021 roku – stwierdzono 12 529 uszkodzeń spowodowanych przez tę kategorię przyczyn, co stanowiło 25,09% wszystkich uszkodzeń (tab. 5.6). Udział uszkodzeń spowodowanych przez tę grupę czynników na drzewach iglastych wynosił 70,92%, a na liściastych – 29,08% (tab. 5.7), co w przybliżeniu odpowiada proporcji liczby drzew obydwu grup. Konkurencja charakteryzowała się największym udziałem (82,62%) wśród wyróżnionych podkategorii tej grupy sprawców i dominowała w przypadku wszystkich wyróżnionych gatunków i grup gatunków drzew. Udziałem powyżej 1% cechowały się również takie podkategorie, jak: epifity, pasożyty (8,80%) i inne znane, ale niepodane (2,01%). Względnie wysoki był również udział uszkodzeń, dla których wskazano ogólną nazwę kategorii, bez dalszej specyfikacji (5,71%, tab. 5.7).

#### Występowanie uszkodzeń spowodowanych przez jemiolę

W ostatnich latach obserwuje się nasilenie występowania jemioli na terenach leśnych. Dlatego też, podobnie jak miało to miejsce w latach poprzednich, przeanalizowano najważniejsze aspekty tego zjawiska, wykorzystując do tego celu wyniki obserwacji monitoringowych i oceny występowania uszkodzeń drzew na SPO I rzędu z lat 2008–2021.

Udział epifitów/pasożytów wśród wyróżnianych czynników sprawczych uszkodzeń w roku 2021 był relatywnie niewielki. Była to przyczyna łącznie 1099 uszkodzeń, co stanowiło jedynie 2,20% wszystkich zarejestrowanych. Również relatywnie niewielka była przeciętna liczba uszkodzeń tej kategorii przypadająca na jedno drzewo. Dlatego w zestawieniu (tab. 5.8) i na rycinie (ryc. 5.1) posługiwano się wartościami zmodyfikowanymi, pomnożonymi przez 100. Oznacza to, że jeżeli wartość tego wskaźnika równa się 1, to statystycznie jedno uszkodzenie spowodowane przez epifity/pasożyty przypadało na 100 ocenianych drzew. Występowanie uszkodzeń spowodowanych przez jemiolę w roku 2021, podobnie jak w kilku poprzednich latach, dotyczyło 11 następujących gatunków drzew: sosny zwyczajnej (*Pinus sylvestris* L.), jodły (*Abies alba* Mill.), brzozy brodawkowatej (*Betula pendula* Roth), brzozy omszonej (*Betula pubescens* Ehrh.), klonu zwyczajnego (*Acer platanoides* L.), jesionu wyniosłego (*Fraxinus excelsior* L.), robinii akacjowej (*Robinia pseudoacacia* L.), topoli białej (*Populus alba* L.), topoli osiki (*Populus tremula* L.), topoli czarnej (*Populus nigra* L.) oraz lipy drobnolistnej (*Tilia cordata* Mill.). W 2021 r. jemiola występowała najczęściej na 2 gatunkach

drzew: jodle (6,80 uszkodzeń/100 drzew) oraz sośnie zwyczajnej (4,13 uszkodzeń/100 drzew). Rzadziej była rejestrowana na brzożach (1,22 uszkodzeń/100 drzew) oraz domieszkowych gatunkach liściastych (1,69 uszkodzeń/100 drzew). We wszystkich wymienionych powyżej gatunkach i grupach gatunków drzew, w 2021 roku odnotowano istotny wzrost nasilenia uszkodzeń spowodowanych przez jemiolę, w porównaniu do roku 2020. Gatunkami wolnymi od uszkodzeń spowodowanych przez jemiolę był świerk, domieszkowe gatunki iglaste, buk, rodzime dęby, olsza czarna (tab. 5.8).

W okresie 2008–2021 występowanie jemioli wykazywało wyraźną tendencję wzrostową. Była ona statystycznie istotna dla wszystkich gatunków i grup gatunków drzew, na których występowała jemiola w roku 2021 (tab. 5.8). W roku 2021 odnotowano wzrost liczby uszkodzeń spowodowanych przez jemiolę o 158 względem roku 2020, co stanowiło 16,8% (ryc. 5.1). Potwierdza to po raz kolejny, że jemiola jest przyczyną uszkodzeń o największej dynamice wzrostu spośród wszystkich wyróżnionych. Zaznaczyć tu również należy, że wykonywanie oceny stanu zdrowotnego drzew w okresie największego rozwoju aparatu asymilacyjnego drzew i podszytu utrudnia prawidłowe wykonanie oceny występowania patogenu i prowadzi do uzyskiwanych wskaźników zaniżonych względem rzeczywistych w stopniu nieokreślonym.

#### **5.4. Podsumowanie**

Przeprowadzona w Polsce, w 2021 roku w ramach monitoringu lasów, ocena uszkodzeń drzew wykazała, że 77,53% spośród nich było uszkodzonych. W porównaniu do roku poprzedniego nastąpił niewielki spadek udziału uszkodzonych drzew i zwiększenie udziału drzew nieuszkodzonych, co odnosiło się do większości wyróżnionych gatunków i grup gatunków drzew. O mniejszym nasileniu występowania uszkodzeń świadczy spadek średniej liczby uszkodzeń na pojedynczym drzewie, który w roku 2021 zmniejszył się do 1,21 z 1,23 w roku 2020. Podkreślić należy, że spadek ten wystąpił po raz pierwszy od początku prowadzenia oceny występowania uszkodzeń i nie wiadomo czy zostanie powtórzony w kolejnych latach. Pomimo tego spadku w 2021 r. dla większości głównych gatunków lasotwórczych drzew potwierdzono statystycznie wzrost nasilenia występowania uszkodzeń w okresie 2012–2021.

Najczęściej uszkadzanimi częściami drzew wszystkich gatunków iglastych oraz buka była strzała, zaś gatunków liściastych (z wyłączeniem buka) – liście. Udział pierwszej wymienionej lokalizacji, wśród wszystkich uszkodzeń zarejestrowanych w trakcie prac terenowych, wynosił 49,51%, a drugiej – obejmującej również igły w odniesieniu do gatunków

iglastych – 33,48%. Udział uszkodzeń gałęzi, pędów i pączków wynosił 19,76% wszystkich uszkodzeń odnotowanych w 2021 roku.

Największy udział wśród wyróżnionych symptomów uszkodzeń stanowił ubytek igieł/liści (27,47%), który to symptom dominował u wszystkich wyróżnionych liściastych gatunków drzew oraz u świerka. U sosny, jodły i domieszkowych gatunków iglastych przeważały deformacje. Zwraca również uwagę niewielki odsetek (poniżej 1%) takich symptomów uszkodzenia, jak: inne oznaki, oznaki występowania owadów, nekrozy, nienaturalne rozmiary liści/igieł, wycieki na drzewach liściastych oraz drzewa przewrócone.

Wśród zidentyfikowanych czynników sprawczych największym udziałem charakteryzowały się konkurencja i inne czynniki (25,09%) oraz owady (20,51%). Wśród owadów największy udział stanowiły foliofagi (79,75% uszkodzeń spowodowanych przez owady), które dominowały wśród uszkodzeń wywołanych przez tę kategorię sprawców u wszystkich gatunków liściastych. W przypadku gatunków iglastych przeważały owady uszkadzające pień, gałęzie i pędy (kambiofagi). W kategorii czynników sprawczych konkurencja i inne czynniki zdecydowanie dominowała podkategoria konkurencja, jako przyczyna występowania uszkodzeń (82,62% uszkodzeń kategorii). Wykonane analizy wykazały również trend wzrostu w okresie 2008–2021 występowania uszkodzeń spowodowanych przez jemiołę, co odnosiło się do jodły, sosny, brzozy i domieszkowych gatunków liściastych. Najbardziej narażone na uszkodzenia ze strony tej grupy sprawców były drzewa najstarsze i największe. Występowanie jemioły w 2021 roku stwierdzono łącznie na 11 gatunkach drzew: sośnie, jodle, brzozie brodawkowatej, brzozie omszonej, klonie zwyczajnym, jesionie wyniosłym, robinii akacjowej, topoli białej, topoli osice, topoli czarnej i lipie drobnolistnej.

Udział nieokreślonych czynników sprawczych (kod 999) był w roku 2021 taki sam jak w roku poprzednim i wynosił 33,88%. Spośród gatunków iglastych najwyższy wzrost odnotowano dla świerka – o około 3 pp., zaś w przypadku gatunków liściastych dla buka – o około 4,8 pp. Dla 3 gatunków drzew w okresie 2010 - 2021 stwierdzono poprawę oznaczania przyczyn uszkodzeń. Żaden trend nie występował w przypadku pozostałych gatunków.



Tabela 5.1. Wskaźnik występowania uszkodzeń na drzewach poszczególnych gatunków w wyróżnionych klasach wieku w roku 2021 oraz trend zmian wskaźnika występowania uszkodzeń na jednym drzewie w okresie 2012 – 2021 określony za pomocą testu Mann-Kendall'a

| Gatunki    | Liczba uszkodzeń na 1 drzewie w przedziale wieku (lata) |       |       |      | Średnia liczba uszkodzeń na drzewie w okresie 2012-2021 |      |      |      |      |      |      |      |      |      | Trend 2012-2021 |
|------------|---|-------|-------|------|---|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----------------|
|            | 21-40   | 41-60 | 61-80 | >80  | 2021  | 2020 | 2019 | 2018 | 2017 | 2016 | 2015 | 2014 | 2013 | 2012 |                 |
| Sosna      | 0,81  | 0,97  | 0,96  | 1,17 | 1,01  | 1,01 | 0,97 | 0,89 | 0,77 | 0,74 | 0,71 | 0,67 | 0,62 | 0,57 | W               |
| Świerk     | 1,07  | 1,25  | 1,30  | 1,32 | 1,26  | 1,29 | 1,22 | 1,13 | 1,03 | 1,04 | 0,99 | 1,01 | 0,95 | 0,87 | W               |
| Jodła      | 0,86  | 0,60  | 0,84  | 1,13 | 0,97  | 1,00 | 1,09 | 1,01 | 0,94 | 1,00 | 0,97 | 0,95 | 0,98 | 0,86 | PW              |
| Inne igl.  | 0,57  | 0,81  | 1,07  | 1,08 | 0,89  | 0,91 | 0,82 | 0,80 | 0,69 | 0,66 | 0,62 | 0,56 | 0,57 | 0,64 | W               |
| Dęby       | 1,73  | 1,70  | 1,67  | 1,87 | 1,77  | 1,89 | 1,99 | 1,69 | 1,60 | 1,37 | 1,30 | 1,47 | 1,31 | 1,10 | W               |
| Buk        | 1,38  | 1,16  | 1,21  | 1,37 | 1,31  | 1,44 | 1,32 | 1,29 | 1,13 | 1,20 | 1,01 | 1,04 | 0,92 | 0,80 | W               |
| Brzoza br. | 1,19  | 1,42  | 1,49  | 1,68 | 1,40  | 1,46 | 1,56 | 1,41 | 1,31 | 1,24 | 1,15 | 1,13 | 0,94 | 0,81 | W               |
| Olsza cz.  | 1,54  | 1,51  | 1,56  | 1,54 | 1,54  | 1,49 | 1,45 | 1,54 | 1,47 | 1,33 | 1,26 | 1,17 | 1,00 | 1,04 | W               |
| Inne liśc. | 1,47  | 1,48  | 1,42  | 1,48 | 1,46  | 1,56 | 1,52 | 1,53 | 1,43 | 1,45 | 1,32 | 1,22 | 1,07 | 0,96 | W               |
| Razem      | 1,13  | 1,16  | 1,17  | 1,33 | 1,21  | 1,23 | 1,21 | 1,13 | 1,01 | 0,97 | 0,91 | 0,87 | 0,78 | 0,72 | W               |

W – wzrost; PW – prawdopodobny wzrost

Tabela 5.2. Liczba uszkodzeń przypadająca w 2021 roku na 1 drzewo danego gatunku w krainach przyrodniczo-leśnych i rdLP oraz trend zmian tego wskaźnika w okresie 2013 – 2021 określony za pomocą testu Mann-Kendall’a

| Kraina przyrodniczo-leśna<br>RDLP | Gatunki iglaste |        |       |           | Gatunki liściaste |      |            |           |            | Średnia dla KP-L i RDLP w latach |      |      |      |      |      |      |      | Trend 2013-2021 |      |
|-----------------------------------|-----------------|--------|-------|-----------|-------------------|------|------------|-----------|------------|----------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|-----------------|------|
|                                   | Sosna           | Świerk | Jodła | Inne igl. | Dąb               | Buk  | Brzoza br. | Olsza cz. | Inne liśc. | 2021                             | 2020 | 2019 | 2018 | 2017 | 2016 | 2015 | 2014 |                 | 2013 |
| Bałtycka                          | 1,20            | 1,44   | 2,00  | 1,17      | 1,86              | 1,52 | 1,54       | 1,84      | 1,62       | 1,43                             | 1,39 | 1,29 | 1,30 | 1,09 | 0,89 | 0,80 | 0,86 | 0,71            | W    |
| Mazursko-Podlaska                 | 0,71            | 0,74   |       | 0,36      | 1,58              | 0,40 | 1,21       | 1,27      | 1,25       | 0,95                             | 0,95 | 1,03 | 1,05 | 0,96 | 0,95 | 0,96 | 0,72 | 0,68            | N    |
| Wielkopolsko-Pomorska             | 1,01            | 1,42   |       | 1,04      | 2,06              | 0,83 | 1,39       | 1,67      | 1,37       | 1,15                             | 1,16 | 1,15 | 1,03 | 0,85 | 0,75 | 0,67 | 0,69 | 0,61            | W    |
| Mazowiecko-Podlaska               | 1,09            | 1,05   |       | 0,84      | 1,62              | 0,00 | 1,29       | 1,48      | 1,45       | 1,21                             | 1,22 | 1,13 | 1,10 | 1,02 | 0,99 | 0,97 | 0,89 | 0,72            | W    |
| Śląska                            | 0,89            | 1,01   |       | 0,63      | 1,77              | 0,79 | 1,46       | 1,44      | 1,32       | 1,16                             | 1,23 | 1,28 | 1,09 | 1,08 | 1,01 | 0,91 | 0,96 | 0,78            | W    |
| Małopolska                        | 1,02            | 1,45   | 0,99  | 0,79      | 1,61              | 0,93 | 1,40       | 1,51      | 1,33       | 1,17                             | 1,22 | 1,15 | 1,09 | 1,09 | 1,07 | 1,02 | 1,01 | 0,92            | W    |
| Sudecka                           | 1,00            | 1,32   | 1,83  | 0,83      | 1,80              | 1,20 | 1,96       | 1,53      | 1,56       | 1,45                             | 1,47 | 1,56 | 1,23 | 1,17 | 1,23 | 1,19 | 1,22 | 0,92            | W    |
| Karpacka                          | 1,05            | 1,59   | 0,96  | 0,84      | 1,70              | 1,44 | 1,87       | 1,93      | 1,69       | 1,35                             | 1,48 | 1,49 | 1,36 | 1,15 | 1,33 | 1,17 | 1,14 | 1,15            | W    |
| Białystok                         | 0,89            | 0,79   |       | 0,50      | 1,50              |      | 1,21       | 1,28      | 1,25       | 1,03                             | 1,07 | 1,15 | 1,18 | 1,16 | 1,14 | 1,12 | 0,93 | 0,88            | N    |
| Katowice                          | 0,90            | 1,71   | 0,63  | 0,69      | 1,41              | 1,23 | 1,33       | 1,49      | 1,20       | 1,11                             | 1,18 | 1,08 | 0,97 | 0,95 | 0,96 | 0,94 | 0,98 | 0,80            | W    |
| Kraków                            | 1,44            | 1,60   | 0,86  | 1,50      | 1,76              | 1,55 | 1,83       | 1,83      | 1,64       | 1,44                             | 1,51 | 1,32 | 1,26 | 0,99 | 1,05 | 0,89 | 0,83 | 0,85            | W    |
| Krosno                            | 0,93            | 1,08   | 1,18  | 0,67      | 1,66              | 1,28 | 1,67       | 1,65      | 1,65       | 1,27                             | 1,44 | 1,79 | 1,55 | 1,44 | 1,70 | 1,48 | 1,52 | 1,48            | N    |
| Lublin                            | 0,94            | 1,26   | 1,02  | 0,61      | 1,63              | 0,36 | 1,19       | 1,13      | 1,23       | 1,11                             | 1,10 | 1,09 | 1,04 | 1,01 | 0,81 | 0,77 | 0,83 | 0,68            | W    |
| Łódź                              | 1,10            | 1,00   | 1,00  | 0,65      | 1,58              | 1,06 | 1,47       | 1,80      | 1,03       | 1,15                             | 1,19 | 1,11 | 1,09 | 1,05 | 1,16 | 1,13 | 1,11 | 1,06            | N    |
| Olsztyn                           | 0,83            | 0,88   |       | 0,44      | 1,50              | 1,45 | 1,30       | 1,35      | 1,40       | 1,06                             | 1,04 | 0,98 | 0,97 | 0,82 | 0,87 | 0,89 | 0,69 | 0,53            | W    |
| Piła                              | 0,93            | 1,44   |       | 0,40      | 1,80              | 0,86 | 1,27       | 1,67      | 1,30       | 1,01                             | 1,18 | 1,11 | 0,96 | 0,70 | 0,60 | 0,49 | 0,50 | 0,44            | W    |
| Poznań                            | 0,93            | 1,41   |       | 0,60      | 2,00              | 0,50 | 1,37       | 1,51      | 1,26       | 1,17                             | 1,30 | 1,22 | 1,15 | 0,99 | 0,84 | 0,62 | 0,70 | 0,87            | W    |
| Szczecin                          | 1,41            | 1,87   |       | 1,41      | 2,39              | 1,66 | 1,96       | 2,23      | 1,67       | 1,63                             | 1,56 | 1,41 | 1,51 | 1,09 | 0,74 | 0,74 | 0,72 | 0,64            | W    |
| Szczecinek                        | 1,13            | 1,50   | 2,00  | 1,28      | 1,98              | 1,30 | 1,44       | 1,84      | 1,65       | 1,33                             | 1,25 | 1,18 | 1,15 | 0,97 | 0,65 | 0,62 | 0,62 | 0,50            | W    |
| Toruń                             | 0,88            | 1,50   |       | 0,50      | 1,99              | 0,86 | 1,25       | 1,77      | 1,54       | 1,05                             | 1,04 | 1,08 | 0,80 | 0,78 | 0,72 | 0,66 | 0,66 | 0,45            | W    |
| Wrocław                           | 0,86            | 1,28   | 1,83  | 0,82      | 1,87              | 1,18 | 1,67       | 1,46      | 1,49       | 1,32                             | 1,42 | 1,50 | 1,23 | 1,19 | 1,14 | 1,03 | 1,05 | 0,86            | W    |
| Zielona Góra                      | 1,05            | 0,91   |       | 2,00      | 2,44              | 0,53 | 1,93       | 1,67      | 1,48       | 1,25                             | 1,07 | 1,16 | 0,99 | 0,91 | 0,86 | 0,88 | 0,91 | 0,69            | W    |
| Gdańsk                            | 0,95            | 1,48   |       | 1,00      | 1,62              | 1,54 | 1,46       | 1,72      | 1,12       | 1,14                             | 1,05 | 1,16 | 1,06 | 0,90 | 1,05 | 0,91 | 1,08 | 0,83            | PW   |
| Radom                             | 1,04            | 1,45   | 1,04  | 0,64      | 1,36              | 0,96 | 1,36       | 1,67      | 1,63       | 1,19                             | 1,25 | 1,08 | 1,05 | 1,06 | 1,08 | 1,00 | 0,93 | 0,81            | W    |
| Warszawa                          | 1,15            |        |       | 1,55      | 1,78              |      | 1,42       | 1,68      | 1,64       | 1,31                             | 1,31 | 1,15 | 1,08 | 1,01 | 1,01 | 1,04 | 0,97 | 0,76            | W    |
| Parki Narodowe                    | 1,43            | 1,48   | 1,32  | 0,78      | 2,75              | 1,51 | 1,48       | 1,24      | 1,76       | 1,48                             | 1,55 | 1,46 | 1,45 | 1,25 | 1,21 | 1,19 | 1,11 | 1,01            | W    |

W – wzrost; PW – prawdopodobny wzrost; N – brak trendu

Kolorem oznaczono krainy p-l i rdLP, w których liczba drzew danego gatunku <50

Tabela 5.3. Najczęściej występujące lokalizacje, symptomy i czynniki sprawcze uszkodzeń drzew poszczególnych gatunków w 2021 r.

| Gatunki        | Liczba uszkodzeń | Najczęściej występująca lokalizacja |        |        | Najczęściej występujący symptom |        |        | Najczęściej występujący czynnik sprawczy |        |             |             |
|----------------|------------------|-------------------------------------|--------|--------|---------------------------------|--------|--------|--|--------|-------------|-------------|
|                |                  | Miejsce                             | Liczba | Udział | Symptom                         | Liczba | Udział | Czynnik                                  | Liczba | Udział 2021 | Udział 2020 |
| Sosna          | 22385            | Strzała                             | 14029  | 62,7%  | Deformacje                      | 5169   | 23,1%  | Badane niezidentyfikowane                | 8605   | 38,4%       | 39,4%       |
| Świerk         | 2238             | Strzała                             | 1321   | 59,0%  | Ubytek igieł                    | 532    | 23,8%  | Badane niezidentyfikowane                | 1056   | 47,2%       | 44,2%       |
| Jodła          | 1087             | Strzała                             | 518    | 47,7%  | Deformacje                      | 283    | 26,0%  | Badane niezidentyfikowane                | 380    | 35,0%       | 38,6%       |
| Inne iglaste   | 575              | Strzała                             | 372    | 64,7%  | Deformacje                      | 102    | 17,7%  | Badane niezidentyfikowane                | 271    | 47,1%       | 48,1%       |
| Dęby           | 6069             | Liście                              | 3528   | 58,1%  | Ubytek liści                    | 2329   | 38,4%  | Owady                                    | 2161   | 35,6%       | 35,2%       |
| Buk            | 2329             | Strzała                             | 1300   | 55,8%  | Ubytek liści                    | 624    | 26,8%  | Badane niezidentyfikowane                | 914    | 39,2%       | 34,4%       |
| Brzoza br.     | 5962             | Liście                              | 3047   | 51,1%  | Ubytek liści                    | 2286   | 38,3%  | Owady                                    | 2380   | 39,9%       | 40,4%       |
| Olsza cz.      | 4384             | Liście                              | 2663   | 60,7%  | Ubytek liści                    | 2633   | 60,1%  | Owady                                    | 2445   | 55,8%       | 56,7%       |
| Inne liściaste | 4913             | Strzała                             | 2231   | 45,4%  | Ubytek liści                    | 1809   | 36,8%  | Owady                                    | 1602   | 32,6%       | 34,7%       |
| Łącznie        | 49942            | Strzała                             | 24725  | 49,5%  | Ubytek igieł/liści              | 13720  | 27,5%  | Badane niezidentyfikowane                | 16921  | 33,9%       | 33,9%       |

Tabela 5.4. Udział procentowy wskazanych lokalizacji występowania uszkodzeń na drzewach wyróżnionych gatunków i grup gatunków w 2021 r.

| Lokalizacja uszkodzeń na drzewie        | Gatunki drzew |        |       |           |       |       |            |           |            | Wszystkie drzewa |
|---|---------------|--------|-------|-----------|-------|-------|------------|-----------|------------|------------------|
|   | Sosna         | Świerk | Jodła | Inne igl. | Dęby  | Buk   | Brzoza br. | Olsza cz. | Inne liśc. |                  |
| Liście, górna cz. korony                | 0,31          | 1,74   | 0,92  | 0,52      | 1,27  | 9,27  | 2,63       | 1,46      | 2,28       | 1,50             |
| Liście, dolna cz. korony                | 6,80          | 6,03   | 3,96  | 3,13      | 5,40  | 3,56  | 3,14       | 4,38      | 2,50       | 5,27             |
| Liście, poł. niejednolite               | 2,83          | 7,46   | 3,40  | 4,87      | 9,71  | 8,76  | 10,28      | 10,81     | 6,41       | 6,13             |
| Liście, cała korona                     | 7,63          | 11,35  | 5,34  | 4,00      | 41,75 | 10,61 | 35,06      | 44,09     | 29,21      | 20,59            |
| Liście bądź igły                        | 17,58         | 26,59  | 13,62 | 12,52     | 58,13 | 32,20 | 51,11      | 60,74     | 40,40      | 33,48            |
| Gałęzie, pędy, pączki                   | 19,76         | 14,39  | 38,73 | 22,78     | 22,19 | 11,98 | 10,27      | 6,02      | 14,19      | 17,01            |
| Strzała w obrębie korony                | 14,89         | 6,75   | 9,48  | 6,09      | 2,08  | 5,37  | 2,42       | 2,24      | 3,13       | 8,55             |
| Pień pomiędzy szyją korzeniową i koroną | 32,78         | 44,19  | 30,45 | 32,87     | 10,74 | 32,20 | 21,37      | 15,83     | 23,83      | 26,81            |
| Korzenie i szyja korzeniowa <25 cm      | 2,97          | 6,17   | 6,90  | 7,30      | 2,22  | 9,23  | 3,37       | 6,98      | 4,54       | 4,00             |
| Cała strzała                            | 12,03         | 1,92   | 0,83  | 18,43     | 4,63  | 9,02  | 11,47      | 8,19      | 13,90      | 10,15            |
| Razem strzała                           | 62,67         | 59,03  | 47,65 | 64,70     | 19,67 | 55,82 | 38,63      | 33,23     | 45,41      | 49,51            |
| Udział gatunku w uszkodzeniach ogółem   | 44,82         | 4,48   | 2,18  | 1,15      | 12,15 | 4,66  | 11,94      | 8,78      | 9,84       | 100              |

Tabela 5.5. Liczba wyróżnionych typów symptomów uszkodzenia i ich udział w łącznej liczbie uszkodzeń drzew poszczególnych gatunków w 2021 r.

| Kod                     | Symptomy uszkodzenia              | Jedn. | Sosna | Świerk | Jodła | Inne igl. | Dęby  | Buk   | Brzoza br | Olsza cz. | Inne liśc. | Razem uszkodzeń |
|-------------------------|-----------------------------------|-------|-------|--------|-------|-----------|-------|-------|-----------|-----------|------------|-----------------|
| 1                       | Ubytek liści/igieł                | szt.  | 3351  | 532    | 103   | 53        | 2329  | 624   | 2286      | 2633      | 1809       | 13720           |
|                         |                                   | %     | 14,97 | 23,77  | 9,48  | 9,22      | 8,38  | 26,79 | 38,34     | 60,06     | 36,82      | 27,47           |
| 2-5                     | Przebarwienia liści/igieł         | szt.  | 459   | 57     | 41    | 19        | 854   | 75    | 772       | 12        | 154        | 2393            |
|                         |                                   | %     | 2,5   | 2,55   | 3,77  | 3,30      | 14,07 | 3,22  | 12,11     | 0,27      | 3,13       | 4,79            |
| 6-7                     | Nienaturalne rozmiary liści/igieł | szt.  | 14    | 1      |       |           | 2     | 1     | 24        | 1         | 4          | 47              |
|                         |                                   | %     | 0,06  | 0,04   |       |           | 0,03  | 0,04  | 0,40      | 0,02      | 0,08       | 0,09            |
| 8                       | Deformacje                        | szt.  | 6810  | 270    | 395   | 132       | 499   | 585   | 859       | 535       | 905        | 10990           |
|                         |                                   | %     | 30,42 | 12,06  | 36,34 | 22,96     | 8,22  | 25,12 | 14,41     | 12,20     | 18,42      | 22,01           |
| 9                       | Inne symptomy                     | szt.  | 839   | 16     | 54    | 10        | 21    | 23    | 38        | 38        | 9          | 1088            |
|                         |                                   | %     | 3,75  | 0,71   | 4,97  | 1,74      | 0,35  | 0,99  | 0,64      | 0,87      | 1,00       | 2,18            |
| 10                      | Oznaki wyst. owadów               | szt.  | 74    | 9      | 2     | 8         | 2     | 16    | 30        | 14        | 23         | 198             |
|                         |                                   | %     | 0,33  | 0,40   | 0,18  | 1,39      | 0,36  | 0,69  | 0,50      | 0,32      | 0,47       | 0,40            |
| 11                      | Oznaki wyst. grzybów              | szt.  | 106   | 3      | 9     | 2         | 343   | 18    | 20        | 5         | 40         | 546             |
|                         |                                   | %     | 0,47  | 0,13   | 0,83  | 0,35      | 5,65  | 0,77  | 0,34      | 0,11      | 0,81       | 1,09            |
| 12                      | Inne oznaki                       | szt.  | 268   | 5      | 14    | 1         | 12    | 3     | 29        | 6         | 39         | 378             |
|                         |                                   | %     | 1,20  | 0,22   | 1,29  | 0,17      | 0,21  | 0,13  | 0,49      | 0,14      | 0,79       | 0,76            |
| 13                      | Złamane gałęzie                   | szt.  | 774   | 77     | 45    | 19        | 65    | 69    | 105       | 19        | 65         | 1238            |
|                         |                                   | %     | 3,46  | 3,44   | 4,14  | 3,30      | 1,07  | 2,96  | 1,76      | 0,43      | 1,32       | 2,48            |
| 14                      | Martwe/obumierające gałęzie       | szt.  | 1994  | 130    | 77    | 41        | 904   | 139   | 266       | 162       | 471        | 4184            |
|                         |                                   | %     | 8,91  | 5,81   | 7,08  | 7,13      | 14,90 | 5,97  | 4,46      | 3,70      | 9,59       | 8,38            |
| 15                      | Zrzucone gałęzie, pędy, pączki    | szt.  | 974   | 122    | 88    | 64        | 357   | 58    | 215       | 80        | 121        | 2079            |
|                         |                                   | %     | 4,35  | 5,45   | 8,10  | 11,13     | 5,88  | 2,49  | 3,61      | 1,82      | 2,46       | 4,16            |
| 16                      | Nekrozy                           | szt.  | 49    | 5      | 4     | 2         | 8     | 20    | 9         | 5         | 13         | 115             |
|                         |                                   | %     | 0,22  | 0,22   | 0,37  | 0,35      | 0,13  | 0,86  | 0,15      | 0,11      | 0,26       | 0,23            |
| 17                      | Rany                              | szt.  | 2851  | 426    | 189   | 67        | 272   | 418   | 292       | 155       | 389        | 4789            |
|                         |                                   | %     | 11,53 | 19,03  | 17,39 | 11,65     | 4,48  | 17,95 | 4,90      | 3,54      | 7,92       | 9,59            |
| 18                      | Wycieki żywicy                    | szt.  | 1330  | 480    | 30    | 65        |       |       |           |           |            | 1905            |
|                         |                                   | %     | 5,94  | 21,45  | 2,76  | 11,30     |       |       |           |           |            | 3,81            |
| 19                      | Wycieki na drzewach liściastych   | szt.  |       |        |       |           | 42    | 4     | 45        | 10        | 12         | 113             |
|                         |                                   | %     |       |        |       |           | 0,69  | 0,17  | 0,75      | 0,23      | 0,24       | 0,23            |
| 20                      | Zgnilizna                         | szt.  | 443   | 86     | 28    | 13        | 140   | 178   | 209       | 326       | 344        | 1767            |
|                         |                                   | %     | 1,98  | 3,84   | 2,58  | 2,26      | 2,31  | 7,64  | 3,51      | 7,44      | 7,00       | 3,54            |
| 21                      | Pochylone                         | szt.  | 2319  | 19     | 8     | 78        | 197   | 98    | 812       | 383       | 474        | 4388            |
|                         |                                   | %     | 10,36 | 0,85   | 0,74  | 13,57     | 3,25  | 4,21  | 13,62     | 8,74      | 9,65       | 8,79            |
| 22                      | Przewrócone                       | szt.  |       |        |       | 1         | 1     |       | 1         |           | 1          | 4               |
|                         |                                   | %     |       |        |       | 0,17      | 0,02  |       | 0,02      |           | 0,02       | 0,01            |
| Łączna liczba symptomów |                                   | szt.  | 22385 | 2238   | 1087  | 575       | 6069  | 2329  | 5962      | 4384      | 4913       | 49942           |

Tabela 5.6. Liczba wyróżnionych kategorii czynników sprawczych uszkodzeń i ich udział w łącznej liczbie uszkodzeń drzew poszczególnych gatunków w 2021 r. oraz trendy zmian identyfikowania czynników sprawczych w okresie 2010 - 2021

| Kod                           | Czynniki sprawcze                | Jedn. | Sosna | Świerk | Jodła | Inne igl. | Dąb   | Buk   | Brzoza br. | Olsza cz. | Inne liśc. | Razem |       |
|-------------------------------|----------------------------------|-------|-------|--------|-------|-----------|-------|-------|------------|-----------|------------|-------|-------|
| 100                           | Kręgowce                         | szt.  | 282   | 207    | 30    | 3         | 46    | 25    | 16         | 30        | 37         | 676   |       |
|                               |                                  | %     | 1,26  | 9,25   | 2,76  | 0,52      | 0,76  | 1,07  | 0,27       | 0,68      | 0,75       | 1,35  |       |
| 200                           | Owady                            | szt.  | 1004  | 198    | 6     | 31        | 2161  | 417   | 2380       | 2445      | 1602       | 10244 |       |
|                               |                                  | %     | 4,49  | 8,85   | 0,55  | 5,39      | 35,61 | 17,90 | 39,92      | 55,77     | 32,61      | 20,51 |       |
| 300                           | Grzyby                           | szt.  | 1229  | 58     | 214   | 29        | 1057  | 222   | 195        | 219       | 378        | 3601  |       |
|                               |                                  | %     | 5,49  | 2,59   | 19,69 | 5,04      | 17,42 | 9,53  | 3,27       | 5,00      | 7,69       | 7,21  |       |
| 400                           | Czynniki abiotyczne              | szt.  | 1404  | 107    | 57    | 44        | 171   | 200   | 436        | 274       | 337        | 3030  |       |
|                               |                                  | %     | 6,27  | 4,78   | 5,24  | 7,65      | 2,82  | 8,59  | 7,31       | 6,25      | 6,86       | 6,07  |       |
| 500                           | Bezpośrednie działanie człowieka | szt.  | 1820  | 183    | 107   | 53        | 134   | 227   | 166        | 59        | 170        | 2919  |       |
|                               |                                  | %     | 8,13  | 8,18   | 9,84  | 9,22      | 2,21  | 9,75  | 2,78       | 1,35      | 3,46       | 5,84  |       |
| 600                           | Pożary                           | szt.  | 21    |        |       |           |       |       | 1          |           |            | 22    |       |
|                               |                                  | %     | 0,09  |        |       |           |       |       | 0,02       |           |            | 0,04  |       |
| 700                           | Zanieczyszczenia powietrza       | szt.  |       |        |       |           |       |       |            |           |            |       |       |
|                               |                                  | %     |       |        |       |           |       |       |            |           |            |       |       |
| 800                           | Konkurencja i inne czynniki      | szt.  | 8020  | 429    | 293   | 144       | 749   | 324   | 1121       | 546       | 903        | 12529 |       |
|                               |                                  | %     | 35,83 | 19,17  | 26,95 | 25,04     | 12,34 | 13,91 | 18,80      | 12,45     | 18,38      | 25,09 |       |
| 999                           | Badane niezidentyfikowane        | 2021  | szt.  | 8605   | 1056  | 380       | 271   | 1751  | 914        | 1647      | 811        | 1486  | 16921 |
|                               |                                  |       | %     | 38,44  | 47,18 | 34,96     | 47,13 | 28,85 | 39,24      | 27,72     | 18,50      | 30,25 | 33,88 |
|                               |                                  | %     | 2020  | 39,4   | 44,2  | 38,6      | 48,1  | 28,9  | 34,4       | 25,4      | 17,6       | 31,1  | 33,9  |
|                               |                                  |       | 2019  | 39,9   | 39,2  | 35,6      | 47,3  | 26,5  | 30,9       | 22,0      | 16,4       | 29,8  | 32,5  |
|                               |                                  |       | 2018  | 36,2   | 31,9  | 32,5      | 40,8  | 24,8  | 19,1       | 21,7      | 14,3       | 25,1  | 28,7  |
|                               |                                  |       | 2017  | 37,3   | 31,2  | 31,4      | 43,1  | 22,7  | 20,2       | 21,1      | 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    | N      | N     | N         | SP    | N     | SP         | N         | N          | SP    |       |

SP – spadek

PS – prawdopodobny spadek

N – brak trendu

Tabela 5.7. Udział procentowy uszkodzeń drzew spowodowanych przez wyróżnione grupy owadów oraz kategorie innych czynników i konkurencji na drzewach poszczególnych gatunków na SPO I rzędu w 2021 r.

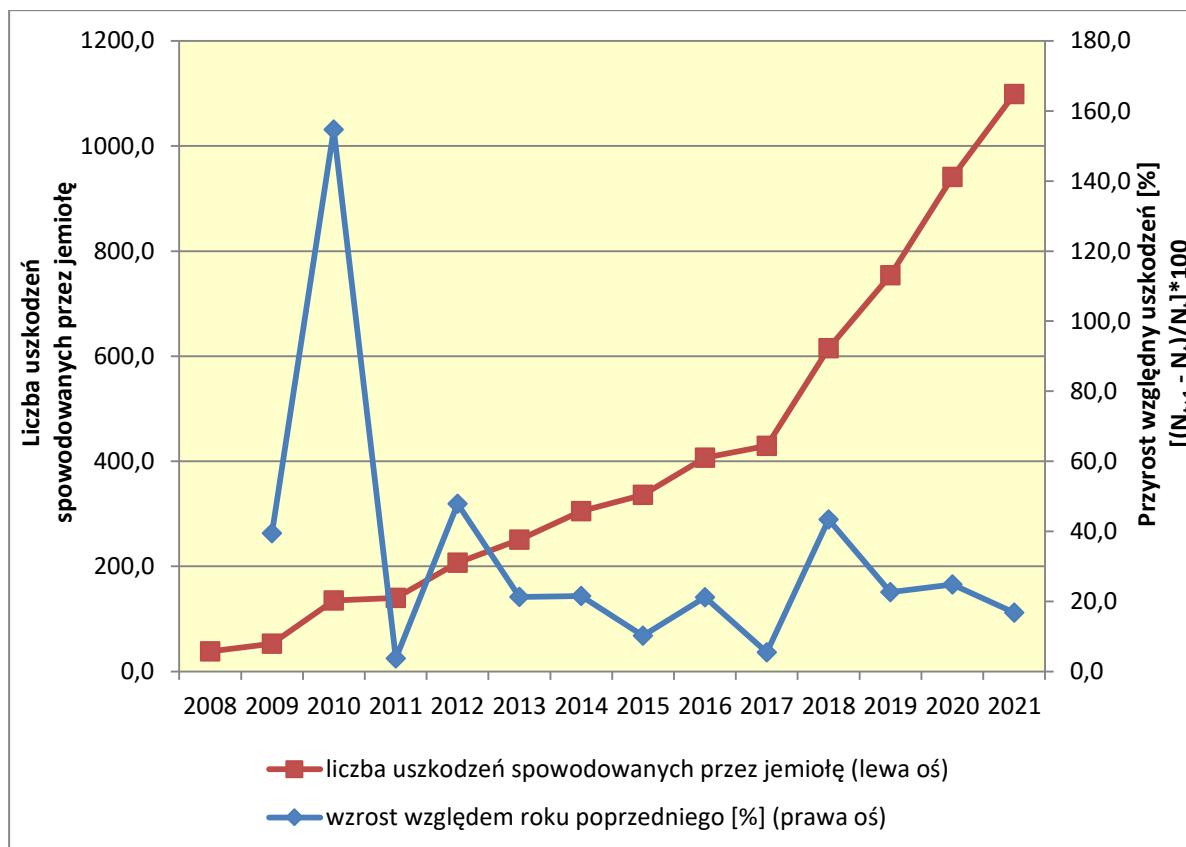
| Grupy owadów<br>Kategorie konkurencji i<br>innych czynników |                                     | Gatunki drzew |        |       |                 |       |      |        |       |               | Razem  |
|---|-------------------------------------|---------------|--------|-------|-----------------|-------|------|--------|-------|---------------|--------|
|   |                                     | Sosna         | Świerk | Jodła | Inne<br>iglaste | Dąb   | Buk  | Brzoza | Olsza | Inne<br>liśc. |        |
| OWADY   | Liściożerne                         | 1,87          | 0,11   | 0,00  | 0,02            | 19,37 | 3,69 | 16,29  | 23,49 | 14,92         | 79,75  |
|   | Uszkodzające pień,<br>gałęzie, pędy | 7,34          | 1,66   | 0,04  | 0,23            | 0,65  | 0,08 | 0,29   | 0,08  | 0,29          | 10,67  |
|   | Ssące                               | 0,00          | 0,05   | 0,01  | 0,00            | 0,29  | 0,10 | 6,23   | 0,13  | 0,28          | 7,09   |
|   | Minujące                            | 0,00          | 0,00   | 0,00  | 0,00            | 0,50  | 0,17 | 0,27   | 0,02  | 0,10          | 1,05   |
|   | Bez specyfikacji                    | 0,24          | 0,09   | 0,01  | 0,04            | 0,20  | 0,03 | 0,14   | 0,15  | 0,05          | 0,95   |
|   | Uszkodzające pączki                 | 0,33          | 0,00   | 0,00  | 0,00            | 0,01  | 0,00 | 0,00   | 0,00  | 0,00          | 0,34   |
|   | Galasówki                           | 0,00          | 0,01   | 0,00  | 0,00            | 0,07  | 0,01 | 0,00   | 0,00  | 0,00          | 0,09   |
|   | Owady inne                          | 0,01          | 0,02   | 0,00  | 0,01            | 0,00  | 0,00 | 0,01   | 0,01  | 0,00          | 0,06   |
|   | Razem dla gatunku<br>drzewa         | 9,80          | 1,93   | 0,06  | 0,30            | 21,10 | 4,07 | 23,23  | 23,87 | 15,64         | 100,00 |
|   | Razem<br>iglaste/liściaste          | 12,09         |        |       |                 | 87,91 |      |        |       |               |        |
| KONKURENCJA I INNE CZYNNIKI                                 | Konkurencja                         | 51,74         | 3,15   | 1,59  | 1,11            | 5,16  | 2,27 | 7,50   | 3,95  | 6,14          | 82,62  |
|   | Epifity/parazyty                    | 7,30          | 0,00   | 0,61  | 0,00            | 0,03  | 0,00 | 0,42   | 0,00  | 0,45          | 8,80   |
|   | Bez specyfikacji                    | 3,35          | 0,18   | 0,04  | 0,02            | 0,68  | 0,12 | 0,85   | 0,22  | 0,26          | 5,71   |
|   | Inne znane ale nie<br>podane        | 1,09          | 0,07   | 0,10  | 0,02            | 0,08  | 0,18 | 0,11   | 0,12  | 0,24          | 2,01   |
|   | Mutacje                             | 0,52          | 0,02   | 0,00  | 0,01            | 0,02  | 0,02 | 0,04   | 0,04  | 0,06          | 0,73   |
|   | Wirusy                              | 0,01          | 0,00   | 0,00  | 0,00            | 0,00  | 0,00 | 0,02   | 0,02  | 0,05          | 0,10   |
|   | Nicienie                            | 0,01          | 0,00   | 0,00  | 0,00            | 0,00  | 0,00 | 0,00   | 0,01  | 0,01          | 0,02   |
|   | Bakterie                            | 0,00          | 0,00   | 0,00  | 0,00            | 0,00  | 0,00 | 0,01   | 0,00  | 0,00          | 0,01   |
|   | Razem dla gatunku<br>drzewa         | 64,01         | 3,42   | 2,34  | 1,15            | 5,98  | 2,59 | 8,95   | 4,36  | 7,21          | 100,00 |
|   | Razem<br>iglaste/liściaste          | 70,92         |        |       |                 | 29,08 |      |        |       |               |        |

Tabela 5.8. Uszkodzenia drzew wyróżnionych gatunków i grup gatunków spowodowane przez epifity/parazyty (jemiołę) na SPO I rzędu w latach 2008 - 2021 wyrażone bezwzględną liczbą uszkodzeń (szt.) oraz wskaźnikiem liczby uszkodzeń przypadających na 1 drzewo [wg formuły: (liczba uszk./liczba drzew)\*100] oraz trend określony za pomocą testu Mann-Kendall'a

| Rok   | Jedn.            | Sosna | Świerk | Jodła | Inne igl. | Dęby | Buk | Brzozy | Olsza cz. | Inne liśc. | Razem |
|-------|------------------|-------|--------|-------|-----------|------|-----|--------|-----------|------------|-------|
| 2008  | szt.             | 29    |        |       |           |      |     | 5      |           | 4          | 38    |
|       | (szt./l.drz)*100 | 0,13  |        |       |           |      |     | 0,13   |           | 0,22       | 0,07  |
| 2009  | szt.             | 38    |        | 4     |           |      |     | 7      |           | 4          | 53    |
|       | (szt./l.drz)*100 | 0,17  |        | 0,42  |           |      |     | 0,18   |           | 0,18       | 0,14  |
| 2010  | szt.             | 110   |        | 8     |           |      |     | 15     |           | 2          | 135   |
|       | (szt./l.drz)*100 | 0,49  |        | 0,83  |           |      |     | 0,38   |           | 0,08       | 0,35  |
| 2011  | szt.             | 111   |        | 10    |           |      |     | 13     |           | 6          | 140   |
|       | (szt./l.drz)*100 | 0,50  |        | 1,05  |           |      |     | 0,33   |           | 0,24       | 0,36  |
| 2012  | szt.             | 182   |        | 11    |           |      |     | 8      |           | 6          | 207   |
|       | (szt./l.drz)*100 | 0,82  |        | 1,12  |           |      |     | 0,20   |           | 0,24       | 0,53  |
| 2013  | szt.             | 213   |        | 11    |           |      |     | 5      | 3         | 19         | 251   |
|       | (szt./l.drz)*100 | 0,96  |        | 1,11  |           |      |     | 0,12   | 0,12      | 0,74       | 0,64  |
| 2014  | szt.             | 250   |        | 13    |           |      |     | 15     | 2         | 25         | 305   |
|       | (szt./l.drz)*100 | 1,11  |        | 1,31  |           |      |     | 0,35   | 0,08      | 0,94       | 0,76  |
| 2015  | szt.             | 283   |        | 16    |           |      |     | 23     | 1         | 13         | 336   |
|       | (szt./l.drz)*100 | 1,25  |        | 1,60  |           |      |     | 0,54   | 0,04      | 0,48       | 0,84  |
| 2016  | szt.             | 337   |        | 20    |           |      |     | 27     | 1         | 22         | 407   |
|       | (szt./l.drz)*100 | 1,51  |        | 1,97  |           |      |     | 0,64   | 0,04      | 0,82       | 1,02  |
| 2017  | szt.             | 363   |        | 21    |           |      |     | 29     |           | 16         | 429   |
|       | (szt./l.drz)*100 | 1,63  |        | 2,02  |           |      |     | 0,67   |           | 0,58       | 1,07  |
| 2018  | szt.             | 521   |        | 36    |           |      |     | 42     |           | 16         | 615   |
|       | (szt./l.drz)*100 | 2,35  |        | 3,46  |           |      |     | 0,97   |           | 0,56       | 1,52  |
| 2019  | szt.             | 655   |        | 41    |           |      |     | 33     |           | 25         | 754   |
|       | (szt./l.drz)*100 | 2,96  |        | 3,89  |           |      |     | 0,75   |           | 0,80       | 1,85  |
| 2020  | szt.             | 801   |        | 56    |           |      |     | 51     |           | 33         | 941   |
|       | (szt./l.drz)*100 | 3,61  |        | 5,10  |           |      |     | 1,19   |           | 1,04       | 2,29  |
| 2021  | szt.             | 914   |        | 76    |           |      |     | 52     |           | 57         | 1099  |
|       | (szt./l.drz)*100 | 4,13  |        | 6,80  |           |      |     | 1,22   |           | 1,69       | 2,67  |
| Trend |                  | W     |        | W     |           |      |     | W      |           | W          | W     |

W – wzrost





Rycina 5.1. Wzrost liczby uszkodzeń spowodowanych przez epifity/parazyty (jemiotę) wyrażony w liczbach bezwzględnych oraz przyrost tych uszkodzeń względem roku poprzedniego [%] w latach 2008 - 2021

## 6. WARUNKI WODNE GLEB NA TERENACH LEŚNYCH POLSKI W 2021 R. I ICH WPŁYW NA STAN ZDROWOTNY LASÓW – *ANDRZEJ BOCZOŃ, ROBERT HILDEBRAND*

### Wprowadzenie

W ostatnich latach obserwujemy występowanie susz glebowych na terenach leśnych obejmujące duże obszary Polski. 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 opracowania strategii łagodzenia skutków suszy (Wang i in. 2014). W południowej Europie długość i intensywność letnich susz podwoiły się w ciągu ostatnich dziesięcioleci powodując, że susze należą do głównych wyzwań, przed którymi stanie leśnictwo w najbliższej perspektywie średnioterminowej (Albert i in. 2015). W ostatnich latach intensywne susze wystąpiły w latach 2015 i 2018. Wskaźnik anomalii wilgotności gleby (Soil Moisture Anomaly - SMA), określający warunki suszy rolniczej opracowany przez Europejskie Obserwatorium Suszy JRC (EDO) pokazuje, że susze rozpoczynające się w lipcu 2015 i 2018 roku dotknęły Niemcy, Grecję, zachodnią Polskę i

Skandynawię (Masante i Vogt 2018, Masante i in. 2018). W 2018 roku Europa Środkowa doświadczyła jednej z najbardziej dotkliwych i długotrwałych letnich susz i fal upałów, jakie kiedykolwiek odnotowano. Przed 2018 r. za suszę tysiąclecia uznawano warunki panujące w 2003 r. Susza ta była sklasyfikowana jako najcięższe wydarzenie w Europie w ciągu ostatnich 500 lat (Schuldt i in. 2020). Badania potwierdzają obecnie, że susza w 2018 roku była klimatycznie bardziej ekstremalna i miała większy wpływ na ekosystemy leśne niż susza w 2003 roku (Schuldt i in. 2020). Susze w latach 2018-2019 spowodowały zniszczenie lub obumarcie drzewostanów iglastych i liściastych na dużych obszarach Europy (Braun i in. 2020, Schuldt i in. 2020). Uważa się nawet, że susze w latach 2018-2020 w Europie Środkowej, były prawdopodobnie najgorsze od 2000 lat (Büntgen i in. 2021).

### **Metodyka**

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.

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: Cewice, Chrzanów, Cybinka, Dobieszyn, Gościno, Kobiór, Krotoszyn, Łagów, Olesno, Ostrów Mazowiecka, Pisz, Płońsk, Poddębice, Susz, Włodawa. Wronki, Zamrzenica. Okresowy brak danych uzupełniano z najbliższego punktu pomiarowego tworzącego leśną sieć stacji meteorologicznych.

Moment wystąpienia suszy glebowej wyznaczono, jako całkowite wyczerpanie wody dostępnej dla roślin ( $2,0 < pF < 3,7$ ). Aktualny zapas wody glebowej (SWS) obliczono w ujęciu dobowym, na podstawie bilansu odpływu wody w procesie ewapotranspiracji i przychodu wody z opadami atmosferycznymi. Ewapotranspiracja ekosystemu została obliczona wzorem Penmana-Monteitha.

Opad docierający do gleby w drzewostanie został zmniejszony o intercepcje drzewostanów, która została obliczana stosując model Liu (1997, 2001). Pojemność wodną koron określono metodą użytą w modelu Kondo (2001) (Smax wg Komatsu i in. 2008).

Liczbę dni z deficytem wody glebowej przedstawiono w ujęciu lat kalendarzowych (LDR) i dla miesięcy, w których następuje największy przyrost drzew, tj. w miesiącach kwiecień-lipiec - LDL.

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.

Powyższa metoda została użyta także do wyznaczenia średniego dobowego niedoboru wody glebowej na przełomie półrocza zimowego i półrocza ciepłego, tj. od 15 marca do 15 kwietnia. Jako niedobór określono ilość wody glebowej brakującej do osiągnięcia połowej pojemności wodnej ( $pF=2,0$ ).

Określono klimatyczny bilans wodny KBW, który jest różnicą przychodu wody z opadami i rozchodem wody w procesie ewapotranspiracji (BP-EVT). Wskaźnik został obliczony na podstawie ewapotranspiracji dobowej wzorem Penmana-Monteitha FAO56: Obliczono ten wskaźnik dla półrocza letniego KBWL i dla całego roku KBWR

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

Wpływ suszy na stan drzewostanów określono posługując się różnicą defoliacji poszczególnych drzew między latami 2021 i 2020, na powierzchniach monitoringu lasu w poszczególnych strefach wystąpienia suszy i zróżnicowania klimatycznego bilansu wodnego.

## **Wyniki badań**

### Zagrożenie suszą w 2021 r.

Zastosowane wskaźniki identyfikacji susz wskazują, że na podstawie poddanych analizie danych ze stacji meteorologicznych, w 2021 r. panowały najlepsze warunki wilgotnościowe na terenach leśnych od przynajmniej dziesięciu lat. Klimatyczny bilans wodny całego roku pokazuje na brak występowania niedoborów wody, a we wschodniej części kraju występował duży nadmiar wilgoci (ryc. 6.1a). Klimatyczny bilans wodny półrocza letniego (KBWL) wskazuje, że niedobór wilgoci w dwóch rejonach: w południowej Wielkopolsce i w rejonie Puszczy Białowieskiej (ryc. 6.1b). Podobny efekt pokazują wskaźniki liczby dni z niedoborem wody w glebie zarówno w ujęciu rocznym (LDR) jak i w okresie największego wzrostu drzew (LDL) (ryc. 6.1c i 6.1d). Z tym, że LDL wskazuje na brak zagrożeniem wystąpienia suszą glebową w miesiącach kwiecień-lipiec na terenie całego kraju, co dotychczas nie miało miejsca w okresie prowadzenia takich analiz. W ujęciu rocznym susza ograniczonego dostępu do zasobów wody glebowej wystąpiła w południowej Wielkopolsce i w rejonie

Puszczy Białowieskiej. Ponieważ było to poza okresem maksymalnego wzrostu drzew to skutki dla stanu zdrowotnego drzewostanów powinny być niewielkie.

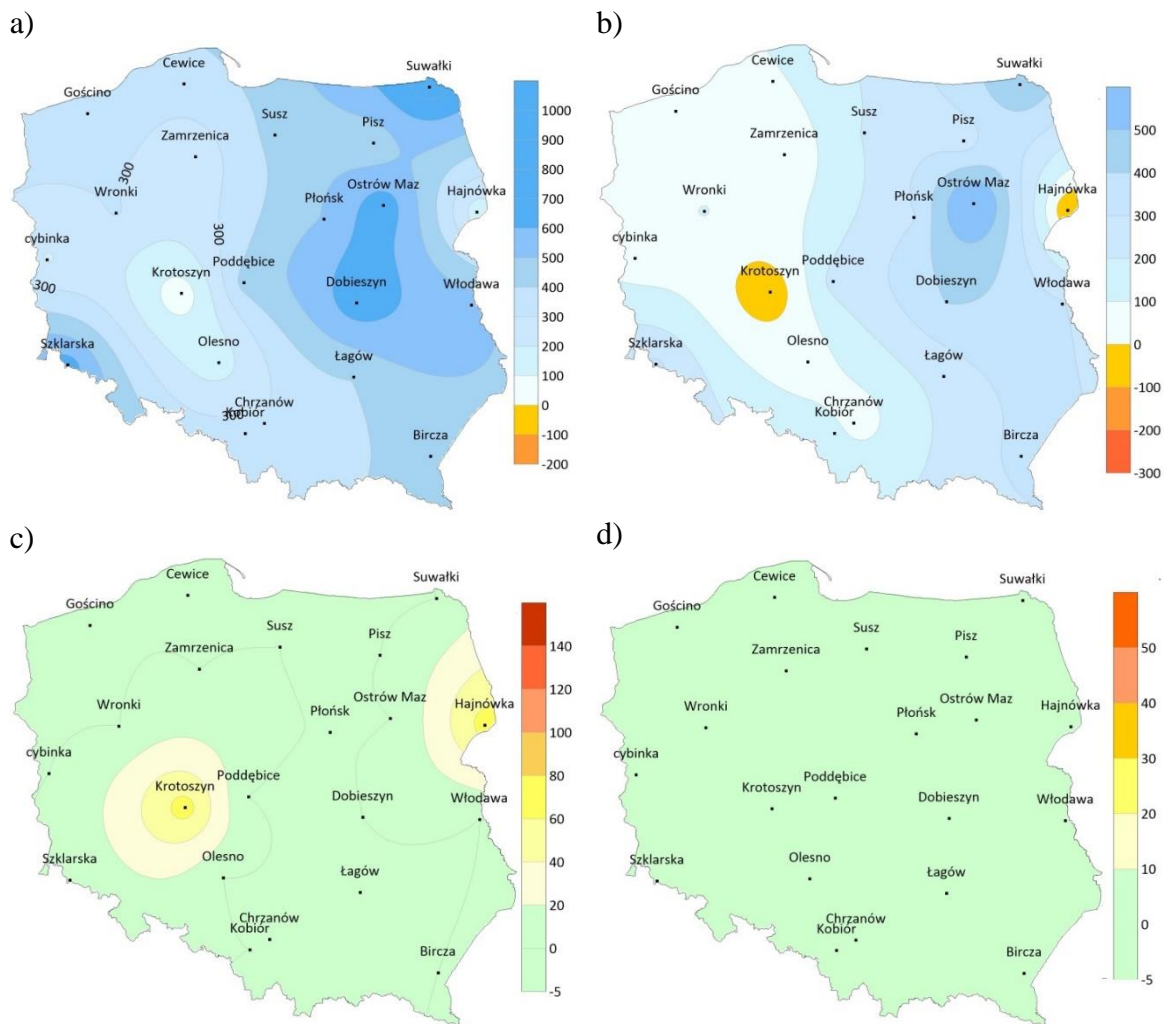
Na rycinie 6.2. zobrazowano warunki wilgotnościowe, jakie panowały na granicy półroczy zimowego i letniego. W warunkach klimatu umiarkowanego można wyróżnić dwa wyraźne okresy zasilania i odpływu wody z gleby. W półroczu chłodnym mamy do czynienia z dopływem i retencjonowaniem wody w glebie, która jest wykorzystywana przez roślinność w półroczu ciepłym, w którym odpływ wody przeważa nad przychodem, co stwarza powstawanie okresowych niedoborów wody glebowej. Ocieplenie się klimatu powoduje coraz częściej zaburzenie tej równowagi. Ciepłe zimy, brak pokrywy śnieżnej sprawiają, że już w okresie przedwiośnia coraz częściej mamy do czynienia z występowaniem niedoborów wilgoci w glebie. To zwiększa ryzyko wystąpienia suszy długotrwałej w kolejnych miesiącach. Przeprowadzona analiza warunków wodnych gleby na przełomie półroczy zimowego i letniego 2021 r. wykazała, że na większości obszaru kraju retencja wody w glebie została w pełni uzupełniona w czasie miesięcy zimowych, a nawet tam gdzie wystąpiły niedobory wody (południowo-zachodnia część kraju), były one niewielkie i mało znaczące. To odegrało decydującą rolę w zminimalizowaniu ryzyka wystąpienia suszy na znacznych obszarach kraju w kolejnych miesiącach. Warunki wilgotnościowe panujące na początku wiosny 2021 r. były zdecydowanie korzystniejsze dla drzewostanów niż rok wcześniej.

Już w 2020 r. dało się zauważyć znaczną poprawę warunków wilgotnościowych w stosunku do lat 2018 - 2019. W 2021 roku warunki te się jeszcze poprawiły. Analiza defoliacji drzewostanów na powierzchniach monitoringu lasu w relacji do stref zagrożenia wystąpieniem suszy wskazuje na znaczną poprawę ulistnienia drzewostanów (ryc. 6.3). W każdym zastosowanym wskaźniku zagrożenia suszami defoliacja wykazuje mniejsze wartości.

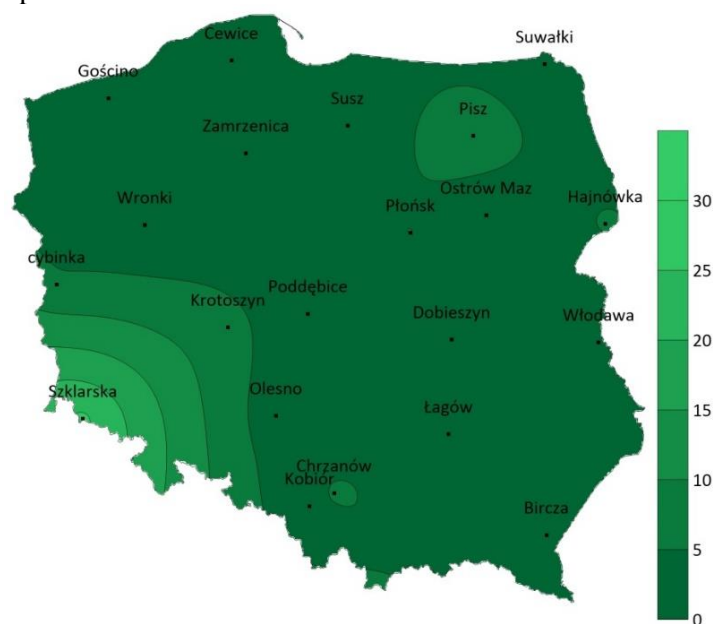
W przypadku rocznego klimatycznego bilansu wodnego zwiększenie ulistnienia zanotowano na południowo-zachodnich oraz północno-wschodnich krańcach kraju, pomimo, że na tych terenach wskaźnik KBWR nie wskazywał na złe warunki wilgotnościowe. Mogło to być spowodowane wpływem warunków panujących w latach poprzednich. Mała zgodność obszarów występowania zwiększonej defoliacji ze strefami zagrożenia suszą występuje także w przypadku pozostałych wskaźników. Może to być spowodowane także lokalnymi uwarunkowaniami, ponieważ mniejsze ulistnienie występowało na bardzo małych powierzchniach, a na większości obszaru kraju ulistnienie drzew uległo poprawie.

