INSTYTUT BADAWCZY
LEŚNICTWA

ZAKŁAD ZARZĄDZANIA
ZASOBAMI LEŚNYMI

STAN ZDROWOTNY LASÓW W POLSCE W 2024 ROKU NA PODSTAWIE BADAŃ MONITORINGOWYCH

Sękocin Stary, sierpień 2025

I N S T Y T U T B A D A W C Z Y L E Ś N I C T W A

ZAKŁAD ZARZĄDZANIA ZASOBAMI LEŚNYMI

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

STAN ZDROWOTNY LASÓW W POLSCE W 2024 ROKU NA PODSTAWIE BADAŃ MONITORINGOWYCH

Sprawozdanie z realizacji etapu VIII

Rodzaj sprawozdania: **etapowe**

Zleceniodawca: **Główny Inspektorat Ochrony Środowiska**
Nr tematu: **540408**
Nr umowy: **GIOŚ/ZP/46/2023/DMŚ/NFOŚ**
Tytuł tematu: **Monitoring i ocena stanu zdrowotnego lasów w roku 2022 – część II oraz w latach 2023-2025**

NARODOWY FUNDUSZ OCHRONY ŚRODOWISKA i GOSPODARKI WODNEJ

Główny Inspektorat Ochrony Środowiska

Sfinansowano przez Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej na zamówienie Głównego Inspektoratu Ochrony Środowiska

Koordynator tematu: Paweł Lech

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

Kierownik Zakładu Realizującego:

Dyrektor Instytutu:

Sękocin Stary, sierpień 2025

SPIS TREŚCI

Wstęp – *Paweł Lech* 5

Część I. Program monitoringu lasów i metodyka badań 9

1. Program monitoringu lasów w 2024 roku – *Paweł Lech, Grzegorz Zajączkowski* 9

2. Metodyka pomiarów i obserwacji wykonanych w 2024 r. – *Paweł Lech, Anna Kowalska, Grzegorz Zajączkowski* 11

2.1. Zakres i metodyka oceny stanu zdrowotnego drzewostanów na stałych powierzchniach obserwacyjnych I i II rzędu 12

2.2. Pomiary przyrostu drzewostanów na SPO II rzędu 21

2.3. Monitoring parametrów meteorologicznych i chemizmu środowiska leśnego na stałych powierzchniach obserwacyjnych monitoringu intensywnego 25

Część II. Monitoring lasów na stałych powierzchniach obserwacyjnych I rzędu 31

3. Ocena zdrowotności monitorowanych gatunków drzew w 2024 r. – *Jadwiga Małachowska, Paweł Lech, Grzegorz Zajączkowski* 33

3.1. Zróżnicowanie zdrowotności monitorowanych gatunków ogółem w kraju 33

3.2. Zróżnicowanie zdrowotności monitorowanych gatunków w zależności od formy własności lasu 34

3.3. Zróżnicowanie kondycji drzew w zależności od wieku 43

3.4. Rozkład powierzchniowy kondycji zdrowotnej monitorowanych gatunków drzew46

4. Zmiany stanu zdrowotnego monitorowanych gatunków drzew w latach 2015–2024 – *Jadwiga Małachowska* 92

4.1. Trendy zmian stanu zdrowotnego drzew monitorowanych gatunków w okresie 2015-2024 92

4.2. Rozkład powierzchniowy kondycji zdrowotnej drzew w dziesięcioleciu 2015-2024 w układzie regionalnych dyrekcji Lasów Państwowych i krain przyrodniczo-leśnych 97

5. Ocena uszkodzeń drzew na stałych powierzchniach obserwacyjnych I rzędu monitoringu lasu w 2024 roku – *Paweł Lech* 126

5.1. Charakterystyka zebranych danych 126

5.2. Występowanie uszkodzeń drzew wg gatunków, rdLP i krain przyrodniczo-leśnych 127

5.3. Charakterystyka uszkodzeń pod względem lokalizacji w obrębie drzewa, występujących symptomów i głównych kategorii czynników sprawczych 129

5.4. Podsumowanie 134

6. Warunki wodne gleb na terenach leśnych Polski w 2024 r. i ich wpływ na stan zdrowotny lasów wraz z analizą w okresie 2013-2024 – *Andrzej Boczoń, Robert Hildebrand* 145

7.Stałe powierzchnie obserwacyjne monitoringu lasów na obszarach Natura 2000 – *Robert Hildebrand* 155

Część III Monitoring lasów na stałych powierzchniach obserwacyjnych II rzędu 164

8. Stan zdrowotny drzewostanów na SPO II rzędu w 2024 r. – *Jadwiga Małachowska* .. 164

9. Przyrost drzew i drzewostanów w okresie 2019-2024 na SPO II rzędu – *Małgorzata Dudzińska* 177

9.1 Wstęp 177
9.2 Charakterystyka powierzchni dendrometrycznych 177
9.3. Podsumowanie i wnioski 186

Część IV Badania na stałych powierzchniach obserwacyjnych monitoringu intensywnego (SPO MI) 217

10. Warunki pogodowe w 2024 roku na powierzchniach SPO MI - *Leszek Kluziński.* 217

11. Poziom stężenia NO_2 i SO_2 w powietrzu na terenach leśnych – *Anna Kowalska* 232
11.1. Dwutlenek siarki 234
11.2. Dwutlenek azotu 235
11.3. Depozycja gazowych związków siarki i azotu 237
11.4. Podsumowanie 238

12. Wielkość depozytu wnoszonego z opadami atmosferycznymi w 2024 r. na terenach leśnych – *Anna Kowalska* 247
12.1. Skład chemiczny opadów 248
12.2. Depozycja roczna 248
12.3. Depozyt pierwiastków śladowych 249
12.4. Właściwości kwasowo-zasadowe wód opadowych 250

13. Opady podkoronowe w 2024 r. na terenach leśnych – *Anna Kowalska* 261
13.1. Skład chemiczny opadów podkoronowych 262
13.2. Depozyt podkoronowy 263
13.3. Depozyt pierwiastków śladowych w opadach podkoronowych 264
13.4. Właściwości kwasowo-zasadowe opadów podkoronowych 264
13.5. Spływ po pniu 266

14. Chemizm roztworów glebowych w 2024 r. – *Anna Kowalska* 282

15. Zmiany stężeń zanieczyszczeń gazowych, depozycji oraz składu roztworów glebowych po 2010 r. – *Anna Kowalska* 289

Część V Informacje ogólne i podsumowanie 309

16. Stan zdrowotny lasów w Polsce na tle stanu lasów w Europie – *Jadwiga Małachowska, Paweł Lech* 309

17. Podsumowanie wyników – *Paweł Lech* 318

WSTĘP – *PAWEŁ LECH*

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 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 konwencji Ekonomicznej Komisji dla Europy ONZ o transgranicznym rozprzestrzenianiu się zanieczyszczeń powietrza na dalekie odległości (Air Convention, Genewa 1979) i dostarczają niezbędnych informacji do raportowania do Unii Europejskiej w ramach dyrektywy w sprawie redukcji krajowych emisji niektórych rodzajów zanieczyszczeń atmosferycznych (NEC Directive, 2016).

Głównym czynnikiem kształtującym stan zdrowotny lasów w Polsce na przestrzeni ostatnich lat niezmiennie pozostawały warunki pogodowe, a zwłaszcza dostępność wody. W roku 2024 do końca sezonu wegetacyjnego była ona dobra, dopiero w IV kwartale uległa dramatycznemu pogorszeniu, co może rzutować na stan zdrowotny lasów w roku 2025. Wykonane corocznie analizy klimatycznego bilansu wodnego wykazały niedobory, ale i tak na znacznie mniejszym obszarze i w mniejszej skali niż w latach suchych i gorących 2015 i 2018. Generalnie korzystne warunki wilgotnościowe w okresie 2022–2024 skutkowały niewielkim zmniejszeniem średniej defoliacji większości głównych lasotwórczych gatunków drzew w 2024 r. w porównaniu do roku 2023 przez co podtrzymana została relatywnie niska defoliacja drzew występująca w kilku ostatnich latach. Stabilna była również liczba drzew zamarłych i usuniętych, nieznacznie zmalał również udział drzew z uszkodzeniami oraz nasilenie występowania uszkodzeń. Średnia defoliacja wszystkich drzew na stałych powierzchniach obserwacyjnych I rzędu wyniosła 21,3% w roku 2024, podczas gdy jeszcze w roku 2019 wyniosła ona znacząco więcej, tj. 23,4%. W ostatnich latach niewielki był również udział drzew o defoliacji powyżej 25%, w latach 2022-2024 wynosił on odpowiednio 15,5%, 16,5% i 13,9%, podczas gdy w roku 2019, kiedy zanotowano najwyższy udział drzew klasach defoliacji 2-4 w ostatnim dziesięcioleciu, było to 21,1%. Zwraca również uwagę sukcesywny wzrost udziału ilościowego drzew gatunków liściastych i zmniejszanie się udziału drzew gatunków iglastych w ogólnej liczbie drzew ocenianych na SPO I rzędu monitoringu lasów. Od 2010 roku udział drzew iglastych zmniejszył się o ponad 4 pp. (z 65,8% w 2010 r. do 61,6% w roku 2024).

Względem roku 2010 w roku 2024 zmniejszył się udział świerka (o 17,6%), sosny (o 7,3%) i brzozy (o 2,3%), wzrósł natomiast udział domieszkowych gatunków iglastych (o 52,0%) domieszkowych gatunków liściastych (o 27,0%), dębów (o 20,7%), olszy (o 14,5%), jodły (o 12,2%) oraz buka (o 6,6%). Świadczy to o aktywnym dostosowywaniu struktury gatunkowej drzewostanów gospodarczych do zmieniających się warunków środowiska przyrodniczego powodowanych przez zmiany klimatyczne.

Badania monitoringowe prowadzone na powierzchniach monitoringu intensywnego (SPO MI) w 2024 roku potwierdziły trend zmniejszania się koncentracji zanieczyszczeń powietrza. Na każdej z badanych SPO MI w okresie 2011–2024 zanotowano spadek stężenia dwutlenku siarki. Największe spadki wystąpiły w rejonach górskich. W rejonach o niższym poziomie zanieczyszczeń gazowych (Polska północno-wschodnia) spadek stężenia 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 najsilniejszy na obszarach o najwyższych jego koncentracjach – w Polsce centralnej i na Górnym Śląsku (Chojnów, Łąck, Zawadzkie). Niższym koncentracjom zanieczyszczeń powietrza towarzyszył w okresie 2011–2024 wzrost wartości pH opadów oraz zmniejszanie się depozycji siarki w formie siarczanów. Depozycja mineralnych związków azotu w mniejszym stopniu niż $S\text{-}SO_4^{2-}$ podlegała trendom i choć przeważnie ulegała zmniejszeniu na terenie Polski, zdarzały się lokalizacje o wzrastającej depozycji azotu (Białowieża). Charakterystyki roztworów glebowych w okresie ostatnich 10 lat były na większości SPO MI stabilne, trendy wielkości depozycji w niewielkim stopniu znajdowały odzwierciedlenie w zmianach ich składu chemicznego. W roztworach glebowych kwasowość zmniejszała się na obu głębokościach tylko w Szklarskiej Porębie i Piwnicznej (świerk), Chojnowie (sosna) i Gdańsku (buk). Można to powiązać z istotnie malejącymi w tych lokalizacjach trendami depozycji związków siarki ($S\text{-}SO_4^{2-}$) i azotu ($N\text{-}NO_3^-$) oraz rosnącą zasadowością opadów.

Prowadzone na SPO MI pomiary służą ocenie stopnia antropogenicznego zagrożenia ekosystemów zakwaszeniem i eutrofizacją, jako pochodną 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 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 CO_2 w powietrzu oraz wydłużonego sezonu wegetacyjnego, następuje z jednej strony przyśpieszony przyrost drzew, ale z drugiej zakłócone są symbiotyczne układy mykoryzowe w systemach korzeniowych drzew, co z kolei może 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 czynniki stresowe w dłuższym okresie są zabiegi hodowlane prowadzące do minimalizacji ryzyka ekologicznego przez zwiększenie różnorodności gatunkowej drzewostanów i dostosowywanie ich składów gatunkowych do przewidywanych scenariuszy klimatycznych. Obserwacje monitoringowe wskazują, że takie działania są podejmowane, co skutkuje zmianami udziału gatunków iglastych i liściastych w lasach Polski. Z punktu widzenia zwiększania akumulacji CO_2 w biomasie korzystne byłoby także szersze wykorzystanie odnowień naturalnych i podsadzeń oraz ograniczenie zrębów zupełnych, które wymagają pełnego przygotowania gleby, powodującego uwalnianie CO_2 z szybko rozkładającej się materii organicznej.

Podsumowując stwierdzić należy, że w roku 2024 stan zdrowotny lasów w Polsce był dobry i stabilny, co może być efektem, z jednej strony korzystnych warunków pogodowych zwłaszcza w roku 2023, a z drugiej – działań dostosowujących gospodarkę leśną do zmieniających się warunków środowiska przyrodniczego.

CZĘŚĆ I. PROGRAM MONITORINGU LASÓW I METODYKA BADAŃ

1. PROGRAM MONITORINGU LASÓW W 2024 ROKU – *PAWEŁ LECH, GRZEGORZ ZAJĄCZKOWSKI*

Badania Monitoring lasów (ML) mają na celu określenie zróżnicowania stanu zdrowotnego lasów w przestrzeni i czasie oraz kierunków zmian i ich dynamiki zachodzących w ekosystemach leśnych Polski. W 2024 roku kontynuowano realizację długookresowych celów monitoringu lasów, takich jak:

- określenie przestrzennego rozkładu poziomu uszkodzenia lasów,
- określenie kierunku i tempa zmian czynników biotycznych i abiotycznych oddziaływujących na lasy,
- określenie trendu zmian uszkodzenia lasów w czasie,
- określenie warunków pogodowych w trakcie realizowanych badań,
- określenie koncentracji zanieczyszczeń powietrza SO2 i NO2 na terenach leśnych w sieci powierzchni monitoringu intensywnego (SPO MI),
- określenie bieżącego poziomu depozycji związków chemicznych docierających do środowiska leśnego,
- opracowanie krótkoterminowych prognoz stanu zdrowotnego lasów.

W ramach programu ML w 2024 roku realizowano następujące badania, analizy, pomiary i obserwacje:

Stałe Powierzchnie Obserwacyjne I rzędu:

1. **Monitoring stanu zdrowotnego drzewostanów na stałych powierzchniach obserwacyjnych I rzędu (SPO I rzędu)** – przeprowadzony został na 2058 SPO I rzędu w drzewostanach w wieku powyżej 20 lat, założonych w sieci 8 × 8 km, w tym na 1222 powierzchniach w ramach umowy z GIOŚ oraz 836 powierzchniach w ramach umowy z DGLP. 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 symptomów i przyczyn uszkodzeń drzew** – przeprowadzono na 2058 SPO I 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.

Stałe Powierzchnie Obserwacyjne II rzędu:

3. **Monitoring stanu zdrowotnego drzewostanów na stałych powierzchniach obserwacyjnych II rzędu (SPO II rzędu)** – przeprowadzony na 133 czynnych powierzchniach. Zakres obserwacji był zgodny z programem realizowanym na SPO I rz.
4. **Monitoring symptomów i przyczyn uszkodzeń drzew** – przeprowadzony na 133 czynnych powierzchniach. Zakres obserwacji był zgodny z programem realizowanym na SPO I rzędu.
5. **Przyrost drzew i drzewostanów –** pomiary dendrometryczne wykonane zostały w 2024 r. na 133 czynnych powierzchniach. Obejmowały pomiary pierśnic wszystkich drzew grubszych niż 7 cm, wysokości 30 drzew gatunku panującego oraz 15 drzew gatunków domieszkowych. Dla drzew gatunków iglastych wykonano również pomiar grubości kory oraz ocenę defoliacji.

Stałe Powierzchnie Obserwacyjne Monitoringu Intensywnego:

6. **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^3/m^3], promieniowania całkowitego [W/m^2], prędkości wiatru [m/s], kierunku wiatru [°] oraz opadu atmosferycznego [mm]. Pomiary były wykonywane przez automatyczne stacje meteorologiczne w cyklu ciągłym.
7. **Monitoring jakości powietrza atmosferycznego** – przeprowadzono na 12 SPO MI. Obejmował pomiar koncentracji w powietrzu SO_2 i NO_2 metodą pasywną z miesięczną ekspozycją próbników.
8. **Monitoring depozytu zanieczyszczeń na otwartej przestrzeni** – przeprowadzono na 12 SPO MI z miesięcznych okresem poboru próbek z trzech kolektorów zlokalizowanych w pobliżu stacji meteorologicznych. Określono objętość, przewodność elektrolityczną, pH oraz skład chemiczny opadów atmosferycznych: zawartość Ca, DOC, Nog, K, Mg, Na, NH_4^+, Cl^-, NO_3^-, SO_4^{2-}, PO_4^{3-}, Al, Mn, Fe oraz metali ciężkich (Cd, Pb, Cu, Zn) i zasadowość w próbkach o pH wyższym niż 5.
9. **Monitoring chemizmu opadów podkoronowych (w tym spływu po pniu)** – obejmował pomiary na 12 SPO MI. Zmierzono objętość opadów oraz pobrano próbki do analiz chemicznych z 25 chwytników podkoronowych w cyklu miesięcznym. Na dwóch SPO MI

w drzewostanach bukowych dodatkowo pobrano próbki do analiz chemicznych spływu po pniu. Analizy obejmowały: określenie przewodności elektrolitycznej, pH, Ca, DOC, Nog, Mg, K, Na, NH_4^+, Cl^-, NO_3^-, SO_4^{2-}, PO_4^{3-}, Fe, Mn, Al, Cd, Cu, Pb, Zn i zasadowości w próbkach o pH wyższym niż 5.

10. **Monitoring chemizmu roztworów glebowych** – przeprowadzony na 12 SPO MI, obejmował pobór próbek z 20 lizymetrów z głębokości 25 i 50 cm (po 10 na każdej głębokości) w cyklu miesięcznym w celu określenia ilości roztworów glebowych i przeprowadzenia analiz chemicznych. Podobnie jak w przypadku pozostałych próbek wody analizy chemiczne obejmowały: określenie przewodności elektrolitycznej, pH, Ca, DOC, Nog, Mg, K, Na, NH_4^+, Cl^-, NO_3^-, SO_4^{2-}, PO_4^{3-}, Fe, Mn, Al, Cd, Cu, Pb, Zn i zasadowości w próbkach o pH wyższym niż 5.

Wszystkie analizy chemiczne próbników pasywnych oraz próbek wody pozyskane na SPO MI wykonano w certyfikowanym Laboratorium Chemii Środowiska Przyrodniczego Instytutu Badawczego Leśnictwa.

2. METODYKA POMIARÓW I OBSERWACJI WYKONANYCH W 2024 R. – *PAWEŁ LECH, ANNA KOWALSKA, GRZEGORZ ZAJĄCZKOWSKI*

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 Ocenę i Monitoring Wpływu Zanieczyszczeń Powietrza na Lasy", działający w ramach sekretariatu konwencji Europejskiej Komisji Ekonomicznej ONZ w sprawie transgranicznego przemieszczania się zanieczyszczeń powietrza na dalekie odległości) (Manual... 2020-2022).

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) i wszystkie krainy przyrodniczo-leśne, 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 leśnych powierzchni badawczych. Ma on stały punkt odniesienia o współrzędnych: szerokość geograficzna 50º15'15'' N i długość geograficzna 09º47'06'' 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 (SPO I rzędu). Sieć SPO I rzędu corocznie podlega weryfikacji, w wyniku której liczba powierzchni objętych obserwacjami ulega zmianom – wzrasta w przypadku wzrostu lesistości kraju i przechodzenia powierzchni z oczekujących do aktywnych w momencie osiągnięcia przez drzewostan wieku 21 lat, lub zmniejsza się w przypadku usunięcia drzewostanu (przejścia powierzchni do oczekujących) bądź trwałej likwidacji powierzchni (na skutek zmiany kategorii użytkowania gruntu).

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[1]. 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, po raz ostatni w 2017 r.), chemizmu igliwia lub liści (co 4 lata, po raz ostatni w 2021 r.), roślinności runa (co 5 lat, po raz ostatni w 2023 r.), dendrometryczne (co 5 lat, po raz ostatni w 2024 r.). 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. W rezultacie aktualnie funkcjonują 133 SPO II rzędu, na których wykonuje się pełen zakres badań i obserwacji oraz 15 powierzchni II rzędu, na których realizowane są badania runa leśnego i gleb.

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

Ocenę stanu zdrowotnego wykonuje się dla 20 drzew próbnych wybranych z drzewostanu panującego. Przedmiotem oceny są cechy morfologiczne koron oraz występujące, widoczne uszkodzenia drzew. Szczególną uwagę przywiązuje się do szacunków

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

defoliacji i odbarwienia aparatu asymilacyjnego, które przeprowadza się w 5-procentowym odstopniowaniu. Około 5% powierzchni podlega powtórnej ocenie przez kontrolną grupę obserwatorów. Zebrane wyniki służą do porównania zgodności szacunków defoliacji i innych parametrów drzew wykonanych przez taksatorów oraz przez grupę kontrolną. Podobnie jak to miało miejsce w latach poprzednich wyniki kontroli potwierdziły wysoką zgodność i poprawność przeprowadzonych ocen defoliacji i uszkodzeń drzew próbnych.

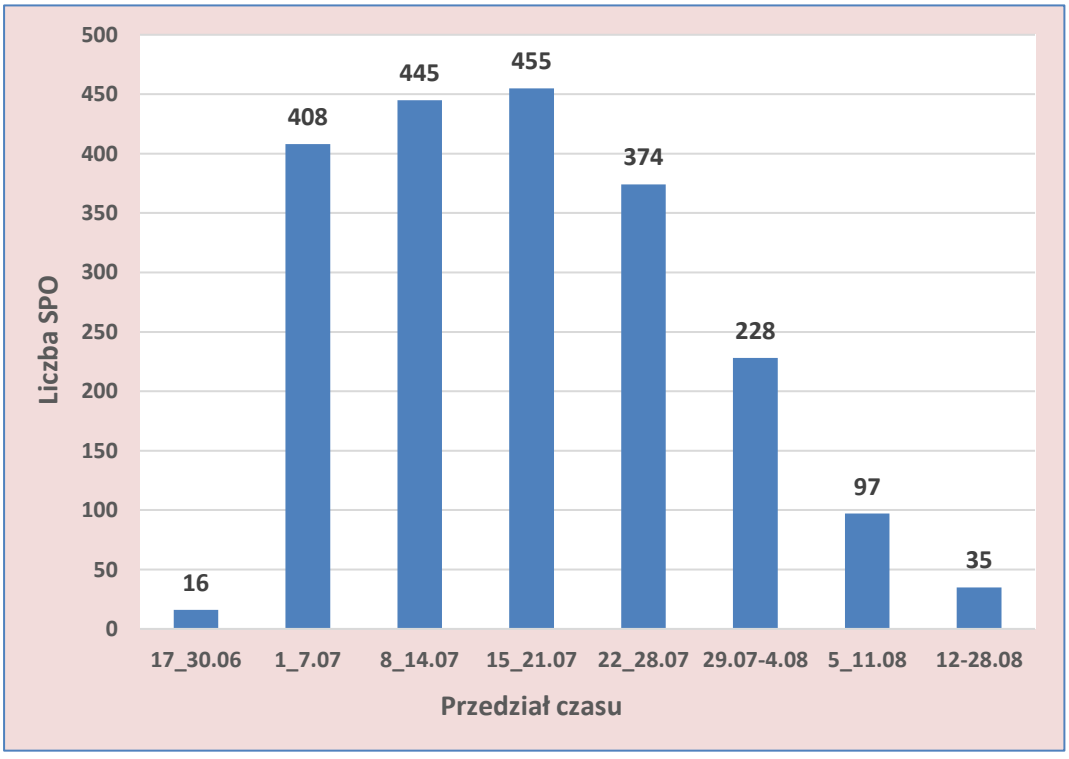
Ocenę stanu zdrowotnego drzewostanów prowadzono w 2024 r. w okresie od 17 czerwca do 28 sierpnia (ryc. 2.1). Wszystkie powierzchnie były dostępne.

Metodyka oceny stanu zdrowotnego drzew próbnych

Wyniki szacowania defoliacji i odbarwień grupuje się w następujące klasy:

- klasa 0 – od 0 do 10% – bez defoliacji/odbarwień,
- klasa 1 – powyżej 10 do 25% – lekka defoliacja/odbarwienia (poziom ostrzegawczy),
- klasa 2 – powyżej 25 do 60% – średnia defoliacja/odbarwienia,
- klasa 3 – powyżej 60% – duża defoliacja/odbarwienia,
- klasa 4 – drzewa martwe.

Powyższy podział obowiązuje w Międzynarodowym Programie Koordynującym Ocenę i Monitoring Wpływu Zanieczyszczeń Powietrza na Lasy – ICP Forests (Manual... 2020-2022).



Rycina 2.1. Przebieg prac terenowych na SPO I rzędu w okresie 17.06-28.08.2024 r.

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

Klasa defoliacji	Klasa odbarwienia				
	0	1	2	3	4
	Klasa zdrowotności				
0	0	0	1	2	
1	1	1	2	2	
2	2	2	3	3	
3	3	3	3	3	
4					4

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

Obserwacje drzew próbnych obejmują ponadto następujące cechy drzew oraz ich koron:

- 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 zamarłych/usuniętych muszą spełniać ten warunek. W kolejnych latach drzewa mogą zmienić swoje stanowisko biosocjalne. Pomimo to podlegają ocenom do momentu stwierdzenia ich zamarcia bądź usunięcia z powierzchni.

- Defoliacja – z dokładnością do 5%,
- Odbarwienie – 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.

- Widoczności 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 – podaje się dominującą liczbę roczników igliwia w środkowej części korony,
- Długość igliwia lub wielkość liści – ocenia się dominującą długość igliwia lub wielkość liści w środkowej części korony, wyróżniając:

  1 – skrócone lub zmniejszone,
  2 – normalne,
  3 – wydłużone lub powiększone.

- Proporcje przyrostu pędów – ocenia się dominujące 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 – ocenię wykonuje się dla górnej połowy 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 rejestracja występujących na nich uszkodzeń. Określeniu podlega ich lokalizacja, rodzaj symptomu, rozmiar i przyczyna wystąpienia. Ocenę uszkodzeń oparto na systemie kodów – zestawienia poniżej. Istnieje możliwość wpisania maksymalnie 3 uszkodzeń odnoszących się do jednego drzewa w kolejności wg znaczenia danego uszkodzenia dla zdrowotności drzewa.

Lokalizacja uszkodzenia:

Miejsce uszkodzenia	*Dokładniejsze określenie miejsca występowania uszkodzenia*	*Kod (2 znaki)*	*Lokalizacja w obrębie korony*	*Kod (1 znak)*
Liście lub igliwie	bieżący rocznik igieł	11	górna część korony dolna część korony niejednolita cała korona	1 2 3 4
	starsze igły	12		
	igły wszystkich roczników	13		
	liście (w tym gatunki zimozielone)	14		
Gałęzie, pędy, pączki	pędy tegoroczne	21	górna część korony dolna część korony niejednolita cała korona	1 2 3 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 korz. (<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, igły)	32
			całkowicie zjedzone, brakujące	33
			szkieletyzacja	34
			minowane	35
			przedwczesne opadanie	36
	przebarwienie liści jasnozielone do żółtego	02	ogólne	37
			plamy	38
	przebarwienie liści czerwone do brązowego (włączając nekrozy)	03	przebarwienia brzegowe	39
			przebarwienia taśmowe	40
			przejaśnienia	41
	zbrązowienie liści	04	przebarwienia wierzchołkowe	42
	inne kolory	05	częściowe	43
			wzdłuż naczyń	44
	mikrofilmia (nienaturalnie drobne	06		00
	inne nienaturalne rozmiary liści	07		00
	deformacje	08	pofalowane	45
			zawijanie	46
			zwijanie	47

			skręcenie	48
			zginanie	49
			galasówki	50
			więdnięcie	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	więdnięcie	51
			zaginanie, zrzucanie, zakrzywianie	61
			narośle	62
			zrakowacenia	63
			czarcia miotła	64
			inne deformacje	52
	inne symptomy	09		00
	oznaki owadów	10	otwory, trociny w otworach	65
			gniazda	54
			białe kropki lub nalot	66
			imago, larwy, nimfy, poczwarka, grupy jaj	55
	oznaki grzybów	11	owocniki grzybów	57
	inne oznaki	12		00
Strzała, pień	rany (obdarcia kory, szczeliny)	17	obdarcie kory	58
			szczeliny, pęknięcia (od mrozu)	59
			inne rany	60
	wycieki żywicy (iglaste)	18		00
	wycieki (liściaste)	19		00
	zgnilizna	20		00
	deformacja	08	narośle	62
			zrakowacenia	63
			podłużne grzbiety	00
			inne deformacje	52
	pochylone	21		00

	przewrócone (z korzeniami)	22		00
	złamane	13		00
	części nekrotyczne	16		00
	inne symptomy	09		00
	oznaki owadów	10	otwory, trociny w otworach	65
			białe kropki lub nalot	66
			imago, larwa, poczwarka, nimfa, grupa jaj	55
	oznaki grzybów	11	owocniki grzybów	57
			pęcherze żółto-pomarańczowe	67
	inne oznaki	12		00

Kategorie czynnika sprawczego:

Kategoria czynnika sprawczego	*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)**
KRĘGOWCE	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 W A D Y	200	liściożerne	210	
		uszkadzające pień, gałęzie, pędy	220	
		uszkadzające pączki	230	
		uszkadzające 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)**
G R Z Y B Y	300	osutki i rdze	301	
		rdze pędów i pni	302	
		więdnięcie	303	
		rozkład drewna i zgnilizna korzeni	304	
		plamiastość liści	305	
		antraknozy	306	
		mączniaki	307	
		więdnięcie 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*
A B I O T Y C Z N E	400	czynniki chemiczne	410	zakłócenia pokarmowe – deficyt biogenów	411
		czynniki fizyczne	420	lawiny	421
				susza	422
				zalewy	423
				mróz	424
				szron, sadź	425
				oparzenia słoneczne	426
				pioruny	427
				osunięcia terenu	429
				śnieg, lód	430
				wiatry	431
				uszkodzenia zimowe	432
				płytka, uboga gleba	433
		inne czynniki abiotyczne	490		

Czynnik	*Kod*	*Klasa czynnika*	*Kod*	*Typ czynnika*	*Kod*
BEZPOŚREDNIE ODDZIAŁYWANIA CZŁOWIEKA	500	obiekty wbite	510		
		niewłaściwe techniki sadzenia	520		
		konserwacja terenu	530		
		zabiegi hodowlane lub pozyskanie	540	zranienia	541
				podkrzesywanie	542
				pozyskanie żywicy	543
				zdzieranie kory	544
				operacje hodowlane	545
		mechaniczne uszkodzenia przez pojazdy	550		
		budowa dróg	560		
		ubicie gleby	570		
		niewłaściwe użycie środków chemicznych	580	pestycydy	581
				sól do odsalania	582
		inne bezpośrednie działanie człowieka	590		

Czynnik	*Kod*
POŻARY	600

Czynnik	*Kod*	*Klasa czynnika*	*Kod*
ZANIECZY-SZCZENIA POWIETRZA	700	SO_2	701
		H_2S	702
		O_3	703
		PAN	704
		F	705
		HF	706
		Inne	790

Czynnik	*Kod*	*Klasa czynnika*	*Kod*	*Uwagi (gatunek)**
KONKURENCJA I INNE CZYNNIKI	800	parazyty, epifity	810	
		bakterie	820	
		wirusy	830	
		nicienie	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

W celu zapewnienia najwyższej jakości prowadzonych badań corocznie, przed rozpoczęciem prac terenowych, przeprowadza się szkolenie dla taksatorów, na którym prezentowane są metodyka i procedury oceny drzew próbnych na stałych powierzchniach obserwacyjnych monitoringu lasów. Do lokalizacji powierzchni, identyfikacji drzew oraz rejestracji danych obserwacyjnych i pomiarowych wykorzystano tablety SAMSUNG S2 TAB, pracujące w systemie Android, stosując 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 2024 wynosił 0,6 punktu procentowego. Wyniki kontroli wykorzystywane są przy wyborze wykonawców terenowych oraz do doskonalenia metod ich corocznego szkolenia.

Do oceny stanu zdrowotnego drzewostanów na SPO I i II rzędu stosowano taką samą metodykę.

2.2. Pomiary przyrostu drzewostanów na SPO II rzędu

Badania dynamiki przyrostu drzewostanów wykonywane są w cyklach pięcioletnich, w których przyrost drzew służy jako parametr oceny witalności i kondycji lasów, uzupełniający ocenę defoliacji, przebarwień aparatu asymilacyjnego oraz uszkodzeń drzew realizowaną na SPO I rzędu. W badaniach terenowych przyrostu drzewostanów stosowana jest metodyka opisana poniżej, a uzyskane wyniki pomiarów wykorzystywane są do określenia przyrostów rocznych oraz produkcyjności poszczególnych drzewostanów.

Zespoły pomiarowe

Pomiary dendrometryczne na SPO II rzędu wykonują zespoły dwuosobowe złożone z pracowników IBL. Jedna z osób wykonuje pomiary pierśnicy, wysokości i grubości kory drzew, a także oceny defoliacji i odbarwienia igliwia, natomiast druga osoba zapisuje wyniki pomiarów na mobilnym urządzeniu rejestrującym. Zespoły wyposażone są w:

- średnicomierz zapewniający dokładność pomiaru 1mm;
- wysokościomierz Vertex;
- busolę;
- taśmę mierniczą min 25 m;
- koromierz;
- rejestrator (tablet z aparatem cyfrowym).

Powierzchnie na których wykonuje się pomiary dendrometryczne

Pomiary dendrometryczne wykonuje się na SPO II rzędu monitoringu lasów, na których występuje drzewostan na obszarze wyznaczonym granicami powierzchni dendrometrycznej. Powierzchnie są położone na terenie całej Polski w drzewostanach 4 głównych gatunków

lasotwórczych: sosny, świerka, dębu i buka. W 2024 r. były 133 takie powierzchnie: z sosną – 97, ze świerkiem – 11, z dębem – 14, z bukiem – 11.

Termin wykonania pomiarów

Pomiary dendrometryczne drzew należy wykonać po zakończeniu sezonu wegetacyjnego w 2024 roku.

Zakres i zasady wykonywania pomiarów dendrometrycznych

Pomiarom na każdej powierzchni podlegają wszystkie drzewa żywe o pierśnicy 70 mm i większej, niezależnie od gatunku, wieku i warstwy drzewostanu w której występują. W pomiarach uwzględnia się również drzewa pochyłe, zawieszone, złomy żywe i martwe, ale poza drzewami martwymi leżącymi.

W zakres obserwacji i pomiarów tych drzew wchodzi:

1. Określenie gatunku drzewa.
2. Określenie statusu drzewa.
3. Pomiar pierśnic.
4. Pomiar wysokości wybranych drzew.
5. Pomiar grubości kory, defoliacji i odbarwienia igieł (tylko drzewostany sosnowe i świerkowe).

Status drzew

Status każdego drzewa określa się kodami:

1 – drzewo żywe stojące (całe drzewo)
2 – drzewo żywe mierzone po raz pierwszy (dorosty, drzewa wcześniej pominięte)
11 – drzewo usunięte w okresie od ostatniego pomiaru (w ostatnich 5 latach) – pozostawiony pniak – użytkowanie planowe (np. trzebież)
12 – drzewo usunięte w okresie od ostatniego pomiaru (w ostatnich 5 latach) – przyczyny biotyczne
13 – drzewo usunięte w okresie od ostatniego pomiaru (w ostatnich 5 latach) – przyczyny abiotyczne
14 – drzewo usunięte w okresie od ostatniego pomiaru (w ostatnich 5 latach) – przyczyny nieznane
20 – drzewo usunięte w poprzednich okresach (przed rokiem 2009)
21 – drzewo zawieszone
22 – drzewo złamane – znaczny ubytek korony
31 – drzewo martwe stojące – przyczyny biotyczne

32 – drzewo martwe stojące – przyczyny abiotyczne

38 – drzewo martwe stojące – przyczyny nieznane

Pomiary pierśnic drzew

Pomiar pierśnic wykonuje się dla drzew, które mają pierśnicę 70 mm lub większą. Oznacza to, że pomiaru pierśnicy dokonuje się dla wszystkich ponumerowanych drzew oraz drzew, które w okresie od poprzedniego cyklu pomiarowego osiągnęły pierśnicę 70 mm.

Pomiar pierśnicy przeprowadza się w dwóch prostopadłych do siebie kierunkach, za pomocą średnicomierza z dokładnością do 1mm. Drzewa rozwidlone, z rozwidleniem poniżej 1,3 m należy traktować (pomierzyć) jako dwa oddzielne drzewa. W przypadku dużych zgrubień (lub innych nieregularności pnia) na wysokości pierśnicy, pomiar wykonuje się nad i pod miejscem zgrubienia, zaś rejestruje się wartość uśrednioną. Podczas pomiarów należy zweryfikować zmierzoną wartość pierśnicy z pierśnicą pomierzoną 5 lat wcześniej (w poprzednim cyklu pomiarów), w celu uniknięcia pomyłek przy pomiarze lub zapisywaniu. Weryfikacja ta służy również stwierdzeniu, których drzew brakuje względem poprzedniego cyklu pomiarów. Jeżeli brak jest jakiegoś drzewa należy upewnić się, że zostało ono wycięte poprzez znalezienie odpowiedniego pniaka.

W przypadku stwierdzenia drzew, które w okresie od poprzedniego cyklu pomiarowego osiągnęły pierśnicę 7 cm, lub drzew pominiętych w pomiarach w trakcie poprzednich cykli, mierzy się i rejestruje ich pierśnicę oraz zaznacza ich położenie na planie w rejestratorze mobilnym. Dla odróżnienia od już ponumerowanych drzew nowe numery drzew nadaje się od kolejnej setki (jeżeli np. liczba drzew na powierzchni wynosi 560 to numerację drzew zaczynamy od 601).

Pomiar wysokości drzew

Pomiar wysokości wykonuje się dla 30 drzew gatunku dominującego rosnących na powierzchni próbnej. Drzewa przeznaczone do pomiaru powinny być wybrane po wykonaniu pomiarów pierśnic z całego ich zakresu, proporcjonalnie do frekwencji drzew w klasach grubości. Pomiar wysokości przeprowadza się odpowiednim wysokościomierzem z dokładnością do 0,5 m. Z uwagi na istotne znaczenie dla jakości wyników pomiarów należy z najwyższą starannością wybrać miejsce wykonywania pomiarów uwzględniając pochylenie drzew oraz widoczność wierzchołka korony. W celu uniknięcia błędów w obliczeniach do pomiaru wysokości nie powinny być wybierane drzewa złamane, o martwej wierzchołkowej części korony oraz pochylone w znacznym stopniu.

Pomiar grubości kory oraz defoliacji i odbarwienia igieł (tylko drzewostany sosnowe i świerkowe)

Grubość kory (tylko w drzewostanach sosnowych i świerkowych) określa się na wysokości 1,3 m w dwóch prostopadłych kierunkach na 30 drzewach gatunku dominującego wybranych do pomiaru wysokości. Dokładność pomiaru wynosić 1 mm. Pomiaru dokonuje się z użyciem koromierza, a wyniki zapisuje w rejestratorze obok odpowiedniego numeru drzewa. Dla tych samych drzew określa się również defoliację i odbarwienie igieł, zgodnie z metodyką stosowaną na SPO I rzędu.

Jeżeli w drzewostanie iglastym udział drzew liściastych przekroczył 15% dodatkowo należy zmierzyć wysokość 15 drzew najliczniej reprezentowanego gatunku liściastego. W sytuacji wystąpienia w drzewostanie liściastym udziału gatunków iglastych przekraczającego 15% dodatkowo należy pomierzyć wysokość 15 drzew oraz grubość kory 10 drzew najliczniej reprezentowanego gatunku iglastego.

Jeżeli w drzewostanie sosnowym lub świerkowym udział drugiego gatunku iglastego przekracza 15% należy dodatkowo pomierzyć wysokość 15 drzew oraz grubość kory 10 drzew gatunku domieszkowego.

Fot 2.1. Drzewa oznaczone tabliczkami z numerem drzew na SPO II rzędu

Pomiary dendrometryczne wykonane zostały z wykorzystaniem planów cyfrowych rozmieszczenia drzew na powierzchniach dendrometrycznych w obrębie SPO II rzędu oraz specjalnie przygotowanego oprogramowania.

2.3. Monitoring parametrów meteorologicznych i chemizmu środowiska leśnego na stałych powierzchniach obserwacyjnych monitoringu intensywnego

W 2024 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_2, NO_2 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 w pobliżu 12 SPO MI (monitoringu intensywnego) 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^3/m^3], promieniowania całkowitego [W/m^2], prędkości wiatru [m/s], kierunku wiatru [°] oraz opadu atmosferycznego [mm]. Pomiary były wykonywane przy wykorzystaniu automatycznych stacji meteorologicznych w cyklu ciągłym.

Na każdej z 12 SPO MI, w miejscu instalacji stacji meteorologicznych, na otwartej przestrzeni, zlokalizowano punkty pomiarowe koncentracji w powietrzu zanieczyszczeń gazowych oraz depozytu jonów zawartych w opadzie atmosferycznym. Punkty te 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 SO_2 i NO_2** stanowią trzy zmodyfikowane pasywne próbniki Amaya-Krochmala umieszczone około 2,0 m nad powierzchnią gruntu, wymieniane po okresie ekspozycji wynoszącym 30 ± 3 dni, w ostatnim lub w pierwszym dniu każdego miesiąca, przez przeszkolone osoby. Określenie stężenia NO_2 i SO_2 [$\mu g\ m^{-3}$] następuje po dostarczeniu próbników do laboratorium, metodą chromatografii jonowej.

Pomiary **chemizmu wód opadowych na otwartej przestrzeni** (fot. 2.2) wykonuje się w okresie letnim z wykorzystaniem trzech kolektorów o pojemności 5 litrów wyposażonych w lejek z sitkiem o średnicy 15 cm, umieszczonych w specjalnych osłonach chroniących przed

nagrzewaniem i dostępem światła słonecznego na wysokości około 2,0 m nad gruntem. W okresie zimowym do pozyskiwania próbek stosowane są otwarte pojemniki plastikowe o pojemności 10 litrów i średnicy 25 cm. 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 podlegały analizom fizyko-chemicznym polegającym na określeniu ich objętości, oraz następujących parametrów:

- koncentracji kationów: Ca^{2+}, Mg^{2+}, K^{+}, Na^{+}, Al^{3+}, Fe^{2+}, Mn^{2+}, [$mg*l^{-1}$] – metodą emisyjnej spektrometrii atomowej ICP-OES;
- koncentracji jonów: NO^{3-}, SO_4^{2-}, Cl^{-}, NH^{4+}, PO_4^{3-} [mg*l-1] – metodą chromatografii jonowej;
- pH opadów atmosferycznych – metodą potencjometryczną;
- zasadowość w próbkach o pH ≥ 5 – metodą miareczkowania potencjometrycznego;
- przewodność elektryczną właściwą – metodą konduktometryczną;
- koncentracje metali ciężkich Pb, Cu, Zn, Cd - ICP – metodą emisyjnej spektrometrii atomowej ICP-OES;
- stężenie RWO – metodą spektrofotometrii w zakresie podczerwieni IR;
- stężenie azotu związanego – metodą chemiluminescencji.

Fot. 2.2. Kolektory na otwartej przestrzeni do pomiaru w okresie zimowym depozytu mokrego zainstalowane na powierzchni monitoringu intensywnego nr 816 w Nadleśnictwie Piwniczna

Pomiary **chemizmu wód opadowych pod okapem drzewostanu** (fot 2.3) wykonuje się na wszystkich 12 SPO MI. Na 2 SPO MI w drzewostanach bukowych (nadleśnictwa Bircza i Gdańsk) dodatkowo wykonuje się pomiary spływu po pniu (fot. 2.4). Próbki opadów podkoronowych pobierane są na każdej powierzchni w okresie letnim (opad deszczu, temp >0oC) do 25 pojemników równomiernie rozmieszczonych na powierzchni na wysokości 1 m nad poziomem gruntu. W okresie letnim analizy chemiczne wykonywane są dla próbek wody łączonych z 5 kolektorów, a w okresie zimowym (opady śniegu) dla próbek z 6 pojedynczych chwytników (wiader 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.

Fot. 2.3. Kolektory podokapowe do pomiaru depozytu mokrego zainstalowane na powierzchni monitoringu intensywnego nr 326 w Nadleśnictwie Łąck (drzewostan dębowy)

Fot. 2.4. Instalacje do pomiaru spływu po pniu na powierzchniach monitoringu intensywnego w Nadleśnictwach Bircza i Gdańsk (drzewostany bukowe)

Na 12 SPO MI pobierane były również próbki **roztworów glebowych** (fot. 2.5). Do tego celu na każdej powierzchni zastosowano 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 były 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.

Fot. 2.5. Aparatura do poboru próbek roztworów glebowych

CZĘŚĆ 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 2024 r.

W 2024 roku przeprowadzono obserwacje na 2058 SPO I rzędu (na 1222 w ramach umowy z GIOŚ oraz na 836 w ramach umowy z DGLP) (ryc. 3.1–3.2), oceniając łącznie 41 160 drzew próbnych. Większość powierzchni znajdowała się w lasach będących w zarządzie Lasów Państwowych (1394 pow.) oraz w lasach będących własnością osób fizycznych (534 pow.). Mniej licznie reprezentowane były powierzchnie założone w lasach parków narodowych (36 pow.) oraz pozostałych kategorii własności (94 pow.) (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 482 w Krainie Wielkopolsko-Pomorskiej, 2) w układzie rdLP: od 69 w RDLP w Pile do 189 w RDLP w Białymstoku, 3) w układzie województw: od 39 w województwie opolskim do 215 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 414 w Krainie Wielkopolsko-Pomorskiej, 2) od 30 w RDLP w Warszawie do 129 w RDLP w Szczecinie, 3) od 31 w województwie opolskim do 163 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 168 w Krainie Mazowiecko-Podlaskiej), w szesnastu rdLP (od 4 powierzchni w RDLP w Pile i w RDLP w Szczecinie do 77 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 125 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), w jedenastu rdLP (od jednej powierzchni w rdLP w Szczecinku, Wrocławiu i Radomiu

do dziewięciu w RDLP w Krośnie, brak powierzchni tej kategorii własności w rdLP w Łodzi, Olsztynie, Pile, Toruniu, Zielonej Górze i Gdańsku) oraz w jedenastu województwach (od jednej powierzchni w województwach: dolnośląskim, lubuskim, pomorskim i świętokrzyskim do dziewięciu w województwie podkarpackim, brak powierzchni tej kategorii własności w województwach: kujawsko-pomorskim, łódzkim, opolskim, śląskim i warmińsko-mazurskim) (tab. 3.1–3.3).

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 – 1212 i 853, świerka – 80 i 55, jodły – 50 i 34, innych iglastych – 24 i 18, buka – 80 i 60, dębu – 150 i 118, brzozy – 193 i 117, olszy – 156 i 86 oraz innych liściastych – 113 i 53 (tab. 3.4).

Wśród powierzchni w zarządzie Lasów Państwowych powierzchnie sosnowe i brzozowe mają swoją reprezentację we wszystkich rdLP; powierzchnie dębowe i olszowe występują w szesnastu rdLP; powierzchnie, na których panuje gatunek z kategorii ‘inne liściaste’ – w piętnastu rdLP; powierzchnie bukowe – w dwunastu rdLP; powierzchnie świerkowe – w jedenastu rdLP; powierzchnie z gatunkiem panującym z kategorii ‘inne iglaste’ – w ośmiu rdLP; powierzchnie jodłowe – tylko w pięciu 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, brzozowe, 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 jedenastu województwach. Powierzchnie jodłowe występują w dwóch krainach i w pięciu województwach. Powierzchnie, na których panuje gatunek z kategorii ‘inne iglaste’, występują w sześciu krainach i w dwunastu 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: olszowe występowały w pięciu parkach, bukowe – w pięciu parkach, brzozowe – w dwóch parkach, z gatunkiem panującym z kategorii ‘inne liściaste’ – tylko w jednym parku, powierzchni dębowych – brak.

3. OCENA ZDROWOTNOŚCI MONITOROWANYCH GATUNKÓW DRZEW W 2024 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, powyżej 10% 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. 3.10). 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

W 2024 roku średnia defoliacja wszystkich gatunków razem wynosiła 21,3%, iglastych razem – 21,6%, liściastych razem – 20,7% (tab. 3.9). Udział drzew zdrowych (do 10% defoliacji) gatunków razem wynosił 11,9%, udział drzew z klas defoliacji 2 do 4 (powyżej 25% defoliacji) – 13,9%. Gatunki liściaste charakteryzowały się większym udziałem drzew zdrowych (16,5%) oraz większym udziałem drzew o osłabionej kondycji (14,5%), niż gatunki iglaste (odpowiednio: 9,1% i 13,6%). Udział drzew w klasie ostrzegawczej (drzewa o defoliacji powyżej 10% do 25%) wynosił: gatunków razem – 74,1%, gatunków iglastych – 77,3%, a gatunków liściastych – 69,0% (tab. 3.9).

Gatunki o niskiej średniej defoliacji (od 15,7% do 18,2%) to buk, jodła i olsza. Średnią wartość tego parametru (od 20,1% do 22,0%) wykazywały sosna, brzoza, gatunki zaliczane do grup ‘inne liściaste’ oraz ‘inne iglaste’. Wyższą wartością średniej defoliacji charakteryzowały się dąb (24,3%) i świerk (24,4%) (tab. 3.9, ryc. 3.3).

Podobną kolejność monitorowanych gatunków drzew uzyskano, porównując udział drzew w klasach defoliacji 2-4. Niskim udziałem takich drzew (od 5,0% do 9,1%)

charakteryzowały się buk, olsza i jodła, średni udział (od 13,2% do 14,9%) zanotowano u sosny, brzozy, w grupach gatunków ‘inne liściaste’ i ‘inne iglaste’ oraz podwyższony – u dębu (26,0%) i świerka (21,5%) (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 (37,1%) odnotowano u buka, wysoki udział – u jodły (27,9%) oraz w grupie gatunków ‘inne liściaste’ (25,4%), średni udział – u olszy (21,9%), niski udział – w grupie gatunków ‘inne iglaste’ (9,7%), u sosny (8,4%) i brzozy (7,8%), bardzo niski udział – u świerka (4,9%) i dębu (4,5%) (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 << sosna, inne iglaste, brzoza << świerk, dąb.

Gatunkiem o najlepszej kondycji zdrowotnej był buk, u którego występował najwyższy udział drzew zdrowych (37,1%), najniższy udział drzew w klasach defoliacji 2-4 (5,0%), średnia defoliacja (15,7%) była również najniższa. Dobrą kondycją charakteryzowały się jodła i olsza (odpowiednio: 27,9% i 21,9% drzew zdrowych, 9,1% i 6,7% drzew w klasach defoliacji 2-4, średnia defoliacja równa 17,6% i 18,2%). Niewiele gorszą kondycję zanotowano w grupie gatunków ‘inne liściaste’ (25,4% drzew zdrowych, 14,8% drzew w klasach defoliacji 2-4, średnia defoliacja równa 20,1%). Kondycja na średnim poziomie występowała u sosny, w grupie gatunków ‘inne iglaste’ oraz u brzozy (odpowiednio: 8,4%, 9,7% i 7,8% drzew zdrowych, 13,2%, 14,9% i 13,9% drzew w klasach defoliacji 2-4, średnia defoliacja równa 21,6%, 21,7% i 22,0%). Osłabioną kondycją zdrowotną charakteryzowały się świerk i dąb (odpowiednio: 4,9% i 4,5% drzew zdrowych, 21,5% i 26,0% drzew w klasach defoliacji 2-4, średnia defoliacja równa 24,4% i 24,3%) (tab. 3.9).

3.2. Zróżnicowanie zdrowotności monitorowanych gatunków w zależności od formy własności lasu

Porównanie stanu zdrowotności monitorowanych gatunków drzew (wiek powyżej 20 lat) wykonano w układzie czterech kategorii form własności: lasy w zarządzie Państwowego Gospodarstwa Leśnego Lasy Państwowe, lasy będące własnością osób fizycznych, lasy

w granicach parków narodowych[2] oraz lasy innych form własności razem (tab. 3.12, ryc. 3.4–3.8). Wartości określane jako najmniejsze, największe lub średnie (najwyższe, najniższe, średnie) odnoszą się do zakresu wartości w obrębie omawianego gatunku lub grupy gatunków.

Dąb w parkach narodowych, ze względu na małą liczebność próby (poniżej 30 drzew), został pominięty w przedstawionym poniżej omówieniu wyników.

W 2024 r. na poziomie krajowym nie stwierdzono znaczących różnic w kondycji drzew (gatunki łącznie) w lasach poszczególnych własności. Niewielkie różnice szeregują lasy następująco (od zdrowszych do tych o słabszej kondycji): parki narodowe < lasy w zarządzie PG Lasy Państwowe, lasy prywatne < lasy innych własności. Średnia defoliacja drzew w lasach tych własności wynosiła odpowiednio: 20,6%, 21,0%, 21,7% i 22,3%. Udział drzew zdrowych zawierał się w przedziale od 11,1% do 15,7%, udział drzew w klasach 2-4: w przedziale od 13,0% do 19,5%. Zwraca uwagę poprawa kondycji drzew w lasach parków narodowych w trzyleciu 2022-2024, średnia defoliacja zmniejszała się, wynosiła odpowiednio: 24,1%, 23,0% i 20,6%. Może to być pośredni skutek przesunięcia do powierzchni oczekujących jednej z powierzchni o słabej kondycji zdrowotnej drzew, co przełożyło się na korektę wartości wskaźnika defoliacji.

Najzdrowsze **sosny** występowały na powierzchniach w lasach zarządzanych przez PGL Lasy Państwowe (9,4% drzew zdrowych, 11,0% drzew w klasach defoliacji 2-4, śr. def. = 20,8%). Gorszą kondycją charakteryzowały się sosny w lasach ‘pozostałych form własności’ oraz w lasach będących własnością osób fizycznych (odpowiednio: 4,9% i 6,3% drzew zdrowych, 16,6% i 18,2% drzew w klasach defoliacji 2-4, 23,2% i 23,5% średniej defoliacji). Sosny o najsłabszej kondycji zdrowotnej występowały w lasach parków narodowych. Zanotowano tam 6,1% drzew zdrowych, najwyższy udział drzew w klasach defoliacji 2-4 (23,9%) oraz najwyższą średnią defoliację (24,2%) w porównaniu z innymi formami własności.

Świerk obok dębu to gatunek o najsłabszej kondycji zdrowotnej w skali kraju w porównaniu z pozostałymi gatunkami podlegającymi ocenie (por. podrozdział. 3.1, ryc. 3.3). Najzdrowsze świerki, podobnie jak w przypadku sosny, występowały na powierzchniach

[2] Na potrzeby opracowań monitoringu lasów utworzono grupę powierzchni zlokalizowanych w lasach parków narodowych, na którą składają się powierzchnie ‘w zarządzie parków narodowych’ oraz powierzchnie położone w granicach parków narodowych mające inną formę własności (‘inne Skarbu Państwa’, ‘wspólnot gruntowych’, ‘osób fizycznych’).

w lasach zarządzanych przez PGL Lasy Państwowe. Było tam 5,1% drzew zdrowych, udział drzew w klasach defoliacji 2-4 (19,3%) oraz średnia defoliacja (24,0%) były najniższe w zestawieniu. Gorszą kondycją charakteryzowały się świerki w lasach parków narodowych oraz w lasach będących własnością osób fizycznych (odpowiednio: 2,0% i 6,0% drzew zdrowych, 22,0% i 26,1% drzew w klasach defoliacji 2-4, 24,9% i 25,4% średniej defoliacji). Świerki o najsłabszej kondycji zdrowotnej występowały w lasach 'innych form własności'. Zanotowano tam 2,4% drzew zdrowych, najwyższy udział drzew w klasach defoliacji 2-4 (38,8%) oraz najwyższą średnią defoliację (27,1%) w porównaniu z innymi formami własności.

Najlepszą kondycją charakteryzowały się **jodły** w lasach 'innych form własności'. Zarejestrowano tam najwyższy w zestawieniu udział drzew zdrowych (33,9%), najniższy udział drzew w klasach defoliacji 2-4 (4,8%) oraz najniższą średnią defoliację (16,5%). Niewiele gorszą kondycję jodeł zanotowano w lasach będących własnością osób fizycznych oraz w lasach zarządzanych przez PG Lasy Państwowe (odpowiednio: 28,9% i 28,4% drzew zdrowych, 6,1% i 9,1% drzew w klasach defoliacji 2-4, 18,6% oraz 16,8% i 17,6% średniej defoliacji). Jodły o najsłabszej kondycji występowały w lasach parków narodowych. Zanotowano tam najmniej drzew zdrowych (6,4%), najwięcej drzew w klasach defoliacji 2-4 (29,8%) oraz najwyższą w zestawieniu średnią defoliację (23,3%).

Buk jest gatunkiem o najlepszej kondycji zdrowotnej w skali kraju, w porównaniu z pozostałymi gatunkami poddanymi ocenie (por. podrozdział 3.1, ryc. 3,3). W układzie form własności lasów buki o najlepszej kondycji zdrowotnej występowały na powierzchniach zlokalizowanych parkach narodowych. Zanotowano tam najwyższy w zestawieniu udział drzew zdrowych (46,0%), brak drzew w klasach defoliacji 2-4 oraz najniższą średnią defoliację (12,7%). Niewiele gorszą kondycją charakteryzowały się buki w lasach prywatnych oraz lasach 'innych form własności' (odpowiednio: 45,9% i 43,9% drzew zdrowych, 3,5% i 3,7% drzew w klasach defoliacji 2-4 oraz 14,4% i 14,9% średniej defoliacji). Buki w lasach państwowych charakteryzowały się słabszą kondycją, udział drzew zdrowych wynosił 34,4%, udział drzew w klasach defoliacji 2-4 wynosił 6,0%, a średnia defoliacja – 16,3%.

Dąb obok świerka to gatunek o najsłabszej kondycji zdrowotnej w skali kraju w porównaniu z pozostałymi gatunkami podlegającymi ocenie (por. podrozdział 3.1, ryc. 3,3). Zdrowsze dęby występowały w lasach będących własnością osób fizycznych: zarejestrowano tam najwyższy w zestawieniu udział drzew zdrowych (7,9%), najniższy udział drzew w klasach defoliacji 2-4 (12,5%) oraz najniższą średnią defoliację (21,3%). Gorszą kondycją charakteryzowały się dęby w lasach państwowych, najgorszą – w lasach 'innych własności'

(odpowiednio: 3,8% i 5,5% drzew zdrowych, 27,5% i 36,5% drzew w klasach defoliacji 2-4 oraz 24,7% i 26,4% średniej defoliacji). W parkach narodowych nie było powierzchni monitoringowych z dębem jako gatunkiem dominującym. Pojedyncze dęby (ocenione w Wolińskim Parku Narodowym) występowały na dwóch powierzchniach sosnowych i stanowiły domieszkę.

Brzozy o najsłabszej kondycji zdrowotnej występowały w lasach parków narodowych. Nie zanotowano tam drzew zdrowych, udział drzew w klasach defoliacji 2-4 (36,1%) oraz średnia defoliacja (26,4%) były najwyższe, w porównaniu z innymi własnościami. Kondycja drzew tego gatunku w lasach pozostałych form własności nie wykazywała znaczących różnic: udział drzew zdrowych zawierał się w przedziale od 6,3% do 10,9%, udział drzew w klasach defoliacji 2-4 wynosił od 13,1% do 15,1%, średnia defoliacja przyjmowała wartości od 21,6% do 22,2%.

Najzdrowsze **olsze** występowały w lasach 'innych własności': zarejestrowano tam najwyższy w zestawieniu udział drzew zdrowych (31,4%), najniższy udział drzew w klasach defoliacji 2-4 (2,2%) oraz najniższą średnią defoliację (15,4%). Nieco słabszą kondycję drzew tej grupy gatunków zanotowano w lasach parków narodowych oraz w lasach prywatnych (odpowiednio: 19,0% i 31,1% drzew zdrowych, 4,8% i 5,6% drzew w klasach defoliacji 2-4 oraz 16,4% średniej defoliacji). Najsłabszą kondycją charakteryzowały się olsze w lasach państwowych: (15,7% drzew zdrowych, 7,9% drzew w klasach defoliacji 2-4, średnia defoliacja równa 19,6%).

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

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

W **Krainie Bałtyckiej** drzewa w lasach państwowych oraz w lasach będących własnością osób fizycznych charakteryzowały się dobrą kondycją zdrowotną (odpowiednio: 9,1% i 6,1% drzew zdrowych, 9,4% i 8,9% drzew w klasach defoliacji 2-4, 20,4% i 21,3% średniej defoliacji). Gorszą kondycję drzew odnotowano w lasach kategorii 'inne własności' (7,2% drzew zdrowych, 25,6% drzew w klasach defoliacji 2-4, śr. def. = 23,9%). W najgorszej kondycji, w porównaniu z innymi formami własności, były drzewa w lasach parków narodowych (Słowińskiego PN i Wolińskiego PN łącznie), gdzie nie odnotowano drzew

zdrowych, udział drzew w klasach defoliacji 2-4 (45,0%) i średnia defoliacja (29,6%) były najwyższe. Kondycja drzew ocenionych w Słowińskim PN (powierzchnia brzozowa z domieszką olszy) była lepsza, niż drzew ocenionych w Wolińskim PN (dwie powierzchnie sosnowe z domieszką dębu), średnia defoliacja w tych parkach wynosiła odpowiednio: 26,0% i 31,4% (por. podrozdział 3.4, tab. 3.17, ryc. 3.21).

W Krainie Bałtyckiej w lasach porównywanych form własności poszczególne grupy gatunków w liczbie co najmniej 30 drzew były reprezentowane następująco: sosna i brzoza – na powierzchniach trzech form własności (z wyjątkiem parków narodowych), buk i olsza na powierzchniach w lasach państwowych oraz w lasach prywatnych, świerk i dąb – jedynie na powierzchniach w lasach państwowych. Kondycja sosny była najlepsza w lasach państwowych, słabsza – w lasach prywatnych, a najsłabsza – w lasach 'innych własności', średnia defoliacja wynosiła odpowiednio: 19,5%, 22,2% i 25,5%. Kondycja brzozy była najlepsza w lasach 'innych własności', słabsza – w lasach państwowych, a najsłabsza – w lasach prywatnych, średnia defoliacja wynosiła odpowiednio: 18,8%, 20,8% i 24,4%. Kondycja buka była lepsza w lasach państwowych, a kondycja olszy w lasach prywatnych, średnia defoliacja wynosiła odpowiednio: 18,0% i 19,7% w przypadku buka oraz 17,8% i 22,2% w przypadku olszy. Średnia defoliacja świerka i dębu w lasach państwowych wynosiła odpowiednio: 24,0% i 23,2%.

W **Krainie Mazursko-Podlaskiej** drzewa w lasach będących własnością osób fizycznych oraz w lasach kategorii 'inne własności' charakteryzowały się lepszą kondycją zdrowotną, w porównaniu z lasami państwowymi oraz lasami parków narodowych, średnia defoliacja wynosiła odpowiednio: 20,4% i 20,9%, 22,0% i 22,1%. W omawianej krainie zlokalizowane są trzy parki narodowe: Białowieski (powierzchnia olszowa), Biebrzański (po jednej powierzchni sosnowej, świerkowej, olszowej, brzozowej oraz olszowo-brzozowej) i Wigierski (powierzchnia sosnowa). W Białowieskim PN kondycja drzew była najlepsza, w Biebrzańskim PN – średnia, a w Wigierskim PN – osłabiona, średnia defoliacja w tych parkach wynosiła odpowiednio: 15,8%, 22,3% i 27,3% (por. podrozdział 3.4, tab. 3.17, ryc. 3.21).

W Krainie Mazursko-Podlaskiej w lasach porównywanych form własności poszczególne grupy gatunków w liczbie co najmniej 30 drzew były reprezentowane następująco: sosna i olsza – na powierzchniach czterech form własności, świerk i brzoza – na powierzchniach w lasach państwowych oraz w lasach prywatnych, dąb – jedynie na powierzchniach w lasach państwowych. Kondycja sosny była najlepsza w lasach

prywatnych, słabsza – w lasach państwowych, a najsłabsza – w lasach parków narodowych oraz w lasach ‘innych własności’, średnia defoliacja wynosiła odpowiednio: 22,5%, 23,6%, 25,1% i 25,3%. Kondycja olszy była najlepsza w lasach prywatnych, niewiele gorsza w lasach parków narodowych, słabsza – w lasach ‘innych własności’ oraz w lasach państwowych, średnia defoliacja wynosiła odpowiednio: 14,9%, 16,0%, 17,7% i 18,3%. Kondycja świerka była lepsza w lasach prywatnych niż w lasach państwowych (odpowiednio: 21,0% i 24,0% średniej defoliacji). Średnia defoliacja dębu w lasach państwowych wynosiła 21,5%.

W **Krainie Wielkopolsko-Pomorskiej** drzewa w lasach parków narodowych oraz w lasach PGL Lasy Państwowe charakteryzowały się dobrą kondycją zdrowotną, średnia defoliacja wynosiła odpowiednio: 20,1% i 20,4%. Gorszą kondycję drzew odnotowano w lasach kategorii ‘inne własności’ oraz w lasach będących własnością osób fizycznych (odpowiednio: 22,0% i 22,9% średniej defoliacji). W tej krainie zlokalizowane są dwa parki narodowe: Drawieński (powierzchnia sosnowa) i Wielkopolski (powierzchnia sosnowa i powierzchnia liściasta mieszana). Kondycja drzew w Wielkopolskim PN była lepsza niż w Drawieńskim PN, średnia defoliacja wynosiła odpowiednio: 18,5% i 23,3%.

W Krainie Wielkopolsko-Pomorskiej w lasach porównywanych form własności poszczególne grupy gatunków w liczbie co najmniej 30 drzew były reprezentowane następująco: sosna – na powierzchniach czterech form własności, olsza – na powierzchniach trzech form własności (z wyjątkiem parków narodowych), brzoza – na powierzchniach w lasach państwowych oraz w lasach prywatnych, świerk, buk i dąb – jedynie na powierzchniach w lasach państwowych. Sosna charakteryzowała się najsłabszą kondycją w lasach będących własnością osób fizycznych (22,2% średniej defoliacji), w lasach trzech pozostałych kategorii własności kondycja sosny nie wykazywała dużych różnic, średnia defoliacja przyjmowała wartości od 19,9% do 20,3%. Kondycja olszy była najlepsza w lasach ‘innych własności’, słabsza – w lasach państwowych, a najsłabsza – w lasach prywatnych, średnia defoliacja wynosiła odpowiednio: 15,4%, 16,9% i 19,9%. Kondycja brzozy była lepsza w lasach państwowych niż w lasach prywatnych (odpowiednio: 21,8% i 22,8% średniej defoliacji). Średnia defoliacja buka, świerka i dębu w lasach państwowych wynosiła odpowiednio: 18,2%, 19,6% i 26,6%.

W **Krainie Mazowiecko-Podlaskiej** drzewa o najlepszej kondycji zdrowotnej występowały w lasach ‘innych własności’. Zanotowano tam najwyższy udział drzew zdrowych (22,9%), natomiast udział drzew w klasach 2-4 (12,4%) oraz średnia defoliacja (21,1%) były najniższe w zestawieniu. W lasach pozostałych trzech kategorii własności kondycja zdrowotna

drzew nie wykazywała dużych różnic. Udział drzew zdrowych zawierał się w przedziale od 5,0% do 10,0%, udział drzew w klasach 2-4 – od 16,1% do 23,0%, a średnia defoliacja – od 22,4% do 22,9%. W omawianej krainie zlokalizowane są dwa parki narodowe: Kampinoski PN i Poleski PN. Kondycja drzew w Poleskim PN (powierzchnia brzozowo-olszowa) była znacznie lepsza, niż w Kampinoskim PN (trzy powierzchnie sosnowe i jedna powierzchnia brzozowa), średnia defoliacja w tych parkach wynosiła odpowiednio: 17,0%, i 23,9%.

W Krainie Mazowiecko-Podlaskiej w lasach porównywanych form własności poszczególne grupy gatunków w liczbie co najmniej 30 drzew były reprezentowane następująco: sosna – na powierzchniach czterech form własności, dąb, brzoza i olsza – na powierzchniach w lasach państwowych oraz w lasach prywatnych, świerk – jedynie na powierzchniach w lasach państwowych. Kondycja sosny była lepsza w lasach parków narodowych i w lasach państwowych, natomiast gorsza w lasach prywatnych i lasach 'innych własności', średnia defoliacja wynosiła odpowiednio: 23,1%, 23,3%, 24,4% i 25,8%. Kondycja dębu, brzozy i olszy była lepsza w lasach prywatnych, niż w lasach państwowych, średnia defoliacja wynosiła odpowiednio: 20,7% i 23,9% w przypadku dębu, 21,8% i 23,7% w przypadku brzozy oraz 15,6% i 18,6% w przypadku olszy.

Drzewa w lasach **Krainy Śląskiej,** podobnie jak w lasach Krainy Sudeckiej, charakteryzowały się bardzo słabą kondycją zdrowotną w porównaniu z innymi krainami przyrodniczo-leśnymi. Najzdrowsze w tej krainie okazały się drzewa w lasach państwowych (7,9% drzew zdrowych, 19,5% drzew w klasach defoliacji 2-4, śr. def. = 22,5%). Średnią kondycją charakteryzowały się drzewa w lasach będących własnością osób fizycznych (1,5% drzew zdrowych, 22,5% drzew w klasach defoliacji 2-4, 23,9% średniej defoliacji). W najgorszej kondycji były drzewa w lasach kategorii 'inne własności', gdzie nie było drzew zdrowych, udział drzew w klasach defoliacji 2-4 (36,3%) i średnia defoliacja (27,2%) były najwyższe w zestawieniu. W tej krainie parki narodowe nie występują.

W Krainie Śląskiej w lasach porównywanych form własności poszczególne grupy gatunków w liczbie co najmniej 30 drzew były reprezentowane następująco: sosna – na powierzchniach trzech form własności (z wyjątkiem parków narodowych), dąb – na powierzchniach w lasach państwowych oraz w lasach 'innych własności', świerk, buk, brzoza i olsza – jedynie na powierzchniach w lasach państwowych. Kondycja sosny była najlepsza w lasach państwowych, słabsza – w lasach prywatnych, natomiast najsłabsza – w lasach 'innych własności', średnia defoliacja wynosiła odpowiednio: 20,2%, 21,8% i 25,6%. Kondycja dębu była silnie osłabiona i nie wykazano różnic między drzewami tej grupy

gatunków w lasach państwowych oraz drzewami w lasach ‘innych własności’, udział drzew zdrowych nie przekraczał 3%, udział drzew w kasach 2-4 wynosił około 47%, natomiast średnia defoliacja wynosiła odpowiednio: 28,1% i 28,4%. Średnia defoliacja olszy, świerka, buka i brzozy w lasach państwowych wynosiła odpowiednio: 19,3%, 20,4%, 21,9% i 26,1%.

W **Krainie Małopolskiej** najlepszą kondycją zdrowotną charakteryzowały się drzewa w lasach parków narodowych (Świętokrzyskim, Ojcowskim i Roztoczańskim łącznie). Średnio na powierzchnię zanotowano tam najwięcej drzew zdrowych (41,7%), najmniej drzew w klasach defoliacji 2-4 (5,0%) oraz najniższą średnią defoliację (15,1%) w porównaniu z innymi własnościami. W każdym z parków oceniono po jednej powierzchni, odpowiednio: bukową, bukową z domieszką sosny i świerka oraz jodłowo-sosnową, średnia defoliacja wynosiła odpowiednio: 9,5%, 15,0% oraz 20,8%. Kondycja drzew w lasach trzech pozostałych form własności w tej krainie nie wykazywała znaczących różnic: udział drzew zdrowych zawierał się w przedziale od 11,4% do 16,2%, udział drzew w klasach def. 2-4 zawierał się w przedziale od 16,4% do 16,8%, średnia defoliacja przyjmowała wartości od 21,5% do 22,3%.

W Krainie Małopolskiej w lasach porównywanych form własności poszczególne grupy gatunków w liczbie co najmniej 30 drzew były reprezentowane następująco: sosna, dąb i brzoza – na powierzchniach trzech form własności (z wyjątkiem parków narodowych), buk i olsza – na powierzchniach w lasach państwowych oraz w lasach prywatnych, świerk i jodła – jedynie na powierzchniach w lasach państwowych. Kondycja sosny była lepsza w lasach państwowych niż w lasach ‘innych własności’ oraz w lasach prywatnych, średnia defoliacja wynosiła odpowiednio: 21,1%, 22,3% i 23,8%. Kondycja dębu i brzozy była lepsza w lasach prywatnych, niż w lasach państwowych i lasach ‘innych własności’, średnia defoliacja wynosiła odpowiednio: 21,3%, 23,6% i 25,3% dla dębu oraz 20,1%, 22,2% i 22,6% dla brzozy. Kondycja buka i olszy była znacznie lepsza w lasach prywatnych, niż w lasach państwowych, średnia defoliacja wynosiła odpowiednio: 10,3%, 15,4% dla buka oraz 17,9% i 22,2% dla olszy. Średnia defoliacja jodły i świerka w lasach państwowych wynosiła odpowiednio: 20,4% i 35,7%.

Drzewa w lasach **Krainy Sudeckiej,** podobnie jak w lasach Krainy Śląskiej, charakteryzowały się bardzo słabą kondycją zdrowotną w porównaniu z innymi krainami przyrodniczo-leśnymi. Najzdrowsze w tej krainie okazały się drzewa w lasach Karkonoskiego PN (jedna powierzchnia świerkowa), nie zanotowano tam drzew zdrowych, ani drzew w klasach defoliacji 2-4, średnia defoliacja, najniższa w zestawieniu, wynosiła 18,8%. Kondycja drzew w lasach trzech pozostałych form własności nie różniła się znacząco: udział

drzew zdrowych zawierał się w przedziale od 0,0% do 7,2%, udział drzew w klasach defoliacji 2-4 zawierał się w przedziale od 12,5% do 30,8%, średnia defoliacja przyjmowała wartości od 22,9% do 24,0%.

W Krainie Sudeckiej w lasach porównywanych form własności poszczególne grupy gatunków w liczbie co najmniej 30 drzew były reprezentowane następująco: świerk – na powierzchniach w lasach państwowych oraz w lasach 'innych własności', buk, dąb i brzoza – jedynie na powierzchniach w lasach państwowych. Kondycja świerka była lepsza w lasach państwowych niż w lasach 'innych własności', średnia defoliacja wynosiła odpowiednio: 24,2% i 25,7%. Średnia defoliacja buka, dębu i brzozy w lasach państwowych wynosiła odpowiednio: 18,0%, 24,2% i 23,4%.

Drzewa w lasach **Krainy Karpackiej** charakteryzowały się najlepszą kondycją zdrowotną w porównaniu z innymi krainami przyrodniczo-leśnymi. Drzewa w lasach PGL Lasy Państwowe oraz w lasach kategorii 'inne własności' charakteryzowały się bardzo dobrą kondycją zdrowotną, udział drzew zdrowych wynosił odpowiednio: 29,6% i 36,1%, udział drzew w klasach 2-4 wynosił 8,3% i 11,7%, a średnia defoliacja była równa 17,6% i 17,8%. Słabszą kondycję drzew obserwowano w lasach parków narodowych (Bieszczadzkim, Gorczańskim, Magurskim, Babiogórskim i Tatrzańskim łącznie) oraz w lasach będących własnością osób fizycznych (odpowiednio: 21,8% i 22,5% drzew zdrowych, 12,5% i 13,6% drzew w klasach defoliacji 2-4, 18,6% i 20,0% średniej defoliacji). Również w tej krainie kondycja drzew na powierzchniach badawczych zlokalizowanych w poszczególnych parkach narodowych była różna, średnia defoliacja wynosiła odpowiednio w kolejności jw.: 14,5%, 17,0%, 17,7%, 18,3% i 33,0%. W Krainie Karpackiej w granicach parków narodowych znajduje się najwięcej powierzchni obserwacyjnych (14) w porównaniu z innymi krainami. Sześć powierzchni zlokalizowanych jest w Bieszczadzkim PN (cztery powierzchnie bukowe, jedna bukowo-jodłowa i jedna osikowo-brzozowa), trzy powierzchnie – w Magurskim PN (modrzewiowa, jodłowo-bukowa i liściasta z przewagą buka), po dwie powierzchnie – w Babiogórskim PN (świerkowa i bukowa) i Tatrzańskim PN (świerkowa i jodłowa) oraz jedna powierzchnia w Gorczańskim PN (powierzchnia bukowo-świerkowa).

W Krainie Karpackiej w lasach porównywanych form własności poszczególne grupy gatunków w liczbie co najmniej 30 drzew były reprezentowane następująco: świerk, jodła i buk – na powierzchniach czterech form własności, sosna, dąb i olsza – na powierzchniach w lasach państwowych oraz w lasach prywatnych, brzoza – jedynie na powierzchniach w lasach prywatnych. Świerk charakteryzował się najgorszą kondycją zdrowotną w porównaniu

z pozostałymi monitorowanymi gatunkami drzew. Lepszą kondycję świerka zanotowano w lasach państwowych oraz lasach prywatnych, gorszą – w lasach parków narodowych oraz w lasach 'innych własności', średnia defoliacja wynosiła odpowiednio: 26,1%, 26,6%, 28,6% i 29,3%. Kondycja jodły była słabsza w lasach parków narodowych (24,9% średniej defoliacji) w porównaniu z trzema pozostałymi formami własności (od 16,0% do 16,9% średniej defoliacji). Buk to gatunek o najlepszej kondycji zdrowotnej na tle pozostałych monitorowanych gatunków drzew. W układzie form własności lasów najlepszą kondycję buka odnotowano w lasach 'innych własności' (11,4% średniej defoliacji). W lasach pozostałych form własności średnia defoliacja drzew tego gatunku zawierała się w przedziale od 12,9% do 13,6%. Kondycja dębu i olszy była lepsza w lasach prywatnych, niż w lasach państwowych, średnia defoliacja wynosiła odpowiednio: 20,3% i 23,9% dla dębu oraz 17,9% i 23,2% dla olszy. Kondycja sosny była lepsza w lasach państwowych niż w lasach prywatnych, średnia defoliacja wynosiła odpowiednio: 19,7% i 23,0%. Średnia defoliacja brzozy w lasach prywatnych wynosiła 23,8%.

Często obserwowany wyższy poziom defoliacji drzew 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. Niekiedy drzewa na monitorowanych powierzchniach w parkach narodowych wykazywały lepszą kondycję w porównaniu z innymi własnościami. Może to wynikać z faktu, że oceniane drzewa reprezentowały gatunki drzew charakteryzujące się ogólnie wysokim poziomem zdrowotności (buk, jodła czy olsza) oraz małą liczebnością próby.

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) (tab. 3.9). Wykonano również analizę regresji defoliacji drzew w zależności od ich wieku dla siedmiu głównych lasotwórczych gatunków drzew (sosna, świerk, jodła, buk, dąb, brzoza i olsza) oraz dla wszystkich drzew łącznie.

Dla wszystkich drzew objętych obserwacjami udział drzew zdrowych (do 10% defoliacji) wynosił 11,9%, udział drzew w klasach defoliacji 2-4 (powyżej 25% defoliacji i drzewa martwe) – 13,9%, a średnia defoliacja – 21,3%. Wśród drzew młodszych zanotowano

12,6% drzew zdrowych, 12,5% drzew w klasach defoliacji 2-4, a średnia defoliacja wynosiła 21,0%. Wśród drzew starszych udział drzew zdrowych wynosił 11,6%, udział drzew w klasach defoliacji 2-4 – 14,7%, a średnia defoliacja – 21,4%. Taki układ udziału drzew zdrowych i drzew w klasach defoliacji 2-4 oraz średniej defoliacji w grupach wiekowych w zestawieniu dla ‘gatunków razem’ wskazuje na istnienie bardzo słabej pozytywnej zależności pomiędzy defoliacją drzew, a ich wiekiem. Podobne wyniki dała analiza regresji pomiędzy defoliacją i wiekiem drzew (r=0,066) (ryc. 3.12). Wśród ‘iglastych razem’ nie stwierdzono takiej zależności, udziały drzew zdrowych i drzew w klasach defoliacji 2-4 oraz średnia defoliacji w analizowanych grupach wiekowych nie wykazywały znaczących różnic. Wśród ‘liściastych razem’ 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: 17,2%, 11,3%, 20,0% u drzew młodszych i 16,0%, 16,8%, 21,3% u drzew starszych (tab. 3.9) (ryc. 3.10 i 3.11).

Wśród gatunków iglastych w analizie regresji przeważał trend pogarszania się kondycji wraz ze wzrostem wieku, silniej wyrażony u jodły, słabiej – u świerka i najsłabiej u sosny (ryc. 3.12). Wartości współczynnika korelacji *r* wynosiły odpowiednio 0,200 (jodła), 0,103 (świerk), 0,015 (sosna) (ryc.3.12).

Młodsze **świerki** były w znacznie lepszej kondycji niż starsze drzewa tego gatunku. Wśród drzew młodszych udział drzew zdrowych był wyższy (6,8%), natomiast udział drzew w klasach defoliacji 2-4 (13,8%) oraz średnia defoliacja (22,6%) były dużo niższe w porównaniu z drzewami starszymi (odpowiednio: 3,7%, 26,7% i 25,6%) (ryc. 3.10 i 3.11).

Młodsze **jodły** również były zdrowsze niż jodły starsze. Wśród młodszych jodeł występował dużo wyższy udział drzew zdrowych (39,1%), niższy udział drzew w klasach defoliacji 2-4 (5,0%) oraz niższa średnia defoliacja (16,3%) w porównaniu ze starszymi drzewami tego gatunku (odpowiednio: 25,0%, 10,2% i 17,9%) (ryc. 3.10 i 3.11).

Młodsze **sosny** nie różniły się kondycją w porównaniu ze starszymi drzewami tego gatunku. Udziały drzew zdrowych, drzew w klasach defoliacji 2-4 oraz średnia defoliacja wynosiły odpowiednio: 7,8%, 13,8% i 22,0% u drzew młodszych oraz 8,7%, 12,9% i 21,4% u drzew starszych (ryc. 3.10 i 3.11).

W grupie gatunków **‘inne iglaste’** wśród drzew młodszych było 13,2% drzew zdrowych, 12,5% drzew w klasach defoliacji 2-4, a średnia defoliacja wynosiła 20,7%. Wśród starszych drzew tej grupy gatunków zanotowano mniej drzew zdrowych (6,7%), więcej drzew w klasach defoliacji 2-4 (17,0%) oraz wyższą średnią defoliację (22,6%) (ryc. 3.10 i 3.11).

Wśród **gatunków liściastych** znaczny spadek kondycji wraz ze wzrostem wieku stwierdzono na podstawie analizy regresji u dębu i brzozy, niewielki – u olszy. W przypadku buka takiej zależności nie obserwowano. Wartości współczynnika korelacji *r* wynosiły dla tych gatunków odpowiednio 0,273 (dąb), 0,157 (brzoza), 0,094 (olsza), zaś dla buka jedynie 0,004 (ryc.3.12).

Młodsze **dęby** były zdrowsze niż starsze drzewa tej grupy gatunków. Wśród młodszych dębów występował wyższy udział drzew zdrowych, dużo niższy udział drzew w klasach defoliacji 2-4 oraz niższa średnia defoliacja w porównaniu ze starszymi dębami, odpowiednio: 7,6% i 2,9% drzew zdrowych, 16,1% i 31,1% drzew w klasach defoliacji 2-4 oraz 22,2% i 25,5% średniej defoliacji).

Młodsze **brzozy** również były w lepszej kondycji niż starsze drzewa tej grupy gatunków. Charakteryzowały się wyższym udziałem drzew zdrowych (11,1%), niższym udziałem drzew w klasach defoliacji 2-4 (11,3%) oraz niższą średnią defoliacją (20,6%) w porównaniu ze starszymi brzozami (4,0% drzew zdrowych, 17,0% drzew w klasach defoliacji 2-4 oraz 23,6% średniej defoliacji).

Również młodsze **olsze** były w lepszej kondycji, w porównaniu ze starszymi drzewami tej grupy gatunków. Udziały drzew zdrowych, drzew w klasach defoliacji 2-4 oraz średnia defoliacja wynosiły odpowiednio: 26,3%, 5,6% i 17,3% u drzew młodszych oraz 19,0%, 7,4% i 18,8% u drzew starszych.

W przypadku **buka** pomiędzy drzewami młodszymi a starszymi nie zanotowano znaczących różnic w udziale drzew w klasach defoliacji 2-4 oraz średniej defoliacji. Wartości te wynosiły odpowiednio: 4,5% i 16,4% oraz 5,2% i 15,4%. Natomiast udział zdrowych buków był znacznie niższy wśród drzew młodszych (28,9%) niż wśród drzew starszych (40,2%).

Drzewa należące do grupy gatunków **'inne liściaste'** nie wykazywały większych różnic w poziomie defoliacji w zależności od wieku. Udziały drzew zdrowych, drzew w klasach defoliacji 2-4 oraz średnia defoliacja wynosiły odpowiednio: 23,8%, 14,3% i 20,5% u drzew młodszych oraz 26,7%, 15,2% i 19,7% u drzew starszych.

Podsumowując: w 2024 roku znaczny spadek kondycji drzew związany z wiekiem (wyrażony wzrostem defoliacji wraz ze wzrostem wieku) wykazano u dębu, brzozy i świerka, mniejszy – u olszy, jodły i domieszkowych gatunków iglastych, bardzo niewielki u sosny. U buka zaobserwowano poprawę kondycji wraz ze wzrostem wieku, wyrażoną głównie wyższym udziałem drzew zdrowych wśród drzew starszych. W przypadku domieszkowych

gatunków iglastych i domieszkowych gatunków liściastych – poszukiwana zależność nie wystąpiła.

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 (lasy w zarządzie LP) – gatunki łącznie

Udział drzew zdrowych (gatunki razem) w układzie rdLP zawierał się w przedziale od 3,2% w RDLP w Olsztynie do 25,8% w RDLP w Krośnie. Udział drzew w klasach defoliacji 2-4 zawierał się w przedziale od 6,5% w RDLP w Szczecinku do 21,8% w RDLP w Katowicach. Średnia defoliacja zawierała się w przedziale od 17,6% w RDLP w Krośnie do 24,3% w RDLP w Katowicach (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 < Kraków < Piła, Radom < Szczecinek, Łódź, Zielona Góra, Białystok, Gdańsk, Poznań < Warszawa, Toruń, Olsztyn, Szczecin, Wrocław < Lublin < Katowice.

Najzdrowsze okazały się drzewa w lasach w RDLP w Krośnie, gdzie zanotowano najwyższy udział drzew zdrowych (25,8%), niski udział drzew w klasach defoliacji 2-4 (7,2%) oraz najniższą w zestawieniu średnią defoliację (17,6%). Niewiele gorszą kondycją zdrowotną charakteryzowały się drzewa w lasach w rdLP w Krakowie, Pile i Radomiu (od 15,8% do 25,3% drzew zdrowych, od 8,0% do 12,3% drzew w klasach defoliacji 2-4, od 18,5% do 19,8% średniej defoliacji). Średni stan zdrowotny drzew zarejestrowano w lasach w rdLP

w Szczecinku, Łodzi, Zielonej Górze, Białymstoku, Gdańsku i Poznaniu (od 7,4% do 17,1% drzew zdrowych, od 6,5% do 16,6% drzew w klasach defoliacji 2-4 oraz od 18,8% do 21,8% średniej defoliacji). Słabszą kondycję zdrowotną drzew zanotowano w lasach w rdLP w Warszawie, Toruniu, Olsztynie, Szczecinie i Wrocławiu: udział drzew zdrowych zawierał się w przedziale od 3,2% do 10,2%, udział drzew w klasach defoliacji 2-4 – od 10,8% do 18,7%, a średnia defoliacja – od 21,2% do 22,4%. Najsłabszą kondycją charakteryzowały się drzewa w lasach rdLP w Lublinie i Katowicach, gdzie zanotowano niski udział drzew zdrowych (8,3% i 5,7%), wysoki udział drzew w klasach defoliacji 2-4 (21,1% i 21,8%) oraz wysoką średnią defoliację (23,4% i 24,3%)

Kondycja zdrowotna drzew monitorowanych gatunków w układzie regionalnych dyrekcji Lasów Państwowych (lasy w zarządzie LP)

Wśród monitorowanych gatunków drzew sosna charakteryzuje się średnim poziomem zdrowotności oraz niewielkim zróżnicowaniem kondycji między poszczególnymi rdLP. Najzdrowsze **sosny** występowały na powierzchniach zlokalizowanych w lasach w RDLP w Szczecinku, zarejestrowano tam 17,1% drzew zdrowych, najmniej drzew w klasach defoliacji 2-4 (2,7%) oraz najniższą w zestawieniu średnią defoliację (16,5%). Dobrą kondycję drzew tego gatunku obserwowano w lasach w rdLP w Pile, Zielonej Górze, Poznaniu i Wrocławiu (od 15,0% do 21,8% drzew zdrowych, od 6,3% do 10,8% drzew w klasach defoliacji 2-4 oraz od 18,2% do 19,3% średniej defoliacji). Kondycję na średnim poziomie zanotowano w lasach w rdLP w Łodzi, Radomiu, Krośnie, Warszawie, Toruniu i Gdańsku (od 0,5% do 17,6% drzew zdrowych, od 8,4% do 13,6% drzew w klasach defoliacji 2-4 oraz od 20,3% do 21,3% średniej defoliacji). Sosny o osłabionej kondycji występowały w rdLP w Białymstoku, Szczecinie, Katowicach i Krakowie (od 0,9% do 4,7% drzew zdrowych, od 9,4% do 16,8% drzew w klasach defoliacji 2-4 oraz od 22,2% do 23,0% średniej defoliacji). Najsłabszą kondycją charakteryzowały się sosny na powierzchniach w lasach w rdLP w Lublinie i Olsztynie, gdzie zanotowano niski udział drzew zdrowych (5,9% i 0,4%), wysoki udział drzew w klasach defoliacji 2-4 (22,4% i 17,1%) oraz najwyższą w zestawieniu średnią defoliację (23,8% i 24,6%) (tab. 3.14, ryc. 3.14).

W ośmiu rdLP liczba **świerków** poddanych obserwacjom nie przekraczała 30 sztuk (wyniki wyłączono z analizy). Świerk charakteryzuje się niskim poziomem zdrowotności na tle innych gatunków drzew leśnych. Podobnie jak to ma miejsce w przypadku olszy kondycja świerka jest mocno zróżnicowana między poszczególnymi rdLP. Spośród dziewięciu porównywanych rdLP najlepszą kondycją charakteryzował się świerk na powierzchniach w RDLP w Pile, gdzie odnotowano najwięcej (37,0%) drzew zdrowych, brak drzew w klasach

defoliacji 2-4 oraz najniższą średnią defoliację (13,3%). Świerki o średniej kondycji zdrowotnej występowały w rdLP w Krośnie, Olsztynie, Białymstoku, Szczecinku i Zielonej Górze (od 0,7% do 16,2% drzew zdrowych, od 7,6% do 17,6% drzew w klasach defoliacji 2-4 oraz od 22,2% do 24,5%, średniej defoliacji). Drzewa tego gatunku o osłabionej kondycji występowały w lasach w rdLP we Wrocławiu i w Szczecinie (5,9% i 4,4% drzew zdrowych, 23,5% i 24,4% drzew w klasach defoliacji 2-4 oraz 23,3% i 25,6% średniej defoliacji). Świerki o najsłabszej kondycji występowały w lasach w RDLP w Katowicach, gdzie nie zanotowano drzew zdrowych, udział drzew w klasach defoliacji 2-4 (43,8%) oraz średnia defoliacja (31,8%) były najwyższe w zestawieniu (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 charakteryzuje się dobrą kondycją zdrowotną w porównaniu z innymi gatunkami drzew. Spośród pięciu porównywanych rdLP najlepszą kondycję jodły odnotowano w RDLP w Katowicach, gdzie występowało najwięcej (59,7%) drzew zdrowych, najmniej (3,2%) drzew w klasach defoliacji 2-4, a średnia defoliacja była najniższa w zestawieniu (13,0%). Dobrą kondycją charakteryzowały się jodły w lasach RDLP w Krośnie, słabszą – w rdLP w Krakowie i Radomiu (odpowiednio: 32,3%, 19,4% i 26,7% drzew zdrowych, 4,5%, 11,5% i 12,1% drzew w klasach defoliacji 2-4 oraz 15,4%, 19,2% i 19,2% średniej defoliacji). Jodły o najsłabszej kondycji występowały w RDLP w Lublinie, gdzie zanotowano najniższy udział drzew zdrowych (10,6%), udział drzew w klasach defoliacji 2-4 (25,5%) oraz średnia defoliacja (24,5%) były najwyższe w zestawieniu (tab. 3.14, ryc. 3.14).

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). Buk charakteryzuje się najlepszą kondycją zdrowotną w porównaniu z innymi monitorowanymi gatunkami drzew. Wśród ośmiu poddanych analizie rdLP najzdrowsze drzewa tego gatunku występowały w RDLP w Krośnie, niewiele gorsze pod względem kondycji zdrowotnej – w rdLP w Krakowie i Gdańsku. Zanotowano tam wysoki udział drzew zdrowych (odpowiednio: 60,8%, 56,3% i 51,2%), niski udział drzew w klasach defoliacji 2-4 (1,1%, 3,8% i 1,2%) oraz niską średnią defoliację (12,3%, 13,4% i 13,1%). Słabszą kondycją zdrowotną charakteryzowały się buki w rdLP w Szczecinie, Katowicach, Wrocławiu i Olsztynie (od 17,4% do 33,1% drzew zdrowych, od 7,6% do 11,6% drzew w klasach defoliacji 2-4 oraz od 18,0% do 18,6% średniej defoliacji). Buki o najsłabszej kondycji występowały w RDLP

w Szczecinku, gdzie zanotowano najmniej (3,8%) drzew zdrowych, 6,8% drzew w klasach defoliacji 2-4 oraz średnią defoliację równą 19,3%. (tab. 3.14, ryc. 3.15).

Dąb jest gatunkiem o najsłabszej kondycji zdrowotnej w porównaniu z innymi monitorowanymi gatunkami drzew. Najlepszą kondycją charakteryzowały się dęby w lasach w RDLP w Radomiu, gdzie zarejestrowano najwyższy udział drzew zdrowych (26,7%), niski udział drzew w klasach defoliacji 2-4 (6,2%) oraz najniższą w zestawieniu średnią defoliację (18,3%). Dobrą kondycję drzew tej grupy gatunków obserwowano w lasach w rdLP w Krośnie, Gdańsku i Olsztynie (od 1,6% do 17,1% drzew zdrowych, od 2,8% do 11,8% drzew w klasach defoliacji 2-4 oraz od 18,9% do 20,4% średniej defoliacji). Kondycję na średnim poziomie zanotowano w lasach w rdLP w Białymstoku, Toruniu, Lublinie, Krakowie, Warszawie i Szczecinku (od 0,0% do 5,0% drzew zdrowych, od 12,9% do 26,7% drzew w klasach defoliacji 2-4 oraz od 22,9% do 24,4% średniej defoliacji). Dęby o osłabionej kondycji występowały w rdLP w Łodzi, Wrocławiu, Szczecinie, Poznaniu i Pile (od 0,0% do 8,1% drzew zdrowych, od 36,4% do 46,2% drzew w klasach defoliacji 2-4 oraz od 25,5% do 29,2% średniej defoliacji). Najsłabszą kondycją charakteryzowały się dęby w lasach w rdLP w Zielonej Górze i Katowicach (odpowiednio: 1,2% i 0,0% drzew zdrowych, 52,8 i 52,9% drzew w klasach defoliacji 2-4 oraz 29,8% i 29,6% średniej defoliacji (tab. 3.14, ryc. 3.15).

Brzoza charakteryzuje się słabą kondycją zdrowotną na tle innych gatunków drzew leśnych. Spośród szesnastu analizowanych rdLP (wyniki z RDLP w Krakowie, gdzie liczba **brzóz** poddanych obserwacjom nie przekraczała 30 sztuk, wyłączono z analizy) najzdrowsze brzozy występowały na powierzchniach badawczych w RDLP w Radomiu, gdzie zanotowano najwyższy udział drzew zdrowych (22,9%), udział drzew w klasach defoliacji 2-4 (6,3%) oraz średnia defoliacja (17,4%) były najniższe. Dobrą kondycję drzew tej grupy gatunków obserwowano w rdLP w Szczecinie, Lublinie, Gdańsku i Białymstoku, (od 8,4% do 20,2% drzew zdrowych, od 6,7% do 15,7% drzew w klasach defoliacji 2-4 oraz od 19,8% do 21,3% średniej defoliacji). Kondycję na średnim poziomie zanotowano w lasach w rdLP w Olsztynie, Toruniu, Łodzi, Poznaniu, Krośnie, Szczecinku i Pile (od 0,3% do 9,0% drzew zdrowych, od 6,0% do 19,0% drzew w klasach defoliacji 2-4 oraz od 21,1% do 24,6% średniej defoliacji). Osłabioną kondycję brzozy odnotowano w rdLP we Wrocławiu, Zielonej Górze i Warszawie (od 1,7% do 3,9% drzew zdrowych, od 16,8% do 22,0% drzew w klasach defoliacji 2-4 oraz od 23,5% do 25,8% średniej defoliacji). Brzozy o najsłabszej kondycji występowały w RDLP w Katowicach, gdzie udział drzew zdrowych był najniższy (0,5%), natomiast udział drzew

w klasach defoliacji 2-4 (37,8%) oraz średnia defoliacja (27,7%) były najwyższe w zestawieniu (tab. 3.14, ryc. 3.15).

W czterech rdLP (w Gdańsku, Radomiu, Łodzi i Krakowie) liczba **olszy** poddanych obserwacjom nie przekraczała 30 (wyniki wyłączono z analizy). Ta grupa gatunków charakteryzuje się wysokim poziomem zdrowotności na tle innych gatunków drzew leśnych. Podobnie jak to ma miejsce w przypadku świerka kondycja olszy jest mocno zróżnicowana między poszczególnymi rdLP. Spośród trzynastu analizowanych rdLP najzdrowsze olsze występowały na powierzchniach badawczych w RDLP w Zielonej Górze, gdzie zanotowano najwyższy udział drzew zdrowych (35,3%), brak drzew w klasach defoliacji 2-4 oraz najniższą w zestawieniu średnią defoliację (13,5%). Bardzo dobrą kondycją charakteryzowały się olsze w rdLP w Lublinie, Białymstoku, Toruniu i Pile (od 25,0% do 34,4% drzew zdrowych, od 1,6% do 9,1% drzew w klasach defoliacji 2-4 i od 14,9% do 17,7% średniej defoliacji). Dobrą kondycją charakteryzowały się olsze w lasach w rdLP we Wrocławiu, w Poznaniu, Olsztynie i Warszawie (od 6,7% do 16,2% drzew zdrowych, od 3,4% do 15,6% drzew w klasach defoliacji 2-4 oraz od 18,5% do 19,6% średniej defoliacji). Kondycję drzew tej grupy gatunków na średnim poziomie zanotowano w lasach w rdLP w Krośnie i Szczecinku (odpowiednio: 2,7% i 2,9% drzew zdrowych, 4,0% i 8,3% drzew w klasach defoliacji 2-4 oraz 20,9% i 21,3% średniej defoliacji). Słabszą kondycją charakteryzowały się olsze w lasach w RDLP w Szczecinie, najsłabszą – w lasach w RDLP w Katowicach (odpowiednio: 20,2% i 2,9% drzew zdrowych, 20,7% i 38,2% drzew w klasach defoliacji 2-4 oraz 22,4% i 33,6% 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 1,2% w województwie opolskim do 23,1% w województwie świętokrzyskim. Udział drzew w klasach defoliacji 2-4 zawierał się w przedziale od 7,2% w województwie pomorskim do 26,7% w województwie opolskim. Średnia defoliacja zawierała się w przedziale od 18,8% w województwie podkarpackim do 24,8% w województwie opolskim (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 < świętokrzyskie, małopolskie, podlaskie < pomorskie, łódzkie, wielkopolskie,

zachodniopomorskie < lubuskie, kujawsko-pomorskie, warmińsko-mazurskie < lubelskie, śląskie, mazowieckie, dolnośląskie << opolskie.

Najzdrowsze okazały się drzewa w lasach województwa podkarpackiego (22,0% drzew zdrowych, 9,8% drzew w klasach 2-4 oraz 18,8% średniej defoliacji). Dobrą kondycją charakteryzowały się drzewa w lasach województw: świętokrzyskiego, małopolskiego i podlaskiego (od 12,6% do 23,1% drzew zdrowych, od 8,3% do 15,1% drzew w klasach defoliacji 2-4 oraz od 19,8% do 20,8% średniej defoliacji). Umiarkowanie dobrą kondycją charakteryzowały się drzewa w lasach województw: pomorskiego, łódzkiego, wielkopolskiego i zachodniopomorskiego (od 8,5% do 16,7% drzew zdrowych, od 7,2% do 15,7% drzew w klasach defoliacji 2-4 oraz od 19,7% do 21,0% średniej defoliacji). Kondycję zdrowotną drzew na średnim poziomie obserwowano w lasach województw: lubuskiego, kujawsko-pomorskiego i warmińsko-mazurskiego (od 4,6% do 9,3% drzew zdrowych, od 9,8% do 15,2% drzew w klasach defoliacji 2-4 oraz od 21,3% do 22,2% średniej defoliacji). Osłabioną kondycją charakteryzowały się drzewa w lasach województw: lubelskiego, śląskiego, mazowieckiego i dolnośląskiego (od 8,8% do 13,1% drzew zdrowych, od 16,4% do 19,8% drzew w klasach defoliacji 2-4 oraz od 22,2% do 23,4% średniej defoliacji). Najgorszą kondycję drzew obserwowano w lasach województwa opolskiego, gdzie zanotowano najniższy udział drzew zdrowych (1,2%), najwyższy udział drzew w klasach defoliacji 2-4 (26,7%) oraz najwyższą średnią defoliację (24,8%).

Zdrowotność drzew monitorowanych gatunków w układzie województw

Sosna jest gatunkiem o średniej kondycji zdrowotnej, nie wykazuje dużego zróżnicowanie regionalnego w porównaniu z innymi gatunkami podlegającymi ocenie. Zdrowe sosny występowały na powierzchniach zlokalizowanych w lasach województw: wielkopolskiego, świętokrzyskiego, dolnośląskiego, zachodniopomorskiego i pomorskiego (od 7,4% do 17,2% drzew zdrowych, od 6,8% do 11,8% drzew w klasach defoliacji 2-4 oraz od 19,3% do 19,6% średniej defoliacji). Sosny o średniej kondycji zdrowotnej występowały w lasach województw: podlaskiego, łódzkiego, kujawsko-pomorskiego, lubuskiego, podkarpackiego, małopolskiego i opolskiego (od 0,3% do 16,6% drzew zdrowych, od 7,9% do 17,8% drzew w klasach defoliacji 2-4 oraz od 20,5% do 22,9% średniej defoliacji). Sosny o osłabionej kondycji występowały w województwach: śląskim, warmińsko-mazurskim i mazowieckim (od 0,0% do 5,5% drzew zdrowych, od 12,4% do 20,4% drzew w klasach defoliacji 2-4 oraz od 24,0% do 24,2% średniej defoliacji). Najsłabszą kondycją charakteryzowały się sosny lubelskim, gdzie zanotowano 3,6% drzew zdrowych, najwyższy

udział (25,2%) drzew w klasach defoliacji 2-4 oraz najwyższą w zestawieniu średnią defoliację (25,0%) (tab. 3.15).

W pięciu województwach liczba **świerków** poddanych obserwacjom nie przekraczała 30 (wyniki wyłączono z analizy). Świerk jest gatunkiem charakteryzującym się słabą kondycją zdrowotną w porównaniu z innymi gatunkami drzew. Najzdrowsze drzewa tego gatunku występowały w województwie wielkopolskim, gdzie zanotowano 10,4% drzew zdrowych, natomiast udział drzew w klasach defoliacji 2-4 (8,3%) oraz średnia defoliacja (20,0%) były najniższe w zestawieniu. Kondycją zdrowotną na średnim poziomie charakteryzowały się świerki w województwach: lubuskim, warmińsko-mazurskim, pomorskim, zachodniopomorskim, dolnośląskim, podlaskim i podkarpackim (od 0,7% do 14,4% drzew zdrowych, od 11,1% do 25,3% drzew w klasach defoliacji 2-4 oraz od 22,3% do 24,5% średniej defoliacji). Słabą kondycję drzew tego gatunku odnotowano w województwach: małopolskim i świętokrzyskim, najsłabszą – w województwie śląskim (odpowiednio: 6,5%, 0,0% i 3,7% drzew zdrowych, 28,8%, 45,2% i 46,9% drzew w klasach defoliacji 2-4 oraz 26,0%, 30,3% i 32,8% średniej defoliacji).

Powierzchnie **jodłowe** oraz z domieszką jodły występują jedynie w ośmiu województwach, w tym w dwóch województwach liczba drzew poddanych obserwacjom nie przekraczała 30 (wyniki wyłączono z analizy). Jodła charakteryzuje się najlepszą wśród gatunków iglastych kondycją zdrowotną, wartości średniej defoliacji w sześciu porównywanych województwach zawierają się w przedziale od 13,9% do 20,7%. Najzdrowsze jodły występowały w województwie śląskim, zanotowano tu najwyższy udział (56,8%) drzew zdrowych, niski udział (5,7%) drzew w klasach defoliacji 2-4 oraz najniższą średnią defoliację (13,9%). Dobrą kondycją charakteryzowały się jodły w lasach województw podkarpackiego i świętokrzyskiego (30,9% i 33,7% drzew zdrowych, 7,0% i 11,6% drzew w klasach defoliacji 2-4 oraz 16,3% i 17,9% średniej defoliacji). Niewiele gorszą kondycją charakteryzowały się jodły w lasach województw lubelskiego i małopolskiego (17,6% i 21,0% drzew zdrowych, 2,9% i 10,5% drzew w klasach defoliacji 2-4 oraz 17,8% i 18,7% średniej defoliacji). W najsłabszej kondycji były jodły w województwie mazowieckim, gdzie zarejestrowano najmniej drzew zdrowych (16,7%), 11,1% drzew w klasach defoliacji 2-4 oraz najwyższą w zestawieniu średnią defoliację (20,7%) (tab. 3.15).

Powierzchnie **bukowe** oraz z domieszką buka występują w piętnastu województwach, w tym w pięciu województwach liczba drzew poddanych obserwacjom nie przekraczała 30 (wyniki wyłączono z analizy). Ogółem buki charakteryzują się wysokim poziomem

zdrowotności wśród monitorowanych gatunków. Spośród dziesięciu porównywanych województw najlepszą kondycję buków obserwowano w lubelskim, gdzie odnotowano najwięcej drzew zdrowych (67,7%), brak drzew w klasach defoliacji 2-4 oraz najniższą średnią defoliację (11,3%). Bardzo dobrą kondycję buków obserwowano również w świętokrzyskim, małopolskim i podkarpackim (od 52,3% do 61,7% drzew zdrowych, od 1,6% do 8,5% drzew w klasach defoliacji 2-4 oraz od 130% do 13,6% średniej defoliacji), dobrą – w śląskim, lubuskim i pomorskim (od 22,9% do 38,7% drzew zdrowych, od 0,0% do 4,3% drzew w klasach defoliacji 2-4 oraz od 14,9% do 16,8% średniej defoliacji). W pozostałych województwach (warmińsko-mazurskim, dolnośląskim i zachodnio-pomorskim) kondycja buków była niewiele gorsza (od 14,3% do 20,0% drzew zdrowych, od 7,3% do 11,1% drzew w klasach defoliacji 2-4, od 18,5% do 18,9% średniej defoliacji) (tab. 3.15).

Dąb jest gatunkiem o najsłabszej kondycji zdrowotnej, wykazującej duże zróżnicowanie regionalne. Najzdrowsze dęby występowały w województwie świętokrzyskim: gdzie zanotowano najwięcej drzew zdrowych (31,9%), niski udział drzew w klasach defoliacji 2-4 (5,9%) oraz najniższą w zestawieniu średnią defoliację (16,6%). Dęby o średniej kondycji zdrowotnej występowały w pomorskim, warmińsko-mazurskim, podkarpackim, mazowieckim, podlaskim i małopolskim (od 1,6% do 7,1% drzew zdrowych, od 2,7% do 24,0% drzew w klasach defoliacji 2-4 oraz od 20,4% do 22,7% średniej defoliacji. Silnie osłabioną kondycją charakteryzowały się dęby w lasach województw: zachodnio-pomorskiego, dolnośląskiego, śląskiego, łódzkiego i wielkopolskiego (od 1,4% do 9,8% drzew zdrowych, od 34,6% do 46,3% drzew w klasach defoliacji 2-4 oraz od 26,2% do 27,9% średniej defoliacji). Dęby o najsłabszej kondycji występowały w lubuskim i opolskim (1,4% i 0,0% drzew zdrowych, 52,6% i 57,4% drzew w klasach defoliacji 2-4 oraz 29,9% i 30,0% średniej defoliacji) (tab. 3.15).

Brzoza jest gatunkiem o słabej kondycji zdrowotnej. Najzdrowsze brzozy występowały w świętokrzyskim, gdzie odnotowano najwięcej drzew zdrowych (29,0%), najmniej drzew w klasach defoliacji 2-4 (5,2%) oraz najniższą w zestawieniu średnią defoliację (17,4%). Niewiele gorszą kondycję obserwowano w lubelskim (21,1% drzew zdrowych, 12,0% drzew w klasach defoliacji 2-4, średnia defoliacja równa 19,5%). Dobrą kondycją charakteryzowały się brzozy w lasach województw: warmińsko-mazurskiego, pomorskiego, zachodniopomorskiego i kujawsko-pomorskiego (od 4,6% do 6,7% drzew zdrowych, od 5,9% do 13,3% drzew w klasach defoliacji 2-4 oraz od 20,7% do 21,3% średniej defoliacji). Osłabioną kondycją charakteryzowały się brzozy w lasach województw: podlaskiego, łódzkiego, mazowieckiego, dolnośląskiego, podkarpackiego, wielkopolskiego, lubuskiego

i małopolskiego (od 0,7% do 9,6% drzew zdrowych, od 11,1% do 23,5% drzew w klasach defoliacji 2-4, od 22,2% do 24,2% średniej defoliacji). Brzozy o najsłabszej kondycji obserwowano w lasach województw: śląskiego i opolskiego (0,6% i 1,0% drzew zdrowych, 24,1% i 34,3% drzew w klasach defoliacji 2-4 oraz 25,9% i 26,7% średniej defoliacji) (tab. 3.15).

Powierzchnie **olszowe** oraz z domieszką olszy występują we wszystkich województwach, w śląskim liczba drzew poddanych obserwacjom nie przekraczała 30 (wyniki wyłączono z analizy). Olsza jest gatunkiem wykazującym duże zróżnicowanie regionalne. Najlepszą kondycję zdrowotną olszy zarejestrowano w łódzkim i podlaskim, zanotowano tam wysoki udział drzew zdrowych (48,0% i 42,9%), mało drzew w klasach defoliacji 2-4 (2,0% i 2,5%) oraz niską średnią defoliację (14,2% i 14,7%). W niewiele gorszej kondycji były olsze w województwach: kujawsko-pomorskim, lubuskim, lubelskim i mazowieckim (od 27,2% do 35,6% drzew zdrowych, od 1,4% do 6,2% drzew w klasach defoliacji 2-4 oraz od 14,2% do 16,3% średniej defoliacji). Dobrą kondycją charakteryzowały się olsze w lasach województw: podkarpackiego, wielkopolskiego, dolnośląskiego, małopolskiego i warmińsko-mazurskiego (od 8,1% do 21,1% drzew zdrowych, od 4,1% do 6,8% drzew w klasach defoliacji 2-4 oraz od 17,7% do 20,0% średniej defoliacji). Słabszą kondycją zdrowotną charakteryzowały się olsze w lasach województw: opolskiego, zachodniopomorskiego i pomorskiego (od 3,6% do 16,5% drzew zdrowych, od 5,0% do 16,2% drzew w klasach defoliacji 2-4 oraz od 20,3% do 21,4% średniej defoliacji). Olsze o najsłabszej kondycji występowały w lasach województwa świętokrzyskiego, gdzie zanotowano niski udział drzew zdrowych (12,7%), natomiast udział drzew w klasach defoliacji 2-4 (36,4%) oraz średnia defoliacja (33,9%) były najwyższe w zestawieniu (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 6,1% w Krainie Sudeckiej do 26,5% w Krainie Karpackiej. Udział drzew o defoliacji powyżej 25% zawierał się w przedziale od 9,9% w Krainie Mazursko-Podlaskiej do 22,9% w Krainie Sudeckiej. Średnia defoliacja zawierała się w przedziale od 18,6% w Krainie Karpackiej do 23,2% w Krainie Sudeckiej (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,

Wielkopolsko-Pomorska < Małopolska, Mazursko-Podlaska < Mazowiecko-Podlaska < Śląska, Sudecka.

Najzdrowsze okazały się drzewa w lasach Krainy Karpackiej, zanotowano tam najwyższy, w porównaniu z innymi krainami, udział drzew zdrowych (26,5%), niski udział drzew w klasach defoliacji 2-4 (10,9%) i najniższą w zestawieniu średnią defoliację (18,6%). Dobrą kondycję drzew zanotowano w lasach krain: Bałtyckiej i Wielkopolsko-Pomorskiej, średnią – w lasach krain: Małopolskiej i Mazursko-Podlaskiej, natomiast słabszą od średniej – w lasach Krainy: Mazowiecko-Podlaskiej. Najsłabszą kondycją charakteryzowały się drzewa w lasach krain: Śląskiej i Sudeckiej. Wystąpiło tam niewiele drzew zdrowych (7,1% i 6,1%), dużo drzew w klasach defoliacji 2-4 (20,6% i 22,9%) średnia defoliacja była wysoka (22,8% i 23,2%) w porównaniu z innymi krainami.

Analiza map (ryc. 3.18, 3.19) prezentujących wyniki obserwacji defoliacji drzew na SPO I rzędu w 2024 roku również pozwala na wydzielenie obszarów zróżnicowanych pod względem zdrowotności lasów w kraju. Dane źródłowe, na podstawie których sporządzone zostały mapy to średnie wartości defoliacji z powierzchni badawczych dla wszystkich monitorowanych gatunków łącznie.

Najzdrowsze lasy (do 20% średniej defoliacji) występowały:

- w Krainie **Bałtyckiej**: w części zachodniej i środkowo zachodniej (Puszcza Drawska, kompleksy leśne na południe od Kołobrzegu, Koszalina i Słupska, aż do południowych granic Krainy), w części środkowej (Lasy Oliwsko-Darżlubskie, lasy między Lubiatowem, Dębkami i Kolbudami), w części wschodniej (okolice Kwidzyna, Sztumu i Tczewa, lasy na północny wschód od Elbląga);
- w Krainie **Wielkopolsko-Pomorskiej**: w części zachodniej (Bory Lubuskie), w części północnej wzdłuż granicy z Krainą Bałtycką (Bory Tucholskie, lasy okolic Szczecinka i Drawska Pomorskiego), w części środkowej (kompleksy leśne położone na północ od Poznania w kierunku Człopy, Piły, Tucholi i Chojnic, aż do granicy z Krainą Bałtycką, lasy między Bydgoszczą i Chodzieżą), na krańcach południowych Krainy (Lasy Doliny Baryczy i Lasy Rychtalskie);
- w Krainie **Mazursko-Podlaskiej**: w części południowo-wschodniej (Puszcza Białowieska, Puszcza Knyszyńska – środkowy pas ciągnący się z południa na północ), lasy między Sokółką i Dąbrową Białostocką oraz między Dąbrową Białostocką, Ełkiem i Knyszynem;
- w Krainie **Mazowiecko-Podlaskiej**: w części północnej (lasy między Wyszkowem, Łochowem i Ostrowią Mazowiecką – Puszcza Biała, okolice Wysokiego Mazowieckiego, w części południowo-zachodniej (punktowo okolice Grotnik i Brzezin);

- w Krainie **Małopolskiej**: w części północno-zachodniej (punktowo między Aleksandrowem Łódzkim i Grotnikami oraz lasy wokół Bełchatowa), w części centralnej (Puszcza Świętokrzyska i Puszcza Sandomierska), w części południowo-wschodniej (Puszcza Solska), w części południowej (kompleksy leśne między Niepołomicami, Bochnią i Tarnowem);
- w Krainie **Karpackiej**: wschodnia połowa Krainy, sięgająca na zachód do Nowego Sącza i Brzeska (w tym okolice Rymanowa i Brzozowa, Lasy Birczańskie i Lasy Bieszczadzkie) w części środkowej (kompleksy leśne między Limanową, Mszaną Dolną i Nowym Targiem), w części zachodniej (kompleksy leśne położone między Bielsko-Białą, Ustroniem, Koniakowem, Węgierską Górką i Żywcem);
- w Krainie **Śląskiej**: w części zachodniej (kompleks leśny na południowy zachód od Żagania – okolice Wymiarek) oraz w części północno-wschodniej przy granicy z Krainą Wielkopolsko-Pomorską (Lasy Doliny Baryczy i Lasy Rychtalskie);
- w Krainie **Sudeckiej**: w części południowo-zachodniej (lasy między Lubomierzem a Jakuszycami oraz w okolicach Karpacza).

Kompleksy leśne o słabszej kondycji (średnia defoliacja na poziomie 25,1% – 30%) występowały we wszystkich krainach przyrodniczo-leśnych:

- w Krainie **Bałtyckiej**: na południowo-zachodnim jej krańcu (Pojezierze Myśliborskie, Puszcza Gorzowska);
- w Krainie **Wielkopolsko-Pomorskiej**: w północno-zachodniej części (kompleks leśny położny na północ od Gorzowa Wielkopolskiego - okolice Barlinka), w południowo-wschodniej części (punktowo w okolicach Jarocina, Krotoszyna i Kalisza)
- w Krainie **Mazursko-Podlaskiej**: w części południowo-zachodniej (lasy między Szczytnem, Chorzelami i Piszem), w części północnej (lasy między Gołdapią, Dubennikami i Żytkiejmami – Puszcza Romincka);
- w Krainie **Mazowiecko-Podlaskiej**: w części północnej przy granicy z Krainą **Mazursko-Podlaską** (lasy między Kolnem, Różanem, Szczytnem i Piszem), w części centralnej (lasy między Markami, Serockiem, Wyszkowem i Łochowem, w części wschodniej (punktowo na południe od Siedlec), w części zachodniej (między Zakrzewem Kościelnym i Słupnem – po obu stronach Wisły);
- w Krainie **Śląskiej**: w części wschodniej (lasy na północny zachód od Rybnika oraz lasy na południowy zachód od Opola);
- w południowo-wschodniej części Krainy **Sudeckiej** (lasy Ziemi Kłodzkiej);
- w Krainie **Małopolskiej**: w części środkowo-zachodniej (lasy okolic Włoszczowej, lasy na wschód od Kluczborka), w części wschodniej (okolice Chwałowic) w części południowo-zachodniej (lasy zlokalizowane na terenie Górnośląskiego Okręgu Przemysłowego)

- w południowo-zachodniej części Krainy **Karpackiej** – okolice Zakopanego i Tatrzański Park Narodowy.

Według prezentowanych map w 2024 roku **żaden kompleks leśny** nie wykazał znacznego osłabienia kondycji zdrowotnej (powyżej 30% średniej defoliacji).

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

Sosna to gatunek o średnim poziomie zdrowotności, wykazujący najniższą zmienność poziomu defoliacji biorąc pod uwagę rozkład przestrzenny. Różnice między wartościami maksymalnymi i minimalnymi udziału drzew zdrowych, udziału drzew w klasach 2-4 oraz średniej defoliacji w poszczególnych krainach przyrodniczo-leśnych były najniższe na tle pozostałych grup gatunków drzew poddanych ocenie. Różnice wynosiły odpowiednio: 8,5 punktów procentowych, 11,2 p.p. i 3,9 p.p. Dobrą kondycją zdrowotną charakteryzowały się drzewa tego gatunku w lasach krain: Bałtyckiej, Wielkopolsko-Pomorskiej i Śląskiej, gdzie zanotowano od 7,4% do 10,8% drzew zdrowych, od 7,5% do 11,1% drzew w klasach defoliacji 2-4 oraz od 20,0% do 20,4% średniej defoliacji. Średnią kondycję sosny odnotowano w lasach krain: Karpackiej i Małopolskiej (7,2% i 10,5% drzew zdrowych, 11,7% i 17,1% drzew w klasach defoliacji 2-4 oraz 21,3% i 22,3% średniej defoliacji). Słabszą kondycją charakteryzowały się drzewa tego gatunku w lasach krain: Mazursko-Podlaskiej i Mazowiecko-Podlaskiej (2,3% i 4,8% drzew zdrowych, 12,8% i 18,7% drzew w klasach defoliacji 2-4 oraz 23,5% i 23,9% średniej defoliacji). W krainie Sudeckiej liczba sosen poddanych obserwacjom nie przekraczała 30 sztuk, wyniki uzyskane z tej krainy wyłączono z analizy.

Świerk jest gatunkiem charakteryzującym się niskim poziomem zdrowotności w porównaniu z pozostałymi monitorowanymi gatunkami drzew. Jest również gatunkiem wykazującym dużą zmienność poziomu defoliacji biorąc pod uwagę rozkład przestrzenny. Różnice między wartościami maksymalnymi i minimalnymi udziału drzew zdrowych, udziału drzew w klasach 2-4 oraz średniej defoliacji w poszczególnych krainach przyrodniczo-leśnych były wysokie na tle pozostałych grup gatunków drzew poddanych ocenie. Różnice wynosiły odpowiednio: 18,5 p.p, 35,2 p.p. oraz 10,4 p.p. Najlepszą kondycją zdrowotną charakteryzowały się świerki w lasach Krainy Wielkopolsko-Pomorskiej, dobrą – w lasach Krainy Śląskiej (odpowiednio: 18,5% i 10,6% drzew zdrowych, 11,3% i 14,1% drzew w klasach defoliacji 2-4, oraz 19,6% i 20,4% średniej defoliacji). Średnią kondycję świerków odnotowano w lasach krain: Mazursko-Podlaskiej, Bałtyckiej, Mazowiecko-Podlaskiej i Sudeckiej (od 0,0% do 3,0% drzew zdrowych, od 11,4% do 26,0% drzew w klasach 2-4 oraz od 23,7% do 25,2% średniej defoliacji). Mocno osłabioną kondycją charakteryzowały się

świerki w lasach Krainy Karpackiej, najsłabszą – w lasach Krainy Małopolskiej (odpowiednio: 7,7% i 1,2% drzew zdrowych, 31,1% i 46,5% drzew w klasach defoliacji 2-4 oraz 26,9% i 30,0% średniej defoliacji.

Jodła, w porównaniu z innymi ocenianymi gatunkami, charakteryzuje się dobrą kondycją zdrowotną ogółem w kraju. Gatunek ten został oceniony w wystarczającej liczbie na powierzchniach dwóch krain. Zdrowsze jodły występowały w Krainie Karpackiej, jodły o słabszej kondycji zanotowano w Krainie Małopolskiej. Udziały drzew zdrowych wynosiły odpowiednio: 29,4% i 22,8%, udziały drzew w klasach defoliacji 2-4 – 7,8% i 12,8%, natomiast średnia defoliacja – 16,9% i 19,7%.

Buk, w porównaniu z innymi monitorowanymi gatunkami drzew, charakteryzuje się najlepszą kondycją zdrowotną w skali kraju. Liczba buków poddanych obserwacjom nie przekraczała 30 sztuk w krainach: Mazowiecko-Podlaskiej i Mazursko-Podlaskiej, wyniki z tych krain wyłączono z analizy. Buk jest gatunkiem wykazującym dużą zmienność poziomu defoliacji biorąc pod uwagę rozkład przestrzenny. Różnice między wartościami maksymalnymi i minimalnymi udziału drzew zdrowych, udziału drzew w klasach 2-4 oraz średniej defoliacji w poszczególnych krainach przyrodniczo-leśnych były wysokie na tle pozostałych gatunków drzew poddanych ocenie. Różnice wynosiły odpowiednio: 43,6 p.p, 17,5 p.p. oraz 8,9 p.p. Wśród sześciu porównywanych krain najzdrowsze buki występowały w krainach: Karpackiej i Małopolskiej (53,2 i 56,5% drzew zdrowych, 2,0% i 3,3% drzew w klasach defoliacji 2-4, średnia defoliacja równa 13,0% i 13,8%), nieco gorsze pod względem zdrowotnym – w krainach: Bałtyckiej, Wielkopolsko-Pomorskiej i Sudeckiej (od 12,9% do 20,6% drzew zdrowych, od 4,3% do 10,6% drzew w klasach 2-4 oraz od 18,1% do 18,6% średniej defoliacji). Buki o słabszej kondycji zdrowotnej odnotowano w Krainie Śląskiej (13,4% drzew zdrowych, 19,5% drzew w klasach defoliacji 2-4, średnia defoliacja równa 21,9%).

Dęby to grupa gatunków o najsłabszej kondycji w skali kraju, co znajduje odzwierciedlenie w ich kondycji w poszczególnych krainach. Dobrą kondycją zdrowotną charakteryzowały się dęby w lasach krain: Mazursko-Podlaskiej i Karpackiej (1,6% i 7,3% drzew zdrowych, 6,9% i 17,7% drzew w klasach defoliacji 2-4, oraz 21,5% i 21,2% średniej defoliacji). Średnią kondycję dębów odnotowano w lasach krain: Małopolskiej, Mazowiecko-Podlaskiej i Bałtyckiej (od 3,2% do 9,3% drzew zdrowych, od 19,1% do 22,1% drzew w klasach 2-4 oraz od 23,0% do 23,4% średniej defoliacji). Mocno osłabioną kondycją charakteryzowały się dęby w lasach krain: Sudeckiej i Wielkopolsko-Pomorskiej, najsłabszą –

w lasach Krainy Śląskiej (odpowiednio: 4,5%, 1,3% i 2,4% drzew zdrowych, 30,9%, 33,7% i 46,2% drzew w klasach defoliacji 2-4 oraz 24,5%, 26,7 i 28,1% średniej defoliacji.

Brzozy charakteryzują się słabą kondycją zdrowotną na tle innych gatunków drzew leśnych. Dobrą kondycję zdrowotną drzew tej grupy gatunków odnotowano w lasach krain: Małopolskiej, Mazursko-Podlaskiej i Bałtyckiej (od 4,5% do 15,2% drzew zdrowych, od 8,8% do 14,3% drzew w klasach 2-4 oraz od 20,9% do 21,1% średniej defoliacji). Osłabioną kondycję zarejestrowano w lasach krain: Wielkopolsko-Pomorskiej, Mazowiecko-Podlaskiej, Karpackiej i Sudeckiej (od 1,5% do 7,9% drzew zdrowych, od 13,7% do 16,4% drzew w klasach defoliacji 2-4 oraz od 22,0% do 23,2% średniej defoliacji). Najsłabszą kondycją charakteryzowały się brzozy w lasach Krainy Śląskiej (1,5% drzew zdrowych, 28,7% drzew w klasach defoliacji 2-4, średnia defoliacja równa 26,5%).

Olsze charakteryzują się wysokim poziomem zdrowotności na tle innych gatunków drzew leśnych. Najzdrowsze olsze występowały w lasach Krainy Mazowiecko-Podlaskiej, gdzie zanotowano najwyższy udział drzew zdrowych (30,8%), niski udział drzew w klasach defoliacji 2-4 (5,1%) oraz najniższą średnią defoliację (15,9%). Bardzo dobrą kondycją charakteryzowały się olsze w lasach krain: Mazursko-Podlaskiej i Wielkopolsko-Pomorskiej (26,9% i 20,9% drzew zdrowych, 3,2% i 5,1% drzew w klasach defoliacji 2-4 oraz 17,2% i 17,0% średniej defoliacji). Dobrą kondycję drzew tej grupy gatunków zanotowano w lasach krain: Śląskiej, Karpackiej i Małopolskiej (od 10,3% do 22,6% drzew zdrowych, od 6,9% do 10,1% drzew w klasach defoliacji 2-4 i od 19,3% do 19,9% średniej defoliacji). Olsze o słabszej kondycji występowały w lasach Krainy Bałtyckiej, gdzie zarejestrowano najniższy udział drzew zdrowych (10,0%), najwyższy udział drzew w klasach defoliacji 2-4 (12,4%) oraz najwyższą średnią defoliację (21,6%). Liczba **olszy** poddanych obserwacjom nie przekraczała 30 w Krainie Sudeckiej i wyniki z tej krainy wyłączono z analizy.

Kondycja zdrowotna drzew w układzie parków narodowych

Ogółem w osiemnastu parkach narodowych poddano obserwacjom 720 drzew (na 36 powierzchniach), w tym 180 sosen (w 9 parkach), 100 świerków (w 9 parkach), 47 jodeł (w 5 parkach), 18 modrzewi (kategoria ‘inne iglaste’) (w 2 parkach), 176 buków (w 7 parkach), 12 dębów (w 1 parku), 72 brzozy (w 5 parkach), 84 olsze (w 6 parkach) i 31 drzew z kategorii ‘inne liściaste’ (5 gatunków, najwięcej – 15 sztuk – osik) (w 3 parkach).

Udział drzew zdrowych wśród wszystkich drzew poddanych obserwacjom wynosił 15,7%, udział drzew w klasach defoliacji 2-4 – 16,8%, średnia defoliacja – 20,6% (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 4,6%, udział drzew w klasach defoliacji 2-4 – 23,5%, a średnia defoliacja – 24,1%. Wśród ‘liściastych razem’ wartości porównywanych parametrów wynosiły odpowiednio: 25,9%, 10,7% i 17,3%.

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 w zestawieniu udział drzew zdrowych (46,0%) oraz najniższa średnia defoliacja (12,7%), drzew w klasach defoliacji 2-4 nie zanotowano. Dobrą kondycją charakteryzowała się olsza (19,0% drzew zdrowych, 4,8% drzew w klasach defoliacji 2-4 oraz 16,4% średniej defoliacji). Słabszą kondycją charakteryzowały się: domieszkowe gatunki liściaste, jodła i sosna. Wśród domieszkowych gatunków liściastych nie odnotowano drzew zdrowych, ale jednocześnie udział drzew w klasach 2-4 był niski (9,7%), średnia defoliacja wynosiła 20,0%. Wśród sosen i jodeł udział drzew zdrowych wynosił odpowiednio: 6,1% i 6,4%, udział drzew w klasach 2-4: 23,9% i 29,8%, a średnia defoliacja: 24,2% i 23,3%. Najsłabszą kondycją charakteryzowały się świerk i brzoza (odpowiednio: 2,0% i brak drzew zdrowych, 22,0%, i 36,1% drzew w klasach defoliacji 2-4 oraz 24,9% i 26,4% średniej defoliacji).

Porównano również kondycję zdrowotną drzew w poszczególnych parkach narodowych (tab. 3.17, ryc. 3.21). W dziesięciu parkach obserwacje przeprowadzono tylko na jednej powierzchni (na 20 drzewach) i wyjątkowo tak małe liczebności prób uwzględniono w opisie, jednak należy ostrożnie podchodzić do uzyskanych wyników. Po jednej powierzchni monitoringowej znajduje się w parkach: Drawieńskim i Wigierskim (powierzchnie sosnowe), Karkonoskim (powierzchnia świerkowa), Roztoczańskim (powierzchnia jodłowo-sosnowa), Gorczańskim (powierzchnia bukowo-świerkowa), Świętokrzyskim (powierzchnia bukowa), Ojcowskim (powierzchnia bukowa z domieszką sosny i świerka), Białowieskim (powierzchnia olszowa), Poleskim i Słowińskim (powierzchnie brzozowo-olszowe). Po dwie powierzchnie znajdują się w parkach: Babiogórskim (powierzchnia świerkowa i powierzchnia bukowa), Tatrzańskim (powierzchnia świerkowa i powierzchnia jodłowa), Wielkopolskim (powierzchnia sosnowa i powierzchnia liściasta mieszana) i Wolińskim (powierzchnie sosnowe z domieszką dębu). Trzy powierzchnie znajdują się Magurskim PN (powierzchnia modrzewiowa, jodłowo-bukowa i liściasta z przewagą buka). Cztery powierzchnie zlokalizowane są w Kampinoskim PN (trzy powierzchnie sosnowe i jedna powierzchnia brzozowa), pięć powierzchni – w Biebrzańskim PN (po jednej powierzchni sosnowej, świerkowej, brzozowej, olszowej

i olszowo-brzozowej) oraz sześć powierzchni – w Bieszczadzkim PN (cztery powierzchnie bukowe, jedna bukowo-jodłowa i jedna osikowo-brzozowa).