Literatura

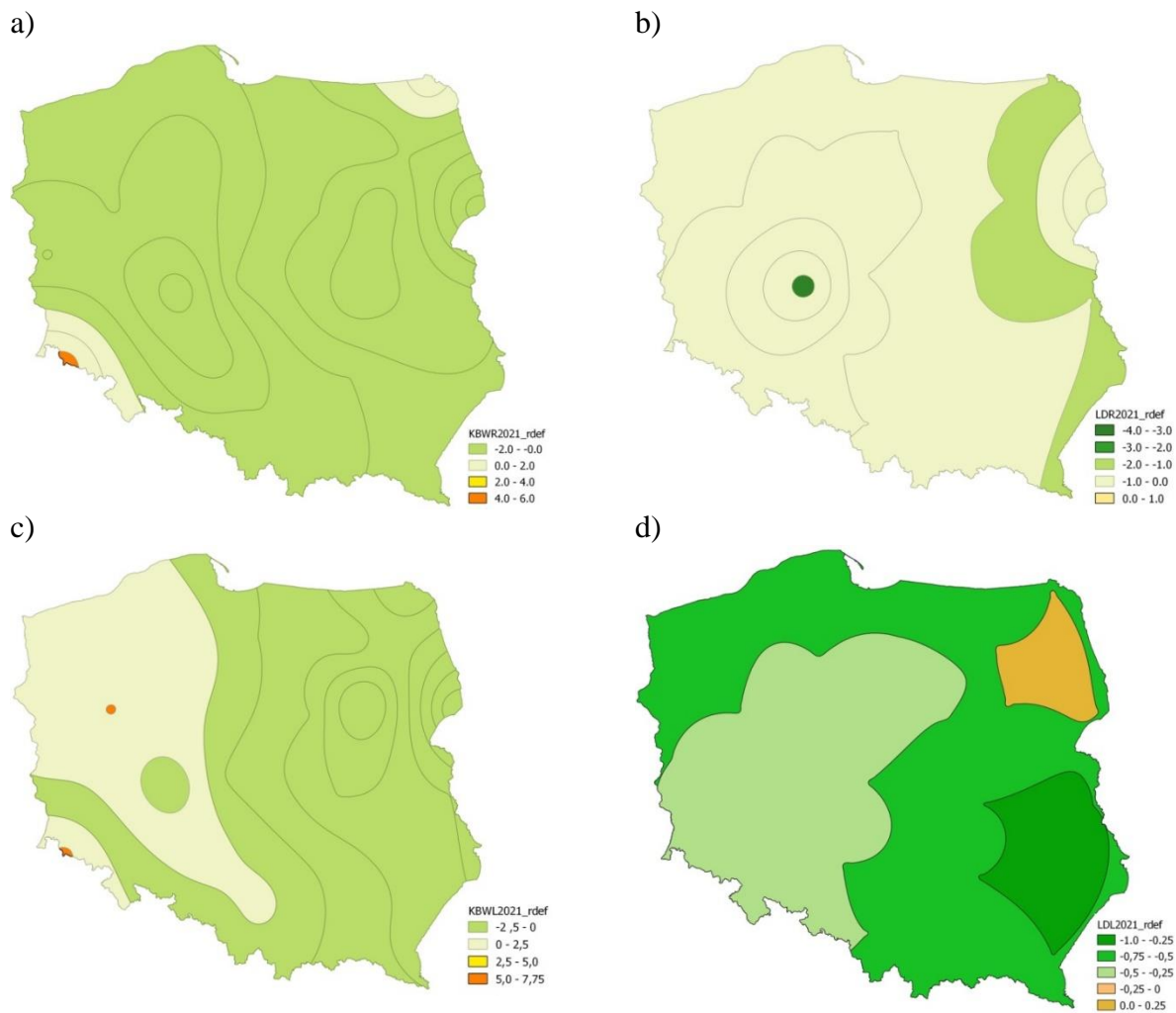
- Albert M., Hansen J., Nagel J., Schmidt M., Spellmann H., 2015: Assessing risks and uncertainties in forest dynamics under different management scenarios and climate change Forest Ecosystems 2:14, 2015. DOI 10.1186/s40663-015-0036-5
- Braun S, de Witte LC, Hopf SE (2020) Auswirkungen des Trockensommers 2018 auf Flächen der Interkantonalen Walddauerbeobachtung. Schweiz Z Forstwes 171:270–280
- Büntgen, U., Urban, O., Krusic, P.J. *et al.* Recent European drought extremes beyond Common Era background variability. *Nat. Geosci.* 14, 190–196 (2021). <https://doi.org/10.1038/s41561-021-00698-0>
- 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 worldwide. *Hydrological Processes*, 15, 2341-2360. Kondo (2001) (Smax wg Komatsu et al., 2008).
- 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. *J. Jpn. Soc. Hydrol. Water Resour.* 5 (2), 29–36 (in Japanese with English summary).
- Masante D, Vogt J (2018) Drought in Central-Northern Europe – August 2018. [https://edo.jrc.ec.europa.eu/documents/news/EDODroughtNews201807\\_Central\\_North\\_Europe.pdf](https://edo.jrc.ec.europa.eu/documents/news/EDODroughtNews201807_Central_North_Europe.pdf). Accessed 20 Feb 2020
- Masante D, Vogt J, Cammalleri C, Spinoni J, Barbosa P (2018) Drought in Central-Northern Europe – September 2018 EDO Analytical Report Copernicus EMS – European Drought Observatory (EDO). [https://edo.jrc.ec.europa.eu/documents/news//EDODroughtNews201809\\_Central\\_North\\_Europe.pdf](https://edo.jrc.ec.europa.eu/documents/news//EDODroughtNews201809_Central_North_Europe.pdf). Accessed 20 Feb 2020
- Schuldt B, Buras A, Arend M, Vitasse Y, Beierkuhnlein C, Damm A, Gharun M, Grams TEE, Hauck M, Hajek P, Hartmann H, Hilbrunner E, Hoch G, Holloway-Phillips M, Körner H, Larysch E, Lübke T, Nelson DB, Rammig A, Rigling A, Rose L, Ruehr NK, Schumann K, Weiser F, Werner Ch, Wohlgemuth T, Zang ChS, Kahmen A (2020) A first assessment of the impact of the extreme 2018 summer drought on Central European forests, *Basic and Applied Ecology* DOI: <https://doi.org/10.1016/j.baae.2020.04.003>
- 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.



Rycina 6.1. Warunki klimatyczno-wodne w 2021 r.: a) roczny klimatyczny bilans wodny, b) klimatyczny bilans wodny półrocza letniego, c) liczba dni ograniczonej dostępności wody dla roślinności w roku, d) liczba dni ograniczonej dostępności wody dla roślin w miesiącach kwiecień – lipiec



Rycina 6.2. Średni niedobór wody glebowej do poziomu połowej pojemności wodnej w okresie 15 marca 2021 r. - 15 kwietnia 2021 r.



Rycina 6.3. Zmiany defoliacji drzewostanów w 2021 r. w strefach zagrożenia wystąpienia suszy: a) roczny klimatyczny bilans wodny, b) klimatyczny bilans wodny półrocza letniego, c) liczba dni zagrożenia suszą glebową w roku, d) liczba dni zagrożenia suszą w miesiącach największego wzrostu drzew

## **7. STALE 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 2.04.1979 o ochronie dziko żyjących ptaków (*Directive on the conservation of wild birds*), wersja skodyfikowana 2009/147/EC z 30.11.2009: (<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PL/TXT/HTML/?uri=CELEX:32009L0147&from=EN>).

Dyrektywa Siedliskowa (Habitatowa) 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 2013/17/EU z 13.05.2013: (<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PL/TXT/HTML/?uri=CELEX:32013L0017&from=EN>).

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) ustanawiających obszary specjalnej ochrony ptaków Natura 2000.

Według bazy <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps> (którą prowadzi Europejska Agencja Środowiska Komisji Europejskiej) zaktualizowanej na koniec 2021 roku liczba obszarów sieci Natura 2000 w Polsce zwiększyła się od poprzedniego roku o 17 i wynosi 1002. Na koniec



2021 roku łączna powierzchnia zajmowana przez obszary Natura 2000 wynosiła 68 471 km<sup>2</sup>, co jest równe obecnie 19,5% powierzchni kraju.

W ostatnich latach proces zmian obszarów Natura 2000 przerodził się w proces modyfikacji przebiegu granic istniejących już obszarów Natura 2000. Wykonywane i planowane zmiany dotyczą tak powiększenia, jak i pomniejszenia niektórych obszarów specjalnej ochrony siedlisk oraz obszarów specjalnej ochrony ptaków. Uchwała nr 5 Rady Ministrów z dnia 5 stycznia 2021 r. w sprawie wyrażenia zgody na przekazanie Komisji Europejskiej dokumentu „Lista zmian w sieci obszarów Natura 2000” wprowadziła największy w ostatnim okresie przyrost liczby powierzchni. Powstało 14 nowych specjalnych obszarów ochrony siedlisk (SOO), zwiększono powierzchnię 28 specjalnych obszarów ochrony siedlisk (SOO) oraz w 7 przypadkach powierzchnia uległa niewielkiemu zmniejszeniu (około 70 ha).

W roku 2021 na obszarach Sieci Natura 2000 znalazło się 675 czynnych (na których wykonywane były obserwacje i pomiary) powierzchni obserwacyjnych monitoringu leśnego. Stanowi to około 30,7% wszystkich aktywnych SPO.

Łądowe obszary specjalnej ochrony ptaków (OSO) zajmują 49 185 km<sup>2</sup>. Znalazło się na nich 6 czynnych SPO Monitoringu Intensywnego, 31 czynnych SPO II rzędu oraz 482 czynnych powierzchni I rzędu (ryc. 7.1).

865 lądowych specjalnych obszarów ochrony siedlisk (SOO) zajmuje 35 398 km<sup>2</sup>. Znalazło się na nich 8 czynnych SPO Monitoringu Intensywnego, 24 czynne powierzchnie II rzędu i 371 czynnych SPO I rzędu (ryc. 7.1).

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

Na 145 obszarach specjalnej ochrony ptaków (OSO) lasy zajmują około 2,469 miliona hektarów (na 85 OSO znajdują się powierzchnie monitoringowe I rzędu) i przeważająca większość z nich uszkodzona jest w stopniu umiarkowanym. Większość powierzchni leśnej (88%) znajduje się w 1 – lekkiej klasie defoliacji (defoliacja 15–25%), pozostała część (12%) lasów znajduje się w 2 – średniej klasie defoliacji (defoliacja 26–60%). W roku 2021 nastąpiło zmniejszenie (z 19% do 12%) powierzchni leśnej, na której defoliacja drzew przyjmowała wartości z klasy 2. Większość tych zmian związana jest z zmniejszeniem się poziomu defoliacji w południowej i południowo-zachodniej Polsce (ryc. 7.2). Nie stwierdzono obecności kompleksów leśnych bez defoliacji, jak również z dużą defoliacją.

Na 865 specjalnych obszarach ochrony siedlisk (SOO) kompleksy leśne zajmują około 1,916 miliona hektarów (na 181 SOO znajdują się monitoringowe SPO I rzędu). Większość powierzchni leśnej (90%) znajduje się w 1 – lekkiej klasie defoliacji (defoliacja 10–25%), pozostała część lasów znajduje się w 2 – średniej klasie defoliacji (defoliacja 26–60%). W porównaniu do ubiegłego roku nastąpiło zmniejszenie powierzchni leśnej z defoliacją na poziomie średnim (ryc. 7.2). 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 przedstawione są na rycinie 7.3.

Tabela 7.1 prezentuje średnią defoliację drzew na 174 specjalnych obszarach ochrony siedlisk (SOO) obszarów Natura 2000, na których obecne znajduje się 371 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 21-22% i mieszczą się w klasie 1 (lekkiej defoliacji) – tabela 7.2.

W perspektywie najbliższych lat struktura obszarów Sieci Natura 2000 będzie się zmieniać w niewielkim stopniu, następować 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.

## LITERATURA

- Directive on the conservation of natural habitats and of wild fauna and flora. Dyrektywa Siedliskowa z 1 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.
- Natura 2000. Biuletyn o przyrodzie i różnorodności biologicznej. Dyrekcja Generalna ds. Środowiska Komisji Europejskiej. Numer 49. Grudzień 2020, ISSN 2443-776X.
- Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 12 stycznia 2011 r. w sprawie obszarów specjalnej ochrony ptaków. Dz. U. 2011 nr 25, poz. 133.
- 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. Dz. U. 2010 nr 77, poz. 510.

Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 17 lutego 2010 r. w sprawie sporządzania projektu planu zadań ochronnych dla obszaru natura 2000. 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. Dz. U. 2010 nr 64 poz. 401.

Uchwała nr 5 Rady Ministrów z dnia 5 stycznia 2021 r. w sprawie wyrażenia zgody na przekazanie Komisji Europejskiej dokumentu „Lista zmian w sieci obszarów Natura 2000” Monitor Polski Warszawa, dnia 15 stycznia 2021 r. poz. 45

Ustawa o ochronie przyrody z dnia 16 kwietnia 2004 r. Dz. U. 2004 nr 92 poz. 880.

Tabela 7.1. Średnia defoliacja na stałych powierzchniach obserwacyjnych (SPO) I rzędu znajdujących się na specjalnych obszarach ochrony siedlisk (SOO) Natura 2000 w 2021 roku.

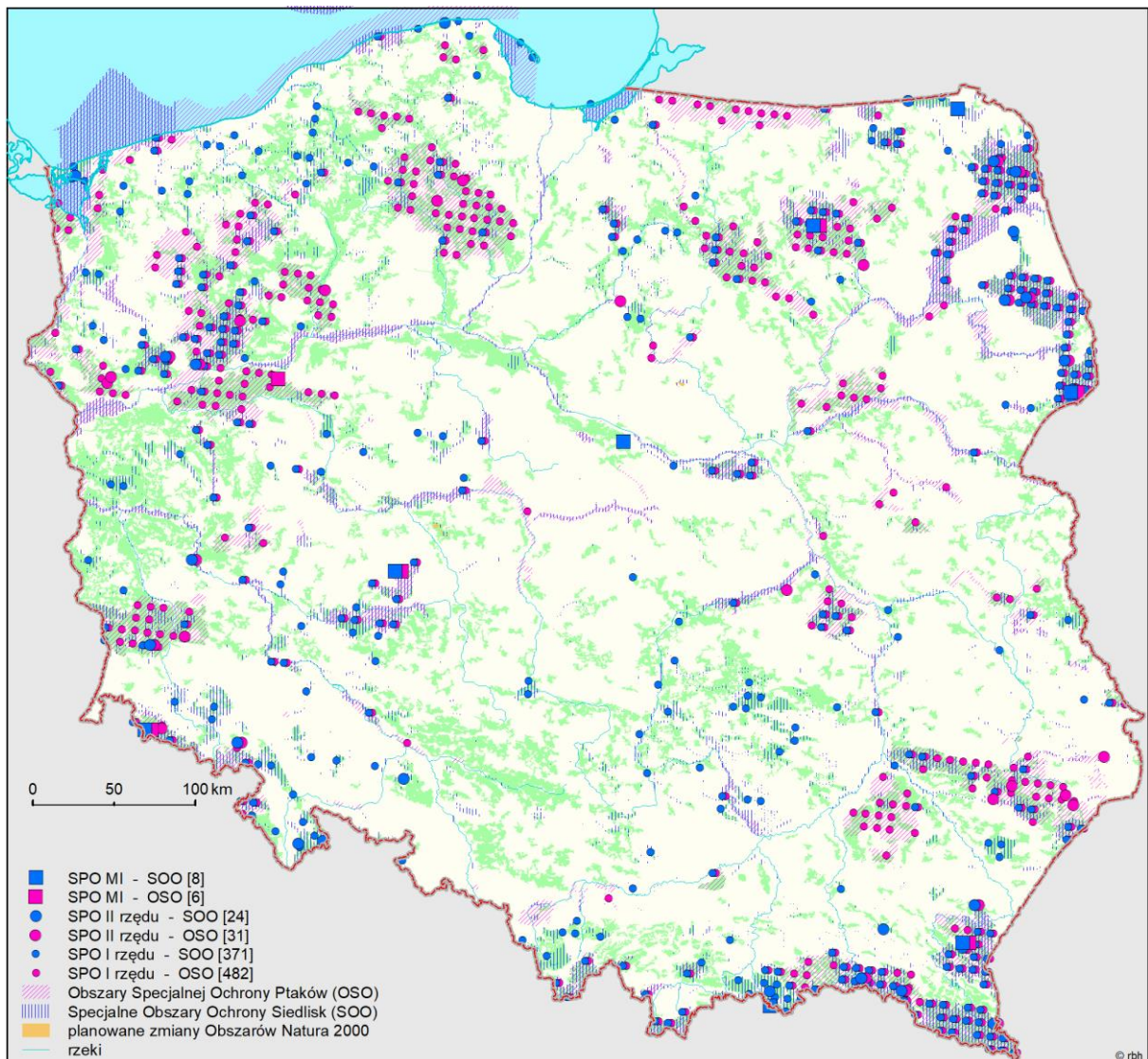
| Kod obszaru | Nazwa obszaru                   | Liczba drzew | Średnia defoliacja | Kod obszaru | Nazwa obszaru                      | Liczba drzew | Średnia defoliacja |
|-------------|---------------------------------|--------------|--------------------|-------------|------------------------------------|--------------|--------------------|
| PLC02000    | Karkonosze                      | 20           | 26,00              | PLH10001    | Buczyna Gałkowska                  | 20           | 10,00              |
| PLC02000    | Łęgi Odrzańskie                 | 60           | 32,67              | PLH10002    | Lasy Smardzewickie                 | 20           | 34,00              |
| PLC12000    | Tatry                           | 60           | 31,83              | PLH12000    | Ostoja Babiogórska                 | 20           | 35,00              |
| PLC12000    | Torfowiska Orawsko-Nowotarskie  | 20           | 20,50              | PLH12000    | Dolina Prądnika                    | 20           | 18,75              |
| PLC14000    | Puszcza Kampinowska             | 80           | 28,88              | PLH12000    | Koło Grobli                        | 20           | 12,00              |
| PLC18000    | Bieszczady                      | 340          | 16,34              | PLH12001    | Ostoja Gorczańska                  | 40           | 18,50              |
| PLC20000    | Puszcza Białowieska             | 220          | 20,61              | PLH12001    | Ostoja Popradzka                   | 180          | 19,25              |
| PLH02000    | Dolina Łachy                    | 20           | 15,25              | PLH12003    | Łabowa                             | 40           | 18,00              |
| PLH02000    | Góry Stołowe                    | 40           | 20,25              | PLH12005    | Ostoje Nietoperzy Beskidu          | 20           | 24,00              |
| PLH02001    | Wrzosowisko Przemkowskie        | 20           | 25,75              | PLH12007    | Rudniańskie Modraszki - Kajasówka  | 20           | 25,00              |
| PLH02001    | Góry Białskie i Grupa Śnieżnika | 40           | 22,13              | PLH12009    | Ostoje Nietoperzy Powiatu          | 20           | 18,00              |
| PLH02001    | Grądy w Dolinie Odry            | 20           | 18,50              | PLH14001    | Olszyny Rumockie                   | 20           | 33,50              |
| PLH02003    | Góry i Pogórze Kaczawskie       | 40           | 27,00              | PLH14001    | Ostoja Nadbużańska                 | 40           | 26,50              |
| PLH02003    | Góry Kamienne                   | 20           | 21,00              | PLH14001    | Dolina Dolnej Pilicy               | 20           | 34,00              |
| PLH02004    | Ostoja nad Baryczą              | 140          | 21,04              | PLH14002    | Kampinowska Dolina Wisły           | 20           | 28,00              |
| PLH02004    | Torfowiska Gór Izerskich        | 20           | 32,50              | PLH14003    | Łękawica                           | 20           | 20,00              |
| PLH02005    | Ostoja nad Bobrem               | 20           | 21,25              | PLH14003    | Puszcza Kozińska                   | 80           | 23,00              |
| PLH02006    | Góry Orlickie                   | 20           | 27,25              | PLH14004    | Bory bagienne i torfowiska Karaska | 20           | 13,25              |
| PLH02006    | Góry Bardzkie                   | 20           | 26,25              | PLH14004    | Myszynieckie Bory Sasankowe        | 20           | 20,25              |
| PLH02007    | Ostoja Nietoperzy Gór Sowich    | 40           | 21,63              | PLH16000    | Góry Opawskie                      | 20           | 24,00              |
| PLH02007    | Uroczyska Borów Dolnośląskich   | 20           | 26,25              | PLH16001    | Opolska Dolina Nysy Kłodzkiej      | 20           | 26,50              |
| PLH02007    | Wzgórza Strzeleckie             | 20           | 17,25              | PLH18000    | Ostoja Magurska                    | 80           | 17,69              |
| PLH02008    | Wzgórza Niemczańskie            | 20           | 21,50              | PLH18001    | Ostoja Przemyska                   | 80           | 15,56              |
| PLH02008    | Dolina Bystrzycy Łomnickiej     | 20           | 19,75              | PLH18001    | Ostoja Góry Słonne                 | 160          | 18,53              |
| PLH02008    | Dolina Dolnej Baryczy           | 40           | 21,63              | PLH18001    | Ostoja Jaśliska                    | 120          | 15,08              |
| PLH02008    | Pieńska Dolina Nysy Łużyckiej   | 20           | 23,50              | PLH18001    | Łysa Góra                          | 20           | 21,00              |
| PLH02009    | Dolina Oleśnicy i Potoku        | 20           | 27,50              | PLH18001    | Horyniec                           | 40           | 16,50              |
| PLH02009    | Góry Złote                      | 20           | 14,75              | PLH18001    | Trzciana                           | 20           | 28,75              |
| PLH02010    | Łęgi nad Bystrzycą              | 20           | 38,50              | PLH18002    | Dolina Dolnego Sanu                | 20           | 20,25              |
| PLH04000    | Jezioro Gopło                   | 20           | 22,00              | PLH18002    | Las nad Braciejową                 | 20           | 17,00              |
| PLH04001    | Sandr Wdy                       | 20           | 19,75              | PLH18005    | Lasy Sieniawskie                   | 60           | 18,58              |
| PLH04002    | Doliny Brdy i Stążki w Borach   | 20           | 18,25              | PLH18005    | Enklawy Puszczy Sandomierskiej     | 20           | 30,50              |
| PLH06000    | Dolina Środkowego Wieprza       | 20           | 24,75              | PLH20000    | Ostoja Wigierska                   | 20           | 24,75              |
| PLH06001    | Ostoja Poleska                  | 20           | 22,00              | PLH20000    | Ostoja Augustowska                 | 300          | 22,98              |
| PLH06001    | Płaskowyż Nałęczowski           | 20           | 19,25              | PLH20000    | Ostoja Knyszyńska                  | 400          | 21,85              |
| PLH06001    | Roztocze Środkowe               | 20           | 22,75              | PLH20000    | Pojezierze Sejneńskie              | 40           | 20,13              |
| PLH06003    | Uroczyska Lasów Janowskich      | 40           | 29,88              | PLH20000    | Dolina Biebrzy                     | 160          | 22,75              |
| PLH06003    | Uroczyska Puszczy Solskiej      | 80           | 23,13              | PLH20001    | Ostoja w Dolinie Górnej Narwi      | 20           | 17,25              |
| PLH06004    | Lasy Sobiborskie                | 20           | 25,25              | PLH20001    | Jelonka                            | 20           | 23,50              |
| PLH06004    | Przełom Wisły w Małopolsce      | 20           | 43,25              | PLH20002    | Ostoja w Dolinie Górnego Nurca     | 20           | 19,25              |
| PLH06005    | Dolny Wieprz                    | 20           | 25,25              | PLH20002    | Dolina Górnej Rospudy              | 20           | 23,50              |
| PLH06007    | Putnowice                       | 20           | 32,00              | PLH22001    | Kurze Grzędy                       | 20           | 23,50              |
| PLH06009    | Uroczyska Roztocza Wschodniego  | 20           | 19,50              | PLH22001    | Mierzeja Sarbska                   | 20           | 19,00              |
| PLH06009    | Uroczyska Lasów Strzeleckich    | 20           | 22,75              | PLH22002    | Pełcznica                          | 20           | 16,75              |
| PLH08000    | Dolina Leniwej Obry             | 20           | 22,50              | PLH22002    | Piaśnickie Łąki                    | 20           | 18,25              |
| PLH08000    | Rynna Jezior Obrzańskich        | 60           | 22,25              | PLH22002    | Ostoja Słowińska                   | 20           | 21,00              |
| PLH08000    | Torfowisko Chłopiny             | 20           | 28,00              | PLH22002    | Sandr Brdy                         | 20           | 19,25              |
| PLH08001    | Nowosolska Dolina Odry          | 20           | 32,25              | PLH22002    | Trzy Młyny                         | 20           | 17,00              |
| PLH08003    | Jeziora Gościńskie              | 20           | 29,50              | PLH22003    | Zatoka Pucka i Półwysep Helski     | 40           | 22,13              |
| PLH08003    | Lasy Dobroszówskie              | 40           | 25,50              | PLH22003    | Jeziora Wdzydzkie                  | 40           | 21,50              |
| PLH08004    | Wilki nad Nysą                  | 20           | 24,25              | PLH22003    | Dolina Wieprzy i Studnicy          | 20           | 28,00              |
| PLH08006    | Uroczyska Borów Ząszeckich      | 20           | 21,75              | PLH22004    | Miasteczko Jeziora Lobeliowe       | 20           | 20,50              |
| PLH08007    | Las Żarski                      | 20           | 19,00              | PLH22007    | Ostoja Borzyszkowska               | 20           | 19,50              |
| PLH08007    | Ostoja Barlinecka               | 100          | 25,90              | PLH24000    | Cieszyńskie Źródła Tufowe          | 20           | 21,00              |
| PLH10000    | Załączkański Łuk Warty          | 40           | 18,25              | PLH24000    | Beskid Śląski                      | 40           | 31,75              |
| PLH10000    | Dolina Środkowej Pilicy         | 20           | 17,00              | PLH24000    | Beskid Żywiecki                    | 60           | 21,75              |

| Kod obszaru | Nazwa obszaru                    | Liczba drzew | Średnia defoliacja |
|-------------|----------------------------------|--------------|--------------------|
| PLH24002    | Beskid Mały                      | 60           | 24,50              |
| PLH26000    | Lysogóry                         | 20           | 14,00              |
| PLH26000    | Ostoja Nidziańska                | 20           | 26,25              |
| PLH26000    | Ostoja Przedborska               | 20           | 23,00              |
| PLH26001    | Lasy Suchedniowskie              | 80           | 23,81              |
| PLH26001    | Lasy Skarżyskie                  | 20           | 15,00              |
| PLH26001    | Dolina Czarnej                   | 20           | 22,50              |
| PLH26001    | Dolina Górnej Pilicy             | 40           | 29,00              |
| PLH26002    | Krzemionki                       | 20           | 26,00              |
| PLH26002    | Ostoja Gaj                       | 20           | 23,75              |
| PLH26002    | Ostoja Jeleniowska               | 20           | 16,25              |
| PLH26002    | Ostoja Kozubowska                | 20           | 15,00              |
| PLH26003    | Ostoja Szaniecko-Solecka         | 40           | 18,25              |
| PLH26004    | Lasy Cisowsko-Orłowińskie        | 20           | 15,75              |
| PLH28000    | Dolina Drwęcy                    | 80           | 22,56              |
| PLH28000    | Puszcza Romincka                 | 20           | 19,75              |
| PLH28000    | Rzeka Pasłęka                    | 20           | 16,25              |
| PLH28000    | Zalew Wiślany i Mierzeja Wiślana | 20           | 22,50              |
| PLH28001    | Ostoja Lidzbarska                | 40           | 18,00              |
| PLH28001    | Ostoja Borecka                   | 100          | 21,45              |
| PLH28002    | Doliny Erozyjne Wysoczyzny       | 20           | 15,75              |
| PLH28003    | Warmińskie Buczyny               | 20           | 22,00              |
| PLH28004    | Ostoja nad Oświnem               | 20           | 17,00              |
| PLH28004    | Ostoja Piska                     | 140          | 21,61              |
| PLH28005    | Ostoja Napiwodzko-Ramucka        | 80           | 24,00              |
| PLH28005    | Ostoja Hawska                    | 60           | 18,17              |
| PLH30000    | Biedrusko                        | 20           | 15,00              |
| PLH30000    | Uroczyska Płyty Krotoszyńskiej   | 80           | 31,19              |
| PLH30000    | Ostoja Nadwarciańska             | 20           | 18,50              |
| PLH30001    | Ostoja Wielkopolska              | 40           | 18,75              |
| PLH30001    | Puszcza Bieniszewska             | 20           | 16,75              |
| PLH30002    | Pojezierze Gnieźnieńskie         | 40           | 18,63              |
| PLH30003    | Ostoja Międzychodzko-Sierakowska | 40           | 23,88              |
| PLH30003    | Dolina Mogielnicy                | 20           | 25,75              |
| PLH30003    | Dolina Cybiny                    | 20           | 18,00              |
| PLH30004    | Ostoja Przemęcka                 | 20           | 25,50              |
| PLH30004    | Ostoja Piłska                    | 20           | 22,00              |
| PLH30004    | Dolina Bukówki                   | 20           | 28,00              |
| PLH32000    | Bobolickie Jeziora Lobeliowe     | 20           | 21,00              |
| PLH32000    | Dolina Grabowej                  | 20           | 21,25              |
| PLH32000    | Dolina Płoni i Jezioro Miedwie   | 20           | 11,25              |
| PLH32000    | Dorzecze Parsęty                 | 60           | 23,42              |
| PLH32000    | Janiewickie Bagno                | 20           | 24,00              |
| PLH32001    | Ostoja Goleniowska               | 20           | 23,00              |
| PLH32001    | Pojezierze Myśliborskie          | 20           | 24,25              |
| PLH32001    | Trzebiatowsko-Kołobrzeski Pas    | 40           | 15,50              |
| PLH32001    | Wolin i Uznam                    | 60           | 27,33              |
| PLH32002    | Wzgórza Bukowe                   | 40           | 15,25              |
| PLH32002    | Dolina Radwi, Chocieli i Chotli  | 60           | 21,75              |
| PLH32002    | Jezioro Lubie i Dolina Drawy     | 60           | 18,58              |
| PLH32003    | Dolna Odra                       | 20           | 19,75              |
| PLH32003    | Gogolice-Kosa                    | 20           | 26,25              |
| PLH32003    | Jeziora Czaplincekie             | 60           | 21,92              |
| PLH32004    | Jezioro Bobięcińskie             | 20           | 26,50              |
| PLH32004    | Lasy Bierzwnickie                | 40           | 15,25              |
| PLH32004    | Mirosławiec                      | 20           | 20,50              |
| PLH32004    | Uroczyska Puszczy Drawskiej      | 240          | 19,85              |
| PLH32004    | Warmie Bagno                     | 20           | 30,75              |
| PLH32004    | Dorzecze Regi                    | 60           | 22,00              |

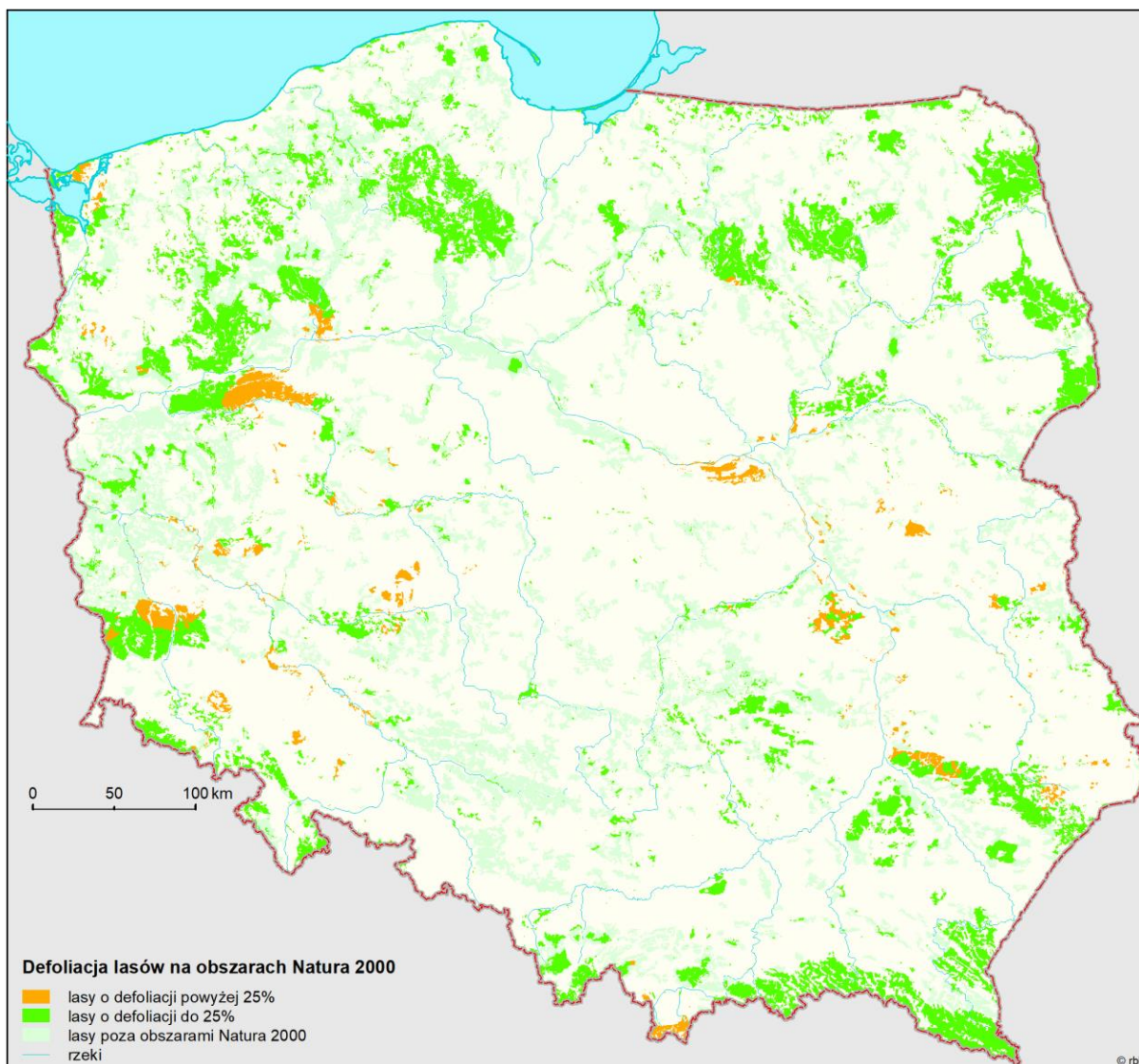
| Kod obszaru | Nazwa obszaru     | Liczba drzew | Średnia defoliacja |
|-------------|-------------------|--------------|--------------------|
| PLH32005    | Ostoja Golczewska | 20           | 24,50              |
| PLH32006    | Dziczy Las        | 20           | 22,25              |
| PLH32006    | Pojezierze Ińskie | 60           | 15,83              |

Tabela 7.2. Średnia defoliacja na obszarach Natura 2000 z powierzchniami monitoringu leśnego w 2021 roku

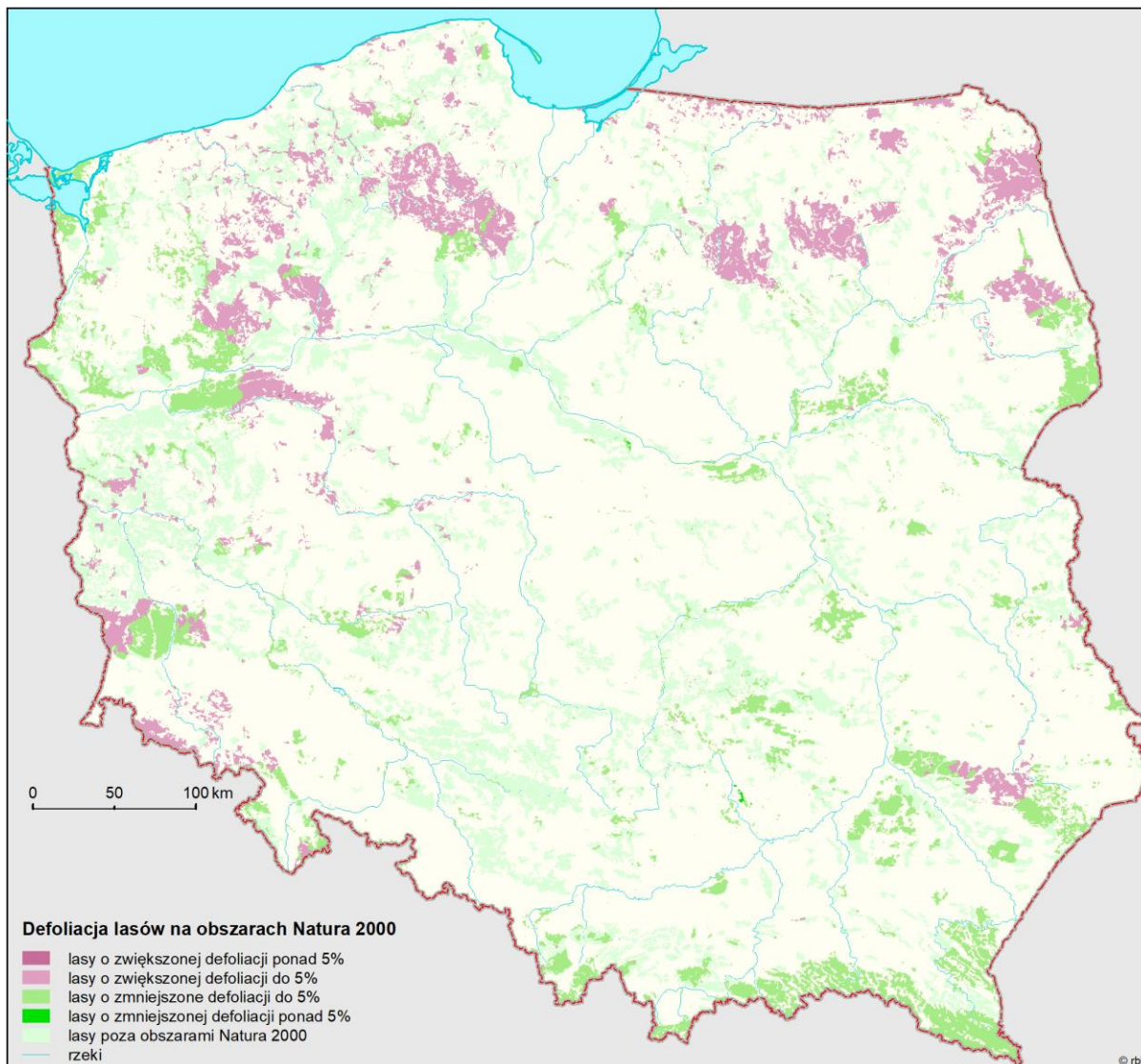
| Rodzaj obszaru                 | Liczba obszarów Natura 2000 | Liczba SPO I | Średnia defoliacja w 2021 roku | Średnia defoliacja w 2020 roku | Zmiana średniej defoliacji |
|--------------------------------|-----------------------------|--------------|--------------------------------|--------------------------------|----------------------------|
| Obszary ochrony ptaków (OSO)   | 85                          | 482          | 21,9                           | 22,8                           | -0,9                       |
| Obszary ochrony siedlisk (SOO) | 174                         | 371          | 21,7                           | 23,2                           | -1,5                       |



Rycina 7.1. Rozmieszczenie SPO I i II rzędu oraz powierzchni Monitoringu Intensywnego na obszarach Natura 2000 (stan na koniec 2021 r.)



Rycina 7.2. Poziom defoliacji lasów na obszarach Natura 2000 na podstawie oceny defoliacji na stałych powierzchniach obserwacyjnych (stan na 2021 rok)



Rycina 7.3. Różnica w poziomie defoliacji lasów na obszarach Natura 2000 pomiędzy latami 2021 i 2020 na podstawie zmiany defoliacji na stałych powierzchniach obserwacyjnych



## **CZEŚĆ III MONITORING LASÓW NA STAŁYCH POWIERZCHNIACH OBSERWACYJNYCH II RZĘDU**

### **8. STAN ZDROWOTNY DRZEWOSTANÓW NA SPO II RZĘDU W 2021 R. – JADWIGA MAŁACHOWSKA**

W 2021 roku wśród 148 SPO II rzędu były 133 powierzchnie czynne (na których prowadzono ocenę stanu koron drzew) oraz 15 powierzchni oczekujących, na których stary drzewostan został usunięty, a wiek młodego drzewostanu nie przekraczał 20 lat. Cztery powierzchnie przeszły z czynnych do oczekujących w 2015 r., po trzy powierzchnie zmieniło swój charakter w latach 2008 i 2018, po jednej powierzchni – w latach 2009, 2014, 2016, 2019 i 2020. Wśród powierzchni czynnych było 97 powierzchni sosnowych, 11 powierzchni świerkowych, 11 powierzchni bukowych i 14 powierzchni dębowych. Wśród powierzchni oczekujących były trzy powierzchnie sosnowe, jedenaście powierzchni świerkowych oraz jedna powierzchnia dębowa.

Czynne powierzchnie sosnowe są reprezentowane w siedmiu krainach przyrodniczo-leśnych, we wszystkich regionalnych dyrekcjach Lasów Państwowych oraz we wszystkich województwach. Czynne powierzchnie świerkowe występują w trzech krainach, w czterech regionalnych dyrekcjach LP i w czterech województwach. Czynne powierzchnie bukowe występują w sześciu krainach, w dziewięciu regionalnych dyrekcjach LP oraz w dziesięciu województwach. Czynne powierzchnie dębowe są reprezentowane we wszystkich krainach, w dwunastu regionalnych dyrekcjach LP oraz w jedenastu województwach (tab. 8.1–8.3).

Na czynnych SPO II rzędu przeprowadza się corocznie ocenę stanu zdrowotnego drzewostanów, według tej samej metodyki co na SPO I rzędu. Wyniki tej oceny wraz z wynikami rozszerzonego zakresu obserwacji i pomiarów prowadzonych na tych powierzchniach w cyklach kilkuletnich stanowią pulę informacji, które mogą być wykorzystywane do zaawansowanych analiz.

#### **Zróżnicowanie kondycji zdrowotnej monitorowanych gatunków ogółem w kraju**

Ogółem na SPO II rzędu średnia defoliacja gatunków razem wynosiła 23,1%, udział drzew zdrowych (klasa 0, do 10% defoliacji) – 8,0%, udział drzew w klasie ostrzegawczej (klasa 1, drzewa o defoliacji od 11% do 25%) – 73,0%, a udział drzew o osłabionej kondycji (klasy 2-4, powyżej 25% defoliacji) – 23,1%.

Gatunkiem charakteryzującym się najlepszą kondycją zdrowotną był buk, u którego udział drzew zdrowych wynosił 29,3%, udział drzew uszkodzonych – 7,7%, a średnia

defoliacja – 16,8%. Najgorszą kondycją cechował się dąb, u którego udział drzew zdrowych wynosił jedynie 0,7%, udział drzew uszkodzonych – 42,7%, a średnia defoliacja – 29,9%. Pozostałe dwa gatunki zajmowały w tej klasyfikacji miejsca pośrednie, sosna była nieco zdrowsza od świerka. Udział drzew zdrowych wynosił odpowiednio: 7,1% i 3,7%, udział drzew uszkodzonych: 16,9% i 19,0%, a średnia defoliacja: 22,8% i 23,2%.

Drzewa monitorowanych gatunków na SPO II rzędu charakteryzowały się gorszą kondycją zdrowotną w porównaniu z drzewami tych gatunków na SPO I rzędu. Kolejność gatunków występujących na SPO II rzędu od najzdrowszych do najbardziej uszkodzonych była zgodna z kolejnością zanotowaną na SPO I rzędu i była następująca: buk < sosna < świerk << dąb.

### **Rozkład powierzchniowy kondycji zdrowotnej monitorowanych gatunków**

Analiza rozkładu powierzchniowego kondycji zdrowotnej drzew na SPO II rzędu jest trudna ze względu na nierównomierne rozmieszczenie powierzchni badawczych w poszczególnych jednostkach terytorialnych oraz niewielką liczbę powierzchni reprezentujących te jednostki (tab. 8.1 – 8.3).

Bardziej szczegółowo przeprowadzono analizę kondycji zdrowotnej drzew w krainach przyrodniczo-leśnych: porównano udziały drzew w klasach defoliacji oraz ich średnią defoliację. Analiza kondycji drzew w regionalnych dyrekcjach Lasów Państwowych oraz w województwach, ze względu na gorszą reprezentatywność, przeprowadzono jedynie dla ‘gatunków razem’ na podstawie średnich defoliacji drzew.

Wartości określane jako najmniejsze, największe lub średnie (najwyższe, najniższe, średnie) odnoszą się do zakresu wartości w obrębie omawianej jednostki terytorialnej lub w obrębie omawianego gatunku lub grupy gatunków.

### **Kondycja zdrowotna monitorowanych gatunków w układzie krain przyrodniczo-leśnych**

Udziały drzew w klasach defoliacji oraz średnią defoliację monitorowanych gatunków na SPO II rzędu w układzie krain przyrodniczo-leśnych zamieszczono w tabeli 8.4 oraz na rycinach 8.1 – 8.5.

Dla ‘gatunków razem’ najzdrowsze okazały się drzewa w lasach Krainy Karpackiej, niewiele gorszą kondycją charakteryzowały się drzewa w lasach Krainy Bałtyckiej (odpowiednio: 17,2% i 11,0% drzew zdrowych, 12,4% i 13,1% drzew w klasach defoliacji 2-4, 19,5% i 21,3% średniej defoliacji). Dobrą kondycję tego gatunku zarejestrowano w krainach:

Małopolskiej i Mazursko-Podlaskiej (odpowiednio: 10,9% i 1,7% drzew zdrowych, 13,2% i 16,3% drzew w klasach defoliacji 2-4 oraz 22,4% i 22,8% średniej defoliacji). Słabszą kondycję odnotowano w krainach: Śląskiej, Sudeckiej i Mazowiecko-Podlaskiej (od 9,2% do 0,6% drzew zdrowych, od 21,9% do 25,6% drzew w klasach defoliacji 2-4 oraz od 24,2% do 24,8% średniej defoliacji). Najśłabszą kondycją w zestawieniu charakteryzowały się drzewa w lasach Krainy Wielkopolsko-Pomorskiej (6,3% drzew zdrowych, najwyższy udział drzew uszkodzonych – 28,3% oraz najwyższa średnia defoliacja – 25,4%) (ryc. 8.1).

**Powierzchnie z drzewostanem sosnowym** występują w siedmiu krainach przyrodniczo-leśnych, brak takich powierzchni w Krainie Sudeckiej. Sosna charakteryzowała się najlepszą kondycją zdrowotną w Krainie Karpackiej. Zanotowano tam najwięcej (16,3%) drzew zdrowych, najniższy wśród krain udział drzew w klasach defoliacji 2-4 (9,2%) oraz najniższą średnią defoliację (18,7%). Dobrą kondycję tego gatunku zarejestrowano w krainach Bałtyckiej i Małopolskiej (odpowiednio: 8,8% i 8,4% drzew zdrowych, 13,1% i 14,7% drzew w klasach defoliacji 2-4 oraz 21,6% i 22,4% średniej defoliacji). Kondycję na średnim poziomie zanotowano w krainach Mazursko-Podlaskiej, Śląskiej i Wielkopolsko-Pomorskiej (od 3,0% do 7,3% drzew zdrowych, od 16,2% do 23,0% drzew w klasach defoliacji 2-4 oraz od 23,4% do 23,5% średniej defoliacji). Najśłabszą w tym zestawieniu kondycją zdrowotną cechowały się drzewa w Krainie Mazowiecko-Podlaskiej (1,9% drzew zdrowych, 14,9% drzew w klasach defoliacji 2-4 oraz 24,7% średniej defoliacji) (ryc. 8.2).

**Powierzchnie z drzewostanem świerkowym** występują tylko w trzech krainach przyrodniczo-leśnych: Mazursko-Podlaskiej, Sudeckiej i Karpackiej (ryc. 8.3). Najlepszą kondycją zdrowotną charakteryzowały się świerki w lasach Krainy Mazursko-Podlaskiej, słabszą kondycją cechowały się świerki w lasach Krainy Karpackiej, natomiast najśłabszą – świerki w lasach Krainy Sudeckiej (odpowiednio: 4,9%, 10,9% i 0,0% drzew zdrowych, 2,4%, 21,8% i 23,3% drzew w klasach defoliacji 2-4 oraz 19,9%, 22,5% i 24,7% średniej defoliacji).

**Powierzchnie z drzewostanem bukowym** występują w sześciu krainach (brak powierzchni z drzewostanem tego gatunku w Krainach Mazursko-Podlaskiej i Mazowiecko-Podlaskiej), ich reprezentacja jest jednak niewielka. W Krainach Karpackiej i Bałtyckiej występują po trzy takie powierzchnie, w Krainie Śląskiej – dwie, w pozostałych trzech krainach – po jednej powierzchni, w związku z czym wiarygodność porównań jest wysoce niepewna (ryc. 8.4). Najzdrowsze buki występowały w Krainie Małopolskiej (najwyższy wśród krain udział drzew zdrowych – 95,0%, brak drzew w klasach defoliacji 2-4, najniższa średnia defoliacja – 9,8%). Największe uszkodzenia koron drzew tego gatunku zanotowano w lasach

Krainy Wielkopolsko-Pomorskiej (brak drzew zdrowych, najwyższy udział drzew w klasach defoliacji 2-4 – 40,0%, najwyższa średnia defoliacja – 25,5%). Porównywane parametry w pozostałych krainach przyjmowały wartości pośrednie.

**Powierzchnie z drzewostanem dębowym** występują we wszystkich krainach przyrodniczo-leśnych, jednak podobnie jak to ma miejsce w przypadku powierzchni bukowych – ich reprezentacja jest bardzo mała: w sześciu krainach występują po dwie powierzchnie tego gatunku, w dwóch krainach – po jednej powierzchni (wiarygodność porównań jest wysoce niepewna) (tab. 8.1). Dąb charakteryzował się najgorszą kondycją zdrowotną w skali kraju, również w poszczególnych krainach jego kondycja była znacznie osłabiona (ryc. 8.5). W siedmiu krainach na żadnej powierzchni nie było drzew zdrowych, w Krainie Karpackiej ich udział wynosił 10,0%. Stosunkowo dobrą kondycją w porównaniu z innymi krainami charakteryzowały się dęby na powierzchniach w Krainie Mazursko-Podlaskiej (16,7% drzew w klasach defoliacji 2-4, 23,1% średniej defoliacji), Kondycję na średnim poziomie zanotowano w krainach: Karpackiej, Bałtyckiej i Mazowiecko-Podlaskiej (od 22,5% do 30,0% drzew w klasach defoliacji 2-4 oraz od 24,3% do 25,8% średniej defoliacji). Silnie osłabione dęby występowały w krainach: Małopolskiej, Sudeckiej i Śląskiej (od 41,9% do 62,5% drzew w klasach defoliacji 2-4 oraz od 28,3% do 35,9% średniej defoliacji, najsilniej osłabione – w Krainie Wielkopolsko-Pomorskiej (odpowiednio: 62,5% i 80,0% drzew w klasach defoliacji 2-4 oraz 35,9% i 43,5% średniej defoliacji).

### **Kondycja zdrowotna drzew w układzie regionalnych dyrekcji Lasów Państwowych**

Średnią defoliację monitorowanych gatunków na SPO II rzędu w układzie regionalnych dyrekcji Lasów Państwowych zamieszczono w tabeli 8.5.

Najniższą wartość (17,4%) średniej defoliacji drzew (gatunki razem) zarejestrowano na powierzchni w RDLP w Krośnie. Wartości tego parametru na średnim poziomie (od 21,0% do 22,6%) zanotowano w rdLP: w Katowicach, Gdańsku, Szczecinie, Lublinie, Pile, Toruniu, Olsztynie, Radomiu i Białymstoku. Podwyższonymi wartościami średniej defoliacji charakteryzowały się drzewa na powierzchniach w rdLP w Szczecinku i Łodzi (odpowiednio: 23,5% i 23,8%), wysokimi: drzewa na powierzchniach w rdLP: we Wrocławiu, w Warszawie, Krakowie i Poznaniu (od 26,6% do 28,6%). Najwyższą wartość tego parametru (36,3% średniej defoliacji) zarejestrowano na powierzchniach w RDLP w Zielonej Górze.

### **Kondycja zdrowotna drzew w układzie województw**

Średnią defoliację monitorowanych gatunków na SPO II rzędu w układzie województw zamieszczono w tabeli 8.6.

Najlepszą kondycją zdrowotną charakteryzowały się drzewa (gatunki razem) w lasach województwa podkarpackiego (śr. def. = 17,8%). Dobrą kondycję drzew zanotowano w lasach województw: świętokrzyskiego, opolskiego i śląskiego (od 20,4% do 21,0% średniej defoliacji). Kondycję drzew na średnim poziomie obserwowano w lasach województw: kujawsko-pomorskiego, lubelskiego, zachodniopomorskiego, pomorskiego, podlaskiego, warmińsko-mazurskiego i łódzkiego (od 21,6% do 23,4% średniej defoliacji). Znacznie osłabioną kondycją zdrowotną drzew charakteryzowały się drzewa w lasach województw: lubuskiego i mazowieckiego (odpowiednio: 25,1% i 25,6% średniej defoliacji). Najśłabszą kondycją charakteryzowały się drzewa na powierzchniach województw: dolnośląskiego, małopolskiego i wielkopolskiego (od 26,6% do 27,3% średniej defoliacji).