Najlepszą kondycją zdrowotną charakteryzowały się drzewa na powierzchni Świętokrzyskiego PN, gdzie zanotowano najwyższy udział drzew zdrowych (70,0%), brak drzew w klasach 2-4 oraz najniższą w zestawieniu średnią defoliację (9,5%). Wysoki poziom zdrowotności drzew odnotowano w parkach: Bieszczadzkim, Ojcowskim i Białowieskim (od 15,0 do 45,0% drzew zdrowych, brak drzew w klasach defoliacji 2-4 oraz od 14,5 do 15,8% średniej defoliacji). Dobrą kondycją charakteryzowały się drzewa w lasach parków: Poleskiego, Gorczańskiego, Magurskiego, Babiogórskiego, Wielkopolskiego i Karkonoskiego (od 0,0 do 47,5% drzew zdrowych, od 0,0 do 20,0% drzew w klasach defoliacji 2-4 oraz od 17,0 do 18,8% średniej defoliacji). Średnim poziomem zdrowotności charakteryzowały się drzewa w lasach parków: Roztoczańskiego, Biebrzańskiego, Drawieńskiego i Kampinoskiego (od 0,0% do 10,0% drzew zdrowych, od 10,0% do 27,5% drzew w klasach defoliacji 2-4 oraz od 20,8% do 23,9% średniej defoliacji). Słabą kondycją charakteryzowały się drzewa w parkach: Słowińskim i Wigierskim (brak drzew zdrowych, odpowiednio: 25,0 i 30,0% drzew w klasach defoliacji 2-4 oraz 26,0 i 27,3% średniej defoliacji) Najsłabszą kondycją drzew charakteryzowały się powierzchnie w parkach: Wolińskim i Tatrzańskim, gdzie nie odnotowano drzew zdrowych, udział drzew w klasach defoliacji 2-4 wynosił odpowiednio: 55,0% i 52,5%, a średnia defoliacja: 31,4% i 33,0%.

Tabela 3.1. Liczba SPO I rzędu wg form własności (RDLP i Parki Narodowe) – 2024 r.

RDLP	W zarządzie Lasów Państwowych	Osób fizycznych	W granicach parków narodowych	Inne formy własności razem	Formy własności razem
Białystok	116	63	7	3	189
Katowice	86	36	2	15	139
Kraków	39	49	4	6	98
Krosno	74	27	9	8	118
Lublin	77	77	2	8	164
Łódź	60	52	0	3	115
Olsztyn	122	53	0	4	179
Piła	63	4	0	2	69
Poznań	84	24	2	8	118
Szczecin	129	4	3	6	142
Szczecinek	125	6	1	1	133
Toruń	86	15	0	2	103
Wrocław	99	7	1	9	116
Zielona Góra	88	0	0	1	89
Gdańsk	65	10	0	3	78
Radom	51	51	1	9	112
Warszawa	30	56	4	6	96
Razem	1394	534	36	94	2058

Tabela 3.2. Liczba SPO I rz. wg form własności w ukł. krain przyrodniczo-leśnych – 2024 r.

Kraina przyrodniczo-leśna	W zarządzie Lasów Państwowych	Osób fizycznych	W granicach parków narodowych	Inne formy własności razem	Formy własności razem
Bałtycka	250	23	3	9	285
Mazursko-Podlaska	157	44	7	7	215
Wielkopolsko-Pomorska	414	52	3	13	482
Mazowiecko-Podlaska	121	168	5	9	303
Śląska	134	10	0	8	152
Małopolska	199	162	3	34	398
Sudecka	32	2	1	5	40
Karpacka	87	73	14	9	183
Razem	1394	534	36	94	2058

Tabela 3.3. Liczba SPO I rzędu wg form własności w układzie województw – 2024 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	78	15	0	2	95
Lubelskie	67	69	2	6	144
Lubuskie	132	0	1	2	135
Łódzkie	48	48	0	4	100
Małopolskie	48	55	6	7	116
Mazowieckie	80	125	4	6	215
Opolskie	31	4	0	4	39
Podkarpackie	87	38	9	10	144
Podlaskie	80	57	7	2	146
Pomorskie	126	15	1	2	144
Śląskie	43	19	0	9	71
Świętokrzyskie	34	25	1	9	69
Warmińsko-mazurskie	141	24	0	6	171
Wielkopolskie	133	29	2	9	173
Zachodniopomorskie	163	4	2	7	176
Razem	1394	534	36	94	2058

Tabela 3.4. Liczba SPO I rzędu wg form własności w układzie gatunków drzew panujących w drzewostanie – 2024 r.

Gatunek panujący drzewostanu	W zarządzie Lasów Państwowych	Osób fizycznych	W granicach parków narodowych	Inne formy własności razem	Formy własności razem
Sosna	853	305	11	43	1212
Świerk	55	16	4	5	80
Jodła	34	12	3	1	50
Inne iglaste	18	3	1	2	24
Buk	60	9	8	3	80
Dąb	118	21	0	11	150
Brzoza	117	64	3	9	193
Olsza	86	55	5	10	156
Inne liściaste	53	49	1	10	113
Iglaste razem	960	336	19	51	1366
Liściaste razem	434	198	17	43	692
Gatunki razem	1394	534	36	94	2058

Tabela 3.5. Liczba SPO I rzędu w lasach zarządzanych przez Lasy Państwowe, zestawienie według gatunku panującego w drzewostanie, w układzie RDLP – 2024 r.

RDLP w zarządzie LP	Sosna	Świerk	Jodła	Inne iglaste	Buk	Dąb	Brzoza	Olsza	Inne liściaste	Iglaste razem	Liściaste razem	Gatunki razem
Białystok	65	13	0	0	0	6	16	12	4	78	38	116
Katowice	44	5	1	4	8	11	6	3	4	54	32	86
Kraków	9	1	9	2	8	5	1	1	3	21	18	39
Krosno	23	5	17	3	10	2	2	5	7	48	26	74
Lublin	51	0	1	0	0	13	9	2	1	52	25	77
Łódź	48	0	0	1	1	4	5	0	1	49	11	60
Olsztyn	68	4	0	0	3	14	13	17	3	72	50	122
Piła	54	1	0	0	1	1	4	2	0	55	8	63
Poznań	57	0	0	0	0	9	9	6	3	57	27	84
Szczecin	85	1	0	3	7	11	8	9	5	89	40	129
Szczecinek	70	6	0	0	16	3	16	13	1	76	49	125
Toruń	74	0	0	1	1	4	5	1	0	75	11	86
Wrocław	35	16	0	0	0	22	6	6	14	51	48	99
Zielona Góra	68	0	0	0	2	8	4	2	4	68	20	88
Gdańsk	47	2	0	3	2	1	6	3	1	52	13	65
Radom	33	1	6	0	1	4	3	2	1	40	11	51
Warszawa	22	0	0	1	0	0	4	2	1	23	7	30
Razem	853	55	34	18	60	118	117	86	53	960	434	1394

Tabela 3.6. Liczba SPO I rzędu w lasach wszystkich form własności, zestawienie według gatunku panującego w drzewostanie, w układzie krain przyrodniczo-leśnych – 2024 r.

Kraina przyrodniczo-leśna	Sosna	Świerk	Jodła	Inne iglaste	Buk	Dąb	Brzoza	Olsza	Inne liściaste	Iglaste razem	Liściaste razem	Gatunki razem
Bałtycka	146	10	0	5	25	24	33	30	12	161	124	285
Mazursko-Podlaska	118	15	0	0	0	9	27	37	9	133	82	215
Wielkopolsko-Pomorska	381	3	0	4	8	24	27	23	12	388	94	482
Mazowiecko-Podlaska	205	1	0	1	0	14	44	32	6	207	96	303
Śląska	79	2	0	3	4	28	13	7	16	84	68	152
Małopolska	255	4	9	3	9	40	40	18	20	271	127	398
Sudecka	1	18	0	0	0	7	4	1	9	19	21	40
Karpacka	27	27	41	8	34	4	5	8	29	103	80	183
Razem	1212	80	50	24	80	150	193	156	113	1366	692	2058

Tabela 3.7. Liczba SPO I rzędu w lasach wszystkich form własności, zestawienie według gatunku panującego w drzewostanie, w układzie województw – 2024 r.

Województwo	Sosna	Świerk	Jodła	Inne iglaste	Buk	Dąb	Brzoza	Olsza	Inne liściaste	Iglaste razem	Liściaste razem	Gatunki razem
Dolnośląskie	39	19	0	1	0	24	8	6	23	59	61	120
Kujawsko-pomorskie	77	0	0	2	1	5	8	1	1	79	16	95
Lubelskie	83	0	0	1	2	21	19	10	8	84	60	144
Lubuskie	107	0	0	1	3	10	5	3	6	108	27	135
Łódzkie	83	0	0	1	1	4	8	1	2	84	16	100
Małopolskie	23	16	20	3	15	10	7	4	18	62	54	116
Mazowieckie	151	0	2	1	0	9	27	19	6	154	61	215
Opolskie	18	1	0	2	1	7	4	2	4	21	18	39
Podkarpackie	56	5	20	4	19	5	7	12	16	85	59	144
Podlaskie	87	10	0	0	0	4	18	24	3	97	49	146
Pomorskie	102	5	0	3	9	2	12	10	1	110	34	144
Śląskie	41	8	2	2	6	4	6	1	1	53	18	71
Świętokrzyskie	41	2	6	0	2	3	8	3	4	49	20	69
Warmińsko-mazurskie	86	9	0	0	3	16	20	27	10	95	76	171
Wielkopolskie	127	1	0	0	0	13	14	15	3	128	45	173
Zachodniopomorskie	91	4	0	3	18	13	22	18	7	98	78	176
Razem	1212	80	50	24	80	150	193	156	113	1366	692	2058

Tabela 3.8. Liczba SPO I rz. w parkach narodowych, zestawienie według gatunku panującego w drzewostanie – 2024 r.

Park narodowy	Sosna	Świerk	Jodła	Inne iglaste	Buk	Dąb	Brzoza	Olsza	Inne liściaste	Iglaste razem	Liściaste razem	Gatunki razem
Babiogórski	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	1	2
Białowieski	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1
Biebrzański	1	1	0	0	0	0	2	1	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
Kampinoski	3	0	0	0	0	0	1	0	0	3	1	4
Karkonoski	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
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	1	1	0	0	0	0	0	0	2	0	2
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	4	3	1	8	0	3	5	1	19	17	36

Tabela 3.9. Udział procentowy drzew (3 grupy wiekowe) w klasach defoliacji oraz średnia defoliacja według gatunków na SPO I rzędu – wszystkie formy własności – 2024 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 (wszystkie drzewa razem)	0 - bez defoliacji	0 - 10%	8,4	4,9	27,9	9,7	9,1	37,1	4,5	7,8	21,9	25,4	16,5	11,9
	1 - lekka defoliacja	> 10 - 25%	78,4	73,5	63,0	75,4	77,3	57,9	69,5	78,3	71,4	59,8	69,0	74,1
	Klasy 2 - 4 (średnia i duża defoliacja oraz drzewa martwe)	> 25%	13,2	21,5	9,1	14,9	13,6	5,0	26,0	13,9	6,7	14,8	14,5	13,9
	Średnia defoliacja		**21,6**	**24,4**	**17,6**	**21,7**	**21,6**	**15,7**	**24,3**	**22,0**	**18,2**	**20,1**	**20,7**	**21,3**
	Liczba drzew próbnych		21892	1699	1154	618	25363	1790	3678	4208	3093	3028	15797	41160
Od 21 do 60 lat	0 - bez defoliacji	0 - 10%	7,8	6,8	39,1	13,2	8,8	28,9	7,6	11,1	26,3	23,8	17,2	12,6
	1 - lekka defoliacja	> 10 - 25%	78,5	79,4	55,9	74,3	77,7	66,6	76,3	77,6	68,1	61,9	71,5	74,9
	Klasy 2 - 4 (średnia i duża defoliacja oraz drzewa martwe)	> 25%	13,8	13,8	5,0	12,5	13,5	4,5	16,1	11,3	5,6	14,3	11,3	12,5
	Średnia defoliacja		**22,0**	**22,6**	**16,3**	**20,7**	**21,8**	**16,4**	**22,2**	**20,6**	**17,3**	**20,5**	**20,0**	**21,0**
	Liczba drzew próbnych		6752	681	238	288	7959	488	1259	2285	1222	1375	6629	14588
Powyżej 60 lat	0 - bez defoliacji	0 - 10%	8,7	3,7	25,0	6,7	9,2	40,2	2,9	4,0	19,0	26,7	16,0	11,6
	1 - lekka defoliacja	> 10 - 25%	78,4	69,5	64,8	76,4	77,1	54,6	66,0	79,1	73,5	58,1	67,2	73,7
	Klasy 2 - 4 (średnia i duża defoliacja oraz drzewa martwe)	> 25%	12,9	26,7	10,2	17,0	13,6	5,2	31,1	17,0	7,4	15,2	16,8	14,7
	Średnia defoliacja		**21,4**	**25,6**	**17,9**	**22,6**	**21,5**	**15,4**	**25,5**	**23,6**	**18,8**	**19,7**	**21,3**	**21,4**
	Liczba drzew próbnych		15140	1018	916	330	17404	1302	2419	1923	1871	1653	9168	26572

Tabela 3.10. Udział procentowy drzew (3 grupy wiekowe) w klasach odbarwienia według gatunków na SPO I rzędu – wszystkie formy własności – 2024 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 (wszystkie drzewa razem)	0 - bez odbarwienia	0 - 10%	99,3	98,1	98,2	99,7	99,2	98,9	93,2	98,5	99,4	98,8	97,6	98,5
	1 - lekkie odbarwienie	> 10 - 25%	0,2	0,9	1,5	0,0	0,3	0,9	2,9	0,3	0,0	0,4	0,9	0,5
	Klasy 2 - 4 (średnie i duże odbarwienie oraz drzewa martwe)	powyżej 25% i drzewa martwe	0,6	1,1	0,3	0,3	0,6	0,2	3,9	1,2	0,6	0,8	1,5	0,9
	Liczba drzew próbnych		21892	1699	1154	618	25363	1790	3678	4208	3093	3028	15797	41160
Od 21 do 60 lat	0 - bez odbarwienia	0 - 10%	99,3	98,2	96,6	100,0	99,1	100,0	95,7	98,6	99,5	98,3	98,3	98,7
	1 - lekkie odbarwienie	> 10 - 25%	0,1	1,2	1,7	0,0	0,2	0,0	2,5	0,4	0,1	0,7	0,7	0,5
	Klasy 2 - 4 (średnie i duże odbarwienie oraz drzewa martwe)	powyżej 25% i drzewa martwe	0,6	0,6	1,7	0,0	0,6	0,0	1,8	1,0	0,4	1,1	1,0	0,8
	Liczba drzew próbnych		6752	681	238	288	7959	488	1259	2285	1222	1375	6629	14588
Powyżej 60 lat	0 - bez odbarwienia	0 - 10%	99,3	97,9	98,6	99,4	99,2	98,5	91,9	98,3	99,3	99,3	97,0	98,4
	1 - lekkie odbarwienie	> 10 - 25%	0,2	0,7	1,4	0,0	0,3	1,2	3,1	0,2	0,0	0,2	1,1	0,5
	Klasy 2 - 4 (średnie i duże odbarwienie oraz drzewa martwe)	powyżej 25% i drzewa martwe	0,5	1,4	0,0	0,6	0,5	0,2	5,0	1,5	0,7	0,5	1,9	1,0
	Liczba drzew próbnych		15140	1018	916	330	17404	1302	2419	1923	1871	1653	9168	26572

Tabela 3.11. Udział procentowy drzew (3 grupy wiekowe) w klasach zdrowotności wg gatunków na SPO I rzędu – wszystkie formy własności – 2024 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 (wszystkie drzewa razem)	0 - drzewa zdrowe	8,4	4,9	27,9	9,7	9,1	37,1	4,5	7,8	21,9	25,4	16,5	11,9
	1 - klasa ostrzegawcza	78,4	73,5	63,0	75,4	77,3	57,9	68,6	78,3	71,4	59,8	68,8	74,1
	Klasy 2 - 4 (drzewa o obniżonej zdrowotności oraz drzewa martwe)	13,2	21,5	9,1	14,9	13,6	5,0	26,9	13,9	6,7	14,8	14,7	14,0
	Liczba drzew próbnych	21892	1699	1154	618	25363	1790	3678	4208	3093	3028	15797	41160
Od 21 do 60 lat	0 - drzewa zdrowe	7,8	6,8	39,1	13,2	8,8	28,9	7,6	11,1	26,3	23,8	17,2	12,6
	1 - klasa ostrzegawcza	78,5	79,4	55,9	74,3	77,7	66,6	75,9	77,5	68,1	61,8	71,4	74,9
	Klasy 2 - 4 (drzewa o obniżonej zdrowotności oraz drzewa martwe)	13,8	13,8	5,0	12,5	13,5	4,5	16,4	11,3	5,6	14,4	11,4	12,5
	Liczba drzew próbnych	6752	681	238	288	7959	488	1259	2285	1222	1375	6629	14588
Powyżej 60 lat	0 - drzewa zdrowe	8,7	3,7	25,0	6,7	9,2	40,2	2,9	4,0	19,0	26,7	16,0	11,6
	1 - klasa ostrzegawcza	78,4	69,5	64,8	76,4	77,1	54,6	64,7	79,1	73,5	58,1	66,9	73,6
	Klasy 2 - 4 (drzewa o obniżonej zdrowotności oraz drzewa martwe)	12,9	26,7	10,2	17,0	13,6	5,2	32,4	17,0	7,4	15,2	17,1	14,8
	Liczba drzew próbnych	15140	1018	916	330	17404	1302	2419	1923	1871	1653	9168	26572

Tabela 3.12. Udział procentowy drzew w klasach defoliacji: 0 (do 10% def.), 1 (> 10% do 25% def.) i 2-4 (> 25% def. i drzewa martwe) oraz średnia defoliacja [%] według gatunków w układzie własności na SPO I rzędu, wiek drzew: powyżej 20 lat – 2024 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	9,4	5,1	28,4	8,9	9,9	34,4	3,8	6,3	15,7	22,4	13,3	11,1
	1 - lekka defoliacja	79,6	75,6	62,5	78,7	78,5	59,6	68,7	80,1	76,4	63,9	71,0	75,8
	Klasy 2 - 4 (średnia i duża defoliacja oraz drzewa martwe)	11,0	19,3	9,1	12,4	11,5	6,0	27,5	13,6	7,9	13,7	15,6	13,0
	Średnia defoliacja	**20,8**	**24,0**	**17,6**	**21,2**	**20,9**	**16,3**	**24,7**	**22,2**	**19,6**	**20,1**	**21,4**	**21,0**
	Liczba drzew próbnych	15380	1230	799	493	17902	1360	2928	2501	1787	1382	9958	27860
Własność osób fizycznych	0 - bez defoliacji	6,3	6,0	28,9	25,4	7,3	45,9	7,9	10,9	31,1	29,7	22,0	13,5
	1 - lekka defoliacja	75,5	68,0	65,0	57,6	74,6	50,6	79,6	76,0	63,3	56,6	66,9	71,3
	Klasy 2 - 4 (średnia i duża defoliacja oraz drzewa martwe)	18,2	26,1	6,1	16,9	18,1	3,5	12,5	13,1	5,6	13,7	11,1	15,1
	Średnia defoliacja	**23,5**	**25,4**	**16,8**	**21,4**	**23,3**	**14,4**	**21,3**	**21,6**	**16,4**	**19,5**	**19,5**	**21,7**
	Liczba drzew próbnych	5593	284	246	59	6182	172	519	1476	1037	1318	4522	10704
W granicach parków narodowych	0 - bez defoliacji	6,1	2,0	6,4	0,0	4,6	46,0	0,0	0,0	19,0	0,0	25,9	15,7
	1 - lekka defoliacja	70,0	76,0	63,8	88,9	71,9	54,0	41,7	63,9	76,2	90,3	63,5	67,5
	Klasy 2 - 4 (średnia i duża defoliacja oraz drzewa martwe)	23,9	22,0	29,8	11,1	23,5	0,0	58,3	36,1	4,8	9,7	10,7	16,8
	Średnia defoliacja	**24,2**	**24,9**	**23,3**	**21,1**	**24,1**	**12,7**	**30,0**	**26,4**	**16,4**	**20,0**	**17,3**	**20,6**
	Liczba drzew próbnych	180	100	47	18	345	176	12	72	84	31	375	720
Pozostałe kategorie własności	0 - bez defoliacji	4,9	2,4	33,9	2,1	6,4	43,9	5,5	7,5	31,4	22,6	19,6	13,1
	1 - lekka defoliacja	78,5	58,8	61,3	58,3	74,5	52,4	58,0	77,4	66,5	51,9	60,5	67,5
	Klasy 2 - 4 (średnia i duża defoliacja oraz drzewa martwe)	16,6	38,8	4,8	39,6	19,1	3,7	36,5	15,1	2,2	25,6	19,9	19,5
	Średnia defoliacja	**23,2**	**27,1**	**16,5**	**27,7**	**23,3**	**14,9**	**26,4**	**21,7**	**15,4**	**22,4**	**21,2**	**22,3**
	Liczba drzew próbnych	739	85	62	48	934	82	219	159	185	297	942	1876

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

Tabela 3.13. Procentowy udział drzew w klasach defoliacji: 0 (do 10% def.), 1 (> 10-25% def.) i 2-4 (> 25% def. i drzewa martwe) oraz średnia defoliacja [%] wg gatunków w układzie własności w krainach przyrodniczo-leśnych, wiek > 20 lat – 2024 r. (LP – Lasy Państwowe, PN – parki narodowe)

Kraina, własność	Kl.def., śr.def.	Sosna	Świerk	Jodła	Inne iglaste	Iglaste razem	Buk	Dąb	Brzoza	Olsza	Inne liśc.	Liśc. razem	Gat. razem
Bałtycka	0	8,3	2,5	0,0	13,4	8,1	21,8	3,0	4,6	8,7	23,4	10,2	9,1
w zarządzie LP	1	85,6	80,9	100,0	80,3	85,0	70,5	78,8	86,4	77,6	63,2	77,7	81,5
	2-4	6,1	16,7	0,0	6,3	6,9	7,7	18,3	8,9	13,7	13,4	12,1	9,4
	śr.def.	19,5	24,0	20,0	18,7	19,8	18,0	23,2	20,8	22,2	20,2	21,0	20,4
Bałtycka	0	2,0	14,3	-	-	2,3	5,4	0,0	2,5	16,2	18,6	10,9	6,1
własność osób	1	86,9	85,7	-	-	86,8	89,2	88,9	87,5	83,8	74,3	82,7	85,0
fizycznych	2-4	11,2	0,0	-	-	10,9	5,4	11,1	10,0	0,0	7,1	6,4	8,9
	śr.def.	22,2	16,4	-	-	22,0	19,7	23,3	24,4	17,8	19,1	20,4	21,3
Bałtycka	0	0,0	-	-	-	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-	0,0	0,0
w granicach PN	1	44,4	-	-	-	44,4	100,0	41,7	64,3	100,0	-	63,6	55,0
	2-4	55,6	-	-	-	55,6	0,0	58,3	35,7	0,0	-	36,4	45,0
	śr.def.	32,4	-	-	-	32,4	20,0	30,0	28,9	19,2	-	27,3	29,6
Bałtycka	0	0,0	-	-	0,0	0,0	-	18,8	5,3	37,5	4,7	11,5	7,2
inne własności	1	76,9	-	-	50,0	76,1	-	43,8	86,8	56,3	48,8	61,9	67,2
	2-4	23,1	-	-	50,0	23,9	-	37,5	7,9	6,3	46,5	26,5	25,6
	śr.def.	25,5	-	-	27,5	25,6	-	23,8	18,8	14,7	29,2	22,9	23,9
Mazursko-Podl.	0	2,4	0,8	-	0,0	2,1	0,0	0,4	7,0	21,1	36,3	15,3	7,1
w zarządzie LP	1	84,0	87,1	-	93,3	84,7	100,0	93,3	88,0	75,5	55,3	79,6	82,7
	2-4	13,6	12,0	-	6,7	13,3	0,0	6,2	5,0	3,4	8,4	5,2	10,2
	śr.def.	**23,6**	**24,0**	**-**	**21,7**	**23,7**	**17,5**	**21,5**	**19,9**	**18,3**	**18,4**	**19,4**	**22,0**
Mazursko-Podl.	0	2,6	2,6	-	0,0	2,6	-	13,6	5,1	46,2	33,9	30,3	16,0
własność osób	1	89,8	92,3	-	100,0	90,1	-	72,7	84,6	51,6	57,4	63,1	77,0
fizycznych	2-4	7,6	5,1	-	0,0	7,3	-	13,6	10,3	2,2	8,7	6,7	7,0
	śr.def.	**22,5**	**21,0**	**-**	**25,0**	**22,4**	**-**	**21,1**	**22,2**	**14,9**	**19,5**	**18,4**	**20,4**
Mazursko-Podl.	0	0,0	0,0	-	-	0,0	-	-	0,0	24,5	-	16,3	9,3
w granicach PN	1	80,6	87,5	-	-	83,3	-	-	48,1	69,8	-	62,5	71,4
	2-4	19,4	12,5	-	-	16,7	-	-	51,9	5,7	-	21,3	19,3
	śr.def.	**25,1**	**23,3**	**-**	**-**	**24,4**	**-**	**-**	**28,7**	**16,0**	**-**	**20,3**	**22,1**
Mazursko-Podl.	0	0,0	-	-	-	0,0	-	-	-	13,3	0,0	12,5	7,2
inne własności	1	76,3	-	-	-	76,3	-	-	-	84,0	100,0	85,0	81,3
	2-4	23,7	-	-	-	23,7	-	-	-	2,7	0,0	2,5	11,5
	śr.def.	**25,3**	**-**	**-**	**-**	**25,3**	**-**	**-**	**-**	**17,7**	**15,0**	**17,6**	**20,9**
Wielkopolsko-	0	11,0	18,5	-	13,2	11,2	11,6	1,4	7,9	19,9	10,5	9,0	10,7
Pomorska	1	79,2	70,2	-	72,1	78,9	84,1	65,2	79,7	76,3	69,8	73,3	77,7
w zarządzie LP	2-4	9,8	11,3	-	14,7	9,9	4,3	33,4	12,3	3,8	19,6	17,8	11,7
	śr.def.	**19,9**	**19,6**	**-**	**21,0**	**19,9**	**18,2**	**26,6**	**21,8**	**16,9**	**21,4**	**22,0**	**20,4**
Wielkopolsko-	0	8,7	-	-	0,0	8,5	-	0,0	5,3	21,4	0,0	7,8	8,4
Pomorska	1	75,4	-	-	56,3	75,0	-	85,7	77,3	60,7	22,9	66,4	73,0
własność osób	2-4	15,9	-	-	43,8	16,5	-	14,3	17,4	17,9	77,1	25,8	18,7
fizycznych	**śr.def.**	**22,2**	**-**	**-**	**33,1**	**22,4**	**-**	**21,4**	**22,8**	**19,9**	**38,6**	**24,3**	**22,9**
Wielkopolsko-	0	20,0	-	-	-	20,0	-	-	-	11,1	0,0	5,0	15,0
Pomorska	1	70,0	-	-	-	70,0	-	-	-	88,9	81,8	85,0	75,0
w granicach PN	2-4	10,0	-	-	-	10,0	-	-	-	0,0	18,2	10,0	10,0
	śr.def.	**20,3**	**-**	**-**	**-**	**20,3**	**-**	**-**	**-**	**15,6**	**23,2**	**19,8**	**20,1**

Kraina, własność	Kl.def., śr.def.	Sosna	Świerk	Jodła	Inne iglaste	Iglaste razem	Buk	Dąb	Brzoza	Olsza	Inne liśc.	Liśc. razem	Gat. razem
Wielkopolsko-	0	14,1	-	-	0,0	12,4	20,0	0,0	0,0	27,6	5,7	15,5	14,2
Pomorska	1	70,7	-	-	38,5	66,7	76,0	46,4	0,0	70,7	54,3	62,2	64,0
inne własności	2-4	15,2	-	-	61,5	21,0	4,0	53,6	100,0	1,7	40,0	22,3	21,7
	śr.def.	**20,2**	**-**	**-**	**31,5**	**21,6**	**19,0**	**32,3**	**35,0**	**15,4**	**27,1**	**22,3**	**22,0**
Mazowiecko-	0	6,0	0,0	-	22,9	6,2	100,0	2,8	7,3	13,9	35,3	9,4	7,3
Podlaska	1	76,8	87,1	-	77,1	77,0	0,0	74,8	78,2	77,9	52,9	74,2	76,0
w zarządzie LP	2-4	17,2	12,9	-	0,0	16,8	0,0	22,5	14,6	8,2	11,8	16,4	16,6
	śr.def.	**23,3**	**24,8**	**-**	**15,9**	**23,1**	**10,0**	**23,9**	**23,7**	**18,6**	**18,1**	**22,5**	**22,9**
Mazowiecko-	0	4,3	0,0	-	0,0	4,3	-	5,8	8,7	32,0	21,6	18,3	10,0
Podlaska	1	76,1	50,0	-	100,0	76,1	-	81,2	77,7	63,5	60,8	70,8	73,9
własność osób	2-4	19,7	50,0	-	0,0	19,7	-	13,0	13,6	4,5	17,6	10,8	16,1
fizycznych	**śr.def.**	**24,4**	**30,0**	**-**	**20,0**	**24,4**	**-**	**20,7**	**21,8**	**15,6**	**21,4**	**19,4**	**22,4**
Mazowiecko-	0	4,8	-	-	-	4,8	-	-	0,0	15,4	-	5,3	5,0
Podlaska	1	71,0	-	-	-	71,0	-	-	72,0	76,9	-	73,7	72,0
w granicach PN	2-4	24,2	-	-	-	24,2	-	-	28,0	7,7	-	21,1	23,0
	śr.def.	**23,1**	**-**	**-**	**-**	**23,1**	**-**	**-**	**24,2**	**16,9**	**-**	**21,7**	**22,6**
Mazowiecko-	0	0,0	-	-	0,0	0,0	-	0,0	0,0	89,7	72,2	65,0	22,9
Podlaska	1	83,0	-	-	100,0	83,6	-	80,0	66,7	10,3	27,8	30,0	64,7
inne własności	2-4	17,0	-	-	0,0	16,4	-	20,0	33,3	0,0	0,0	5,0	12,4
	śr.def.	**25,8**	**-**	**-**	**18,8**	**25,5**	**-**	**24,0**	**26,7**	**9,1**	**11,1**	**13,1**	**21,1**
Śląska	0	10,6	10,6	-	3,4	10,3	14,7	2,8	1,6	10,3	7,4	5,0	7,9
w zarządzie LP	1	78,9	75,3	-	75,9	78,6	64,0	50,4	70,7	82,8	76,0	65,1	72,5
	2-4	10,5	14,1	-	20,7	11,1	21,3	46,7	27,8	6,9	16,6	29,9	19,5
	śr.def.	**20,2**	**20,4**	**-**	**24,2**	**20,4**	**21,9**	**28,1**	**26,1**	**19,3**	**22,7**	**25,1**	**22,5**
Śląska	0	2,6	-	-	-	2,6	0,0	0,0	0,0	-	1,1	0,8	1,5
własność osób	1	83,1	-	-	-	83,1	100,0	65,2	57,1	-	73,9	71,5	76,0
fizycznych	2-4	14,3	-	-	-	14,3	0,0	34,8	42,9	-	25,0	27,6	22,5
	śr.def.	**21,8**	**-**	**-**	**-**	**21,8**	**20,0**	**27,0**	**35,0**	**-**	**24,1**	**25,2**	**23,9**
Śląska	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
w granicach PN	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2-4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	śr.def.	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**
Śląska	0	0,0	-	-	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-	0,0	0,0	0,0
inne własności	1	71,8	-	-	64,7	69,6	100,0	53,2	0,0	-	72,7	60,6	63,8
	2-4	28,2	-	-	35,3	30,4	0,0	46,8	100,0	-	27,3	39,4	36,3
	śr.def.	**25,6**	**-**	**-**	**28,5**	**26,5**	**21,7**	**28,4**	**41,7**	**-**	**25,8**	**27,5**	**27,2**
Małopolska	0	12,4	0,0	21,4	9,9	12,8	47,4	9,2	11,0	20,3	42,9	18,8	15,0
w zarządzie LP	1	73,4	39,6	64,3	80,3	72,3	48,0	65,2	69,7	66,9	44,2	62,1	68,6
	2-4	14,2	60,4	14,3	9,9	14,9	4,7	25,6	19,3	12,8	12,9	19,1	16,4
	śr.def.	**21,1**	**34,7**	**20,4**	**22,1**	**21,4**	**15,4**	**23,6**	**22,2**	**22,2**	**18,5**	**21,7**	**21,5**
Małopolska	0	9,2	5,3	41,2	31,3	9,6	77,4	11,2	18,8	25,4	40,1	25,5	16,2
własność osób	1	69,5	63,2	52,9	68,8	69,3	22,6	78,5	69,9	66,5	50,7	64,7	67,4
fizycznych	2-4	21,3	31,6	5,9	0,0	21,1	0,0	10,3	11,3	8,1	9,2	9,9	16,5
	śr.def.	**23,8**	**24,5**	**15,0**	**14,4**	**23,6**	**10,3**	**21,3**	**20,1**	**17,9**	**17,1**	**18,9**	**21,7**
Małopolska	0	0,0	0,0	18,2	0,0	6,7	76,7	-	-	-	-	76,7	41,7
w granicach PN	1	84,6	100,0	72,7	100,0	83,3	23,3	-	-	-	-	23,3	53,3
	2-4	15,4	0,0	9,1	0,0	10,0	0,0	-	-	-	-	0,0	5,0

Kraina, własność	Kl.def., śr.def.	Sosna	Świerk	Jodła	Inne iglaste	Iglaste razem	Buk	Dąb	Brzoza	Olsza	Inne liśc.	Liśc. razem	Gat. razem
	śr.def.	**23,1**	**19,0**	**18,2**	**15,0**	**20,3**	**9,8**	**-**	**-**	**-**	**-**	**9,8**	**15,1**
Małopolska	0	6,3	0,0	22,2	12,5	6,6	100,0	4,4	9,2	0,0	29,8	18,0	11,4
inne własności	1	80,3	64,3	77,8	62,5	79,3	0,0	67,6	76,5	100,0	46,5	61,6	71,7
	2-4	13,4	35,7	0,0	25,0	14,1	0,0	27,9	14,3	0,0	23,7	20,4	16,8
	śr.def.	**22,3**	**25,4**	**16,7**	**25,0**	**22,3**	**9,3**	**25,3**	**22,6**	**17,1**	**21,1**	**22,2**	**22,3**
Sudecka	0	21,4	3,6	0,0	0,0	3,9	18,6	4,6	0,0	30,0	15,3	10,9	7,2
W zarządzie LP	1	57,1	70,0	33,3	70,3	68,9	74,4	65,5	81,5	65,0	69,4	70,9	69,8
	2-4	21,4	26,4	66,7	29,7	27,2	7,0	29,9	18,5	5,0	15,3	18,2	23,0
	śr.def.	**22,5**	**24,2**	**34,2**	**25,3**	**24,5**	**18,0**	**24,2**	**23,4**	**16,8**	**21,3**	**21,8**	**23,2**
Sudecka	0	-	0,0	-	-	0,0	-	-	0,0	-	0,0	0,0	0,0
własność osób	1	-	100,0	-	-	100,0	-	-	100,0	-	86,8	87,2	87,5
fizycznych	2-4	-	0,0	-	-	0,0	-	-	0,0	-	13,2	12,8	12,5
	śr.def.	**-**	**20,0**	**-**	**-**	**20,0**	**-**	**-**	**20,0**	**-**	**23,0**	**22,9**	**22,9**
Sudecka	0	-	0,0	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-	0,0
w granicach PN	1	-	100,0	-	-	100,0	-	-	-	-	-	-	100,0
	2-4	-	0,0	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-	0,0
	śr.def.	**-**	**18,8**	**-**	**-**	**18,8**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**	**18,8**
Sudecka	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,3	8,3	-	4,2	4,8	2,9
inne własności	1	50,0	62,2	0,0	100,0	61,0	50,0	60,9	83,3	-	75,0	69,8	66,3
	2-4	50,0	37,8	100,0	0,0	39,0	50,0	34,8	8,3	-	20,8	25,4	30,8
	śr.def.	**32,5**	**25,7**	**45,0**	**15,0**	**26,2**	**25,0**	**25,4**	**16,7**	**-**	**22,3**	**22,5**	**24,0**
Karpacka	0	10,2	12,5	31,0	1,2	22,3	57,4	0,0	13,6	3,0	20,9	39,5	29,6
W zarządzie LP	1	83,9	60,6	61,9	84,1	68,1	40,2	70,8	72,7	87,9	70,1	53,9	62,1
	2-4	5,9	26,9	7,1	14,6	9,5	2,4	29,2	13,6	9,1	9,0	6,6	8,3
	śr.def.	**19,7**	**26,1**	**16,5**	**22,9**	**18,7**	**12,9**	**23,9**	**23,0**	**23,2**	**19,0**	**16,1**	**17,6**
Karpacka	0	4,9	6,5	27,9	43,5	14,3	51,5	6,3	0,0	19,5	36,3	29,8	22,5
własność osób	1	77,9	63,4	65,9	43,5	68,3	44,7	82,8	83,7	72,7	53,1	60,1	64,0
fizycznych	2-4	17,3	30,1	6,1	13,0	17,4	3,9	10,9	16,3	7,8	10,6	10,1	13,6
	śr.def.	**23,0**	**26,6**	**16,9**	**17,6**	**21,9**	**13,6**	**20,3**	**23,8**	**17,9**	**18,0**	**18,3**	**20,0**
Karpacka	0	0,0	3,9	2,8	0,0	2,8	40,0	-	0,0	0,0	0,0	33,3	21,8
w granicach PN	1	100,0	58,8	61,1	88,2	65,1	60,0	-	100,0	100,0	95,0	66,1	65,7
	2-4	0,0	37,3	36,1	11,8	32,1	0,0	-	0,0	0,0	5,0	0,6	12,5
	śr.def.	**15,0**	**28,6**	**24,9**	**21,5**	**25,9**	**13,2**	**-**	**19,2**	**16,7**	**18,3**	**14,1**	**18,6**
Karpacka	0	0,0	5,9	36,5	0,0	21,0	60,0	41,7	0,0	-	60,0	55,0	36,1
inne własności	1	90,9	52,9	59,6	33,3	60,0	40,0	50,0	100,0	-	36,0	42,5	52,2
	2-4	9,1	41,2	3,8	66,7	19,0	0,0	8,3	0,0	-	4,0	2,5	11,7
	śr.def.	**18,6**	**29,3**	**16,0**	**30,0**	**21,2**	**11,4**	**15,4**	**15,0**	**-**	**15,6**	**13,4**	**17,8**

Tabela 3.14. Udział procentowy drzew w klasach defoliacji 0 (do 10% def.), 1 (> 10-25% 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 – 2024 r.

RDLP	Kl.def., śr.def.	Sosna	Świerk	Jodła	Inne iglaste	Iglaste razem	Buk	Dąb	Brzoza	Olsza	Inne liśc.	Liśc. razem	Gat. razem
Katowice	0	0,9	0,0	59,7	1,3	4,5	28,5	0,0	0,5	2,9	9,2	7,4	5,7
	1	87,4	56,3	37,1	84,8	82,5	61,6	47,1	61,7	58,8	77,6	58,5	72,5
	2-4	11,8	43,8	3,2	13,9	13,0	9,9	52,9	37,8	38,2	13,2	34,0	21,8
	śr.def.	**23,0**	**31,8**	**13,0**	**23,4**	**22,8**	**18,2**	**29,6**	**27,7**	**33,6**	**23,6**	**26,4**	**24,3**
Lublin	0	5,9	0,0	10,6	0,0	5,9	29,4	0,6	20,2	34,4	37,5	12,0	8,3
	1	71,8	44,4	63,8	60,0	70,5	52,9	79,2	64,0	63,9	33,3	70,7	70,6
	2-4	22,4	55,6	25,5	40,0	23,6	17,6	20,2	15,7	1,6	29,2	17,3	21,1
	śr.def.	**23,8**	**34,1**	**24,5**	**34,0**	**24,2**	**19,7**	**24,2**	**21,2**	**15,6**	**21,0**	**22,2**	**23,4**
Olsztyn	0	0,4	0,7	-	0,0	0,5	17,4	1,6	1,0	6,7	26,1	6,4	3,2
	1	82,4	91,7	-	94,7	83,6	71,0	95,6	93,0	89,9	66,4	88,7	86,0
	2-4	17,1	7,6	-	5,3	15,9	11,6	2,8	6,0	3,4	7,6	4,9	10,8
	śr.def.	**24,6**	**23,3**	**-**	**21,8**	**24,4**	**18,6**	**20,4**	**21,6**	**19,6**	**18,2**	**20,1**	**22,4**
Szczecin	0	3,2	4,4	-	9,4	3,5	33,1	2,1	16,6	20,2	21,0	16,8	7,8
	1	83,4	71,1	-	73,4	82,7	57,6	61,4	76,6	59,1	63,9	63,2	76,3
	2-4	13,4	24,4	-	17,2	13,8	9,4	36,4	6,9	20,7	15,1	20,1	15,9
	śr.def.	**22,2**	**25,6**	**-**	**22,8**	**22,3**	**18,0**	**26,3**	**19,9**	**22,4**	**20,3**	**22,0**	**22,2**
Wrocław	0	15,0	5,9	0,0	1,9	11,3	21,2	4,5	1,7	16,2	13,3	9,1	10,2
	1	74,2	70,6	33,3	67,9	72,5	71,2	58,3	81,6	77,8	70,2	69,6	71,1
	2-4	10,8	23,5	66,7	30,2	16,3	7,6	37,2	16,8	6,0	16,4	21,3	18,7
	śr.def.	**19,3**	**23,3**	**34,2**	**25,7**	**21,0**	**18,4**	**26,2**	**23,5**	**18,7**	**21,3**	**22,7**	**21,9**
Białystok	0	4,7	1,0	-	0,0	4,0	-	0,0	8,4	32,4	34,7	19,3	9,5
	1	85,9	85,4	-	100,0	85,8	-	87,1	82,5	63,5	52,7	71,7	80,7
	2-4	9,4	13,6	-	0,0	10,2	-	12,9	9,1	4,1	12,6	9,0	9,8
	śr.def.	**22,4**	**23,7**	**-**	**21,7**	**22,7**	**-**	**22,9**	**21,3**	**17,3**	**20,2**	**20,2**	**21,8**
Warszawa	0	6,7	0,0	-	31,3	7,6	-	1,5	3,9	11,1	28,6	7,6	7,6
	1	84,6	100,0	-	68,8	84,0	-	73,5	74,5	73,3	57,1	71,9	80,3
	2-4	8,7	0,0	-	0,0	8,3	-	25,0	21,6	15,6	14,3	20,5	12,1
	śr.def.	**21,0**	**25,0**	**-**	**14,7**	**20,7**	**-**	**23,8**	**25,8**	**19,4**	**17,1**	**22,5**	**21,3**
Poznań	0	21,8	11,8	-	0,0	21,3	75,0	1,7	9,0	10,1	10,1	7,4	16,1
	1	68,0	64,7	-	76,9	68,1	25,0	57,0	73,8	84,5	50,6	66,0	67,3
	2-4	10,2	23,5	-	23,1	10,6	0,0	41,3	17,2	5,4	39,3	26,6	16,6
	śr.def.	**19,1**	**24,1**	**-**	**21,2**	**19,2**	**12,5**	**28,5**	**24,6**	**18,5**	**25,6**	**24,7**	**21,2**
Toruń	0	4,9	0,0	-	0,0	4,9	14,3	1,8	4,6	25,0	5,6	6,2	5,2
	1	84,3	0,0	-	92,9	84,3	71,4	81,8	83,2	72,7	86,1	81,1	83,5
	2-4	10,8	100,0	-	7,1	10,8	14,3	16,5	12,2	2,3	8,3	12,7	11,3
	śr.def.	**21,1**	**45,0**	**-**	**21,8**	**21,1**	**22,4**	**23,8**	**21,1**	**14,9**	**19,3**	**21,5**	**21,2**
Łódź	0	17,6	0,0	50,0	12,5	17,6	63,2	8,1	5,8	11,1	46,4	15,4	17,1
	1	68,8	50,0	50,0	87,5	69,3	31,6	51,6	80,2	88,9	46,4	60,2	67,3
	2-4	13,6	50,0	0,0	0,0	13,2	5,3	40,3	14,0	0,0	7,1	24,4	15,7
	śr.def.	**20,5**	**35,0**	**15,8**	**18,0**	**20,4**	**13,4**	**25,5**	**21,9**	**17,2**	**15,4**	**22,1**	**20,8**
Gdańsk	0	0,5	3,7	-	17,4	1,5	51,2	10,0	9,4	3,7	31,7	20,0	7,4
	1	91,1	55,6	-	82,6	89,6	47,7	83,8	83,9	88,9	63,4	74,6	84,8
	2-4	8,4	40,7	-	0,0	8,9	1,2	6,3	6,7	7,4	4,9	5,3	7,8
	śr.def.	**21,3**	**29,1**	**-**	**15,5**	**21,2**	**13,1**	**19,5**	**19,8**	**22,8**	**15,9**	**18,1**	**20,2**

RDLP	Kl.def., śr.def.	Sosna	Świerk	Jodła	Inne iglaste	Iglaste razem	Buk	Dąb	Brzoza	Olsza	Inne liśc.	Liśc. razem	Gat. razem
Zielona Góra	0	15,0	2,6	-	0,0	14,6	40,0	1,2	3,3	35,3	10,8	10,5	13,6
	1	76,3	81,6	-	100,0	76,5	60,0	46,0	74,7	64,7	79,7	62,1	73,1
	2-4	8,8	15,8	-	0,0	9,0	0,0	52,8	22,0	0,0	9,5	27,4	13,2
	śr.def.	**18,8**	**22,2**	**-**	**22,5**	**18,9**	**13,7**	**29,8**	**25,2**	**13,5**	**20,7**	**23,9**	**20,0**
Radom	0	14,6	0,0	26,7	62,5	16,7	48,0	26,7	22,9	23,3	21,4	27,1	19,5
	1	72,2	33,3	61,2	37,5	69,3	36,0	67,1	70,8	76,7	60,7	65,3	68,2
	2-4	13,2	66,7	12,1	0,0	14,0	16,0	6,2	6,3	0,0	17,9	7,6	12,3
	śr.def.	**20,3**	**36,0**	**19,2**	**11,3**	**20,3**	**17,6**	**18,3**	**17,4**	**16,3**	**24,5**	**18,5**	**19,8**
Kraków	0	3,2	13,3	19,4	0,0	12,7	56,3	5,0	0,0	23,1	57,3	38,1	25,3
	1	80,0	73,3	69,2	74,1	73,1	40,0	68,3	94,7	76,9	35,4	51,5	62,4
	2-4	16,8	13,3	11,5	25,9	14,2	3,8	26,7	5,3	0,0	7,3	10,3	12,3
	śr.def.	**22,3**	**23,0**	**19,2**	**26,9**	**20,9**	**13,4**	**23,2**	**18,7**	**16,5**	**15,9**	**17,0**	**18,9**
Szczecinek	0	17,1	1,0	0,0	13,2	15,9	3,8	0,0	0,3	2,9	4,9	1,9	10,1
	1	80,2	85,1	100,0	81,6	80,6	89,5	76,2	89,8	88,8	80,5	87,3	83,4
	2-4	2,7	13,9	0,0	5,3	3,5	6,6	23,8	10,0	8,3	14,6	10,8	6,5
	śr.def.	**16,5**	**24,5**	**20,0**	**18,6**	**17,1**	**19,3**	**24,4**	**21,4**	**21,3**	**23,2**	**21,3**	**18,8**
Piła	0	15,4	37,0	-	41,2	16,9	3,4	0,0	7,9	27,3	0,0	8,8	15,8
	1	78,3	63,0	-	52,9	77,2	96,6	53,8	73,0	63,6	50,0	70,0	76,2
	2-4	6,3	0,0	-	5,9	6,0	0,0	46,2	19,0	9,1	50,0	21,2	8,0
	śr.def.	**18,2**	**13,3**	**-**	**15,9**	**17,9**	**17,6**	**29,2**	**21,7**	**17,7**	**29,2**	**22,2**	**18,5**
Krosno	0	10,4	16,2	32,3	3,5	19,3	60,8	17,1	7,0	2,7	21,4	33,7	25,8
	1	79,5	66,2	63,1	86,0	72,2	38,1	71,1	76,7	93,3	71,4	60,8	67,0
	2-4	10,1	17,6	4,5	10,5	8,5	1,1	11,8	16,3	4,0	7,3	5,5	7,2
	śr.def.	**20,5**	**22,6**	**15,4**	**21,1**	**18,6**	**12,3**	**18,9**	**22,1**	**20,9**	**17,9**	**16,3**	**17,6**
Razem LP	0	9,4	5,1	28,4	8,9	9,9	34,4	3,8	6,3	15,7	22,4	13,3	11,1
	1	79,6	75,6	62,5	78,7	78,5	59,6	68,7	80,1	76,4	63,9	71,0	75,8
	2-4	11,0	19,3	9,1	12,4	11,5	6,0	27,5	13,6	7,9	13,7	15,6	13,0
	śr.def.	**20,8**	**24,0**	**17,6**	**21,2**	**20,9**	**16,3**	**24,7**	**22,2**	**19,6**	**20,1**	**21,4**	**21,0**

Tabela 3.15. Udział procentowy drzew w klasach defoliacji 0 (do 10% def.), 1 (> 10-25% 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 – 2024 r.

Województwo	Kl.def., śr.def.	Sosna	Świerk	Jodła	Inne iglaste	Iglaste razem	Buk	Dąb	Brzoza	Olsza	Inne liśc.	Liśc. razem	Gat. razem
Opolskie	0	0,3	0,0	-	2,6	0,5	3,4	0,0	1,0	5,1	3,3	1,7	1,2
	1	84,3	69,2	-	78,9	83,2	48,3	42,6	64,6	89,7	83,3	62,0	72,2
	2-4	15,4	30,8	-	18,4	16,3	48,3	57,4	34,3	5,1	13,3	36,3	26,7
	śr.def.	**22,9**	**26,2**	**-**	**23,6**	**23,1**	**29,5**	**29,9**	**26,7**	**20,3**	**21,7**	**26,3**	**24,8**
Śląskie	0	0,0	3,7	56,8	0,0	5,6	38,7	4,2	0,6	0,0	52,1	15,5	8,9
	1	87,6	49,4	37,5	87,5	79,7	59,5	61,0	75,3	72,4	43,8	64,7	74,6
	2-4	12,4	46,9	5,7	12,5	14,7	1,8	34,7	24,1	27,6	4,2	19,7	16,4
	śr.def.	**24,0**	**32,8**	**13,9**	**23,9**	**23,8**	**14,9**	**27,2**	**25,9**	**23,8**	**15,4**	**22,5**	**23,4**
Mazowieckie	0	5,5	0,0	16,7	22,9	5,9	66,7	7,1	7,6	27,2	23,5	14,8	8,8
	1	74,0	33,3	72,2	77,1	74,0	33,3	78,3	76,1	66,9	61,5	72,2	73,4
	2-4	20,4	66,7	11,1	0,0	20,1	0,0	14,6	16,3	5,9	15,0	13,0	17,7
	śr.def.	**24,2**	**33,3**	**20,7**	**15,7**	**24,0**	**13,3**	**21,9**	**22,9**	**16,3**	**20,8**	**20,7**	**22,9**
Lubelskie	0	3,6	0,0	17,6	23,8	4,1	67,7	2,3	21,1	30,5	46,5	22,7	13,1
	1	71,2	57,7	79,4	66,7	71,1	32,3	76,8	66,9	63,3	44,4	64,2	67,8
	2-4	25,2	42,3	2,9	9,5	24,8	0,0	20,9	12,0	6,2	9,1	13,1	19,2
	śr.def.	**25,0**	**29,8**	**17,8**	**19,0**	**24,8**	**11,3**	**24,1**	**19,5**	**15,9**	**16,4**	**19,6**	**22,3**
Dolnośląskie	0	14,3	5,0	0,0	1,4	10,3	20,0	4,0	1,9	14,5	9,0	7,7	8,9
	1	74,3	71,4	28,6	67,6	72,6	70,0	58,1	81,1	79,8	71,6	70,0	71,3
	2-4	11,3	23,6	71,4	31,0	17,1	10,0	37,9	17,0	5,7	19,5	22,3	19,8
	śr.def.	**19,5**	**23,3**	**35,7**	**26,2**	**21,3**	**18,8**	**26,4**	**23,4**	**18,7**	**22,5**	**23,1**	**22,2**
Warmińsko-mazurskie	0	0,7	0,7	-	0,0	0,7	15,3	3,0	5,4	8,1	22,4	9,1	4,6
	1	85,2	88,2	-	95,5	85,8	73,6	94,3	88,8	87,8	67,5	85,3	85,6
	2-4	14,1	11,1	-	4,5	13,5	11,1	2,7	5,9	4,1	10,1	5,6	9,8
	śr.def.	**24,0**	**23,0**	**-**	**22,0**	**23,8**	**18,5**	**20,6**	**20,7**	**20,0**	**21,0**	**20,4**	**22,2**
Kujawsko-pomorskie	0	4,9	0,0	-	0,0	4,8	14,3	1,7	4,6	35,6	3,4	6,7	5,3
	1	83,8	0,0	-	72,4	83,5	71,4	81,0	82,1	60,0	67,8	77,4	81,9
	2-4	11,3	100,0	-	27,6	11,7	14,3	17,3	13,3	4,4	28,8	15,9	12,8
	śr.def.	**21,1**	**45,0**	**-**	**27,4**	**21,3**	**22,4**	**23,7**	**21,3**	**14,2**	**24,7**	**22,0**	**21,4**
Lubuskie	0	9,7	2,6	-	0,0	9,5	22,9	1,4	2,6	27,5	10,2	8,3	9,3
	1	78,3	82,1	-	50,0	78,1	77,1	46,0	78,1	71,0	81,0	65,9	75,6
	2-4	12,0	15,4	-	50,0	12,4	0,0	52,6	19,3	1,4	8,8	25,8	15,2
	śr.def.	**20,5**	**22,3**	**-**	**31,4**	**20,7**	**15,3**	**30,0**	**24,2**	**15,7**	**19,9**	**23,7**	**21,3**
Łódzkie	0	16,6	20,0	50,0	10,0	16,6	63,2	9,8	4,5	48,0	36,6	16,7	16,7
	1	68,7	40,0	50,0	90,0	68,8	31,6	43,9	84,4	50,0	51,2	63,4	67,7
	2-4	14,7	40,0	0,0	0,0	14,5	5,3	46,3	11,1	2,0	12,2	19,9	15,7
	śr.def.	**20,8**	**30,0**	**15,8**	**18,8**	**20,8**	**13,4**	**26,6**	**22,6**	**14,2**	**17,2**	**21,9**	**21,0**
Podlaskie	0	4,5	1,3	-	0,0	4,1	-	1,6	4,0	42,9	39,0	25,9	12,6
	1	87,7	87,1	-	100,0	87,6	-	84,7	83,8	54,6	48,4	65,8	79,0
	2-4	7,9	11,6	-	0,0	8,3	-	13,7	12,3	2,5	12,6	8,3	8,3
	śr.def.	**22,2**	**23,8**	**-**	**23,3**	**22,4**	**-**	**22,2**	**22,2**	**14,7**	**17,9**	**18,3**	**20,8**
Zachodnio-pomorskie	0	10,3	14,4	-	17,6	10,9	14,3	1,9	6,7	16,5	17,7	10,7	10,8
	1	81,6	68,0	-	68,9	80,2	78,4	63,6	83,5	67,3	59,1	72,5	76,7
	2-4	8,1	17,6	-	13,5	8,9	7,3	34,6	9,9	16,2	23,2	16,9	12,5

Województwo	Kl.def., śr.def.	Sosna	Świerk	Jodła	Inne iglaste	Iglaste razem	Buk	Dąb	Brzoza	Olsza	Inne liśc.	Liśc. razem	Gat. razem
	śr.def.	**19,6**	**23,2**	**-**	**20,7**	**19,8**	**18,9**	**26,2**	**21,0**	**21,3**	**22,9**	**21,8**	**20,7**
Wielkopolskie	0	17,1	10,4	-	8,7	16,9	60,0	1,4	7,6	18,0	5,1	9,6	14,8
	1	73,1	81,3	-	69,6	73,2	40,0	59,9	74,2	75,3	42,4	65,8	71,1
	2-4	9,8	8,3	-	21,7	9,9	0,0	38,7	18,2	6,8	52,5	24,6	14,1
	śr.def.	**19,3**	**20,0**	**-**	**20,9**	**19,3**	**12,8**	**27,9**	**23,8**	**17,7**	**30,0**	**23,7**	**20,6**
Małopolskie	0	4,9	6,5	21,0	19,2	12,5	54,6	5,0	0,7	13,8	40,6	31,6	21,9
	1	77,3	64,7	68,5	59,6	70,0	42,9	71,0	76,9	80,0	46,5	55,7	63,0
	2-4	17,8	28,8	10,5	21,2	17,5	2,5	24,0	22,4	6,3	13,0	12,7	15,1
	śr.def.	**22,1**	**26,0**	**18,7**	**22,7**	**21,6**	**13,3**	**22,7**	**24,2**	**18,9**	**18,9**	**18,7**	**20,2**
Świętokrzyskie	0	17,2	0,0	33,7	62,5	18,9	61,7	31,9	29,0	12,7	23,3	29,3	23,1
	1	71,0	54,8	54,7	37,5	68,2	29,8	62,2	65,8	50,9	50,0	56,4	63,4
	2-4	11,8	45,2	11,6	0,0	12,9	8,5	5,9	5,2	36,4	26,7	14,3	13,5
	śr.def.	**19,6**	**30,3**	**17,9**	**11,3**	**19,7**	**13,6**	**16,6**	**17,4**	**33,9**	**22,6**	**19,9**	**19,8**
Pomorskie	0	7,4	4,1	0,0	13,6	7,5	25,0	6,4	5,5	3,6	25,0	10,6	8,5
	1	85,8	78,4	100,0	84,0	85,5	70,7	84,4	85,1	91,4	67,3	81,9	84,4
	2-4	6,8	17,6	0,0	2,5	7,0	4,3	9,2	9,4	5,0	7,7	7,5	7,2
	śr.def.	**19,6**	**23,1**	**20,0**	**17,3**	**19,6**	**16,8**	**20,4**	**21,0**	**21,4**	**17,4**	**19,9**	**19,7**
Podkarpackie	0	8,5	13,3	30,9	2,4	14,6	52,3	7,1	9,6	21,1	27,4	29,6	22,0
	1	77,3	61,4	62,1	85,5	72,7	46,1	82,3	66,9	74,3	67,6	63,6	68,2
	2-4	14,2	25,3	7,0	12,0	12,7	1,6	10,6	23,5	4,7	5,0	6,8	9,8
	śr.def.	**21,9**	**24,5**	**16,3**	**21,7**	**20,5**	**13,0**	**20,7**	**23,4**	**18,2**	**16,9**	**17,1**	**18,8**
Kraj	0	8,4	4,9	27,9	9,7	9,1	37,1	4,5	7,8	21,9	25,4	16,5	11,9
	1	78,4	73,5	63,0	75,4	77,3	57,9	69,5	78,3	71,4	59,8	69,0	74,1
	2-4	13,2	21,5	9,1	14,9	13,6	5,0	26,0	13,9	6,7	14,8	14,5	13,9
	śr.def.	**21,6**	**24,4**	**17,6**	**21,7**	**21,6**	**15,7**	**24,3**	**22,0**	**18,2**	**20,1**	**20,7**	**21,3**

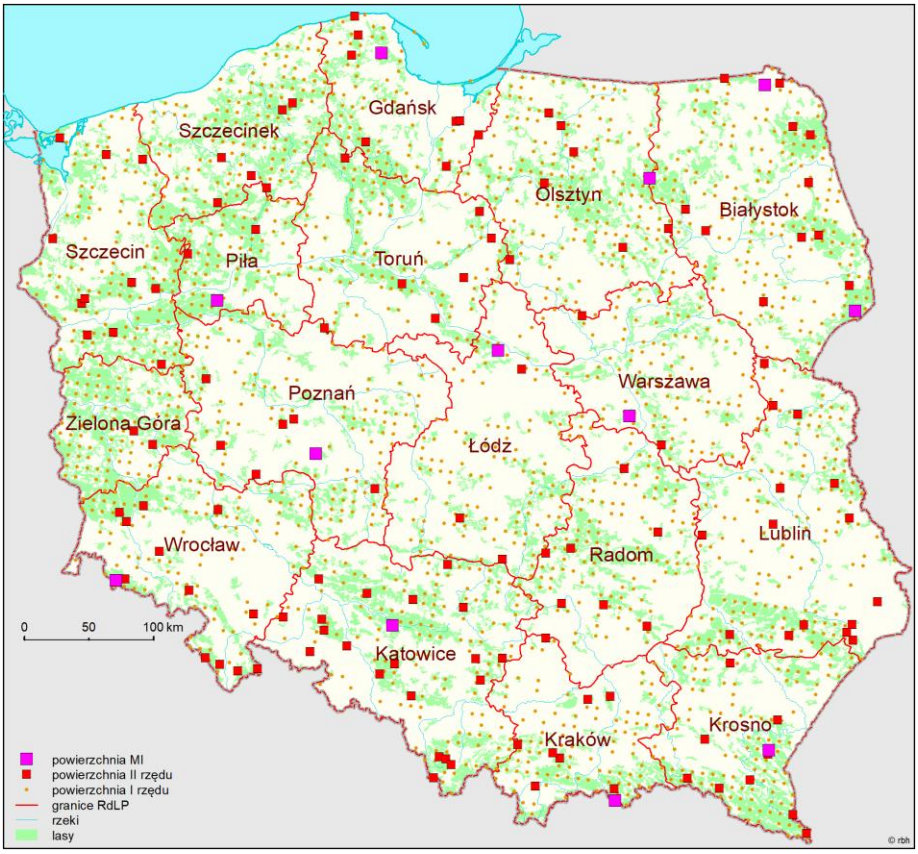
Tabela 3.16. Udział procentowy drzew w klasach defoliacji 0 (do 10% def.), 1 (>10-25% def.) i 2-4 (> 25% def. i drzewa martwe) oraz śr. def. [%] wg gatunków w układzie krain, w kolejności malejących wartości śr. def. w kolumnie "Gatunki razem" – wiek > 20 lat, wszystkie formy własności – 2024 r.

Kraina	Kl.def., śr.def.	Sosna	Świerk	Jodła	Inne iglaste	Iglaste razem	Buk	Dąb	Brzoza	Olsza	Inne liśc.	Liśc. razem	Gat. razem
Sudecka	0	18,8	3,0	0,0	0,0	3,3	17,0	4,5	1,5	30,0	10,0	8,9	6,1
	1	56,3	71,0	28,6	71,1	69,7	72,3	64,5	82,1	65,0	74,4	72,3	71,0
	2-4	25,0	26,0	71,4	28,9	27,0	10,6	30,9	16,4	5,0	15,6	18,8	22,9
	śr.def.	**23,8**	**24,1**	**35,7**	**25,0**	**24,3**	**18,6**	**24,5**	**22,2**	**16,8**	**21,9**	**22,0**	**23,2**
Śląska	0	9,9	10,6	-	2,7	9,6	13,4	2,4	1,5	10,3	4,7	4,3	7,1
	1	79,0	75,3	-	73,3	78,5	67,1	51,4	69,7	82,8	75,0	65,3	72,3
	2-4	11,1	14,1	-	24,0	11,9	19,5	46,2	28,7	6,9	20,3	30,4	20,6
	śr.def.	**20,4**	**20,4**	**-**	**25,2**	**20,6**	**21,9**	**28,1**	**26,5**	**19,3**	**23,5**	**25,3**	**22,8**
Mazowiecko-Podlaska	0	4,8	0,0	-	20,0	5,0	100,0	3,6	7,9	30,8	29,0	16,1	9,2
	1	76,5	84,8	-	80,0	76,6	0,0	76,7	77,7	64,1	56,3	71,1	74,5
	2-4	18,7	15,2	-	0,0	18,4	0,0	19,7	14,4	5,1	14,7	12,9	16,3
	śr.def.	**23,9**	**25,2**	**-**	**16,3**	**23,9**	**10,0**	**23,0**	**22,5**	**15,9**	**19,7**	**20,4**	**22,5**
Mazursko-Podlaska	0	2,3	1,0	-	0,0	2,1	0,0	1,6	6,2	26,9	34,8	18,9	9,0
	1	84,9	87,6	-	94,4	85,4	100,0	91,5	85,0	69,9	56,8	75,0	81,1
	2-4	12,8	11,4	-	5,6	12,5	0,0	6,9	8,8	3,2	8,4	6,1	9,9
	śr.def.	**23,5**	**23,7**	**-**	**22,2**	**23,5**	**17,5**	**21,5**	**20,9**	**17,2**	**18,7**	**19,1**	**21,7**
Małopolska	0	10,5	1,2	22,8	13,5	11,0	56,5	9,3	15,2	22,6	38,8	22,1	15,4
	1	72,4	52,3	64,4	77,1	71,8	40,2	68,6	70,5	67,3	48,4	62,8	68,3
	2-4	17,1	46,5	12,8	9,4	17,3	3,3	22,1	14,3	10,1	12,8	15,1	16,4
	śr.def.	**22,3**	**30,0**	**19,7**	**21,0**	**22,3**	**13,8**	**23,1**	**21,0**	**19,9**	**18,2**	**20,4**	**21,6**
Wielkopolsko-Pomorska	0	10,8	18,5	-	9,3	10,9	12,9	1,3	7,4	20,9	8,7	9,2	10,5
	1	78,6	70,2	-	64,9	78,3	82,8	65,0	78,9	74,1	64,0	71,9	76,8
	2-4	10,6	11,3	-	25,8	10,8	4,3	33,7	13,7	5,1	27,2	18,9	12,7
	śr.def.	**20,2**	**19,6**	**-**	**24,4**	**20,2**	**18,3**	**26,7**	**22,0**	**17,0**	**23,7**	**22,2**	**20,7**
Bałtycka	0	7,4	2,8	0,0	13,2	7,3	20,6	3,2	4,5	10,0	19,7	10,2	8,7
	1	85,1	81,0	100,0	79,8	84,6	71,9	77,4	86,1	77,7	63,7	77,2	81,1
	2-4	7,5	16,1	0,0	7,0	8,1	7,5	19,4	9,4	12,4	16,6	12,6	10,2
	śr.def.	**20,0**	**23,8**	**20,0**	**18,8**	**20,3**	**18,1**	**23,4**	**21,1**	**21,6**	**21,2**	**21,1**	**20,7**
Karpacka	0	7,2	7,7	29,4	8,8	18,2	53,2	7,3	2,4	14,2	31,4	35,4	26,5
	1	81,1	61,2	62,8	76,0	67,6	44,9	75,0	82,9	77,9	58,9	57,3	62,6
	2-4	11,7	31,1	7,8	15,2	14,2	2,0	17,7	14,6	8,0	9,7	7,4	10,9
	śr.def.	**21,3**	**26,9**	**16,9**	**21,9**	**20,4**	**13,0**	**21,2**	**23,2**	**19,4**	**18,2**	**16,7**	**18,6**
Kraj	0	8,4	4,9	27,9	9,7	9,1	37,1	4,5	7,8	21,9	25,4	16,5	11,9
	1	78,4	73,5	63,0	75,4	77,3	57,9	69,5	78,3	71,4	59,8	69,0	74,1
	2-4	13,2	21,5	9,1	14,9	13,6	5,0	26,0	13,9	6,7	14,8	14,5	13,9
	śr.def.	**21,6**	**24,4**	**17,6**	**21,7**	**21,6**	**15,7**	**24,3**	**22,0**	**18,2**	**20,1**	**20,7**	**21,3**

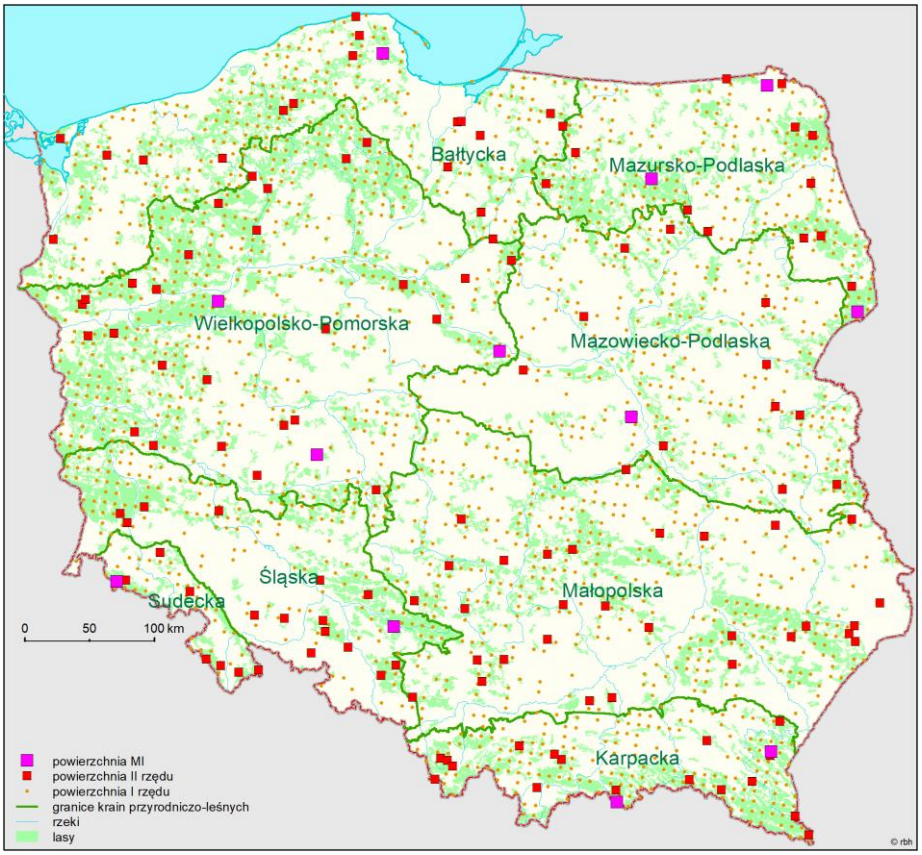
Tabela 3.17. Udział procentowy drzew w klasach defoliacji 0 (do 10% def.), 1 (> 10-25% def.) i 2-4 (> 25% def. i drzewa martwe) oraz średnia def. [%] wg gatunków w parkach narodowych, w kolejności malejących wartości średniej defoliacji w kolumnie "Gatunki razem" – wiek > 20 lat – 2024 r.

Park Narodowy	Kl.def., śr.def.	Sosna	Świerk	Jodła	Inne iglaste	Iglaste razem	Buk	Dąb	Brzoza	Olsza	Inne liśc.	Liśc. razem	Gat. razem
Tatrzański	0	-	0,0	0,0	-	0,0	-	-	-	-	-	-	0,0
2 pow.	1	-	59,1	33,3	-	47,5	-	-	-	-	-	-	47,5
	2-4	-	40,9	66,7	-	52,5	-	-	-	-	-	-	52,5
	śr.def.	**-**	**32,7**	**33,3**	**-**	**33,0**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**	**33,0**
Woliński	0	0,0	-	-	-	0,0	0,0	0,0	-	-	-	0,0	0,0
2 pow.	1	44,4	-	-	-	44,4	100,0	41,7	-	-	-	46,2	45,0
	2-4	55,6	-	-	-	55,6	0,0	58,3	-	-	-	53,8	55,0
	śr.def.	**32,4**	**-**	**-**	**-**	**32,4**	**20,0**	**30,0**	**-**	**-**	**-**	**29,2**	**31,4**
Wigierski	0	0,0	0,0	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-	0,0
1 pow.	1	64,7	100,0	-	-	70,0	-	-	-	-	-	-	70,0
	2-4	35,3	0,0	-	-	30,0	-	-	-	-	-	-	30,0
	śr.def.	**27,9**	**23,3**	**-**	**-**	**27,3**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**	**27,3**
Słowiński	0	-	-	-	-	-	-	-	0,0	0,0	-	0,0	0,0
1 pow.	1	-	-	-	-	-	-	-	64,3	100,0	-	75,0	75,0
	2-4	-	-	-	-	-	-	-	35,7	0,0	-	25,0	25,0
	śr.def.	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**	**28,9**	**19,2**	**-**	**26,0**	**26,0**
Kampinoski	0	4,8	-	-	-	4,8	-	-	0,0	-	-	0,0	3,8
4 pow.	1	71,0	-	-	-	71,0	-	-	61,1	-	-	61,1	68,8
	2-4	24,2	-	-	-	24,2	-	-	38,9	-	-	38,9	27,5
	śr.def.	**23,1**	**-**	**-**	**-**	**23,1**	**-**	**-**	**26,9**	**-**	**-**	**26,9**	**23,9**
Drawieński	0	0,0	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-	0,0
1 pow.	1	90,0	-	-	-	90,0	-	-	-	-	-	-	90,0
	2-4	10,0	-	-	-	10,0	-	-	-	-	-	-	10,0
	śr.def.	**23,3**	**-**	**-**	**-**	**23,3**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**	**23,3**
Biebrzański	0	0,0	0,0	-	-	0,0	-	-	0,0	30,3	-	16,7	10,0
5 pow.	1	94,7	85,7	-	-	90,0	-	-	48,1	60,6	-	55,0	69,0
	2-4	5,3	14,3	-	-	10,0	-	-	51,9	9,1	-	28,3	21,0
	śr.def.	**22,6**	**23,3**	**-**	**-**	**23,0**	**-**	**-**	**28,7**	**16,2**	**-**	**21,8**	**22,3**
Roztoczański	0	0,0	-	18,2	-	10,0	-	-	-	-	-	-	10,0
1 pow.	1	77,8	-	72,7	-	75,0	-	-	-	-	-	-	75,0
	2-4	22,2	-	9,1	-	15,0	-	-	-	-	-	-	15,0
	śr.def.	**23,9**	**-**	**18,2**	**-**	**20,8**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**	**20,8**
Karkonoski	0	-	0,0	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-	0,0
1 pow.	1	-	100,0	-	-	100,0	-	-	-	-	-	-	100,0
	2-4	-	0,0	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-	0,0
	śr.def.	**-**	**18,8**	**-**	**-**	**18,8**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**	**18,8**
Wielkopolski	0	40,0	-	-	-	40,0	-	-	-	11,1	0,0	5,0	22,5
2 pow.	1	50,0	-	-	-	50,0	-	-	-	88,9	81,8	85,0	67,5
	2-4	10,0	-	-	-	10,0	-	-	-	0,0	18,2	10,0	10,0
	śr.def.	**17,3**	**-**	**-**	**-**	**17,3**	**-**	**-**	**-**	**15,6**	**23,2**	**19,8**	**18,5**
Babiogórski	0	-	10,0	-	-	10,0	85,0	-	-	-	-	85,0	47,5
2 pow.	1	-	50,0	-	-	50,0	15,0	-	-	-	-	15,0	32,5
	2-4	-	40,0	-	-	40,0	0,0	-	-	-	-	0,0	20,0
	śr.def.	**-**	**27,5**	**-**	**-**	**27,5**	**9,0**	**-**	**-**	**-**	**-**	**9,0**	**18,3**

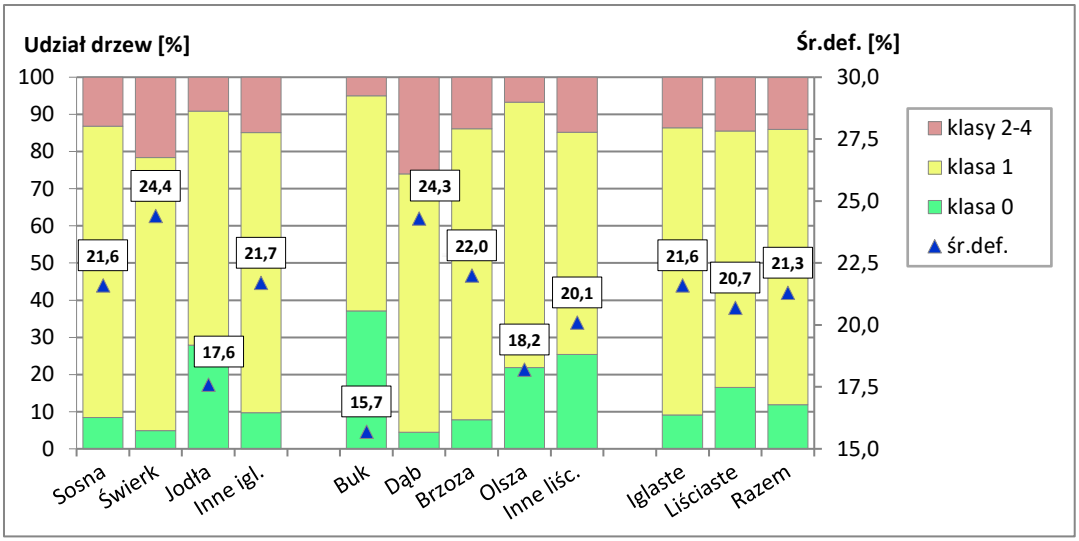
Park Narodowy	Kl.def., śr.def.	Sosna	Świerk	Jodła	Inne iglaste	Iglaste razem	Buk	Dąb	Brzoza	Olsza	Inne liśc.	Liśc. razem	Gat. razem
Magurski	0	0,0	0,0	8,3	0,0	3,0	31,6	-	-	0,0	0,0	22,2	11,7
3 pow.	1	100,0	100,0	91,7	88,2	90,9	68,4	-	-	100,0	80,0	74,1	83,3
	2-4	0,0	0,0	0,0	11,8	6,1	0,0	-	-	0,0	20,0	3,7	5,0
	śr.def.	**15,0**	**22,5**	**15,0**	**21,5**	**18,8**	**15,0**	**-**	**-**	**16,7**	**21,0**	**16,3**	**17,7**
Gorczański	0	-	0,0	0,0	-	0,0	30,8	-	-	-	-	30,8	20,0
1 pow.	1	-	66,7	0,0	-	57,1	69,2	-	-	-	-	69,2	65,0
	2-4	-	33,3	100,0	-	42,9	0,0	-	-	-	-	0,0	15,0
	śr.def.	**-**	**21,7**	**30,0**	**-**	**22,9**	**14,2**	**-**	**-**	**-**	**-**	**14,2**	**17,3**
Poleski	0	-	-	-	-	-	-	-	0,0	15,4	-	10,0	10,0
1 pow.	1	-	-	-	-	-	-	-	100,0	76,9	-	85,0	85,0
	2-4	-	-	-	-	-	-	-	0,0	7,7	-	5,0	5,0
	śr.def.	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**	**17,1**	**16,9**	**-**	**17,0**	**17,0**
Białowieski	0	-	-	-	-	-	-	-	-	15,0	-	15,0	15,0
1 pow.	1	-	-	-	-	-	-	-	-	85,0	-	85,0	85,0
	2-4	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	0,0	0,0
	śr.def.	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**	**15,8**	**-**	**15,8**	**15,8**
Ojcowski	0	0,0	0,0	-	-	0,0	81,8	-	-	-	-	81,8	45,0
1 pow.	1	100,0	100,0	-	-	100,0	18,2	-	-	-	-	18,2	55,0
	2-4	0,0	0,0	-	-	0,0	0,0	-	-	-	-	0,0	0,0
	śr.def.	**21,3**	**19,0**	**-**	**-**	**20,0**	**10,9**	**-**	**-**	**-**	**-**	**10,9**	**15,0**
Bieszczadzki	0	-	0,0	0,0	-	0,0	33,3	-	0,0	-	0,0	27,2	25,8
6 pow.	1	-	100,0	100,0	-	100,0	66,7	-	100,0	-	100,0	72,8	74,2
	2-4	-	0,0	0,0	-	0,0	0,0	-	0,0	-	0,0	0,0	0,0
	śr.def.	**-**	**15,0**	**17,0**	**-**	**16,7**	**13,7**	**-**	**19,2**	**-**	**17,3**	**14,4**	**14,5**
Świętokrzyski	0	-	-	-	0,0	0,0	73,7	-	-	-	-	73,7	70,0
1 pow.	1	-	-	-	100,0	100,0	26,3	-	-	-	-	26,3	30,0
	2-4	-	-	-	0,0	0,0	0,0	-	-	-	-	0,0	0,0
	śr.def.	**-**	**-**	**-**	**15,0**	**15,0**	**9,2**	**-**	**-**	**-**	**-**	**9,2**	**9,5**
Parki razem	0	6,1	2,0	6,4	0,0	4,6	46,0	0,0	0,0	19,0	0,0	25,9	15,7
36 pow.	1	70,0	76,0	63,8	88,9	71,9	54,0	41,7	63,9	76,2	90,3	63,5	67,5
	2-4	23,9	22,0	29,8	11,1	23,5	0,0	58,3	36,1	4,8	9,7	10,7	16,8
	śr.def.	**24,2**	**24,9**	**23,3**	**21,1**	**24,1**	**12,7**	**30,0**	**26,4**	**16,4**	**20,0**	**17,3**	**20,6**



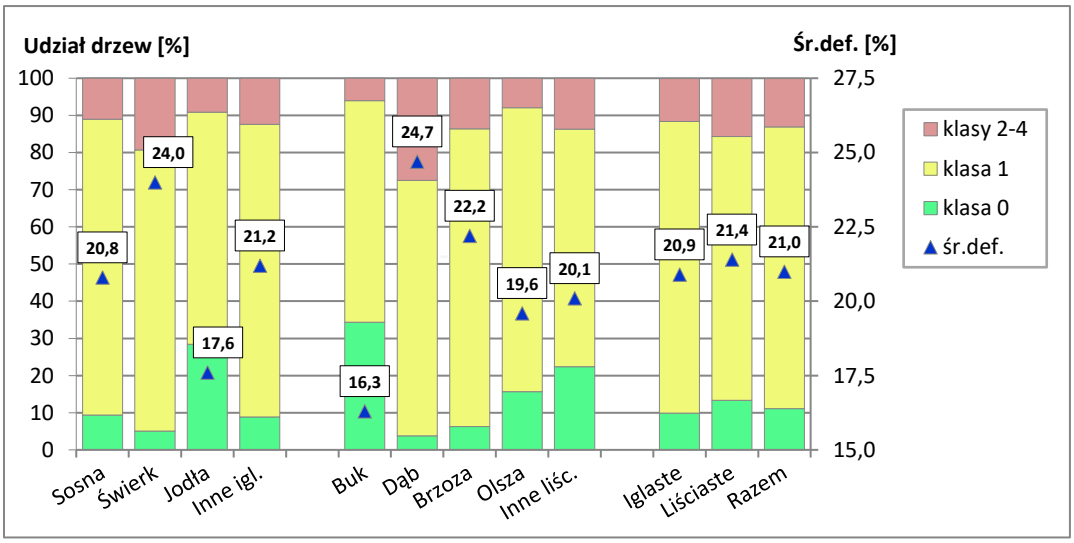
Rycina 3.1. Rozmieszczenie stałych powierzchni obserwacyjnych I i II rzędu w RDLP w 2024 r.



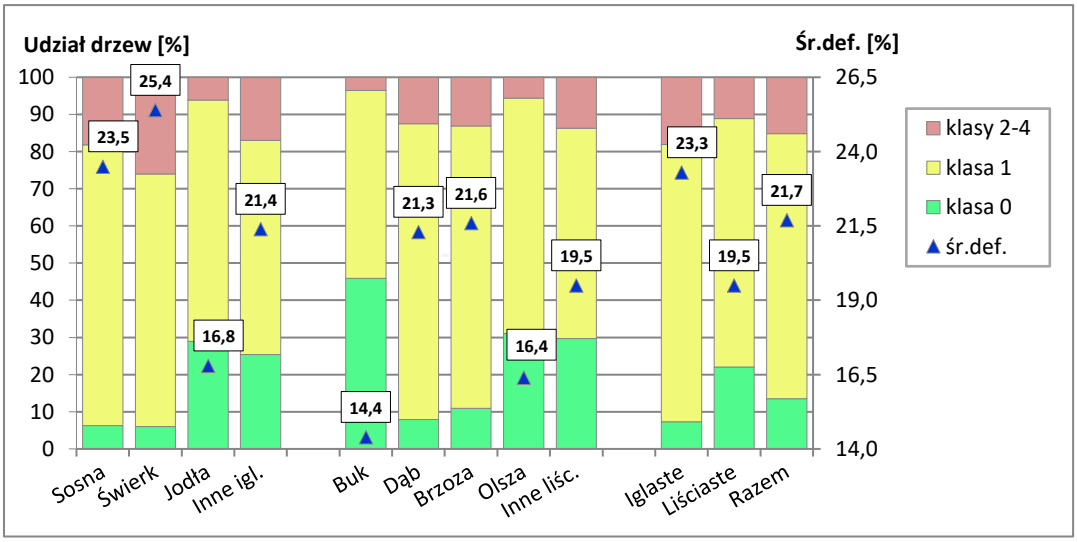
Rycina 3.2. Rozmieszczenie stałych powierzchni obserwacyjnych I i II rzędu w krainach przyrodniczo-leśnych w 2024 r.



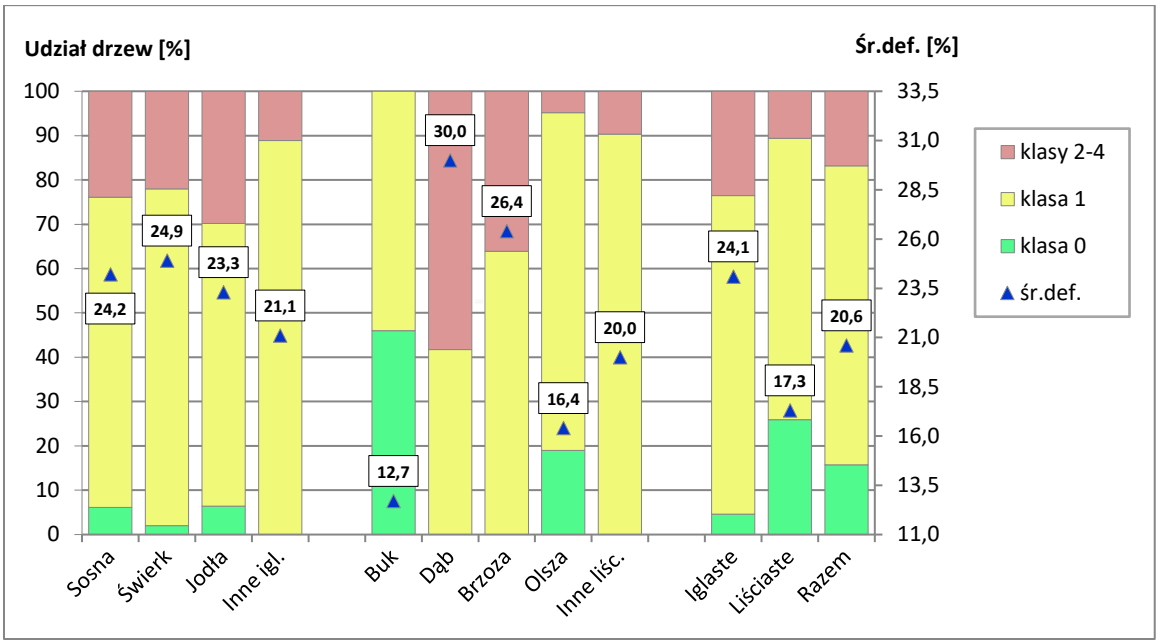
Rycina 3.3. Udział drzew [%] monitorowanych gatunków w klasach defoliacji oraz średnia defoliacja [%] w 2024 r. Wiek drzew powyżej 20 lat. Wszystkie formy własności



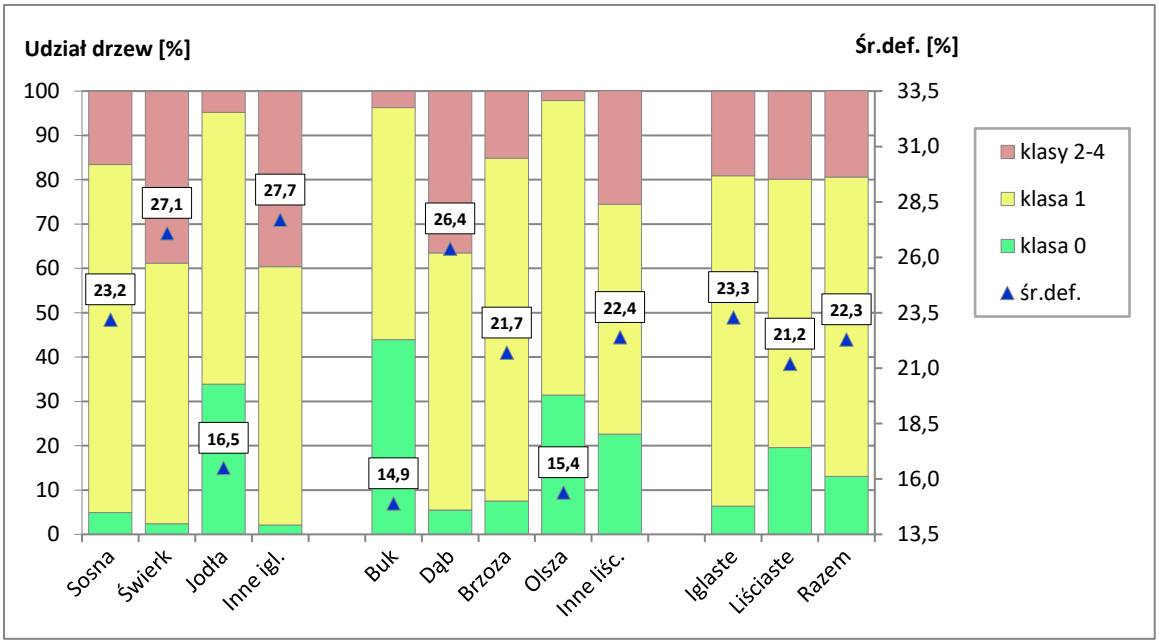
Rycina 3.4. Udział drzew [%] monitorowanych gatunków w klasach defoliacji oraz średnia defoliacja [%] w 2024 r. Wiek powyżej 20 lat. Lasy w zarządzie Lasów Państwowych



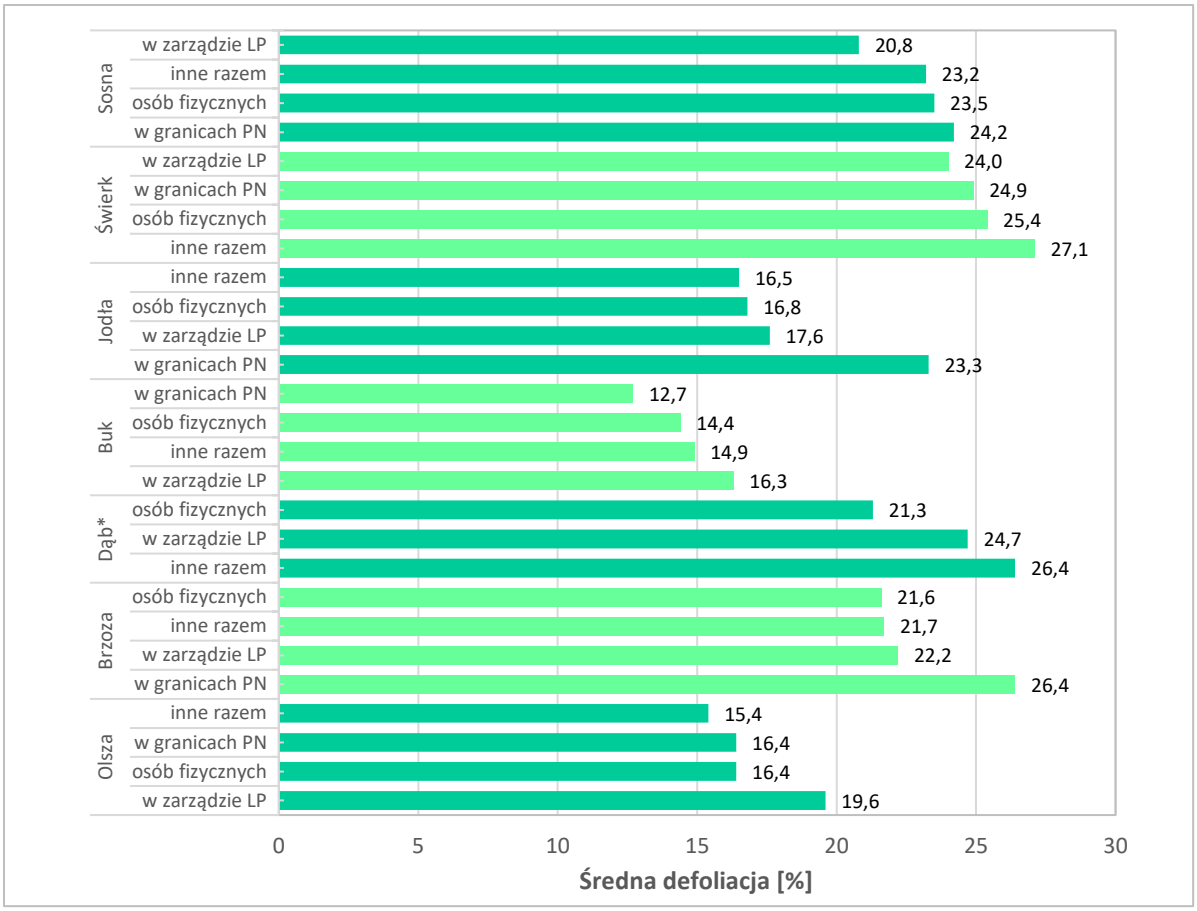
Rycina 3.5. Udział drzew [%] monitorowanych gatunków w klasach defoliacji oraz średnia defoliacja [%] w 2024 r. Wiek powyżej 20 lat. Lasy będące własnością osób fizycznych



Rycina 3.6. Udział drzew [%] monitorowanych gatunków w klasach defoliacji oraz średnia defoliacja [%] w 2024 r. Wiek powyżej 20 lat. Lasy w granicach parków narodowych (inne igl. i dąb – odpowiednio: 18 i 12 drzew)

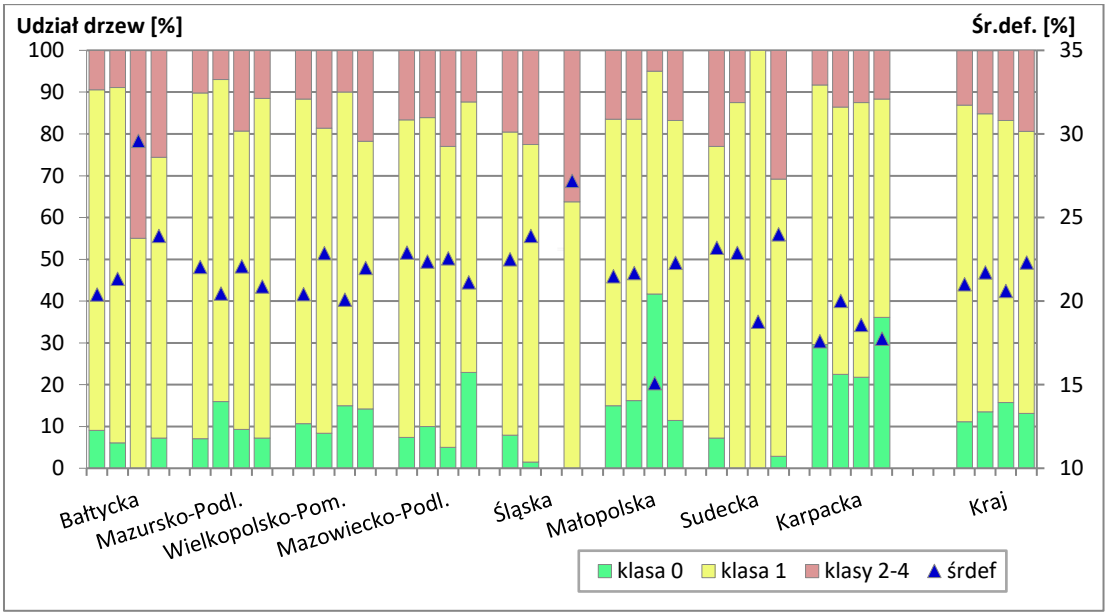


Rycina 3.7. Udział drzew [%] monitorowanych gatunków w klasach defoliacji oraz średnia defoliacja [%] w 2024 r. Wiek powyżej 20 lat. Lasy pozostałych form własności

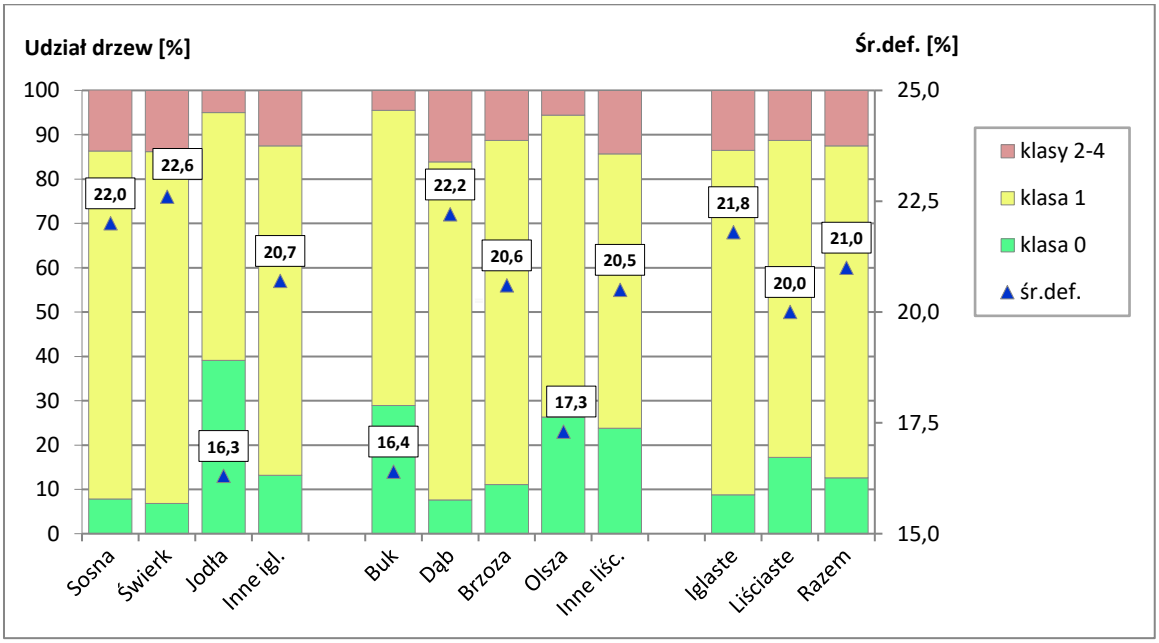


Rycina 3.8. Średnie wartości defoliacji wg grup gatunków w układzie form własności (LP – lasy w zarządzie Lasów Państwowych, PN – lasy w granicach parków narodowych) – 2024 r.

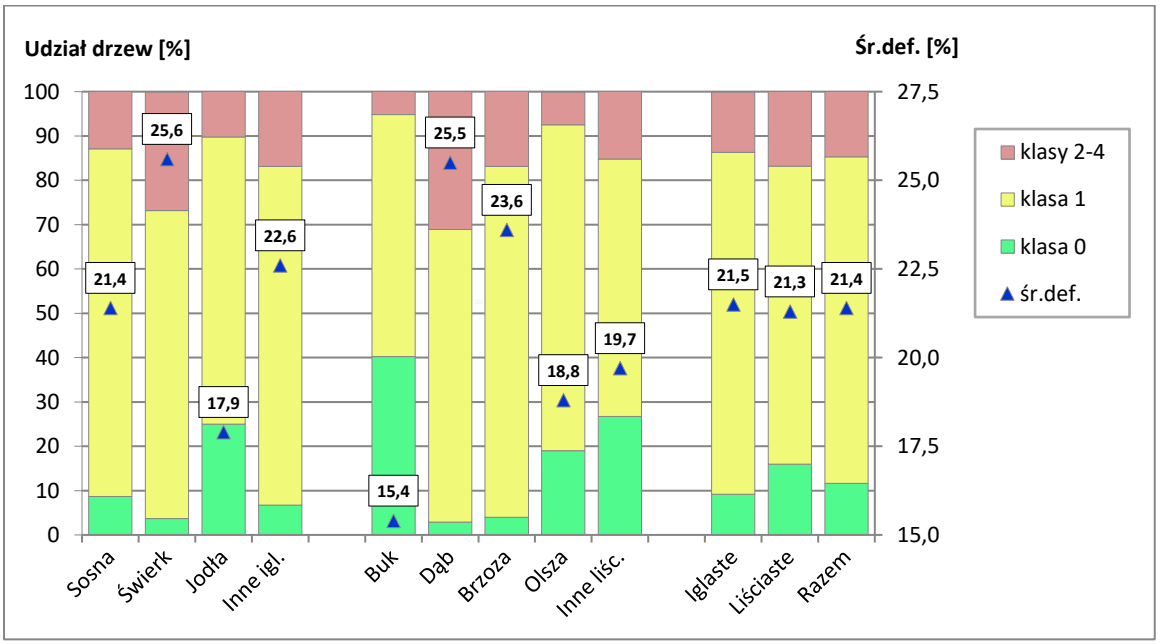
*Dąb w parkach narodowych został pominięty, ze względu na małą liczbę (12) drzew próbnych.



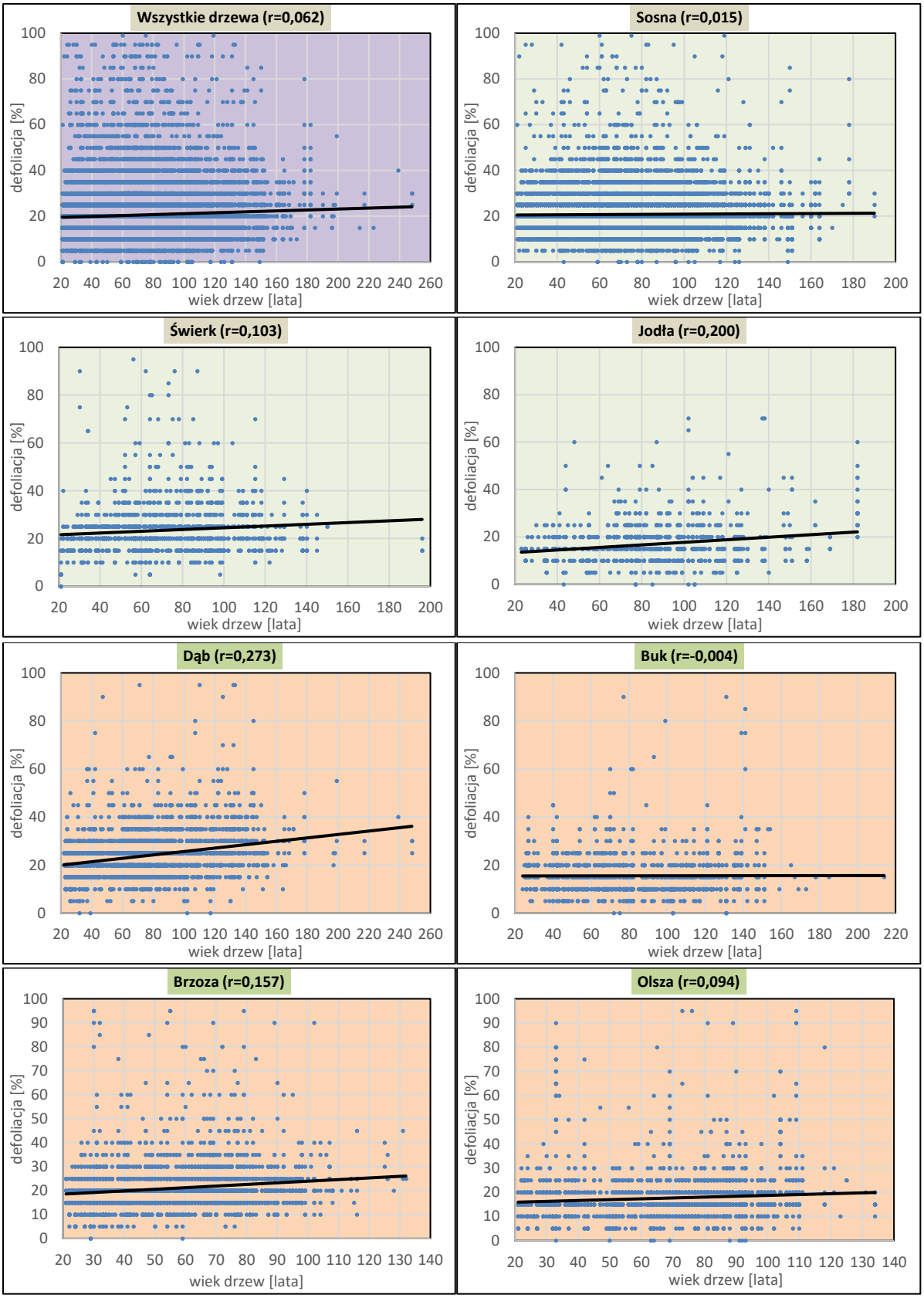
Rycina 3.9. Udział drzew [%] (gatunki razem) w klasach defoliacji oraz średnia defoliacja [%] w układzie krain przyrodniczo-leśnych i form własności lasów – słupki od lewej: lasy w zarządzie Lasów Państwowych, lasy będące własnością osób fizycznych, lasy w granicach parków narodowych, inne formy własności razem – 2024 r. (parki narodowe w Krainie Sudeckiej – wyniki z próby 20 drzew)



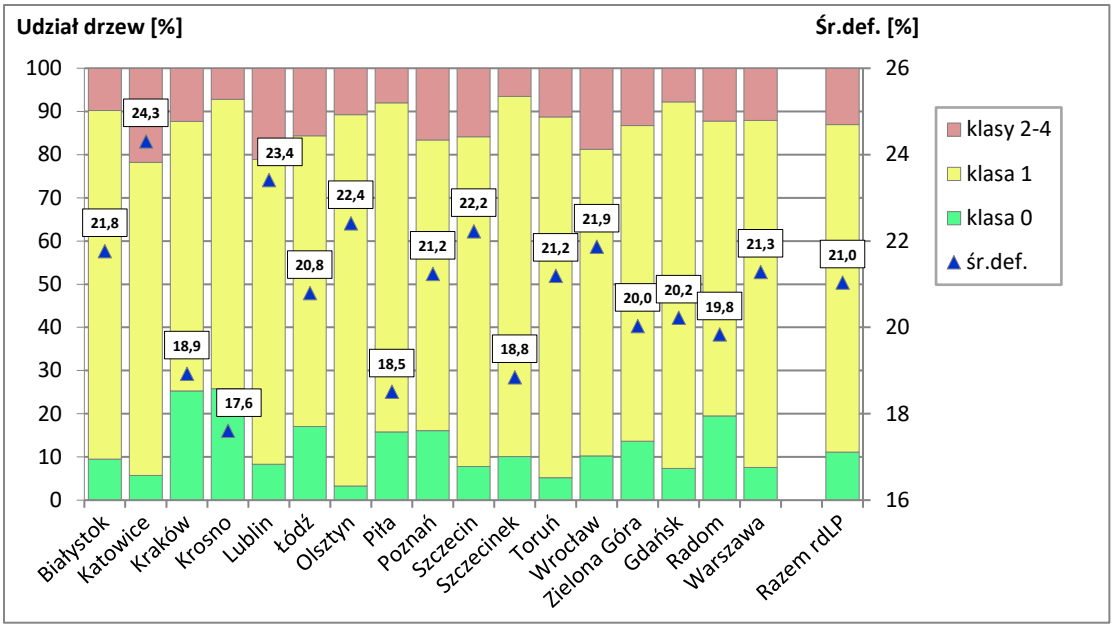
Rycina 3.10. Udział drzew [%] monitorowanych gatunków w klasach defoliacji oraz średnia defoliacja [%] w 2024 r. Wiek od 21 do 60 lat. Wszystkie formy własności



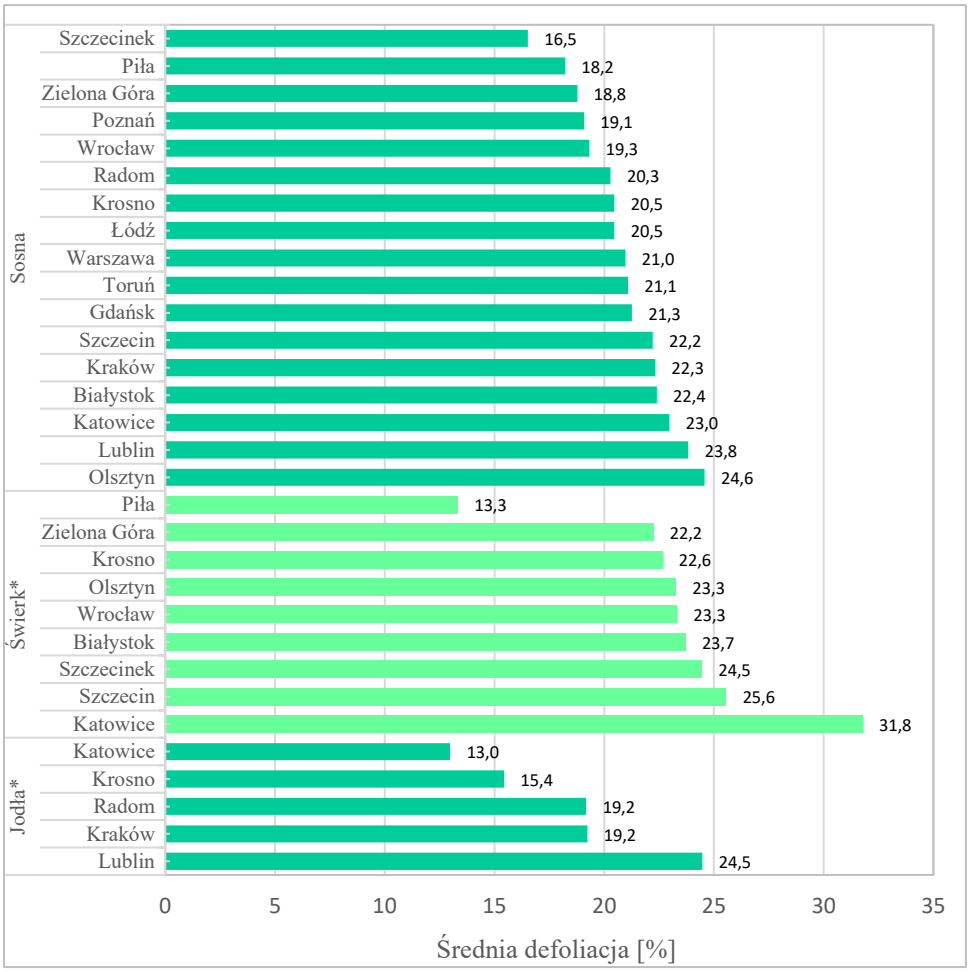
Rycina 3.11. Udział drzew [%] monitorowanych gatunków w klasach defoliacji oraz średnia defoliacja [%] w 2024 r. Wiek powyżej 60 lat. Wszystkie formy własności



Rycina 3.12. Zależność defoliacji sosen, świerków, jodeł, dębów, buków, brzóz, olsz i wszystkich drzew łącznie z klas Krafta 1, 2 oraz 3 od wieku drzew w 2024 r.

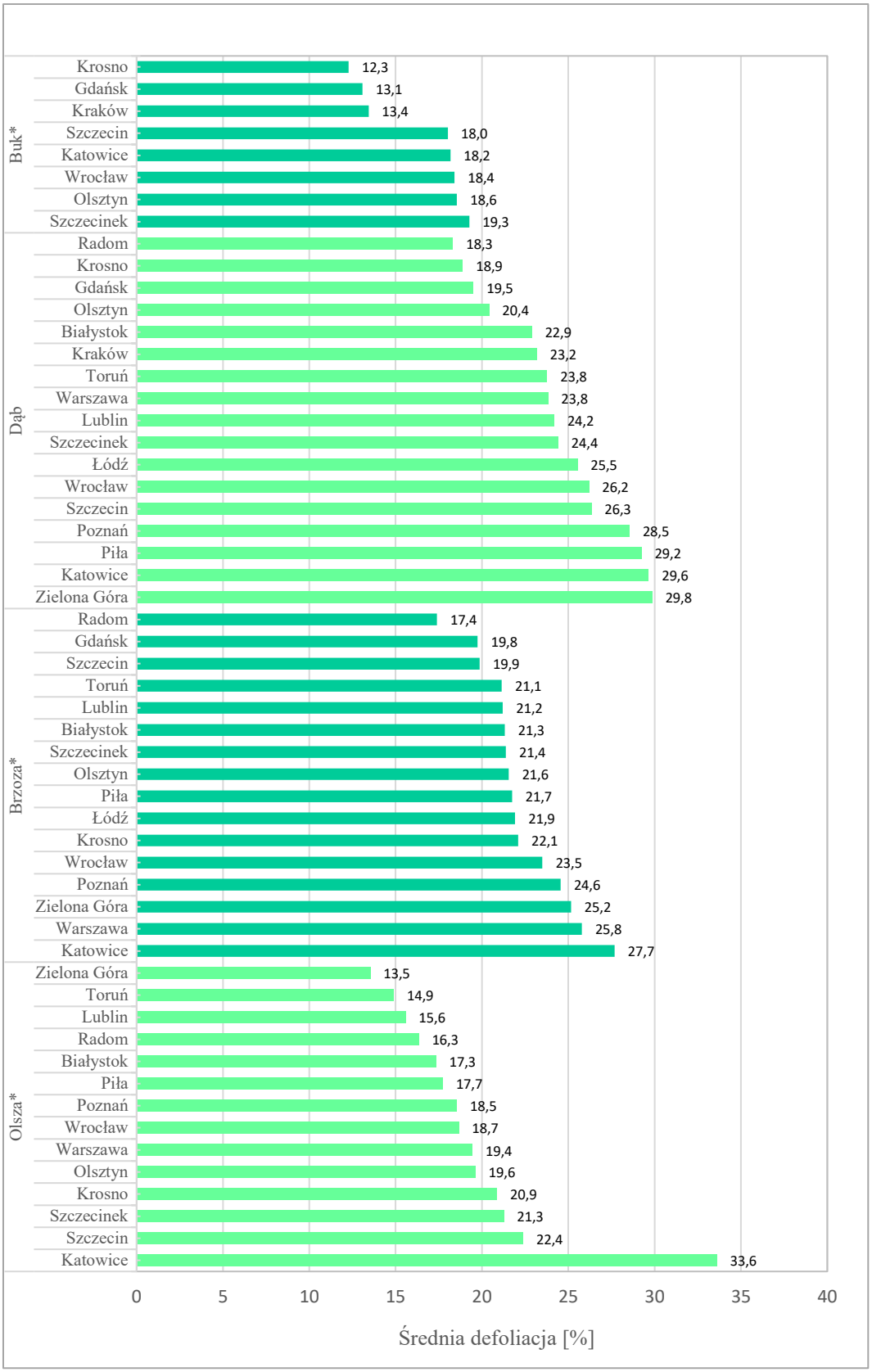


Rycina 3.13. Udział drzew [%] monitorowanych gatunków łącznie w klasach defoliacji oraz śr. def. [%] w układzie regionalnych dyrekcji Lasów Państwowych (lasy w zarządzie LP) w 2024 r.



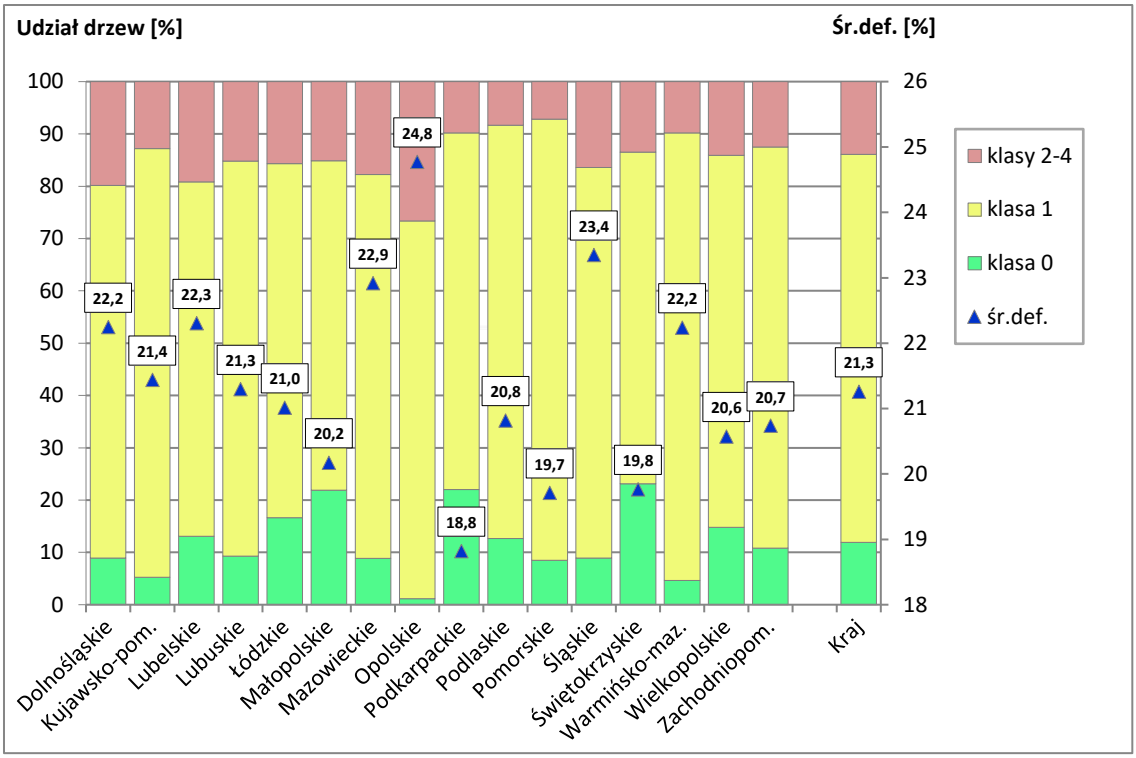
Rycina 3.14. Średnie wartości defoliacji [%] gatunków iglastych w regionalnych dyrekcjach Lasów Państwowych (lasy w zarządzie Lasów Państwowych) – 2024 r.

*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.

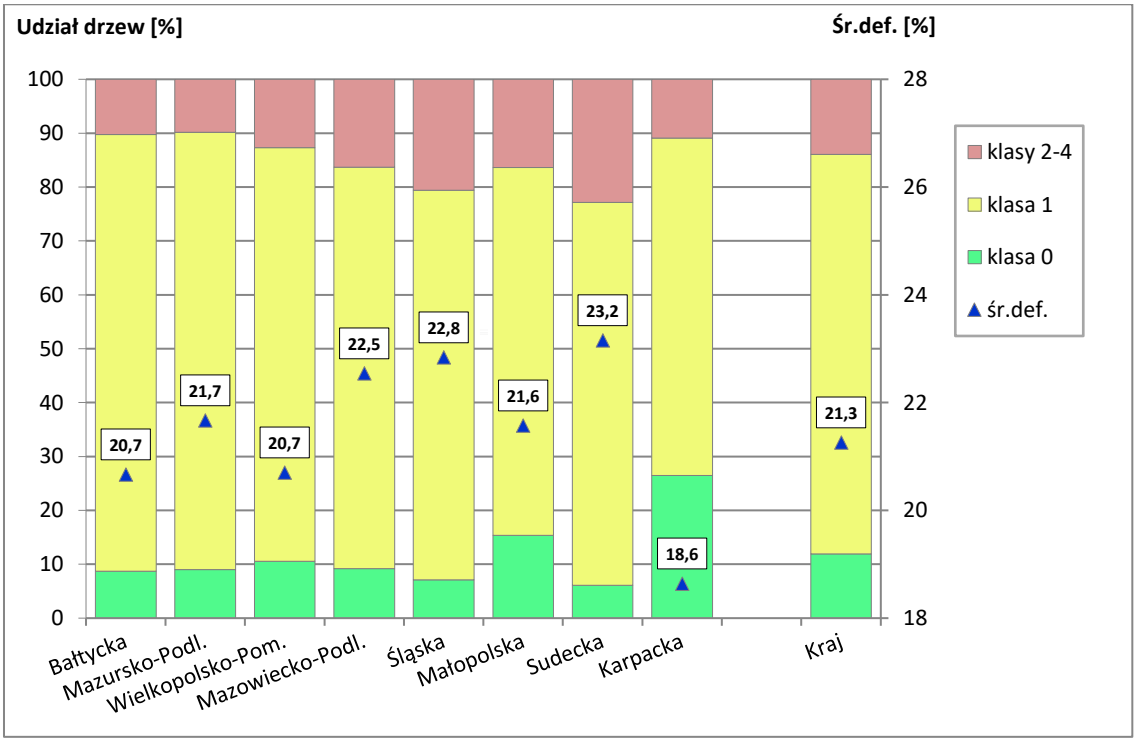


Rycina 3.15. Średnie wartości defoliacji [%] gatunków liściastych w regionalnych dyrekcjach Lasów Państwowych (lasy w zarządzie Lasów Państwowych) – 2024 r.

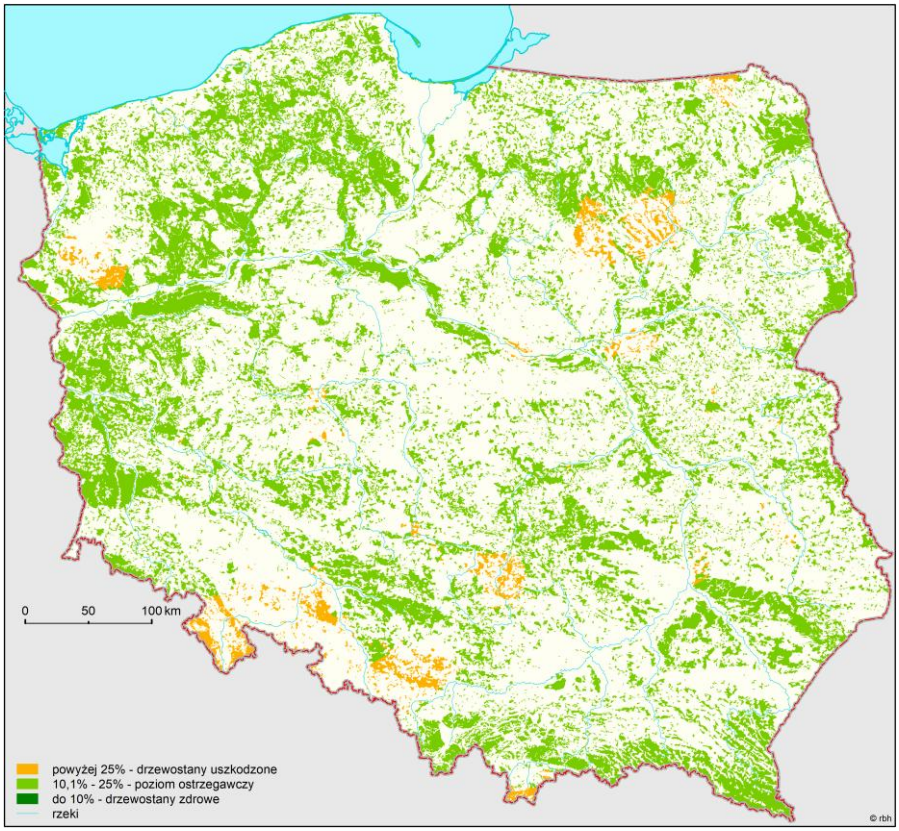
*Buk w siedmiu rdLP, olsza – w trzech rdLP oraz brzoza – w jednej RDLP zostały pominięte ze względu na małą liczbę drzew próbnych, poniżej 30 sztuk. Ponadto buk w dwóch rdLP nie występuje na powierzchniach monitoringowych.



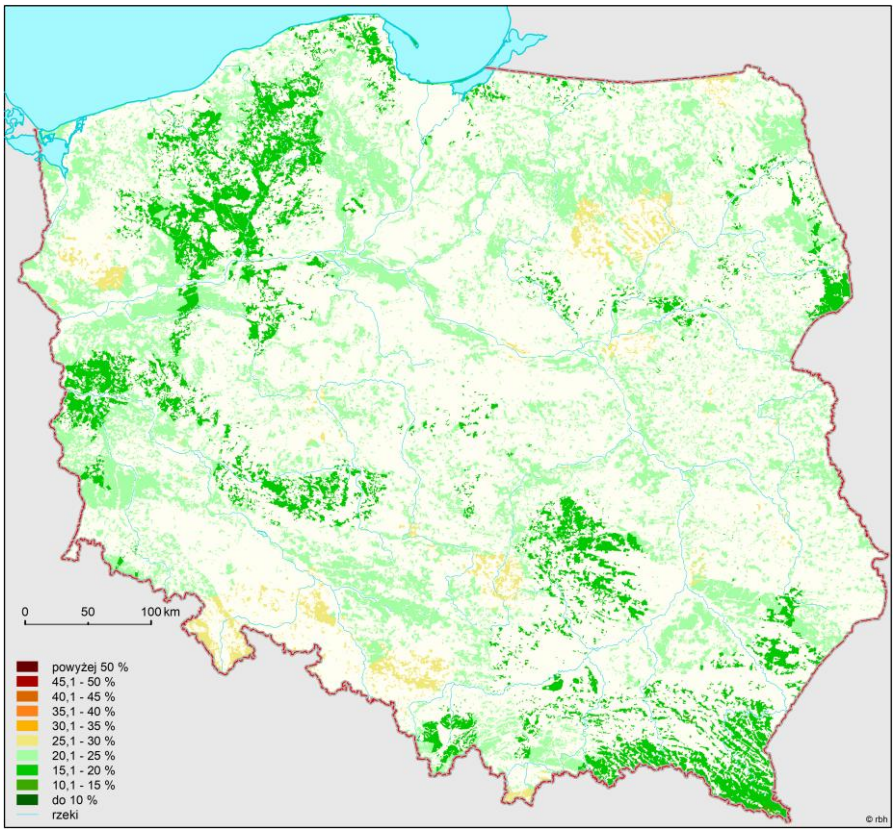
Rycina 3.16. Udział drzew [%] monitorowanych gatunków łącznie w klasach defoliacji oraz średnia defoliacja [%] w układzie województw w 2024 r.



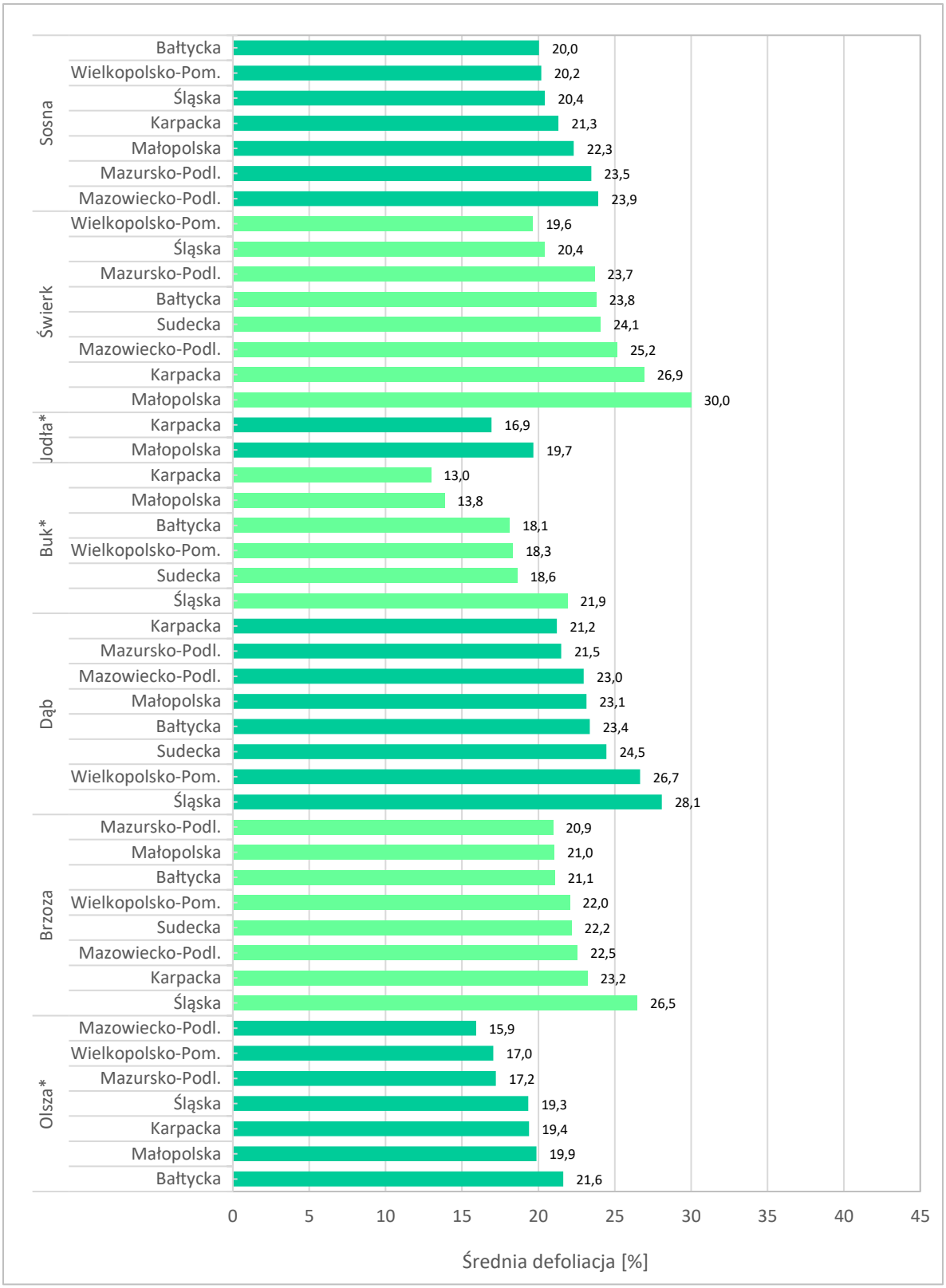
Rycina 3.17. Udział drzew [%] monitorowanych gatunków łącznie w klasach defoliacji oraz średnia defoliacja [%] w układzie krain przyrodniczo-leśnych w 2024 r.



Rycina 3.18. Defoliacja drzew na stałych powierzchniach obserwacyjnych z wyróżnieniem 3 klas defoliacji w 2024 r.

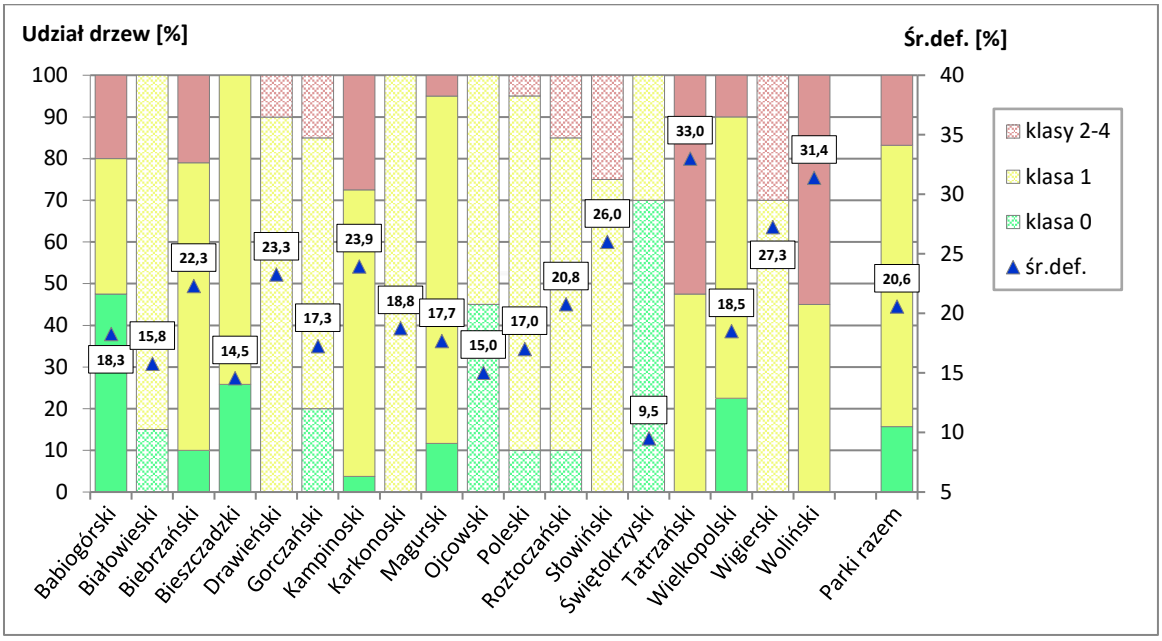


Rycina 3.19. Defoliacja drzew na stałych powierzchniach obserwacyjnych z wyróżnieniem 5% przedziałów defoliacji w 2024 r.



Rycina 3.20. Średnie wartości defoliacji [%] wg grup gatunków w krainach przyrodniczo-leśnych – 2024 r.

*Sosna i olsza w Krainie Sudeckiej, jodła - w krainach: Bałtyckiej i Sudeckiej oraz buk w krainach: Mazursko-Podl. i Mazowiecko-Podl. zostały pominięte ze względu na małą liczbę drzew próbnych, poniżej 30 sztuk. Ponadto jodła w czterech 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 2024 r. (jaśniejszym kolorem zaznaczono parki reprezentowane przez jedną powierzchnię)

W dziesięciu parkach obserwacje przeprowadzono tylko na jednej powierzchni (na 20 drzewach) i wyjątkowo tak małe liczebności prób uwzględniono w opisie, jednak należy ostrożnie podchodzić do uzyskanych wyników.

4. ZMIANY STANU ZDROWOTNEGO MONITOROWANYCH GATUNKÓW DRZEW W LATACH 2015–2024 – *JADWIGA MAŁACHOWSKA*

4.1. Trendy zmian stanu zdrowotnego drzew monitorowanych gatunków w okresie 2015-2024

Zróżnicowanie poziomu defoliacji drzew na stałych powierzchniach obserwacyjnych I rzędu ogółem w kraju w latach 2015–2024 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. Znaleziono 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 2015-2024 wartość średniej defoliacji ‘gatunków razem’ wynosiła 22,3%, gatunków iglastych – 22,3%, a gatunków liściastych – 22,2%. Średni udział drzew o defoliacji do 10% dla ‘gatunków razem’ wynosił 10,5%, a średni udział drzew o defoliacji powyżej 25% – 17,9%. Gatunki liściaste charakteryzowały się wyższym średnim udziałem drzew zdrowych (14,2%) oraz wyższym średnim udziałem drzew w klasach defoliacji 2-4 (20,0%) niż gatunki iglaste (odpowiednio: 8,2% i 16,6%). Średni udział drzew w klasie ostrzegawczej (drzewa o defoliacji od 11 do 25%) wynosił: ‘gatunków razem’ – 71,7%, gatunków iglastych – 75,2%, a gatunków liściastych – 65,8% (ryc. 4.1).

Ogółem w ciągu dziesięciolecia 2015-2024 poziom zdrowotności lasów nie wykazywał dużych różnic w skali kraju. Lepszą kondycję drzew ‘gatunków razem’ obserwowano w latach 2015 i 2022-2024, słabszą – w latach 2016-2021. Udział drzew zdrowych zawierał się w przedziale od 8,0% w 2020 r. do 14,4% w 2022 r., udział drzew w klasach defoliacji 2-4 – od 13,9% w 2024 r. do 21,1% w 2019 r., a średnia defoliacja – od 21,2% w 2022 r. do 23,4% w 2019 r.

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 7,5 p.p. w 2021 roku. Również udział drzew w klasach defoliacji 2-4 w kolejnych latach był wyższy wśród gatunków liściastych, różnica zawierała się w przedziale od 0,9 punktu procentowego w 2024 roku do 6,9 p.p. w 2016 roku. Przez

większość porównywanych lat nie wykazano dużych różnic pomiędzy średnią defoliacją gatunków iglastych i liściastych (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 2015–2024 jest następująca: **buk << olsza, jodła < 'inne liściaste', 'inne iglaste', sosna < brzoza < świerk << dąb.**

W latach 2015-2024 najbardziej stabilną kondycją zdrowotną charakteryzowała się sosna, największą zmiennością kondycji charakteryzował się dąb.

U buka, gatunku charakteryzującego się najwyższą zdrowotnością średni w dziesięcioleciu udział drzew zdrowych wynosił 28,9%, średni udział drzew w klasach defoliacji 2-4 był równy 7,9%, a uśredniona wartość średniej defoliacji – 17,2%. U olszy i jodły, gatunków o wysokiej zdrowotności, średni w dziesięcioleciu udział drzew zdrowych wynosił 18,9% i 20,9%, średni udział drzew w klasach defoliacji 2-4 był równy 10,6% i 12,9%, a uśredniona wartość średniej defoliacji – 19,5%. Dobrą kondycją zdrowotną charakteryzowały się gatunki 'inne iglaste', 'inne liściaste' oraz sosna, u których średnie wartości porównywanych parametrów wynosiły odpowiednio: 12,7%, 21,9% i 7,5% (drzewa zdrowe), 16,2%, 18,7% i 16,1% (drzewa z klas defoliacji 2-4) oraz 21,6%, 21,6% i 22,2% (średnia defoliacja). U brzozy i świerka, gatunków o osłabionej kondycji zdrowotnej średnie wartości porównywanych parametrów wynosiły odpowiednio: 7,9% i 8,6% (drzewa zdrowe), 21,5% i 25,3% (drzewa z klas defoliacji 2-4) oraz 23,6% i 24,7% (średnia defoliacja). Najsłabszą, znacznie różniącą się od pozostałych gatunków, kondycją zdrowotną charakteryzował się dąb, u którego porównywane średnie z dziesięciolecia wynosiły: 4,1% drzew zdrowych (najniższy udział), 33,5% drzew w klasach defoliacji 2-4 (najwyższy udział), oraz 26,0% średniej defoliacji (najwyższa średnia w porównaniu z innymi gatunkami) (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. Najmniejszą zmienność udziału drzew zdrowych zanotowano u dębu (4,1 punktu procentowego różnicy między wartością maksymalną i minimalną), małą zmienność – u brzozy, sosny i 'innych iglastych' (od 6,4 do 7,2 p.p. różnicy), umiarkowaną zmienność – u świerka, olszy i 'innych liściastych' (od 8,9 do 11,9 p.p. różnicy), dużą zmienność – u jodły (15,2 p.p. różnicy), a największą zmienność – u buka (19,6 p.p. różnicy). Małą zmienność udziału drzew w klasach defoliacji 2-4 zanotowano u sosny, buka, 'innych

iglastych', 'innych liściastych' i olszy (od 6,2 do 6,9 p.p. różnicy między wartościami maksymalnymi i minimalnymi), umiarkowaną zmienność – u jodły (8,4 p.p. różnicy), dużą zmienność – u świerka i brzozy (12,1 i 16,8 p.p. różnicy), największą zmienność – u dębu (20,3 p.p. różnicy). Małą zmienność średniej defoliacji zanotowano u sosny, 'innych iglastych' i olszy (od 2,2 do 2,7 p.p. różnicy), umiarkowaną zmienność – 'innych liściastych', brzozy, jodły i buka (od 3,1 do 3,6 p.p. różnicy), dużą zmienność – u świerka (4,2 p.p. różnicy), największą zmienność – u dębu (5,9 p.p. różnicy) (ryc. 4.3, 4.4 i 4.5).

Zmienność kondycji zdrowotnej drzew w kolejnych latach dziesięciolecia według grup gatunków

W dziesięcioleciu 2015-2024 gatunkiem o najlepszej kondycji zdrowotnej był **buk.** Jest to również gatunek, u którego występowała duża zmienność kondycji w czasie (głównie duża zmienność udziału drzew zdrowych). Udział zdrowych buków zawierał się w przedziale od 18,7% (w 2019 r.) do 38,3% (w 2015 r.), udział drzew w klasach defoliacji 2-4 – w przedziale od 5,0% (w 2024 r.) do 11,3% (w 2022 r.), a średnia defoliacja – od 15,7% (w latach: 2015 i 2024) do 19,3% (w 2020 r.). W latach 2015 i 2024 kondycja buka była bardzo dobra (38,3% i 37,1% drzew zdrowych, 5,2% i 5,0% drzew w klasach 2-4 oraz 15,7% średniej defoliacji). Dobrą kondycją charakteryzował się buk w latach 2017-2018 i 2021-2023 (od 27,2% do 35,2% drzew zdrowych, od 6,2% do 11,3% drzew w klasach 2-4 oraz od 16,7% do 17,3% średniej defoliacji). Gorszą kondycję tego gatunku zanotowano w latach 2016, 2019-2020 (od 18,7% do 24,3% drzew zdrowych, od 8,8% do 10,8% drzew w klasach 2-4 oraz od 17,8% do 19,3% średniej defoliacji). Buk, w porównaniu z innymi grupami gatunków, 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 latach 2021-2024 buk ponownie uzyskał najlepszą lokatę w tym rankingu, jednak różnice jego poziomu zdrowotnego w porównaniu ze zdrowotnością olszy i jodły nie były tak duże jak w latach 2015-2018. (tab. 4.2, ryc. 4.3 i 4.6).

Olsze w dziesięcioleciu charakteryzowały się dobrą kondycją wśród monitorowanych gatunków. Jest to grupa gatunków, u której udział drzew zdrowych wykazywał umiarkowaną zmienność w czasie, natomiast udział drzew w klasach 2-4 oraz średnia defoliacja – małą zmienność. Udział drzew zdrowych zawierał się w przedziale od 13,0% (w 2016 r.) do 23,7% (w 2022 r.), udział drzew w klasach defoliacji 2-4 – w przedziale od 6,7% (w 2024 r.) do 13,6% (w 2016 r.), a średnia defoliacja – od 18,2% (w 2024 r.) do 20,9% (w 2016 r.). W 2024 r. olsza

była w najlepszej kondycji zdrowotnej, natomiast w latach 2016-2017 – w najsłabszej kondycji (odpowiednio: 21,9%, 13,0% i 13,8% drzew zdrowych, 6,7%, 13,6% i 13,3% drzew w klasach defoliacji 2-4 oraz 18,2%, 20,9% i 20,8% średniej defoliacji). (tab. 4.2, ryc. 4.3 i 4.6).

Kondycja **jodły** w dziesięcioleciu była porównywalna z kondycją olszy. Gatunek ten charakteryzował się dużą zmiennością udziału drzew zdrowych oraz umiarkowaną zmiennością udziału drzew w klasach defoliacji 2-4 oraz średniej defoliacji. Udział drzew zdrowych zawierał się w przedziale od 12,7% (w 2019 r.) do 27,9% (w 2024 r.), udział drzew w klasach defoliacji 2-4 – w przedziale od 9,1% (w 2024 r.) do 17,5% (w 2016 r.), a średnia defoliacja – od 17,6% (2024 r.) do 21,1% (w 2016 r.). W latach 2021-2022 i 2024 kondycja jodły była bardzo dobra (od 21,4% do 27,9% drzew zdrowych, od 9,1% do 10,1% drzew w klasach 2-4 oraz od 17,6% do 18,4% średniej defoliacji). W latach 2019-2020 i 2023 kondycja jodły była dobra (od 12,7% do 21,8% drzew zdrowych, od 9,8% do 12,6% drzew w klasach 2-4 oraz od 19,0% do 19,8% średniej defoliacji). Słabszą kondycję drzew tego gatunku zanotowano w latach 2015-2018 (od 16,3% do 24,2% drzew zdrowych, od 15,3% do 17,5% drzew w klasach 2-4 oraz od 20,0% do 21,1% średniej defoliacji) (tab. 4.2, ryc. 4.3 i 4.6).

Gatunki **‘inne iglaste’** wraz z sosną i gatunkami ‘inne liściaste’ zaliczone zostały do grupy gatunków o średnim poziomie defoliacji. W dziesięcioleciu 2015-2024 ‘inne iglaste’ charakteryzowały się małą zmiennością kondycji zdrowotnej (mała zmienność trzech porównywanych parametrów). Udział drzew zdrowych zawierał się w przedziale od 9,0% (w 2016 r.) do 16,2% (w 2020 r.), udział drzew w klasach defoliacji 2-4 – w przedziale od 13,1% (w 2015 r.) do 19,7% (w 2019 r.), a średnia defoliacja – od 20,2% (w 2015 r.) do 22,5% (w 2017 r.) (tab. 4.2, ryc. 4.4 i 4.6).

Grupa gatunków **‘inne liściaste’** charakteryzowała się umiarkowaną zmiennością udziału drzew zdrowych i średniej defoliacji oraz małą zmiennością udziału drzew w klasach defoliacji 2-4. Udział drzew zdrowych zawierał się w przedziale od 15,9% (w 2019 r.) do 27,8% (w 2022 r.), udział drzew w klasach defoliacji 2-4 – w przedziale od 14,8% (w 2024 r.) do 21,7% (w 2016 r.), a średnia defoliacja – od 20,1% (w 2024 r.) do 23,2% (w 2019 r.). Dobrą kondycją zdrowotną charakteryzowały się drzewa tej grupy gatunków w latach 2022 i 2024 (27,8% i 25,4% drzew zdrowych, 15,6% i 14,8% drzew w klasach 2-4 oraz 20,3% i 20,1% średniej defoliacji). Średnią kondycję zanotowano w latach: 2015, 2017-2018, 2021 i 2023, gorszą – w latach 2016 i 2020. Najsłabszą kondycję odnotowano w 2019 roku (najniższy udział drzew zdrowych – 15,9%, duży udział drzew w klasach 2-4 – 21,4% oraz najwyższa w zestawieniu średnia defoliacja – 23,2%) (tab. 4.2, ryc. 4.4 i 4.6).

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 11,6% (w 2022 r.), udział drzew w klasach defoliacji 2-4 – w przedziale od 13,2% (w 2024 r.) do 19,4% (w 2019 r.), a średnia defoliacja – od 21,1% (w 2022 r.) do 23,3% (w 2019 r.). (tab. 4.2, ryc. 4.4 i 4.6).

Defoliacja **świerka** w dziesięcioleciu była wysoka w porównaniu z innymi gatunkami. W kolejnych latach obserwacji świerk charakteryzował się umiarkowaną zmiennością udziału drzew zdrowych oraz dużą zmiennością udziału drzew w klasach defoliacji 2-4 oraz średniej defoliacji. Udział drzew zdrowych zawierał się w przedziale od 3,3% (w 2023 r.) do 12,2% (w 2015 r.), udział drzew w klasach defoliacji 2-4 – od 21,5% (w 2024 r.) do 33,6% (w 2023 r.), a średnia defoliacja – od 23,0% (w 2015 r.) do 27,2% (w 2023 r.). Niższą defoliację drzew tego gatunku odnotowano w 2015 r. (12,2% drzew zdrowych, 25,1% drzew w klasach 2-4 oraz 23,0% średniej defoliacji), umiarkowaną – w latach 2016-2018, 2020 i 2024, wyższą – w latach 2019, 2021 i 2022, najwyższą – w 2023 roku (3,3% drzew zdrowych, 33,6% drzew w klasach 2-4 oraz 27,2% średniej defoliacji) (tab. 4.2, ryc. 4.5 i 4.6).

Brzoza również charakteryzowała się wysokim poziomem defoliacji (osłabioną kondycją zdrowotną) w porównaniu z innymi gatunkami. Zmienność kondycji tego gatunku w ciągu kolejnych lat obserwacji była umiarkowana (mała zmienność udziału drzew zdrowych, duża zmienność udziału drzew w klasach 2-4 oraz umiarkowana zmienność średniej defoliacji). Udział drzew zdrowych zawierał się w przedziale od 4,9% (w 2020 r.) do 11,3% (w 2022 r.), udział drzew w klasach defoliacji 2-4 – w przedziale od 13,9% (w 2024 r.) do 30,7% (w 2016 r.), a średnia defoliacja – od 22,0% (w 2024 r.) do 25,3% (w 2016 r.). Lepszą, w porównaniu z innymi latami, kondycję brzóz odnotowano w latach 2015, 2021-2024 (od 7,8 do 11,3% drzew zdrowych, od 13,9 do 20,7% drzew w klasach 2-4 oraz od 22,0% do 22,8% średniej defoliacji), średnią – w latach 2018-2019 (8,0% i 8,1% drzew zdrowych, 23,1% i od 22,3% drzew w klasach 2-4 oraz 24,0% i 24,1% średniej defoliacji), gorszą – w latach 2016, 2017 i 2020 (od 4,9% do 7,3% drzew zdrowych, od 24,3% do 30,7% drzew w klasach 2-4 oraz od 24,9 do 25,3% średniej defoliacji) (tab. 4.2, ryc. 4.5 i 4.6).

Dąb to gatunek o najsłabszej kondycji zdrowotnej w dziesięcioleciu. Jest to również gatunek, u którego występowała największa (w porównaniu z innymi gatunkami) zmienność w czasie zarówno udziału drzew w klasach defoliacji 2-4, jak i średniej defoliacji. Udział drzew zdrowych był stale niski, zawierał się w przedziale od 2,2% (w 2020 r.) do 6,3% (w 2022 r.). Udział drzew w klasach defoliacji 2-4 zawierał się w przedziale od 26,0% (w 2024 r.) do 46,3%

(w 2019 r.), a średnia defoliacja – od 24,2% (w 2022 r.) do 30,1% (w 2019 r.). Lepszą, w porównaniu z innymi latami, kondycję dębów odnotowano w latach 2015, 2022 i 2024 (od 4,5% do 6,3% drzew zdrowych, od 26,0% do 28,1% drzew w klasach 2-4 oraz od 24,2% do 24,5% średniej defoliacji). W latach 2016–2018 oraz 2021 i 2023 kondycja dębów była gorsza (od 3,4 do 4,4% drzew zdrowych, od 29,7% do 36,3% drzew w klasach 2-4 oraz od 25,2% do 26,1% średniej defoliacji). Znacznie gorszą kondycję dębów odnotowano w 2020 roku, najsłabszą – w 2019 roku (odpowiednio: 2,2% i 2,9% drzew zdrowych, 40,6% i 46,3% drzew w klasach 2-4 oraz 28,2% i 30,1% średniej defoliacji). Dąb, w porównaniu z innymi grupami gatunków, charakteryzował się najsłabszą kondycją do roku 2021. W latach 2022-2023, z uwagi na poprawę kondycji dębu oraz pogorszenie się w tym czasie stanu koron świerka, świerk był gatunkiem o najsłabszej kondycji zdrowotnej. W 2024 r. nastąpiło zrównanie kondycji obydwu gatunków. (tab. 4.2, ryc. 4.5 i 4.6).

4.2. Rozkład powierzchniowy kondycji zdrowotnej drzew w dziesięcioleciu 2015-2024 w układzie regionalnych dyrekcji Lasów Państwowych i krain przyrodniczo-leśnych

Kondycję zdrowotną drzew w lasach w układzie regionalnych dyrekcji Lasów Państwowych oraz krain przyrodniczo-leśnych w dziesięcioleciu 2015-2024 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 (lasy w zarządzie LP)

Stan koron drzew (wartości średniej defoliacji) w lasach regionalnych dyrekcji Lasów Państwowych zarejestrowany pod koniec 10-lecia (w 2024 roku) porównano ze stanem początkowym (w 2015 roku). Niewielka poprawa kondycji drzew (obniżenie średniej defoliacji o 1,0 do 1,7 p.p.) wystąpiła w lasach pięciu rdLP (w Białymstoku, Zielonej Górze, Poznaniu, Krakowie i Warszawie), znaczna poprawa – w rdLP w Radomiu i Krośnie (spadek śr.def. odpowiednio o 2,4 i 4,3 p.p.). Niewielkie pogorszenie kondycji zdrowotnej drzew odnotowano w lasach rdLP w Lublinie, Szczecinku i Katowicach (wzrost średniej defoliacji o 0,7 do 1,3 p.p.), znaczne pogorszenie – w RDLP w Szczecinie (wzrost śr.def. o 3,5 p.p.). W lasach sześciu pozostałych rdLP (we Wrocławiu, Pile, Gdańsku, Toruniu, Łodzi i Olsztynie) zmian nie odnotowano (tab. 4.1, ryc. 4.7).

W lasach w rdLP w **Gdańsku**, **Toruniu**, **Olsztynie** i **Białymstoku** kondycja zdrowotna drzew była stabilna, różnica między zanotowaną w kolejnych latach dziesięciolecia maksymalną i minimalną wartością średniej defoliacji wynosiła od 1,9 do 2,5 punktu

procentowego. W RDLP w Gdańsku kondycja drzew była bardzo dobra, wartość średniej defoliacji pozostawała stale poniżej średniej w LP. Niewiele gorszą kondycją charakteryzowały się drzewa w lasach w rdLP w Toruniu oraz w Olsztynie. W RDLP w Białymstoku kondycja utrzymywała się na średnim poziomie – wartość ocenianego parametru w latach 2019-2020 była niższa o ponad 0,5 p.p. od średniej w LPod średniej krajowej, a w latach 2015-2018, 2022 i 2024 – wyższa o ponad 0,5 p.p. od tej średniej.

Dość stabilna była również kondycja drzew w lasach w rdLP w **Łodzi** i **Lublinie**, różnica między maksymalną i minimalną wartością średniej defoliacji wynosiła od 3,6 do 3,9 punktu procentowego. W RDLP w Łodzi w ciągu dziesięciolecia przez dziewięć lat średnia defoliacja przyjmowała wartości bliskie średniej w LP. W RDLP w Lublinie kondycja drzew była znacznie osłabiona, średnia defoliacja utrzymywała się stale powyżej średniej w LP, a w latach 2021-2022 przyjmowała wartości najwyższe w porównaniu z pozostałymi rdLP.

W lasach w rdLP w **Krakowie**, **Radomiu**, **Szczecinku** i **Szczecinie** kondycja drzew była dobra, jej zmienność była większa, w porównaniu z wyżej opisanymi. Różnica między zanotowaną w kolejnych latach dziesięciolecia maksymalną i minimalną wartością średniej defoliacji zawierała się w przedziale od 4,2 do 4,6 punktu procentowego (tab. 4.1, ryc. 4.7). W rdLP w Krakowie i Szczecinku przez osiem lat, średnia defoliacja przyjmowała wartości niższe o ponad 0,5 p.p. od średniej w LP. W rdLP w Radomiu oraz Szczecinie średnia defoliacja była niższa o ponad 0,5 p.p. od średniej w LP odpowiednio przez cztery oraz sześć lata dziesięciolecia, natomiast wyższa o ponad 0,5 p.p. od tej średniej przez trzy lata w obydwu rdLP. W latach 2015, 2017-2019 w RDLP w Szczecinku oraz w 2016 roku w RDLP w Szczecinie wartości średniej defoliacji były najniższe w porównaniu z pozostałymi rdLP.

W lasach w rdLP w **Warszawie**, **Katowicach**, **Pile** i **Krośnie** zmienność kondycji drzew była duża, a w rdLP w **Poznaniu**, **Zielonej Górze** i we **Wrocławiu** – bardzo duża (tab. 4.1, ryc. 4.7). Różnica między zanotowaną w kolejnych latach dziesięciolecia maksymalną i minimalną wartością średniej defoliacji w czterech pierwszych rdLP zawierała się w przedziale od 5,4 do 6,4 punktu procentowego, a w trzech kolejnych rdLP – wynosiła odpowiednio: 8,2, 9,5 i 9,8 punktu procentowego. W rdLP w Pile i Krośnie przez sześć lat, a w RDLP w Zielonej Górze przez cztery lata dziesięciolecia średnia defoliacja przyjmowała wartości niższe o ponad 0,5 p.p. od średniej w LP. Z kolei w lasach RDLP w Zielonej Górze przez cztery lata, w rdLP w Warszawie, Katowicach i Poznaniu przez osiem lat, a w RDLP we Wrocławiu przez dziewięć lat – wartości średniej defoliacji drzew utrzymywały się o ponad 0,5 p.p. powyżej średniej w LP. W latach 2020-2021 i 2023-2024 w RDLP w Krośnie oraz w 2022

roku w RDLP w Poznaniu wartości średniej defoliacji były najniższe w porównaniu z pozostałymi rdLP. W latach 2015 i 2020 w RDLP w Warszawie, w latach 2015 i 2023-2024 w RDLP w Katowicach, w latach 2016-2017 w RDLP w Poznaniu oraz w latach 2018-2019 w RDLP we Wrocławiu wartości te były najwyższe w porównaniu z pozostałymi rdLP.

Podsumowując: Najlepszą kondycją drzew w lasach w porównaniu z innymi rdLP charakteryzowały się: RDLP w Szczecinku – w latach 2015, 2017-2019, RDLP w Krośnie w latach 2020-2021 i 2023-2024, RDLP w Szczecinie w 2016 roku oraz RDLP w Poznaniu w 2022 roku. Najgorszą kondycją drzew w lasach w porównaniu z innymi rdLP charakteryzowały się: RDLP w Katowicach – w latach 2015 i 2023-2024, RDLP w Warszawie – w latach 2015 i 2020, RDLP w Poznaniu – w latach 2016-2017, RDLP we Wrocławiu – w latach 2018-2019 oraz RDLP Lublinie – w latach 2021-2022.

Zmienność kondycji drzew w lasach regionalnych dyrekcji Lasów Państwowych w kolejnych latach dziesięciolecia, wyrażona zmianą wartości średniej defoliacji o 1 punkt procentowy i więcej (ryc. 4.7) przedstawiała się następująco:

- w RDLP w Białymstoku: brak zmian według zadanemu kryterium,
- w RDLP w Katowicach: poprawa kondycji w latach 2020, 2021, pogorszenie – w latach 2016, 2017, 2019 i 2023,
- w RDLP w Krakowie: poprawa kondycji w latach 2021, 2022 i 2024, pogorszenie – w latach 2020 i 2023,
- w RDLP w Krośnie: poprawa kondycji w latach 2020, 2021, pogorszenie – w latach 2016 i 2022,
- w RDLP w Lublinie: poprawa kondycji 2023 roku, pogorszenie – w 2019 roku,
- w RDLP w Łodzi: poprawa kondycji w 2021 roku, pogorszenie – w latach 2016 i 2020,
- w RDLP w Olsztynie: poprawa kondycji w 2018 roku,
- w RDLP w Pile: poprawa kondycji w latach 2017, 2022 i 2024, pogorszenie – w latach 2016, 2019, 2021 i 2023.
- w RDLP w Poznaniu: poprawa kondycji w latach 2018, 2020, 2022, 2024, pogorszenie – w latach 2016, 2017, 2019 i 2023,
- w RDLP w Szczecinie: poprawa kondycji w 2021 roku, pogorszenie – w latach 2017, 2018 i 2019,
- w RDLP w Szczecinku: poprawa kondycji w latach 2017, 2023, pogorszenie – w latach 2016 i 2021,
- w RDLP w Toruniu: poprawa kondycji w latach 2018, 2021, pogorszenie – w latach 2019, 2023
- w RDLP we Wrocławiu: poprawa kondycji w latach 2020, 2022, 2024, pogorszenie – w latach 2016, 2019 i 2023,

- w RDLP w Zielonej Górze: poprawa kondycji w latach 2018, 2020, 2022, 2024, pogorszenie – w latach 2017, 2019, 2023,
- w RDLP w Gdańsku: poprawa kondycji w 2016 roku, pogorszenie – w 2024 roku,
- w RDLP w Radomiu: poprawa kondycji w latach 2021, 2023, pogorszenie – w 2020 roku,
- w RDLP w Warszawie: poprawa kondycji w latach 2017, 2021, 2022, pogorszenie – w latach 2016, 2020.

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

Stan zdrowotny drzew w lasach krain przyrodniczo-leśnych zarejestrowany pod koniec 10-lecia (w 2024 roku) porównano ze stanem początkowym (w 2015 roku). Niewielka poprawa kondycji drzew (obniżenie średniej defoliacji o 0,7 do 2,0 p.p.) wystąpiła w lasach krain: Wielkopolsko-Pomorskiej, Małopolskiej i Karpackiej; niewielkie pogorszenie – odnotowano w lasach krain: Sudeckiej i Bałtyckiej (wzrost średniej defoliacji o 1,3 i 1,9 p.p.) (tab. 4.2, ryc. 4.8).

Dobrą, względnie stabilną kondycją, pozostającą stale poniżej średniej krajowej, charakteryzowały się drzewa w lasach krain: **Bałtyckiej** (w latach 2015-2020 i 2023 kondycja drzew najlepsza na tle innych krain) i **Karpackiej** (w latach 2021-2022 i 2024 kondycja drzew najlepsza na tle innych krain). Również wyrównaną kondycją, ale gorszą, pozostającą zwykle powyżej średniej krajowej (z wyjątkiem lat 2021 i 2023, gdy średnia defoliacja była nieco niższa od średniej krajowej) charakteryzowały się drzewa w lasach Krainy **Małopolskiej**.

Najbardziej stabilną, utrzymującą średni poziom, kondycją drzew w lasach charakteryzowała się Kraina **Mazursko-Podlaska**. Różnica między wartością minimalną i maksymalną średniej defoliacji była najniższa wśród krain, równa 1,8 punktu procentowego. W ciągu całego dziesięciolecia średnia defoliacja drzew w lasach tej krainy przyjmowała wartości zbliżone do średniej krajowej.

W lasach Krainy **Wielkopolsko-Pomorskiej** dobrą oraz umiarkowanie dobrą kondycję drzew notowano w latach 2015-2018 oraz w latach 2022-2024, natomiast gorszą – w latach 2019-2021. W ciągu całego dziesięciolecia średnia defoliacja drzew w lasach tej krainy przyjmowała wartości zbliżone do średniej krajowej.

Osłabioną, względnie wyrównaną kondycją zdrowotną, pozostającą stale powyżej średniej krajowej, charakteryzowały się drzewa w lasach Krainy **Mazowiecko-Podlaskiej**. W latach 2015 oraz 2020-2022 kondycja drzew w lasach tej krainy była najgorsza na tle innych krain.

Osłabioną, ale też bardziej zróżnicowaną kondycją zdrowotną charakteryzowały się drzewa w lasach Krainy **Sudeckiej**. W latach 2023-2024 kondycja drzew w lasach tej krainy była najgorsza na tle innych krain. Jedynie w latach 2020 i 2022 średnia defoliacja drzew była niższa od średniej krajowej.

Najsłabszą oraz najbardziej zróżnicowaną kondycją zdrowotną, utrzymującą się stale powyżej średniej krajowej, charakteryzowały się drzewa w lasach **Krainy Śląskiej**. Różnica między wartością minimalną i maksymalną średniej defoliacji była najwyższa wśród krain, równa 9,6 punktu procentowego. W latach 2016-2019 kondycja drzew w lasach tej krainy była najgorsza na tle innych krain (tab. 4.2, ryc. 4.8).

Podsumowując: Najlepszą kondycją drzew w lasach w porównaniu z innymi krainami charakteryzowały się: Kraina Bałtycka – w latach 2014-2020 i 2023 oraz Kraina Karpacka – w latach 2021-2022 i 2024. W ciągu całego dziesięciolecia średnia defoliacja drzew w lasach tych dwóch krain przyjmowała wartości niższe od średniej krajowej. Najgorszą kondycją drzew w lasach w porównaniu z innymi krainami charakteryzowały się: Kraina Mazowiecko-Podlaska – w latach 2015 i 2020-2022, Kraina Śląska – w latach 2016-2019 oraz Kraina Sudecka – w latach 2023-2024. W ciągu całego dziesięciolecia (z wyjątkiem lat 2020 i 2022 w Krainie Sudeckiej) średnia defoliacja drzew w lasach tych trzech krain przyjmowała wartości wyższe od średniej krajowej.

Zmienność kondycji drzew w lasach krain przyrodniczo-leśnych w kolejnych latach dziesięciolecia, wyrażona zmianą wartości średniej defoliacji o 1 punkt procentowy i więcej (ryc. 4.8) przedstawiała się następująco:

- w Krainie Bałtyckiej: pogorszenie kondycji – w latach 2016 i 2019
- w Krainie Mazursko–Podlaskiej: poprawa kondycji w 2018 roku,
- w Krainie Wielkopolsko–Pomorskiej: poprawa kondycji w 2022 roku, pogorszenie – w latach 2016, 2019 i 2023,
- w Krainie Mazowiecko–Podlaskiej: poprawa kondycji w 2021 roku, pogorszenie – w 2020 roku,
- w Krainie Śląskiej: poprawa kondycji w latach 2020, 2021, 2022 i 2024, pogorszenie – w latach 2016, 2019 i 2023,
- w Krainie Małopolskiej: poprawa kondycji w 2021 roku, pogorszenie – w 2016 roku,
- w Krainie Sudeckiej: poprawa kondycji w latach 2020, 2022, pogorszenie – w latach 2016, 2019 i 2023,

- w Krainie Karpackiej: poprawa kondycji w latach 2018, 2021 i 2024 pogorszenie – w latach 2016 i 2023.

Zmienność kondycji zdrowotnej drzew (gatunki razem) w kolejnych latach dziesięciolecia

Porównanie kondycji drzew w lasach w kolejnych latach dziesięciolecia (w rdLP i w krainach przyrodniczo-leśnych), wyrażona zmianą wartości średniej defoliacji o 1 punkt procentowy i więcej (ryc. 4.7 i 4.8) przedstawiała się następująco:

- w 2016 roku – pogorszenie kondycji drzew w lasach w niemal całym kraju (w sześciu krainach i w ośmiu rdlp), poprawa – w RDLP w Gdańsku,
- w 2017 roku – pojawiły się zmiany, których nie widać w układzie krain przyrodniczo-leśnych (zmiany śr. def. nie przekraczają 1 p.p.), natomiast w układzie rdLP: w 3 rdLP (w Pile, Szczecinku i Warszawie) nastąpiła poprawa kondycji drzew, a w 4 innych rdLP (w Katowicach, Poznaniu, Szczecinie i Zielonej Górze) – pogorszenie,
- w 2018 roku – poprawa kondycji drzew w dwóch krainach (Mazursko-Podlaskiej i Karpackiej) i w czterech rdLP (w Olsztynie, Poznaniu, Toruniu, Zielonej Górze), pogorszenie – w RDLP w Szczecinie,
- w 2019 roku – pogorszenie kondycji drzew na niemal połowie terytorium kraju: w czterech krainach (największe w Krainie Śląskiej) i w ośmiu rdLP (największe w rdLP w Zielonej Górze i we Wrocławiu),
- w 2020 roku – znaczna poprawa kondycji drzew w krainach: Śląskiej i Sudeckiej, pogorszenie – w Krainie Mazowiecko-Podlaskiej; w układzie rdLP: w pięciu rdLP nastąpiła poprawa (największa w RDLP w Zielonej Górze i we Wrocławiu), a w czterech innych rdLP – pogorszenie,
- w 2021 roku – poprawa kondycji drzew na niemal połowie terytorium kraju (w czterech krainach oraz w ośmiu rdLP), pogorszenie – w dwóch rdLP (w Pile i Szczecinku)
- w 2022 roku – poprawa kondycji drzew na niemal połowie terytorium kraju: w trzech krainach i w sześciu rdLP (największa w rdLP w Pile i w Poznaniu), pogorszenie – w RDLP w Krośnie,
- w 2023 roku – pogorszenie kondycji drzew na niemal połowie terytorium kraju: w czterech krainach (największe w Krainie Sudeckiej) i w siedmiu rdLP (największe w rdLP w Poznaniu, Krakowie i Katowicach),
- w 2024 roku – poprawa kondycji drzew w dwóch krainach (Śląskiej i Karpackiej) i w pięciu rdLP, pogorszenie –w RDLP w Gdańsku.

Zróżnicowanie stanu zdrowotnego lasów pomiędzy regionami Polski (rdLP lub krainami przyrodniczo-leśnymi) w największym stopniu uzależnione było od warunków pogodowych, zwłaszcza dostępności wody, w roku poprzedzającym, zimą oraz wiosną roku bieżącego. Wskazuje na to występowanie najwyższej defoliacji w wielu regionach Polski w latach 2016 i 2019, po okresach występowania suszy w latach 2015 i 2018, oraz poprawa stanu zdrowotnego drzew w latach następujących po względnej poprawie dostępności wody dla drzew.

Tabela 4.1. Udział procentowy drzew w klasach defoliacji 0 (do 10% def.), 1 (> 10–25% 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 2015–2024

RDLP	Kl.def., śr.def.	Sosna					Świerk					Jodła					Inne iglaste				
		2015	2016	2017	2018	2019	2015	2016	2017	2018	2019	2015	2016	2017	2018	2019	2015	2016	2017	2018	2019
Białystok	0	5,5	4,8	3,2	1,6	2,0	8,2	15,4	11,8	10,6	5,6	-	-	-	-	-	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	1	76,7	80,3	81,9	86,2	89,8	45,8	61,1	67,5	73,9	74,8	-	-	-	-	-	100,0	100,0	100,0	100,0	50,0
	2–4	17,8	15,0	14,9	12,2	8,3	46,1	23,5	20,8	15,5	19,5	-	-	-	-	-	0,0	0,0	0,0	0,0	50,0
	Średnia	**23,2**	**22,4**	**23,4**	**23,2**	**22,2**	**26,6**	**22,6**	**23,3**	**24,2**	**25,9**	-	-	-	-	-	**15,0**	**17,5**	**22,5**	**22,5**	**25,0**
Katowice	0	2,8	1,9	1,7	1,1	0,8	7,5	0,0	0,0	3,3	3,3	17,4	16,1	22,8	58,6	0,0	8,9	6,5	1,7	2,4	1,2
	1	84,5	83,0	81,8	85,1	79,7	46,9	50,0	56,9	60,7	65,0	71,9	75,0	63,2	36,2	95,1	82,2	82,6	86,4	87,8	77,1
	2–4	12,7	15,0	16,5	13,7	19,5	45,6	50,0	43,1	36,1	31,7	10,7	8,9	14,0	5,2	4,9	8,9	10,9	11,9	9,8	21,7
	Średnia	**21,8**	**22,9**	**23,5**	**22,5**	**23,3**	**29,7**	**28,9**	**29,5**	**28,0**	**27,2**	**18,8**	**18,3**	**17,6**	**13,9**	**17,5**	**20,8**	**21,6**	**22,8**	**21,1**	**24,3**
Kraków	0	5,4	8,2	3,3	2,7	0,0	5,2	6,3	12,5	0,0	0,0	26,6	27,2	36,5	40,2	12,2	0,0	0,0	0,0	15,6	0,0
	1	67,7	57,5	62,9	70,5	88,3	69,2	62,5	68,8	87,5	93,8	66,2	63,4	55,7	54,3	83,8	54,6	60,6	50,0	62,5	90,6
	2–4	26,9	34,3	33,8	26,7	11,7	25,6	31,3	18,8	12,5	6,3	7,2	9,4	7,8	5,5	4,1	45,5	39,4	50,0	21,9	9,4
	Średnia	**24,4**	**25,7**	**26,7**	**25,4**	**24,4**	**24,3**	**23,4**	**22,5**	**21,9**	**20,0**	**16,8**	**17,1**	**16,1**	**15,8**	**17,6**	**27,0**	**25,8**	**28,2**	**23,0**	**22,3**
Krosno	0	3,2	1,8	3,0	2,2	0,5	12,2	9,5	10,8	6,3	6,2	14,4	8,3	9,6	8,3	23,9	0,0	0,0	0,0	0,0	11,9
	1	71,0	74,4	75,1	74,6	80,0	62,2	62,2	67,7	73,4	69,2	69,5	71,2	70,4	72,7	63,9	81,4	85,0	87,8	90,5	81,0
	2–4	25,8	23,9	21,9	23,2	19,5	25,7	28,4	21,5	20,3	24,6	16,1	20,5	19,9	19,0	12,3	18,6	15,0	12,2	9,5	7,1
	Średnia	**26,0**	**25,6**	**25,1**	**25,3**	**25,0**	**23,0**	**24,3**	**24,4**	**22,9**	**24,2**	**21,7**	**23,4**	**22,7**	**22,7**	**18,9**	**22,9**	**23,1**	**22,8**	**22,1**	**18,6**
Lublin	0	5,5	6,7	6,4	6,3	1,8	21,4	25,0	11,8	5,6	0,0	5,7	5,6	4,8	2,3	0,0	33,3	100,0	100,0	100,0	0,0
	1	69,1	71,5	71,7	68,7	75,1	28,6	12,5	17,6	27,8	41,7	74,3	72,2	69,0	70,5	65,1	66,7	0,0	0,0	0,0	100,0
	2–4	25,3	21,8	21,9	25,0	23,1	50,0	62,5	70,6	66,7	58,3	20,0	22,2	26,2	27,3	34,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Średnia	**23,9**	**22,6**	**23,0**	**23,9**	**25,4**	**26,4**	**30,6**	**37,1**	**38,9**	**37,7**	**20,7**	**21,5**	**23,7**	**26,0**	**28,0**	**18,3**	**10,0**	**10,0**	**10,0**	**17,5**
Łódź	0	18,6	15,1	18,1	19,2	12,6	23,1	0,0	10,0	9,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	20,0	18,2	12,9	18,8	18,8	9,4
	1	65,7	69,1	66,0	63,3	69,6	53,8	45,5	30,0	36,4	60,0	75,0	50,0	50,0	75,0	60,0	61,4	74,2	65,6	65,6	81,3
	2–4	15,7	15,8	15,9	17,5	17,8	23,1	54,5	60,0	54,5	40,0	25,0	50,0	50,0	25,0	20,0	20,5	12,9	15,6	15,6	9,4
	Średnia	**20,7**	**21,6**	**20,9**	**21,5**	**22,1**	**21,9**	**28,2**	**29,0**	**32,7**	**27,5**	**23,8**	**26,3**	**26,3**	**23,8**	**20,0**	**19,9**	**20,0**	**19,8**	**19,2**	**18,8**
Olsztyn	0	2,8	2,0	1,3	4,5	3,5	18,7	12,7	9,9	35,5	17,5	-	-	-	-	-	7,4	0,0	4,3	47,8	8,7
	1	82,5	84,4	89,3	85,9	87,1	69,3	78,9	78,0	58,7	77,3	-	-	-	-	-	88,9	100,0	91,3	52,2	82,6
	2–4	14,7	13,6	9,4	9,6	9,4	12,0	8,5	12,1	5,8	5,2	-	-	-	-	-	3,7	0,0	4,3	0,0	8,7
	Średnia	**22,4**	**23,2**	**22,7**	**21,4**	**22,2**	**19,2**	**18,6**	**20,6**	**16,7**	**18,8**	-	-	-	-	-	**17,6**	**18,4**	**18,5**	**13,7**	**18,0**
Piła	0	14,4	4,6	7,6	7,5	3,6	35,3	0,0	11,8	5,9	10,3	-	-	-	-	-	73,3	26,7	20,0	13,3	0,0
	1	79,8	82,1	83,9	84,2	82,6	64,7	94,1	82,4	88,2	89,7	-	-	-	-	-	26,7	73,3	66,7	80,0	93,3
	2–4	5,9	13,3	8,5	8,3	13,8	0,0	5,9	5,9	5,9	0,0	-	-	-	-	-	0,0	0,0	13,3	6,7	6,7
	Średnia	**18,7**	**21,5**	**20,2**	**20,2**	**22,0**	**14,7**	**20,0**	**17,6**	**18,2**	**17,1**	-	-	-	-	-	**12,3**	**16,0**	**18,0**	**18,0**	**23,0**
Poznań	0	2,7	0,6	3,6	5,6	2,1	12,5	4,5	9,1	4,3	4,5	-	-	-	-	-	7,7	7,7	0,0	7,1	14,3
	1	85,5	81,8	65,7	72,7	73,6	79,2	59,1	40,9	69,6	50,0	-	-	-	-	-	76,9	76,9	71,4	64,3	42,9
	2–4	11,9	17,5	30,7	21,7	24,3	8,3	36,4	50,0	26,1	45,5	-	-	-	-	-	15,4	15,4	28,6	28,6	42,9
	Średnia	**22,3**	**23,6**	**25,5**	**23,3**	**24,5**	**20,2**	**27,3**	**33,2**	**28,0**	**28,0**	-	-	-	-	-	**24,2**	**23,8**	**28,9**	**30,0**	**32,1**

Tabela 4.1. – cd.

RDLP	Kl.def., śr.def.	Sosna					Świerk					Jodła					Inne iglaste				
		2015	2016	2017	2018	2019	2015	2016	2017	2018	2019	2015	2016	2017	2018	2019	2015	2016	2017	2018	2019
Szczecin	0	23,0	13,7	10,5	10,5	9,4	47,2	23,5	15,7	11,5	9,6	-	-	-	-	-	42,4	42,4	27,8	31,7	23,8
	1	63,0	77,3	76,5	73,8	70,4	50,9	74,5	76,5	76,9	78,8	-	-	-	-	-	45,5	45,5	64,8	60,3	65,1
	2–4	14,0	9,0	13,0	15,7	20,2	1,9	2,0	7,8	11,5	11,5	-	-	-	-	-	12,1	12,1	7,4	7,9	11,1
	Średnia	**19,2**	**19,2**	**20,8**	**21,6**	**22,5**	**14,3**	**16,0**	**18,6**	**19,8**	**20,9**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**	**15,7**	**15,7**	**17,0**	**17,1**	**18,7**
Szczecinek	0	18,5	7,3	12,9	11,0	7,9	16,3	4,7	4,0	3,4	1,4	-	-	-	0,0	0,0	6,5	6,5	0,0	2,7	5,4
	1	75,7	82,7	82,2	83,7	88,2	78,9	79,9	84,6	84,2	75,2	-	-	-	100,0	100,0	80,7	80,7	84,8	86,5	89,2
	2–4	5,8	10,0	4,9	5,2	3,9	4,8	15,4	11,4	12,3	23,4	-	-	-	0,0	0,0	12,9	12,9	15,2	10,8	5,4
	Średnia	**17,6**	**20,4**	**18,0**	**18,2**	**18,7**	**17,1**	**21,7**	**21,2**	**23,0**	**27,4**	**-**	**-**	**-**	**17,5**	**17,5**	**19,7**	**19,7**	**23,3**	**21,5**	**20,3**
Toruń	0	3,5	3,6	5,5	9,0	5,2	28,6	0,0	33,3	50,0	0,0	-	-	-	-	-	0,0	0,0	7,7	14,3	15,4
	1	87,5	85,0	81,8	79,9	78,0	57,1	33,3	0,0	50,0	50,0	-	-	-	-	-	92,3	92,3	92,3	71,4	53,8
	2–4	9,0	11,4	12,7	11,1	16,8	14,3	66,7	66,7	0,0	50,0	-	-	-	-	-	7,7	7,7	0,0	14,3	30,8
	Średnia	**21,6**	**21,6**	**22,0**	**21,6**	**22,5**	**17,9**	**72,7**	**70,0**	**12,5**	**30,0**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**	**20,4**	**20,4**	**18,1**	**21,1**	**20,8**
Wrocław	0	3,2	1,7	4,4	10,9	8,2	13,9	9,0	21,3	14,2	35,7	15,4	25,0	33,3	33,3	11,1	11,1	11,1	1,6	3,2	23,3
	1	81,3	79,1	63,8	66,1	54,1	74,5	71,9	58,2	62,5	33,4	69,2	58,3	55,6	66,7	44,4	79,0	79,0	71,9	50,8	23,3
	2–4	15,5	19,3	31,7	23,0	37,7	11,6	19,1	20,5	23,3	30,9	15,4	16,7	11,1	0,0	44,4	9,9	9,9	26,6	46,0	53,3
	Średnia	**21,8**	**23,1**	**25,4**	**23,4**	**26,9**	**19,7**	**22,7**	**21,4**	**22,6**	**21,9**	**19,2**	**24,2**	**18,3**	**18,3**	**25,6**	**20,6**	**20,6**	**25,8**	**27,5**	**26,0**
Zielona	0	5,9	3,3	6,9	17,4	2,6	37,5	37,0	44,4	59,3	44,4	-	-	-	-	-	0,0	0,0	0,0	0,0	-
Góra	1	79,3	83,6	66,5	60,2	55,1	54,2	55,6	51,9	37,0	48,1	-	-	-	-	-	100,0	100,0	100,0	100,0	-
	2–4	14,9	13,1	26,6	22,4	42,3	8,3	7,4	3,7	3,7	7,4	-	-	-	-	-	0,0	0,0	0,0	0,0	-
	Średnia	**21,5**	**21,2**	**24,4**	**21,8**	**28,6**	**15,4**	**16,5**	**14,3**	**12,4**	**15,6**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**	**25,0**	**25,0**	**20,0**	**20,0**	**-**
Gdańsk	0	2,5	8,0	5,9	4,9	5,0	0,0	0,0	7,0	2,6	5,7	-	-	-	-	-	2,6	2,6	2,6	5,1	2,4
	1	86,5	85,3	89,4	90,3	87,4	53,5	46,5	46,5	52,6	62,9	-	-	-	-	-	97,4	97,4	89,7	92,3	92,7
	2–4	11,0	6,7	4,7	4,9	7,6	46,5	53,5	46,5	44,7	31,4	-	-	-	-	-	0,0	0,0	7,7	2,6	4,9
	Średnia	**21,1**	**19,8**	**19,6**	**19,5**	**19,8**	**28,0**	**29,5**	**28,6**	**33,4**	**33,0**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**	**19,5**	**19,5**	**20,0**	**19,5**	**18,9**
Radom	0	17,7	16,2	20,3	21,6	19,3	10,2	0,0	0,0	0,0	0,0	24,2	6,9	11,7	9,7	17,1	50,0	50,0	25,0	75,0	33,3
	1	63,3	67,7	64,7	63,5	62,6	38,8	19,0	23,8	14,3	18,8	47,5	57,8	50,5	50,5	50,5	50,0	50,0	75,0	25,0	50,0
	2–4	19,0	16,1	15,0	15,0	18,1	51,0	81,0	76,2	85,7	81,3	28,3	35,3	37,9	39,8	32,4	0,0	0,0	0,0	0,0	16,7
	Średnia	**21,1**	**20,1**	**19,5**	**19,6**	**20,5**	**33,1**	**40,5**	**41,2**	**44,3**	**43,8**	**23,9**	**29,4**	**29,3**	**30,7**	**25,8**	**13,8**	**13,8**	**15,0**	**11,3**	**19,2**
Warszawa	0	4,6	4,8	5,2	4,8	3,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9,1	9,1	14,3	14,3	0,0
	1	73,8	77,1	77,0	79,8	82,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	81,8	81,8	85,7	85,7	100,0
	2–4	21,6	18,1	17,8	15,4	14,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9,1	9,1	0,0	0,0	0,0
	Średnia	**23,0**	**22,3**	**22,7**	**21,7**	**22,2**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**	**20,5**	**20,5**	**17,1**	**16,4**	**17,5**
Razem	0	8,9	6,2	7,3	8,9	5,4	13,1	10,6	13,3	13,2	15,4	20,4	14,5	19,0	21,9	15,7	14,9	14,9	7,9	12,5	10,4
	1	76,2	79,7	76,7	76,4	76,4	62,2	66,5	64,8	66,7	61,1	65,9	66,9	62,2	61,1	70,6	72,2	72,2	78,0	72,6	71,5
	2–4	15,0	14,1	16,0	14,7	18,2	24,7	22,8	21,9	20,1	23,4	13,6	18,6	18,8	17,0	13,8	13,0	13,0	14,1	14,9	18,0
	Średnia	**21,6**	**21,7**	**22,1**	**21,7**	**23,0**	**22,7**	**22,9**	**23,0**	**23,3**	**24,1**	**19,6**	**21,9**	**21,3**	**21,2**	**20,0**	**19,9**	**19,9**	**21,4**	**21,0**	**21,6**

Tabela 4.1. – cd.

RDLP	Kl.def., śr.def.	Buk					Dąb					Brzoza					Olsza					Inne liściaste				
		2015	2016	2017	2018	2019	2015	2016	2017	2018	2019	2015	2016	2017	2018	2019	2015	2016	2017	2018	2019	2015	2016	2017	2018	2019
Białystok	0	-	-	-	-	-	0,0	0,8	0,8	0,9	0,8	8,6	7,1	5,8	4,5	6,9	23,0	19,6	11,1	7,7	15,5	19,3	14,9	8,3	10,3	16,3
	1	-	-	-	-	-	66,7	64,1	68,6	75,2	83,1	66,1	60,8	65,7	74,9	76,7	66,5	64,7	77,9	82,8	80,5	70,1	67,9	73,5	75,7	71,6
	2–4	-	-	-	-	-	33,3	35,2	30,5	23,9	16,1	25,3	32,1	28,5	20,6	16,3	10,5	15,7	11,1	9,4	4,0	10,7	17,2	18,2	14,0	12,1
	Średnia	-	-	-	-	-	**25,2**	**26,3**	**25,2**	**24,1**	**24,0**	**24,2**	**27,3**	**28,3**	**24,9**	**23,8**	**18,8**	**21,0**	**22,2**	**21,1**	**18,0**	**18,7**	**21,2**	**22,5**	**21,5**	**20,1**
Katowice	0	22,3	20,2	45,6	18,6	3,1	0,3	0,0	0,5	0,5	0,0	0,0	0,0	1,0	2,7	0,0	18,9	6,7	0,0	0,0	0,0	17,8	5,8	7,0	1,2	0,0
	1	71,1	74,8	49,0	74,3	77,3	57,1	54,8	49,3	35,4	20,4	60,5	37,4	32,5	46,6	46,4	71,6	64,4	46,8	51,6	37,5	63,9	55,8	44,2	46,4	46,3
	2–4	6,6	4,9	5,4	7,2	19,6	42,6	45,2	50,2	64,2	79,6	39,5	62,6	66,5	50,7	53,6	9,5	28,9	53,2	48,4	62,5	18,3	38,4	48,8	52,4	53,7
	Średnia	**17,8**	**18,4**	**15,9**	**17,4**	**20,7**	**27,7**	**28,3**	**29,5**	**32,2**	**37,9**	**27,1**	**31,3**	**32,5**	**30,5**	**31,7**	**19,1**	**23,0**	**35,3**	**32,3**	**33,7**	**21,2**	**26,9**	**30,9**	**31,0**	**32,7**
Kraków	0	41,8	32,4	40,0	27,5	0,6	3,9	4,3	1,1	0,0	0,0	20,6	30,0	5,6	5,6	0,0	17,1	28,6	29,6	37,0	0,0	38,4	36,7	40,2	35,3	2,3
	1	54,6	61,6	52,2	65,4	97,2	64,5	47,9	37,2	48,5	71,1	59,8	50,0	55,6	66,7	76,5	68,4	57,1	55,6	48,1	85,2	47,1	39,2	36,8	49,4	82,6
	2–4	3,6	5,9	7,8	7,1	2,2	31,6	47,9	61,7	51,5	28,9	19,6	20,0	38,9	27,8	23,5	14,5	14,3	14,8	14,8	14,8	14,6	24,1	23,0	15,3	15,1
	Średnia	**14,6**	**15,9**	**16,2**	**17,4**	**17,9**	**26,3**	**27,8**	**31,5**	**29,4**	**27,3**	**21,0**	**19,3**	**26,7**	**23,9**	**32,4**	**21,0**	**21,1**	**20,4**	**17,8**	**21,7**	**19,0**	**21,5**	**22,4**	**20,5**	**23,0**
Krosno	0	43,7	27,8	32,1	33,0	20,1	1,4	0,0	0,0	0,0	0,0	8,7	0,0	0,0	4,3	0,0	7,6	6,0	3,6	4,8	15,7	43,1	25,1	28,5	30,4	12,9
	1	47,9	59,7	58,5	58,0	73,5	70,3	58,5	56,1	52,4	69,0	59,8	51,1	53,3	53,2	70,5	65,2	64,3	60,2	64,3	67,5	51,0	56,0	57,0	57,0	76,2
	2–4	8,4	12,5	9,4	9,1	6,4	28,4	41,5	43,9	47,6	31,0	31,5	48,9	46,7	42,6	29,5	27,3	29,8	36,1	31,0	16,9	5,9	18,8	14,5	12,6	11,0
	Średnia	**16,2**	**18,5**	**17,6**	**16,4**	**17,7**	**25,7**	**28,7**	**30,0**	**30,6**	**26,3**	**25,5**	**29,8**	**29,9**	**31,1**	**29,1**	**25,8**	**26,0**	**31,2**	**28,5**	**23,5**	**15,7**	**21,5**	**20,2**	**19,5**	**21,4**
Lublin	0	44,2	22,2	22,2	21,1	41,2	10,3	6,7	4,1	1,6	0,0	20,9	18,8	17,2	17,3	5,3	41,8	0,0	0,0	0,0	24,1	36,8	24,2	26,7	29,0	18,8
	1	48,8	61,1	55,6	57,9	23,5	59,1	57,2	55,4	56,3	47,8	63,1	58,0	66,1	66,5	81,3	53,3	64,1	61,5	66,7	60,3	44,8	24,2	26,7	25,8	37,5
	2–4	7,0	16,7	22,2	21,1	35,3	30,7	36,1	40,5	42,1	52,2	15,9	23,2	16,7	16,2	13,5	4,9	35,9	38,5	33,3	15,5	18,4	51,5	46,7	45,2	43,8
	Średnia	**15,9**	**20,8**	**22,8**	**23,7**	**20,9**	**24,3**	**25,6**	**26,8**	**27,5**	**30,1**	**20,3**	**23,3**	**22,2**	**22,0**	**22,8**	**15,3**	**24,9**	**25,8**	**25,6**	**20,9**	**19,9**	**33,3**	**29,3**	**28,9**	**34,7**
Łódź	0	38,9	27,8	22,2	33,3	11,1	3,4	0,0	0,0	0,0	3,8	12,2	1,7	0,0	0,0	0,0	21,4	0,0	0,0	25,0	0,0	10,5	6,9	17,9	25,9	19,2
	1	61,1	61,1	66,7	66,7	77,8	74,0	64,0	62,3	67,1	50,5	69,8	63,9	59,0	61,6	59,5	67,9	75,0	75,0	50,0	75,0	70,2	79,3	67,9	59,3	69,2
	2–4	0,0	11,1	11,1	0,0	11,1	22,7	36,0	37,7	32,9	45,7	18,0	34,5	41,0	38,4	40,5	10,7	25,0	25,0	25,0	25,0	19,3	13,8	14,3	14,8	11,5
	Średnia	**13,1**	**16,9**	**16,9**	**15,3**	**21,1**	**23,9**	**26,3**	**26,0**	**26,3**	**27,5**	**21,8**	**25,7**	**26,7**	**28,1**	**28,7**	**19,5**	**31,9**	**36,9**	**27,5**	**29,4**	**21,7**	**20,3**	**20,7**	**20,4**	**18,3**
Olsztyn	0	42,9	22,5	21,3	41,2	34,8	0,4	0,9	1,7	9,5	5,6	2,6	4,5	3,9	7,5	16,6	14,0	5,1	7,1	38,3	24,6	22,5	23,7	25,7	44,2	26,7
	1	53,8	74,2	75,3	57,4	56,5	78,2	67,9	75,1	77,1	78,4	74,1	65,0	74,5	78,6	77,5	78,0	85,0	87,9	55,6	69,2	65,8	64,5	58,1	43,3	61,0
	2–4	3,3	3,4	3,4	1,5	8,7	21,4	31,3	23,2	13,4	16,0	23,4	30,5	21,7	13,9	5,9	8,0	9,9	5,0	6,1	6,3	11,7	11,8	16,2	12,5	12,4
	Średnia	**15,4**	**16,3**	**17,1**	**15,0**	**16,4**	**23,9**	**24,9**	**24,2**	**21,3**	**21,9**	**24,6**	**25,0**	**23,0**	**21,7**	**18,8**	**19,5**	**20,8**	**19,0**	**17,0**	**17,7**	**18,6**	**18,7**	**20,4**	**18,7**	**20,0**
Piła	0	57,1	0,0	28,6	0,0	56,5	0,0	0,0	0,0	0,0	2,9	16,2	5,8	9,3	9,2	3,9	21,2	0,0	12,1	9,1	33,3	0,0	0,0	0,0	0,0	16,7
	1	42,9	100,0	71,4	100,0	43,5	63,6	29,0	40,6	36,4	35,3	55,6	43,0	61,6	60,9	72,4	78,8	90,9	84,8	87,9	66,7	50,0	50,0	66,7	100,0	83,3
	2–4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	36,4	71,0	59,4	63,6	61,8	28,3	51,2	29,1	29,9	23,7	0,0	9,1	3,0	3,0	0,0	50,0	50,0	33,3	0,0	0,0
	Średnia	**12,1**	**15,7**	**13,6**	**15,0**	**12,0**	**27,0**	**32,1**	**29,2**	**30,2**	**29,7**	**21,9**	**28,1**	**22,3**	**24,8**	**26,8**	**16,4**	**22,0**	**18,5**	**18,5**	**14,5**	**27,1**	**35,0**	**33,3**	**20,0**	**15,8**
Poznań	0	57,1	25,0	25,0	60,0	40,0	0,4	1,2	2,8	5,6	2,0	1,3	0,0	2,1	4,9	7,5	12,0	0,0	10,8	30,4	16,5	16,4	13,7	24,6	24,2	16,7
	1	42,9	75,0	75,0	40,0	60,0	80,3	75,0	63,5	58,1	46,8	66,7	53,1	49,2	55,1	68,8	84,2	90,5	75,5	62,3	73,4	52,1	49,0	43,1	50,0	51,5
	2–4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	19,3	23,8	33,7	36,3	51,2	32,0	46,9	48,7	40,0	23,7	3,8	9,5	13,7	7,2	10,1	31,5	37,3	32,3	25,8	31,8
	Średnia	**12,9**	**15,0**	**16,3**	**10,0**	**16,0**	**23,8**	**24,4**	**25,4**	**25,6**	**31,4**	**26,1**	**30,2**	**30,2**	**28,4**	**24,5**	**18,1**	**22,0**	**20,8**	**16,9**	**19,8**	**29,5**	**30,6**	**27,3**	**25,2**	**27,2**

Tabela 4.1. – cd.

RDLP	Kl.def., śr.def.	Buk					Dąb					Brzoza					Olsza					Inne liściaste				
		2015	2016	2017	2018	2019	2015	2016	2017	2018	2019	2015	2016	2017	2018	2019	2015	2016	2017	2018	2019	2015	2016	2017	2018	2019
Szczecin	0	58,4	50,0	53,8	57,1	34,2	24,3	13,8	13,1	11,6	7,3	16,8	8,4	21,4	24,5	16,9	27,2	27,2	36,4	36,2	31,3	45,3	42,9	56,1	32,5	28,9
	1	34,5	42,4	42,0	34,5	45,0	60,3	75,2	68,2	56,3	49,8	68,9	80,3	65,9	56,1	58,1	58,8	58,6	45,1	44,2	47,2	44,7	48,7	34,2	44,7	37,7
	2–4	7,1	7,6	4,2	8,4	20,8	15,4	11,0	18,7	32,1	42,9	14,3	11,2	12,7	19,4	25,0	14,0	14,2	18,5	19,6	21,5	10,0	8,4	9,6	22,8	33,3
	Średnia	**13,9**	**14,4**	**13,8**	**14,2**	**19,9**	**19,3**	**19,3**	**20,8**	**23,7**	**28,6**	**19,6**	**20,2**	**20,1**	**20,3**	**23,5**	**18,9**	**18,1**	**18,7**	**19,8**	**20,3**	**17,3**	**15,3**	**13,9**	**21,5**	**24,7**
Szczecinek	0	34,5	6,6	21,2	20,7	24,8	1,0	0,0	0,0	0,0	1,8	14,6	3,9	9,8	12,0	13,6	10,6	0,7	2,7	3,6	12,8	17,4	4,9	9,5	9,3	8,7
	1	63,3	86,5	75,7	76,6	67,0	59,2	36,7	57,7	64,6	69,1	75,3	72,0	79,8	78,9	81,1	83,7	82,1	91,3	93,4	79,1	69,6	78,0	85,7	86,0	80,4
	2–4	2,2	7,0	3,1	2,8	8,2	39,8	63,3	42,3	35,4	29,1	10,1	24,1	10,4	9,1	5,3	5,7	17,1	6,0	3,0	8,0	13,0	17,1	4,8	4,7	10,9
	Średnia	**15,0**	**19,1**	**16,1**	**16,2**	**17,9**	**26,1**	**31,9**	**26,1**	**24,7**	**23,9**	**18,8**	**23,1**	**19,6**	**19,2**	**19,0**	**18,8**	**23,0**	**19,6**	**18,6**	**18,3**	**18,9**	**22,6**	**18,7**	**19,3**	**18,8**
Toruń	0	55,6	30,0	30,0	45,0	21,1	2,9	3,5	5,9	10,9	5,4	9,5	12,8	12,8	19,1	21,4	16,9	2,5	9,1	22,7	36,4	9,1	17,1	11,4	34,4	11,8
	1	44,4	70,0	65,0	50,0	57,9	81,2	75,4	61,8	74,1	62,2	81,9	69,9	79,1	75,2	72,3	80,0	95,0	86,4	75,0	59,1	45,5	65,7	65,7	53,1	73,5
	2–4	0,0	0,0	5,0	5,0	21,1	15,9	21,1	32,2	15,0	32,4	8,6	17,3	8,1	5,7	6,3	3,1	2,5	4,5	2,3	4,5	45,5	17,1	22,9	12,5	14,7
	Średnia	**11,9**	**13,8**	**17,0**	**14,8**	**20,0**	**23,0**	**24,2**	**25,5**	**21,1**	**25,8**	**19,3**	**20,8**	**19,2**	**18,4**	**16,9**	**16,6**	**19,5**	**19,5**	**15,2**	**14,8**	**30,1**	**20,7**	**22,4**	**17,0**	**19,4**
Wrocław	0	56,7	27,9	40,0	26,2	33,9	2,1	0,7	0,3	4,8	0,3	4,6	2,5	5,8	14,5	5,3	17,4	10,3	32,6	24,3	24,3	7,0	2,6	16,3	13,1	13,2
	1	41,7	57,4	45,0	52,5	32,1	62,8	61,3	55,3	36,9	11,4	73,5	69,3	59,0	51,3	29,1	70,5	76,2	54,3	58,8	44,9	61,7	62,4	51,5	51,5	43,0
	2–4	1,7	14,8	15,0	21,3	33,9	35,2	38,0	44,4	58,4	88,3	21,9	28,2	35,3	34,2	65,6	12,1	13,5	13,2	16,9	30,9	31,3	35,0	32,2	35,4	43,8
	Średnia	**13,4**	**19,4**	**18,3**	**21,9**	**22,9**	**25,7**	**27,3**	**28,5**	**30,5**	**44,5**	**23,4**	**27,0**	**28,3**	**27,5**	**36,8**	**19,3**	**19,7**	**17,7**	**19,3**	**21,7**	**27,0**	**27,3**	**25,5**	**28,6**	**32,9**
Zielona	0	50,0	57,1	92,9	85,7	86,7	3,5	3,9	14,7	9,2	1,5	13,5	14,7	23,5	17,5	1,0	12,5	12,2	24,5	35,3	26,5	29,9	27,6	47,4	47,2	15,3
Góra	1	42,9	42,9	7,1	14,3	13,3	64,1	79,7	51,9	52,3	6,9	78,9	76,5	63,7	55,3	47,1	85,4	77,6	53,1	45,1	57,1	58,4	63,2	44,7	47,2	69,4
	2–4	7,1	0,0	0,0	0,0	0,0	32,4	16,4	33,3	38,5	91,6	7,7	8,8	12,7	27,2	52,0	2,1	10,2	22,4	19,6	16,3	11,7	9,2	7,9	5,6	15,3
	Średnia	**17,9**	**12,1**	**8,6**	**8,6**	**11,0**	**27,2**	**22,3**	**23,4**	**24,0**	**45,1**	**18,0**	**19,2**	**19,0**	**22,2**	**35,7**	**17,7**	**18,6**	**20,3**	**19,0**	**19,1**	**18,8**	**18,7**	**17,8**	**14,9**	**22,0**
Gdańsk	0	12,6	18,9	18,9	21,1	15,6	0,0	0,0	0,0	1,5	0,0	5,2	15,7	14,7	9,2	16,9	0,0	3,8	3,7	37,0	51,9	10,0	25,0	17,4	27,3	22,7
	1	86,2	81,1	81,1	78,9	81,1	76,4	81,5	83,1	83,3	74,2	87,2	78,4	78,9	80,5	77,9	88,9	92,3	96,3	63,0	48,1	76,7	66,7	73,9	63,6	72,7
	2–4	1,2	0,0	0,0	0,0	3,3	23,6	18,5	16,9	15,2	25,8	7,6	5,9	6,4	10,3	5,1	11,1	3,8	0,0	0,0	0,0	13,3	8,3	8,7	9,1	4,5
	Średnia	**17,8**	**16,9**	**16,2**	**15,8**	**17,7**	**24,0**	**22,9**	**22,5**	**23,0**	**25,7**	**19,6**	**17,7**	**18,0**	**19,6**	**17,8**	**20,2**	**19,2**	**18,3**	**14,8**	**13,0**	**19,7**	**19,0**	**18,3**	**17,3**	**16,8**
Radom	0	26,7	3,7	7,7	7,7	8,0	16,5	6,4	6,3	6,4	11,3	9,3	0,0	0,0	6,5	0,0	26,7	12,5	12,1	18,2	9,4	6,3	2,9	0,0	0,0	3,2
	1	60,0	77,8	73,1	76,9	48,0	67,7	69,1	66,7	70,9	66,9	68,6	59,7	59,0	69,4	66,1	45,0	62,5	69,7	69,7	71,9	61,0	76,5	75,8	81,8	71,0
	2–4	13,3	18,5	19,2	15,4	44,0	15,8	24,5	27,0	22,7	21,8	22,1	40,3	41,0	24,2	33,9	28,3	25,0	18,2	12,1	18,8	32,7	20,6	24,2	18,2	25,8
	Średnia	**18,3**	**23,7**	**23,3**	**22,1**	**27,0**	**19,7**	**22,9**	**23,4**	**22,6**	**22,3**	**22,8**	**27,3**	**26,1**	**22,7**	**24,9**	**23,8**	**25,8**	**21,7**	**22,1**	**27,8**	**28,2**	**26,0**	**26,1**	**25,8**	**27,1**
Warszawa	0	-	-	-	-	-	2,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,4	1,3	1,4	2,8	3,4	12,6	9,2	14,9	12,8	8,9	14,6	28,6	28,6	28,6	18,5
	1	-	-	-	-	-	63,7	52,7	57,6	58,6	55,9	76,9	51,3	51,4	64,8	61,0	69,9	58,5	72,3	61,7	73,3	70,7	71,4	71,4	71,4	81,5
	2–4	-	-	-	-	-	34,3	47,3	42,4	41,4	44,1	16,7	47,4	47,1	32,4	35,6	17,5	32,3	12,8	25,5	17,8	14,6	0,0	0,0	0,0	0,0
	Średnia	-	-	-	-	-	**26,4**	**28,2**	**28,2**	**26,6**	**26,9**	**21,9**	**31,0**	**29,0**	**29,3**	**27,9**	**24,1**	**31,1**	**20,5**	**27,1**	**22,4**	**19,9**	**16,4**	**16,2**	**16,2**	**15,9**
Razem	0	38,5	24,2	33,1	29,3	20,1	5,1	3,2	3,6	4,8	2,7	8,9	6,6	8,4	9,9	9,5	18,4	9,7	13,4	21,6	20,3	24,9	18,4	24,2	23,7	14,7
	1	56,5	68,2	60,5	64,1	68,6	66,7	64,2	60,2	57,8	48,8	70,7	63,3	65,0	67,0	68,0	70,6	74,8	72,3	65,0	65,9	57,0	59,1	53,9	55,0	61,0
	2–4	4,9	7,6	6,4	6,7	11,3	28,2	32,6	36,2	37,5	48,5	20,4	30,1	26,6	23,1	22,6	10,9	15,5	14,3	13,3	13,8	18,1	22,5	21,9	21,3	24,2
	Średnia	**15,6**	**17,6**	**16,5**	**16,6**	**18,6**	**24,5**	**25,4**	**26,0**	**26,0**	**30,7**	**22,4**	**25,0**	**24,2**	**23,7**	**24,1**	**19,6**	**21,7**	**21,2**	**20,1**	**19,8**	**21,0**	**22,7**	**22,3**	**22,6**	**24,8**

Tabela 4.1. – cd.

RDLP	Kl.def., śr.def.	Iglaste razem					Liściaste razem					Gatunki razem				
		2015	2016	2017	2018	2019	2015	2016	2017	2018	2019	2015	2016	2017	2018	2019
Białystok	0	5,9	6,9	4,8	3,4	2,7	15,1	10,8	7,0	6,0	10,2	9,2	8,2	5,5	4,3	5,3
	1	72,1	76,4	79,2	83,7	86,7	66,9	63,6	71,0	77,5	77,9	70,2	72,2	76,4	81,6	83,7
	2–4	22,0	16,7	16,0	12,8	10,6	18,0	25,6	22,0	16,6	11,9	20,6	19,6	18,1	14,1	11,1
	Średnia	**23,7**	**22,4**	**23,4**	**23,4**	**23,0**	**21,3**	**24,4**	**25,1**	**23,0**	**21,4**	**22,8**	**23,1**	**24,0**	**23,3**	**22,5**
Katowice	0	4,4	2,7	2,7	4,4	0,9	8,3	5,7	10,9	5,2	0,7	5,9	3,9	5,9	4,8	0,8
	1	80,3	80,7	79,7	81,3	79,5	62,8	55,2	43,8	50,0	44,8	73,4	70,7	65,7	68,5	65,2
	2–4	15,3	16,5	17,5	14,2	19,5	28,9	39,1	45,4	44,8	54,5	20,7	25,4	28,4	26,7	33,9
	Średnia	**22,3**	**23,0**	**23,4**	**22,2**	**23,3**	**24,1**	**26,4**	**28,1**	**28,3**	**31,4**	**23,0**	**24,3**	**25,3**	**24,7**	**26,6**
Kraków	0	13,4	17,7	20,9	23,5	6,5	29,6	26,4	28,8	22,2	0,7	21,2	22,1	24,8	22,9	3,6
	1	67,0	61,1	58,4	62,0	86,3	55,4	53,2	45,8	57,0	86,2	61,4	57,1	52,2	59,5	86,3
	2–4	19,6	21,2	20,7	14,5	7,2	15,1	20,4	25,4	20,8	13,0	17,4	20,8	23,0	17,6	10,1
	Średnia	**21,5**	**21,0**	**21,0**	**20,0**	**20,5**	**19,5**	**20,3**	**21,8**	**21,2**	**22,1**	**20,5**	**20,6**	**21,4**	**20,6**	**21,3**
Krosno	0	6,8	4,8	5,9	4,6	10,2	31,8	20,3	22,9	24,2	14,5	18,7	11,7	13,5	13,4	12,1
	1	70,4	72,6	73,5	74,6	73,2	54,3	58,4	57,7	57,8	73,1	62,8	66,3	66,5	67,1	73,2
	2–4	22,9	22,6	20,7	20,7	16,6	13,9	21,3	19,3	18,0	12,4	18,6	22,0	20,1	19,5	14,7
	Średnia	**24,5**	**24,6**	**24,1**	**24,0**	**22,3**	**19,0**	**21,9**	**21,9**	**21,0**	**21,0**	**21,9**	**23,4**	**23,1**	**22,6**	**21,7**
Lublin	0	5,9	7,1	6,5	6,2	1,7	23,1	11,5	9,6	8,4	6,0	13,2	8,8	7,7	7,0	3,4
	1	68,5	70,4	70,5	67,9	73,8	56,3	56,2	57,6	58,5	57,4	63,3	64,9	65,6	64,3	67,5
	2–4	25,6	22,5	22,9	25,9	24,5	20,6	32,4	32,8	33,1	36,6	23,5	26,3	26,7	28,7	29,2
	Średnia	**23,8**	**22,6**	**23,3**	**24,3**	**25,8**	**21,1**	**25,1**	**25,3**	**25,7**	**27,1**	**22,7**	**23,6**	**24,0**	**24,8**	**26,3**
Łódź	0	18,6	14,8	18,0	19,0	12,4	11,4	3,6	3,6	6,1	4,1	17,1	12,5	15,1	16,4	10,6
	1	65,6	68,9	65,5	63,1	69,9	70,5	65,9	62,1	63,1	58,6	66,6	68,3	64,8	63,1	67,4
	2–4	15,9	16,3	16,5	17,9	17,8	18,2	30,5	34,3	30,7	37,3	16,4	19,3	20,1	20,5	22,0
	Średnia	**20,7**	**21,6**	**20,9**	**21,6**	**22,1**	**21,8**	**24,8**	**25,4**	**25,7**	**26,7**	**20,9**	**22,3**	**21,9**	**22,4**	**23,1**
Olsztyn	0	4,1	3,1	2,2	8,3	5,1	11,1	7,1	7,9	22,4	18,4	7,1	4,8	4,7	14,5	11,0
	1	81,6	84,1	88,2	82,6	86,0	73,5	72,8	77,1	67,0	72,4	78,1	79,1	83,3	75,8	80,0
	2–4	14,4	12,8	9,6	9,0	8,9	15,3	20,2	15,0	10,6	9,2	14,8	16,0	12,0	9,7	9,1
	Średnia	**22,1**	**22,6**	**22,4**	**20,8**	**21,8**	**21,5**	**22,3**	**21,3**	**19,6**	**19,2**	**21,8**	**22,5**	**21,9**	**20,3**	**20,6**
Piła	0	15,5	4,8	7,9	7,6	3,7	13,8	3,1	8,5	6,7	16,9	15,2	4,6	8,0	7,5	5,6
	1	78,8	82,2	83,6	84,2	83,0	59,7	52,8	62,8	64,2	60,5	75,9	78,2	80,8	81,5	79,8
	2–4	5,7	13,0	8,5	8,2	13,3	26,5	44,2	28,7	29,1	22,7	8,9	17,3	11,2	11,1	14,6
	Średnia	**18,6**	**21,4**	**20,1**	**20,1**	**21,9**	**22,1**	**27,3**	**22,9**	**24,0**	**22,6**	**19,1**	**22,2**	**20,5**	**20,7**	**22,0**
Poznań	0	2,9	0,8	3,6	5,6	2,3	5,3	1,8	6,7	13,1	8,5	3,6	1,1	4,7	8,3	4,6
	1	85,3	81,3	65,3	72,5	72,8	73,8	68,4	59,9	57,2	59,5	81,6	76,9	63,4	67,0	68,0
	2–4	11,8	17,9	31,1	21,9	24,9	21,0	29,8	33,4	29,8	32,0	14,7	22,0	31,9	24,7	27,5
	Średnia	**22,3**	**23,7**	**25,6**	**23,5**	**24,6**	**23,8**	**26,3**	**26,0**	**24,4**	**26,4**	**22,8**	**24,6**	**25,8**	**23,8**	**25,3**

Tabela 4.1. – cd.

RDLP	Kl.def., śr.def.	Iglaste razem					Liściaste razem					Gatunki razem				
		2015	2016	2017	2018	2019	2015	2016	2017	2018	2019	2015	2016	2017	2018	2019
Szczecin	0	24,4	14,4	11,2	11,3	9,9	31,5	25,2	32,2	29,6	21,6	26,7	17,7	17,7	16,9	13,5
	1	62,0	76,8	76,2	73,4	70,5	55,7	64,0	54,0	48,6	48,6	60,0	72,9	69,4	65,9	63,8
	2–4	13,6	8,7	12,6	15,3	19,6	12,8	10,8	13,8	21,8	29,8	13,3	9,4	13,0	17,2	22,8
	Średnia	**18,9**	**19,0**	**20,6**	**21,4**	**22,4**	**18,2**	**17,9**	**18,1**	**20,4**	**23,9**	**18,7**	**18,7**	**19,8**	**21,1**	**22,8**
Szczecinek	0	18,1	6,9	11,8	10,0	7,2	18,9	3,7	10,8	11,8	15,1	18,4	5,8	11,5	10,7	10,3
	1	76,1	82,5	82,4	83,9	87,0	70,8	74,1	78,4	79,6	75,2	74,2	79,5	80,9	82,3	82,4
	2–4	5,8	10,7	5,8	6,0	5,7	10,3	22,2	10,8	8,6	9,6	7,4	14,7	7,6	7,0	7,3
	Średnia	**17,6**	**20,6**	**18,4**	**18,8**	**19,5**	**18,5**	**22,9**	**19,2**	**18,7**	**19,1**	**17,9**	**21,4**	**18,7**	**18,7**	**19,4**
Toruń	0	3,5	3,7	5,6	9,1	5,3	9,9	9,0	10,5	19,0	16,3	5,0	4,8	6,6	11,4	7,8
	1	87,4	84,9	81,6	79,8	77,7	76,3	74,4	71,4	71,8	66,6	84,8	82,7	79,4	78,0	75,2
	2–4	9,1	11,4	12,8	11,1	17,0	13,9	16,5	18,0	9,3	17,1	10,2	12,5	14,0	10,7	17,0
	Średnia	**21,5**	**21,7**	**22,1**	**21,6**	**22,5**	**21,1**	**21,7**	**21,8**	**18,7**	**20,3**	**21,4**	**21,7**	**22,0**	**20,9**	**22,0**
Wrocław	0	8,0	4,6	10,6	11,8	18,6	9,0	4,7	13,2	13,2	10,6	8,5	4,6	11,8	12,4	14,9
	1	78,4	75,8	61,6	63,9	45,1	64,1	64,8	54,0	47,9	29,8	71,6	70,7	58,1	56,5	38,0
	2–4	13,6	19,6	27,8	24,3	36,3	27,0	30,4	32,8	38,9	59,6	20,0	24,6	30,1	31,1	47,1
	Średnia	**20,9**	**23,1**	**24,0**	**23,3**	**25,1**	**24,3**	**25,7**	**25,3**	**27,1**	**35,1**	**22,5**	**24,3**	**24,6**	**25,1**	**29,7**
Zielona	0	6,4	4,0	7,6	18,2	3,4	14,2	14,9	28,1	25,4	10,8	8,1	6,3	12,0	19,7	5,0
Góra	1	78,8	83,0	66,3	59,8	55,0	68,8	73,7	52,2	49,7	37,1	76,7	81,1	63,3	57,6	51,2
	2–4	14,7	13,0	26,1	22,0	41,6	17,0	11,4	19,7	24,9	52,0	15,2	12,7	24,8	22,6	43,8
	Średnia	**21,4**	**21,1**	**24,2**	**21,6**	**28,4**	**21,6**	**19,8**	**20,1**	**20,5**	**33,2**	**21,4**	**20,9**	**23,3**	**21,4**	**29,4**
Gdańsk	0	2,4	7,3	5,9	4,8	4,9	5,8	13,7	12,7	13,5	16,5	3,5	9,4	8,1	7,5	8,5
	1	85,5	83,6	87,4	88,8	86,7	84,9	79,7	80,9	78,5	75,8	85,3	82,3	85,4	85,5	83,3
	2–4	12,1	9,1	6,6	6,5	8,4	9,3	6,6	6,4	8,0	7,8	11,2	8,3	6,5	7,0	8,2
	Średnia	**21,3**	**20,3**	**20,0**	**20,1**	**20,2**	**19,9**	**18,6**	**18,4**	**18,9**	**18,7**	**20,8**	**19,7**	**19,5**	**19,7**	**19,8**
Radom	0	18,1	14,7	18,9	19,7	18,7	12,8	4,9	4,9	7,2	7,5	16,5	12,4	15,5	16,6	15,8
	1	61,2	65,3	61,8	60,3	60,0	63,8	67,9	67,0	72,3	66,1	62,0	65,9	63,1	63,3	61,6
	2–4	20,7	20,0	19,4	20,0	21,3	23,4	27,2	28,0	20,5	26,4	21,5	21,7	21,5	20,1	22,6
	Średnia	**21,7**	**21,7**	**21,3**	**21,7**	**21,6**	**23,3**	**24,8**	**24,1**	**22,9**	**24,4**	**22,2**	**22,5**	**22,0**	**22,0**	**22,4**
Warszawa	0	4,6	4,9	5,4	4,9	3,0	8,6	5,9	7,1	7,1	5,8	6,1	5,3	5,9	5,6	3,8
	1	73,9	77,2	77,1	79,9	83,0	72,1	55,7	60,4	62,9	65,3	73,2	69,9	71,8	74,6	77,6
	2–4	21,5	17,8	17,5	15,2	14,0	19,3	38,4	32,5	29,9	28,9	20,7	24,8	22,2	19,8	18,6
	Średnia	**23,0**	**22,2**	**22,6**	**21,6**	**22,1**	**23,0**	**28,9**	**25,4**	**26,6**	**24,6**	**23,0**	**24,5**	**23,5**	**23,2**	**22,8**
Razem	0	9,7	6,9	8,2	9,8	6,7	16,1	10,4	13,7	15,2	11,7	11,9	8,0	10,1	11,6	8,4
	1	74,7	78,2	75,2	75,0	74,9	65,6	65,5	62,7	62,1	61,6	71,5	73,9	71,0	70,6	70,3
	2–4	15,6	14,9	16,6	15,2	18,4	18,3	24,1	23,6	22,7	26,7	16,5	18,0	18,9	17,7	21,3
	Średnia	**21,5**	**21,8**	**22,2**	**21,8**	**22,9**	**21,4**	**23,2**	**22,8**	**22,5**	**24,5**	**21,5**	**22,3**	**22,4**	**22,0**	**23,4**

Tabela 4.1. – cd.

RDLP	Kl.def., śr.def.	Sosna					Świerk					Jodła					Inne iglaste				
		2020	2021	2022	2023	2024	2020	2021	2022	2023	2024	2020	2021	2022	2023	2024	2020	2021	2022	2023	2024
Białystok	0	2,0	2,7	3,9	5,1	4,7	3,6	1,3	1,7	2,0	1,0	-	-	-	-	-	50,0	50,0	0,0	33,3	0,0
	1	90,1	88,6	86,7	82,9	85,9	83,6	85,5	85,6	84,5	85,4	-	-	-	-	-	50,0	50,0	66,7	66,7	100,0
	2–4	8,0	8,7	9,5	11,9	9,4	12,8	13,2	12,7	13,5	13,6	-	-	-	-	-	0,0	0,0	33,3	0,0	0,0
	Średnia	**22,0**	**22,8**	**22,1**	**22,4**	**22,4**	**22,6**	**23,5**	**22,8**	**22,8**	**23,7**	**-**	**-**	**-**	-	-	**15,0**	**15,0**	**21,7**	**18,3**	**21,7**
Katowice	0	5,3	8,2	7,1	0,2	0,9	1,7	3,1	1,7	0,0	0,0	0,0	18,0	19,7	3,2	59,7	12,0	7,4	4,9	2,5	1,3
	1	86,5	88,5	89,8	89,0	87,4	61,7	57,8	46,7	32,2	56,3	96,7	77,0	70,5	82,3	37,1	73,5	80,2	77,8	81,0	84,8
	2–4	8,2	3,4	3,1	10,8	11,8	36,7	39,1	51,7	67,8	43,8	3,3	4,9	9,8	14,5	3,2	14,5	12,3	17,3	16,5	13,9
	Średnia	**20,5**	**18,5**	**18,6**	**22,6**	**23,0**	**28,0**	**30,9**	**30,7**	**38,6**	**31,8**	**20,9**	**17,2**	**18,8**	**22,3**	**13,0**	**24,4**	**21,9**	**23,1**	**23,5**	**23,4**
Kraków	0	0,0	0,0	7,8	0,0	3,2	0,0	0,0	6,3	0,0	13,3	7,6	7,2	21,3	1,3	19,4	0,0	0,0	3,4	0,0	0,0
	1	79,6	82,4	75,8	78,4	80,0	81,3	81,3	62,5	31,3	73,3	89,7	85,6	71,1	90,7	69,2	78,1	86,7	79,3	82,1	74,1
	2–4	20,4	17,6	16,4	21,6	16,8	18,8	18,8	31,3	68,8	13,3	2,7	7,2	7,6	8,0	11,5	21,9	13,3	17,2	17,9	25,9
	Średnia	**25,1**	**24,0**	**20,8**	**24,9**	**22,3**	**23,8**	**22,5**	**25,3**	**32,5**	**23,0**	**19,3**	**18,3**	**18,4**	**21,3**	**19,2**	**27,2**	**24,0**	**20,7**	**27,5**	**26,9**
Krosno	0	8,1	19,5	12,4	9,6	10,4	11,4	20,3	25,7	17,4	16,2	35,4	43,6	37,1	46,7	32,3	25,6	20,9	27,9	12,3	3,5
	1	75,3	73,1	71,5	78,4	79,5	67,1	56,3	60,0	69,6	66,2	58,6	49,4	57,8	47,3	63,1	62,8	67,4	60,5	71,9	86,0
	2–4	16,7	7,4	16,1	12,0	10,1	21,4	23,4	14,3	13,0	17,6	6,1	7,0	5,1	6,1	4,5	11,6	11,6	11,6	15,8	10,5
	Średnia	**21,1**	**18,2**	**20,4**	**20,4**	**20,5**	**22,5**	**22,3**	**20,3**	**21,4**	**22,6**	**15,8**	**15,4**	**15,6**	**14,4**	**15,4**	**18,4**	**17,2**	**19,4**	**21,9**	**21,1**
Lublin	0	1,0	2,0	3,4	8,8	5,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,3	10,4	10,6	0,0	20,0	20,0	0,0	0,0
	1	72,0	70,6	71,1	68,6	71,8	41,7	29,2	33,3	41,7	44,4	67,4	64,4	61,7	58,3	63,8	80,0	60,0	60,0	80,0	60,0
	2–4	26,9	27,4	25,5	22,7	22,4	58,3	70,8	66,7	58,3	55,6	32,6	35,6	34,0	31,3	25,5	20,0	20,0	20,0	20,0	40,0
	Średnia	**25,9**	**25,7**	**25,2**	**23,4**	**23,8**	**40,6**	**39,4**	**36,0**	**34,4**	**34,1**	**27,0**	**29,0**	**27,8**	**25,3**	**24,5**	**23,0**	**21,0**	**30,0**	**33,0**	**34,0**
Łódź	0	9,3	15,3	15,5	15,4	17,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	20,0	0,0	20,0	33,3	50,0	25,0	6,7	18,8	31,3	12,5
	1	69,0	69,9	72,2	70,6	68,8	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	60,0	80,0	80,0	66,7	50,0	68,8	80,0	68,8	65,6	87,5
	2–4	21,8	14,8	12,3	14,0	13,6	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	20,0	20,0	0,0	0,0	0,0	6,3	13,3	12,5	3,1	0,0
	Średnia	**23,7**	**20,7**	**20,3**	**20,7**	**20,5**	**32,5**	**37,5**	**28,8**	**33,8**	**35,0**	**19,0**	**21,0**	**20,0**	**18,3**	**15,8**	**18,0**	**19,3**	**18,8**	**15,6**	**18,0**
Olsztyn	0	1,1	0,6	2,7	1,6	0,4	5,1	5,7	15,8	5,6	0,7	-	-	-	-	-	4,2	0,0	10,5	10,5	0,0
	1	87,7	86,3	83,1	79,4	82,4	81,5	78,6	79,1	85,4	91,7	-	-	-	-	-	83,3	80,0	84,2	89,5	94,7
	2–4	11,1	13,1	14,2	19,1	17,1	13,4	15,7	5,0	9,0	7,6	-	-	-	-	-	12,5	20,0	5,3	0,0	5,3
	Średnia	**22,5**	**23,3**	**23,2**	**24,1**	**24,6**	**23,1**	**23,8**	**19,6**	**22,5**	**23,3**	**-**	**-**	**-**	-	-	**21,7**	**24,2**	**19,5**	**18,4**	**21,8**
Piła	0	3,5	4,4	24,4	8,9	15,4	12,8	5,1	36,8	5,4	37,0	-	-	-	-	-	0,0	0,0	7,1	0,0	41,2
	1	82,4	76,2	69,8	78,3	78,3	84,6	82,1	39,5	81,1	63,0	-	-	-	-	-	92,9	85,7	71,4	87,5	52,9
	2–4	14,1	19,5	5,9	12,8	6,3	2,6	12,8	23,7	13,5	0,0	-	-	-	-	-	7,1	14,3	21,4	12,5	5,9
	Średnia	**22,3**	**23,7**	**17,0**	**20,6**	**18,2**	**18,1**	**20,6**	**19,1**	**22,2**	**13,3**	**-**	**-**	**-**	-	-	**20,4**	**21,8**	**20,4**	**20,6**	**15,9**
Poznań	0	5,5	12,0	40,4	17,8	21,8	4,5	23,5	58,8	11,8	11,8	-	-	-	-	-	7,7	7,7	50,0	0,0	0,0
	1	75,5	62,8	51,7	67,7	68,0	45,5	41,2	41,2	47,1	64,7	-	-	-	-	-	92,3	76,9	50,0	61,5	76,9
	2–4	19,0	25,2	7,9	14,6	10,2	50,0	35,3	0,0	41,2	23,5	-	-	-	-	-	0,0	15,4	0,0	38,5	23,1
	Średnia	**22,9**	**23,0**	**16,1**	**20,1**	**19,1**	**45,7**	**21,8**	**11,2**	**25,6**	**24,1**	**-**	**-**	**-**	-	-	**19,2**	**21,2**	**12,9**	**26,2**	**21,2**

Tabela 4.1. – cd.

RDLP	Kl.def., śr.def.	Sosna					Świerk					Jodła					Inne iglaste				
		2020	2021	2022	2023	2024	2020	2021	2022	2023	2024	2020	2021	2022	2023	2024	2020	2021	2022	2023	2024
Szczecin	0	8,7	10,5	9,4	4,8	3,2	9,6	7,7	11,5	12,1	4,4	-	-	-	-	-	25,4	30,2	23,7	4,7	9,4
	1	68,7	69,6	71,7	77,3	83,4	73,1	71,2	65,4	57,6	71,1	-	-	-	-	-	57,1	49,2	66,1	78,1	73,4
	2–4	22,6	19,8	18,9	17,9	13,4	17,3	21,2	23,1	30,3	24,4	-	-	-	-	-	17,5	20,6	10,2	17,2	17,2
	Średnia	**23,5**	**22,4**	**22,8**	**23,0**	**22,2**	**22,9**	**24,9**	**24,5**	**24,7**	**25,6**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**	**19,7**	**20,6**	**19,2**	**22,0**	**22,8**
Szczecinek	0	5,8	3,9	8,0	13,8	17,1	0,8	0,0	0,0	2,8	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,3	10,0	2,7	10,5	13,2
	1	88,0	87,3	87,5	83,8	80,2	83,7	77,6	56,4	71,6	85,1	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	92,1	75,0	67,6	81,6	81,6
	2–4	6,1	8,8	4,5	2,4	2,7	15,5	22,4	43,6	25,7	13,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,6	15,0	29,7	7,9	5,3
	Średnia	**19,9**	**20,9**	**18,3**	**16,8**	**16,5**	**24,2**	**25,9**	**28,1**	**31,7**	**24,5**	**17,5**	**16,3**	**18,8**	**20,0**	**20,0**	**19,7**	**20,6**	**26,2**	**19,3**	**18,6**
Toruń	0	2,7	5,3	8,1	5,4	4,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-	-	-	-	-	28,6	7,1	7,1	7,1	0,0
	1	85,6	85,2	84,0	82,4	84,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-	-	-	-	-	64,3	85,7	85,7	85,7	92,9
	2–4	11,7	9,5	7,9	12,2	10,8	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	-	-	-	-	-	7,1	7,1	7,1	7,1	7,1
	Średnia	**21,8**	**21,1**	**20,0**	**21,5**	**21,1**	**40,0**	**40,0**	**70,0**	**45,0**	**45,0**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**	**18,6**	**19,3**	**18,9**	**18,6**	**21,8**
Wrocław	0	8,5	9,0	33,8	17,1	15,0	29,1	5,4	11,6	2,9	5,9	20,0	20,0	0,0	0,0	0,0	1,7	0,0	5,2	1,7	1,9
	1	75,6	77,6	57,7	70,1	74,2	55,2	77,7	69,9	61,3	70,6	40,0	80,0	100,0	33,3	33,3	79,3	81,7	79,3	76,3	67,9
	2–4	15,9	13,4	8,5	12,8	10,8	15,7	16,9	18,5	35,8	23,5	40,0	0,0	0,0	66,7	66,7	19,0	18,3	15,5	22,0	30,2
	Średnia	**21,8**	**21,9**	**17,3**	**19,7**	**19,3**	**19,0**	**22,5**	**22,3**	**26,6**	**23,3**	**22,0**	**20,0**	**18,3**	**36,7**	**34,2**	**24,6**	**23,4**	**21,9**	**25,5**	**25,7**
Zielona	0	7,2	0,9	16,6	11,6	15,0	63,0	4,3	8,7	5,3	2,6	-	-	-	-	-	-	0,0	0,0	0,0	0,0
Góra	1	70,3	81,9	73,7	77,5	76,3	33,3	73,9	65,2	65,8	81,6	-	-	-	-	-	-	0,0	100,0	100,0	100,0
	2–4	22,5	17,2	9,7	10,9	8,8	3,7	21,7	26,1	28,9	15,8	-	-	-	-	-	-	100,0	0,0	0,0	0,0
	Średnia	**23,2**	**24,2**	**19,0**	**20,0**	**18,8**	**12,0**	**22,8**	**22,0**	**24,3**	**22,2**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**	**40,0**	**22,5**	**22,5**	**22,5**
Gdańsk	0	4,8	1,6	4,9	3,9	0,5	11,8	3,2	12,1	7,1	3,7	-	-	-	-	-	39,0	11,9	33,3	55,6	17,4
	1	89,4	89,1	88,8	90,3	91,1	58,8	74,2	54,5	71,4	55,6	-	-	-	-	-	61,0	88,1	66,7	44,4	82,6
	2–4	5,8	9,3	6,3	5,9	8,4	29,4	22,6	33,3	21,4	40,7	-	-	-	-	-	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Średnia	**20,0**	**21,6**	**20,4**	**20,0**	**21,3**	**30,3**	**23,7**	**26,5**	**25,9**	**29,1**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**	**13,5**	**16,5**	**13,9**	**12,8**	**15,5**
Radom	0	12,5	18,2	13,7	17,2	14,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	16,2	20,0	29,0	26,1	26,7	33,3	50,0	50,0	62,5	62,5
	1	64,7	64,5	69,2	68,3	72,2	18,8	25,0	26,7	26,7	33,3	51,4	60,0	55,1	57,4	61,2	33,3	33,3	37,5	37,5	37,5
	2–4	22,8	17,3	17,1	14,5	13,2	81,3	75,0	73,3	73,3	66,7	32,4	20,0	15,9	16,5	12,1	33,3	16,7	12,5	0,0	0,0
	Średnia	**23,3**	**20,5**	**21,6**	**20,3**	**20,3**	**45,9**	**48,4**	**43,0**	**41,3**	**36,0**	**26,0**	**22,4**	**19,3**	**19,3**	**19,2**	**17,5**	**16,7**	**13,8**	**12,5**	**11,3**
Warszawa	0	0,7	2,4	7,2	5,9	6,7	-	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-	0,0	0,0	16,7	0,0	31,3
	1	78,4	79,2	78,6	80,4	84,6	-	-	-	-	100,0	-	-	-	-	-	100,0	100,0	83,3	100,0	68,8
	2–4	20,9	18,4	14,2	13,7	8,7	-	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Średnia	**24,5**	**22,7**	**21,1**	**21,8**	**21,0**	**-**	**-**	**-**	**-**	**25,0**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**	**20,8**	**20,0**	**17,5**	**19,2**	**14,7**
Razem	0	5,2	6,5	12,9	8,8	9,4	12,6	4,6	9,9	4,1	5,1	19,3	24,4	27,3	24,6	28,4	15,4	10,9	15,5	12,5	8,9
	1	79,1	78,7	76,0	78,2	79,6	69,3	75,2	68,3	69,0	75,6	70,4	65,2	63,3	64,7	62,5	72,6	75,0	71,2	74,4	78,7
	2–4	15,7	14,9	11,1	13,1	11,0	18,2	20,2	21,8	26,8	19,3	10,2	10,4	9,4	10,7	9,1	12,0	14,1	13,3	13,1	12,4
	Średnia	**22,4**	**22,2**	**20,2**	**21,2**	**20,8**	**23,0**	**24,4**	**23,5**	**26,1**	**24,0**	**19,4**	**18,2**	**18,0**	**18,6**	**17,6**	**20,9**	**20,8**	**20,3**	**21,2**	**21,2**

Tabela 4.1. – cd.

RDLP	Kl.def., śr.def.	Buk					Dąb					Brzoza					Olsza					Inne liściaste				
		2020	2021	2022	2023	2024	2020	2021	2022	2023	2024	2020	2021	2022	2023	2024	2020	2021	2022	2023	2024	2020	2021	2022	2023	2024
Białystok	0	-	-	-	-	-	0,8	0,0	0,7	1,5	0,0	5,9	8,0	13,6	15,0	8,4	11,4	7,7	19,7	27,6	32,4	14,5	18,4	37,3	29,2	34,7
	1	-	-	-	-	-	77,5	80,6	85,2	91,2	87,1	74,0	77,0	73,1	74,5	82,5	86,0	88,7	73,9	67,2	63,5	75,4	72,1	51,6	59,0	52,7
	2–4	-	-	-	-	-	21,7	19,4	14,1	7,3	12,9	20,1	15,0	13,3	10,5	9,1	2,6	3,6	6,4	5,2	4,1	10,1	9,6	11,1	11,8	12,6
	Średnia	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**	**24,8**	**25,0**	**23,5**	**21,7**	**22,9**	**23,9**	**22,8**	**22,4**	**20,7**	**21,3**	**18,2**	**18,6**	**18,1**	**16,7**	**17,3**	**19,9**	**20,8**	**19,2**	**20,5**	**20,2**
Katowice	0	25,8	44,8	28,8	24,1	28,5	0,0	3,1	0,0	0,0	0,0	3,5	12,4	7,5	1,0	0,5	4,6	7,6	7,6	0,0	2,9	11,0	11,3	1,3	4,1	9,2
	1	68,7	49,7	66,3	65,1	61,6	46,5	56,4	55,8	46,2	47,1	66,2	74,8	77,4	63,3	61,7	76,9	77,3	60,6	66,2	58,8	53,7	66,3	68,4	76,7	77,6
	2–4	5,5	5,5	4,9	10,8	9,9	53,5	40,4	44,2	53,8	52,9	30,3	12,8	15,1	35,7	37,8	18,5	15,2	31,8	33,8	38,2	35,4	22,5	30,4	19,2	13,2
	Średnia	**17,5**	**14,9**	**16,2**	**17,5**	**18,2**	**31,8**	**27,5**	**29,3**	**30,5**	**29,6**	**26,7**	**21,3**	**21,6**	**27,6**	**27,7**	**23,8**	**22,2**	**26,5**	**35,1**	**33,6**	**28,4**	**25,5**	**25,3**	**25,3**	**23,6**
Kraków	0	2,8	13,8	59,1	9,4	56,3	1,0	5,1	6,9	2,0	5,0	0,0	0,0	25,0	0,0	0,0	0,0	0,0	33,3	0,0	23,1	5,7	37,0	63,0	28,0	57,3
	1	87,3	80,1	35,8	86,2	40,0	74,2	66,7	66,3	47,5	68,3	80,0	80,0	56,3	73,7	94,7	81,5	74,1	48,1	96,2	76,9	78,4	54,3	28,4	61,0	35,4
	2–4	9,9	6,1	5,0	4,4	3,8	24,7	28,3	26,7	50,5	26,7	20,0	20,0	18,8	26,3	5,3	18,5	25,9	18,5	3,8	0,0	15,9	8,6	8,6	11,0	7,3
	Średnia	**22,7**	**18,2**	**14,2**	**17,4**	**13,4**	**25,0**	**25,4**	**22,9**	**27,5**	**23,2**	**24,0**	**25,3**	**20,6**	**26,8**	**18,7**	**24,8**	**24,6**	**17,6**	**20,4**	**16,5**	**22,4**	**18,2**	**15,5**	**18,1**	**15,9**
Krosno	0	18,1	40,1	40,1	30,6	60,8	2,4	14,6	25,4	16,0	17,1	0,0	14,3	0,0	2,4	7,0	19,3	31,1	2,7	6,7	2,7	15,1	25,0	23,7	29,6	21,4
	1	69,8	54,3	56,5	67,2	38,1	68,3	70,7	65,1	61,7	71,1	66,7	73,8	80,5	64,3	76,7	62,7	56,8	78,4	84,0	93,3	68,8	65,3	67,4	62,8	71,4
	2–4	12,1	5,6	3,4	2,2	1,1	29,3	14,6	9,5	22,2	11,8	33,3	11,9	19,5	33,3	16,3	18,1	12,2	18,9	9,3	4,0	16,1	9,7	8,8	7,6	7,3
	Średnia	**19,3**	**14,8**	**14,6**	**14,7**	**12,3**	**24,3**	**19,5**	**17,7**	**21,1**	**18,9**	**26,8**	**19,5**	**23,7**	**25,2**	**22,1**	**21,7**	**17,0**	**23,6**	**19,5**	**20,9**	**20,1**	**17,6**	**18,1**	**18,0**	**17,9**
Lublin	0	23,5	33,3	13,3	6,7	29,4	0,0	0,3	0,0	0,9	0,6	2,4	4,4	7,1	11,5	20,2	13,6	10,2	6,7	35,0	34,4	23,3	23,1	32,0	33,3	37,5
	1	41,2	53,3	66,7	86,7	52,9	47,2	62,7	66,9	78,5	79,2	81,1	77,0	77,5	71,6	64,0	78,0	88,1	93,3	65,0	63,9	50,0	46,2	48,0	45,8	33,3
	2–4	35,3	13,3	20,0	6,7	17,6	52,8	37,0	33,1	20,6	20,2	16,6	18,6	15,4	16,9	15,7	8,5	1,7	0,0	0,0	1,6	26,7	30,8	20,0	20,8	29,2
	Średnia	**28,2**	**20,0**	**21,7**	**19,7**	**19,7**	**29,5**	**27,7**	**26,2**	**24,3**	**24,2**	**24,1**	**22,8**	**22,5**	**22,3**	**21,2**	**21,1**	**18,1**	**17,4**	**14,8**	**15,6**	**26,2**	**27,3**	**24,2**	**20,4**	**21,0**
Łódź	0	11,1	88,9	88,9	68,4	63,2	8,8	4,3	5,7	4,8	8,1	0,9	4,7	6,1	9,2	5,8	12,5	37,5	22,2	0,0	11,1	11,1	48,1	57,1	39,3	46,4
	1	77,8	5,6	5,6	26,3	31,6	44,2	59,5	55,7	54,0	51,6	50,0	67,9	78,8	80,5	80,2	87,5	62,5	77,8	100,0	88,9	81,5	44,4	35,7	57,1	46,4
	2–4	11,1	5,6	5,6	5,3	5,3	46,9	36,2	38,5	41,1	40,3	49,1	27,4	15,2	10,3	14,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,4	7,4	7,1	3,6	7,1
	Średnia	**19,2**	**8,3**	**8,6**	**11,6**	**13,4**	**27,8**	**25,4**	**26,2**	**26,1**	**25,5**	**31,2**	**27,0**	**23,3**	**21,4**	**21,9**	**18,8**	**16,9**	**15,6**	**18,9**	**17,2**	**18,5**	**17,0**	**16,4**	**14,8**	**15,4**
Olsztyn	0	43,5	44,3	41,2	72,1	17,4	1,5	7,5	6,5	2,2	1,6	3,9	7,4	9,4	5,5	1,0	29,3	15,3	18,0	17,0	6,7	39,1	35,7	43,6	36,8	26,1
	1	50,7	52,5	54,4	26,5	71,0	83,3	84,4	87,3	89,9	95,6	89,3	86,8	82,8	86,7	93,0	64,2	79,1	72,4	76,9	89,9	45,5	50,4	45,5	49,6	66,4
	2–4	5,8	3,3	4,4	1,5	11,6	15,2	8,1	6,2	7,9	2,8	6,8	5,8	7,8	7,8	6,0	6,5	5,5	9,6	6,2	3,4	15,5	13,9	10,9	13,7	7,6
	Średnia	**14,9**	**14,1**	**14,6**	**12,3**	**18,6**	**22,9**	**20,6**	**19,6**	**20,6**	**20,4**	**20,3**	**20,4**	**19,9**	**20,6**	**21,6**	**18,8**	**19,3**	**20,4**	**19,4**	**19,6**	**20,7**	**20,6**	**20,0**	**18,0**	**18,2**
Piła	0	44,0	10,3	41,4	10,3	3,4	2,6	0,0	2,6	0,0	0,0	6,7	4,5	16,7	9,5	7,9	12,1	3,0	9,1	12,1	27,3	16,7	0,0	0,0	16,7	0,0
	1	52,0	86,2	48,3	89,7	96,6	56,4	30,8	56,4	33,3	53,8	61,1	70,1	60,6	71,4	73,0	87,9	87,9	78,8	51,5	63,6	83,3	33,3	66,7	16,7	50,0
	2–4	4,0	3,4	10,3	0,0	0,0	41,0	69,2	41,0	66,7	46,2	32,2	25,4	22,7	19,0	19,0	0,0	9,1	12,1	36,4	9,1	0,0	66,7	33,3	66,7	50,0
	Średnia	**14,0**	**17,9**	**17,8**	**16,0**	**17,6**	**27,1**	**36,8**	**28,1**	**32,6**	**29,2**	**35,1**	**23,9**	**22,2**	**21,8**	**21,7**	**16,1**	**22,1**	**19,8**	**23,5**	**17,7**	**18,3**	**30,0**	**25,0**	**30,0**	**29,2**
Poznań	0	50,0	71,4	100,0	66,7	75,0	0,0	2,3	13,5	1,6	1,7	6,1	17,2	36,5	12,6	9,0	10,9	15,4	39,9	8,8	10,1	11,9	17,9	28,6	10,1	10,1
	1	50,0	28,6	0,0	33,3	25,0	52,8	45,0	57,3	56,6	57,0	66,7	57,1	46,5	62,9	73,8	82,0	71,1	58,1	84,5	84,5	52,4	36,9	48,8	47,2	50,6
	2–4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	47,2	52,7	29,2	41,8	41,3	27,2	25,8	17,0	24,5	17,2	7,0	13,4	2,0	6,8	5,4	35,7	45,2	22,6	42,7	39,3
	Średnia	**13,3**	**10,7**	**9,0**	**12,5**	**12,5**	**30,7**	**32,7**	**24,1**	**29,7**	**28,5**	**24,5**	**23,3**	**20,1**	**27,0**	**24,6**	**18,4**	**18,9**	**14,4**	**19,2**	**18,5**	**26,7**	**26,8**	**21,6**	**28,5**	**25,6**

Tabela 4.1. – cd.

RDLP	Kl.def., śr.def.	Buk					Dąb					Brzoza					Olsza					Inne liściaste				
		2020	2021	2022	2023	2024	2020	2021	2022	2023	2024	2020	2021	2022	2023	2024	2020	2021	2022	2023	2024	2020	2021	2022	2023	2024
Szczecin	0	35,0	55,6	55,0	36,4	33,1	4,1	14,0	5,4	2,1	2,1	18,8	29,7	23,2	9,5	16,6	32,6	52,0	47,3	24,0	20,2	30,7	50,4	27,8	12,8	21,0
	1	48,3	35,7	32,1	52,7	57,6	51,1	57,6	61,5	58,1	61,4	60,2	48,8	56,7	75,7	76,6	45,7	29,9	25,6	51,4	59,1	41,2	34,2	51,3	66,7	63,9
	2–4	16,7	8,7	13,0	10,9	9,4	44,8	28,4	33,1	39,7	36,4	21,0	21,5	20,1	14,9	6,9	21,7	18,1	27,1	24,5	20,7	28,1	15,4	20,9	20,5	15,1
	Średnia	**19,7**	**14,7**	**16,0**	**18,8**	**18,0**	**29,3**	**23,3**	**25,3**	**27,0**	**26,3**	**23,8**	**21,5**	**20,3**	**20,9**	**19,9**	**19,8**	**16,4**	**20,5**	**22,1**	**22,4**	**20,4**	**16,2**	**20,0**	**22,6**	**20,3**
Szczecinek	0	19,2	6,3	0,3	3,5	3,8	2,5	0,0	0,0	0,7	0,0	10,9	7,1	3,2	2,7	0,3	10,2	8,8	1,0	2,9	2,9	21,7	0,0	0,0	2,4	4,9
	1	73,8	84,3	61,3	87,7	89,5	72,0	67,2	34,0	59,6	76,2	83,1	80,0	64,0	85,8	89,8	82,8	78,0	75,5	87,5	88,8	69,6	80,4	44,4	73,8	80,5
	2–4	7,0	9,4	38,3	8,8	6,6	25,4	32,8	66,0	39,7	23,8	6,0	12,9	32,9	11,5	10,0	7,0	13,2	23,5	9,6	8,3	8,7	19,6	55,6	23,8	14,6
	Średnia	**18,4**	**20,9**	**26,5**	**20,5**	**19,3**	**23,9**	**26,1**	**31,8**	**27,3**	**24,4**	**19,4**	**21,6**	**25,8**	**21,5**	**21,4**	**18,5**	**21,5**	**24,9**	**21,2**	**21,3**	**18,8**	**24,0**	**34,3**	**27,1**	**23,2**
Toruń	0	25,0	28,6	38,1	28,6	14,3	1,2	2,4	3,0	2,4	1,8	3,9	7,2	12,2	6,1	4,6	59,1	48,9	33,3	31,1	25,0	11,8	34,3	34,3	22,2	5,6
	1	60,0	66,7	52,4	52,4	71,4	69,0	72,9	77,5	79,9	81,8	85,7	85,0	82,3	84,4	83,2	40,9	48,9	64,4	66,7	72,7	85,3	57,1	57,1	69,4	86,1
	2–4	15,0	4,8	9,5	19,0	14,3	29,8	24,7	19,5	17,8	16,5	10,4	7,8	5,4	9,5	12,2	0,0	2,2	2,2	2,2	2,3	2,9	8,6	8,6	8,3	8,3
	Średnia	**21,0**	**17,9**	**17,6**	**19,8**	**22,4**	**26,7**	**24,2**	**23,9**	**23,3**	**23,8**	**20,4**	**18,6**	**17,8**	**19,6**	**21,1**	**12,3**	**13,3**	**14,1**	**14,9**	**14,9**	**18,7**	**16,4**	**15,7**	**17,2**	**19,3**
Wrocław	0	38,8	23,6	50,0	26,8	21,2	0,0	2,8	9,5	2,1	4,5	3,1	5,5	21,0	5,6	1,7	27,1	11,2	32,9	16,7	16,2	19,3	15,7	33,2	16,4	13,3
	1	44,9	61,8	42,3	55,4	71,2	38,5	53,1	67,3	57,5	58,3	49,1	73,2	64,1	71,5	81,6	62,1	76,9	58,1	73,8	77,8	49,6	60,6	51,3	62,2	70,2
	2–4	16,3	14,5	7,7	17,9	7,6	61,5	44,0	23,2	40,4	37,2	47,9	21,3	14,9	22,9	16,8	10,7	11,9	9,0	9,5	6,0	31,1	23,7	15,5	21,3	16,4
	Średnia	**19,2**	**20,8**	**16,3**	**20,7**	**18,4**	**34,3**	**29,1**	**23,2**	**28,0**	**26,2**	**31,0**	**25,9**	**21,0**	**26,2**	**23,5**	**17,8**	**19,7**	**17,5**	**19,6**	**18,7**	**28,6**	**26,2**	**20,3**	**22,0**	**21,3**
Zielona	0	80,0	26,7	33,3	40,0	40,0	3,8	0,0	4,7	1,9	1,2	6,9	0,0	8,8	4,5	3,3	44,9	8,2	32,7	28,6	35,3	19,4	0,0	27,5	9,2	10,8
Góra	1	20,0	73,3	66,7	60,0	60,0	22,0	55,0	51,7	45,9	46,0	42,6	66,3	62,6	68,5	74,7	53,1	91,8	67,3	69,4	64,7	66,7	81,7	65,2	76,3	79,7
	2–4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	74,2	45,0	43,6	52,2	52,8	50,5	33,7	28,6	27,0	22,0	2,0	0,0	0,0	2,0	0,0	13,9	18,3	7,2	14,5	9,5
	Średnia	**8,0**	**15,0**	**12,7**	**12,3**	**13,7**	**35,8**	**29,7**	**27,4**	**30,7**	**29,8**	**32,5**	**28,9**	**26,8**	**24,6**	**25,2**	**13,7**	**16,1**	**14,1**	**15,3**	**13,5**	**18,5**	**23,2**	**17,0**	**20,2**	**20,7**
Gdańsk	0	17,8	31,2	54,8	73,3	51,2	7,1	5,9	9,1	11,3	10,0	3,1	11,5	12,7	7,9	9,4	32,1	10,7	46,4	46,4	3,7	18,2	34,9	32,6	51,2	31,7
	1	74,4	67,7	45,2	25,6	47,7	88,2	94,1	90,9	87,5	83,8	86,5	80,6	80,4	82,6	83,9	60,7	85,7	50,0	46,4	88,9	77,3	58,1	62,8	48,8	63,4
	2–4	7,8	1,1	0,0	1,2	1,2	4,7	0,0	0,0	1,3	6,3	10,4	7,9	6,9	9,5	6,7	7,1	3,6	3,6	7,1	7,4	4,5	7,0	4,7	0,0	4,9
	Średnia	**17,2**	**14,4**	**12,4**	**12,1**	**13,1**	**19,4**	**18,9**	**18,9**	**16,1**	**19,5**	**21,8**	**20,5**	**19,5**	**20,5**	**19,8**	**17,0**	**15,5**	**15,5**	**15,5**	**22,8**	**17,0**	**16,2**	**19,4**	**13,9**	**15,9**
Radom	0	8,0	23,1	23,1	34,6	48,0	9,6	12,4	18,3	21,5	26,7	1,6	19,6	30,8	17,0	22,9	21,9	12,5	9,4	26,7	23,3	3,2	0,0	22,6	16,7	21,4
	1	44,0	38,5	57,7	42,3	36,0	65,2	71,5	64,1	66,4	67,1	75,4	66,7	59,6	76,6	70,8	65,6	68,8	78,1	73,3	76,7	64,5	56,7	41,9	43,3	60,7
	2–4	48,0	38,5	19,2	23,1	16,0	25,2	16,1	17,6	12,1	6,2	23,0	13,7	9,6	6,4	6,3	12,5	18,8	12,5	0,0	0,0	32,3	43,3	35,5	40,0	17,9
	Średnia	**27,0**	**24,0**	**22,1**	**18,5**	**17,6**	**22,4**	**20,9**	**20,2**	**19,2**	**18,3**	**24,3**	**19,3**	**18,8**	**18,9**	**17,4**	**21,7**	**24,8**	**23,6**	**16,5**	**16,3**	**30,6**	**28,0**	**27,7**	**27,6**	**24,5**
Warszawa	0	-	-	-	-	-	1,7	0,0	1,7	1,7	1,5	0,0	1,7	3,4	8,8	3,9	2,2	2,2	2,2	13,3	11,1	22,2	3,7	31,3	12,5	28,6
	1	-	-	-	-	-	18,6	51,6	55,2	70,7	73,5	27,1	54,2	58,6	64,9	74,5	64,4	71,1	75,6	77,8	73,3	51,9	92,6	68,8	68,8	57,1
	2–4	-	-	-	-	-	79,7	48,4	43,1	27,6	25,0	72,9	44,1	37,9	26,3	21,6	33,3	26,7	22,2	8,9	15,6	25,9	3,7	0,0	18,8	14,3
	Średnia	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**	**36,5**	**27,8**	**27,3**	**24,6**	**23,8**	**35,8**	**32,9**	**29,1**	**24,6**	**25,8**	**27,8**	**28,9**	**25,2**	**20,9**	**19,4**	**22,2**	**20,0**	**16,9**	**21,9**	**17,1**
Razem	0	21,9	29,8	35,4	26,9	34,4	2,1	4,3	6,1	3,4	3,8	5,8	9,6	12,7	7,5	6,3	21,0	17,5	22,3	17,2	15,7	18,4	23,0	30,9	22,2	22,4
	1	67,5	62,9	51,6	66,1	59,6	55,9	63,4	65,6	65,6	68,7	71,7	74,1	70,4	76,4	80,1	69,2	72,3	64,7	72,5	76,4	60,4	59,3	53,6	61,0	63,9
	2–4	10,5	7,3	13,0	7,0	6,0	42,0	32,4	28,2	31,0	27,5	22,5	16,3	16,8	16,2	13,6	9,8	10,2	13,0	10,2	7,9	21,2	17,7	15,6	16,9	13,7
	Średnia	**19,0**	**17,0**	**17,6**	**17,1**	**16,3**	**28,5**	**26,1**	**24,5**	**25,5**	**24,7**	**24,6**	**22,5**	**21,9**	**22,5**	**22,2**	**19,1**	**19,3**	**19,8**	**19,8**	**19,6**	**22,9**	**21,6**	**20,2**	**20,9**	**20,1**

Tabela 4.1. – cd.

RDLP	Kl.def., śr.def.	Iglaste razem					Liściaste razem					Gatunki razem				
		2020	2021	2022	2023	2024	2020	2021	2022	2023	2024	2020	2021	2022	2023	2024
Białystok	0	2,4	2,5	3,4	4,6	4,0	8,3	8,4	17,6	19,3	19,3	4,4	4,6	8,7	10,0	9,5
	1	88,7	87,9	86,4	83,2	85,8	78,4	80,2	71,4	72,1	71,7	85,2	85,1	80,8	79,1	80,7
	2–4	8,9	9,7	10,2	12,2	10,2	13,3	11,3	11,0	8,6	9,0	10,4	10,3	10,5	10,9	9,8
	Średnia	**22,1**	**22,9**	**22,2**	**22,5**	**22,7**	**21,6**	**21,6**	**20,7**	**19,6**	**20,2**	**21,9**	**22,4**	**21,7**	**21,5**	**21,8**
Katowice	0	5,3	8,4	7,4	0,6	4,5	8,4	16,1	9,2	6,0	7,4	6,6	11,6	8,1	2,9	5,7
	1	84,6	85,3	85,2	84,7	82,5	60,4	63,2	65,9	59,9	58,5	74,7	76,0	76,9	74,1	72,5
	2–4	10,1	6,4	7,5	14,7	13,0	31,2	20,7	25,0	34,1	34,0	18,8	12,4	14,9	23,0	21,8
	Średnia	**21,2**	**19,5**	**19,7**	**23,6**	**22,8**	**26,1**	**22,3**	**23,6**	**26,7**	**26,4**	**23,2**	**20,7**	**21,4**	**24,9**	**24,3**
Kraków	0	4,1	4,0	15,1	0,8	12,7	2,7	14,9	43,0	10,3	38,1	3,4	9,5	28,8	5,5	25,3
	1	85,0	84,5	72,9	83,8	73,1	81,6	71,2	44,0	70,8	51,5	83,3	77,8	58,7	77,4	62,4
	2–4	10,9	11,5	12,1	15,4	14,2	15,7	13,9	13,0	18,9	10,3	13,3	12,7	12,5	17,1	12,3
	Średnia	**22,1**	**20,8**	**19,6**	**23,3**	**20,9**	**23,4**	**20,7**	**17,3**	**20,9**	**17,0**	**22,7**	**20,7**	**18,5**	**22,1**	**18,9**
Krosno	0	19,9	29,1	24,0	25,2	19,3	15,1	30,6	26,6	24,2	33,7	17,7	29,8	25,1	24,7	25,8
	1	67,4	62,1	64,6	64,9	72,2	68,3	60,6	64,9	66,8	60,8	67,8	61,5	64,7	65,7	67,0
	2–4	12,7	8,8	11,4	10,0	8,5	16,6	8,8	8,5	9,0	5,5	14,5	8,8	10,1	9,5	7,2
	Średnia	**19,1**	**17,4**	**18,5**	**18,2**	**18,6**	**20,7**	**16,6**	**17,6**	**17,7**	**16,3**	**19,8**	**17,0**	**18,1**	**18,0**	**17,6**
Lublin	0	1,0	2,0	3,4	8,6	5,9	3,8	4,3	4,5	8,9	12,0	2,1	2,9	3,8	8,7	8,3
	1	71,1	69,2	69,6	67,4	70,5	59,8	68,6	71,9	74,0	70,7	66,7	69,0	70,5	70,0	70,6
	2–4	27,9	28,8	27,0	24,0	23,6	36,4	27,1	23,6	17,1	17,3	31,2	28,1	25,6	21,3	21,1
	Średnia	**26,3**	**26,1**	**25,6**	**23,8**	**24,2**	**26,9**	**25,1**	**24,0**	**22,5**	**22,2**	**26,6**	**25,7**	**25,0**	**23,3**	**23,4**
Łódź	0	9,9	14,9	15,6	16,0	17,6	6,2	15,3	17,0	14,2	15,4	9,0	15,0	15,9	15,6	17,1
	1	68,9	70,3	72,0	70,3	69,3	53,6	57,8	59,4	62,5	60,2	65,4	67,5	69,2	68,6	67,3
	2–4	21,3	14,8	12,4	13,7	13,2	40,2	26,9	23,6	23,2	24,4	25,6	17,5	14,9	15,8	15,7
	Średnia	**23,5**	**20,7**	**20,3**	**20,5**	**20,4**	**27,4**	**23,9**	**22,7**	**22,1**	**22,1**	**24,4**	**21,4**	**20,8**	**20,9**	**20,8**
Olsztyn	0	1,6	1,2	4,2	2,1	0,5	17,2	14,7	16,3	15,1	6,4	8,4	7,3	9,8	8,2	3,2
	1	87,0	85,3	82,7	80,2	83,6	73,2	78,2	75,8	77,3	88,7	81,0	82,1	79,5	78,9	86,0
	2–4	11,4	13,5	13,1	17,7	15,9	9,6	7,0	8,0	7,6	4,9	10,6	10,6	10,7	13,0	10,8
	Średnia	**22,6**	**23,4**	**22,8**	**23,8**	**24,4**	**20,2**	**19,8**	**19,6**	**19,5**	**20,1**	**21,5**	**21,8**	**21,3**	**21,8**	**22,4**
Piła	0	3,8	4,3	24,6	8,6	16,9	11,9	4,0	15,6	8,2	8,8	5,0	4,3	23,4	8,6	15,8
	1	82,6	76,5	68,8	78,5	77,2	64,2	66,1	61,3	60,0	70,0	79,8	75,1	67,8	76,0	76,2
	2–4	13,6	19,2	6,7	12,8	6,0	23,8	29,9	23,1	31,8	21,2	15,2	20,6	8,8	15,4	8,0
	Średnia	**22,1**	**23,6**	**17,2**	**20,7**	**17,9**	**27,0**	**25,7**	**22,4**	**23,9**	**22,2**	**22,9**	**23,9**	**17,9**	**21,1**	**18,5**
Poznań	0	5,5	12,1	40,8	17,5	21,3	5,8	11,6	27,6	7,7	7,4	5,6	11,9	35,9	13,9	16,1
	1	75,1	62,6	51,5	67,3	68,1	62,3	52,6	53,4	63,0	66,0	70,4	58,9	52,2	65,7	67,3
	2–4	19,4	25,3	7,7	15,2	10,6	31,9	35,7	19,1	29,3	26,6	23,9	29,2	11,9	20,4	16,6
	Średnia	**23,3**	**22,9**	**16,0**	**20,3**	**19,2**	**25,9**	**26,3**	**20,5**	**26,3**	**24,7**	**24,2**	**24,2**	**17,6**	**22,5**	**21,2**

Tabela 4.1. – cd.

RDLP	Kl.def., śr.def.	Iglaste razem					Liściaste razem					Gatunki razem				
		2020	2021	2022	2023	2024	2020	2021	2022	2023	2024	2020	2021	2022	2023	2024
Szczecin	0	9,3	11,1	9,9	4,9	3,5	22,0	37,3	29,6	15,7	16,8	13,2	19,6	16,3	8,4	7,8
	1	68,4	69,0	71,4	76,9	82,7	50,1	42,8	46,0	59,9	63,2	62,7	60,5	63,1	71,4	76,3
	2–4	22,3	19,9	18,7	18,1	13,8	28,0	19,9	24,4	24,4	20,1	24,0	19,9	20,6	20,2	15,9
	Średnia	**23,3**	**22,4**	**22,7**	**23,0**	**22,3**	**23,3**	**19,0**	**21,0**	**22,8**	**22,0**	**23,3**	**21,3**	**22,2**	**22,9**	**22,2**
Szczecinek	0	5,4	3,7	7,2	12,9	15,9	12,7	6,0	1,4	2,7	1,9	8,3	4,6	4,8	8,6	10,1
	1	87,8	86,2	84,7	82,9	80,6	78,4	79,1	60,4	82,4	87,3	84,0	83,3	74,7	82,7	83,4
	2–4	6,8	10,1	8,1	4,2	3,5	8,9	14,9	38,3	14,9	10,8	7,7	12,1	20,5	8,7	6,5
	Średnia	**20,3**	**21,3**	**19,2**	**17,9**	**17,1**	**19,4**	**22,1**	**27,0**	**22,2**	**21,3**	**20,0**	**21,6**	**22,5**	**19,7**	**18,8**
Toruń	0	3,0	5,3	8,1	5,5	4,9	10,2	13,0	13,9	9,8	6,2	4,7	7,2	9,5	6,5	5,2
	1	85,2	85,0	83,9	82,3	84,3	73,1	73,1	74,8	77,8	81,1	82,3	82,2	81,7	81,2	83,5
	2–4	11,8	9,7	8,0	12,2	10,8	16,7	13,9	11,3	12,4	12,7	13,0	10,7	8,8	12,3	11,3
	Średnia	**21,8**	**21,1**	**20,1**	**21,5**	**21,1**	**21,9**	**20,1**	**19,7**	**20,4**	**21,5**	**21,8**	**20,8**	**20,0**	**21,2**	**21,2**
Wrocław	0	15,4	7,3	24,4	11,4	11,3	12,0	9,3	23,6	10,2	9,1	13,8	8,2	24,0	10,8	10,2
	1	68,4	77,9	63,3	67,3	72,5	47,3	62,9	59,9	64,0	69,6	58,3	70,8	61,7	65,7	71,1
	2–4	16,1	14,8	12,2	21,2	16,3	40,7	27,9	16,5	25,9	21,3	27,9	21,0	14,3	23,4	18,7
	Średnia	**21,0**	**22,2**	**19,2**	**22,4**	**21,0**	**28,8**	**25,8**	**20,7**	**24,4**	**22,7**	**24,7**	**23,9**	**19,9**	**23,3**	**21,9**
Zielona	0	8,3	1,0	16,5	11,4	14,6	16,3	2,1	14,7	8,8	10,5	10,0	1,2	16,1	10,8	13,6
Góra	1	69,6	81,6	73,6	77,2	76,5	40,4	68,3	59,5	60,6	62,1	63,3	78,7	70,6	73,5	73,1
	2–4	22,1	17,4	9,9	11,4	9,0	43,4	29,6	25,7	30,7	27,4	26,7	20,1	13,3	15,7	13,2
	Średnia	**23,0**	**24,2**	**19,1**	**20,1**	**18,9**	**27,5**	**26,0**	**23,0**	**24,6**	**23,9**	**24,0**	**24,6**	**19,9**	**21,1**	**20,0**
Gdańsk	0	6,7	2,1	6,5	6,6	1,5	9,8	16,8	24,7	28,5	20,0	7,7	6,9	12,4	13,8	7,4
	1	86,9	88,6	86,5	87,3	89,6	82,1	78,6	71,5	66,4	74,6	85,4	85,3	81,6	80,5	84,8
	2–4	6,4	9,3	7,1	6,1	8,9	8,1	4,5	3,8	5,2	5,3	7,0	7,8	6,0	5,8	7,8
	Średnia	**20,1**	**21,5**	**20,3**	**19,8**	**21,2**	**19,8**	**18,2**	**17,7**	**17,0**	**18,1**	**20,0**	**20,4**	**19,5**	**18,9**	**20,2**
Radom	0	12,9	18,3	16,0	18,7	16,7	8,5	13,4	20,5	22,0	27,1	11,7	17,0	17,2	19,6	19,5
	1	61,7	62,8	66,1	65,4	69,3	65,5	65,6	61,8	64,2	65,3	62,7	63,6	64,9	65,1	68,2
	2–4	25,4	18,8	18,0	15,9	14,0	26,1	21,0	17,7	13,8	7,6	25,6	19,4	17,9	15,3	12,3
	Średnia	**24,1**	**21,3**	**21,6**	**20,5**	**20,3**	**24,0**	**22,1**	**21,3**	**19,7**	**18,5**	**24,1**	**21,5**	**21,5**	**20,3**	**19,8**
Warszawa	0	0,7	2,3	7,4	5,8	7,6	4,2	1,5	5,1	8,0	7,6	1,7	2,1	6,7	6,4	7,6
	1	78,7	79,5	78,7	80,7	84,0	36,8	62,6	62,7	70,5	71,9	66,4	74,2	73,8	77,7	80,3
	2–4	20,7	18,1	14,0	13,5	8,3	58,9	35,9	32,2	21,6	20,5	31,9	23,7	19,5	15,9	12,1
	Średnia	**24,4**	**22,7**	**21,1**	**21,8**	**20,7**	**32,2**	**28,5**	**26,4**	**23,4**	**22,5**	**26,7**	**24,5**	**22,7**	**22,2**	**21,3**
Razem	0	6,6	7,2	13,4	9,3	9,9	11,4	14,1	18,0	12,7	13,3	8,3	9,6	15,0	10,5	11,1
	1	77,9	77,8	74,8	76,8	78,5	64,7	67,2	63,2	69,0	71,0	73,3	74,0	70,7	74,0	75,8
	2–4	15,5	15,0	11,8	13,9	11,5	23,9	18,7	18,8	18,3	15,6	18,4	16,3	14,3	15,5	13,0
	Średnia	**22,3**	**22,2**	**20,4**	**21,4**	**20,9**	**23,7**	**22,1**	**21,5**	**22,0**	**21,4**	**22,8**	**22,1**	**20,8**	**21,6**	**21,0**

Tabela 4.2. Udział procentowy drzew w klasach defoliacji 0 (do 10% def.), 1 (> 10–25% 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 2015–2024.