Tabela 8.1. Liczba SPO II rzędu poddanych obserwacjom w 2021 r., zestawienie wg gatunku panującego w drzewostanie, w układzie krain przyrodniczo-leśnych

| Gatunek panujący w drzewostanie | Bałtycka | Mazursko-Podlaska | Wielkopolsko-Pomorska | Mazowiecko-Podlaska |  | Śląska | Małopolska | Sudecka | Karpacka | Kraj |
|---------------------------------|----------|-------------------|-----------------------|---------------------|--|--------|------------|---------|----------|------|
| Sosna                           | 16       | 10                | 20                    | 13                  |  | 9      | 24         | 0       | 5        | 97   |
| Świerk                          | 0        | 2                 | 0                     | 0                   |  | 0      | 0          | 6       | 3        | 11   |
| Buk                             | 3        | 0                 | 1                     | 0                   |  | 2      | 1          | 1       | 3        | 11   |
| Dąb                             | 2        | 2                 | 2                     | 2                   |  | 2      | 2          | 1       | 1        | 14   |
| Gatunki razem                   | 21       | 14                | 23                    | 15                  |  | 13     | 27         | 8       | 12       | 133  |

Tabela 8.2. Liczba SPO II rzędu poddanych obserwacjom w 2021 r., zestawienie wg gatunku panującego w drzewostanie, w układzie regionalnych dyrekcji Lasów Państwowych

| Gatunek panujący w d-stanie | Białystok | Katowice | Kraków | Krosno | Lublin | Łódź | Olszyn | Piła | Poznań | Szczecin | Szczecinek | Toruń | Wrocław | Zielona Góra | Gdańsk | Radom | Warszawa | Kraj |
|-----------------------------|-----------|----------|--------|--------|--------|------|--------|------|--------|----------|------------|-------|---------|--------------|--------|-------|----------|------|
| Sosna                       | 11        | 12       | 3      | 5      | 12     | 2    | 6      | 3    | 5      | 8        | 5          | 6     | 3       | 1            | 5      | 7     | 3        | 97   |
| Świerk                      | 2         | 0        | 2      | 1      | 0      | 0    | 0      | 0    | 0      | 0        | 0          | 0     | 6       | 0            | 0      | 0     | 0        | 11   |
| Buk                         | 0         | 2        | 1      | 2      | 1      | 0    | 1      | 0    | 0      | 1        | 1          | 0     | 1       | 0            | 1      | 0     | 0        | 11   |
| Dąb                         | 1         | 1        | 1      | 1      | 1      | 2    | 1      | 0    | 1      | 1        | 0          | 0     | 2       | 1            | 1      | 0     | 0        | 14   |
| Razem                       | 14        | 15       | 7      | 9      | 14     | 4    | 8      | 3    | 6      | 10       | 6          | 6     | 12      | 2            | 7      | 7     | 3        | 133  |

Tabela 8.3. Liczba SPO II rzędu poddanych obserwacjom w 2021 r., zestawienie wg gatunku panującego w drzewostanie, w układzie województw

| Gatunek panujący w d-stanie | Dolnośląskie | Kujawsko-pomorskie | Lubelskie | Lubuskie | Łódzkie | Małopolskie | Mazowieckie | Opolskie | Podkarpackie | Podlaskie | Pomorskie | Śląskie | Świętokrzyskie | Warmińsko-mazurskie | Wielkopolskie | Zachodniopomorskie | Kraj |
|-----------------------------|--------------|--------------------|-----------|----------|---------|-------------|-------------|----------|--------------|-----------|-----------|---------|----------------|---------------------|---------------|--------------------|------|
| Sosna                       | 3            | 4                  | 11        | 6        | 1       | 5           | 9           | 4        | 6            | 9         | 8         | 6       | 5              | 7                   | 7             | 6                  | 97   |
| Świerk                      | 6            | 0                  | 0         | 0        | 0       | 2           | 0           | 0        | 1            | 2         | 0         | 0       | 0              | 0                   | 0             | 0                  | 11   |
| Buk                         | 1            | 0                  | 1         | 1        | 0       | 1           | 0           | 1        | 2            | 0         | 1         | 1       | 0              | 1                   | 0             | 1                  | 11   |
| Dąb                         | 2            | 0                  | 0         | 2        | 1       | 1           | 2           | 1        | 1            | 1         | 1         | 0       | 0              | 1                   | 1             | 0                  | 14   |
| Razem                       | 12           | 4                  | 12        | 9        | 2       | 9           | 11          | 6        | 10           | 12        | 10        | 7       | 5              | 9                   | 8             | 7                  | 133  |

Tabela 8.4. Udział drzew [%] w klasach defoliacji oraz średnia defoliacja [%] monitorowanych gatunków na SPO II rzędu \*) w układzie krain przyrodniczo-leśnych w 2021 r.

| Gatunek panujący w drzewostanie | Kl.def.,<br>śr.def. | Bałtycka    | Mazursko-<br>Podlaska | Wielkopolsko-<br>Pomorska | Mazowiecko-<br>Podlaska | Śląska      | Małopolska  | Sudecka     | Karpacka    | Kraj        |
|---------------------------------|---------------------|-------------|-----------------------|---------------------------|-------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Sosna                           | 0                   | 8,8         | 3,0                   | 7,3                       | 1,9                     | 7,3         | 8,4         | -           | 16,3        | 7,1         |
|                                 | 1                   | 78,1        | 82,2                  | 69,8                      | 76,9                    | 76,5        | 76,9        | -           | 74,5        | 76,0        |
|                                 | 2-4                 | 13,1        | 14,9                  | 23,0                      | 21,2                    | 16,2        | 14,7        | -           | 9,2         | 16,9        |
|                                 | <b>śr.def.</b>      | <b>21,6</b> | <b>23,4</b>           | <b>23,5</b>               | <b>24,7</b>             | <b>23,4</b> | <b>22,4</b> | -           | <b>18,7</b> | <b>22,8</b> |
| Świerk                          | 0                   | -           | 4,9                   | -                         | -                       | -           | -           | 0,0         | 10,9        | 3,7         |
|                                 | 1                   | -           | 92,7                  | -                         | -                       | -           | -           | 76,7        | 67,3        | 77,3        |
|                                 | 2-4                 | -           | 2,4                   | -                         | -                       | -           | -           | 23,3        | 21,8        | 19,0        |
|                                 | <b>śr.def.</b>      | -           | <b>19,9</b>           | -                         | -                       | -           | -           | <b>24,7</b> | <b>22,5</b> | <b>23,2</b> |
| Buk                             | 0                   | 30,0        | -                     | 0,0                       | -                       | 26,8        | 95,0        | 5,0         | 26,7        | 29,3        |
|                                 | 1                   | 63,3        | -                     | 70,0                      | -                       | 65,9        | 5,0         | 90,0        | 68,3        | 63,1        |
|                                 | 2-4                 | 6,7         | -                     | 30,0                      | -                       | 7,3         | 0,0         | 5,0         | 5,0         | 7,7         |
|                                 | <b>śr.def.</b>      | <b>16,7</b> | -                     | <b>25,5</b>               | -                       | <b>16,2</b> | <b>9,8</b>  | <b>18,5</b> | <b>16,4</b> | <b>16,8</b> |
| Dąb                             | 0                   | 0,0         | 0,0                   | 0,0                       | 0,0                     | 0,0         | 0,0         | 0,0         | 10,0        | 0,7         |
|                                 | 1                   | 77,5        | 83,3                  | 20,0                      | 70,0                    | 37,5        | 58,1        | 40,0        | 65,0        | 56,6        |
|                                 | 2-4                 | 22,5        | 16,7                  | 80,0                      | 30,0                    | 62,5        | 41,9        | 60,0        | 25,0        | 42,7        |
|                                 | <b>śr.def.</b>      | <b>25,5</b> | <b>23,1</b>           | <b>43,5</b>               | <b>25,8</b>             | <b>35,9</b> | <b>28,3</b> | <b>28,8</b> | <b>24,3</b> | <b>29,9</b> |
| Gatunki razem                   | 0                   | 11,0        | 2,9                   | 6,3                       | 1,7                     | 9,2         | 10,9        | 0,6         | 17,2        | 8,0         |
|                                 | 1                   | 76,0        | 83,9                  | 65,4                      | 76,0                    | 68,8        | 72,8        | 73,8        | 70,4        | 73,0        |
|                                 | 2-4                 | 13,1        | 13,2                  | 28,3                      | 22,3                    | 21,9        | 16,3        | 25,6        | 12,4        | 19,0        |
|                                 | <b>śr.def.</b>      | <b>21,3</b> | <b>22,8</b>           | <b>25,4</b>               | <b>24,8</b>             | <b>24,2</b> | <b>22,4</b> | <b>24,4</b> | <b>19,5</b> | <b>23,1</b> |

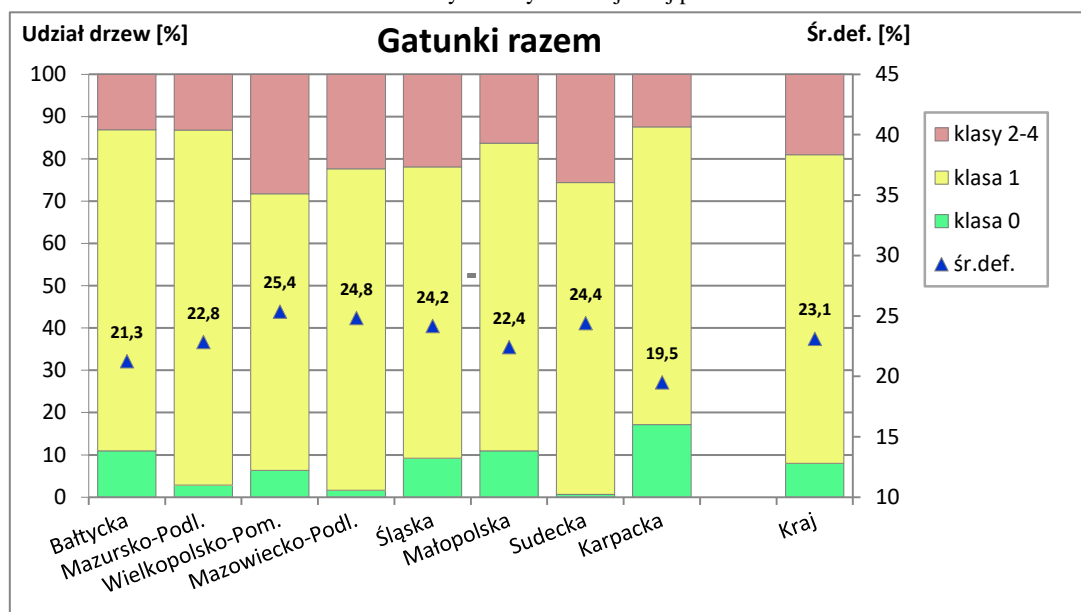
Tabela 8.5. Średnia defoliacja [%] monitorowanych gatunków drzew na SPO II rzędu \*) w układzie regionalnych dyrekcji Lasów Państwowych w 2021 r.

| Gatunek panujący w drzewostanie | Białystok | Katowice | Kraków | Krosno | Lublin | Łódź | Olszyn | Piła | Poznań | Szczecin | Szczecinek | Toruń | Wrocław | Zielona Góra | Gdańsk | Radom | Warszawa | Kraj |
|---------------------------------|-----------|----------|--------|--------|--------|------|--------|------|--------|----------|------------|-------|---------|--------------|--------|-------|----------|------|
| Sosna                           | 22,9      | 21,3     | 33,8   | 17,4   | 22,5   | 19,5 | 23,6   | 22,0 | 25,3   | 20,5     | 23,2       | 22,1  | 26,5    | 31,0         | 22,8   | 22,3  | 27,4     | 22,8 |
| Świerk                          | 19,9      | -        | 25,6   | 17,3   | -      | -    | -      | -    | -      | -        | -          | -     | 24,7    | -            | -      | -     | -        | 23,2 |
| Buk                             | -         | 16,2     | 21,0   | 14,1   | 9,8    | -    | 15,0   | -    | -      | 20,8     | 25,5       | -     | 18,5    | -            | 14,3   | -     | -        | 16,8 |
| Dąb                             | 24,5      | 27,3     | 25,3   | 24,3   | 26,6   | 28,6 | 21,3   | -    | 45,5   | 30,5     | -          | -     | 36,6    | 41,5         | 20,5   | -     | -        | 29,9 |
| Razem                           | 22,6      | 21,0     | 28,5   | 17,4   | 21,9   | 23,8 | 22,2   | 22,0 | 28,6   | 21,5     | 23,5       | 22,1  | 26,6    | 36,3         | 21,2   | 22,3  | 27,4     | 23,1 |

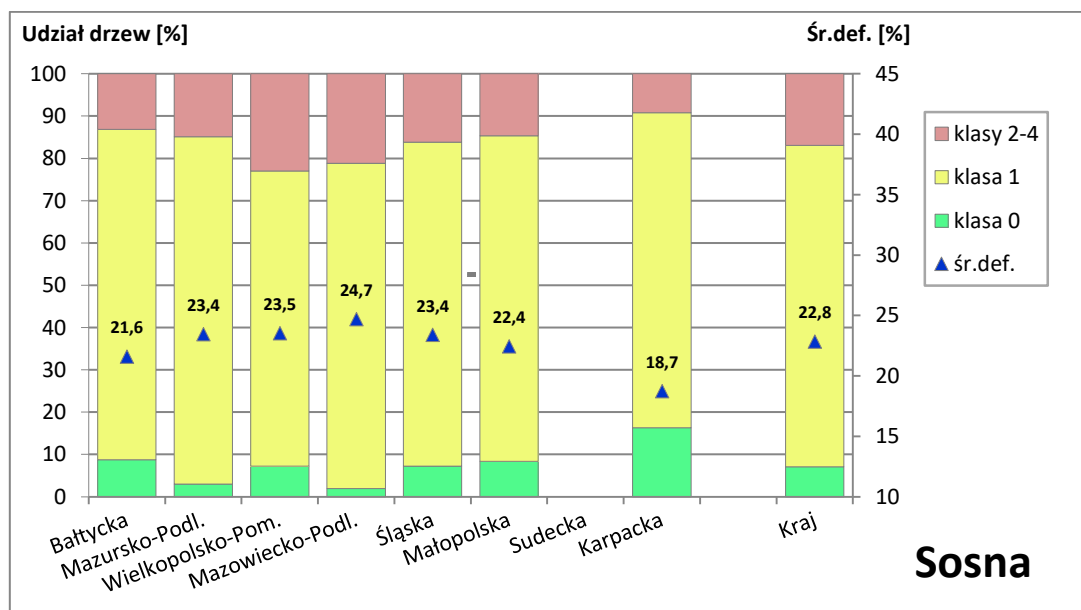
Tabela 8.6. Średnia defoliacja [%] monitorowanych gatunków drzew na SPO II rzędu \*) w układzie województw w 2021 r.

| Gatunek panujący w drzewostanie | Dolnośląskie | Kujawsko-pomorskie | Lubelskie | Lubuskie | Łódzkie | Małopolskie | Mazowieckie | Opolskie | Podkarpackie | Podlaskie | Pomorskie | Śląskie | Świętokrzyskie | Warmińsko-mazurskie | Wielkopolskie | Zachodniopomorskie | Kraj |
|---------------------------------|--------------|--------------------|-----------|----------|---------|-------------|-------------|----------|--------------|-----------|-----------|---------|----------------|---------------------|---------------|--------------------|------|
| Sosna                           | 26,5         | 21,6               | 22,7      | 22,3     | 15,5    | 28,9        | 25,6        | 20,4     | 18,0         | 22,4      | 22,9      | 21,9    | 20,3           | 24,1                | 24,6          | 21,0               | 22,8 |
| Świerk                          | 24,7         | -                  | -         | -        | -       | 25,6        | -           | -        | 17,3         | 19,9      | -         | -       | -              | -                   | -             | -                  | 23,2 |
| Buk                             | 18,5         | -                  | 9,8       | 20,8     | -       | 21,0        | -           | 16,5     | 14,1         | -         | 14,3      | 16,0    | -              | 15,0                | -             | 25,5               | 16,8 |
| Dąb                             | 36,6         | -                  | -         | 36,0     | 33,1    | 25,3        | 25,8        | 27,3     | 24,3         | 24,5      | 20,5      | -       | -              | 21,3                | 45,5          | -                  | 29,9 |
| Razem                           | 26,6         | 21,6               | 21,6      | 25,1     | 23,4    | 26,9        | 25,6        | 20,9     | 17,8         | 22,2      | 21,8      | 21,0    | 20,4           | 22,7                | 27,3          | 21,7               | 23,1 |

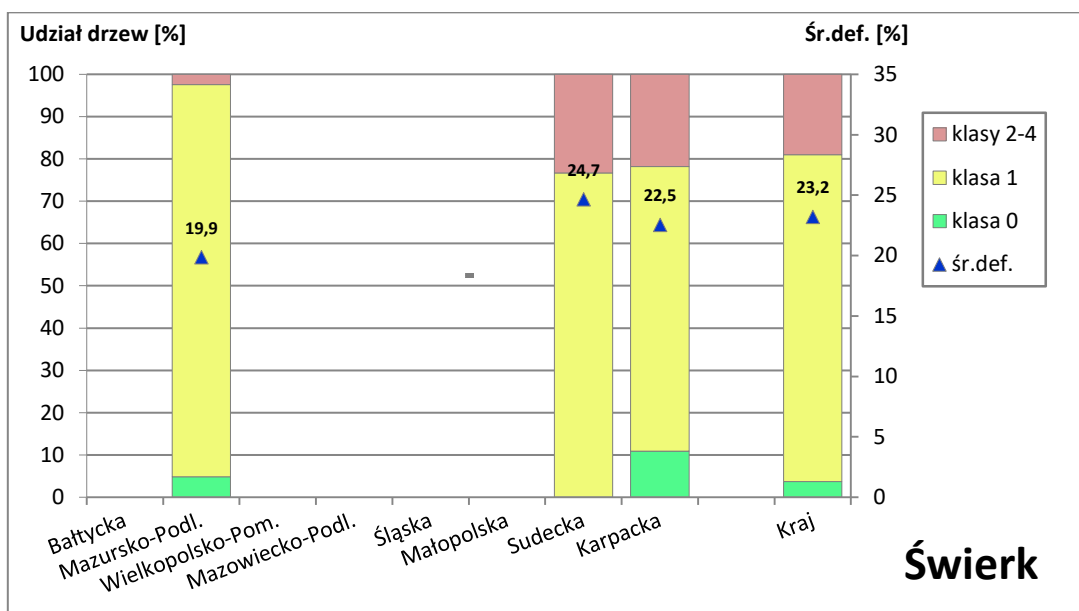
\*) tab. 8.4–8.6 – czcionka w kolorze niebieskim - wyniki uzyskane z jednej powierzchni



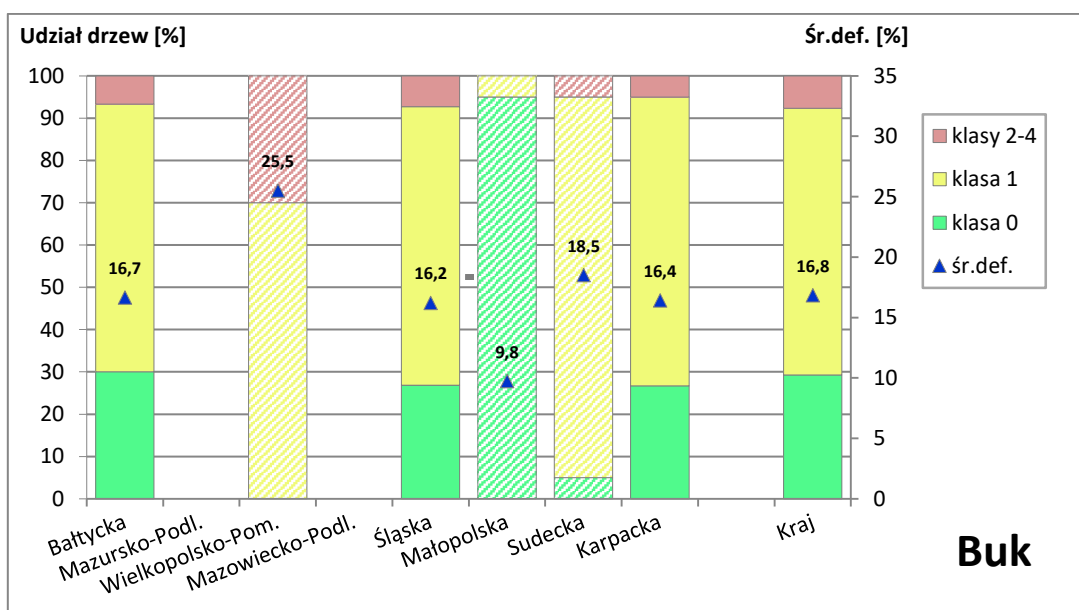
Rycina 8.1. Udziół drzew monitorowanych gatunków łącznie w klasach defoliacji oraz średnia defoliacja w układzie krain przyrodniczo-leśnych – SPO II rzędu, 2021 r.



Rycina 8.2. Udziół sosny w klasach defoliacji oraz średnia defoliacja w układzie krain przyrodniczo-leśnych – SPO II rzędu, 2021 r.

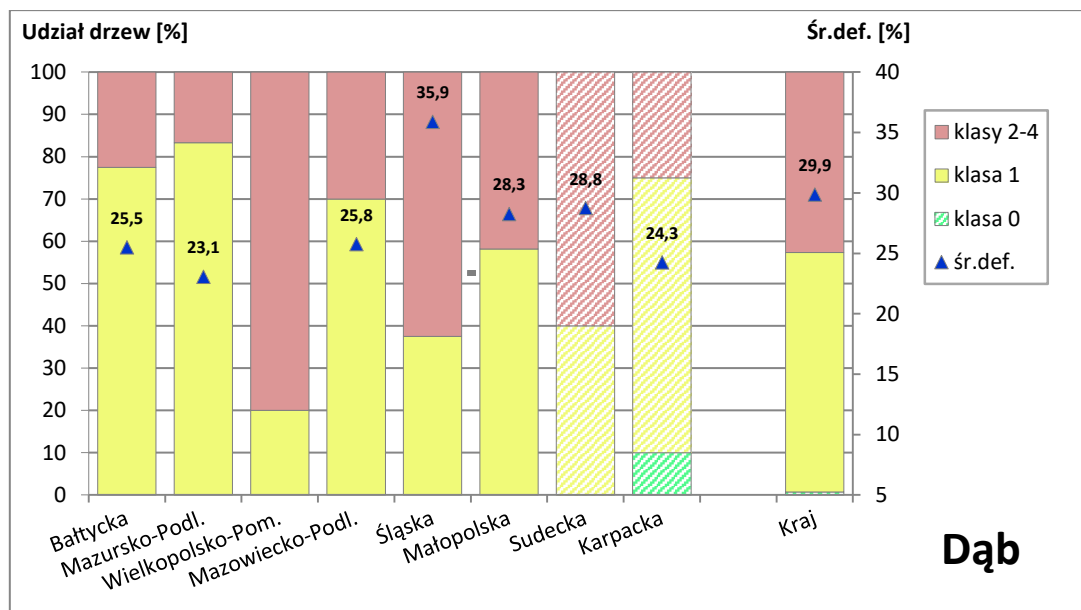


Rycina 8.3. Udział świerka w klasach defoliacji oraz średnia defoliacja w układzie krain przyrodniczo-leśnych – SPO II rzędu, 2021 r.



Rycina 8.4. Udział buka w klasach defoliacji oraz średnia defoliacja w układzie krain przyrodniczo-leśnych – SPO II rzędu, 2021 r. (jaśniejszym kolorem zaznaczono krainy reprezentowane przez jedną powierzchnię)





Rycina 8.5. Udział dębu w klasach defoliacji oraz średnia defoliacja w układzie krain przyrodniczo-leśnych – SPO II rzędu, 2021 r. (jaśniejszym kolorem zaznaczono krainy reprezentowane przez jedną powierzchnię)

## CZEŚĆ IV BADANIA NA STAŁYCH POWIERZCHNIACH OBSERWACYJNYCH MONITORINGU INTENSYWNEGO (SPO MI)

### 9. WARUNKI POGODOWE W 2021 R. NA WYBRANYCH POWIERZCHNIACH SPO MI – LESZEK KLUZIŃSKI

Dane meteorologiczne pozyskiwane z automatycznych stacji pomiarowych, usytuowanych w pobliżu stałych powierzchni obserwacyjnych monitoringu intensywnego, służą ocenie aktualnego stanu pogody oraz mogą być wykorzystywane do modelowania procesów i relacji zachodzących w ekosystemach leśnych. Śledzenie długookresowych ciągów parametrów meteorologicznych pozwala wskazać kierunki zmian klimatu, które mają decydujący wpływ na stan zdrowotny ekosystemów leśnych.

W raporcie zawarto wyniki pomiarów następujących parametrów meteorologicznych rejestrowanych na 12 automatycznych stacjach, należących do sieci Monitoringu Intensywnego:

- 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 (ryc. 9.1, 9.2, 9.3).
- średnie wartości miesięczne temperatury i wilgotności powietrza na wysokości 2 m nad ziemią; promieniowania całkowitego; sumy opadów (tab. 9.1).
- średni dobowy kierunek i prędkość wiatru; prędkość wiatru maksymalną; procentowy udziału wiatrów uśrednionych do 10 minutowych okresów z uwzględnieniem jego prędkości z 4 kierunków głównych i 12 pośrednich. (ryc. 9.4, tab. 9.2).

Rok 2021 był pod względem termicznym zbliżony do średniej okresu referencyjnego 1991 - 2020. Według klasyfikacji termicznej H. Lorenc został on sklasyfikowany jako *normalny* na większości obszaru kraju. Znaczące dodatnie odchylenia od normy wieloletniej wystąpiły w czerwcu i lipcu. Wiosna była chłodna, a jesień ciepła. Rok 2021, pod względem opadowym, zgodnie z klasyfikacją Z. Kaczorowskiej, został oznaczony jako *normalny*. Roczne opady w skali Polski wyniosły 101% normy wieloletniej z lat 1991 - 2020. Rozkład przestrzenny sumy opadów był nierównomierny. W roku 2021 niskie sumy opadów rocznych odnotowano w okolicach Łeby i w Bielsku Białej, zaś najwyższe wartości opadów rocznych

wystąpiły w okolicach Rzeszowa. Duże zróżnicowanie opadów miało miejsce także w ciągu roku. Stosując cytowaną klasyfikację Kaczorowskiej najbardziej ubogimi w opady miesiącami był *suchy* luty, *bardzo suchy* marzec i wrzesień, a październik wręcz *skrajnie suchy*. Najobfitszymi w opady miesiącami był *wilgotny* maj, *bardzo wilgotny* styczeń i *skrajnie wilgotny* sierpień. Kwiecień, lipiec i listopad zaliczały się do miesięcy normalnych pod względem opadowym. Znaczący udział w sumie opadów miały gwałtowne ulewy (deszcze nawalne), występujące lokalnie na obszarze całego kraju. (Rocznik Meteorologiczny IMGW 2021).

**Temperatura powietrza** – średnia roczna temperatura ze wszystkich 12 stacji Monitoringu Intensywnego, mierzona na wysokości +2m wyniosła w 2021 r. 7,7°C i była o 1,3°C niższa, niż w roku 2020. Najchłodniejszym miesiącem roku był luty z temperaturą średnią -2,8°C, o 3,9°C niższą niż najchłodniejszego miesiąca - grudnia w roku 2020. Najniższą średnią temperaturę miesięczną ze wszystkich stacji (-5,0°C), odnotowano dla lutego w Białowieży. Najcieplejszym miesiącem roku był lipiec z temperaturą średnią 20,3°C, o 1,7°C wyższą, niż w najcieplejszym miesiącu (w sierpniu) w roku 2020. Najwyższą średnią temperaturę miesięczną dla stacji (21,6°C) wykazała w lipcu stacja w Białowieży i była o 0,9°C wyższa, niż najwyższa miesięczna temperatura ze stacji w Krotoszynie w roku 2020 (tab. 9.1). Najwyższa średnia temperatura okresu wegetacyjnego (od kwietnia do września) charakteryzowała stację w Kruczu (15,3°C), a najniższa - stację w Szklarskiej Porębie (9,9°C). Najwyższe dobowe temperatury powietrza wystąpiły dla większości stacji meteorologicznych w drugiej dekadzie czerwca i w połowie lipca, a dla stacji w Zawadzkim w pierwszej dekadzie lipca (ryc. 9.1). Wartość maksymalną temperatury 35,3°C zarejestrowano 22 czerwca w Kruczu, była ona o 0,2°C wyższa od najwyższej temperatury roku 2020 zmierzonej na stacji w Chojnowie (tab. 9.3). Najbardziej zróżnicowanym, pod względem miesięcznych temperatur, był miesiąc lipiec, w którym największa różnica średnich temperatur powietrza pomiędzy stacjami wyniosła 6,6°C. Natomiast najbardziej wyrównanym temperaturowo był grudzień, w którym różnica między najwyższą i najniższą średnią temperaturą miesięczną ze stacji wyniosła 3,2°C. (tab. 9.1).

**Suma opadów** zmierzonych na stacjach Monitoringu Intensywnego z miesięcznego okresu pomiarowego, zawierała się w przedziale wartości od 2,9 mm w październiku na stacji w Birczy do 253,8 mm w sierpniu na stacji w Szklarskiej Porębie (tab. 9.1). Średnia miesięczna suma opadu ze stacji wyniosła 63,1 mm i była o 0,8 mm wyższa niż w roku 2020. W sezonie wegetacyjnym średnia miesięczna suma opadu ze stacji wyniosła 83,7 mm, zaś w pozostałym

okresie 42,6 mm miesięcznie. Stosunek tych dwóch średnich jest korzystniejszy dla sezonu wegetacyjnego w roku 2021 w porównaniu do roku 2020. Średnia miesięczna opadów ze wszystkich stacji była najwyższa w sierpniu i wyniosła 140,0 mm. Najniższa średnia miesięczna opadów ze wszystkich stacji wystąpiła w październiku i wyniosła 28,9 mm. (tab. 9.1). Miesięczne sumy opadów poniżej 10 mm odnotowano w październiku w Białowieży (7,3 mm) i w Birczy (2,9 mm). W porównaniu do roku 2020 w roku 2021 tak niski opad wystąpił na mniejszej liczbie stacji jak i mniejszej liczbie miesięcy (tab. 9.3).

Roczne sumy opadów ze stacji wynosiły od 496,0 mm w Krotoszynie do 1373,4 mm na stacji w Szklarskiej Porębie. Suma opadów w sezonie wegetacyjnym wyniosła od 280,6 mm w Kruczu do 790,6 mm na stacji w Szklarskiej Porębie. Na okres letni (od kwietnia do września) przypadło przeciętnie 66,6% rocznej sumy opadów. Stosunek sumy opadów, które wystąpiły w okresie letnim do sumy opadów całego roku wahał się od 50,2% w Gdańsku do 75,7% w Łącku.

Liczba co najmniej 14 dniowych okresów, w których suma opadów nie przekraczała 5 mm w sezonie wegetacyjnym roku 2021 oscylowała od czterech w Kruczu i w Łącku do jednego na przeważającej liczbie stacji. Na stacji w Białowieży nie odnotowano ani jednego takiego okresu suszy. Sumaryczna liczba dni w okresach posuchy była największa w Łącku (75 dni), a najmniejsza w Białowieży (0 dni) (tab. 9.3). Ponad dwutygodniowe okresy bez opadów wystąpiły w sezonie wegetacyjnym dwukrotnie w Łącku, jednokrotnie w Krotoszynie i w Kruczu. Na pozostałych stacjach takich okresów bez opadów nie odnotowano (tab. 9.3).

Najwyższa dobową sumą opadu 59,8 mm zarejestrowana została 9 lipca 2021 roku na stacji w Łącku (ryc. 9.1).

**Średnia wilgotność względna** powietrza ze wszystkich stacji Monitoringu Intensywnego z całego okresu pomiarowego wynosiła 86,0%. W sezonie wegetacyjnym było to 80,9%, zaś poza sezonem wegetacyjnym 91,2%. Najniższa wilgotność powietrza wystąpiła w czerwcu (73,9%), a najwyższa w styczniu (96,5%). Średnia roczna dla stacji zawierała się w przedziale wartości od 79,8% w Białowieży do 91,0% dla Szklarskiej Poręby. Najniższa miesięczna wartość wilgotności powietrza odnotowana została w czerwcu na stacji w Białowieży (66,0%), a najwyższa we wrześniu w Łącku (92,7) (tab. 9.1, ryc. 9.2).

**Średnie promieniowanie całkowite** z całego okresu pomiarowego zawierało się w przedziale wartości od 27,7 W/m<sup>2</sup> w Chojnowie do 109,0 W/m<sup>2</sup> w Zawadzkiem. W 2021 roku miesiącem o najsilniejszym średnim promieniowaniu był czerwiec, kiedy przeciętne promieniowanie dla stacji wyniosło 220,1 W/m<sup>2</sup>, zaś najslabsze promieniowanie wystąpiło w

styczniu ( $6,0 \text{ W/m}^2$ ). Średnia dla sezonu wegetacyjnego ze wszystkich stacji wyniosła  $149,7 \text{ W/m}^2$ , a dla pozostałej części roku  $31,6 \text{ W/m}^2$ . Najsilniejsze średnie miesięczne promieniowanie o wielkości  $262,0 \text{ W/m}^2$  zmierzono w czerwcu w Krotoszynie, zaś najniższe w styczniu w Chojnowie  $1,2 \text{ W/m}^2$  (tab. 9.1, ryc. 9.2).

**Prędkość i kierunek wiatru.** Ogółem na każdej stacji meteorologicznej w ciągu całego roku 2021 zarejestrowano 52 560 uśrednionych 10 minutowych pomiarów prędkości i kierunku wiatru (tab. 9.2). Pogodę z wiatrem notowano najrzadziej na stacji w Chojnowie – 48,6% wszystkich pomiarów, a najczęściej na stacji w Birczy i w Suwałkach - po 89%.

Na podstawie średnich prędkości wiatru i ilości zarejestrowanych wystąpień wiatru wiejącego z jednego z 16 kierunków sporządzono wykresy róży wiatrów (ryc. 9.4). Przeważające kierunki, z których wiały silne wiatry typowe dla poszczególnych stacji, zamieszczono w tabeli 9.2. Wiatry z kierunków zachodnich dominowały w Chojnowie, Gdańsku, Krotoszynie, i Zawadzkiem. Wiatry południowe przeważały w: Białowieży, Birczy, Szklarskiej Porębie, Suwałkach i w Zawadzkiem. Wiatry wiejące głównie z kierunków wschodnich rejestrowano w Łącku, a w pozostałych stacjach dominowały wiatry z kierunków południowo-wschodnich, południowo-zachodnich i z północnego-wschodu (tab. 9.2, ryc. 9.4).

Najwyższą średnią dobową maksymalną prędkość wiatru ( $23,9 \text{ m/s}$ ) zarejestrowano 23 września 2021 roku na stacji w Krotoszynie.

#### **Porównanie warunków pogodowych z lat 2015, 2018 - 2021.**

Porównując warunki termiczne i opadowe z lat 2015, a potem 2018, 2019 i 2020, które były najcieplejszymi latami od początku pomiarów na stacjach meteorologicznych Monitoringu Intensywnego z danymi z roku 2021 wyraźnie widać, że średnia roczna temperatura była na wszystkich stacjach istotnie niższa w roku 2021. Również średnie temperatury okresu wegetacyjnego były w 2021 roku najniższe prawie na wszystkich stacjach z wyjątkiem Gdańska i Piwnicznej. Rozkład temperatur maksymalnych w roku 2021 w porównaniu do lat wcześniejszych jest na poziomie lat 2018 i 2020, ale odbiega znacznie poniżej temperatur roku 2015 i częściowo nawet 2019 r. (ryc. 9.5, 9.6, 9.7).

Rok 2021 pod względem opadów przedstawia się korzystniej w tym porównaniu z większą sumą opadów na większości stacji. Wyraźnie wyższą sumą opadów charakteryzował się sezon wegetacyjny 2021. W powiązaniu z najniższą temperaturą roczną dla wszystkich stacji oraz niższą temperaturą sezonu wegetacyjnego dla większości stacji można ocenić, że w roku 2021 panowały warunki pogodowe sprzyjające wegetacji na powierzchniach monitoringu intensywnego (ryc. 9.5, 9.6, 9.8, 9.9).

## Literatura

*Rocznik Meteorologiczny 2021* Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej Państwowego Instytutu Badawczego.

Tabela 9.1. Średnie wartości miesięczne temperatury powietrza, wilgotności i promieniowania oraz miesięczne sumy opadów stacje meteorologiczne na SPO MI 2021 r.

| Stacja               | Miesiąc          |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|----------------------|------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|                      | I                | II   | III  | IV   | V    | VI   | VII  | VIII | IX   | X    | XI   | XII  |
|                      | Temp. +2 m [°C]  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| Białowieża-Czerlonka | -3,2             | -5,0 | 1,5  | 6,6  | 11,9 | 19,1 | 21,6 | 16,3 | 12,3 | 7,5  | 3,9  | -2,6 |
| Piwniczna-           | -2,7             | -2,6 | 0,9  | 4,4  | 10,8 | 17,1 | 19,6 | 15,6 | 12,4 | 7,3  | 3,4  | -3,0 |
| Bircza-Łodzinka      | -0,7             | -1,8 | 2,1  | 5,4  | 12,1 | 18,0 | 20,7 | 16,8 | 12,7 | 8,4  | 4,9  | -2,2 |
| Chojnów-Dobiesz      | -1,8             | -2,7 | 2,7  | 6,8  | 12,7 | 19,4 | 21,2 | 16,7 | 12,9 | 8,4  | 4,7  | -1,3 |
| Gdańsk-Wyspowo       | -0,6             | -1,4 | 3,1  | 5,0  | 11,2 | 18,8 | 20,2 | 15,9 | 13,2 | 8,7  | 4,9  | -1,2 |
| Krotoszyn-Roszki     | -0,9             | -0,5 | 4,0  | 6,4  | 12,3 | 20,1 | 20,7 | 17,3 | 14,8 | 9,8  | 4,8  | -0,3 |
| Krucz-Kruczlas       | -0,7             | -1,2 | 3,3  | 5,6  | 11,8 | 19,3 | 20,4 | 16,9 | 14,5 | 9,0  | 5,3  | -0,7 |
| Łąck-Podgórze        | -1,6             | -3,1 | 2,8  | 6,5  | 12,4 | 19,2 | 20,9 | 16,9 | 13,6 | 8,8  | 5,0  | -1,4 |
| Strzałowo-Krutyń     | -2,8             | -4,5 | 1,8  | 6,1  | 11,6 | 18,7 | 20,7 | 16,0 | 11,4 | 7,3  | 3,9  | -2,3 |
| Suwałki-Hańcza       | -3,7             | -4,8 | 1,4  | 5,5  | 11,0 | 18,9 | 21,4 | 15,5 | 10,9 | 7,6  | 3,7  | -3,5 |
| Sz. Poręba-Jakuszyce | -4,4             | -4,6 | -1,8 | 0,7  | 6,8  | 14,3 | 15,1 | 11,9 | 10,9 | 5,7  | 1,3  | -3,1 |
| Zawadzkie            | -0,9             | -1,1 | 3,1  | 6,1  | 12,2 | 19,4 | 20,8 | 17,0 | 14,3 | 8,9  | 5,0  | -0,4 |
| Średnia              | -2,0             | -2,8 | 2,1  | 5,4  | 11,4 | 18,5 | 20,3 | 16,1 | 12,8 | 8,1  | 4,2  | -1,8 |
|                      | Suma opadów [mm] |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| Białowieża-Czerlonka | 86,6             | 26,6 | 21,9 | 33,1 | 76,6 | 65,8 | 109, | 132, | 58,2 | 7,3  | 40,0 | 32,8 |
| Piwniczna-           | 74,1             | 54,5 | 41,8 | 57,8 | 127, | 75,3 | 185, | 162, | 69,0 | 14,1 | 32,9 | 63,1 |
| Bircza-Łodzinka      | 53,6             | 76,3 | 25,5 | 70,7 | 112, | 58,8 | 135, | 120, | 92,0 | 2,9  | 43,6 | 46,9 |
| Chojnów-Dobiesz      | 51,4             | 54,8 | 17,8 | 67,3 | 79,9 | 73,2 | 107, | 198, | 60,0 | 12,3 | 63,5 | 38,8 |
| Gdańsk-Wyspowo       | 79,1             | 39,6 | 53,3 | 22,0 | 74,3 | 21,0 | 63,4 | 96,4 | 50,9 | 55,6 | 65,3 | 32,8 |
| Krotoszyn-Roszki     | 31,0             | 24,9 | 25,3 | 34,7 | 85,3 | 46,7 | 63,6 | 97,3 | 14,5 | 12,7 | 31,1 | 28,9 |
| Krucz-Kruczlas       | 62,6             | 34,1 | 28,8 | 47,5 | 78,5 | 15,6 | 51,2 | 62,2 | 25,6 | 27,4 | 44,3 | 25,5 |
| Łąck-Podgórze        | 24,8             | 22,1 | 12,2 | 22,7 | 55,1 | 10,3 | 179, | 123, | 22,9 | 11,3 | 30,0 | 32,0 |
| Strzałowo-Krutyń     | 17,6             | 39,6 | 30,9 | 36,8 | 55,9 | 65,5 | 154, | 140, | 62,3 | 26,9 | 43,2 | 33,6 |
| Suwałki-Hańcza       | 65,0             | 11,4 | 38,4 | 39,6 | 109, | 51,7 | 129, | 120, | 95,2 | 46,5 | 57,4 | 41,5 |
| Sz. Poręba-Jakuszyce | 91,7             | 87,0 | 75,7 | 90,1 | 123, | 81,1 | 185, | 253, | 56,6 | 114, | 83,4 | 130, |
| Zawadzkie            | 57,4             | 31,5 | 28,1 | 46,3 | 101, | 87,3 | 34,5 | 174, | 38,5 | 15,8 | 29,6 | 50,7 |
| Średnia              | 57,9             | 41,9 | 33,3 | 47,4 | 90,0 | 54,3 | 116, | 140, | 53,8 | 28,9 | 47,0 | 46,4 |

Tabela 9.1 cd.

| Stacja               | Miesiąc                            |      |      |       |       |       |       |       |       |      |      |      |
|----------------------|------------------------------------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|------|
|                      | I                                  | II   | III  | IV    | V     | VI    | VII   | VIII  | IX    | X    | XI   | XII  |
|                      | Wilgotność pow. +2 m [%]           |      |      |       |       |       |       |       |       |      |      |      |
| Białowieża-Czerlonka | 93,0                               | 83,2 | 76,5 | 71,5  | 71,6  | 66,0  | 75,8  | 82,8  | 83,3  | 78,1 | 88,7 | 86,9 |
| Piwniczna-           | 99,4                               | 96,5 | 87,6 | 84,3  | 82,4  | 80,5  | 90,0  | 90,5  | 90,1  | 81,9 | 95,4 | 98,9 |
| Bircza-Łodzinka      | 90,8                               | 88,5 | 82,8 | 81,1  | 80,9  | 78,4  | 77,7  | 80,2  | 82,8  | 71,2 | 83,6 | 92,9 |
| Chojnów-Dobiesz      | 96,5                               | 89,9 | 81,9 | 73,0  | 74,9  | 75,3  | 84,1  | 89,6  | 89,1  | 87,1 | 95,5 | 94,1 |
| Gdańsk-Wyspowo       | 95,4                               | 87,1 | 85,3 | 77,2  | 77,4  | 69,7  | 82,3  | 85,3  | 87,8  | 91,6 | 97,6 | 97,9 |
| Krotoszyn-Roszki     | 99,1                               | 92,7 | 85,0 | 76,8  | 79,6  | 70,7  | 79,4  | 84,7  | 86,9  | 85,5 | 98,0 | 96,2 |
| Krucz-Kruczlas       | 95,6                               | 89,5 | 83,1 | 77,9  | 77,4  | 70,5  | 76,0  | 76,4  | 84,3  | 87,8 | 96,8 | 96,6 |
| Łąck-Podgórze        | 99,7                               | 95,6 | 89,2 | 81,3  | 81,0  | 76,1  | 88,8  | 91,9  | 92,7  | 93,6 | 99,4 | 99,1 |
| Strzałowo-Krutuń     | 95,4                               | 88,9 | 84,6 | 75,3  | 74,6  | 74,8  | 84,1  | 88,6  | 89,4  | 89,4 | 96,7 | 95,3 |
| Suwałki-Hańcza       | 97,4                               | 91,4 | 87,9 | 80,3  | 77,3  | 73,7  | 80,6  | 88,8  | 89,4  | 87,6 | 97,1 | 97,6 |
| Sz. Poręba-Jakuszyce | 99,3                               | 99,5 | 92,0 | 84,4  | 85,8  | 81,0  | 87,7  | 90,4  | 89,1  | 87,5 | 97,9 | 97,1 |
| Zawadzkie            | 95,7                               | 87,7 | 79,6 | 73,9  | 73,3  | 69,9  | 76,5  | 82,5  | 83,9  | 78,8 | 90,6 | 92,4 |
| Średnia              | 96,5                               | 90,9 | 84,6 | 78,1  | 78,0  | 73,9  | 81,9  | 86,0  | 87,4  | 85,0 | 94,8 | 95,4 |
|                      | Promieniowanie [W/m <sup>2</sup> ] |      |      |       |       |       |       |       |       |      |      |      |
| Białowieża-Czerlonka | 4,8                                | 34,1 | 83,6 | 123,4 | 167,0 | 238,2 | 203,4 | 133,0 | 102,7 | 59,7 | 18,5 | 7,0  |
| Piwniczna-           | 6,2                                | 28,1 | 89,8 | 116,4 | 164,9 | 237,3 | 188,9 | 144,1 | 126,5 | 99,1 | 31,6 | 2,4  |
| Bircza-Łodzinka      | 9,2                                | 28,1 | 83,3 | 124,4 | 162,9 | 212,6 | 167,5 | 121,5 | 85,5  | 69,4 | 31,1 | 6,7  |
| Chojnów-Dobiesz      | 1,2                                | 4,6  | 23,0 | 47,2  | 47,6  | 62,5  | 55,2  | 41,8  | 31,6  | 10,8 | 4,4  | 3,1  |
| Gdańsk-Wyspowo       | 3,7                                | 20,9 | 64,2 | 111,2 | 158,2 | 234,0 | 165,5 | 113,7 | 83,2  | 55,7 | 16,8 | 10,8 |
| Krotoszyn-Roszki     | 8,5                                | 35,2 | 80,2 | 140,0 | 191,9 | 262,0 | 212,1 | 160,4 | 121,8 | 53,0 | 13,9 | 7,4  |
| Krucz-Kruczlas       | 9,6                                | 43,6 | 81,0 | 104,8 | 142,5 | 191,5 | 147,1 | 124,9 | 92,3  | 62,7 | 13,1 | 4,7  |
| Łąck-Podgórze        | 6,7                                | 41,6 | 85,8 | 147,5 | 196,3 | 255,6 | 192,4 | 151,6 | 127,3 | 69,2 | 16,9 | 5,4  |
| Strzałowo-Krutuń     | 4,5                                | 10,4 | 56,0 | 114,0 | 168,7 | 251,5 | 207,7 | 129,0 | 78,6  | 39,6 | 12,9 | 4,6  |
| Suwałki-Hańcza       | 7,0                                | 39,6 | 72,7 | 116,2 | 176,6 | 252,3 | 223,1 | 130,1 | 97,9  | 59,1 | 14,9 | 8,0  |
| Sz. Poręba-Jakuszyce | 1,7                                | 25,3 | 59,0 | 109,2 | 134,2 | 187,6 | 165,9 | 126,7 | 98,0  | 54,9 | 18,3 | 4,5  |
| Zawadzkie            | 8,6                                | 34,5 | 91,5 | 145,6 | 182,5 | 256,1 | 197,4 | 154,9 | 137,3 | 72,3 | 18,9 | 8,8  |
| Średnia              | 6,0                                | 28,8 | 72,5 | 116,7 | 157,8 | 220,1 | 177,2 | 127,6 | 98,6  | 58,8 | 17,6 | 6,1  |

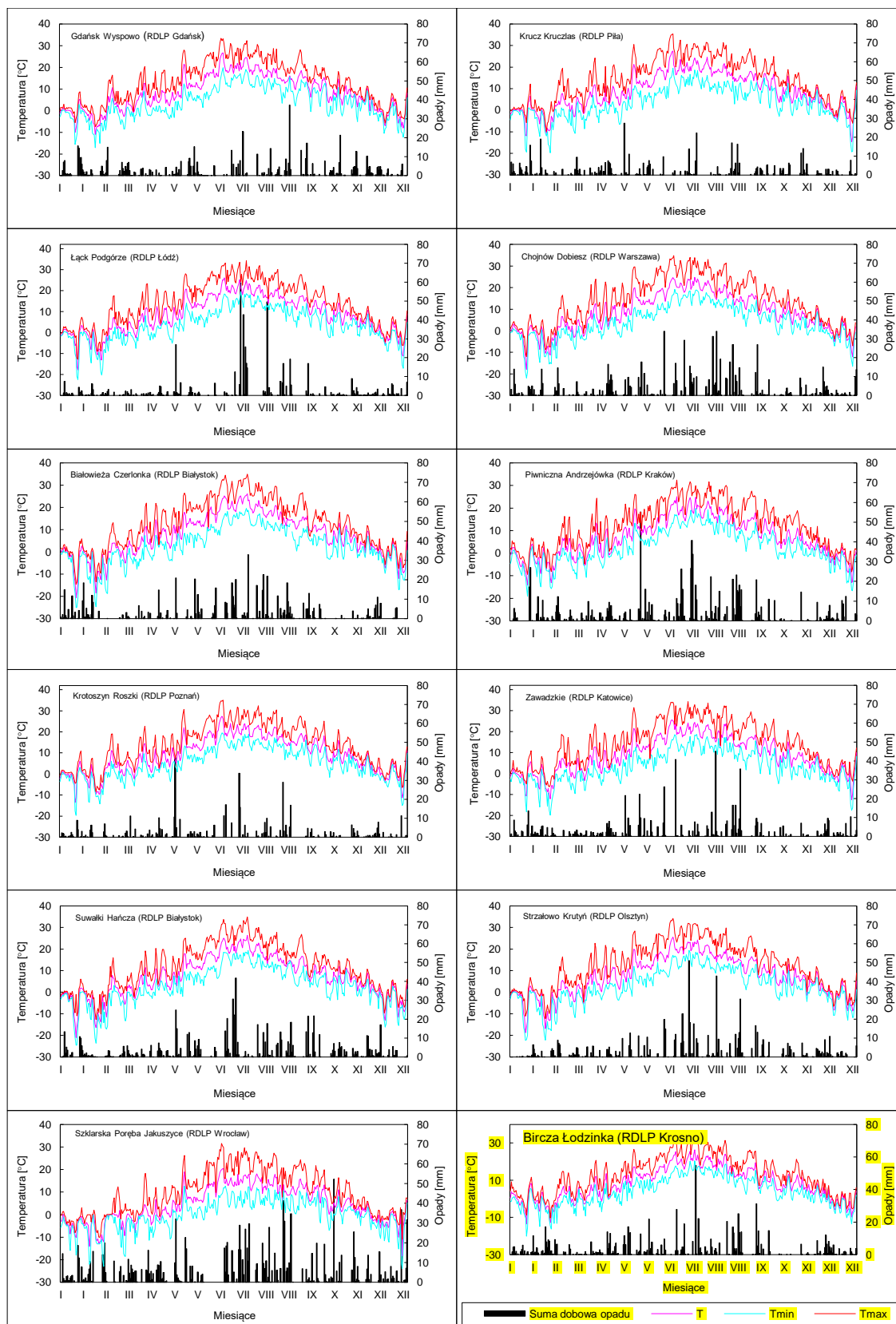
Tabela 9.2. Procentowy udział pomiarów z wiatrem – stacje meteorologiczne na SPO MI –2021r.

| Stacja                     | Okres pomiarów      | Liczba pomiarów |       |      | Dominujące kierunki wiatrów |
|----------------------------|---------------------|-----------------|-------|------|-----------------------------|
|                            |                     | ogółem          | z     | %    |                             |
| Białowieża - Czerlonka     | 1.01-<br>31.12.2021 | 52560           | 30184 | 57,4 | S (6,8) S-SSW (6,5)         |
| Piwniczna - Andrzejówka    |                     |                 | 35533 | 67,6 | NE (13,7) SW-SSW (14,3)     |
| Bircza-Łodzinka            |                     |                 | 46807 | 89,1 | SSW (6,6)                   |
| Chojnów-Dobiesz            |                     |                 | 25517 | 48,6 | W(10,7) W-WNW (9,9)         |
| Gdańsk-Wyspowo             |                     |                 | 45308 | 86,2 | WNW (7,9)                   |
| Krotoszyn-Roszki           |                     |                 | 34673 | 66,0 | WSW-W (10,2) WSW (10,4)     |
| Krucz-Kruczlas             |                     |                 | 40559 | 77,2 | SW-WSW (9,0)                |
| Łąck-Podgórze              |                     |                 | 30074 | 57,2 | ESE-SE (9,3)                |
| Strzałowo-Krutuń           |                     |                 | 33849 | 64,4 | SSE (11,8)                  |
| Suwałki-Hańcza             |                     |                 | 46770 | 89,0 | SSE (7,1) NW (6,4)          |
| Szklarska Poręba-Jakuszyce |                     |                 | 37490 | 71,3 | SSW (10,4)                  |
| Zawadzkie                  |                     |                 | 30307 | 57,7 | W-WNW (6,9) WSW (6,7)       |

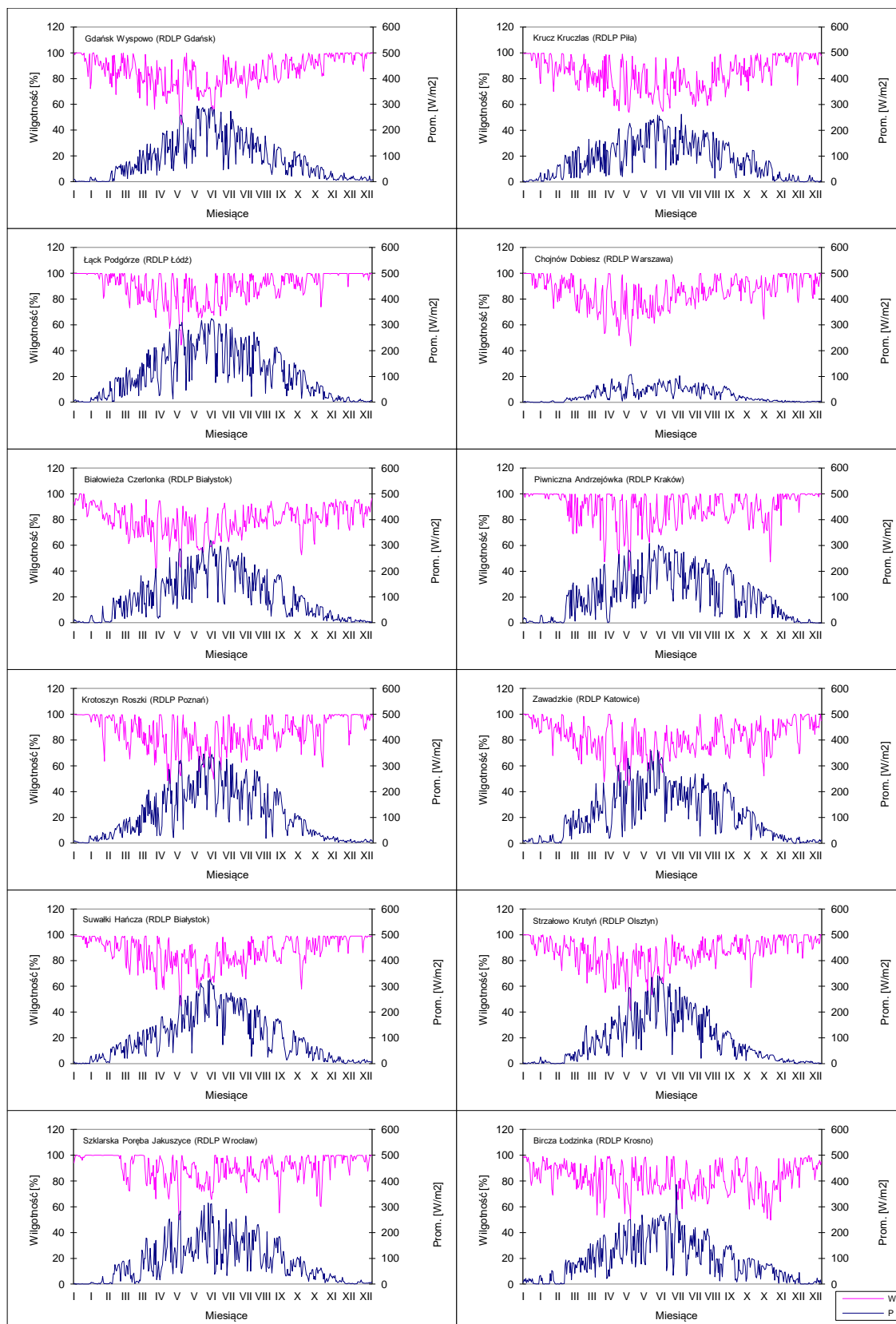
Tabela 9.3. Temperatury maksymalne oraz co najmniej 14 dniowe okresy bez opadów, bądź z minimalnymi opadami w sezonie wegetacyjnym na SPO MI w 2021 r.

| SPO MI         | Data wystąpienia Tmax | Tmax (oC) | OKRESY MIN. 14 DNI Z OPADAMI < 5mm                    |                      |    |
|----------------|-----------------------|-----------|---|----------------------|----|
| BIAŁOWIEŻA     | 2021-07-17            | 34,9      | -   | 0                    | 0  |
| BIRCZA         | 2021-06-25            | 33,1      | 02 -16.09   | 15                   | 15 |
| CHOJNÓW        | 2021-06-23            | 34,9      | 01-15.09  | 15                   | 15 |
| GDAŃSK         | 2021-06-20            | 33,4      | 27.05-12.06<br>14-30.06<br>14-27.07                   | 17<br>17<br>14       | 48 |
| KROTOSZYN      | 2021-06-22            | 35,1      | 01-17.09  | 17                   | 17 |
| KRUCZ          | 2021-06-22            | 35,3      | 08-21.05<br>13-29.06<br>18.07-07.08<br>01-16.09       | 14<br>17<br>21<br>16 | 68 |
| ŁĄCK           | 2021-07-15            | 34,2      | 24.05-12.06<br>14.06-03.07<br>18.07-04.08<br>01-17.09 | 20<br>20<br>18<br>17 | 75 |
| PIWNICZNA      | 2021-06-25            | 32,4      | 02-16.09  | 15                   | 15 |
| STRZAŁOWO      | 2021-06-22            | 34,2      | 30.05-16.06   | 14                   | 14 |
| SUWAŁKI        | 2021-07-17            | 34,9      | 29.05-12.06   | 15                   | 15 |
| SZKLARSKA POR. | 2021-06-20            | 31,6      | 01-22.06  | 22                   | 22 |

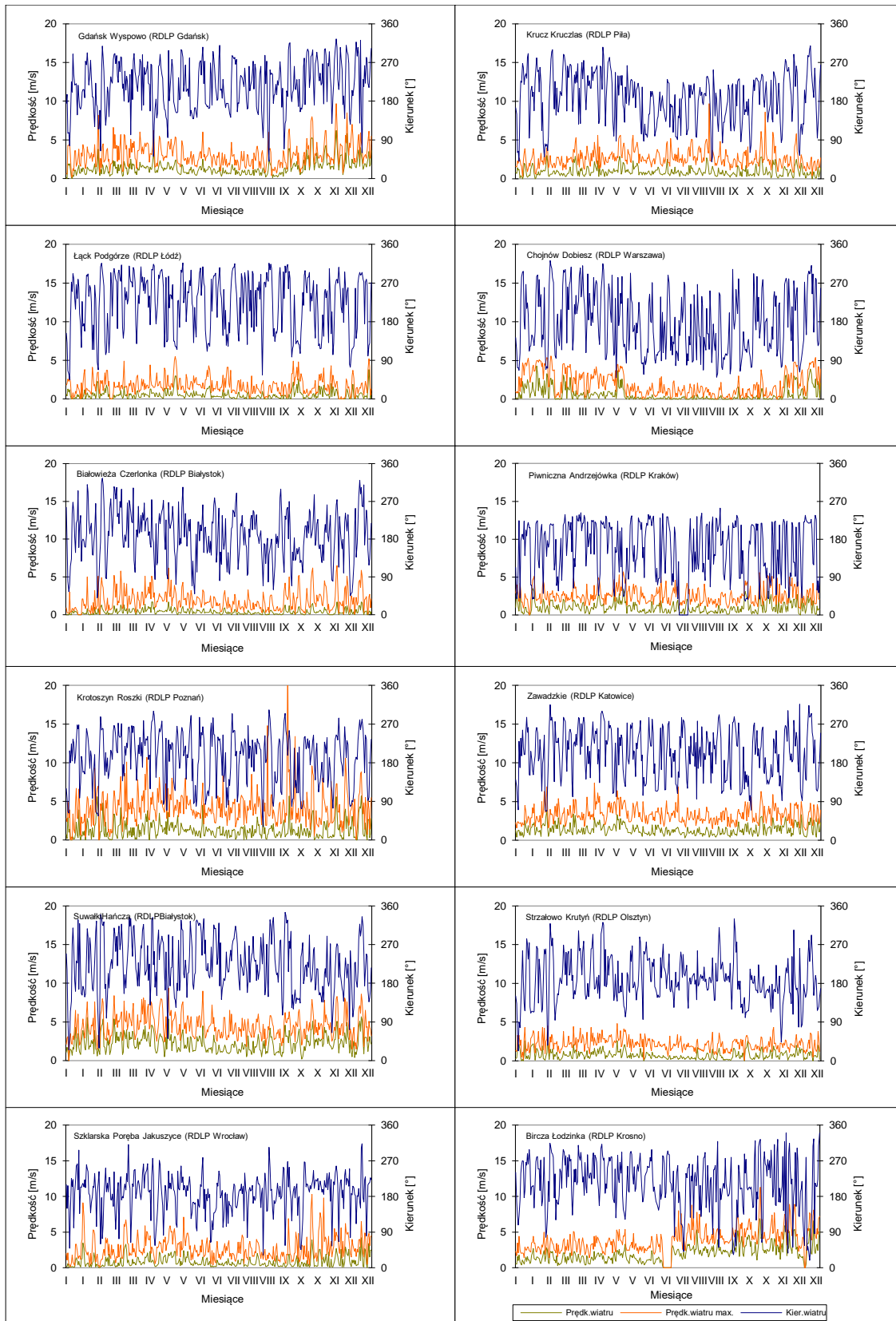




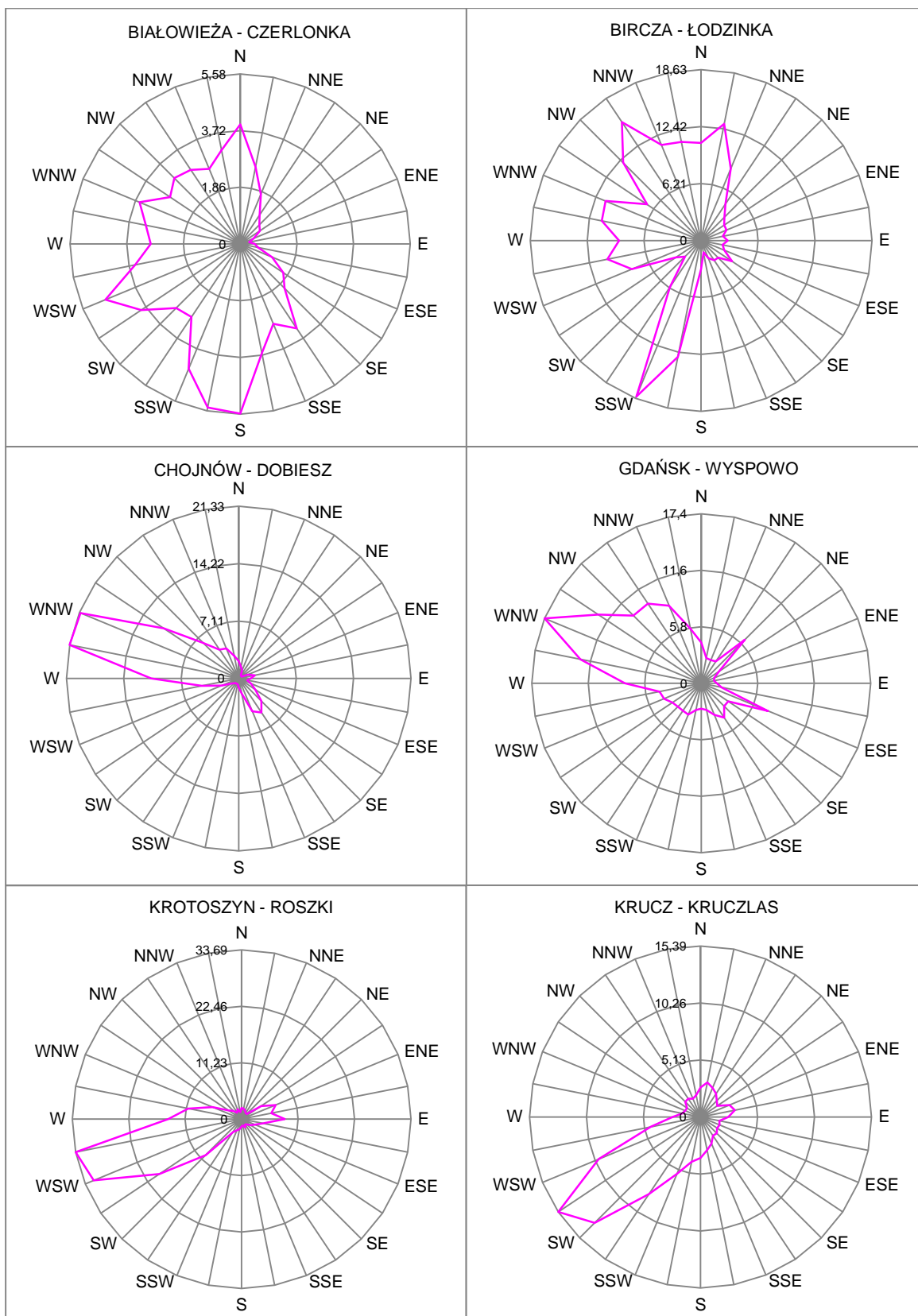
Rycina 9.1. Średnie dobowe i ekstremalne temperatury powietrza (na wys. 2 m nad ziemią) oraz dobowe sumy opadów atmosferycznych mierzone na stacjach meteorologicznych monitoringu lasu w 2021 r.



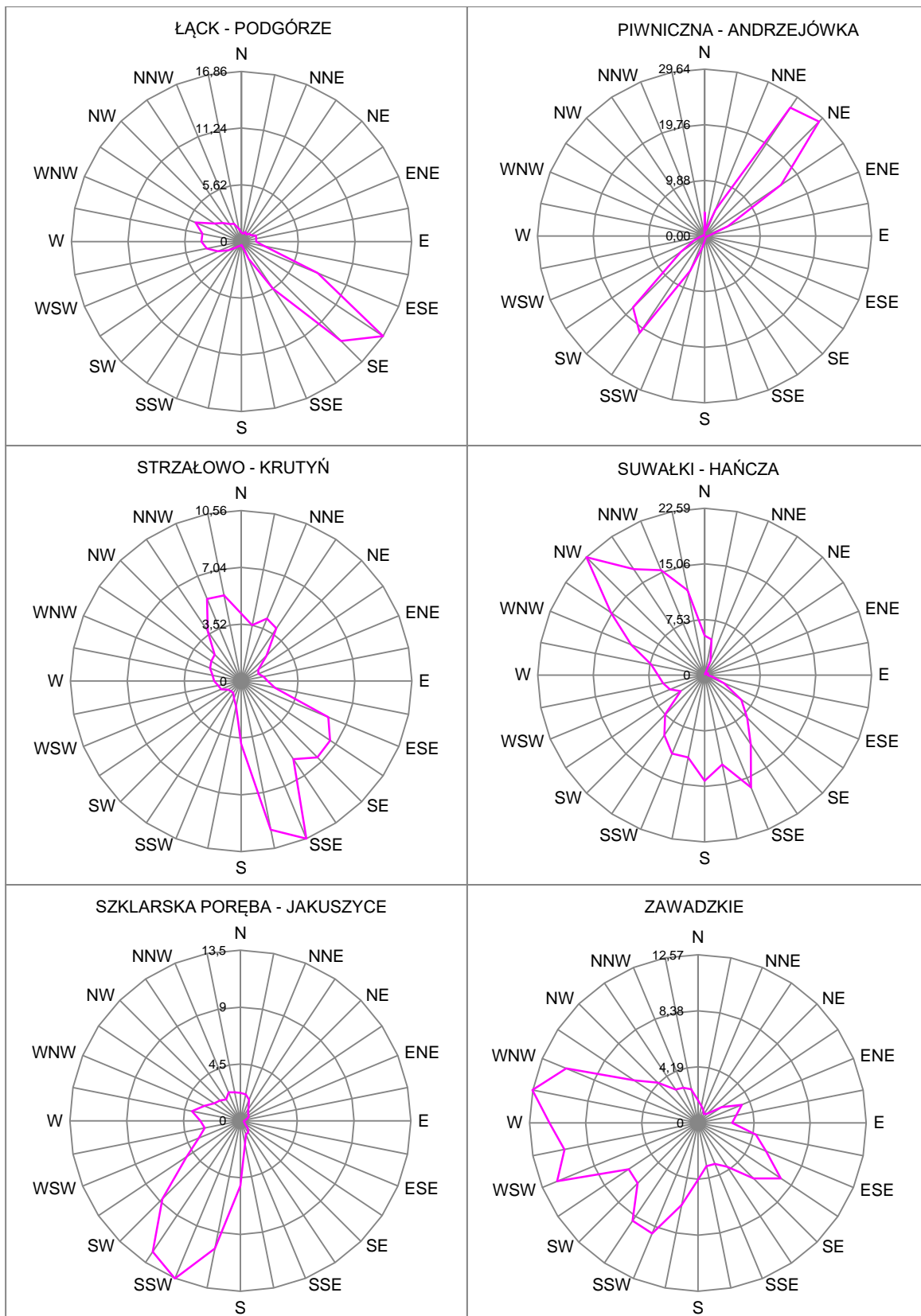
Rycina 9.2. Wilgotność względna powietrza na wysokości 2 m nad ziemią oraz całkowite promieniowanie padające, mierzone na stacjach meteorologicznych monitoringu lasu w 2021 r.