Kraina przyr.–leśna	Kl.def., śr.def.	Sosna					Świerk					Jodła					Inne iglaste				
		2015	2016	2017	2018	2019	2015	2016	2017	2018	2019	2015	2016	2017	2018	2019	2015	2016	2017	2018	2019
Bałtycka	0	17,8	10,1	10,4	10,3	8,8	15,4	7,7	7,3	12,1	10,9	-	-	-	0,0	0,0	23,0	12,1	13,7	16,4	10,5
	1	73,7	81,2	82,0	82,5	81,7	69,3	71,3	72,4	71,8	69,4	-	-	-	100,0	100,0	68,4	78,7	77,4	76,2	82,3
	2–4	8,5	8,7	7,7	7,2	9,5	15,4	21,0	20,3	16,1	19,8	-	-	-	0,0	0,0	8,6	9,2	8,9	7,4	7,3
	Średnia	**18,6**	**19,7**	**19,4**	**19,2**	**20,2**	**19,9**	**22,2**	**22,5**	**23,0**	**25,5**	-	-	-	**17,5**	**17,5**	**17,7**	**19,5**	**19,1**	**18,9**	**19,3**
Mazursko–Podlaska	0	5,5	3,9	3,0	2,6	2,3	12,0	14,3	10,9	15,6	6,2	-	-	-	-	-	8,3	0,0	5,0	45,0	10,0
	1	80,2	80,9	82,9	85,4	89,2	51,9	62,4	67,1	66,7	75,4	-	-	-	-	-	87,5	100,0	90,0	55,0	85,0
	2–4	14,3	15,2	14,1	12,0	8,5	36,1	23,3	22,0	17,8	18,4	-	-	-	-	-	4,2	0,0	5,0	0,0	5,0
	Średnia	**22,4**	**23,1**	**23,5**	**22,9**	**22,1**	**24,4**	**22,5**	**23,5**	**23,4**	**25,1**	-	-	-	-	-	**16,9**	**18,2**	**18,5**	**13,8**	**17,3**
Wielkopolsko–Pomorska	0	6,8	3,9	6,0	8,2	4,5	28,7	13,7	18,1	15,1	13,2	-	-	-	-	-	20,8	13,2	11,2	11,4	10,1
	1	80,9	82,0	76,4	75,5	74,1	65,4	71,6	68,1	74,8	70,5	-	-	-	-	-	64,2	71,7	64,0	58,0	53,9
	2–4	12,3	14,1	17,6	16,3	21,4	5,9	14,7	13,8	10,1	16,3	-	-	-	-	-	15,1	15,1	24,7	30,7	36,0
	Średnia	**21,3**	**21,9**	**22,4**	**22,0**	**23,4**	**16,7**	**21,6**	**20,3**	**19,6**	**20,7**	-	-	-	-	-	**20,9**	**22,9**	**25,1**	**26,1**	**29,7**
Mazowiecko–Podlaska	0	4,0	3,6	3,5	3,5	2,3	14,3	17,9	7,1	3,2	0,0	-	-	-	-	-	30,8	23,1	29,6	29,6	7,4
	1	74,8	74,5	74,3	73,9	74,9	35,7	60,7	64,3	77,4	74,3	-	-	-	-	-	65,4	73,1	66,7	66,7	81,5
	2–4	21,2	21,9	22,1	22,7	22,8	50,0	21,4	28,6	19,4	25,7	-	-	-	-	-	3,9	3,8	3,7	3,7	11,1
	Średnia	**23,2**	**23,8**	**24,2**	**24,4**	**24,8**	**26,6**	**20,5**	**28,9**	**26,8**	**26,3**	-	-	-	-	-	**16,4**	**16,7**	**16,9**	**16,5**	**18,7**
Śląska	0	2,6	1,5	3,9	11,0	4,4	11,7	4,3	27,8	36,6	39,5	-	-	-	-	-	15,6	13,6	11,3	13,6	16,0
	1	86,0	83,7	73,4	71,0	59,7	79,8	74,5	58,2	48,8	55,8	-	-	-	-	-	71,4	70,4	71,3	64,2	53,1
	2–4	11,4	14,8	22,7	17,9	36,0	8,5	21,3	13,9	14,6	4,7	-	-	-	-	-	13,0	16,0	17,5	22,2	30,9
	Średnia	**21,3**	**22,5**	**24,3**	**22,6**	**27,0**	**19,2**	**23,6**	**18,6**	**17,9**	**16,7**	-	-	-	-	-	**20,5**	**21,9**	**22,6**	**22,6**	**25,3**
Małopolska	0	13,6	10,6	12,1	13,3	9,4	10,0	3,9	4,0	3,9	0,0	18,3	8,5	10,4	8,8	15,3	8,3	4,2	5,7	14,3	11,8
	1	66,5	67,6	66,7	65,9	71,6	46,4	38,2	39,0	33,3	41,1	57,2	62,8	57,5	57,5	56,6	75,0	79,2	69,8	73,6	74,2
	2–4	20,0	21,8	21,1	20,9	19,0	43,6	57,8	57,0	62,7	58,9	24,5	28,7	32,1	33,7	28,1	16,7	16,7	24,5	12,1	14,0
	Średnia	**22,3**	**23,0**	**22,8**	**22,7**	**23,0**	**28,8**	**31,6**	**34,4**	**37,5**	**37,1**	**22,7**	**25,8**	**26,2**	**27,6**	**24,7**	**20,4**	**22,3**	**23,4**	**20,1**	**20,9**
Sudecka	0	6,3	0,0	0,0	12,5	6,3	13,7	9,8	18,3	7,6	28,7	15,4	23,1	30,0	30,0	10,0	2,2	2,2	4,3	4,4	28,6
	1	81,3	76,9	52,9	56,3	31,3	73,5	72,5	60,7	70,2	37,3	69,2	61,5	60,0	70,0	40,0	93,3	76,1	60,9	55,6	19,0
	2–4	12,5	23,1	47,1	31,3	62,5	12,8	17,7	21,0	22,2	34,0	15,4	15,4	10,0	0,0	50,0	4,5	21,7	34,8	40,0	52,4
	Średnia	**21,9**	**25,4**	**26,5**	**23,4**	**30,9**	**19,9**	**22,2**	**22,0**	**23,5**	**23,1**	**19,2**	**23,8**	**18,5**	**19,0**	**27,0**	**21,0**	**25,1**	**26,0**	**26,1**	**24,5**
Karpacka	0	5,8	5,1	4,7	3,9	0,4	6,1	5,6	8,1	6,7	1,2	19,9	18,0	23,6	27,8	12,2	1,3	1,2	2,2	8,8	11,5
	1	76,1	76,5	78,6	82,0	83,0	60,9	60,5	58,0	66,4	72,8	66,9	67,0	62,4	60,4	79,2	70,1	75,3	75,8	79,6	78,8
	2–4	18,1	18,4	16,7	14,1	16,6	32,9	33,9	33,9	26,9	26,0	13,3	15,0	14,1	11,8	8,6	28,6	23,5	22,0	11,5	9,7
	Średnia	**23,1**	**23,5**	**23,1**	**22,7**	**24,4**	**26,8**	**27,8**	**27,9**	**25,9**	**26,3**	**19,4**	**20,0**	**19,4**	**18,6**	**18,6**	**25,4**	**24,9**	**24,9**	**20,8**	**19,5**
Kraj	0	8,8	6,0	6,9	8,3	5,4	12,2	9,2	12,0	11,4	11,9	19,5	16,3	21,2	24,2	12,7	14,5	9,0	9,8	14,1	12,7
	1	76,1	77,6	75,2	74,8	75,2	62,7	65,0	62,4	66,0	63,1	65,2	66,1	61,4	60,1	74,7	72,4	76,4	71,7	69,3	67,6
	2–4	15,0	16,4	17,9	16,9	19,4	25,1	25,7	25,6	22,6	25,0	15,3	17,5	17,4	15,7	12,6	13,1	14,6	18,5	16,5	19,7
	Średnia	**21,6**	**22,3**	**22,7**	**22,3**	**23,3**	**23,0**	**24,2**	**24,4**	**24,3**	**25,0**	**20,0**	**21,1**	**20,7**	**20,3**	**19,8**	**20,2**	**21,8**	**22,5**	**21,3**	**22,2**

Tabela 4.2. – cd.

Kraina przyr.–leśna	Kl.def., śr.def.	Buk					Dąb					Brzoza					Olsza					Inne liściaste				
		2015	2016	2017	2018	2019	2015	2016	2017	2018	2019	2015	2016	2017	2018	2019	2015	2016	2017	2018	2019	2015	2016	2017	2018	2019
Bałtycka	0	38,8	19,6	27,8	30,1	23,9	10,4	5,6	5,2	30,1	6,3	11,4	8,7	12,8	12,6	16,1	15,5	11,9	11,8	21,5	22,5	25,8	18,9	28,3	35,9	23,8
	1	58,0	75,2	69,3	66,9	65,4	67,0	69,2	71,0	66,9	65,6	78,0	77,7	78,0	76,9	75,5	75,2	76,4	77,7	68,8	66,0	62,0	65,9	59,0	58,1	62,3
	2–4	3,2	5,2	2,9	3,0	10,7	22,6	25,2	23,9	3,0	28,1	10,7	13,6	9,2	10,5	8,4	9,3	11,7	10,5	9,7	11,5	12,2	15,2	12,7	6,0	13,8
	Średnia	**15,2**	**17,3**	**15,8**	**15,7**	**18,5**	**22,5**	**23,5**	**23,1**	**15,7**	**25,2**	**19,5**	**20,5**	**19,3**	**19,7**	**19,4**	**18,7**	**20,0**	**19,5**	**18,5**	**18,5**	**19,1**	**21,4**	**19,7**	**17,2**	**20,4**
Mazursko–	0	56,7	50,0	30,0	80,0	40,0	0,0	0,5	0,5	80,0	1,5	4,2	3,7	4,6	4,4	9,8	24,1	16,5	11,2	20,4	17,4	28,3	24,3	22,2	25,1	21,5
Podlaska	1	43,3	50,0	70,0	20,0	60,0	75,9	62,8	73,6	20,0	88,8	69,8	54,2	63,4	73,7	78,3	66,4	73,2	80,3	72,1	78,9	61,0	59,8	60,5	64,8	69,4
	2–4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	24,1	36,7	25,9	0,0	9,8	26,1	42,1	31,9	21,9	11,9	9,5	10,3	8,5	7,6	3,7	10,8	15,9	17,3	10,1	9,0
	Średnia	**11,8**	**12,5**	**15,5**	**10,5**	**12,5**	**24,0**	**26,4**	**25,1**	**10,5**	**22,5**	**25,8**	**29,0**	**26,7**	**24,4**	**21,9**	**18,6**	**19,5**	**20,4**	**19,5**	**17,3**	**17,5**	**19,4**	**20,4**	**18,8**	**19,1**
Wielkopolsko–	0	36,3	9,9	21,3	25,4	33,3	1,7	2,1	4,6	25,4	3,2	7,4	4,7	8,2	11,0	12,4	17,7	7,3	21,3	32,9	25,9	24,1	18,5	28,4	22,3	14,2
Pomorska	1	61,3	79,0	75,6	68,3	56,7	73,9	68,6	56,9	68,3	45,5	72,6	62,7	65,4	64,5	68,0	80,3	87,5	70,7	61,1	64,8	50,7	58,5	51,2	54,9	59,8
	2–4	2,5	11,1	3,1	6,3	9,9	24,4	29,3	38,4	6,3	51,3	20,0	32,6	26,3	24,5	19,6	2,0	5,3	7,9	6,0	9,3	25,2	22,9	20,4	22,9	25,9
	Średnia	**14,8**	**19,6**	**16,1**	**16,6**	**17,3**	**24,8**	**26,1**	**27,0**	**16,6**	**31,3**	**22,2**	**26,0**	**24,0**	**23,8**	**23,2**	**17,1**	**19,4**	**18,7**	**16,2**	**17,7**	**22,6**	**23,1**	**21,0**	**21,6**	**23,4**
Mazowiecko–	0	33,3	0,0	50,0	66,7	33,3	6,8	4,3	3,2	66,7	0,9	10,6	9,8	7,1	6,3	5,6	17,1	14,6	12,7	16,7	13,2	13,5	16,6	12,3	14,6	13,2
Podlaska	1	66,7	100,0	50,0	33,3	66,7	63,9	63,7	64,3	33,3	53,2	69,2	64,3	70,2	74,6	74,4	67,6	70,9	76,6	73,0	78,7	71,3	63,8	63,9	62,1	64,6
	2–4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	29,4	32,0	32,4	0,0	45,9	20,1	25,9	22,7	19,2	20,0	15,4	14,4	10,7	10,3	8,1	15,2	19,6	23,8	23,4	22,1
	Średnia	**16,7**	**17,5**	**12,5**	**10,0**	**15,0**	**24,4**	**25,3**	**25,3**	**10,0**	**27,9**	**22,3**	**24,3**	**24,4**	**23,5**	**23,4**	**22,0**	**21,8**	**20,2**	**20,2**	**19,3**	**20,6**	**21,8**	**23,5**	**23,4**	**23,1**
Śląska	0	17,4	15,2	19,2	16,5	26,0	1,8	1,2	4,2	16,5	0,4	4,5	3,4	8,2	7,8	1,9	13,1	7,2	20,4	19,1	22,7	8,1	6,1	15,6	9,9	6,0
	1	73,9	78,3	69,2	62,0	33,8	63,5	60,7	53,8	62,0	9,2	65,6	53,0	46,9	47,9	36,2	77,4	76,0	58,5	65,8	42,9	57,9	56,0	49,1	48,3	36,4
	2–4	8,7	6,5	11,5	21,5	40,3	34,7	38,1	42,0	21,5	90,4	30,0	43,6	44,9	44,4	61,8	9,5	16,8	21,1	15,1	34,4	34,1	37,9	35,3	41,8	57,7
	Średnia	**19,7**	**19,9**	**19,9**	**20,4**	**23,9**	**25,6**	**26,7**	**26,7**	**20,4**	**43,9**	**24,4**	**28,3**	**29,8**	**30,8**	**35,5**	**19,4**	**20,9**	**20,6**	**20,0**	**23,4**	**28,8**	**27,7**	**26,2**	**30,1**	**36,1**
Małopolska	0	44,3	37,9	47,1	32,5	14,5	7,6	5,4	3,9	32,5	3,9	9,6	3,4	3,6	5,2	3,3	22,0	15,2	14,3	20,3	17,0	30,8	24,8	23,5	22,9	17,5
	1	49,5	53,2	44,3	59,6	70,5	63,2	59,2	55,6	59,6	57,4	65,8	52,4	54,8	62,9	67,0	67,0	65,0	62,9	61,0	68,8	47,7	52,0	50,0	56,4	62,8
	2–4	6,2	8,9	8,6	7,9	15,0	29,2	35,4	40,6	7,9	38,8	24,6	44,2	41,6	32,0	29,7	11,0	19,7	22,8	18,7	14,2	21,6	23,3	26,5	20,6	19,7
	Średnia	**15,6**	**17,1**	**16,2**	**17,1**	**19,2**	**24,5**	**26,0**	**27,0**	**17,1**	**27,3**	**23,7**	**28,4**	**28,4**	**26,2**	**26,1**	**19,2**	**22,2**	**23,7**	**22,1**	**20,8**	**22,0**	**23,2**	**24,0**	**22,4**	**22,7**
Sudecka	0	47,7	28,3	43,5	27,7	36,6	1,8	0,0	0,0	27,7	0,9	9,9	3,5	0,0	16,0	1,9	5,3	0,0	6,7	38,9	11,1	6,5	3,8	13,2	22,9	20,9
	1	50,0	54,3	41,3	57,4	46,3	67,3	56,6	51,0	57,4	26,2	69,0	84,2	76,0	68,0	46,2	52,6	57,9	40,0	11,1	61,1	62,5	62,1	54,7	50,3	45,9
	2–4	2,3	17,4	15,2	14,9	17,1	30,9	43,4	49,0	14,9	72,9	21,1	12,3	24,0	16,0	51,9	42,1	42,1	53,3	50,0	27,8	31,0	34,1	32,1	26,9	33,1
	Średnia	**14,2**	**20,5**	**19,1**	**21,9**	**18,2**	**25,6**	**27,8**	**28,7**	**21,9**	**39,1**	**21,9**	**21,5**	**22,9**	**21,9**	**30,1**	**25,5**	**26,6**	**28,3**	**22,8**	**23,1**	**25,6**	**26,5**	**25,6**	**24,0**	**27,4**
Karpacka	0	37,8	25,2	34,8	26,4	11,3	1,4	0,7	2,3	26,4	0,8	15,5	5,2	6,6	11,8	0,8	10,2	11,0	3,9	3,1	3,9	37,2	22,4	29,2	26,0	14,9
	1	55,7	63,5	55,6	66,1	83,3	66,9	60,1	55,8	66,1	75,6	62,8	71,3	57,9	78,0	87,5	60,2	52,5	53,1	62,8	75,0	53,8	62,3	58,2	63,4	76,5
	2–4	6,5	11,2	9,6	7,5	5,4	31,7	39,1	41,9	7,5	23,6	21,7	23,5	35,5	10,2	11,7	29,7	36,4	43,0	34,1	21,1	9,1	15,3	12,6	10,5	8,6
	Średnia	**15,9**	**17,9**	**17,2**	**17,1**	**17,9**	**26,7**	**26,5**	**26,6**	**17,1**	**25,4**	**22,1**	**23,8**	**27,8**	**19,1**	**23,5**	**26,2**	**28,2**	**30,9**	**28,4**	**26,4**	**17,3**	**20,4**	**19,4**	**18,8**	**19,3**
Kraj	0	38,3	24,3	32,7	28,2	18,7	5,2	3,4	3,8	4,4	2,9	8,9	6,3	7,3	8,0	8,1	18,5	13,0	13,8	21,1	18,3	24,8	18,7	23,3	22,7	15,9
	1	56,5	66,9	60,2	64,9	70,9	66,7	63,4	60,0	59,3	50,8	70,4	63,0	65,0	68,9	69,6	70,3	73,4	72,9	67,5	71,0	56,9	59,7	55,5	58,2	62,6
	2–4	5,2	8,8	7,1	6,9	10,4	28,1	33,2	36,2	36,3	46,3	20,7	30,7	27,6	23,1	22,3	11,2	13,6	13,3	11,4	10,7	18,3	21,7	21,2	19,1	21,4
	Średnia	**15,7**	**17,8**	**16,7**	**16,9**	**18,5**	**24,5**	**25,7**	**26,1**	**26,0**	**30,1**	**22,5**	**25,3**	**25,0**	**24,0**	**24,1**	**19,7**	**20,9**	**20,8**	**19,7**	**19,2**	**21,1**	**22,5**	**22,0**	**21,6**	**23,2**

Tabela 4.2. – cd.

Kraina przyrodniczo–leśna	Kl. def., śr. def.	Iglaste razem					Liściaste razem					Gatunki razem				
		2015	2016	2017	2018	2019	2015	2016	2017	2018	2019	2015	2016	2017	2018	2019
Bałtycka	0	17,9	10,0	10,2	10,7	9,0	18,6	11,8	15,9	19,1	17,6	18,2	10,7	12,8	14,6	13,0
	1	73,2	80,4	80,9	81,4	80,7	69,8	74,0	72,8	70,1	68,4	71,8	77,8	77,3	76,2	75,0
	2–4	9,0	9,6	8,8	7,9	10,2	11,6	14,2	11,3	10,8	14,0	10,1	11,4	10,0	9,2	12,0
	Średnia	**18,7**	**19,9**	**19,7**	**19,5**	**20,6**	**19,1**	**20,5**	**19,4**	**19,0**	**20,3**	**18,8**	**20,1**	**19,6**	**19,3**	**20,5**
Mazursko–	0	6,6	5,6	4,2	5,0	3,0	16,4	12,4	9,8	14,5	13,9	10,3	8,2	6,4	8,8	7,4
Podlaska	1	75,7	78,1	80,5	82,1	87,0	67,3	63,7	71,0	71,8	78,2	72,5	72,5	76,8	78,0	83,4
	2–4	17,7	16,4	15,3	12,8	10,0	16,3	23,9	19,2	13,7	7,9	17,2	19,3	16,8	13,2	9,2
	Średnia	**22,7**	**22,9**	**23,5**	**22,9**	**22,6**	**21,1**	**23,1**	**22,9**	**21,3**	**19,7**	**22,1**	**23,0**	**23,2**	**22,2**	**21,4**
Wielkopolsko–	0	7,2	4,2	6,2	8,3	4,8	11,6	6,9	13,8	17,1	14,4	8,1	4,7	7,9	10,3	6,9
Pomorska	1	80,6	81,7	76,1	75,3	73,8	70,3	68,8	62,7	60,6	59,3	78,4	79,0	73,2	72,0	70,5
	2–4	12,2	14,1	17,6	16,4	21,5	18,1	24,3	23,6	22,4	26,4	13,5	16,2	18,9	17,7	22,6
	Średnia	**21,3**	**21,9**	**22,4**	**22,0**	**23,4**	**21,7**	**24,1**	**22,8**	**22,0**	**23,9**	**21,4**	**22,4**	**22,5**	**22,0**	**23,5**
Mazowiecko–	0	4,3	3,9	3,7	3,7	2,3	11,8	10,6	8,4	9,2	7,6	7,1	6,5	5,5	5,8	4,4
Podlaska	1	74,5	74,4	74,2	73,8	74,9	68,0	65,8	69,9	70,6	70,4	72,0	71,1	72,6	72,6	73,2
	2–4	21,3	21,8	22,1	22,5	22,7	20,2	23,6	21,7	20,2	21,9	20,9	22,5	21,9	21,6	22,4
	Średnia	**23,2**	**23,8**	**24,1**	**24,4**	**24,7**	**22,4**	**23,6**	**23,4**	**23,1**	**23,2**	**22,9**	**23,7**	**23,9**	**23,9**	**24,1**
Śląska	0	3,5	2,1	5,4	12,4	6,7	6,1	4,4	10,5	9,0	6,0	4,6	3,1	7,6	10,9	6,4
	1	85,2	82,7	72,6	69,6	59,1	65,3	60,5	52,4	47,6	27,7	76,7	73,2	63,8	59,9	45,0
	2–4	11,3	15,2	22,0	18,0	34,1	28,6	35,1	37,1	43,4	66,3	18,7	23,7	28,6	29,2	48,6
	Średnia	**21,1**	**22,6**	**23,9**	**22,4**	**26,4**	**24,8**	**26,3**	**26,3**	**28,4**	**36,5**	**22,7**	**24,2**	**25,0**	**25,0**	**30,9**
Małopolska	0	13,6	10,3	11,8	12,9	9,5	17,9	12,6	12,2	11,9	8,8	15,0	11,0	11,9	12,5	9,3
	1	65,8	66,9	65,8	65,0	70,4	59,7	55,8	54,2	59,5	63,8	63,8	63,3	61,8	63,0	68,0
	2–4	20,6	22,8	22,3	22,1	20,1	22,4	31,7	33,6	28,7	27,4	21,2	25,7	26,3	24,4	22,8
	Średnia	**22,4**	**23,3**	**23,2**	**23,2**	**23,3**	**22,4**	**24,9**	**25,6**	**24,5**	**24,6**	**22,4**	**23,8**	**24,0**	**23,7**	**23,8**
Sudecka	0	12,5	9,1	16,4	8,0	27,4	9,9	5,4	11,4	18,6	14,1	11,3	7,3	14,1	13,0	21,1
	1	75,4	72,7	60,4	68,1	35,3	63,1	62,7	54,3	52,7	41,3	69,6	67,9	57,7	60,7	38,2
	2–4	12,1	18,2	23,1	23,9	37,2	27,0	32,0	34,3	28,8	44,6	19,2	24,8	28,2	26,2	40,7
	Średnia	**20,0**	**22,6**	**22,5**	**23,7**	**23,6**	**23,9**	**25,5**	**25,4**	**24,0**	**29,8**	**21,9**	**24,0**	**23,8**	**23,8**	**26,5**
Karpacka	0	11,9	10,8	13,9	15,5	6,6	30,9	19,9	26,0	21,6	10,7	21,1	15,2	19,8	18,5	8,6
	1	67,8	68,1	66,2	68,6	78,7	56,8	62,6	56,6	66,3	79,8	62,4	65,4	61,5	67,5	79,3
	2–4	20,4	21,1	19,9	15,9	14,7	12,3	17,6	17,4	12,2	9,5	16,5	19,4	18,7	14,1	12,1
	Średnia	**22,6**	**23,1**	**22,7**	**21,5**	**21,9**	**18,5**	**20,7**	**20,5**	**19,3**	**20,0**	**20,6**	**21,9**	**21,6**	**20,4**	**20,9**
Kraj	0	9,6	6,7	7,9	9,3	6,3	16,2	11,2	13,7	14,8	11,6	11,9	8,3	10,0	11,3	8,3
	1	74,7	76,3	73,7	73,5	74,2	65,5	64,8	63,1	64,1	64,6	71,4	72,2	69,8	70,0	70,6
	2–4	15,8	17,1	18,4	17,2	19,6	18,4	24,0	23,3	21,1	23,8	16,7	19,5	20,2	18,6	21,1
	Średnia	**21,6**	**22,4**	**22,7**	**22,4**	**23,3**	**21,4**	**23,2**	**22,9**	**22,4**	**23,7**	**21,5**	**22,7**	**22,8**	**22,4**	**23,4**

Tabela 4.2. – cd.

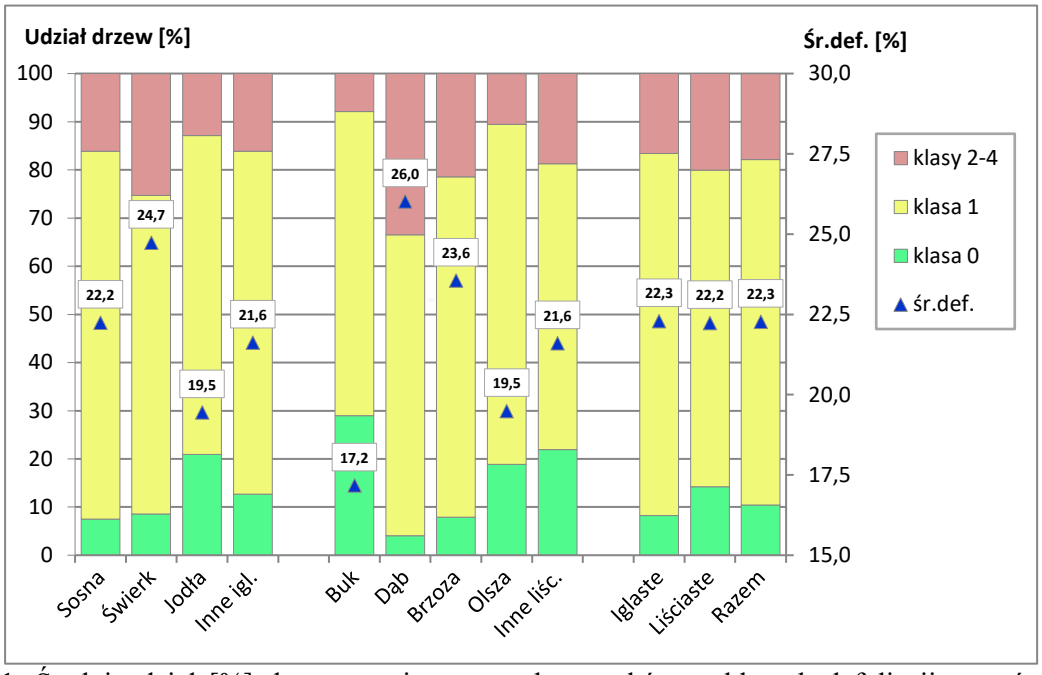
Kraina przyrodniczo–leśna	Kl.def., śr.def.	Sosna					Świerk					Jodła					Inne iglaste				
		2020	2021	2022	2023	2024	2020	2021	2022	2023	2024	2020	2021	2022	2023	2024	2020	2021	2022	2023	2024
Bałtycka	0	7,5	6,1	9,4	8,1	7,4	6,5	5,1	13,4	6,7	2,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	23,4	19,5	23,1	24,2	13,2
	1	82,7	82,3	82,6	84,4	85,1	75,1	72,6	54,2	73,2	81,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	70,2	70,3	64,5	68,0	79,8
	2–4	9,8	11,6	8,0	7,5	7,5	18,4	22,4	32,4	20,1	16,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,5	10,2	12,4	7,8	7,0
	Średnia	**20,8**	**21,7**	**19,8**	**19,5**	**20,0**	**25,2**	**25,2**	**24,9**	**27,2**	**23,8**	**17,5**	**16,3**	**18,8**	**20,0**	**20,0**	**17,3**	**18,7**	**19,0**	**17,6**	**18,8**
Mazursko–Podlaska	0	1,5	1,4	3,0	3,4	2,3	3,2	2,1	1,8	1,7	1,0	-	-	-	-	-	0,0	0,0	11,1	11,1	0,0
	1	89,2	87,2	85,1	82,4	84,9	82,1	85,3	88,5	86,3	87,6	-	-	-	-	-	90,0	77,3	83,3	83,3	94,4
	2–4	9,3	11,4	11,9	14,1	12,8	14,7	12,5	9,8	12,0	11,4	-	-	-	-	-	10,0	22,7	5,6	5,6	5,6
	Średnia	**22,2**	**23,2**	**22,7**	**23,2**	**23,5**	**22,8**	**23,4**	**22,7**	**23,0**	**23,7**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**	**22,0**	**24,8**	**20,3**	**19,4**	**22,2**
Wielkopolsko–Pomorska	0	4,2	5,8	16,6	9,2	10,8	14,9	4,6	21,3	7,4	18,5	-	-	-	-	-	12,2	4,3	7,5	2,1	9,3
	1	78,2	76,3	72,7	77,0	78,6	73,1	76,9	63,0	72,2	70,2	-	-	-	-	-	55,6	58,7	64,5	68,8	64,9
	2–4	17,6	17,9	10,7	13,7	10,6	11,9	18,5	15,7	20,4	11,3	-	-	-	-	-	32,2	37,0	28,0	29,2	25,8
	Średnia	**22,7**	**22,8**	**19,6**	**21,1**	**20,2**	**20,2**	**22,1**	**20,0**	**23,1**	**19,6**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**	**28,8**	**28,9**	**24,7**	**26,1**	**24,4**
Mazowiecko–Podlaska	0	1,4	2,6	4,6	4,3	4,8	0,0	0,0	2,6	3,2	0,0	-	-	-	-	-	32,1	10,7	26,7	33,3	20,0
	1	73,4	75,0	73,7	74,3	76,5	82,1	73,7	69,2	74,2	84,8	-	-	-	-	-	50,0	82,1	63,3	66,7	80,0
	2–4	25,2	22,4	21,7	21,4	18,7	17,9	26,3	28,2	22,6	15,2	-	-	-	-	-	17,9	7,1	10,0	0,0	0,0
	Średnia	**26,0**	**24,7**	**24,5**	**24,4**	**23,9**	**23,3**	**27,0**	**25,9**	**24,7**	**25,2**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**	**20,0**	**20,0**	**16,8**	**15,5**	**16,3**
Śląska	0	7,4	6,4	20,2	10,5	9,9	36,8	21,2	28,4	7,3	10,6	-	-	-	-	-	11,0	10,0	14,1	5,2	2,7
	1	75,9	82,1	72,0	76,2	79,0	44,8	67,1	48,1	61,5	75,3	-	-	-	-	-	63,4	75,0	67,9	74,0	73,3
	2–4	16,7	11,6	7,8	13,3	11,1	18,4	11,8	23,5	31,3	14,1	-	-	-	-	-	25,6	15,0	17,9	20,8	24,0
	Średnia	**22,1**	**21,5**	**18,6**	**21,2**	**20,4**	**22,5**	**19,5**	**20,2**	**29,4**	**20,4**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**	**27,6**	**22,6**	**22,2**	**25,4**	**25,2**
Małopolska	0	8,7	11,4	11,0	10,5	10,5	0,0	0,0	0,0	0,0	1,2	11,7	16,3	23,8	25,6	22,8	10,5	6,5	12,4	16,5	13,5
	1	71,3	72,0	72,5	72,6	72,4	36,0	40,0	41,9	42,9	52,3	60,2	63,4	58,6	57,5	64,4	81,1	83,9	74,2	73,2	77,1
	2–4	20,0	16,6	16,5	16,8	17,1	64,0	60,0	58,1	57,1	46,5	28,1	20,3	17,6	16,9	12,8	8,4	9,7	13,4	10,3	9,4
	Średnia	**23,1**	**21,6**	**21,9**	**22,1**	**22,3**	**40,1**	**39,7**	**36,2**	**32,4**	**30,0**	**24,5**	**22,6**	**20,6**	**19,9**	**19,7**	**20,7**	**20,4**	**20,6**	**22,1**	**21,0**
Sudecka	0	6,3	6,3	18,8	0,0	18,8	21,9	1,7	5,1	0,9	3,0	16,7	16,7	0,0	0,0	0,0	5,1	0,0	7,3	0,0	0,0
	1	68,8	75,0	81,3	68,8	56,3	63,3	79,7	75,3	61,8	71,0	33,3	66,7	85,7	28,6	28,6	84,6	82,9	80,5	81,0	71,1
	2–4	25,0	18,8	0,0	31,3	25,0	14,7	18,6	19,6	37,3	26,0	50,0	16,7	14,3	71,4	71,4	10,3	17,1	12,2	19,0	28,9
	Średnia	**23,8**	**24,7**	**18,4**	**25,0**	**23,8**	**19,8**	**23,2**	**23,5**	**26,3**	**24,1**	**25,8**	**23,3**	**20,7**	**36,4**	**35,7**	**20,8**	**22,3**	**20,6**	**22,1**	**25,0**
Karpacka	0	7,2	11,6	15,4	6,5	7,2	2,1	3,2	7,1	3,9	7,7	20,2	22,7	26,5	21,1	29,4	22,4	21,6	17,7	16,8	8,8
	1	78,3	79,6	73,6	75,2	81,1	62,9	59,4	47,5	38,3	61,2	74,3	69,6	65,4	69,5	62,8	63,8	66,4	61,9	64,8	76,0
	2–4	14,5	8,8	11,0	18,2	11,7	34,9	37,4	45,4	57,7	31,1	5,5	7,8	8,2	9,4	7,8	13,8	12,1	20,4	18,4	15,2
	Średnia	**22,1**	**20,0**	**19,5**	**22,5**	**21,3**	**27,6**	**28,9**	**28,7**	**31,7**	**26,9**	**18,2**	**17,4**	**17,6**	**18,6**	**16,9**	**20,0**	**18,5**	**21,7**	**21,6**	**21,9**
Kraj	0	5,1	6,2	11,6	8,0	8,4	9,5	3,6	7,8	3,3	4,9	18,6	21,4	25,7	21,8	27,9	16,2	11,8	15,4	14,0	9,7
	1	77,4	77,4	75,1	77,0	78,4	68,0	72,3	64,9	63,1	73,5	71,6	68,5	64,4	67,1	63,0	68,2	72,2	67,7	70,3	75,4
	2–4	17,5	16,4	13,3	15,0	13,2	22,4	24,0	27,3	33,6	21,5	9,8	10,1	9,9	11,1	9,1	15,7	16,0	16,9	15,7	14,9
	Średnia	**23,0**	**22,6**	**21,1**	**21,9**	**21,6**	**24,3**	**25,5**	**25,0**	**27,2**	**24,4**	**19,4**	**18,4**	**18,2**	**19,0**	**17,6**	**22,1**	**21,5**	**21,2**	**21,7**	**21,7**

Tabela 4.2. – cd.

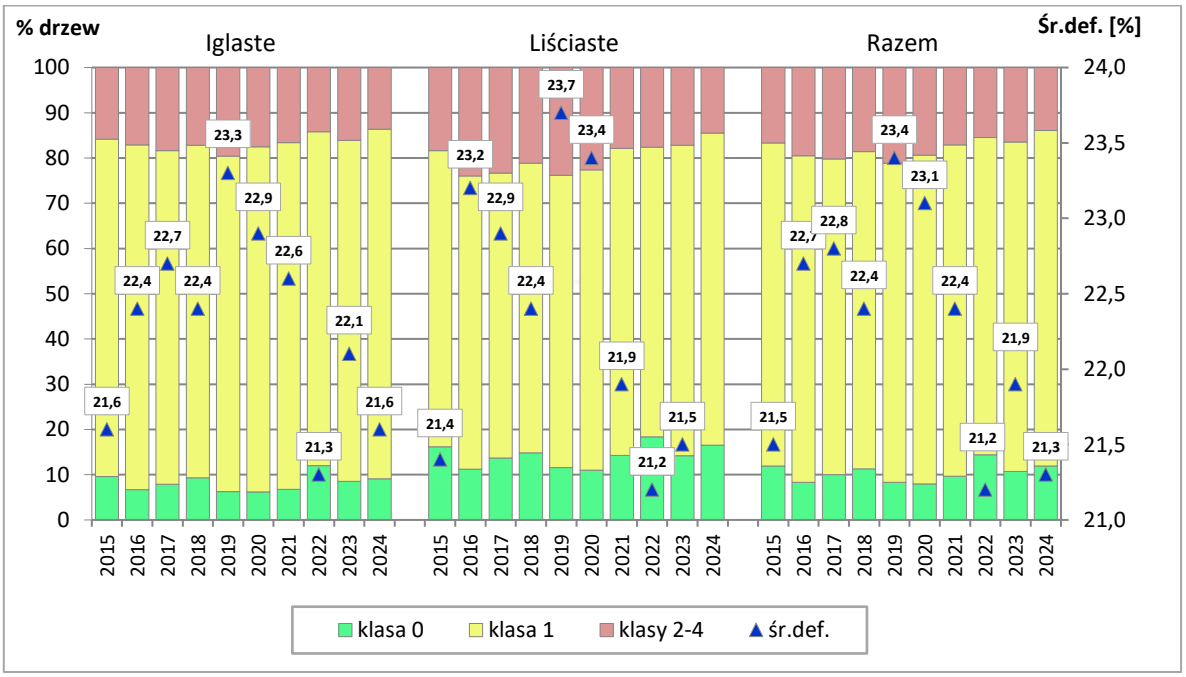
Kraina przyrodniczo–leśna	Kl.def., śr.def.	Buk					Dąb					Brzoza					Olsza					Inne liściaste				
		2020	2021	2022	2023	2024	2020	2021	2022	2023	2024	2020	2021	2022	2023	2024	2020	2021	2022	2023	2024	2020	2021	2022	2023	2024
Bałtycka	0	25,2	24,9	24,8	27,9	20,6	3,3	8,0	5,5	4,4	3,2	9,0	11,4	10,9	6,3	4,5	25,1	23,7	25,7	21,6	10,0	35,6	35,2	30,0	29,0	19,7
	1	65,5	67,0	50,9	64,1	71,9	74,0	74,7	67,4	70,5	77,4	80,4	75,9	68,0	81,6	86,1	62,9	63,5	53,5	64,7	77,7	52,3	50,5	46,9	51,6	63,7
	2–4	9,3	8,1	24,2	8,0	7,5	22,7	17,3	27,0	25,1	19,4	10,6	12,7	21,1	12,1	9,4	12,0	12,8	20,7	13,7	12,4	12,1	14,3	23,1	19,4	16,6
	Średnia	**18,1**	**18,0**	**21,2**	**18,4**	**18,1**	**24,6**	**22,3**	**23,9**	**23,6**	**23,4**	**21,3**	**21,7**	**22,4**	**21,1**	**21,1**	**18,6**	**19,0**	**21,2**	**20,0**	**21,6**	**18,6**	**18,9**	**23,0**	**20,9**	**21,2**
Mazursko–Podlaska	0	50,0	40,0	35,7	92,9	0,0	0,5	2,2	1,7	1,6	1,6	6,3	5,7	10,5	9,4	6,2	13,8	10,8	24,2	26,3	26,9	15,9	22,9	33,8	36,7	34,8
	1	50,0	60,0	64,3	7,1	100,0	82,2	85,5	88,0	93,0	91,5	81,5	81,4	75,2	79,3	85,0	82,8	85,3	69,3	69,0	69,9	73,4	68,4	57,1	55,6	56,8
	2–4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	17,3	12,3	10,4	5,3	6,9	12,3	12,9	14,2	11,4	8,8	3,4	3,9	6,6	4,7	3,2	10,7	8,7	9,1	7,7	8,4
	Średnia	**14,5**	**14,0**	**13,9**	**9,3**	**17,5**	**23,5**	**23,3**	**22,2**	**21,1**	**21,5**	**21,8**	**22,4**	**22,3**	**21,6**	**20,9**	**18,3**	**18,5**	**18,3**	**17,2**	**17,2**	**19,9**	**19,7**	**18,8**	**17,7**	**18,7**
Wielkopolsko–Pomorska	0	18,6	17,2	32,9	19,6	12,9	0,8	2,3	8,7	1,8	1,3	6,7	11,2	21,5	8,8	7,4	25,6	25,8	43,5	19,2	20,9	13,0	18,8	26,4	10,0	8,7
	1	75,2	79,5	53,3	76,5	82,8	54,5	53,6	65,1	63,4	65,0	69,0	69,7	64,3	74,5	78,9	69,1	62,9	51,0	72,4	74,1	61,6	52,6	54,8	60,4	64,0
	2–4	6,2	3,3	13,8	3,9	4,3	44,7	44,0	26,3	34,9	33,7	24,2	19,1	14,2	16,7	13,7	5,3	11,3	5,4	8,4	5,1	25,4	28,6	18,7	29,6	27,2
	Średnia	**18,1**	**17,6**	**18,2**	**16,7**	**18,3**	**30,6**	**29,6**	**24,6**	**27,3**	**26,7**	**25,5**	**22,1**	**20,5**	**22,7**	**22,0**	**16,4**	**17,6**	**15,2**	**17,9**	**17,0**	**23,4**	**23,9**	**20,0**	**25,0**	**23,7**
Mazowiecko–Podlaska	0	33,3	100,0	100,0	100,0	100,0	2,7	2,0	0,5	1,5	3,6	2,7	5,7	4,8	6,2	7,9	17,2	17,9	16,8	23,5	30,8	15,5	15,3	21,8	22,8	29,0
	1	66,7	0,0	0,0	0,0	0,0	44,0	60,3	67,8	75,2	76,7	63,0	71,9	71,6	77,5	77,7	72,6	72,0	72,9	70,5	64,1	53,2	61,9	59,8	56,6	56,3
	2–4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	53,3	37,7	31,8	23,3	19,7	34,2	22,4	23,7	16,3	14,4	10,2	10,0	10,3	6,0	5,1	31,3	22,8	18,4	20,6	14,7
	Średnia	**15,0**	**8,3**	**10,0**	**10,0**	**10,0**	**30,4**	**26,4**	**25,5**	**23,7**	**23,0**	**27,0**	**24,4**	**24,3**	**22,6**	**22,5**	**20,5**	**20,5**	**19,5**	**17,7**	**15,9**	**25,8**	**24,6**	**22,9**	**22,8**	**19,7**
Śląska	0	30,8	35,1	13,9	28,8	13,4	1,2	2,5	4,7	1,3	2,4	3,5	9,0	11,8	3,2	1,5	29,5	7,4	19,4	13,1	10,3	19,3	14,3	16,9	7,8	4,7
	1	48,7	50,6	76,4	49,3	67,1	37,3	56,1	55,8	49,2	51,4	53,9	69,4	67,1	65,7	69,7	58,2	81,9	71,8	77,7	82,8	48,3	57,8	57,1	63,5	75,0
	2–4	20,5	14,3	9,7	21,9	19,5	61,5	41,4	39,5	49,5	46,2	42,6	21,6	21,0	31,1	28,7	12,3	10,7	8,8	9,1	6,9	32,4	28,0	25,9	28,7	20,3
	Średnia	**20,1**	**18,2**	**19,9**	**21,6**	**21,9**	**33,2**	**28,7**	**26,8**	**29,9**	**28,1**	**29,6**	**24,7**	**23,4**	**27,3**	**26,5**	**18,1**	**19,6**	**18,3**	**20,1**	**19,3**	**28,4**	**26,7**	**24,7**	**24,6**	**23,5**
Małopolska	0	25,0	51,3	51,1	40,3	56,5	3,6	6,7	9,4	8,2	9,3	2,8	10,1	12,1	12,2	15,2	16,5	21,1	14,0	18,1	22,6	12,6	25,6	30,3	32,3	38,8
	1	62,5	42,3	44,2	54,2	40,2	57,9	64,3	65,2	64,8	68,6	71,0	73,0	73,3	72,3	70,5	74,0	68,1	73,0	68,6	67,3	68,5	58,3	54,6	53,1	48,4
	2–4	12,5	6,4	4,7	5,5	3,3	38,5	29,0	25,4	27,0	22,1	26,2	16,9	14,6	15,5	14,3	9,5	10,8	13,0	13,3	10,1	18,9	16,0	15,0	14,6	12,8
	Średnia	**18,6**	**14,6**	**14,5**	**14,4**	**13,8**	**26,5**	**24,8**	**23,6**	**23,8**	**23,1**	**25,4**	**22,1**	**21,4**	**21,6**	**21,0**	**19,8**	**19,9**	**20,8**	**21,2**	**19,9**	**22,5**	**20,8**	**19,7**	**18,9**	**18,2**
Sudecka	0	50,0	24,4	48,8	29,8	17,0	0,0	0,0	8,1	3,6	4,5	4,3	2,0	26,1	4,5	1,5	15,8	10,5	15,0	10,0	30,0	17,1	7,9	27,5	13,2	10,0
	1	41,2	65,9	48,8	57,4	72,3	49,5	71,6	83,8	75,7	64,5	66,0	90,0	69,6	74,6	82,1	78,9	78,9	85,0	85,0	65,0	52,0	76,2	61,3	64,8	74,4
	2–4	8,8	9,8	2,3	12,8	10,6	50,5	28,4	8,1	20,7	30,9	29,8	8,0	4,3	20,9	16,4	5,3	10,5	0,0	5,0	5,0	30,9	15,9	11,3	22,0	15,6
	Średnia	**14,9**	**17,8**	**13,1**	**17,4**	**18,6**	**29,0**	**24,8**	**19,5**	**23,1**	**24,5**	**24,0**	**21,5**	**17,8**	**24,9**	**22,2**	**18,4**	**19,2**	**15,5**	**17,8**	**16,8**	**24,7**	**23,2**	**18,7**	**22,2**	**21,9**
Karpacka	0	10,1	25,1	39,5	22,3	53,2	0,8	0,8	7,9	0,8	7,3	0,8	4,2	1,7	0,8	2,4	12,6	6,0	7,1	3,5	14,2	15,6	25,1	29,7	13,5	31,4
	1	78,5	67,5	56,3	74,1	44,9	83,2	84,0	69,0	60,6	75,0	82,5	85,0	80,2	73,3	82,9	65,4	70,9	66,4	78,8	77,9	73,1	63,9	60,6	74,2	58,9
	2–4	11,4	7,3	4,2	3,6	2,0	16,0	15,2	23,0	38,6	17,7	16,7	10,8	18,2	25,8	14,6	22,0	23,1	26,5	17,7	8,0	11,3	11,0	9,7	12,3	9,7
	Średnia	**20,7**	**16,9**	**15,2**	**16,2**	**13,0**	**23,2**	**23,4**	**21,5**	**27,0**	**21,2**	**23,2**	**22,3**	**24,0**	**26,3**	**23,2**	**24,8**	**24,9**	**26,7**	**23,5**	**19,4**	**19,8**	**18,6**	**18,1**	**21,1**	**18,2**
Kraj	0	19,2	28,5	35,2	27,2	37,1	2,2	4,2	6,3	3,8	4,5	4,9	8,6	11,3	7,8	7,8	19,4	17,9	23,7	21,1	21,9	17,1	22,3	27,8	21,1	25,4
	1	70,0	64,1	53,5	66,6	57,9	57,3	64,6	66,7	66,5	69,5	70,7	74,0	70,6	75,8	78,3	71,9	72,1	65,0	70,0	71,4	63,2	60,3	56,6	60,9	59,8
	2–4	10,8	7,4	11,3	6,2	5,0	40,6	31,2	27,0	29,7	26,0	24,3	17,4	18,2	16,4	13,9	8,7	9,9	11,2	8,9	6,7	19,7	17,4	15,6	18,0	14,8
	Średnia	**19,3**	**17,0**	**17,3**	**16,8**	**15,7**	**28,2**	**25,9**	**24,2**	**25,2**	**24,3**	**24,9**	**22,8**	**22,4**	**22,5**	**22,0**	**19,0**	**19,4**	**19,2**	**18,8**	**18,2**	**22,4**	**21,5**	**20,3**	**21,3**	**20,1**

Tabela 4.2. – cd.

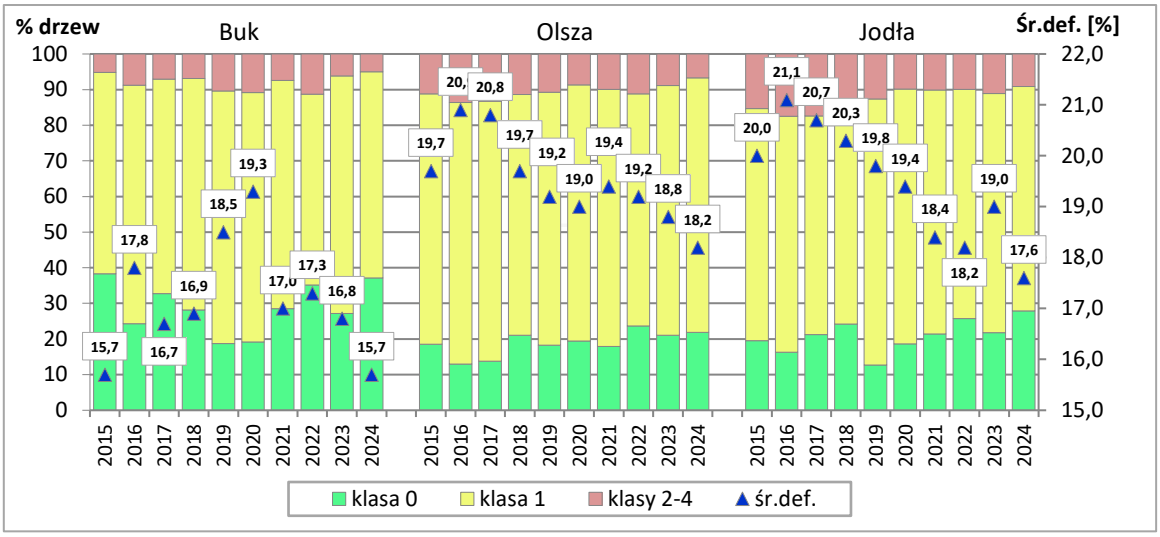
Kraina przyrodniczo–leśna	Kl. def., śr. def.	Iglaste razem					Liściaste razem					Gatunki razem				
		2020	2021	2022	2023	2024	2020	2021	2022	2023	2024	2020	2021	2022	2023	2024
Bałtycka	0	8,1	6,6	10,2	8,7	7,3	16,9	18,4	17,4	15,6	10,2	12,2	12,2	13,7	12,0	8,7
	1	81,6	81,0	79,9	82,9	84,6	69,9	68,6	59,5	69,1	77,2	76,1	75,1	70,0	76,3	81,1
	2–4	10,4	12,4	9,9	8,4	8,1	13,2	13,0	23,1	15,3	12,6	11,7	12,7	16,3	11,7	10,2
	Średnia	**21,0**	**21,8**	**20,2**	**20,0**	**20,3**	**20,6**	**20,3**	**22,3**	**20,9**	**21,1**	**20,8**	**21,1**	**21,2**	**20,4**	**20,7**
Mazursko–	0	1,8	1,5	2,8	3,2	2,1	10,4	10,3	19,1	20,5	18,9	5,2	5,1	9,7	10,5	9,0
Podlaska	1	88,0	86,8	85,6	83,1	85,4	80,6	81,2	71,3	72,3	75,0	85,1	84,5	79,6	78,5	81,1
	2–4	10,2	11,7	11,5	13,7	12,5	9,0	8,4	9,6	7,1	6,1	9,7	10,4	10,7	10,9	9,9
	Średnia	**22,3**	**23,3**	**22,7**	**23,1**	**23,5**	**20,3**	**20,5**	**20,0**	**19,0**	**19,1**	**21,5**	**22,1**	**21,5**	**21,4**	**21,7**
Wielkopolsko–	0	4,5	5,8	16,6	9,1	10,9	10,7	13,4	24,0	10,0	9,2	5,9	7,5	18,3	9,3	10,5
Pomorska	1	77,8	76,1	72,4	76,9	78,3	64,2	61,6	59,4	68,7	71,9	74,7	72,8	69,5	75,0	76,8
	2–4	17,6	18,1	11,0	14,0	10,8	25,1	25,0	16,5	21,3	18,9	19,3	19,7	12,3	15,7	12,7
	Średnia	**22,8**	**22,9**	**19,7**	**21,2**	**20,2**	**24,3**	**23,3**	**20,3**	**23,0**	**22,2**	**23,1**	**23,0**	**19,8**	**21,6**	**20,7**
Mazowiecko–	0	1,6	2,7	4,7	4,6	5,0	7,9	9,5	9,2	12,2	16,1	4,0	5,3	6,5	7,5	9,2
Podlaska	1	73,3	75,1	73,6	74,2	76,6	60,6	68,4	69,8	72,5	71,1	68,5	72,5	72,2	73,6	74,5
	2–4	25,1	22,3	21,7	21,2	18,4	31,4	22,1	20,9	15,3	12,9	27,5	22,2	21,4	19,0	16,3
	Średnia	**26,0**	**24,7**	**24,5**	**24,3**	**23,9**	**25,8**	**23,8**	**23,0**	**21,4**	**20,4**	**25,9**	**24,4**	**23,9**	**23,2**	**22,5**
Śląska	0	9,1	7,3	20,3	10,1	9,6	10,7	9,1	11,3	5,9	4,3	9,8	8,1	16,1	8,1	7,1
	1	73,7	81,0	70,6	75,2	78,5	46,8	62,2	61,8	59,6	65,3	61,5	72,3	66,5	68,0	72,3
	2–4	17,2	11,7	9,1	14,7	11,9	42,5	28,7	26,9	34,4	30,4	28,7	19,5	17,3	23,9	20,6
	Średnia	**22,4**	**21,4**	**18,9**	**21,8**	**20,6**	**28,9**	**25,7**	**24,1**	**26,6**	**25,3**	**25,3**	**23,4**	**21,3**	**24,0**	**22,8**
Małopolska	0	8,7	11,3	11,4	11,2	11,0	8,5	16,8	18,1	17,8	22,1	8,6	13,4	14,0	13,7	15,4
	1	70,4	71,3	71,4	71,4	71,8	66,4	64,4	64,8	64,3	62,8	68,9	68,7	68,9	68,7	68,3
	2–4	20,9	17,4	17,2	17,4	17,3	25,1	18,8	17,0	17,9	15,1	22,5	17,9	17,1	17,6	16,4
	Średnia	**23,4**	**21,9**	**22,1**	**22,2**	**22,3**	**23,9**	**21,8**	**21,1**	**21,1**	**20,4**	**23,6**	**21,9**	**21,7**	**21,8**	**21,6**
Sudecka	0	19,7	1,9	5,7	0,7	3,3	13,4	6,8	23,6	10,9	8,9	16,8	4,3	14,3	5,7	6,1
	1	65,1	79,6	76,2	63,5	69,7	53,5	75,7	68,7	69,6	72,3	59,7	77,8	72,6	66,5	71,0
	2–4	15,2	18,5	18,1	35,8	27,0	33,1	17,5	7,7	19,6	18,8	23,5	18,0	13,1	27,8	22,9
	Średnia	**20,1**	**23,2**	**23,0**	**26,0**	**24,3**	**24,6**	**22,7**	**18,0**	**22,1**	**22,0**	**22,2**	**23,0**	**20,6**	**24,1**	**23,2**
Karpacka	0	13,1	15,5	18,9	13,6	18,2	11,1	20,8	28,7	14,7	35,4	12,1	18,1	23,6	14,1	26,5
	1	72,2	69,4	63,1	63,5	67,6	76,1	68,7	61,2	73,4	57,3	74,1	69,1	62,1	68,3	62,6
	2–4	14,7	15,0	18,0	22,9	14,2	12,8	10,6	10,1	11,9	7,4	13,8	12,9	14,2	17,6	10,9
	Średnia	**21,4**	**20,7**	**20,8**	**22,6**	**20,4**	**21,0**	**18,9**	**18,1**	**20,1**	**16,7**	**21,2**	**19,8**	**19,5**	**21,4**	**18,6**
Kraj	0	6,2	6,8	12,0	8,5	9,1	11,0	14,3	18,4	14,2	16,5	8,0	9,7	14,4	10,7	11,9
	1	76,3	76,5	73,8	75,4	77,3	66,4	67,8	64,0	68,6	69,0	72,6	73,2	70,1	72,8	74,1
	2–4	17,5	16,6	14,2	16,1	13,6	22,6	17,9	17,6	17,2	14,5	19,4	17,1	15,5	16,5	13,9
	Średnia	**22,9**	**22,6**	**21,3**	**22,1**	**21,6**	**23,4**	**21,9**	**21,2**	**21,5**	**20,7**	**23,1**	**22,4**	**21,2**	**21,9**	**21,3**



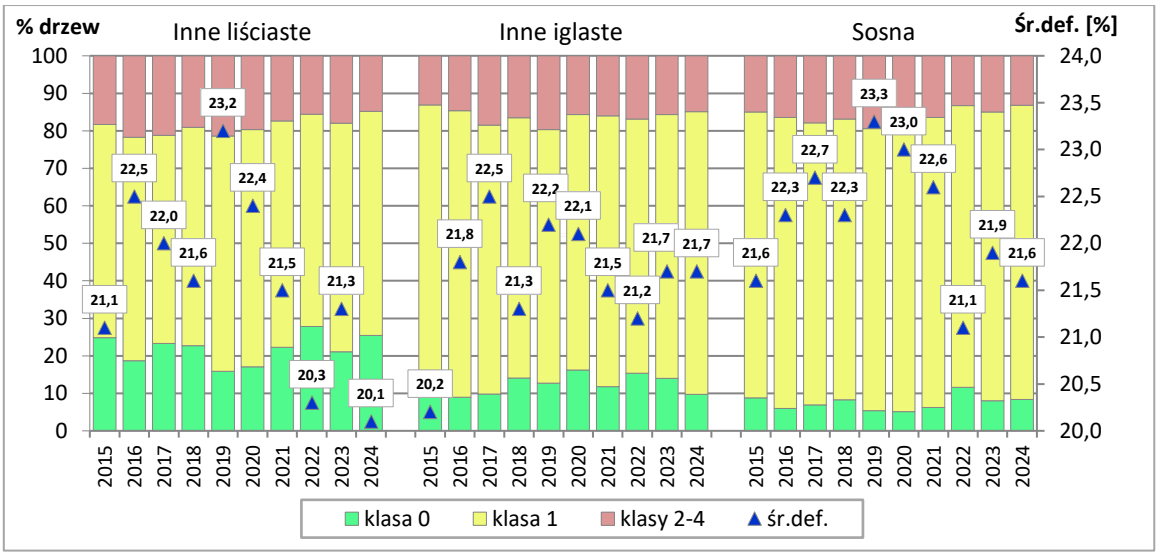
Rycina 4.1. Średni udział [%] drzew monitorowanych gatunków w klasach defoliacji oraz średnia wartość średniej defoliacji [%] w dziesięcioleciu 2015–2024. Wiek drzew > 20 lat. Wszystkie formy własności.



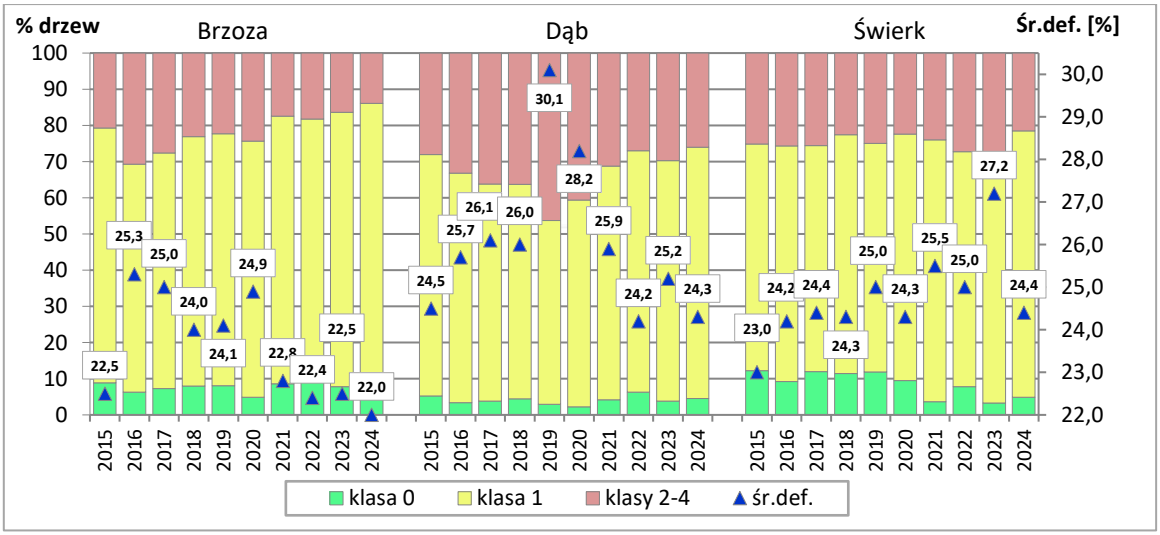
Rycina 4.2. Udział drzew [%] gatunków iglastych, liściastych i razem w klasach defoliacji oraz średnia defoliacja [%] w latach 2015–2024. Wiek powyżej 20 lat. Wszystkie formy własności.



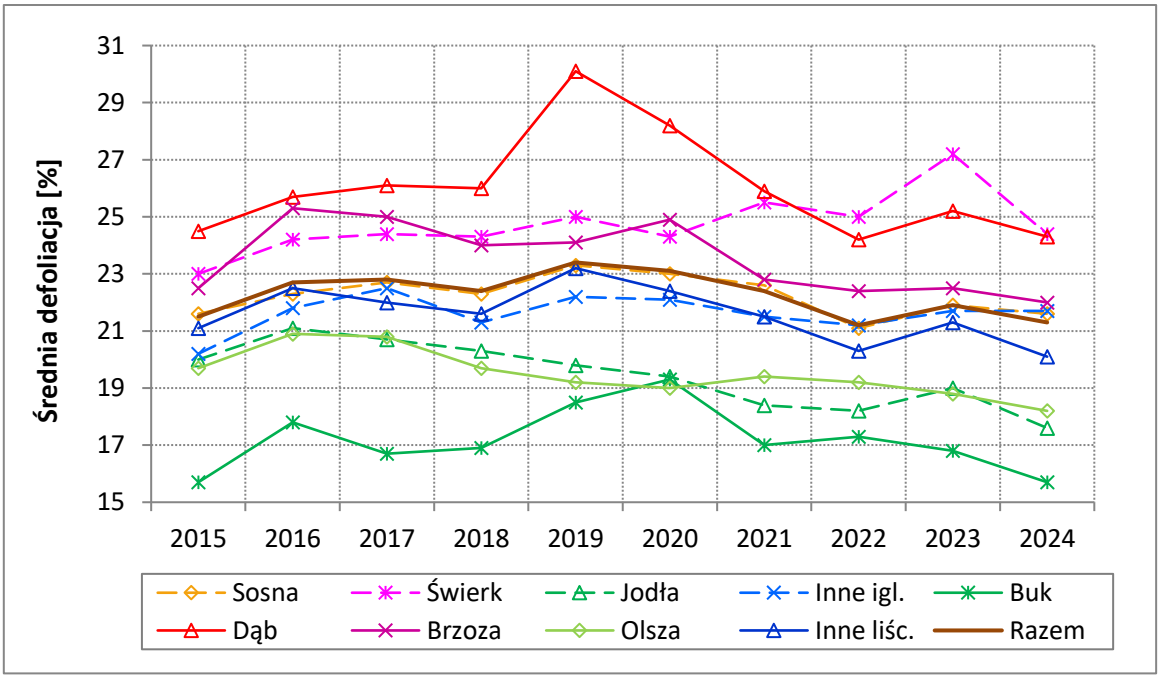
Rycina 4.3. Udział [%] buka, olszy i jodły w klasach defoliacji oraz średnia defoliacja [%] w latach 2015–2024. Wiek powyżej 20 lat. Wszystkie formy własności.



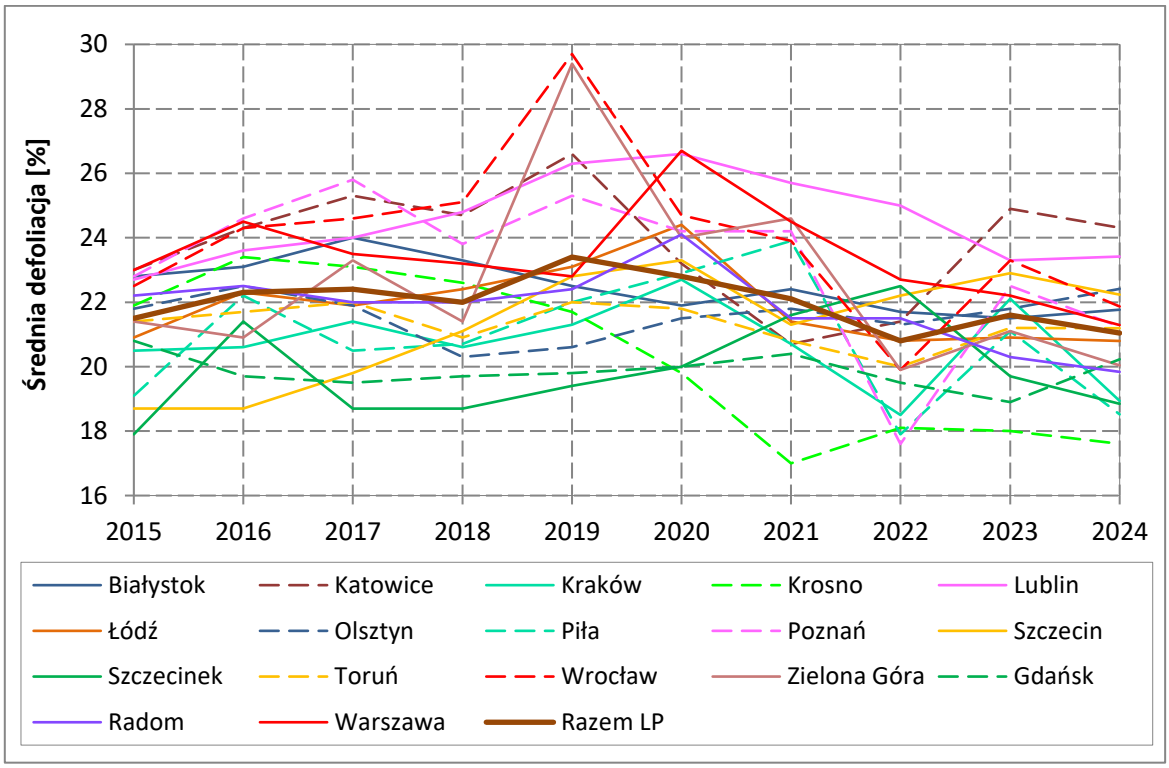
Rycina 4.4. Udział [%] ‘innych liściastych’, ‘innych iglastych’ i sosny w klasach defoliacji oraz śr. defoliacja [%] w latach 2015–2024. Wiek powyżej 20 lat. Wszystkie formy własności.



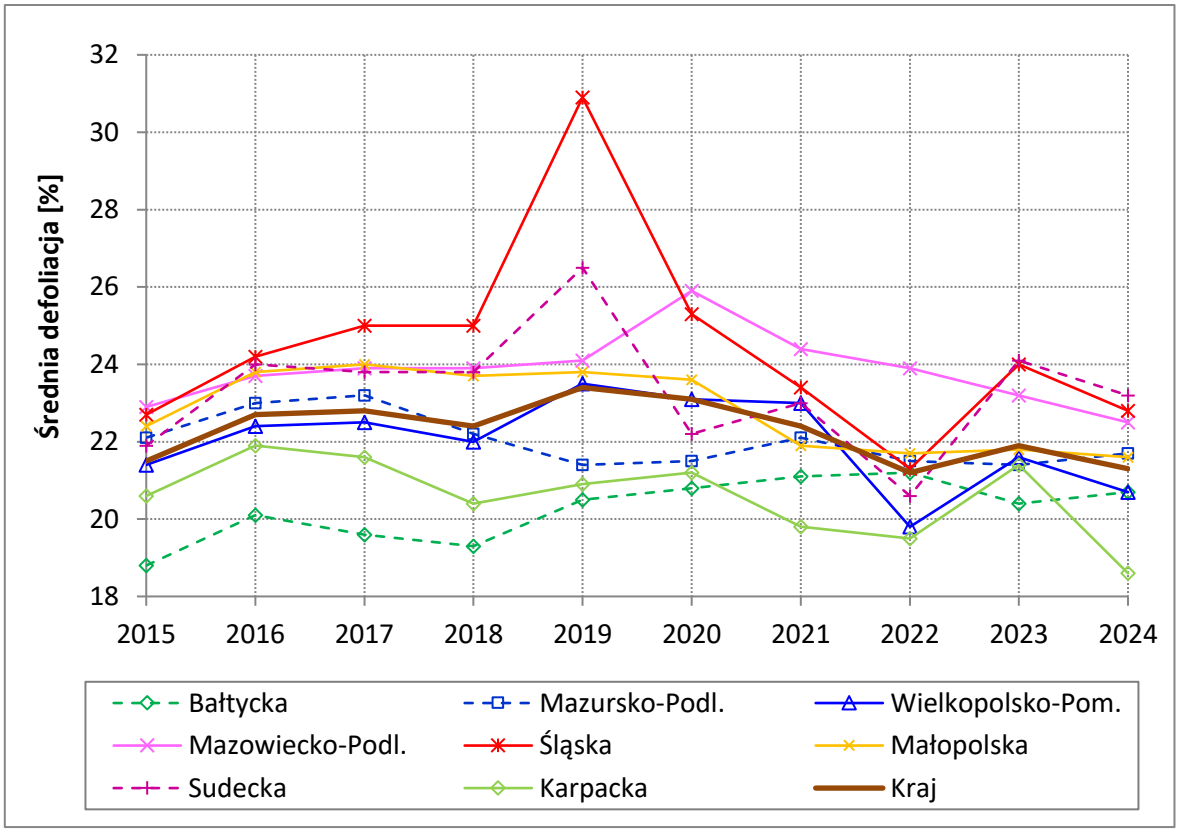
Rycina 4.5. Udział [%] brzozy, dębu i świerka w klasach defoliacji oraz śr. defoliacja [%] w latach 2015–2024. Wiek powyżej 20 lat. Wszystkie formy własności.



Rycina 4.6. Średnia defoliacja drzew monitorowanych grup gatunków w latach 2015-2024



Rycina 4.7. Średnia defoliacja drzew monitorowanych gatunków łącznie w regionalnych dyrekcjach Lasów Państwowych w latach 2015-2024. Lasy w zarządzie Lasów Państwowych.



Rycina 4.8. Średnia defoliacja drzew monitorowanych gatunków łącznie w krainach przyrodniczo-leśnych w latach 2015-2024. Wiek powyżej 20 lat. Wszystkie formy własności.

5. OCENA USZKODZEŃ DRZEW NA STAŁYCH POWIERZCHNIACH OBSERWACYJNYCH I RZĘDU MONITORINGU LASU W 2024 ROKU – *PAWEŁ LECH*

5.1. Charakterystyka zebranych danych

W 2024 roku ocenę symptomów uszkodzeń i przyczyn ich powstawania wykonano na 2058 SPO I rzędu, łącznie na 41 160 drzewach 40 gatunków. Najliczniej reprezentowany był rodzaj sosna, a w nim sosna zwyczajna (21 830 drzew i 53,04% wszystkich drzew), następnie brzoza, głównie brzoza brodawkowata (4 100 drzew i 9,96%), dąb – przede wszystkim rodzime gatunki dębów (3 578 drzewa i 8,69%), olsza – głównie olsza czarna (2 968 drzewa i 7,21%), buk (1 799 drzewa i 4,37%), świerk pospolity (1 696 drzew i 4,12%) oraz jodła (1 155 drzew i 2,81% wszystkich drzew). Łącznie było 25 349 drzew 9 gatunków iglastych (w tym 65 drzew 4 gatunków obcych), co stanowiło 61,59% wszystkich ocenianych drzew oraz 15 811 (38,41%) drzew 31 gatunków liściastych. Liczba drzew ośmiu gatunków (So, Św, Jd, Dbsz, Dbb, Bk, Brzb i Olcz) przekraczała jeden tysiąc, a kolejnych czterech (Gb, Tpo, Md, Jw) zawierała się w przedziale 500–1000 drzew. W przypadku 22 gatunków (5 iglastych i 17 liściastych) liczba drzew nie przekraczała 100, przy czym dla dziewięciu gatunków była mniejsza bądź równa 10 drzew.

Łącznie na SPO I rzędu stwierdzono 49 240 uszkodzeń, które występowały na 31 448 drzewach, co stanowiło 76,40% ocenianych drzew. W porównaniu do roku 2023 nastąpił spadek udziału drzew uszkodzonych o blisko 1,17 punktu procentowego. Uszkodzeń o nasileniu przekraczającym 40% było 3 454 (w roku 2023 uszkodzeń o podobnym nasileniu było 3 636), co stanowiło 7,01% wszystkich odnotowanych uszkodzeń drzew, i oznaczało spadek względem roku poprzedniego o 0,08 punktu procentowego. Na 16 867 drzewach stwierdzono występowanie jednego uszkodzenia, na 11 370 – dwóch uszkodzeń, a na 3 211 drzewach – trzech.

Nieuszkodzonych było łącznie 9 712 drzew, co stanowiło 23,60% drzew ocenianych i było wartością najwyższą w ciągu kilku ostatnich lat. W roku 2023 na SPO I rzędu udział drzew nieuszkodzonych wynosił 22,43%, a w 2022 r. – 23,16%. Spośród głównych lasotwórczych gatunków iglastych najwięcej drzew bez uszkodzeń cechowało jodłę (33,16%) i sosnę zwyczajną (30,75%), a znacznie mniej świerka (19,52%). Spośród gatunków liściastych największym udziałem drzew bez uszkodzeń cechował się buk (22,73%), następnie brzoza brodawkowata (14,20%), olsza czarna (10,28%) i najmniejszym – rodzime dęby (4,86%).

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 2024 roku zawierała się w przedziale od 0,89 (dla domieszkowych gatunków iglastych) do 1,79 (dla dębu) (tab. 5.1). Średnia wartość tego parametru dla drzew wszystkich gatunków wynosiła 1,20 i była niższa niż w roku 2023 oraz w latach 2019–2022. Na drzewach wszystkich głównych lasotwórczych gatunków liściastych na jedno drzewo przypadało powyżej jednego uszkodzenia. W przypadku gatunków iglastych taka sytuacja miała miejsce dla świerka i sosny, dla jodły wynosiła równo 1, natomiast dla domieszkowych gatunków iglastych wartość tego parametru była mniejsza od jedności. W porównaniu do roku 2023 nastąpił spadek częstości występowania uszkodzeń u wszystkich wyróżnionych gatunków drzew, największy u buka (o 0,23 uszkodzenia na drzewie), a u pozostałych gatunków i grup gatunków drzew znacznie mniejszy. Przeprowadzona analiza trendów zmian nasilenia występowania uszkodzeń na drzewach w dziesięcioleciu 2015–2024 (test Mann-Kendall'a) wykazała dla gatunków i grup gatunków drzew zróżnicowane kierunki zmian nasilenia występowania uszkodzeń. Wzrost cechował sosnę, świerka, domieszkowe gatunki iglaste oraz dęby. Buki i olsze cechował prawdopodobny wzrost nasilenia występowania uszkodzeń, zaś jodłę, brzozę i domieszkowe gatunki liściaste – brak trendu zmian nasilenia występowania uszkodzeń. W przypadku wszystkich gatunków razem, wykonany test wskazuje na utrzymywanie się wzrostu nasilenia występowania uszkodzeń drzew (tab. 5.1). Zwrócić jednak należy uwagę, że w przypadku krótszego okresu: 2018-2024, nie stwierdza się wzrostów nasilenia uszkodzeń drzew w odniesieniu do jakiegokolwiek gatunku. W tym okresie dla większości gatunków i wszystkich drzew łącznie stwierdzono brak trendu bądź stabilne nasilenie występowania uszkodzeń w całym okresie, a w przypadku brzóz, nawet prawdopodobne zmniejszenie nasilenia występowania uszkodzeń drzew.

Dla sosny, dębu, brzozy, olszy i domieszkowych gatunków liściastych oraz dla wszystkich drzew łącznie w 2024 r. wraz z wiekiem następował wzrost średniej liczby uszkodzeń występujących na jednym drzewie. W przypadku świerka liczba uszkodzeń występująca na jednym drzewie była podobna we wszystkich wyróżnionych klasach wieku poza najmłodszą. W przypadku jodły i 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, natomiast odwrotna prawidłowość cechowała domieszkowe gatunki iglaste (tab. 5.1).

Zróżnicowanie pomiędzy krainami przyrodniczo-leśnymi pod względem średniej liczby uszkodzeń przypadającej na jedno drzewo w 2024 r. zawierało się w przedziale od 0,88 (Kraina Mazursko-Podlaska) do 1,59 (Kraina Sudecka) (tab. 5.2). Największe różnice pomiędzy krainami przyrodniczo-leśnymi pod względem liczby uszkodzeń na jednym drzewie stwierdzono dla świerka oraz dla olszy. Wyróżnione główne gatunki drzew najwyższe wartości wskaźnika średniej liczby uszkodzeń występujących na jednym drzewie osiągały dla różnych krain przyrodniczo-leśnych: sosna – w Krainie Mazowiecko-Podlaskiej (1,11 uszkodzenia/drzewo), świerk – w Krainie Sudeckiej (1,57), dąb – w Krainie Śląskiej (2,11), buk – w Krainie Karpackiej (1,30), brzoza – w Krainie Sudeckiej (1,72) i olsza – w Krainie Bałtyckiej (1,91 uszkodzenia/drzewo). Dla wielu krain przyrodniczo-leśnych liczebności drzew niektórych gatunków były niewielkie (poniżej 50) i nie zostały uwzględnione w powyższym zestawieniu.

W porównaniu do roku 2023 odnotowano wzrost średniej liczby uszkodzeń przypadających na jedno drzewo jedynie w Kainie Sudeckiej, zaś w pozostałych spadek. Wykonana za pomocą testu Mann-Kendall'a analiza trendów dla dziesięciolecia 2015–2024 wykazała wzrost nasilenia występowania uszkodzeń w 6 krainach, w jednej krainie brak trendu (Kraina Karpacka) oraz w jednej – spadek (Kraina Mazursko-Podlaskiej) (tab. 5.2).

Średnia liczba uszkodzeń przypadająca na jedno drzewo w rdLP zawierała się w przedziale od 0,87 (RDPL w Gdański) do 1,76 (RDLP w Szczecinie). Mniejsza niż przeciętna dla całej Polski liczba uszkodzeń na 1 drzewie (1,20 uszkodzenia/drzewo) wystąpiła w 9 rdLP (w Białymstoku, Krakowie, Lublinie, Olsztynie, Pile, Poznaniu, Szczecinku, Toruniu i Gdańsku), w Katowicach była taka sama, a w pozostałych siedmiu rdLP była wyższa. W parkach narodowych w 2024 r. nastąpił spadek nasilenia występowania uszkodzeń drzew w porównaniu do roku poprzedniego. Spadek liczby uszkodzeń na jednym drzewie w2024 r. względem roku poprzedniego odnotowano również w 11 rdLP (w Białymstoku, Katowicach, Krakowie, Krośnie, Łodzi, Pile, Poznaniu, Szczecinie, Szczecinku, Toruniu i Radomiu). Wzrost miał miejsce w 5 rdLP, a w RDLP w Zielonej Górze nie uległ zmianie (tab. 5.2).

Największą średnią liczbą uszkodzeń na jednym drzewie w 2024 roku cechowały się sosny w RDLP w Szczecinie oraz w parkach narodowych (odpowiednio 1,61 i 1,55 uszkodzenia/drzewo). Spośród gatunków iglastych najwyższymi wartościami wskaźnika cechowały się świerki w RDLP we Wrocławiu, Szczecinku i Katowicach (odpowiednio 1,55 i 1,53 i 1,44 uszkodzenia/drzewo), a w przypadku gatunków liściastych – dęby – w 3 rdLP (w Zielonej Górze, Szczecinie i Wrocławiu) oraz w parkach narodowych przekraczała wartość

2 uszkodzeń/drzewo, w kolejnych 8 zawierała się w przedziale 1,5-2,0 i w 5 rdLP (w Białymstoku, Krakowie, Olsztynie, Gdańsku i Warszawie) była niższa niż 1,5 uszkodzenia/drzewo (tab. 5.2). Wykonana analiza trendów wykazała, że w 13 rdLP (Katowice, Lublin, Łódź, Olsztyn, Piła, Poznań, Szczecin, Szczecinek, Toruń, Wrocław, Zielona Góra, Radom i Warszawa) następował wzrost średniej liczby uszkodzeń na jednym drzewie w okresie 2015–2024, w RDLP w Krakowie oraz w parkach narodowych występował w tym okresie prawdopodobny wzrost, w Gdańsku nie stwierdzono trendu zmian nasilenia występowania uszkodzeń drzew, a w RDLP w Białymstoku i Krośnie wystąpił spadek (tab. 5.2).

Na charakter występujących zagrożeń wskazuje zestawienie najczęściej stwierdzanych lokalizacji i symptomów 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 2024 roku 30,4% i był o 1,4 punktu procentowego mniejszy niż w roku 2023. Dla świerka, jodły, domieszkowych gatunków iglastych oraz buka największym udziałem cechowały się uszkodzenia, dla których nie można było wskazać jednoznacznej przyczyny, tj. „badane niezidentyfikowane". W przypadku sosny dominującą kategorią czynników sprawczych była „konkurencja i inne czynniki", natomiast dla dębu, brzozy, olszy i domieszkowych gatunków liściastych najczęściej wskazywanym czynnikiem sprawczym rejestrowanych uszkodzeń były „owady". Odpowiadały one za od 50,4% uszkodzeń olszy do 27,4% uszkodzeń domieszkowych gatunków liściastych. Najczęściej identyfikowanymi symptomami uszkodzeń w przypadku wszystkich gatunków razem, świerka, dębu, brzozy, olszy oraz domieszkowych gatunków liściastych był „ubytek igieł/liści" (29,8% wszystkich stwierdzonych uszkodzeń). W przypadku sosny, jodły i buka dominowały „deformacje" – odpowiednio 28,0%, 32,2% i 33,3%. W przypadku domieszkowych gatunków iglastych takim samym udziałem cechowały się „deformacje" i „ubytek igieł" – po 22,1%. Częścią drzewa, którego najczęściej dotyczyły uszkodzenia na drzewach iglastych oraz na buku i domieszkowych gatunkach liściastych 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 szyją korzeniową, gałęzie wraz z pędami i pączkami oraz igły bądź liście), najczęściej wskazywanym

miejscem położenia symptomów zarejestrowanych w 2024 r., podobnie jak w latach poprzednich, była strzała (48,68% wszystkich wskazanych lokalizacji uszkodzeń), w tym przede wszystkim pień pomiędzy szyją korzeniową i koroną (25,21%), oraz liście bądź igły – 32,20% (tab. 5.4). Udział gałęzi, pędów i pączków jako miejsc występowania uszkodzeń był wyraźnie mniejszy – odpowiednio 19,12% lokalizacji uszkodzeń.

Wśród wszystkich wyróżnionych gatunków iglastych oraz u buka i domieszkowych gatunków liściastych najczęściej występującą lokalizacją uszkodzeń była strzała, zaś u dębów, brzozy i olszy – liście (tab. 5.4). W przypadku sosny poza strzałą uszkodzenia występowały znacząco mniej licznie na gałęziach, pędach i pączkach (22,26%) oraz na igłach (17,15% 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 (24,77%), a gałęzie nieco mniejszym (17,73%). Strzała była drugim pod względem udziału miejscem występowania uszkodzeń brzóz i olsz. U buków i domieszkowych gatunków liściastych, drugim po strzale, najwyższym udziałem lokalizacji uszkodzeń były liście (odpowiednio 30,05% oraz 38,47% uszkodzeń tych gatunków), najniższym zaś – gałęzie pędy i pączki (odpowiednio 14,88% i 15,67%). W przypadku dębów uszkodzenia częściej występowały na gałęziach, pędach i pączkach (21,29%) niż na strzale (19,98%) (tab. 5.4).

Symptomy uszkodzeń

Wśród symptomów uszkodzenia największym udziałem w roku 2024 wyróżniał się ubytek igieł/liści (29,8% wszystkich symptomów uszkodzeń), który dominował u świerka, domieszkowych gatunków iglastych i wszystkich, z wyjątkiem buka, gatunków liściastych (tab. 5.5). Znaczący był również udział deformacji (21,8% wszystkich uszkodzeń), które przeważały u sosny, jodły, domieszkowych gatunków iglastych i buka (odpowiednio 28,0%, 32,2%, 22,1% i 33,3% wszystkich symptomów dla danego gatunku). W przypadku pozostałych wyróżnionych gatunków liściastych udział deformacji zawierał się w przedziale 9,0% (dęby) do 21,4% (domieszkowe gatunki liściaste). Wśród wyróżnionych symptomów uszkodzenia mniejszymi udziałami cechowały się rany (9,4%), których udział był wysoki w przypadku świerka, jodły i buka (odpowiednio 21,1%, 15,2% i 16,7%), następnie drzewa pochylone (9,1%) oraz martwe, obumierające gałęzie (9,0% wszystkich symptomów uszkodzeń). W przypadku świerka dużym udziałem cechowały się ponadto wycieki żywicy (15,4% symptomów uszkodzenia drzew tego gatunku).

Udział pozostałych symptomów dla wszystkich gatunków razem był niższy i zawierał się w przedziale od 4,7% (przebarwienia liści/igieł) do 0,2% (nienaturalne rozmiary liści/igieł). Pojedynczo (łącznie 8 przypadków) wystąpiły w 2024 roku takie symptomy jak drzewa przewrócone (tab. 5.5).

Czynniki sprawcze

Spośród wyróżnionych kategorii czynników sprawczych uszkodzeń drzew najwyższy udział, poza kategorią badane, niezidentyfikowane (30,36% wszystkich przypadków), miały w 2024 roku konkurencja i inne czynniki oraz owady (odpowiednio: 27,22% i 18,35%). Znacznie rzadziej wskazywano na czynniki abiotyczne (10,33%), grzyby (6,45%) oraz bezpośrednie oddziaływanie człowieka (5,84%) (tab. 5.6).

Konkurencja i inne czynniki odpowiadały za 37,52% wszystkich uszkodzeń sosny, 22,49% uszkodzeń świerka, 25,76% uszkodzeń jodły oraz 23,83% uszkodzeń domieszkowych gatunków iglastych. W przypadku gatunków liściastych, poza bukiem, najczęściej wskazywanym czynnikiem sprawczym uszkodzeń były owady. Odpowiadały one za 50,45% uszkodzeń olszy czarnej, 37,30% uszkodzeń dębów, 32,83% uszkodzeń brzozy brodawkowatej oraz 27,36% domieszkowych gatunków liściastych. U buków najczęściej wskazywanym czynnikiem sprawczym uszkodzeń były czynniki abiotyczne (24,83% uszkodzeń tego gatunku drzewa). W przypadku jodły i dębów znaczny udział, jako przyczyna uszkodzeń drzew, miały także grzyby (odpowiednio 14,52% i 13,86%). Czynniki abiotyczne, poza bukiem, stanowiły znaczącą przyczynę uszkodzeń występujących na domieszkowych gatunkach iglastych i liściastych oraz brzozach (odpowiednio 12,75%, 12,26% i 12,01% uszkodzeń danego gatunku/grupy gatunków), natomiast bezpośrednie działanie człowieka – buka (9,67%), domieszkowych gatunków iglastych (9,23%), sosny (8,33%), jodły (8,12%) i świerka (7,63%). 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 (14 przypadków), których przyczyną były pożary (tab. 5.6).

Udział uszkodzeń, dla których nie zidentyfikowano czynnika sprawczego w 2024 r. w przypadku gatunków iglastych, zawierał się w przedziale 33,79–43,79%, zaś w odniesieniu do gatunków liściastych – od 17,47% do 27,23% (tab. 5.6). Największym udziałem niezidentyfikowanych czynników sprawczych cechował się świerk i domieszkowe gatunki iglaste, najmniejszym zaś – olsza. W 2024 r., w porównaniu do roku poprzedniego, udział uszkodzeń, dla których nie określono czynnika sprawczego zwiększył się dla 2 gatunków

(brzozy i olszy). Dla pozostałych gatunków/grup gatunków drzew odnotowano poprawę identyfikowalności przyczyn występowania uszkodzeń. Analiza trendów w okresie 2010–2024 wykazała poprawę identyfikowalności przyczyn uszkodzeń dla 3 gatunków drzew (sosny, dębu i brzozy) oraz wszystkich drzew łącznie i brak statystycznie istotnego trendu dla pozostałych 6 gatunków/grup gatunków drzew – świerka, jodły, domieszkowych gatunków iglastych, buka, olszy i domieszkowych gatunków liściastych (tab. 5.6).

Owady oraz konkurencja i inne czynniki

W 2024 roku na SPO I rzędu stwierdzono 9035 przypadków uszkodzeń spowodowanych przez owady, co stanowiło przyczynę 18,35% wszystkich uszkodzeń (tab. 5.6). Najliczniejszymi wśród owadów sprawcami szkód, podobnie jak w latach poprzednich, były owady liściożerne (foliofagi) – stanowiły one 78,77% wszystkich przypadków uszkodzeń 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 2024 był podobny do tego z lat poprzednich.

Spośród wszystkich uszkodzeń spowodowanych przez owady w 2024 r. na drzewach iglastych występowało łącznie 11,58%, w tym na sośnie 8,58%, świerku – 1,88%, jodle – 0,79% oraz na domieszkowych gatunkach iglastych – 0,33% (tab. 5.7). W przypadku sosny i świerka dominującą grupą owadów powodujących uszkodzenia drzew były kambiofagi (uszkadzające pień, gałęzie, pędy), a w przypadku jodły – owady ssące. Na gatunkach liściastych występowało łącznie 88,42% uszkodzeń spowodowanych przez owady. U wszystkich wyróżnionych gatunków liściastych dominującą grupą owadów powodującą 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 2024 roku – stwierdzono 13 404 uszkodzeń tej kategorii, co stanowiło 27,22% wszystkich uszkodzeń (tab. 5.6). Udział uszkodzeń spowodowanych przez tę grupę czynników na drzewach iglastych wynosił 68,79%, a na liściastych – 31,21% (tab. 5.7), co w przybliżeniu odpowiada proporcji liczby drzew obydwu kategorii w analizowanej próbie. Konkurencja charakteryzowała się największym udziałem (84,80%) 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, parazyty (8,92%) i inne znane, ale niepodane (1,56%). Względnie wysoki był również udział uszkodzeń, dla których wskazano ogólną nazwę kategorii, bez dalszej specyfikacji (3,96%, tab. 5.7).

Występowanie uszkodzeń spowodowanych przez jemiołę

W ostatnich latach obserwuje się nasilenie występowania jemioły 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 2008–2024.

Udział jemioły wśród wyróżnianych czynników sprawczych uszkodzeń w 2024 r. był relatywnie niewielki. Łącznie stwierdzono 1193 uszkodzeń spowodowanych przez tego sprawcę, co stanowiło jedynie 2,42% 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 jemiołę przypadało na 100 ocenianych drzew.

Występowanie uszkodzeń spowodowanych przez jemiołę w roku 2024, podobnie jak w kilku poprzednich latach, dotyczyło 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.), klonu jaworu (*Acer pseudoplatanus* L.), wierzby białej (*Salix alba* L.), topoli osiki (*Populus tremula* L.), wierzby białej (*Salix alba* L.) oraz lipy drobnolistnej (*Tilia cordata* Mill.). W 2024 roku jemioła występowała najczęściej na 2 gatunkach drzew: jodle (8,14 uszkodzeń/100 drzew) oraz sośnie zwyczajnej (4,50 uszkodzeń/100 drzew). Rzadziej była rejestrowana na brzozach (1,27 uszkodzeń/100 drzew) oraz domieszkowych gatunkach liściastych (1,90 uszkodzeń/100 drzew). W przypadku sosny i jodły w 2024 roku odnotowano niewielki wzrost nasilenia uszkodzeń powodowanych przez jemiołę w porównaniu do roku 2023, natomiast w przypadku domieszkowych gatunków liściastych i brzozy – niewielki spadek. Gatunkami wolnymi od uszkodzeń spowodowanych przez jemiołę był świerk, domieszkowe gatunki iglaste, buk, rodzime dęby, olsza czarna (tab. 5.8).

W dziesięcioleciu 2015–2024 występowanie jemioły wykazywało wyraźną tendencję wzrostową. Była ona statystycznie istotna dla wszystkich gatunków i grup gatunków drzew, na których ten pasożyt występował (tab. 5.8). W ostatnich 2 latach zaobserwowano wyraźnie wolniejsze tempo narastania liczby uszkodzeń spowodowanych przez jemiołę. W roku 2022 wynosił on 5,1% w porównaniu do roku 2021, w roku 2023 już tylko 1,5% względem roku 2022 oraz w roku 2024 1,8% względem roku 2023. W latach wcześniejszych wzrost ten był

znacząco większy, przeważnie około 20% rok do roku (ryc. 5.1). Wykonane analizy wykazały, że zmniejszenie tempa rozprzestrzeniania się jemioły w lasach jest przede wszystkim skutkiem podejmowanych zabiegów sanitarnych, polegających na usuwaniu drzew silnie porażonych przez pasożyta. 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 może prowadzić do uzyskiwanych wskaźników zaniżonych względem rzeczywistych.

5.4. Podsumowanie

Przeprowadzona w Polsce w 2024 roku w ramach monitoringu lasów ocena uszkodzeń drzew wykazała, że 76,40% spośród nich było uszkodzonych. W porównaniu do roku poprzedniego nastąpił niewielki spadek udziału uszkodzonych drzew i adekwatne zwiększenie udziału drzew nieuszkodzonych. Spadek ten spowodował niewielkie zmniejszenie nasilenia występowania uszkodzeń na jednym drzewie, z 1,24 w roku 2023 do 1,20 uszkodzenia/drzewo w roku 2024. W 2024 r. dla większości wyróżnionych gatunków i grup gatunków drzew potwierdzono statystycznie wzrost nasilenia występowania uszkodzeń w dziesięcioleciu 2015–2024, jednakże w odniesieniu do jodły, brzozy i domieszkowych gatunków liściastych zmiany nasilenia uszkodzeń w czasie nie wykazywały trendu.

Najczęściej uszkadzanymi 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 48,68%, a drugiej – obejmującej również igły w odniesieniu do gatunków iglastych – 32,20%. Udział uszkodzeń gałęzi, pędów i pączków wynosił 19,12% wszystkich uszkodzeń odnotowanych w 2024 r. na SPO I rzędu.

Największy udział wśród wyróżnionych symptomów uszkodzeń stanowił ubytek igieł/liści (29,8%), który to symptom dominował u wszystkich, poza bukiem, wyróżnionych liściastych gatunków drzew oraz u świerka. U sosny, jodły i buka przeważały deformacje, zaś w przypadku domieszkowych gatunków iglastych odsetek deformacji i ubytku igliwia był taki sam. Zwraca również uwagę niewielki udział (poniżej 1%) takich symptomów uszkodzenia, jak: oznaki występowania owadów, oznaki występowania grzybów, nekrozy, nienaturalne rozmiary liści/igieł, wycieki na drzewach liściastych oraz drzewa przewrócone.

Wśród zidentyfikowanych czynników sprawczych największym udziałem charakteryzowały się konkurencja i inne czynniki (27,22%) oraz owady (18,35%). Wśród owadów największy udział stanowiły foliofagi (78,77% uszkodzeń powodowanych przez

owady), które dominowały wśród uszkodzeń wywołanych przez tę kategorię sprawców u wszystkich gatunków liściastych. W przypadku gatunków iglastych, sosny, świerka i domieszkowych gatunków iglastych przeważały owady uszkadzające pień, gałęzie i pędy (kambiofagi), zaś u jodły – owady ssące. W kategorii czynników sprawczych konkurencja i inne czynniki zdecydowanie dominowała podkategoria konkurencja, jako przyczyna występowania uszkodzeń (84,80% uszkodzeń kategorii). Wykonane analizy wykazały również trend wzrostu w okresie 2015–2024 występowania uszkodzeń spowodowanych przez jemiołę, co odnosiło się do jodły, sosny, brzozy i domieszkowych gatunków liściastych. W 2024 r. dynamiki rozprzestrzeniania się tego pasożyta była niewielka – wzrost liczby zarejestrowanych uszkodzeń spowodowanych przez *Viscum album* w porównaniu do roku 2023 wyniósł jedynie 1,8%. Najbardziej narażone na uszkodzenia ze strony tego sprawcy były drzewa najstarsze i największe. Występowanie jemioły w 2024 roku stwierdzono na sośnie, jodle, brzozie brodawkowatej, brzozie omszonej, klonie zwyczajnym, jaworze, wierzbie białej, topoli białej, topoli osice i lipie drobnolistnej.

Udział nieokreślonych czynników sprawczych (kod 999) w roku 2024 zmniejszył się w porównaniu do roku poprzedniego o 1,4 pp. i wynosił 30,4%. W roku 2024, w porównaniu do roku poprzedniego, udział uszkodzeń, dla których nie określono czynnika sprawczego zwiększył się dla dwóch gatunków (brzozy i olszy). Dla pozostałych gatunków/grup gatunków drzew odnotowano poprawę identyfikowalności przyczyn występowania uszkodzeń. Analiza trendów w okresie 2010–2024 wykazała poprawę identyfikowalności przyczyn uszkodzeń dla 3 gatunków drzew (sosny, dębu i brzozy) oraz wszystkich drzew łącznie i brak statystycznie istotnego trendu dla pozostałych 6 gatunków/grup gatunków drzew – świerka, jodły, domieszkowych gatunków iglastych, buka, olszy i domieszkowych gatunków liściastych.

Tabela 5.1. Wskaźnik występowania uszkodzeń na drzewach poszczególnych gatunków w klasach wieku w 2024 r. oraz trend zmian wartości tego wskaźnika w okresie 2015–2024 określony za pomocą testu Mann-Kendall'a

Gatunki	Liczba uszkodzeń na 1 drzewie w przedziale wieku (lata)				Średnia liczba uszkodzeń na drzewie w okresie 2015-2024										Trend 2015-2024
	21-40	41-60	61-80	>80	**2024**	2023	2022	2021	2020	2019	2018	2017	2016	2015	
Sosna	0,78	0,96	1,00	1,15	**1,02**	1,04	1,00	1,01	1,01	0,97	0,89	0,77	0,74	0,71	**W**
Świerk	1,05	1,26	1,23	1,25	**1,21**	1,28	1,26	1,26	1,29	1,22	1,13	1,03	1,04	0,99	**W**
Jodła	1,12	0,94	0,87	1,05	**1,00**	1,09	1,08	0,97	1,00	1,09	1,01	0,94	1,00	0,97	**NT**
Inne igl.	0,51	0,98	1,05	0,92	**0,89**	0,90	0,89	0,89	0,91	0,82	0,80	0,69	0,66	0,62	**W**
Dęby	1,69	1,67	1,72	1,93	**1,79**	1,80	1,72	1,77	1,89	1,99	1,69	1,60	1,37	1,30	**W**
Buk	1,06	0,95	1,12	1,29	**1,17**	1,40	1,41	1,31	1,44	1,32	1,29	1,13	1,20	1,01	**PW**
Brzoza br.	1,23	1,29	1,45	1,66	**1,37**	1,41	1,39	1,40	1,46	1,56	1,41	1,31	1,24	1,15	**NT**
Olsza cz.	1,39	1,42	1,45	1,61	**1,49**	1,52	1,53	1,54	1,49	1,45	1,54	1,47	1,33	1,26	**PW**
Inne liśc.	1,35	1,39	1,41	1,45	**1,40**	1,49	1,46	1,46	1,56	1,52	1,53	1,43	1,45	1,32	**NT**
Razem	**1,10**	**1,14**	**1,16**	**1,31**	**1,20**	**1,24**	**1,21**	**1,21**	**1,23**	**1,21**	**1,13**	**1,01**	**0,97**	**0,91**	**W**

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

Tabela 5.2. Liczba uszkodzeń przypadająca w 2024 roku na 1 drzewo danego gatunku w krainach przyrodniczo-leśnych i RDLP oraz trend zmian tego wskaźnika w dziesięcioleciu 2015–2024 określony za pomocą testu Mann-Kendall'a

Kraina przyrodniczo-leśna / RDLP	Gatunki iglaste				Gatunki liściaste					Średnia dla KP-L i RDLP w latach									Trend 2015-2024
	Sosna	Świerk	Jodła	Inne igl.	Dąb	Buk	Brzoza br.	Olsza cz.	Inne liśc.	2024	2023	2022	2021	2020	2019	2018	2017	2016	2015	
Bałtycka	1,09	1,30	1,75	1,09	1,76	1,23	1,42	1,91	1,67	**1,33**	1,38	1,50	1,43	1,39	1,29	1,30	1,09	0,89	0,80	W
Mazursko-Podlaska	0,68	0,81		0,47	1,44	1,27	1,04	1,16	1,03	**0,88**	0,90	0,89	0,95	0,95	1,03	1,05	0,96	0,95	0,96	S
Wielkopolsko-Pomorska	1,00	1,27		1,01	1,88	1,01	1,34	1,76	1,44	**1,14**	1,17	1,11	1,15	1,16	1,15	1,03	0,85	0,75	0,67	W
Mazowiecko-Podlaska	1,11	1,12		0,88	1,60	0,00	1,29	1,21	1,36	**1,20**	1,21	1,21	1,21	1,22	1,13	1,10	1,02	0,99	0,97	W
Śląska	1,03	1,32		0,87	2,11	1,24	1,60	1,55	1,58	**1,37**	1,40	1,17	1,16	1,23	1,28	1,09	1,08	1,01	0,91	W
Małopolska	1,07	1,33	1,11	0,72	1,77	0,79	1,45	1,48	1,30	**1,23**	1,26	1,21	1,17	1,22	1,15	1,09	1,09	1,07	1,02	W
Sudecka	1,31	1,57	2,29	0,95	2,15	1,04	1,72	1,90	1,46	**1,59**	1,55	1,24	1,45	1,47	1,56	1,23	1,17	1,23	1,19	W
Karpacka	0,92	1,23	0,96	0,81	1,47	1,30	1,62	1,81	1,47	**1,20**	1,39	1,39	1,35	1,48	1,49	1,36	1,15	1,33	1,17	NT
Białystok	0,78	0,84		0,71	1,43		1,07	1,12	0,98	**0,91**	0,95	0,95	1,03	1,07	1,15	1,18	1,16	1,14	1,12	S
Katowice	1,05	1,44	0,57	0,71	1,96	0,78	1,48	1,61	1,14	**1,20**	1,35	1,13	1,11	1,18	1,08	0,97	0,95	0,96	0,94	W
Kraków	1,15	1,10	0,79	0,90	1,47	1,00	1,63	1,72	1,23	**1,13**	1,36	1,41	1,44	1,51	1,32	1,26	0,99	1,05	0,89	PW
Krosno	0,87	1,18	1,29	0,81	1,63	1,56	1,91	1,82	1,66	**1,35**	1,41	1,38	1,27	1,44	1,79	1,55	1,44	1,70	1,48	S
Lublin	1,01	1,32	1,02	0,78	1,73	0,66	1,25	1,21	1,23	**1,18**	1,17	1,18	1,11	1,10	1,09	1,04	1,01	0,81	0,77	W
Łódź	1,15	1,50	0,83	0,68	1,97	1,11	1,52	1,66	1,12	**1,23**	1,24	1,21	1,15	1,19	1,11	1,09	1,05	1,16	1,13	W
Olsztyn	0,86	0,93		0,42	1,44	1,07	1,17	1,30	1,34	**1,05**	1,01	1,01	1,06	1,04	0,98	0,97	0,82	0,87	0,89	W
Piła	0,93	1,07		0,50	1,56	0,98	1,28	1,58	1,74	**1,00**	1,03	0,99	1,01	1,18	1,11	0,96	0,70	0,60	0,49	W
Poznań	0,94	1,29		0,82	1,81	0,62	1,31	1,65	1,35	**1,17**	1,20	1,09	1,17	1,30	1,22	1,15	0,99	0,84	0,62	W
Szczecin	1,61	1,64		1,45	2,31	1,52	2,03	2,29	1,85	**1,76**	1,79	1,67	1,63	1,56	1,41	1,51	1,09	0,74	0,74	W
Szczecinek	0,83	1,53	1,75	1,30	1,89	1,16	1,30	1,81	1,72	**1,14**	1,30	1,48	1,33	1,25	1,18	1,15	0,97	0,65	0,62	W
Toruń	0,90	2,00		0,43	1,88	0,86	1,34	2,19	1,25	**1,07**	1,10	1,05	1,05	1,04	1,08	0,80	0,78	0,72	0,66	W
Wrocław	1,09	1,55	2,29	1,03	2,02	1,14	1,73	1,45	1,59	**1,48**	1,47	1,21	1,32	1,42	1,50	1,23	1,19	1,14	1,03	W
Zielona Góra	1,02	1,26		1,00	2,44	0,53	1,78	1,68	1,63	**1,25**	1,25	1,18	1,25	1,07	1,16	0,99	0,91	0,86	0,88	W
Gdańsk	0,69	0,75		0,63	1,03	1,10	1,30	1,89	1,18	**0,87**	0,84	1,14	1,14	1,05	1,16	1,06	0,90	1,05	0,91	NT
Radom	1,14	1,34	1,26	0,71	1,57	0,76	1,24	1,17	1,53	**1,23**	1,25	1,22	1,19	1,25	1,08	1,05	1,06	1,08	1,00	W
Warszawa	1,23	0,00		1,28	1,48		1,41	1,32	1,59	**1,30**	1,29	1,29	1,31	1,31	1,15	1,08	1,01	1,01	1,04	W
Parki Narodowe	1,55	0,99	1,17	1,06	2,25	1,33	1,74	1,16	1,76	**1,38**	1,45	1,43	1,48	1,55	1,46	1,45	1,25	1,21	1,19	PW

W – wzrost; S – spadek; PW – prawdopodobny wzrost; PS – prawdopodobny spadek, NT – brak trendu

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

Tabela 5.3. Najczęściej występujące lokalizacje, symptomy i czynniki sprawcze uszkodzeń występujących na drzewach poszczególnych gatunków w 2024 roku na SPO I rzędu

Gatunki	**Liczba uszko-dzeń**	**Najczęściej występująca lokalizacja**			**Najczęściej występujący symptom**			**Najczęściej występujący czynnik sprawczy**			
		Miejsce	Liczba	Udział	Symptom	Liczba	Udział	Czynnik	Liczba	Udział 2024	Udział 2023
Sosna	22166	Strzała	13430	60,6%	Deformacje	6198	28,0%	Konkurencja i inne czynniki	8317	37,5%	36,4%
Świerk	2059	Strzała	1184	57,5%	Ubytek igieł	659	32,0%	Badane niezidenty-fikowane	879	42,7%	47,2%
Jodła	1157	Strzała	556	48,1%	Deformacje	373	32,2%	Badane niezidenty-fikowane	438	37,9%	42,7%
Inne iglaste	596	Strzała	373	62,6%	Deformacje/ Ubytek igieł	132	22,1%	Badane niezidenty-fikowane	261	43,8	46,3%
Dęby	6407	Liście	3763	58,7%	Ubytek liści	22838	44,3%	Owady	2390	37,3%	36,7%
Buk	2110	Strzała	1162	55,1%	Deformacje	702	33,3%	Badane niezidenty-fikowane	557	26,4%	33,0%
Brzoza br.	5614	Liście	2615	46,6%	Ubytek liści	2004	35,7%	Owady	1843	32,8%	34,2%
Olsza cz.	4408	Liście	2480	56,3%	Ubytek liści	2470	56,0%	Owady	2224	50,4%	51,5%
Inne liściaste	4723	Strzała	2166	45,9%	Ubytek liści	1609	34,1%	Owady	1292	27,4%	28,7%
Łącznie	**49240**	**Strzała**	**23970**	**48,7%**	**Ubytek igieł/liści**	**14695**	**29,8%**	**Badane niezidenty-fikowane**	**14947**	**30,4%**	**31,8%**

Tabela 5.4. Udział procentowy wskazanych lokalizacji występowania uszkodzeń na drzewach wyróżnionych gatunków i grup gatunków w 2024 roku na SPO I rzędu

Lokalizacja uszkodzeń na drzewie	Gatunki drzew									Wszystkie drzewa
	Sosna	Świerk	Jodła	Inne igl.	Buk	Dęby	Brzoza br.	Olsza cz.	Inne liść.	
Liście, górna cz. korony	0,40	1,70	0,86	0,50	17,49	1,97	5,93	1,66	5,02	2,59
Liście, dolna cz. korony	6,69	5,88	5,01	2,68	2,04	4,32	1,64	3,90	2,16	4,80
Liście, poł. niejednolite	2,47	5,10	2,07	3,36	5,92	8,97	8,96	11,09	6,10	5,43
Liście, cała korona	7,59	12,09	4,84	8,22	4,60	43,47	30,05	39,61	25,20	19,38
Liście bądź igły	17,15	24,77	12,79	14,77	30,05	58,73	46,58	56,26	38,47	32,20
Gałęzie, pędy, pączki	22,26	17,73	39,15	22,65	14,88	21,29	12,83	8,80	15,67	19,12
Strzała w obrębie korony	15,43	8,94	9,85	7,55	6,21	2,70	3,78	3,18	3,39	9,30
Pień pomiędzy szyją korzeniowa i koroną	30,61	39,78	31,72	31,88	30,38	10,18	20,88	15,93	22,95	25,21
Korzenie i szyja korzeniowa <25 cm	2,84	5,88	5,10	6,21	8,72	2,11	3,47	7,26	4,36	3,83
Cała strzała	11,71	2,91	1,38	16,95	9,76	4,99	12,47	8,58	15,16	10,34
Razem strzała	60,59	57,50	48,06	62,58	55,07	19,98	40,59	34,94	45,86	48,68
Udział gatunku w uszkodzeniach ogółem	45,02	4,18	2,35	1,21	4,29	13,01	11,40	8,95	9,59	100,00

Udziały poszczególnych lokalizacji dla wyróżnionych gatunków drzew liczono względem uszkodzeń występujących na danym gatunku drzewa

Tabela 5.5. Liczba wyróżnionych typów symptomów uszkodzenia i ich udział w łącznej liczbie uszkodzeń drzew poszczególnych gatunków w 2024 roku na SPO I rzędu

Kod	Symptomy uszkodzenia	Jedn.	Sosna	Świerk	Jodła	Inne igl.	Dęby	Buk	Brzoza br	Olsza cz.	Inne liśc.	Razem uszkodzeń
1	Ubytek liści/igieł	szt.	4490	659	135	132	2838	358	2004	2470	1609	**14695**
		%	20,3	32,0	11,7	22,1	44,3	17,0	35,7	56,0	34,1	**29,8**
2-5	Przebarwienia liści/igieł	szt.	420	36	60	11	975	50	618	3	141	**2314**
		%	1,9	1,7	5,2	1,8	15,2	2,4	11,0	0,1	3,0	**4,7**
6-7	Nienaturalne rozmiary liści/igieł	szt.	5	2	2	0	4	6	58	9	7	**93**
		%	0,0	0,1	0,2	0,0	0,1	0,3	1,0	0,2	0,1	**0,2**
8	Deformacje	szt.	6198	239	373	132	574	702	951	569	1010	**10748**
		%	28,0	11,6	32,2	22,1	9,0	33,3	16,9	12,9	21,4	**21,8**
9	Inne symptomy	szt.	763	8	55	3	25	20	39	36	64	**1013**
		%	3,4	0,4	4,8	0,5	0,4	0,9	0,7	0,8	1,4	**2,1**
10	Oznaki wyst. owadów	szt.	40	26	66	5	10	35	26	6	14	**228**
		%	0,2	1,3	5,7	0,8	0,2	1,7	0,5	0,1	0,3	**0,5**
11	Oznaki wyst. grzybów	szt.	99	2	10	4	217	13	11	7	30	**393**
		%	0,4	0,1	0,9	0,7	3,4	0,6	0,2	0,2	0,6	**0,8**
12	Inne oznaki	szt.	291	8	31	0	38	57	40	58	68	**591**
		%	1,3	0,4	2,7	0,0	0,6	2,7	0,7	1,3	1,4	**1,2**
13	Złamane gałęzie	szt.	813	76	42	15	59	50	122	21	82	**1280**
		%	3,7	3,7	3,6	2,5	0,9	2,4	2,2	0,5	1,7	**2,6**
14	Martwe/obumierające gałęzie	szt.	2267	132	104	54	803	170	274	191	435	**4430**
		%	10,2	6,4	9,0	9,1	12,5	8,1	4,9	4,3	9,2	**9,0**
15	Zrzucone gałęzie, pędy, pączki	szt.	331	12	29	17	187	1	111	117	66	**871**
		%	1,5	0,6	2,5	2,9	2,9	0,0	2,0	2,7	1,4	**1,8**
16	Nekrozy	szt.	71	5	2	1	15	16	14	5	11	**140**
		%	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,8	0,2	0,1	0,2	**0,3**
17	Rany	szt.	2543	435	176	65	254	353	283	161	334	**4604**
		%	11,5	21,1	15,2	10,9	4,0	16,7	5,0	3,7	7,1	**9,4**
18	Wycieki żywicy	szt.	1057	318	40	70						**1485**
		%	4,8	15,4	3,5	11,7						**3,0**
19	Wycieki na drzewach liściastych	szt.					28	3	40	4	9	**84**
		%					0,4	0,1	0,7	0,1	0,2	**0,2**
20	Zgnilizna	szt.	438	84	25	10	157	164	213	350	348	**1789**
		%	2,0	4,1	2,2	1,7	2,5	7,8	3,8	7,9	7,4	**3,6**
21	Pochylone	szt.	2338	16	7	76	223	112	806	401	495	**4474**
		%	10,5	0,8	0,6	12,8	3,5	5,3	14,4	9,1	10,5	**9,1**
22	Przewrócone	szt.	2	1	0	1	0	0	4	0	0	**8**
		%	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	**0,0**
Łączna liczba symptomów		szt.	**22166**	**2059**	**1157**	**596**	**6407**	**2110**	**5614**	**4408**	**4723**	**49240**

Tabela 5.6. Liczba wyróżnionych kategorii czynników sprawczych uszkodzeń i ich udział w łącznej liczbie uszkodzeń drzew poszczególnych gatunków w 2024 roku oraz trendy zmian identyfikowania czynników sprawczych uszkodzeń na SPO I rzędu w okresie 2010-2024

Kod	Czynniki sprawcze	Jedn.	Sosna	Świerk	Jodła	Inne igl.	Dąb	Buk	Brzoza br.	Olsza cz.	Inne liśc.	Razem
100	Kręgowce	szt.	276	228	27	2	59	26	17	33	32	**700**
		%	1,25	11,07	2,33	0,34	0,92	1,23	0,30	0,75	0,68	**1,42**
200	Owady	szt.	775	170	71	30	2390	240	1843	2224	1292	**9035**
		%	3,50	8,26	6,14	5,03	37,30	11,37	32,83	50,45	27,36	**18,35**
300	Grzyby	szt.	1057	48	168	30	888	205	176	247	357	**3176**
		%	4,77	2,33	14,52	5,03	13,86	9,72	3,14	5,60	7,56	**6,45**
400	Czynniki abiotyczne	szt.	2392	114	61	76	277	524	674	389	579	**5086**
		%	10,79	5,54	5,27	12,75	4,32	24,83	12,01	8,82	12,26	**10,33**
500	Bezpośrednie działanie człowieka	szt.	1847	157	94	55	124	204	171	69	157	**2878**
		%	8,33	7,63	8,12	9,23	1,94	9,67	3,05	1,57	3,32	**5,84**
600	Pożary	szt.	13	0	0	0	0	0	1	0	0	**14**
		%	0,06						0,02			**0,03**
700	Zanieczyszczenia powietrza	szt.										**0**
		%										**0,00**
800	Konkurencja i inne czynniki	szt.	8317	463	298	142	925	354	1209	676	1020	**13404**
		%	37,52	22,49	25,76	23,83	14,44	16,78	21,54	15,34	21,60	**27,22**
999 Badane niezidentyfikowane	2024	szt.	7489	879	438	261	1744	557	1523	770	1286	**14947**
		%	33,79	42,69	37,86	43,79	27,22	26,40	27,13	17,47	27,23	**30,36**
	2023	%	35,0	47,2	42,7	46,3	28,5	33,0	26,7	17,4	28,7	31,8
	2022		35,7	47,2	42,8	43,0	28,9	32,1	26,4	17,7	28,4	32,0
	2021		38,4	47,2	35,0	47,1	28,8	39,2	27,7	18,5	30,2	33,9
	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**	**NT**	**NT**	**NT**	**SP**	**NT**	**SP**	**NT**	**NT**	**SP**

SP – spadek; NT – brak trendu

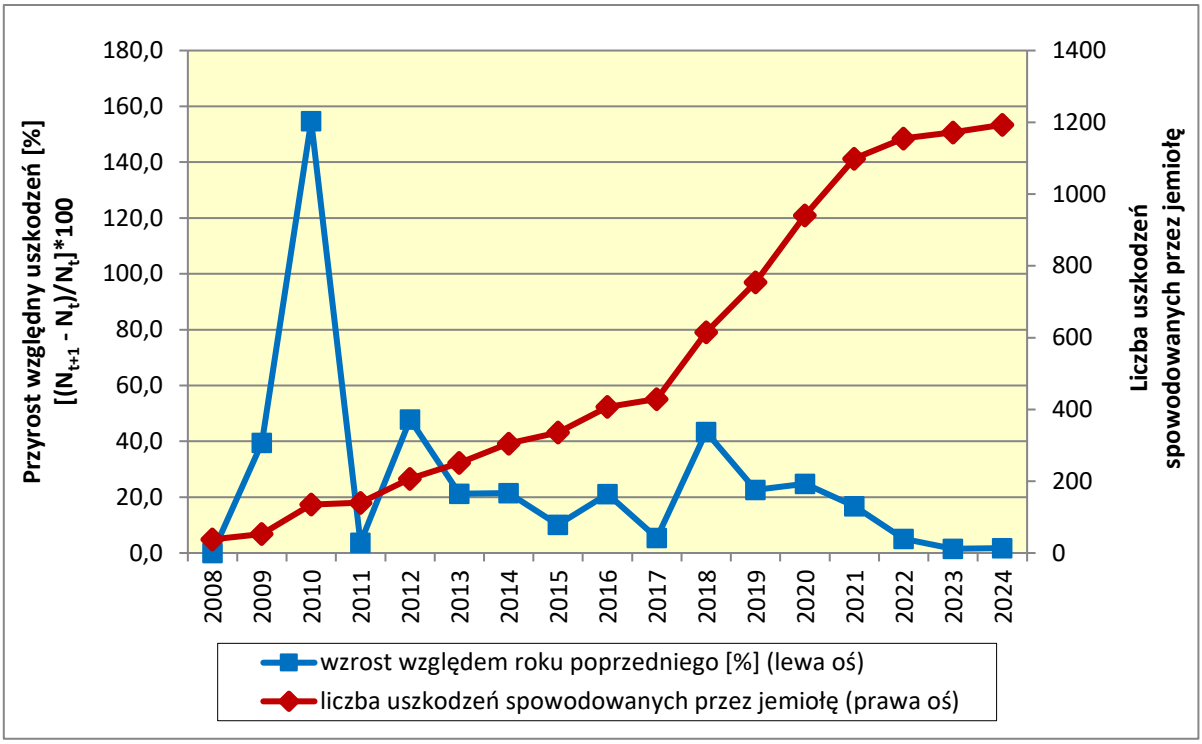
Tabela 5.7. Udział procentowy uszkodzeń drzew spowodowanych przez wyróżnione grupy owadów oraz kategorie konkurencji i innych czynników na drzewach poszczególnych gatunków na SPO I rzędu w 2024 roku

Grupy owadów Kategorie konkurencji i innych czynników		**Gatunki drzew**									**Razem**
		Sosna	**Świerk**	**Jodła**	**Inne iglaste**	**Dąb**	**Buk**	**Brzoza**	**Olsza**	**Inne liśc.**	
OWADY	Liściożerne	1,67	0,03	0,01	0,04	1,94	23,67	14,43	23,53	13,44	**78,77**
	Uszkadzające pień, gałęzie, pędy	6,13	1,62	0,04	0,25	0,08	0,40	0,31	0,06	0,22	**9,11**
	Ssące	0,00	0,17	0,72	0,00	0,23	0,40	5,47	0,01	0,09	**7,08**
	Minujące	0,00	0,00	0,01	0,00	0,31	1,20	0,07	0,81	0,29	**2,68**
	Bez specyfikacji	0,59	0,04	0,00	0,03	0,03	0,74	0,11	0,19	0,25	**1,99**
	Galasówki	0,18	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	**0,19**
	Uszkadzające pączki	0,00	0,01	0,00	0,00	0,07	0,04	0,00	0,00	0,00	**0,12**
	Owady inne	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,02	0,01	**0,06**
	Razem dla gatunku drzewa	**8,58**	**1,88**	**0,79**	**0,33**	**2,66**	**26,45**	**20,40**	**24,62**	**14,30**	**100,00**
	Razem iglaste/liściaste				**11,58**					**88,42**	
KONKURENCJA I INNE CZYNNIKI	Konkurencja	51,28	3,25	1,39	1,01	2,39	6,42	7,76	4,71	6,59	**84,80**
	Epifity/parazyty	7,33	0,00	0,70	0,00	0,00	0,01	0,39	0,01	0,47	**8,92**
	Bez specyfikacji	2,10	0,13	0,03	0,04	0,11	0,37	0,72	0,17	0,28	**3,96**
	Inne znane, ale nie podane	0,86	0,05	0,10	0,01	0,12	0,07	0,10	0,08	0,17	**1,56**
	Mutacje	0,46	0,03	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,07	0,02	**0,62**
	Wirusy	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,03	0,01	0,03	**0,08**
	Nicienie	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,04	**0,06**
	Bakterie	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	**0,00**
	Razem dla gatunku drzewa	**62,05**	**3,45**	**2,22**	**1,06**	**2,64**	**6,90**	**9,02**	**5,04**	**7,61**	**100,00**
	Razem iglaste/liściaste				**68,79**					**31,21**	

Tabela 5.8. Uszkodzenia drzew wyróżnionych gatunków i grup gatunków spowodowane przez jemiołę na SPO I rzędu w latach 2008-2024 wyrażone bezwzględną liczbą uszkodzeń (szt.) oraz wskaźnikiem liczby uszkodzeń przypadających na 1 drzewo [wg formuły: (liczba uszk./liczba drzew)*100] oraz trend w okresie 2015-2024 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**
2022	szt.	934		91				63		67	**1155**
	(szt./l.drz)*100	4,23		8,05				1,50		1,99	**2,80**
2023	szt.	956		90				54		72	**1172**
	(szt./l.drz)*100	4,35		7,77				1,30		2,10	**2,83**
2024	szt.	983		94				52		64	**1193**
	(szt./l.drz)*100	4,50		8,14				1,27		1,90	**2,90**
Trend 2015-2024		**W**		**W**				**W**		**W**	**W**

W – wzrost



Rycina 5.1. Wzrost liczby uszkodzeń spowodowanych przez jemiołę wyrażony w liczbach bezwzględnych oraz przyrost tych uszkodzeń względem roku poprzedniego [%] w latach 2008-2024

6. WARUNKI WODNE GLEB NA TERENACH LEŚNYCH POLSKI W 2024 R. I ICH WPŁYW NA STAN ZDROWOTNY LASÓW WRAZ Z ANALIZĄ W OKRESIE 2013-2024 – *ANDRZEJ BOCZOŃ, ROBERT HILDEBRAND*

W ostatnich latach obserwowane 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 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, sprawiając, że susze należą do głównych wyzwań, przed którymi stanie leśnictwo w perspektywie średnioterminowej (Albert i in. 2015).

W 2018 roku Europa Środkowa doświadczyła jednej z najbardziej dotkliwych i długotrwałych odnotowanych letnich susz i fal upałów. 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. Badania potwierdzają obecnie, że susza w 2018 r. była bardziej ekstremalna i miała większy wpływ na ekosystemy leśne niż susza w 2003 r. (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 też, że susze w latach 2018-2020 w Europie Środkowej były prawdopodobnie największe od 2000 lat (Büntgen i in. 2021).

Wyznaczanie suszy glebowej na terenach leśnych oparto na modelowaniu 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 Lasów Państwowych służących ochronie przeciwpożarowej i Instytutu Badawczego Leśnictwa prowadzonych w ramach monitoringu lasu ICP Forests. Ze względu na wymaganie do obliczeń wysokiej jakości danych liczba oraz wybór stacji meteorologicznych zmieniał się w ciągu lat. W 2024 r. skorzystano z danych z 28 stacji w Nadleśnictwach: Biała Podlaska, Bircza, Cewice, Chełm, Cybinka, Czarna Białostocka, Dąbrowa, Gniewkowo, Gościno, Hajnówka, Kalisz, Kup, Kutno, Łuków, Piaski, Pisz, Płońsk, Rudnik, Sokołów, Spała, Staszów, Starogard Gdański, Suwałki, Szklarska, Wołów, Wronki, Zawadzkie, Zwoleń.

Moment wystąpienia suszy glebowej wyznaczono jako całkowite wyczerpanie wody dostępnej dla roślin. Aktualny zapas wody glebowej (SWS) obliczono w ujęciu dobowym, na

podstawie bilansu odpływu wody w procesie ewapotranspiracji rzeczywistej i przychodu wody z opadami atmosferycznymi. Ewapotranspiracja ekosystemu została obliczona wzorem Penmana-Monteitha. Opad docierający do gleby w drzewostanie został zmniejszony o intercepcję drzewostanów (w obliczeniach zastosowano model Liu (1997, 2001). Pojemność wodną koron określono metodą użytą w modelu Kondo (2001) (Smax wg Komatsu i in. 2008).

Wyznaczono także 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.

Łącznie analizę zagrożenia wystąpienia susz glebowych na terenach leśnych oparto na czterech wskaźnikach: klimatycznym bilansie wodnym całego roku (KBWR), klimatycznym bilansie wodnym półrocza letniego (KBWL), liczbie dni ograniczonego dostępu do wody glebowej w roku (LDR), liczbie dni ograniczonego dostępu do wody glebowej w okresie maksymalnego wzrostu drzew: maj – lipiec (LDL).

Wyznaczenie izolinii zasięgu suszy wykonano w programie SURFER 22, z wykorzystaniem warstwy granic Polski udostępnianej przez Centralny Ośrodek Dokumentacji Geodezyjnej i Kartograficznej.

Analiza dotyczy większości obszaru kraju, jednak ze względu na brak danych meteorologicznych nie jest miarodajna dla przeważającej części Karpat znajdujących się w granicach kraju, poza Bieszczadami.

Zagrożenie suszą w 2024 r.

W 2024 r. na występowanie suszy glebowej obejmującej duże obszary kraju wskazały dwa wskaźniki: klimatyczny bilans wodny półrocza letniego (KBWL – ryc. 6.2) a przede wszystkim liczba dni ograniczonej dostępności wody glebowej w roku (LDR – ryc. 6.3). Pozostałe wskaźniki wskazały na niewielkie zagrożenie suszą. Roczny klimatyczny bilans wodny (KBWR ryc. 6.1) wskazał na niewielkie niedobory wody przy centralnej części zachodniej granicy państwa. Natomiast w miesiącach największego wzrostu drzew niewielka liczba dni z niedoborem wody (LDL – ryc. 6.4) były południowo zachodniej do centralnej części kraju, oraz przy zachodniej granicy kraju i w rejonie Puszczy Białowieskiej.

KBWL wskazuje na występowanie zagrożenia suszą na dużym obszarze kraju, obejmując nieregularnym kształtem głównie centralne i wschodnie rejony kraju (ryc. 6.2). Na znacznie większy problem występowania suszy wskazuje LDR (ryc. 6.3). Wskaźnik pokazuje na występowanie niedoboru wody praktycznie na całym terenie kraju, z pominięciem Pomorza Zachodniego, rejonu Sudetów i Bieszczad, oraz mniejszych lokalnych obszarów.

Występowanie dużej zmienności w zagrożeniu suszą wskazuję na dużą różnorodność warunków opadowych w 2024 r., w którym lokalnie występujące intensywne opady burzowe na niewielkich obszarach uzupełniały zasoby wody a nawet miały charakter nadmiaru, warunkując dostępność wody glebowej.

Przyczyny występowania zagrożenia suszami w roku 2024

Wykazanie dni, w których występował niedobór wody glebowej w roku kalendarzowym (LDR) i nieznaczne liczby takich dni w miesiącach największego przyrostu drzew (LDL) wskazuje, że warunki pogodowe inicjujące brak wody dostępnej miały miejsce po okresie analizy LDL. Początek roku charakteryzuje dobre warunki wilgotnościowe będące wynikiem znacznej przewagi przychodu wody nad rozchodem w okresie zimy. Największy wpływ na pojawienie się dni z niedoborem wody po okresie maksymalnego przyrostu drzew miały niskie opady w czwartym kwartale 2024 r. na większości terenu kraju występowały niskie opady (ryc. 6.5). Jednocześnie 2024 r. charakteryzowała wysoka temperatura powietrza, której średnia w skali kraju osiągnęła blisko 10,5ºC (średnie z poddanych analizie stacji meteorologicznych przedstawiono na ryc. 6.6). Temperatura powietrza znacznie przekraczała wartość średnią wieloletnią, która wg. IMGW w klimatologicznym okresie normalnym 1991-2020 wyniosła 8,7ºC. Wysoka temperatura powietrza bezpośrednio oraz pośrednio wpływa na wielkość rozchodu wody w procesie parowania terenowego. To doprowadziło do wystąpienia dużego niedoboru wody w glebie w ostatnich miesiącach 2024 r. (ryc. 6.7). Deficyt wilgoci w grudniu 2024 r. objął prawie cały kraj, osiągając najwyższe wartości w Wielkopolsce, Ziemi Łódzkiej, częściowo na Kujawach, w północnej części Górnego Śląska i na wschodzie kraju.

Defoliacja drzewostanów w 2024 r. powodowana warunkami wilgotnościowymi w 2023 r.

Zmiany ulistnienia w 2024 r. nie odwzorowują zagrożenia suszami wykazanymi wskaźnikami dla 2023 r. (ryc. 6.8) Na większości obszaru kraju ulistnienie się zwiększyło, a wzrost defoliacji miał jedynie charakter lokalny. Wskazuje to na wpływ dobrych warunków wilgotnościowych na początku okresu wzrostu w 2024 r. Wilgotna wiosna, stworzyła korzystne warunki dla rozwoju, dzięki czemu drzewa wytworzyły dużą powierzchnię parującą, regenerując straty w ulistnieniu po roku poprzednim.

Analiza zmian warunków wodnych i defoliacji w latach 2013-2023

Warunki wilgotnościowe na terenach leśnych Polski

Analiza została ograniczona do trzech wskaźników zagrożenia występowania niedoborów wody: klimatycznego bilansu wodnego półrocza letniego (KBWL), liczby dni

ograniczonego dostępu do wody glebowej w roku (LDR), liczby dni ograniczonego dostępu do wody glebowej w okresie maksymalnego wzrostu drzew: maj – lipiec (LDL). Zrezygnowano z klimatycznego bilansu wodnego całego roku (KBWR), gdyż wskaźnik ten słabo reprezentuje wpływ warunków wodnych w okresie wzrostu drzew. Wartości wskaźników zostały uśrednione do obszaru kraju za pomocą średniej ważonej, gdzie wagą była powierzchnia poszczególnych stref wartości określonego wskaźnika.

W rozpatrywanym okresie klimatyczny bilans wodny półroczu letniego (KBWL) wskazuje na występowania zagrożenia suszą w latach 2015-2016 i 2018-2020, natomiast najlepsze warunki wzrostu drzew miały miejsce w 2017 r., 2021 r. i 2023. W latach 2013, 2014 i 2023 warunki były obojętne (ryc. 6.9). Na najlepsze warunki wilgotnościowe w 2017 r. wskazuje także wskaźnik LDL, ponadto dobre warunki wzrostu wg. tego wskaźnika panowały w 2014 r., 2016 r., 2022 r. i 2023 r. Natomiast największe zagrożenie suszą glebową występowało w latach 2015 r., 2018 r., 2019 r. i 2020 r. (ryc. 6.10). Liczba dni zagrożenia suszą glebową w latach kalendarzowych (LDR) wskazuje na wystąpienie licznych dni z zagrożeniem wystąpienia suszy glebowej w poza okresem maksymalnego wzrostu drzew we wszystkich rozpatrywanych latach, szczególnie w: 2013 r. – 36 dni, 2016 r. – 30 dni, 2020 r. – 44 dni, w 2023 r. – 27 dni (ryc. 6.11). Biorąc pod uwagę, że w pierwszych miesiącach roku dochodzi do poprawy warunków wilgotnościowych gleb, można wskazać, że wzrost liczby dni z zagrożeniem suszą dotyczy miesięcy po okresie maksymalnego wzrostu drzew. W okresie tym negatywne warunki pogodowe nie mają tak dużego znaczenia dla drzew jak w przypadku okresu z maksymalny przyrostem, związanym z tworzeniem drewna wczesnego, tym niemniej długie okresy suszy także i w tym okresie mogą wywoływać negatywne skutki dla drzew jak również stwarzać zagrożenie niedoboru wody w kolejnym roku.

Największy wpływ na defoliację drzewostanów powinny wywierać wskaźniki dotyczące okresu wegetacyjnego, czyli KBWL i LDL, dlatego poniższą analizę ograniczono do tych dwóch wskaźników. Analiza przeprowadzono dla defoliacji odnotowanej w kolejnym roku po roku wyznaczenia wskaźników niedoboru wody. Wartości defoliacji na powierzchniach monitoringu zostały uśrednione dla obszaru kraju średnią ważoną, gdzie wagą była powierzchnia wystąpienia poszczególnych wartości wskaźników zagrożenia suszą. Można zauważyć wyraźną zależność między zmianą defoliacji drzew a klimatycznym bilansem wodnym półrocza letniego (ryc. 6.12). Defoliacja wzrasta, gdy klimatycznym bilans wodny się zmniejsza. W przypadku wartości KBWL w zakresie od -100 do 100 zależność nie jest

wyraźna, ale wartości przekraczające ten zakres wyraźnie wskazują na związek między klimatycznym bilansem wodnym półrocza letniego i zmianą defoliacji drzew w roku kolejnym.

W przypadku liczby dni zagrożenia suszą glebową w okresie maksymalnego wzrostu drzew (LDL) w latach 2013-2023 znacznie wyraźniejsza zależność występuje ze skumulowaną zmianą defoliacji (ryc. 6.14) niż ze zmianą defoliacji w roku kolejnym (ryc. 6.13). Skumulowana wartość defoliacji danego roku liczona jako zwiększenie lub zmniejszenie defoliacji roku poprzedniego uwzględnia zmiany defoliacji w latach poprzednich. Wraz ze wzrostem liczby dni niedoboru wody glebowej wzrasta defoliacja drzew.

LITERATURA

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.

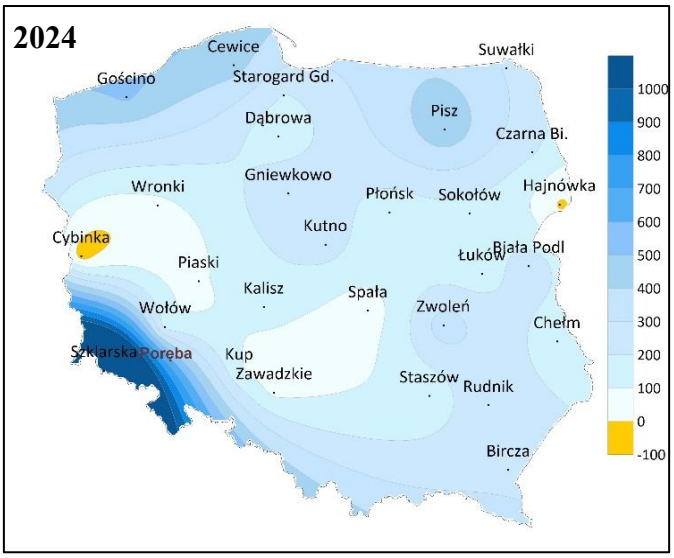
Liu, S., 2001. Evaluation of the Liu model for predicting rainfall interception in forests world-wide. Hydrological Processes, 15, 2341-2360.Kondo (2001) (Smax wg Komatsu et al., 2008).

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.

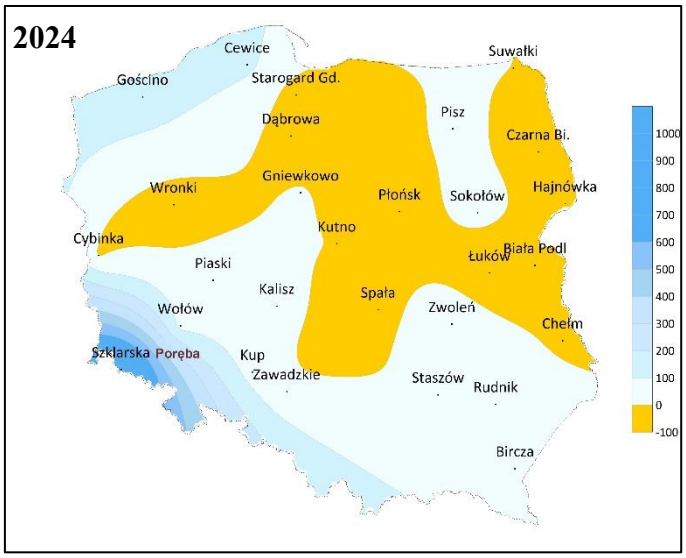
Kondo, J., Nakazono, M., Watanabe, T., 1992. Hydrological climate in Japan (2): forest rainfall interception. J. Jpn. Soc. Hydrol. Water Resour. 5 (2), 29–36 (in Japanese with English summary).

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, Lübbe 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

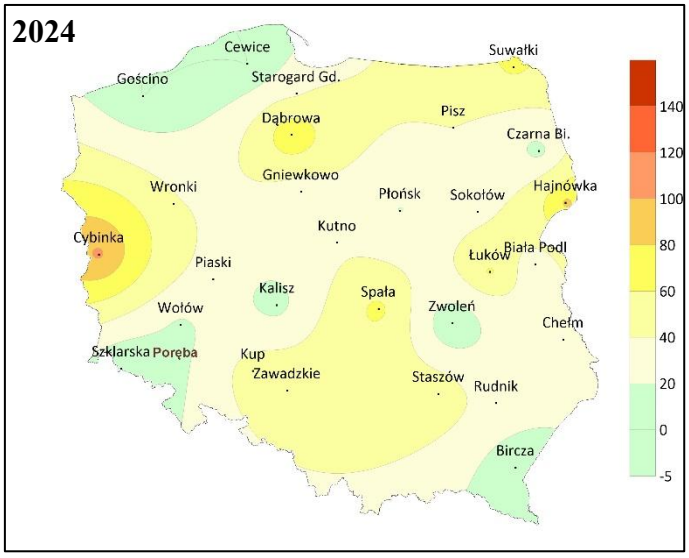
Wang Q., Wu J., Lei T., He B., Wu Z, Liu M, Mo X., Geng G., Li X., Zhou H., Liu D., 2014. Temporal-spatial characteristics of severe drought events and their impact on agriculture on a global scale. Quaternary International 349, 10-21.



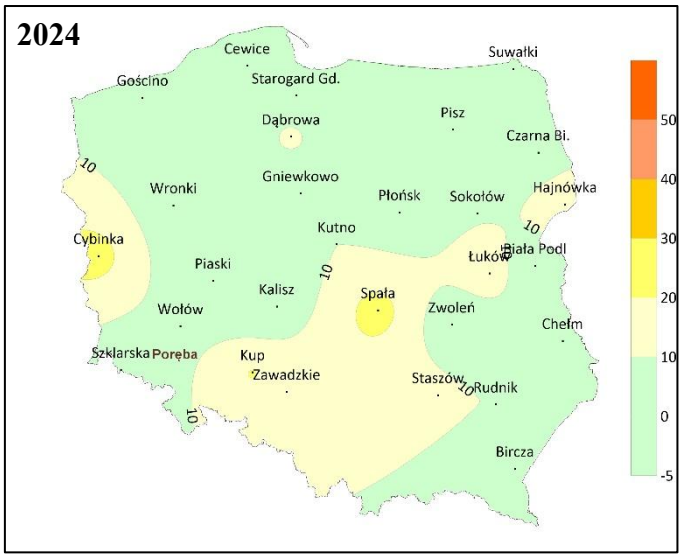
Rycina 6.1. Roczny klimatyczny bilans wodny (mm) w 2024



Rycina 6.2. Klimatyczny bilans wodny półrocza letniego (mm) w 2024 r.

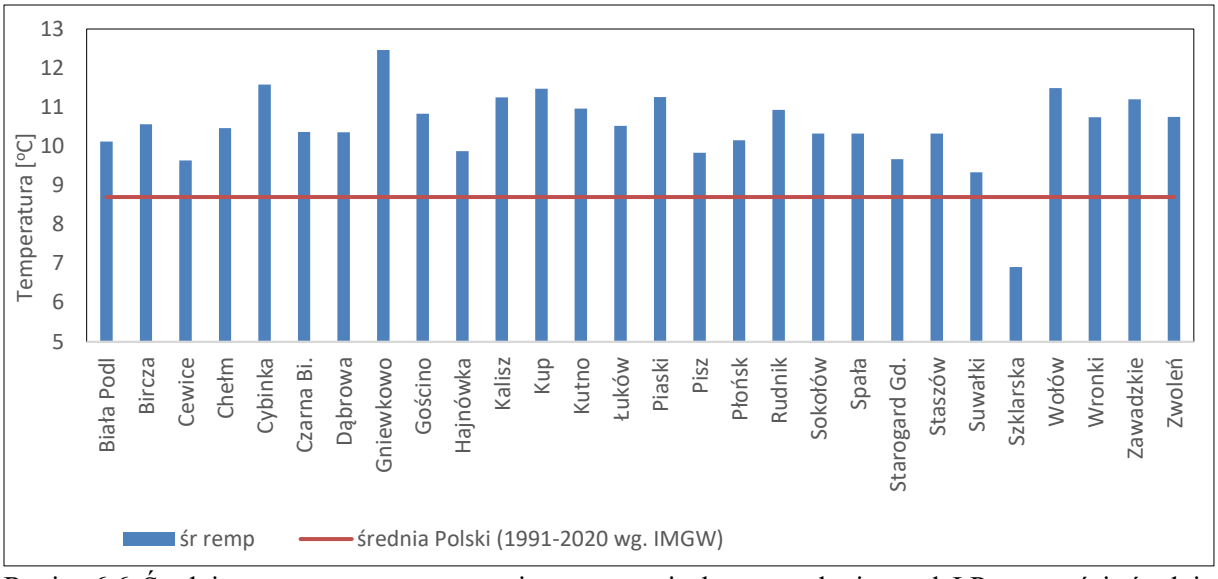


Rycina 6.3. Liczba dni ograniczonej dostępności wody dla roślinności w roku 2024 r.

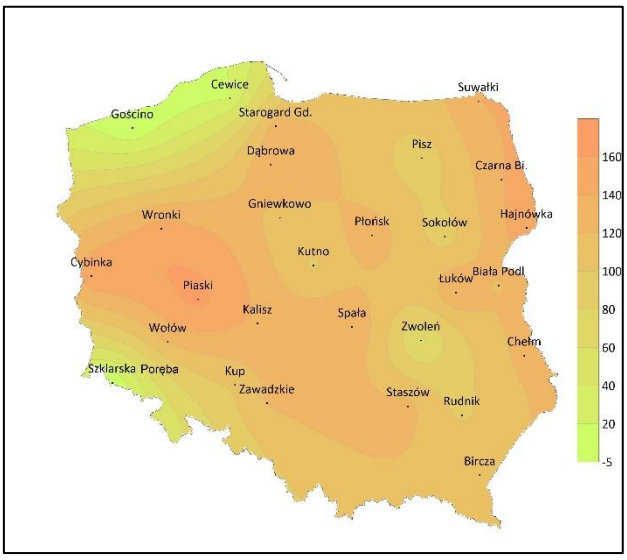


Rycina 6.4. Liczba dni ograniczonej dostępności wody dla roślin w miesiącach kwiecień – lipiec w 2024 r.

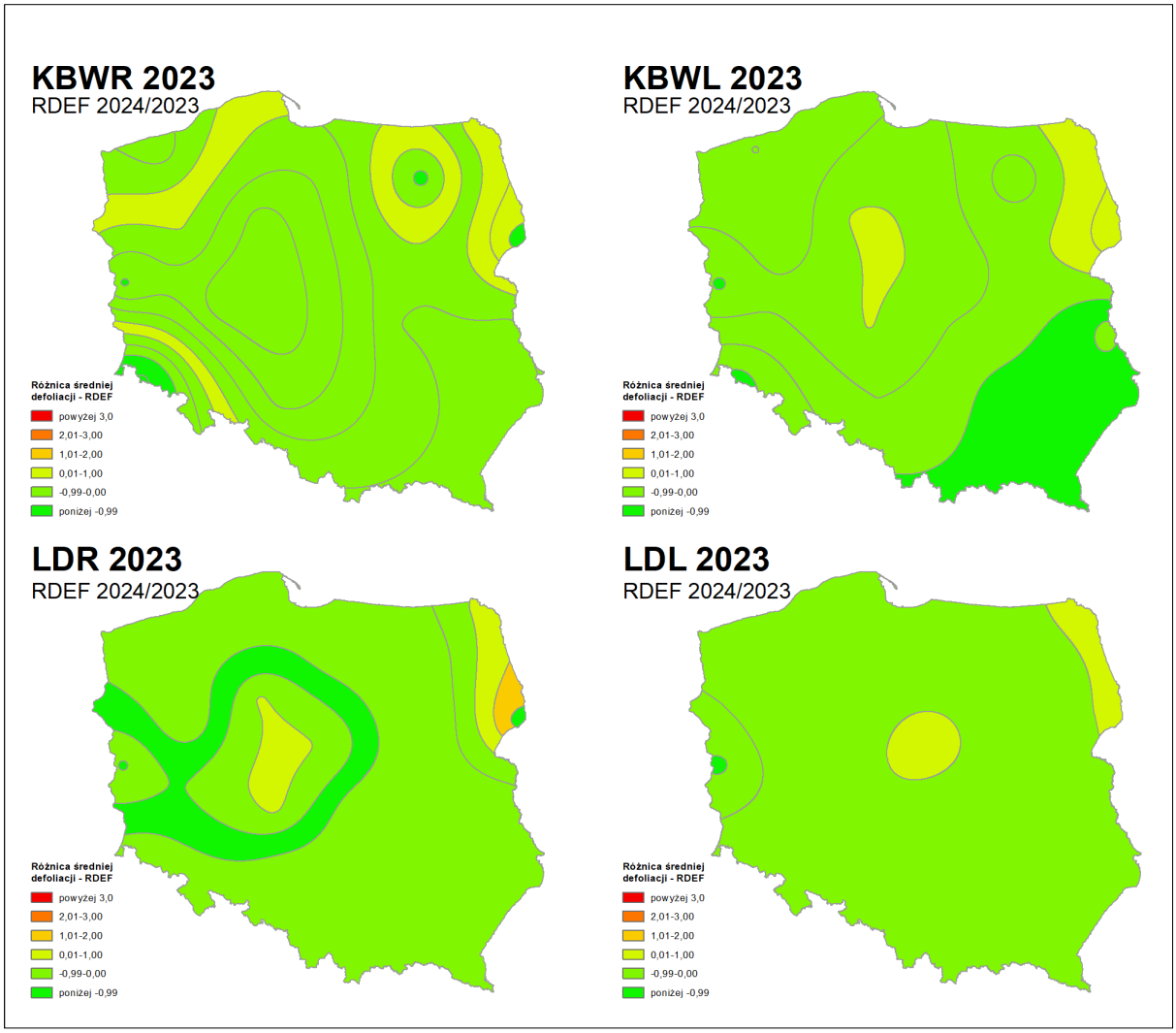
Rycina 6.5. Suma opadów [mm] miesięcy październik – grudzień 2024 r.



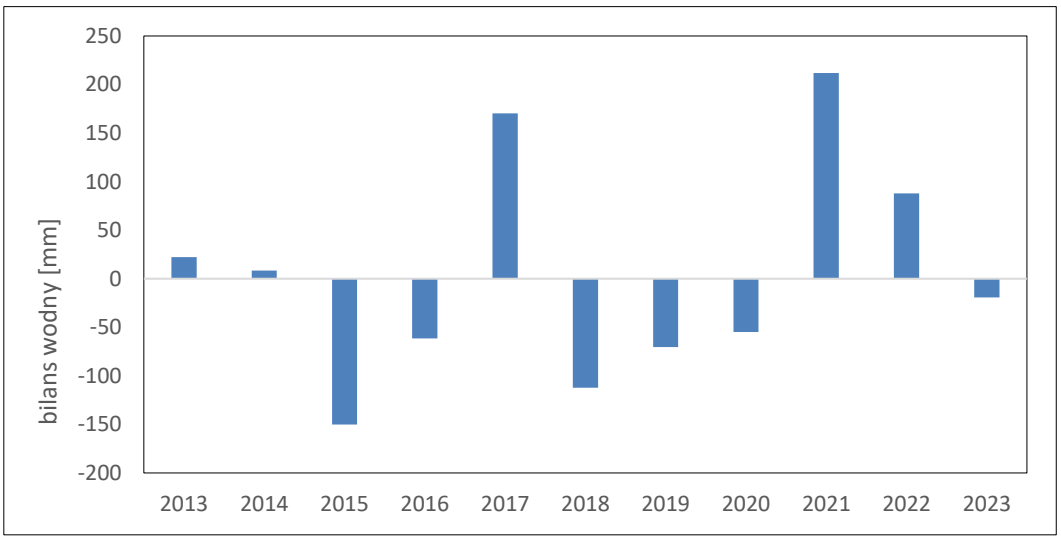
Rycina 6.6. Średnia roczna temperatura powietrza na stacjach meteorologicznych LP z wartością średnią Polski wg. IMGW dla okresu 1991-2020)



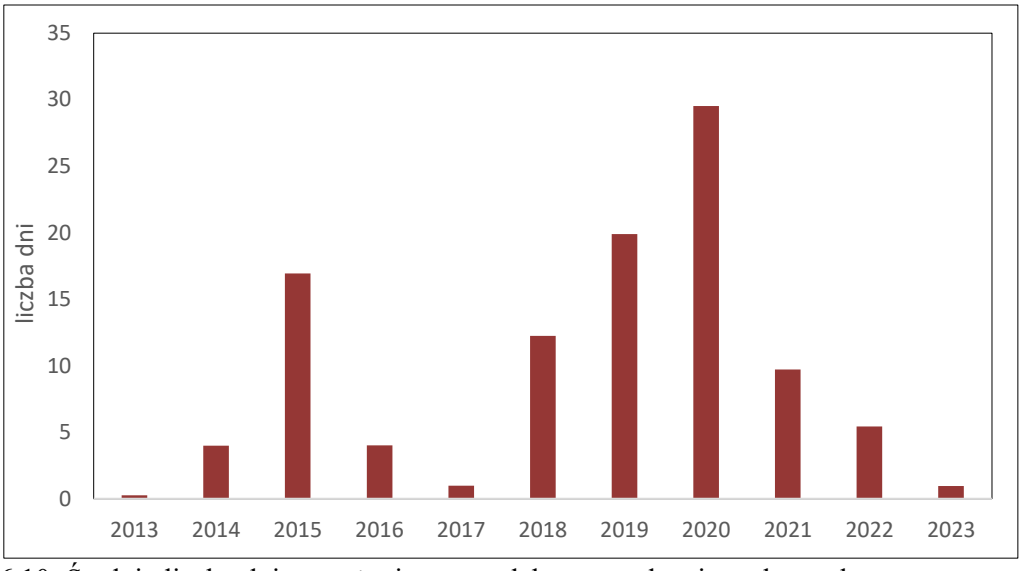
Rycina 6.7. Deficyt wody glebowej w grudniu 2024 r.



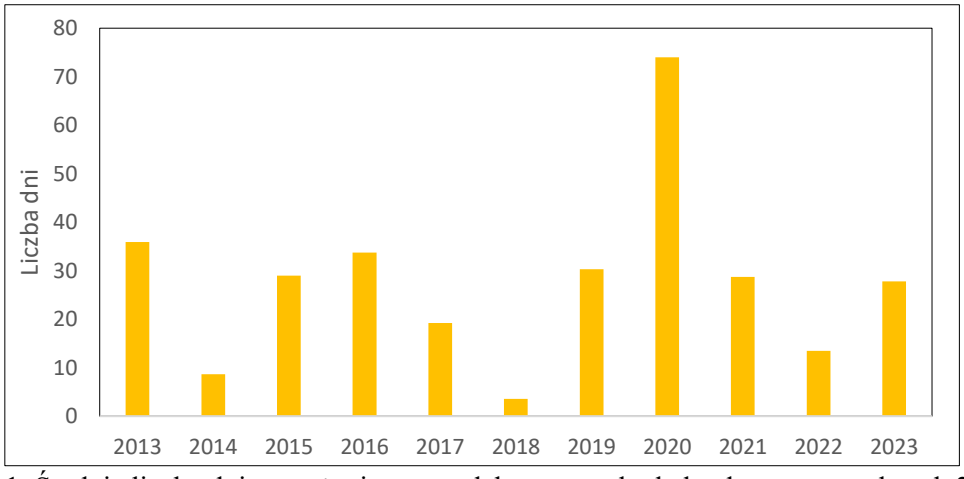
Rycina 6.8. Różnice defoliacji drzewostanów pomiędzy latami 2023 i 2024 w strefach zagrożenia wystąpienia suszy w 2023 r.: a) roczny klimatyczny bilans wodny KBWR, b) klimatyczny bilans wodny półrocza letniego KBWL, c) liczba dni zagrożenia suszą glebową w roku LDR, d) liczba dni zagrożenia suszą w miesiącach największego wzrostu drzew LDL



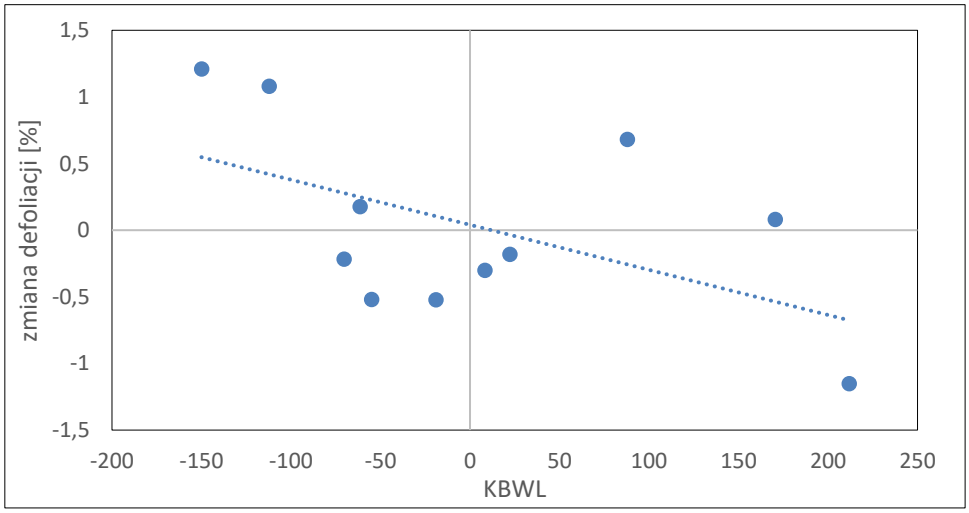
Rycina 6.9. Klimatyczny bilans wodny okresu letniego w okresie 2013-2023



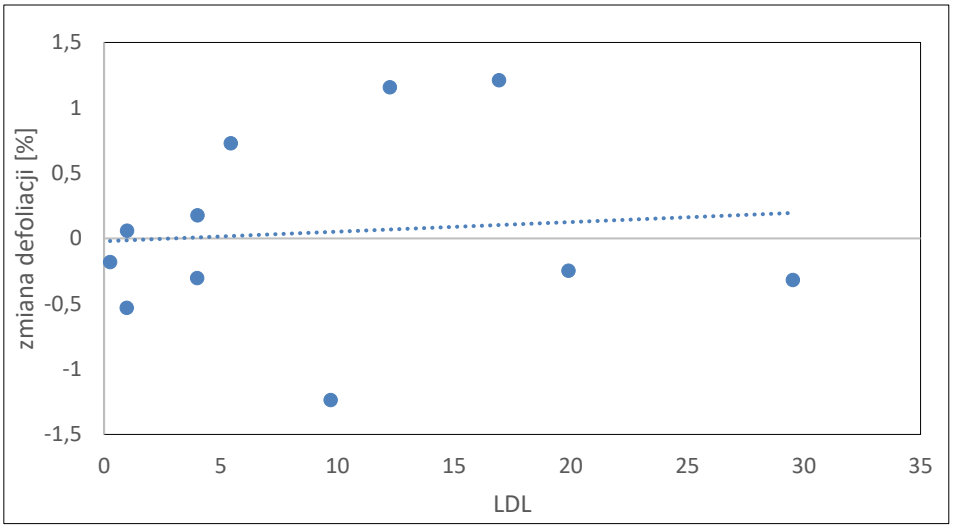
Rycina 6.10. Średnia liczba dni zagrożenia suszą glebową w okresie maksymalnego wzrostu drzew w latach 2013-2023



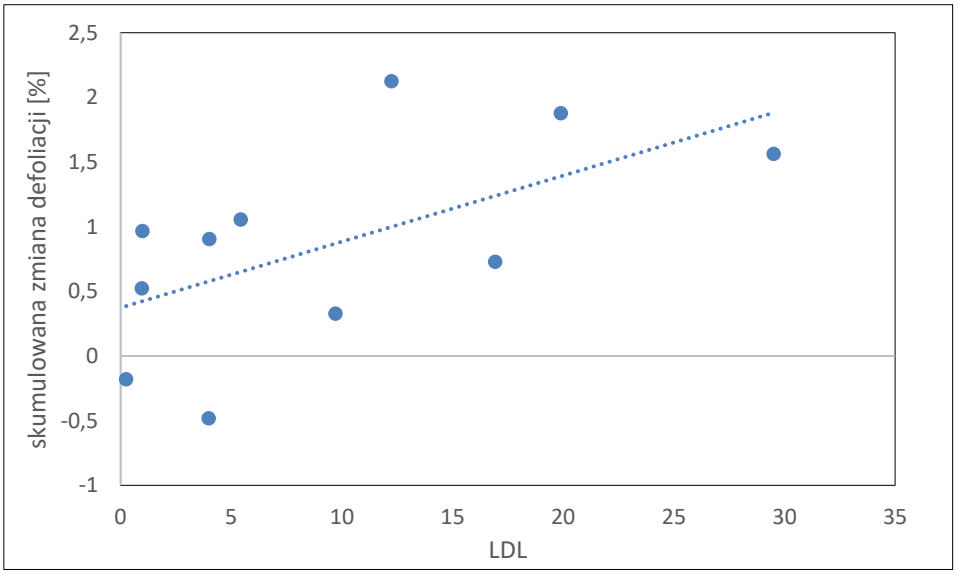
Rycina 6.11. Średnia liczba dni zagrożenia suszą glebową w roku kalendarzowym w latach 2013-2023



Rycina 6.12. Zależność między klimatycznym bilansem wodnym a zmianą defoliacji drzew w roku kolejnym



Rycina 6.13. Zależność między liczbą dni zagrożenia suszą glebową w okresie największego przyrostu drzew a zmianą defoliacji drzew w roku kolejnym



Rycina 6.14. Zależność między liczbą dni zagrożenia suszą glebową w okresie największego przyrostu drzew a skumulowaną zmianą defoliacji

7. Stałe powierzchnie obserwacyjne monitoringu lasów na obszarach Natura 2000 – *Robert Hildebrand*

Sieć Natura 2000 obejmuje Unię 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, rezerwaty 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 – obszary specjalnej 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 2024 roku liczba

obszarów sieci Natura 2000 w Polsce wynosi 1003. Na koniec 2024 roku łączna powierzchnia zajmowana przez obszary Natura 2000 wynosiła 68 504 km2, w tym obszarów lądowych 61 254 km^2, co jest równe obecnie 19,6% 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. W 2024 roku Polska nie przekazała do Komisji Europejskiej żadnych propozycji zmian w obszarach Natura 2000.

W roku 2024 na obszarach Sieci Natura 2000 znalazło się 671 czynnych (na których wykonywane były obserwacje i pomiary) stałych powierzchni obserwacyjnych monitoringu leśnego. Stanowi to około 30,6% wszystkich aktywnych SPO.

Lądowe obszary specjalnej ochrony ptaków (OSO) zajmują 48 443 km^2. Znalazło się na nich 6 czynnych SPO Monitoringu Intensywnego, 31 czynnych SPO II rzędu oraz 484 czynnych powierzchni I rzędu (ryc. 7.1).

868 lądowych specjalnych obszarów ochrony siedlisk (SOO) zajmuje 34 308 km^2. Znalazło się na nich 8 czynnych SPO Monitoringu Intensywnego, 24 czynne powierzchnie II rzędu i 370 czynnych SPO I rzędu (ryc. 7.1).

Na 145 obszarach specjalnej ochrony ptaków (OSO) lasy zajmują około 2,471 miliona hektarów (na 85 OSO znajdują się powierzchnie monitoringowe I rzędu) i przeważająca większość z nich uszkodzona jest w stopniu umiarkowanym. Większość powierzchni leśnej (96%) znajduje się w 1 – lekkiej klasie defoliacji (defoliacja >10–25%), pozostała część (4%) lasów znajduje się w 2 – średniej klasie defoliacji (defoliacja >25–60%). W roku 2024 nastąpiło zmniejszenie (z 10% w 2023 r. do 4% w 2024 r.) powierzchni leśnej, na której defoliacja drzew przyjmowała wartości z klasy 2. Większość tych zmian związana jest z zmniejszeniem się poziomu defoliacji w środkowej i południowej Polsce (ryc. 7.2). Nie stwierdzono obecności kompleksów leśnych o defoliacji do 10%, jak również z dużą defoliacją (powyżej 60%).

Na 868 specjalnych obszarach ochrony siedlisk (SOO) kompleksy leśne zajmują około 1,894 miliona hektarów (na 169 SOO znajdują się monitoringowe SPO I rzędu). Większość powierzchni leśnej (93%) znajduje się w 1 – lekkiej klasie defoliacji (defoliacja >10–25%), pozostała część lasów znajduje się w 2 – średniej klasie defoliacji (defoliacja >25–60%). W porównaniu do ubiegłego roku nastąpiło zmniejszenie powierzchni leśnej z defoliacją na poziomie średnim z 13% do 7% (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 n.3.

Tabela 7.1 prezentuje średnią defoliację drzew na 169 specjalnych obszarach ochrony siedlisk (SOO) obszarów Natura 2000, na których obecne znajduje się 370 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. Stałe powierzchnie obserwacyjne (SPO) przechodzą ze statusu powierzchni czynnych do oczekujących, gdy drzewa zostają wycięte i odwrotnie, ze statusu oczekujących do aktywnych – 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.

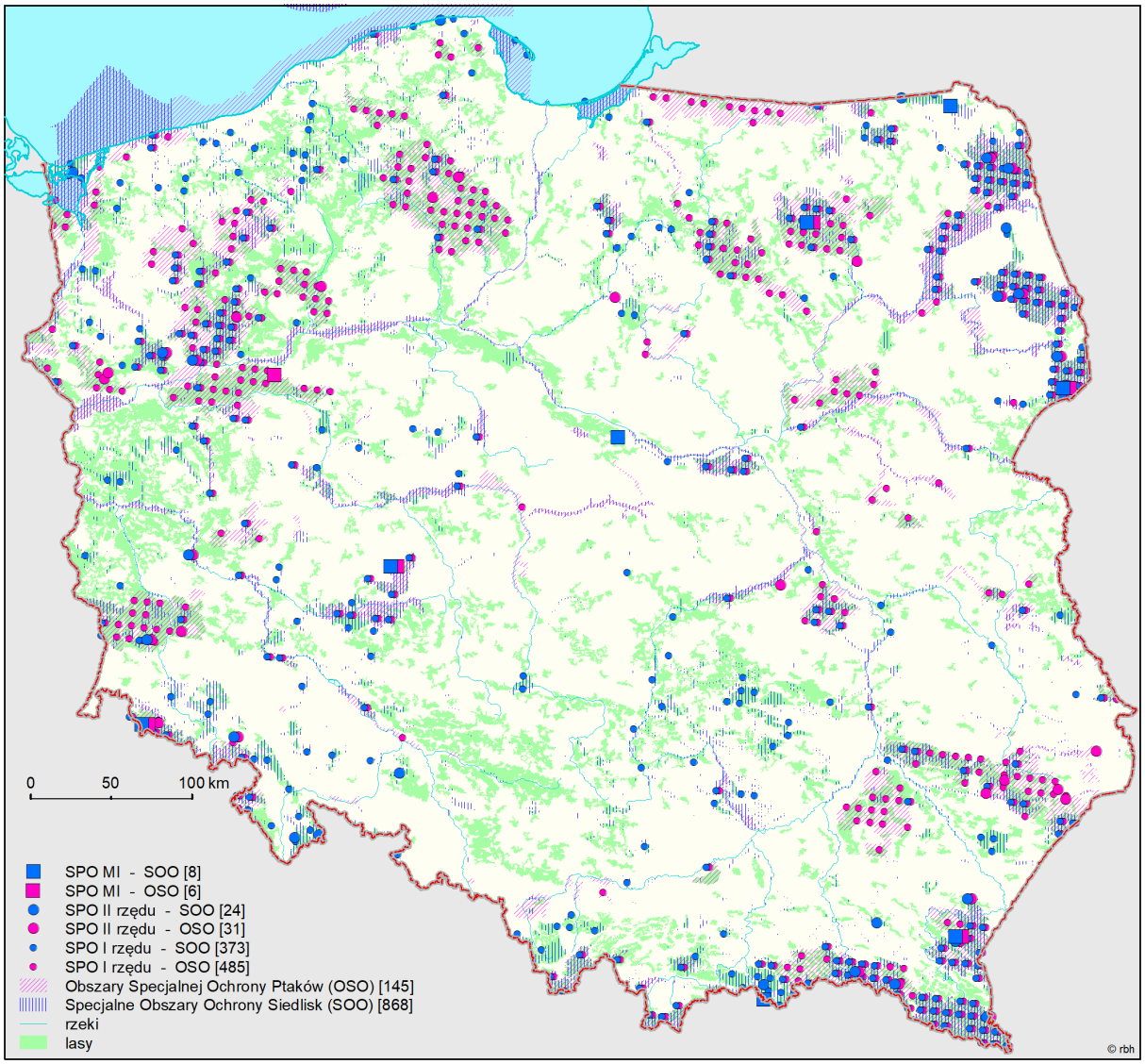
Tabela 7.1. Średnia defoliacja na stałych powierzchniach obserwacyjnych (SPO) I rzędu znajdujących się na specjalnych obszarach ochrony siedlisk (SOO) Natura 2000 w 2024 roku.

Kod obszaru	Nazwa obszaru	Liczba drzew	Średnia defoliacja
PLC020001	Karkonosze	40	21,4
PLC020002	Łęgi Odrzańskie	60	29,5
PLC120001	Tatry	40	33,0
PLC120003	Torfowiska Orawsko-Nowotarskie	20	23,3
PLC140001	Puszcza Kampinoska	80	23,9
PLC180001	Bieszczady	360	15,4
PLC200004	Puszcza Białowieska	220	18,0
PLH020003	Dolina Łachy	20	13,8
PLH020004	Góry Stołowe	20	26,5
PLH020015	Wrzosowisko Przemkowskie	20	20,5
PLH020016	Góry Bialskie i Grupa Śnieżnika	20	25,3
PLH020017	Grądy w Dolinie Odry	20	22,3
PLH020037	Góry i Pogórze Kaczawskie	40	22,9
PLH020038	Góry Kamienne	20	25,3
PLH020041	Ostoja nad Baryczą	140	18,4
PLH020047	Torfowiska Gór Izerskich	20	23,3
PLH020054	Ostoja nad Bobrem	20	18,3
PLH020060	Góry Orlickie	20	29,8
PLH020062	Góry Bardzkie	20	30,3
PLH020071	Ostoja Nietoperzy Gór Sowich	40	25,8
PLH020072	Uroczyska Borów Dolnośląskich	20	22,0
PLH020074	Wzgórza Strzelińskie	20	25,0
PLH020082	Wzgórza Niemczańskie	20	26,0
PLH020083	Dolina Bystrzycy Łomnickiej	20	22,5
PLH020084	Dolina Dolnej Baryczy	40	19,9
PLH020086	Pieńska Dolina Nysy Łużyckiej	20	23,8
PLH020091	Dolina Oleśnicy i Potoku Boguszyckiego	20	20,8
PLH020096	Góry Złote	20	18,5
PLH020103	Łęgi nad Bystrzycą	20	25,8
PLH040007	Jezioro Gopło	20	20,8
PLH040017	Sandr Wdy	20	20,3
PLH040023	Doliny Brdy i Stążki w Borach Tucholskich	20	19,8
PLH060005	Dolina Środkowego Wieprza	20	28,3
PLH060013	Ostoja Poleska	20	17,0
PLH060015	Płaskowyż Nałęczowski	20	19,5
PLH060017	Roztocze Środkowe	20	20,8
PLH060031	Uroczyska Lasów Janowskich	40	30,9
PLH060034	Uroczyska Puszczy Solskiej	60	19,3
PLH060043	Lasy Sobiborskie	20	24,8
PLH060045	Przełom Wisły w Małopolsce	20	38,0
PLH060051	Dolny Wieprz	20	27,0
PLH060074	Putnowice	20	29,8
PLH060093	Uroczyska Roztocza Wschodniego	20	16,3
PLH060099	Uroczyska Lasów Strzeleckich	20	24,5
PLH080001	Dolina Leniwej Obry	20	21,0
PLH080002	Rynna Jezior Obrzańskich	60	19,2
PLH080004	Torfowisko Chłopiny	20	23,3
PLH080014	Nowosolska Dolina Odry	20	33,3
PLH080036	Jeziora Gościmskie	20	25,8
PLH080037	Lasy Dobrosułowskie	40	16,4
PLH080044	Wilki nad Nysą	20	18,3
PLH080060	Uroczyska Borów Zasieckich	20	21,0
PLH080070	Las Żarski	20	17,5
PLH080071	Ostoja Barlinecka	100	27,5
PLH100007	Załęczański Łuk Warty	40	24,0
PLH100008	Dolina Środkowej Pilicy	20	17,8
PLH100016	Buczyna Gałkowska	20	14,8
PLH100024	Lasy Smardzewickie	20	24,5
PLH120001	Ostoja Babiogórska	40	18,3
PLH120004	Dolina Prądnika	20	15,0
PLH120008	Koło Grobli	20	9,3
PLH120018	Ostoja Gorczańska	40	17,4
PLH120019	Ostoja Popradzka	180	18,1
PLH120036	Łabowa	40	20,4
PLH120077	Rudniańskie Modraszki - Kajasówka	20	22,5
PLH120094	Ostoje Nietoperzy Powiatu Gorlickiego	20	17,3
PLH140010	Olszyny Rumockie	20	18,0
PLH140011	Ostoja Nadbużańska	40	24,5
PLH140016	Dolina Dolnej Pilicy	40	30,6
PLH140029	Kampinoska Dolina Wisły	20	26,3
PLH140030	Łękawica	20	15,8
PLH140035	Puszcza Kozienicka	80	22,1
PLH140046	Bory bagienne i torfowiska Karaska	20	25,0
PLH140049	Myszynieckie Bory Sasankowe	20	26,3
PLH160007	Góry Opawskie	20	28,5
PLH160014	Opolska Dolina Nysy Kłodzkiej	20	25,0
PLH180001	Ostoja Magurska	80	17,7
PLH180012	Ostoja Przemyska	100	14,7
PLH180013	Ostoja Góry Słonne	160	17,2
PLH180014	Ostoja Jaśliska	120	15,0
PLH180015	Łysa Góra	20	22,0
PLH180017	Horyniec	40	19,5
PLH180018	Trzciana	20	23,0
PLH180020	Dolina Dolnego Sanu	20	20,5
PLH180054	Lasy Sieniawskie	60	16,4
PLH180055	Enklawy Puszczy Sandomierskiej	20	25,8
PLH200004	Ostoja Wigierska	20	27,3
PLH200005	Ostoja Augustowska	300	22,3
PLH200006	Ostoja Knyszyńska	440	20,6
PLH200007	Pojezierze Sejneńskie	40	17,4
PLH200008	Dolina Biebrzy	160	21,8
PLH200010	Ostoja w Dolinie Górnej Narwi	40	16,1

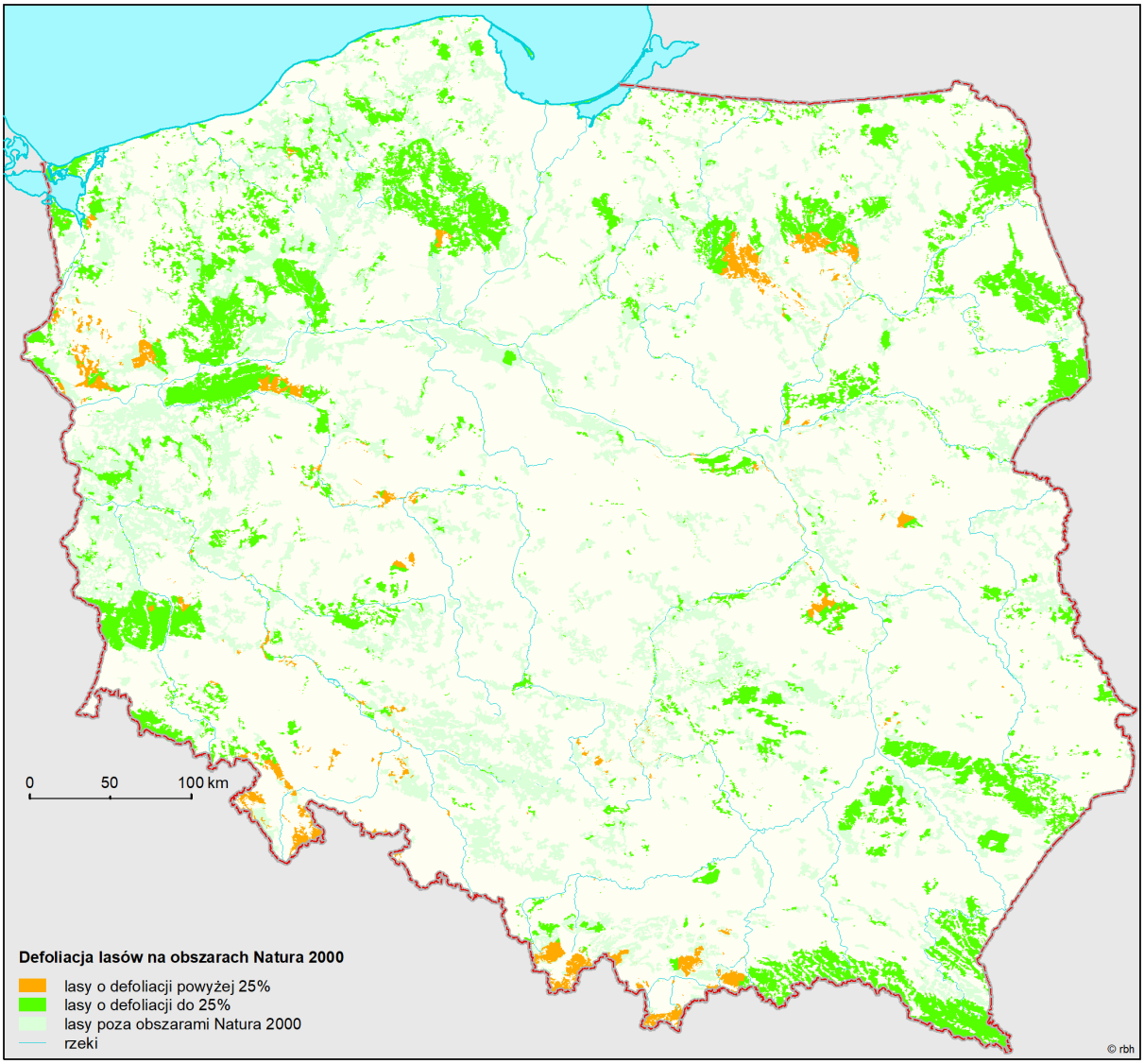
Kod obszaru	Nazwa obszaru	Liczba drzew	Średnia defoliacja
PLH200019	Jelonka	20	19,5
PLH200021	Ostoja w Dolinie Górnego Nurca	20	17,8
PLH200022	Dolina Górnej Rospudy	20	26,5
PLH220014	Kurze Grzędy	20	26,8
PLH220018	Mierzeja Sarbska	20	20,3
PLH220020	Pełcznica	20	17,8
PLH220021	Piaśnickie Łąki	20	16,5
PLH220023	Ostoja Słowińska	20	26,0
PLH220026	Sandr Brdy	20	22,5
PLH220029	Trzy Młyny	20	18,3
PLH220032	Zatoka Pucka i Półwysep Helski	40	21,3
PLH220034	Jeziora Wdzydzkie	40	20,6
PLH220038	Dolina Wieprzy i Studnicy	20	23,0
PLH220041	Miasteckie Jeziora Lobeliowe	20	20,5
PLH240001	Cieszyńskie Źródła Tufowe	20	26,3
PLH240005	Beskid Śląski	40	25,9
PLH240006	Beskid Żywiecki	60	21,1
PLH240023	Beskid Mały	60	17,5
PLH260002	Łysogóry	20	9,5
PLH260003	Ostoja Nidziańska	20	25,8
PLH260004	Ostoja Przedborska	20	24,8
PLH260010	Lasy Suchedniowskie	60	22,9
PLH260011	Lasy Skarżyskie	20	14,8
PLH260015	Dolina Czarnej	20	20,8
PLH260018	Dolina Górnej Pilicy	40	28,8
PLH260024	Krzemionki	20	15,8
PLH260027	Ostoja Gaj	20	16,3
PLH260028	Ostoja Jeleniowska	20	12,0
PLH260029	Ostoja Kozubowska	20	21,3
PLH260034	Ostoja Szaniecko-Solecka	40	20,9
PLH260040	Lasy Cisowsko-Orłowińskie	20	13,8
PLH280001	Dolina Drwęcy	80	24,8
PLH280005	Puszcza Romincka	20	28,5
PLH280006	Rzeka Pasłęka	20	19,0
PLH280007	Zalew Wiślany i Mierzeja Wiślana	20	21,8
PLH280012	Ostoja Lidzbarska	40	19,4
PLH280016	Ostoja Borecka	100	21,5
PLH280029	Doliny Erozyjne Wysoczyzny Elbląskiej	20	19,5
PLH280033	Warmińskie Buczyny	20	21,3
PLH280044	Ostoja nad Oświnem	20	15,0
PLH280048	Ostoja Piska	140	22,5
PLH280052	Ostoja Napiwodzko-Ramucka	100	24,0
PLH280053	Ostoja Iławska	60	22,3
PLH300001	Biedrusko	20	19,5
PLH300002	Uroczyska Płyty Krotoszyńskiej	60	28,6
PLH300009	Ostoja Nadwarciańska	20	16,5
PLH300010	Ostoja Wielkopolska	40	18,5
PLH300011	Puszcza Bieniszewska	20	19,5
PLH300026	Pojezierze Gnieźnieńskie	40	21,0
PLH300032	Ostoja Międzychodzko-Sierakowska	40	18,4
PLH300038	Dolina Cybiny	20	16,8
PLH300041	Ostoja Przemęcka	20	19,3
PLH300046	Dolina Bukówki	20	20,0
PLH320001	Bobolickie Jeziora Lobeliowe	40	23,5
PLH320003	Dolina Grabowej	20	22,5
PLH320006	Dolina Płoni i Jezioro Miedwie	20	16,3
PLH320007	Dorzecze Parsęty	60	21,6
PLH320008	Janiewickie Bagno	20	19,8
PLH320013	Ostoja Goleniowska	20	23,0
PLH320014	Pojezierze Myśliborskie	20	24,8
PLH320017	Trzebiatowsko-Kołobrzeski Pas Nadmorski	40	19,6
PLH320019	Wolin i Uznam	60	27,0
PLH320020	Wzgórza Bukowe	40	20,0
PLH320022	Dolina Radwi, Chocieli i Chotli	60	19,0
PLH320023	Jezioro Lubie i Dolina Drawy	60	20,5
PLH320037	Dolna Odra	20	19,0
PLH320038	Gogolice-Kosa	20	44,3
PLH320039	Jeziora Czaplineckie	60	17,7
PLH320040	Jezioro Bobięcińskie	20	17,3
PLH320044	Lasy Bierzwnickie	40	18,4
PLH320045	Mirosławiec	20	14,8
PLH320046	Uroczyska Puszczy Drawskiej	240	20,5
PLH320047	Warnie Bagno	20	17,3
PLH320049	Dorzecze Regi	60	23,5
PLH320052	Ostoja Golczewska	20	28,5
PLH320060	Dziczy Las	20	24,0
PLH320067	Pojezierze Ińskie	60	18,8
PLC020001	Karkonosze	40	21,4

Tabela 7.2. Średnia defoliacja na obszarach Natura 2000 z powierzchniami monitoringu leśnego w 2024 roku

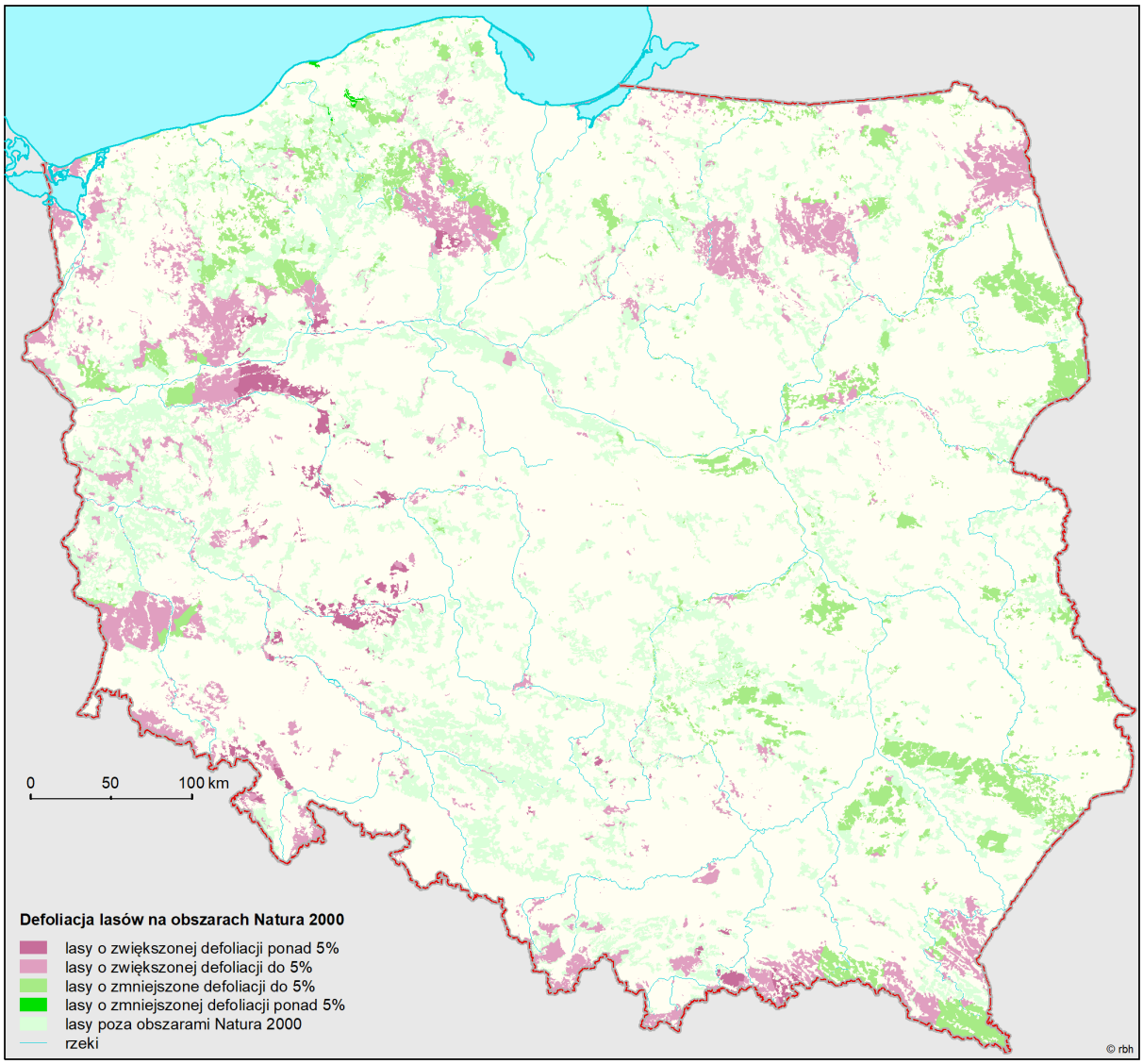
Rodzaj obszaru	Liczba obszarów Natura 2000	Liczba SPO I	Średnia defoliacja w 2024 roku	Średnia defoliacja w 2023 roku	Zmiana średniej defoliacji
Obszary ochrony ptaków (OSO)	85	484	22,2	21,6	0,3
Obszary ochrony siedlisk (SOO)	169	370	21,6	21,6	0,3



Rycina 7.1. Rozmieszczenie SPO I i II rzędu oraz powierzchni Monitoringu Intensywnego na obszarach Natura 2000 (stan na koniec 2024 r.)



Rycina 7.2. Poziom defoliacji lasów na obszarach Natura 2000 na podstawie oceny defoliacji na stałych powierzchniach obserwacyjnych (stan na 2024 rok)



Rycina 7.3. Różnica w poziomie defoliacji lasów na obszarach Natura 2000 pomiędzy latami 2024 i 2023 na podstawie zmiany defoliacji na stałych powierzchniach obserwacyjnych

CZĘŚĆ III MONITORING LASÓW NA STAŁYCH POWIERZCHNIACH OBSERWACYJNYCH II RZĘDU

8. STAN ZDROWOTNY DRZEWOSTANÓW NA SPO II RZĘDU W 2024 R. – *JADWIGA MAŁACHOWSKA*

W 2024 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 (nie spełniał kryteriów wiekowych). 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. Powierzchnie świerkowe występują w trzech krainach, w czterech regionalnych dyrekcjach LP i w czterech województwach, powierzchnie bukowe występują w sześciu krainach, w dziewięciu regionalnych dyrekcjach LP oraz w dziesięciu województwach. 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 związków stanu zdrowotnego drzew z przyrostem miąższości i poziomem odżywienia mineralnego drzew, stanem roślinności runa leśnego i chemizmem gleb.

Zróżnicowanie kondycji zdrowotnej drzew monitorowanych gatunków w kraju

Ogółem na SPO II rzędu średnia defoliacja drzew w roku 2024 wynosiła 22,9%. Udział drzew zdrowych (klasa 0, do 10% defoliacji) wynosił 7,9%, udział drzew w klasie ostrzegawczej (klasa 1, drzewa o defoliacji od 11% do 25%) – 74,5%, a udział drzew o osłabionej kondycji (klasy

2-4, powyżej 25% defoliacji) – 17,6% (tab. 8.4). Kondycja zdrowotna drzew gatunków łącznie nie zmieniła się w porównaniu z rokiem 2023. Nastąpiły niewielkie zmiany udziału drzew w klasach defoliacji 2-4 (zmniejszył się o 2,8 p.p.) oraz wartości średniej defoliacji (obniżyła się o 0,5 p.p.).

Gatunkiem charakteryzującym się najlepszą kondycją zdrowotną w 2024 roku był buk, u którego udział drzew zdrowych wynosił 33,3%, udział drzew w klasach defoliacji 2-4 – 3,6%, a średnia defoliacja – 16,0%. Najgorszą kondycją cechował się dąb, u którego udział drzew zdrowych wynosił jedynie 0,3%, udział drzew osłabionych – 40,6%, a średnia defoliacja – 29,6%. Pozostałe dwa gatunki: sosna i świerk, zajmowały w tej klasyfikacji miejsca pośrednie. Sosna charakteryzowała się nieco lepszą kondycją zdrowotną niż świerk. Udział drzew zdrowych wynosił odpowiednio: 6,5% i 4,6%, udział drzew w klasach defoliacji 2-4: 15,5% i 20,7%, a średnia defoliacja: 22,6% i 23,5% (tab. 8.4).

Kolejność gatunków występujących na SPO II rzędu od najzdrowszych do najmniej zdrowych była następująca: buk << sosna < świerk << dąb.

W porównaniu z 2023 rokiem kondycja zdrowotna poszczególnych gatunków, biorąc pod uwagę średnie wartości ocenianych parametrów na wszystkich powierzchniach poddanych obserwacjom, nie zmieniła się. Nastąpiły niewielkie zmiany udziału drzew zdrowych (nie przekraczające 2 p.p.), udziału drzew w klasach defoliacji 2-4 (nie przekraczające 4 p.p.) oraz wartości średniej defoliacji (nie przekraczające 0,7 p.p.).

Rozkład powierzchniowy kondycji zdrowotnej drzew 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. Analizę kondycji drzew w regionalnych dyrekcjach Lasów Państwowych oraz w województwach, ze względu na gorszą reprezentatywność, przeprowadzono jedynie na podstawie średnich defoliacji.

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 drzew na SPO II rzędu 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.

Drzewa **monitorowanych gatunków łącznie** okazały się najzdrowsze na powierzchniach Krainy Karpackiej, gdzie zanotowano najwyższy w zestawieniu udział drzew zdrowych (18,6%), najniższy udział drzew w klasach defoliacji 2-4 (7,4%) oraz najniższą wartość średniej defoliacji (19,1%). Dobrą kondycję drzew zarejestrowano w krainach: Bałtyckiej, Wielkopolsko-Pomorskiej i Mazursko-Podlaskiej (od 5,0% do 10,7% drzew zdrowych, od 11,8% do 19,6% drzew w klasach defoliacji 2-4 oraz od 21,5% do 22,6% średniej defoliacji). Średnią kondycję odnotowano w krainach: Małopolskiej i Mazowiecko-Podlaskiej (odpowiednio: 8,3% i 2,7% drzew zdrowych, 21,1% i 18,1% drzew w klasach defoliacji 2-4 oraz 23,1% i 23,7% średniej defoliacji). Słabszą kondycją charakteryzowały się drzewa na powierzchniach Krainy Sudeckiej, najsłabszą – na powierzchniach Krainy Śląskiej (odpowiednio: 5,0% i 1,9% drzew zdrowych, 27,5% i 23,1% drzew w klasach defoliacji 2-4 oraz 24,7% i 27,1% średniej defoliacji) (ryc. 8.1). W porównaniu z 2023 rokiem pogorszenie kondycji drzew zanotowano w Krainie Sudeckiej (wzrost wartości średniej defoliacji o 2,2 p.p.), natomiast poprawę w krainach: Mazowiecko-Podlaskiej, Wielkopolsko-Pomorskiej i Karpackiej (obniżenie wartości średniej defoliacji o 1,1, 1,6 i 3,2 punktu procentowego).

Powierzchnie z drzewostanem sosnowym występują w siedmiu krainach przyrodniczo-leśnych (od pięciu powierzchni w Krainie Karpackiej do dwudziestu czterech powierzchni w Krainie Małopolskiej), brak takich powierzchni w Krainie Sudeckiej (tab. 8.1). Sosna charakteryzowała się najlepszą kondycja zdrowotną w Krainie Karpackiej, gdzie zanotowano 6,3% drzew zdrowych, najniższy udział drzew w klasach defoliacji 2-4 (5,2%) oraz najniższą średnią defoliację (19,8%). Dobrą kondycję drzew tego gatunku zarejestrowano w krainach: Bałtyckiej i Wielkopolsko-Pomorskiej (6,0% i 12,3% drzew zdrowych, 8,8% i 15,3% drzew w klasach defoliacji 2-4 oraz 21,0% i 21,1% średniej defoliacji). Słabszą kondycję zdrowotną sosny zanotowano w krainach: Mazursko-Podlaskiej, Małopolskiej i Mazowiecko-Podlaskiej (od 2,7% do 5,9% drzew zdrowych, od 13,4% do 20,2% drzew w klasach defoliacji 2-4 oraz od 23,2% do 23,9% średniej defoliacji). Najsłabszą w tym zestawieniu kondycją zdrowotną cechowały się drzewa w Krainie Śląskiej (2,8% drzew zdrowych, 19,3% drzew w klasach defoliacji 2-4 oraz 25,5% średniej defoliacji) (tab. 8.4, ryc. 8.2). W porównaniu z 2023 rokiem niewielką poprawę kondycji sosen zanotowano w krainach: Wielkopolsko-Pomorskiej i Mazowiecko-Podlaskiej,

znaczną poprawę – w Krainie Karpackiej (obniżenie wartości średniej defoliacji odpowiednio o: 1,3, 1,3 i 4,8 punktu procentowego).

Powierzchnie z drzewostanem świerkowym występują tylko w trzech krainach przyrodniczo-leśnych: Sudeckiej, Karpackiej i Mazursko-Podlaskiej, odpowiednio po: sześć, trzy i dwie powierzchnie (tab. 8.1). Najzdrowsze świerki występowały w Krainie Mazursko-Podlaskiej, gdzie zarejestrowano 4,9% drzew zdrowych, najniższy udział drzew w klasach defoliacji 2-4 (2,4%) oraz najniższą w zestawieniu średnią defoliację (18,8%). Słabszą kondycją charakteryzowały się świerki w Krainie Karpackiej, najsłabszą – w Krainie Sudeckiej (odpowiednio: 8,9% i 2,5% drzew zdrowych, 19,6% i 27,5% drzew w klasach defoliacji 2-4 oraz 23,2% i 25,2% średniej defoliacji) (tab. 8.4, ryc. 8.3). W porównaniu z 2023 rokiem niewielką poprawę kondycji świerków zanotowano w krainach: Mazursko-Podlaskiej i Karpackiej (obniżenie wartości średniej defoliacji o: 1,7 i 2,0 p.p.), natomiast niewielkie pogorszenie – w Krainie Sudeckiej (wzrost wartości średniej defoliacji o: 1,7 p.p.).

Powierzchnie z drzewostanem bukowym występują w sześciu krainach (brak takich powierzchni w krainach: Mazursko-Podlaskiej i Mazowiecko-Podlaskiej), ich reprezentacja jest jednak niewielka. W krainach: Bałtyckiej i Karpackiej 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 (tab. 8.1). Buk charakteryzował się najlepszą kondycją zdrowotną w skali kraju, w poszczególnych krainach jego kondycja była bardzo dobra lub dobra. Najzdrowsze buki występowały w Krainie Małopolskiej, gdzie zanotowano 95% drzew zdrowych (najwyższy udział w zestawieniu), 5% drzew w klasach defoliacji 2-4, oraz najniższą średnią defoliację (8,0%). Bardzo dobrą kondycją charakteryzowały się drzewa tego gatunku w krainach: Karpackiej, Sudeckiej i Bałtyckiej (od 25,0% do 54,2% drzew zdrowych, od 1,7% do 6,6% drzew w klasach defoliacji 2-4, oraz od 13,3% i 17,5% średniej defoliacji). Niewiele gorszą kondycją charakteryzowały się buki w Krainie Wielkopolsko-Pomorskiej, gdzie wszystkie drzewa zaliczono do klasy ostrzegawczej (klasa 1), a średnia defoliacja wynosiła 19,3%. Buki o słabszej kondycji zdrowotnej występowały w Krainie Śląskiej (brak drzew zdrowych, 2,3% drzew w klasach defoliacji 2-4, oraz najwyższa w zestawieniu średnia defoliacja równa 21,1%). (tab. 8.4, ryc. 8.4). W porównaniu z 2023 rokiem poprawę kondycji buków zanotowano w krainach: Karpackiej i Bałtyckiej, znaczną poprawę – w Krainie Wielkopolsko-Pomorskiej (obniżenie wartości średniej defoliacji odpowiednio o: 1,5, 2,3 i 3,5 p.p.), pogorszenie – w krainach: Małopolskiej, Sudeckiej i Śląskiej (wzrost wartości średniej defoliacji odpowiednio o: 1,3, 2,5 i 2,9 p.p.).

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 (Sudeckiej i Karpackiej) – po jednej powierzchni (wiarygodność porównań jest wysoce niepewna) (tab. 8.1). Dąb charakteryzował się najgorszą kondycją zdrowotną w skali kraju, w większości krain jego kondycja była mniej lub bardziej osłabiona. Dobrą kondycją w porównaniu z innymi krainami charakteryzowały się dęby na powierzchniach w Krainie Karpackiej, gdzie wszystkie drzewa zaliczono do klasy ostrzegawczej (klasa 1), a średnia defoliacja wynosiła 21,8%. Słabszą kondycję zanotowano w krainach: Mazowiecko-Podlaskiej i Mazursko-Podlaskiej (odpowiednio: 2,3% i 0,0% drzew zdrowych, 16,3% i 13,9% drzew w klasach defoliacji 2-4 oraz 22,1% i 23,6% średniej defoliacji). Kondycję na średnim poziomie zanotowano w Krainie Małopolskiej (brak drzew zdrowych, 36,7% drzew w klasach defoliacji 2-4 oraz 25,9% średniej defoliacji). Silnie osłabione dęby występowały w krainach: Sudeckiej, Bałtyckiej i Wielkopolsko-Pomorskiej (brak drzew zdrowych, od 50% do 72,5% drzew w klasach defoliacji 2-4 oraz od 29,0% do 35,6% średniej defoliacji). Dęby o najsłabszej kondycji zarejestrowano w Krainie Śląskiej (brak drzew zdrowych, 62,5% drzew w klasach defoliacji 2-4 oraz 41,1% średniej defoliacji) (tab. 8.4, ryc. 8.5). W porównaniu z 2023 rokiem znaczną poprawę kondycji dębów zanotowano w krainach: Karpackiej, Małopolskiej i Wielkopolsko-Pomorskiej (obniżenie wartości średniej defoliacji odpowiednio o: 3,7, 3,8 i 4,0 p.p.), znaczne pogorszenie – w krainach: Bałtyckiej i Sudeckiej (wzrost wartości średniej defoliacji odpowiednio o: 4,6 i 5,0 p.p.).

Kondycja zdrowotna drzew na SPO II rzędu w układzie regionalnych dyrekcji LP

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

W 2024 roku wartości średniej defoliacji drzew **monitorowanych gatunków łącznie** zawierały się w przedziale od 17,6% w RDLP w Szczecinku do 28,8% w RDLP w Zielonej Górze. Niskie wartości tego parametru (18,3% i 19,4%) zanotowano w rdLP w Pile i Krośnie. Średnimi wartościami średniej defoliacji (od 22,0% do 23,4%) charakteryzowały się drzewa na powierzchniach w rdLP: w Poznaniu, Gdańsku, Białymstoku, Lublinie, Toruniu, Olsztynie i Warszawie. Podwyższone wartości średniej defoliacji (od 24,0% do 24,6%) zarejestrowano na powierzchniach w rdLP w Łodzi, Szczecinie, Radomiu i Katowicach. Wysokimi wartościami średniej defoliacji (26,7% i 27,0%) charakteryzowały się drzewa na powierzchniach w rdLP w Krakowie i Poznaniu.

Powierzchnie z drzewostanem sosnowym występują we wszystkich regionalnych dyrekcjach LP (od jednej powierzchni w RDLP w Zielonej Górze do dwunastu powierzchni w rdLP w Katowicach i Lublinie). Wartości średniej defoliacji sosny zawierały się w przedziale od 17,3% w RDLP w Szczecinku do 25,4% w RDLP w Olsztynie. Niskie wartości tego parametru (od 18,3% do 19,7%) zanotowano w rdLP: w Pile, Poznaniu i Krośnie; średnie (od 21,6% do 22,7%) w rdLP w Łodzi, Szczecinie, Krakowie, Toruniu i Białymstoku. Podwyższone wartości średniej defoliacji (od 23,4% do 23,6%) zarejestrowano na powierzchniach w rdLP w Warszawie, Gdańsku i Lublinie, wysokie wartości (od 24,2% do 24,8%) – w rdLP w Radomiu, Zielonej Górze, Katowicach i we Wrocławiu.

Powierzchnie z drzewostanem świerkowym występują jedynie w czterech regionalnych dyrekcjach LP: we Wrocławiu (6 powierzchni), w Białymstoku i w Krakowie (po 2 powierzchnie) oraz w Krośnie (1 powierzchnia). Wartości średniej defoliacji świerka od najmniejszej do największej wynosiły: 18,7% (w RDLP w Białymstoku), 21,9% (w RDLP w Krakowie), 25,2% (w RDLP we Wrocławiu) oraz 25,5% (w RDLP w Krośnie).

Powierzchnie z drzewostanem bukowym występują nielicznie (po jednej lub dwie powierzchnie) w dziewięciu regionalnych dyrekcjach LP (tab. 8.2). Ze względu na małą reprezentatywność wiarygodność porównań jest wysoce niepewna. Buk charakteryzował się najlepszą kondycją zdrowotną w skali kraju, w poszczególnych regionalnych dyrekcjach LP jego kondycja była bardzo dobra lub dobra. Najzdrowsze buki występowały na powierzchniach w rdLP w Lublinie, gdzie średnia defoliacja wynosiła 8,0%. Niskie wartości średniej defoliacji zanotowano w rdLP w Olsztynie i Krakowie (11,4% i 11,5%) oraz w rdLP w Krośnie i Gdańsku (14,2% i 14,8%). Średnie wartości tego parametru (17,5% i 19,3%) zarejestrowano w rdLP we Wrocławiu i Szczecinku, podwyższone wartości (21,1% i 21,4%) – w RDLP w Katowicach i Szczecinie.

Powierzchnie z drzewostanem dębowym występują w dwunastu regionalnych dyrekcjach LP, jednak podobnie jak to ma miejsce w przypadku powierzchni bukowych – ich reprezentacja jest bardzo mała (tab. 8.2) i wiarygodność porównań jest wysoce niepewna. Dąb charakteryzował się najgorszą kondycją zdrowotną w skali kraju, również w większości regionalnych dyrekcji LP jego kondycja była mocno osłabiona. Niższe wartości średniej defoliacji (od 21,8% do 22,8%) zanotowano w RDLP w Krośnie, Olsztynie, Gdańsku, Krakowie i Lublinie; średnie wartości (25,0% i 26,5%) – w rdLP w Białymstoku i Łodzi; wysokie wartości (30,2% i 33,0%) – w rdLP w Katowicach i Zielonej Górze, bardzo wysokie wartości (38,3% i 40,5%) –

w rdLP w Poznaniu i we Wrocławiu. Najwyższą w tym zestawieniu średnią defoliacją (46,0%) charakteryzowały się dęby na powierzchni w RDLP w Szczecinie.

Kondycja zdrowotna drzew na SPO II rzędu 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 monitorowanych gatunków łącznie na powierzchniach województw: podkarpackiego, zachodniopomorskiego i pomorskiego (od 19,6% do 19,9% średniej defoliacji). Dobrą kondycję drzew zanotowano w województwach: wielkopolskim, małopolskim i podlaskim (od 20,9% do 21,5% średniej defoliacji). Kondycję drzew na średnim poziomie (od 22,0% do 22,8% średniej defoliacji) obserwowano na powierzchniach województw: kujawsko-pomorskiego, lubelskiego świętokrzyskiego i warmińsko-mazurskiego. Osłabioną kondycją zdrowotną charakteryzowały się drzewa na powierzchniach województw: śląskiego, łódzkiego, opolskiego, mazowieckiego i lubuskiego (od 24,5% do 26,4% średniej defoliacji). Najsłabszą kondycję drzew zarejestrowano na powierzchniach województwa dolnośląskiego (27,0% średniej defoliacji).

Powierzchnie z drzewostanem sosnowym występują we wszystkich województwach (od jednej powierzchni w województwie łódzkim do jedenastu powierzchni w województwie lubelskim). Wartości średniej defoliacji sosny zawierały się w przedziale od 18,4% w wielkopolskim do 26,5% w mazowieckim. Niskie wartości tego parametru (od 19,3% do 20,2%) zanotowano w łódzkim, zachodniopomorskim, podkarpackim i pomorskim; średnie wartości (od 21,7% do 22,9%) – w podlaskim, kujawsko-pomorskim, małopolskim, świętokrzyskim i lubuskim. Podwyższoną wartość średniej defoliacji (23,8%) zarejestrowano na powierzchniach w lubelskim, wysokie wartości (od 24,6% do 25,4%) – w warmińsko-mazurskim, dolnośląskim, śląskim i opolskim.

Powierzchnie z drzewostanem świerkowym występują jedynie w czterech województwach: dolnośląskim (6 powierzchni), małopolskim i podlaskim (po 2 powierzchnie) oraz podkarpackim (1 powierzchnia). Wartości średniej defoliacji świerka od najmniejszej do największej wynosiły: 18,7% (w podlaskim), 21,9% (w małopolskim), 25,2% (w dolnośląskim) oraz 25,5% (w podkarpackim).

Powierzchnie z drzewostanem bukowym występują nielicznie (po jednej lub dwie powierzchnie) w dziesięciu województwach (tab. 8.3). Ze względu na małą reprezentatywność wiarygodność porównań jest wysoce niepewna. Buk charakteryzował się najlepszą kondycją zdrowotną w skali kraju, w poszczególnych województwach jego kondycja była bardzo dobra lub

dobra. Najzdrowsze buki występowały na powierzchni w lubelskim, gdzie średnia defoliacja wynosiła 8,0%. Niskie wartości średniej defoliacji (od 11,4% do 14,8%) zanotowano na powierzchniach w warmińsko-mazurskim, małopolskim, podkarpackim i pomorskim, wyższe wartości (od 17,5% do 20,8%) – w dolnośląskim, zachodniopomorskim i śląskim. Najwyższą wartość tego parametru (21,5%) zarejestrowano w lubuskim i opolskim.

Powierzchnie z drzewostanem dębowym występują w jedenastu województwach, jednak podobnie jak to ma miejsce w przypadku powierzchni bukowych – ich reprezentacja jest bardzo mała (tab. 8.3) i wiarygodność porównań jest wysoce niepewna. Dąb charakteryzował się najgorszą kondycją zdrowotną w skali kraju, również w większości województw jego kondycja była mocno osłabiona. Niższe wartości średniej defoliacji (od 21,8% do 22,6%) zanotowano w województwach: podkarpackim, warmińsko-mazurskim, mazowieckim, pomorskim i małopolskim, średnią wartość (25,0%) – w podlaskim, wysokie wartości (30,2% i 32,2%) – w opolskim i łódzkim, bardzo wysokie wartości (38,3% i 39,5%) – w wielkopolskim i lubuskim. Najwyższą w tym zestawieniu średnią defoliacją (40,5%) charakteryzowały się dęby na powierzchniach w województwie dolnośląskim.

Tabela 8.1. Liczba SPO II rzędu poddanych obserwacjom w 2024 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 2024 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 G.	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 2024 r., zestawienie wg gatunku panującego w drzewostanie, w układzie województw

Gatunek panujący w d-stanie	Dolnośląskie	Kujawsko-pom.	Lubelskie	Lubuskie	Łódzkie	Małopolskie	Mazowieckie	Opolskie	Podkarpackie	Podlaskie	Pomorskie	Śląskie	Świętokrzyskie	Warmińsko-maz.	Wielkopolskie	Zachodniopom.	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 i średnia defoliacja [%] monitorowanych gatunków na SPO II rzędu *) w układzie krain przyrodniczo-leśnych w 2024 r.

Gatunek panujący w drzewostanie	Kl.def., śr.def.	Bałtycka	Mazursko-Podlaska	Wielkopolsko-Pomorska	Mazowiecko-Podlaska	Śląska	Małopolska	Sudecka	Karpacka	Kraj
Sosna	0	6,0	5,9	12,3	2,7	2,8	5,5	-	6,3	6,5
	1	85,2	80,7	72,4	78,9	77,9	74,3	-	88,5	78,0
	2-4	8,8	13,4	15,3	18,4	19,3	20,2	-	5,2	15,5
	śr.def.	**21,0**	**23,2**	**21,1**	**23,9**	**25,5**	**23,4**	**-**	**19,8**	**22,6**
Świerk	0	-	4,9	-	-	-	-	2,5	8,9	4,6
	1	-	92,7	-	-	-	-	70,0	71,5	74,7
	2-4	-	2,4	-	-	-	-	27,5	19,6	20,7
	śr.def.	**-**	**18,8**	**-**	**-**	**-**	**-**	**25,2**	**23,2**	**23,5**
Buk	0	31,1	-	0,0	-	0,0	95,0	25,0	54,2	33,3
	1	62,3	-	100,0	-	97,7	0,0	70,0	44,1	63,1
	2-4	6,6	-	0,0	-	2,3	5,0	5,0	1,7	3,6
	śr.def.	**15,9**	**-**	**19,3**	**-**	**21,1**	**8,0**	**17,5**	**13,3**	**16,0**
Dąb	0	0,0	0,0	0,0	2,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3
	1	42,5	86,1	27,5	81,4	37,5	63,3	50,0	100,0	59,1
	2-4	57,5	13,9	72,5	16,3	62,5	36,7	50,0	0,0	40,6
	śr.def.	**34,1**	**23,6**	**35,6**	**22,1**	**41,1**	**25,9**	**29,0**	**21,8**	**29,6**
Gatunki razem	0	9,0	5,0	10,7	2,7	1,9	8,3	5,0	18,6	7,9
	1	77,9	83,2	69,7	79,2	75,0	70,6	67,5	74,0	74,5
	2-4	13,1	11,8	19,6	18,1	23,1	21,1	27,5	7,4	17,6
	śr.def.	**21,5**	**22,6**	**22,3**	**23,7**	**27,1**	**23,1**	**24,7**	**19,1**	**22,9**

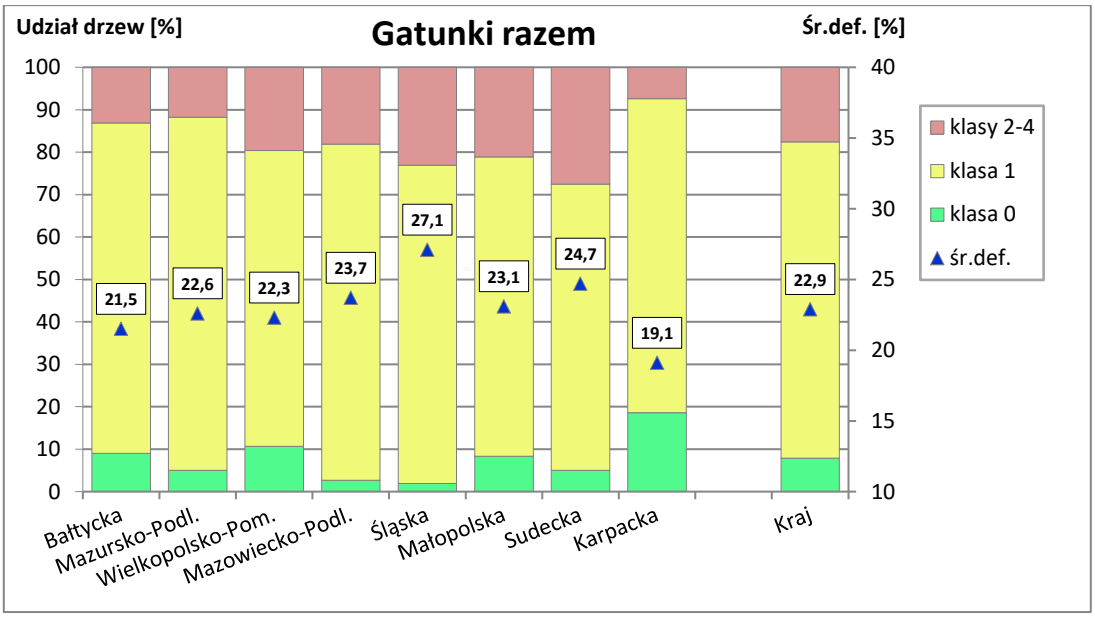
*) tab. 8.4–8.6 – czcionka w kolorze niebieskim - wyniki uzyskane z jednej powierzchni

Tabela 8.5. Średnia defoliacja [%] monitorowanych gatunków drzew na SPO II rzędu *) w układzie regionalnych dyrekcji Lasów Państwowych w 2024 r.

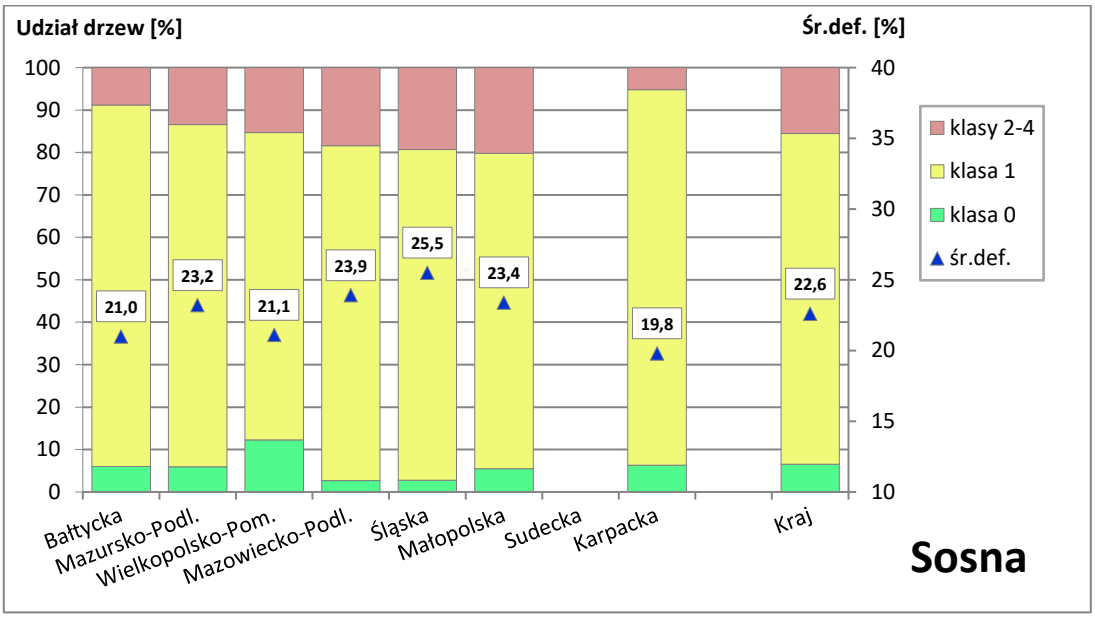
Gatunek panujący w drzewostanie	Białystok	Katowice	Kraków	Krosno	Lublin	Łódź	Olsztyn	Piła	Poznań	Szczecin	Szczecinek	Toruń	Wrocław	Zielona Góra	Gdańsk	Radom	Warszawa	Kraj
Sosna	22,7	24,8	22,3	19,7	23,6	21,6	25,4	18,3	18,8	21,8	17,3	22,6	24,8	24,5	23,5	24,2	23,4	22,6
Świerk	18,7	-	21,9	25,5	-	-	-	-	-	-	-	-	25,2	-	-	-	-	23,5
Buk	-	21,1	11,5	14,2	8,0	-	11,4	-	-	21,4	19,3	-	17,5	-	14,8	-	-	16,0
Dąb	25,0	30,2	22,6	21,8	22,8	26,5	21,9	-	38,3	46,0	-	-	40,5	33,0	22,3	-	-	29,6
Razem	22,3	24,6	26,7	19,4	22,4	24,0	23,2	18,3	22,0	24,2	17,6	22,6	27,0	28,8	22,1	24,2	23,4	22,9

Tabela 8.6. Średnia defoliacja [%] monitorowanych gatunków drzew na SPO II rzędu *) w układzie województw w 2024 r.

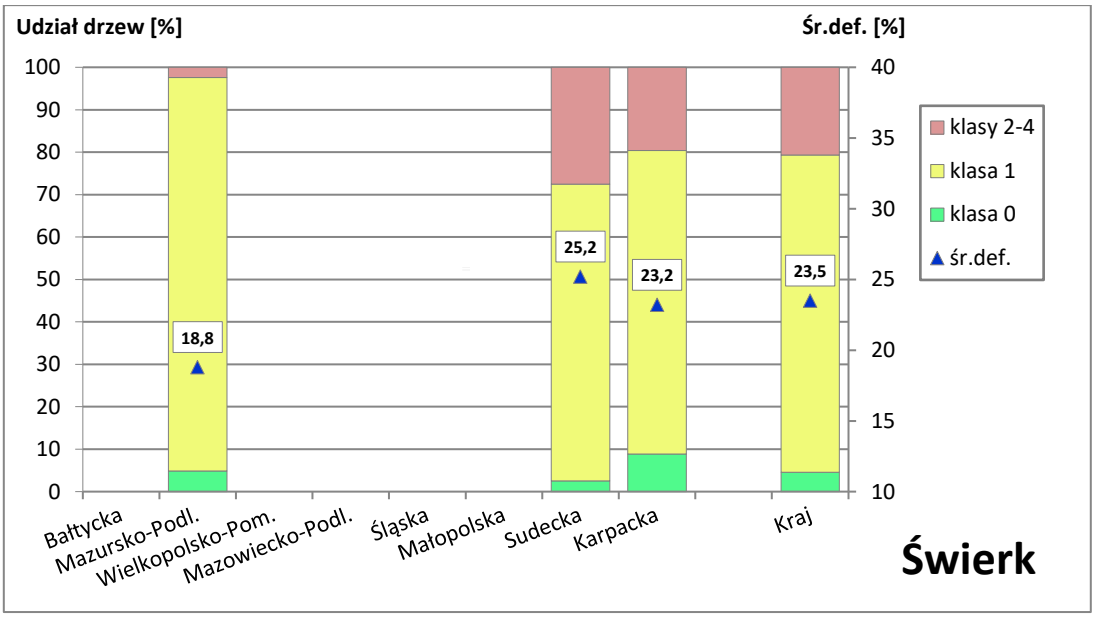
Gatunek panujący w drzewostanie	Dolnośląskie	Kujawsko-pomorskie	Lubelskie	Lubuskie	Łódzkie	Małopolskie	Mazowieckie	Opolskie	Podkarpackie	Podlaskie	Pomorskie	Śląskie	Świętokrzyskie	Warmińsko-mazurskie	Wielkopolskie	Zachodnio-pomorskie	Kraj
Sosna	24,8	22,0	23,8	22,9	19,3	22,3	26,5	25,4	20,0	21,7	20,2	25,2	22,6	24,6	18,4	19,8	22,6
Świerk	25,2	-	-	-	-	21,9	-	-	25,5	18,7	-	-	-	-	-	-	23,5
Buk	17,5	-	8,0	21,5	-	11,5	-	21,5	14,2	-	14,8	20,8	-	11,4	-	19,3	16,0
Dąb	40,5	-	-	39,5	32,2	22,6	22,3	30,2	21,8	25,0	22,3	-	-	21,9	38,3	-	29,6
Razem	27,0	22,0	22,5	26,4	25,1	21,0	25,7	25,5	19,6	21,5	19,9	24,5	22,6	22,8	20,9	19,8	22,9



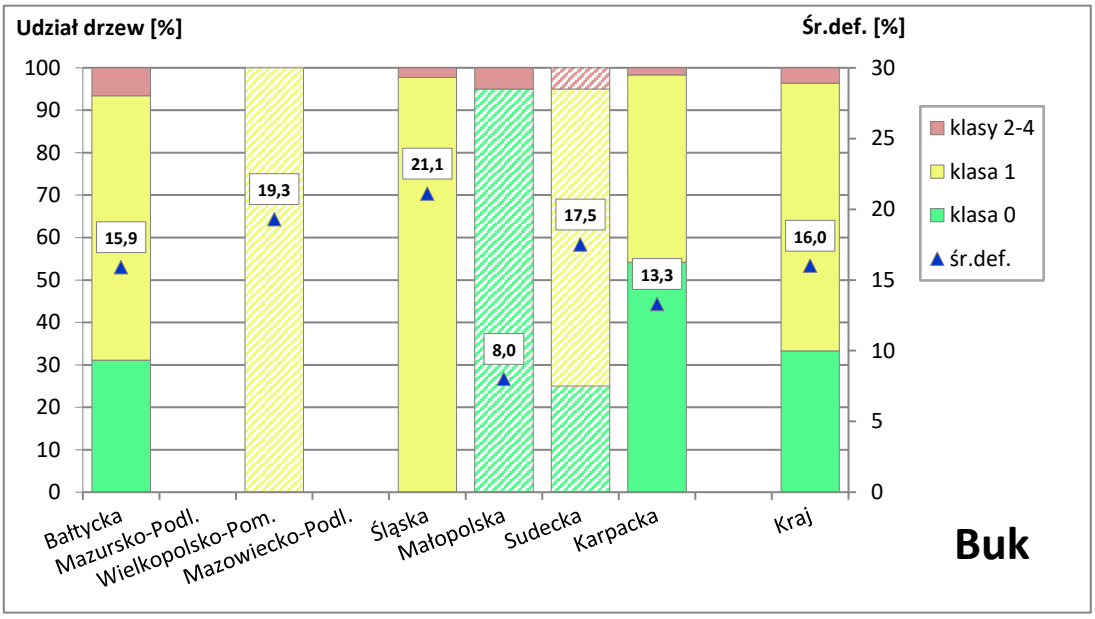
Rycina 8.1. Udział drzew monitorowanych gatunków łącznie w klasach defoliacji oraz średnia defoliacja w układzie krain przyrodniczo-leśnych – SPO II rzędu, 2024 r.



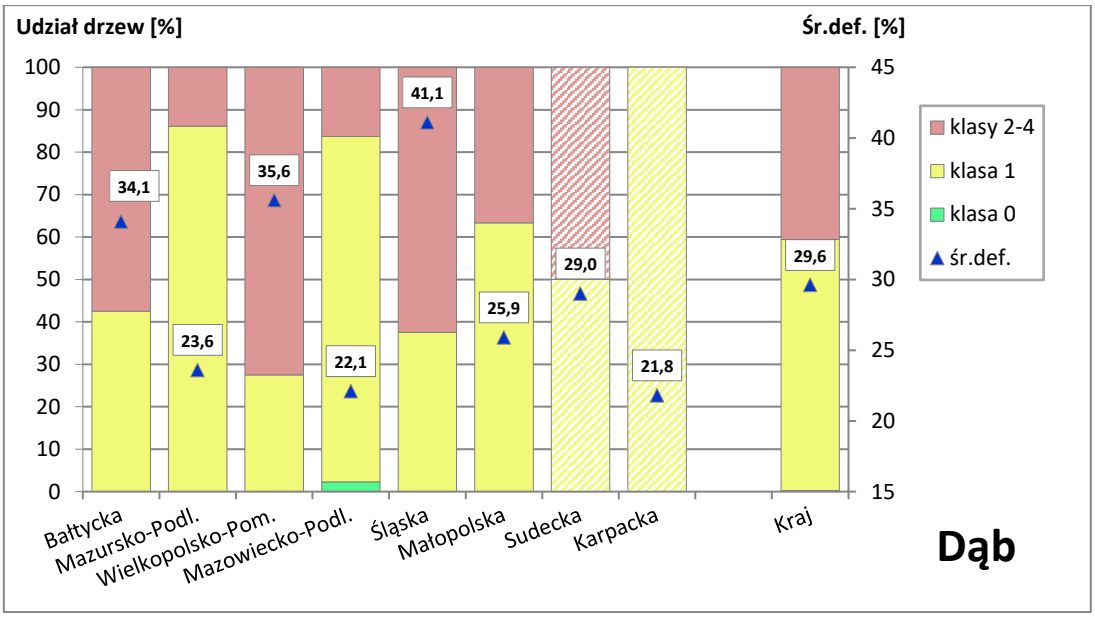
Rycina 8.2. Udział sosny w klasach defoliacji oraz średnia defoliacja w układzie krain przyrodniczo-leśnych – SPO II rzędu, 2024 r.



Rycina 8.3. Udział świerka w klasach defoliacji oraz średnia defoliacja w układzie krain przyrodniczo-leśnych – SPO II rzędu, 2024 r.



Rycina 8.4. Udział buka w klasach defoliacji oraz średnia defoliacja w układzie krain przyrodniczo-leśnych – SPO II rzędu, 2024 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, 2024 r. (jaśniejszym kolorem zaznaczono krainy reprezentowane przez jedną powierzchnię)

9. PRZYROST DRZEW I DRZEWOSTANÓW W OKRESIE 2019-2024 NA SPO II RZĘDU – *MAŁGORZATA DUDZIŃSKA*

9.1 Wstęp i metodyka obliczeń

Stałe powierzchnie obserwacyjne II rzędu (tzw. powierzchnie dendrometryczne) założono w 1994 roku w 122 drzewostanach iglastych (sosnowych i świerkowych) oraz w 1996 r. – w 26 drzewostanach liściastych (dębowych i bukowych). W latach tych wykonano też pierwsze pomiary dendrometryczne. Kolejne pomiary wykonane były w 2004 roku przez IBL, w 2009 i 2014 roku przez BUiGL, w 2019 i 2024 roku ponownie przez pracowników Instytutu Badawczego Leśnictwa. W poszczególnych latach liczba powierzchni badawczych zmniejszała się w wyniku uszkodzenia i wycięcia drzewostanów. W 2024 r. liczba czynnych powierzchni badawczych wynosiła 133.

Na powierzchniach zmierzono pierśnice wszystkich ponumerowanych drzew. Zmierzono również wysokości 30 drzew gatunku głównego i po 15 wysokości drzew w każdej warstwie gatunkowo - wysokościowo-wiekowej.
Dla badanych powierzchni zostały obliczone różne elementy struktury drzewostanu.

Przeciętną pierśnicę drzew danego gatunku w warstwie wysokościowo-wiekowej określono wzorem:

$$D_g = \sqrt{\frac{\sum d^2}{n}}$$

gdzie:
d – pierśnica drzewa [cm],
n – liczba drzew.

Na podstawie wysokości zmierzonych na powierzchni próbnej w odpowiedniej warstwie wiekowo-wysokościowej obliczono przeciętną wysokość drzew danego gatunku:

$$H = \frac{\sum d^2 * h}{\sum d^2}$$

gdzie:
d – pierśnica drzewa,
h – wysokość drzewa.

Miąższość grubizny drzew określono według formuły:

$$v_q = \frac{\pi}{40000} d^2 \cdot h \cdot f_q$$

gdzie:

v_q - miąższość grubizny drzewa wyrażona w m^3,

d - pierśnica drzewa wyrażona w centymetrach,

h - wysokość drzewa wyrażona w metrach (wyznaczona z równania stałej krzywej wysokości),

f_q - pierśnicowa liczba kształtu grubizny drzewa.

Wysokość poszczególnych drzew określono z wykorzystaniem funkcji Näslunda (1929) o postaci:

$$h = \left(\frac{d}{a + b \cdot d} \right)^2 + 1{,}3$$

gdzie:

h - wysokość drzewa wyrażona w metrach,

d - pierśnica drzewa wyrażona w centymetrach,

a, b - współczynniki równania.

Dla większości gatunków drzew współczynnik b określono wzorem:

$$b = o \cdot H^r$$

natomiast współczynnik a wzorem:

$$a = \frac{D}{\sqrt{H - 1{,}3}} - b \cdot D$$

gdzie:

D - przeciętna pierśnica drzew danego gatunku w warstwie wysokościowo-wiekowej na powierzchni próbnej,

H - przeciętna wysokość drzew danego gatunku w warstwie wysokościowo-wiekowej na powierzchni próbnej,

o, r - współczynniki równania.

Wartości współczynników *o* i *r* dla większości gatunków drzew zawiera poniższa tabela*

Gatunek drzewa	*o*	*r*
So, Lb, Sow, Soc	0,7445	-0,4531
Md	0,6162	-0,4046
Św	0,3341	-0,2344
Jd	0,2566	-0,1420
Dg	0,2822	-0,1979
Db, Dbc, Ak	0,7895	-0,4696
Bk, Jw, Js, Kl, Os	0,6582	-0,4197
Ol	0,7399	-0,4328
Gb, Wz, Jrz, Wb, Czm, Leszcz, Głg, Gr, Bez,	0,8992	-0,5300
Lp	0,2140	-0,0905

* Przedstawione wzory zostały opracowane:
- dla sosny przez Rymer-Dudzińską (1994),
- dla modrzewia przez Bruchwalda i Żyburę (2002),
- dla świerka przez Bruchwalda i Wróblewskiego (1994),
- dla dębu przez Bruchwalda, Dudzińską i Wirowskiego (1994),
- dla jodły przez Bruchwalda (1993),
- dla buka przez Bruchwalda i Witkowską (1993),
- dla olszy przez Bruchwalda, Dmyterko, Dudzińską i Wirowskiego (2001),
- dla graba przez Bruchwalda i Wirowskiego (1993),
- dla brzozy przez Zasadę (2000),
- dla daglezji i lipy przez Bruchwalda (materiały niepublikowane).

Współczynnik *b* dla brzozy określono wzorem:

$$b = 0,364043 - 0,0375941\sqrt{H}$$

Do określenia pierśnicowej liczby kształtu grubizny drzewa (f_q) stosuje się następujący wzór:

$$f_q = f_1 \cdot s$$

gdzie:

f_1 - pierśnicowa liczba kształtu strzały w korze

s - iloraz miąższości grubizny drzewa i miąższości strzały w korze; iloraz ten określa się dla poszczególnych gatunków opracowanymi wzorami empirycznymi.

Dla poszczególnych gatunków drzew zastosowano przedstawione poniżej wzory empiryczne.

Sosna

$$f_1 = \frac{1}{1 + \left(\frac{d}{1,2895 + 0,90645 \cdot d} \right)^4}$$

$$s = \left[\frac{d - 6}{0,2834 + 0,988\,(d - 6)} \right]^4$$

Świerk

$$f_1 = 0,34 + \frac{0,684}{\sqrt{d}}$$

$$s = 1 - 225,73\,(d - 1)^{-3,2542}$$

Jodła

$$f_1 = 0,4132 + \frac{0,4779}{\sqrt{H}} + 0,4426 \cdot H^{-1,6259}(D - d)$$

$$s = 1 - 559,4519 \cdot d^{-3,5946}$$

Modrzew

$$f_1 = 0,355 + 0,6 \cdot d^{-0,5}$$

$$s = 1 - 225\ (d - 1)^{-3,25}$$

Daglezja

$$f_q = [0,358] + 0,06 \cdot \left(\frac{h}{d} - 0,9 \right) \cdot \left(\frac{H}{h - 1,3} \right)^{3,8} - \frac{160}{D\,(H - 1,3)^2}$$

Dąb a także **jesion, jawor, klon, wiąz, jarząb, wierzba, czeremcha, robinia**, **bez, głóg, leszczyna**

$$f_1 = 0,5441\,d^{-0,0415}$$

$$s = \left[\frac{d - 3}{0,9549 + 0,9439\,(d - 3)} \right]^4$$

Buk

$$f_1 = 0,46 \cdot D^{-0,008} + (0,0059 - 0,0001\,D)\,(D - d)$$

$$s = 1,1168 - \frac{48,115}{d^2}$$

Olsza

$$f_1 = \left(0,5755 \cdot D^{-0,0609} - \left(0,0001 - \frac{0,4561}{D^2} \right) \cdot (D - d) \right)$$

$$s = 1,0207 - \frac{16,6130}{d^2}$$

Brzoza

$$f_1 = (0{,}669802 - 0{,}07496122 \cdot \ln(d)) - \left[(1{,}17477 + 0{,}0008625 \cdot D^2)^2 - 1{,}3\right] \cdot \left(\frac{1}{D} - \frac{1}{d}\right)$$

$$s = 1{,}03242 - \frac{50{,}051}{d^{2{,}3}}$$

gdzie:

D - przeciętna pierśnica drzewostanu [cm],

H - przeciętna wysokość drzewostanu [m],

d – pierśnica drzewa [cm],

h – wysokość drzewa [m].

Wzory empiryczne do określania miąższości grubizny osiki, grabu, lipy, topoli podano poniżej. Ogólna ich postać jest następująca:

$$v_q = a + b \cdot h$$

gdzie:

v_q - miąższość grubizny drzewa [m^3],

h – wysokość drzewa [m],

a, b - współczynniki równania.

Dla **osiki:**

$b = 0{,}0000529644 \cdot d^{1{,}88236}$

gdy d≤40 cm	$a = 0$
gdy d>40 cm	$a = -0{,}729897 + 0{,}115514 \cdot d^{0{,}5}$

Dla **grabu**:

gdy d≤45 cm	$a = 0$ $b = (-0{,}016008 + 0{,}006824 \cdot d)^2$
gdy 45<d≤51 cm	$a = -1{,}47263 + 0{,}030648 \cdot d$ $b = -0{,}033182 + 0{,}002765 \cdot d$
gdy d>51 cm	$a = -4{,}10794 + 0{,}082111 \cdot d$ $b = 0{,}068102 + 0{,}000784 \cdot d$

Dla **lipy**:

$b = 0{,}0000545466 \cdot d^{1{,}85815}$

gdy d≤35 cm	$a = 0$
gdy d>35 cm	$a = \left(-0{,}532622 + 0{,}0163865 \cdot d\right)^2$

Dla **topoli:**

$a = \left(-0{,}123182 + 0{,}00917243 \cdot d\right)^2$

$b = 0{,}0000439076 \cdot d^{1{,}8962}$

Wzór empiryczny dla **czereśni** dotyczy miąższości grubizny drzewa w m^3 :

$$v_g = 0{,}000128\, d^2 - 0{,}00145\, h + 0{,}0000341\,75\, d^2 \cdot h$$

Przyrost miąższości obliczono jako przyrost bieżący roczny w okresie na podstawie wzoru:

$$ZV = \frac{\left(V_2 - V_1\right) + Vu}{l}$$

gdzie:

V_2 – miąższość na końcu okresu

V_1 – miąższość na początku okresu

V_u – miąższość drzew wypadłych w ciągu okresu

l – długość okresu

Jednym z celów badań prowadzonych na stałych powierzchniach doświadczalnych II rzędu (SPO II) jest poznanie procesów wzrostu i rozwoju drzewostanów.

9.2 Charakterystyka powierzchni dendrometrycznych

Rozmieszczenie powierzchni wytypowano w oparciu o obowiązujący w latach 90-tych podział przyrodniczo-leśny kraju. W każdej dzielnicy przyrodniczo-leśnej założono po 2 lub 3 powierzchnie w drzewostanach iglastych. Powierzchnie w drzewostanach liściastych zostały zlokalizowane w liczbie od 1 do 3 w poszczególnych krainach przyrodniczo-leśnych. Obecnie 73% powierzchni znajduje się w drzewostanach sosnowych, po 8% w drzewostanach świerkowych i bukowych i 11% w drzewostanach dębowych.

Wielkość powierzchni waha się: w drzewostanach sosnowych - od 0,24 do 1,25 ha, w drzewostanach świerkowych - od 0,41 do 0,98 ha, w drzewostanach dębowych – od 0,37 do 1,45 ha oraz w drzewostanach bukowych - od 0,61 do 1,05 ha.

Drzewostany, w których zlokalizowane są dendrometryczne powierzchnie badawcze rosną na siedliskach boru suchego (Bs), boru mieszanego świeżego (BMśw), boru świeżego (Bśw), boru mieszanego górskiego (BMG), lasu mieszanego świeżego (LMśw), lasu świeżego (Lśw), lasu łęgowego (Ł), lasu mieszanego górskiego (LMG), lasu górskiego (LG), lasu mieszanego wyżynnego (LMwyż) i lasu wyżynnego (Lwyż).

Najwięcej badanych powierzchni położonych jest w krainie Małopolskiej - 20,3% (24 sosnowe, 2 dębowe, 1 bukowa), następnie w krainie Wielkopolsko-Pomorskiej 17,3% (19 sosnowych, 3 dębowe, 1 bukowa), Bałtyckiej – 15,8% (16 sosnowych, 2 dębowe, 3 bukowe), Mazursko-Podlaskiej – 11,3% (11 sosnowych, 2 świerkowe, 2 dębowe), Mazowiecko-Podlaskiej – 10,5% (13 sosnowych, 1 dębowa), Śląskiej -9,8% (9 sosnowych, 2 dębowe, 2 bukowe), Karpackiej – 9% (5 sosnowych, 3 świerkowe, 1 dębowa, 3 bukowe) i Sudeckiej – 6% (6 świerkowych, 1 dębowa, 1 bukowa).

Wiek wszystkich drzewostanów na powierzchniach kształtuje się od 71 do 122 lat (sosnowych od 71 do 96 lat, świerkowych od 76 do 94 lat, dębowych od 94 do 122 lat i bukowych od 83 do 116 lat) (tab. 9.1). Najwięcej drzewostanów znajduje się w klasie wieku 81-100 lat (59,4%) (ryc. 9.1). Najmniej licznie reprezentowane są drzewostany w klasie wieku powyżej 100 lat (12,8%). Najstarszy drzewostan położony jest w Krainie Sudeckiej (powierzchnia dębowa w wieku 122 lat), najmłodsze w Krainie Bałtyckiej i Karpackiej (powierzchnie sosnowe w wieku 71 lat).

Przeciętna pierśnica drzewostanów waha się od 19,4 do 48,6 cm (sosnowych od 19,4 do 42,6 cm, świerkowych od 27,4 do 48,6 cm, dębowych od 26,6 do 47 cm i bukowych od 35 do 45,3 cm) (tab. 9.1). Wśród analizowanych powierzchni przeważały drzewostany o pierśnicy zawartej w klasie 25-30 cm – 31,6% (z czego 29,3% stanowią drzewostany sosnowe) (ryc. 9.2).

Na powierzchniach sosnowych przeważają drzewostany z pierśnicą w klasie 25-30 cm (40,2%), na powierzchniach świerkowych, drzewostany z pierśnicą w klasie 35-40 cm (36,4%), na powierzchniach dębowych i bukowych, drzewostany z pierśnicą w klasie >40 cm (odpowiednio 35,7% i 54,5%) (ryc. 9.2a,b).

Średnia wysokość drzewostanów kształtuje się od 20,3 do 36,5 m (sosnowych od 20,7 do 35,9 m, świerkowych od 21,6 do 35,1 m, dębowych od 20,3 do 32,9 m i bukowych od 26,7 do 36,5 m) (tab. 9.1). Większość drzewostanów charakteryzuje się wysokością przyjmującą wartości w granicach 28-30 m, w klasie tej znalazło się 23,3% powierzchni (z czego aż 18,8% stanowią drzewostany sosnowe) (ryc. 9.3).

Na powierzchniach sosnowych i dębowych przeważają drzewostany, których wysokość znajduje się w klasie 28-30 m (odpowiednio 25,8% i 28,6%), na powierzchniach świerkowych dominują drzewostany z wysokością w klasie 26-28 m (27,3%), na powierzchniach bukowych górują drzewostany z wysokością w klasach 32-34 m i 34-36 m (po 36,4%) (ryc. 9.3a,b).

Średnia miąższość grubizny drzewostanów wynosi 484,3 m^3/ha (sosnowych – 483,5 m^3/ha, świerkowych – 497,6 m^3/ha, dębowych – 469,5 m^3/ha i bukowych – 497,5 m^3/ha). Najliczniej reprezentowane są drzewostany, w których miąższość zawiera się w granicach 400-500 m^3/ha - 27,8% (ryc. 9.4). Wśród drzewostanów sosnowych dominowała klasa miąższości 500-600 m^3/ha, znalazło się w niej 28,9% powierzchni, w drzewostanach świerkowych – klasa 300-400 m^3/ha z 45,5% powierzchni, w drzewostanach dębowych i bukowych – klasa 400-500 m^3/ha z odpowiednio 50% i 36,4% powierzchni (ryc. 9.4a,b). Badając kształtowanie się miąższości w zależności od wieku, największą średnią miąższość w drzewostanach iglastych zanotowano w klasie wieku 71-80 lat – 494,6 m^3/ha, natomiast w drzewostanach liściastych, w klasie 101-122 lata – 484,8 m^3/ha (ryc. 9.5).

W ramach krain przyrodniczo-leśnych największą średnią miąższością wyróżniają się drzewostany położone w krainach Sudeckiej (574 m^3/ha) i Mazursko-Podlaskiej (560 m^3/ha), a najniższą (425 m^3/ha) drzewostany Krainy Karpackiej (ryc. 9.6).

Drzewostany sosnowe osiągnęły największą średnią miąższość na powierzchniach położonych w Krainie Mazursko-Podlaskiej (565 m^3/ha), drzewostany świerkowe w Krainie Sudeckiej (583 m^3/ha), drzewostany dębowe w Krainie Śląskiej (621 m^3/ha) a drzewostany bukowe w Krainie Małopolskiej (634 m^3/ha) (ryc. 9.7).

W okresie badawczym obejmującym lata 2004-2024 średnia wartość miąższości drzewostanów sosnowych zmieniała się od 356 m^3/ha w roku 2004 do 484 m^3/ha w roku 2024, w drzewostanach świerkowych od 431 do 498 m^3/ha, w drzewostanach dębowych od 365 do 470 m^3/ha, a w drzewostanach bukowych od 450 do 498 m^3/ha (ryc. 9.8). Zmiany miąższości w poszczególnych krainach zaprezentowano na rycinie 9.9. We wszystkich krainach oprócz Mazowiecko-Podlaskiej i Karpackiej nastąpił wzrost miąższości drzewostanów. Szczegółowe wartości miąższości dla wszystkich powierzchni, w latach 2004-2024, podano w tabeli 9.2.

Przyrost miąższości drzewostanów w ostatnim, 5-cio letnim okresie badawczym (2019-2024) waha się od 4,3 do 25,4 m^3/ha/rok (tab. 9.1). Drzewostany sosnowe charakteryzują się przyrostem wynoszącym średnio 11,2 m^3/ha/rok, świerkowe – 10,5 m^3/ha/rok, dębowe -10,7 m^3/ha/rok i bukowe – 9,1 m^3/ha/rok. Najwięcej drzewostanów (22,6%) znajduje się w klasie przyrostu 8-10 m^3/ha/rok (ryc. 9.10). W rozbiciu na gatunki, na powierzchniach założonych w

drzewostanach sosnowych i dębowych dominuje klasa przyrostu 8-10 m^3/ha/rok (odpowiednio 21,6% i 35,7%), w drzewostanach świerkowych klasa 4-6 m^3/ha/rok (27,3%), i bukowych klasa 10-12 m^3/ha/rok (27,3%) (ryc. 9.10a,b). Badając kształtowanie się przyrostu w zależności od wieku stwierdzono, iż w drzewostanach iglastych największy średni przyrost występuje w klasie wieku 71-80 lat – 12,3 m^3/ha/rok (ryc. 9.11). W drzewostanach liściastych największym średnim przyrostem charakteryzuje się klasa wieku 101-122 lata – 10,4 m^3/ha/rok (ryc. 9.11).

W ramach krain przyrodniczo-leśnych największym średnim przyrostem charakteryzują się powierzchnie położone w krainach Śląskiej i Sudeckiej (odpowiednio 13,6 i 13,2 m^3/ha/rok), a najmniejszym w krainach Małopolskiej i Karpackiej (odpowiednio 9,2 i 9,3 m^3/ha/rok) (ryc. 9.12). Drzewostany sosnowe i dębowe osiągały największy średni przyrost miąższości na powierzchniach położonych w Krainie Śląskiej (odpowiednio 13,7 i 16,8 m^3/ha/rok), drzewostany świerkowe i bukowe w Krainie Sudeckiej (odpowiednio 14 i 14,2 m^3/ha/rok) (ryc. 9.13).

W okresie badawczym obejmującym lata 2004-2024 średnia wartość przyrostu miąższości drzewostanów sosnowych kształtowała się w granicach 10-11,6 m^3/ha/rok (ryc. 9.14). Największe wartości zanotowano w roku 2019 a najmniejsze w roku 2009. W przypadku drzewostanów świerkowych przyrost przyjmował wartości w granicach 9,7-12,3 m^3/ha/rok. Największe wartości zanotowano w roku 2014 a najmniejsze w roku 2019 (ryc. 9.14). Średni przyrost drzewostanów dębowych utrzymywał się w granicach 10,1-10,7 m^3/ha. Największe wartości zanotowano w roku 2024 a najmniejsze w roku 2009 (ryc. 9.14). Średni przyrost drzewostanów bukowych kształtował się w granicach 9,1-12,1 m^3/ha/rok. Największe wartości zanotowano w roku 2019 a najmniejsze w roku 2024 (ryc. 9.14). Kształtowanie się przyrostu miąższości w ramach krain przyrodniczo-leśnych, w okresie 2004-2024 zaprezentowano na rycinie 9.15. Szczegółowe wartości przyrostu miąższości dla poszczególnych powierzchni, w latach 2004-2024, podano w tabeli 9.2.

Z przyrostem miąższości związana jest miąższość dorostów oraz miąższość drzew usuniętych w użytkowaniu przedrębnym. Dorosty to drzewa, które osiągnęły wartość graniczną pierśnicy, wynoszącą 7 cm i po raz pierwszy została zmierzona ich grubość na wysokości 1,3 m. W 2024 roku dorosty wystąpiły na 70% powierzchni sosnowych, ich średnia miąższość wyniosła 1,5 m^3/ha (min. 0,02 m^3/ha, max. 13,2 m^3/ha), na 64% powierzchniach świerkowych a ich średnia miąższość wyniosła 1,3 m^3/ha (min. 0,02 m^3/ha, max. 4,2 m^3/ha), na 79% powierzchni dębowych, ze średnią miąższością wynoszącą 1,7 m^3/ha (min. 0,03 m^3/ha, max. 5,8 m^3/ha) i na 36% powierzchni bukowych ze średnią równą 1,3 m^3/ha (min. 0,01 m^3/ha, max. 3,8 m^3/ha) (tab. 9.3). Średni udział miąższości dorostów w 5-cio letnim (2019-2024) przyroście miąższości wyniósł

2,6% (pow. sosnowe), 4,5% (pow. świerkowe), 3,4% (pow. dębowe) i 2,8% (pow. bukowe) (tab. 9.3)

W użytkowaniu przedrębnym, w ciągu ostatniego 5-cio letniego okresu badawczego (2019-2024), usunięto w drzewostanach sosnowych średnio 39,4 m^3/ha (min. 0,0 m^3/ha, max. 210,9 m^3/ha), świerkowych 58,1 m^3/ha (min. 0,7 m^3/ha, max. 230,1 m^3/ha), dębowych 30,3 m^3/ha (min. 2,3 m^3/ha, max. 122,6 m^3/ha) i bukowych 67,6 m^3/ha (min. 0,0 m^3/ha, max. 281,7 m^3/ha) (tab. 9.4).

W okresie od 2004 roku do ostatniej inwentaryzacji w 2024 roku pozyskano sumarycznie, w ramach użytkowania przedrębnego, średnio 92,2 m^3/ha (min. 10,9 m^3/ha, max. 271,5 m^3/ha) grubizny sosnowej, 150,9 m^3/ha (min. 24,3 m^3/ha, max. 397,5 m^3/ha) grubizny świerkowej, 103,3 m^3/ha (min 12,4 m^3/ha, max. 265,4 m^3/ha) grubizny dębowej i 172,2 m^3/ha (min. 24,2 m^3/ha, max. 496,4 m^3/ha) grubizny bukowej. W poszczególnych latach wielkość użytkowania przedrębnego na powierzchniach sosnowych wahała się od 12,6 do 39,4 m^3/ha, na powierzchniach świerkowych od 27,9 do 58,1 m^3/ha (ryc. 9.16a), na powierzchniach dębowych od 20,4 do 30,3 m^3/ha i na powierzchniach bukowych od 18,3 do 67,6 m^3/ha (ryc. 9.16b).

Sumaryczna produkcja w drzewostanach sosnowych, w tym okresie, wyniosła średnio 575,7 m^3/ha, w drzewostanach świerkowych - 648,5 m^3/ha, w drzewostanach dębowych - 572,8 m^3/ha, a w drzewostanach bukowych - 669,8 m^3/ha. Szczegółowe wartości miąższości uzyskanej w ramach użytkowania przedrębnego w latach 2004-2024 oraz sumarycznej produkcji dla poszczególnych powierzchni podano w tabeli 9.4.

W drzewostanach wszystkich gatunków drzew, oprócz drzewostanów bukowych, w latach 2014-2024, odnotowano wzrost miąższości drzew martwych (ryc. 9.17). Największy w drzewostanach dębowych, z 4,6 do 15,3 m^3/ha, świerkowych, z 3,5 do 9,5 m^3/ha i sosnowych, z 5,7 do 8,9 m^3/ha. W drzewostanach bukowych miąższość drzew martwych utrzymywała się mniej więcej na tym samych poziomie ok. 4 m^3/ha. Jak zmieniała się miąższość drzew martwych na poszczególnych powierzchniach oraz udział miąższości drzew martwych w miąższości drzewostanu zaprezentowano w tabelach 9.5 i 9.6.

9.3. Podsumowanie i wnioski

1. Spośród analizowanych powierzchni najliczniej reprezentowane były drzewostany sosnowe (97 powierzchni), następnie drzewostany dębowe (14 pow.) oraz świerkowe i bukowe (po 11 powierzchni).

2. Wiek drzewostanów kształtował się na poszczególnych powierzchniach od 71 do 122 lat. Najwięcej drzewostanów znajduje się w klasie wieku 81-100 lat (59,4%).
3. Przeciętna pierśnica drzewostanów wynosiła od 19,4 do 48,6 cm. W całym materiale przeważają drzewostany o pierśnicy zawartej w klasie 25-30 cm (31,6%).
4. Średnia wysokość drzewostanów kształtowała się w granicach od 20,3 do 36,5 m. Większość drzewostanów charakteryzuje się wysokością przyjmującą wartości w granicach 28-30 m (23,3%).
5. W 2024 roku największą średnią miąższością charakteryzowały się drzewostany świerkowe i bukowe (odpowiednio 497,6 i 497,5 m^3/ha), a następnie sosnowe (484,3 m^3/ha) i dębowe (469,5 m^3/ha). W poprzednich okresach badawczych dominowały drzewostany bukowe, na drugim miejscu były drzewostany świerkowe.
6. W okresie 2019-2024 roku największym średnim przyrostem miąższości wyróżniały się drzewostany sosnowe (11,2 m^3/ha/rok), następnie dębowe (10,7 m^3/ha/rok), świerkowe (10,5 m^3/ha/rok) i bukowe (9,1 m^3/ha/rok). W okresie 2014-2019 największym średnim przyrostem charakteryzowały się drzewostany bukowe (12,1 m^3/ha), w latach 2009-2014 drzewostany świerkowe (12,3 m^3/ha/rok) i w latach 2004-2009 ponownie drzewostany bukowe (11,5 m^3/ha/rok).
7. W użytkowaniu przedrębnym, w ciągu 5-cio letniego okresu badawczego 2019-2024, usunięto w drzewostanach sosnowych średnio 39,4 m^3/ha, świerkowych 58,1 m^3/ha, dębowych 30,3 m^3/ha i bukowych 67,6 m^3/ha.
8. Sumarycznie, w okresie od 2004 roku do ostatniej inwentaryzacji w 2024 roku pozyskano, w ramach użytkowania przedrębnego średnio 92,2 m^3/ha grubizny sosnowej, 150,9 m^3/ha grubizny świerkowej, 103,3 m^3/ha grubizny dębowej i 172,2 m^3/ha grubizny bukowej.
9. Sumaryczna produkcja w okresie 2004-2024, w drzewostanach sosnowych wyniosła średnio 575,7 m^3/ha, w drzewostanach świerkowych - 648,5 m^3/ha, w drzewostanach dębowych - 572,8 m^3/ha, a w drzewostanach bukowych - 669,8 m^3/ha.
10. Na podstawie zebranego materiału stwierdzono, iż w krainach Sudeckiej i Mazursko-Podlaskiej położone są drzewostany o największych przeciętnych wartościach miąższości grubizny (ok. 570 m^3/ha). Największymi wartościami przyrostu miąższości wyróżniają się powierzchnie położone w krainach Śląskiej i Sudeckiej (ok. 13 m^3/ha). Krainy Małopolska i Karpacka charakteryzują się powierzchniami o najmniejszych wartościach przyrostu miąższości, wynoszącymi ok. 9 m^3/ha.

Tabela 9.1. Charakterystyka powierzchni dendrometrycznych na SPO II rzędu w 2024 roku

Kraina	NR_WISL	NR	Gat	Pow.	Wiek	N	Dg	H	V	ZV
Bałtycka	136/10	101	SO	0,5	81	287	34,1	29,7	551,7	11,0
Bałtycka	1/15	102	SO	0,6	82	210	38,4	31,0	515,6	15,8
Bałtycka	11/10	103	SO	0,6	84	551	32,2	30,9	709,7	11,7
Bałtycka	35/10	104	SO	0,6	82	296	35,6	31,3	697,9	15,6
Bałtycka	82/10	105	SO	0,8	81	336	35,3	30,9	494,8	12,6
Bałtycka	87/10	106	SO	0,4	81	276	27,0	28,4	494,8	6,2
Bałtycka	138/10	107	BK	1,0	101	243	38,4	34,0	450,4	7,0
Bałtycka	74/10	108	DB.B	0,5	102	362	28,8	28,2	567,3	8,6
Bałtycka	35/ 8	109	SO	0,3	85	214	26,0	24,2	387,7	8,7
Bałtycka	121/11	112	SO	0,4	84	174	29,5	27,8	385,4	6,0
Bałtycka	56/11	113	SO	0,4	79	247	26,4	22,9	378,8	11,5
Bałtycka	64/11	114	SO	0,5	89	251	30,6	28,0	459,1	13,7
Bałtycka	70/15	115	DB	0,4	113	171	26,6	20,3	264,0	6,6
Bałtycka	71/15	116	BK	0,8	108	458	35,3	31,8	759,7	10,8
Bałtycka	62/15	117	SO	0,6	79	436	35,6	30,7	775,7	18,1
Bałtycka	63/15	118	SO	0,4	71	409	30,8	28,4	592,3	17,3
Bałtycka	94/ 7	119	SO	1,0	78	910	41,8	29,7	504,3	17,6
Bałtycka	95/ 7	120	SO	0,5	75	198	30,5	26,8	326,8	11,4
Bałtycka	4/ 7	121	BK	0,7	100	239	38,3	32,4	554,2	14,0
Bałtycka	7/15	122	SO	0,6	78	306	31,9	29,3	492,7	12,1
Bałtycka	34/12	123	SO	0,6	87	466	29,3	27,3	476,2	13,4
Mazursko-Podlaska	133/ 7	201	DB	1,3	105	609	42,0	30,8	500,4	12,2
Mazursko-Podlaska	103/ 1	202	ŚW	0,8	92	262	40,2	34,1	612,2	9,1
Mazursko-Podlaska	105/ 1	203	ŚW	0,6	84	246	37,9	30,3	318,8	4,5
Mazursko-Podlaska	123/ 1	204	SO	0,6	79	490	33,8	31,9	652,9	9,0
Mazursko-Podlaska	76/ 7	205	SO	0,6	79	354	33,2	31,3	620,3	18,8
Mazursko-Podlaska	83/ 7	206	SO	0,6	77	650	35,0	31,4	629,4	12,5
Mazursko-Podlaska	42/ 1	207	SO	0,7	90	405	34,8	31,0	549,2	9,0
Mazursko-Podlaska	80/ 1	208	SO	0,8	86	798	29,2	25,9	473,7	8,6
Mazursko-Podlaska	151/ 1	209	DB	1,2	103	608	38,5	28,0	430,5	10,8
Mazursko-Podlaska	26/ 1	210	SO	0,5	87	328	30,1	29,4	600,7	15,7
Mazursko-Podlaska	101/ 1	211	SO	0,5	80	268	33,8	32,9	517,5	11,3
Mazursko-Podlaska	7/ 1	212	SO	1,0	92	841	37,1	35,9	849,8	19,1
Mazursko-Podlaska	13/ 1	213	SO	0,9	81	726	33,1	29,5	442,4	10,6
Mazursko-Podlaska	59/ 1	214	SO	0,5	89	334	26,9	24,7	421,6	8,4
Mazursko-Podlaska	122/ 1	215	SO	0,6	79	464	33,3	33,5	780,4	18,4
Wielkopolsko-Pomorska	27/11	301	BK	0,8	94	166	39,0	34,2	406,7	8,4
Wielkopolsko-Pomorska	11/12	302	SO	0,3	90	203	26,3	22,9	444,4	11,2
Wielkopolsko-Pomorska	10/15	303	SO	0,4	90	224	25,3	23,3	300,0	6,0
Wielkopolsko-Pomorska	10/11	304	SO	0,5	79	658	26,8	26,0	522,7	5,8
Wielkopolsko-Pomorska	70/ 8	305	SO	0,3	76	196	26,8	28,6	449,5	14,1
Wielkopolsko-Pomorska	118/11	306	SO	0,4	83	379	25,1	27,1	577,9	8,5
Wielkopolsko-Pomorska	5/12	307	SO	0,5	82	275	29,4	30,2	503,2	12,6
Wielkopolsko-Pomorska	57/12	309	SO	0,9	84	709	34,0	30,4	596,4	15,9
Wielkopolsko-Pomorska	113/10	310	SO	0,3	84	198	25,6	24,7	413,5	5,7
Wielkopolsko-Pomorska	116/10	311	SO	0,3	84	178	31,1	28,5	500,0	8,3
Wielkopolsko-Pomorska	60/ 8	312	SO	0,3	87	317	24,4	23,8	510,3	14,7
Wielkopolsko-Pomorska	59/12	313	SO	0,4	88	233	25,3	25,2	371,1	14,2
Wielkopolsko-Pomorska	78/12	314	SO	0,5	88	306	26,9	21,4	291,1	8,8
Wielkopolsko-Pomorska	30/14	315	SO	0,2	83	336	19,4	20,7	393,3	8,0

Kraina	NR_WISL	NR	Gat	Pow.	Wiek	N	Dg	H	V	ZV
Wielkopolsko-Pomorska	129/10	316	SO	0,3	78	174	27,4	27,0	481,3	13,6
Wielkopolsko-Pomorska	92/14	317	DB	1,0	117	401	38,1	28,3	408,5	10,9
Wielkopolsko-Pomorska	22/ 9	318	SO	0,4	80	351	26,5	27,4	557,9	14,6
Wielkopolsko-Pomorska	30/ 9	320	SO	0,8	89	344	33,1	28,9	386,1	7,4
Wielkopolsko-Pomorska	44/ 9	322	DB	0,8	101	203	37,7	29,6	309,9	7,3
Wielkopolsko-Pomorska	59/ 9	323	SO	0,4	84	355	26,1	25,1	426,6	12,3
Wielkopolsko-Pomorska	70/ 9	324	SO	0,3	90	277	27,8	28,5	607,6	16,7
Wielkopolsko-Pomorska	60/ 9	325	SO	0,5	86	365	26,1	23,9	366,6	8,6
Wielkopolsko-Pomorska	53/ 6	326	DB	0,9	114	356	33,7	28,3	520,7	8,8
Mazowiecko-Podlaska	30/ 7	401	SO	0,4	80	369	26,0	26,7	573,0	17,5
Mazowiecko-Podlaska	24/17	402	SO	0,3	83	261	26,1	24,9	468,5	10,0
Mazowiecko-Podlaska	13/ 6	403	SO	0,5	89	305	32,7	27,4	332,4	7,4
Mazowiecko-Podlaska	1/17	405	SO	0,4	86	339	26,5	24,3	377,6	8,8
Mazowiecko-Podlaska	6/17	406	SO	0,3	78	125	24,1	21,8	219,9	5,0
Mazowiecko-Podlaska	58/ 1	407	SO	0,4	88	268	28,1	29,2	583,6	11,1
Mazowiecko-Podlaska	114/ 7	410	SO	0,4	88	362	23,0	23,9	453,6	9,5
Mazowiecko-Podlaska	124/ 1	411	SO	0,4	72	206	30,6	25,9	443,0	8,7
Mazowiecko-Podlaska	1/ 5	412	DB	1,5	99	420	43,6	31,1	459,4	10,7
Mazowiecko-Podlaska	30/ 5	413	SO	0,6	82	187	37,7	29,8	377,5	9,1
Mazowiecko-Podlaska	10/ 5	415	SO	0,5	85	317	29,7	27,0	360,5	8,5
Mazowiecko-Podlaska	17/ 5	416	SO	0,5	82	342	30,8	29,6	534,6	11,6
Mazowiecko-Podlaska	24/ 5	417	SO	0,5	72	242	36,8	30,4	489,3	12,5
Mazowiecko-Podlaska	40/ 5	418	SO	0,8	87	417	37,3	28,6	440,1	7,0
Śląska	31/13	501	SO	0,3	86	338	21,4	22,1	438,7	10,2
Śląska	54/13	502	SO	0,4	86	346	26,2	23,3	485,2	10,6
Śląska	100/13	503	DB	1,2	103	445	33,7	25,6	423,1	8,3
Śląska	66/13	504	SO	0,5	84	238	27,7	25,4	274,8	6,3
Śląska	69/2	505	SO	0,7	93	724	35,4	33,6	875,0	19,3
Śląska	102/2	509	SO	0,5	80	364	29,8	28,5	643,7	17,1
Śląska	104/2	510	BK	0,9	100	165	42,1	34,5	412,0	10,8
Śląska	129/2	511	DB	0,8	117	387	38,6	32,9	897,2	25,4
Śląska	96/2	512	SO	0,6	89	373	34,4	28,7	505,7	14,2
Śląska	116/2	513	SO	0,4	77	248	29,1	27,7	579,6	11,0
Śląska	31/2	514	SO	0,6	79	668	30,4	27,7	580,9	20,4
Śląska	114/2	515	BK	0,8	83	130	45,3	33,6	450,5	8,7
Śląska	127/2	516	SO	0,7	88	331	34,9	29,0	370,3	14,2
Małopolska	7/ 6	601	SO	0,4	89	409	22,5	23,2	431,9	7,9
Małopolska	52/ 6	602	DB	0,5	94	472	30,1	25,4	412,3	11,8
Małopolska	2/16	603	SO	0,3	87	290	22,6	22,4	383,0	4,9
Małopolska	40/16	604	SO	0,5	90	321	28,4	28,0	516,9	9,3
Małopolska	30/16	605	SO	0,4	87	274	28,3	25,4	486,1	11,5
Małopolska	6/16	606	SO	0,4	91	356	27,7	26,4	530,8	6,7
Małopolska	55/16	607	SO	0,8	90	703	34,7	31,8	594,3	10,9
Małopolska	36/ 5	608	SO	0,6	77	138	33,9	29,1	184,5	4,3
Małopolska	39/ 5	609	SO	0,3	79	142	26,6	24,6	286,8	7,1
Małopolska	42/ 5	610	SO	0,8	77	265	39,5	30,2	375,2	9,2
Małopolska	44/ 5	611	SO	0,5	77	273	34,8	28,1	405,4	8,9
Małopolska	91/ 5	612	BK	0,7	99	195	40,3	35,3	616,0	4,4
Małopolska	85/ 2	613	SO	0,5	89	667	28,9	26,4	564,1	11,6
Małopolska	95/ 2	614	SO	0,4	80	365	23,8	25,1	476,4	12,2
Małopolska	12/ 2	615	SO	0,3	87	287	26,4	24,6	507,2	13,6

Kraina	NR_WISL	NR	Gat	Pow.	Wiek	N	Dg	H	V	ZV
Małopolska	33/ 2	616	SO	0,3	86	148	32,7	28,5	390,2	14,1
Małopolska	28/ 2	617	SO	0,4	96	218	31,2	23,8	423,8	13,9
Małopolska	58/ 2	618	SO	0,3	87	158	26,7	24,0	321,7	7,1
Małopolska	12/16	619	SO	0,5	83	185	21,6	26,2	350,5	7,9
Małopolska	53/ 3	620	DB	1,1	101	376	44,5	31,4	550,9	12,3
Małopolska	67/16	621	SO	0,6	88	294	32,0	28,0	369,1	8,3
Małopolska	84/ 5	622	SO	0,5	85	262	33,0	31,2	613,5	12,8
Małopolska	49/ 5	623	SO	0,6	78	369	30,0	28,2	531,9	7,9
Małopolska	80/ 5	624	SO	0,3	78	208	24,3	24,1	354,7	9,6
Małopolska	4/ 3	625	SO	0,6	84	270	35,1	30,1	629,7	7,0
Małopolska	5/ 3	626	SO	1,0	89	677	34,1	28,3	537,3	5,5
Małopolska	8/ 4	627	SO	0,5	79	218	28,6	22,5	249,5	7,1
Sudecka	85/13	701	ŚW	0,6	89	227	35,1	21,6	365,0	8,5
Sudecka	86/13	702	ŚW	0,5	87	293	35,9	29,4	704,8	17,7
Sudecka	41/13	703	DB	0,8	122	305	47,0	25,1	415,0	8,1
Sudecka	132/13	704	BK	0,9	106	232	42,9	36,5	634,2	14,2
Sudecka	1/13	705	ŚW	0,4	78	276	33,7	32,2	881,5	23,2
Sudecka	4/13	706	ŚW	1,0	94	211	48,6	35,1	614,8	14,7
Sudecka	7/13	707	ŚW	0,8	87	318	38,6	29,9	626,0	13,1
Sudecka	11/13	708	ŚW	0,8	94	148	41,0	30,1	347,9	6,6
Karpacka	105/ 4	802	SO	0,9	78	988	39,9	27,1	616,3	21,3
Karpacka	145/ 4	803	DB	1,0	105	763	40,4	27,2	413,9	8,3
Karpacka	108/ 4	804	BK	1,1	116	443	43,7	33,1	561,4	6,9
Karpacka	110/ 4	805	SO	0,6	71	269	39,5	28,6	553,3	13,1
Karpacka	124/ 4	806	ŚW	0,4	81	284	27,4	26,9	360,6	6,9
Karpacka	146/ 4	808	BK	1,0	111	95	45,1	34,1	236,7	4,5
Karpacka	15/ 3	812	BK	0,6	95	314	35,0	26,7	391,1	10,3
Karpacka	33/ 3	815	ŚW	0,6	76	224	32,1	27,2	364,2	6,0
Karpacka	40/ 3	816	ŚW	0,6	76	178	31,6	26,6	277,2	5,4
Karpacka	119/ 4	817	SO	0,7	75	543	35,9	25,1	513,4	10,3
Karpacka	122/ 4	818	SO	1,3	76	445	42,6	31,2	417,3	11,0
Karpacka	39/ 3	819	SO	1,0	90	384	34,7	29,3	395,6	7,6

Gat – gatunek główny,
Wiek - wiek gatunku głównego,
N – liczba drzew na powierzchni,
Dg – przeciętna pierśnica [cm],
H – wysokość Loreya [m],
V - miąższość grubizny drzewostanu [m^3/ha],
ZV – przyrost miąższości [m^3/ha/rok].