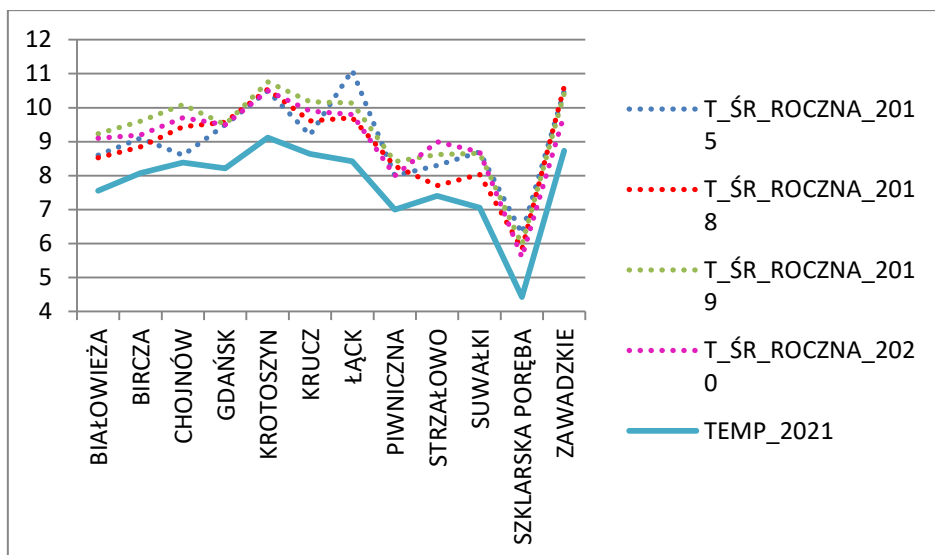
Rycina 9.3. Prędkość wiatru średnia dobowa i maksymalna oraz kierunek wiatru mierzone na stacjach meteorologicznych monitoringu lasu w 2021 r.



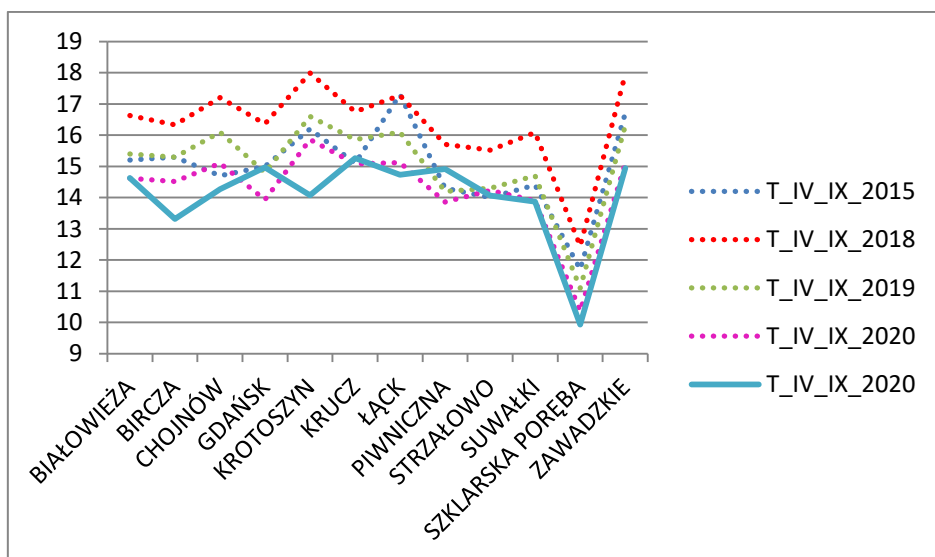
Rycina 9.4. Róża wiatrów mierzonych na automatycznych stacjach meteorologicznych MI w roku 2021.



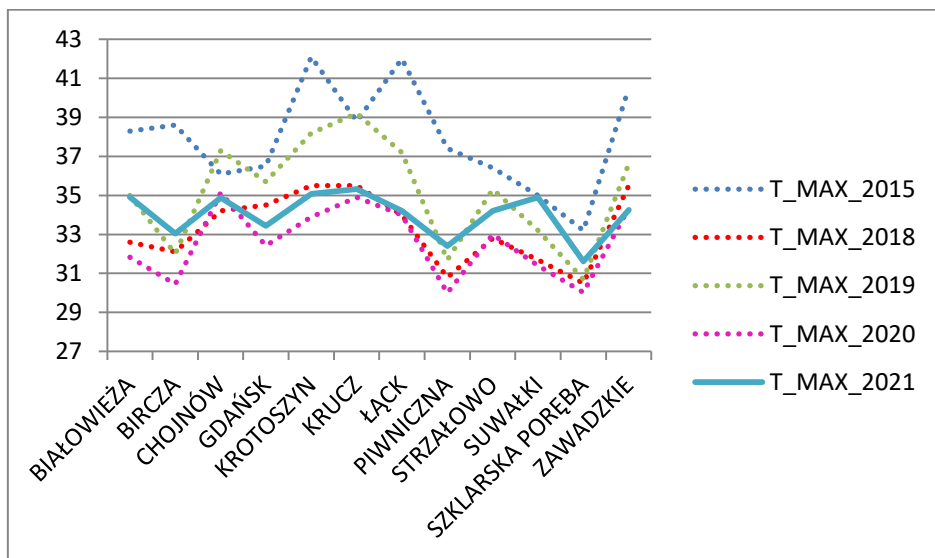
Rycina 9.4. cd.



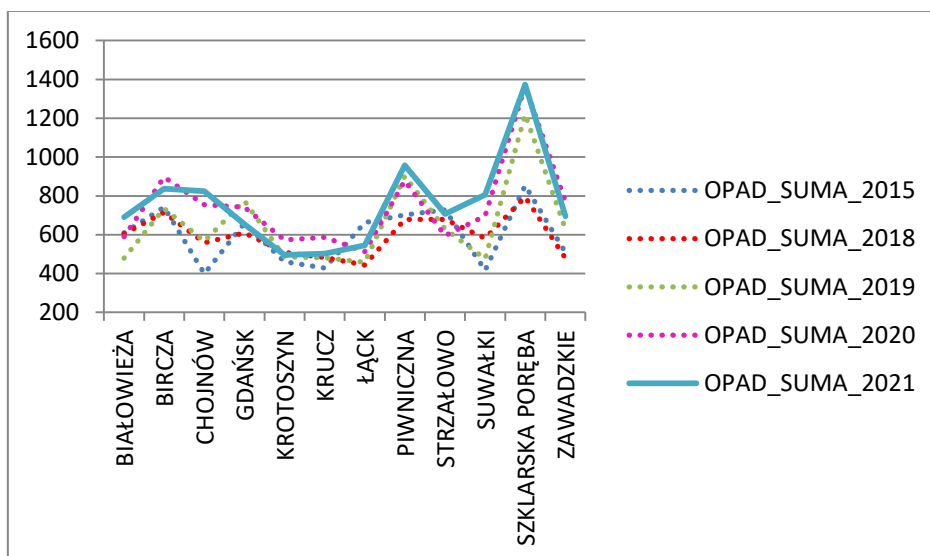
Rycina 9.5. Temperatury średnie roczne na stacjach MI w latach 2015, 2018 - 2021



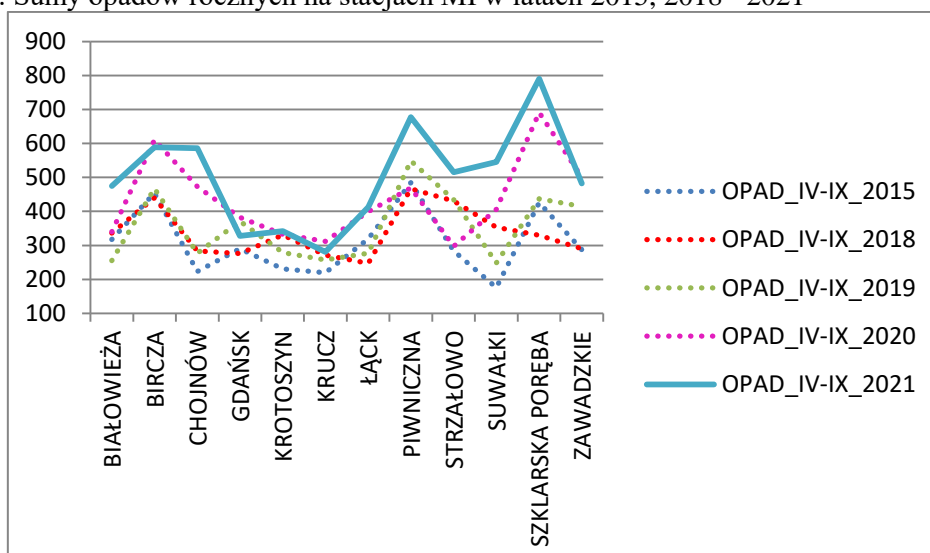
Rycina 9.6. Temperatury średnie okresu wegetacyjnego na stacjach MI w latach 2015, 2018 - 2021



Rycina 9.7. Temperatury maksymalne na stacjach MI w latach 2015, 2018 - 2021



Rycina 9.8. Sumy opadów rocznych na stacjach MI w latach 2015, 2018 - 2021



Rycina 9.9. Sumy opadów okresu wegetacyjnego na stacjach MI w latach 2015, 2018 - 2021

## 10. STĘŻENIE NO<sub>2</sub> I SO<sub>2</sub> W POWIETRZU NA TERENACH LEŚNYCH – ANNA KOWALSKA

2)

Zakwaszanie i eutrofizacja - dwa zjawiska niekorzystne dla ekosystemów - są skutkiem szkodliwego działania zanieczyszczeń powietrza na lasy. Według zaktualizowanych prognoz Centrum Zintegrowanych Szacunków Modelowych (CIAM) powstałych przy współpracy z Centrum Koordynacji Skutków Ładunków i Poziomów Krytycznych (CCE) w ramach Konwencji w sprawie Transgranicznego Zanieczyszczania Powietrza na Dłgie Odległości – LRTAP (Posh i in., 2018), do 2030 roku zagrożenie ekosystemów leśnych zakwaszaniem powinno zmaleć przy pełnym wdrożeniu przepisów Dyrektywy w sprawie redukcji krajowych

emisji niektórych rodzajów zanieczyszczeń atmosferycznych (tzw. Dyrektywy NEC). Przekroczenie ładunków krytycznych kwasowości będzie w tym okresie obejmować około 10% powierzchni ekosystemów lądowych Polski, głównie lasów. Eutrofizacja stanowić będzie nadal poważne zagrożenie, a przekroczenie ładunków krytycznych będzie dotyczyć połowy powierzchni ekosystemów kraju. Również na obszarach podlegających ochronie (np. Natura 2000) zagrożenie eutrofizacją dotknie 45% ich powierzchni, a zagrożenie zakwaszeniem – 8% (Posh i in. 2018).

Głównymi składnikami gazowymi powietrza odpowiedzialnymi za wymienione procesy są dwutlenek siarki i związki azotu. Są one emitowane do atmosfery z różnych źródeł. Do niedawna – gdy emisje antropogeniczne były nasilone - uważało się, że emisje naturalne (wybuchy wulkaniczne, rozkład biomasy, pożary, wyładowania atmosferyczne) dostarczały zaledwie ułamka ilości SO<sub>2</sub> i tlenków azotu (NO<sub>x</sub>) w porównaniu z aktywnością człowieka (Colville 2004). Doniesienia z ostatniego okresu bazujące na inwentaryzacji źródeł i emisji metodami satelitarnymi wskazują, że np. w 2014 roku emisje gazów wulkanicznych wraz z erupcjami wulkanicznymi miały około 32% udziału (wobec 25% udziału dekadę wcześniej, w 2005 roku) w globalnej emisji dwutlenku siarki (Fioletov i in. 2016), wskutek tego, że wielkość emisji np. z elektrowni i kopalń znacząco zmalała. Pomimo redukcji emisji tlenków azotu w minionych latach, źródła antropogeniczne NO<sub>x</sub> nadal w ogromnym stopniu dominują nad naturalnymi (Lin 2012, US. EPA 2018). Emisje troposferyczne NO<sub>x</sub> szacowane metodą obserwacji satelitarnych w silnie zaludnionych obszarach miejskich maleją w ostatniej dekadzie przeważnie w Europie Zachodniej, pozostając na stałym poziomie w Europie Centralnej i Wschodniej (Fortems-Cheiney i in. 2021).

Według danych statystycznych w 2019 roku wyemitowano w Polsce do atmosfery 427 tys. ton dwutlenku siarki oraz 682 tys. ton tlenków azotu (wyrażone jako NO<sub>2</sub>) (Mały Rocznik Statystyczny Polski 2021 GUS 2021). Emisje dwutlenku siarki i tlenków azotu zmalały w stosunku do roku 2018 (Krajowy bilans emisji... 2021). Głównymi źródłami tlenków azotu są obecnie transport (41% emisji), przemysł energetyczny (20% emisji) oraz inne sektory (m.in. emisja z gospodarstw domowych) (17%). Podstawowym i niemal wyłącznym źródłem emisji SO<sub>2</sub> jest spalanie paliw stałych, głównie węgla w źródłach stacjonarnych (Krajowy bilans emisji... 2021).

W zakres badań jakości powietrza na Stałych Powierzchniach Obserwacyjnych Monitoringu Intensywnego wchodzi oznaczenia stężeń głównych zanieczyszczeń gazowych: dwutlenku siarki i dwutlenku azotu metodą pasywną z użyciem próbników dyfuzyjnych typu



Amaya, z trietanolaminą jako substancją aktywną (Krochmal i Kalina 1997a, 1997b). Próbniki eksponowane są w cyklach miesięcznych na otwartych przestrzeniach przyłesnych. Roczne i sezonowe stężenia obliczane są jako średnie ważone długością okresów ekspozycji próbników. Średnie miesięczne stanowią średnią arytmetyczną z pomiarów trzech próbników eksponowanych 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 nie eksponowane. Wszystkie ślepe próby dostarczały wyników 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 NO<sub>2</sub> i SO<sub>2</sub>,

- 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).

### **10.1. Dwutlenek siarki**

Średnie wartości stężeń dwutlenku siarki przedstawiono na rycinie 10.1. Podobnie jak w latach poprzednich, w grupie nadleśnictw zlokalizowanych w Polsce północno-wschodniej (Strzałowo, Suwałki i Białowieża) występowały niskie średnie roczne stężenia dwutlenku siarki (poniżej 1  $\mu\text{g m}^{-3}$ ). W Chojnowie, Kruczu, Gdańsku, Szklarskiej Porębie, Piwnicznej, Krotoszynie i Birczy średnio w ciągu roku stężenie SO<sub>2</sub> wynosiło od 1,0 do 1,4  $\mu\text{g m}^{-3}$ . Wyższe stężenie średnio rocznie notowano w nadleśnictwach Łąck i Zawadzkie odpowiednio 1,7  $\mu\text{g m}^{-3}$  i 2,0  $\mu\text{g m}^{-3}$ . Stężenia w Zawadzkiem były istotnie wyższe niż na powierzchniach, gdzie notowano najniższe poziomy SO<sub>2</sub>, tj. w Suwałkach, Strzałowie i Białowieży ( $p \leq 0,05$ , test Kruskala-Wallisa z wielokrotnym porównaniem średnich rang).

Średnie roczne stężenia SO<sub>2</sub> porównano z danymi dla roku 2020. Najbardziej znaczącą zmianę zanotowano w Gdańsku i Łącku, gdzie stężenie w 2021 roku wzrosło odpowiednio o 74% i 25% w porównaniu do wartości z roku poprzedniego oraz w Krotoszynie, gdzie zmalało o 27%. Na pozostałych powierzchniach stężenia SO<sub>2</sub> stanowiły od 90 do 108% wartości notowanych w roku 2020. Spadki stężeń zanotowano na siedmiu z dwunastu SPO MI, wzrosty na trzech SPO MI, a w Strzałowie poziom stężenia SO<sub>2</sub> nie uległ znaczącej zmianie.

Niskie stężenia SO<sub>2</sub> w nadleśnictwach Polski północno-wschodniej wynikają m.in. z warunków demograficznych i stopnia uprzemysłowienia regionów. Województwa podlaskie i warmińsko-mazurskie mają najniższą w kraju gęstość zaludnienia oraz najniższą emisję gazowych zanieczyszczeń powietrza, w tym niską emisję dwutlenku siarki z zakładów szczególnie uciążliwych dla jakości powietrza (Rocznik Statystyczny Województw 2021), co znajduje odzwierciedlenie w jakości powietrza w lasach.

Miesięczne stężenia SO<sub>2</sub> na SPO MI mieściły się w przedziale 0,1–5,4 μg m<sup>-3</sup>. Rozkład stężeń w kolejnych miesiącach roku (ryc. 10.2) wykazuje niewielkie różnice między miesiącami okresu zimowego (szczególnie styczeń-luty) a letniego (od maja do września), wynikające z różnic temperatury i użycia paliw grzewczych emitujących związki siarki w chłodnej porze roku. W okresie zimowym podwyższone stężenia SO<sub>2</sub> występowały przeważnie w styczniu i lutym (mediana odpowiednio 1,7 μg m<sup>-3</sup> i 2,8 μg m<sup>-3</sup>), przy średnich stężeniach miesięcznych w całym okresie od października do marca między 0,1 μg m<sup>-3</sup> a 5,3 μg m<sup>-3</sup> i medianie dla okresu zimowego wynoszącej 1,3 μg m<sup>-3</sup>.

W miesiącach letnich od kwietnia do września wartości miesięczne minimalne wynosiły 0,2 μg m<sup>-3</sup>, maksymalne 2,2 μg m<sup>-3</sup>, a mediana dla okresu 0,8 μg m<sup>-3</sup>.

Wzorem lat poprzednich, z wyjątkiem roku 2019, zaobserwowano zależność między stężeniami SO<sub>2</sub> a średnią temperaturą powietrza.

Rozkład miesięcznych stężeń SO<sub>2</sub> na powierzchniach SPO MI przedstawiono na rycinie 10.3.

Według średnich za okres zimowy stężenia układały się w porządku malejącym dla nadleśnictw:

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

Średnie sezonu letniego układały się w porządku malejącym:

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

Mediany stężeń miesięcznych okresów w sezonach letnich i zimowych różniły się istotnie jedynie w Łącku, Zawadzkiem, Birczy i Piwnicznej (tab.10.1).

Obwieszczenie Ministra Klimatu i Środowiska z dnia 12 kwietnia 2021 r. (Dz. U. z dn. 5 maja 2021 r., poz. 845) ustala poziom dopuszczalny SO<sub>2</sub> ze względu na ochronę roślin dla roku kalendarzowego i pory zimowej (okres od 1 października do 31 marca) na poziomie 20 μg m<sup>-3</sup>. Średnie roczne stężenia SO<sub>2</sub> na SPO MI zawierały się w granicach 0,67 – 1,95 μg m<sup>-3</sup>, co stanowiło od 3 do 10% wartości dopuszczalnej. W porze zimowej zakres stężeń wynosił od 0,72 μg m<sup>-3</sup> do 2,42 μg m<sup>-3</sup>, tj. od 4 do 12% wartości dopuszczalnej, nie stwierdzono zatem stężeń stwarzających bezpośrednie zagrożenie dla ochrony roślin.

## 10.2. Dwutlenek azotu

Średnie wartości stężeń dwutlenku azotu na SPO MI przedstawiono na rycinie 10.4. Po okresie spadków stężeń w roku 2019 i 2020, nastąpił widoczny wzrost (o 8 - 24%) w stosunku do roku 2020 na pięciu powierzchniach (Bircza, Gdańsk, Piwniczna, Chojnów, Łąck), a na pozostałych sześciu kontynuowany był niewielki spadek stężeń (od 2 do 12%), w Strzałowie natomiast nie nastąpiły istotne zmiany. W 2021 roku średnie roczne stężenia NO<sub>2</sub> stanowiły od 84 do 124% wartości z roku 2020.

Powierzchnie SPO MI istotnie różniły się pod względem stężeń NO<sub>2</sub>. Szereg istotnych różnic wystąpił pomiędzy stężeniami NO<sub>2</sub> w grupie powierzchni o wysokim zanieczyszczeniu tlenkami azotu: Chojnowie, Łącku, Krotoszynie i Zawadzkiem (rejon Polski centralnej i zachodniej, Śląska), a stężeniami na powierzchniach zlokalizowanych w rejonach północno-wschodnich (Strzałowo, Białowieża, Gdańsk, Suwałki) i w górach (Piwniczna, Bircza, Szklarska Poręba), gdzie zanieczyszczenia były niższe (tab. 10.2). Podobnie jak w poprzednich latach badań, w nadleśnictwach Polski północnej i północno-wschodniej: Białowieża (2,8 μg m<sup>-3</sup>), Strzałowo (3,3 μg m<sup>-3</sup> rok<sup>-1</sup>), Suwałki (4,3 μg m<sup>-3</sup> rok<sup>-1</sup>) i Gdańsk (4,7 μg m<sup>-3</sup> rok<sup>-1</sup>), a także w rejonach podgórskich i górskich: Piwniczna i Bircza (odpowiednio 3,5 i 3,9 μg m<sup>-3</sup> rok<sup>-1</sup>) oraz Szklarska Poręba (3,5 μg m<sup>-3</sup> rok<sup>-1</sup>) występowały średnio roczne niższe stężenia NO<sub>2</sub> niż w Zawadzkiem, Chojnowie, Łącku i Krotoszynie (od 7,0 do 11 μg m<sup>-3</sup> rok<sup>-1</sup>).

Podobnie jak w poprzednich latach najwyższe średnie roczne stężenia NO<sub>2</sub> występowały w rejonach Polski centralnej: w Chojnowie (11 μg m<sup>-3</sup>) i Łącku (7,9 μg m<sup>-3</sup>) oraz Polski zachodniej w Krotoszynie (7,1 μg m<sup>-3</sup>) i południowej w Zawadzkiem (7,0 μg m<sup>-3</sup>). 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  $\text{NO}_2$  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  $\text{NO}_2$  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 ( $\text{NO}_x$ ) przyczyniają się głównie procesy spalania paliw, znaczącym źródłem  $\text{NO}_x$  w powietrzu może być również emisja z gleb (Fowler i in. 2015). W Wielkopolsce, gdzie całkowite zużycie mineralnych nawozów azotowych oraz zużycie nawozów mineralnych należy do najwyższych w Polsce oraz przy intensywnej produkcji zwierzęcej (Rocznik Statystyczny Rolnictwa GUS 2021), wysokie stężenia  $\text{NO}_2$  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.

Średnie miesięczne stężenia dwutlenku azotu wahały się w granicach od 0,9 do 17,1  $\mu\text{g m}^{-3}$  i wykazywały sezonowość. Na większości powierzchni obserwowano istotną ( $p \leq 0,05$ ) ujemną zależność stężenia  $\text{NO}_2$  i temperatury: ze spadkiem temperatury wzrastało średnie miesięczne stężenie  $\text{NO}_2$ .

Najwyższe miesięczne stężenie  $\text{NO}_2$  zanotowano w grudniu w Chojnowie (17,1  $\mu\text{g m}^{-3} \text{ m-c}^{-1}$ ) i nieco niższe w Łącku, Zawadzkiem, Krotoszynie i Kruczu (10,1 - 13,8  $\mu\text{g m}^{-3} \text{ m-c}^{-1}$ ) (ryc. 10.5, 10.6).

Stężenia niższe niż 3  $\mu\text{g m}^{-3} \text{ m-c}^{-1}$  występowały przeważnie między marcem a wrześniem w Strzałowie i Białowieży w Polsce północno-wschodniej oraz w rejonach górskich w Piwnicznej, Birczy i Szklarskiej Porębie. Istotne różnice między medianami miesięcznych stężeń dla okresów letnich i zimowych wystąpiły na niemal wszystkich powierzchniach, z wyjątkiem Suwałk (tab. 10.1).

Średnie stężenia  $\text{NO}_2$  w sezonie letnim (kwiecień – wrzesień) układały się w porządku malejącym dla nadleśnictw:

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

Stężenia średnie dla okresu zimowego (styczeń-marzec i październik-grudzień) były od 1,4 do 2,7 razy wyższe niż dla okresu letniego. Układały się w porządku malejącym:

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

Średnie wartości stężeń NO<sub>2</sub> wynosiły w roku 2021 od 2,8 do 11,0 μg m<sup>-3</sup> rok<sup>-1</sup>, tj. odpowiednio od 9 do 37% wartości dopuszczalnej poziomu tlenków azotu. Wartość dopuszczalna została określona dla tlenków azotu Obwieszczeniem Ministra Klimatu i Środowiska z dnia 12 kwietnia 2021 r. (Dz. U. z dn. 5 maja 2021 r., poz. 845) dla roku kalendarzowego ze względu na ochronę roślin na poziomie 30 μg m<sup>-3</sup>.

### 10.3. 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 2021 roku (ryc. 10.7). Obliczenia wykonano przyjmując za Thimonier i in. (2005), że prędkość osadzania SO<sub>2</sub> dla powierzchni leśnych wynosi 8 mm s<sup>-1</sup>, zaś za Rihm (1996), że prędkość osadzania NO<sub>2</sub> dla drzewostanów liściastych wynosi 3 mm s<sup>-1</sup> i 4 mm s<sup>-1</sup> dla drzewostanów iglastych.

Gazowa depozycja siarki wyniosła w nadleśnictwach Polski północno-wschodniej: Strzałowie, Suwałkach, Białowieży i Gdańsku od 0,8 do 1,5 kg S ha<sup>-1</sup> rok<sup>-1</sup>. W Polsce centralnej w Chojnowie oraz w Wielkopolsce w Kruczu wynosiła 1,3 - 1,4 kg S ha<sup>-1</sup> rok<sup>-1</sup>, w Sudetach w Szklarskiej Porębie, w Beskidzie w Piwnicznej oraz w Wielkopolsce w Krotoszynie wynosiła 1,5 - 1,6 kg S ha<sup>-1</sup> rok<sup>-1</sup>, w Birczy od 1,8 kg S ha<sup>-1</sup> rok<sup>-1</sup>, w Łącku 2,1 kg S ha<sup>-1</sup> rok<sup>-1</sup>, a w Zawadzkiem 2,5 kg S ha<sup>-1</sup> rok<sup>-1</sup>.

Najmniejszą depozycję azotu – około 1,1 kg ha<sup>-1</sup> rok<sup>-1</sup> – odnotowano w Białowieży w Polsce północno-wschodniej oraz Birczy, w rejonie podkarpackim. Niskie ilości – od 1,3 do 1,4 kg N ha<sup>-1</sup> rok<sup>-1</sup> – zostały odnotowane w nadleśnictwach położonych w Polsce północnej i północno-wschodniej: Strzałowie i Gdańsku oraz w Karpatach w Piwnicznej i Sudetach w Szklarskiej Porębie. Pośrednie ilości – od 1,7 do 2,1 kg N ha<sup>-1</sup> rok<sup>-1</sup> – otrzymały powierzchnie w Suwałkach, Kruczu, Krotoszynie i Łącku. W Zawadzkiem depozycja N wyniosła 2,7 kg N ha<sup>-1</sup> rok<sup>-1</sup>, a najwyższa była w Chojnowie: 4,2 kg N ha<sup>-1</sup> rok<sup>-1</sup>.

Od 59 do 73% depozycji N oraz od 47 do 71% depozycji S przypadało na okres zimowy.

### 10.4. 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 Polski północnej i północno-wschodniej, tj. w Białowieży, Gdańsku, Strzałowie i Suwałkach ( $2,1-2,9 \text{ kg N+S ha}^{-1} \text{ rok}^{-1}$ ). 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 (Rocznik Statystyczny Województw GUS 2021). 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<sub>2</sub> i S-SO<sub>2</sub> ( $2,9 - 3,0 \text{ kg N+S ha}^{-1} \text{ rok}^{-1}$ ). W województwie podkarpackim, na terenie którego położona jest SPO MI Bircza, ogólna emisja SO<sub>2</sub> i NO<sub>x</sub> z zakładów szczególnie uciążliwych jest co najmniej kilkukrotnie niższa niż w województwach mazowieckim, wielkopolskim i opolskim, gdzie zlokalizowane są SPO MI z grupy o wyższym poziomie zanieczyszczeń (Rocznik statystyczny województw 2021). Stosunkowo wysokiej – na tle innych SPO MI – depozycji SO<sub>2</sub> w Birczy towarzyszyła szczególnie niska depozycja NO<sub>2</sub>. Wysoka lesistość (powyżej 60%), małe zaludnienie i niski współczynnik urbanizacji na Podkarpaciu są prawdopodobnymi przyczynami ogólnie niskiego sumarycznego poziomu zanieczyszczeń gazowych, co było obserwowane na powierzchni w Birczy również w latach poprzednich.

W Wielkopolsce: w Kruczu i Krotoszynie obciążenie sumarycznym ładunkiem zanieczyszczeń gazowych było pośrednie i wyniosło odpowiednio  $3,4$  i  $3,6 \text{ kg N+S ha}^{-1}$ . Depozycja gazowa pozostała na zbliżonym poziomie jak w roku 2020 na większości SPO MI, z wyjątkiem Gdańska i Łącka, gdzie wzrosła odpowiednio o 41% i 16% i Krotoszyna, gdzie zmalała o 15%.

W Łącku depozycja wyniosła  $4,4 \text{ kg N+S ha}^{-1}$ , znów wzrastając pod dwuletnich spadkach.

Od lat najbardziej obciążone zanieczyszczeniami atmosferycznymi są SPO w Chojnowie i Zawadzkiem. W roku 2021 depozycja wynosiła tam  $5,1 - 5,5 \text{ kg N+S ha}^{-1}$ . W

Chojnowie za wysoki depozyt gazowy ( $N-NO_2 + S-SO_2$ ) 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. 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 należą na Śląsku do najwyższych w Polsce, ponadto są w skali kraju w niewielkim stopniu zatrzymane w urządzeniach do redukcji zanieczyszczeń, tj. 23,6% zatrzymanych zanieczyszczeń gazowych w 2020 roku w zestawieniu ze średnią dla Polski 70,4% (Rocznik statystyczny województw 2021).

Do rejonów Polski centralnej, na których depozycja gazowych zanieczyszczeń była pośrednia i wysoka, należą nadleśnictwa: Chojnów, Zawadzkie, Łąck, Krotoszyn i Krucz. Pokrywają się z obszarami, na których istnieje ryzyko przekroczeń ładunków krytycznych eutrofizacji i zakwaszenia. Prognozy do roku 2020 wskazują, że w tych rejonach kraju zagrożenie dla ekosystemów ze strony zanieczyszczeń powietrza siarką i azotem utrzymuje się nawet po wdrożeniu ustaleń zrewidowanego Protokołu z Göteborga (Slootweg i in. 2014).

#### LITERATURA:

- 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.
- Fioletov, V.E., McLinden, C.A., Krotkov, N., Li, C., Joiner, J., Theys, N, Carn, S., & Moran, M.D. (2016). A global catalogue of large SO<sub>2</sub> sources and emissions derived from the Ozone Monitoring Instrument. *Atmospheric Chemistry and Physics*, 16, 11497–11519, doi:10.5194/acp-16-11497-2016.
- Fortems-Cheiney, A., Broquet, G., Pison, I., Saunois, M., Potier, E., Berchet, A., et al. (2021). Analysis of the anthropogenic and biogenic NO<sub>x</sub> emissions over 2008–2017: Assessment of the trends in the 30 most populated urban areas in Europe. *Geophysical Research Letters*, 48, e2020GL092206. <https://doi.org/10.1029/2020GL092206>
- Fowler, D., Steadman, C. E., Stevenson, D., Coyle, M., Rees, R. M., Skiba, U. M., Sutton, M. A., Cape, J. N., Dore, A. J., Vieno, 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., and J. N. Galloway (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.
- Krajowy bilans emisji SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, CO, NH<sub>3</sub>, NMLZO, pyłów, metali ciężkich i TZO za lata 1990-2019. Raport syntetyczny (2021), Ministerstwo Klimatu. Instytut Ochrony Środowiska – Państwowy Instytut Badawczy, Krajowy Ośrodek Bilansowania i Zarządzania Emisjami, Warszawa. [dostęp: 22 marca 2022 r.] [https://www.kobize.pl/uploads/materialy/materialy\\_do\\_pobrania/krajowa\\_inwentaryzacja\\_emisji/Bilans\\_emisji\\_za\\_2019.pdf](https://www.kobize.pl/uploads/materialy/materialy_do_pobrania/krajowa_inwentaryzacja_emisji/Bilans_emisji_za_2019.pdf)

- 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.
- Lin., J.-T. (2012) Satellite constraint for emissions of nitrogen oxides from anthropogenic, lightning and soil sources over East China on a high-resolution grid. *Atmospheric Chemistry and Physics* 12, 2881–2898, doi:10.5194/acp-12-2881-2012
- Mały Rocznik Statystyczny Polski 2021, Główny Urząd Statystyczny, Warszawa 2021 [dostęp: 22 marca 2022] <https://stat.gov.pl/obszary-tematyczne/roczniki-statystyczne/roczniki-statystyczne/mały-rocznik-statystyczny-polski-2021,1,23.html>
- Obwieszczenie Ministra Klimatu i Środowiska z dnia 12 kwietnia 2021 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu rozporządzenia Ministra Środowiska w sprawie poziomów niektórych substancji w powietrzu (Dziennik Ustaw z dn. 5 maja 2021 r., poz. 845).
- Posch, M., Sander, R., Schöpp, W. & Amann, M. The 2017 critical loads data: Differences to earlier estimates and implications for current and future ecosystems protections. *CIAM Report 1/2018*. [dostęp: 21 maja 2022] [https://previous.iiasa.ac.at/web/home/research/researchPrograms/air/policy/CIAM-2018\\_report.pdf](https://previous.iiasa.ac.at/web/home/research/researchPrograms/air/policy/CIAM-2018_report.pdf)
- 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 2021, Główny Urząd Statystyczny, Zakład Wydawnictw Statystycznych, Warszawa 2021 [dostęp: 1 czerwca 2022] <https://stat.gov.pl/obszary-tematyczne/roczniki-statystyczne/roczniki-statystyczne/rocznik-statystyczny-rolnictwa-2021,6,15.html>
- Rocznik Statystyczny Województw 2021, Główny Urząd Statystyczny, Zakład Wydawnictw Statystycznych, Warszawa 2021 [dostęp: 22 marca 2022] <https://stat.gov.pl/obszary-tematyczne/roczniki-statystyczne/roczniki-statystyczne/rocznik-statystyczny-wojewodztw-2021,4,16.html>
- Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 24 sierpnia 2012 r. w sprawie poziomów niektórych substancji w powietrzu. *Dziennik Ustaw* z dn. 18 września 2012, poz. 1031.
- 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](http://www.wge-cce.org)
- StatSoft, Inc. (2011). *STATISTICA* (data analysis software system), version 10. [www.statsoft.com](http://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.
- U.S. EPA. (2018). Data from the 2014 National Emissions Inventory, Version 2. Accessed 2018. <https://www.epa.gov/air-emissions-inventories/2014-national-emissions-inventory-nei-data>.

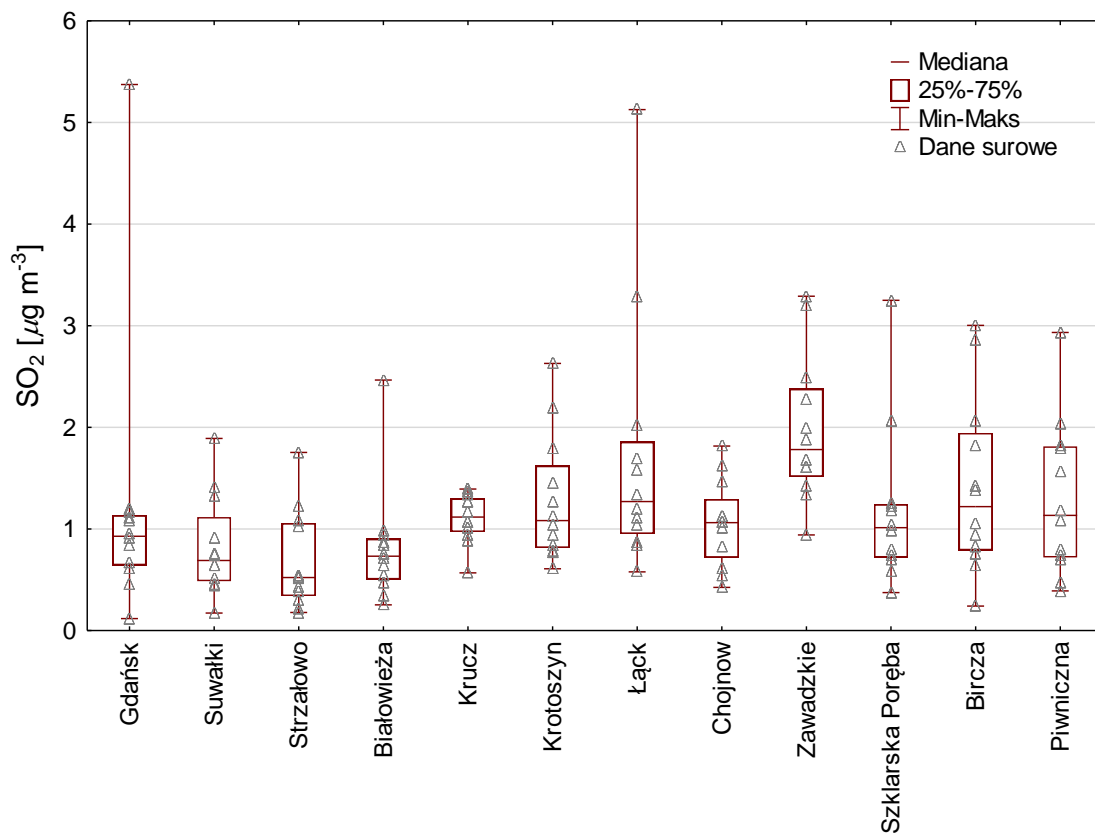


Tabela 10.1. Wyniki testu Manna Whitneya dla średniego stężenia SO<sub>2</sub> i NO<sub>2</sub> w miesiącach okresu letniego (N=6) i zimowego (N=6). Kursywą i pogrubioną czcionką zaznaczono istotne różnice (p≤0,05) między medianą okresu letniego i zimowego

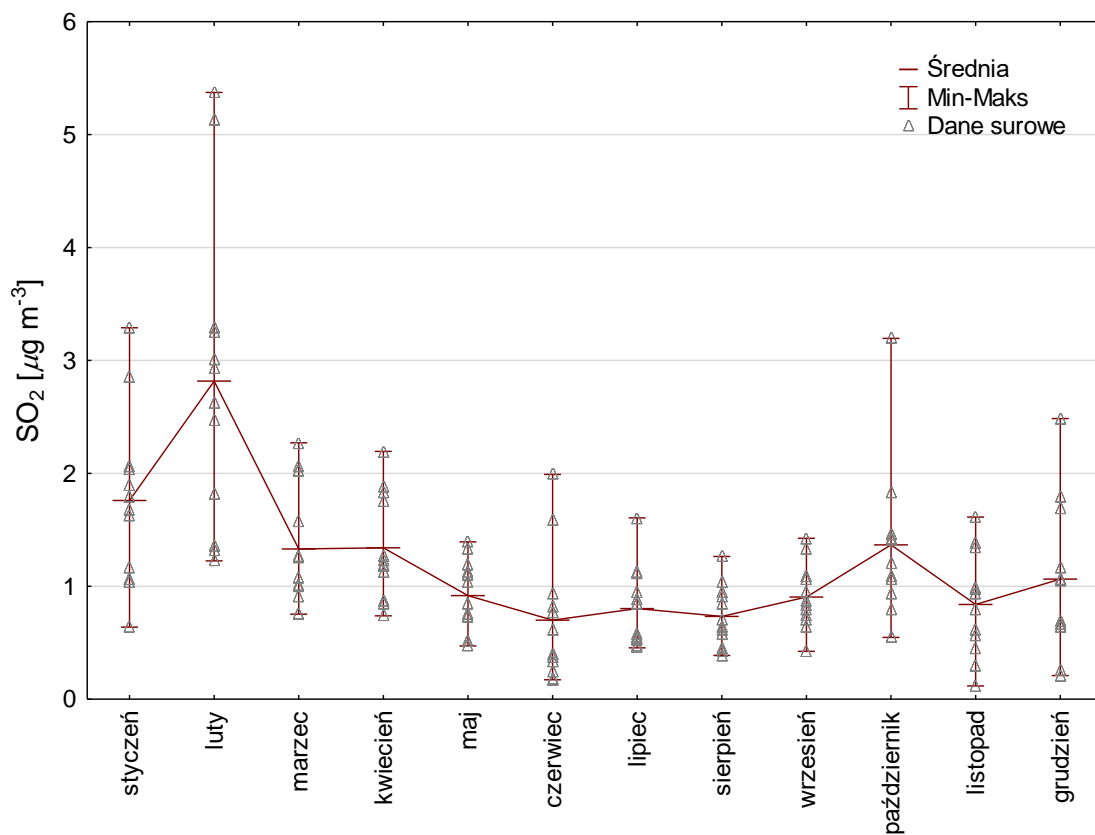
| Nadleśnictwo     | SO <sub>2</sub>      |                                | NO <sub>2</sub>      |                                |
|------------------|----------------------|--------------------------------|----------------------|--------------------------------|
|                  | wartość statystyki U | p dla prób o małej liczebności | wartość statystyki U | p dla prób o małej liczebności |
| Gdańsk           | 16                   | 0,8102                         | 1                    | 0,0082                         |
| Suwałki          | 8                    | 0,1282                         | 6                    | 0,0656                         |
| Strzałowo        | 14                   | 0,5752                         | 1                    | 0,0082                         |
| Białowieża       | 11                   | 0,2980                         | 5                    | 0,0453                         |
| Krucz            | 13                   | 0,4712                         | 2                    | 0,0131                         |
| Krotoszyn        | 7                    | 0,0927                         | 3                    | 0,0202                         |
| Łąck             | 2                    | 0,0131                         | 0                    | 0,0051                         |
| Chojnow          | 10                   | 0,2298                         | 2                    | 0,0131                         |
| Zawadzkie        | 4                    | 0,0306                         | 0                    | 0,0051                         |
| Szklarska Poręba | 10                   | 0,2298                         | 1                    | 0,0082                         |
| Bircza           | 3                    | 0,0202                         | 0                    | 0,0051                         |
| Piwniczna        | 2                    | 0,0131                         | 0                    | 0,0051                         |

Tabela 10.2. Istotność różnic (p≤0,05) stężeń gazowych zanieczyszczeń powietrza między powierzchniami SPO MI. Wyniki testu ANOVA Kruskala-Wallisa

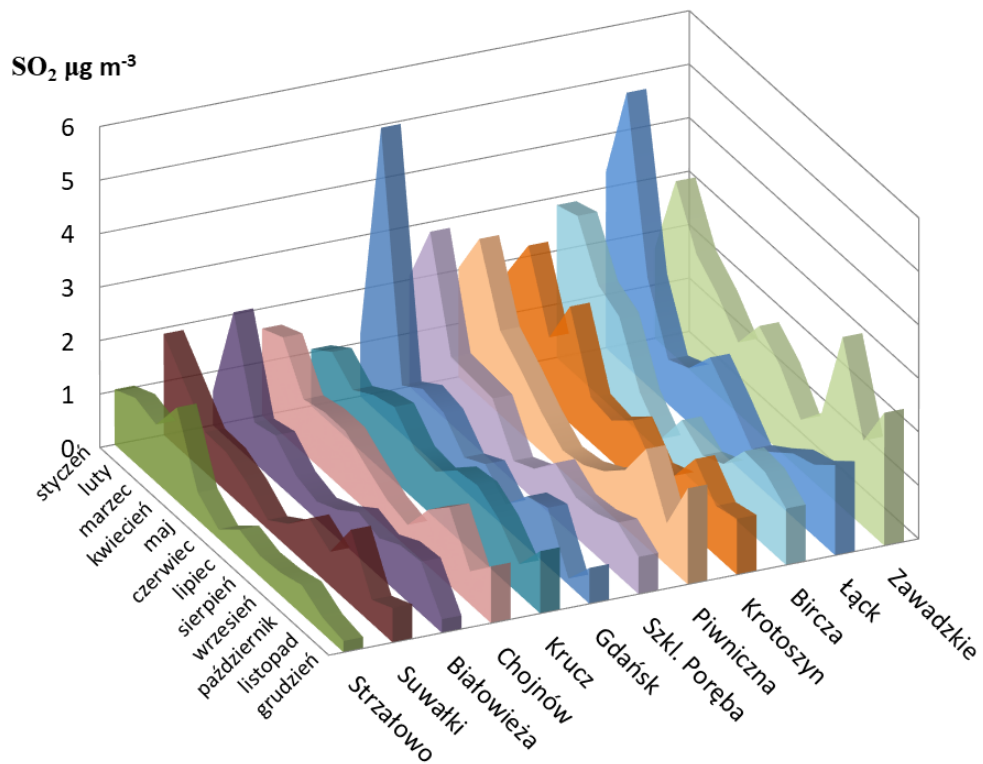
| Test              | NO <sub>2</sub>                   | p dla                    | SO <sub>2</sub>                    | p dla                    |        |
|-------------------|-----------------------------------|--------------------------|------------------------------------|--------------------------|--------|
| Kruskala-Wallisa: | H (11, N=144) = 65,67<br>p =,0000 | porównań<br>dwustronnych | H (11, N=144) =<br>37,05 p =0,0001 | porównań<br>dwustronnych |        |
|                   | Chojnow                           | Gdańsk                   | 0,0357                             | Zawadzkie Suwałki        | 0,0038 |
|                   | Chojnow                           | Suwałki                  | 0,0109                             | Zawadzkie Strzałowo      | 0,0002 |
|                   | Chojnow                           | Strzałowo                | 0,0000                             | Zawadzkie Białowieża     | 0,0012 |
|                   | Chojnow                           | Białowieża               | 0,0000                             |                          |        |
|                   | Chojnow                           | Szklarska<br>Poręba      | 0,0002                             |                          |        |
|                   | Chojnow                           | Bircza                   | 0,0009                             |                          |        |
|                   | Chojnow                           | Piwniczna                | 0,0001                             |                          |        |
|                   | Łąck                              | Strzałowo                | 0,0247                             |                          |        |
|                   | Łąck                              | Białowieża               | 0,0024                             |                          |        |
|                   | Krotoszyn                         | Strzałowo                | 0,0344                             |                          |        |
|                   | Krotoszyn                         | Białowieża               | 0,0036                             |                          |        |
|                   | Zawadzkie                         | Białowieża               | 0,0190                             |                          |        |



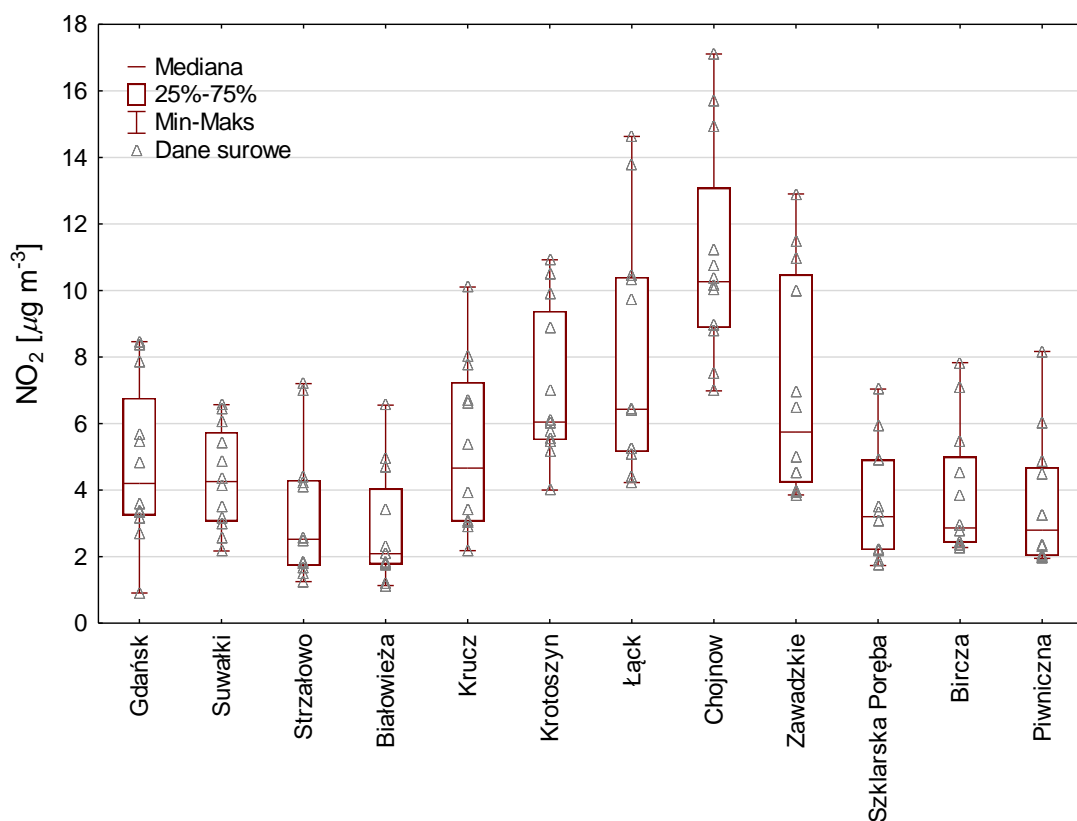
Rycina 10.1. Stężenie dwutlenku siarki w powietrzu: średnie, minima i maksima z poszczególnych miesięcy 2021 r. na SPO MI.



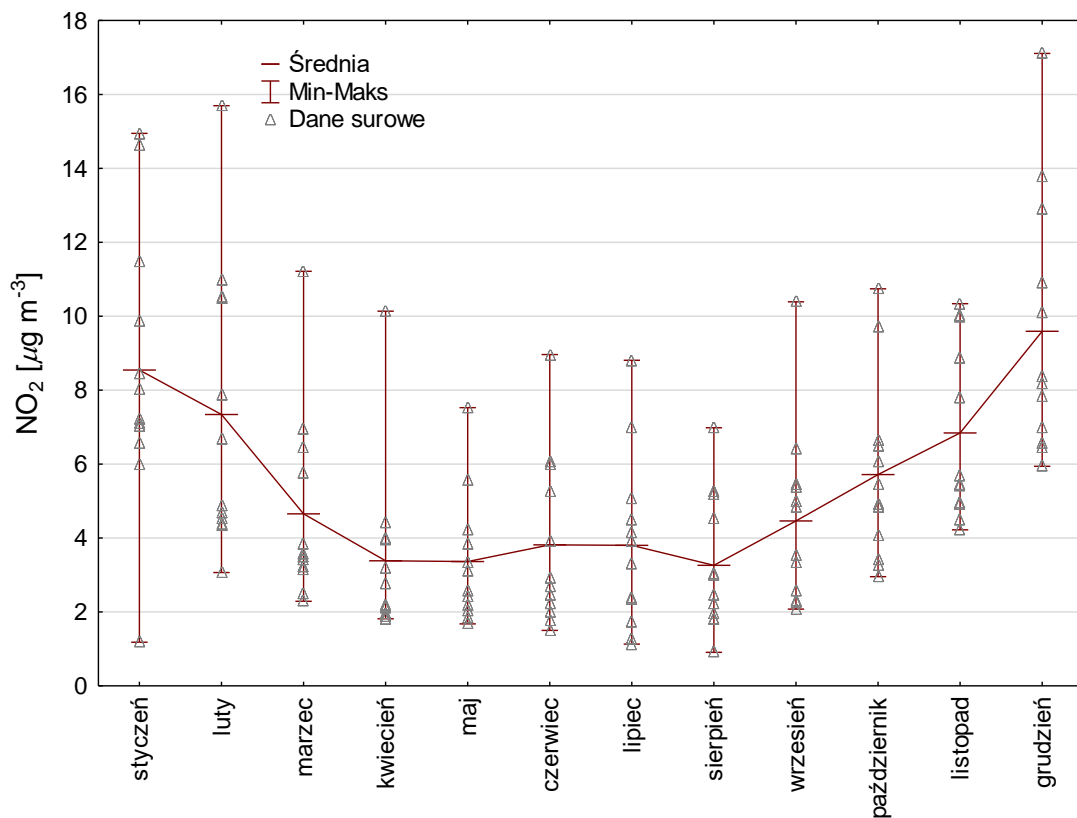
Rycina 10.2. Mediana oraz rozstęp stężenia SO<sub>2</sub> na SPO MI dla poszczególnych miesięcy 2021 r.



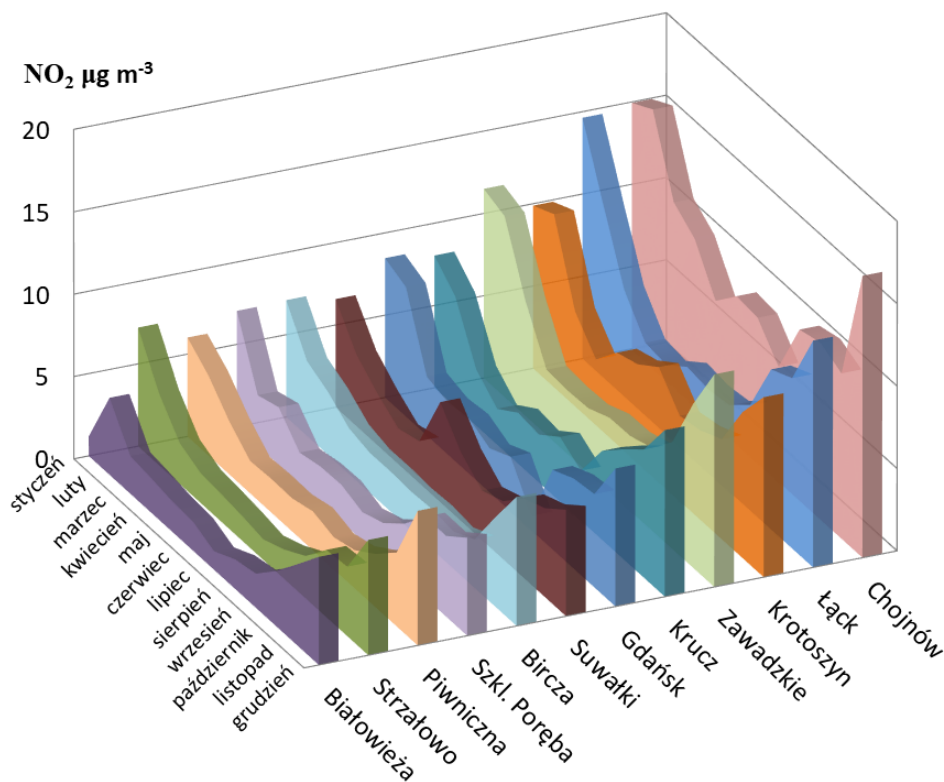
Rycina 10.3. Roczny przebieg stężenia SO<sub>2</sub> w powietrzu na powierzchniach SPO MI w 2021 r.



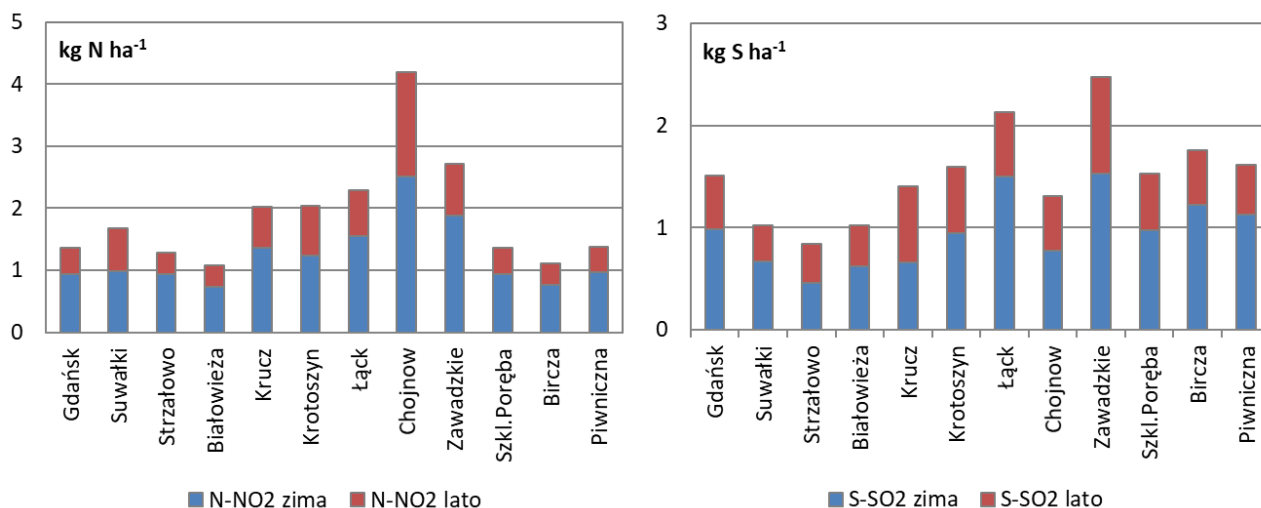
Rycina 10.4. Stężenie dwutlenku azotu w powietrzu: średnie, minima i maksima z poszczególnych miesięcy 2021 r. na SPO MI.



Rycina 10.5. Mediana oraz rozstęp stężenia NO<sub>2</sub> na SPO MI w poszczególnych miesiącach 2021 r.



Rycina 10.6. Roczny przebieg stężenia NO<sub>2</sub> w powietrzu na powierzchniach SPO MI w 2021 r.



Rycina 10.7. Szacunkowy roczny depozyt azotu w formie NO<sub>2</sub> i siarki w formie SO<sub>2</sub> na powierzchniach monitoringu intensywnego w 2021 r.

## 11. WIELKOŚĆ DEPOZYTU WNOSZONEGO Z OPADAMI ATMOSFERYCZNYMI W 2021 R. NA TERENACH LEŚNYCH – ANNA KOWALSKA

Badania składu chemicznego opadów na terenach leśnych Polski prowadzone są w ramach monitoringu intensywnego w dwunastu punktach pomiarowych, zlokalizowanych w siedmiu z ośmiu krain przyrodniczo-leśnych: Bałtyckiej (Nadleśnictwo Gdańsk), Mazursko-Podlaskiej (Nadleśnictwo: Suwałki, Strzałowo, Białowieża), Wielkopolsko-Pomorskiej (Nadleśnictwo Krucz i Krotoszyn), Mazowiecko-Podlaskiej (Nadleśnictwo Łąck i Chojnow), Śląskiej (Nadleśnictwo Zawadzkie), Sudeckiej (Nadleśnictwo Szklarska Poręba) oraz Karpackiej (Nadleśnictwo 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 próbnika. Próbniki zbudowane są z butli z tworzywa sztucznego o pojemności 5 dm<sup>3</sup> z lejkami o powierzchni chwytniej 201 cm<sup>2</sup>. Na dnie lejków umieszczone są plastikowe siateczki o średnicy oczek 1 mm<sup>2</sup>, chroniące przed zanieczyszczeniem prób szczątkami roślinnymi i owadami. Żyłki zamocowane na metalowych nierdzewnych prętach, umocowane wokół lejków, stanowią osłony przeciw ptakom. Butle

gromadzące opad na czas ekspozycji umieszczone są w perforowanych osłonach – rurach z PVC, chroniących próbki przed zmianami 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. Zimą, gdy spada ryzyko zanieczyszczeń powodowanych przez ptaki, owady i wysokie temperatury, a spodziewana jest przewaga opadów w formie śniegu, próbki zastępowane są wiadrami z polipropylenu o pojemności około 10 dm<sup>3</sup> i powierzchni chwytniej 531 cm<sup>2</sup>. 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. Próbki z trzech próbników analizowane są indywidualnie.

Wielkość opadów na otwartej przestrzeni oszacowano na podstawie objętości pobieranych próbek. Depozyt obliczono jako iloczyn stężeń poszczególnych składników i sumy opadu i wyrażono w kg ha<sup>-1</sup> oraz mol<sub>c</sub> ha<sup>-1</sup> 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<sup>+</sup>, 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<sup>-</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, Al, Fe, Mn, azotu całkowitego Ntot, rozpuszczonego węgla organicznego 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).

### 11.1. Skład chemiczny opadów

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

Cechą charakteryzującą chemizm opadów jest przewodność elektrolityczna właściwa (EC), będąca pośrednio miarą ogólnej zawartości zdysocjowanych soli. Przewodność opadów osiągała średnio rocznie od 10,0 do 18,5 μS cm<sup>-1</sup>. Miesięczne wahania wynosiły od 4,9 μS cm<sup>-1</sup>

<sup>1</sup> do 120  $\mu\text{S cm}^{-1}$ , najniższą wartość odnotowano w Szklarskiej Porębie w sierpniu (opad 165 mm) a maksymalną w lutym w Suwałkach (opad 2,7 mm). Obserwowano tendencję do występowania wyższych wartości EC w okresach większych sum opadów.

Mediany, rozstęp ćwiartkowy oraz minima i maksima średnich wartości miesięcznych przewodności i stężeń podstawowych składników w opadach w  $\text{mg dm}^{-3}$  zilustrowano na rycinie 11.1.

## 11.2. Depozycja roczna

Roczny depozyt jonów: azotu całkowitego, jonów wodorowych, chlorków, siarki w formie siarczynu (VI), wapnia, sodu, potasu, magnezu, żelaza, glinu, manganu i metali ciężkich mieścił się w granicach od 17,1 do 35,4  $\text{kg ha}^{-1}$  (tab. 11.1). Depozycja Suwałkach i Piwnicznej była wyższa niż w roku 2020 (wzrost o odpowiednio 24% i 16%), natomiast w Chojnowie, Strzałowie i Gdańsku zanotowano spadek o 11 - 12%. Na pozostałych powierzchniach (Szklarska Poręba, Krotoszyn, Zawadzkie, Krucz, Białowieża, Łąck i Bircza) depozycja zmieniła się od -4% do 3% w stosunku do roku 2020.