Tabela 9.2. Miąższość drzewostanów (V) i ich średni roczny przyrost (ZV) w ciągu okresu badawczego obejmującego lata 2004-2024

SPO II	Gat.	2024	2019	2014	2009	2004	2019-2024	2014-2019	2009-2014	2004-2009
		V	V	V	V	V	ZV	ZV	ZV	ZV
101	SO	551,7	589,9	514,8	521,7	446,8	11,0	15,0	15,3	16,7
102	SO	515,6	440,8	437,5	385,6	387,7	15,8	11,0	11,7	11,8
103	SO	709,7	667,9	596,8	536,0	489,9	11,7	15,6	13,8	10,6
104	SO	697,9	677,9	608,4	548,7	481,7	15,6	15,7	16,4	16,1
105	SO	494,8	445,8	378,6	396,8	359,4	12,6	13,6	6,0	9,9
106	SO	494,8	489,2	427,3	369,5	328,9	6,2	13,9	12,3	9,2
107	BK	450,4	466,0	424,2	372,5	336,6	7,0	11,0	12,3	9,2
108	DB.B	567,3	555,0	499,6	443,4	427,5	8,6	13,4	11,8	6,6
109	SO	387,7	345,2	352,7	283,7	306,1	8,7	10,9	13,8	7,6
112	SO	385,4	566,1	485,5	438,9	387,9	6,0	19,0	11,1	13,1
113	SO	378,8	331,4	298,4	263,8	233,3	11,5	8,6	8,2	9,2
114	SO	459,1	390,4	398,1	342,3	296,7	13,7	8,9	11,5	11,0
115	DB	264,0	258,6	250,2	318,7	300,1	6,6	6,6	4,7	4,3
116	BK	759,7	718,9	676,4	612,8	530,2	10,8	9,2	13,2	17,5
117	SO	775,7	692,6	639,4	572,2	514,8	18,1	14,0	13,4	13,2
118	SO	592,3	528,2	477,0	411,1	357,2	17,3	13,2	13,5	14,2
119	SO	504,3	429,8	392,3	360,4	316,4	17,6	14,6	13,6	11,1
120	SO	326,8	329,3	285,1	266,9	228,7	11,4	9,1	7,6	8,6
121	BK	554,2	486,1	534,6	497,7	431,9	14,0	7,8	7,4	13,4
122	SO	492,7	438,4	414,7	392,3	364,6	12,1	9,7	9,6	6,9
123	SO	476,2	432,9	399,7	348,1	320,2	13,4	8,5	10,5	6,1
201	DB	500,4	460,1	461,3	429,0	391,9	12,2	10,7	10,2	10,4
202	ŚW	612,2	593,2	553,5	495,5	421,8	9,1	11,1	14,3	14,8
203	ŚW	318,8	465,5	433,5	455,2	507,6	4,5	11,2	12,3	13,7
204	SO	652,9	615,4	542,8	465,0	409,2	9,0	16,0	15,8	12,8
205	SO	620,3	544,7	493,4	441,5	420,6	18,8	13,9	10,7	8,5
206	SO	629,4	609,4	567,3	504,9	475,9	12,5	16,2	13,6	10,2
207	SO	549,2	518,9	537,2	499,9	450,7	9,0	12,5	11,6	13,2
208	SO	473,7	432,8	382,9	344,0	308,8	8,6	11,0	8,6	8,0
209	DB	430,5	378,6	328,3	360,9	293,0	10,8	10,9	9,2	14,4
210	SO	600,7	532,6	454,1	403,5	355,6	15,7	17,7	10,1	11,7
211	SO	517,5	618,8	578,0	517,4	492,3	11,3	12,9	13,0	10,1
212	SO	849,8	779,3	689,4	591,5	525,2	19,1	19,9	19,8	13,8
213	SO	442,4	395,3	345,2	302,2	277,9	10,6	11,1	9,4	6,5
214	SO	421,6	380,9	339,7	302,8	268,3	8,4	8,2	8,2	8,0
215	SO	780,4	715,6	635,7	544,2	474,6	18,4	19,3	18,6	15,6
301	BK	406,7	551,6	505,8	480,4	464,6	8,4	9,6	6,1	6,7
302	SO	444,4	421,0	407,1	364,1	323,6	11,2	9,8	8,7	11,0
303	SO	300,0	370,1	327,0	291,9	258,9	6,0	10,1	7,0	8,6
304	SO	522,7	507,4	450,5	413,4	389,1	5,8	11,6	7,4	5,4
305	SO	449,5	380,7	342,0	408,9	376,9	14,1	8,4	10,3	9,2
306	SO	577,9	570,8	517,4	472,6	425,2	8,5	10,9	9,8	12,1
307	SO	503,2	475,8	446,1	407,1	362,9	12,6	8,3	7,8	12,0
309	SO	596,4	538,7	500,1	437,6	385,2	15,9	8,6	12,8	11,1
310	SO	413,5	385,1	312,3	303,7	258,6	5,7	14,5	11,1	9,0
311	SO	500,0	551,2	509,6	476,7	490,9	8,3	9,7	13,0	15,6
312	SO	510,3	453,2	437,4	334,6	310,3	14,7	6,8	20,6	6,1
313	SO	371,1	382,8	355,3	316,6	276,3	14,2	8,7	7,7	9,6
314	SO	291,1	249,1	222,7	268,8	243,4	8,8	5,8	5,0	5,6
315	SO	393,3	365,9	317,0	259,4	236,7	8,0	11,3	11,7	5,2

SPO II	Gat.	2024	2019	2014	2009	2004	2019-2024	2014-2019	2009-2014	2004-2009
		V	V	V	V	V	ZV	ZV	ZV	ZV
316	SO	481,3	548,4	497,6	429,4	379,4	13,6	12,5	14,0	14,2
317	DB	408,5	437,8	403,4	394,7	384,3	10,9	8,5	11,8	14,7
318	SO	557,9	508,2	481,1	392,9	353,9	14,6	10,9	17,7	12,1
320	SO	386,1	382,3	387,1	370,6	359,9	7,4	5,6	10,5	6,1
322	DB	309,9	396,1	383,5	320,7	370,2	7,3	7,0	14,2	12,5
323	SO	426,6	400,8	382,6	330,0	319,4	12,3	6,5	10,5	5,4
324	SO	607,6	550,5	514,7	454,2	394,4	16,7	9,2	15,9	14,3
325	SO	366,6	362,6	352,2	297,8	274,4	8,6	3,7	11,2	6,1
326	DB	520,7	489,6	446,7	402,6	374,9	8,8	10,2	9,4	8,6
401	SO	573,0	495,1	454,5	409,0	378,9	17,5	8,4	9,1	7,3
402	SO	468,5	422,4	375,5	317,7	280,7	10,0	10,9	11,5	8,7
403	SO	332,4	457,7	407,6	349,8	299,2	7,4	10,7	12,3	11,9
405	SO	377,6	339,1	282,3	294,7	261,7	8,8	11,4	8,5	7,2
406	SO	219,9	345,0	308,7	256,3	217,3	5,0	8,4	10,7	8,1
407	SO	583,6	558,5	506,9	464,9	431,4	11,1	13,4	8,5	8,2
410	SO	453,6	416,9	366,8	329,9	291,9	9,5	11,3	7,6	8,5
411	SO	443,0	553,6	515,9	449,8	385,2	8,7	12,8	13,2	13,8
412	DB	459,4	420,5	447,5	394,3	364,6	10,7	11,2	11,6	7,3
413	SO	377,5	420,7	344,2	437,3	396,9	9,1	16,0	7,5	13,0
415	SO	360,5	373,6	404,1	349,2	308,5	8,5	13,5	11,6	10,1
416	SO	534,6	495,1	446,7	391,2	354,0	11,6	11,7	11,8	9,9
417	SO	489,3	495,5	567,9	505,8	454,2	12,5	12,5	13,8	11,7
418	SO	440,1	412,7	402,3	460,7	413,1	7,0	17,1	-0,7	11,0
501	SO	438,7	402,5	363,8	326,2	291,2	10,2	9,5	7,9	9,5
502	SO	485,2	436,3	391,1	348,6	320,9	10,6	11,0	8,7	7,3
503	DB	423,1	394,3	347,7	307,5	266,4	8,3	9,7	8,2	9,8
504	SO	274,8	277,4	272,5	378,7	393,4	6,3	5,0	5,8	9,1
505	SO	875,0	805,5	745,0	652,4	582,4	19,3	15,5	23,8	16,9
509	SO	643,7	578,7	541,5	496,2	494,8	17,1	10,2	10,0	8,8
510	BK	412,0	390,0	495,5	431,4	380,0	10,8	9,8	12,8	11,3
511	DB	897,2	798,8	764,4	684,3	623,6	25,4	12,8	16,6	14,4
512	SO	505,7	444,6	416,7	371,6	356,7	14,2	10,7	11,9	8,5
513	SO	579,6	532,8	478,5	420,2	389,0	11,0	15,9	12,0	10,8
514	SO	580,9	503,0	462,4	397,2	345,5	20,4	12,9	13,7	12,3
515	BK	450,5	451,2	395,8	510,2	481,1	8,7	11,4	13,1	9,7
516	SO	370,3	319,0	460,2	423,8	417,9	14,2	8,4	11,3	9,6
601	SO	431,9	397,5	372,9	319,6	288,4	7,9	8,2	10,7	7,5
602	DB	412,3	400,0	355,2	303,8	262,8	11,8	10,2	10,8	8,4
603	SO	383,0	365,8	333,0	292,9	273,4	4,9	8,3	8,0	4,8
604	SO	516,9	481,9	442,7	399,0	371,0	9,3	9,8	11,0	6,4
605	SO	486,1	446,5	418,8	357,8	318,2	11,5	10,4	13,5	8,9
606	SO	530,8	507,0	479,1	425,1	391,2	6,7	10,4	11,2	10,1
607	SO	594,3	572,5	515,0	452,6	418,9	10,9	14,3	13,0	9,4
608	SO	184,5	216,1	201,4	368,5	317,7	4,3	6,9	5,1	11,4
609	SO	286,8	333,5	273,7	311,8	288,4	7,1	12,1	3,9	6,4
610	SO	375,2	379,8	382,2	378,9	349,2	9,2	9,6	8,2	8,3
611	SO	405,4	499,3	453,9	487,3	446,7	8,9	14,4	10,2	10,8
612	BK	616,0	594,0	568,3	539,9	512,2	4,4	23,1	8,3	12,3
613	SO	564,1	537,0	478,4	445,3	409,6	11,6	13,4	11,8	9,5
614	SO	476,4	429,1	416,3	353,9	315,1	12,2	8,5	12,7	9,1
615	SO	507,2	447,3	396,1	330,5	291,0	13,6	12,3	13,4	9,5
616	SO	390,2	427,8	350,0	411,1	354,7	14,1	15,8	10,9	12,6

SPO II	Gat.	2024	2019	2014	2009	2004	2019-2024	2014-2019	2009-2014	2004-2009
		V	V	V	V	V	ZV	ZV	ZV	ZV
617	SO	423,8	445,4	374,6	309,5	271,3	13,9	15,5	13,3	9,9
618	SO	321,7	383,7	327,1	344,5	307,4	7,1	11,7	10,1	8,5
619	SO	350,5	508,4	467,0	411,1	365,3	7,9	10,8	12,4	9,8
620	DB	550,9	494,7	562,9	509,8	453,9	12,3	9,8	10,8	12,2
621	SO	369,1	335,5	401,1	358,7	295,5	8,3	5,7	8,6	13,0
622	SO	613,5	568,4	520,2	485,2	431,6	12,8	14,5	8,9	12,0
623	SO	531,9	500,8	460,9	422,1	377,8	7,9	9,4	8,3	9,3
624	SO	354,7	352,8	314,0	265,5	233,2	9,6	10,1	10,0	7,3
625	SO	629,7	626,1	560,6	541,2	476,6	7,0	15,3	10,1	13,0
626	SO	537,3	551,8	504,3	462,1	426,7	5,5	11,7	12,6	8,1
627	SO	249,5	216,4	173,2	188,4	165,6	7,1	8,8	6,7	4,9
701	ŚW	365,0	323,3	280,8	254,8	258,9	8,5	9,0	10,5	4,3
702	ŚW	704,8	632,1	675,7	624,8	576,9	17,7	10,6	10,6	12,7
703	DB	415,0	380,9	328,3	288,0	250,3	8,1	10,9	8,1	8,4
704	BK	634,2	568,4	690,6	618,0	558,8	14,2	10,5	14,5	12,5
705	ŚW	881,5	774,4	743,1	641,7	569,8	23,2	8,4	20,3	15,4
706	ŚW	614,8	771,4	732,3	654,5	646,9	14,7	12,9	16,8	17,3
707	ŚW	626,0	578,9	575,8	513,9	469,5	13,1	8,0	12,9	13,9
708	ŚW	347,9	428,5	389,2	483,4	472,6	6,6	9,6	9,3	7,2
802	SO	616,3	527,6	469,3	388,8	313,5	21,3	16,9	16,6	17,6
803	DB	413,9	382,1	363,8	333,8	343,3	8,3	11,5	9,9	9,7
804	BK	561,4	535,8	477,4	421,8	367,2	6,9	14,0	11,5	12,7
805	SO	553,3	512,7	465,1	400,3	343,9	13,1	13,3	14,5	12,1
806	ŚW	360,6	349,0	333,7	278,7	262,9	6,9	8,0	11,5	6,6
808	BK	236,7	496,0	520,6	496,0	534,2	4,5	11,9	11,9	11,5
812	BK	391,1	458,5	382,5	399,4	351,4	10,3	15,2	12,4	9,8
815	ŚW	364,2	366,3	332,3	302,3	304,8	6,0	9,2	9,2	8,6
816	ŚW	277,2	251,4	259,6	269,6	250,3	5,4	8,3	7,9	6,3
817	SO	513,4	484,3	427,9	366,4	311,3	10,3	13,2	12,3	12,3
818	SO	417,3	455,8	397,3	345,2	308,6	11,0	13,7	15,8	7,6
819	SO	395,6	364,6	327,5	329,0	289,7	7,6	9,1	8,8	9,1

V - miąższość grubizny drzewostanu [m^3/ha],
ZV – przyrost miąższości [m^3/ha/rok].

Tabela 9.3. Miąższość drzewostanu i miąższość dorostów w 2024 roku

Pow.		Gat.	Powierzchnia	2024			
				Miąższość drzewostanu	ZV/ha/5 lat	Miąższość dorostów	Udział dorostów w ZV
SPO II	NR WISL		ha	m³/ha	m³/ha	m³/ha	%
101	136/10	SO	0,46	551,7	54,9	1,22	2,23
102	1/15	SO	0,63	515,6	79,0	0,02	0,02
103	11/10	SO	0,64	709,7	58,3	1,17	2,00
104	35/10	SO	0,55	697,9	77,9	0,82	1,06
105	82/10	SO	0,75	494,8	62,8	2,61	4,15
106	87/10	SO	0,40	494,8	30,8	0,17	0,56
107	138/10	BK	1,03	450,4	34,8	0,00	0,00
108	74/10	DB.B	0,49	567,3	43,1	0,31	0,71
109	35/ 8	SO	0,32	387,7	43,4	0,00	0,00
112	121/11	SO	0,39	385,4	30,2	0,00	0,00
113	56/11	SO	0,40	378,8	57,7	0,00	0,00
114	64/11	SO	0,51	459,1	68,7	0,00	0,00
115	70/15	DB	0,37	264,0	33,0	0,00	0,00
116	71/15	BK	0,84	759,7	54,1	0,00	0,00
117	62/15	SO	0,62	775,7	90,4	3,72	4,12
118	63/15	SO	0,44	592,3	86,4	2,19	2,54
119	94/ 7	SO	0,98	504,3	87,9	0,62	0,71
120	95/ 7	SO	0,48	326,8	57,2	1,55	2,70
121	4/ 7	BK	0,65	554,2	70,2	0,00	0,00
122	7/15	SO	0,58	492,7	60,5	0,91	1,50
123	34/12	SO	0,60	476,2	67,2	1,61	2,40
201	133/ 7	DB	1,31	500,4	61,2	0,93	1,52
202	103/ 1	ŚW	0,75	612,2	45,3	1,42	3,12
203	105/ 1	ŚW	0,56	318,8	22,4	4,20	18,77
204	123/ 1	SO	0,56	652,9	45,2	2,64	5,82
205	76/ 7	SO	0,58	620,3	93,9	1,32	1,40
206	83/ 7	SO	0,56	629,4	62,4	0,74	1,18
207	42/ 1	SO	0,70	549,2	44,9	0,16	0,35
208	80/ 1	SO	0,77	473,7	43,0	2,79	6,49
209	151/ 1	DB	1,20	430,5	54,2	2,12	3,90
210	26/ 1	SO	0,50	600,7	78,7	0,07	0,09
211	101/ 1	SO	0,52	517,5	56,5	1,84	3,26
212	7/ 1	SO	1,00	849,8	95,3	0,17	0,18
213	13/ 1	SO	0,92	442,4	53,1	0,40	0,75
214	59/ 1	SO	0,49	421,6	42,2	0,19	0,46
215	122/ 1	SO	0,55	780,4	92,1	1,29	1,40
301	27/11	BK	0,80	406,7	42,1	0,00	0,00
302	11/12	SO	0,26	444,4	56,1	0,00	0,00
303	10/15	SO	0,40	300,0	30,1	0,00	0,00
304	10/11	SO	0,49	522,7	28,8	3,28	11,42
305	70/ 8	SO	0,30	449,5	70,4	0,55	0,78
306	118/11	SO	0,40	577,9	42,4	0,00	0,00
307	5/12	SO	0,45	503,2	63,1	0,10	0,16
309	57/12	SO	0,88	596,4	79,3	2,00	2,52
310	113/10	SO	0,28	413,5	28,4	0,00	0,00
311	116/10	SO	0,35	500,0	41,7	0,00	0,00
312	60/ 8	SO	0,32	510,3	73,5	0,00	0,00

Pow.		Gat.	Powierzchnia	2024			
				Miąższość drzewostanu	ZV/ha/5 lat	Miąższość dorostów	Udział dorostów w ZV
SPO II	NR WISL		ha	m³/ha	m³/ha	m³/ha	%
313	59/12	SO	0,36	371,1	71,0	0,00	0,00
314	78/12	SO	0,49	291,1	43,9	0,07	0,15
315	30/14	SO	0,24	393,3	40,1	0,00	0,00
316	129/10	SO	0,26	481,3	67,9	0,00	0,00
317	92/14	DB	0,97	408,5	54,7	3,12	5,70
318	22/ 9	SO	0,37	557,9	72,8	2,62	3,60
320	30/ 9	SO	0,83	386,1	37,1	1,19	3,22
322	44/ 9	DB	0,75	309,9	36,4	0,00	0,00
323	59/ 9	SO	0,41	426,6	61,4	5,57	9,06
324	70/ 9	SO	0,35	607,6	83,6	0,78	0,93
325	60/ 9	SO	0,52	366,6	42,8	0,15	0,35
326	53/ 6	DB	0,90	520,7	44,0	0,00	0,00
401	30/ 7	SO	0,39	573,0	87,7	0,05	0,06
402	24/17	SO	0,32	468,5	49,8	0,04	0,09
403	13/ 6	SO	0,54	332,4	36,8	0,94	2,54
405	1/17	SO	0,42	377,6	43,8	0,33	0,76
406	6/17	SO	0,25	219,9	24,8	0,00	0,00
407	58/ 1	SO	0,38	583,6	55,7	0,12	0,22
410	114/ 7	SO	0,36	453,6	47,6	0,00	0,00
411	124/ 1	SO	0,35	443,0	43,7	1,42	3,24
412	1/ 5	DB	1,45	459,4	53,6	0,09	0,18
413	30/ 5	SO	0,56	377,5	45,6	0,03	0,06
415	10/ 5	SO	0,45	360,5	42,7	1,29	3,02
416	17/ 5	SO	0,53	534,6	57,9	0,75	1,29
417	24/ 5	SO	0,50	489,3	62,6	1,38	2,21
418	40/ 5	SO	0,76	440,1	35,0	0,00	0,00
501	31/13	SO	0,28	438,7	51,1	0,00	0,00
502	54/13	SO	0,41	485,2	52,9	0,00	0,00
503	100/13	DB	1,17	423,1	41,6	0,84	2,01
504	66/13	SO	0,48	274,8	31,7	0,31	0,98
505	69/ 2	SO	0,71	875,0	96,3	2,34	2,44
509	102/ 2	SO	0,49	643,7	85,3	0,00	0,00
510	104/ 2	BK	0,94	412,0	54,1	0,00	0,00
511	129/ 2	DB	0,75	897,2	126,8	0,03	0,02
512	96/ 2	SO	0,64	505,7	70,9	0,87	1,23
513	116/ 2	SO	0,36	579,6	54,8	0,00	0,00
514	31/ 2	SO	0,60	580,9	102,2	3,34	3,27
515	114/ 2	BK	0,75	450,5	43,3	0,01	0,03
516	127/ 2	SO	0,70	370,3	70,8	13,17	18,60
601	7/ 6	SO	0,40	431,9	39,6	0,00	0,00
602	52/ 6	DB	0,53	412,3	59,1	4,02	6,81
603	2/16	SO	0,31	383,0	24,6	0,00	0,00
604	40/16	SO	0,47	516,9	46,6	0,51	1,10
605	30/16	SO	0,40	486,1	57,4	0,23	0,40
606	6/16	SO	0,42	530,8	33,6	0,51	1,52
607	55/16	SO	0,80	594,3	54,6	1,26	2,32
608	36/ 5	SO	0,58	184,5	21,3	0,70	3,27
609	39/ 5	SO	0,31	286,8	35,3	0,00	0,00

Pow.		Gat.	Powierzchnia	2024			
				Miąższość drzewostanu	ZV/ha/5 lat	Miąższość dorostów	Udział dorostów w ZV
SPO II	NR WISL		ha	m³/ha	m³/ha	m³/ha	%
610	42/ 5	SO	0,78	375,2	46,2	0,16	0,34
611	44/ 5	SO	0,49	405,4	44,7	3,78	8,46
612	91/ 5	BK	0,68	616,0	22,0	0,00	0,00
613	85/ 2	SO	0,45	564,1	57,9	1,00	1,73
614	95/ 2	SO	0,36	476,4	60,9	0,11	0,17
615	12/ 2	SO	0,32	507,2	67,9	0,51	0,75
616	33/ 2	SO	0,33	390,2	70,5	3,46	4,90
617	28/ 2	SO	0,42	423,8	69,5	0,00	0,00
618	58/ 2	SO	0,30	321,7	35,3	0,00	0,00
619	12/16	SO	0,48	350,5	39,3	0,00	0,00
620	53/ 3	DB	1,12	550,9	61,4	1,15	1,87
621	67/16	SO	0,59	369,1	41,7	0,39	0,92
622	84/ 5	SO	0,51	613,5	63,9	0,00	0,00
623	49/ 5	SO	0,57	531,9	39,6	0,79	2,01
624	80/ 5	SO	0,30	354,7	47,9	0,00	0,00
625	4/ 3	SO	0,60	629,7	34,8	0,00	0,00
626	5/ 3	SO	1,00	537,3	27,7	1,10	3,97
627	8/ 4	SO	0,48	249,5	35,7	0,23	0,66
701	85/13	ŚW	0,60	365,0	42,4	0,00	0,00
702	86/13	ŚW	0,54	704,8	88,3	0,00	0,00
703	41/13	DB	0,81	415,0	40,3	0,18	0,44
704	132/13	BK	0,92	634,2	71,0	0,00	0,00
705	1/13	ŚW	0,41	881,5	115,9	0,00	0,00
706	4/13	ŚW	0,98	614,8	73,5	0,00	0,00
707	7/13	ŚW	0,75	626,0	65,7	0,02	0,04
708	11/13	ŚW	0,75	347,9	33,0	0,07	0,20
802	105/ 4	SO	0,89	616,3	106,5	5,30	4,98
803	145/ 4	DB	0,98	413,9	41,4	5,75	13,88
804	108/ 4	BK	1,05	561,4	34,6	1,15	3,31
805	110/ 4	SO	0,60	553,3	65,3	1,58	2,42
806	124/ 4	ŚW	0,42	360,6	34,7	2,61	7,52
808	146/ 4	BK	1,00	236,7	22,4	0,07	0,31
812	15/ 3	BK	0,61	391,1	51,7	3,84	7,43
815	33/ 3	ŚW	0,59	364,2	30,0	0,42	1,41
816	40/ 3	ŚW	0,60	277,2	27,2	0,09	0,32
817	119/ 4	SO	0,66	513,4	51,4	0,71	1,38
818	122/ 4	SO	1,25	417,3	54,9	0,28	0,51
819	39/ 3	SO	1,00	395,6	38,0	5,48	14,40

Tabela 9.4. Miąższość drzew usuniętych (użytkowanie przedrębne) i sumaryczna produkcja w latach 2004-2024 [m^3/ha]

SPO II	Gat.	2024	2019-2024	2014-2019	2009-2014	2004-2009	Sumaryczna produkcja
		Miąższość drzewostanu	V uż. p.	V uż. p.	V uż. p.	V uż. p.	
101	SO	551,7	93,0	0,0	83,6	8,8	737,1
102	SO	515,6	4,2	51,6	6,6	61,3	639,3
103	SO	709,7	16,5	6,7	8,1	6,7	747,8
104	SO	697,9	57,9	9,0	22,3	13,7	800,8
105	SO	494,8	13,8	0,8	47,9	11,9	569,3
106	SO	494,8	25,2	7,3	3,6	5,5	536,5
107	BK	450,4	50,4	13,1	10,0	10,2	534,1
108	DB.B	567,3	30,8	11,6	2,8	17,3	629,8
109	SO	387,7	0,9	62,2	0,0	60,2	510,9
112	SO	385,4	210,9	14,5	9,0	14,4	634,2
113	SO	378,8	10,3	10,1	6,4	15,5	421,2
114	SO	459,1	0,0	52,0	1,7	9,3	522,1
115	DB	264,0	27,6	24,7	92,1	3,0	411,4
116	BK	759,7	13,4	3,5	2,4	4,9	783,9
117	SO	775,7	7,4	16,6	0,0	8,5	808,1
118	SO	592,3	22,3	14,9	1,9	17,1	648,5
119	SO	504,3	13,3	35,5	36,0	11,5	600,6
120	SO	326,8	59,7	1,2	19,7	4,8	412,2
121	BK	554,2	2,2	87,6	0,0	1,1	645,1
122	SO	492,7	6,2	24,6	25,4	7,1	555,9
123	SO	476,2	23,8	9,2	0,8	2,8	512,8
201	DB	500,4	20,9	54,9	18,8	14,9	609,8
202	ŚW	612,2	26,4	15,8	13,7	0,0	668,1
203	ŚW	318,8	169,1	24,1	83,3	121,0	716,3
204	SO	652,9	7,7	7,6	1,1	8,3	677,6
205	SO	620,3	18,3	18,3	1,8	21,5	680,2
206	SO	629,4	42,4	38,9	5,5	21,8	738,0
207	SO	549,2	14,6	80,7	20,7	16,9	682,1
208	SO	473,7	2,1	5,2	3,8	4,9	489,7
209	DB	430,5	2,3	4,0	78,3	4,2	519,3
210	SO	600,7	10,6	9,9	0,0	10,9	632,1
211	SO	517,5	157,8	23,7	4,4	25,1	728,5
212	SO	849,8	24,9	9,6	1,3	2,8	888,4
213	SO	442,4	6,0	5,4	4,0	8,2	466,0
214	SO	421,6	1,4	0,0	3,9	5,6	432,5
215	SO	780,4	27,3	16,7	1,5	8,3	834,2
301	BK	406,7	187,0	2,2	5,1	17,6	618,7
302	SO	444,4	32,8	34,9	0,4	14,7	527,1
303	SO	300,0	100,2	7,4	0,0	10,1	417,7
304	SO	522,7	13,5	1,3	0,0	2,8	540,2
305	SO	449,5	1,6	3,5	118,6	14,2	587,3
306	SO	577,9	35,3	1,2	4,3	12,9	631,6
307	SO	503,2	35,7	11,9	0,0	15,8	566,6
309	SO	596,4	21,6	4,5	1,2	3,1	626,8
310	SO	413,5	0,0	0,0	46,7	0,0	460,2
311	SO	500,0	92,8	7,0	32,2	92,3	724,4
312	SO	510,3	16,4	18,2	0,4	6,3	551,7

SPO II	Gat.	2024	2019-2024	2014-2019	2009-2014	2004-2009	Sumaryczna produkcja
		Miąższość drzewostanu	V uż. p.	V uż. p.	V uż. p.	V uż. p.	
313	SO	371,1	82,7	16,2	0,0	7,9	478,0
314	SO	291,1	1,9	2,8	70,9	2,8	369,6
315	SO	393,3	12,7	7,6	0,7	3,2	417,6
316	SO	481,3	135,0	11,7	1,9	21,2	651,1
317	DB	408,5	84,0	7,9	50,4	63,1	613,9
318	SO	557,9	23,1	27,4	0,3	21,8	630,5
320	SO	386,1	33,3	32,9	36,0	19,7	508,0
322	DB	309,9	122,6	22,2	8,4	112,2	575,4
323	SO	426,6	35,6	14,0	0,0	16,2	492,5
324	SO	607,6	26,5	10,3	19,0	11,8	675,2
325	SO	366,6	38,8	8,1	1,8	7,1	422,4
326	DB	520,7	12,9	8,0	3,0	15,6	560,2
401	SO	573,0	9,8	1,5	0,0	6,4	590,7
402	SO	468,5	3,7	7,7	0,0	6,5	486,4
403	SO	332,4	162,1	3,3	3,6	8,9	510,3
405	SO	377,6	5,3	0,0	55,0	3,3	441,2
406	SO	219,9	149,9	5,7	0,8	1,6	377,9
407	SO	583,6	30,6	15,3	0,4	7,5	637,3
410	SO	453,6	10,9	6,2	1,0	4,7	476,5
411	SO	443,0	154,3	26,1	0,0	4,4	627,8
412	DB	459,4	14,7	83,2	4,6	6,9	568,9
413	SO	377,5	88,8	3,6	130,4	24,4	624,7
415	SO	360,5	55,8	98,1	2,9	9,6	526,9
416	SO	534,6	18,3	9,9	3,8	12,1	578,8
417	SO	489,3	68,8	134,9	7,1	6,9	707,0
418	SO	440,1	7,7	74,9	55,0	7,4	585,1
501	SO	438,7	14,9	8,8	1,9	12,6	476,9
502	SO	485,2	4,0	9,9	0,9	9,1	509,1
503	DB	423,1	12,8	2,1	1,1	8,2	447,1
504	SO	274,8	34,3	20,1	135,1	60,4	524,7
505	SO	875,0	26,7	17,1	26,3	14,4	959,5
509	SO	643,7	20,3	13,7	4,9	42,4	725,0
510	BK	412,0	32,0	154,6	0,0	5,1	603,8
511	DB	897,2	28,4	29,5	2,8	11,2	969,1
512	SO	505,7	9,8	25,5	14,2	27,8	583,0
513	SO	579,6	8,1	25,2	1,4	22,7	637,0
514	SO	580,9	24,4	23,8	3,3	10,1	642,4
515	BK	450,5	44,0	1,6	179,8	19,3	695,2
516	SO	370,3	19,5	183,2	20,3	42,3	635,6
601	SO	431,9	5,1	16,2	0,4	6,1	459,7
602	DB	412,3	46,8	6,0	2,4	1,0	468,5
603	SO	383,0	7,4	9,0	0,0	4,4	403,7
604	SO	516,9	11,7	9,5	11,2	4,1	553,3
605	SO	486,1	17,8	24,3	6,5	4,8	539,5
606	SO	530,8	9,8	24,1	2,0	16,7	583,4
607	SO	594,3	32,8	13,8	2,7	13,4	656,9
608	SO	184,5	52,8	19,8	192,5	6,4	456,1
609	SO	286,8	82,0	0,6	57,8	8,8	436,0
610	SO	375,2	50,8	50,4	37,6	11,7	525,6

SPO II	Gat.	2024	2019-2024	2014-2019	2009-2014	2004-2009	Sumaryczna produkcja
		Miąższość drzewostanu	V uż. p.	V uż. p.	V uż. p.	V uż. p.	
611	SO	405,4	138,6	26,8	84,6	13,3	668,8
612	BK	616,0	0,0	89,9	13,0	33,7	752,6
613	SO	564,1	30,8	8,5	25,7	11,7	640,7
614	SO	476,4	13,6	30,0	1,2	6,8	528,1
615	SO	507,2	8,0	10,1	1,2	7,9	534,5
616	SO	390,2	108,1	1,2	115,4	6,6	621,6
617	SO	423,8	91,1	6,8	1,2	11,2	534,1
618	SO	321,7	97,2	1,8	67,9	5,4	494,0
619	SO	350,5	197,2	12,6	6,1	3,4	569,9
620	DB	550,9	5,3	117,0	0,8	4,9	678,8
621	SO	369,1	8,2	94,4	0,4	1,9	474,0
622	SO	613,5	18,8	24,6	9,4	6,7	672,9
623	SO	531,9	8,4	6,9	2,5	2,3	552,0
624	SO	354,7	45,9	11,7	1,8	4,1	418,2
625	SO	629,7	31,2	11,1	30,9	0,6	703,4
626	SO	537,3	42,2	11,1	20,8	5,1	616,5
627	SO	249,5	2,7	0,6	48,6	1,5	302,8
701	ŚW	365,0	0,7	2,4	26,4	25,3	419,9
702	ŚW	704,8	15,6	96,7	2,1	15,7	835,0
703	DB	415,0	6,2	2,1	0,0	4,1	427,4
704	BK	634,2	5,3	174,5	0,0	3,4	817,3
705	ŚW	881,5	8,8	10,5	0,0	5,1	905,8
706	ŚW	614,8	230,1	25,5	6,1	78,9	955,4
707	ŚW	626,0	18,6	36,9	2,7	25,1	709,4
708	ŚW	347,9	113,5	8,4	140,7	25,3	636,0
802	SO	616,3	17,8	26,0	2,4	12,9	675,5
803	DB	413,9	9,7	38,9	19,6	58,1	540,3
804	BK	561,4	9,1	11,7	2,0	8,8	593,0
805	SO	553,3	24,8	18,8	7,6	4,0	608,5
806	ŚW	360,6	23,1	24,7	2,5	17,0	427,9
808	BK	236,7	281,7	84,2	35,1	95,5	733,2
812	BK	391,1	119,1	0,1	79,0	1,1	590,4
815	ŚW	364,2	32,1	12,0	15,9	45,4	469,5
816	ŚW	277,2	1,3	49,8	49,3	12,4	390,1
817	SO	513,4	22,3	9,4	0,1	6,4	551,5
818	SO	417,3	93,4	9,8	27,2	1,3	549,0
819	SO	395,6	7,1	8,4	45,5	6,4	462,9

Tabela 9.5. Miąższość drzew martwych w latach 2014-2024 [m^3/ha]

NR SPO II	Gat	2024 Vm/ha	2019 Vm/ha	2014 Vm/ha
101	SO	7,6	2,6	0,0
102	SO	3,2	0,0	0,0
103	SO	9,6	10,5	5,8
104	SO	19,4	23,8	7,0
105	SO	5,5	2,7	0,0
106	SO	20,5	23,9	6,3
107	BK	10,9	14,5	9,4
108	DB.B	48,2	7,2	2,1
109	SO	0,0	0,0	0,0
112	SO	0,0	5,6	0,7
113	SO	4,6	1,5	4,3
114	SO	1,6	0,0	3,5
115	DB	1,2	0,4	0,2
116	BK	4,1	3,3	3,6
117	SO	18,4	11,1	8,5
118	SO	25,3	16,1	17,7
119	SO	6,8	0,0	1,7
120	SO	0,0	0,4	0,4
121	BK	0,0	0,7	1,3
122	SO	6,7	2,5	4,5
123	SO	0,8	7,2	3,0
201	DB	3,9	0,9	5,0
202	ŚW	0,0	0,0	1,3
203	ŚW	0,9	0,5	0,0
204	SO	26,9	19,8	5,1
205	SO	8,5	3,0	7,3
206	SO	26,0	28,7	19,4
207	SO	13,7	4,8	4,8
208	SO	12,8	2,5	3,0
209	DB	6,4	1,8	2,5
210	SO	10,2	11,5	4,1
211	SO	6,6	13,9	15,9
212	SO	23,5	10,5	8,4
213	SO	6,0	7,6	4,1
214	SO	3,8	3,3	0,0
215	SO	26,1	26,8	9,7
301	BK	0,0	17,9	3,5
302	SO	4,6	5,9	9,1
303	SO	1,8	5,3	2,9
304	SO	9,4	5,1	1,2
305	SO	1,6	1,9	3,3
306	SO	17,3	17,4	1,7
307	SO	6,9	17,7	10,8
309	SO	13,9	10,9	4,3
310	SO	0,9	0,0	0,0
311	SO	2,1	7,0	0,0
312	SO	14,7	6,7	5,0
313	SO	0,7	3,0	9,9
314	SO	2,6	0,5	0,3

NR SPO II	Gat	2024 Vm/ha	2019 Vm/ha	2014 Vm/ha
315	SO	9,9	9,4	4,1
316	SO	0,0	25,6	9,1
317	DB	25,0	14,1	0,0
318	SO	26,5	22,2	12,3
320	SO	7,2	5,2	0,0
322	DB	38,7	35,8	7,3
323	SO	1,9	9,7	7,0
324	SO	17,7	19,2	6,2
325	SO	8,9	22,3	3,5
326	DB	17,0	5,2	4,8
401	SO	23,7	19,4	2,5
402	SO	19,3	20,0	5,5
403	SO	12,2	33,3	0,9
405	SO	3,6	4,5	0,0
406	SO	2,3	5,5	4,8
407	SO	26,6	32,4	13,7
410	SO	11,9	11,7	5,3
411	SO	4,0	32,8	13,8
412	DB	3,6	0,4	8,6
413	SO	0,2	0,0	0,0
415	SO	6,4	7,6	2,9
416	SO	13,8	7,7	7,7
417	SO	2,2	0,0	12,8
418	SO	1,2	0,0	4,3
501	SO	8,2	11,6	8,3
502	SO	11,0	4,3	5,3
503	DB	17,0	1,7	1,4
504	SO	3,4	0,2	0,0
505	SO	21,5	0,0	16,4
509	SO	10,2	0,0	6,6
510	BK	0,0	0,0	0,0
511	DB	19,6	16,7	9,7
512	SO	5,8	0,0	4,2
513	SO	9,9	0,0	7,8
514	SO	4,3	8,4	5,7
515	BK	2,0	0,0	0,2
516	SO	3,1	1,0	2,3
601	SO	6,6	0,0	6,5
602	DB	13,8	2,2	0,0
603	SO	5,5	0,0	7,0
604	SO	5,9	1,6	8,2
605	SO	0,0	0,0	6,1
606	SO	20,3	7,0	11,8
607	SO	34,9	16,3	6,9
608	SO	5,0	1,6	3,5
609	SO	0,0	7,5	0,0
610	SO	5,2	0,7	3,2
611	SO	1,9	6,9	12,2
612	BK	17,0	8,8	24,4
613	SO	12,0	0,0	4,6

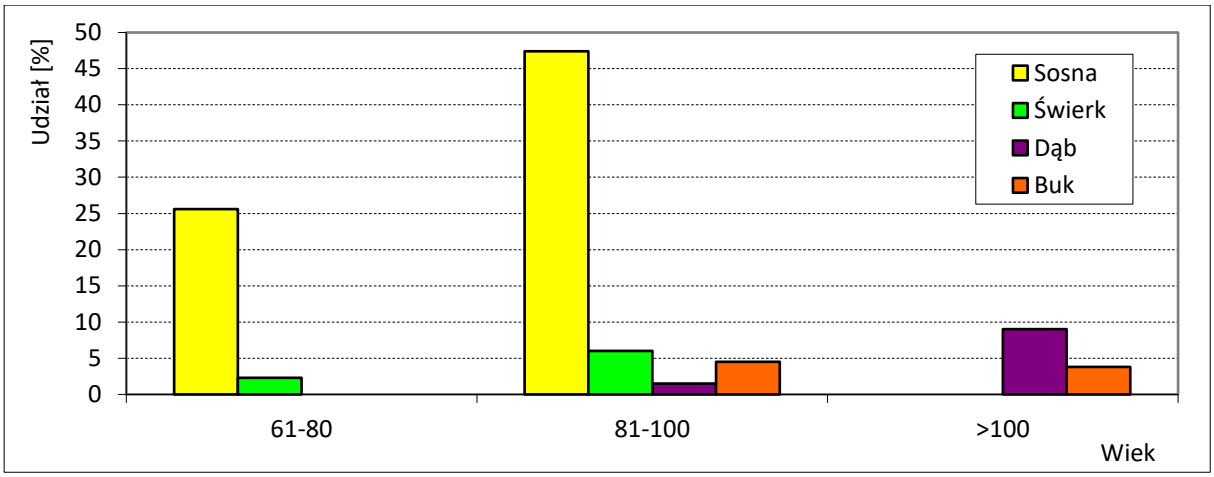
NR SPO II	Gat	2024 Vm/ha	2019 Vm/ha	2014 Vm/ha
614	SO	14,5	0,0	31,3
615	SO	7,1	4,1	1,6
616	SO	0,0	0,0	0,0
617	SO	1,3	6,3	2,4
618	SO	0,0	0,0	1,7
619	SO	3,1	0,0	5,0
620	DB	3,6	0,7	7,7
621	SO	0,7	0,0	5,3
622	SO	8,9	7,0	16,8
623	SO	6,1	3,8	4,2
624	SO	4,9	1,1	3,7
625	SO	5,1	0,0	1,5
626	SO	6,7	12,7	8,9
627	SO	4,1	3,7	0,0
701	ŚW	4,8	1,0	1,0
702	ŚW	16,6	4,5	5,5
703	DB	13,5	7,4	2,1
704	BK	0,1	0,1	2,0
705	ŚW	17,4	13,3	0,9
706	ŚW	1,0	1,0	1,0
707	ŚW	43,5	15,3	8,6
708	ŚW	0,0	0,0	0,0
802	SO	14,1	5,7	1,4
803	DB	3,1	0,8	13,2
804	BK	3,4	1,0	0,4
805	SO	6,8	11,4	18,1
806	ŚW	3,5	5,7	7,8
808	BK	0,0	0,0	0,0
812	BK	1,5	1,6	0,0
815	ŚW	9,7	5,5	11,8
816	ŚW	6,5	1,6	0,3
817	SO	31,8	9,5	13,8
818	SO	5,2	3,2	1,6
819	SO	0,0	2,9	1,7

Tabela 9.6. Udział miąższości drzew martwych w miąższości drzewostanu. Stan na rok 2024.

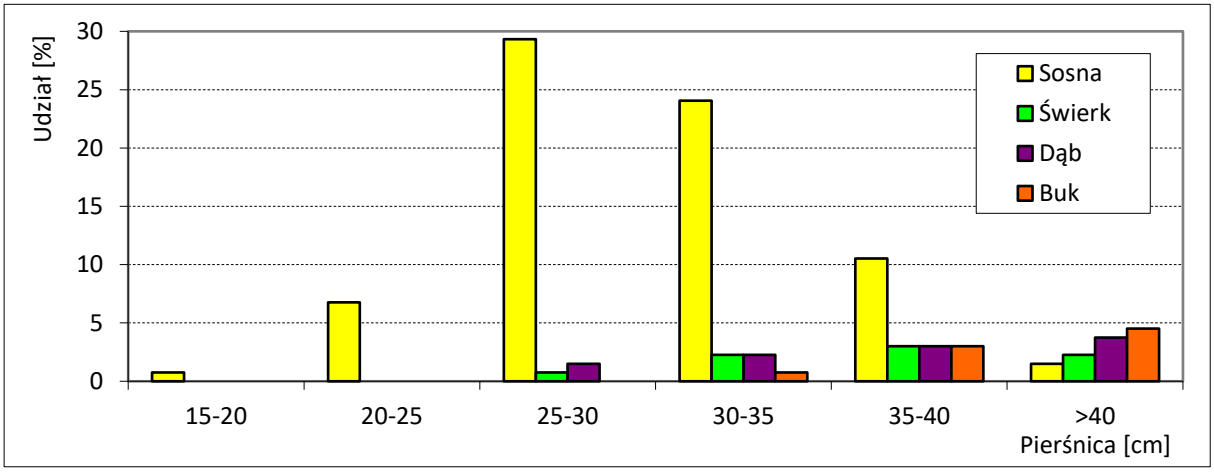
SPO II	Gat.	Miąższość drzewostanu	Miąższość drzew martwych	Udział drzew martwych w miąższości
		m^3/ha	m^3/ha	%
101	SO	551,7	7,6	1,4
102	SO	515,6	3,2	0,6
103	SO	709,7	9,6	1,3
104	SO	697,9	19,4	2,8
105	SO	494,8	5,5	1,1
106	SO	494,8	20,5	4,1
107	BK	450,4	10,9	2,4
108	DB.B	567,3	48,2	8,5
109	SO	387,7	0,0	0,0
112	SO	385,4	0,0	0,0
113	SO	378,8	4,6	1,2
114	SO	459,1	1,6	0,4
115	DB	264,0	1,2	0,5
116	BK	759,7	4,1	0,5
117	SO	775,7	18,4	2,4
118	SO	592,3	25,3	4,3
119	SO	504,3	6,8	1,4
120	SO	326,8	0,0	0,0
121	BK	554,2	0,0	0,0
122	SO	492,7	6,7	1,4
123	SO	476,2	0,8	0,2
201	DB	500,4	3,9	0,8
202	ŚW	612,2	0,0	0,0
203	ŚW	318,8	0,9	0,3
204	SO	652,9	26,9	4,1
205	SO	620,3	8,5	1,4
206	SO	629,4	26,0	4,1
207	SO	549,2	13,7	2,5
208	SO	473,7	12,8	2,7
209	DB	430,5	6,4	1,5
210	SO	600,7	10,2	1,7
211	SO	517,5	6,6	1,3
212	SO	849,8	23,5	2,8
213	SO	442,4	6,0	1,4
214	SO	421,6	3,8	0,9
215	SO	780,4	26,1	3,3
301	BK	406,7	0,0	0,0
302	SO	444,4	4,6	1,0
303	SO	300,0	1,8	0,6
304	SO	522,7	9,4	1,8
305	SO	449,5	1,6	0,4
306	SO	577,9	17,3	3,0
307	SO	503,2	6,9	1,4
309	SO	596,4	13,9	2,3
310	SO	413,5	0,9	0,2
311	SO	500,0	2,1	0,4
312	SO	510,3	14,7	2,9

SPO II	Gat.	Miąższość drzewostanu	Miąższość drzew martwych	Udział drzew martwych w miąższości
		m^3/ha	m^3/ha	%
313	SO	371,1	0,7	0,2
314	SO	291,1	2,6	0,9
315	SO	393,3	9,9	2,5
316	SO	481,3	0,0	0,0
317	DB	408,5	25,0	6,1
318	SO	557,9	26,5	4,7
320	SO	386,1	7,2	1,9
322	DB	309,9	38,7	12,5
323	SO	426,6	1,9	0,5
324	SO	607,6	17,7	2,9
325	SO	366,6	8,9	2,4
326	DB	520,7	17,0	3,3
401	SO	573,0	23,7	4,1
402	SO	468,5	19,3	4,1
403	SO	332,4	12,2	3,7
405	SO	377,6	3,6	0,9
406	SO	219,9	2,3	1,1
407	SO	583,6	26,6	4,6
410	SO	453,6	11,9	2,6
411	SO	443,0	4,0	0,9
412	DB	459,4	3,6	0,8
413	SO	377,5	0,2	0,1
415	SO	360,5	6,4	1,8
416	SO	534,6	13,8	2,6
417	SO	489,3	2,2	0,4
418	SO	440,1	1,2	0,3
501	SO	438,7	8,2	1,9
502	SO	485,2	11,0	2,3
503	DB	423,1	17,0	4,0
504	SO	274,8	3,4	1,3
505	SO	875,0	21,5	2,5
509	SO	643,7	10,2	1,6
510	BK	412,0	0,0	0,0
511	DB	897,2	19,6	2,2
512	SO	505,7	5,8	1,1
513	SO	579,6	9,9	1,7
514	SO	580,9	4,3	0,7
515	BK	450,5	2,0	0,5
516	SO	370,3	3,1	0,8
601	SO	431,9	6,6	1,5
602	DB	412,3	13,8	3,4
603	SO	383,0	5,5	1,4
604	SO	516,9	5,9	1,1
605	SO	486,1	0,0	0,0
606	SO	530,8	20,3	3,8
607	SO	594,3	34,9	5,9
608	SO	184,5	5,0	2,7
609	SO	286,8	0,0	0,0

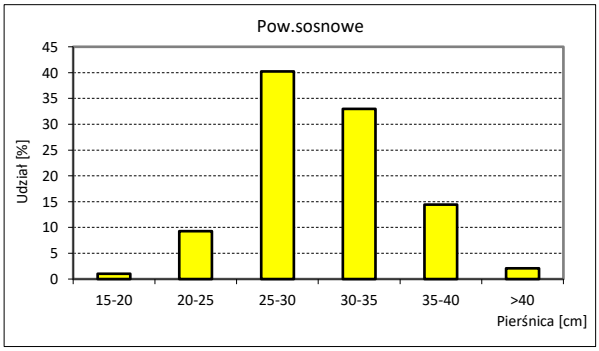
SPO II	Gat.	Miąższość drzewostanu	Miąższość drzew martwych	Udział drzew martwych w miąższości
		m^3/ha	m^3/ha	%
610	SO	375,2	5,2	1,4
611	SO	405,4	1,9	0,5
612	BK	616,0	17,0	2,8
613	SO	564,1	12,0	2,1
614	SO	476,4	14,5	3,0
615	SO	507,2	7,1	1,4
616	SO	390,2	0,0	0,0
617	SO	423,8	1,3	0,3
618	SO	321,7	0,0	0,0
619	SO	350,5	3,1	0,9
620	DB	550,9	3,6	0,7
621	SO	369,1	0,7	0,2
622	SO	613,5	8,9	1,5
623	SO	531,9	6,1	1,2
624	SO	354,7	4,9	1,4
625	SO	629,7	5,1	0,8
626	SO	537,3	6,7	1,3
627	SO	249,5	4,1	1,6
701	ŚW	365,0	4,8	1,3
702	ŚW	704,8	16,6	2,4
703	DB	415,0	13,5	3,3
704	BK	634,2	0,1	0,0
705	ŚW	881,5	17,4	2,0
706	ŚW	614,8	1,0	0,2
707	ŚW	626,0	43,5	7,0
708	ŚW	347,9	0,0	0,0
802	SO	616,3	14,1	2,3
803	DB	413,9	3,1	0,8
804	BK	561,4	3,4	0,6
805	SO	553,3	6,8	1,2
806	ŚW	360,6	3,5	1,0
808	BK	236,7	0,0	0,0
812	BK	391,1	1,5	0,4
815	ŚW	364,2	9,7	2,7
816	ŚW	277,2	6,5	2,4
817	SO	513,4	31,8	6,2
818	SO	417,3	5,2	1,2
819	SO	395,6	0,0	0,0

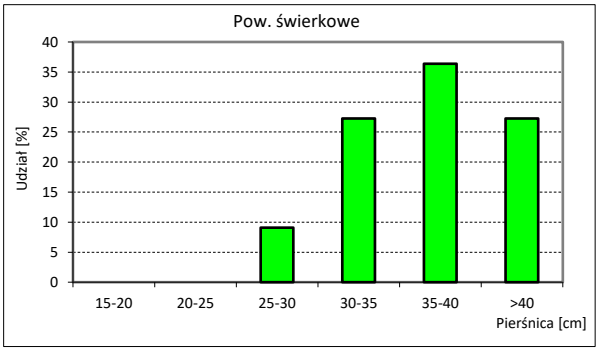


Rycina 9.1. Rozkład powierzchni (z podziałem na gatunki) w klasach wieku w 2024 r.

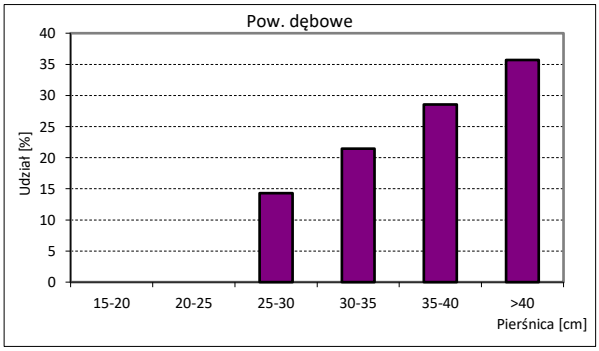


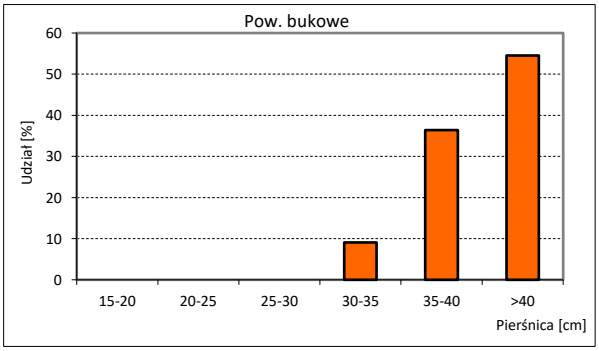
Rycina 9.2. Rozkład powierzchni (z podziałem na gatunki) w klasach pierśnic w 2024 r.



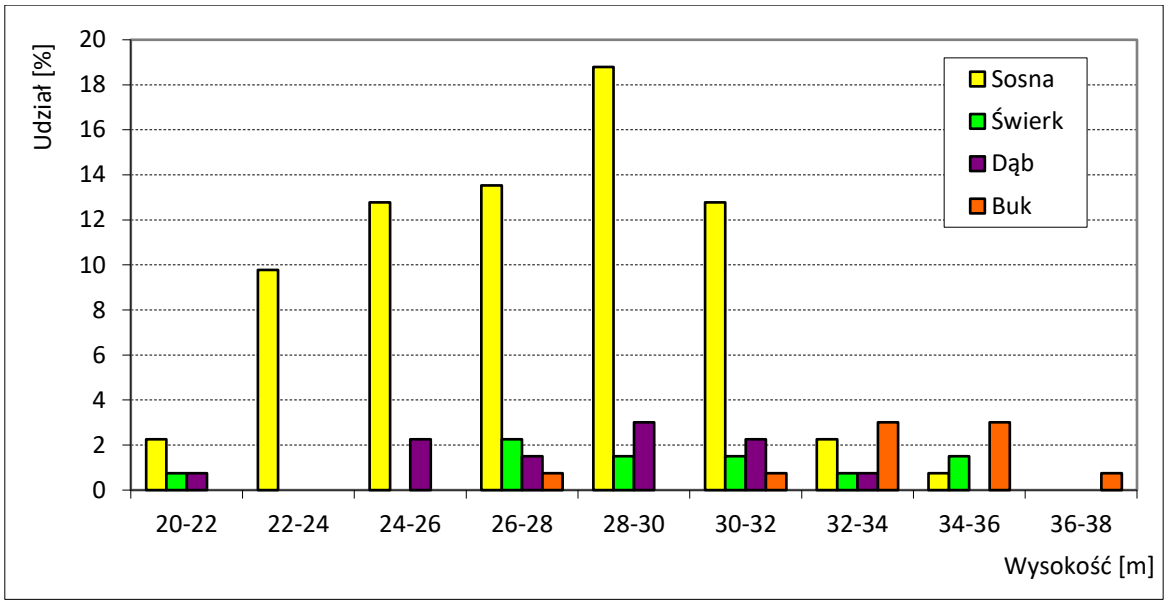


Rycina 9.2a. Rozkład powierzchni sosnowych i świerkowych w klasach pierśnic w 2024 r.

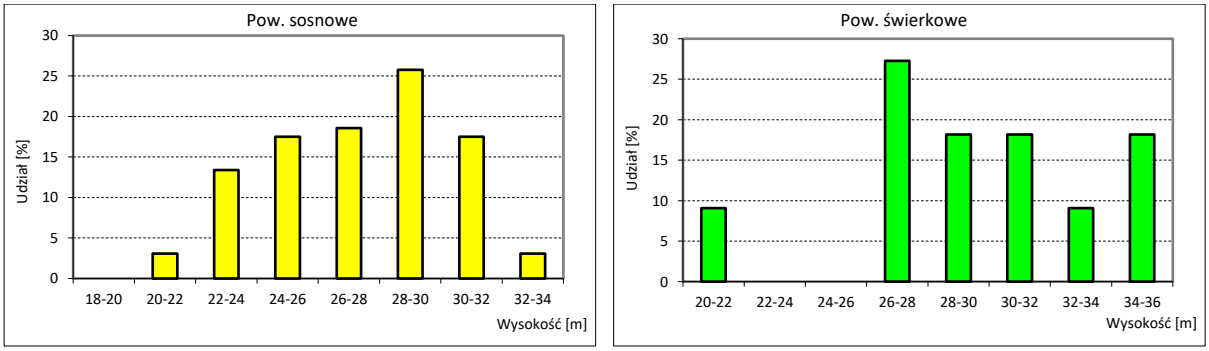




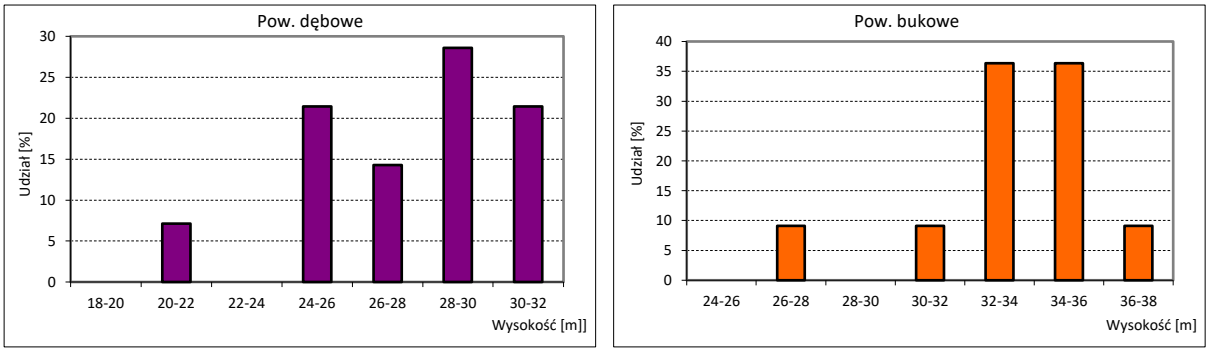
Rycina 9.2b. Rozkład powierzchni dębowych i bukowych w klasach pierśnic w 2024 r.



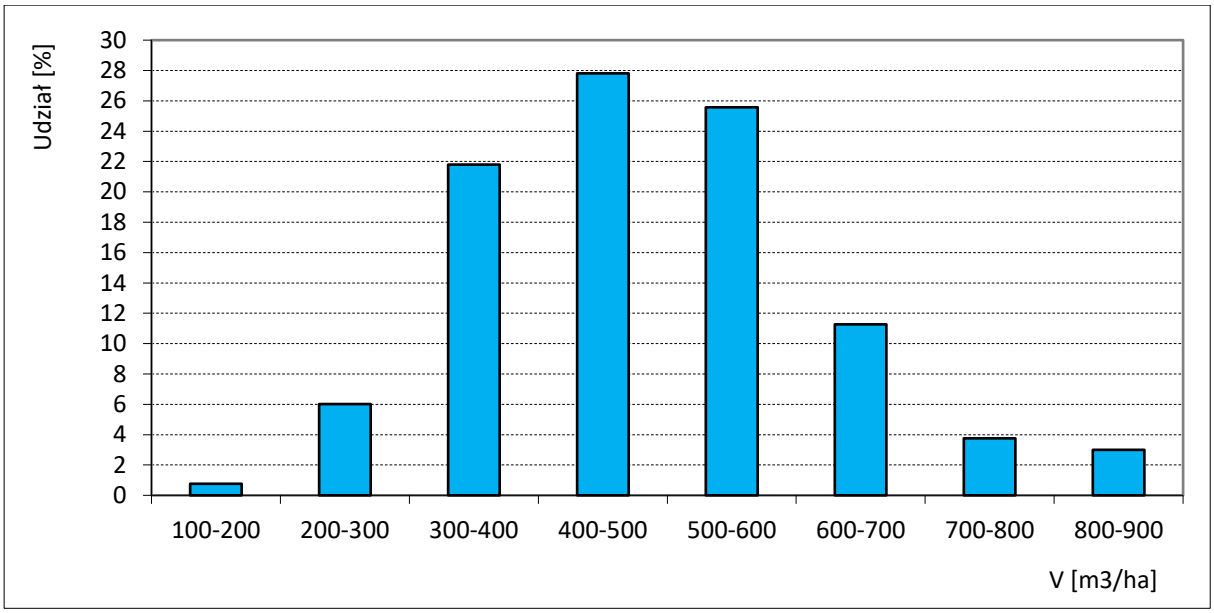
Rycina 9.3. Rozkład powierzchni (z podziałem na gatunki) w klasach wysokości w 2024 r.



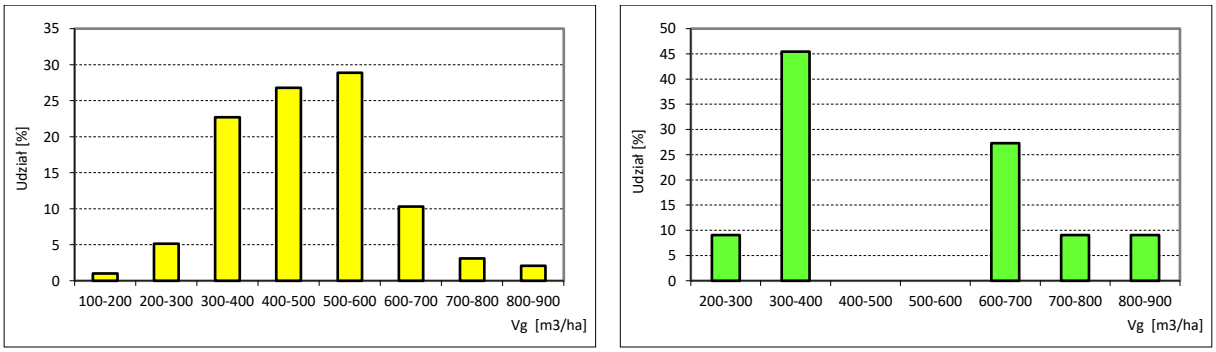
Rycina 9.3a. Rozkład powierzchni sosnowych i świerkowych w klasach wysokości w 2024 r.



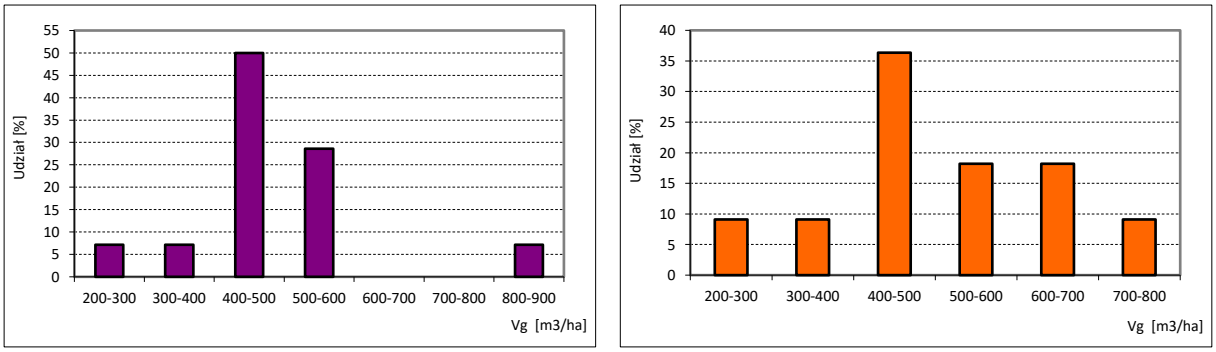
Rycina 9.3b. Rozkład powierzchni dębowych i bukowych w klasach wysokości w 2024 r.



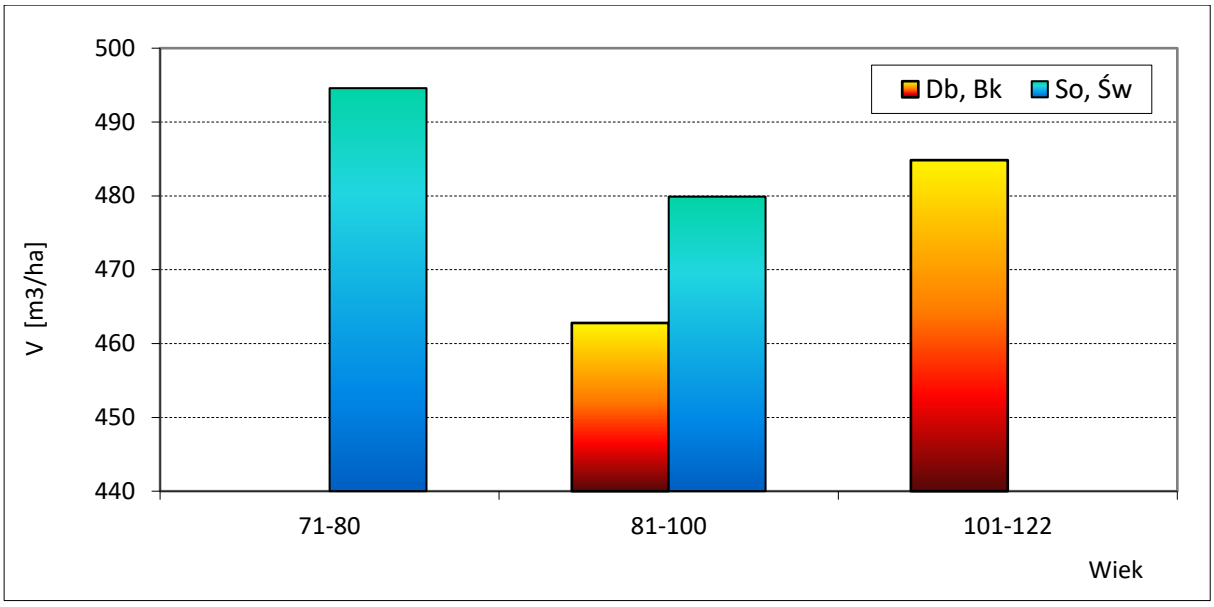
Rycina 9.4. Rozkład powierzchni w klasach miąższości w 2024 r.



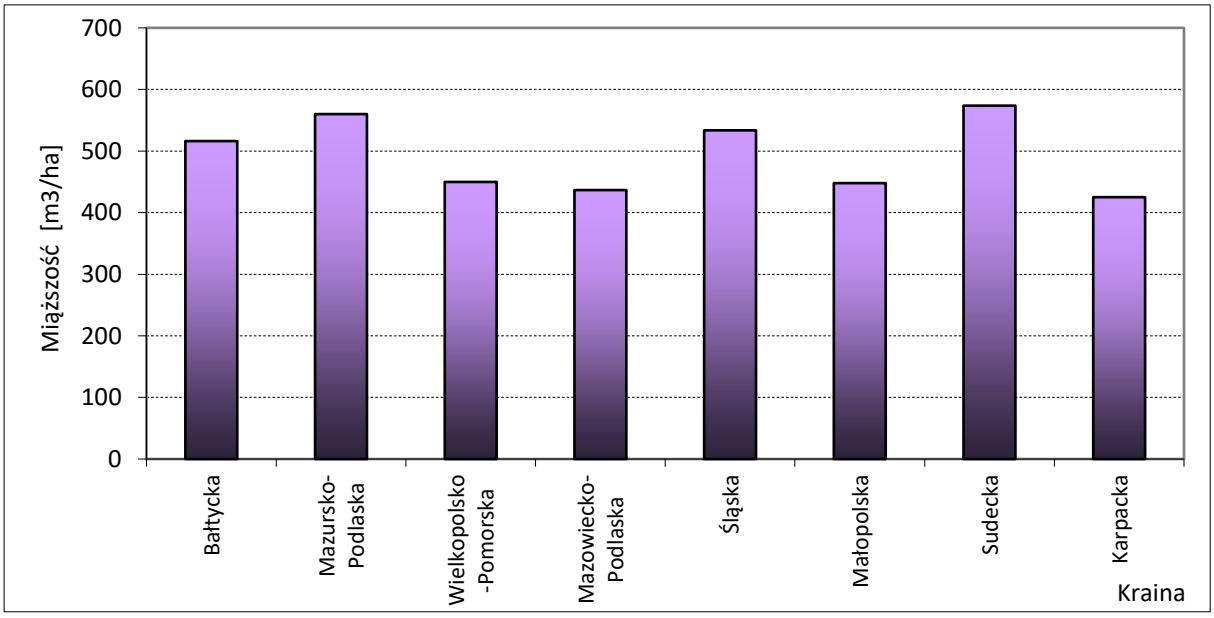
Rycina 9.4a. Rozkład powierzchni sosnowych i świerkowych w klasach miąższości w 2024 r.



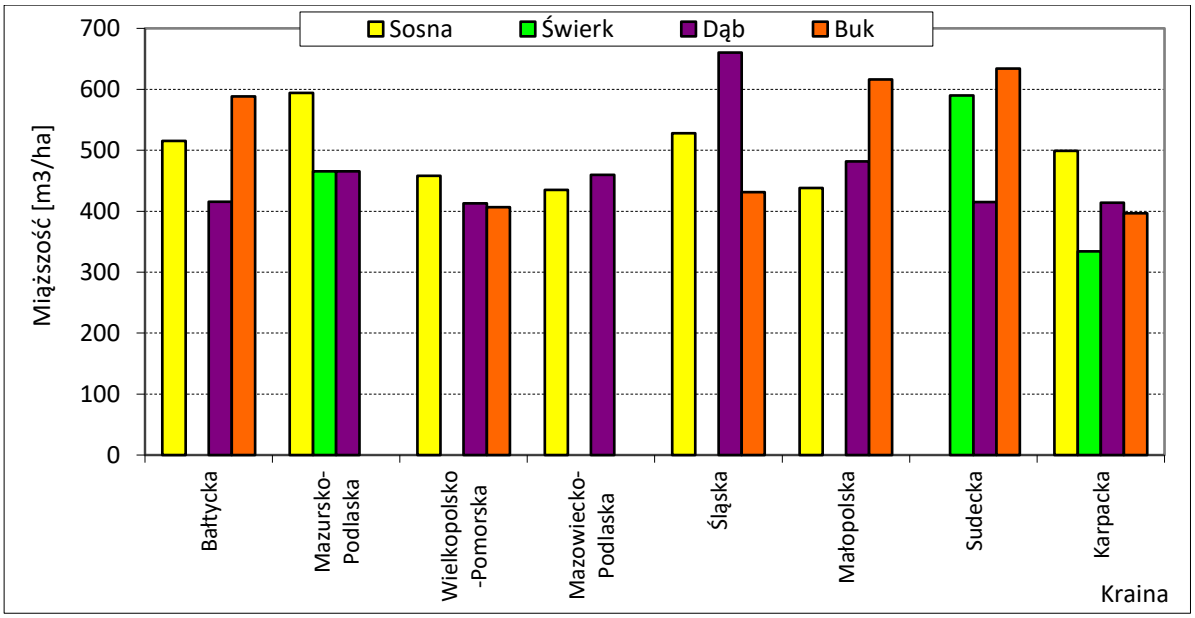
Rycina 9.4b. Rozkład powierzchni dębowych i bukowych w klasach miąższości w 2024 r.



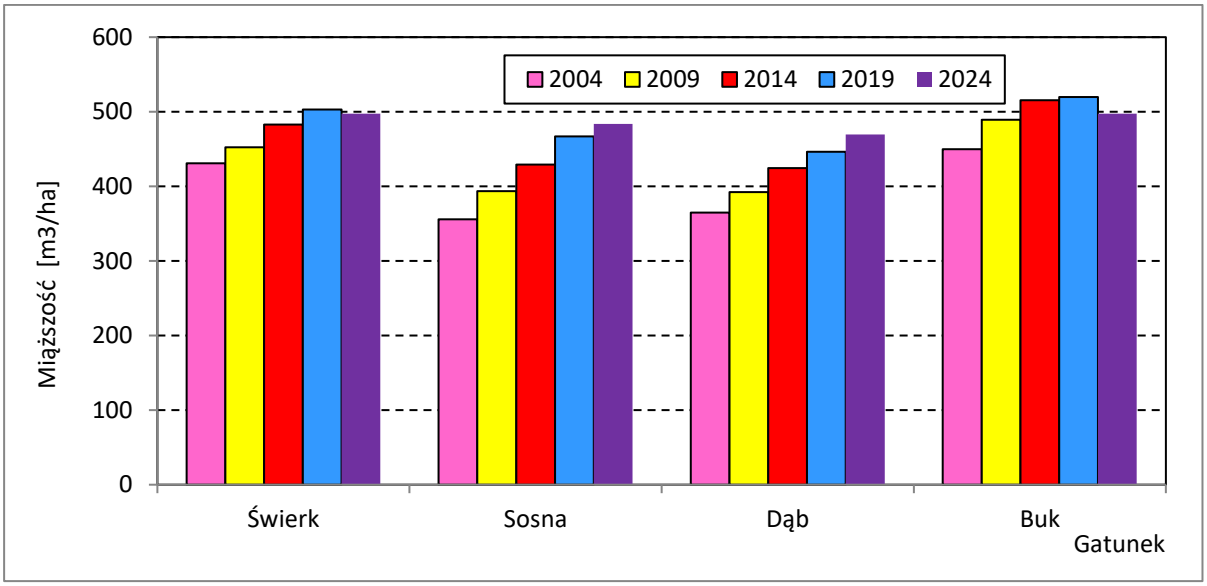
Rycina 9.5. Kształtowanie się średniej miąższości drzewostanów iglastych i liściastych w klasach wieku w 2024 r.



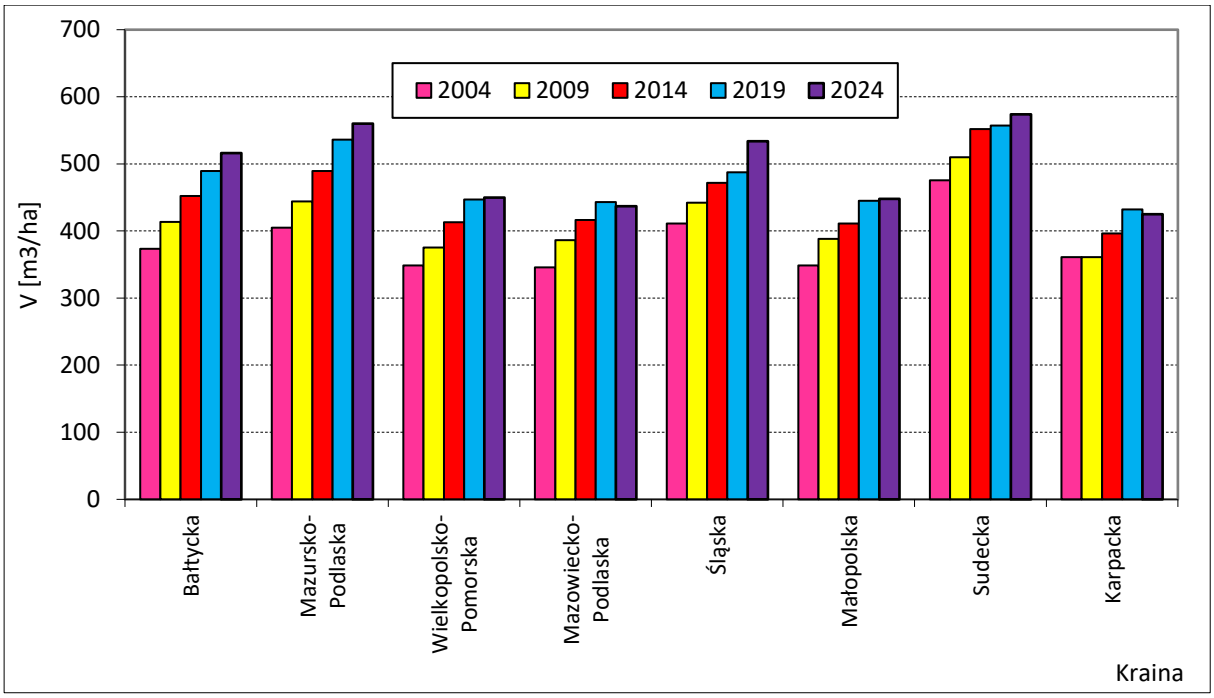
Rycina 9.6. Kształtowanie się średniej miąższości drzewostanów w krainach przyrodniczo-leśnych w 2024 r.



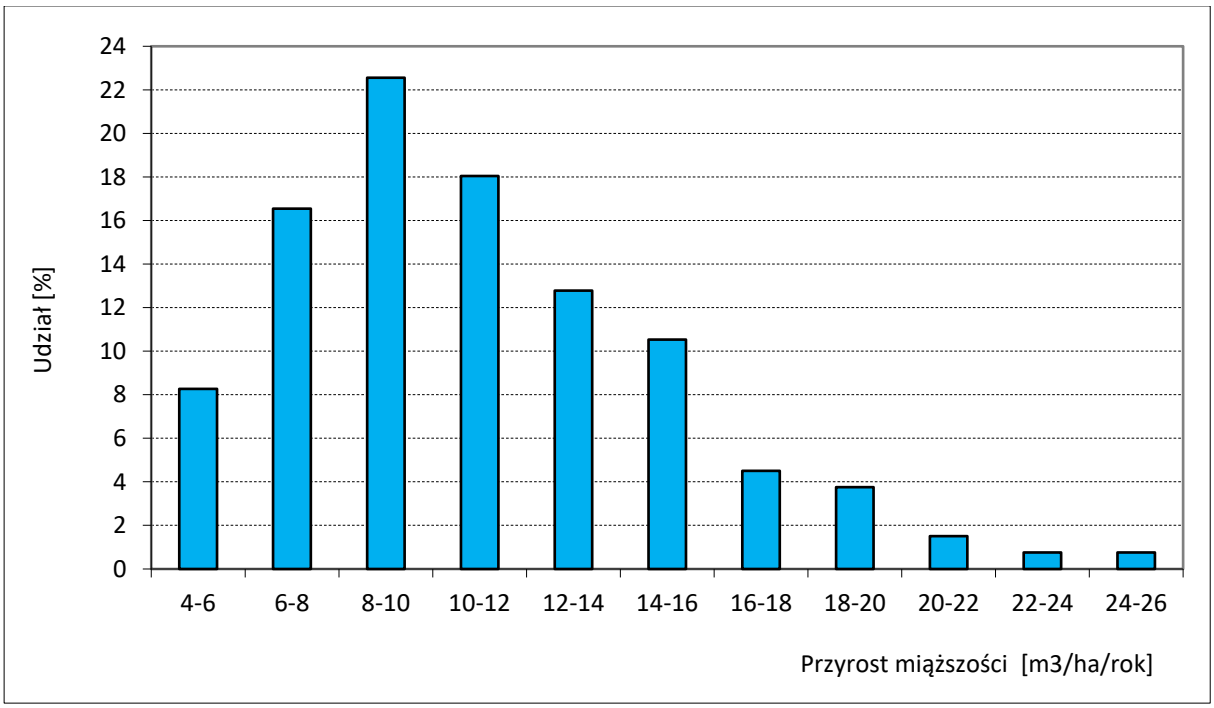
Rycina 9.7. Kształtowanie się średniej miąższości drzewostanów (z podziałem na gatunki) w krainach przyrodniczo-leśnych w 2024 r.



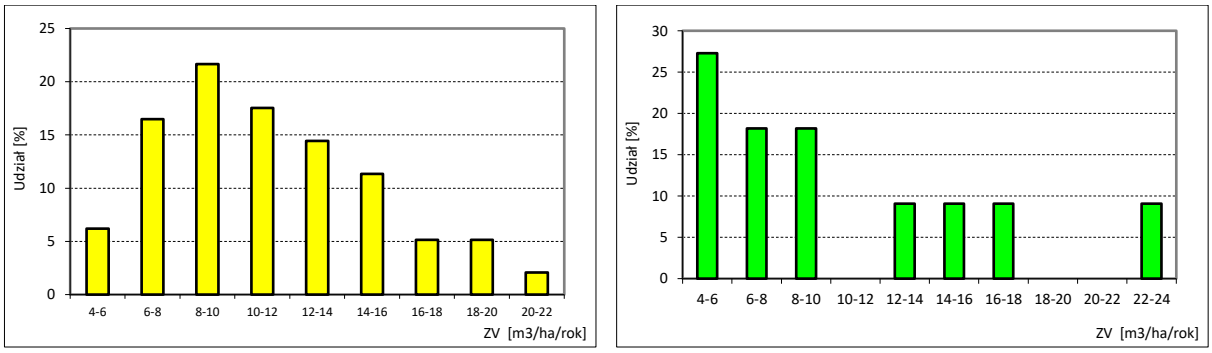
Rycina 9.8. Kształtowanie się średniej miąższości drzewostanów w latach 2004-2024



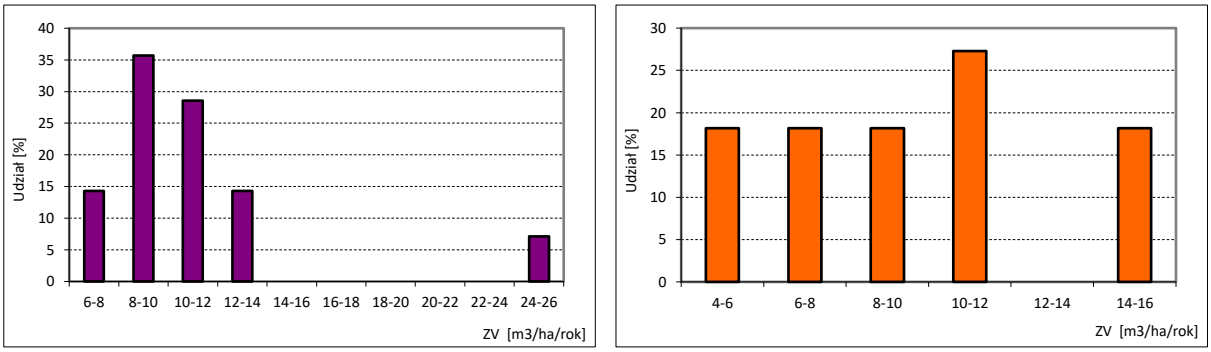
Rycina 9.9. Kształtowanie się średniej miąższości drzewostanów w krainach przyrodniczo-leśnych w latach 2004- 2024



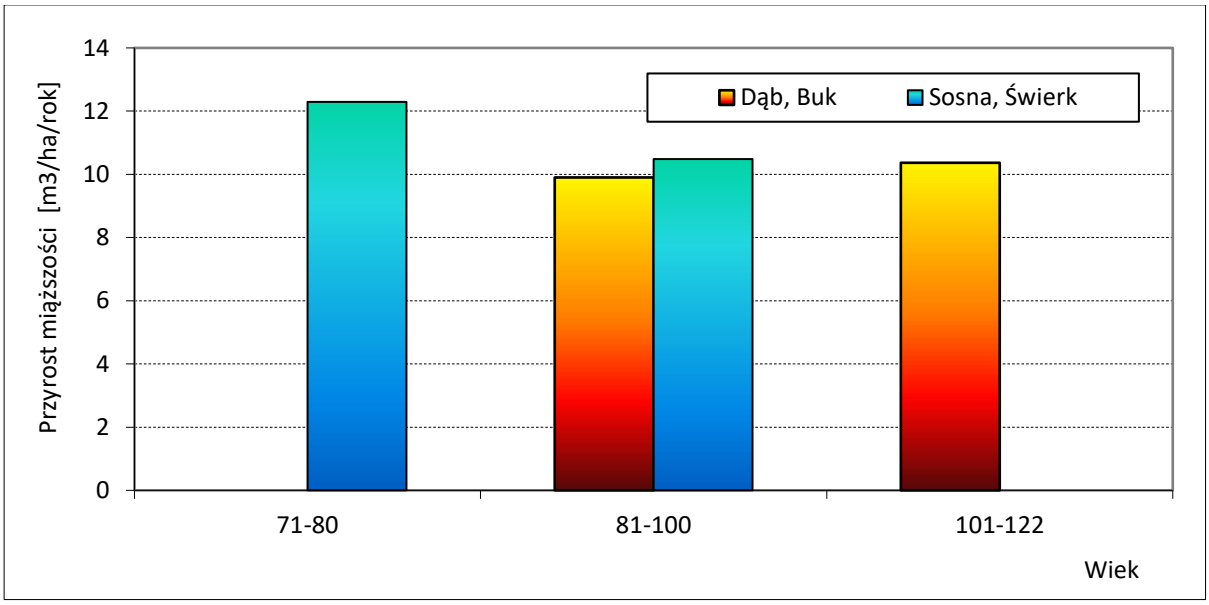
Rycina 9.10. Rozkład powierzchni w klasach przyrostu miąższości w 2024 r.



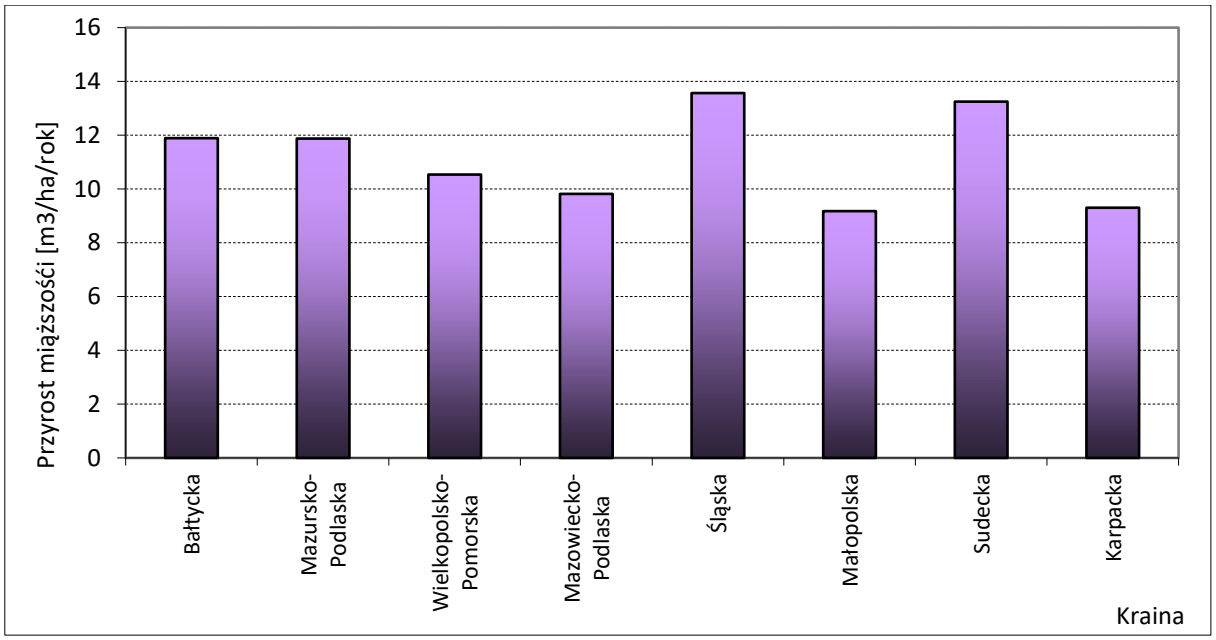
Rycina 9.10a. Rozkład powierzchni sosnowych i świerkowych w klasach przyrostu miąższości w 2024 r.



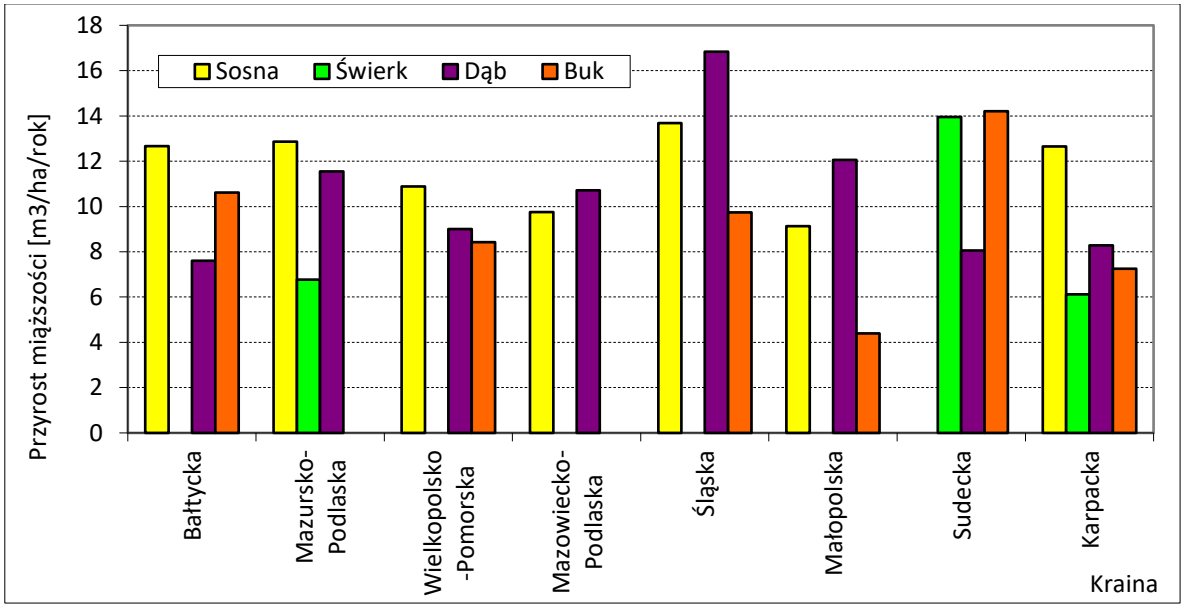
Rycina 9.10b. Rozkład powierzchni dębowych i bukowych w klasach przyrostu miąższości, w 2024 r.



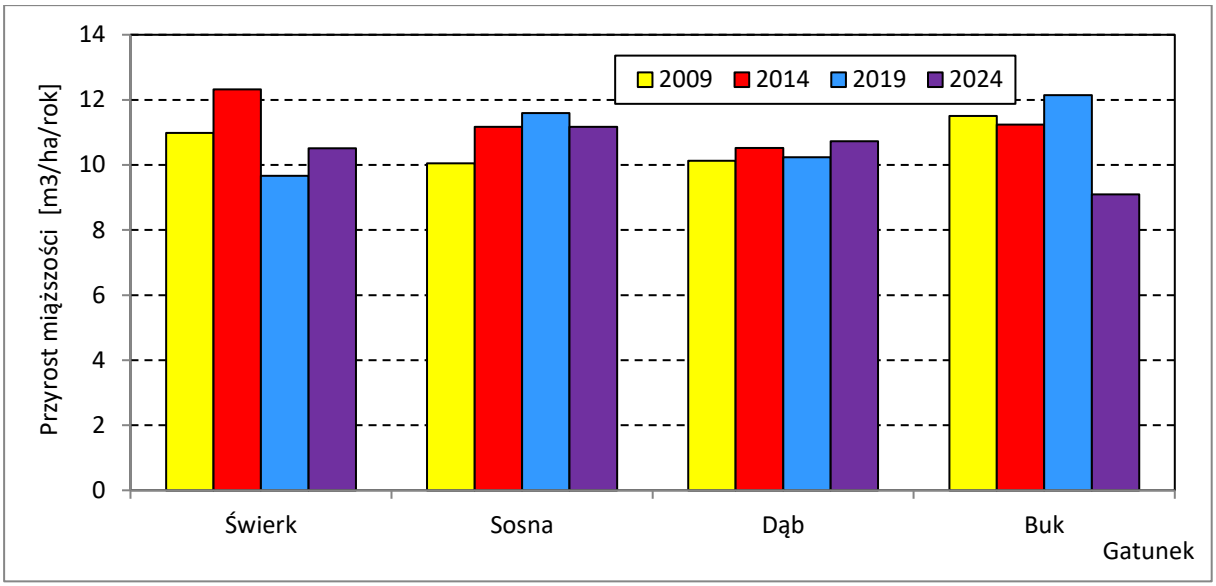
Rycina 9.11. Kształtowanie się przyrostu miąższości drzewostanów iglastych i liściastych w klasach wieku



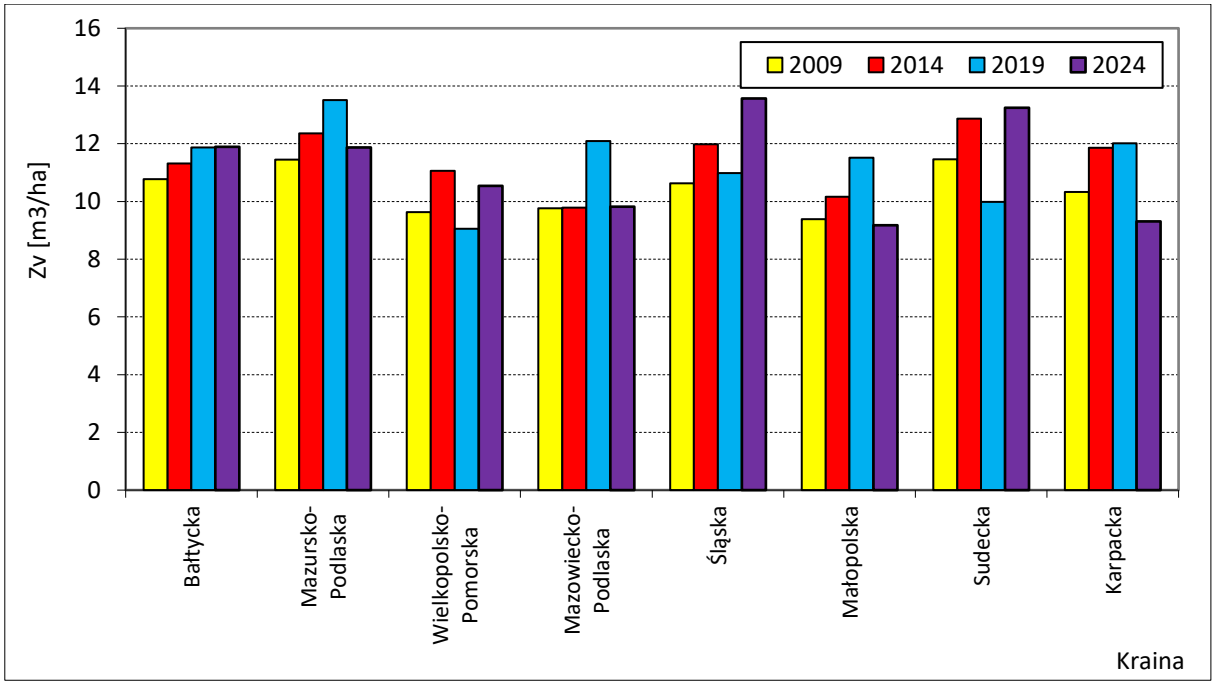
Rycina 9.12. Kształtowanie się przyrostu miąższości drzewostanów w krainach przyrodniczo-leśnych w 2024 r.



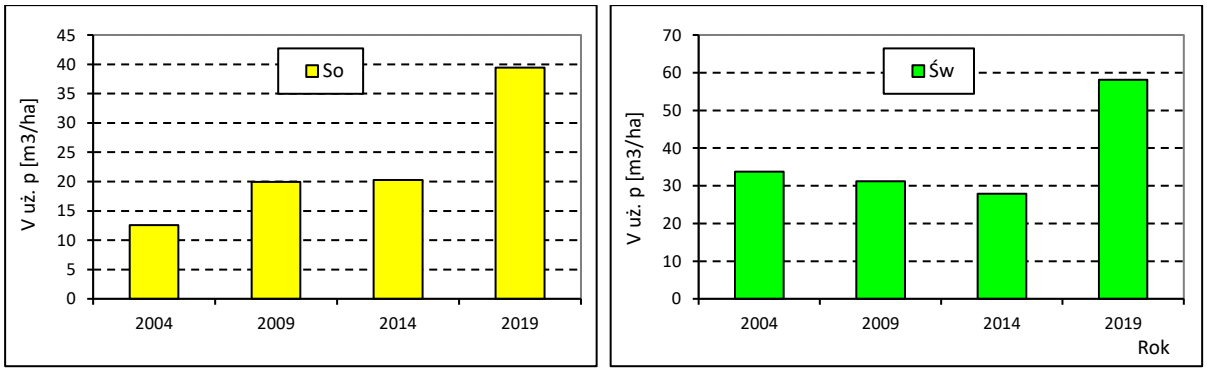
Rycina 9.13. Kształtowanie się przyrostu miąższości drzewostanów (z podziałem na gatunki) w krainach przyrodniczo-leśnych w 2024 r.



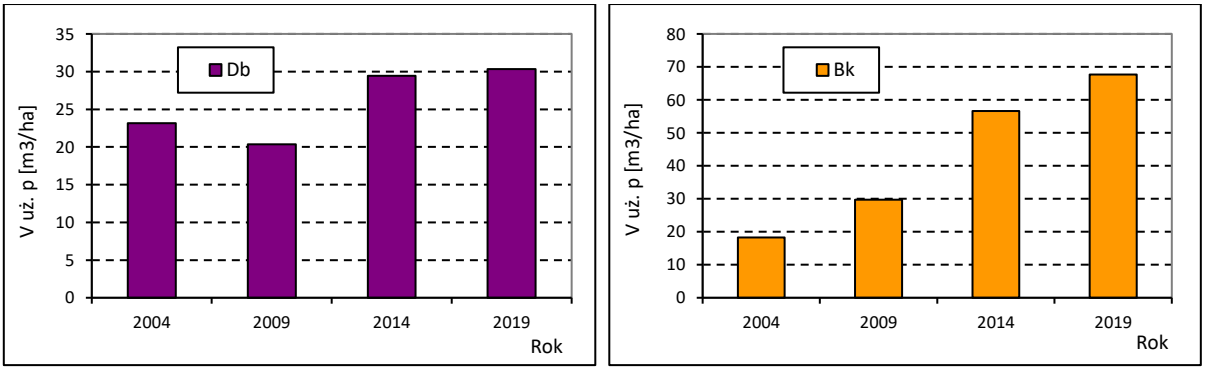
Rycina 9.14. Kształtowanie się przyrostu miąższości drzewostanów w okresie 2004-2024



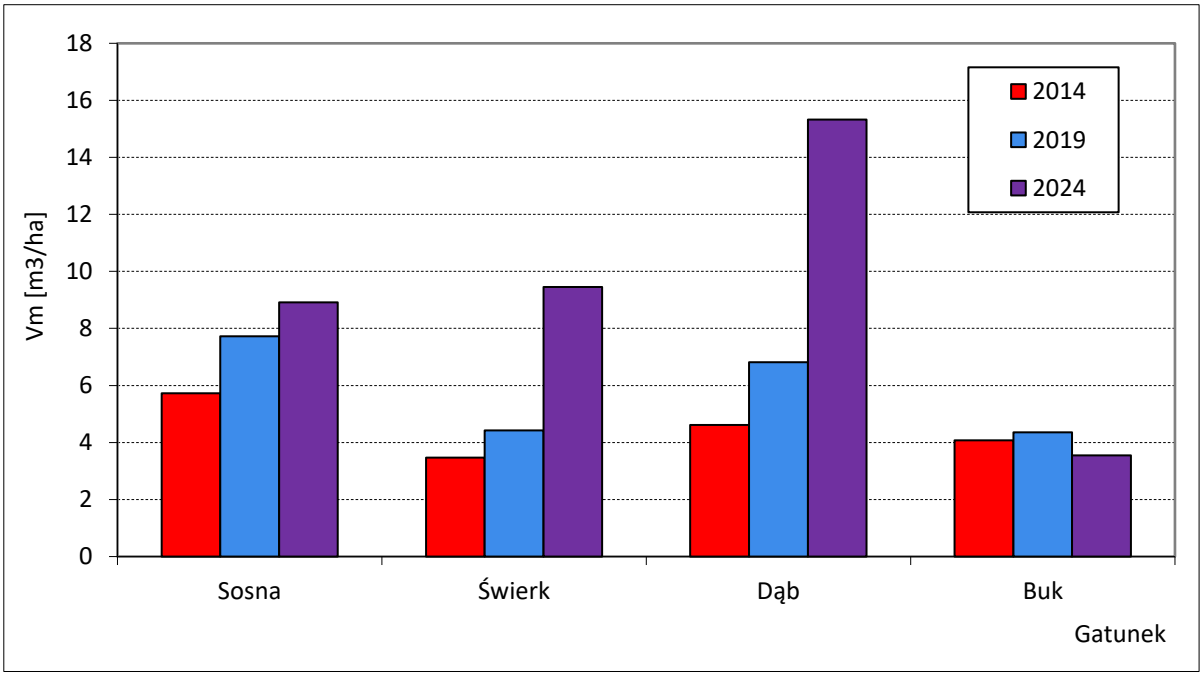
Rycina 9.15. Kształtowanie się przyrostu miąższości drzewostanów w krainach przyrodniczo-leśnych w okresie 2009-2024



Rycina 9.16a. Średnie wartości użytkowania przedrębnego na powierzchniach sosnowych i świerkowych w latach 2004-2019



Rycina 9.16b. Średnie wartości użytkowania przedrębnego na powierzchniach dębowych i bukowych w latach 2004-2019



Rycina 9.17. Średnie wartości miąższości drewna martwego, dla poszczególnych gatunków, w latach 2014 - 2024

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

10. WARUNKI POGODOWE W 2024 ROKU NA 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. 10.1, 10.2, 10.3).
- średnie wartości miesięczne temperatury i wilgotności powietrza na wysokości 2 m nad ziemią; promieniowania całkowitego; sumy opadów (tab. 10.1).
- 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. 10.4, tab. 10.2).

Rok 2024 był kolejnym rokiem, który odbiegał pod względem termicznym od średniej okresu referencyjnego 1991-2020. Według kwantylowej klasyfikacji warunków termicznych uznany został jako *ekstremalnie ciepły* dla obszaru kraju. Był to najcieplejszy rok w Polsce w historii pomiarów (IMGW Biuletyn PSH-M 2024). Ponadto w Polsce w roku 2024 obserwowano znaczną zmienność termiczną. Na przestrzeni roku dla większości miesięcy występowały anomalie temperaturowe dodatnie, (najwyższe w lutym) w porównaniu do wartości normatywnych. Chłodniejszym od okresu referencyjnego był listopad i sporadycznie styczeń. Biorąc pod uwagę rozkład średnich miesięcznych temperatur w roku 2024 pory roku sklasyfikowano jako *ekstremalnie ciepłą i anomalnie ciepłą* zimę, *ekstremalnie ciepłą* wiosnę,

ekstremalnie i anomalnie ciepłe lato i *ekstremalnie ciepłą*, miejscami *anomalnie ciepłą* jesień (IMGW Biuletyn PSH-M 2024).

Pod względem opadowym rok 2024, zgodnie z klasyfikacją Z. Kaczorowskiej (1962), został oznaczony jako *normalny*. Średnia roczna suma opadów w Polsce stanowiła 98% normy wieloletniej z lat 1991-2020. Dodatnie anomalie opadowe wystąpiły w zachodniej i południowo-wschodniej części kraju. Na przeważającym obszarze kraju rok 2024 został sklasyfikowany jako *normalny,* lokalnie na Podkarpaciu i Opolszczyźnie jako *suchy,* a na Podlasiu nawet *bardzo suchy*. Jedynie na zachodzie kraju miejscami jako *wilgotny*, a nawet *bardzo wilgotny*. Zróżnicowanie rozkładu przestrzennego sumy opadów wyglądało następująco: najniższe sumy opadów rocznych odnotowano w okolicach Płocka i Białegostoku, zaś najwyższe wartości opadów rocznych wystąpiły w Tatrach, Jeleniej Górze i Kłodzku, natomiast poza obszarem górskim w Bielsku Białej i na niżu w okolicach Lęborka. Duże zróżnicowanie opadów miało miejsce także w ciągu roku. Stosując cytowaną klasyfikację Kaczorowskiej najbardziej ubogimi w opady miesiącami był *skrajnie suchy* maj, *bardzo suchy* październik oraz *suchy* i *bardzo suchy* listopad oraz grudzień. Najobfitszymi w opady miesiącami był *skrajnie wilgotny* luty oraz *bardzo wilgotny* styczeń. W ujęciu sezonowym rozkładu sum opadów atmosferycznych można było zaklasyfikować pory roku następująco: *skrajnie wilgotną* zimę, bardzo *suchą* wiosnę, *normalne* lato i *normalną* jesień (IMGW Biuletyn PSH-M 2024).

Temperatura powietrza – średnia roczna temperatura ze wszystkich 12 stacji Monitoringu Intensywnego mierzona na wysokości +2m wyniosła w 2024 r. 10,0°C i była o 0,8°C wyższa niż w roku 2023. Najchłodniejszym miesiącem roku był styczeń z temperaturą średnią −1,6°C, o 2,0°C niższą niż najchłodniejszego miesiąca (lutego) w roku 2023. Najniższą średnią temperaturę miesięczną ze wszystkich stacji (-3,6°C) obliczono dla stycznia w Suwałkach. Najcieplejszym miesiącem roku był lipiec z temperaturą średnią 19,6°C, o 0,5°C wyższą niż w najcieplejszym miesiącu (sierpniu) w roku 2023. Najwyższą średnią temperaturę miesięczną dla stacji (21,1°C) obliczono w lipcu dla stacji w Birczy i w Chojnowie. Była ona o 0,4°C wyższa niż najwyższa miesięczna temperatura, którą zmierzono dla stacji w Krotoszynie w lipcu roku 2023 (tab. 10.1). Średnia temperatura okresu wegetacyjnego (od kwietnia do września) ze wszystkich stacji wyniosła 16,3°C i była o 1,2°C wyższa niż w roku 2023. Najwyższą średnią temperaturę okresu wegetacyjnego (17,4°C) wykazały stacje w Chojnowie i w Zawadzkim. Była ona o 0,9 °C wyższa od najwyższej średniej analogicznego okresu w roku 2023 dla stacji w Krotoszynie. Najniższa średnia temperatura okresu wegetacyjnego charakteryzowała stację w Szklarskiej Porębie (12,5°C), była ona o 1,3°C wyższa, niż w roku ubiegłym na tej samej stacji. Najwyższe

temperatury powietrza w ciągu doby na stacjach meteorologicznych IBL wystąpiły na 8 stacjach 10-12 lipca, na 3 stacjach 30 sierpnia, a na stacji w Szklarskiej Porębie 14 sierpnia. Wartość maksymalną temperatury 37,5°C zarejestrowano 10 lipca w Zawadzkim, była ona o 0,3°C wyższa od najwyższej temperatury roku 2023 zmierzonej na stacji w Chojnowie (tab. 10.3, ryc. 10.7). Najbardziej zróżnicowanymi pod względem miesięcznych temperatur były lipiec i wrzesień, w których różnica średnich temperatur powietrza pomiędzy stacjami wyniosła 5,5°C. Natomiast najbardziej wyrównanym temperaturowo był październik, w którym różnica między najwyższą i najniższą średnią temperaturą miesięczną ze stacji wyniosła 3,1°C. (tab. 10.1).

Suma opadów zmierzonych na stacjach Monitoringu Intensywnego z miesięcznego okresu pomiarowego zawierała się w przedziale wartości od 5,0 mm w maju na stacji w Łącku do 412,3 mm we wrześniu na stacji w Szklarskiej Porębie (tab. 10.1). Średnia miesięczna suma opadu ze stacji wyniosła 65,0 mm i była o 9,7 mm niższa niż w roku 2023. W sezonie wegetacyjnym średnia miesięczna suma opadu ze stacji wyniosła 68,1 mm (wyższa o 1,2 mm w porównaniu do 2023), zaś w pozostałym okresie 61,8 mm miesięcznie (niższa o 20,7 mm w porównaniu do 2023). Stosunek tych dwóch średnich jest korzystniejszy dla sezonu wegetacyjnego w roku 2024 w porównaniu do roku 2023. W roku 2023 istotnie wyższy opad roczny dokonał się poza okresem wegetacyjnym, zaś w 2024 proporcja była niemal 50%. Średnia miesięczna opadów ze wszystkich stacji była najwyższa w lipcu i wyniosła 95,6 mm. Najniższa średnia miesięczna opadów ze wszystkich stacji wystąpiła w maju i wyniosła 35,3 mm. (tab. 10.1). Miesięczne sumy opadów poniżej 10 mm odnotowano w maju na stacji w Łącku (5,0 mm) i we wrześniu w Suwałkach (9,3 mm). (tab. 10.3).

Roczne sumy opadów ze stacji wynosiły od 574,3 mm w Chojnowie do 1723,0 mm na stacji w Szklarskiej Porębie (ryc. 10.8). Suma opadów w sezonie wegetacyjnym wyniosła od 270,8 mm w Chojnowie do 837,4 mm na stacji w Szklarskiej Porębie (ryc. 9.9). Na okres letni (od kwietna do września) przypadło przeciętnie 53,1% rocznej sumy opadów. Stosunek sumy opadów, które wystąpiły w okresie letnim do sumy opadów całego roku wahał się od 46,7% w Suwałkach do 66,1% w Krotoszynie.

Liczba okresów z co najmniej 14 dniami, w których suma opadów nie przekraczała 5 mm w sezonie wegetacyjnym roku 2024 oscylowała od pięciu okresów w Krotoszynie, czterech w Kruczu, trzech w Łącku, Strzałowie, Suwałkach i Szklarskiej Porębie do dwóch okresów w pozostałych sześciu stacjach. Sumaryczna liczba dni w okresach posuchy była największa w Kruczu (80 dni), niewiele niższa w Krotoszynie (79 dni), a najmniejsza w Gdańsku (32 dni) (tab. 10.3). Najdłuższe okresy posuchy wystąpiły w sezonie wegetacyjnym w Łącku (33 dni

od 26.IV), w Chojnowie (32 dni od 21.IV), w Kruczu (28 dni od 21.IV) i w Zawadzkim (28 dni od 26.IV). Z powyższego wynika, że najsilniejsza susza na większości stacji notowana była w trzeciej dekadzie kwietnia do drugiej dekady maja 2024 r. (tab. 10.3).

Najwyższa dobowa suma opadu 118,6 mm zarejestrowana została 14 września 2024 roku na stacji w Piwnicznej (ryc. 10.1).

Średnia wilgotność względna powietrza ze wszystkich stacji Monitoringu Intensywnego, z całego okresu pomiarowego wynosiła 81,5%. W sezonie wegetacyjnym było to 74,3%, zaś poza sezonem wegetacyjnym 88,7%. Najniższa wilgotność powietrza wystąpiła w maju (65,9%), a najwyższa w grudniu (94,4%). Średnia roczna dla stacji zawierała się w przedziale wartości od 75,8% w Chojnowie do 86,7% w Szklarskiej Porębie. Najniższa miesięczna wartość wilgotności powietrza okresu wegetacyjnego odnotowana została w lipcu na stacji w Chojnowie (55,2%), a najwyższa we wrześniu w Szklarskiej Porębie (86,9%) (tab. 10.1, ryc. 10.2).

Średnie promieniowanie całkowite z całego okresu pomiarowego zawierało się w przedziale wartości od 71,5 W/m^2 w Kruczu do 117,9 W/m^2 w Łącku. W 2024 roku miesiącem o najsilniejszym średnim promieniowaniu był maj, w którym przeciętne promieniowanie dla stacji wyniosło 214,5 W/m^2, zaś najsłabsze promieniowanie wystąpiło w grudniu (7,8 W/m^2). Średnia dla sezonu wegetacyjnego ze wszystkich stacji wyniosła 167,7 W/m^2, a dla pozostałej części roku 32,1 W/m^2. Najsilniejsze średnie miesięczne promieniowanie o wielkości 253,9 W/m^2 zmierzono w maju w Łącku, zaś najniższe w grudniu w Szklarskiej Porębie 2,2 W/m^2 (tab. 10.1, ryc. 10.2).

Prędkość i kierunek wiatru. Ogółem na każdej stacji meteorologicznej w ciągu całego roku 2024 rejestrowano 52 704 uśrednione 10 minutowe pomiary prędkości i kierunku wiatru (tab. 10.2). Pogodę z wiatrem notowano najrzadziej na stacjach w Białowieży i w Zawadzkim – odpowiednio 56% i 57% wszystkich pomiarów, zaś najczęściej na stacji w Birczy - 97%.

Na podstawie średnich prędkości wiatru i ilości zarejestrowanych wystąpień wiatru wiejącego z jednego z 16 kierunków sporządzono wykresy róży wiatrów (ryc. 10.4). Przeważające kierunki, z których wiały silne wiatry typowe dla poszczególnych stacji zamieszczono w tabeli 10.2. Wiatry z kierunków zachodnich dominowały w Chojnowie, Krotoszynie i Zawadzkim. Wiatry południowe przeważały w Białowieży, Kruczu, Strzałowie, Łącku i w Szklarskiej Porębie. Wiatry wiejące głównie z kierunków północnych rejestrowano w Piwnicznej, Gdańsku i Suwałkach. W Birczy dominowały zarówno z południowego-wschodu, jak i z północnego-wschodu (tab. 10.2, ryc. 10.4).

Najwyższą wartość 10-minutową średnią dobowej prędkości wiatru (12,8 m/s) zarejestrowano 22 stycznia 2024 roku na stacji w Birczy, natomiast najwyższą maksymalną (w porywach) 30,4 m/s osiągnął wiatr 15 września o godz. 7.00 na stacji w Piwnicznej.

Porównanie warunków termicznych i opadowych między latami 2015 - 2024.

Z porównania warunków termicznych od roku 2015 na stacjach meteorologicznych Monitoringu Intensywnego wynika, że najcieplejszym rokiem w tym okresie pomiarów był dla wszystkich stacji rok 2024, a najchłodniejszym rok 2021. Najwyższe wartości średnich temperatur okresu wegetacyjnego dla 6 stacji wystąpiły w roku 2018 i dla 6 stacji w 2024. (ryc. 10.6). Najwyższe temperatury maksymalne wystąpiły na dziewięciu stacjach w roku 2015, i po jednej w 2019, 2022 oraz 2024. (ryc. 10.7).

W badanym wieloleciu suma opadów w roku 2024 osiągnęła najwyższy poziom dla stacji w Gdańsku. Nieco niższą od rekordowego roku 2023 sumę opadu odnotowano na stacji w Szklarskiej Porębie. Dla pozostałych stacji roczna suma opadów roku 2024 układała się na poziomie średniej omawianego okresu. Najwyższe sumy opadów okresu wegetacyjnego omawianych 10 lat wystąpiły w 2024 na stacjach w Gdańsku, Krotoszynie i Szklarskiej Porębie. Na 7 stacjach najwyższe sumy opadów odnotowano w najbardziej wilgotnym roku 2021 a na stacji w Birczy i w Zawadzkim najwięcej opadu w sezonie wegetacyjnym spadło w roku 2020. Rok 2024 określić można jako najcieplejszy i umiarkowanie wilgotny w opisywanym 10-leciu (ryc. 10.5, 10.8).

Literatura:

Biuletyn Państwowej Służby Hydrologiczno-Meteorologicznej Rok 2024 Nr 13 (280) Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej Państwowy Instytut Badawczy.

Kaczorowska Z. 1962. Opady w Polsce w przekroju wieloletnim. Przegląd Geograficzny IG PAN Nr 33.

Tabela 10.1. Średnie wartości miesięczne temperatury powietrza, wilgotności i promieniowania oraz miesięczne sumy opadów – stacje meteorologiczne na SPO MI – 2024 r.

Stacja	Miesiąc											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
	Temp. +2 m [°C]											
Białowieża-Czerlonka	-3,0	3,9	4,7	10,0	15,4	18,3	20,7	19,6	16,8	8,1	3,0	1,1
Piwniczna-Andrzejówka	-2,6	4,4	5,6	9,6	13,8	17,0	18,4	18,6	14,9	8,4	0,9	-0,9
Bircza-Łodzinka	-1,2	5,7	5,7	11,0	15,5	19,0	21,1	20,6	16,5	10,0	2,8	0,5
Chojnów-Dobiesz	-0,8	5,6	6,2	10,7	16,6	19,0	21,1	20,2	16,8	8,9	3,5	2,2
Gdańsk-Wyspowo	-0,7	3,4	5,1	8,4	14,9	16,2	18,1	17,8	15,1	9,2	4,1	3,0
Krotoszyn-Roszki	0,3	6,2	7,8	11,1	16,6	18,9	20,5	20,2	16,3	10,5	3,8	2,5
Krucz-Kruczlas	-0,1	5,6	6,8	10,1	16,1	17,9	19,3	19,6	16,1	10,0	4,0	2,9
Łąck-Podgórze	-0,7	5,6	6,5	10,5	16,6	18,5	20,4	19,6	16,4	9,5	3,8	2,6
Strzałowo-Krutyń	-2,7	3,6	4,9	9,4	15,9	18,4	19,9	18,8	16,0	8,5	3,2	2,1
Suwałki-Hańcza	-3,6	2,5	3,9	8,5	15,4	17,6	19,5	19,0	16,2	8,6	3,1	1,3
Sz. Poręba-Jakuszyce	-3,4	2,2	3,7	6,3	11,5	14,2	15,6	15,9	11,3	7,4	0,5	-2,0
Zawadzkie	-0,2	6,7	7,7	11,2	16,3	19,3	20,8	20,6	16,3	10,5	3,6	1,9
Średnia	-1,6	4,6	5,7	9,7	15,4	17,9	19,6	19,2	15,7	9,1	3,0	1,4
	Suma opadów [mm]											
Białowieża-Czerlonka	65,8	68,4	44,1	32,9	12,7	111,4	90,8	47,5	10,2	62,7	34,6	48,6
Piwniczna-Andrzejówka	93,1	33,0	46,3	41,0	38,0	105,5	96,5	84,4	66,4	49,3	35,2	29,4
Bircza-Łodzinka	70,8	55,7	67,8	41,6	47,2	68,5	78,9	80,9	87,0	61,2	25,4	32,9
Chojnów-Dobiesz	68,7	44,9	62,0	48,3	10,7	77,4	58,3	36,2	40,0	31,1	46,8	50,1
Gdańsk-Wyspowo	169,2	132,0	46,0	106,5	68,1	132,8	170,6	56,8	71,2	43,9	88,0	111,2
Krotoszyn-Roszki	41,8	73,0	12,7	26,6	58,8	46,2	83,8	107,6	83,1	19,0	37,4	24,4
Krucz-Kruczlas	68,1	88,1	29,5	47,6	61,6	29,7	113,0	25,5	44,2	15,5	40,9	24,2
Łąck-Podgórze	91,3	92,6	39,5	46,0	5,0	87,2	84,4	38,0	21,6	24,9	23,0	33,3
Strzałowo-Krutyń	33,1	103,0	53,8	65,6	18,5	72,0	117,1	40,6	43,9	55,6	52,0	66,4
Suwałki-Hańcza	82,4	120,1	46,6	92,9	26,9	66,9	113,2	22,5	9,3	27,5	40,0	62,2
Sz. Poręba-Jakuszyce	207,8	268,3	44,9	59,6	33,9	83,9	73,4	174,2	412,3	72,4	128,7	163,5
Zawadzkie	62,0	40,4	25,9	44,1	42,8	64,9	67,8	32,2	97,9	29,7	42,8	25,3
Średnia	87,8	93,3	43,3	54,4	35,3	78,9	95,6	62,2	82,3	41,1	49,6	56,0
	Wilgotność pow. +2 m [%]											
Białowieża-Czerlonka	88,3	88,6	77,9	73,4	59,1	73,7	73,8	75,2	70,7	88,1	88,5	93,2
Piwniczna-Andrzejówka	90,4	87,2	80,0	73,6	68,4	80,8	75,6	71,7	81,0	85,5	92,1	96,0
Bircza-Łodzinka	85,3	81,1	80,8	71,3	64,5	75,4	75,2	76,8	76,5	82,0	85,1	90,6
Chojnów-Dobiesz	86,1	86,9	78,1	68,0	55,2	69,7	66,7	66,8	69,6	86,1	85,7	91,0
Gdańsk-Wyspowo	90,9	92,9	84,3	77,7	71,2	78,1	81,2	81,4	85,3	88,2	93,1	94,7
Krotoszyn-Roszki	72,6	78,0	68,7	73,5	67,8	75,2	74,0	73,9	78,7	89,3	95,2	96,2
Krucz-Kruczlas	95,6	95,5	87,1	79,7	71,9	78,1	78,3	76,4	80,1	89,7	91,0	90,0
Łąck-Podgórze	92,0	91,2	80,2	76,1	64,5	77,8	78,3	80,6	80,1	92,6	97,3	99,6
Strzałowo-Krutyń	94,2	93,4	81,2	76,8	63,4	69,9	75,5	78,0	77,5	89,8	91,8	95,8
Suwałki-Hańcza	94,1	94,4	83,9	80,9	64,6	73,1	75,7	77,3	73,5	86,9	92,6	96,2
Sz. Poręba-Jakuszyce	94,1	97,2	84,7	80,4	74,8	78,6	79,0	81,5	86,9	89,8	95,0	97,9
Zawadzkie	85,4	87,2	75,0	71,4	65,2	72,9	72,6	74,0	74,9	83,0	90,2	91,7
Średnia	89,1	89,5	80,1	75,2	65,9	75,3	75,5	76,1	77,9	87,6	91,5	94,4

Tabela 10.1. – cd.

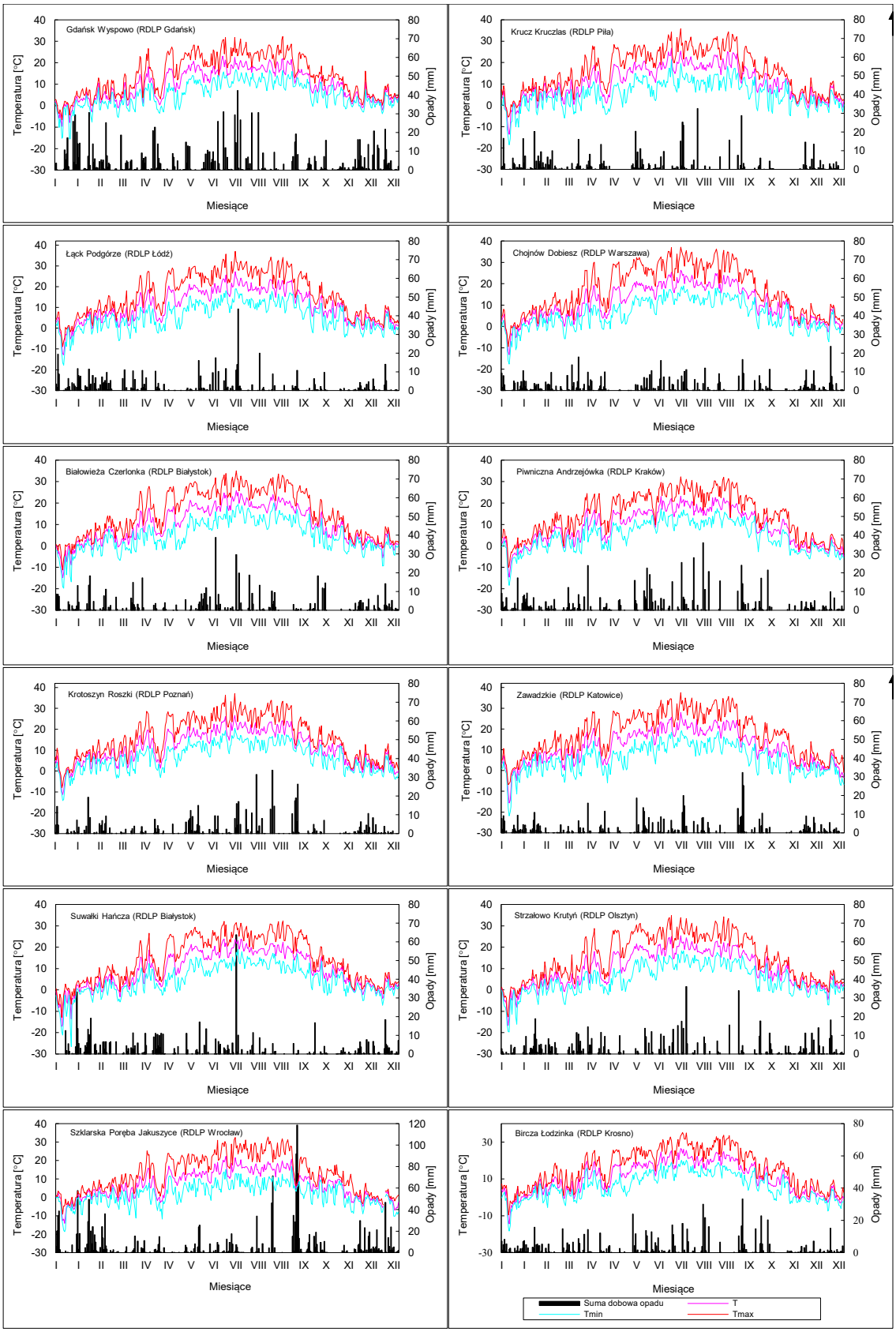
Stacja	Miesiąc											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
	Promieniowanie [W/m^2]											
Białowieża-Czerlonka	4,4	29,9	88,4	135,4	231,4	221,8	215,2	181,4	122,6	46,3	18,5	7,4
Piwniczna-Andrzejówka	9,4	48,6	97,2	144,0	221,1	189,8	205,0	174,6	134,4	78,8	25,7	6,6
Bircza-Łodzinka	17,9	38,7	72,7	124,0	213,3	186,3	186,3	161,0	109,7	61,2	25,9	11,3
Chojnów-Dobiesz	16,3	34,1	85,6	135,5	232,5	207,4	203,7	169,7	123,7	39,9	8,1	7,7
Gdańsk-Wyspowo	3,8	17,3	60,7	101,9	197,1	163,4	164,1	138,5	72,6	35,9	8,6	5,4
Krotoszyn-Roszki	13,9	30,0	85,9	155,0	246,6	233,4	230,9	194,0	113,5	43,4	13,8	7,9
Krucz-Kruczlas	12,8	20,6	57,3	98,3	147,0	136,0	124,9	116,4	84,9	45,3	10,0	4,9
Łąck-Podgórze	14,2	34,5	86,5	143,7	253,9	226,1	227,9	194,1	139,8	64,5	18,4	11,3
Strzałowo-Krutyń	3,2	21,4	61,1	102,0	230,6	205,7	197,3	161,6	88,6	33,1	12,7	6,7
Suwałki-Hańcza	12,1	27,1	73,5	107,7	221,8	226,5	202,9	179,4	116,3	50,3	19,0	11,4
Sz. Poręba-Jakuszyce	7,7	25,2	68,8	120,0	172,0	182,0	182,5	154,7	86,7	47,2	17,0	2,2
Zawadzkie	10,3	32,6	102,3	149,5	206,4	199,1	179,5	157,7	111,0	50,0	16,6	11,3
Średnia	10,5	30,0	78,3	126,4	214,5	198,1	193,4	165,3	108,7	49,6	16,2	7,8

Tabela 10.2. Procentowy udział pomiarów z wiatrem – stacje meteorologiczne na SPO MI –2024 r.

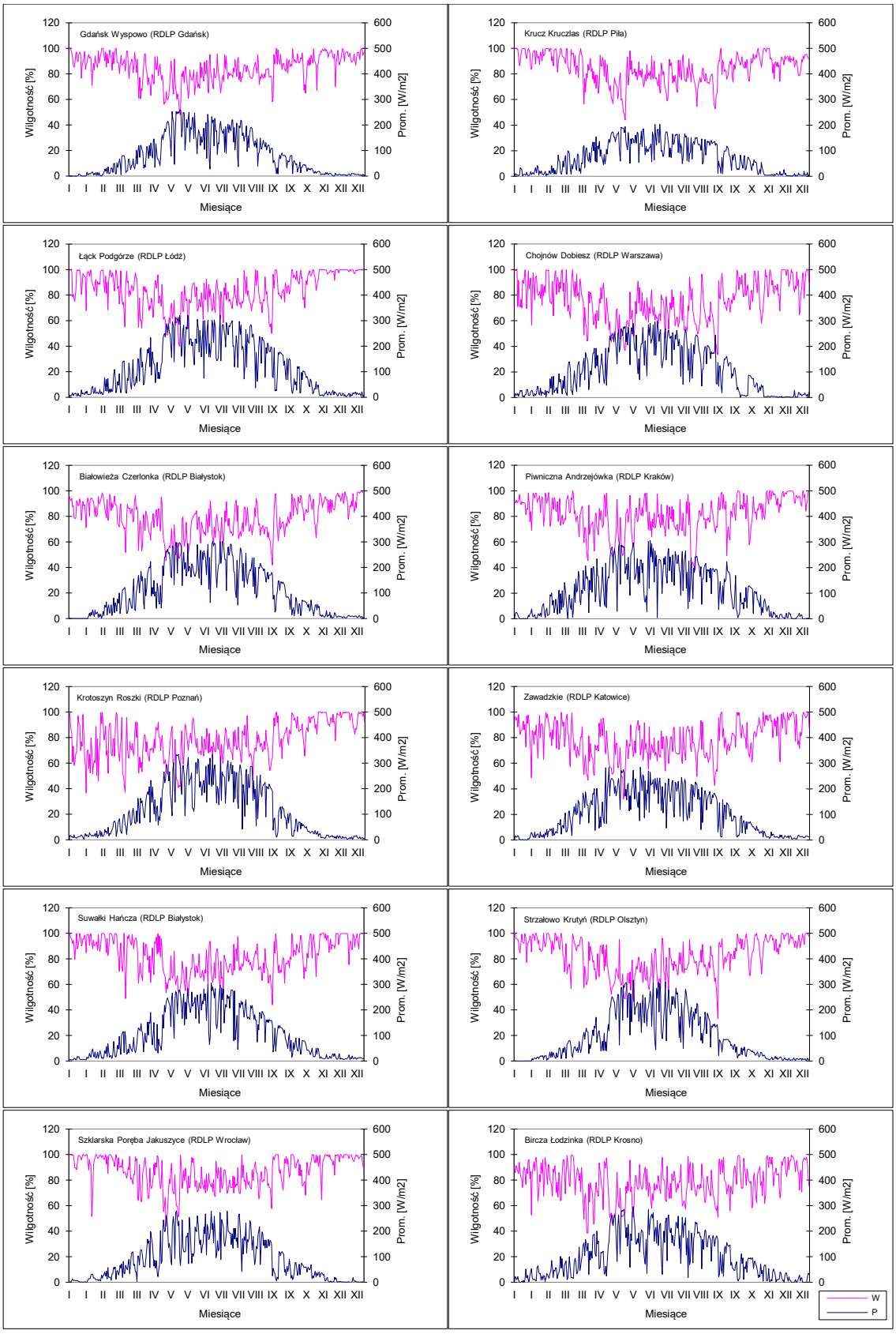
Stacja	Okres pomiarów	Liczba pomiarów			Dominujące kierunki wiatrów
		ogółem	z wiatrem	%	
Białowieża-Czerlonka	1.01-31.12.2024	52704	29348	56	S (10,3)
Piwniczna-Andrzejówka			33902	64	NE (13,9) NE-NNE (12,8) SW (10,4) SW-SSW (15,2)
Bircza-Łodzinka			51091	97	SSW (8,2) NNW (4,6)
Chojnów-Dobiesz			34593	66	W-WNW (7,6) W (5,7) WNW (6,9) SE (5,9)
Gdańsk-Wyspowo			39947	76	NW (5,2) WNW (5,2) SE-SSE (7,8) SSE (8,0)
Krotoszyn-Roszki			45092	86	WSW (8,0) W-WSW (6,4)
Krucz-Kruczlas			39453	75	SW-WSW (7,6) SW (6,2) WSW (6,8)
Łąck-Podgórze			30551	58	SE-ESE (14,8) SE (10,0)
Strzałowo-Krutyń			35556	67	S-SSE (10,1) S (8,5) SSE (7,6)
Suwałki-Hańcza			50811	96	NNW (13,6) SSE (11,7)
Szkl. Poręba-Jakuszyce			36473	69	SW-SSW (12,8) SSW (12,2) SW (9,0)
Zawadzkie			29912	57	WSW (6,7) W-WSW (5,7) W-WNW (5,3) SE-ESE (6,4) SSW (11,0)

Tabela 10.3. Temperatury maksymalne oraz co najmniej 14 dniowe okresy bez opadów, bądź z minimalnymi opadami w sezonie wegetacyjnym (IV-IX) na SPO MI w 2024 r.

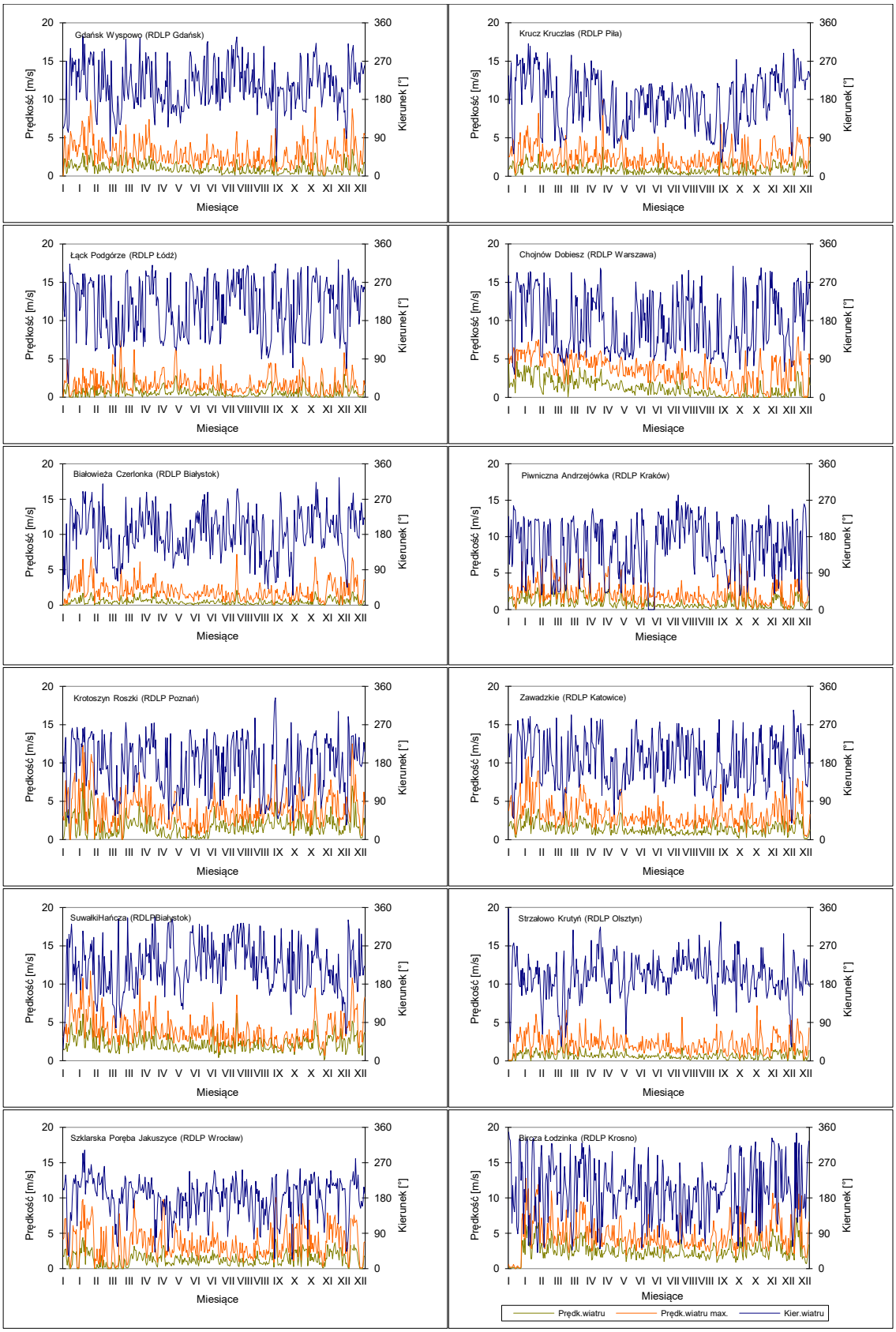
SPO MI	Data wystąpienia Tmax	Tmax [°C]	OKRESY MIN. 14 DNI Z OPADAMI < 5mm		
			Okres	Liczba dni posuchy	Opad [mm]
BIAŁOWIEŻA	2024-07-11	35,0	27.04-17.05 26.08-15.09	21 21	3,6 4,8
BIRCZA	2024-07-12	35,2	26.04-19.05 22.08-09.09	24 19	3,5 0,4
CHOJNÓW	2024-07-10	37,1	21.04-22.05 22.08-09.09	32 19	1,9 0,9
GDAŃSK	2024-08-30	32,3	24.05-06.06 22.08-08.09	14 18	1,9 4,4
KROTOSZYN	2024-07-10	37,1	20.04-04.05 03-16.06 26.06-09.07 22.08-08.09 16-30.09	15 14 17 18 15	4,1 4,7 3,9 0,3 2,5
KRUCZ	2024-07-10	35,8	21.04-18.05 23.06-06.07 29.07-20.08 16-30.09	28 14 23 15	3,3 4,5 3,1 1.9
ŁĄCK	2024-07-10	37,0	26.04-28.05 16.07-04.08 15-30.09	33 20 16	4,3 4,7 2,5
PIWNICZNA	2024-07-10	32,2	07-21.05 22.08-08.09	15 18	2,7 0,0
STRZAŁOWO	2024-06-30	34,8	21.04-05.05 07-22.05 15-30.09	15 16 16	4,2 2,5 3,4
SUWAŁKI	2024-08-30	32,3	25.04-09.05 20.08-09.09 11-30.09	15 21 20	4,3 3,0 3,7
SZKLARSKA POR.	2024-08-14	32,8	26.04-17.05 13-26.07 20.08-08.09	22 14 20	2,7 1,3 4,7
ZAWADZKIE	2024-07-10	37,5	26.04-23.05 18.08-08.09	28 22	4,9 4,5



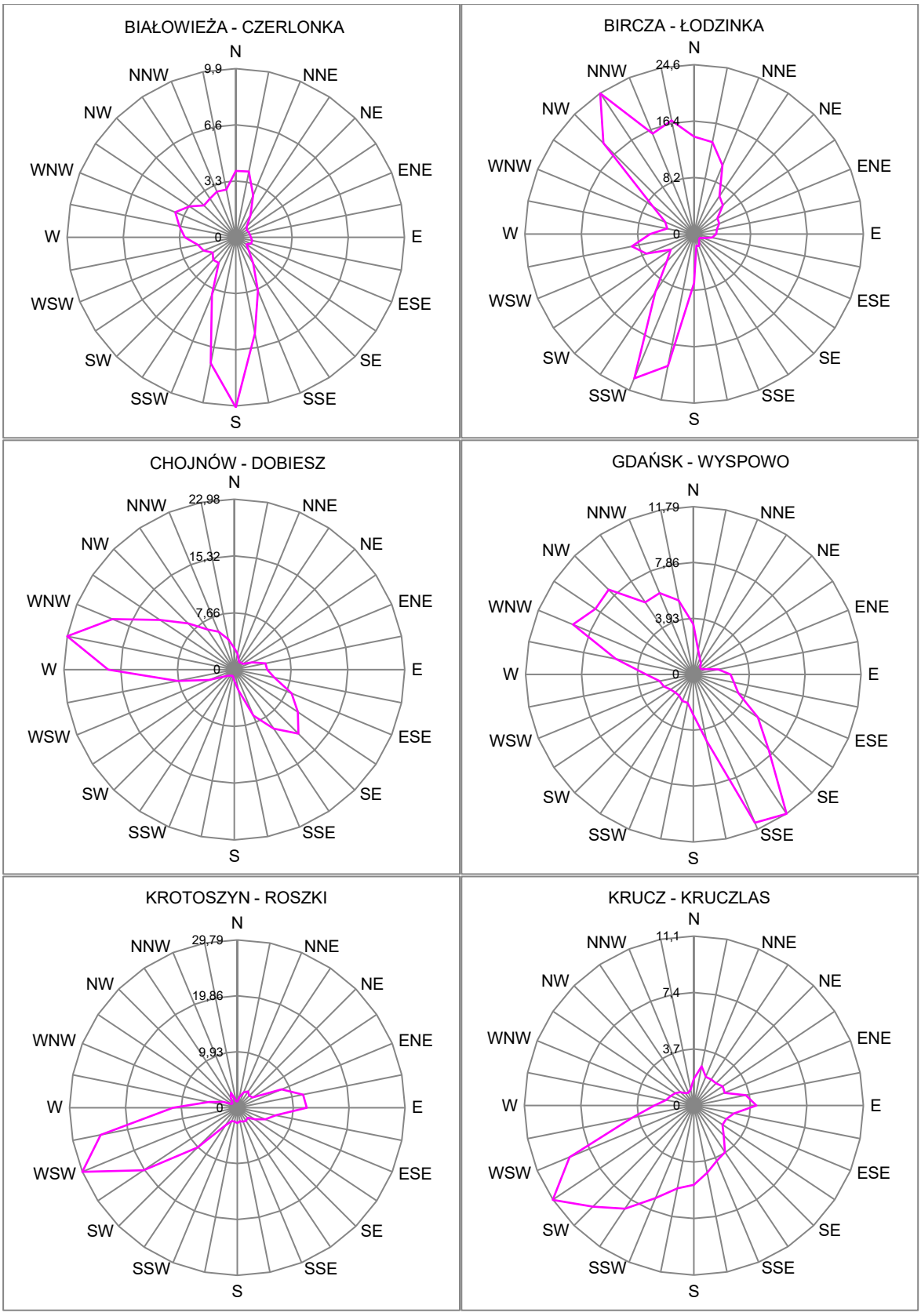
Rycina 10.1. Średnie dobowe i ekstremalne temperatury powietrza (na wys. 2 m nad ziemią) oraz dobowe sumy opadów atmosferycznych mierzone na stacjach meteorologicznych monitoringu lasu w 2024 r.



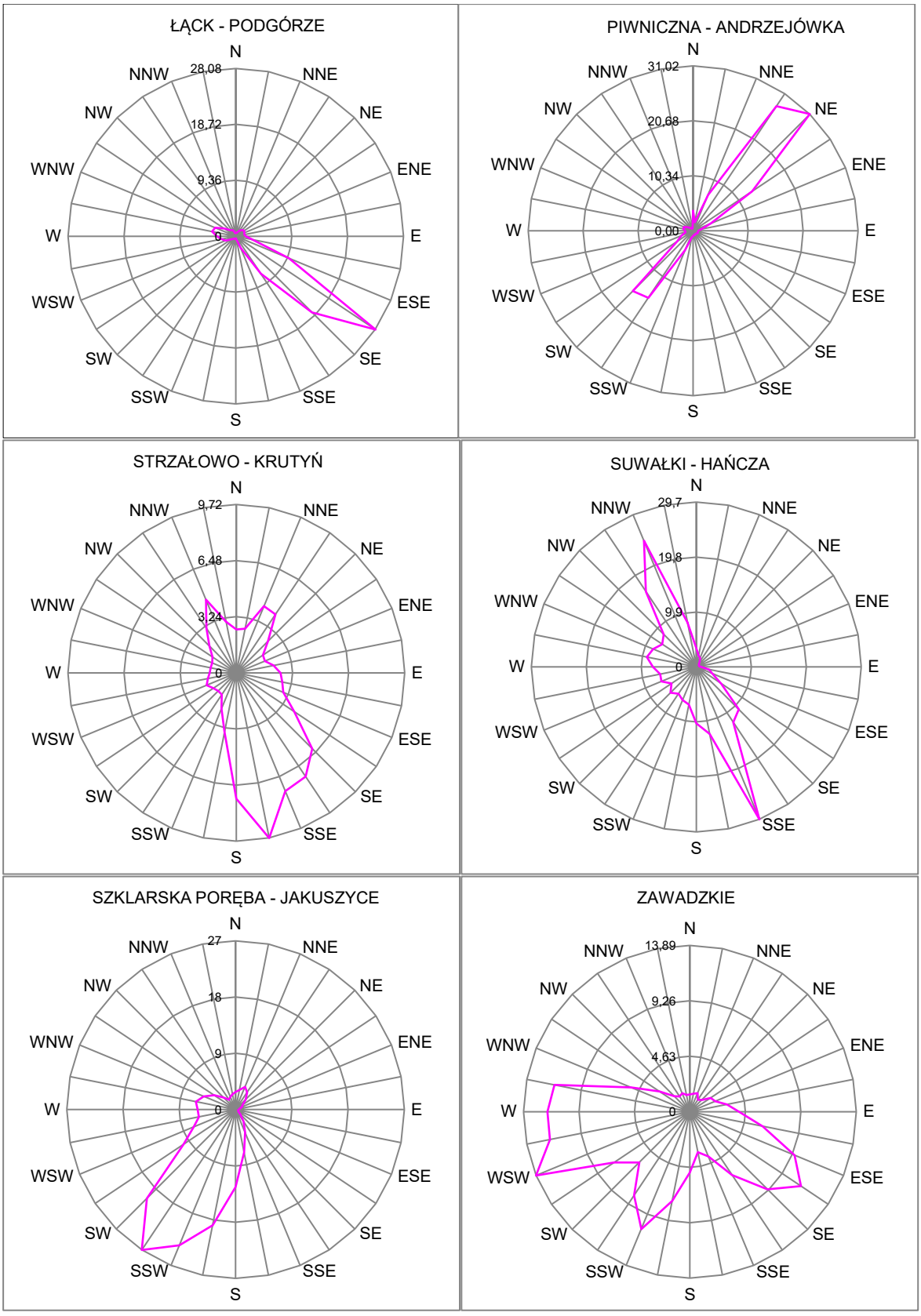
Rycina 10.2. Wilgotność względna powietrza na wysokości 2 m nad ziemią oraz całkowite promieniowanie padające, mierzone na stacjach meteorologicznych monitoringu lasu w 2024 r.



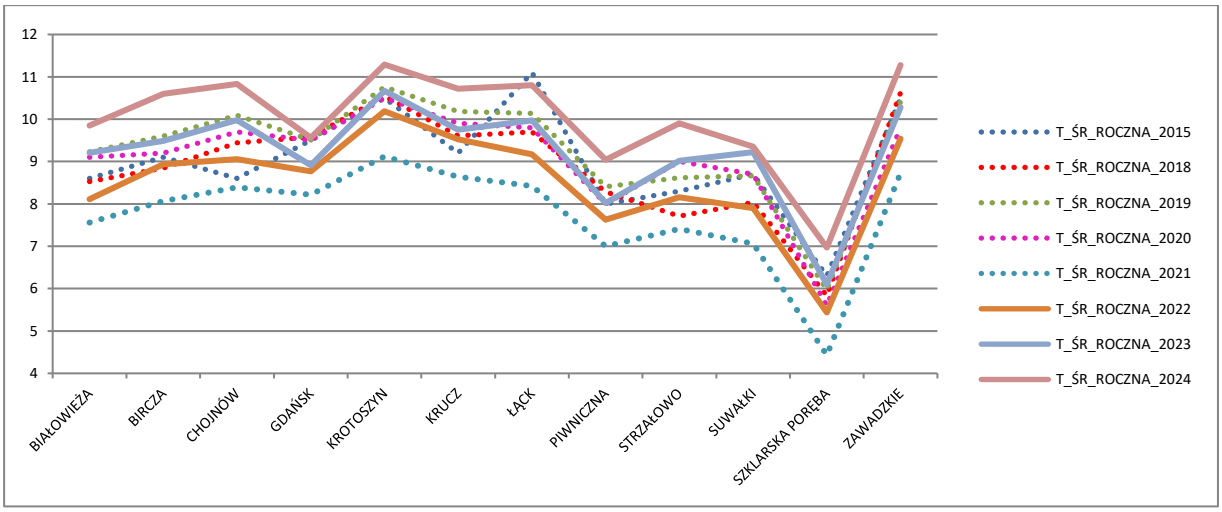
Rycina 10.3. Prędkość wiatru średnia dobowa i maksymalna oraz kierunek wiatru mierzone na stacjach meteorologicznych monitoringu lasu w 2024 r.



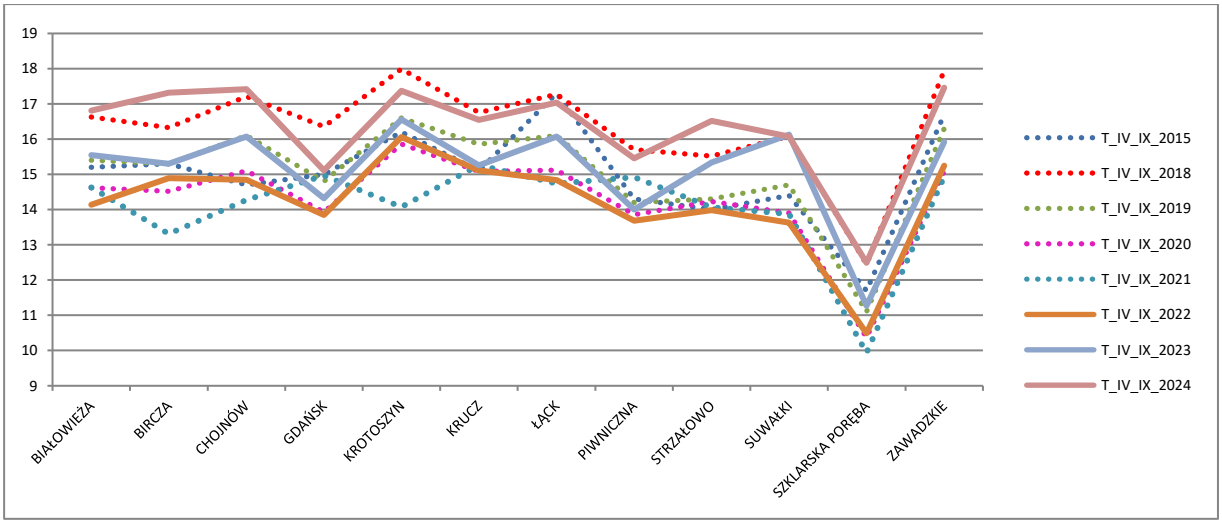
Rycina 10.4. Róża wiatrów mierzonych na automatycznych stacjach meteorologicznych MI w roku 2024.


ŁĄCK - PODGÓRZE
N
NNE
NE
ENE
E
ESE
SE
SSE
S
SSW
SW
WSW
W
WNW
NW
NNW
28,08
18,72
9,36
0
PIWNICZNA - ANDRZEJÓWKA
31,02
20,68
10,34
0,00
STRZAŁOWO - KRUTYŃ
9,72
6,48
3,24
0
SUWAŁKI - HAŃCZA
29,7
19,8
9,9
0
SZKLARSKA PORĘBA - JAKUSZYCE
27
18
9
0
ZAWADZKIE
13,89
9,26
4,63
0

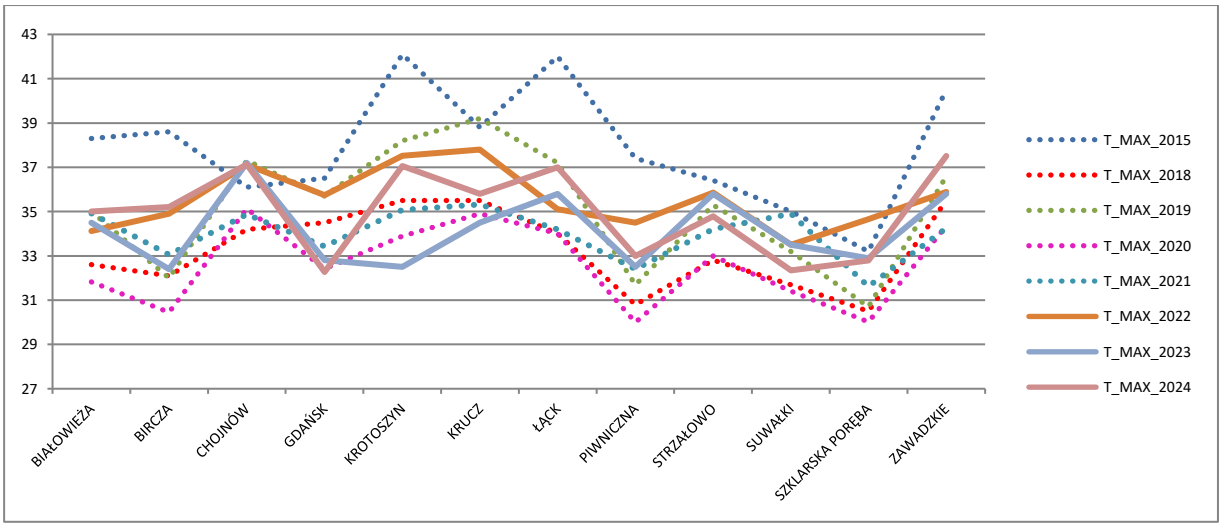
Rys. 10.4. cd



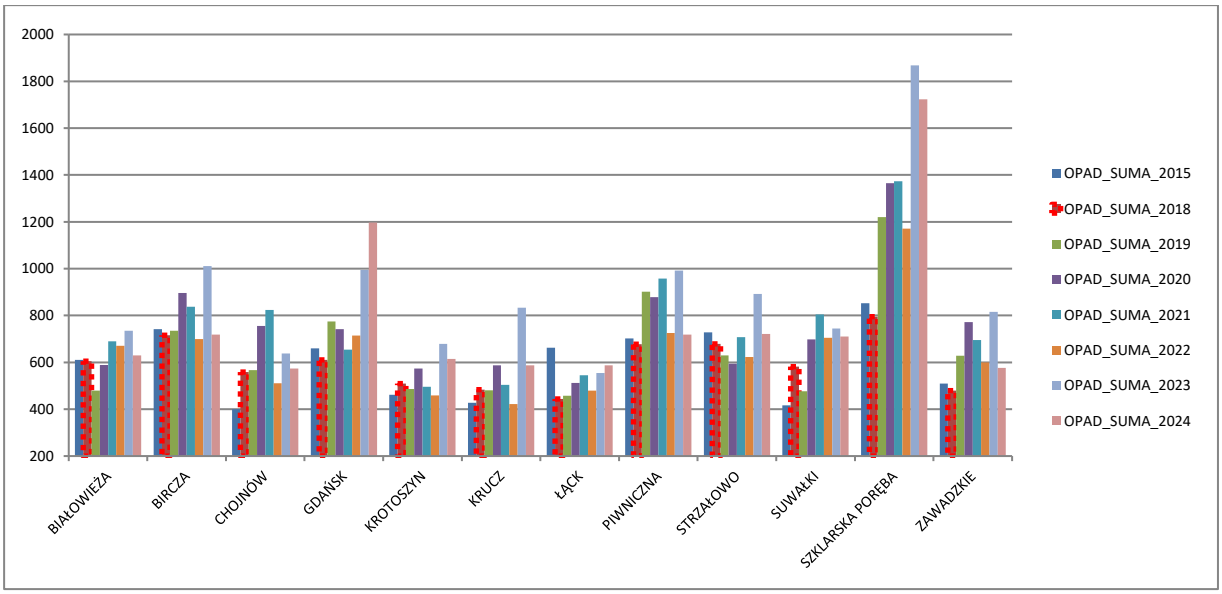
Rycina 10.5. Temperatury średnie roczne na stacjach MI w latach 2015-2024



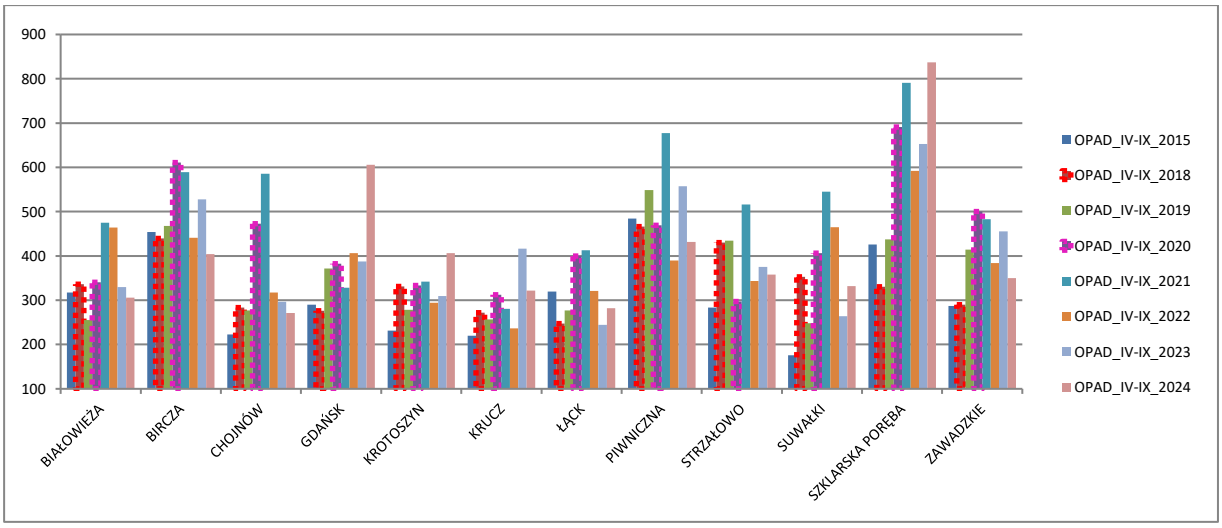
Rycina 10.6. Temperatury średnie okresu wegetacyjnego na stacjach MI w latach 2015-2024



Rycina 10.7. Temperatury maksymalne na stacjach MI w latach 2015-2024



Rycina 10.8. Sumy opadów rocznych na stacjach MI w latach 2015-2024



Rycina 10.9. Sumy opadów okresu wegetacyjnego na stacjach MI w latach 2015-2024

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

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 Dalekie Odległości – LRTAP (Posch i in., 2018), do 2030 roku spodziewane jest, że zagrożenie ekosystemów leśnych zakwaszaniem zmaleje przy pełnym wdrożeniu przepisów Dyrektywy w sprawie redukcji krajowych emisji niektórych rodzajów zanieczyszczeń atmosferycznych (tzw. Dyrektywy NEC). Przekroczenie ładunków krytycznych kwasowości może 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% (Posch 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_2 i tlenków azotu (NO_x) w porównaniu z aktywnością człowieka (Colvile 2004). Nowsze doniesienia 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_x nadal w ogromnym stopniu dominują nad naturalnymi (Lin 2012, US. EPA 2018). Emisje troposferyczne NO_x 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 2022 roku wyemitowano w Polsce do atmosfery 320 tys. ton dwutlenku siarki oraz 529 tys. ton tlenków azotu (wyrażone jako NO_2) (Mały Rocznik Statystyczny Polski 2024, GUS 2024). Na przestrzeni ponad 30 lat (1990-2022) emisje dwutlenku

siarki zmniejszyły się o 88% a tlenków azotu o 53% (Krajowy bilans emisji… 2024). Głównymi źródłami tlenków azotu są obecnie transport (33% emisji), przemysł energetyczny (21% emisji) oraz inne sektory (m.in. emisja z gospodarstw domowych) (20%). Podstawowym i niemal wyłącznym źródłem emisji SO_2 jest spalanie paliw stałych, głównie węgla w źródłach stacjonarnych (Krajowy bilans emisji… 2024).

W zakres badań jakości powietrza na Stałych Powierzchniach Obserwacyjnych Monitoringu Intensywnego wchodzą oznaczenia stężeń głównych zanieczyszczeń gazowych: dwutlenku siarki i dwutlenku azotu metodą pasywną z użyciem próbników dyfuzyjnych typu Amaya, z trietanoloaminą jako substancją aktywną (Krochmal i Kalina 1997a, 1997b). Próbniki eksponowane są w cyklach miesięcznych na otwartych przestrzeniach przyleśnych. Roczne i sezonowe stężenia obliczane są jako średnie ważone długością okresów ekspozycji próbników. Średnie miesięczne stanowią średnią arytmetyczną z pomiarów trzech próbników 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. próbniki 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_2 i SO_2,

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

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

11.1. Dwutlenek siarki

Średnie wartości stężeń dwutlenku siarki przedstawiono na rycinie 11.1. Podobnie jak w latach poprzednich, w grupie nadleśnictw zlokalizowanych w Polsce północno-wschodniej (Białowieża, Suwałki, Strzałowo i Gdańsk,) występowały niskie średnie roczne stężenia dwutlenku siarki (poniżej 0,7 μg m^{-3}). W Szklarskiej Porębie, Chojnowie, Piwnicznej, Kruczu i Łącku średnio w ciągu roku stężenie SO_2 wynosiło od 0,7 do 1,0 μg m^{-3}. Średnio rocznie notowano co najmniej 1,0 μg m^{-3} w nadleśnictwach Bircza, Krotoszyn i Zawadzkie (odpowiednio 1,0 μg m^{-3}, 1,1 μg m^{-3} i 1,5 μg m^{-3}. Stężenia szczególnie w Zawadzkiem, i Krotoszynie były istotnie wyższe niż na powierzchniach, gdzie notowano najniższe poziomy SO_2, tj. w Suwałkach, Strzałowie i Białowieży ($p \leq 0,05$, test Kruskala-Wallisa z wielokrotnym porównaniem średnich rang, tab. 11.2).

W porównaniu z rokiem 2023 średnie roczne stężenia SO_2 zmalały na większości powierzchni, z wyjątkiem Zawadzkiego, gdzie nastąpił wzrost aż o 22% po znaczącym spadku w roku 2023 w stosunku do roku 2022. Najbardziej znaczący spadek stężeń zanotowano w Suwałkach, Białowieży i Strzałowie, gdzie stężenie w 2024 roku spadło odpowiednio o 17%, 17% i 14% w porównaniu do wartości z roku poprzedniego oraz w Birczy i Krotoszynie, gdzie zmalało odpowiednio o 11% i 10%. Na pozostałych powierzchniach stężenia SO_2 stanowiły od 97% do 101% wartości notowanych w roku 2023. Ogólnie niski poziom stężenia SO_2 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 niską emisję gazowych zanieczyszczeń powietrza, w tym emisję dwutlenku siarki z zakładów szczególnie uciążliwych dla jakości powietrza (Rocznik Statystyczny Województw 2024), co znajduje odzwierciedlenie w jakości powietrza w lasach.

Miesięczne stężenia SO_2 na SPO MI mieściły się w przedziale 0,2–3,0 μg m^{-3}. Rozkład stężeń w kolejnych miesiącach roku (ryc. 11.2) wykazuje bardzo niewielkie różnice między miesiącami okresu zimowego a letniego, wynikające z różnic temperatury i użycia paliw grzewczych emitujących związki siarki w chłodnej porze roku. W okresie zimowym podwyższone stężenia SO_2 występowały przeważnie w lutym, marcu i kwietniu (mediana odpowiednio 1,0 μg m^{-3} i 1,1 μg m^{-3} i 1,0 μg m^{-3}), przy średnich stężeniach miesięcznych w całym okresie zimowym od października do marca między 0,2 μg m^{-3} a 3,0 μg m^{-3} i medianie dla okresu zimowego wynoszącej 0,8 μg m^{-3}.

W miesiącach letnich od kwietnia do września wartości miesięczne minimalne wynosiły 0,2 μg m^{-3}, maksymalne 2,5 μg m^{-3}, a mediana dla okresu 0,8 μg m^{-3}.

Podobnie jak w roku 2023, nie zaobserwowano typowej w innych latach zależności między stężeniami SO_2 a średnią temperaturą powietrza.

Rozkład miesięcznych stężeń SO_2 na powierzchniach SPO MI przedstawia rycina 11.3. Według średnich za okres zimowy stężenia układały się w porządku malejącym dla nadleśnictw:

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

Średnie sezonu letniego układały się w porządku malejącym:

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

Mediany stężeń miesięcznych okresów w sezonach letnich i zimowych nie różniły się dla SPO MI, z wyjątkiem Birczy (tab.11.1).

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_2 ze względu na ochronę roślin dla roku kalendarzowego i pory zimowej (okres od 1 października do 31 marca) na poziomie 20 μg m^{-3}. Średnie roczne stężenia SO_2 na SPO MI zawierały się w granicach od 0,52 do 1,50 μg m^{-3}, co stanowiło od 3% do 8% wartości dopuszczalnej. W porze zimowej zakres stężeń wynosił od 0,51 μg m^{-3} do 1,66 μg m^{-3}, tj. od 3% do 8% wartości dopuszczalnej, nie stwierdzono zatem stężeń stwarzających bezpośrednie zagrożenie dla ochrony roślin.

11.2. Dwutlenek azotu

Średnie wartości stężeń dwutlenku azotu na SPO MI przedstawiono na rycinie 11.4. Po okresie spadków stężeń w roku 2019 i 2020 i wzroście w roku 2022 (o 8–24%), stężenia pozostały na względnie stabilnym poziomie w stosunku do roku poprzedzającego, z przewagą tendencji spadkowych. Na trzech powierzchniach (Zawadzkie, Suwałki i Chojnów) nastąpił niewielki wzrost stężeń o 1% - 6% w stosunku do roku 2023. Na pozostałych dziewięciu zaobserwowano niewielki spadek stężeń (od 3 do 10%). W 2024 roku średnie roczne stężenia NO_2 stanowiły od 90 do 106% wartości z roku 2023. Warto zaznaczyć, że stężenia NO_2 w ostatnich latach – choć podlegają fluktuacjom – pozostają na względnie stałym poziomie. W ośmioletnim okresie (2017–2024) bilans zmian przeważnie nie był większy niż 10% – ze wzrostami obserwowanymi na trzech powierzchniach: w Chojnowie, Kruczu i Suwałkach, w tym

w Suwałkach aż o 14%. Największe spadki w tym okresie odnotowano w górach i na pogórzu: w Birczy (o 18%) i Szklarskiej Porębie (o 13%).

Powierzchnie SPO MI istotnie różniły się pod względem stężeń NO_2. Szereg istotnych różnic wystąpił pomiędzy stężeniami NO_2 w grupie powierzchni o wysokim zanieczyszczeniu tlenkami azotu: Chojnowie, Łącku, Zawadzkiem i Krotoszynie (rejony Polski centralnej i zachodniej), 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. 11.2). Podobnie jak w poprzednich latach badań, w nadleśnictwach Polski północnej i północno-wschodniej: Białowieża (3,0 μg m^{-3} rok^{-1}), Strzałowo (3,2 μg m^{-3} rok^{-1}), Suwałki (4,1 μg m^{-3} rok^{-1}) i Gdańsk (4,3 μg m^{-3} rok^{-1}), a także w rejonach podgórskich i górskich: Bircza, Piwniczna i Szklarska Poręba (odpowiednio 3,0, 3,3 i 3,4 μg m^{-3} rok^{-1}) występowały średnio rocznie niższe stężenia NO_2 niż w Krotoszynie, Zawadzkiem, Łącku i Chojnowie (od 6,0 do 10,4 μg m^{-3} rok^{-1}).

Podobnie jak w poprzednich latach najwyższe średnie roczne stężenia NO_2 występowały w rejonach Polski centralnej: w Chojnowie (10,4 μg m^{-3}) i Łącku (7,1 μg m^{-3}) oraz Polski zachodniej w Krotoszynie (6,0 μg m^{-3}) i południowej w Zawadzkiem (6,6 μg m^{-3}). Punkt pomiarowy w Chojnowie jest zlokalizowany w pobliżu drogi wojewódzkiej nr 873 i drogi krajowej nr 79, w odległości około 20 km w kierunku południowym od aglomeracji warszawskiej, stąd poziom stężeń 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 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 (NO_x) przyczyniają się głównie procesy spalania paliw, znaczącym źródłem NO_x w powietrzu może być również emisja z gleb (Fowler i in. 2015). W Wielkopolsce, gdzie całkowite zużycie mineralnych nawozów azotowych oraz zużycie nawozów mineralnych jest najwyższe w Polsce oraz przy intensywnej produkcji zwierzęcej (Rocznik Statystyczny Rolnictwa GUS 2024), wysokie stężenia NO_2 na terenach Nadleśnictwa Krotoszyn można tłumaczyć emisją z gleb, wtórnymi procesami utleniania w powietrzu amoniaku pochodzenia rolniczego oraz natężeniem procesów spalania w sektorze rolniczym oprócz lokalnych źródeł przemysłowych.

Średnie miesięczne stężenia dwutlenku azotu wahały się w granicach od 1,5 do 14,4 μg m^{-3} i wykazywały sezonowość. Na większości powierzchni obserwowano istotną ($p \leq 0,05$) ujemną zależność stężenia NO_2 i temperatury: ze spadkiem temperatury wzrastało średnie miesięczne stężenie NO_2.

Wysokie miesięczne stężenie NO_2 obserwowano w Chojnowie przez cały rok, a szczególnie od września do grudnia i w styczniu (od 11,4 do 14,4 μg m^{-3} m-c^{-1}). W okresie zimowym wartości przekraczające 9 – 10 μg m^{-3} m-c^{-1} były częste również w Zawadzkiem i Łącku (ryc. 11.5, 11.6). Z kolei stężenia niższe niż 3 μg m^{-3} m-c^{-1} były notowane niemal wyłącznie w okresie letnim w Strzałowie i Białowieży i rzadziej w Suwałkach i Gdańsku 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 i Chojnowa (tab. 11.1).

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

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

Stężenia średnie dla okresu zimowego (styczeń-marzec i październik-grudzień) były od 1,1 do 2,6 razy wyższe niż dla okresu letniego. Układały się w porządku malejącym:

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

Średnie wartości stężeń NO_2 wynosiły w roku 2024 od 3,0 do 10,4 μg m^{-3} rok^{-1}, tj. odpowiednio od 10 do 35% 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^{-3}.

11.3. Depozycja gazowych związków siarki i azotu

Na podstawie średnich stężeń rocznych i sezonowych oszacowano ładunek N i S, jaki był deponowany na SPO MI w 2024 roku (ryc. 11.7). Obliczenia wykonano przyjmując za Thimonier i in. (2005), że prędkość osadzania SO_2 dla powierzchni leśnych wynosi 8 mm s^{-1}, zaś za Rihm (1996), że prędkość osadzania NO_2 dla drzewostanów liściastych wynosi 3 mm s^{-1} i 4 mm s^{-1} dla drzewostanów iglastych.

Gazowa depozycja siarki wyniosła w nadleśnictwach Polski północno-wschodniej: Strzałowie, Białowieży, Suwałkach i Gdańsku 0,7 – 0,8 kg S ha^{-1} rok^{-1}. W Polsce centralnej w Chojnowie i Łącku, w Wielkopolsce w Kruczu, w Sudetach w Szklarskiej Porębie oraz w Beskidzie w Piwnicznej wynosiła 0,9 – 1,2 kg S ha^{-1} rok^{-1}, w Birczy i Krotoszynie 1,3 – 1,4 kg S ha^{-1} rok^{-1}, a w Zawadzkiem aż 1,9 kg S ha^{-1} rok^{-1}.

Najmniejszą depozycję azotu – 0,9 kg ha^{-1} rok^{-1} – odnotowano Birczy, w rejonie podkarpackim, a dość niską również w Gdańsku, Białowieży i Strzałowie w Polsce północno-wschodniej oraz w Karpatach w Piwnicznej i Sudetach w Szklarskiej Porębie: 1,1 – 1,3 kg N ha^{-1} rok^{-1}. W Suwałkach odnotowano depozycję 1,6 kg N ha^{-1} rok^{-1}. Pośrednie ilości: 1,7 – 1,8 kg N ha^{-1} rok^{-1} – otrzymały powierzchnie w Kruczu i Krotoszynie. W Łącku depozycja wyniosła 2,0 kg N ha^{-1} rok^{-1}, w Zawadzkiem 2,5 kg N ha^{-1} rok^{-1}, a najwyższa była w Chojnowie: 4,0 kg N ha^{-1} rok^{-1}.

Od 53 do 71% rocznej depozycji N oraz od 43 do 63% depozycji S przypadało na okres zimowy.

11.4. Podsumowanie

Wśród powierzchni monitoringu intensywnego można wyodrębnić trzy grupy różniące się sumarycznym obciążeniem zanieczyszczeniami gazowymi. Łączna depozycja siarki i azotu z atmosfery jest niska w nadleśnictwach Polski północnej i północno-wschodniej, tj. w Białowieży, Gdańsku, Strzałowie i Suwałkach (1,8–2,3 kg N+S ha^{-1} 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 2023). 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 położna 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 również wyróżniają się dość niskimi wartościami sumarycznej depozycji N-NO_2 i S-SO_2 (2,1 – 2,4 kg N+S ha^{-1} rok^{-1}). W województwie podkarpackim, na terenie którego położona jest SPO MI Bircza, ogólna emisja SO_2 i NO_x z zakładów szczególnie uciążliwych jest kilkukrotnie

niższa niż w województwach mazowieckim, wielkopolskim i opolskim, gdzie zlokalizowane są SPO MI z grupy o wyższym poziomie zanieczyszczeń (Rocznik statystyczny województw 2024). Stosunkowo wysokiej – na tle licznych SPO MI – depozycji SO_2 w Birczy towarzyszyła szczególnie niska depozycja NO_2. 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 oraz w Łącku obciążenie sumarycznym ładunkiem zanieczyszczeń gazowych było pośrednie i wyniosło odpowiednio 2,9, 3,2 i 3,3 kg N+S ha^{-1}.

Sumaryczna depozycja gazowa przeważnie nieco zmniejszyła się w stosunku do roku 2023 na większości SPO MI, z wyjątkiem Zawadzkiego, gdzie wzrosła o 12% i Chojnowa, gdzie pozostawała na tym samym poziomie.

Od lat najbardziej obciążone zanieczyszczeniami atmosferycznymi są SPO w Zawadzkiem i w Chojnowie. W roku 2024 depozycja wynosiła tam odpowiednio 4,4 i 5,0 kg N+S ha^{-1}. W Chojnowie za wysoki depozyt gazowy ($N\text{-}NO_2 + S\text{-}SO_2$) 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. 26,8% zatrzymanych zanieczyszczeń gazowych w 2023 roku w zestawieniu ze średnią dla Polski 74,1% (Rocznik statystyczny województw 2024).

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. Przekroczenia ładunków oszacowane dla roku 2020 wskazują, że w tych rejonach kraju zagrożenie dla ekosystemów ze strony zanieczyszczeń powietrza siarką i azotem utrzyma się nawet po wdrożeniu ustaleń zrewidowanego Protokołu z Göteborga (Slootweg i in. 2014, Geupel i in. 2022). Według scenariuszy dla roku 2030 przekroczenia ładunków krytycznych kwasowości nadal będą dotyczyć niektórych zachodnio-centralnych

rejonów Polski (1-3% obszarów ekosystemów), natomiast zagrożenie eutrofizacją na dużym obszarze kraju nie zniknie nawet do 2050 roku, obejmując w zależności od scenariusza od 10% do 49% obszarów ekosystemów (Geupel i in. 2022).

LITERATURA

Colvile, 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 SO2 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 NOx 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.

Geupel, M., Loran, C., Scheuschner, T., Wohlgemuth, L. (2022) CCE Status Report 2022. Coordination Centre for Effects (CCE), German Environment Agency, Dessau, Germany.

Krajowy bilans emisji SO2, NOx, CO, NH3, NMLZO, pyłów, metali ciężkich i TZO za lata 1990-2022. Raport syntetyczny (2024), Ministerstwo Klimatu i Środowiska. Instytut Ochrony Środowiska – Państwowy Instytut Badawczy, Krajowy Ośrodek Bilansowania i Zarządzania Emisjami, Warszawa. [dostęp: 7 maja 2025 r.] https://www.kobize.pl/uploads/materialy/materialy_do_pobrania/krajowa_inwentaryzacja_emisji/Bilans_emisji_raport_syntetyczny_2022.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 2024, Główny Urząd Statystyczny, Warszawa 2024 [dostęp: 7 maja 2025] https://stat.gov.pl/download/gfx/portalinformacyjny/pl/defaultaktualnosci/5515/1/26/1/maly_rocznik_statystyczny_polski_15_10_2024_korekta.pdf

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: 8 maja 2025]

https://unece.org/sites/default/files/datastore/fileadmin/DAM/env/documents/2018/Air/EMEP/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 2024, Główny Urząd Statystyczny, Zakład Wydawnictw Statystycznych, Warszawa 2024 [dostęp: 8 maja 2025] https://stat.gov.pl/download/gfx/portalinformacyjny/pl/defaultaktualnosci/5515/6/18/1/rocznik_statystyczny_rolnictwa_2024_2.pdf

Rocznik Statystyczny Województw 2024, Główny Urząd Statystyczny, Zakład Wydawnictw Statystycznych, Warszawa 2024 [dostęp: 8 maja 2025] https://stat.gov.pl/download/gfx/portalinformacyjny/pl/defaultaktualnosci/5515/4/19/1/rocznik_statystyczny_wojewodztw_2024.pdf

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

StatSoft, Inc. (2011). STATISTICA (data analysis software system), version 10. www.statsoft.com.

Thimonier, A., Schmitt, M., Waldner, P., & Rihm, B. (2005). Atmospheric Deposition on Swiss Long-Term Forest Ecosystem Research (LWF) Plots. Environmental Monitoring and Assessment, 104(1-3), 81–118.

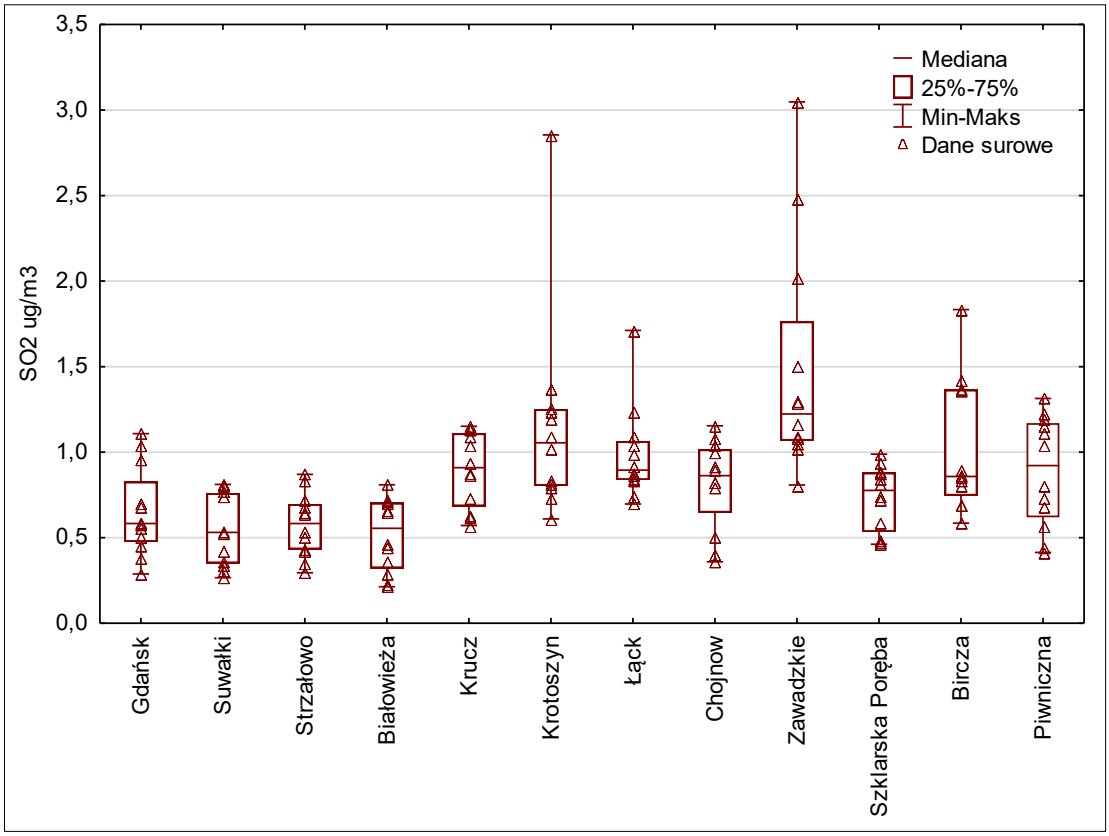
US. EPA. (2018). Data from the 2014 National Emissions Inventory, Version 2. Accessed 2018. https://www.epa.gov/air-emissions-inventories/2014-national-emissions-inventory-nei-data.

Tabela 11.1. Wyniki testu Manna Whitneya dla średniego stężenia SO_2 i NO_2 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

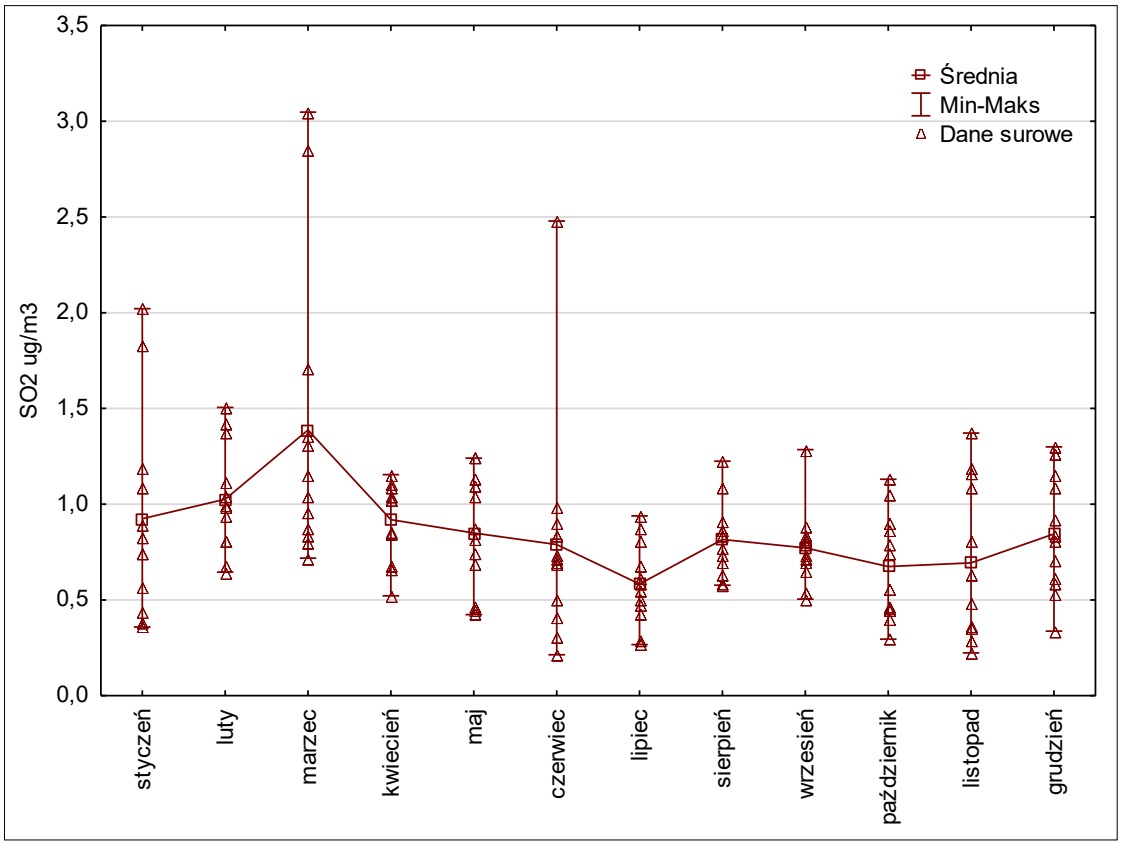
Nadleśnictwo	SO_2		NO_2	
	wartość statystyki U	p dla prób o małej liczebności	wartość statystyki U	p dla prób o małej liczebności
Gdańsk	10	0,2403	0	***0,0022***
Suwałki	10	0,2403	7	0,0931
Strzałowo	11	0,3095	0	***0,0022***
Białowieża	13	0,4848	0	***0,0022***
Krucz	15	0,6991	1	***0,0043***
Krotoszyn	6	0,0649	0	***0,0022***
Łąck	13	0,4848	0	***0,0022***
Chojnow	18	1,0000	12	0,3939
Zawadzkie	9	0,1797	0	***0,0022***
Szklarska Poręba	16	0,8182	0	***0,0022***
Bircza	2	***0,0087***	0	***0,0022***
Piwniczna	9	0,1797	0	***0,0022***

Tabela 11.2. Istotność różnic (p≤0,05) stężeń gazowych zanieczyszczeń powietrza między powierzchniami SPO MI. Wyniki testu ANOVA Kruskala-Wallisa

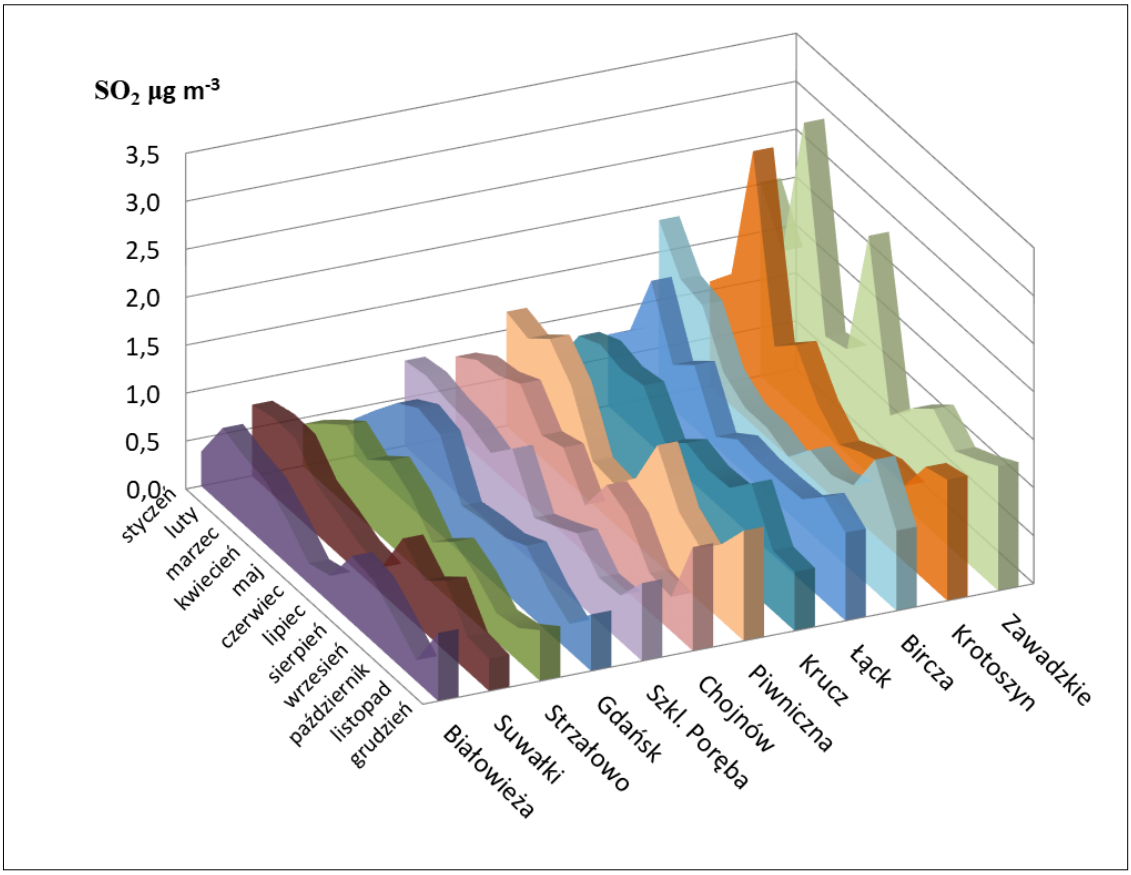
Test Kruskala-Wallisa:	NO_2 H (11, N=144) = 75,87 p =,0000		p dla porównań dwustronnych	SO_2 H (11, N=144) = 62,35 p =,0000		p dla porównań dwustronnych
	Chojnow	Gdańsk	***0,0084***	Krotoszyn	Suwałki	***0,0122***
	Chojnow	Suwałki	***0,0006***	Krotoszyn	Strzałowo	***0,0197***
	Chojnow	Strzałowo	***0,0032***	Krotoszyn	Białowieża	***0,0043***
	Chojnow	Białowieża	***0,0000***	Zawadzkie	Gdańsk	***0,0014***
	Chojnow	Krucz	***0,0000***	Zawadzkie	Suwałki	***0,0000***
	Chojnow	Szklarska Poręba	***0,0370***	Zawadzkie	Strzałowo	***0,0001***
	Chojnow	Bircza	***0,0000***	Zawadzkie	Białowieża	***0,0000***
	Chojnow	Piwniczna	***0,0000***	Zawadzkie	Szklarska Poręba	***0,0384***
	Łąck	Strzałowo	***0,0084***	Łąck	Suwałki	***0,0391***
	Łąck	Białowieża	***0,0023***	Łąck	Białowieża	***0,0148***
	Łąck	Szklarska Poręba	***0,0213***	Bircza	Białowieża	***0,0332***
	Łąck	Bircza	***0,0027***			
	Łąck	Piwniczna	***0,0098***			
	Zawadzkie	Białowieża	***0,0201***			
	Zawadzkie	Bircza	***0,0234***			
	Krotoszyn	Białowieża	***0,0398***			
	Krotoszyn	Bircza	***0,0459***			



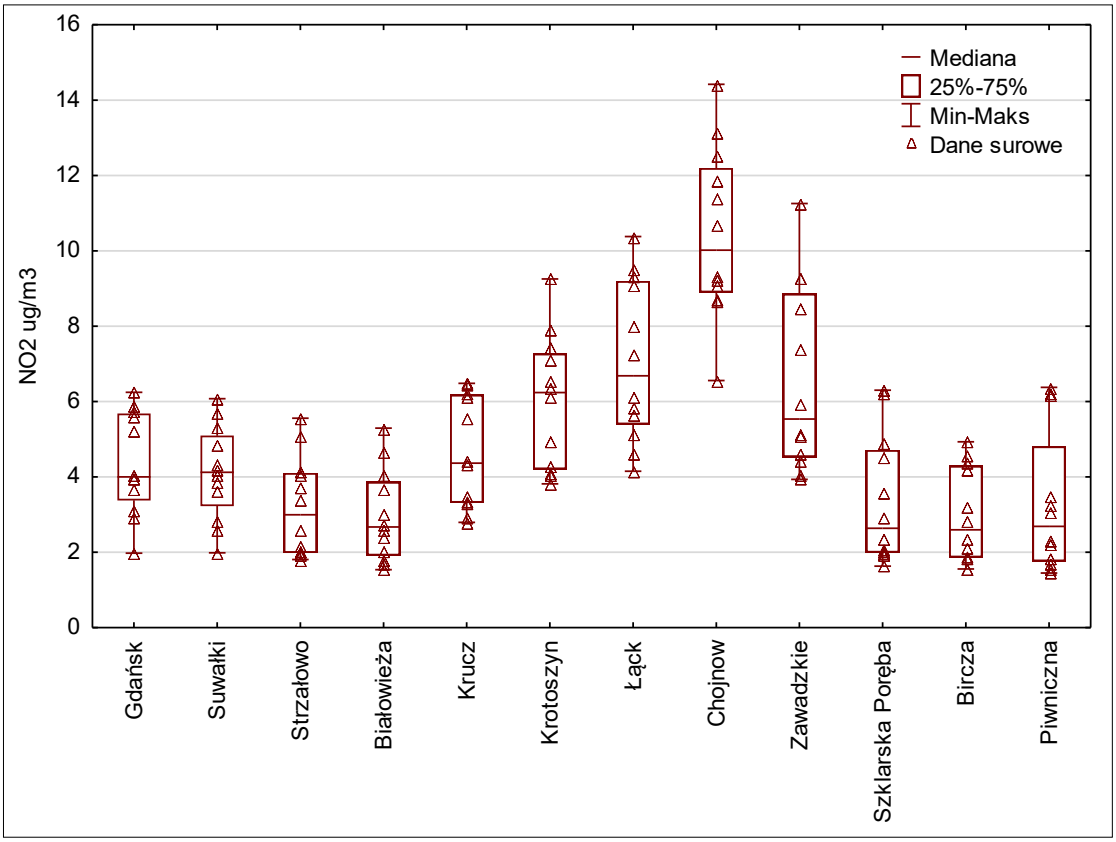
Rycina 11.1. Stężenie dwutlenku siarki w powietrzu: średnie, minima i maksima z poszczególnych miesięcy 2024 r. na SPO MI.



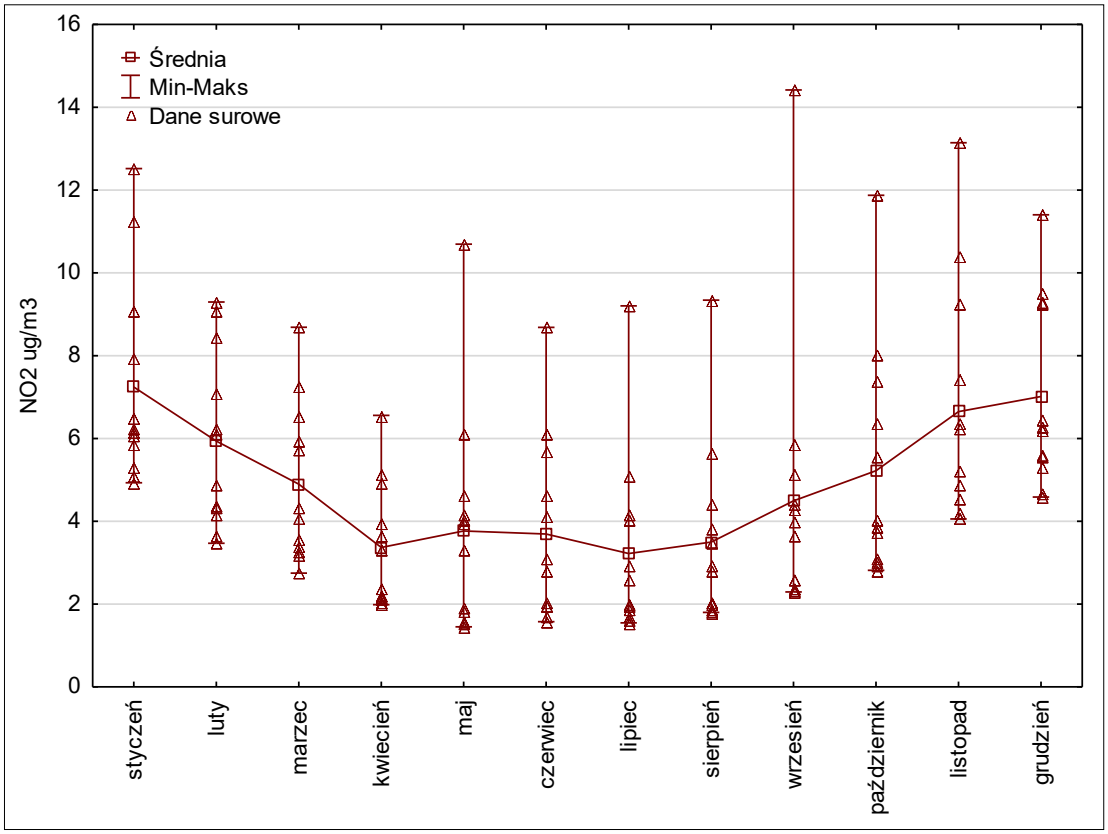
Rycina 11.2. Mediana oraz rozstęp stężenia SO_2 na SPO MI dla poszczególnych miesięcy 2024 r.



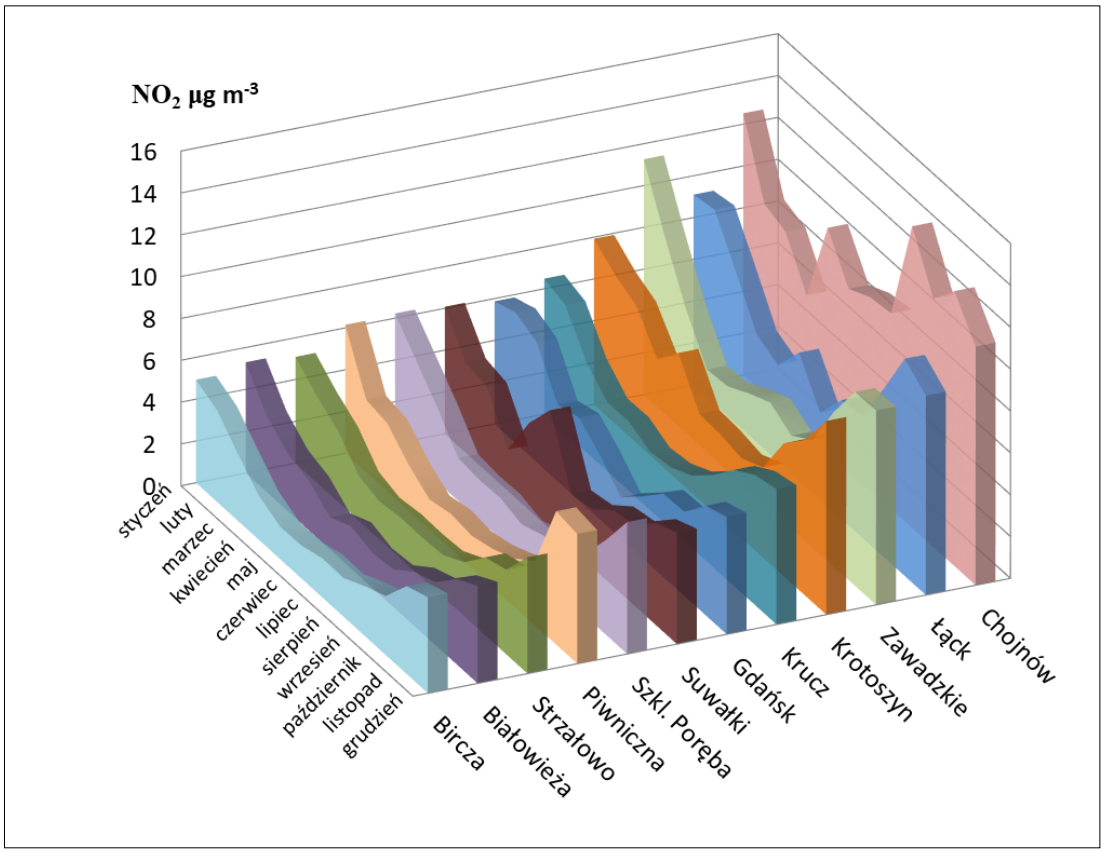
Rycina 11.3. Roczny przebieg stężenia SO_2 w powietrzu na powierzchniach SPO MI w 2024 r.



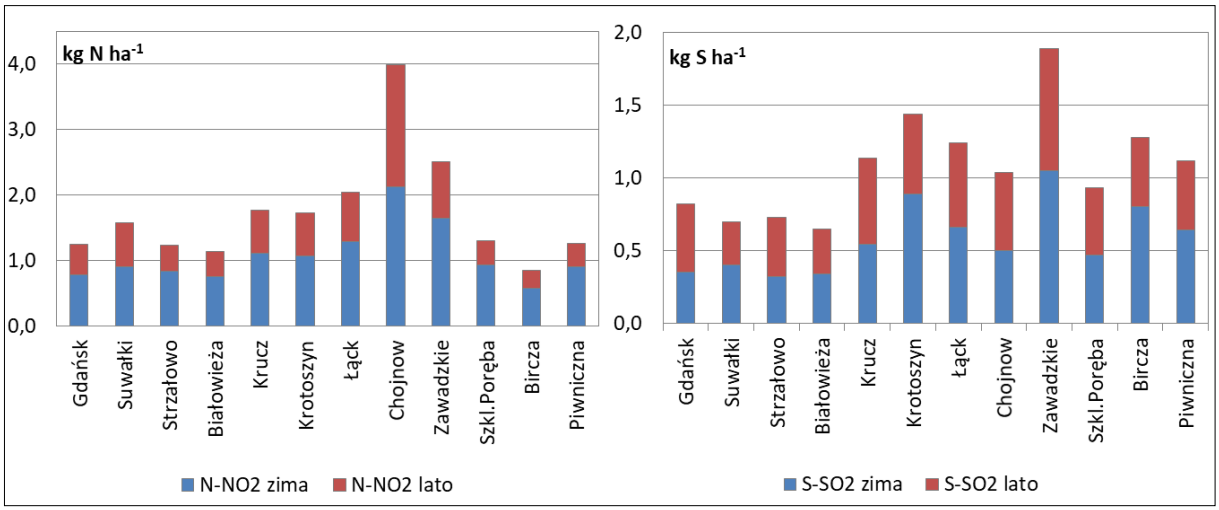
Rycina 11.4. Stężenie dwutlenku azotu w powietrzu: średnie, minima i maksima z poszczególnych miesięcy 2024 r. na SPO MI.



Rycina 11.5. Mediana oraz rozstęp stężenia NO_2 na SPO MI w poszczególnych miesiącach 2024 r.



Rycina 11.6. Roczny przebieg stężenia NO_2 w powietrzu na powierzchniach SPO MI w 2024 r.



Rycina 11.7. Szacunkowy roczny depozyt azotu w formie NO_2 i siarki w formie SO_2 na powierzchniach monitoringu intensywnego w 2024 r.

12. WIELKOŚĆ DEPOZYTU WNOSZONEGO Z OPADAMI ATMOSFERYCZNYMI W 2024 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 Chojnów), 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^3 z lejkami o powierzchni chwytnej 201 cm^2. Na dnie lejków umieszczone są plastikowe siateczki o średnicy oczek 1 mm^2, 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, próbniki zastępowane są wiadrami z polipropylenu o pojemności około 10 dm^3 i powierzchni chwytnej 531 cm^2. 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^{-1} oraz $mol_c\ ha^{-1}$ w jednostce czasu (miesiąc, sezon, rok). Wyrażenie stężeń i depozycji w ujęciu molowym pozwala na analizę relacji kwasowo-zasadowych w opadach,

docierających do koron drzew. Stężenia miesięczne wyznaczono z trzech równoległych próbek jako średnie arytmetyczne ważone objętością opadu. Średnie pH otrzymano na podstawie stężeń H^+, obliczonych z przekształcenia wzoru:

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

W celu oceny różnic między poszczególnymi powierzchniami pod względem wielkości opadów, ich odczynu, pojemności zobojętniania kwasów ANC oraz depozytów głównych składników (Ca, Mg, Na, K, Cl^-, NO_3^-, SO_4^{2-}, NH_4^+, Al, Fe, Mn, 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).

12.1. 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 chemizmu opadów jest przewodność elektrolityczna właściwa (EC), będąca pośrednio miarą ogólnej zawartości zdysocjowanych soli. Przewodność opadów osiągała średnio rocznie od 8,7 do 23,0 μS cm^{-1}. Miesięczne wahania wynosiły od 3,9 μS cm^{-1} do 62,7 μS cm^{-1}, najniższą wartość odnotowano w Birczy w sierpniu (opad 75 mm) a maksymalną w maju w Chojnowie (opad 15 mm). Wzorem lat poprzednich obserwowano tendencję do występowania wyższych wartości przewodności w okresach większych sum opadów.

Mediany, rozstęp ćwiartkowy oraz minima i maksima średnich wartości miesięcznych przewodności i stężeń podstawowych składników w opadach w mg dm^{-3} zilustrowano na rycinie 12.1.

12.2. Depozycja roczna

Roczny depozyt jonów: azotu całkowitego, jonów wodorowych, chlorków, siarki w formie siarczanu (VI), wapnia, sodu, potasu, magnezu, żelaza, glinu, manganu i metali ciężkich mieścił się w granicach od 14,9 do 33,0 kg ha^{-1} (tab. 12.1). Zmiany w stosunku do roku 2023 wyniosły od -28% do 21%. Depozycja w Białowieży po wzroście o 53% w roku 2023 w stosunku do roku 2022 spadła w 2024 roku o 28%, głównie za sprawą azotu całkowitego, którego depozycja zmniejszyła się o 2,6 kg ha^{-1} rok^{-1}. Na powierzchniach obszarów górskich: w Szklarskiej Porębie i Birczy sytuacja była podobna: po wzrostach depozycji w roku 2023, rok 2024 przyniósł spadki

o odpowiednio 22% i 24%. w Gdańsku, Suwałkach i Zawadzkiem po kilkunastoprocentowych wzrostach w roku 2023, depozycja zmalała o niemal tyle samo punktów procentowych (16%) w roku 2024. Na pozostałych powierzchniach (Krucz, Chojnów, Łąck i Piwniczna) depozycja zmieniła się od -5% do 8% w stosunku do roku 2023. Wzrost aż o 21% odnotowano w Krotoszynie, głównie za przyczyną azotu całkowitego.

Opady wniosły niską ilość jonów w nadleśnictwach Strzałowo, Piwniczna, Bircza i Białowieża (14,9–17,9 kg ha^{-1} rok^{-1}). Suma rocznej depozycji na pozostałych SPO MI z wyjątkiem Gdańska wynosiła od 21,3 kg ha^{-1} rok^{-1} do 27,5 kg ha^{-1} rok^{-1}. W Gdańsku depozyt był najwyższy i wynosił 33,0 kg ha^{-1} rok^{-1}. Na tak wysoką depozycję – wynikającą głównie z dużej sumy rocznej opadów i z cyrkulacji mas powietrza – w Gdańsku składały się przede wszystkim jony Cl^- i Na pochodzenia przeważnie morskiego, stanowiące aż 40% rocznej depozycji. Na pozostałych powierzchniach ich udział wahał się od 15% do 27% depozycji.

Suma depozycji w okresie zimowym stanowiła od 37 do 57% depozycji rocznej (ryc. 12.2). Na większości powierzchni depozycja zimowa była wyższa niż w okresie letnim. Na miesiące zimowe przypadało od 28% do 52% sumy rocznej opadu.

Pomiędzy SPO MI wystąpiły istotne różnice szczególnie w depozycji jonu Cl^- i Na (tab. 12.2). W Gdańsku składniki pochodzenia morskiego (Na i Cl^-) były deponowane w istotnie wyższych ilościach niż w częściach kraju bardziej oddalonych od wpływów morskich: w nadleśnictwach Chojnów, Białowieża, Strzałowo i Zawadzkie, czy w drzewostanach górskich (Bircza, Piwniczna). Ponadto zaznaczyły się różnice pod względem depozycji ANC między Zawadzkiem a Chojnowem, w którym opady charakteryzowały się większą pojemnością zobojętniania kwasów, tj. przewagą jonów mocnych zasad nad mocnymi kwasami niż na Śląsku (Zawadzkie).

12.3. Depozyt pierwiastków śladowych

Sumaryczny depozyt pierwiastków śladowych, tj. żelaza, manganu, glinu oraz metali ciężkich: cynku, miedzi, kadmu i ołowiu w kg ha^{-1}, wynosił od 0,8 do 1,8% depozytu rocznego wszystkich składników. Na metale ciężkie, wśród których ilościowo dominował cynk, przypadło od 0,5 do 0,9% depozytu rocznego, tj. od 0,11 do 0,20 kg ha^{-1} rok^{-1}. Największe ilości metali ciężkich zanotowano na SPO MI w Szklarskiej Porębie i Gdańsku (0,18 – 0,20 kg ha^{-1} rok^{-1}). Na powierzchniach w Łącku, Zawadzkiem, Kruczu, Krotoszynie i Suwałkach depozycja metali ciężkich wahała się od 0,15 do 0,16 kg ha^{-1} rok^{-1}. w Białowieży, Piwnicznej, Birczy i Chojnowie zostało zdeponowane 0,13 – 0,14 kg ha^{-1} rok^{-1}, a najmniej – 0,11 kg ha^{-1} rok^{-1} w Strzałowie. Niski udział metali ciężkich (do 0,5%) w depozycie występował w Chojnowie, natomiast w Gdańsku,

Krotoszynie, Kruczu, Suwałkach i Łącku osiągał do 0,7%, w Strzałowie, Zawadzkiem, Białowieży i w Szklarskiej Porębie wynosił poniżej 0,8%, a 0,8–0,9% w 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 niezakwaszanie 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.

12.4. 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 jednostkach pH.

W opadach na SPO MI średnie pH mieściło się w granicach od 5,3 do 5,9, z medianami dla poszczególnych lokalizacji od 5,2 do 6,5 (ryc. 12.3). Minimalną wartość osiągnęło w styczniu w Birczy a maksymalną w marcu w Krotoszynie.

Udział miesięcznych opadów o pH niższym od 5,0 wyniósł 5% i z ponad dziesięcioletnich pomiarów wynika, że udział ten sukcesywnie spada. Co charakterystyczne i raczej niezmienne od lat, opady o pH niższym od 5,5 przeważają w miesiącach zimowych (ryc. 12.4). Średnio w okresie zimowym na większości powierzchni pH opadów było niższe niż w okresie letnim (ryc. 12.5), z wyjątkiem Gdańska, Suwałk i Krotoszyna. W Zawadzkiem i Białowieży różnica odczynu opadów zimą i latem była nieznaczna.

Najwyższa kwasowość opadów mierzona średnią roczną wartością pH wystąpiła na Śląsku w Zawadzkiem (pH 5,3), w rejonach górskich: w Sudetach w Szklarskiej Porębie (pH 5,5) i w Beskidach w Piwnicznej (pH 5,5), a także w Białowieży (pH 5,5) (ryc. 12.5). W Strzałowie i Kruczu pH opadów wynosiło średnio 5,7, w Suwałkach, Krotoszynie i Łącku 5,8, a w Gdańsku i Chojnowie 5,9.

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

$$ANC = \sum kationy\ mocnych\ zasad - \sum aniony\ mocnych\ kwasów$$

gdzie:

$$\sum kationy\ mocnych\ zasad = [Ca^{2+}] + [Mg^{2+}] + [Na^{+}] + [K^{+}],$$
$$\sum aniony\ mocnych\ kwasów = [SO_4^{2-}] + [NO_3^{-}] + [Cl^{-}].$$

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

Ujemne wartości ANC są wskaźnikiem nadmiarowej ilości jonów mocnych kwasów w opadach, zaś dodatnie – nadmiarowej ilości mocnych zasad. Na SPO MI około połowa miesięcznych opadów przyjmowała ujemne wartości ANC (ryc. 12.6), z czego więcej przypadało na okres zimowy (33% próbek pobranych w ciągu roku) niż letni (19% próbek pobranych w ciągu roku).

ANC półrocza zimowego było przeważnie niższe niż w półroczu letnim (ryc. 12.7). Średnio rocznie ANC osiągnęło wartość dodatnią w Chojnowie, Birczy, Piwnicznej, Suwałkach, Strzałowie i Białowieży. Na pozostałych powierzchniach średnio rocznie ANC było ujemne, a niskie wartości wystąpiły w Zawadzkiem i Krotoszynie (odpowiednio -25,3 i -10,6 $\mu eq\ dm^{-3}\ rok^{-1}$).

Udział jonów o charakterze zakwaszającym (SO_4^{2-}, NO_3^{-}, Cl^{-} i NH_4^{+}) w depozycie wyrażonym sumą ładunku molarnego (H^{+}, Cl^{-}, SO_4^{2-}, NO_3^{-}, NH_4^{+}, Ca, Na, K, Mg, Fe, Al, Mn, Zn, Cu, Cd i Pb) wynosił od 51% do 68%. Spośród SPO MI powierzchnie w Krotoszynie, Kruczu, Zawadzkiem i Szklarskiej Porębie miały szczególnie wysoki udział jonów o charakterze zakwaszającym (67 – 68%). W Łącku, Gdańsku i Strzałowie udział ten przekraczał 61%, a zjawisku temu towarzyszył niski udział jonów o charakterze zasadowym (do 37%). Niższy udział depozycji jonów o charakterze zakwaszającym występował w Birczy, Chojnowie, Białowieży i Piwnicznej (51 – 55%), przy jednocześnie wysokim udziale jonów o charakterze zasadowym (41% – 46%).

Na każdej powierzchni w depozycie rocznym w roku 2024, podobnie jak w roku poprzednim, dominowały jony kwasotwórcze (ryc. 12.8), a ich przewaga nad jonami zasad była ponad dwukrotna w Kruczu, Krotoszynie, Szklarskiej Porębie i Zawadzkiem.

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., Białoskórska, 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.

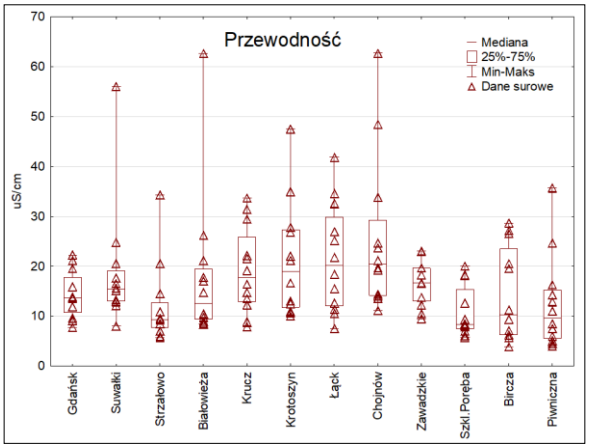
StatSoft, Inc. (2011). STATISTICA (data analysis software system), version 10. www.statsoft.com.

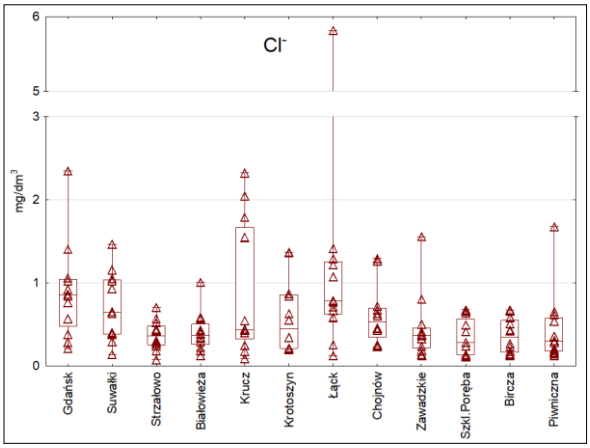
Tabela 12.1. Depozyt roczny [kg ha^{-1}] (bez RWO) wniesiony z opadami na SPO MI w 2024 r. RWO – rozpuszczony węgiel organiczny, Ntot – azot całkowity

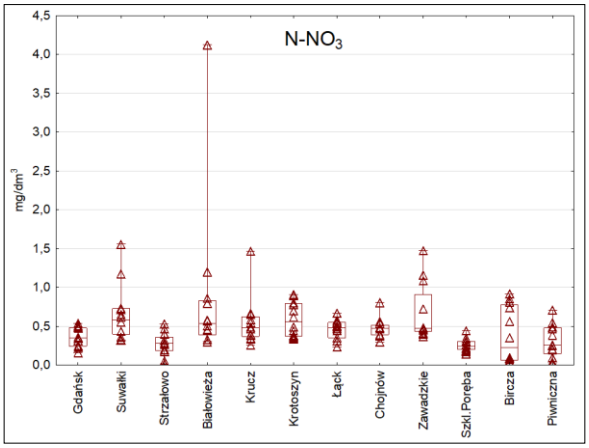
	Gdańsk	Suwałki	Strzałowo	Białowieża	Krucz	Krotoszyn	Łąck	Chojnów	Zawadzkie	Szkl.Poręba	Bircza	Piwniczna
Opad [mm]	926	585	593	581	578	667	517	456	604	1313	601	669
H^+	0,011	0,009	0,012	0,017	0,011	0,01	0,007	0,005	0,03	0,042	0,019	0,021
Cl^-	7,72	3,55	2,04	1,81	3,56	2,59	4,97	2,74	2,36	4,08	1,77	2,15
$N\text{-}NO_3^-$	3,17	3,15	1,56	3,17	2,56	3,42	2,13	2,08	3,97	2,97	1,52	1,61
$S\text{-}SO_4^{2-}$	2,16	1,93	1,39	1,44	2,06	2,49	2,47	2,05	2,33	2,80	2,30	1,96
$N\text{-}NH_4^+$	5,07	3,26	2,68	1,85	5,99	6,24	4,26	4,39	4,05	5,43	1,81	2,00
Ca	4,08	5,28	2,78	4,43	3,97	3,70	4,58	4,85	3,98	3,41	4,85	4,11
Mg	1,00	0,97	0,45	0,70	0,56	0,71	0,79	1,25	0,58	0,57	0,52	0,49
Na	5,32	2,19	1,27	1,51	2,22	1,56	1,67	1,44	1,43	3,03	1,31	1,29
K	2,37	1,44	1,63	1,85	1,10	3,56	2,49	6,71	1,32	1,38	1,42	1,13
Fe	0,037	0,017	0,016	0,019	0,023	0,023	0,020	0,028	0,021	0,034	0,026	0,023
Al	0,041	0,013	0,013	0,029	0,028	0,038	0,017	0,026	0,033	0,031	0,038	0,020
Mn	0,066	0,037	0,027	0,045	0,043	0,039	0,244	0,027	0,071	0,046	0,023	0,036
Cd	0,0015	0,0007	0,0009	0,0011	0,0011	0,0011	0,0008	0,0007	0,0016	0,0020	0,0008	0,0014
Cu	0,033	0,021	0,017	0,027	0,027	0,030	0,026	0,026	0,019	0,026	0,021	0,025
Pb	0,018	0,010	0,009	0,010	0,008	0,012	0,010	0,007	0,010	0,020	0,011	0,015
Zn	0,127	0,116	0,082	0,101	0,116	0,104	0,127	0,095	0,126	0,155	0,101	0,097
RWO	12,6	8,4	8,8	10,1	7,7	10,9	10,9	12,7	8,8	13,6	8,9	10,0
N_{tot}	10,0	7,6	5,2	5,9	10,2	12,0	7,8	8,2	9,0	10,4	4,3	4,8
Depozyt całkowity	33,0	23,2	14,9	17,9	23,9	26,9	25,2	27,5	21,3	26,0	16,7	16,2

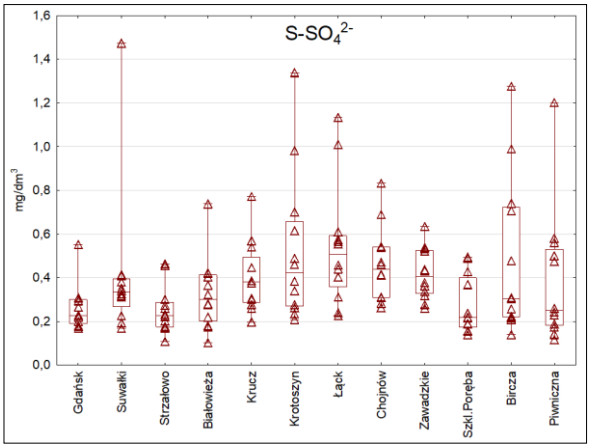
Tabela 12.2. Wyniki testów istotności różnic między SPO MI pod względem wielkości opadu na otwartej przestrzeni i depozycji głównych składników. Czcionką pogrubioną zaznaczono wartości prawdopodobieństwa testowego p mniejsze od poziomu istotności α=0,05 (*- wymieniono pary powierzchni o różnicach istotnych przy α=0,05)

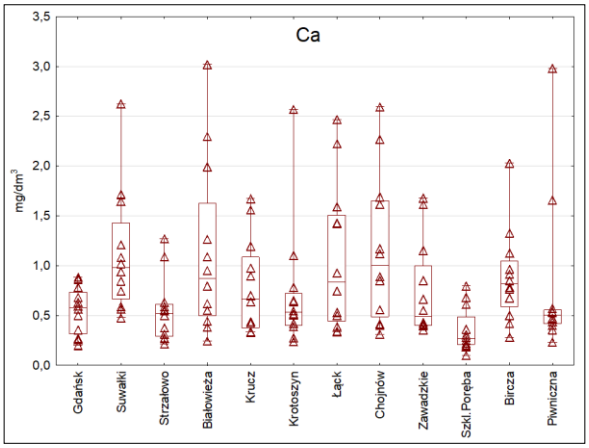
	Test Kruskala-Wallisa H(11, N= 144)	Porównania wielokrotne (dwustronne)*		
	p	Nadleśnictwo		p
opad	0,1999	-	-	
H^+	0,0547	-	-	
Cl^-	**0,0005**	Gdańsk	Strzałowo	**0,0154**
		Gdańsk	Białowieża	**0,0050**
		Gdańsk	Bircza	**0,0107**
		Gdańsk	Piwniczna	**0,0256**
$N\text{-}NO_3^-$	**0,0005**	-	-	
$S\text{-}SO_4^{2-}$	**0,0169**	-	-	
$N\text{-}NH_4^+$	**0,0001**	Krotoszyn	Białowieża	**0,0148**
		Krotoszyn	Bircza	**0,0063**
		Krotoszyn	Piwniczna	**0,0137**
Ca	0,03369	-	-	
Mg	**0,0013**	Suwałki	Piwniczna	**0,0197**
		Suwałki	Strzałowo	**0,0061**
Na	**0,0022**	Gdańsk	Strzałowo	**0,0055**
		Gdańsk	Chojnów	**0,0435**
		Gdańsk	Zawadzkie	**0,0242**
		Gdańsk	Piwniczna	**0,0476**
K	**0,0084**	Chojnów	Krucz	**0,0357**
Fe	**0,0279**	-	-	
Al	**0,0033**	-	-	
Mn	**0,0321**	-	-	
RWO	0,3510	-	-	
N_{tot}	**0,0129**	Krotoszyn	Bircza	**0,0308**
Zasadowość	**0,0468**	-	-	
ANC	**0,0043**	Chojnów	Zawadzkie	**0,0281**

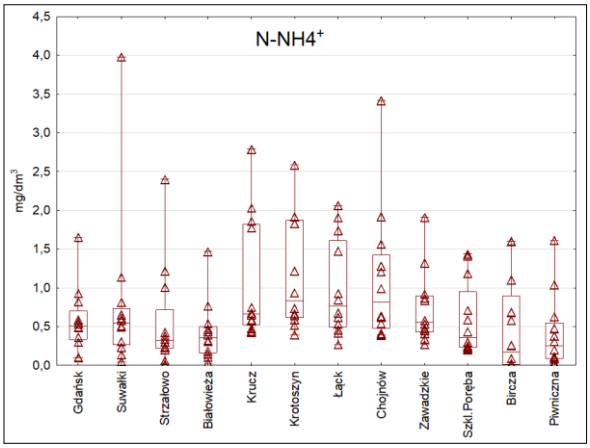

Przewodność
Mediana
25%-75%
Min-Maks
Dane surowe
uS/cm
Gdańsk
Suwałki
Strzałowo
Białowieża
Krucz
Krotoszyn
Łąck
Chojnów
Zawadzkie
Szkl.Poręba
Bircza
Piwniczna

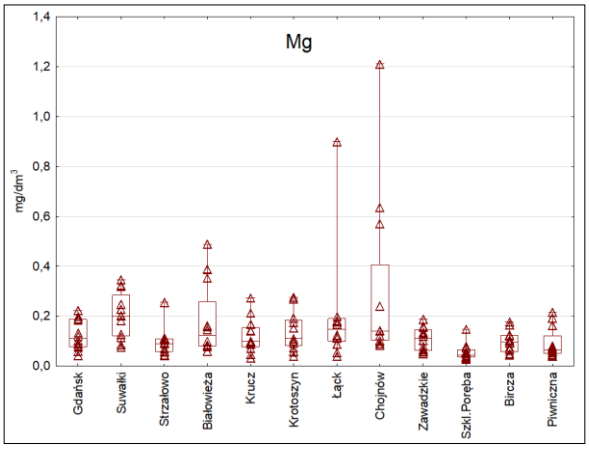

Cl-
mg/dm3
Gdańsk
Suwałki
Strzałowo
Białowieża
Krucz
Krotoszyn
Łąck
Chojnów
Zawadzkie
Szkl.Poręba
Bircza
Piwniczna

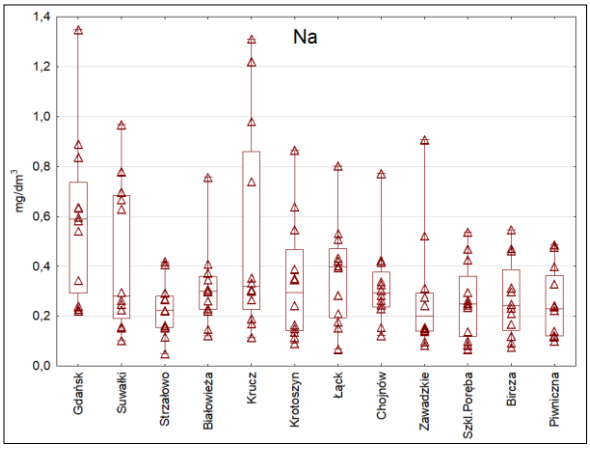

N-NO3
mg/dm3
Gdańsk
Suwałki
Strzałowo
Białowieża
Krucz
Krotoszyn
Łąck
Chojnów
Zawadzkie
Szkl.Poręba
Bircza
Piwniczna

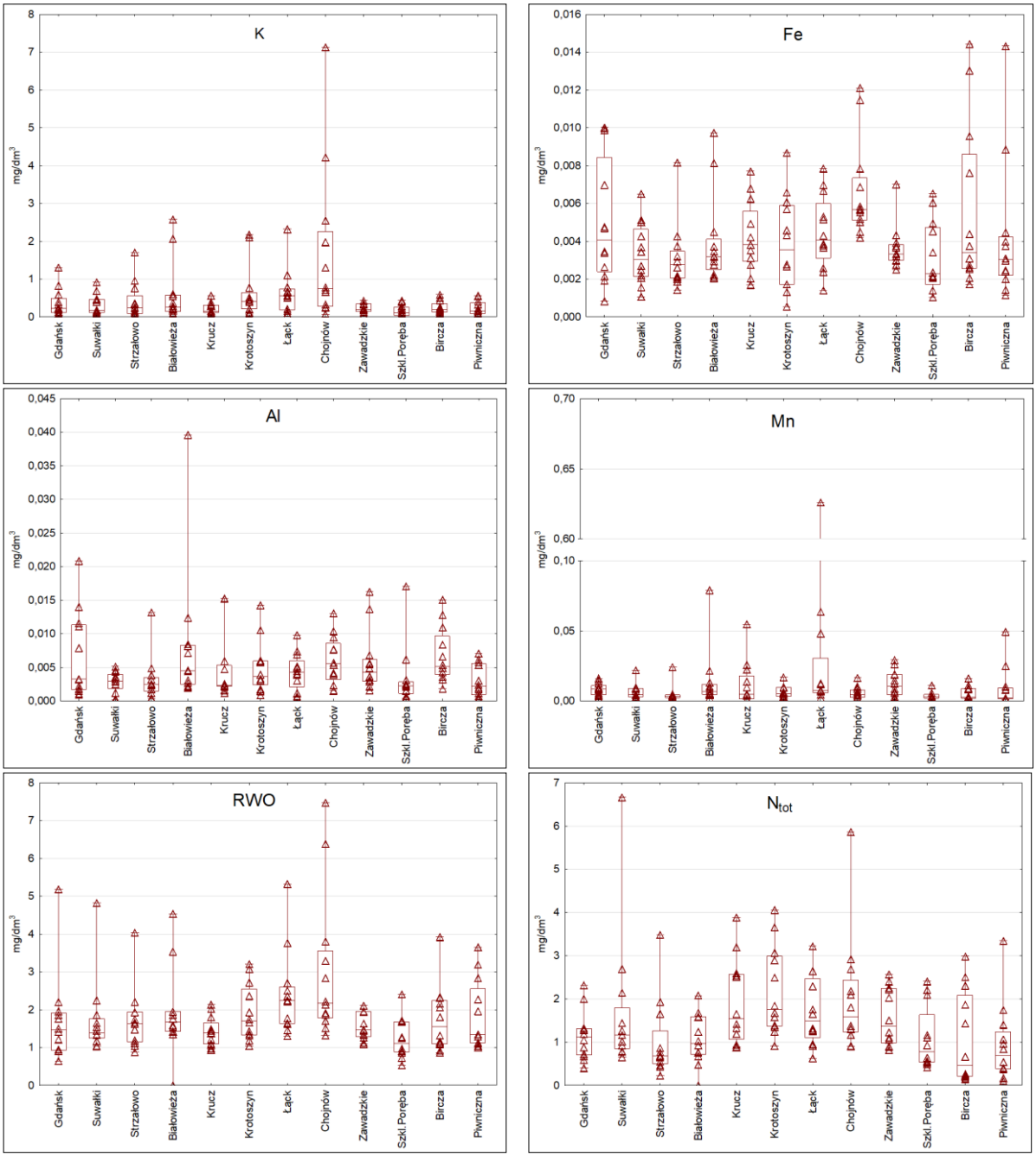

S-SO4 2-
mg/dm3
Gdańsk
Suwałki
Strzałowo
Białowieża
Krucz
Krotoszyn
Łąck
Chojnów
Zawadzkie
Szkl.Poręba
Bircza
Piwniczna


Ca
mg/dm3
Gdańsk
Suwałki
Strzałowo
Białowieża
Krucz
Krotoszyn
Łąck
Chojnów
Zawadzkie
Szkl.Poręba
Bircza
Piwniczna

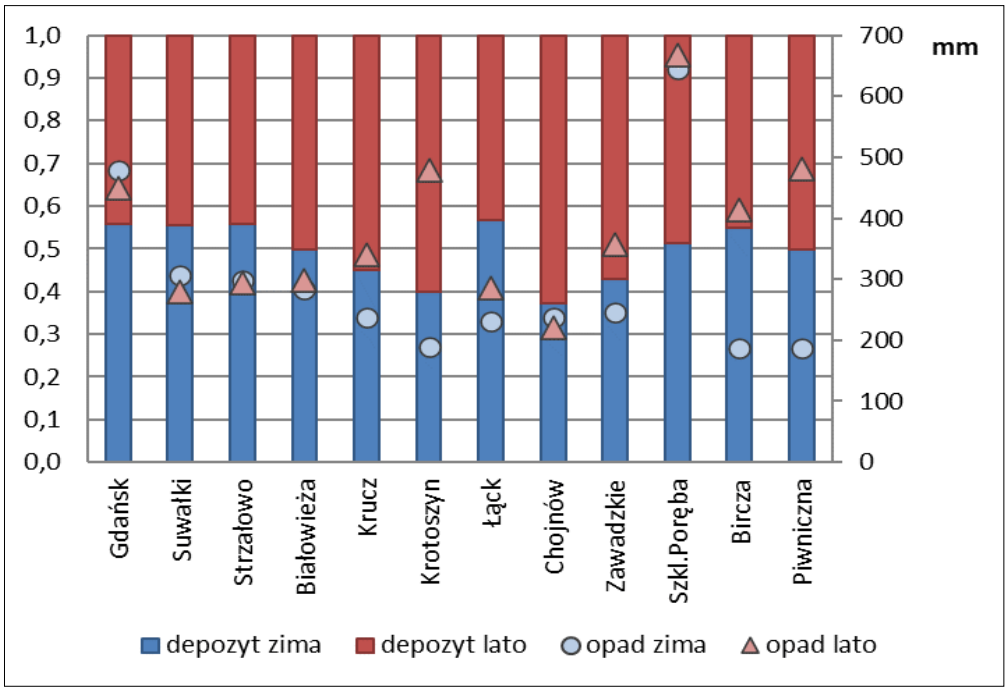

N-NH4+
mg/dm3
Gdańsk
Suwałki
Strzałowo
Białowieża
Krucz
Krotoszyn
Łąck
Chojnów
Zawadzkie
Szkl.Poręba
Bircza
Piwniczna


Mg
mg/dm3
Gdańsk
Suwałki
Strzałowo
Białowieża
Krucz
Krotoszyn
Łąck
Chojnów
Zawadzkie
Szkl.Poręba
Bircza
Piwniczna

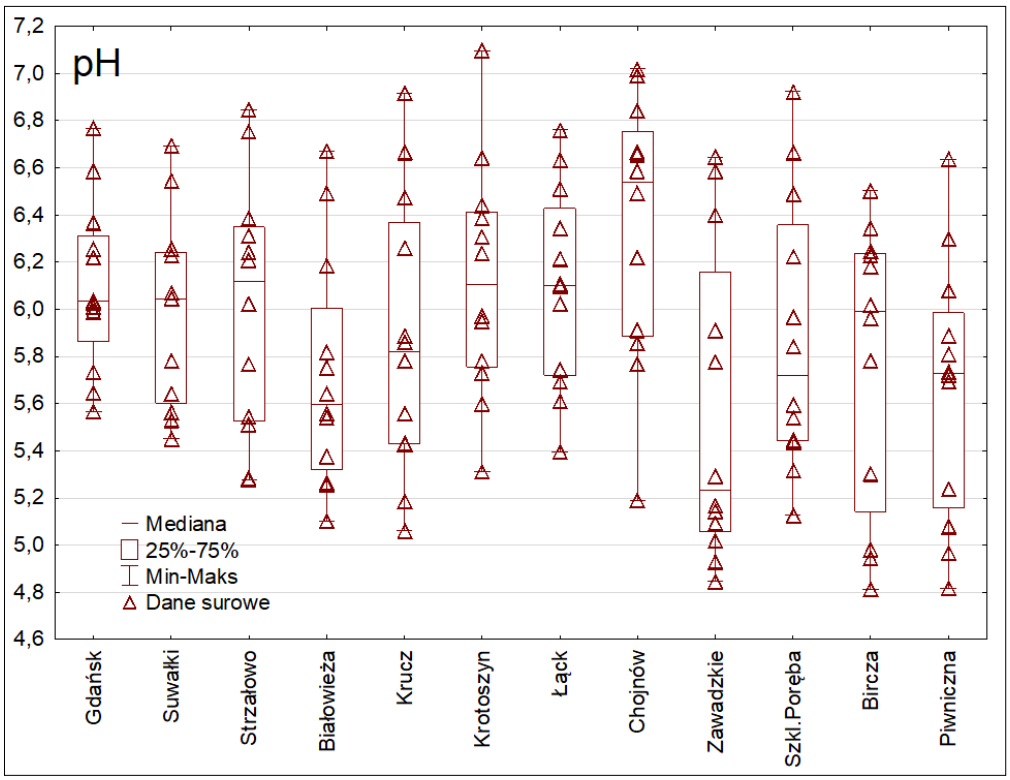

Na
mg/dm3
Gdańsk
Suwałki
Strzałowo
Białowieża
Krucz
Krotoszyn
Łąck
Chojnów
Zawadzkie
Szkl.Poręba
Bircza
Piwniczna



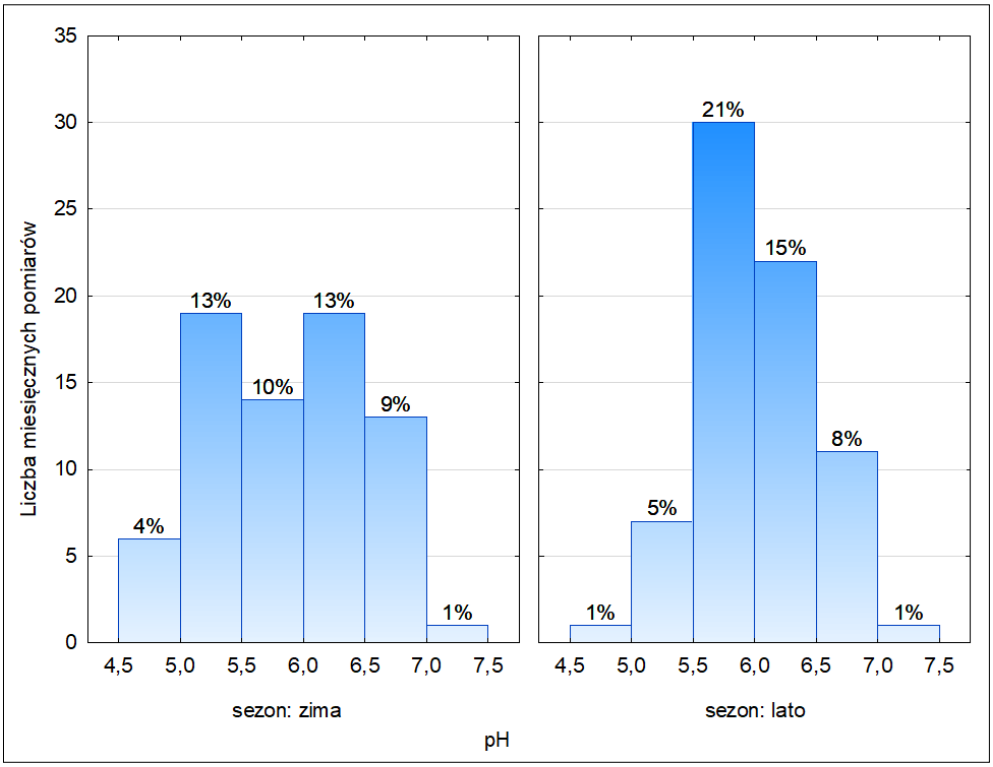
Rycina 12.1. Przewodność [µS cm^{-1}] i stężenie składników: Cl^-, $S\text{-}SO_4^{2-}$, $N\text{-}NO_3^-$, $N\text{-}NH_4^+$, Ca, Mg, Na, K, Fe, Al, Mn, rozpuszczonego węgla organicznego RWO i azotu całkowitego Ntot [mg dm^{-3}] w opadach na otwartej przestrzeni na SPO MI w 2024 r.



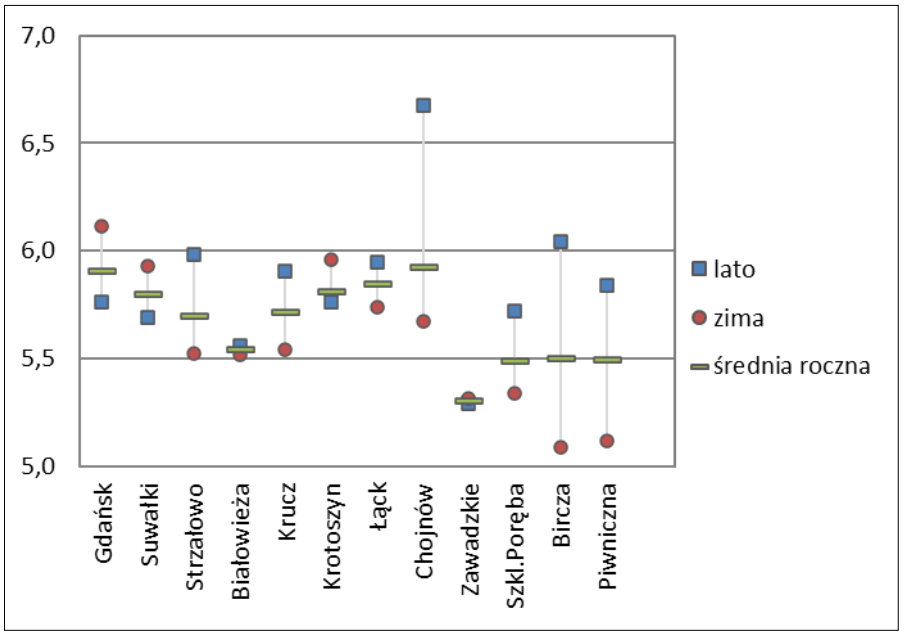
Rycina 12.2. Suma opadu bezpośredniego [mm] (prawa oś) oraz udział depozytu w sezonie letnim (V-X) i zimowym (I-IV, XI-XII) na SPO MI w 2024 r.



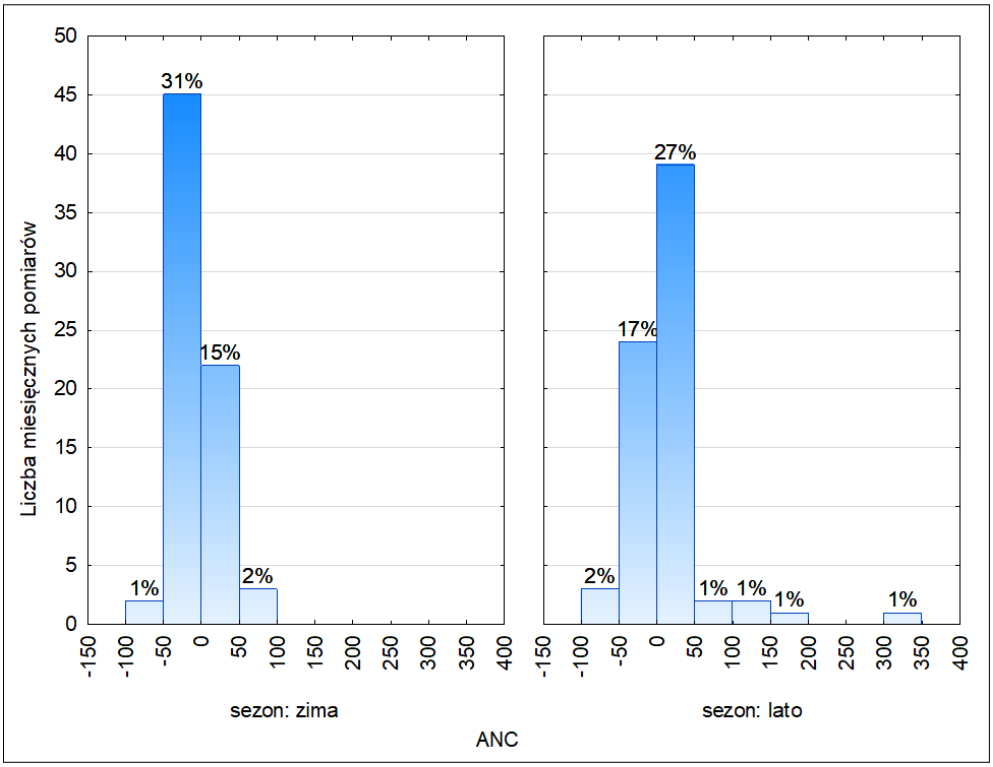
Rycina 12.3. pH opadów na otwartej przestrzeni na SPO MI w 2024 r.



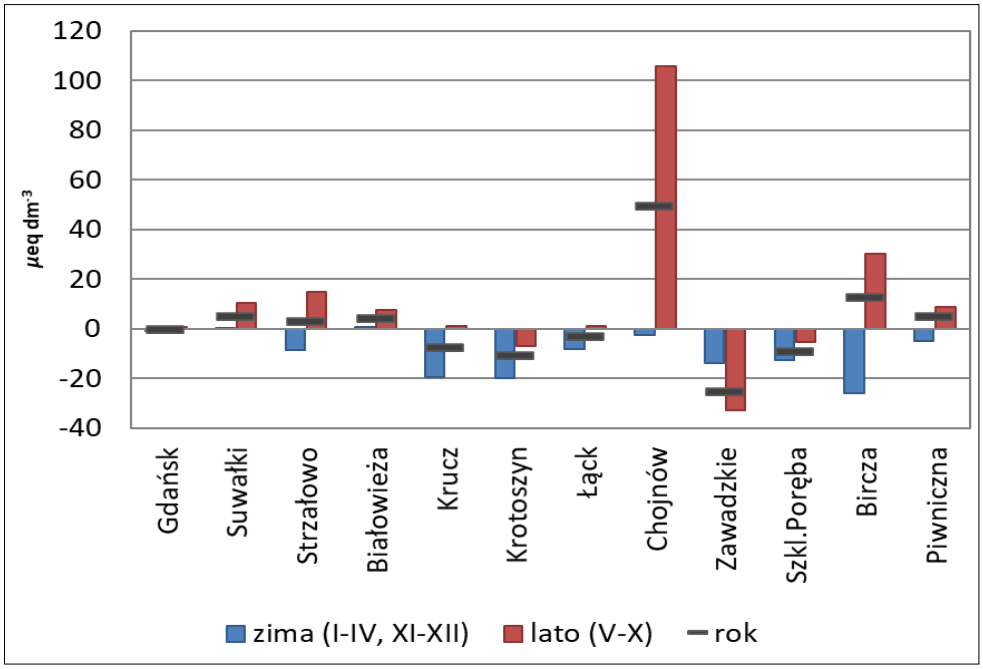
Rycina 12.4. Histogram pH opadów na otwartej przestrzeni na SPO MI w sezonie letnim (maj-październik) i zimowym (styczeń-kwiecień, listopad-grudzień) w 2024 r.



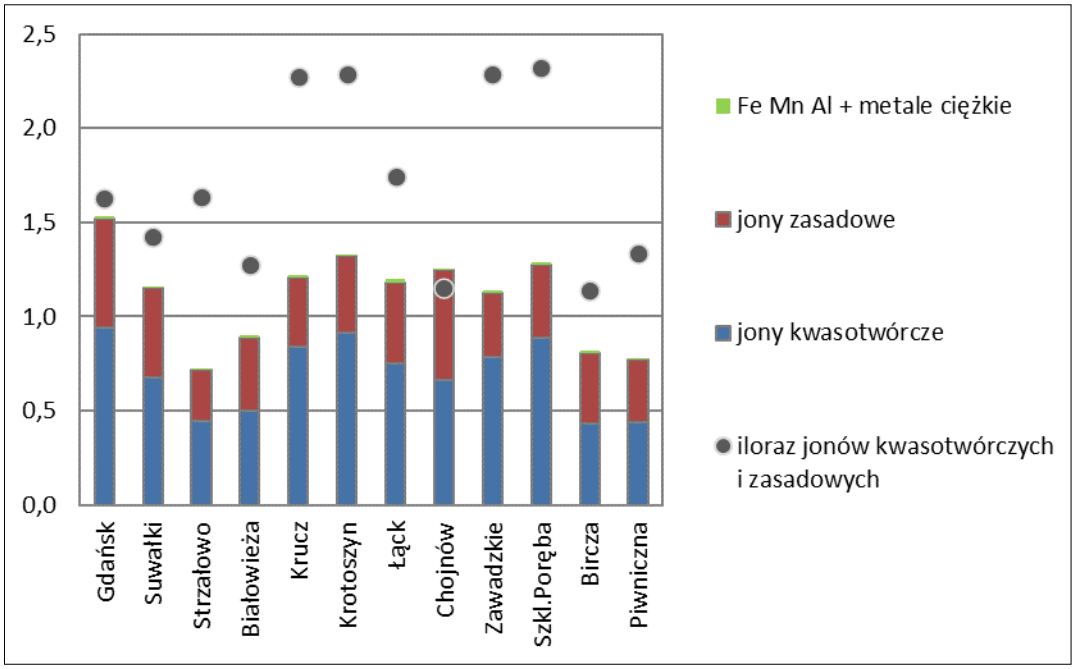
Rycina 12.5. Średnie pH roczne, sezonu letniego (V-X) i zimowego (I-IV i XI-XII) na SPO MI w 2024 r. w opadach na otwartej przestrzeni



Rycina 12.6. Histogram ANC [μeq dm^{-3}] w opadach na otwartej przestrzeni w sezonie letnim (maj-październik) i zimowym (styczeń-kwiecień, listopad-grudzień) w 2024 r.



Rycina 12.7. Pojemność zobojętniania kwasów (ANC) [μeq 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 2024 r.



Rycina 12.8. Ładunek jonów [$kmol_c\ ha^{-1}$] oraz stosunek depozytu jonów kwasotwórczych do zasadowych w opadach na otwartej przestrzeni na SPO MI w 2024 r.

13. OPADY PODKORONOWE W 2024 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. 13.1). 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 2024 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 SPO MI. Próbniki zbudowane są z polietylenowych butli o pojemności 5 dm^3 z lejkami o powierzchni chwytnej 201 cm^2. 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^3 i powierzchni chwytnej 784 cm^2. Próbki wody po pobraniu są transportowane do laboratorium Instytutu Badawczego Leśnictwa w termostatowanych pojemnikach zaopatrzonych we wkłady chłodzące. Próbki opadu w okresie letnim były łączone do badań do pięciu prób zbiorczych, zaś próbki zimowe analizowano indywidualnie.

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

- przyjęcie za objętość próby maksymalnej pojemności kolektora,

- określenie objętości przez porównanie z wielkością opadów na otwartej przestrzeni, 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^+, otrzymanego z przekształcenia wzoru:

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

Iloczyn stężeń poszczególnych składników i sumy opadu posłużył do obliczenia depozycji wyrażonej w kg ha^{-1} oraz mol_c ha^{-1} w jednostce czasu (miesiąc, sezon, rok). Wyrażenie stężeń i depozycji w formie ładunków molowych umożliwia analizę stosunków kwasowo-zasadowych w opadach. Okres zimowy umownie odnosi się do miesięcy od stycznia do kwietnia oraz od listopada do grudnia, zaś okres letni trwa od maja do października.

W celu oceny różnic między poszczególnymi powierzchniami pod względem wielkości opadów oraz depozytów głównych składników (H^+, Ca, Mg, Na, K, Cl^-, NO_3^-, SO_4^{2-}, NH_4^+, Al, Fe, Mn, RWO, Ntot) 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).

13.1. Skład chemiczny opadów podkoronowych

Średnia przewodność elektrolityczna właściwa będąca pośrednio miarą ogólnej zawartości jonów w wodach w 2024 roku przyjmowała miesięcznie wartości od 8,5 do 237 μS cm^{-1} (ryc. 13.2). 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 21,1 mm m-c^{-1}) mediana przewodności wynosiła 58,8 μS cm^{-1}, podczas gdy w okresach z sumą opadów w zakresie górnego kwartylu (powyżej 55,5 mm m-c^{-1}) przewodność była o wiele

niższa (mediana równa 20,0 μS 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 kwartylowy dla podstawowych składników opadów podkoronowych przedstawiono na rycinie 13.2.

13.2. Depozyt podkoronowy

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

Do gleby wpłynął ładunek substancji od 1,4 do 3,0 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 buczynie w Gdańsku, w drzewostanach sosnowych w Chojnowie i w Kruczu, w świerczynie w Szklarskiej Porębie i dąbrowie w Łącku (1,4 – 2,0-krotnie), a także w dąbrowie w Krotoszynie w sosnowych drzewostanach w Zawadzkiem i Strzałowie oraz w buczynie w Birczy (2,1 – 2,3-krotnie). Opady podkoronowe były bardziej wzbogacone w stosunku do opadów bezpośrednich (od 2,6 do 3,0-krotnie) w drzewostanach: świerkowym w Piwnicznej i Suwałkach oraz w drzewostanie sosnowym w Białowieży.

Depozyt podkoronowy na SPO MI mieścił się w zakresie od 33,4 do 70,2 kg ha^{-1} rok^{-1} (tab. 13.1). Był wysoki świerczynie w Suwałkach, w dąbrowie w Krotoszynie i buczynie w Gdańsku – odpowiednio 70,2 kg ha^{-1} rok^{-1}, 57,31 kg ha^{-1} rok^{-1} i 53,4 kg ha^{-1} rok^{-1}. w drzewostanach sosnowych w Kruczu, Białowieży i Zawadzkiem oraz świerczynach w Szklarskiej Porębie i Piwnicznej mieścił się w zakresie 41,5 – 48,9 kg ha^{-1} rok^{-1}. W pozostałych drzewostanach osiągał wartości z zakresu 33,4 – 38,5 kg ha^{-1} rok^{-1}.

W opadach podkoronowych występowało więcej istotnych różnic pomiędzy SPO MI, niż w opadach na otwartej przestrzeni (tab.13.2). Różnice dotyczyły nieco innych składników niż w opadach na otwartej przestrzeni, uwidaczniając wpływ koron na skład depozycji. Powierzchnie w Krotoszynie i na Śląsku (Zawadzkie) różniły się istotnie od powierzchni Polski północno-wschodniej (Białowieża, Strzałowo) pod względem depozycji S-SO_4^{2-}, tj. składnika, wskazującego na zakwaszenie opadów.

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^- i na niż na obszarach np. Podkarpacia (Bircza). Znaczną depozycję soli pochodzenia morskiego odnotowano również pod okapem w Suwałkach.

W opadach w drzewostanach bukowych w Gdańsku i w Birczy występowały istotnie mniejsze depozyty rozpuszczonego węgla organicznego (RWO) niż w drzewostanach iglastych w Białowieży, Chojnowie, Zawadzkiem, Szklarskiej Porębie i Piwnicznej. 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.

13.3. Depozyt pierwiastków śladowych w opadach podkoronowych

Depozyt pierwiastków śladowych i metali ciężkich: żelaza, manganu, glinu, cynku, miedzi, kadmu i ołowiu wynosił od 0,44 do 1,18 kg ha^{-1} rok^{-1}, co odpowiadało od 0,9% do 3,1% całkowitej rocznej depozycji podokapowej. Najwyższy udział omawianych metali w depozycie ogólnym stwierdzono w Łącku, przy czym w depozycie metali śladowych ponad 70% udziału miał Mn. Mangan jest pierwiastkiem łatwo ulegającym wymywaniu z koron drzew i jego stężenia w opadach podkoronowych mogą wielokrotnie przewyższać stężenia w opadach atmosferycznych (Kowalska i Janek 2009). Wysoki udział Mn w depozycie podkoronowym tłumaczy się częściowo dużym udziałem 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. 13.1).

Udział samych metali ciężkich (Zn, Cu, Pb, i Cd) stanowił w sumie rocznego depozytu od 0,3 do 0,6%. na poszczególnych powierzchniach depozyt metali ciężkich wyniósł od 0,13 do 0,27 kg ha^{-1} rok^{-1}, z czego od 70 do 87% stanowił Zn.

13.4. Właściwości kwasowo-zasadowe opadów podkoronowych

Obniżone pH, tj. niższe niż 5,0 występowało na przestrzeni roku stosunkowo rzadko, bo jedynie w 10% miesięcznych próbek opadów. Opady o pH poniżej 5,5 występowały częściej w okresie zimowym niż letnim (ryc. 13.3), a szczególnie w styczniu, lutym i grudniu. Latem miały miejsce przeważnie między lipcem a wrześniem.

Średnio w roku najbardziej kwaśne opady docierały do gleby w drzewostanie zlokalizowanym na Śląsku (Zawadzkie, pH 5,0). Średnio rocznie pH poniżej 5,5 występowało również w Birczy, Chojnowie, w Sudetach w Szklarskiej Porębie, w Kruczu, Krotoszynie i w Strzałowie (ryc. 13.4).

Odczyn opadów w kilku drzewostanach był bardziej kwaśny niż w roku poprzednim, szczególnie w Birczy (o 0,4 jednostki), Gdańsku, Kruczu i Krotoszynie (o 0,2 jednostki). na pozostałych powierzchniach pH opadów przyjmowało wartości zbliżone do tych, które wystąpiły w roku 2023.

Pojemność zobojętniania kwasów (ANC), obliczona jako różnica stężeń kationów mocnych zasad (Ca, Mg, Na, K) i anionów mocnych kwasów (SO_4^{2-}, NO_3^-, Cl^-) w $\mu eq\ dm^{-3}$, 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 w około 1/5 przypadków. Ujemne wartości ANC związane z przewagą jonów wolnych kwasów występowały dwukrotnie częściej w okresie zimowym (ryc. 13.5), co można przypisać zmniejszonej aktywności biologicznej drzew i mniejszej wymianie jonowej niż w okresie wegetacyjnym, ale także wzmożonym emisjom zanieczyszczeń w sezonie grzewczym. Na powierzchniach obserwacyjnych z wyjątkiem ANC półrocza zimowego było niższe niż w półroczu letnim, z wyjątkiem Krotoszyna, Strzałowa i Piwnicznej (ryc. 13.6).

Średnio rocznie dodatnią wartość ANC (przewagę wolnych zasad) w opadach podkoronowych odnotowano we wszystkich badanych drzewostanach. Wysoką przewagę wolnych zasad odnotowano w opadach w Białowieży, Suwałkach i Chojnowie (odpowiednio 154, 138 i 107 μeq dm^{-3} rok^{-1}), natomiast w pozostałych drzewostanach ANC przyjmowało wartość od 11 do 89 μeq dm^{-3} 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. 13.7). W skali miesięcznej notowano również nieliczne przypadki obniżenia ANC opadów w koronach, a dotyczyły one niemal wszystkich powierzchni na przestrzeni całego roku.

Jony o zakwaszającym oddziaływaniu na środowisko (SO_4^{2-}, NO_3^-, NH_4^+, Cl^-) stanowiły od 39 do 62% rocznego molowego depozytu (sumy azotu mineralnego, chlorków, siarczanów (VI), kationów zasadowych, żelaza, glinu, manganu i metali ciężkich oraz wodoru wyrażonej w $mol_c\ ha^{-1}$). W opadach w drzewostanach Nadleśnictw Krucz i Zawadzkie stwierdzono najwyższy udział jonów o charakterze zakwaszającym (odpowiednie 62% i 54%), podobnie jak w poprzednich latach. Udział ten osiągał przynajmniej połowę całkowitej depozycji podokapowej

również w Krotoszynie (52% - dąbrowa), Gdańsku, Birczy (50% - drzewostany bukowe) i Szklarskiej Porębie (50%), a przekraczał 40% w Łącku (drzewostan dębowy), Chojnowie i Strzałowie (drzewostany sosnowe) oraz Piwnicznej (świerczyna). Najniższy był w Białowieży i Suwałkach (39 - 40%), tam też depozyt molowy jonów o charakterze zasadowym (Ca^{2+}, K^{+}, Mg^{2+} i Na^{+}) znacznie przewyższał depozyt jonów zakwaszających (ryc. 13.8).

Przepływ jonów z opadami atmosferycznymi i podkoronowym zilustrowano na rycinie 13.9, na przykładzie czterech głównych gatunków drzew.

13.5. 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 2023/2024 wznowiono badania w marcu w Gdańsku i w kwietniu w Birczy i kontynuowano pobór próbek do listopada. Próbki pobierano w tych samych terminach, co opady podkoronowe. Opad spływający po pniach był indywidualnie odprowadzany z sześciu drzew na każdej powierzchni, reprezentujących sześć równolicznych klas pierśnic. Wydzielenie klas pierśnic posłużyło wstępnie do pogrupowania wszystkich żywych drzew na SPO MI i wyboru drzew o cechach reprezentatywnych dla danej powierzchni.

Wielkość spływu po pniach mierzono w dwojaki sposób. Na mniejszych drzewach, o pierśnicach poniżej 20 cm, ilość spływającego opadu wyznaczano na podstawie objętości wody zgromadzonej w połączonych szeregowo lub pojedynczych pojemnikach o pojemności nominalnej 90 dm^3. 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 21 mm w Nadleśnictwie Gdańsk i 33 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 9% opadu bezpośredniego (na otwartej przestrzeni) w Gdańsku oraz od 3 do 10% 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. 13.10).

Na obu powierzchniach w większości miesięcznych pomiarów pojemność zobojętniania kwasów (ANC) była większa niż w opadach podkoronowych i na otwartej przestrzeni.

Depozyt składników wniesiony ze spływem po pniu przedstawiono w tabeli 13.1. Wyniósł on w okresie badań 1,9 kg ha^{-1} w Gdańsku i 4,2 kg ha^{-1} w Birczy. Stanowiło to 4% depozytu podkoronowego w Gdańsku i 13% 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 3-6% opadu podkoronowego, depozyt rozpuszczonego węgla organicznego w spływie po pniu wynosił około 11-20% 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 ine a forested study area of the Chojnów Forest Dstrict 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.

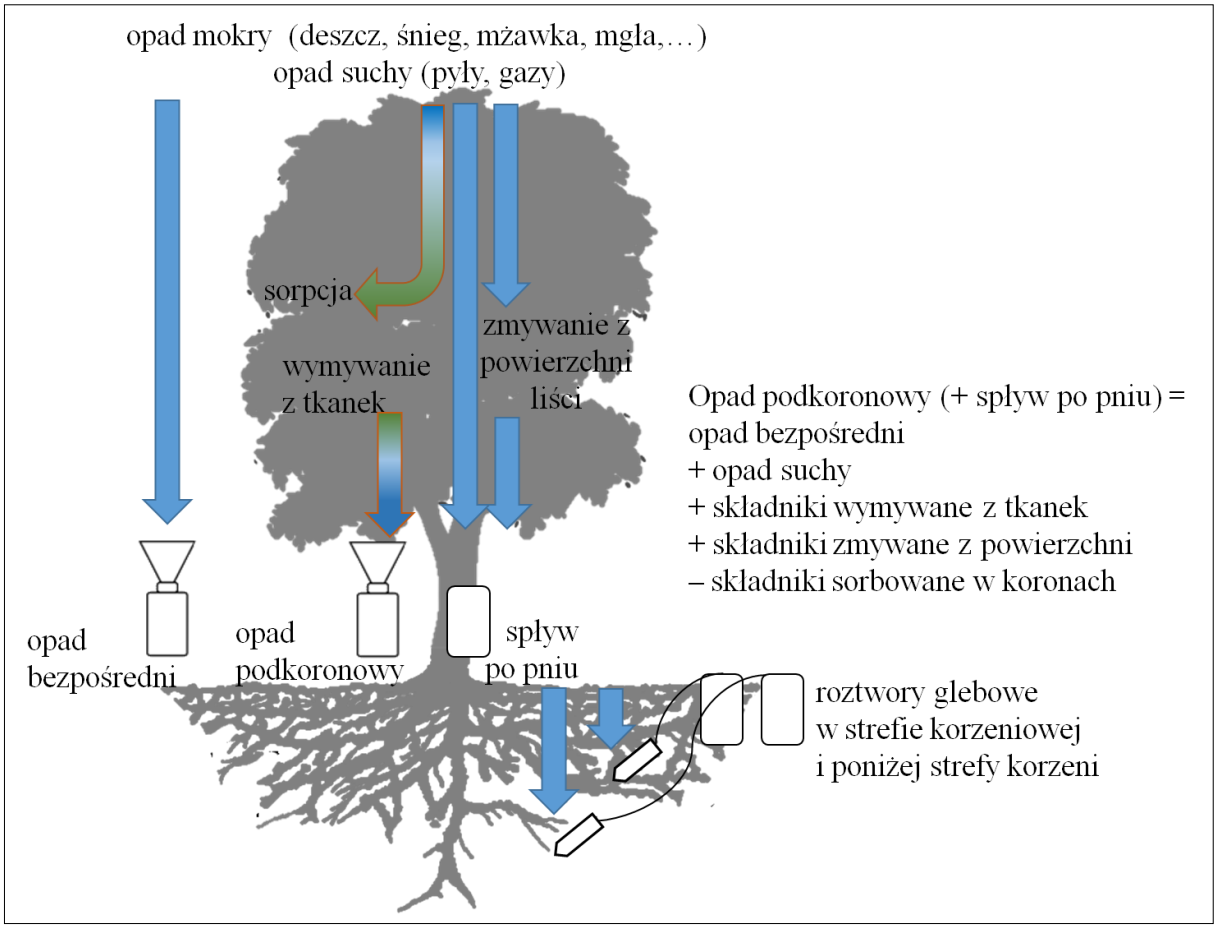
Van Stan, J.T., Stubbins, A. (2018) Tree-DOM: Dissolved organic matter in throughfall and stemflow. Limnology and Oceanography Letters, 3: 199-214.