Niską ilość jonów zdeponowały opady w nadleśnictwach Strzałowo i Krucz (17,1 – 17,5  $\text{kg ha}^{-1}$ ). Suma rocznej depozycji na pozostałych SPO MI z wyjątkiem Szklarskiej Poręby i Gdańska wynosiła od 20,3  $\text{kg ha}^{-1} \text{rok}^{-1}$  do 26,5  $\text{kg ha}^{-1} \text{rok}^{-1}$ . W Gdańsku i Szklarskiej Porębie depozyt był wysoki i wynosił odpowiednio 30,2  $\text{kg ha}^{-1}$  i 35,4  $\text{kg ha}^{-1}$ . Na tak wysoką depozycję – wynikającą głównie z dużej sumy rocznej opadów – w Gdańsku i Szklarskiej Porębie składały się przede wszystkim jony Cl<sup>-</sup> i Na pochodzenia przeważnie morskiego. Sumaryczna depozycja jonów chlorkowych i sodu była w Szklarskiej Porębie o 0,6  $\text{kg ha}^{-1} \text{rok}^{-1}$  wyższa niż w Gdańsku i aż o 6,0  $\text{kg ha}^{-1} \text{rok}^{-1}$  – 7,9  $\text{kg ha}^{-1} \text{rok}^{-1}$  wyższa niż na pozostałych SPO MI.

Suma depozycji w okresie zimowym stanowiła od 32 do 49%, a w Kruczu i Piwnicznej 50 - 52% depozycji rocznej (ryc. 11.2). Po części przewaga depozytu okresu letniego wynikała z wyższej sumy opadów. Na miesiące letnie przypadało bowiem od 55% (w Kruczu 47%) do 69% sumy rocznej opadu.

Pomiędzy SPO MI wystąpiły istotne różnice szczególnie w depozycji Cl<sup>-</sup> i Na (tab. 11.2), a wyniki testów statystycznych potwierdzają zaobserwowane różnice między Szklarską Porębą, Gdańskiem a szeregiem innych SPO MI pod względem depozycji składników z aerozoli morskich.

### 11.3. Depozyt pierwiastków śladowych

Sumaryczny depozyt pierwiastków śladowych, tj. żelaza, manganu, glinu oraz metali ciężkich: cynku, miedzi, kadmu i ołowiu w  $\text{kg ha}^{-1}$ , wynosił od 1,2 do 2,4% depozytu rocznego wszystkich składników. Na metale ciężkie, wśród których ilościowo dominował cynk, przypadło od 0,7 do 1,2%, tj. od 0,15 do 0,28  $\text{kg ha}^{-1} \text{rok}^{-1}$ . Największe ilości metali ciężkich zanotowano na SPO MI w Szklarskiej Porębie (0,28  $\text{kg ha}^{-1} \text{rok}^{-1}$ ). 0,24 - 0,21  $\text{kg ha}^{-1} \text{rok}^{-1}$  zostało zdeponowane na powierzchniach w Suwałkach, Piwnicznej, Birczy, Zawadzkiem, Chojnowie i Gdańsku, 0,19 – 0,17  $\text{kg ha}^{-1} \text{rok}^{-1}$  w Łącku, Białowieży i Strzałowie, a 0,15  $\text{kg ha}^{-1} \text{rok}^{-1}$  w Kruczu i Krotoszynie. Niski udział metali ciężkich (do 0,7%) w depozycie występował w Gdańsku i Krotoszynie, osiągał 0,8 – 0,9% w Chojnowie, Białowieży, Łącku, Kruczu i Suwałkach, 1,0 – 1,2% w Strzałowie, Zawadzkiem, Birczy i Piwnicznej.

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

### 11.4. Właściwości kwasowo-zasadowe wód opadowych

Właściwości charakteryzujące status kwasowo-zasadowy wód opadowych są mierzone i wyrażane w różnoraki sposób. Podstawową najpowszechniej oznaczaną cechą wód jest odczyn wyrażony w pH.

W opadach na SPO MI średnie pH mieściło się w granicach od 5,1 do 6,0 (mediany od 5,1 do 6,3) (ryc. 11.3). Minimalną wartość osiągnęło w styczniu w Piwnicznej, a maksymalną w kwietniu w Gdańsku.

Udział miesięcznych opadów o pH niższym od 5,0 wyniósł 16% (ryc. 11.4) i z ponad dziesięcioletnich pomiarów wynika, że udział ten sukcesywnie spada. 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 (ryc. 11.5), z wyjątkiem Suwałk. W Białowieży, Piwnicznej, Zawadzkiem i Krotoszynie różnica odczynu opadów zimą i latem była niewielka.



Najwyższa kwasowość opadów mierzona średnią roczną wartością pH wystąpiła na Śląsku w Zawadzkiem (pH 5,1), w nadleśnictwach rejonów górskich, tj. Piwnicznej (pH 5,1), Szklarskiej Porębie (pH 5,3) i Birczy (pH 5,3) (ryc. 11.5). Również stosunkowo niskie średnie pH opadów odnotowano w Gdańsku i Białowieży (pH 5,2 – 5,3). W Kruczu i Strzałowie pH opadów wynosiło średnio 5,4 - 5,5, w Suwałkach i Łącku 5,6 – 5,7, w Chojnowie 5,9. Najniższa kwasowość opadów występowała w Krotoszynie (pH 6,0).

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  $\text{CO}_2$  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 67% miesięcznych opadów przyjmowało ujemne wartości ANC (ryc. 11.6), z czego nieco więcej przypadało na okres zimowy (39% próbek pobranych w ciągu roku) niż letni (28% próbek pobranych w ciągu roku).

ANC półrocza zimowego było z reguły niższe niż w półroczu letnim na powierzchniach obserwacyjnych, z wyjątkiem Suwałk (ryc. 11.7). Średnio rocznie ANC osiągnęło wartość dodatnią jedynie w Chojnowie i Suwałkach. Na pozostałych powierzchniach średnio rocznie ANC było ujemne, a niskie wartości wystąpiły w Zawadzkiem, Krotoszynie, Kruczu i Szklarskiej Porębie (odpowiednio -25,2, -19,3, -14,1 i -10,2  $\mu\text{eq dm}^{-3} \text{rok}^{-1}$ ).

Udział jonów o charakterze zakwaszającym ( $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{Cl}^-$  i  $\text{NH}_4^+$ ) w depozycie wyrażonym sumą ładunku molarnego ( $\text{H}^+$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{NH}_4^+$ , Ca, Na, K, Mg, Fe, Al, Mn, Zn, Cu, Cd i Pb) wynosił od 56% do 69%. Spośród SPO MI powierzchnia w Krotoszynie miała najwyższy udział jonów o charakterze zakwaszającym (69%). W Kruczu, Zawadzkiem, Szklarskiej Porębie i Łącku udział ten przekraczał 63%, a zjawisku temu towarzyszył niski

udział jonów o charakterze zasadowym (poniżej 34%). Niższy udział depozycji jonów o charakterze zakwaszającym występował w Chojnowie i Suwałkach (56–57%), przy jednocześnie wysokim udziale jonów o charakterze zasadowym (41% i 42% odpowiednio).

Na każdej powierzchni w depozycie rocznym w roku 2021 dominowały jony kwasotwórcze (ryc. 11.8), a ich przewaga nad jonami zasad była ponad dwukrotna w Krotoszynie, Zawadzkiem i Szklarskiej Porębie.

#### LITERATURA:

- 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.
- Degórska, A., Białokórska, U., & Typiak-Nowak, D., (2011). Metodyczne aspekty pobierania próbek opadów do oznaczania zawartości metali ciężkich. *Monitoring Środowiska Przyrodniczego*, 12, 21–29.
- 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.
- StatSoft, Inc. (2011). STATISTICA (data analysis software system), version 10. [www.statsoft.com](http://www.statsoft.com).

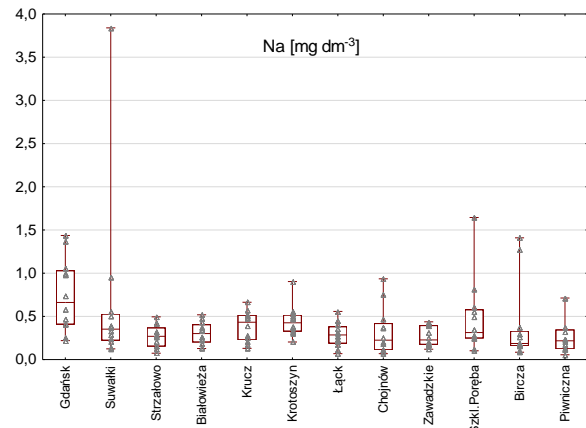
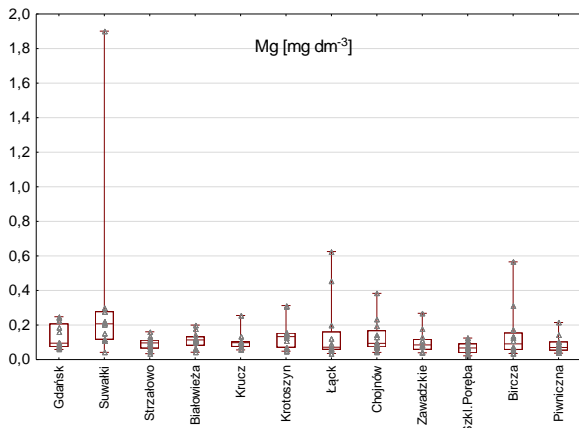
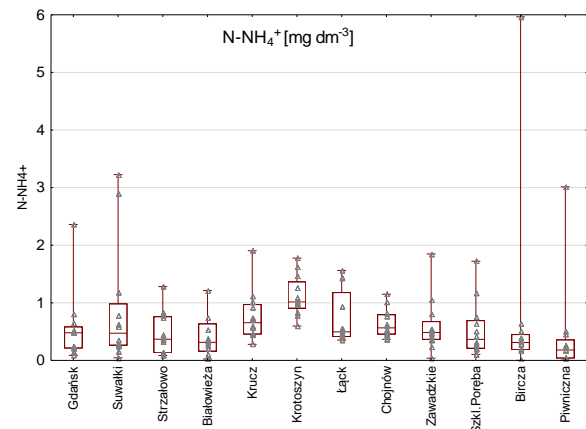
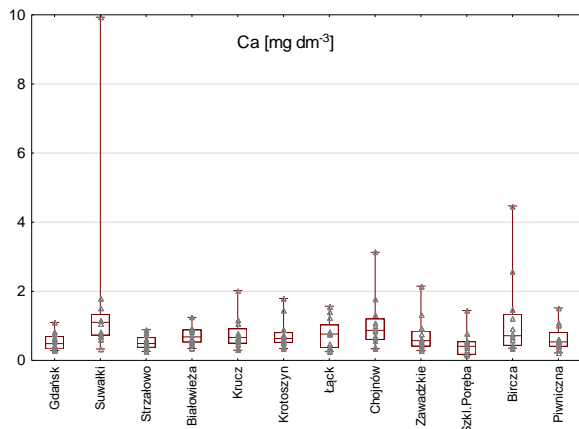
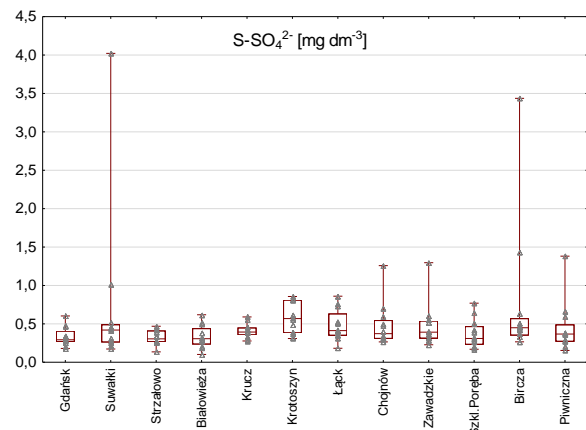
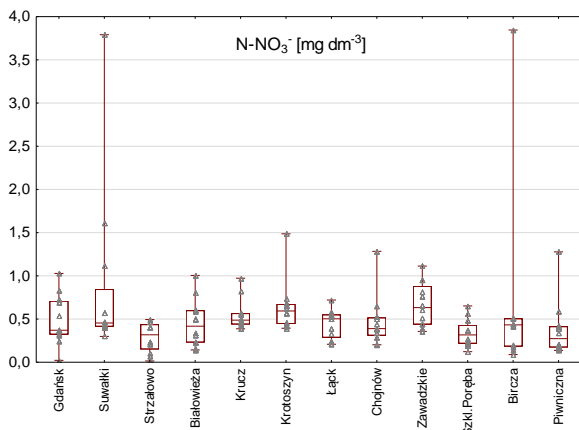
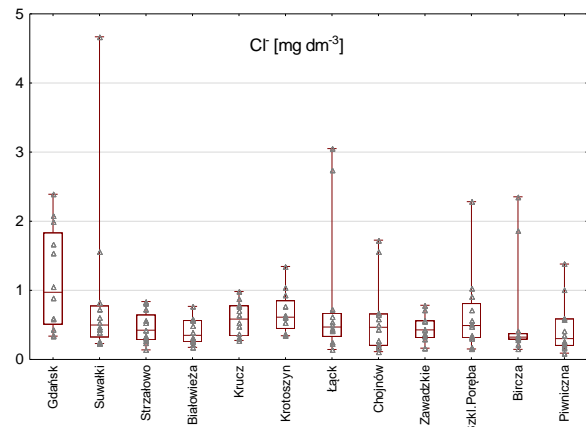
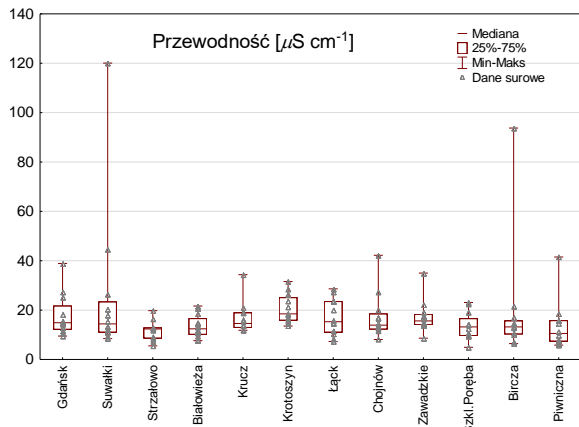
Tabela 11.1. Depozyt roczny [kg ha<sup>-1</sup>] (bez RWO) wniesiony z opadami na SPO MI w 2021 r. RWO - rozpuszczony węgiel organiczny, N<sub>tot</sub> – azot całkowity

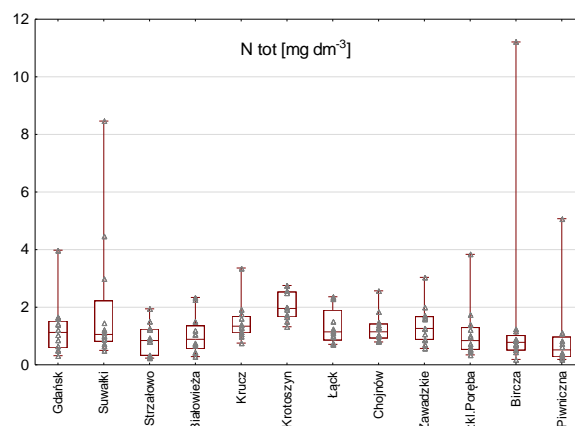
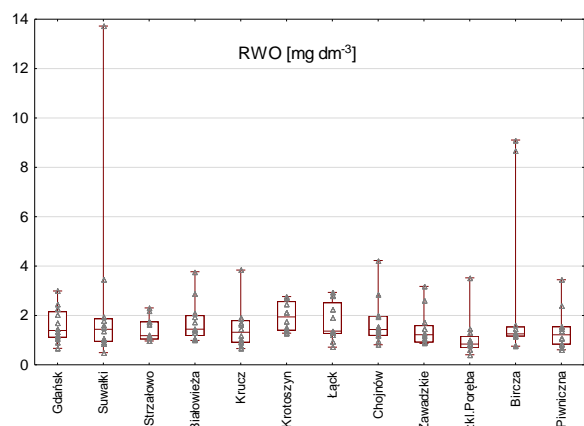
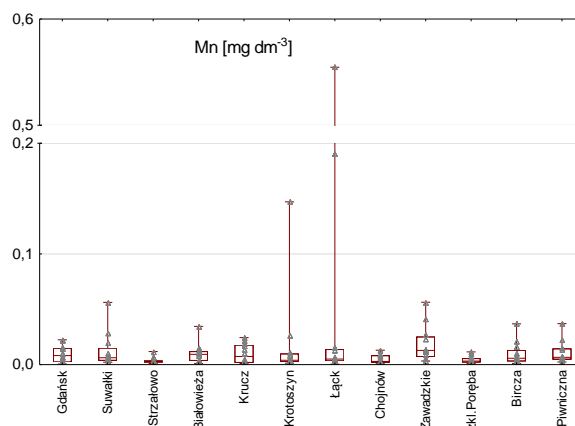
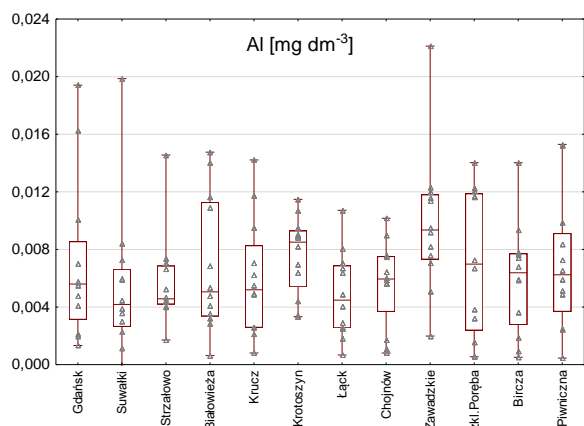
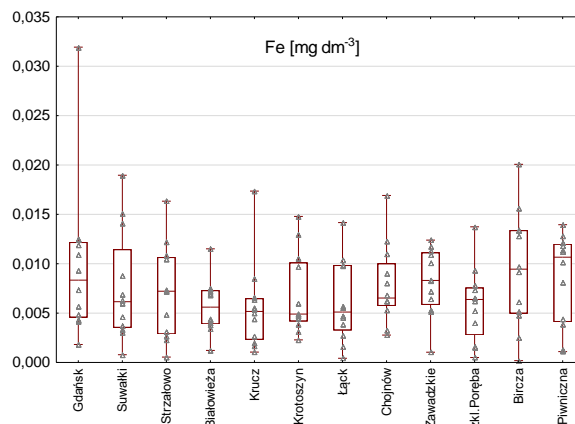
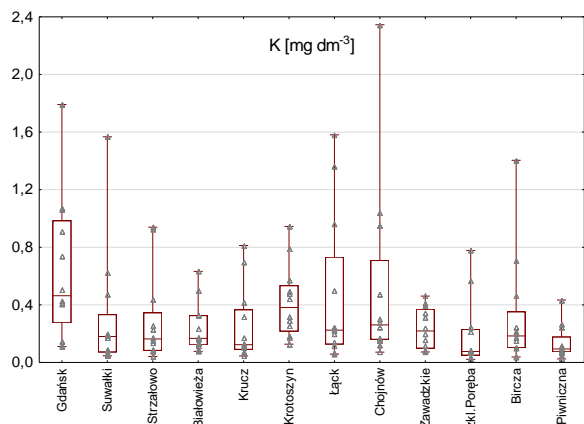
|                                 | Gdańsk | Suwałki | Strzałow | Białowieża | Krucz | Krotoszy | Łąck  | Chojnów | Zawadzki | Szkl.Poręba | Bircza | Piwniczna |
|---------------------------------|--------|---------|----------|------------|-------|----------|-------|---------|----------|-------------|--------|-----------|
| Opad [mm]                       | 646    | 582     | 614      | 603        | 523   | 546      | 692   | 714     | 846      | 1441        | 903    | 810       |
| H <sup>+</sup>                  | 0,034  | 0,016   | 0,02     | 0,043      | 0,02  | 0,004    | 0,015 | 0,01    | 0,05     | 0,062       | 0,036  | 0,066     |
| Cl <sup>-</sup>                 | 7,00   | 3,30    | 2,30     | 2,40       | 2,70  | 2,60     | 3,90  | 2,60    | 2,40     | 6,30        | 2,30   | 2,60      |
| N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>  | 3,40   | 4,00    | 1,70     | 3,50       | 2,40  | 2,60     | 2,40  | 2,60    | 4,00     | 3,60        | 2,90   | 2,70      |
| S-SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> | 2,10   | 2,50    | 2,10     | 2,10       | 1,90  | 2,40     | 2,90  | 3,00    | 2,50     | 3,90        | 3,20   | 3,30      |
| N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>  | 3,50   | 3,40    | 3,00     | 2,90       | 3,10  | 4,90     | 4,10  | 4,50    | 3,40     | 6,70        | 2,70   | 2,40      |
| Ca                              | 3,50   | 7,00    | 3,30     | 4,90       | 3,10  | 2,90     | 4,50  | 6,90    | 3,90     | 4,80        | 5,80   | 4,90      |
| Mg                              | 0,80   | 1,30    | 0,60     | 0,70       | 0,40  | 0,60     | 0,80  | 0,80    | 0,50     | 0,70        | 0,70   | 0,60      |
| Na                              | 4,50   | 2,20    | 1,30     | 1,90       | 1,80  | 1,80     | 1,50  | 1,50    | 1,60     | 4,60        | 1,50   | 1,70      |
| K                               | 3,80   | 1,30    | 1,60     | 2,10       | 1,00  | 2,00     | 2,10  | 2,80    | 1,30     | 1,90        | 1,50   | 0,90      |
| Fe                              | 0,060  | 0,051   | 0,053    | 0,036      | 0,028 | 0,027    | 0,037 | 0,045   | 0,047    | 0,070       | 0,059  | 0,080     |
| Al                              | 0,037  | 0,029   | 0,033    | 0,041      | 0,028 | 0,033    | 0,026 | 0,038   | 0,054    | 0,083       | 0,036  | 0,061     |
| Mn                              | 0,066  | 0,054   | 0,023    | 0,057      | 0,060 | 0,045    | 0,311 | 0,029   | 0,089    | 0,044       | 0,045  | 0,067     |
| Cd                              | 0,001  | 0,001   | 0,001    | 0,000      | 0,000 | 0,000    | 0,000 | 0,000   | 0,001    | 0,001       | 0,001  | 0,001     |
| Cu                              | 0,041  | 0,033   | 0,028    | 0,021      | 0,022 | 0,022    | 0,025 | 0,034   | 0,024    | 0,042       | 0,026  | 0,035     |
| Pb                              | 0,007  | 0,006   | 0,007    | 0,004      | 0,005 | 0,003    | 0,006 | 0,006   | 0,007    | 0,014       | 0,007  | 0,009     |
| Zn                              | 0,160  | 0,203   | 0,136    | 0,154      | 0,118 | 0,123    | 0,161 | 0,171   | 0,189    | 0,218       | 0,194  | 0,193     |
| RWO                             | 9,9    | 9,3     | 8,4      | 10,8       | 6,1   | 8,5      | 9,4   | 10,4    | 8,3      | 11,8        | 9,5    | 10,3      |
| N <sub>tot</sub>                | 8,1    | 8,5     | 5,6      | 7,6        | 6,3   | 8,9      | 7,5   | 8,5     | 8,1      | 12,7        | 5,9    | 5,8       |
| Depozyt całkowity               | 30,2   | 26,5    | 17,1     | 22,1       | 17,5  | 21,5     | 23,8  | 26,4    | 20,8     | 35,4        | 21,3   | 20,3      |

Tabela 11.2. 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  $\alpha=0,05$

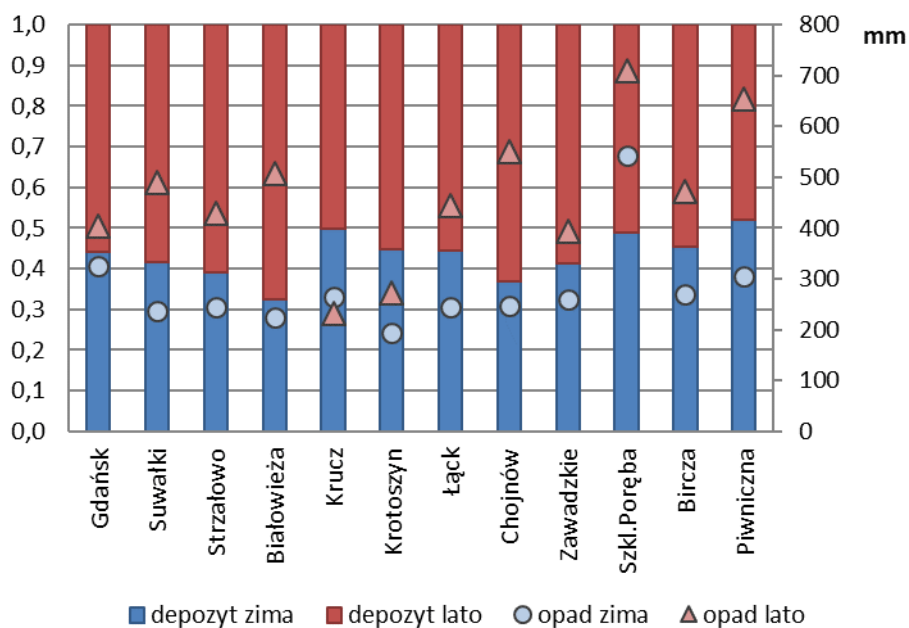
\*- wymieniono pary powierzchni o różnicach istotnych przy  $\alpha=0,05$

|                                 | Test<br>Kruskala-<br>Wallisa<br>H(11, N=<br>144) | Porównania wielokrotne<br>(dwustronne)* |            |        |
|---------------------------------|--|---|------------|--------|
|                                 | p  | Nadleśnictwo                            |            | p      |
| opad                            | 0,0971   | Szkl.Poręba                             | Krotoszyn  | 0,0405 |
| H <sup>+</sup>                  | 0,0011   | Zawadzkie                               | Krotoszyn  | 0,0331 |
| Cl <sup>-</sup>                 | 0,0001   | Gdańsk                                  | Strzałowo  | 0,0107 |
|                                 |  | Gdańsk                                  | Białowieża | 0,0070 |
|                                 |  | Gdańsk                                  | Zawadzkie  | 0,0234 |
|                                 |  | Gdańsk                                  | Bircza     | 0,0157 |
|                                 |  | Szkl.Poręba                             | Strzałowo  | 0,0398 |
|                                 |  | Szkl.Poręba                             | Białowieża | 0,0271 |
| N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>  | 0,0638   | -                                       | -          | -      |
| S-SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> | 0,0173   | Szkl.Poręba                             | Strzałowo  | 0,0384 |
| N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>  | 0,1724   | -                                       | -          | -      |
| Ca                              | 0,0731   | -                                       | -          | -      |
| Mg                              | 0,0664   | Suwałki                                 | Krucz      | 0,0405 |
| Na                              | 0,0000   | Szkl.Poręba                             | Strzałowo  | 0,0022 |
|                                 |  | Szkl.Poręba                             | Łąck       | 0,0151 |
|                                 |  | Szkl.Poręba                             | Chojnów    | 0,0332 |
|                                 |  | Szkl.Poręba                             | Zawadzkie  | 0,0238 |
|                                 |  | Szkl.Poręba                             | Bircza     | 0,0183 |
|                                 |  | Gdańsk                                  | Strzałowo  | 0,0005 |
|                                 |  | Gdańsk                                  | Białowieża | 0,0357 |
|                                 |  | Gdańsk                                  | Łąck       | 0,0040 |
|                                 |  | Gdańsk                                  | Chojnów    | 0,0093 |
|                                 |  | Gdańsk                                  | Zawadzkie  | 0,0065 |
|                                 |  | Gdańsk                                  | Bircza     | 0,0049 |
| K                               | 0,0406   | Gdańsk                                  | Krucz      | 0,0468 |
|                                 |  | Gdańsk                                  | Piwniczna  | 0,0412 |
| Fe                              | 0,2368   | -                                       | -          | -      |
| Al                              | 0,0026   | Szkl.Poręba                             | Gdańsk     | 0,0023 |
|                                 |  | Zawadzkie                               | Gdańsk     | 0,0080 |
| Mn                              | 0,0341   | Zawadzkie                               | Strzałowo  | 0,0179 |
| RWO                             | 0,4436   | -                                       | -          | -      |
| N <sub>tot</sub>                | 0,3135   | -                                       | -          | -      |
| Zasadowość                      | 0,0280   | -                                       | -          | -      |
| ANC                             | 0,0235   | Chojnów                                 | Zawadzkie  | 0,0314 |

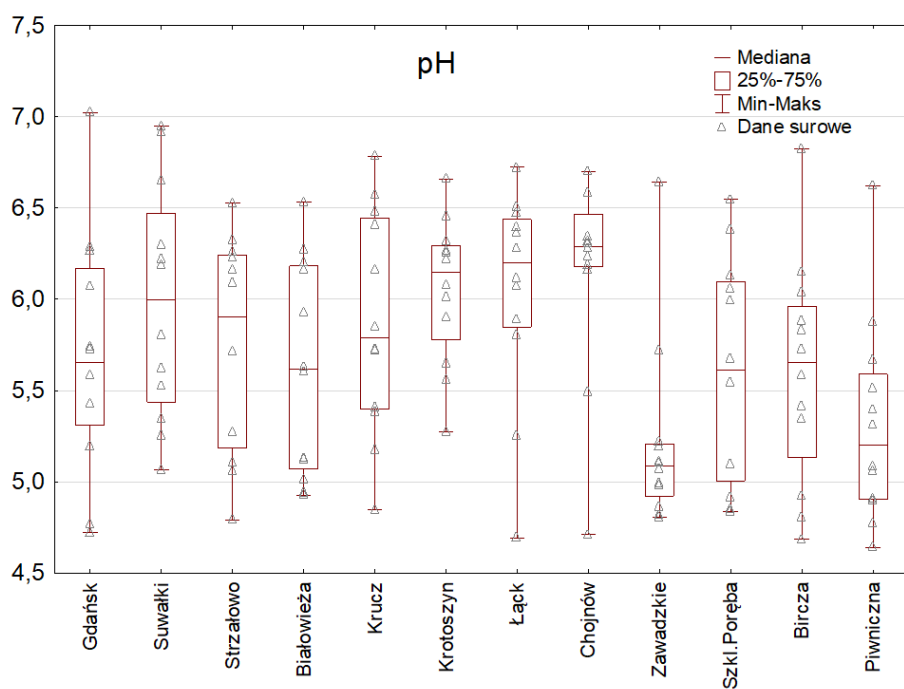




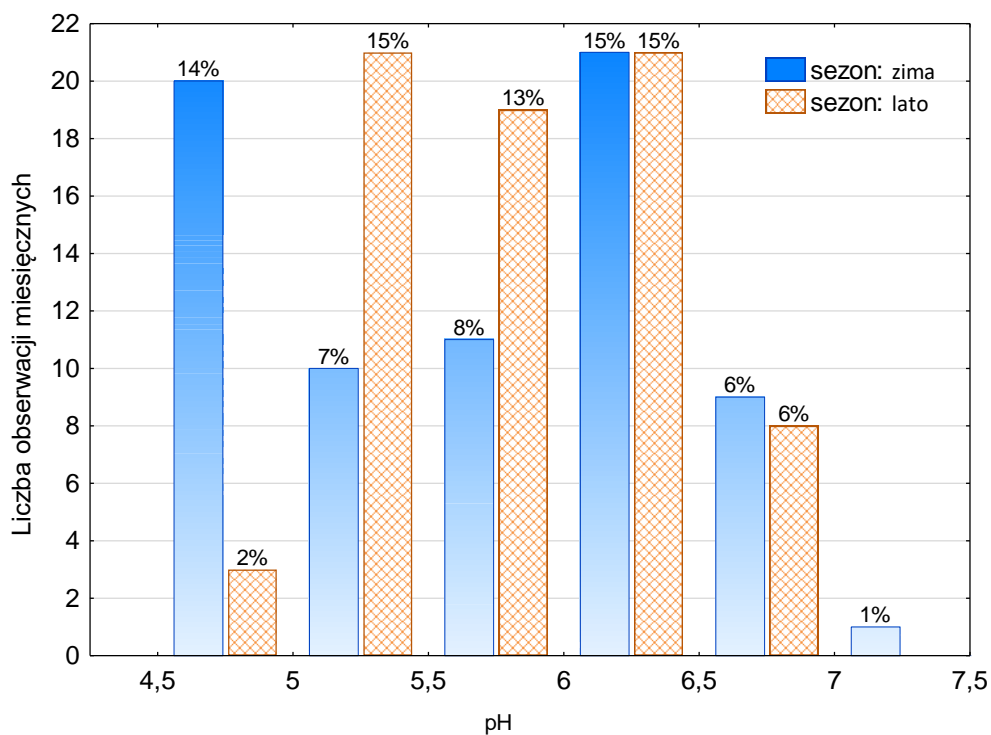
Rycina 11.1. Przewodność [ $\mu\text{S cm}^{-1}$ ] i stężenie składników:  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{S-SO}_4^{2-}$ ,  $\text{N-NO}_3^-$ ,  $\text{N-NH}_4^+$ , Ca, Mg, Na, K, Fe, Al, Mn, rozpuszczonego węgla organicznego RWO i azotu całkowitego Ntot [ $\text{mg dm}^{-3}$ ] w opadach na otwartej przestrzeni na SPO MI w 2021 r.



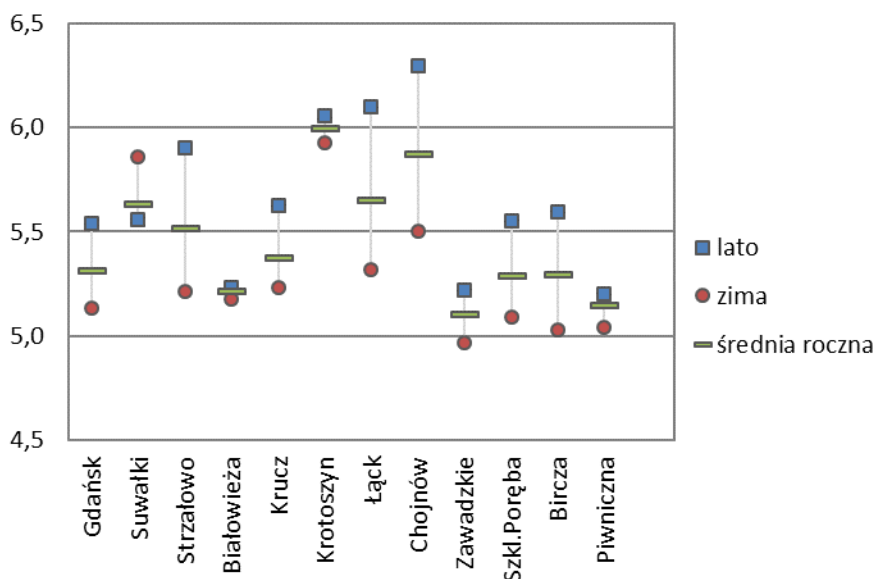
Rycina 11.2. Suma opadu bezpośredniego [mm] (prawa oś) oraz udział depozytu w sezonie letnim (V-X) i zimowym (I-IV, XI-XII) na SPO MI w 2021 r.



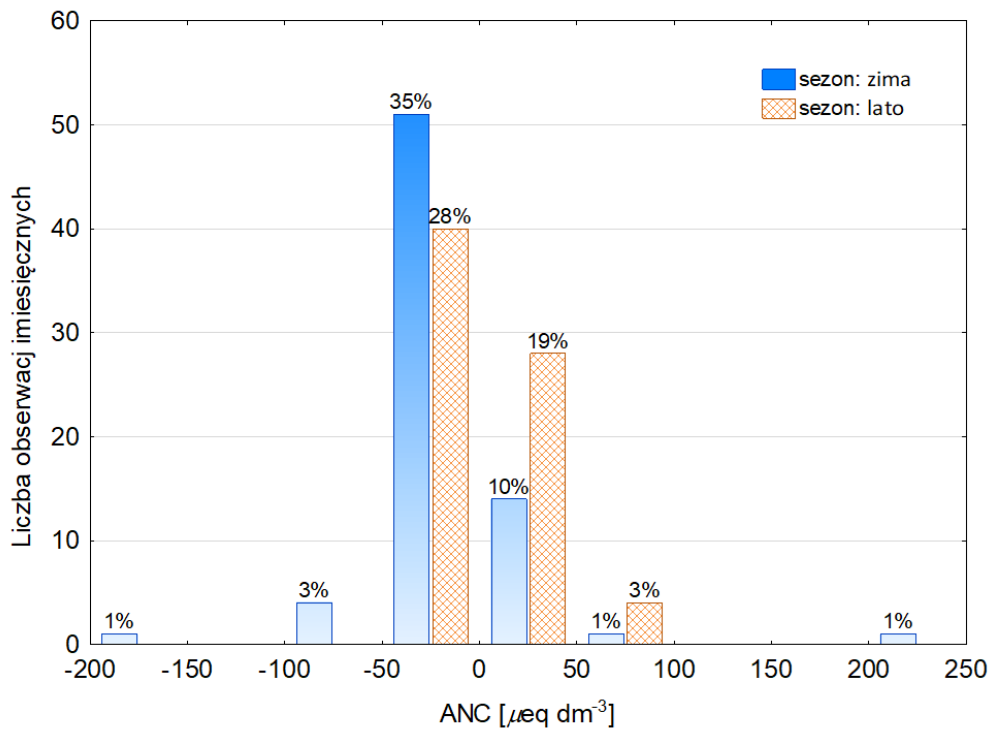
Rycina 11. 3. pH opadów na otwartej przestrzeni na SPO MI w 2021 r.



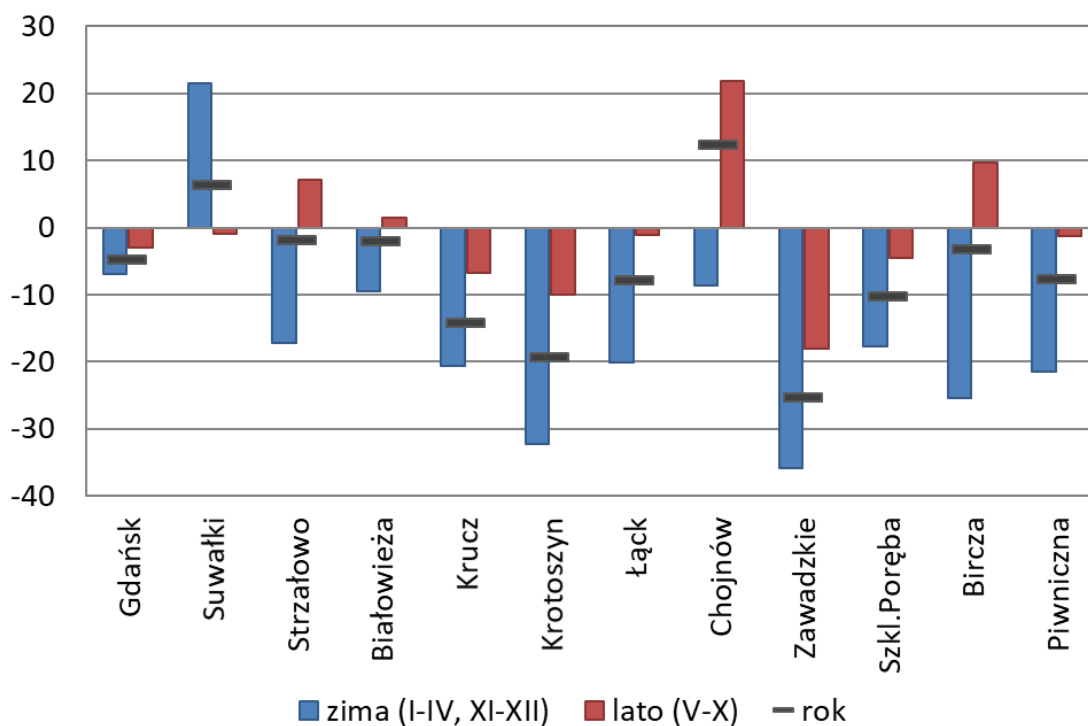
Rycina 11.4. Histogram pH opadów na otwartej przestrzeni na SPO MI w sezonie letnim (maj-październik) i zimowym (styczeń-kwiecień, listopad-grudzień) w 2021 r., na osi odciętych znaczki wskazują na środki przedziałów.



Rycina 11.5. Średnie pH roczne, sezonu letniego (V-X) i zimowego (I-IV i XI-XII) na SPO MI w 2021 r. w opadach na otwartej przestrzeni

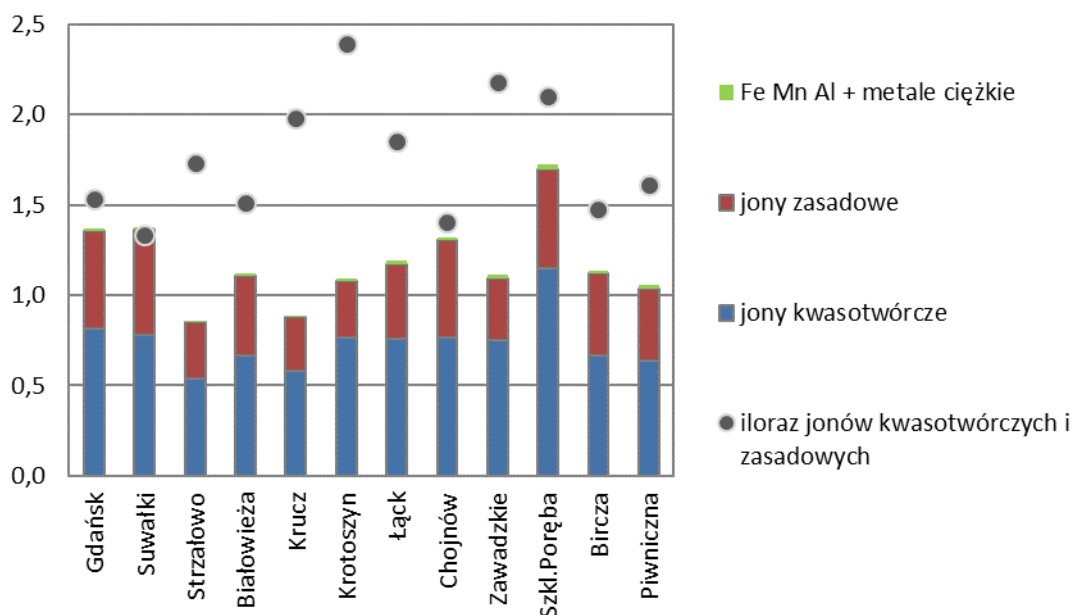


Rycina 11.6. Histogram ANC [ $\mu\text{eq dm}^{-3}$ ] w opadach na otwartej przestrzeni w sezonie letnim (maj-październik) i zimowym (styczeń-kwiecień, listopad-grudzień) w 2021 r.



Rycina 11.7. 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 2021 r.





Rycina 11.8. Ładunek jonów [kmol<sub>c</sub> ha<sup>-1</sup>] oraz stosunek depozytu jonów kwasotwórczych do zasadowych w opadach na otwartej przestrzeni na SPO MI w 2021 r.

## 12. OPADY PODKORONOWE W 2021 R. NA TERENACH LEŚNYCH – ANNA KOWALSKA

Substancje transportowane przez opady atmosferyczne są dostarczane do dna lasu w formie opadów podkoronowych. Dodatkowo trafia do gleby pewna pula pierwiastków, których źródłem są procesy interakcji opadów z koronami drzew. Opady są wzbogacane poprzez wymywanie części składników z tkanek roślinnych i zmywanie z powierzchni aparatu asymilacyjnego suchej depozycji. Równocześnie pierwiastki są pobierane z opadów przez tkanki roślinne bądź sorbowane na powierzchniach roślin, zwłaszcza na korze pni i gałęzi (ryc. 12.1). 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 2021 roku 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 dm<sup>3</sup> z lejkami o powierzchni chwytnej 201 cm<sup>2</sup>. Liczba próbników jest uzasadniona wysoką zmiennością przestrzenną składników dostarczanych z opadami (Kowalska i in. 2016). 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 próbniki oraz chronić próbki wody przed światłem słonecznym, wywołującym niepożądane zmiany składu chemicznego. W okresie zimowym, przy spodziewanej przewadze opadów śniegu, próbniki zastępowane są sześcioma wiadrami z tworzywa sztucznego o pojemności około 24 dm<sup>3</sup> i powierzchni chwytnej 784 cm<sup>2</sup>. Probki wody po pobraniu są transportowane do laboratorium Instytutu Badawczego Leśnictwa w termostatowanych pojemnikach zaopatrzonych we wkłady chłodzące. Probki opadu w okresie letnim były łączone do badań do pięciu prób zbiorczych, zaś próbki zimowe analizowano indywidualnie.

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

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

Stężenia miesięczne wyznaczono jako średnie ważone objętością opadu z pięciu (latem) bądź sześciu (zimą) próbek pobieranych równolegle. Średnie pH obliczono ze stężenia H<sup>+</sup>, otrzymanego z przekształcenia wzoru:

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

Iloczyn stężeń poszczególnych składników i sumy opadu posłużył do obliczenia depozycji wyrażonej w kg ha<sup>-1</sup> oraz mol<sub>c</sub> ha<sup>-1</sup> 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<sup>-</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, Al, Fe, Mn, RWO, N<sub>tot</sub>) 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).

### 12.1. Skład chemiczny opadów podkoronowych

Średnia przewodność elektrolityczna właściwa będąca pośrednio miarą ogólnej zawartości jonów w wodach w 2021 roku przyjmowała miesięcznie wartości od 9,1 do 168  $\mu S\ cm^{-1}$  (ryc. 12.2). 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”). Wartości przewodności były zależne od ilości opadów w badanym okresie. Dla okresów z sumą opadów mieszczącą się w dolnym kwartylu (poniżej 23,6 mm m-c<sup>-1</sup>) mediana przewodności wynosiła 62,9  $\mu S\ cm^{-1}$ , podczas gdy w okresach z sumą opadów w zakresie górnego kwartylu (powyżej 65,4 mm m-c<sup>-1</sup>) przewodność była o wiele niższa (mediana równa 20,0  $\mu S\ cm^{-1}$ ). W okresach niskich opadów zanieczyszczenia dostarczane z wodą opadową i spłukiwane oraz wymywane z liści były obecne w próbkach w dużych stężeniach, zaś wysokim opadom towarzyszył tzw. efekt rozcieńczenia.

Zakresy stężeń miesięcznych [ $mg\ dm^{-3}\ m-c^{-1}$ ], mediany i zakres kwartyłowy dla podstawowych składników opadów podkoronowych przedstawiono na rycinie 11.2.

### 12.2. Depozyt podkoronowy

Roczny depozyt podkoronowy wyliczono jako sumę depozycji azotu całkowitego (N<sub>tot</sub>), jonów wodorowych, chlorków, siarczanów (VI), jonów wapnia, sodu, potasu, magnezu, żelaza, glinu, manganu i metali ciężkich.

Do gleby wpłynął ładunek substancji od 1,6 do 3,6 razy większy niż z opadem na otwartej przestrzeni (por. rozdz. „Wielkość depozytu wnoszonego z opadami atmosferycznymi na terenach leśnych”). Stosunkowo niskie wzbogacenie pod okapem miało miejsce w drzewostanie świerkowym w Szklarskiej Porębie (1,6-krotnie), w drzewostanach bukowych w Gdańsku i Birczy, dębowym w Łącku oraz sosnowych w Kruczu i Chojnowie (1,8–2,1-krotnie). Opady podkoronowe były bardziej wzbogacone w stosunku do opadów bezpośrednich (2,5–3,6-krotnie) w drzewostanach: dębowym w Krotoszynie, sosnowych w Zawadzkiem,

Strzałowie i Białowieży oraz w świerczynach w Piwnicznej i Suwałkach. Depozyt podkoronowy mieścił się w zakresie od 33,5 do 95,4 kg ha<sup>-1</sup> rok<sup>-1</sup> (tab. 12.1).

Depozyt podkoronowy był wysoki w świerczynie w Suwałkach i w drzewostanie sosnowym w Białowieży – odpowiednio 95,4 kg ha<sup>-1</sup> rok<sup>-1</sup> i 67,3 kg ha<sup>-1</sup> rok<sup>-1</sup>. Przekraczał 50 kg ha<sup>-1</sup> rok<sup>-1</sup> w buczynie w Gdańsku, dąbrowie w Krotoszynie, świerczynach w Szklarskiej Porębie i Piwnicznej, drzewostanie sosnowym w Chojnowie i Zawadzkiem. Poniżej 40 kg ha<sup>-1</sup> rok<sup>-1</sup> wyniosła depozycja w drzewostanie sosnowym w Strzałowie, dąbrowie w Łącku i buczynie w Birczy, a najniższa była w drzewostanie sosnowym w Kruczu (33,5 kg ha<sup>-1</sup> rok<sup>-1</sup>).

W opadach podkoronowych występowało więcej istotnych różnic pomiędzy SPO MI, niż w opadach na otwartej przestrzeni (tab.12.2). Różnice dotyczyły nieco innych składników niż w opadach na otwartej przestrzeni, uwidaczniając wpływ koron na skład depozycji. Powierzchnie, gdzie opady podkoronowe charakteryzowały się największą kwasowością (Szklarska Poręba, Zawadzkie), różniły się istotnie od powierzchni Polski północnej i północno-wschodniej (Białowieża, Suwałki, Gdańsk i Strzałowo) pod względem depozycji co najmniej jednego ze składników, które wskazują na zakwaszenie opadów: ANC, H<sup>+</sup>, S-SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>. Wyniki wskazują na ogólnie mniejsze obciążenie związkami o charakterze zakwaszającym w lasach Polski północno-wschodniej i centralnej w porównaniu z lasami Śląska i Sudetów.

Wpływy depozycji morskiej zauważane w opadach na otwartej przestrzeni w rejonach nadmorskich (Gdańsk) oraz w Sudetach (Szklarska Poręba) zaznaczają się także pod okapem drzewostanów w istotnie wyższej depozycji Cl<sup>-</sup> i Na niż na obszarach Polski centralnej (Krotoszyn) czy Podkarpacia (Bircza).

W opadach w drzewostanach bukowych w Gdańsku i Birczy występowały istotnie mniejsze depozyty rozpuszczonego węgla organicznego (RWO) niż w drzewostanie sosnowym w Białowieży i świerkowym w Szklarskiej Porębie. Różnice w depozycji podkoronowej RWO między drzewostanem liściastym i iglastym są opisane przez Le Mellec i in. (2010), którzy odnotowali mniejsze stężenia i depozyty RWO w opadach w drzewostanie bukowym niż w świerkowym.

Nie odnotowano istotnych różnic w depozycji podkoronowej związków eutrofizujących: N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup> i N<sub>tot</sub> w badanych drzewostanach.

### **12.3. Depozyt pierwiastków śladowych w opadach podkoronowych**

Depozyt pierwiastków śladowych i metali ciężkich: żelaza, manganu, glinu, cynku, miedzi, kadmu i ołowiu wynosił od 0,61 do 1,45 kg ha<sup>-1</sup> rok<sup>-1</sup>, co odpowiadało od 1,0 do 2,3%

całkowitej rocznej depozycji podokapowej. Najwyższy udział omawianych metali w depozycie ogólnym stwierdzono w Kruczu i Łącku, przy czym w depozycie metali ponad połowę udziału na obu powierzchniach 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 udział tego składnika w depozycie na otwartej przestrzeni w Łącku, w porównaniu do innych powierzchni (por. rozdz. „Wielkość depozytu wnoszonego z opadami atmosferycznymi na terenach leśnych”, tab. 11.1).

Udział samych metali ciężkich (Zn, Cu, Pb, i Cd) stanowił w sumie rocznego depozytu od 0,3 do 0,5%. Na poszczególnych powierzchniach depozyt metali ciężkich wyniósł od 0,16 do 0,30 kg ha<sup>-1</sup> rok<sup>-1</sup>, z czego od 76 do 86% stanowił Zn.

#### **12.4. Właściwości kwasowo-zasadowe opadów podkoronowych**

Obniżone pH, tj. niższe niż 5,0 występowało na przestrzeni roku w 19% miesięcznych próbek opadów. Opady o pH poniżej 5,0 sporadycznie występowały w półroczu letnim, natomiast przeważały w okresie zimowym (ryc. 12.3), a szczególnie w styczniu (na dziewięciu SPO MI), lutym (na trzech SPO MI) i grudniu (na pięciu SPO MI).

Powierzchnie zlokalizowane w Polsce północno-wschodniej (Suwałki, Strzałowo, Białowieża) oraz centralnej (Łąck) charakteryzowały się wyższym średnim rocznym pH (5,6–6,0) niż w pozostałych rejonach Polski, a średnio w roku najbardziej kwaśne opady docierały do gleby w drzewostanie zlokalizowanym na Śląsku (Zawadzkie, pH 4,9). Średnie roczne pH w rejonach górskich i podgórskich: w Szklarskiej Porębie i Piwnicznej było również stosunkowo niskie (5,2–5,4) (ryc. 12.4), podobnie jak w Krotoszynie (pH 5,2), Gdańsku (pH 5,3) i Kruczu (pH 5,4).

Odczyn opadów był bardziej kwaśny niż średnio w roku 2020 w Gdańsku, Krotoszynie (o 0,5 jednostki pH), Zawadzkiem (o 0,3 jednostki pH), natomiast opady były mniej kwaśne niż średnio w roku poprzednim w Białowieży (o 0,3 jednostki pH). Na pozostałych powierzchniach pH opadów w 2021 roku było zbliżone do pH z roku 2020.

Pojemność zobojętniania kwasów (ANC), obliczona jako różnica stężeń kationów mocnych zasad (Ca, Mg, Na, K) i anionów mocnych kwasów (SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, Cl<sup>-</sup>) w  $\mu\text{eq dm}^{-3}$ , 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").

W porównaniu z wodami opadowymi, udział opadów podkoronowych z ujemnymi wartościami ANC występował rzadziej, bo poniżej 1/3 przypadków. Ujemne wartości ANC związane z przewagą jonów wolnych kwasów występowały przeważnie w okresie zimowym (ryc. 12.5), 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 (ryc. 12.6).

Średnio rocznie dodatnią wartość ANC (przewagę wolnych zasad) w opadach podkoronowych odnotowano we wszystkich badanych drzewostanach z wyjątkiem sosnowego na obszarze Śląska w Zawadzkim, gdzie występowała przewaga wolnych kwasów, a ANC osiągnęło wartość  $-16,0 \mu\text{eq dm}^{-3} \text{ rok}^{-1}$ . Wysoką przewagę wolnych zasad odnotowano w opadach w Białowieży i Suwałkach (odpowiednio  $185$  i  $218 \mu\text{eq dm}^{-3} \text{ rok}^{-1}$ ), natomiast w pozostałych drzewostanach ANC przyjmowało wartość od  $18,7$  do  $78,8 \mu\text{eq dm}^{-3} \text{ rok}^{-1}$ .

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 (ryc. 12.7). W skali miesięcznej notowano również przypadki obniżenia ANC opadów w koronach; dotyczyły one niemal wszystkich powierzchni i występowały niemal wyłącznie w okresie zimowym.

Jony o zakwaszającym oddziaływaniu na środowisko ( $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{Cl}^-$ ) stanowiły od 35 do 58% rocznego molowego depozytu (sumy azotu mineralnego, chlorków, siarczanów (VI), kationów zasadowych, żelaza, glinu, manganu i metali ciężkich oraz wodoru wyrażonej w  $\text{mol}_c \text{ ha}^{-1}$ ). W opadach w drzewostanie Nadleśnictwa Zawadzkie stwierdzono najwyższy udział jonów o charakterze zakwaszającym (58%), podobnie jak w poprzednich latach. Udział ten przekraczał połowę całkowitej depozycji podokapowej również w Kruczu (54%), Chojnowie (52%), Krotoszynie i Łącku (52 - 53%), a sięgał połowy depozycji w Gdańsku, Birczy, Piwnicznej i Szklarskiej Porębie. Najniższy był w Suwałkach i Białowieży (35 - 36%), tam też depozyt molowy jonów o charakterze zasadowym ( $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Mg}^{2+}$  i  $\text{Na}^+$ ) znacznie przewyższał depozyt jonów zakwaszających (ryc. 12.8).

Przepływ jonów z opadami atmosferycznymi i podkoronowym zilustrowano na rycinie 11.9, na przykładzie czterech głównych gatunków drzew.

### **12.5. Spływ po pniu**

Depozycja składników z opadami w drzewostanach byłaby znacząco niedoszacowana, gdyby pominięto jedną ze ścieżek dopływu wód opadowych do gleb leśnych, czyli 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 2020/2021 wznowiono badania w marcu w Gdańsku i w kwietniu w Birczy i kontynuowano pobór próbek do października w Birczy i do grudnia w Gdańsku. Próbkę pobierano w tych samych terminach, co opady podkoronowe. Opad spływający po pniach był indywidualnie odprowadzany z sześciu drzew na każdej powierzchni, reprezentujących sześć równolicznych klas pierśnic. Wydzielenie klas pierśnic posłużyło wstępnie do pogrupowania wszystkich żywych drzew na SPO MI i wyboru drzew o cechach reprezentatywnych dla danej powierzchni.

Wielkość spływu po pniach mierzono w dwojaki sposób. Na mniejszych drzewach, o pierśnicach poniżej 20 cm, ilość spływającego opadu wyznaczano na podstawie objętości wody zgromadzonej w połączonych szeregowo lub pojedynczych pojemnikach o pojemności nominalnej 90 dm<sup>3</sup>. 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 26 mm w Nadleśnictwie Gdańsk i 28 mm w Nadleśnictwie Bircza. Pomimo niskich temperatur i przewagi opadów śniegu pewna ilość wody w okresie gdy nie prowadzono pomiarów, tj. zimą, również mogła być odprowadzona po pniach. Roczna suma spływu po pniu prawdopodobnie przekraczała więc ilość oszacowaną dla badanych miesięcy. W miesięcznych okresach badań spływ po pniach stanowił od 1 do 10% opadu bezpośredniego (na otwartej przestrzeni) w Gdańsku oraz od 2 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 i sodu były większe niż w Birczy (ryc. 12.10).

Na obu powierzchniach w każdym miesiącu badań pojemność zobojętniania kwasów (ANC) była większa niż w opadach podkoronowych i na otwartej przestrzeni.

Depozyt składników wniesiony ze spływem po pniu przedstawiono w tabeli 12.1. Wyniósł on w okresie badań 3,5 kg ha<sup>-1</sup> w Gdańsku oraz 2,4 kg ha<sup>-1</sup> w Birczy. Stanowiło to 7% depozytu podkoronowego w Gdańsku i 6% w Birczy. Woda opadowa wzbogaca się w związki organiczne w większym stopniu spływając po pniach niż przepływając przez warstwę koron (Van Stan i Stubbins 2018). Mimo że suma opadu odprowadzonego po pniach stanowiła średnio zaledwie 4–5% opadu podkoronowego, depozyt rozpuszczonego węgla organicznego w spływie po pniu wynosił około 14–22% depozycji podokapowej RWO.

#### LITERATURA:

- 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.
- Johnson, M. S., & Lehmann, J. (2006). Double-funneling of trees: Stemflow and root-induced preferential flow. *Écoscience*, 13(3), 324–333.
- 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. , Boczoń A., Hildebrand R., Polkowska Ż., (2016). 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.
- 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
- 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.
- StatSoft, Inc. (2011). STATISTICA (data analysis software system), version 10. [www.statsoft.com](http://www.statsoft.com).
- Van Stan, J.T., Stubbins, A. (2018) Tree-DOM: Dissolved organic matter in throughfall and stemflow. *Limnology and Oceanography Letters*, 3: 199-214.

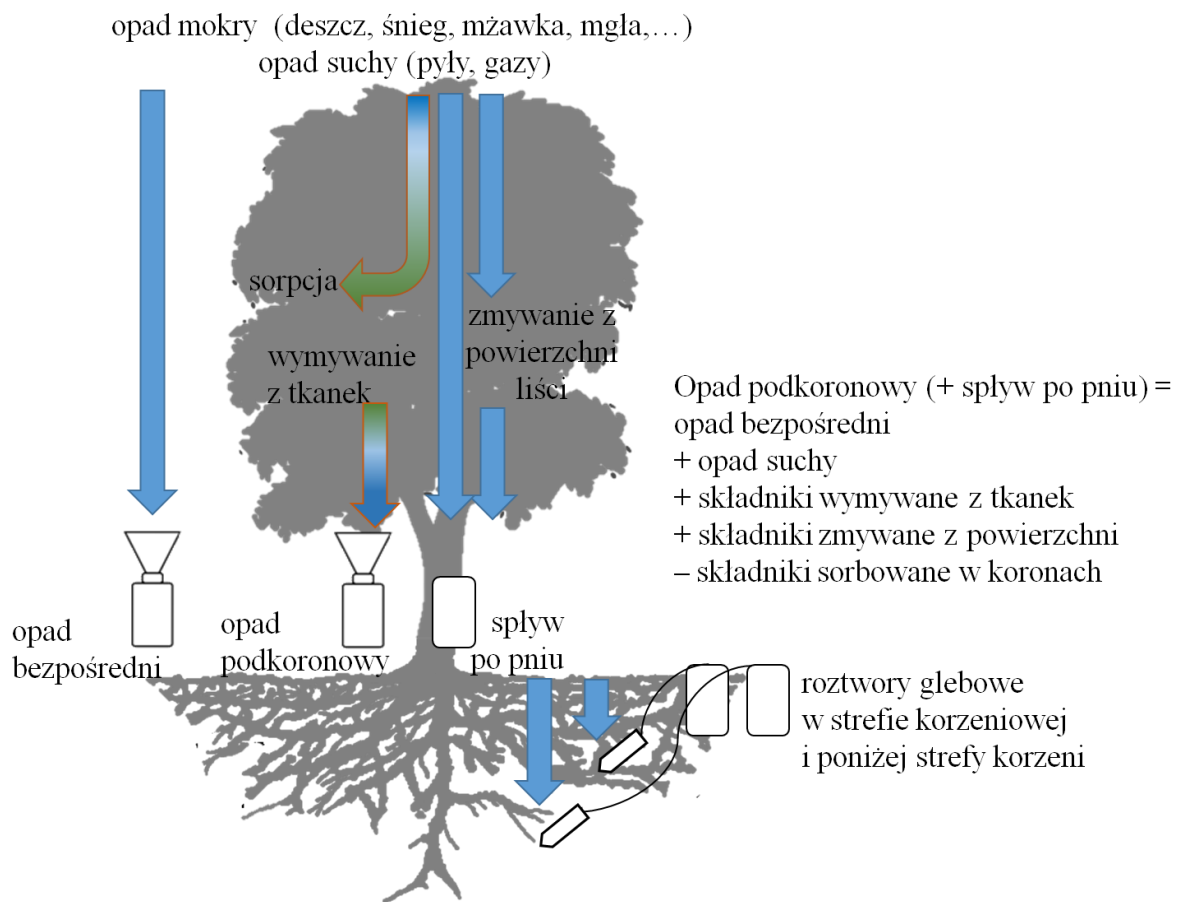


Tabela 12.1. Depozyt [kg ha<sup>-1</sup>] wniesiony z opadami w drzewostanach na SPO MI w 2021 r. (bez RWO).  
RWO – rozpuszczony węgiel organiczny, Ntot – azot całkowity, PK – depozyt podkoronowy, PP – depozyt wniesiony ze spływem po pniu

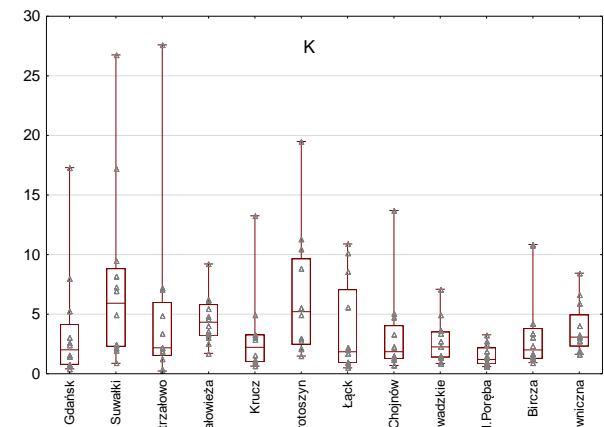
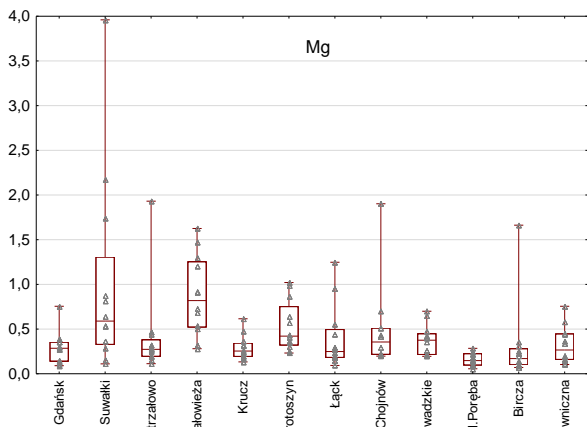
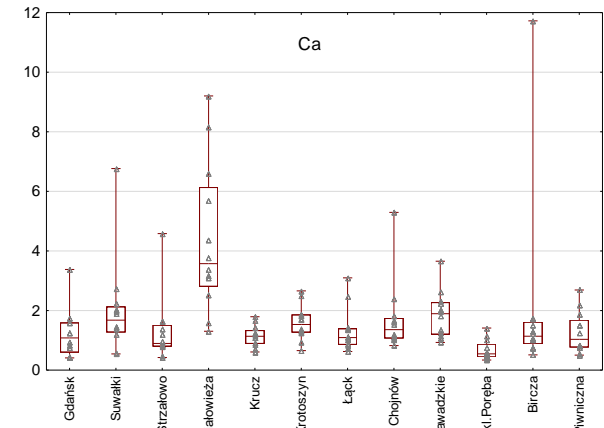
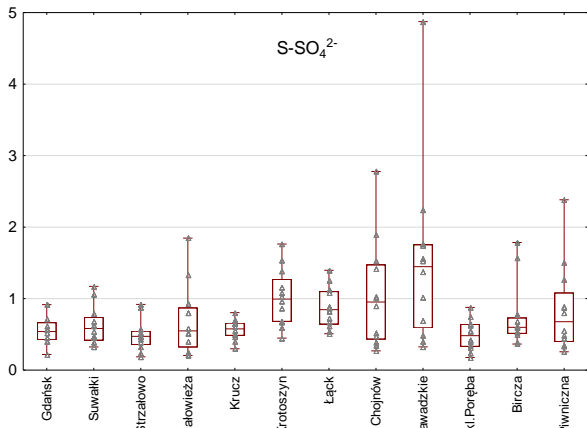
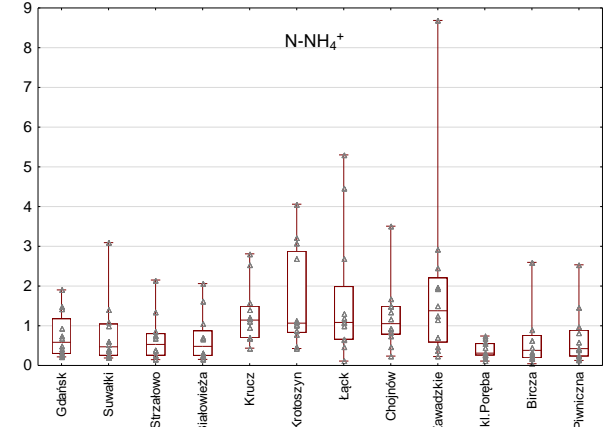
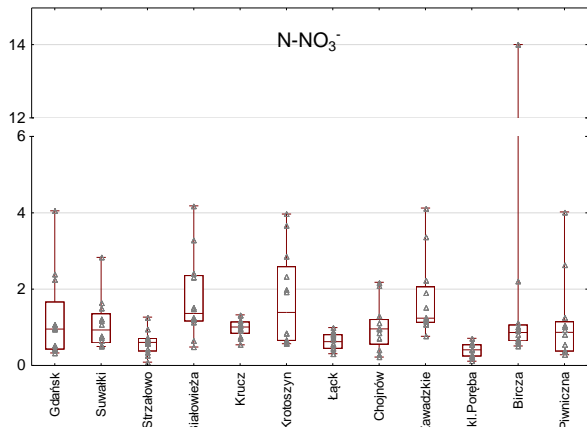
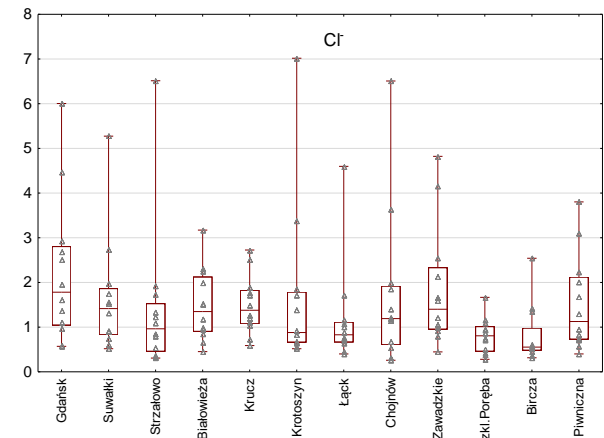
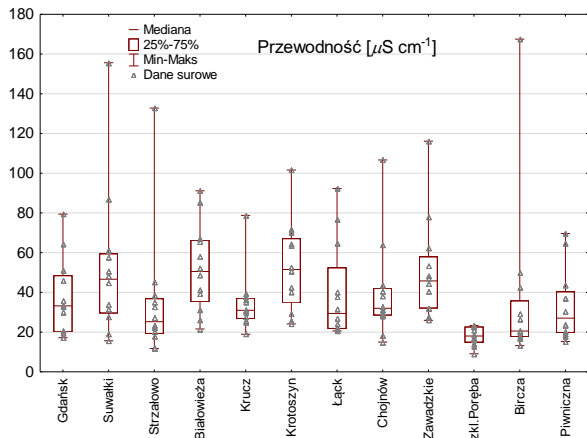
|                                 | Buk         |            |             |            | Dąb         |             | Sosna       |             |             |             |             | Świerk      |                  |             |  |
|---------------------------------|-------------|------------|-------------|------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|------------------|-------------|--|
|                                 | Gdańsk      |            | Bircza      |            | Krotoszyn   | Łąck        | Strzałowo   | Białowięża  | Krucz       | Chojnów     | Zawadzkie   | Suwałki     | Szklarska Poręba | Piwniczna   |  |
|                                 | PK          | PP         | PK          | PP         | PK          |             |             |             |             |             |             |             |                  |             |  |
| Opad [mm]                       | 550         | 26         | 659         | 29         | 383         | 568         | 556         | 485         | 380         | 659         | 485         | 644         | 1203             | 691         |  |
| H                               | 0,02        | 0,00       | 0,01        | 0,00       | 0,02        | 0,01        | 0,01        | 0,011       | 0,01        | 0,02        | 0,06        | 0,00        | 0,07             | 0,02        |  |
| Cl-                             | 10,4        | 0,93       | 3,75        | 0,08       | 4,46        | 4,57        | 4,43        | 5,32        | 5,15        | 5,37        | 6,18        | 8,85        | 8,46             | 6,57        |  |
| N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>  | 5,51        | 0,02       | 5,63        | 0,07       | 6,51        | 2,74        | 3,52        | 7,72        | 3,39        | 4,30        | 7,00        | 7,43        | 4,17             | 4,10        |  |
| S-SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> | 2,68        | 0,12       | 3,83        | 0,12       | 3,31        | 4,18        | 2,40        | 2,59        | 2,00        | 4,09        | 4,95        | 3,62        | 5,19             | 4,24        |  |
| N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>  | 3,60        | 0,13       | 3,01        | 0,19       | 6,36        | 7,64        | 3,76        | 2,70        | 4,08        | 6,60        | 6,22        | 4,73        | 4,51             | 3,99        |  |
| Ca                              | 5,52        | 0,15       | 7,27        | 0,27       | 5,63        | 6,26        | 5,71        | 16,36       | 3,85        | 8,02        | 7,48        | 12,2        | 6,87             | 6,49        |  |
| Mg                              | 1,31        | 0,04       | 1,08        | 0,03       | 1,97        | 1,64        | 1,54        | 3,30        | 0,97        | 2,06        | 1,49        | 6,13        | 1,59             | 1,49        |  |
| Na                              | 5,59        | 0,43       | 1,68        | 0,10       | 2,00        | 2,33        | 2,36        | 2,52        | 2,84        | 2,28        | 2,77        | 3,70        | 4,77             | 2,22        |  |
| K                               | 16,2        | 1,49       | 15,7        | 1,27       | 22,1        | 15,0        | 16,7        | 21,91       | 8,97        | 13,7        | 11,2        | 44,3        | 15,7             | 18,8        |  |
| Fe                              | 0,07        | 0,00       | 0,07        | 0,01       | 0,12        | 0,10        | 0,08        | 0,118       | 0,06        | 0,12        | 0,11        | 0,10        | 0,19             | 0,14        |  |
| Al                              | 0,06        | 0,00       | 0,08        | 0,00       | 0,11        | 0,11        | 0,11        | 0,233       | 0,13        | 0,19        | 0,22        | 0,10        | 0,18             | 0,15        |  |
| Mn                              | 0,62        | 0,02       | 0,25        | 0,01       | 0,46        | 0,67        | 0,20        | 0,851       | 0,41        | 0,46        | 0,37        | 0,45        | 0,18             | 0,46        |  |
| Cd                              | 0,00        | 0,00       | 0,00        | 0,00       | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,000       | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,00             | 0,00        |  |
| Cu                              | 0,02        | 0,00       | 0,02        | 0,00       | 0,03        | 0,04        | 0,03        | 0,031       | 0,02        | 0,04        | 0,02        | 0,03        | 0,05             | 0,03        |  |
| Pb                              | 0,00        | 0,00       | 0,00        | 0,00       | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,004       | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,01             | 0,00        |  |
| Zn                              | 0,14        | 0,00       | 0,20        | 0,00       | 0,15        | 0,15        | 0,16        | 0,212       | 0,13        | 0,22        | 0,20        | 0,19        | 0,22             | 0,17        |  |
| RWO                             | 22,1        | 3,06       | 24,4        | 5,35       | 43,8        | 40,3        | 44,5        | 107,0       | 48,8        | 68,2        | 64,7        | 59,0        | 71,6             | 64,5        |  |
| N <sub>tot</sub>                | 10,5        | 0,32       | 9,94        | 0,52       | 15,3        | 12,7        | 9,80        | 13,81       | 8,97        | 13,4        | 14,9        | 15,6        | 11,5             | 10,3        |  |
| Depozyt w drzewostanie          | <b>53,3</b> | <b>3,5</b> | <b>43,9</b> | <b>2,4</b> | <b>55,7</b> | <b>47,9</b> | <b>43,6</b> | <b>67,3</b> | <b>33,5</b> | <b>50,1</b> | <b>50,2</b> | <b>95,4</b> | <b>55,2</b>      | <b>51,2</b> |  |

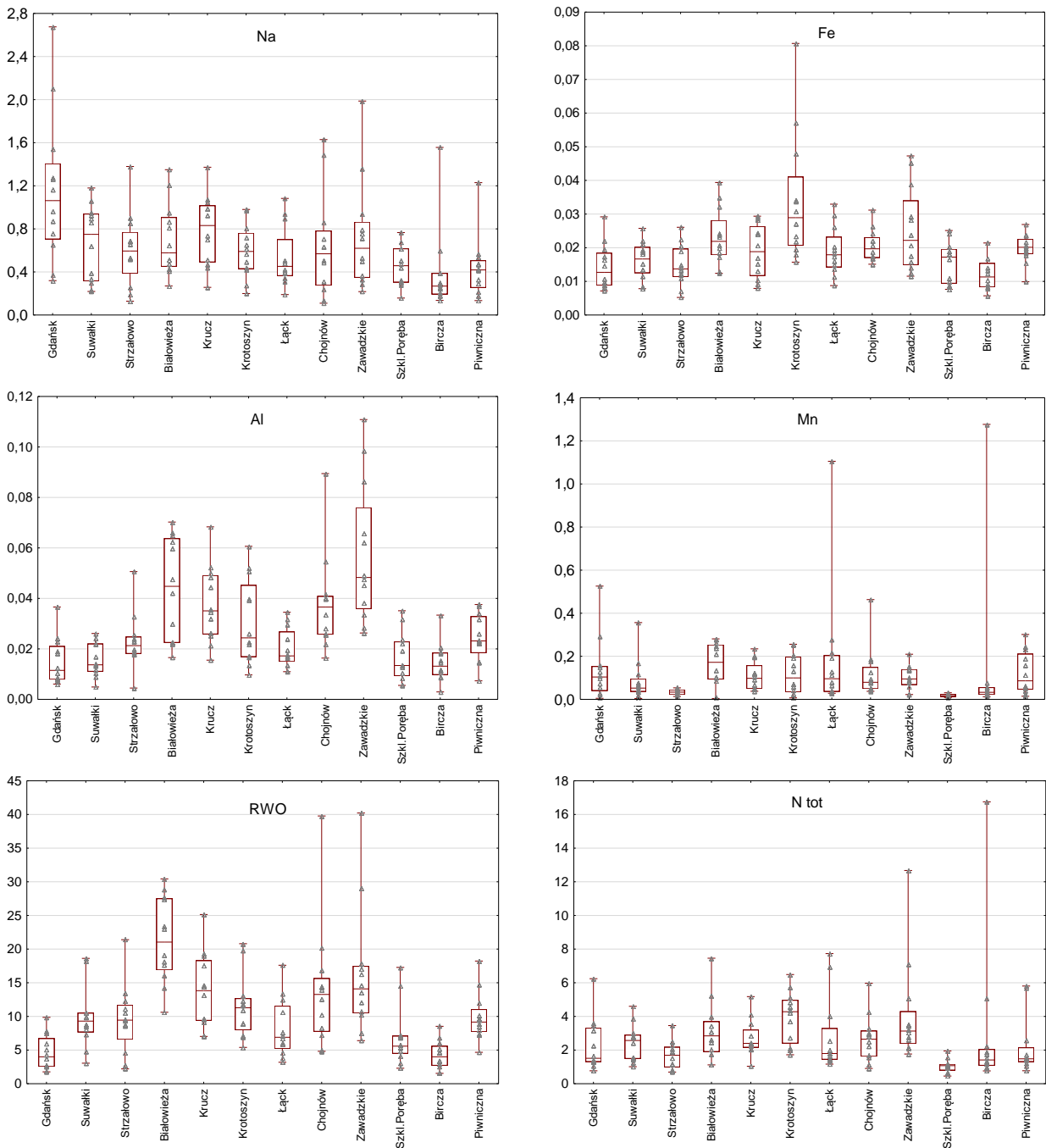
Tabela 12.2. Wyniki testów istotności różnic między SPO MI pod względem wielkości opadu podkoronowego i depozycji głównych składników. Czcionką pogrubioną zaznaczono wartości prawdopodobieństwa testowego p mniejsze od poziomu istotności  $\alpha=0,05$ .  
\*wymieniono pary powierzchni o różnicach istotnych przy  $\alpha=0,05$

|                                 | Test             |                                      |            |        |
|---------------------------------|------------------|--------------------------------------|------------|--------|
|                                 | Kruskala-Wallisa |                                      |            |        |
|                                 | H(11, N=144)     | Porównania wielokrotne (dwustronne)* |            |        |
|                                 | p                | Nadleśnictwa                         |            | p      |
| opad                            | 0,0079           | Szkl.Poręba                          | Krucz      | 0,0197 |
|                                 |                  | Szkl.Poręba                          | Krotoszyn  | 0,0113 |
| H <sup>+</sup>                  | 0,0002           | Szkl.Poręba                          | Suwałki    | 0,0073 |
|                                 |                  | Szkl.Poręba                          | Białowieża | 0,0281 |
|                                 |                  | Zawadzkie                            | Suwałki    | 0,0252 |
| Cl <sup>-</sup>                 | 0,0001           | Gdańsk                               | Bircza     | 0,0179 |
|                                 |                  | Suwałki                              | Bircza     | 0,0420 |
| N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>  | 0,0383           | -                                    | -          | -      |
| S-SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> | 0,0001           | Szkl.Poręba                          | Strzałowo  | 0,0163 |
|                                 |                  | Szkl.Poręba                          | Krucz      | 0,0067 |
|                                 |                  | Zawadzkie                            | Strzałowo  | 0,0154 |
|                                 |                  | Zawadzkie                            | Krucz      | 0,0063 |
| N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>  | 0,1108           | -                                    | -          | -      |
| Ca                              | 0,0003           | Białowieża                           | Gdańsk     | 0,0357 |
|                                 |                  | Białowieża                           | Strzałowo  | 0,0197 |
|                                 |                  | Białowieża                           | Krucz      | 0,0001 |
|                                 |                  | Białowieża                           | Krotoszyn  | 0,0297 |
|                                 |                  | Białowieża                           | Łąck       | 0,0247 |
|                                 |                  | Suwałki                              | Krucz      | 0,0194 |
| Mg                              | 0,0011           | Białowieża                           | Krucz      | 0,0035 |
|                                 |                  | Białowieża                           | Bircza     | 0,0169 |
|                                 |                  | Suwałki                              | Krucz      | 0,0079 |
|                                 |                  | Suwałki                              | Bircza     | 0,0357 |
| Na                              | 0,0000           | Gdańsk                               | Krotoszyn  | 0,0086 |
|                                 |                  | Gdańsk                               | Bircza     | 0,0014 |
|                                 |                  | Szkl.Poręba                          | Krotoszyn  | 0,0111 |
|                                 |                  | Szkl.Poręba                          | Bircza     | 0,0019 |
| K                               | 0,0936           | -                                    | -          | -      |
| Fe                              | 0,0966           | -                                    | -          | -      |
| Al                              | 0,0015           | Zawadzkie                            | Gdańsk     | 0,0067 |
| Mn                              | 0,0115           | -                                    | -          | -      |
| RWO                             | 0,0002           | Białowieża                           | Gdańsk     | 0,0053 |
|                                 |                  | Białowieża                           | Bircza     | 0,0247 |
|                                 |                  | Szkl.Poręba                          | Gdańsk     | 0,0095 |
|                                 |                  | Szkl.Poręba                          | Bircza     | 0,0420 |
| N <sub>tot</sub>                | 0,6261           | -                                    | -          | -      |
| ANC                             | 0,0002           | Suwałki                              | Zawadzkie  | 0,0027 |
|                                 |                  | Białowieża                           | Gdańsk     | 0,0320 |
|                                 |                  | Białowieża                           | Zawadzkie  | 0,0003 |

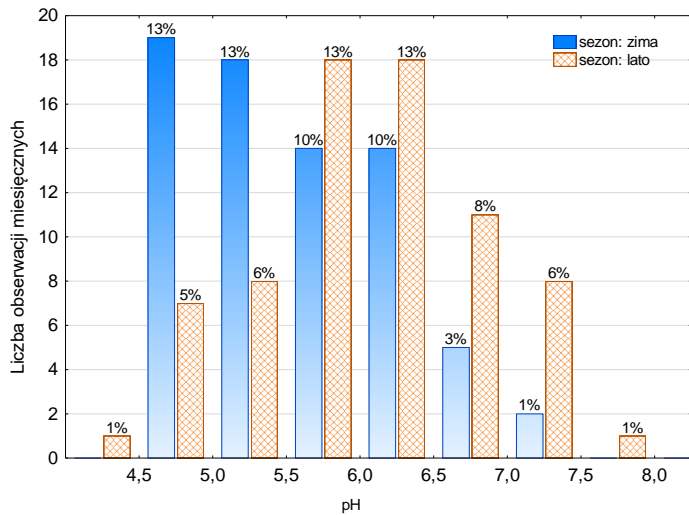


Rycina 12.1. Schemat koncepcyjny badań depozytu i przepływu składników w środowisku leśnym na SPO MI

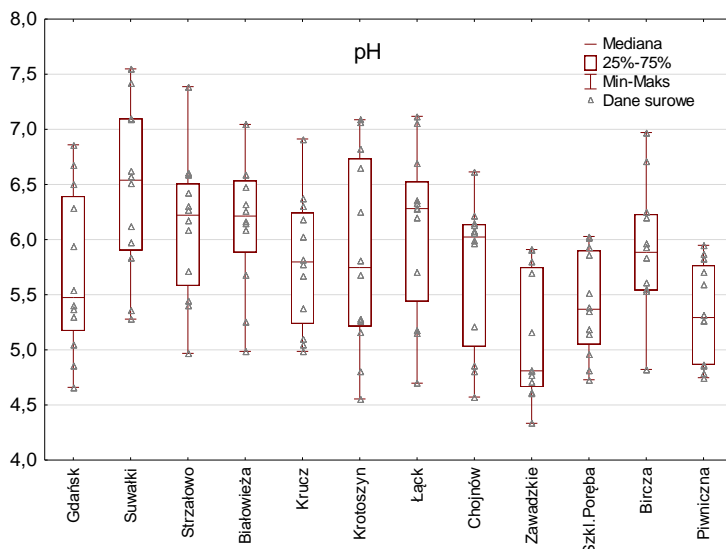




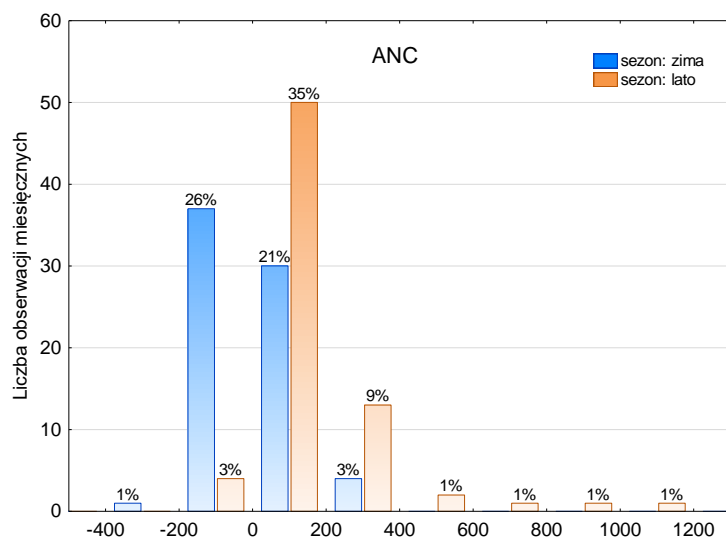
Rycina 12.2. Przewodność [ $\mu\text{S cm}^{-1}$ ] i stężenie głównych składników [ $\text{mg dm}^{-3}$ ] w opadach podkoronowych na SPO MI w 2021 r. RWO – rozpuszczony węgiel organiczny, Ntot – azot całkowity



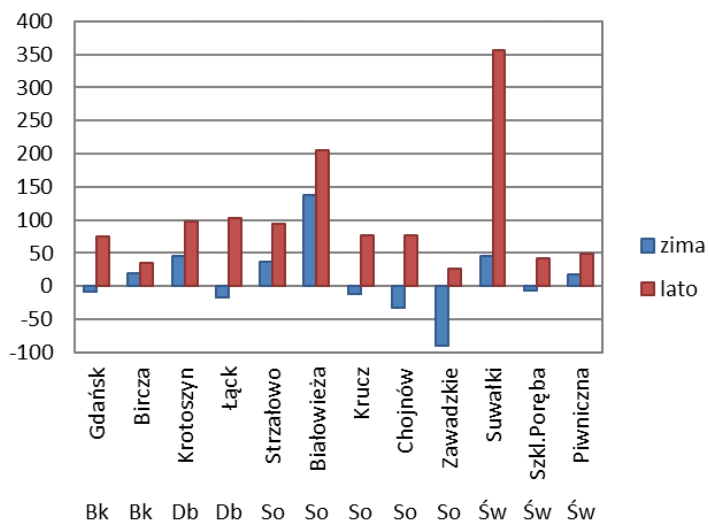
Rycina 12.3. Histogram pH opadów podkoronowych na SPO MI w okresie letnim oraz zimowym 2021 r.



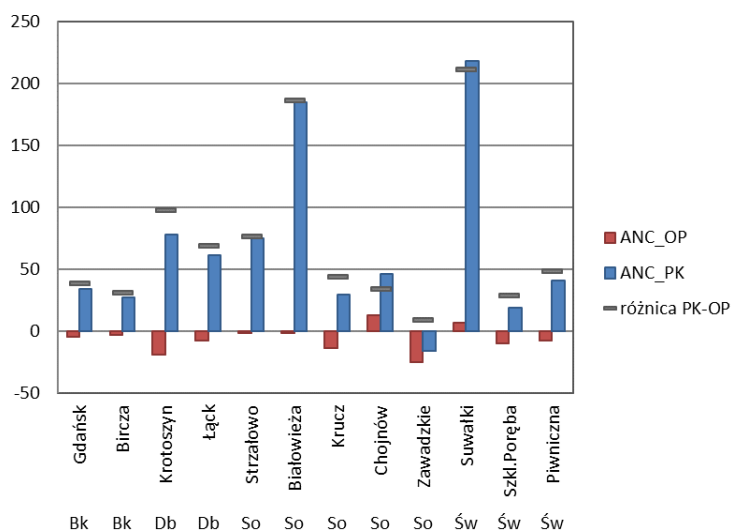
Rycina 12.4. pH opadów podkoronowych na SPO MI w 2021 r.



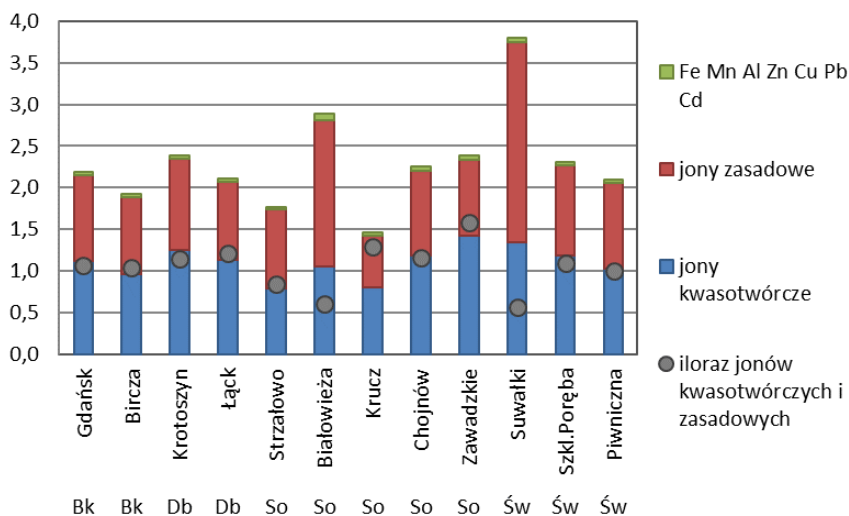
Rycina 12.5. Histogram pojemności zobojętniania kwasów ANC [µeq dm<sup>-3</sup>] w opadach podkoronowych na SPO MI w sezonie zimowym oraz letnim 2021 r.



Rycina 12.6. Pojemność zobojętniania kwasów (ANC) [ $\mu\text{eq}\cdot\text{dm}^{-3}$ ] w opadach podkoronowych na SPO MI w 2021 r. Średnie dla okresu zimowego (miesiące I-IV, XI i XII) i letniego (V-X).

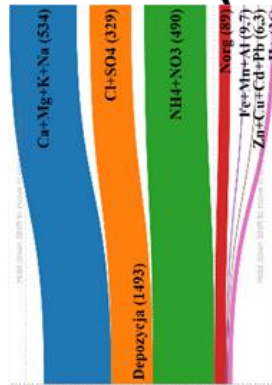


Rycina 12.7. Średnia roczna pojemność zobojętniania kwasów (ANC [ $\mu\text{eq}\cdot\text{dm}^{-3}$ ]) w opadach na otwartej przestrzeni (OP) i podkoronowych (PK) na SPO MI w 2021 r.

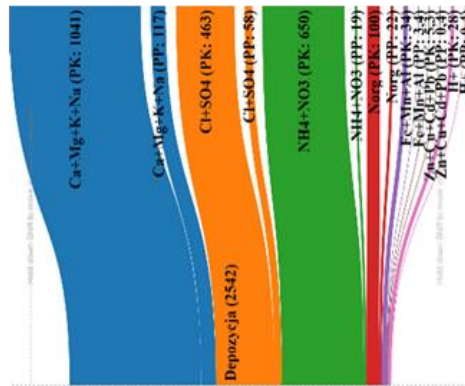


Rycina 12.8. Ładunek jonów [ $\text{kmolc}\cdot\text{ha}^{-1}$ ] oraz stosunek depozytu jonów kwasotwórczych do zasadowych w opadach podkoronowych na SPO MI w 2021 r.

# Gdańsk (buk)



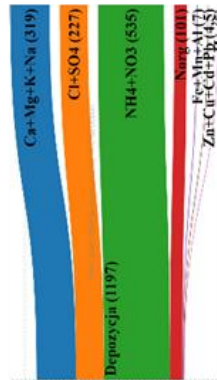
## Opady atmosferyczne (OP)



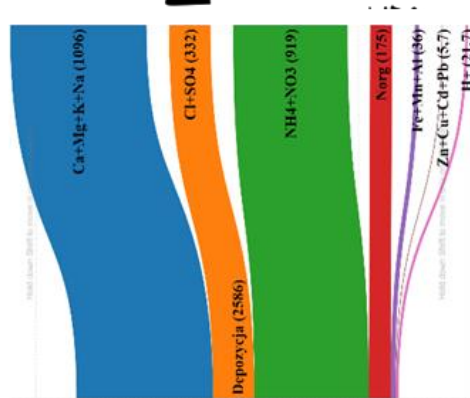
## Opady podkoronowe (PK) + spływ po pniu (PP)



# Krotoszyn (dąb)

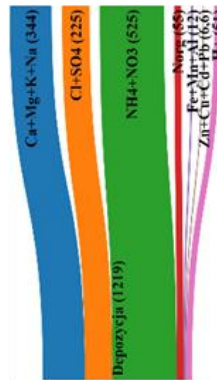


## Opady atmosferyczne (OP)

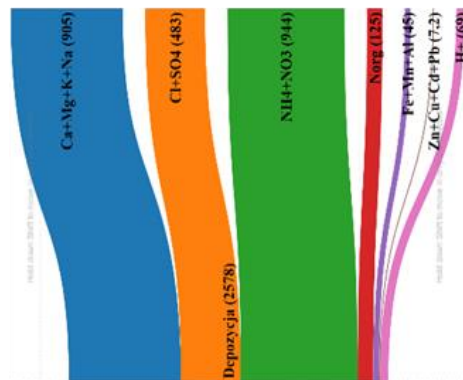


## Opady podkoronowe (PK)

# Zawadzkie (sosna)

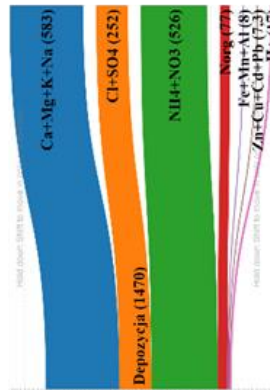


## Opady atmosferyczne (OP)

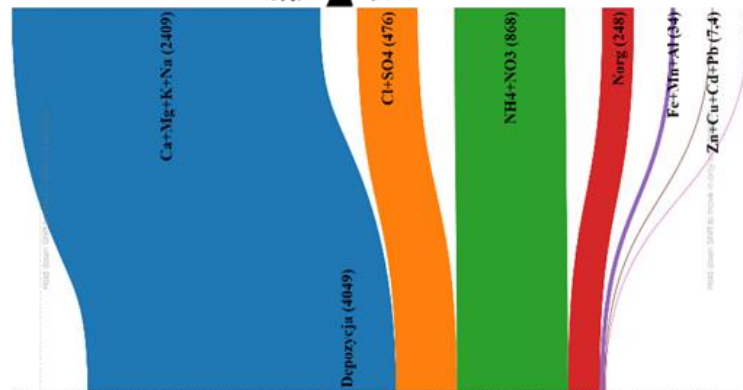


## Opady podkronowe (PK)

# Suwałki(świerk)

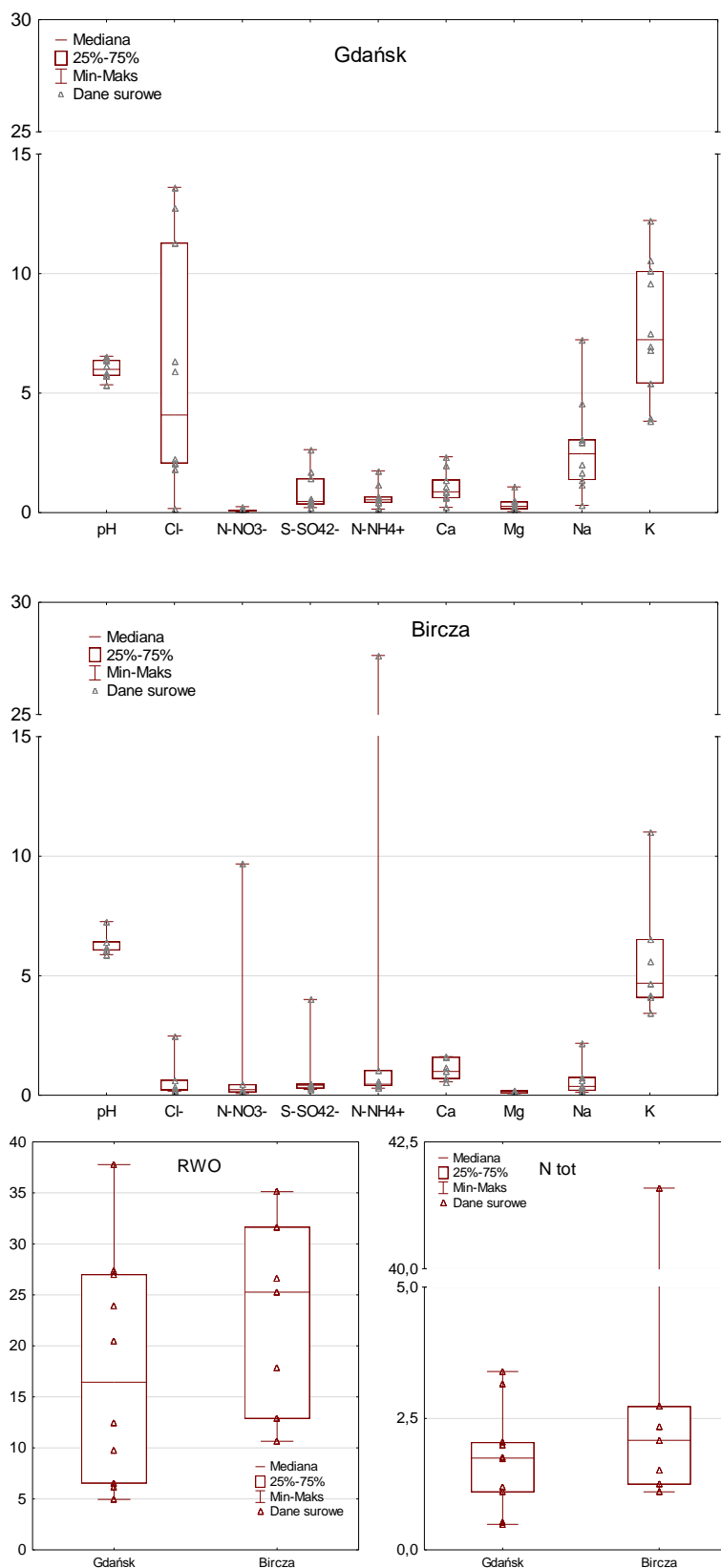


## Opady atmosferyczne (OP)



## Opady podkoronowe (PK)

Rycina 12.9. Przepływ jonów z opadami atmosferycznymi i podkoronowym (i po pniu w drzewostanie bukowym) w mol. ha<sup>-1</sup> w 2021 r. na wybranych SPO MI: w drzewostanie bukowym w Nadleśnictwie Gdańsk, dębowym w Nadleśnictwie Krotoszyn, sosnowym w Nadleśnictwie Zawadzkie i świerkowym w Nadleśnictwie Suwałki



Rycina 12.10. Stężenie głównych składników w mg dm<sup>-3</sup> oraz pH w wodach spływających po pniach drzew w 2021 r. Poziomą linią zaznaczono medianę, wąsami – zakres wartości miesięcznych oraz ramką – zakres kwartylowy.

### 13. CHEMIZM ROZTWORÓW GLEBOWYCH W 2021 R. – ANNA KOWALSKA

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).

W 2021 roku na powierzchniach monitoringu intensywnego pobierano roztwory glebowe 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 20 i 40 cm z uwagi na małą miąższość gleby i kamieniste podłoże. Takie umiejscowienie próbników umożliwia monitorowanie stężeń składników odżywczych w strefie obecności głównej masy korzeniowej roślin oraz poniżej tej strefy, skąd przy sprzyjających warunkach wodnych rozpuszczone substancje są transportowane w głąb profilu. Objętość pobieranych próbek mierzono wolumetrycznie. Próbkę roztworów glebowych były łączone w stosunku objętościowym przed analizami tak, by otrzymać po dwie próbki z obu głębokości na każdej badanej powierzchni, 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 2020/2021 wznowiono od marca w Białowieży, Suwałkach, Gdańsku, Birczy, od kwietnia w Krotoszynie i Piwnicznej a od maja w Szklarskiej Porębie. W Strzałowie, Chojnowie, Łącku, Kruczu i Zawadzkiem wskutek łagodnych warunków pogodowych próbki pobierane były bez przerwy zimowej 2020/2021. W rejonach górskich (Szklarska Poręba i Bircza) próbki pobierano w zależności od warunków pogodowych do końca października, a na pozostałych SPO MI do końca listopada, z wyjątkiem Chojnowa, Łącka i Zawadzkiego, gdzie próbki pobrano również w grudniu.

W 2021 roku wskutek niskich opadów na niektórych SPO MI, szczególnie w Wielkopolsce na SPO Krotoszyn występowały miesiące, gdy woda glebowa nie była dostępna i nie było możliwe pobieranie wystarczających ilości próbek do badań. Próbkę pobierano tam od kwietnia do listopada, jednak od lipca do końca roku nie udało się zebrać ilości przydatnych

do analiz. Trudna sytuacja pod względem dostępności wody w drzewostanach występowała od czerwca w Polsce północnej i północno-wschodniej: w Gdańsku, Suwałkach i Strzałowie, gdzie w pojedynczych miesiącach letnich nie udało się pobrać roztworów glebowych do badań. Szczególne trudności wystąpiły we wrześniu: na żdanej powierzchni oprócz Polski centralnej (Łąck i Chojnow) oraz terenów górskich (Szklarska Poręba i Piwniczna) próbek nie pobrano z powodu braku wystarczającej ilości opadów. Na większości obszaru badań w niektórych miesiącach od wczesnej wiosny aż do końca roku z powodu małej objętości łączono próbki do analiz, uzyskując po jednej próbce z każdej głębokości lub w ogóle nie było możliwe wykonanie pełnego zestawu analiz chemicznych.

Średnie pH na SPO MI w 2021 roku w badanych roztworach glebowych wynosiło od 4,1 do 7,3 na głębokości 25 cm oraz od 4,4 do 7,3 na głębokości 50 cm (ryc. 13.1). Zmiany większe niż  $\pm 0,2$  jednostki pH w porównaniu z rokiem poprzednim wystąpiły jedynie w kilku przypadkach i mogły być spowodowane niewystarczającą dostępnością wody glebowej. Gdy próbki pobierane są w drzewostanie z jednego lub dwóch punktów – co zdarzało się w suchszych okresach roku – zamiast z wszystkich zainstalowanych lizymetrów, rośnie ryzyko, że próbka połączona nie jest w pełni reprezentatywna dla panujących warunków. Taka sytuacja mogła mieć miejsce w Birczy, Suwałkach, Strzałowie i Krotoszynie. Na tych powierzchniach stwierdzono szczególnie duże wahania pH (od 0,4 do 1,0 jednostki) na głębokości 50 cm w porównaniu do roku 2020. Przykładowo w Suwałkach na głębokości 50 cm odnotowano wzrost o 0,7 jednostki w roku 2019 w porównaniu do roku 2018 i następujące po nim spadki o 0,5 jednostki w roku 2020 i dalsze 0,4 jednostki w 2021 roku.

Kwaśne roztwory występowały w drzewostanach sosnowych w Zawadzkiem, Kruczu i Chojnowie (pH od 4,3 do 4,6) i podobnie w Białowieży (pH od 4,4 do 4,6). W świerczynach w Szklarskiej Porębie i Piwnicznej, w drzewostanie dębowym w Łącku, bukowym w Gdańsku pH roztworów glebowych na obu głębokościach mieściło się w zakresie 4,5–4,9. W dąbrowie w Krotoszynie w płytszym poziomie pH było najniższe spośród SPO MI i wynosiło tylko 4,2. W Strzałowie (sosna), Birczy (buk) i w Suwałkach (świerk) pH osiągało średnie wartości w zakresie 6,3 – 7,4. Z reguły w górnej części profilu glebowego występowało nieznaczne zakwaszenie roztworów w stosunku do głębszych poziomów, szczególnie widoczne w dąbrowie w Krotoszynie, buczynie w Birczy i borze w Strzałowie, gdzie różnica między pH na głębokości 25 i 50 cm wynosiła odpowiednio 0,9, 0,5 i 0,5 jednostki pH.

W składzie roztworów glebowych znaczący udział miały kationy o charakterze zasadowym: Ca, Mg i K, które stanowiły co najmniej 60% sumy jonów na obu głębokościach

w Birczy, Strzałowie oraz Suwałkach (ryc. 13.2). Udział kationów o charakterze zasadowym w sumie jonów był niski (21–27%) na powierzchni świerkowej w Szklarskiej Porębie i w drzewostanach sosnowych w Chojnowie i Zawadzkiem. W drzewostanie sosnowym w Białowieży i Kruczu, w dąbrowie w Łącku, w buczynie w Gdańsku i świerczynie w Piwnicznej był nieco wyższy i wynosił od 26 do 42%.

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, ryc. 13.1) przyjął znacznie niższe od jedności wartości, mieszczące się w zakresie od 0,3 do 0,6 w roztworach glebowych na obu głębokościach w nadleśnictwach: Szklarska Poręba (świerk), Chojnow (sosna), Zawadzkie (sosna) i Krucz (sosna). W Piwnicznej (świerk) mieścił się w granicach 0,6–0,9. W Gdańsku (buk) i Łącku (dąb) wynosił odpowiednio 0,4 i 0,5 na głębokości 25 cm i wzrastał do 0,9–1,0 w głębszym poziomie gleby. Na pozostałych powierzchniach (Strzałowo, Białowieża (sosna), Bircza (buk), Krotoszyn (dąb), Suwałki (świerk) przekraczał – niekiedy znacznie – przyjętą wartość krytyczną, wskazując na brak zagrożenia korzeni ze strony toksycznych form glinu.

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

W okresie badań jony  $NO_3^-$  występowały w roztworach glebowych poniżej głównej strefy korzeniowej roślin na głębokości 50 cm w Białowieży w stężeniu od 1,7 do 4,9 mg N dm<sup>-3</sup> od marca do sierpnia (ryc. 13.3). W Krotoszynie były obecne w stężeniu od 10 do 12 mg N dm<sup>-3</sup>. W Suwałkach odnotowano stężenia od 0,6 do 7,7 mg N dm<sup>-3</sup> przez cały okres pobierania próbek

Ponieważ nie obserwowano w zasadzie podwyższonych stężeń jonów azotanów (V) w Zawadzkiem w roku 2021, ich obecność w roku 2020 można przypisać raczej zmianom struktury drzewostanu po cięciach pielęgnacyjnych w poprzednich latach i przejściowemu przyspieszeniu mineralizacji ściółki wskutek przerzedzenia okapu.

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.

W Krotoszynie w drzewostanie przeprowadzono w 2017 roku cięcia sanitarne, czego następstwem może być wzmożone uwalnianie  $\text{N-NO}_3^-$  do roztworów glebowych wskutek zwiększonej mineralizacji materii organicznej. Dodatkowo drzewostan wykazuje oznaki uszkodzeń spowodowanych różnymi czynnikami, a zamierające drzewa powiększają powierzchnię gleby nieosłoniętą okapem, przez co może przyspieszać tempo mineralizacji w glebie.

Na SPO w Białowieży w ostatnich latach wystąpiły wiatrowały i inne uszkodzenia od wiatru, co może wskazywać na gorszą kondycję drzew, punktowe odsłonięcie gleby sprzyjające przyspieszonej mineralizacji i uwalnianiu azotanów do roztworów glebowych. Drugą potencjalną przyczyną osłabienia drzew jest obecność opieńki.

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).

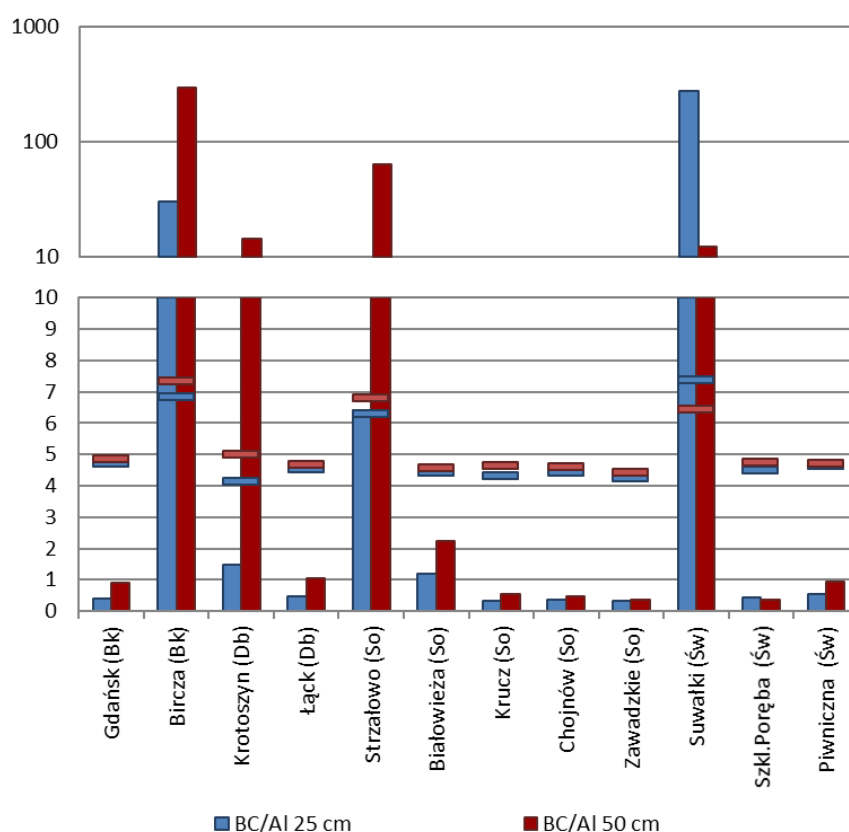
Obecność jonów amonowych w roztworach glebowych w Suwałkach (świerk), Białowieży (sosna), Krotoszynie (dąb) i Łącku (dąb) (ryc. 13.4) może świadczyć zarówno o nadmiernym dopływie azotu z depozycją atmosferyczną, jak i o wysokim tempie mineralizacji materii organicznej, będącym następstwem np. odsłonięcia gleby wskutek obumarcia drzew, wiatrowałów lub przeprowadzonych cięć sanitarnych.

#### LITERATURA:

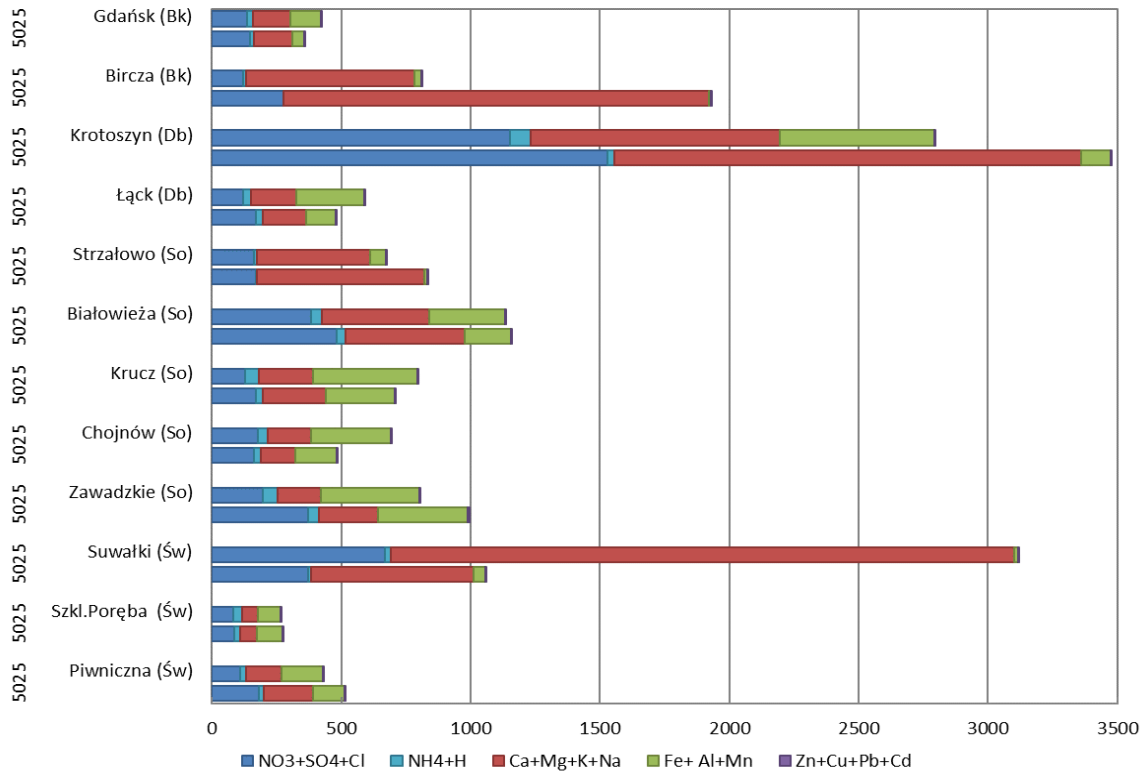
Aber J.D., Nadelhoffer K.J., Steudler P., Melillo J.M., (1989). Nitrogen saturation in northern forest ecosystems. *BioScience* 39: 378–386.



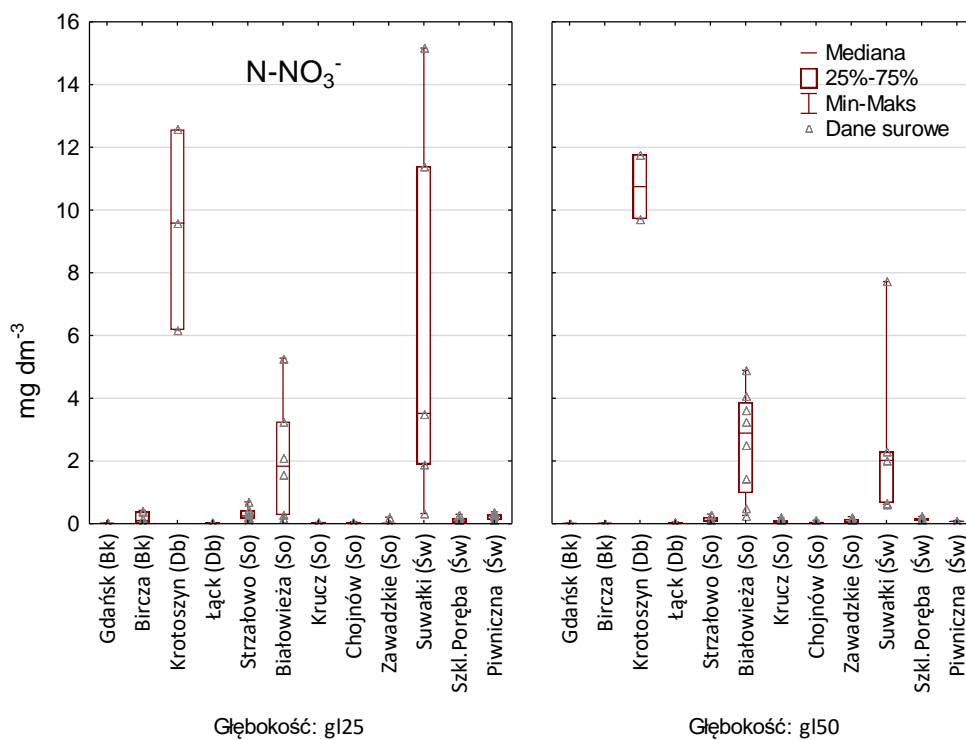
- Akselsson C., Ardö J., Sverdrup H. (2004). Critical loads of acidity for forest soils and relationship to forest decline in the northern Czech Republic. *Environmental Monitoring and Assessment* 98: 363–379.
- Gundersen, P., & Rasmussen, L. (1995). Nitrogen mobility in a nitrogen limited forest at Klosterhede, Denmark, examined by  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  addition. *Forest Ecology and Management*, 71, 75–88.
- 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
- 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.
- Rasmussen, L. (1998). Effects of afforestation and deforestation on the deposition, cycling and leaching of elements. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 67, 153–159.
- 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.



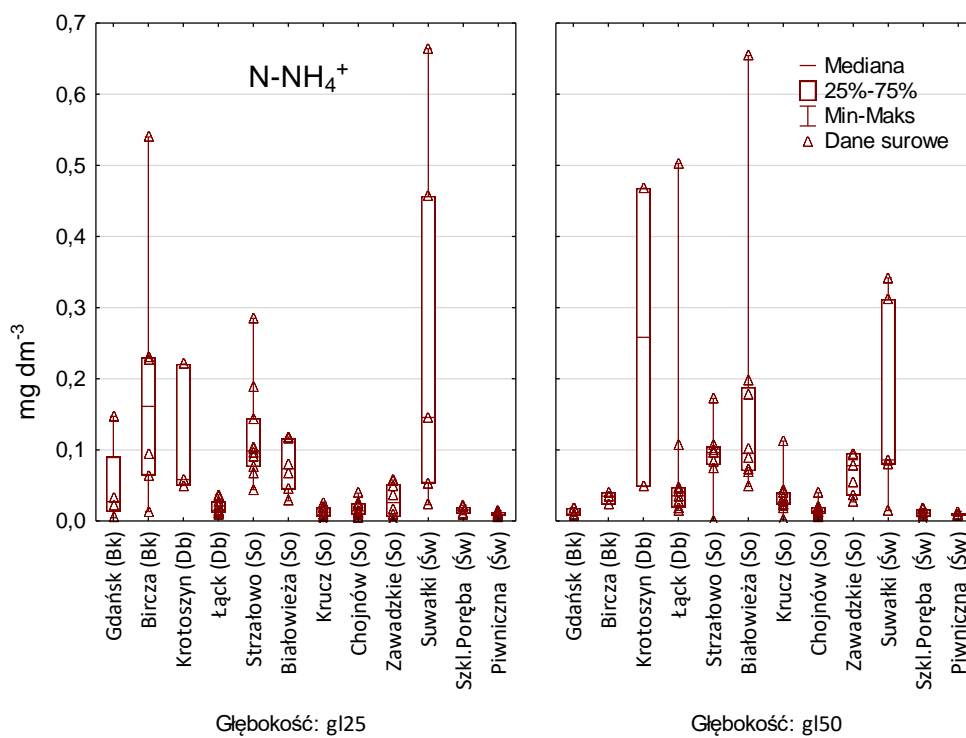
Rycina 13.1. Stosunek molowy kationów zasadowych do glinu (BC/Al) w roztworach glebowych na SPO MI w 2021 r. Poziomymi kreskami zaznaczono średnią roczną wartość pH na głębokości 25 cm (kolor niebieski) i 50 cm (kolor czerwony)



Rycina 13.2. Suma stężeń jonów [ $\mu\text{mol}_c \text{dm}^{-3}$ ] w roztworach glebowych na głębokości 25 i 50 cm (oznaczenie z lewej strony pionowej osi wykresu) na SPO MI w 2021 r.



Rycina 13.3. Stężenia azotanów (V) w roztworach glebowych na głębokości 25 cm i 50 cm na SPO MI w 2021 r.



Rycina 13.4. Stężenia jonów amonowych [mg N dm<sup>-3</sup>] w roztworach glebowych na głębokościach 25 cm i 50 cm na SPO MI w 2021 r.

#### **14. ZMIANY STĘŻEŃ ZANIECZYSZCZEŃ GAZOWYCH, DEPOZYCJI ORAZ SKŁADU ROZTWORÓW GLEBOWYCH PO 2010 R. – ANNA KOWALSKA**

Stężenia NO<sub>2</sub> i SO<sub>2</sub> w powietrzu poddano analizie występowania trendów w latach 2011–2021 dla SPO Gdańsk, Suwałki, Strzałowo, Białowieża, Krucz, Krotoszyn, Łąck, Chojnów, Zawadzkie, Szklarska Poręba i Bircza, a od roku 2013 również dla SPO Piwniczna. Ponadto przeprowadzono analizę trendów dla wielkości opadów na otwartej przestrzeni i pod okapem, pH, zasadowości oraz depozycji SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, NH<sub>4</sub><sup>+</sup> i Ca w latach 2010–2021. Analizy wykonano również dla objętości oraz stężeń wybranych składników w roztworach glebowych. Wykonano testy na zgodność z rozkładem normalnym oraz na występowanie sezonowości metodami opisanymi przez Waldnera i in. (2014). Analizę trendów w opadach przeprowadzono nieparametrycznym testem sezonowym Manna-Kendalla (SMK), zaś w roztworach glebowych testem Manna-Kendalla (MK). Obliczenia wykonano w projekcie R wersja 4.2.0 (R Core Team 2022) z użyciem pakietów Kendall (McLeod 2022) oraz rkt (Marchetto 2021).

Na każdej z badanych SPO MI w ostatnich latach zanotowano istotny spadek stężenia dwutlenku siarki (tab. 14.1). Największe spadki wystąpiły w rejonach górskich: w Szklarskiej Porębie i Birczy. W rejonach o ogólnie niższym poziomie zanieczyszczeń gazowych (Polska północno-wschodnia): w Suwałkach, Strzałowie i Białowieży spadek stężenia SO<sub>2</sub> nie był tak wyraźnie zaznaczony, mimo że testy wskazują na jego istotność.

Stężenia dwutlenku azotu w powietrzu w badanym okresie również wykazywały trendy spadkowe na wszystkich badanych powierzchniach SPO MI, przy czym w Suwałkach na granicy istotności (tab. 14.1). Najślabiej zaznaczony spadek stężeń NO<sub>2</sub> miał miejsce w Strzałowie i Białowieży (Polska północno-wschodnia), gdzie od lat stężenia dwutlenku azotu w powietrzu utrzymują się na niskim poziomie w porównaniu z pozostałymi SPO MI.

Na SPO MI największy spadek stężenia NO<sub>2</sub> wystąpił w Chojnowie, gdzie obserwowane są najwyższe stężenia NO<sub>2</sub> spośród powierzchni monitoringu lasów. Poza tym duży spadek zaobserwowano również w Łącku i Zawadzkim.

Stężenia gazowych zanieczyszczeń powietrza w latach 2011–2021 przedstawiono na rycinach 14.1–14.6, czerwona linia ilustruje tendencje zmian stężeń.

W latach 2010–2021 ani na otwartej przestrzeni, ani pod okapem (tab. 14.2) nie występowały istotne trendy wysokości opadów na powierzchniach SPO MI, z wyjątkiem Krotoszyna, gdzie zaobserwowano spadek ilości opadów. Na otwartej przestrzeni lub w drzewostanach na większości SPO MI pH opadów wykazywało istotny ( $p \leq 0,05$ ) trend rosnący,

co można uznać za zjawisko pozytywne. Wyjątkiem była powierzchnia świerkowa w Piwnicznej, gdzie nie zaobserwowano trendu.

Wzrostowi pH opadów towarzyszyło zmniejszanie się depozycji siarki w formie siarczanów (VI): depozycja  $S-SO_4^{2-}$  na wszystkich SPO MI na otwartej przestrzeni oraz pod okapem wykazywała tendencję malejącą.

Zmniejszającemu się zakwaszeniu opadów i spadkowi depozycji związków siarki towarzyszyła tendencja wzrostu zasadowości opadów w drzewostanach iglastych w Kruczu i Szklarskiej Porębie.

Depozycja związków azotu w znacznie mniejszym stopniu niż  $S-SO_4^{2-}$  podlegała trendom i trudno jest wskazać jednakowy kierunek zmian na terenie Polski. Trendy wzrostu depozycji  $N-NO_3^-$  w drzewostanach wykryto w Białowieży, Suwałkach i Piwnicznej, zaś trendy spadkowe w Szklarskiej Porębie w obu typach opadów oraz w opadach docierających do koron drzew w Birczy, Krotoszynie, Łącku, Kruczu, Chojnowie i Piwnicznej. Depozycja formy zredukowanej azotu ( $N-NH_4^+$ ) istotnie malała na licznych SPO MI, szczególnie w buczynach Gdańska i Birczy oraz drzewostanach iglastych Suwałk, Szklarskiej Poręby i Zawadzkiego. Azot jest składnikiem podlegającym wymianie w warstwie koron, zatem zmiany depozycji na otwartej przestrzeni mogą nie korespondować ze zmianami depozycji podokapowej. Część azotu jest konsumowana w kontakcie z listowiem i trafia do ekosystemu drogą pośrednią, wbudowywana w biomasę zanim dotrze z opadem do gleby.

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. 14.3). W roztworach glebowych kwasowość zmniejszała się na obu głębokościach tylko w Szklarskiej Porębie (świerk), co można powiązać z istotnie malejącymi trendami depozycji związków siarki ( $S-SO_4^{2-}$ ) i azotu ( $N-NO_3^-$ ) oraz rosnącą zasadowością w opadach. Wskaźnik pH wykazywał trend rosnący również na głębokości 50 cm w Strzałowie (So), lecz powierzchnia w Strzałowie charakteryzuje się stosunkowo żyznymi glebami o zazwyczaj niższej kwasowości roztworów glebowych niż na innych SPO.

Dzięki temu, że badania w Chojnowie (sosna) rozpoczęto wcześniej niż na pozostałych SPO MI, długość serii danych obejmującej lata 2004–2021 pozwoliła na wykrycie niewielkiego rosnącego trendu pH na głębokości 50 cm, zapewne związanego z malejącym stężeniem jonów siarczanowych (VI). Mimo to na przestrzeni kilkunastu lat spada udział kationów w stosunku

do glinu w górnej warstwie gleby, trudno zatem jednoznacznie stwierdzić, że warunki glebowe w Chojnowie ulegają poprawie.

Malejąca depozycja siarki z opadami ( $S-SO_4^{2-}$ ) z rzadka powodowała istotne trendy spadkowe w stężeniu jonów siarczanowych w roztworach glebowych. Oprócz drzewostanu w Chojnowie (sosna), stężenia  $SO_4^{2-}$  w roztworach glebowych malały także w Szklarskiej Porębie (świerk) i w płytszym poziomie gleby w Piwnicznej (świerk). Na pozostałych SPO na glebach kwaśnych i uboższych w składniki odżywcze nie zaobserwowano istotnych trendów dla wskaźników świadczących o jakości gleby.

W Zawadzkiem (sosna) na Śląsku, gdzie notowano w opadach w drzewostanie 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 głębokości 50 cm, a stężenia wapnia – trend malejący na obu głębokościach gleby. Malejący udział kationów w stosunku do glinu wskazuje na pogarszanie się i tak niekorzystnych warunków wzrostu i rozwoju korzeni drzew. Podobnie trend rosnący stężeń glinu wystąpił w dąbrowie w Krotoszynie na głębokości 25 cm, gdzie występuje silne odgórne postępujące zakwaszenie profilu glebowego, a badania roztworów glebowych nie wskazują na poprawę warunków w płytszej warstwie gleby.

## **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.

O występowaniu RYZYKA EUTROFIZACJI świadczą zaobserwowane przekroczenia ładunku krytycznego azotu. 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 14.4.

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  $10 \text{ kg N ha}^{-1}$ , maksymalnym  $21 \text{ kg N ha}^{-1}$ , ze średnią  $12,5 \text{ kg N ha}^{-1}$  i medianą  $12,3 \text{ kg N ha}^{-1}$  (Pecka i Mill 2011). Rozkład przestrzenny ładunków na obszarze Polski wykazuje powiązanie z dostępnością wody glebowej, wynikającą między innymi z sumy opadów. Pas o kierunku równoleżnikowym na obszarze Polski centralnej charakteryzuje się najniższymi ładunkami krytycznymi (około  $7\text{--}13 \text{ kg N ha}^{-1}$ ), zaś na obszarach północnych i południowych wielkość ładunków krytycznych jest wyższa, przekraczająca  $14 \text{ kg N ha}^{-1}$  (ibid.).

Dopływ azotu ( $N_{\text{tot}}$ ) do gleb pod okapem w 2021 roku był niższy niż  $10 \text{ kg N ha}^{-1}$  jedynie w Strzałowie ( $9,8 \text{ kg N ha}^{-1}$ ) i Kruczu ( $9,0 \text{ kg N ha}^{-1}$ ). W pozostałych drzewostanach przyjmował wartości od około  $10\text{--}13 \text{ kg N ha}^{-1}$  (Piwniczna, Bircza, Gdańsk, Szklarska Poręba, Łąck, Chojnów), po  $14\text{--}16 \text{ kg N ha}^{-1}$  (Białowieża, Zawadzkie, Krotoszyn, Suwałki). W puli azotu całkowitego ( $N_{\text{tot}}$ ) od 74 do 88% stanowiły formy mineralne ( $\text{N-NH}_4^+$  i  $\text{N-NO}_3^-$ ). 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, natomiast można je szacować z użyciem modeli bilansu koronowego. Wyniki badań modelowych wskazują, że w 2021 roku w Suwałkach całkowita depozycja mineralnych związków azotu mogła przekroczyć nawet  $32 \text{ kg N ha}^{-1}$ , w Białowieży i Krotoszynie wyniosła więcej niż  $25 \text{ kg N ha}^{-1}$ , a jedynie w Kruczu spadła poniżej  $10 \text{ kg N ha}^{-1}$ . Wnioskowanie na podstawie wielkości depozycji pod okapem powoduje niedoszacowanie całkowitej ilości azotu, wnoszonego do ekosystemów leśnych (Hansen i Nielsen 1998, Neiryneck i in. 2007). Zakładając zatem, że całkowita depozycja azotu może być większa, niż wskazują na to wyniki depozycji podkoronowej, na większości badanych powierzchni monitoringu intensywnego jest prawdopodobna nadmierna podaż azotu.

### **Drzewostany sosnowe**

W dwóch drzewostanach sosnowych: w Strzałowie i do pewnego stopnia w Białowieży większa żyzność gleb niż na pozostałych powierzchniach sosnowych wskazuje na panujące tam lepsze warunki siedliskowe. Korzystniejsze właściwości gleb znajdowały wyraz w składzie roztworów glebowych: odczyn roztworów był obojętny w Strzałowie, zaś w Białowieży nieco mniej kwaśny niż w Kruczu i Zawadzkim. Roztwory glebowe w Kruczu, Zawadzkim i Chojnowie – w przeciwieństwie do Strzałowa i Białowieży – charakteryzował ponadto niekorzystny stosunek sumy zasad do glinu, sugerujący podwyższony poziom stresu siedliskowego, potencjalnie zagrażający rozwojowi korzeni roślin. Opady dopływające do koron drzew niosły ryzyko dalszego zakwaszenia, na co wskazuje przewaga jonów mocnych kwasów nad jonami mocnych zasad średnio w roku na wszystkich powierzchniach sosnowych, z wyjątkiem Chojnowa, gdzie ANC przyjmowało niewysokie dodatnie wartości. Najniższe pH i najniższe wartości ANC występowały w opadach w Zawadzkim, w porównaniu do wszystkich SPO, nie tylko na tle powierzchni sosnowych. Podkoronowa depozycja siarki w postaci jonów siarczanowych (VI) w Białowieży, Strzałowie oraz Kruczu ( $2,0\text{--}2,6\text{ kg S ha}^{-1}$ ) była niska w porównaniu z innymi SPO MI z tej grupy powierzchni, natomiast w drzewostanie w Chojnowie depozyt  $\text{S-SO}_4^{2-}$  wyniósł  $4,1\text{ kg S ha}^{-1}$ , a w Zawadzkim aż  $5,0\text{ kg S ha}^{-1}$ . W Białowieży i Strzałowie oprócz tego, że opady wносиły małe ilości siarki, poziomy gazowych zanieczyszczeń powietrza ( $\text{NO}_2$  i  $\text{SO}_2$ ) również należały do najniższych w Polsce. Pozostałe powierzchnie sosnowe: w Zawadzkim, Chojnowie i Kruczu były obciążone wysokimi depozytami gazowych zanieczyszczeń powietrza ( $\text{N-NO}_2$  i  $\text{S-SO}_2$ ) w stosunku do nizinnych SPO MI (por. rozdział „Poziom stężeń  $\text{NO}_2$  i  $\text{SO}_2$  w powietrzu na terenach leśnych na SPO MI”). Stały dopływ zanieczyszczeń o działaniu zakwaszającym wskazuje na ryzyko postępującego zakwaszenia wymienionych siedlisk sosnowych, usytuowanych na glebach lekkich i ubogich w kationy o charakterze zasadowym. Obserwacje trendów chemizmu roztworów glebowych nie dostarczyły dotychczas dowodów na poprawę stanu środowiska glebowego na powierzchniach sosnowych.

W roztworach glebowych pojawiały się okresowo jony  $\text{NO}_3^-$  (Białowieża, Strzałowo) lub  $\text{NH}_4^+$  (Białowieża, Strzałowo, Zawadzkie). W Strzałowie i Białowieży podwyższone stężenia jonów  $\text{NO}_3^-$  w roztworach glebowych mogą wskazywać na chemiczną odpowiedź ekosystemu na widoczne uszkodzenia drzewostanu przez choroby grzybowe i wiatry. Przekroczenia ładunków krytycznych azotu występują corocznie na wszystkich powierzchniach sosnowych, zatem należy przypuszczać, że w sprzyjających warunkach hydrometeorologicznych azot jest wmywany z gleb wskutek nadmiernej depozycji, a siedliska podlegają eutrofizacji.



## Drzewostany świerkowe

Charakterystyczne dla drzewostanów iglastych, a zwłaszcza świerkowych, jest zjawisko znacznego wzbogacenia opadu w rozpuszczone substancje po przejściu przez warstwę koron. Korony drzew iglastych dzięki rozwiniętej powierzchni aparatu asymilacyjnego znacznie skuteczniej, niż w przypadku drzew liściastych, „wyczesują” zanieczyszczenia z powietrza (Gundersen i in. 2009), wskutek czego do gleby trafiają ilości substancji dużo większe, niż wynikałoby z depozycji mierzonej na otwartym (bezdrzewnym) terenie (por. ryc. 12.9). Dodatkowo w górach rośnie udział depozycji poziomej z mgły, szronu i chmur (Błaś i in. 2010), która zwiększa depozyt zanieczyszczeń.

Depozyt, który górski drzewostan świerkowy w Szklarskiej Porębie otrzymywał z opadami atmosferycznymi i depozyt docierający do gleby pod okapem, był wyższy niż w Piwnicznej, co w znacznej mierze wynikało z różnicy w sumie opadów. Pod względem gazowych zanieczyszczeń powietrza obie powierzchnie charakteryzowały się porównywalnymi warunkami. Dopływające opady wnoszą w Szklarskiej Porębie ładunek siarki w formie siarczanowej (VI) w wysokości  $3,9 \text{ kg S ha}^{-1}$  i nieco niższy w Piwnicznej ( $3,3 \text{ kg S ha}^{-1}$ ). Całkowita depozycja siarki w formie siarczanów do gleby w drzewostanie była w Szklarskiej Porębie o około 20% wyższa niż w Piwnicznej (odpowiednio  $5,2 \text{ kg S ha}^{-1}$  i  $4,2 \text{ kg S ha}^{-1}$ ). Wody opadowe na obu powierzchniach miały kwaśny odczyn (pH w granicach 5,1–5,4) i występowała nieznaczna przewaga mocnych kwasów nad mocnymi zasadami (ANC w opadach bezpośrednich w Szklarskiej Porębie wynosiło  $-10,2 \mu\text{eq dm}^{-3} \text{ rok}^{-1}$ , w Piwnicznej  $-7,6 \mu\text{eq dm}^{-3} \text{ rok}^{-1}$ ). Pod okapem w Piwnicznej jony o charakterze zasadowym znacząco przeważały nad depozycją kwasową (ANC w opadach podkoronowych w Piwnicznej wyniosło  $40,8 \mu\text{eq dm}^{-3} \text{ rok}^{-1}$ ). W Szklarskiej Porębie natomiast wskaźnik ANC był niższy ( $18,7 \mu\text{eq dm}^{-3} \text{ rok}^{-1}$ ), ale również wskazywał na przewagę depozycji zasadowej nad kwasową.

W Szklarskiej Porębie gleba charakteryzuje się kwaśnym odczynem i niskim wysyceniem zasadami (Wawrzoniak 2010). Odczyn roztworów glebowych również jest kwaśny, a szeroki stosunek jonów o charakterze zasadowym do glinu w roztworach glebowych stanowi potwierdzenie niekorzystnych warunków glebowych. W badaniach monitoringu lasów oznaczona zostaje całkowita zawartość glinu, a nie jego form toksycznych (nieorganicznych, wielowartościowych) dla roślin. Zakładając jednakże, że udział form organicznych (nietoksycznych) pozostaje w związku ze stężeniami rozpuszczonego węgla organicznego (Oulehle i Hruška 2005), można przypuszczać że w glebie w Szklarskiej Porębie dominują formy toksyczne. W roztworach glebowych obecne są bowiem niskie stężenia węgla

organicznego, który mógłby wiązać Al w nietoksycznej formie w kompleksach organicznych. Brakuje więc w glebie mechanizmów chroniących korzenie roślin przed szkodliwym działaniem toksycznego glinu.

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

Na północno-wschodnim krańcu Polski, w świerczynie w Suwałkach, panują odmienne warunki glebowo-siedliskowe niż w świerczynach górskich. Odczyn roztworów glebowych (pH 6,4–7,3) był obojętny, udział jonów zasadowych przekraczał 60% i nie występowało zagrożenie dla korzeni drzew ze strony ruchomego glinu. Depozycja siarki w formie gazowej była niewielka w porównaniu do pozostałych SPO MI. Niska była również depozycja siarki w postaci siarczanów (VI) w opadach bezpośrednich ( $2,5 \text{ kg S kg S ha}^{-1}$ ) i do gleby pod okapem ( $3,6 \text{ kg S kg S ha}^{-1}$ ) w porównaniu do dwóch górskich drzewostanów świerkowych. Drzewostan mimo to wykazuje cechy powolnego rozpadu na skutek oddziaływania czynników biologicznych. W ostatnich latach wykonywane były intensywne cięcia sanitarne, co jest możliwą przyczyną podwyższonych stężeń azotanów (V) i jonów amonowych w roztworach glebowych. Nie wyklucza się również jako czynnika sprawczego nadmiernej, przewyższającej ładunek krytyczny depozycji azotu przynajmniej w niektórych latach badań.

### **Drzewostany bukowe**

Żyzne buczyny: nadmorska w Nadleśnictwie Gdańsk i karpacka w Nadleśnictwie Bircza różniły się pod względem wielkości i charakteru depozytu: w Birczy depozycja  $\text{S-SO}_4^{2-}$  w opadach dopływających do lasu przewyższała depozycję w Gdańsku, pomimo że całkowita suma depozycji w Gdańsku była wyższa niż w Birczy. Również depozycja siarki w formie gazowej była w Birczy wyższa niż w Gdańsku.

Pod względem żyzności gleb Bircza charakteryzuje się znacznie korzystniejszymi warunkami niż Gdańsk: pH osiągało wysokie wartości, a w roztworach glebowych dominowały kationy o charakterze zasadowym. W Gdańsku w roztworach glebowych kationy o charakterze zasadowym miały o wiele niższy udział niż Birczy. W glebie w tych warunkach istnieje ryzyko uszkodzenia korzeni przez jony glinu. Glin w zakresie pH, jaki występuje w Gdańsku w glebie (pH 3,5–4,2 w fazie mineralnej do głębokości 65 cm, Wawrzoniak 2010) i w roztworach glebowych (pH 4,7–4,9) występuje w przewodzie w toksycznej formie wolnego jonu  $\text{Al}^{3+}$  (Bi i in. 2001), stanowiąc czynnik potencjalnie szkodliwy dla rozwoju roślin. Ładunki krytyczne

kwasowości były w niektórych latach badań przekraczane w buczynie nadmorskiej w Gdańsku, lecz dotychczas nie stwierdzono podobnego zjawiska w Birczy. Stanowi to potwierdzenie występowania znaczących różnic w możliwościach buforowania kwasowej depozycji w środowisku buczyn zlokalizowanych w Polsce północnej oraz w rejonach podgórskich Karpat w warunkach, gdy opady atmosferyczne charakteryzują się zbliżonymi właściwościami kwasowo-zasadowymi (wyrażonych wskaźnikiem ANC) w obu drzewostanach.

### **Drzewostany dębowe**

W Łącku i Krotoszynie opady atmosferyczne charakteryzowały się odczynem w zakresie normalnym (średnie pH 5,7 i 6,0 odpowiednio), przy przewodze mocnych kwasów nad zasadami ( $ANC < 0$ ). Depozycja wnoszona z opadami na otwartej przestrzeni na obu powierzchniach była zbliżona co do składu chemicznego i ilości. Pod okapem większe ilości składników, szczególnie pochodzących z wymywania z tkanek roślin (RWO, K), docierały do gleby w Krotoszynie. Grądy w nadleśnictwach Krotoszyn i Łąck charakteryzują się odmiennymi warunkami glebowymi. Pomimo odgórnego zakwaszenia w profilu glebowym siedlisko w Krotoszynie ma większy potencjał neutralizacji ładunku kwasowego ze względu na znaczny udział zasad w kompleksie sorpcyjnym (Wawrzoniak 2010) i w składzie roztworów glebowych. Mimo że stężenie glinu w roztworach glebowych na głębokości 25 cm jest w Łącku o około połowę niższe niż w Krotoszynie, bardziej prawdopodobne jest tam ryzyko zaburzeń rozwoju korzeni drzew spowodowane obecnością glinu ruchomego. Wskazuje na to niższy od jedności stosunek jonów zasadowych do glinu w roztworach glebowych w silnie ukorzenionym poziomie gleby w Łącku. W Krotoszynie w roztworach glebowych występują wysokie stężenia  $N-NO_3^-$ , prawdopodobnie w następstwie zwiększonego tempa mineralizacji, postępującego w wyniku uszkodzenia drzewostanu i zamierania drzew na skutek czynników o różnym pochodzeniu (warunki wodne, wiatry, choroby grzybowe). Dużym zagrożeniem dla prawidłowego rozwoju drzewostanów są niekorzystne właściwości wodno-powietrzne gleb na obu stanowiskach, choć wynikają z różnych przyczyn. Lekka, wytworzona z piasków wodnolodowcowych, gleba w Łącku charakteryzuje się niską retencyjnością wodną, co przy falistym ukształtowaniu terenu i spływie powierzchniowym sprzyja występowaniu niedoborów wody. W Krotoszyńskiej dąbrowie, położonej na ciężkiej glebie wytworzonej z gliny zwałowej, występują natomiast zarówno okresowe zalewy, jak i niedobory wody.

## LIITERATURA

- 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.
- 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.
- 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.
- Marchetto, A. (2021). rkt: Mann-Kendall Test, Seasonal and Regional Kendall Tests. R package version 1.6. <https://CRAN.R-project.org/package=rkt>
- McLeod A (2022). \_Kendall: Kendall Rank Correlation and Mann-Kendall Trend Test\_. R package version 2.2.1, <https://CRAN.R-project.org/package=Kendall>.
- Neirynek, 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.
- 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 łądowych – adaptacja metody CCE do warunków środowiskowych Polski. *Ochrona Środowiska i Zasobów Naturalnych*, 47, 121-132.
- R Core Team (2022). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.
- 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
- 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

Tabela 14.1. Podstawowe statystyki sezonowego testu Manna Kendalla (SMK): SKT slope – estymator Sena,  $\tau$  – współczynnik korelacji rangowej, p – prawdopodobieństwo testowe dla zanieczyszczeń gazowych na powierzchniach monitoringu intensywnego w latach 2011–2021. Pogrubioną czcionką zaznaczono wartości wykryte trendy ( $p \leq 0,05$ ). Ujemne wartości  $\tau$  wskazują na trend malejący

|                 | Gdańsk  | Suwałki | Strzałowo | Białowieża | Krucz   | Krotoszyn | Łąck    | Chojnów | Zawadzkie | Szkl. Poręba | Bircza  | Płwiczna |
|-----------------|---------|---------|-----------|------------|---------|-----------|---------|---------|-----------|--------------|---------|----------|
| SO <sub>2</sub> |         |         |           |            |         |           |         |         |           |              |         |          |
| SMK $\tau$      | -0,3424 | -0,2591 | -0,3091   | -0,1879    | -0,2788 | -0,3136   | -0,2924 | -0,3500 | -0,1939   | -0,4788      | -0,3985 | -0,2330  |
| SMK p           | 0,0000  | 0,0001  | 0,0000    | 0,0057     | 0,0000  | 0,0000    | 0,0000  | 0,0000  | 0,0043    | 0,0000       | 0,0000  | 0,0051   |
| SKT slope       | -0,0911 | -0,0570 | -0,0459   | -0,0331    | -0,0918 | -0,0837   | -0,1077 | -0,0798 | -0,0948   | -0,1319      | -0,1481 | -0,0662  |
| NO <sub>2</sub> |         |         |           |            |         |           |         |         |           |              |         |          |
| SMK $\tau$      | -0,3000 | -0,1364 | -0,3970   | -0,3697    | -0,2636 | -0,2152   | -0,3212 | -0,4121 | -0,4167   | -0,4727      | -0,3955 | -0,4489  |
| SMK p           | 0,0000  | 0,0455  | 0,0000    | 0,0000     | 0,0001  | 0,0015    | 0,0000  | 0,0000  | 0,0000    | 0,0000       | 0,0000  | 0,0000   |
| SKT slope       | -0,1763 | -0,0985 | -0,1453   | -0,1155    | -0,1876 | -0,1660   | -0,3788 | -0,5296 | -0,2782   | -0,2147      | -0,1431 | -0,2286  |

Tabela 14.2. Podstawowe statystyki sezonowego testu Manna Kendalla (SMK):  $\tau$  – tau, współczynnik korelacji rangowej, p – prawdopodobieństwo testowe dla depozycji składników oraz stężeń zasadowości w opadach na otwartej przestrzeni (OP) i w drzewostanie (PK) na powierzchniach monitoringu intensywnego w latach 2010–2021. Pogrubioną czcionką zaznaczono wykryte trendy ( $p \leq 0,05$ ). Ujemne wartości  $\tau$  wskazują na trend malejący, dodatnie, oznaczone czerwoną czcionką – na trend rosnący

| Drzewostan | Nadlesnictwo | opad       | pH             | N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> | N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> | S-SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> | Ca             | Zasadowość     |               |
|------------|--------------|------------|----------------|--------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|----------------|----------------|---------------|
| OP         |              |            |                |                                |                                |                                 |                |                |               |
| buk        | Gdańsk       | SMK $\tau$ | -0,0530        | <b>0,2462</b>                  | -0,0859                        | <b>-0,1995</b>                  | <b>-0,3586</b> | <b>-0,1604</b> | 0,0960        |
|            |              | SMK p      | 0,4168         | <b>0,0001</b>                  | 0,1847                         | <b>0,0019</b>                   | <b>0,0000</b>  | <b>0,0126</b>  | 0,1216        |
|            |              | SKT slope  | -0,6556        | <b>0,0444</b>                  | -0,2622                        | <b>-0,8754</b>                  | <b>-1,0350</b> | <b>-0,5073</b> | 0,0000        |
|            | Bircza       | SMK $\tau$ | -0,0227        | 0,0758                         | -0,0303                        | <b>-0,2058</b>                  | <b>-0,3472</b> | <b>-0,1288</b> | -0,0758       |
|            |              | SMK p      | 0,7365         | 0,2425                         | 0,6489                         | <b>0,0013</b>                   | <b>0,0000</b>  | <b>0,0456</b>  | 0,2349        |
|            |              | SKT slope  | -0,1167        | 0,0125                         | -0,0476                        | <b>-0,9255</b>                  | <b>-0,9650</b> | <b>-0,3813</b> | -0,1675       |
| PK         |              |            |                |                                |                                |                                 |                |                |               |
| buk        | Bircza       | SMK $\tau$ | -0,0379        | <b>0,2045</b>                  | <b>-0,2677</b>                 | <b>-0,3131</b>                  | <b>-0,3460</b> | -0,0808        | 0,0227        |
|            |              | SMK p      | 0,5658         | <b>0,0014</b>                  | <b>0,0000</b>                  | <b>0,0000</b>                   | <b>0,0000</b>  | 0,2124         | 0,7084        |
|            |              | SKT slope  | -0,3055        | <b>0,0378</b>                  | <b>-0,9558</b>                 | <b>-1,5113</b>                  | <b>-1,1400</b> | -0,2383        | 0,0000        |
|            | Bircza       | SMK $\tau$ | 0,0278         | <b>0,2374</b>                  | -0,0164                        | <b>-0,1275</b>                  | <b>-0,1667</b> | 0,0341         | 0,1212        |
|            |              | SMK p      | 0,6776         | <b>0,0002</b>                  | 0,8122                         | <b>0,0477</b>                   | <b>0,0095</b>  | 0,6067         | 0,0501        |
|            |              | SKT slope  | 0,2931         | <b>0,0595</b>                  | -0,0930                        | <b>-0,3018</b>                  | <b>-0,6525</b> | 0,1276         | 0,0143        |
| OP         |              |            |                |                                |                                |                                 |                |                |               |
| dąb        | Krotoszyn    | SMK $\tau$ | <b>-0,1351</b> | <b>0,3838</b>                  | <b>-0,1843</b>                 | -0,0934                         | <b>-0,3636</b> | -0,0758        | <b>0,1806</b> |
|            |              | SMK p      | <b>0,0358</b>  | <b>0,0000</b>                  | <b>0,0041</b>                  | 0,1484                          | <b>0,0000</b>  | 0,2428         | <b>0,0046</b> |
|            |              | SKT slope  | <b>-1,1667</b> | <b>0,0861</b>                  | <b>-0,7453</b>                 | -0,4730                         | <b>-0,9802</b> | -0,2138        | <b>0,8303</b> |
|            | Łąck         | SMK $\tau$ | <b>-0,1503</b> | <b>0,2020</b>                  | -0,0316                        | <b>-0,2045</b>                  | <b>-0,3510</b> | -0,1237        | -0,0278       |
|            |              | SMK p      | <b>0,0195</b>  | <b>0,0016</b>                  | 0,6347                         | <b>0,0014</b>                   | <b>0,0000</b>  | 0,0548         | 0,6772        |
|            |              | SKT slope  | <b>-1,0979</b> | <b>0,0440</b>                  | -0,0950                        | <b>-0,9538</b>                  | <b>-1,7083</b> | -0,5702        | -0,2914       |
| PK         |              |            |                |                                |                                |                                 |                |                |               |
| dąb        | Łąck         | SMK $\tau$ | 0,0303         | <b>0,3523</b>                  | <b>-0,1742</b>                 | -0,0530                         | <b>-0,2525</b> | <b>-0,1528</b> | 0,0530        |
|            |              | SMK p      | 0,6489         | <b>0,0000</b>                  | <b>0,0067</b>                  | 0,4170                          | <b>0,0001</b>  | <b>0,0175</b>  | 0,3909        |
|            |              | SKT slope  | 0,2509         | <b>0,0500</b>                  | <b>-0,3430</b>                 | -0,1950                         | <b>-0,6717</b> | <b>-0,3408</b> | 0,0000        |
|            | Łąck         | SMK $\tau$ | -0,0152        | <b>0,1894</b>                  | -0,1242                        | -0,0030                         | <b>-0,1818</b> | -0,0091        | 0,0970        |
|            |              | SMK p      | 0,8397         | <b>0,0053</b>                  | 0,0687                         | 0,9821                          | <b>0,0075</b>  | 0,9105         | 0,1401        |
|            |              | SKT slope  | -0,2356        | <b>0,0300</b>                  | -0,3107                        | -0,0104                         | <b>-0,8183</b> | -0,0727        | 0,0000        |
| OP         |              |            |                |                                |                                |                                 |                |                |               |
| sosna      | Strzałowo    | SMK $\tau$ | -0,0253        | <b>0,1313</b>                  | <b>-0,1275</b>                 | <b>-0,1970</b>                  | <b>-0,3927</b> | -0,0859        | -0,0025       |
|            |              | SMK p      | 0,7068         | <b>0,0414</b>                  | <b>0,0477</b>                  | <b>0,0021</b>                   | <b>0,0000</b>  | 0,1847         | 0,9833        |
|            |              | SKT slope  | -0,4385        | <b>0,0200</b>                  | <b>-0,3604</b>                 | <b>-0,6240</b>                  | <b>-0,8250</b> | -0,1853        | 0,0000        |
| PK         |              |            |                |                                |                                |                                 |                |                |               |

|            |            |         |               |                |                |                |                |                |
|------------|------------|---------|---------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
|            | SMK $\tau$ | -0,0404 | <b>0,1616</b> | 0,0669         | -0,0442        | <b>-0,3245</b> | -0,0480        | -0,1023        |
|            | SMK p      | 0,5394  | <b>0,0119</b> | 0,3032         | 0,5007         | <b>0,0000</b>  | 0,4637         | 0,1098         |
|            | SKT slope  | -0,3510 | <b>0,0325</b> | 0,2304         | -0,0846        | <b>-0,7517</b> | -0,1450        | -0,7408        |
|            |            |         |               |                | OP             |                |                |                |
| Białowieża | SMK $\tau$ | -0,0328 | -0,0215       | <b>0,1768</b>  | 0,0429         | <b>-0,2601</b> | <b>-0,2538</b> | <b>-0,1503</b> |
|            | SMK p      | 0,6205  | 0,7513        | <b>0,0059</b>  | 0,5136         | <b>0,0000</b>  | <b>0,0001</b>  | <b>0,0176</b>  |
|            | SKT slope  | -0,3347 | -0,0094       | <b>0,4843</b>  | 0,2139         | <b>-0,5725</b> | <b>-1,1333</b> | <b>-0,9800</b> |
|            |            |         |               |                | PK             |                |                |                |
|            | SMK $\tau$ | -0,0631 | <b>0,2904</b> | <b>0,2222</b>  | -0,0316        | <b>-0,3093</b> | <b>0,1717</b>  | 0,0530         |
|            | SMK p      | 0,3321  | <b>0,0000</b> | <b>0,0005</b>  | 0,6347         | <b>0,0000</b>  | <b>0,0075</b>  | 0,4088         |
|            | SKT slope  | -0,5869 | <b>0,0478</b> | <b>0,7293</b>  | -0,0739        | <b>-0,9859</b> | <b>1,2656</b>  | 0,0000         |
|            |            |         |               |                | OP             |                |                |                |
| Krucz      | SMK $\tau$ | -0,0303 | <b>0,1919</b> | <b>-0,2702</b> | <b>-0,3005</b> | <b>-0,4179</b> | <b>-0,1742</b> | -0,0581        |
|            | SMK p      | 0,6489  | <b>0,0028</b> | <b>0,0000</b>  | <b>0,0000</b>  | <b>0,0000</b>  | <b>0,0067</b>  | 0,3441         |
|            | SKT slope  | -0,3250 | <b>0,0386</b> | <b>-1,0739</b> | <b>-1,9508</b> | <b>-1,2690</b> | <b>-0,4950</b> | 0,0000         |
|            |            |         |               |                | PK             |                |                |                |
|            | SMK $\tau$ | -0,0543 | <b>0,3258</b> | -0,0543        | 0,0051         | <b>-0,3081</b> | -0,1225        | <b>0,1402</b>  |
|            | SMK p      | 0,4057  | <b>0,0000</b> | 0,4057         | 0,9526         | <b>0,0000</b>  | 0,0573         | <b>0,0261</b>  |
|            | SKT slope  | -0,4619 | <b>0,0659</b> | -0,1876        | 0,0638         | <b>-0,9283</b> | -0,2914        | <b>0,2273</b>  |
|            |            |         |               |                | OP             |                |                |                |
| Chojnów    | SMK $\tau$ | -0,0152 | <b>0,2866</b> | <b>-0,1275</b> | -0,0303        | <b>-0,2778</b> | 0,0290         | 0,1098         |
|            | SMK p      | 0,8276  | <b>0,0000</b> | <b>0,0477</b>  | 0,6489         | <b>0,0000</b>  | 0,6631         | 0,0818         |
|            | SKT slope  | -0,2795 | <b>0,0515</b> | <b>-0,2545</b> | -0,1790        | <b>-0,9035</b> | 0,0652         | 0,1417         |
|            |            |         |               |                | PK             |                |                |                |
|            | SMK $\tau$ | 0,0000  | <b>0,3876</b> | 0,0316         | 0,0833         | <b>-0,2891</b> | -0,0164        | 0,0732         |
|            | SMK p      | 1,0000  | <b>0,0000</b> | 0,6347         | 0,1982         | <b>0,0000</b>  | 0,8121         | 0,2122         |
|            | SKT slope  | -0,0026 | <b>0,0623</b> | 0,0852         | 0,3995         | <b>-1,4597</b> | -0,0400        | 0,0000         |
|            |            |         |               |                | OP             |                |                |                |
| Zawadzkie  | SMK $\tau$ | -0,0644 | 0,1187        | 0,0720         | <b>-0,1364</b> | <b>-0,4003</b> | <b>-0,2551</b> | -0,0316        |
|            | SMK p      | 0,3222  | 0,0653        | 0,2675         | <b>0,0342</b>  | <b>0,0000</b>  | <b>0,0001</b>  | 0,5871         |
|            | SKT slope  | -0,7379 | 0,0158        | 0,2567         | <b>-0,6613</b> | <b>-1,2667</b> | <b>-0,5590</b> | 0,0000         |
|            |            |         |               |                | PK             |                |                |                |
|            | SMK $\tau$ | -0,0126 | <b>0,1338</b> | 0,1111         | <b>-0,1288</b> | <b>-0,2790</b> | -0,0644        | 0,0467         |
|            | SMK p      | 0,8586  | <b>0,0374</b> | 0,0850         | <b>0,0455</b>  | <b>0,0000</b>  | 0,3222         | 0,4609         |
|            | SKT slope  | -0,1176 | <b>0,0216</b> | 0,5190         | <b>-1,6410</b> | <b>-2,1317</b> | -0,5334        | 0,0000         |
|            |            |         |               |                | OP             |                |                |                |
| Suwałki    | SMK $\tau$ | -0,0063 | 0,0859        | -0,0606        | <b>-0,1692</b> | <b>-0,2778</b> | -0,1035        | -0,0960        |
|            | SMK p      | 0,9369  | 0,1842        | 0,3522         | <b>0,0085</b>  | <b>0,0000</b>  | 0,1088         | 0,1355         |
|            | SKT slope  | -0,1095 | 0,0237        | -0,1750        | <b>-0,9391</b> | <b>-0,8017</b> | -0,3500        | -0,6759        |
|            |            |         |               |                | PK             |                |                |                |
|            | SMK $\tau$ | 0,0114  | <b>0,2866</b> | <b>0,1326</b>  | <b>-0,1919</b> | <b>-0,2828</b> | 0,0316         | 0,1136         |
|            | SMK p      | 0,8741  | <b>0,0000</b> | <b>0,0394</b>  | <b>0,0028</b>  | <b>0,0000</b>  | 0,6347         | 0,0776         |
|            | SKT slope  | 0,0875  | <b>0,0618</b> | <b>0,6856</b>  | <b>-1,3739</b> | <b>-1,1074</b> | 0,1938         | 0,9708         |
|            |            |         |               |                | OP             |                |                |                |
| świerk     | SMK $\tau$ | -0,0846 | <b>0,4381</b> | <b>-0,3409</b> | <b>-0,1465</b> | <b>-0,3712</b> | <b>-0,1515</b> | <b>0,2955</b>  |
|            | SMK p      | 0,1905  | <b>0,0000</b> | <b>0,0000</b>  | <b>0,0228</b>  | <b>0,0000</b>  | <b>0,0185</b>  | <b>0,0000</b>  |
|            | SKT slope  | -1,9230 | <b>0,0625</b> | <b>-1,6817</b> | <b>-0,8237</b> | <b>-1,9464</b> | <b>-0,4975</b> | <b>0,0000</b>  |
|            |            |         |               |                | PK             |                |                |                |
|            | SMK $\tau$ | -0,1136 | <b>0,4116</b> | <b>-0,1970</b> | <b>-0,1540</b> | <b>-0,5126</b> | <b>-0,2601</b> | <b>0,3396</b>  |
|            | SMK p      | 0,0781  | <b>0,0000</b> | <b>0,0022</b>  | <b>0,0166</b>  | <b>0,0000</b>  | <b>0,0000</b>  | <b>0,0000</b>  |
|            | SKT slope  | -2,2879 | <b>0,0629</b> | <b>-1,9583</b> | <b>-1,4063</b> | <b>-4,8359</b> | <b>-1,3461</b> | <b>0,0817</b>  |
|            |            |         |               |                | OP             |                |                |                |
| Piwniczna  | SMK $\tau$ | -0,0824 | 0,1307        | <b>-0,1733</b> | <b>-0,1932</b> | <b>-0,2358</b> | 0,0284         | 0,0000         |
|            | SMK p      | 0,3329  | 0,1190        | <b>0,0380</b>  | <b>0,0206</b>  | <b>0,0046</b>  | 0,7558         | 1,0000         |
|            | SKT slope  | -1,4114 | 0,0200        | <b>-0,4938</b> | <b>-0,7463</b> | <b>-1,1885</b> | 0,0900         | 0,0000         |
|            |            |         |               |                | PK             |                |                |                |
|            | SMK $\tau$ | 0,0057  | -0,1023       | <b>0,1818</b>  | 0,0511         | <b>-0,3239</b> | -0,0455        | <b>-0,2614</b> |
|            | SMK p      | 0,9724  | 0,2259        | <b>0,0295</b>  | 0,5569         | <b>0,0001</b>  | 0,6038         | <b>0,0012</b>  |
|            | SKT slope  | 0,0160  | -0,0220       | <b>1,3208</b>  | 0,1000         | <b>-2,3450</b> | -0,2550        | <b>-1,7200</b> |

Tabela 14.3. Podstawowe statystyki testu Manna Kendalla (MK): b – współczynnik kierunkowy,  $\tau$  – tau, współczynnik korelacji rangowej, p – prawdopodobieństwo testowe oraz przedziały ufności współczynnika kierunkowego b testu Manna Kendalla dla objętości [cm<sup>3</sup>] i stężeń składników [mg dm<sup>-3</sup>] w próbkach roztworów glebowych z głębokości 25 cm i 50 cm na powierzchniach monitoringu intensywnego w latach 2010–2021. Pogrubioną czcionką zaznaczono wykryte trendy ( $p \leq 0,05$ ). Ujemne wartości  $\tau$  wskazują na trend malejący, dodatnie, oznaczone czerwoną czcionką – na trend rosnący

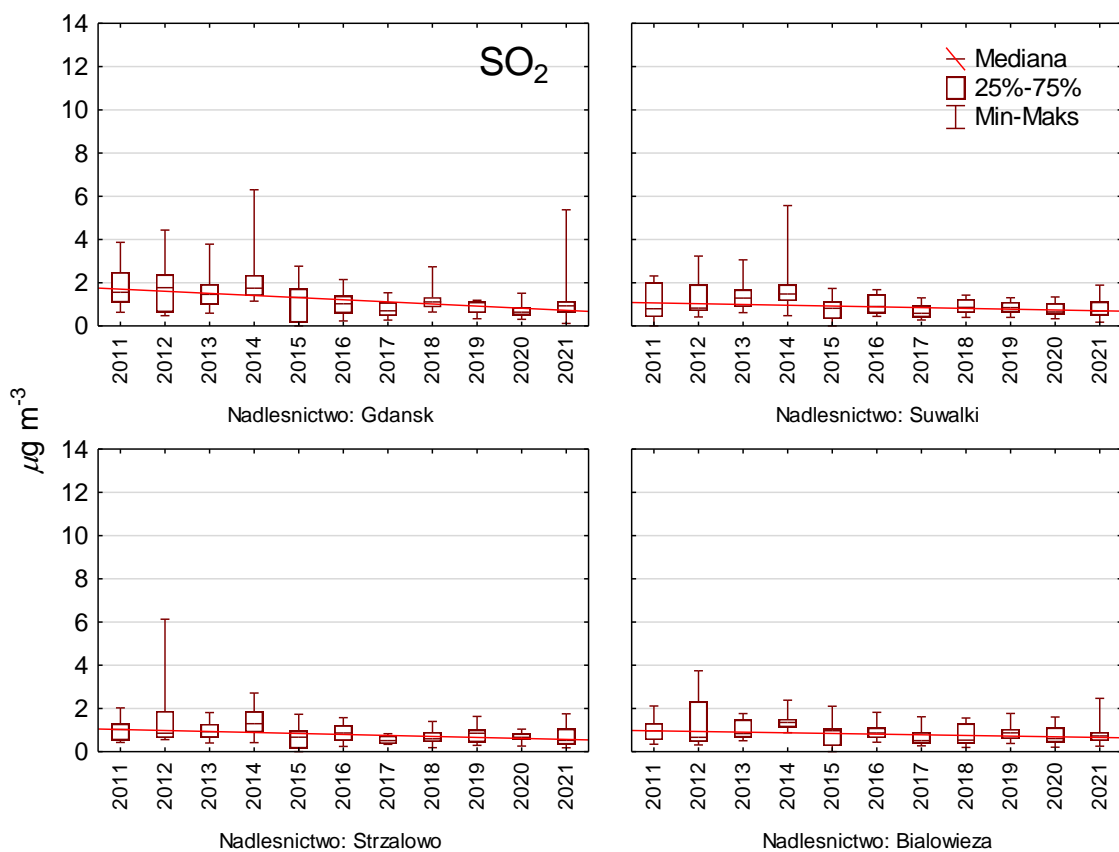
| Drzewostan | Nadleśnictwo | Głębokość  |                | Objętość       | pH             | Ntot           | Al             | Ca             | RWO           | S-SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> | BC:Al          |
|------------|--------------|------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|---------------|---------------------------------|----------------|
| buk        | Gdańsk       | 25 cm      | SMK $\tau$     | <b>-0,4545</b> | 0,1515         | 0,0455         | -0,2727        | -0,2727        | 0,2424        | -0,303                          | 0,0303         |
|            |              |            | SMK p          | <b>0,0467</b>  | 0,5326         | 0,8907         | 0,2437         | 0,2415         | 0,3037        | 0,1926                          | 0,9451         |
|            |              |            | SKT slope      | <b>-1113</b>   | 0,003          | 0,003          | -0,016         | -0,008         | 0,105         | -0,045                          | 0,001          |
|            |              | 50 cm      | SMK $\tau$     | 0,0303         | 0,1818         | -0,2727        | <b>-0,6364</b> | -0,4242        | 0,2424        | -0,3636                         | 0,3788         |
|            |              |            | SMK p          | 0,9453         | 0,4485         | 0,2437         | <b>0,0049</b>  | 0,0629         | 0,3037        | 0,1148                          | 0,099          |
|            |              |            | SKT slope      | 133            | 0,008          | -0,008         | <b>-0,031</b>  | -0,015         | 0,018         | -0,049                          | 0,023          |
|            | Bircza       | 25 cm      | SMK $\tau$     | 0,0606         | -0,0606        | -0,4242        | -0,4091        | 0,0606         | -0,3333       | -0,3788                         | 0,1515         |
|            |              |            | SMK p          | 0,837          | 0,837          | 0,0641         | 0,0739         | 0,837          | 0,1499        | 0,099                           | 0,5371         |
|            |              |            | SKT slope      | 25             | -0,008         | -0,045         | -0,004         | 0,010          | -0,128        | -0,036                          | 0,613          |
|            |              | 50 cm      | SMK $\tau$     | 0,0303         | 0,0758         | -0,2576        | 0,3939         | -0,1515        | 0,4394        | -0,2121                         | -0,2273        |
|            |              |            | SMK p          | 0,9453         | 0,7834         | 0,2714         | 0,085          | 0,5371         | 0,0543        | 0,3727                          | 0,3359         |
|            |              |            | SKT slope      | 18             | 0,017          | -0,018         | 0,001          | -0,615         | 0,137         | -0,097                          | -49,600        |
| dąb        | Krotoszyn    | 25 cm      | SMK $\tau$     | <b>-0,5455</b> | <b>-0,5909</b> | <b>0,5303</b>  | <b>0,6061</b>  | <b>0,7879</b>  | 0,1818        | 0,1818                          | -0,0606        |
|            |              |            | SMK p          | <b>0,0164</b>  | <b>0,0086</b>  | <b>0,0194</b>  | <b>0,0075</b>  | <b>0,0005</b>  | 0,4507        | 0,4507                          | 0,837          |
|            |              |            | SKT slope      | <b>-678</b>    | <b>-0,031</b>  | <b>1,225</b>   | <b>0,319</b>   | <b>0,486</b>   | 0,326         | 0,044                           | -0,005         |
|            |              | 50 cm      | SMK $\tau$     | <b>-0,4545</b> | -0,0606        | <b>0,6061</b>  | 0,0909         | <b>0,697</b>   | -0,3636       | -0,303                          | 0,4242         |
|            |              |            | SMK p          | <b>0,0467</b>  | 0,837          | <b>0,0075</b>  | 0,7317         | <b>0,002</b>   | 0,1148        | 0,1926                          | 0,0641         |
|            |              |            | SKT slope      | <b>-473</b>    | -0,011         | <b>1,541</b>   | 0,001          | <b>1,024</b>   | -0,395        | -0,212                          | 2,041          |
|            | Łąck         | 25 cm      | SMK $\tau$     | -0,1212        | 0,0152         | -0,0303        | 0,0909         | -0,3333        | 0,2424        | -0,3485                         | -0,4394        |
|            |              |            | SMK p          | 0,6312         | 1,0000         | 0,9453         | 0,7317         | 0,1499         | 0,3037        | 0,1305                          | 0,0528         |
|            |              |            | SKT slope      | -239           | 0,001          | -0,004         | 0,024          | -0,019         | 0,737         | -0,065                          | -0,021         |
|            |              | 50 cm      | SMK $\tau$     | <b>-0,5455</b> | -0,1212        | 0,0303         | -0,0303        | <b>-0,6364</b> | 0,303         | -0,2879                         | <b>-0,6364</b> |
|            |              |            | SMK p          | <b>0,0164</b>  | 0,6296         | 0,9453         | 0,9453         | <b>0,0049</b>  | 0,1926        | 0,216                           | <b>0,0049</b>  |
|            |              |            | SKT slope      | <b>-640</b>    | -0,003         | 0,002          | -0,002         | <b>-0,096</b>  | 0,285         | -0,086                          | <b>-0,081</b>  |
| sosna      | Białowieża   | 25 cm      | SMK $\tau$     | <b>-0,4545</b> | -0,3788        | -0,2727        | 0,4242         | 0,3788         | <b>0,5758</b> | 0,2879                          | -0,0758        |
|            |              |            | SMK p          | <b>0,0467</b>  | 0,099          | 0,2437         | 0,0641         | 0,099          | <b>0,0112</b> | 0,216                           | 0,782          |
|            |              |            | SKT slope      | <b>-267</b>    | -0,012         | -0,078         | 0,075          | 0,088          | <b>1,361</b>  | 0,068                           | -0,004         |
|            |              | 50 cm      | SMK $\tau$     | -0,1515        | -0,2273        | -0,1515        | 0,1515         | <b>-0,5303</b> | 0,3333        | -0,0909                         | <b>-0,4848</b> |
|            |              |            | SMK p          | 0,5371         | 0,3258         | 0,5371         | 0,5371         | <b>0,0187</b>  | 0,1499        | 0,7317                          | <b>0,0335</b>  |
|            |              |            | SKT slope      | -261           | -0,007         | -0,094         | 0,012          | <b>-0,190</b>  | 0,351         | -0,020                          | <b>-0,103</b>  |
|            | Strzałowo    | 25 cm      | SMK $\tau$     | <b>-0,697</b>  | 0,1364         | -0,2121        | 0,1212         | -0,1818        | 0,0606        | -0,2424                         | -0,1818        |
|            |              |            | SMK p          | <b>0,002</b>   | 0,58           | 0,3727         | 0,6312         | 0,4507         | 0,837         | 0,3037                          | 0,4507         |
|            |              |            | SKT slope      | <b>-360</b>    | 0,015          | -0,07          | 0,005          | -0,174         | 0,118         | -0,033                          | -0,176         |
|            |              | 50 cm      | SMK $\tau$     | <b>-0,5152</b> | <b>0,5152</b>  | <b>-0,5152</b> | -0,2576        | -0,2424        | -0,0909       | -0,3939                         | 0,0303         |
|            |              |            | SMK p          | <b>0,0236</b>  | <b>0,0236</b>  | <b>0,0236</b>  | 0,2714         | 0,3037         | 0,7317        | 0,0865                          | 0,9453         |
|            |              |            | SKT slope      | <b>-354</b>    | <b>0,089</b>   | <b>-0,102</b>  | -0,003         | -0,408         | -0,063        | -0,101                          | 0,265          |
| Krucz      | 25 cm        | SMK $\tau$ | <b>-0,4545</b> | -0,3788        | 0,3333         | 0,303          | 0,4091         | 0,4242         | -0,2879       | -0,1818                         |                |
|            |              | SMK p      | <b>0,0467</b>  | 0,099          | 0,1499         | 0,1926         | 0,0739         | 0,0641         | 0,216         | 0,4507                          |                |
|            |              | SKT slope  | <b>-422</b>    | -0,019         | 0,021          | 0,074          | 0,045          | 1,700          | -0,060        | -0,005                          |                |
|            |              | SMK $\tau$ | <b>-0,6061</b> | 0,2273         | 0,3636         | <b>0,6818</b>  | -0,0909        | <b>0,5455</b>  | -0,303        | -0,4242                         |                |
|            |              | SMK p      | <b>0,0075</b>  | 0,3359         | 0,1148         | <b>0,0025</b>  | 0,7305         | <b>0,0164</b>  | 0,1926        | 0,0629                          |                |
|            |              | SKT slope  | <b>-394</b>    | 0,003          | 0,028          | <b>0,010</b>   | -0,009         | <b>1,492</b>   | -0,084        | -0,031                          |                |
|            | Chojnów      | 25 cm      | SMK $\tau$     | 0,2418         | 0,2288         | -0,2418        | <b>-0,451</b>  | <b>-0,634</b>  | -0,1111       | <b>-0,5556</b>                  | <b>-0,3529</b> |
|            |              |            | SMK p          | 0,1727         | 0,1882         | 0,1694         | <b>0,01</b>    | <b>0,0003</b>  | 0,5414        | <b>0,0014</b>                   | <b>0,0407</b>  |
|            |              |            | SKT slope      | 457            | 0,004          | -0,011         | <b>-0,058</b>  | <b>-0,072</b>  | -0,090        | <b>-0,119</b>                   | <b>-0,006</b>  |
|            |              | 50 cm      | SMK $\tau$     | <b>0,3987</b>  | <b>0,5294</b>  | -0,0654        | <b>-0,817</b>  | <b>-0,6732</b> | -0,2941       | <b>-0,7255</b>                  | -0,2092        |
|            |              |            | SMK p          | <b>0,023</b>   | <b>0,0023</b>  | 0,7323         | <b>0,0000</b>  | <b>0,0001</b>  | 0,0931        | <b>0,0000</b>                   | 0,2393         |
|            |              |            | SKT slope      | <b>1263</b>    | <b>0,01</b>    | -0,001         | <b>-0,108</b>  | <b>-0,080</b>  | -0,108        | <b>-0,194</b>                   | -0,007         |
| Zawadzkie  | 25 cm        | SMK $\tau$ | -0,303         | 0,197          | 0,0606         | 0,0303         | <b>-0,9091</b> | -0,2424        | -0,2727       | <b>-0,8636</b>                  |                |
|            |              | SMK p      | 0,1926         | 0,4095         | 0,837          | 0,9453         | <b>0,0001</b>  | 0,3037         | 0,2437        | <b>0,0001</b>                   |                |

|  |       |            |                |               |                |                |                |         |                |                |
|--|-------|------------|----------------|---------------|----------------|----------------|----------------|---------|----------------|----------------|
|  |       | SKT slope  | -198           | 0,007         | 0,011          | 0,003          | <b>-0,175</b>  | -0,409  | -0,071         | <b>-0,028</b>  |
|  |       | SMK $\tau$ | -0,1818        | 0,0758        | 0,1818         | <b>0,5455</b>  | <b>-0,7576</b> | 0,1515  | 0,2121         | <b>-0,7424</b> |
|  | 50 cm | SMK p      | 0,4507         | 0,782         | 0,4507         | <b>0,0164</b>  | <b>0,0008</b>  | 0,5371  | 0,3727         | <b>0,001</b>   |
|  |       | SKT slope  | -76            | 0,002         | 0,047          | <b>0,100</b>   | <b>-0,093</b>  | 0,258   | 0,147          | <b>-0,035</b>  |
|  |       | SMK $\tau$ | <b>-0,4848</b> | 0,4242        | 0,3333         | <b>-0,6364</b> | <b>0,4545</b>  | 0,0303  | -0,3333        | <b>0,6364</b>  |
|  | 25 cm | SMK p      | <b>0,0335</b>  | 0,0641        | 0,1499         | <b>0,0049</b>  | <b>0,0467</b>  | 0,9453  | 0,1499         | <b>0,0049</b>  |
|  |       | SKT slope  | <b>-98</b>     | 0,234         | 0,381          | <b>-0,122</b>  | <b>1,762</b>   | 0,136   | -0,088         | <b>14,600</b>  |
|  |       | SMK $\tau$ | -0,3939        | 0,1515        | 0,2424         | 0,0909         | -0,3939        | 0,1515  | -0,1818        | -0,1818        |
|  | 50 cm | SMK p      | 0,0865         | 0,5371        | 0,3037         | 0,7317         | 0,0865         | 0,5371  | 0,4507         | 0,4507         |
|  |       | SKT slope  | -223           | 0,04          | 0,164          | 0,003          | -1,183         | 0,171   | -0,074         | -0,964         |
|  |       | SMK $\tau$ | -0,4242        | <b>0,5303</b> | -0,3636        | <b>-0,7576</b> | -0,1515        | 0,0000  | <b>-0,7424</b> | 0,0152         |
|  | 25 cm | SMK p      | 0,0641         | <b>0,0194</b> | 0,1148         | <b>0,0008</b>  | 0,5352         | 1,0000  | <b>0,001</b>   | 1,0000         |
|  |       | SKT slope  | -1913          | <b>0,015</b>  | -0,012         | <b>-0,023</b>  | -0,005         | -0,006  | <b>-0,056</b>  | 0,000          |
|  |       | SMK $\tau$ | <b>-0,4545</b> | <b>0,4697</b> | -0,0303        | <b>-0,7879</b> | -0,1667        | 0,0303  | <b>-0,7879</b> | -0,1364        |
|  | 50 cm | SMK p      | <b>0,0467</b>  | <b>0,0383</b> | 0,9453         | <b>0,0005</b>  | 0,4891         | 0,9453  | <b>0,0004</b>  | 0,5782         |
|  |       | SKT slope  | <b>-3483</b>   | <b>0,01</b>   | -0,003         | <b>-0,032</b>  | -0,008         | 0,004   | <b>-0,061</b>  | -0,001         |
|  |       | SMK $\tau$ | -0,4286        | 0,2857        | <b>-0,7143</b> | <b>-0,8571</b> | <b>-0,7857</b> | -0,4286 | <b>-0,7143</b> | -0,4286        |
|  | 25 cm | SMK p      | 0,1735         | 0,3865        | <b>0,0187</b>  | <b>0,0044</b>  | <b>0,0094</b>  | 0,1735  | <b>0,0187</b>  | 0,1735         |
|  |       | SKT slope  | -4836          | 0,02          | <b>-0,065</b>  | <b>-0,085</b>  | <b>-0,070</b>  | -0,410  | <b>-0,165</b>  | -0,010         |
|  |       | SMK $\tau$ | -0,2143        | 0,2143        | <b>-0,7143</b> | -0,5714        | -0,5           | 0,1429  | -0,2857        | 0,3929         |
|  | 50 cm | SMK p      | 0,5362         | 0,5362        | <b>0,0187</b>  | 0,0635         | 0,1078         | 0,7105  | 0,3865         | 0,2029         |
|  |       | SKT slope  | -1391          | 0,017         | <b>-0,08</b>   | -0,064         | -0,046         | 0,122   | -0,066         | 0,010          |

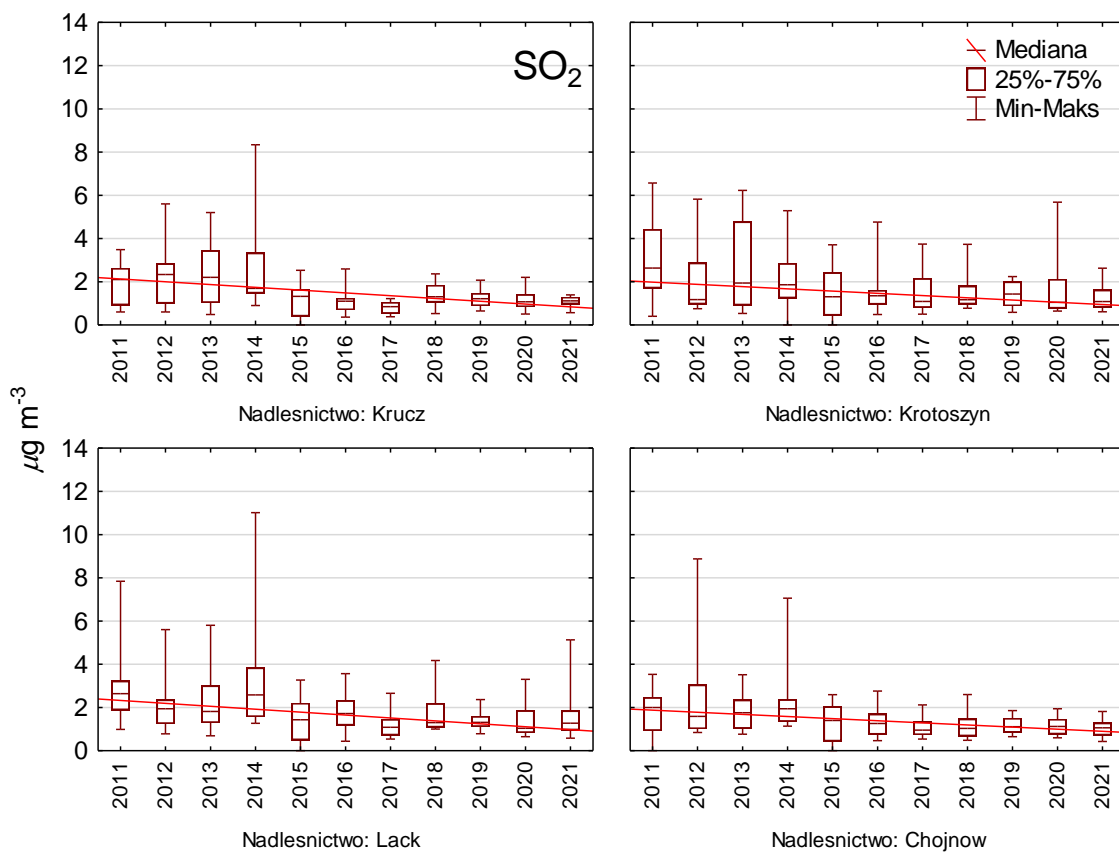
Tabela 14.4. Empiryczne ładunki krytyczne N i objawy towarzyszące ich przekroczeniu dla poszczególnych elementów ekosystemów leśnych (wg Bobbink i Hettelingh 2011)

| Elementy                            | kg N ha <sup>-1</sup> | Wskaźniki przekroczenia  |
|-------------------------------------|-----------------------|--|
| <b>Procesy glebowe</b>              |                       |  |
| igłaste i liściaste                 | 10-15                 | wzrost mineralizacji i nityfikacji   |
|                                     | 10-15                 | zwiększenie wymywania NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>   |
| <b>Drzewa</b>                       |                       |  |
| igłaste 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                    |
| <b>Mikoryza</b>                     |                       |  |
| lasz strefy umiarkowanej i borealne | 10-20                 | spadek produkcji sporokarp, zmiany lub zubożenie składu gatunkowego grzybów mikoryzowych                     |
| <b>Roślinność runa</b>              |                       |  |
| lasz strefy umiarkowanej            | 10-15                 | zmiany składu gatunkowego, wzrost liczby gatunków nitrofilnych, wzrost wrażliwości na ataki szkodników       |
| <b>Mchy i porosty</b>               |                       |  |
| lasz strefy umiarkowanej i borealne | 5-10                  | spadek liczby porostów, rozwój glonów niesymbiontycznych (wolnożyjących)                                     |

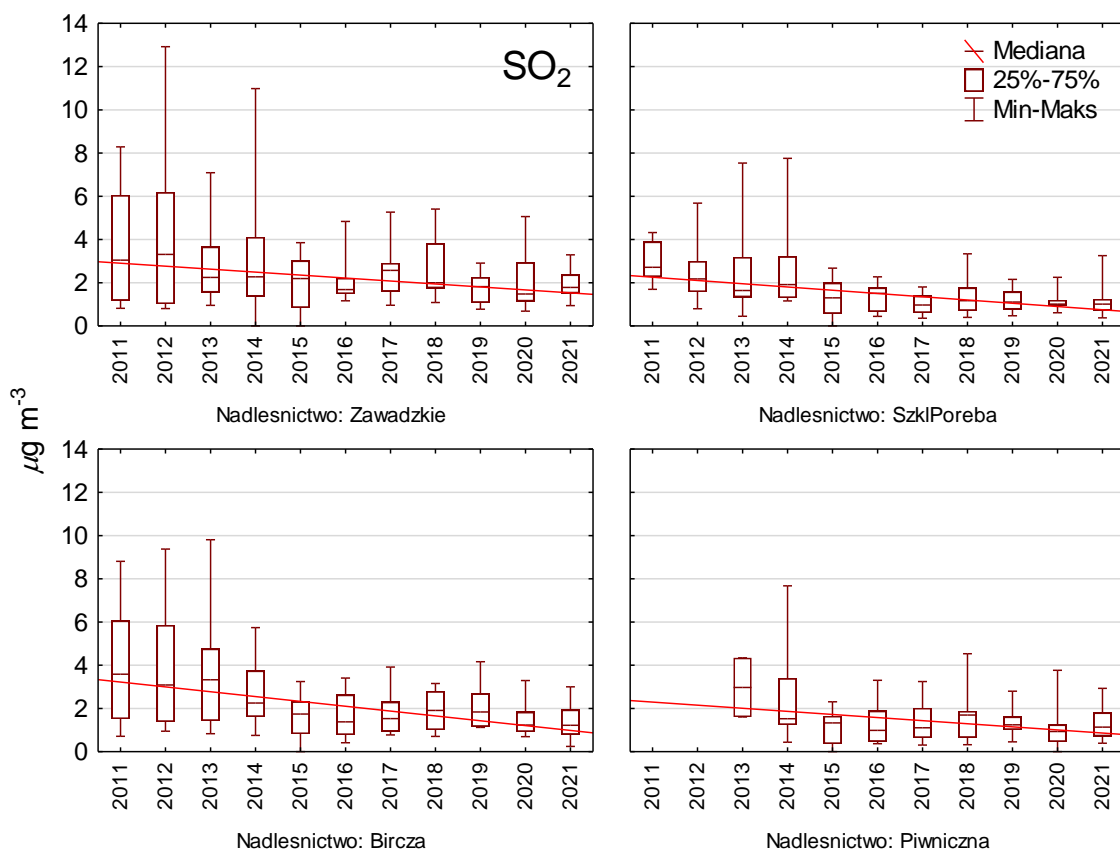




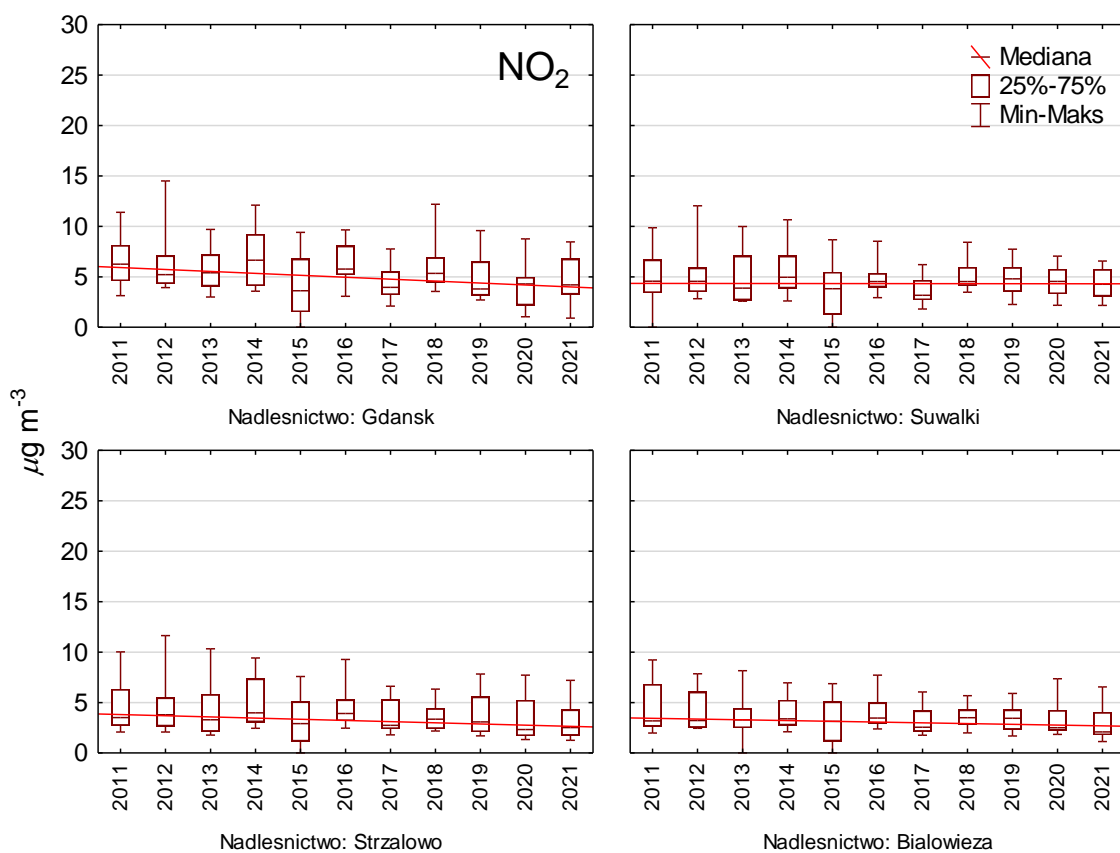
Rycina 14.1. Stężenia dwutlenku siarki w Polsce północnej i północno-wschodniej w latach 2011–2021



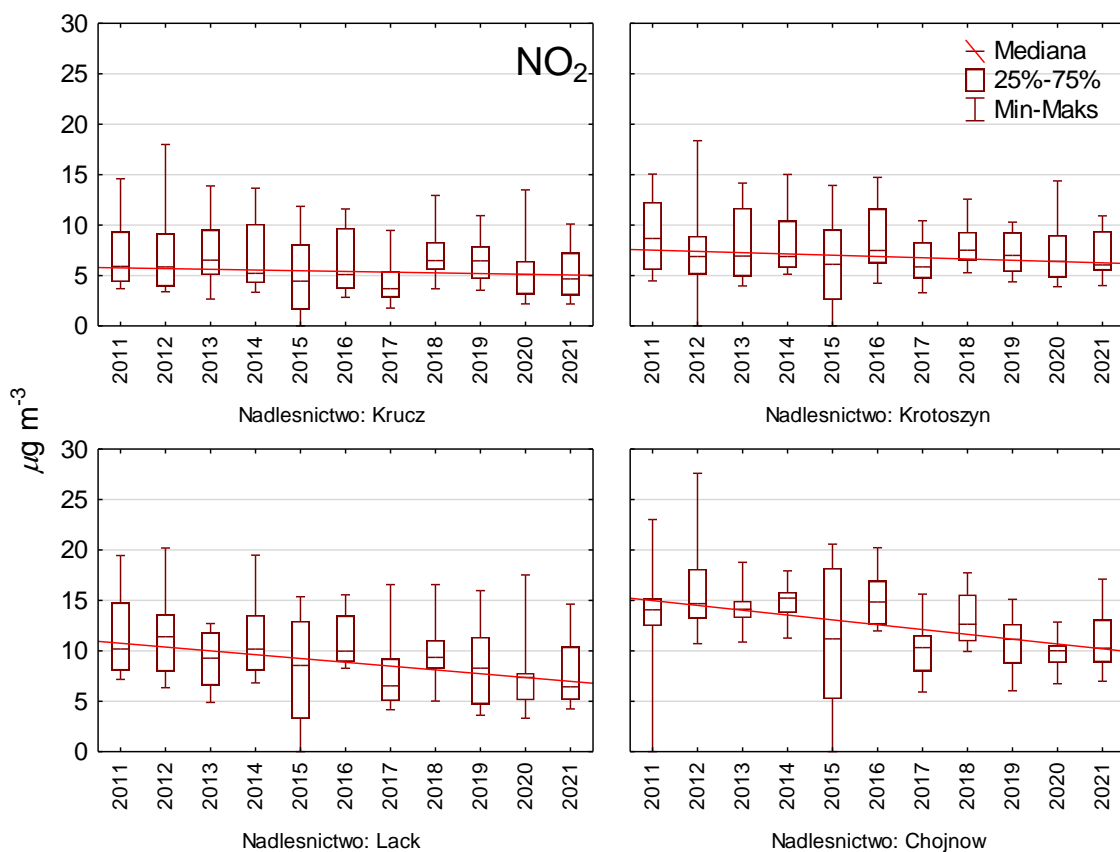
Rycina 14.2. Stężenia dwutlenku siarki w Polsce centralnej w latach 2011–2021



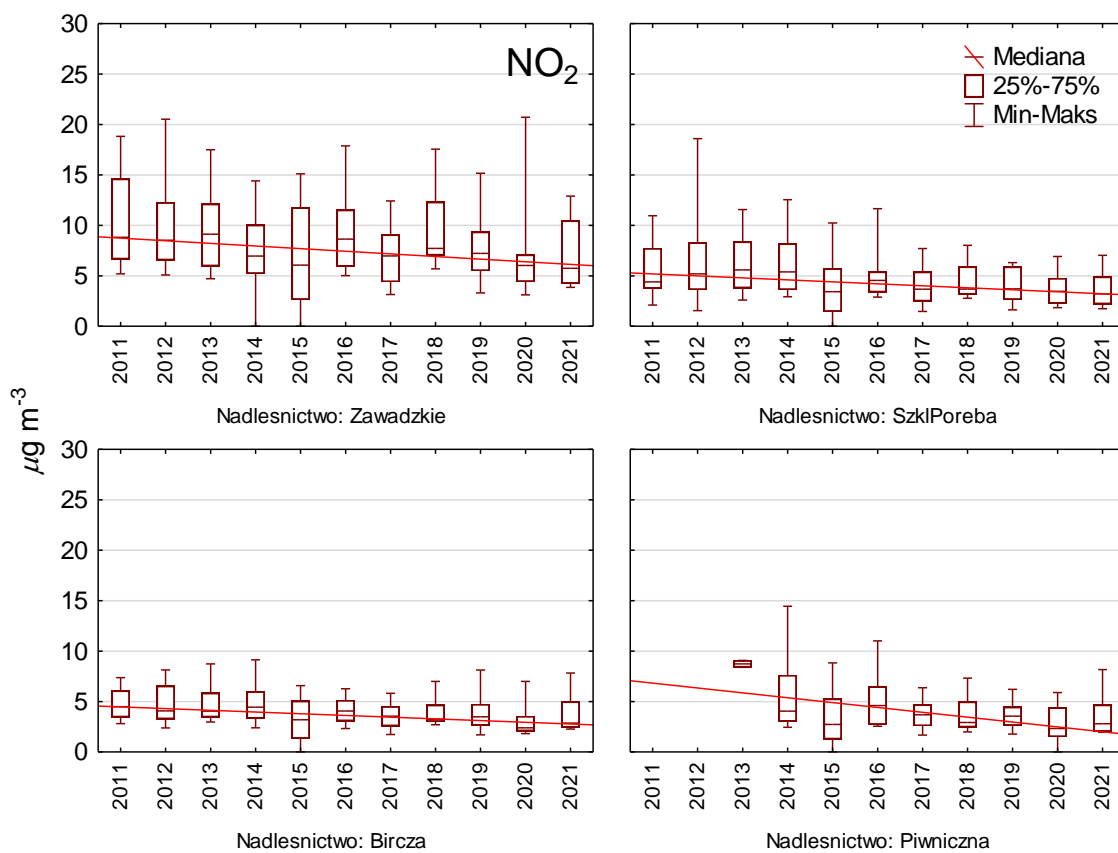
Rycina 14.3. Stężenia dwutlenku siarki w Polsce południowej w latach 2011–2021



Rycina 14.4. Stężenia dwutlenku azotu w Polsce północnej i północno-wschodniej w latach 2011–2021



Rycina 14.5. Stężenia dwutlenku azotu w Polsce centralnej w latach 2011–2021



Rycina 14.6. Stężenia dwutlenku azotu w Polsce południowej w latach 2011–2021

## CZEŚĆ V INFORMACJE OGÓLNE I PODSUMOWANIE

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

Najnowszy dostępny raport o stanie lasów w Europie (Forest Condition in Europe... 2021) zawiera dane za 2020 r. Wyniki dotyczące krajowych badań stanu koron drzew w lasach na stałych powierzchniach obserwacyjnych I rzędu Centrum ICP Forests uzyskało z 30 krajów (w tym z Belgii wyniki oddzielnie z regionów Flandrii i Walonii) (ryc. 15.1).

Należy podkreślić, że porównywanie wyników uzyskanych z poszczególnych krajów Europy może być obarczone błędem ze względu na znaczne zróżnicowanie warunków klimatycznych i przyrodniczych tych krajów, różną lesistość oraz strukturę gatunkową drzewostanów. Ponadto mimo wspólnych założeń metodycznych monitoringu nie udało się uniknąć różnic w szczegółowych rozwiązaniach stosowanych w różnych krajach.

Lepszą niż Polska lokatę w rankingu udziału drzew zdrowych (udziały wyższe) zanotowano dla gatunków razem – w 26 krajach (od 8,3% drzew zdrowych na Cyprze do 82,3% – w Serbii), dla gatunków iglastych – w 25 krajach (od 8,3% drzew zdrowych na Cyprze do 84,1% – w Serbii), a dla gatunków liściastych – w 19 krajach (od 14,7% drzew zdrowych w Belgii-Walonii do 82,1% – w Serbii) (tab. 15.1, ryc. 15.1).

Lepszą niż Polska lokatę w rankingu udziału drzew w klasach defoliacji 2 - 4 (udziały niższe) zanotowano dla gatunków razem – w ośmiu krajach (od 3,5% na Łotwie do 18,9% na Litwie), dla gatunków iglastych w siedmiu krajach (od 3,3% na Łotwie do 17,4% w Rumunii); dla gatunków liściastych – również w siedmiu krajach (od 3,8% na Łotwie do 15,4% na Litwie).

Gorszą niż Polska lokatę w rankingu udziału drzew zdrowych (udziały niższe) zanotowano dla gatunków razem – w dwóch krajach (na Słowacji i w Belgii-Flandrii), dla gatunków iglastych – w trzech krajach (na Słowacji, w Belgii-Walonii i w Belgii-Flandrii), dla gatunków liściastych – w sześciu krajach (we Francji, w Belgii-Flandrii, Luksemburgu, Czarnogórze, na Łotwie i na Słowacji) (tab. 15.1, ryc. 15.1).

Gorszą niż Polska lokatę w rankingu udziału drzew w klasach defoliacji 2 - 4 (udziały wyższe) zanotowano dla gatunków razem – w 21 krajach (od 20,0% drzew w klasach defoliacji 2-4 w Grecji do 67,3% – w Belgii-Walonii), dla gatunków iglastych – w 20 krajach (od 19,8% drzew w klasach defoliacji 2 - 4 w Belgii-Flandrii do 85,4% – w Belgii-Walonii), dla gatunków

liściastych – w 18 krajach (od 23,0% drzew w klasach defoliacji 2 - 4 w Hiszpanii do 65,4% – we Francji).

Dobłą kondycją zdrowotną (ponad 40% drzew zdrowych oraz do 20% drzew w klasach defoliacji 2-4) w zestawieniu dla gatunków razem charakteryzowały się drzewa w lasach Grecji, Rumunii, Serbii, Estonii, Norwegii i Szwecji, w zestawieniu dla gatunków iglastych – drzewa w lasach Turcji, Rumunii, Polski, Belgii-Flandrii, Norwegii i Szwecji, w zestawieniu dla gatunków liściastych – drzewa w lasach Estonii, Serbii, Rumunii i Grecji (tab. 15.1, ryc. 15.1).

Drzewa w złej kondycji zdrowotnej (do 25% drzew zdrowych oraz powyżej 30% drzew w klasach defoliacji 2 - 4) w zestawieniu dla gatunków razem występowały w lasach: Francji, Luksemburga, Belgii-Walonii, Niemiec, Włoch, Czarnogóry, Mołdawii, Słowenii, Słowacji i Czech; w zestawieniu dla gatunków iglastych – w lasach Francji, Belgii Walonii, Niemiec, Czarnogóry, Słowenii, Węgier, Słowacji i Czech; w zestawieniu dla gatunków liściastych – w lasach Francji, Luksemburga, Szwajcarii, Belgii-Walonii, Irlandii, Niemiec, Włoch, Czarnogóry, Mołdawii, Słowenii, Słowacji i Czech.

W Belgii-Walonii, Chorwacji, Bułgarii, Grecji Czechach, oraz na Węgrzech, Słowacji i Litwie kondycja zdrowotna drzew gatunków iglastych była gorsza niż gatunków liściastych (ryc. 15.2). W tych krajach zanotowano mniejsze udziały drzew zdrowych (różnica wynosiła od 2,3 do 34,4 punktu procentowego) i większe udziały drzew w klasach defoliacji 2 - 4 (różnica wynosiła od 5,6 do 34,4 punktu procentowego) wśród gatunków iglastych w porównaniu z gatunkami liściastymi. W kilku innych krajach kondycja zdrowotna drzew gatunków liściastych była znacznie gorsza niż gatunków iglastych. We Francji, w Szwajcarii, Luksemburgu, Belgii-Flandrii, Danii, Irlandii, Niemczech i we Włoszech zanotowano mniejsze udziały drzew zdrowych (różnica wynosiła od 3,0 do 30,5 punktu procentowego) i większe udziały drzew w klasach defoliacji 2-4 (różnica wynosiła od 4,2 do 43,6 punktu procentowego) wśród gatunków liściastych w porównaniu z gatunkami iglastymi.

W pięcioleciu 2016 - 2020 kondycja zdrowotna lasów, wyrażona udziałem drzew w klasach defoliacji 2 - 4, w wielu krajach nie ulegała dużym zmianom (tab. 15.2). Różnica między zanotowanym w kolejnych latach pięciolecia maksymalnym i minimalnym udziałem drzew w tych klasach nie przekracza 5 punktów procentowych. Dotyczy to zarówno krajów o stale dobrej kondycji zdrowotnej lasów, jak i tych, w których kondycja zdrowotna jest stale zła. W zestawieniu dla gatunków razem tak stabilną kondycją charakteryzowały się drzewa w lasach Łotwy, Estonii, Serbii i Turcji (lasy zdrowe, średnio w pięcioleciu do 11% drzew w

klasach defoliacji 2-4); Szwecji, Norwegii, Litwy, Polski, Rumunii i Grecji (lasy w średniej kondycji zdrowotnej, średnio w pięcioleciu od 13 do 20% drzew w klasach defoliacji 2 - 4); Włoszech, Słowenii i Czech (lasy w złej kondycji zdrowotnej, średnio w pięcioleciu od 36,5 do 55,7% drzew w klasach defoliacji 2 - 4).

W niektórych krajach, w ciągu pięciolecia 2016-2020, kondycja zdrowotna lasów ulegała znacznym wahaniom. Różnica między zanotowanym maksymalnym i minimalnym udziałem drzew w klasach defoliacji 2-4 przekraczała 15 punktów procentowych. W zestawieniu dla gatunków razem tak dużą zmiennością kondycji drzew w pięcioleciu charakteryzowały się lasy Danii i Luksemburga. W zestawieniu dla gatunków iglastych – była to Chorwacja i Luksemburg, w zestawieniu dla gatunków liściastych – Luksemburg, Niemcy i Dania.

Tabela 15.1. Procentowy udział drzew w klasach defoliacji (gatunki iglaste, liściaste i razem) w krajach Europy w 2020 r. na podstawie krajowych inwentaryzacji\*) według rosnących wartości w klasach 2-4

| Kraj            | Iglaste razem |                   |             |
|-----------------|---------------|-------------------|-------------|
|                 | Klasa 0       | Klasa 1           | Klasy 2-4   |
| Łotwa           | 11,3          | 85,4              | 3,3         |
| Estonia         | 48,0          | 46,0              | 6,0         |
| Serbia          | 84,1          | 7,2               | 8,7         |
| Irlandia        | 50,5          | 39,7              | 9,8         |
| Turcja          | 35,8          | 52,5              | 11,7        |
| Norwegia        | 44,1          | 38,7              | 17,2        |
| Rumunia         | 49,1          | 33,5              | 17,4        |
| <b>Polska</b>   | <b>6,2</b>    | <b>76,3</b>       | <b>17,5</b> |
| Szwecja         | 50,5          | 32,0              | 17,5        |
| Belgia Flandria | 6,0           | 74,2              | 19,8        |
| Hiszpania       | 17,7          | 61,5              | 20,8        |
| Litwa           | 12,4          | 66,6              | 21,0        |
| Andora          | 13,5          | 64,9              | 21,6        |
| Dania           | 39,3          | 38,8              | 21,9        |
| Szwajcaria      | 23,0          | 53,7              | 23,3        |
| Cypr            | 8,3           | 65,7              | 26,0        |
| Włochy          | 38,2          | 34,9              | 26,9        |
| Grecja          | 39,2          | 31,7              | 29,1        |
| Niemcy          | 22,3          | 44,2              | 33,5        |
| Luksemburg      | 31,4          | 32,4              | 36,2        |
| Czarnogóra      | 21,5          | 40,3              | 38,2        |
| Słowenia        | 24,2          | 34,7              | 41,1        |
| Francja         | 23,9          | 33,7              | 42,4        |
| Węgry           | 18,0          | 34,0              | 48,0        |
| Bułgaria        | 27,2          | 24,7              | 48,1        |
| Chorwacja       | 25,8          | 25,5              | 48,7        |
| Słowacja        | 4,7           | 44,0              | 51,3        |
| Czechy          | 11,9          | 23,9              | 64,2        |
| Belgia Walonia  | 0,6           | 14,0              | 85,4        |
| Mołdawia        | tylko         | gatunki liściaste |             |

| Kraj            | Liściaste razem |                 |             |
|-----------------|-----------------|-----------------|-------------|
|                 | Klasa 0         | Klasa 1         | Klasy 2-4   |
| Łotwa           | 6,6             | 89,6            | 3,8         |
| Estonia         | 54,0            | 40,0            | 6,0         |
| Serbia          | 82,1            | 11,0            | 6,9         |
| Rumunia         | 50,9            | 37,0            | 12,1        |
| Turcja          | 39,9            | 47,9            | 12,2        |
| Grecja          | 73,6            | 13,5            | 12,9        |
| Litwa           | 19,3            | 65,3            | 15,4        |
| <b>Polska</b>   | <b>11,0</b>     | <b>66,4</b>     | <b>22,6</b> |
| Hiszpania       | 19,2            | 57,8            | 23,0        |
| Bułgaria        | 31,0            | 45,3            | 23,7        |
| Chorwacja       | 35,5            | 38,5            | 26,0        |
| Dania           | 36,3            | 37,6            | 26,1        |
| Belgia Flandria | 8,1             | 62,3            | 29,6        |
| Słowacja        | 7,0             | 59,2            | 33,8        |
| Szwajcaria      | 24,8            | 40,7            | 34,5        |
| Węgry           | 28,3            | 36,2            | 35,5        |
| Czechy          | 20,6            | 43,1            | 36,3        |
| Słowenia        | 15,4            | 48,0            | 36,6        |
| Czarnogóra      | 10,1            | 52,5            | 37,4        |
| Mołdawia        | 24,0            | 37,0            | 39,0        |
| Włochy          | 18,3            | 42,1            | 39,6        |
| Niemcy          | 18,5            | 38,3            | 43,2        |
| Belgia Walonia  | 14,7            | 34,3            | 51,0        |
| Irlandia        | 20,0            | 26,6            | 53,4        |
| Luksemburg      | 5,4             | 31,8            | 62,8        |
| Francja         | 8,7             | 25,9            | 65,4        |
| 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   |
| Łotwa           | 10,0          | 86,5        | 3,5         |
| Estonia         | 48,7          | 45,3        | 6,0         |
| Serbia          | 82,3          | 10,5        | 7,1         |
| Turcja          | 37,4          | 50,8        | 11,9        |
| Rumunia         | 50,6          | 36,5        | 12,9        |
| Norwegia        | 44,1          | 38,7        | 17,2        |
| Szwecja         | 50,5          | 32,0        | 17,5        |
| Litwa           | 15,0          | 66,1        | 18,9        |
| <b>Polska</b>   | <b>8,0</b>    | <b>72,6</b> | <b>19,4</b> |
| Grecja          | 58,6          | 21,4        | 20,0        |
| Irlandia        | 42,8          | 36,4        | 20,8        |
| Andora          | 13,2          | 65,3        | 21,5        |
| Hiszpania       | 18,4          | 59,7        | 21,9        |
| Dania           | 37,8          | 38,2        | 24,0        |
| Belgia Flandria | 7,2           | 67,5        | 25,3        |
| Cypr            | 8,3           | 65,7        | 26,0        |
| Szwajcaria      | 23,5          | 50,1        | 26,4        |
| Chorwacja       | 34,1          | 36,5        | 29,4        |
| Bułgaria        | 29,4          | 36,3        | 34,3        |
| Włochy          | 23,6          | 40,2        | 36,2        |
| Węgry           | 27,3          | 36,0        | 36,7        |
| Niemcy          | 20,7          | 41,8        | 37,5        |
| Czarnogóra      | 12,9          | 49,5        | 37,6        |
| Słowenia        | 18,3          | 43,6        | 38,1        |
| Mołdawia        | 24,0          | 37,1        | 38,9        |
| Słowacja        | 6,1           | 53,5        | 40,4        |
| Luksemburg      | 13,9          | 32,1        | 54,0        |
| Czechy          | 14,3          | 29,0        | 56,7        |
| Francja         | 14,0          | 28,6        | 57,4        |
| Belgia Walonia  | 8,0           | 24,7        | 67,3        |

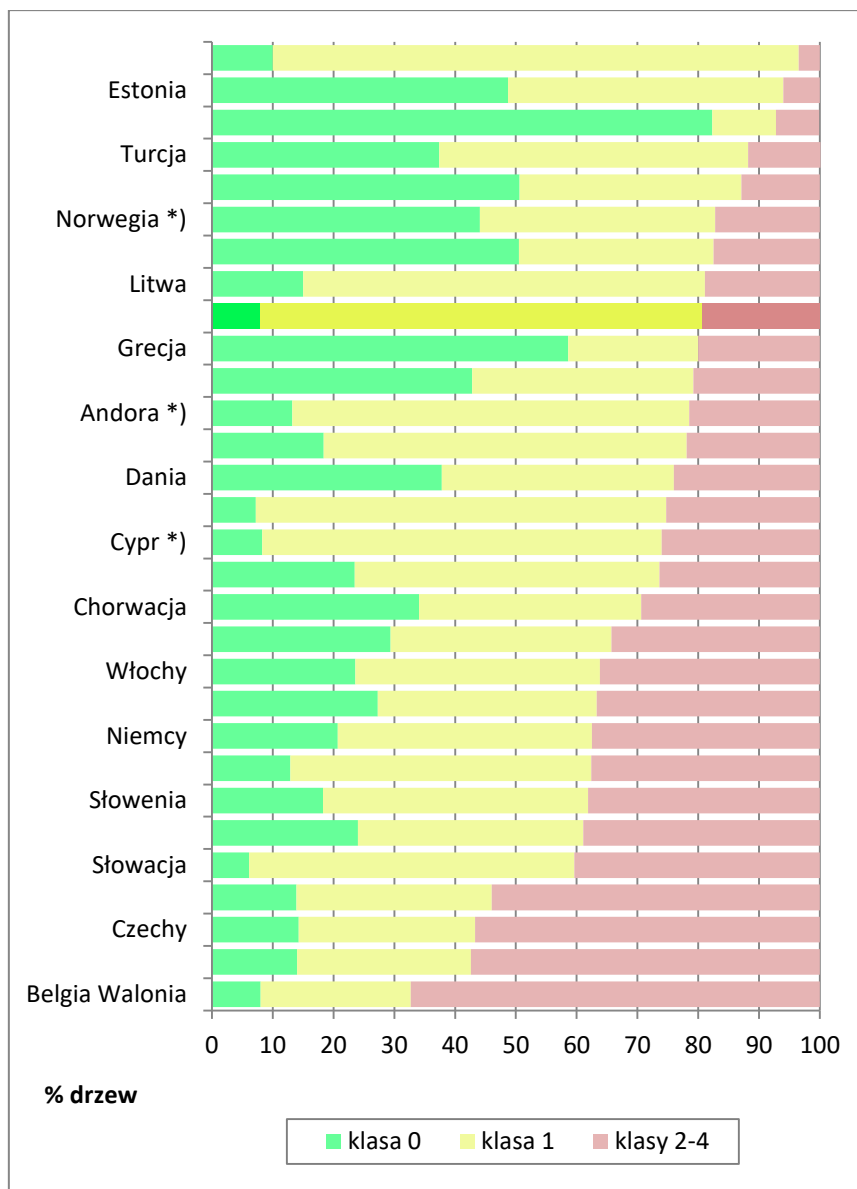
\*) wg Michel A, Prescher A-K, Schwärzel K, editors (2020) Forest Condition in Europe. The 2020 Assessment. ICP Forests Technical Report under the UNECE Convention on Long-range Transboundary Air Pollution (Air Convention). Online supplementary material available at <http://icp-forests.net/page/icp-forests-technical-report>

Tabela 15.2. Zmiany w udziale drzew w klasach defoliacji 2-4 w latach 2016-2020 w krajach Europy na podstawie krajowych inwentaryzacji \*)

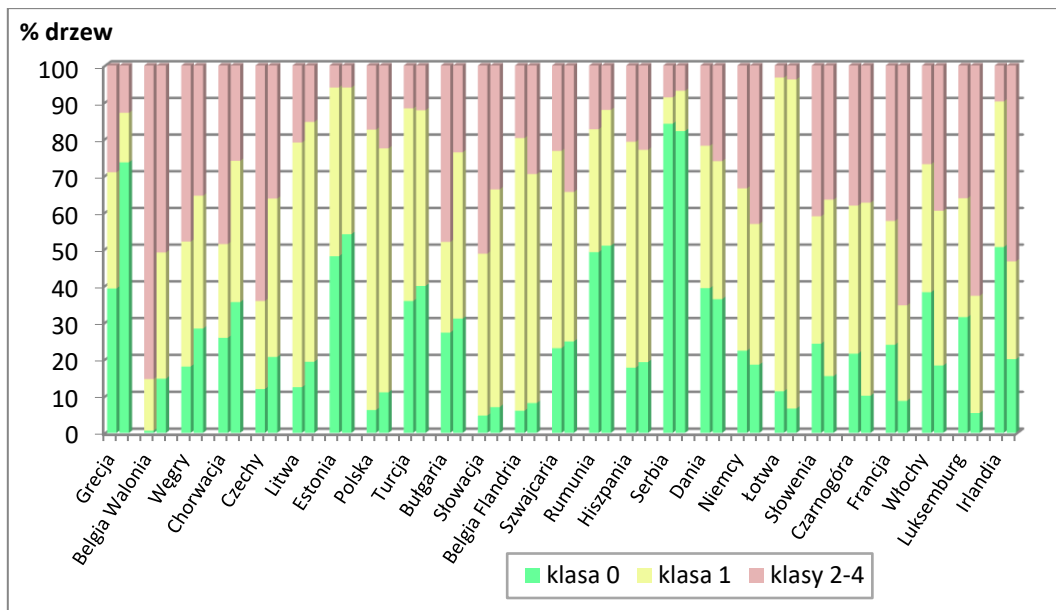
| Kraj          | Iglaste razem |             |             |             |             | Liściaste razem |             |             |             |             | Gatunki razem |             |             |             |             |
|---------------|---------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-----------------|-------------|-------------|-------------|-------------|---------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
|               | 2016          | 2017        | 2018        | 2019        | 2020        | 2016            | 2017        | 2018        | 2019        | 2020        | 2016          | 2017        | 2018        | 2019        | 2020        |
| Belgia        | 24,6          | 26,8        | 27,7        | 33,5        | 33,9        | 27,4            | 26,2        | 27,7        | 30,2        | 33,7        | 26,1          | 26,6        | 27,7        | 31,7        | 33,9        |
| Bułgaria      | 39,9          | 37,0        | 45,0        | 45,4        | 48,1        | 22,3            | 20,5        | 21,8        | 20,3        | 23,7        | 29,9          | 27,7        | 31,9        | 31,2        | 34,3        |
| Chorwacja     | 51,0          | 35,0        | 47,0        | 53,6        | 48,7        | 24,7            | 24,0        | 27,8        | 26,4        | 26,0        | 28,5          | 25,6        | 30,8        | 30,3        | 29,4        |
| Cypr          | 35,0          | 23,6        | 33,5        | 29,6        | 26,0        | -               | -           | -           | -           | -           | 35,0          | 23,6        | 33,5        | 29,6        | 26,0        |
| Czarnogóra    | 28,1          | 23,6        | 30,9        | -           | 38,2        | 27,1            | 27,6        | 34,8        | -           | 37,4        | 27,3          | 26,6        | 33,6        | -           | 37,6        |
| Czechy        | 60,3          | 60,3        | 63,0        | 64,3        | 64,2        | 34,7            | 31,6        | 35,6        | 37,5        | 36,3        | 54,3          | 53,6        | 56,4        | 57,4        | 56,7        |
| Dania         | 11,3          | 11,8        | 15,2        | 22,0        | 21,9        | 19,7            | 14,4        | 30,0        | 46,0        | 26,1        | 14,8          | 12,9        | 21,4        | 32,3        | 24,0        |
| Estonia       | 6,7           | 5,5         | 9,3         | 5,8         | 6,0         | 5,2             | 3,3         | 4,1         | 5,1         | 6,0         | 6,4           | 5,2         | 8,5         | 5,7         | 6,0         |
| Francja       | 39,3          | 38,8        | 40,0        | 42,0        | 42,4        | 53,5            | 54,2        | 58,8        | 62,2        | 65,4        | 48,6          | 48,8        | 52,2        | 55,1        | 57,4        |
| Grecja        | -             | 32,1        | 26,2        | 28,7        | 29,1        | -               | 14,6        | 14,4        | 15,5        | 12,9        | -             | 20,2        | 18,4        | 20,7        | 20,0        |
| Hiszpania     | 20,9          | 26,2        | 23,1        | 26,7        | 20,8        | 22,7            | 29,3        | 22,4        | 27,0        | 23,0        | 21,9          | 27,8        | 22,7        | 26,9        | 21,9        |
| Litwa         | 21,7          | 23,5        | 21,1        | 21,7        | 21,0        | 20,0            | 17,8        | 14,2        | 15,2        | 15,4        | 21,0          | 21,1        | 18,5        | 19,2        | 18,9        |
| Luksemburg    | 17,4          | 17,7        | 16,2        | 35,5        | 36,2        | 49,0            | 37,2        | 39,7        | 57,4        | 62,8        | 38,2          | 30,3        | 31,3        | 50,1        | 54,0        |
| Łotwa         | 4,9           | 5,3         | 3,9         | 4,6         | 3,3         | 8,3             | 5,2         | 8,8         | 8,1         | 3,8         | 5,7           | 5,3         | 5,1         | 5,5         | 3,5         |
| Mołdawia      | 21,6          | 19,6        | -           | 19,2        | 17,0        | 26,5            | 28,7        | -           | 28,0        | 39,0        | 26,5          | 28,7        | -           | 28,0        | 38,9        |
| Niemcy        | 22,3          | 19,5        | 22,8        | 31,2        | 33,5        | 35,7            | 27,5        | 37,1        | 43,6        | 43,2        | 28,0          | 22,7        | 28,7        | 36,4        | 37,5        |
| Norwegia      | 15,5          | 19,0        | 15,5        | 16,5        | 17,2        | -               | -           | -           | -           | -           | 15,5          | 19,0        | 15,5        | 16,5        | 17,2        |
| <b>Polska</b> | <b>17,1</b>   | <b>18,4</b> | <b>17,2</b> | <b>19,6</b> | <b>17,5</b> | <b>24,0</b>     | <b>23,3</b> | <b>21,1</b> | <b>23,9</b> | <b>22,6</b> | <b>19,5</b>   | <b>20,2</b> | <b>18,6</b> | <b>21,2</b> | <b>19,4</b> |
| Rumunia       | 10,4          | 10,7        | 10,3        | 13,7        | 17,4        | 14,2            | 15,3        | 15,8        | 11,2        | 12,1        | 13,4          | 14,5        | 14,8        | 11,6        | 12,9        |
| Serbia        | 13,5          | 12,0        | 10,2        | 9,8         | 8,7         | 11,0            | 11,8        | 12,1        | 8,7         | 6,9         | 11,3          | 11,8        | 11,9        | 8,9         | 7,1         |
| Słowacja      | 45,6          | 41,6        | 49,7        | 45,3        | 51,3        | 36,5            | 26,7        | 38,4        | 34,8        | 33,8        | 40,3          | 32,6        | 42,7        | 38,8        | 40,4        |
| Słowenia      | 38,6          | 40,6        | 40,3        | 42,7        | 41,1        | 31,1            | 35,1        | 33,7        | 35,1        | 36,6        | 33,9          | 37,0        | 36,0        | 37,7        | 38,1        |
| Szwajcaria    | 24,9          | 33,4        | 22,1        | 33,6        | 23,3        | 25,9            | 34,7        | 26,6        | 33,2        | 34,5        | 25,2          | 33,7        | 23,5        | 33,5        | 26,4        |
| Szwecja       | 16,4          | 18,2        | 17,6        | 17,1        | 17,8        | -               | -           | -           | -           | -           | 16,4          | 18,2        | 17,6        | 17,1        | 17,8        |
| Turcja        | 9,1           | 8,2         | 10,2        | 11,4        | 11,7        | 11,0            | 9,8         | 11,0        | 13,1        | 12,2        | 9,8           | 8,8         | 10,5        | 12,1        | 11,9        |
| Węgry         | 52,8          | 44,9        | 52,3        | 43,2        | 48,0        | 32,5            | 40,6        | 46,8        | 34,3        | 35,5        | 34,6          | 41,0        | 47,3        | 35,1        | 36,7        |
| Włochy        | 19,6          | 21,8        | 28,1        | 28,8        | 26,9        | 39,5            | 45,0        | 43,4        | 38,1        | 39,6        | 34,7          | 39,0        | 39,0        | 36,0        | 36,2        |

\*) wg Michel A, Prescher A-K, Schwärzel K, editors (2021) Forest Condition in Europe. The 2021 Assessment. ICP Forests Technical Report under the UNECE Convention on Long-range Transboundary Air Pollution (Air Convention). Online supplementary material available at <http://icp-forests.net/page/icp-forests-technical-report>





Rycina 15.1 Udział drzew (gatunki razem) w klasach defoliacji w krajach Europy w 2020 r., kraje uszeregowane według wzrastającego udziału drzew w klasach defoliacji 2–4 (\* - tylko gatunki iglaste, \*\* - tylko gatunki liściaste)



Rycina 15.2 Udział drzew gatunków iglastych (słupki po lewej stronie) i gatunków liściastych (słupki po prawej stronie) w klasach defoliacji w kolejności największej różnicy udziału drzew zdrowych pomiędzy gatunkami iglastymi i liściastymi w krajach Europy w 2020 r.

## 16. PODSUMOWANIE WYNIKÓW – PAWEŁ LECH

Wyniki obserwacji, pomiarów i analiz wykonanych w 2021 roku pozwalają na sformułowania następujących wniosków:

### Liczebność Stałych Powierzchni Obserwacyjnych

- Liczba stałych powierzchni obserwacyjnych I rzędu poddanych obserwacjom w 2021 roku wyniosła 2068, w tym 1411 powierzchni w lasach będących w zarządzie Lasów Państwowych, 526 powierzchni w lasach będących własnością osób fizycznych, 36 powierzchni w granicach parków narodowych oraz 95 powierzchni w lasach pozostałych form własności.

### Stan zdrowotny drzewostanów

- Średnia defoliacja wszystkich gatunków razem wynosiła 22,4%, iglastych razem – 22,6%, a liściastych razem – 21,9%. Były to wartości niższe niż w roku 2020, w przypadku drzew liściastych nawet o 1,5 punktu procentowego. Udział drzew wszystkich gatunków o defoliacji do 10% wynosił 9,7%, a udział drzew o defoliacji powyżej 25% – 17,1%. Gatunki liściaste charakteryzowały się wyższym udziałem drzew zdrowych (14,3%) oraz wyższym udziałem drzew o podwyższonej defoliacji (17,9%) niż gatunki iglaste (odpowiednio: 6,8% i 16,6%).
- Na podstawie średniej defoliacji za gatunki o najwyższej zdrowotności uznano buk, jodłę i olszę (średnia defoliacja równa odpowiednio 17,0%, 18,4% i 19,4%). Wysoką średnią defoliacją charakteryzowały się świerk (25,5%) i dąb (25,9%). Podobne uszeregowanie gatunków drzew uzyskano porównując udziały drzew o defoliacji do 10%, jak i o defoliacji powyżej 25%.
- Kolejność gatunków od najbardziej do najmniej zdrowych (ustalona na podstawie analizy średniej defoliacji, udziału drzew o defoliacji do 10% i udziału drzew o defoliacji powyżej 25%) była następująca: buk << jodła < olsza < inne liściaste < inne iglaste < brzoza, sosna << świerk, brzoza < dąb.
- W przypadku większości głównych lasotwórczych gatunków drzew i wszystkich drzew razem wraz z wiekiem rosła średnia defoliacja. Najsilniej było to widoczne u dębu, brzozy i jodły, słabiej u świerka, olszy i buka, natomiast w odniesieniu do sosny takiej zależności nie stwierdzono.
- Udział drzew o defoliacji do 10% (gatunki razem) w układzie rdLP zawierał się w przedziale od 1,2% w RDLP w Zielonej Górze do 29,8% w RDLP w Krośnie. Udział drzew o defoliacji powyżej 25% zawierał się w przedziale od 7,8% w RDLP w Gdańsku do 29,2% w RDLP w Poznaniu. Średnia defoliacja zawierała się w przedziale od 17,0% w RDLP w Krośnie do 25,7% w RDLP w Lublinie.

- Regionalne dyrekcje LP pogrupowano według poziomu zdrowotności lasów, od najbardziej do najmniej zdrowych, ich kolejność jest następująca: Krosno << Katowice, Gdańsk, Kraków, Szczecin, Toruń < Łódź, Olsztyn, Radom < Białystok, Szczecinek < Wrocław, Piła, Poznań, Zielona Góra, Warszawa < Lublin.
- Udział drzew o defoliacji do 10% (gatunki razem) w układzie województw zawierał się w przedziale od 5,0% w województwie lubuskim do 24,0% w województwie podkarpackim. Udział drzew o defoliacji powyżej 25% zawierał się w przedziale od 8,2% w województwie pomorskim do 27,6% w województwie wielkopolskim. Średnia defoliacja zawierała się w przedziale od 18,5% w województwie podkarpackim do 24,9% w województwie lubelskim.
- Uszeregowanie grup województw pod względem zdrowotności lasów w kolejności od najbardziej do najmniej zdrowych przedstawiało się jak następuje: podkarpackie < pomorskie, śląskie < warmińsko-mazurskie, podlaskie, kujawsko-pomorskie < opolskie, łódzkie, świętokrzyskie, małopolskie, zachodniopomorskie < dolnośląskie, lubuskie < mazowieckie, lubelskie < wielkopolskie.
- Udział drzew o defoliacji do 10% (gatunki razem) w układzie krain przyrodniczo-leśnych zawierał się w przedziale od 4,3% w Krainie Sudeckiej do 18,1% w Krainie Karpackiej. Udział drzew o defoliacji powyżej 25% zawierał się w przedziale od 10,4% w Krainie Mazursko-Podlaskiej do 22,2% w Krainie Mazowiecko-Podlaskiej. Średnia defoliacja zawierała się w przedziale od 19,8% w Krainie Karpackiej do 24,4% w Krainie Mazowiecko-Podlaskiej.
- Kolejność grup krain przyrodniczo-leśnych według poziomu zdrowotności lasów, od najbardziej do najmniej zdrowych przedstawiała się jak następuje: Karpacka < Bałtycka, Małopolska, Mazursko-Podlaska < Wielkopolsko-Pomorska, Sudecka, Śląska < Mazowiecko-Podlaska.
- Ze względu na małą liczbę drzew (720) poddanych analizie uszeregowanie parków narodowych od najbardziej do najmniej zdrowych jest wysoce niepewne. Ogółem w parkach narodowych udział drzew zdrowych zawierał się w przedziale od 0% do 40%, udział drzew o defoliacji powyżej 25% – w przedziale od 0% do 70%, a średnia defoliacja – od 14% do 35%.
- W ciągu dziesięciolecia 2012-2021 poziom zdrowotności lasów był zróżnicowany. Ogółem w skali kraju najlepszą kondycję drzew gatunków razem obserwowano w latach 2013–2015, najgorszą – w latach 2019–2020. W latach 2013–2015 udział drzew zdrowych zawierał się w przedziale od 11,6% do 13,7%, udział drzew o defoliacji ponad 25% – od 16,7% do 18,9%, a średnia defoliacja – od 21,5% do 21,9%. W latach 2019 i 2020 udział drzew zdrowych był niższy i wynosił 8,3% i 8,0%, udział drzew o defoliacji ponad 25% był wyższy – 21,1% i 19,4%, podobnie średnia defoliacja – 23,4% i 23,1%.
- Kolejność gatunków od najbardziej do najmniej zdrowych w okresie 2012-2021 przedstawiała się następująco: buk << olsza, jodła < inne liściaste, inne iglaste, sosna < świerk, brzoza << dąb

- W latach 2012-2021 najbardziej stabilną kondycją zdrowotną charakteryzowała się sosna, największą zmiennością kondycji charakteryzowały się buk i dąb.

### **Symptomy i przyczyny uszkodzeń drzewostanów**

- W 2021 roku stwierdzono 49 942 uszkodzenia drzew, które występowały na ponad 77,53% wszystkich drzew ocenianych na SPO I rzędu.
- Najsilniej uszkodzonymi gatunkami liściastymi były dęby, a z gatunków iglastych – świerk.
- Najczęściej uszkodzaną częścią drzew iglastych oraz buka była strzała, zaś pozostałych gatunków liściastych – liście.
- Najczęściej występującym symptomem uszkodzenia drzew był „ubytek liści/igieł”.
- Wśród czynników sprawczych dominowały „konkurencja i inne czynniki” (głównie konkurencja) oraz owady (przede wszystkim owady liściożerne), uszkadzające w największym stopniu gatunki liściaste.
- Występowanie uszkodzeń powodowanych przez jemiolę zwiększało się w ostatnich 13 latach. W 2021 roku porażonych było łącznie 11 gatunków drzew, najsilniej jodła i sosna. W 2021 roku, tak jak w latach poprzednich, jemiola była czynnikiem sprawczym o największej dynamice wzrostu (wzrost liczby uszkodzeń o 16,8% względem 2020 r.).

### **Warunki klimatyczno-wodne panujące na terenach leśnych Polski w 2021 roku**

- W roku 2021 r. zagrożenie suszą praktycznie nie występowało na terenie Polski. Okresowe, niewielkie niedobory wody dostępnej dla roślin występowały jedynie na terenie południowej Wielkopolski oraz w rejonie Puszczy Białowieskiej.
- W porównaniu z 2019 i 2020 r. warunki wodne w 2021 r. były korzystniejsze dla wzrostu drzew, biorąc pod uwagę zarówno cały rok, jak i okres wegetacyjny. Wydaje się, że poprawa dostępności wody dla drzew była główną przyczyną zmniejszenia się defoliacji drzew w roku 2021.

### **Zdrowotność drzewostanów na obszarach Natura 2000**

- Na koniec 2021 roku liczba obszarów sieci Natura 2000 w Polsce zwiększyła się w porównaniu do roku poprzedniego o 17 i wynosi 1002. Zajmowały one 19,5% powierzchni Polski.
- W roku 2021 na obszarach sieci Natura 2000 znajdowało się 675 czynnych powierzchni monitoringu leśnego (I i II rzędu, w tym monitoringu intensywnego), co stanowiło około 30,7% wszystkich aktywnych SPO.
- Średnie wartości defoliacji drzew rosnących w lasach na obszarach ochrony siedlisk (SOO) i obszarach ochrony ptaków (OSO) wynosiły w roku 2021 około 21 - 22% i mieściły się w klasie 1 (lekkiej defoliacji). Wartości te zmniejszyły się względem roku poprzedniego o około 0,9-1,5 punktu procentowego.

### **Warunki meteorologiczne na SPO MI**

- Rok 2021 był pod względem termicznym zbliżony do średniej wieloletniej 1991–2020 i nieco bardziej obfity w opady, które wyniosły 101% normy wieloletniej.
- Średnia roczna temperatura ze wszystkich 12 stacji monitoringu intensywnego mierzona na wysokości +2 m wyniosła w 2021 r. +7,7°C i była o 1,3°C niższa niż w roku 2020.
- Średnia temperatura okresu wegetacyjnego wynosiła 14,1°C i była o 0,2°C niższa niż w roku 2020.
- Temperaturę maksymalną (+35,3°C) zarejestrowano 22 czerwca w Kruczu i była ona o 0,2°C wyższa od najwyższej temperatury roku 2020 zmierzonej na stacji w Chojnowie.
- Najwyższa suma opadów w całym roku i w sezonie wegetacyjnym wystąpiła w Szklarskiej Porębie (1373,4 mm i 790,6 mm).
- Najmniej opadów w okresie roku zarejestrowano na stacji w Krotoszynie (496,0 mm), zaś w sezonie wegetacyjnym w Kruczu (280,6 mm).
- Łączna długość okresów posuchy w okresie wegetacyjnym 2021 roku z opadami <5mm w okresie 14 dni zawierała od 0 dni w Białowieży do 75 dni w Łącku. Ponad dwutygodniowe okresy bez opadów wystąpiły w sezonie wegetacyjnym dwukrotnie w Łącku, jednokrotnie w Kruczu, Krotoszynie. Na pozostałych SPO MI takich okresów nie odnotowano.
- Najwyższą średnią dobową prędkość wiatru (23,9 m/s) zarejestrowano 23 września 2021 r. na stacji w Krotoszynie.
- Na tle ostatnich lat rok 2021 wydaje się najkorzystniejszy ze względu na niższe temperatury i wyższe opady zarówno w ciągu całego roku jak i w okresie wegetacyjnym.

### **Zanieczyszczenia powietrza na SPO MI**

- Łączna depozycja siarki i azotu z atmosfery w 2021 roku była niska w nadleśnictwach Polski północnej i północno-wschodniej, tj. w Białowieży, Gdańsku, Strzałowie i Suwałkach (2,1–2,9 kg N+S ha<sup>-1</sup> rok<sup>-1</sup>). Powierzchnie zlokalizowane w górach i na pogórzu: Szklarska Poręba, Piwniczna i Bircza wyróżniały się nieco wyższymi, ale wciąż dość niskimi wartościami sumarycznej depozycji N-NO<sub>2</sub> i S-SO<sub>2</sub> (2,9 – 3,0 kg N+S ha<sup>-1</sup> rok<sup>-1</sup>). W Wielkopolsce: w Krotoszynie i Kruczu obciążenie sumarycznym ładunkiem zanieczyszczeń gazowych było pośrednie i wyniosło odpowiednio 3,4 i 3,6 kg N+S ha<sup>-1</sup>. Wyższy poziom depozycji reprezentowała powierzchnia w Łącku na Mazowszu (4,4 kg N+S ha<sup>-1</sup>). Najbardziej obciążone zanieczyszczeniami atmosferycznymi są SPO MI w Chojnowie i Zawadzkiem. W roku 2021 depozycja wynosiła tam odpowiednio 5,5 kg N+S ha<sup>-1</sup> i 5,1 kg N+S ha<sup>-1</sup>.
- Prognozy wskazują, że w Polsce centralnej, w rejonach o wysokiej i średniej depozycji gazowych zanieczyszczeń powietrza, zagrożenie dla ekosystemów ze strony SO<sub>2</sub> i NO<sub>2</sub> będzie się utrzymywać, nawet po wdrożeniu ustaleń zrewidowanego Protokołu z Göteborga.

### **Depozyt jonów wnoszony z opadami atmosferycznymi 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 17,1 do 35,4 kg ha<sup>-1</sup>. Depozycja w Piwnicznej i Suwałkach była wyższa niż w roku 2020 (wzrost o odpowiednio 16% i 24%), natomiast w Chojnowie, Strzałowie i Gdańsku odnotowano spadek o 11-12%. Na pozostałych powierzchniach (Białowieża, Łąck, Bircza, Krucz, Krotoszyn, Zawadzkie i Szklarska Poręba) depozycja zmieniła się od -4% do 3% w stosunku do roku 2020.

- Sumaryczny depozyt pierwiastków śladowych, tj. żelaza, manganu, glinu oraz metali ciężkich: cynku, miedzi, kadmu i ołowiu w kg ha<sup>-1</sup> wynosił od 1,2 do 2,4% depozytu rocznego wszystkich składników. Na metale ciężkie, wśród których ilościowo dominował cynk, przypadło od 0,7 do 1,2%, tj. od 0,15 do 0,28 kg ha<sup>-1</sup> rok<sup>-1</sup>. Największe ilości metali ciężkich zanotowano na SPO MI w Szklarskiej Porębie (0,28 kg ha<sup>-1</sup> rok<sup>-1</sup>).
- W opadach na SPO MI średnie pH mieściło się w granicach od 5,1 do 6,0. Minimalną wartość osiągnęło ono w styczniu w Piwnicznej, a maksymalną w kwietniu w Gdańsku. Udział miesięcznych opadów o pH niższym od 5,0 – częstszych w okresie zimowym – wyniósł 16% i z ponad dziesięcioletnich pomiarów wynika, że udział ten sukcesywnie spada.
- Najwyższa kwasowość opadów mierzona średnią roczną wartością pH wystąpiła na Śląsku w Zawadzkim (pH 5,1), w nadleśnictwach rejonów górskich, tj. w Piwnicznej (pH 5,1), Szklarskiej Porębie i Birczy (pH 5,3), a także w Gdańsku i Białowieży (pH 5,2 – 5,3).
- Na SPO MI w 2021 roku 67% przeanalizowanych próbek opadów otwartej przestrzeni przyjmowało ujemne wartości ANC. Udział jonów o charakterze zakwaszającym (SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, Cl<sup>-</sup> i NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) w depozycie wyrażonym sumą ładunku molarnego dominował na każdej z powierzchni i wynosił od 56 do 69%. Przewaga jonów zakwaszających nad jonami zasad była największa na SPO MI w Krotoszynie, Zawadzkim i Szklarskiej Porębie.

### **Depozyt podkoronowy**

- Roczny depozyt podkoronowy był od 1,6 do 3,6 większy niż z opadem na otwartej przestrzeni i mieścił się w zakresie od 33,5 do 95,4 kg ha<sup>-1</sup> rok<sup>-1</sup>.
- Depozyt pierwiastków śladowych i metali ciężkich: żelaza, manganu, glinu, cynku, miedzi, kadmu i ołowiu wynosił od 0,61 do 1,45 kg ha<sup>-1</sup> rok<sup>-1</sup>, co odpowiadało od 1,0 do 2,3% całkowitej rocznej depozycji podokapowej. Udział samych metali ciężkich (Zn, Cu, Pb, i Cd) stanowił w sumie rocznego depozytu od 0,3 do 0,5%. Na poszczególnych powierzchniach depozyt metali ciężkich wyniósł od 0,16 do 0,30 kg ha<sup>-1</sup> rok<sup>-1</sup>, z czego od 76 do 86% stanowił Zn.
- Udział próbek opadów podkoronowych z ujemnymi wartościami ANC w 2021 roku wynosił 29%. Ujemne wartości ANC związane z przewagą jonów wolnych kwasów występowały przeważnie w okresie zimowym.
- Przewagę jonów wolnych kwasów obserwowano w opadach w drzewostanie sosnowym na obszarze Śląska (Zawadzkie; ANC -16,0 μeq dm<sup>-3</sup> rok<sup>-1</sup>). Na pozostałych SPO MI odnotowano dodatnią wartość średniej rocznej ANC.

- Jony o zakwaszającym oddziaływaniu na środowisko ( $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{Cl}^-$ ) stanowiły od 35 do 58% rocznego molowego depozytu. Najwyższy udział jonów zakwaszających odnotowano na SPO MI w Zawadzkiem.
- Depozyt składników wniesiony ze spływem po pniu wyniósł w okresie badań  $3,5 \text{ kg ha}^{-1}$  w Gdańsku oraz  $2,4 \text{ kg ha}^{-1}$  w Birczy. Stanowiło to 7% depozytu podkoronowego w Gdańsku i 6% w Birczy.

### **Roztwory glebowe**

- Średnie pH roztworów glebowych na SPO MI w 2021 roku wynosiło od 4,1 do 7,3 na głębokości 25 cm oraz od 4,4 do 7,3 na głębokości 50 cm.
- W składzie roztworów glebowych znaczący udział miały kationy o charakterze zasadowym: Ca, Mg i K, które stanowiły co najmniej 60% sumy jonów na obu głębokościach (25 i 50 cm) w Birczy, Strzałowie i Suwałkach, natomiast ich udział był dość niski w Szklarskiej Porębie, Chojnowie i Zawadzkiem.
- Stosunek molowy jonów zasadowych (Ca, Mg i K) do glinu (BC/Al) w roztworach glebowych przyjął znacznie niższe od jedności wartości, mieszczące się w zakresie od 0,3 do 0,6 w roztworach glebowych na obu głębokościach w nadleśnictwach: Szklarska Poręba (świerk), Chojnów (sosna), Zawadzkie (sosna), Krucz (sosna). W Piwnicznej (świerk) mieścił się w granicach 0,6–0,9. W Gdańsku (buk) i Łącku (dąb) wynosił odpowiednio 0,4 i 0,5 na głębokości 25 cm i wzrastał do 0,9–1,0 w głębszym poziomie gleby. Na pozostałych powierzchniach (Strzałowo, Białowieża (sosna), Bircza (buk), Krotoszyn (dąb), Suwałki (świerk)) przekraczał – niekiedy znacznie – przyjętą wartość krytyczną, wskazując na brak zagrożenia korzeni ze strony toksycznych form glinu.
- Dopływ azotu ( $\text{N}_{\text{tot}}$ ) do gleb pod okapem w 2021 roku był niższy niż  $10 \text{ kg N ha}^{-1}$  jedynie w Strzałowie ( $9,8 \text{ kg N ha}^{-1}$ ) i Kruczu ( $9,0 \text{ kg N ha}^{-1}$ ). W pozostałych drzewostanach przyjmował wartości od około  $10\text{--}13 \text{ kg N ha}^{-1}$  (Piwniczna, Bircza, Gdańsk, Szklarska Poręba, Łąck, Chojnów), po  $14\text{--}16 \text{ kg N ha}^{-1}$  (Białowieża, Zawadzkie, Krotoszyn, Suwałki).
- W 2021 roku, po uwzględnieniu gazowych form azotu pobieranych przez rośliny z powietrza oraz azotu zawartego w opadach i sorbowanego w koronach drzew, oszacowano że całkowita depozycja mineralnych związków azotu mogła przekroczyć  $32 \text{ kg N ha}^{-1}$  w Suwałkach, w Białowieży i Krotoszynie wyniosła więcej niż  $25 \text{ kg N ha}^{-1}$ , a jedynie w Kruczu spadła poniżej  $10 \text{ kg N ha}^{-1}$ . Oznacza to, że na większości badanych powierzchni monitoringu intensywnego jest prawdopodobna nadmierna podaż azotu i związane z tym zagrożenie eutrofizacją.

### **Trendy zmian jakości powietrza i chemizmu opadów w latach 2010-2021**

- Na każdej z badanych SPO MI w ostatnich latach zanotowano spadek stężenia dwutlenku siarki. Największe spadki wystąpiły w rejonach górskich: w Szklarskiej Porębie i Birczy.
- Stężenia dwutlenku azotu w powietrzu w latach 2011-2021 wykazywały trendy spadkowe na wszystkich badanych powierzchniach SPO MI, przy czym w Suwałkach na granicy istotności. Największy spadek stężenia  $\text{NO}_2$  wystąpił w Chojnowie, gdzie obserwowane są



najwyższe stężenia NO<sub>2</sub> spośród powierzchni monitoringu lasów. Duże spadki zaobserwowano również w Łącku i Zawadzkiem.

- Na otwartej przestrzeni lub pod okapem drzewostanów na większości SPO MI pH opadów wykazywało istotny ( $p \leq 0,05$ ) trend rosnący, co można uznać za zjawisko pozytywne. Wyjątkiem była powierzchnia świerkowa w Piwnicznej, gdzie nie zaobserwowano trendu.
- Wzrostowi pH opadów towarzyszyło zmniejszanie się depozycji siarki w formie siarczanów: depozycja S-SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> na wszystkich SPO MI na otwartej przestrzeni oraz pod okapem wykazywała tendencję malejącą.
- Depozycja związków azotu w mniejszym stopniu niż S-SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> podlegała trendom i trudno jest wskazać jednakowy kierunek zmian na terenie Polski. W okresie 2010-2021 trendy wzrostu depozycji N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup> wykryto w Białowieży, Suwałkach i Piwnicznej, zaś trendy spadkowe w Szklarskiej Porębie w obu typach opadów oraz w opadach docierających do koron drzew w Birczy, Krotoszynie, Łącku, Kruczu, Chojnowie i Piwnicznej. Depozycja formy zredukowanej azotu (N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) istotnie malała na licznych SPO MI, szczególnie w buczynach Gdańska i Birczy oraz w drzewostanach iglastych w Suwałkach, Szklarskiej Porębie i Zawadzkiem.
- Warunki w glebie w badanym okresie pozostawały na większości SPO stabilne; wszelkie zmiany wielkości depozycji na przestrzeni ostatnich lat w niewielkim stopniu znajdowały odzwierciedlenie w zmianach składu chemicznego roztworów glebowych. W Szklarskiej Porębie obserwowano wzrost pH roztworów glebowych. W Zawadzkiem wzrastały stężenia glinu i spadały stężenia kationów, co wskazuje na pogarszanie się wskaźników glebowych.

### **Porównanie międzynarodowe**

- W 2020 roku dobrą kondycją zdrowotną (ponad 40% drzew zdrowych oraz do 20% drzew w klasach defoliacji 2-4) w zestawieniu dla gatunków razem charakteryzowały się drzewa w lasach Grecji, Rumunii, Serbii, Estonii, Norwegii i Szwecji, w zestawieniu dla gatunków iglastych – drzewa w lasach Turcji, Rumunii, Polski, Belgii-Flendrii, Norwegii i Szwecji, w zestawieniu dla gatunków liściastych – drzewa w lasach Estonii, Serbii, Rumunii i Grecji.
- Drzewa w złej kondycji zdrowotnej (do 25% drzew zdrowych oraz powyżej 30% drzew w klasach defoliacji 2-4) w zestawieniu dla gatunków razem występowały w lasach: Francji, Luksemburga, Belgii-Walonii, Niemiec, Włoch, Czarnogóry, Mołdawii, Słowenii, Słowacji i Czech; w zestawieniu dla gatunków iglastych – w lasach Francji, Belgii-Walonii, Niemiec, Czarnogóry, Słowenii, Węgier, Słowacji i Czech; w zestawieniu dla gatunków liściastych – w lasach Francji, Luksemburga, Szwajcarii, Belgii-Walonii, Irlandii, Niemiec, Włoch, Czarnogóry, Mołdawii, Słowenii, Słowacji i Czech.