Tabela 13.1. Depozyt [kg ha^{-1}] wniesiony z opadami w drzewostanach na SPO MI w 2024 r. (bez RWO). RWO – rozpuszczony węgiel organiczny, Ntot – azot całkowity, PK – depozyt podkoronowy, PP – depozyt wniesiony ze spływem po pniu

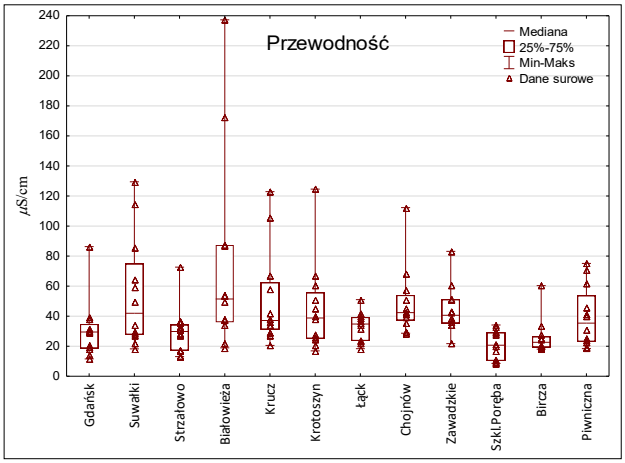
	Buk				Dąb		Sosna					Świerk		
	Gdańsk		Bircza		Krotoszyn	Łąck	Strzałowo	Białowieża	Krucz	Chojnów	Zawadzkie	Suwałki	Szklarska Poręba	Piwniczna
	PK	PP	PK	PP	PK									
Opad [mm]	711	21	521	33	576	432	492	359	431	290	447	566	1107	444
H	0,014	0,000	0,035	0,000	0,025	0,007	0,017	0,011	0,016	0,011	0,043	0,004	0,043	0,010
Cl-	11,13	0,34	2,76	0,28	4,56	4,41	3,77	4,91	6,40	4,85	6,26	10,81	7,89	5,60
$N\text{-}NO_3^-$	3,75	0,03	4,74	0,37	6,48	2,16	4,24	5,75	5,22	2,82	5,96	6,69	2,91	2,54
$S\text{-}SO_4^{2-}$	2,57	0,08	2,82	0,29	3,13	2,61	1,51	1,47	2,10	2,51	3,77	2,98	3,17	2,25
$N\text{-}NH_4^+$	4,43	0,05	2,30	0,42	6,78	4,15	3,02	2,01	9,07	4,38	5,37	2,79	5,24	2,75
Ca	5,22	0,09	5,81	0,39	6,52	6,24	4,98	10,79	4,77	5,87	7,77	11,70	4,81	4,52
Mg	1,35	0,03	0,95	0,07	1,98	1,47	1,38	2,28	1,28	1,64	1,70	4,43	1,34	1,19
Na	5,87	0,20	1,58	0,12	2,11	1,94	1,98	2,28	3,60	2,08	2,56	5,36	4,80	1,83
K	14,41	0,88	10,44	1,95	21,34	11,99	10,13	14,45	9,10	11,17	11,81	22,23	13,68	17,65
Fe	0,056	0,004	0,046	0,011	0,104	0,079	0,048	0,067	0,066	0,057	0,077	0,074	0,127	0,084
Al	0,050	0,003	0,057	0,009	0,128	0,088	0,083	0,145	0,174	0,115	0,206	0,066	0,167	0,125
Mn	0,437	0,015	0,294	0,024	0,502	0,838	0,178	0,617	0,702	0,311	0,395	0,302	0,154	0,351
Cd	0,0010	0,0001	0,0008	0,0001	0,0011	0,0008	0,0008	0,0007	0,0008	0,0005	0,0021	0,0011	0,0018	0,0010
Cu	0,034	0,001	0,026	0,001	0,040	0,045	0,025	0,024	0,023	0,038	0,026	0,033	0,044	0,025
Pb	0,012	0,000	0,010	0,001	0,011	0,008	0,009	0,007	0,010	0,007	0,011	0,010	0,023	0,011
Zn	0,129	0,005	0,100	0,005	0,137	0,125	0,093	0,132	0,115	0,120	0,166	0,155	0,198	0,108
RWO	23,6	2,52	23,4	4,63	48,1	42,2	39,2	77,2	55, 6	54,0	66,7	42,0	80,4	65,8
N_{tot}	10,23	0,22	8,45	1,03	16,67	8,65	9,23	10,57	17,15	9,66	14,07	12,00	11,46	7,79
Depozyt w drzewostanie	51,5	1,9	33,4	4,2	57,3	38,5	33,4	47,8	45,5	38,4	48,9	70,2	47,9	41,5

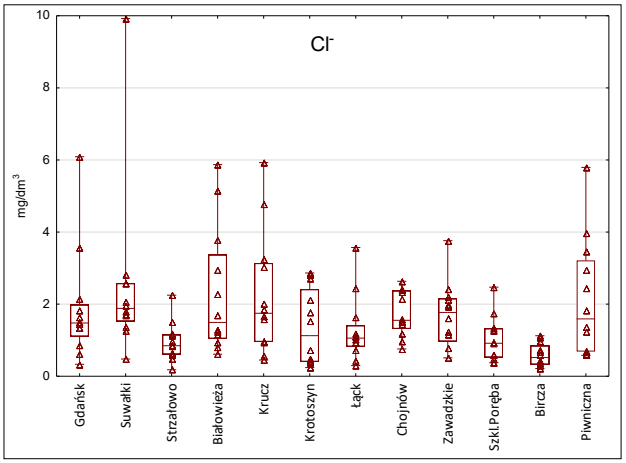
Tabela 13.2. Wyniki testów istotności różnic między SPO MI pod względem wielkości opadu podkoronowego i depozycji głównych składników. Czcionką pogrubioną zaznaczono wartości prawdopodobieństwa testowego p mniejsze od poziomu istotności α=0,05. (*wymieniono pary powierzchni o różnicach istotnych przy α=0,05)

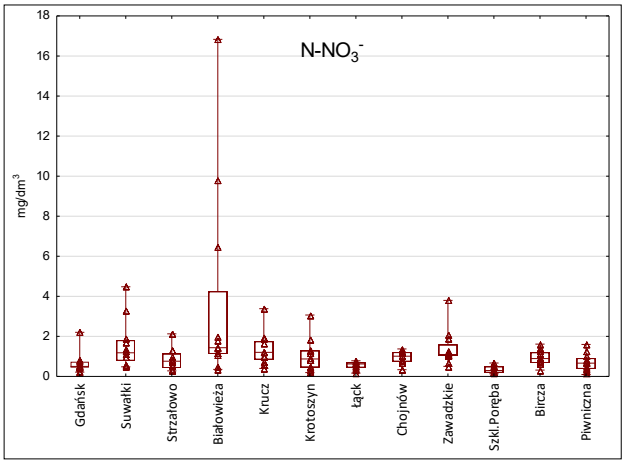
	Test Kruskala-Wallisa H(11, N= 144)	Porównania wielokrotne (dwustronne)*		
	p	Nadleśnictwa		p
opad	**0,0229**	Szkl.Poręba	Chojnów	**0,0303**
H^+	0,0746	-	-	
Cl^-	**0,0000**	Gdańsk	Bircza	**0,0002**
		Suwałki	Bircza	**0,0001**
		Gdańsk	Strzałowo	**0,0292**
		Suwałki	Strzałowo	**0,0173**
		Krucz	Bircza	**0,0308**
		Szkl.Poręba	Bircza	**0,0009**
$N\text{-}NO_3^-$	**0,0034**	Suwałki	Łąck	**0,0129**
		Suwałki	Piwniczna	**0,0213**
$S\text{-}SO_4^{2-}$	**0,0003**	Krotoszyn	Strzałowo	**0,0405**
		Krotoszyn	Białowieża	**0,0377**
		Zawadzkie	Strzałowo	**0,0050**
		Zawadzkie	Białowieża	**0,0046**
$N\text{-}NH_4^+$	**0,0084**	-	-	
Ca	**0,0029**	Suwałki	Krucz	**0,0276**
		Suwałki	Szkl.Poręba	**0,0163**
		Suwałki	Piwniczna	**0,0111**
Mg	**0,0001**	Suwałki	Gdańsk	**0,0435**
		Suwałki	Strzałowo	**0,0252**
		Suwałki	Krucz	**0,0140**
		Suwałki	Szkl.Poręba	**0,0266**
		Suwałki	Bircza	**0,0000**
		Suwałki	Piwniczna	**0,0019**
Na	**0,0000**	Gdańsk	Strzałowo	**0,0338**
		Gdańsk	Bircza	**0,0015**
		Gdańsk	Piwniczna	**0,0225**
		Suwałki	Bircza	**0,0084**
		Krucz	Bircza	**0,0468**
K	0,0754	-	-	
Fe	**0,0661**	-	-	
Al	**0,0002**	Zawadzkie	Gdańsk	**0,0014**
		Szkl.Poręba	Gdańsk	**0,0391**
		Zawadzkie	Bircza	**0,0075**
Mn	**0,0009**	Łąck	Strzałowo	**0,0297**
		Łąck	Szkl.Poręba	**0,0113**
		Krucz	Szkl.Poręba	**0,0493**
RWO	**0,0000**	Białowieża	Gdańsk	**0,0266**
		Zawadzkie	Gdańsk	**0,0261**
		Szkl.Poręba	Gdańsk	**0,0073**
		Piwniczna	Gdańsk	**0,0176**
		Chojnów	Bircza	**0,0451**
		Białowieża	Bircza	**0,0205**
		Zawadzkie	Bircza	**0,0201**
		Szkl.Poręba	Bircza	**0,0055**
		Piwniczna	Bircza	**0,0135**
Ntot	**0,0001**	Krotoszyn	Szkl.Poręba	**0,0357**
ANC	**0,0045**	-	-	

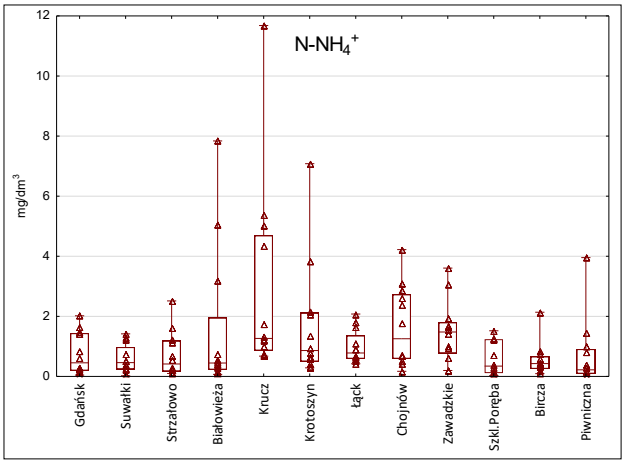


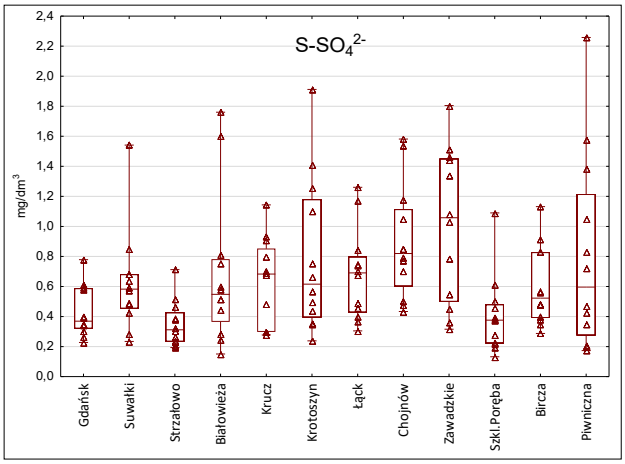
Rycina 13.1. Schemat koncepcyjny badań depozytu i przepływu składników w środowisku leśnym na SPO MI

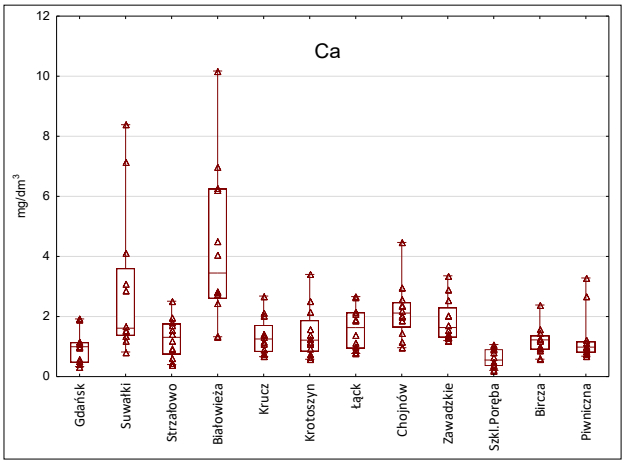

Przewodność
Mediana
25%-75%
Min-Maks
Dane surowe
µS/cm
Gdańsk
Suwałki
Strzałowo
Białowieża
Krucz
Krotoszyn
Łąck
Chojnów
Zawadzkie
Szkl.Poręba
Bircza
Piwniczna

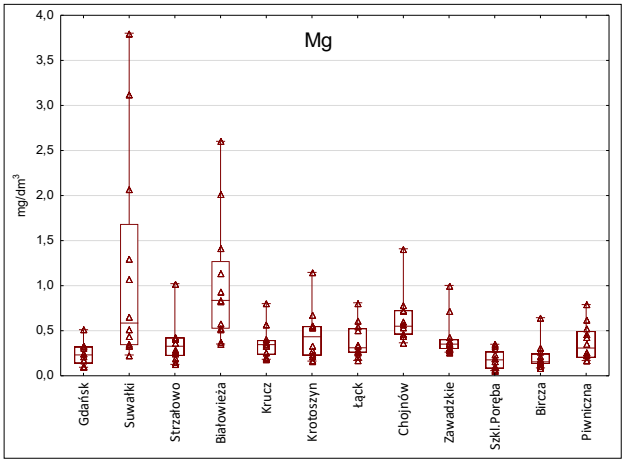

Cl-
mg/dm3
Gdańsk
Suwałki
Strzałowo
Białowieża
Krucz
Krotoszyn
Łąck
Chojnów
Zawadzkie
Szkl.Poręba
Bircza
Piwniczna

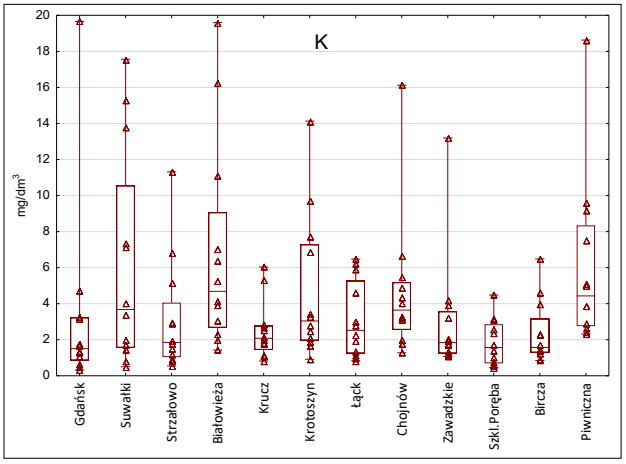

N-NO3-
mg/dm3
Gdańsk
Suwałki
Strzałowo
Białowieża
Krucz
Krotoszyn
Łąck
Chojnów
Zawadzkie
Szkl.Poręba
Bircza
Piwniczna

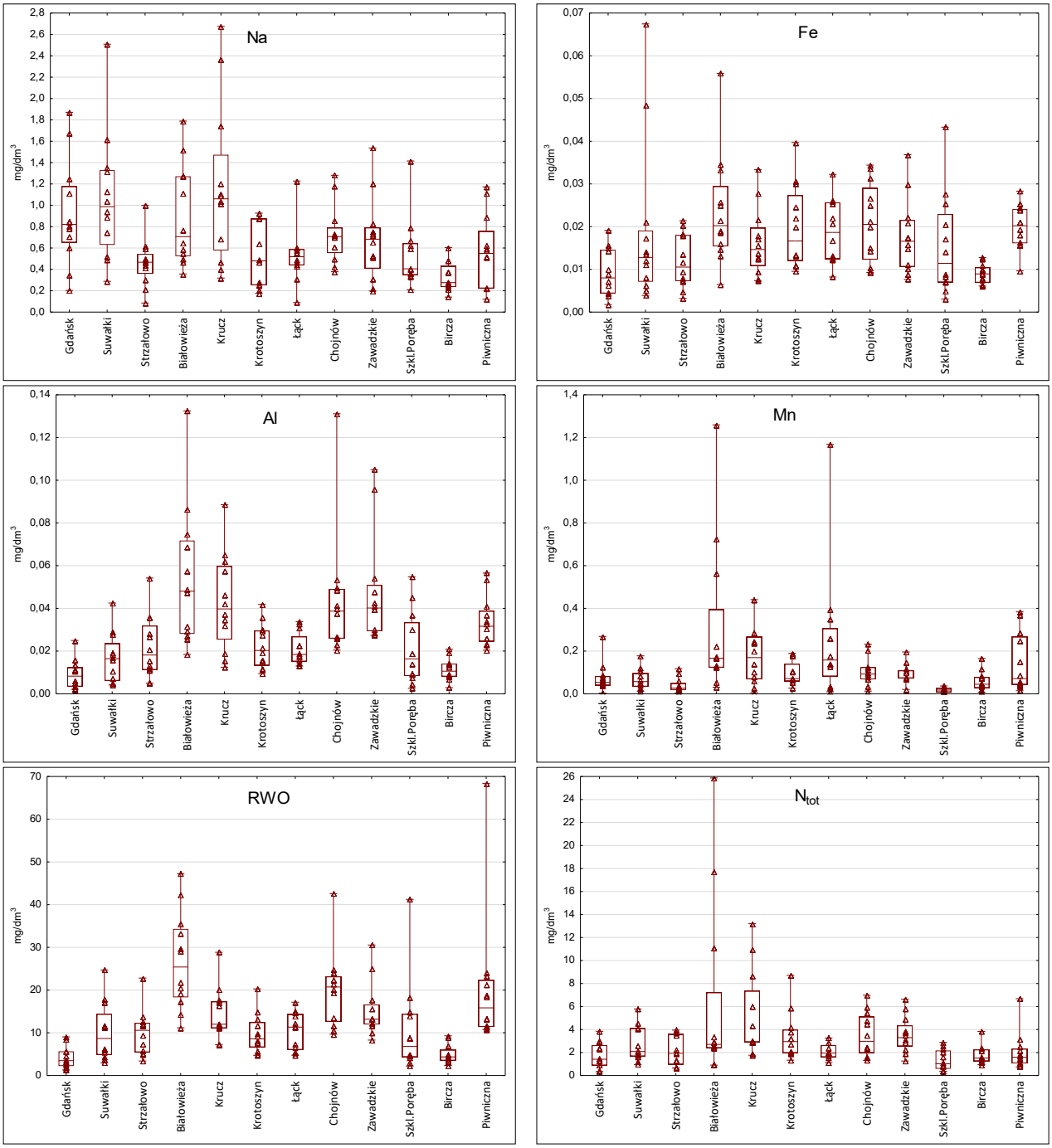

N-NH4+
mg/dm3
Gdańsk
Suwałki
Strzałowo
Białowieża
Krucz
Krotoszyn
Łąck
Chojnów
Zawadzkie
Szkl.Poręba
Bircza
Piwniczna


S-SO4 2-
mg/dm3
Gdańsk
Suwałki
Strzałowo
Białowieża
Krucz
Krotoszyn
Łąck
Chojnów
Zawadzkie
Szkl.Poręba
Bircza
Piwniczna

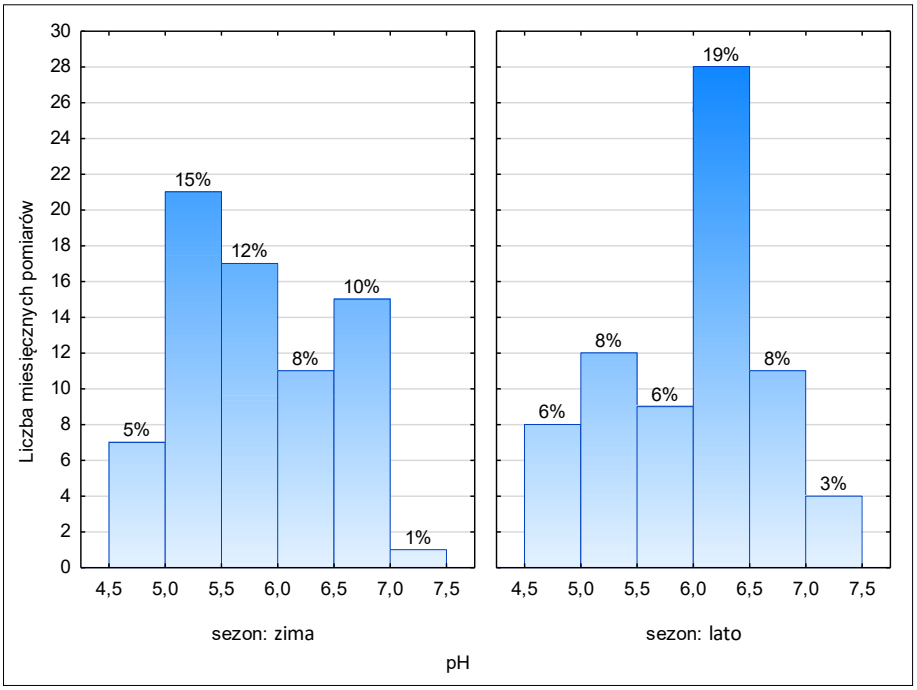

Ca
mg/dm3
Gdańsk
Suwałki
Strzałowo
Białowieża
Krucz
Krotoszyn
Łąck
Chojnów
Zawadzkie
Szkl.Poręba
Bircza
Piwniczna


Mg
mg/dm3
Gdańsk
Suwałki
Strzałowo
Białowieża
Krucz
Krotoszyn
Łąck
Chojnów
Zawadzkie
Szkl.Poręba
Bircza
Piwniczna

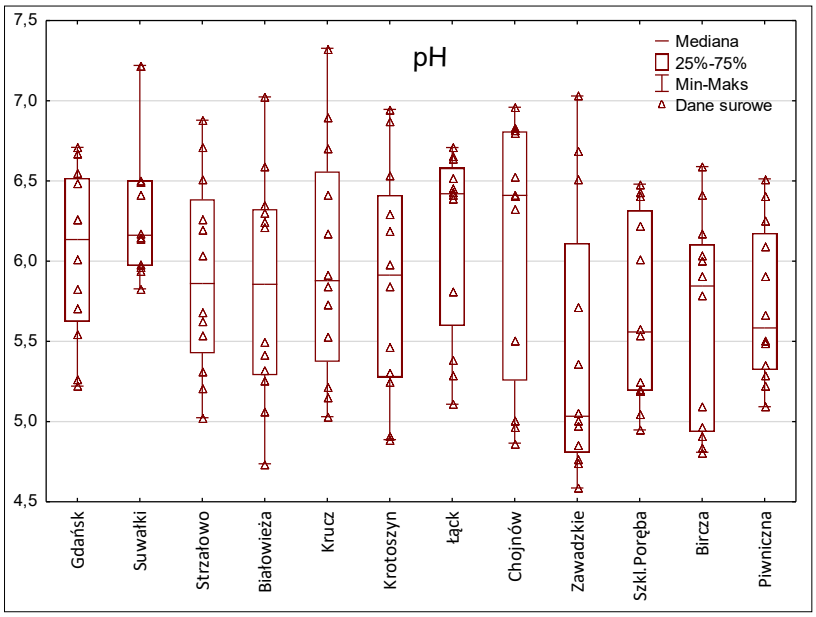

K
mg/dm3
Gdańsk
Suwałki
Strzałowo
Białowieża
Krucz
Krotoszyn
Łąck
Chojnów
Zawadzkie
Szkl.Poręba
Bircza
Piwniczna



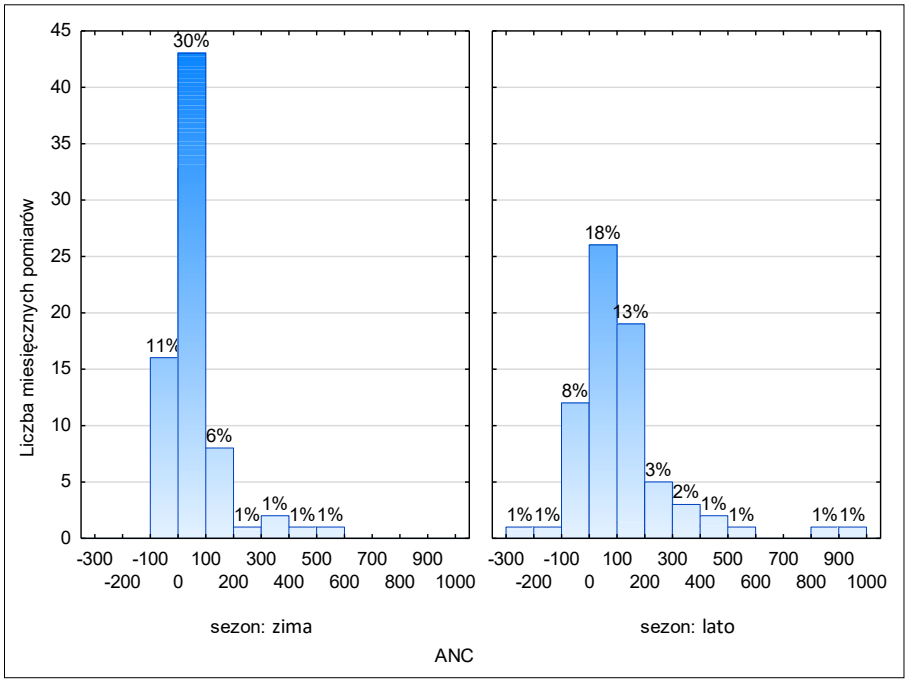
Rycina 13.2. Przewodność [µS cm^{-1}] i stężenie głównych składników [mg dm^{-3}] w opadach podkoronowych na SPO MI w 2024 r. RWO – rozpuszczony węgiel organiczny, Ntot – azot całkowity



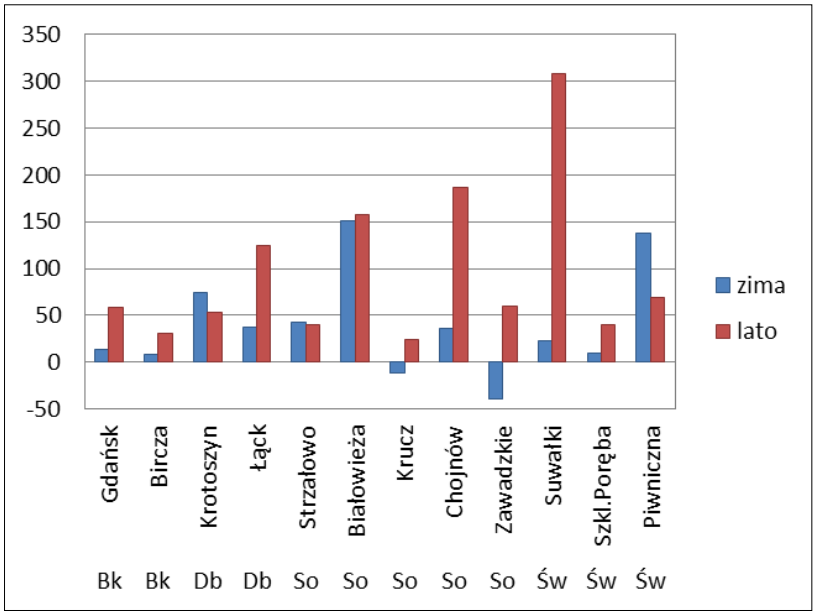
Rycina 13.3. Histogram pH opadów podkoronowych na SPO MI w okresie letnim oraz zimowym 2024 r.



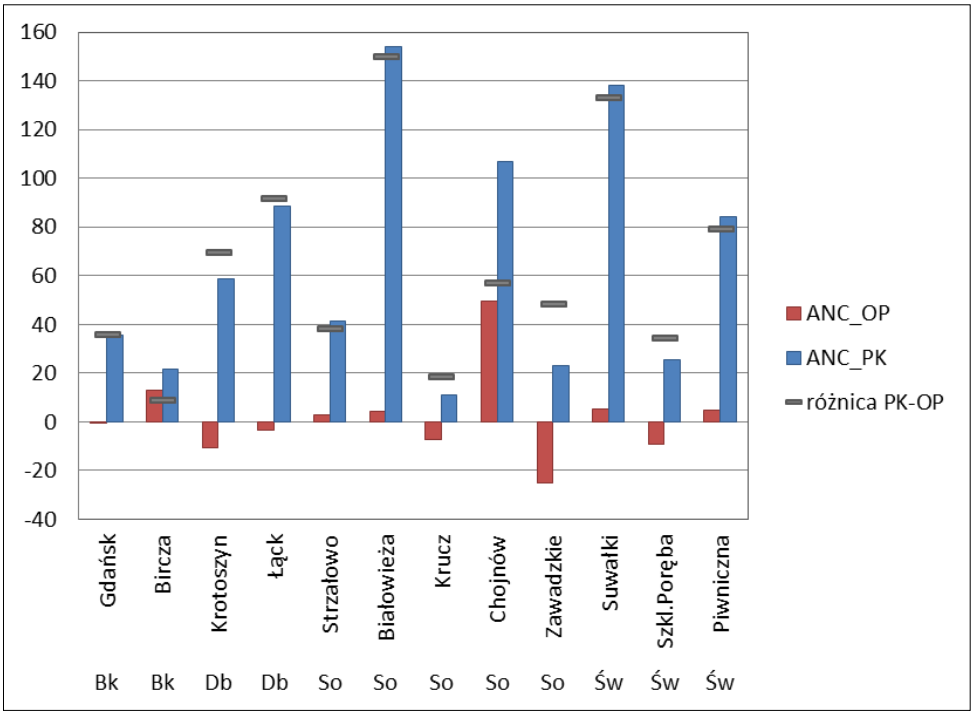
Rycina 13.4. pH opadów podkoronowych na SPO MI w 2024 r.



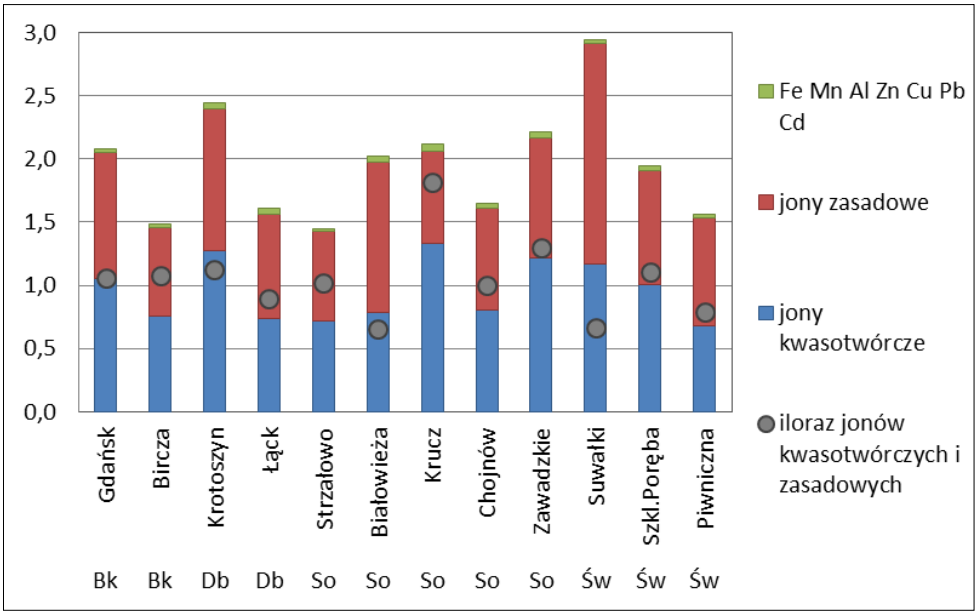
Rycina 13.5. Histogram pojemności zobojętniania kwasów ANC [µeq dm^{-3}] w opadach podkoronowych na SPO MI w sezonie zimowym oraz letnim 2024 r.



Rycina 13.6. Pojemność zobojętniania kwasów (ANC) [µeq·dm^{-3}] w opadach podkoronowych na SPO MI w 2024 r. Średnie dla okresu zimowego (miesiące I-IV, XI i XII) i letniego (V-X).

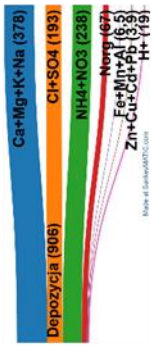


Rycina 13.7. Średnia roczna pojemność zobojętniania kwasów (ANC [µeq dm^{-3}]) w opadach na otwartej przestrzeni (OP) i podkoronowych (PK) na SPO MI w 2024 r.

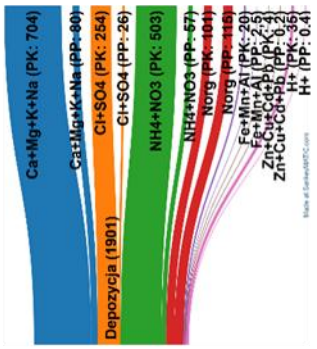


Rycina 13.8. Ładunek jonów [$kmol_c$ ha^{-1}] oraz stosunek depozytu jonów kwasotwórczych do zasadowych w opadach podkoronowych na SPO MI w 2024 r.

Bircza (buk)

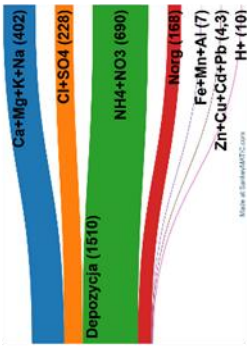


Opady atmosferyczne (OP)

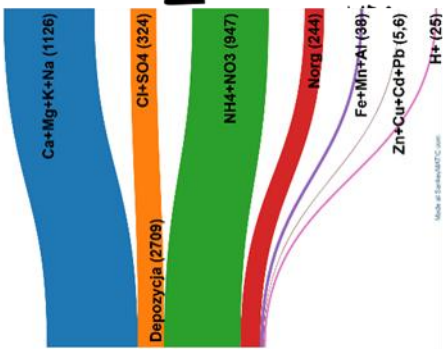


Opady podkoronowe (PK) + spływ po pniu (PP)

Krotoszyn (dąb)



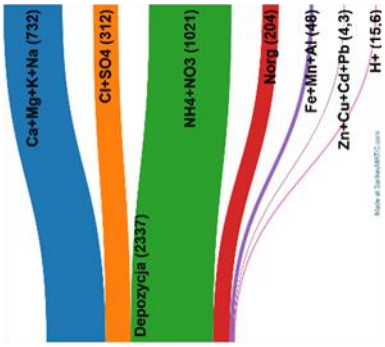
Opady atmosferyczne (OP)



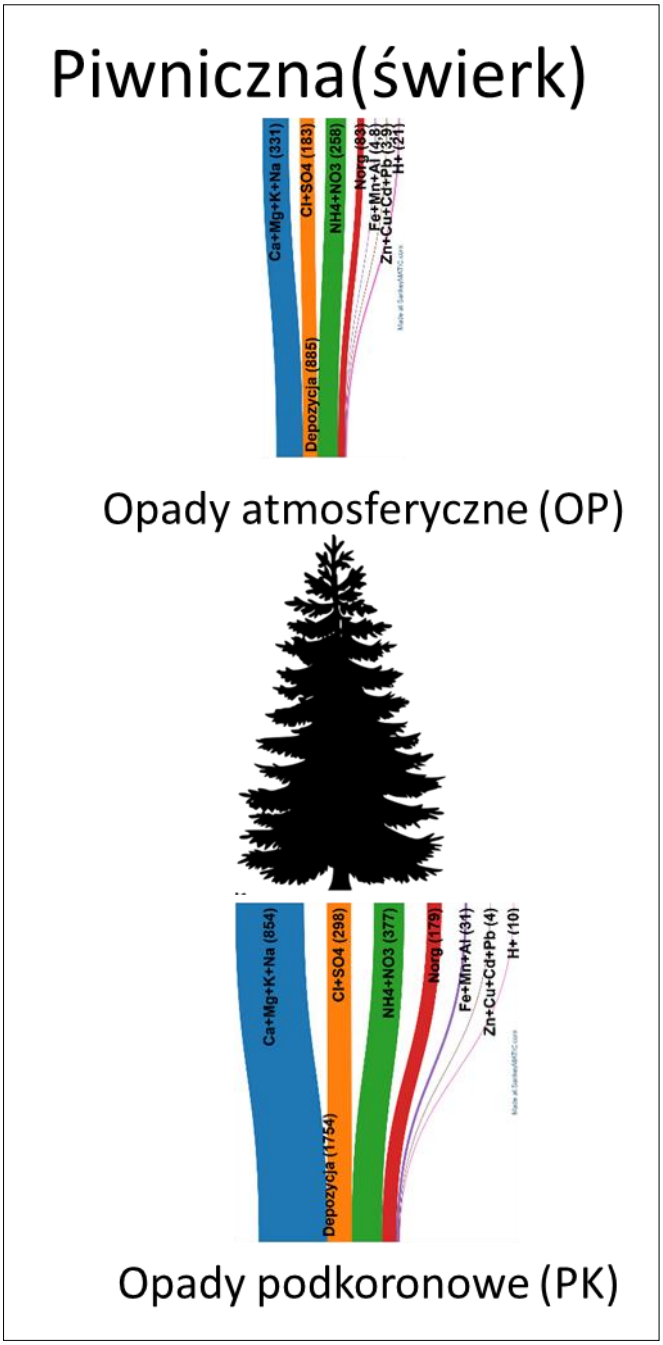
Opady podkoronowe (PK)

Krucz (sosna)

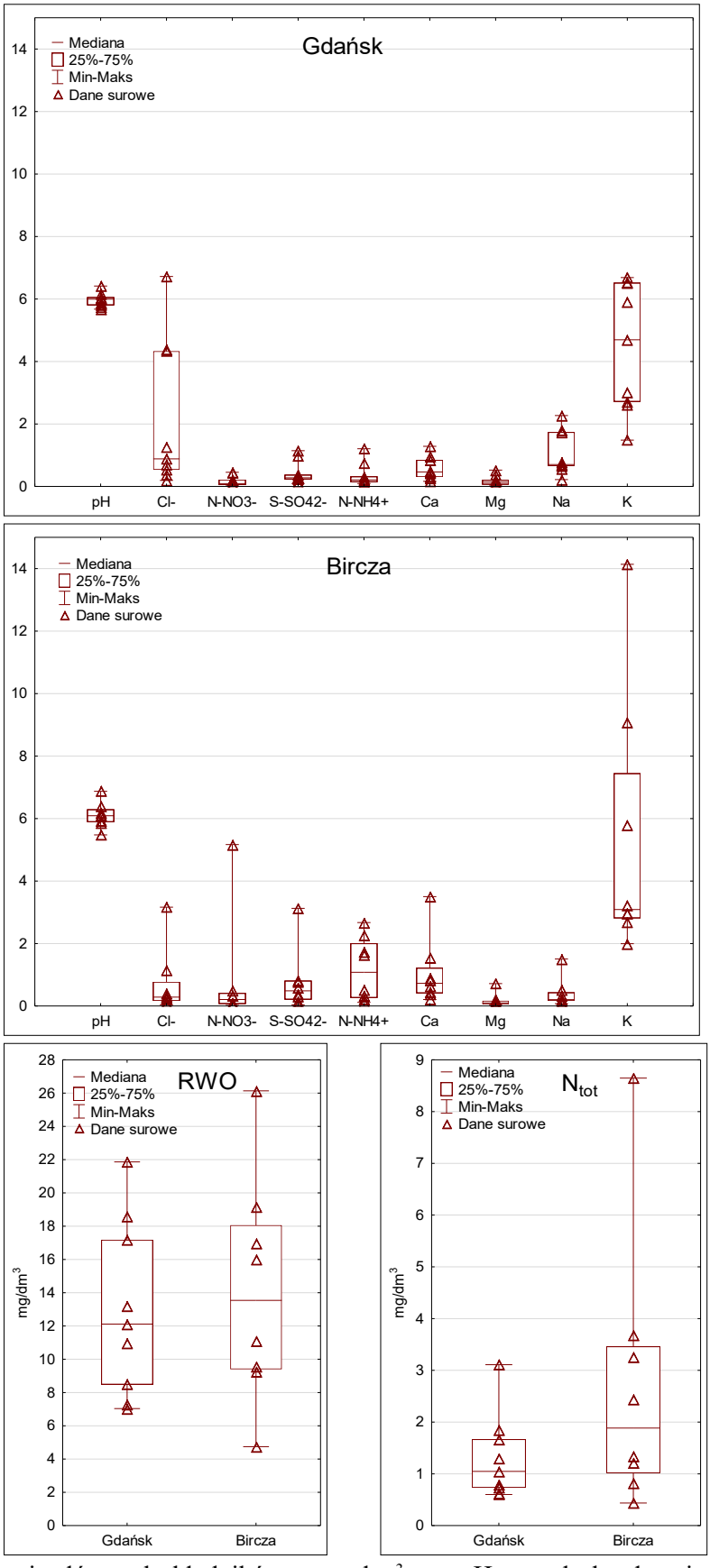
Opady atmosferyczne (OP)



Opady podkoronowe (PK)



Rycina 13.9. Przepływ jonów z opadami atmosferycznymi i podkoronowym (i po pniu w drzewostanie bukowym) w $mol_c\ ha^{-1}$ w 2024 r. na wybranych SPO MI: w drzewostanie bukowym w Nadleśnictwie Bircza, dębowym w Nadleśnictwie Krotoszyn, sosnowym w Nadleśnictwie Krucze i świerkowym w Nadleśnictwie Piwniczna



Rycina 13.10. Stężenie głównych składników w mg dm^{-3} oraz pH w wodach spływających po pniach drzew w 2024 r. Poziomą linią zaznaczono medianę, wąsami – zakres wartości miesięcznych oraz ramką – zakres kwartylowy.

14. CHEMIZM ROZTWORÓW GLEBOWYCH W 2024 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 2024 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. Próbki pobierano poza okresami, gdy gleba była zamarznięta 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. Próbki 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 2023/2024 wznowiono od lutego w Suwałkach, Białowieży i Birczy, od marca w Piwnicznej i Szklarskiej Porębie. W Gdańsku, Strzałowie, Kruczu, Krotoszynie, Łącku, Chojnowie i Zawadzkiem wskutek łagodnych warunków pogodowych próbki pobierane były od początku roku 2024. W rejonach górskich: w Szklarskiej Porębie i Piwnicznej próbki pobierano w zależności od warunków pogodowych do końca października, w Birczy do końca listopada a do końca roku na pozostałych SPO MI z wyjątkiem Strzałowa i Krotoszyna, gdzie wskutek braku opadów próbki pozyskano ostatni raz latem. Na przestrzeni roku występowały miesiące, gdy wskutek niskich opadów na niektórych SPO MI woda glebowa nie była dostępna i nie było możliwe pobieranie wystarczających ilości próbek do badań. Taka sytuacja miała miejsce już od maja na czterech SPO MI, a sporadycznie występowała między czerwcem a listopadem na kilku SPO MI. Na większości obszaru badań – poza obszarem

górskim w Szklarskiej Porębie i Piwnicznej - 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 2024 roku w badanych roztworach glebowych wynosiło od 4,2 do 7,9 na głębokości 25 cm oraz od 4,4 do 7,5 na głębokości 50 cm (ryc. 14.1). Zmiany większe niż ± 0,2 jednostki pH w porównaniu z rokiem poprzednim wystąpiły w kilku przypadkach (Krotoszyn, Bircza i Suwałki) i mogły być spowodowane niewystarczającą dostępnością wody glebowej, szczególnie na zwięzłych glebach. 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.

Kwaśne roztwory występowały w drzewostanach sosnowych w Zawadzkiem, Kruczu i Chojnowie (pH od 4,3 do 4,6) i tylko nieco mniej kwaśne w Białowieży (pH 4,6 – 4,7). 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 Strzałowie (sosna), Birczy (buk) i w Suwałkach (świerk) pH osiągało średnie wartości w zakresie 6,3 – 7,9. W dąbrowie w Krotoszynie w płytszym poziomie pH było niskie i wynosiło tylko 4,2. 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 50 i 25 cm wynosiła odpowiednio 0,9, 0,8 i 0,6 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. 14.2). Udział kationów o charakterze zasadowym w sumie jonów był niski (22–27%) 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 28 do 43%.

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. 14.1) przyjął znacznie niższe od jedności wartości, mieszczące się w zakresie od 0,3 do 0,5 w roztworach glebowych na obu głębokościach w nadleśnictwach: Szklarska Poręba (świerk), Chojnów (sosna), Zawadzkie (sosna) i Krucz (sosna). W Gdańsku (buk) mieścił się w granicach 0,3 – 0,8. W Łącku (dąb) i Piwnicznej (świerk) wynosił 0,5 – 0,6 na głębokości 25 cm i wzrastał do 0,8 – 0,9 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. Jedynie w płytszej warstwie gleby w Białowieży BC/Al przyjmował wartość 0,8.

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

W okresie badań jony NO_3^- występowały w roztworach glebowych poniżej głównej strefy korzeniowej roślin na głębokości 50 cm w Białowieży w stężeniu od 0,1 do 1,0 mg N dm^{-3} (ryc. 14.3), w Suwałkach w stężeniu od 0,1 do 0,6 mg N dm^{-3}. W Krotoszynie stężenia jonów NO_3^-, choć niższe niż w roku 2023, były szczególnie wysokie: od stycznia do maja 2024 roku wahały się od 0,6 do 14,6 mg N dm^{-3}.

Na SPO w Białowieży w poprzednich latach wystąpiły wiatrowały i inne uszkodzenia od wiatru, co może przyczyniać się do gorszej kondycji drzew, punktowego odsłonięcia gleby sprzyjającego przyspieszonej mineralizacji i uwalnianiu azotanów do roztworów glebowych. Drugą potencjalną przyczyną osłabienia drzew jest obecność opieńki. Ponieważ stężenia azotanów (V) w 2024 roku spadły w stosunku do roku poprzedniego, można wnioskować, że następuje stabilizacja tempa mineralizacji po uprzednich zaburzeniach struktury drzewostanu, skutkując widocznym spadkiem obecności azotanów (V) w wolnej formie w roztworach glebowych.

W Suwałkach obecność azotanów w roku 2024 i poprzednich można wiązać z uszkodzeniem drzewostanu i powolnym rozpadem, związanym z obecnością kornika

i chorobami grzybowymi, w wyniku czego część powierzchni badawczej została pozbawiona drzew.

Zaburzenie wywołane cięciami pielęgnacyjnymi w Zawadzkiem, które doprowadziło do zmian w strukturze drzewostanu i spowodowało w 2020 roku podwyższenie stężeń jonów azotanów (V), nie przyniosło podobnych skutków dla składu roztworów glebowych w latach 2021 – 2024. Przejściowe przyspieszenie mineralizacji ściółki wskutek przerzedzenia okapu miało efekt na tyle krótkotrwały, że w kolejnych latach stężenia jony NO_3^- w roztworach glebowych pozostawały na niskim poziomie.

W Krotoszynie w drzewostanie przeprowadzono w 2017 roku cięcia sanitarne, czego następstwem było wzmożone uwalnianie $N\text{-}NO_3^-$ do roztworów glebowych w ubiegłych latach wskutek zwiększonej mineralizacji materii organicznej. Dodatkowo drzewostan wykazywał oznaki uszkodzeń spowodowanych rozmaitymi czynnikami; występowały wiatrowały, a zamierające i powalone drzewa powiększały powierzchnię gleby nieosłoniętą okapem, przez co mogło przyspieszać tempo mineralizacji w glebie.

Zjawiska prowadzące do uszkodzeń 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 Strzałowie i Zawadzkiem (sosna), Suwałkach (świerk), Krotoszynie i Łącku (dąb), (ryc. 14.4) 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.

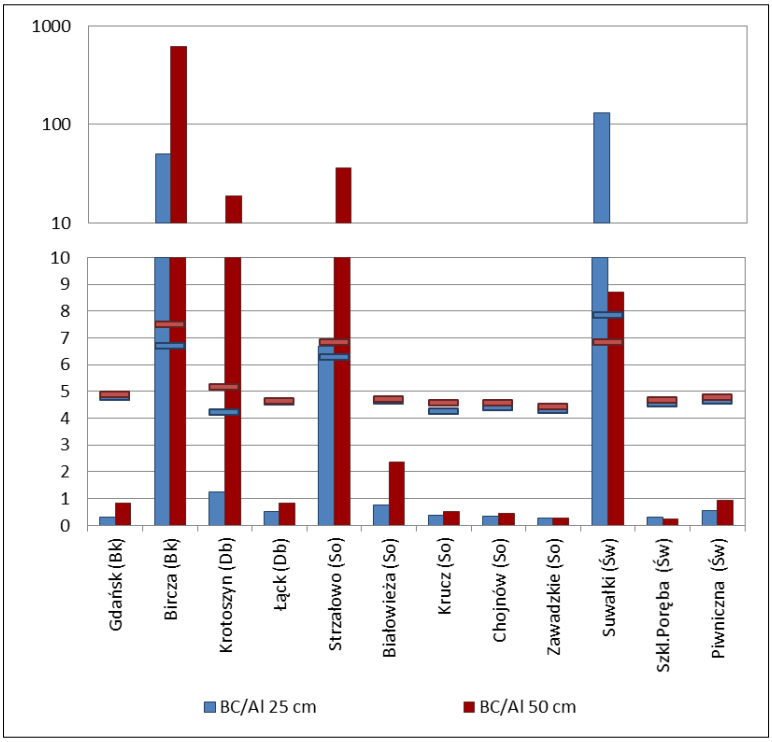
Gundersen, P., & Rasmussen, L. (1995). Nitrogen mobility in a nitrogen limited forest at Klosterhede, Denmark, examined by NH4NO3 addition. Forest Ecology and Management, 71, 75–88.

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

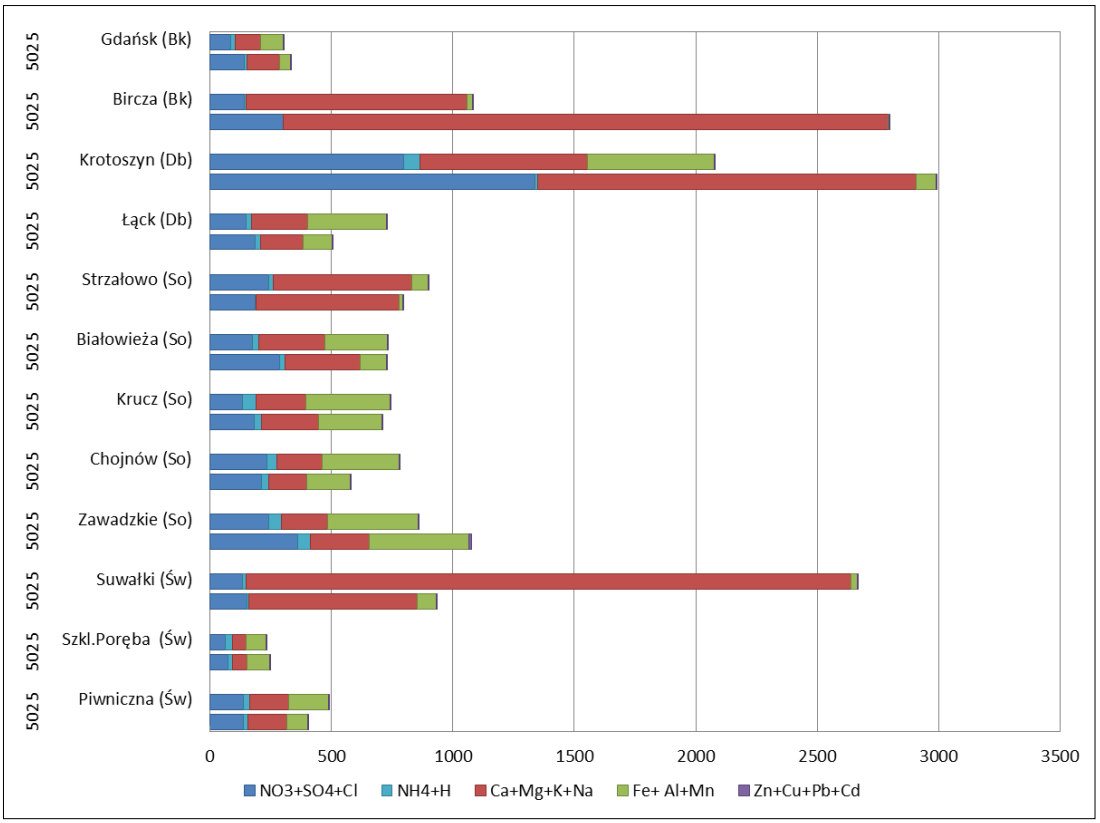
Nieminen, T., (2011). Soil Solution Collection and Analysis. Manual Part XI, 30 pp. In: Manual on methods and criteria for harmonized sampling, assessment, monitoring and analysis of the effects of air pollution on forests. UNECE, ICP Forests, Hamburg. ISBN: 978-3-926301-03-1.

Rasmussen, L. (1998). Effects of afforestation and deforestation on the deposition, cycling and leaching of elements. Agriculture, Ecosystems & Environment, 67, 153–159.

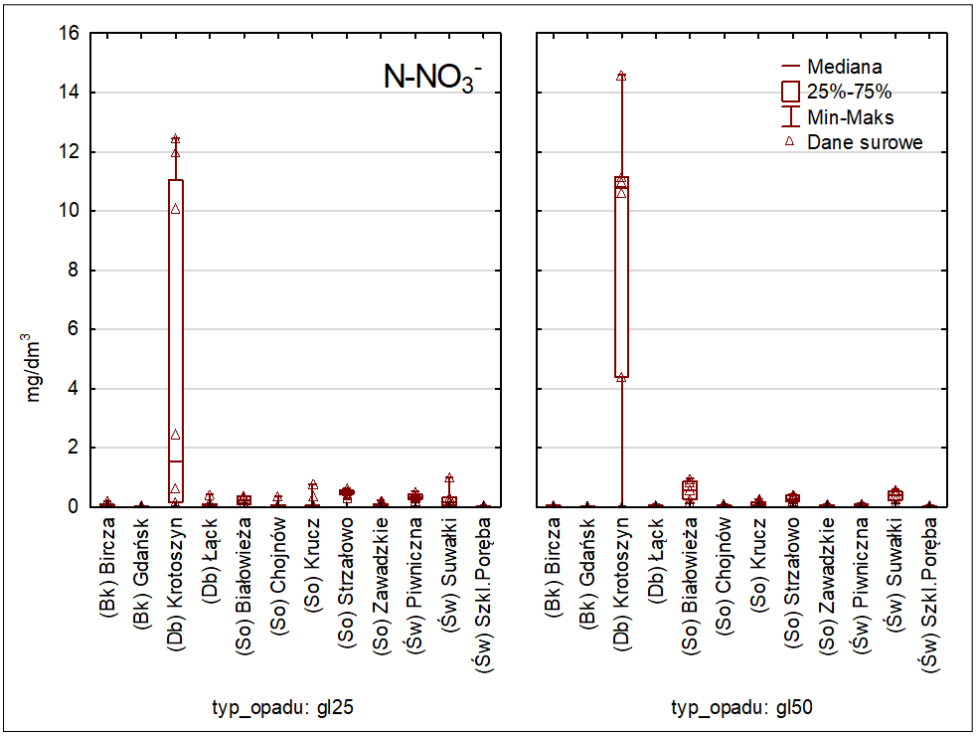
Semenov M., Bashkin V., Sverdrup H. (2001). Critical loads of acidity for forest ecosystems of North Asia. Water, Air, and Soil Pollution, 130: 1193-1198.



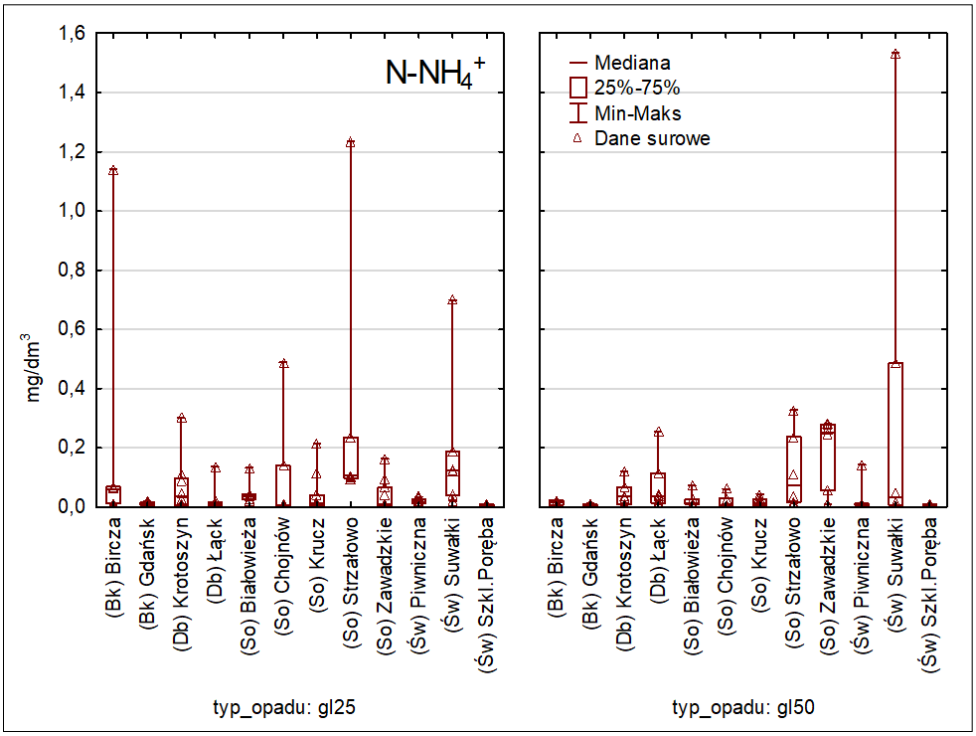
Rycina 14.1. Stosunek molowy kationów zasadowych do glinu (BC/Al) w roztworach glebowych na SPO MI w 2024 r. Poziomymi kreskami zaznaczono średnią roczną wartość pH na głębokości 25 cm (kolor niebieski) i 50 cm (kolor czerwony)



Rycina 14.2. Suma stężeń jonów [$\mu mol_c\ dm^{-3}$] w roztworach glebowych na głębokości 25 i 50 cm (oznaczenie na lewej pionowej osi wykresu) na SPO MI w 2024 r.



Rycina 14.3. Stężenia azotanów (V) w roztworach glebowych na głębokości 25 cm i 50 cm na SPO MI w 2024 r.



Rycina 14.4. Stężenia jonów amonowych [mg N dm^{-3}] w roztworach glebowych na głębokościach 25 cm i 50 cm na SPO MI w 2024 r.

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

Stężenia NO_2 i SO_2 w powietrzu poddano analizie występowania trendów w latach 2011–2024 dla SPO MI Gdańsk, Suwałki, Strzałowo, Białowieża, Krucz, Krotoszyn, Łąck, Chojnów, Zawadzkie, Szklarska Poręba i Bircza, a od jesieni roku 2013 również dla SPO Piwniczna. Ponadto przeprowadzono analizę trendów dla wielkości opadów na otwartej przestrzeni i pod okapem, pH, zasadowości oraz depozycji SO_4^{2-}, NO_3^-, NH_4^+ i Ca w latach 2010–2024, a dla Chojnowa od 2004. 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 4.5.0 (R Core Team 2025) z użyciem pakietów Kendall (McLeod 2022) oraz rkt (Marchetto 2024).

Na każdej z badanych SPO MI w ostatnich latach zanotowano istotny spadek stężenia dwutlenku siarki (tab. 15.1). Największe spadki wystąpiły w rejonach górskich: w Birczy i Szklarskiej Porębie. W rejonach o ogólnie niższym poziomie zanieczyszczeń gazowych (Polska północno-wschodnia): w Suwałkach, Strzałowie i Białowieży spadek stężenia SO_2 nie był tak wyraźnie zaznaczony, choć testy wskazują na jego istotność.

Stężenia dwutlenku azotu w powietrzu w badanym okresie również wykazywały trendy spadkowe na wszystkich badanych powierzchniach SPO MI (tab. 15.1). Najsłabiej zaznaczony spadek stężeń NO_2 miał miejsce w Suwałkach, Strzałowie i Białowieży (Polska północno-wschodnia) oraz Birczy (Polska południowa – rejon podkarpacki), 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_2 wystąpił w Chojnowie, gdzie obserwowane są najwyższe stężenia NO_2 spośród powierzchni monitoringu lasów. Poza tym duży spadek zaobserwowano również w Łącku i Zawadzkiem.

Stężenia gazowych zanieczyszczeń powietrza w latach 2011–2024 przedstawiono na rycinach 15.1–15.6, czerwona linia ilustruje tendencje zmian stężeń.

W latach 2010–2024 (tab. 15.2) wysokości opadów na powierzchniach SPO MI nie podlegała istotnym trendom. Na otwartej przestrzeni i w drzewostanach na większości SPO MI pH opadów wykazywało istotny ($p \leq 0{,}05$) trend rosnący, co można uznać za zjawisko pozytywne.

Wyjątkiem były powierzchnie świerkowe w Piwnicznej w drzewostanie i Suwałkach na otwartej przestrzeni, a także sosnowa w Białowieży na otwartej przestrzeni, gdzie nie zaobserwowano trendu.

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

Zmniejszającemu się zakwaszeniu opadów i spadkowi depozycji związków siarki towarzyszył trend wzrostu zasadowości opadów w drzewostanie świerkowym i na otwartej przestrzeni w Szklarskiej Porębie oraz na otwartej przestrzeni w Gdańsku. W nielicznych przypadkach na powierzchniach iglastych (Strzałowo, Białowieża, Suwałki, Piwniczna) opady bądź na otwartej przestrzeni bądź pod okapem wykazywały malejącą zasadowość na przestrzeni lat badań.

Depozycja mineralnych związków azotu w mniejszym stopniu niż $S\text{-}SO_4^{2-}$ podlegała trendom i choć przeważnie ulegała zmniejszeniu na terenie Polski, zdarzały się lokalizacje o wzrastającej depozycji azotu. Trendy wzrostu depozycji $N\text{-}NO_3^-$ wykryto pod okapem i na otwartej przestrzeni w Białowieży, zaś trendy spadkowe w obu typach opadów w Birczy, Łącku, Chojnowie i Szklarskiej Porębie oraz w opadach docierających do koron drzew w Gdańsku, Krotoszynie, Strzałowie, Kruczu i Piwnicznej. Depozycja formy zredukowanej azotu ($N\text{-}NH_4^+$) istotnie malała na licznych SPO MI, szczególnie w buczynach Gdańska i Birczy, dąbrowie Krotoszyna oraz drzewostanach iglastych Suwałk i Zawadzkiego. O ile w Kruczu depozycja na otwartej przestrzeni malała, to pod okapem obserwowano istotny trend wzrostowy. Azot jest składnikiem podlegającym wymianie w warstwie koron, zatem zmiany depozycji na otwartej przestrzeni mogą nie korespondować ze zmianami depozycji podokapowej, co jest szczególnie zauważalne w Piwnicznej, gdzie malejącej depozycji docierającej do koron drzew towarzyszy rosnąca depozycja podokapowa $N\text{-}NO_3^-$. Część azotu jest konsumowana w kontakcie z listowiem i trafia do ekosystemu drogą pośrednią, wbudowywana w biomasę zanim dotrze z opadem do gleby. Ostatecznie wielkość depozycji z atmosfery do gleby ustala się w wyniku bilansu procesów sorpcji, wymywania oraz wychwytywania związków wnoszonych z opadem, pyłami i gazami do koron drzew.

Wszelkie trendy wielkości depozycji na przestrzeni ostatnich lat w mniejszym stopniu znajdowały odzwierciedlenie w zmianach składu chemicznego roztworów glebowych (tab. 15.3). W roztworach glebowych kwasowość zmniejszała się na obu głębokościach tylko w Gdańsku (buk), Szklarskiej Porębie i Piwnicznej (świerk) oraz Chojnowie (sosna), co można powiązać

z istotnie rosnącymi trendami wzrostu pH opadów, malejącą depozycją związków siarki ($S\text{-}SO_4^{2-}$) i - do pewnego stopnia - azotu oraz rosnącą zasadowością opadów w Szklarskiej Porębie i Gdańsku. Wskaźnik pH wykazywał trend rosnący również na głębokości 25 cm w Strzałowie, Zawadzkiem (sosna) i Suwałkach (świerk) oraz na głębokości 50 cm w Kruczu (sosna), mimo że zmiany te na przestrzeni lat nie były znaczne.

Dzięki temu, że badania w Chojnowie (sosna) rozpoczęto wcześniej niż na pozostałych SPO MI, długość serii danych obejmującej lata 2004–2024 pozwoliła na wykrycie niewielkiego rosnącego trendu pH na głębokości 25 cm i 50 cm, zapewne związanego z malejącym stężeniem jonów siarczanowych (VI) w roztworach glebowych. Towarzyszy temu zjawisku spadek stężeń glinu i wapnia. Sygnały te mogę wskazywać, że warunki glebowe w Chojnowie ulegają niewielkiej poprawie, zauważalnej początkowo w górnej części profilu gleby, a z upływem czasu – od 2023 roku – sięgającej w głąb profilu glebowego.

Malejąca depozycja siarki z opadami ($S\text{-}SO_4^{2-}$) niekiedy wiąże się z istotnymi trendami spadkowymi w stężeniu jonów siarczanowych w roztworach glebowych. Oprócz drzewostanu w Chojnowie (sosna), stężenia SO_4^{2-} w roztworach glebowych malały także we wszystkich drzewostanach świerkowych w Suwałkach, Szklarskiej Porębie i Piwnicznej (świerk), w dąbrowie Łącka i buczynie Gdańska a także jednym z dwóch badanych poziomów gleby w Strzałowie i Zawadzkiem (sosna). Na pozostałych SPO w Białowieży, Krotoszynie i Birczy nie zaobserwowano istotnych trendów dla kluczowych wskaźników świadczących o jakości gleby.

W Zawadzkiem (sosna) na Śląsku, gdzie notowano w opadach malejącą depozycję związków siarki, w roztworach glebowych stężenia siarki w formie siarczanów (VI) spadają co prawda w górnej warstwie gleby, lecz w jeszcze większym stopniu rosną na głębokości 50 cm. 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, natomiast stężenia wapnia – trend malejący na obu głębokościach gleby. Malejący udział kationów w stosunku do glinu na obu głębokościach gleby wskazuje na pogarszanie się i tak niekorzystnych warunków wzrostu i rozwoju korzeni drzew. Podobnie trend rosnący stężeń glinu wystąpił w drzewostanie sosnowym w Kruczu na głębokości 50 cm oraz dąbrowie w Krotoszynie na głębokości 25 cm, gdzie postępuje 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 Centrum Koordynacji dla Wpływów (CCE) przy ICP M&M (International Cooperative Program on Modelling & Mapping) 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 skrócie w tabeli 15.4 i 15.5, gdzie na podstawie przeglądu danych naukowych z ostatniej dekady zestawiono przewidywane skutki przekroczeń ładunków krytycznych dla poszczególnych elementów środowiska leśnego i lasów wg. Bobbink i in. 2022.

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

Dopływ azotu (N_{tot}) do gleb pod okapem w 2024 roku był niższy niż 10 kg N ha^{-1} w Piwnicznej (7,8 kg N ha^{-1}), Łącku (8,7 kg N ha^{-1}), Strzałowie (9,2 kg N ha^{-1}), Birczy (9,5 kg N ha^{-1}) i Chojnowie (9,7 kg N ha^{-1}). W pozostałych drzewostanach przyjmował wartości od około 10,5 – 12,0 kg N ha^{-1} (Gdańsk, Białowieża, Szklarska Poręba i Suwałki), po 14,1 – 17,2 kg N ha^{-1} (Zawadzkie, Krotoszyn i Krucz). W puli azotu całkowitego (N_{tot}) od 68 do 83% stanowiły formy mineralne ($N\text{-}NH_4^+$ i $N\text{-}NO_3^-$). 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 2024 roku w Krotoszynie całkowita depozycja mineralnych związków azotu mogła przekroczyć nawet 22 kg N ha^{-1}, w Suwałkach 15 kg N ha^{-1}, w Strzałowie, Birczy, Białowieży, Kruczu, Zawadzkiem i Gdańsku wyniosła więcej niż 10 kg N ha^{-1}, a jedynie w Łącku, Szklarskiej Porębie, Piwnicznej i Chojnowie spadła poniżej 10 kg N ha^{-1}. Wnioskowanie na podstawie wielkości depozycji pod okapem powoduje niedoszacowanie całkowitej ilości azotu, wnoszonego do ekosystemów leśnych (Hansen i Nielsen 1998, Neirynck i in. 2007). Zakładając zatem, że całkowita depozycja azotu może być większa, niż wskazują na to wyniki depozycji podkoronowej, na dużej liczbie badanych powierzchni monitoringu intensywnego jest prawdopodobna nadmierna podaż azotu. Całkowita depozycja azotu na każdej badanej powierzchni przekracza w drzewostanach ładunek krytyczny ustalony empirycznie na poziomie 3-5 kg N rocznie. Wskutek przekroczenia ładunku można spodziewać się niekorzystnych skutków dla życia i funkcjonowania porostów nadrzewnych oraz stymulacji wzrostu glonów wolnożyjących (tab.15.4).

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, Chojnowie i Zawadzkiem. Roztwory glebowe w Kruczu, Zawadzkiem i Chojnowie – w przeciwieństwie do Strzałowa i Białowieży – charakteryzował ponadto niekorzystny niski udział zasad w roztworach glebowych oraz niski stosunek sumy zasad do glinu, sugerujący podwyższony poziom stresu siedliskowego, potencjalnie zagrażający rozwojowi korzeni roślin. Opady dopływające do koron drzew niosły niewielkie ryzyko dalszego zakwaszenia, na co wskazuje równowaga lub przewaga jonów mocnych kwasów nad jonami mocnych zasad średnio w roku na powierzchniach sosnowych, z wyjątkiem Chojnowa, gdzie ANC przyjmowało zdecydowanie dodatnie wartości. Najniższe pH opadów spośród powierzchni sosnowych zanotowano w Zawadzkiem. Również tam występowały w opadach najniższe wartości ANC w porównaniu do wszystkich SPO, nie tylko na tle powierzchni sosnowych. Podkoronowa depozycja siarki w postaci jonów siarczanowych (VI) w Strzałowie, Białowieży oraz Kruczu (1,5-

2,1 kg S ha^{-1}) była niska w porównaniu z innymi SPO MI z tej grupy powierzchni, natomiast w drzewostanie w Chojnowie depozyt S-SO_4^{2-} wyniósł 2,5 kg S ha^{-1}, a w Zawadzkiem aż 3,8 kg S ha^{-1}. W Białowieży i Strzałowie oprócz tego, że opady wnosiły małe ilości siarki, poziomy gazowych zanieczyszczeń powietrza (NO_2 i SO_2) również należały do najniższych w Polsce. Pozostałe powierzchnie sosnowe: w Kruczu oraz szczególnie w Zawadzkiem i Chojnowie były obciążone wysokimi depozytami gazowych zanieczyszczeń powietrza (N-NO_2 i S-SO_2) w stosunku do nizinnych SPO MI (por. rozdział „Poziom stężeń NO_2 i SO_2 w powietrzu na terenach leśnych na SPO MI"). Stały dopływ zanieczyszczeń o działaniu zakwaszającym wskazywałby na ryzyko postępującego zakwaszenia wymienionych siedlisk sosnowych, usytuowanych na glebach lekkich i ubogich w jony o charakterze zasadowym. Mimo to ładunki krytyczne zakwaszenia wyznaczone dla tego typu drzewostanów w podobnym położeniu geograficznym nie są obecnie przekraczane, choć w minionych latach taka sytuacja miała miejsce w Zawadzkiem. Obserwacje trendów chemizmu roztworów glebowych nie dostarczyły dotychczas dowodów na wyraźną poprawę stanu środowiska glebowego na powierzchniach sosnowych. Jedynie w Chojnowie rosnące pH i malejące stężenia glinu stanowią kontynuację zapoczątkowanych w 2022 roku korzystnych zmian. W Zawadzkiem nadal utrzymuje się niekorzystny trend wzrostu stężenia glinu i malejącego stosunku jonów o charakterze zasadowym do glinu. Stwierdza się jedynie zahamowanie wzrostu stężenia jonów siarczanowych w roztworach glebowych na głębokości 50 cm.

W roztworach glebowych pojawiały się okresowo jony NO_3^- (Białowieża) lub NH_4^+ (Strzałowo, Zawadzkie), szczególnie w głębszych warstwach gleby. W Strzałowie i Białowieży podwyższone stężenia mineralnych form azotu 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, choć 2024 rok przyniósł zmniejszenie przekroczeń ładunków krytycznych w porównaniu z latami poprzednimi. W Chojnowie po raz pierwszy krytyczne ładunki azotu pokarmowego nie zostały przekroczone. Mimo to można przypuszczać, że w sprzyjających warunkach hydrometeorologicznych azot jest wymywany z gleb wskutek nadmiernej depozycji, a siedliska borowe podlegają eutrofizacji.

Drzewostany świerkowe

skuteczniejyczne 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. 13.9). 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 wnosiły w Szklarskiej Porębie ładunek siarki w formie siarczanowej (VI) w wysokości 2,8 kg S ha^{-1} a niższy w Piwnicznej (2,0 kg S ha^{-1}). Całkowita depozycja siarki w formie siarczanów do gleby w drzewostanie była w Szklarskiej Porębie o około 40% wyższa niż w Piwnicznej (odpowiednio 3,2 kg S ha^{-1} i 2,3 kg S ha^{-1}). Wody opadowe na obu powierzchniach miały kwaśny odczyn (pH 5,5) a jony mocnych kwasów i zasad występował w niemal równoważnych ilościach (ANC w opadach bezpośrednich w Szklarskiej Porębie wynosiło -9,0 μeq dm^{-3} rok^{-1}, w Piwnicznej 4,9 μeq dm^{-3} rok^{-1}). Pod okapem w Piwnicznej jony o charakterze zasadowym znacząco przeważały nad depozycją kwasową (ANC w opadach podkoronowych w Piwnicznej wyniosło 84,3 μeq dm^{-3} rok^{-1}). W Szklarskiej Porębie natomiast wskaźnik ANC był niższy (25,4 μeq dm^{-3} rok^{-1}), choć 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 niski 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 niemal dwukrotnie

wyższy. Stosunek jonów o charakterze zasadowym do glinu wskazuje na korzystniejsze – choć nadal nie optymalne - 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 był obojętny (pH 6,9–7,9), udział jonów zasadowych wynosił 75% - 93% i nie występowało zagrożenie dla korzeni drzew ze strony ruchomego glinu. Depozycja siarki w formie gazowej była niewielka w porównaniu do pozostałych SPO MI. Niższa była również depozycja siarki w postaci siarczanów (VI) w opadach bezpośrednich (1,9 kg S ha^{-1}) i do gleby pod okapem (3,0 kg S ha^{-1}) w porównaniu do górskiego drzewostanu świerkowego w Szklarskiej Porębie. Drzewostan mimo to wykazuje cechy powolnego rozpadu na skutek oddziaływania czynników biologicznych, a w odpowiedzi na to zjawisko wykonywane są okresowo cięcia sanitarne, co jest możliwą przyczyną podwyższonych stężeń jonów amonowych i w mniejszym stopniu azotanów (V) w roztworach glebowych. Nie wyklucza się również jako czynnika sprawczego w przeszłości nadmiernej depozycji azotu, przewyższającej ładunek krytyczny 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 S-SO_4^{2-} w opadach dopływających do lasu nieco przewyższała depozycję siarczanów (VI) w Gdańsku, pomimo że całkowita suma depozycji w Gdańsku była dwukrotnie wyższa niż w Birczy. Również depozycja siarki w formie gazowej była w Birczy półtorakrotnie wyższa niż w Gdańsku.

Pod względem żyzności gleb Bircza charakteryzuje się znacznie korzystniejszymi warunkami niż Gdańsk: pH osiągało stosunkowo 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 4,8-4,9) występuje w przewadze w toksycznej formie wolnego jonu Al^{3+} (Bi i in. 2001), stanowiąc czynnik potencjalnie szkodliwy dla rozwoju roślin. Ładunki krytyczne kwasowości były w niektórych latach badań przekraczane w buczynie nadmorskiej w Gdańsku, lecz dotychczas nie stwierdzono podobnego zjawiska w Birczy. Stanowi to potwierdzenie występowania znaczących różnic w możliwościach buforowania kwasowej depozycji w środowisku buczyn zlokalizowanych w Polsce północnej oraz w rejonach

podgórskich Karpat nawet w warunkach, gdy opady podkoronowe w Gdańsku charakteryzują się większą zdolnością zobojętniania kwasów, wyrażoną wyższym wskaźnikiem ANC.

Możliwe było przekraczanie ładunków krytycznych azotu pokarmowego w Birczy na przestrzeni lat badań, natomiast zjawisko to nie wystąpiło dotychczas w Gdańsku, mimo że wielkość depozycji całkowitej azotu w wielu latach badań była zbliżona do wartości uznawanej za krytyczną. Należy jednak zaznaczyć, że dane z roku 2024 wskazują, że ładunki krytyczne azotu i zakwaszenia nie są obecnie przekraczane w żadnej z tych buczyn.

Drzewostany dębowe

W Łącku i Krotoszynie opady atmosferyczne charakteryzowały się odczynem w zakresie normalnym (średnie pH 5,7-5,8), przy przewadze 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 znacznie większe ilości składników, szczególnie pochodzących z wymywania z tkanek roślin (RWO, K), docierały do gleby w Krotoszynie. Również depozycja podkoronowa azotu była w Krotoszynie niemal dwukrotnie większa niż w Łącku. Grądy w nadleśnictwach Krotoszyn i Łąck charakteryzują się odmiennymi warunkami glebowymi. Pomimo odgórnego zakwaszenia w profilu glebowym siedlisko w Krotoszynie ma większy potencjał neutralizacji ładunku kwasowego ze względu na znaczny udział zasad w kompleksie sorpcyjnym (Wawrzoniak 2010) i w składzie roztworów glebowych. Mimo że stężenie glinu w roztworach glebowych jest w Łącku dwukrotnie 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 azotu w formach mineralnych, 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). Ładunki krytyczne eutrofizacji są systematycznie przekraczane na obu stanowiskach, również w roku 2024.

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.

Bobbink, R., Loran, Ch., Tomassen, H. [Eds] (2022). Review and revision of empirical critical loads of nitrogen for Europe. Pp. 358. German Environment Agency, 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 (2024). _rkt: Mann-Kendall Test, Seasonal and Regional Kendall Tests_. doi:10.32614/CRAN.package.rkt, <https://doi.org/10.32614/CRAN.package.rkt>, R package version 1.7, <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.

Neirynck, J., Kowalski, A. S., Carrara, A., Genouw, G., Berghmans, P., & Ceulemans, R. (2007). Fluxes of oxidised and reduced nitrogen above a mixed coniferous forest exposed to various nitrogen emission sources. Environmental Pollution, 149, 31–43.

Oulehle, F. & Hruška, J. (2005). Tree species (Picea abies and Fagus sylvatica) effects on soil water acidification and aluminium chemistry at sites subjected to long-term acidification in the Ore Mts., Czech Republic. Journal of Inorganic Biochemistry, 99, 1822–1829.

Pecka, T. & Mill, W. (2011). Doświadczalne ładunki krytyczne azotu dla ekosystemów lądowych – adaptacja metody CCE do warunków środowiskowych Polski. Ochrona Środowiska i Zasobów Naturalnych, 47, 121-132.

R Core Team (2024). 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 15.1. Podstawowe statystyki sezonowego testu Manna Kendalla (SMK): SKT slope – estymator Sena, τ – współczynnik korelacji rangowej, p – prawdopodobieństwo testowe dla zanieczyszczeń gazowych na powierzchniach monitoringu intensywnego w latach 2011–2024 (od 2014 dla Piwnicznej). Pogrubioną czcionką zaznaczono wykryte trendy (p ≤0,05). Ujemne wartości τ wskazują na trend malejący

Podstawowe statystyki	Gdańsk	Suwałki	Strzałowo	Białowieża	Krucz	Krotoszyn	Łąck	Chojnów	Zawadzkie	Szklarska Poręba	Bircza	Piwniczna
						SO_2						
SMK τ	**-0,4194**	**-0,3260**	**-0,2830**	**-0,2885**	**-0,3233**	**-0,2848**	**-0,3663**	**-0,4295**	**-0,2967**	**-0,5174**	**-0,5082**	**-0,2947**
SMK p	**0,0000**	**0,0000**	**0,0000**	**0,0000**	**0,0000**	**0,0000**	**0,0000**	**0,0000**	**0,0000**	**0,0000**	**0,0000**	**0,0000**
SKT slope	**-0,0821**	**-0,0483**	**-0,0354**	**-0,0375**	**-0,0713**	**-0,0664**	**-0,0981**	**-0,0771**	**-0,0957**	**-0,1170**	**-0,1438**	**-0,0610**
						NO_2						
SMK τ	**-0,3480**	**-0,2088**	**-0,4148**	**-0,4066**	**-0,3462**	**-0,2729**	**-0,3810**	**-0,4212**	**-0,4679**	**-0,5037**	**-0,4679**	**-0,4443**
SMK p	**0,0000**	**0,0003**	**0,0000**	**0,0000**	**0,0000**	**0,0000**	**0,0000**	**0,0000**	**0,0000**	**0,0000**	**0,0000**	**0,0000**
SKT slope	**-0,1437**	**-0,1014**	**-0,1179**	**-0,0960**	**-0,1855**	**-0,1594**	**-0,3144**	**-0,4116**	**-0,2532**	**-0,1764**	**-0,1329**	**-0,1434**

Tabela 15.2. Podstawowe statystyki sezonowego testu Manna Kendalla (SMK): τ – 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 2010–2024 (od 2004 dla Chojnowa i od listopada 2013 dla Piwnicznej). Pogrubioną czcionką zaznaczono wykryte trendy (p ≤0,05). Ujemne wartości τ wskazują na trend malejący, dodatnie, oznaczone czerwoną czcionką – na trend rosnący

Nadleśnictwo		opad	pH	$S\text{-}SO_4^{2-}$	$N\text{-}NO_3^-$	$N\text{-}NH_4^+$	Ca	Zasadowość
					OP			
Gdańsk	SMK τ	-0,0032	**0,2905**	**-0,3452**	**-0,1500**	**-0,1214**	-0,0730	**0,1254**
	SMK p	0,9658	**0,0000**	**0,0000**	**0,0072**	**0,0299**	0,1936	**0,0215**
	SKT slope	-0,0444	**0,0483**	**-0,7894**	**-0,3493**	**-0,4421**	-0,2207	**0,2507**
					PK			
	SMK τ	0,0238	**0,1429**	**-0,296**	-0,0921	**-0,2214**	-0,027	-0,0976
	SMK p	0,6787	**0,0105**	**0,0000**	0,1004	**0,0000**	0,6373	0,0788
	SKT slope	0,2034	**0,0204**	**-0,7243**	-0,2529	**-0,7008**	-0,0702	-0,4444
					OP			
Bircza	SMK τ	-0,0056	**0,2468**	**-0,4238**	**-0,3952**	**-0,3921**	-0,0889	-0,0095
	SMK p	0,9317	**0,0000**	**0,0000**	**0,0000**	**0,0000**	0,1128	0,8628
	SKT slope	-0,0408	**0,0422**	**-1,2549**	**-1,1874**	**-1,5313**	-0,2246	0,0000
					PK			
	SMK τ	0,0302	**0,2**	**-0,2905**	**-0,1143**	**-0,2294**	0,0143	0,0278
	SMK p	0,5971	**0,0003**	**0,0000**	**0,0410**	**0,0000**	0,8081	0,6168
	SKT slope	0,2746	**0,0408**	**-0,8779**	**-0,4355**	**-0,4708**	0,043	0
					OP			
Krotoszyn	SMK τ	-0,0190	**0,1913**	**-0,4151**	**-0,2714**	**-0,2698**	-0,0714	-0,0841
	SMK p	0,7425	**0,0006**	**0,0000**	**0,0000**	**0,0000**	0,2036	0,1178
	SKT slope	-0,1367	**0,0320**	**-0,9666**	**-0,8125**	**-1,4485**	-0,1971	0,0000
					PK			
	SMK τ	-0,069	**0,1944**	**-0,3944**	-0,1032	**-0,2183**	-0,0802	-0,1214
	SMK p	0,2192	**0,0005**	**0,0000**	0,0653	**0,0000**	0,1531	0,0296
	SKT slope	-0,3721	**0,0326**	**-1,53**	-0,2961	**-0,8615**	-0,29	-1,0208
					OP			
Łąck	SMK τ	0,0365	**0,3825**	**-0,2881**	**-0,2381**	-0,0810	-0,0746	0,0095
	SMK p	0,5203	**0,0000**	**0,0000**	**0,0000**	0,1491	0,1839	0,8688
	SKT slope	0,2390	**0,0439**	**-0,6070**	**-0,3800**	-0,2238	-0,1156	0,0000
					PK			
	SMK τ	0,0256	**0,294**	**-0,3022**	**-0,1923**	-0,0733	0,0201	-0,0495
	SMK p	0,6696	**0,0000**	**0,0000**	**0,0010**	0,2119	0,7399	0,3928
	SKT slope	0,2	**0,0311**	**-0,8536**	**-0,3477**	-0,1958	0,0579	0
Strzałowo					OP			

Nadleśnictwo		opad	pH	$S\text{-}SO_4^{2-}$	$N\text{-}NO_3^-$	$N\text{-}NH_4^+$	Ca	Zasadowość
	SMK τ	-0,0397	**0,2413**	**-0,4246**	**-0,2571**	**-0,2714**	-0,0857	0,0175
	SMK p	0,4839	**0,0000**	**0,0000**	**0,0000**	**0,0000**	0,1264	0,7565
	SKT slope	-0,3710	**0,0367**	**-0,7872**	**-0,5861**	**-0,7653**	-0,1794	0,0000
					PK			
	SMK τ	-0,0437	**0,15**	**-0,4302**	-0,0206	-0,0992	-0,0254	**-0,1817**
	SMK p	0,4404	**0,0072**	**0,0000**	0,7210	0,0765	0,6579	**0,0011**
	SKT slope	-0,2854	**0,0281**	**-0,7535**	-0,0567	-0,1853	-0,0461	**-1,4075**
					OP			
	SMK τ	-0,0206	**-0,1167**	**-0,3294**	**0,1397**	-0,0587	**-0,2722**	**-0,2286**
	SMK p	0,7209	**0,0369**	**0,0000**	**0,0124**	0,2969	**0,0000**	**0,0000**
Białowieża	SKT slope	-0,2700	**-0,0265**	**-0,6058**	**0,3488**	-0,1596	**-1,0967**	**-1,7694**
					PK			
	SMK τ	-0,0421	**0,2452**	**-0,3881**	**0,2611**	**-0,1619**	**0,2627**	-0,0944
	SMK p	0,4575	**0,0000**	**0,0000**	**0,0000**	**0,0037**	**0,0000**	0,0896
	SKT slope	-0,2583	**0,0359**	**-0,9361**	**0,7775**	**-0,3075**	**1,5882**	-0,8521
					OP			
	SMK τ	-0,0222	**0,1960**	**-0,4325**	**-0,2794**	**-0,2802**	-0,0802	-0,0659
	SMK p	0,6997	**0,0004**	**0,0000**	**0,0000**	**0,0000**	0,1531	0,2222
Krucz	SKT slope	-0,1843	**0,0343**	**-1,0275**	**-0,8819**	**-1,4233**	-0,2008	0,0000
					PK			
	SMK τ	-0,0135	**0,3722**	**-0,3159**	-0,0357	**0,1175**	-0,0508	0,1206
	SMK p	0,8192	**0,0000**	**0,0000**	0,5296	**0,0357**	0,3681	0,0288
	SKT slope	-0,087	**0,0659**	**-0,731**	-0,1104	**0,4599**	-0,092	0,2067
					OP			
	SMK τ	-0,0087	**0,3365**	**-0,3333**	**-0,1881**	-0,0905	0,0048	0,1024
	SMK p	0,8864	**0,0000**	**0,0000**	**0,0007**	0,1065	0,9430	0,0620
Chojnów	SKT slope	-0,0474	**0,0450**	**-0,8436**	**-0,3325**	-0,2804	0,0050	0,1177
					PK			
	SMK τ	-0,0508	**0,4651**	**-0,3873**	**-0,1214**	-0,0841	-0,0754	0,0103
	SMK p	0,3681	**0,0000**	**0,0000**	**0,0299**	0,1336	0,1793	0,8539
	SKT slope	-0,298	**0,0581**	**-1,4747**	**-0,4167**	-0,4116	-0,236	0
					OP			
	SMK τ	-0,0278	**0,1683**	**-0,4040**	0,0405	**-0,1270**	**-0,1286**	0,0087
	SMK p	0,6271	**0,0025**	**0,0000**	0,4749	**0,0231**	**0,0214**	0,8753
Zawadzkie	SKT slope	-0,2353	**0,0260**	**-0,9265**	0,0810	**-0,4030**	**-0,2412**	0,0000
					PK			
	SMK τ	0,0389	**0,1381**	**-0,3278**	0,046	**-0,1944**	-0,0056	0,0111
	SMK p	0,4928	**0,0134**	**0,0000**	0,4155	**0,0005**	0,9317	0,8479
	SKT slope	0,2863	**0,0213**	**-1,7675**	0,1824	**-1,6673**	-0,035	0
					OP			
	SMK τ	-0,0048	0,0778	**-0,2937**	-0,0579	**-0,1825**	-0,0500	**-0,1579**
	SMK p	0,9430	0,1654	**0,0000**	0,3035	**0,0011**	0,3757	**0,0046**
Suwałki	SKT slope	-0,0426	0,0136	**-0,6597**	-0,1400	**-0,7293**	-0,1590	**-1,2221**
					PK			
	SMK τ	0,0341	**0,2357**	**-0,3095**	0,0952	**-0,2508**	0,0817	-0,0016
	SMK p	0,5485	**0,0000**	**0,0000**	0,0891	**0,0000**	0,1450	0,9886
	SKT slope	0,2421	**0,0424**	**-1,0161**	0,3097	**-1,4127**	0,5367	0
					OP			
	SMK τ	-0,0429	**0,5111**	**-0,3698**	**-0,3492**	-0,1032	-0,0857	**0,3333**
	SMK p	0,4485	**0,0000**	**0,0000**	**0,0000**	0,0653	0,1264	**0,0000**
Szklarska Poręba	SKT slope	-1,0430	**0,0667**	**-1,3855**	**-1,3831**	-0,5128	-0,2565	**0,3260**
					PK			
	SMK τ	-0,0873	**0,5071**	**-0,5476**	**-0,354**	**-0,2127**	**-0,2524**	**0,4175**
	SMK p	0,1194	**0,0000**	**0,0000**	**0,0000**	**0,0001**	**0,0000**	**0,0000**
	SKT slope	-1,5888	**0,069**	**-3,9398**	**-2,3508**	**-1,3683**	**-1,176**	**0,3667**
					OP			
	SMK τ	-0,0806	**0,2463**	**-0,3226**	**-0,2199**	**-0,2419**	-0,0117	0,0396
	SMK p	0,2358	**0,0002**	**0,0000**	**0,0011**	**0,0003**	0,8779	0,5427
Piwniczna	SKT slope	-1,0983	**0,0300**	**-0,9083**	**-0,5358**	**-0,4390**	-0,0250	0,0000
					PK			
	SMK τ	-0,0484	0,0396	**-0,368**	0,0264	**-0,173**	-0,0455	**-0,1686**

Nadleśnictwo		opad	pH	$S\text{-}SO_4^{2-}$	$N\text{-}NO_3^-$	$N\text{-}NH_4^+$	Ca	Zasadowość
	SMK p	0,4823	0,5677	**0,0000**	0,7090	**0,0102**	0,5099	**0,0109**
	SKT slope	-0,4538	0,006	**-1,7296**	0,0594	**-0,2464**	-0,1638	**-0,7192**

Tabela 15.3. Podstawowe statystyki testu Manna Kendalla (MK): b – współczynnik kierunkowy, τ – tau, współczynnik korelacji rangowej, p – prawdopodobieństwo testowe oraz przedziały ufności współczynnika kierunkowego b testu Manna Kendalla dla objętości [cm^3] i stężeń składników [mg dm^{-3}] w próbkach roztworów glebowych z głębokości 25 cm i 50 cm na powierzchniach monitoringu intensywnego w latach 2010–2024 (od 2004 dla Chojnowa i od 2014 dla Piwnicznej). Pogrubioną czcionką zaznaczono wykryte trendy ($p \leq 0,05$). Ujemne wartości τ wskazują na trend malejący, dodatnie, oznaczone czerwoną czcionką – na trend rosnący.

Drzewostan	Nadleśnictwo	Głębokość		Objętość	pH	Ntot	Al	Ca	RWO	$S\text{-}SO_4^{2-}$	BC:Al
buk	Gdańsk	25 cm	SMK τ	-0,2667	**0,5333**	-0,2857	**-0,4857**	-0,1905	-0,0476	**-0,5429**	0,0857
			SMK p	0,1810	**0,0060**	0,1507	**0,0133**	0,3453	0,8431	**0,0056**	0,6915
			SKT slope	-535,15	**0,0088**	-0,009	**-0,0216**	-0,0075	-0,0094	**-0,0513**	0,004
		50 cm	SMK τ	0,2095	**0,5333**	**-0,4857**	**-0,6762**	-0,3333	0,0857	**-0,5048**	**0,5333**
			SMK p	0,2981	**0,0063**	**0,0133**	**0,0005**	0,0906	0,6922	**0,0101**	**0,0064**
			SKT slope	1225,24	**0,0145**	**-0,0084**	**-0,0271**	-0,0092	0,0017	**-0,0483**	**0,0291**
	Bircza	25 cm	SMK τ	0,0952	0,1429	**-0,5429**	**-0,5905**	0,2952	**-0,5619**	-0,1429	**0,4286**
			SMK p	0,6556	0,4884	**0,0056**	**0,0025**	0,1376	**0,0041**	0,4874	**0,0294**
			SKT slope	38,054	0,0225	**-0,0364**	**-0,005**	0,29	**-0,2472**	-0,0086	**1,3288**
		50 cm	SMK τ	-0,0381	0,1143	-0,381	**0,4286**	-0,181	**0,4**	-0,219	**-0,4**
			SMK p	0,8818	0,5857	0,0533	**0,0291**	0,3731	**0,0422**	0,2763	**0,0422**
			SKT slope	-9,6	0,0133	-0,015	**0,002**	-0,485	**0,122**	-0,0645	**-43,73**
dąb	Krotoszyn	25 cm	SMK τ	**-0,4**	**-0,4095**	**0,4952**	**0,5238**	**0,7143**	0,2	-0,2381	0,219
			SMK p	**0,0422**	**0,0366**	**0,0115**	**0,0075**	**0,0003**	0,3223	0,2350	0,2763
			SKT slope	**-444,28**	**-0,0138**	**0,8189**	**0,25**	**0,4063**	0,3577	-0,105	0,0145
		50 cm	SMK τ	**-0,4**	-0,2762	**0,5429**	0,2	**0,6**	-0,1619	-0,3333	0,3143
			SMK p	**0,0422**	0,1659	**0,0056**	0,3223	**0,0022**	0,4285	0,0925	0,1133
			SKT slope	**-305,32**	-0,0388	**1,2262**	0,0075	**0,8343**	-0,1812	-0,1925	1,9518
	Łąck	25 cm	SMK τ	0	0,3429	-0,1619	0,1429	**-0,4381**	0,2381	**-0,5333**	-0,3429
			SMK p	1,0000	0,0821	0,4285	0,4884	**0,0258**	0,2350	**0,0064**	0,0819
			SKT slope	0	0,0067	-0,0127	0,0237	**-0,0283**	0,6328	**-0,07**	-0,014
		50 cm	SMK τ	-0,3429	0,2286	-0,219	-0,1238	**-0,619**	0,2952	**-0,5333**	**-0,6762**
			SMK p	0,0829	0,2517	0,2763	0,5526	**0,0015**	0,1376	**0,0064**	**0,0005**
			SKT slope	-353,18	0,004	-0,01	-0,0068	**-0,0833**	0,1317	**-0,1308**	**-0,075**
sosna	Strzałowo	25 cm	SMK τ	**-0,7048**	**0,4**	-0,181	0,0286	-0,0476	0,2571	-0,0857	0,0095
			SMK p	**0,0003**	**0,0415**	0,3731	0,9212	0,8431	0,1982	0,6922	1,0000
			SKT slope	**-203,15**	**0,02**	-0,0349	0,0009	-0,031	0,465	-0,0055	0,0127
		50 cm	SMK τ	**-0,419**	0,3714	**-0,5048**	0,0667	**-0,4857**	-0,2952	**-0,5619**	-0,3333
			SMK p	**0,0331**	0,0600	**0,0101**	0,7660	**0,0133**	0,1376	**0,0041**	0,0925
			SKT slope	**-178,75**	0,03	**-0,084**	0,0001	**-0,7233**	-0,2603	**-0,1175**	-4,5688
	Białowieża	25 cm	SMK τ	**-0,4**	-0,0762	**-0,5048**	0,1619	0,1524	0,3714	0,0762	-0,1238
			SMK p	**0,0422**	0,7272	**0,0101**	0,4285	0,4573	0,0600	0,7287	0,5503
			SKT slope	**-150,65**	-0,0016	**-0,1448**	0,0195	0,0583	0,6796	0,01	-0,0067
		50 cm	SMK τ	-0,0762	-0,1143	-0,2571	-0,0476	**-0,4762**	0,1238	-0,2	-0,3333
			SMK p	0,7287	0,5817	0,1982	0,8431	**0,0149**	0,5526	0,3223	0,0925
			SKT slope	-121,52	-0,0025	-0,1563	-0,0023	**-0,181**	0,0961	-0,0331	-0,0422
	Krucz	25 cm	SMK τ	**-0,4762**	**-0,4095**	0,3714	0,2571	**0,4857**	**0,4857**	**-0,4857**	0,1429
			SMK p	**0,0152**	**0,0372**	0,0600	0,1982	**0,0131**	**0,0133**	**0,0128**	0,4884
			SKT slope	**-325,77**	**-0,012**	0,021	0,0553	**0,051**	**1,8079**	**-0,065**	0,0038
		50 cm	SMK τ	**-0,6476**	**0,4952**	**0,4095**	**0,7048**	0,2	**0,6**	**-0,4286**	-0,3714
			SMK p	**0,0009**	**0,0110**	**0,0377**	**0,0003**	0,3211	**0,0022**	**0,0294**	0,0586
			SKT slope	**-312,63**	**0,005**	**0,0274**	**0,1027**	0,0092	**1,7208**	**-0,0743**	-0,0192
	Chojnów	25 cm	SMK τ	0,2333	**0,5524**	-0,2286	**-0,5333**	**-0,619**	-0,2286	**-0,6571**	-0,2143
			SMK p	0,1470	**0,0004**	0,1546	**0,0008**	**0,0001**	0,1546	**0,0000**	0,1770
			SKT slope	442,13	**0,0086**	-0,0114	**-0,0601**	**-0,0585**	-0,2403	**-0,1257**	-0,0028
		50 cm	SMK τ	**0,4048**	**0,7667**	0,0333	**-0,7905**	**-0,619**	-0,3	**-0,7905**	-0,0667
			SMK p	**0,0112**	**0,0000**	0,8559	**0,0000**	**0,0001**	0,0606	**0,0000**	0,6938
			SKT slope	**1442,2**	**0,0121**	0,0002	**-0,0914**	**-0,0625**	-0,0716	**-0,1792**	-0,0018
	Zawadzkie	25 cm	SMK τ	-0,3048	**0,419**	-0,2762	-0,1048	**-0,9048**	-0,2571	**-0,4667**	**-0,8667**
			SMK p	0,1245	**0,0326**	0,1659	0,6207	**0,0000**	0,1982	**0,0175**	**0,0000**
			SKT slope	-144,66	**0,0087**	-0,014	-0,0085	**-0,1567**	-0,4164	**-0,106**	**-0,0233**

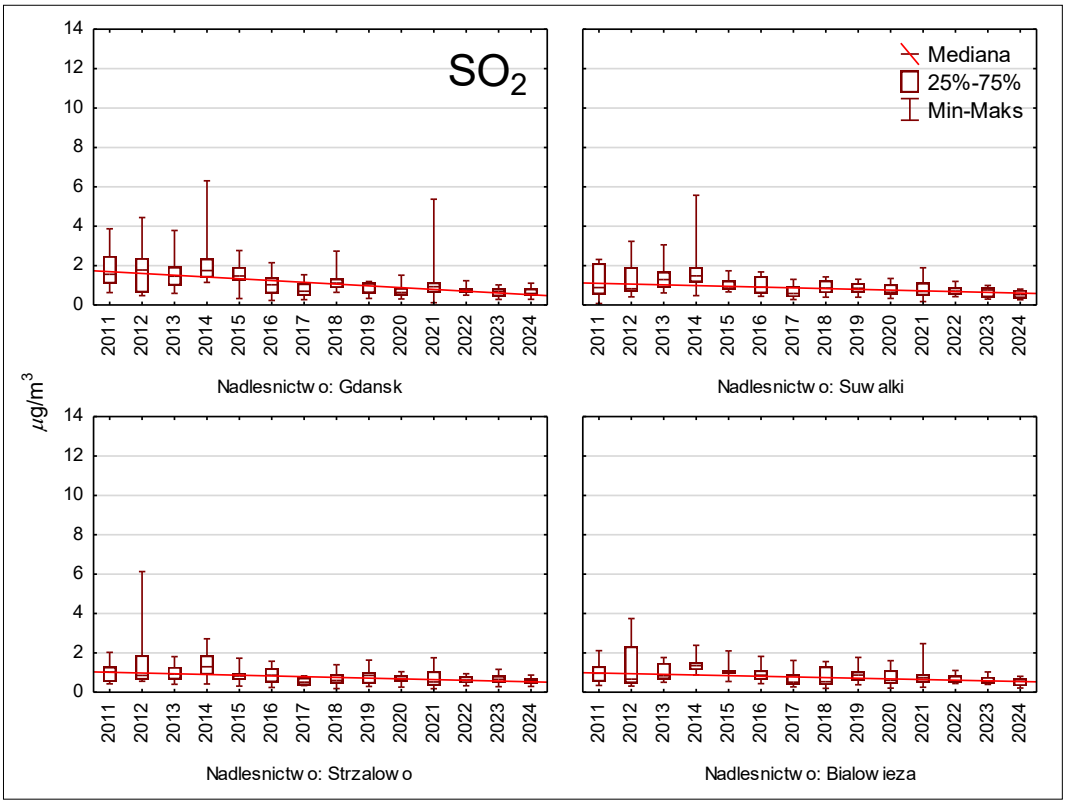
Drzewostan	Nadleśnictwo	Głębo-kość		Objetość	pH	Ntot	Al	Ca	RWO	S-SO_4^{2-}	BC:Al
			SMK τ	-0,1905	-0,0286	-0,0095	**0,5238**	**-0,4857**	0,1048	0,2952	**-0,6381**
		50 cm	SMK p	0,3465	0,9203	1,0000	**0,0075**	**0,0133**	0,6207	0,1376	**0,0011**
			SKT slope	-61,028	0	-0,0002	**0,0984**	**-0,068**	0,176	0,1367	**-0,0267**
			SMK τ	**-0,4381**	**0,8286**	-0,1429	**-0,619**	**0,4286**	-0,0476	**-0,581**	**0,6381**
		25 cm	SMK p	**0,0258**	**0,0000**	0,4884	**0,0015**	**0,0294**	0,8431	**0,0030**	**0,0011**
			SKT slope	**-65**	**0,208**	-0,155	**-0,0817**	**0,9471**	-0,0671	**-0,1483**	**9,3491**
	Suwałki		SMK τ	-0,3048	0,0952	-0,1429	0,3714	**-0,4857**	0,2762	**-0,3905**	**-0,4667**
		50 cm	SMK p	0,1245	0,6556	0,4884	0,0600	**0,0133**	0,1659	**0,0478**	**0,0175**
			SKT slope	-87,5	0,0118	-0,0703	0,0143	**-0,8583**	0,4639	**-0,117**	**-2,1514**
			SMK τ	**-0,5524**	**0,8857**	**-0,581**	**-0,8**	-0,0476	-0,0095	**-0,8381**	0,1048
		25 cm	SMK p	**0,0047**	**0,0000**	**0,0030**	**0,0000**	0,8423	1,0000	**0,0000**	0,6178
			SKT slope	**-1747,5**	**0,0156**	**-0,014**	**-0,0218**	-0,0029	-0,0093	**-0,0683**	0,0025
świerk	Szklarska Poręba		SMK τ	**-0,5905**	**0,6857**	-0,3143	**-0,8476**	-0,0381	-0,0667	**-0,8476**	-0,0095
		50 cm	SMK p	**0,0025**	**0,0004**	0,1133	**0,0000**	0,8814	0,7665	**0,0000**	1,0000
			SKT slope	**-3968,9**	**0,01**	-0,0079	**-0,026**	-0,0017	-0,0088	**-0,064**	0
			SMK τ	**-0,5091**	**0,6909**	-0,4182	**-0,7455**	**-0,6545**	**-0,4909**	**-0,6909**	-0,4
		25 cm	SMK p	**0,0350**	**0,0039**	0,0868	**0,0018**	**0,0063**	**0,0430**	**0,0039**	0,1010
			SKT slope	**-4117,7**	**0,0238**	-0,0365	**-0,06**	**-0,049**	**-0,299**	**-0,109**	-0,005
	Piwniczna		SMK τ	**-0,5636**	**0,8**	**-0,8182**	**-0,7818**	**-0,7455**	-0,2	**-0,6**	**0,5636**
		50 cm	SMK p	**0,0195**	**0,0008**	**0,0006**	**0,0011**	**0,0018**	0,4363	**0,0127**	**0,0178**
			SKT slope	**-4149,9**	**0,0267**	**-0,0485**	**-0,0728**	**-0,05**	-0,0904	**-0,15**	**0,0171**

Tabela 15.4. Empiryczne ładunki krytyczne N i objawy towarzyszące ich przekroczeniu dla oszczególnych elementów ekosystemów leśnych, zrewidowane w 2022 r. (wg Bobbink i in. 2022)

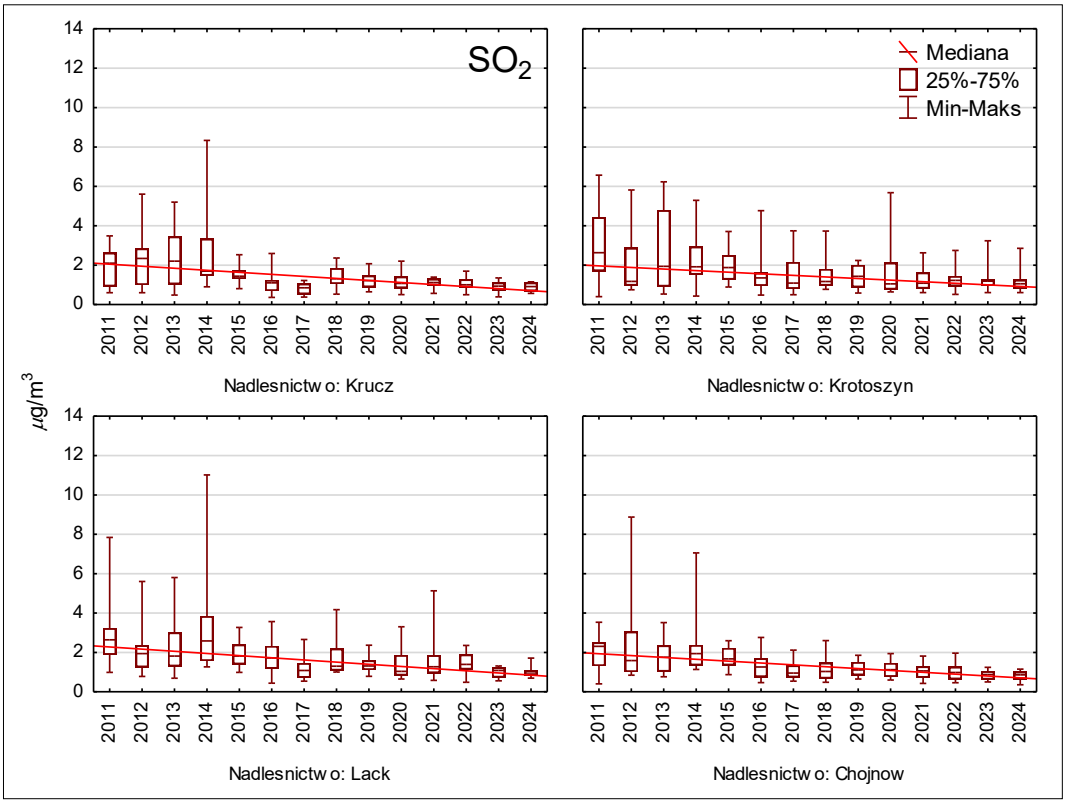
Elementy	**kg N ha^{-1}**	**Wskaźniki przekroczenia**
		Procesy glebowe
liściaste	10-15	przyspieszenie mineralizacji i nitryfikacji
i iglaste	10-15	zwiększenie wymywania NO_3^-
		Drzewa
lasy strefy umiarkowanej	10-15	zaburzenia równowagi składników odżywczych, wzrost zawartości N i spadek P, K, i Mg w aparacie asymilacyjnym, wzrost wrażliwości na szkodniki i choroby, zmiany w fungistatycznych związkach fenolowych
		Mikoryza
liściaste	13-16	spadek produkcji sporokarp, redukcja wzrostu podziemnego, zmiany i zubożenie składu gatunkowego grzybów mikoryzowych
iglaste	10-13	
		Roślinność runa
lasy strefy umiarkowanej	10-15	zmiany składu gatunkowego, wzrost liczby gatunków nitrofilnych, zmniejszenie liczby gatunków oligofilnych
		Porosty i glony
lasy strefy umiarkowanej i borealne	3-5	zamieranie porostów epifitycznych, ograniczanie wiązania azotu przez cyjanoporosty, rozwój glonów wolnożyjących

Tabela 15.5. Wpływ przekroczenia empirycznych ładunków krytycznych w lasach i terenach leśnych według ustaleń zrewidowanych w 2022 roku (wg Bobbink i in. 2022.)

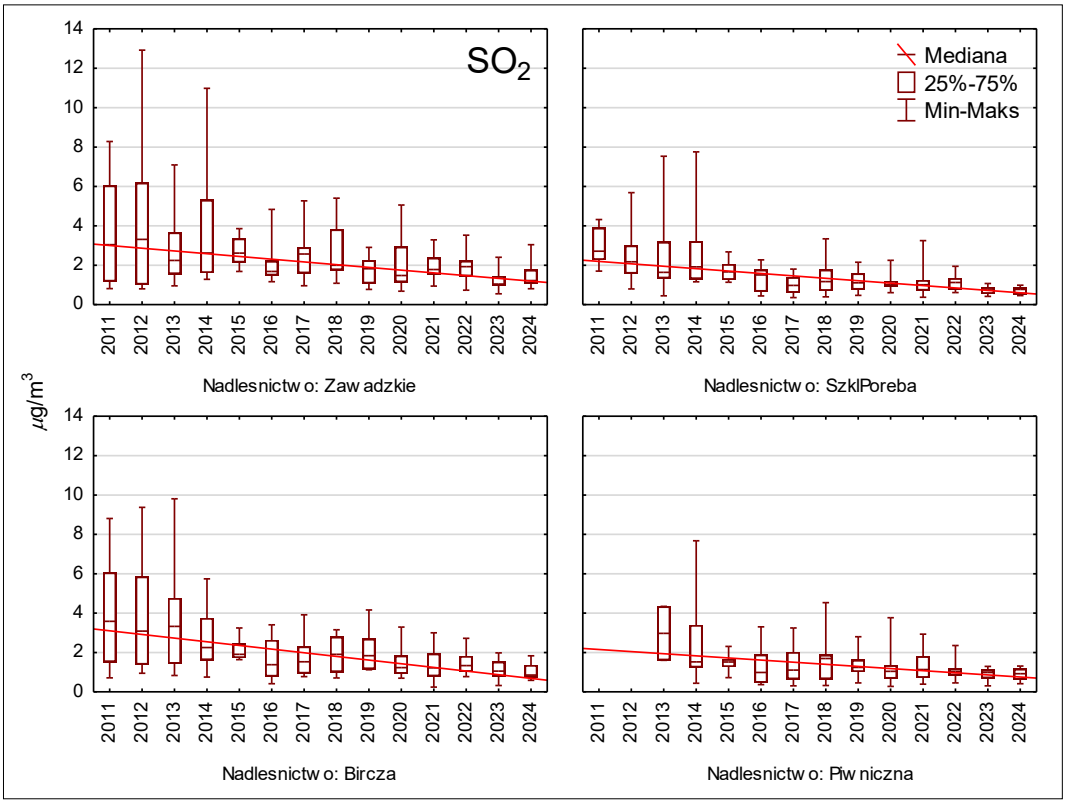
Elementy	**kg N ha^{-1}**	**Wskaźniki przekroczenia**
Lasy liściaste	10-15	Zmiany procesów glebowych, niezbilansowanie składników odżywczych, zmiany składu mikoryz i roślinności runa
Lasy bukowe na glebach kwaśnych i niekwaśnych	10-15	Zmiany roślinności runa i mikoryz, niezbilansowanie składników odżywczych, zmiany fauny glebowej
Kwaśne dąbrowy	10-15	Zanikanie mikoryz, utrata porostów nadrzewnych i mszaków, zmiany roślinności runa
Lasy iglaste	3-15	Zmiany procesów glebowych, niezbilansowanie składników odżywczych, zmiany składu mikoryz i roślinności runa, wzrost śmiertelności przy suszach
Bory sosnowe klimatu umiarkowanego kontynentalnego	10-15	Zmiany roślinności runa i mikoryz, niezbilansowanie składników odżywczych, zwiększone emisje N_2O i NO



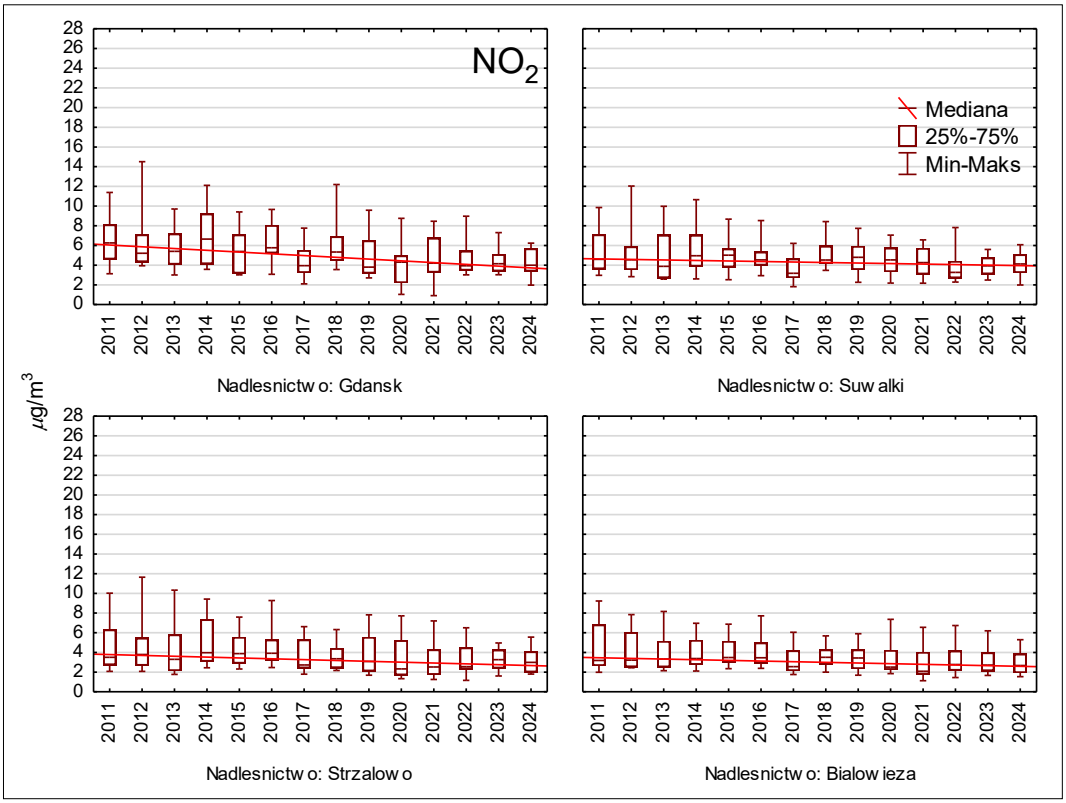
Rycina 15.1. Stężenia dwutlenku siarki w Polsce północnej i północno-wschodniej w latach 2011–2024.



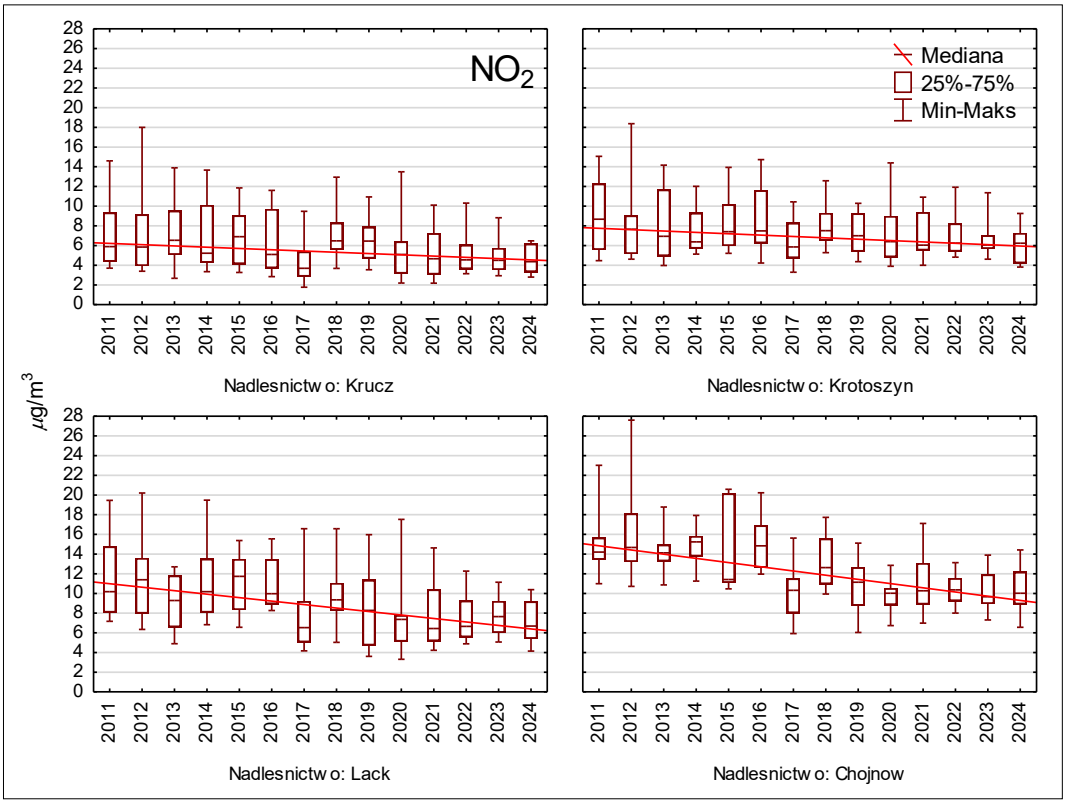
Rycina 15.2. Stężenia dwutlenku siarki w Polsce centralnej w latach 2011–2024.



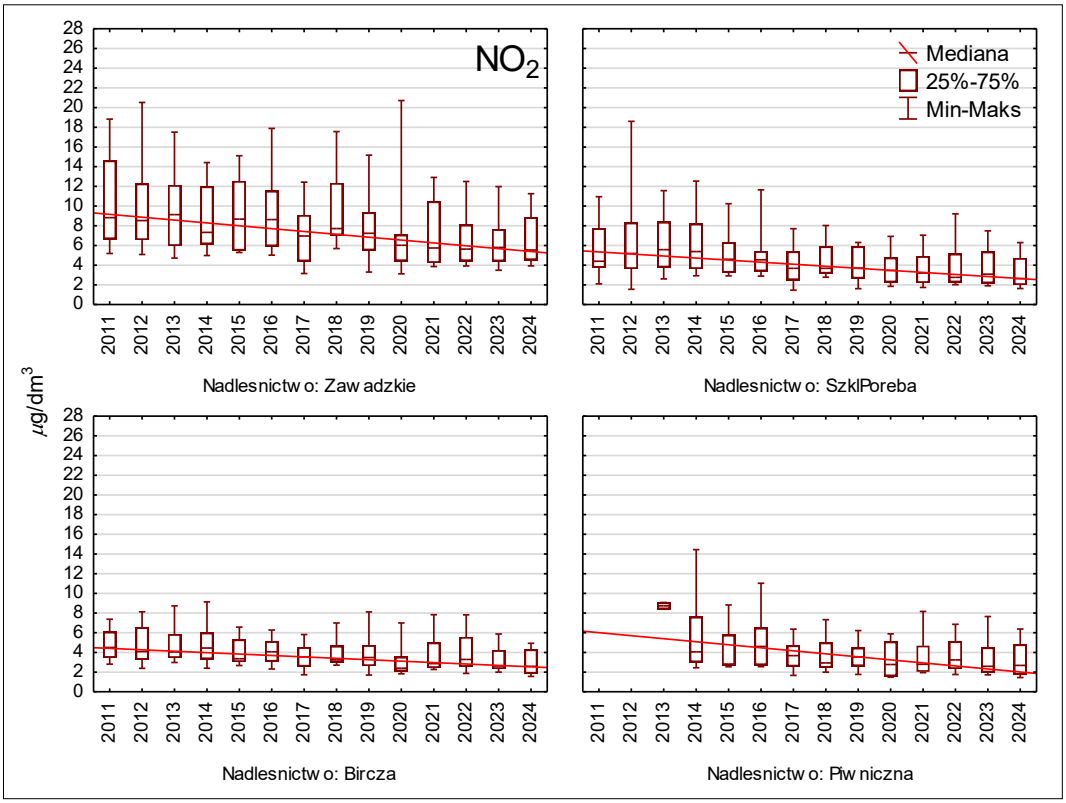
Rycina 15.3. Stężenia dwutlenku siarki w Polsce południowej w latach 2011–2024.



Rycina 15.4. Stężenia dwutlenku azotu w Polsce północnej i północno-wschodniej w latach 2011–2024.



Rycina 15.5. Stężenia dwutlenku azotu w Polsce centralnej w latach 2011–2024.



Rycina 15.6. Stężenia dwutlenku azotu w Polsce południowej w latach 2011–2024.

CZĘŚĆ V INFORMACJE OGÓLNE I PODSUMOWANIE

16. STAN ZDROWOTNY LASÓW W POLSCE NA TLE STANU LASÓW W EUROPIE – *JADWIGA MAŁACHOWSKA, PAWEŁ LECH*

Najnowszy dostępny raport o stanie lasów w Europie (Forest Condition in Europe 2025) zawiera dane za 2024 rok. Wyniki dotyczące krajowych badań stanu koron drzew w lasach na stałych powierzchniach obserwacyjnych I rzędu ICP Forests uzyskało z 30 krajów, w tym z Belgii wyniki oddzielnie z regionów Flandrii i Walonii. Wyniki z czterech krajów (Cypr, Norwegia, Szwecja i Andora) odnoszą się tylko do drzew gatunków iglastych, wyniki z Mołdawii – tylko do drzew gatunków liściastych (tab. 16.1, ryc. 16.1).

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

Przestrzenny rozkład średniej defoliacji drzew wszystkich gatunków na powierzchniach monitoringu lasów I rzędu ICP Forests (ryc. 16.2) wskazuje na dobrą kondycję lasów na terenie Europy wschodniej, Skandynawii, Bałkanów oraz Europy południowej (Turcja, Grecja, Hiszpania, poza Katalonią). Natomiast kraje Europy środkowej, Słowacja, Czechy, środkowe i południowe Niemcy, Francja, Belgia (Walonia) oraz Włochy i Katalonia cechowały się podwyższoną defoliacją drzew i obniżonym poziomem zdrowotności lasów.

W rankingu udziału drzew zdrowych (do 10% defoliacji) podobną lokatę jak Polska (do +/- 5 punktów procentowych różnicy udziału) zajęły: dla gatunków razem – Słowenia, Mołdawia, Francja, Belgia Flandria, Czechy, Słowacja, Luksemburg, Hiszpania i Włochy; dla gatunków iglastych – Belgia Flandria, Słowacja, Czechy, Łotwa i Litwa; a dla gatunków liściastych – Włochy, Irlandia, Hiszpania, Węgry, Czarnogóra, Słowacja, Niemcy, Bułgaria, Dania i Litwa. **Gorszą pozycję w zestawieniu** (z niższym niż w naszym kraju udziałem drzew zdrowych o ponad 5 punktów procentowych) zajęły: dla gatunków razem, dla gatunków iglastych oraz dla gatunków liściastych – Cypr i Belgia Walonia. **Lepszą niż Polska lokatę** w rankingu udziału drzew zdrowych (udziały wyższe o ponad 5 punktów procentowych) zajęły pozostałe kraje: dla gatunków razem – 17 krajów, dla gatunków iglastych – 21 krajów, a dla gatunków liściastych – 8 krajów (tab. 16.1, ryc. 16.1).

Biorąc pod uwagę **udział drzew o słabej kondycji zdrowotnej** (o defoliacji powyżej 25%) **podobną lokatę jak Polska** (do +/- 5 punktów procentowych różnicy udziału) zajęły: dla gatunków razem – Norwegia, Szwecja, Rumunia, Estonia i Serbia; dla gatunków iglastych – Norwegia, Dania, Szwecja, Irlandia, Belgia Flandria, Estonia i Rumunia; a dla gatunków liściastych – Litwa, Serbia i Rumunia. **Lepszą pozycję w zestawieniu** (z niższym niż w naszym kraju udziałem drzew o słabej kondycji zdrowotnej o ponad 5 punktów procentowych) zajęły: dla gatunków razem – Łotwa, dla gatunków iglastych – Łotwa i Serbia, a dla gatunków liściastych – Łotwa i Estonia. **Gorszą pozycję w zestawieniu** (z wyższym niż w naszym kraju udziałem drzew w klasach defoliacji 2-4 o ponad 5 punktów procentowych) zajęły pozostałe kraje: dla gatunków razem – 23 kraje, dla gatunków iglastych – 19 krajów, a dla gatunków liściastych – 20 krajów (tab. 16.1, ryc. 16.1). Zwraca uwagę znacząca poprawa pozycji Polski w ostatnich kilku latach w rankingu krajów europejskich pod względem udziału drzew w klasach defoliacji 2-4 (ryc. 16.1).

Polska wraz z Łotwą i Belgią Flandrią w zestawieniu dla gatunków razem znalazła się w grupie krajów, w których zarówno udział drzew o defoliacji do 10% (od 10,2% do 12,4% drzew), jak i udział drzew o defoliacji powyżej 25% (od 4,6% do 22,4% drzew) nie był wysoki, natomiast większość drzew (od 67,4% do 83,1%) została zaliczona do klasy ostrzegawczej (defoliacja od 11% do 25%).

Dobrą kondycją zdrowotną (różnica między udziałem drzew o defoliacji do 10% a udziałem drzew o defoliacji powyżej 25% przekraczała 27 punktów procentowych) w zestawieniu dla gatunków razem charakteryzowały się drzewa w lasach pięciu krajów (Serbii, Rumunii, Szwecji, Norwegii i Estonii), dla gatunków iglastych – drzewa w lasach siedmiu krajów (Serbii, Rumunii, Irlandii, Szwecji, Norwegii, Estonii i Danii), natomiast w zestawieniu dla gatunków liściastych – drzewa w lasach czterech krajów (Serbii, Rumunii, Estonii i Grecji) (tab. 16.1, ryc. 16.1).

Drzewa w złej kondycji zdrowotnej (różnica między udziałem drzew o defoliacji powyżej 25% a udziałem drzew o defoliacji do 10% przekracza 20 punktów procentowych) w zestawieniu dla gatunków razem występowały w lasach: dziesięciu krajów (Mołdawii, Bułgarii, Włoch, Węgier, Słowenii, Czech, Luksemburga, Cypru, Francji i Belgii Walonii) w zestawieniu dla gatunków iglastych – w lasach siedmiu krajów (Francji, Słowenii, Węgier, Słowacji, Cypru, Czech i Belgii Walonii), w zestawieniu dla gatunków liściastych – w lasach jedenastu krajów (Niemiec, Mołdawii, Danii, Bułgarii, Słowenii, Węgier, Włoch, Irlandii, Luksemburga, Francji i Belgii Walonii).

Wyniki obserwacji wykazały, że w kilku krajach kondycja zdrowotna drzew gatunków iglastych była lepsza w porównaniu z kondycją drzew gatunków liściastych, natomiast w kilku innych krajach drzewa gatunków liściastych były zdrowsze niż drzewa gatunków iglastych. **Kraje, w których zdrowsze okazały się drzewa gatunków iglastych** to: Irlandia, Luksemburg, Dania, Francja, Rumunia, Włochy, Czarnogóra, Serbia i Niemcy. Zanotowano tam większe udziały drzew zdrowych (od 0,4 do 47,4 punku procentowego różnicy) i mniejsze udziały drzew w klasach 2-4 (od 1,7 do 32,9 punktu procentowego różnicy) wśród gatunków iglastych, w porównaniu z gatunkami liściastymi. W Grecji, Czechach, Chorwacji, na Słowacji i na Litwie **kondycja zdrowotna drzew gatunków iglastych była gorsza** niż gatunków liściastych. W tych krajach zanotowano mniejsze udziały drzew zdrowych (od 4,4 do 32,7 punktu procentowego różnicy) i większe udziały drzew w klasach defoliacji 2-4 (od 6,5 do 31,3 punktu procentowego różnicy) wśród gatunków iglastych w porównaniu z gatunkami liściastymi (ryc. 16.3).

W pięcioleciu 2020 – 2024 kondycja zdrowotna lasów, wyrażona udziałem drzew w klasach defoliacji 2-4, w wielu krajach nie ulegała dużym zmianom (tab. 16.2). Różnica między zanotowanym w kolejnych latach pięciolecia maksymalnym i minimalnym udziałem drzew w tych klasach nie przekraczała 7 punktów procentowych. Dotyczy to zarówno krajów o stale dobrej kondycji zdrowotnej lasów, jak i tych o stale średniej lub stale złej kondycji. W zestawieniu dla **gatunków razem** bardzo dobrą i zarazem stabilną kondycją charakteryzowały się drzewa w lasach na Łotwie, w Serbii, Estonii, i Rumunii (lasy zdrowe, średnio w pięcioleciu od 4,3% do 12,3% drzew w klasach defoliacji 2-4). Drzewa w lasach w Norwegii, Szwecji i Polsce, cechowały się dobrą i jednocześnie stabilna zdrowotnością – w pięcioleciu 2020-2024 udział drzew z klas 2-4 zawierał się w przedziale od 16,3% do 17,7%. Drzewa w lasach na Litwie, w Hiszpanii, Belgii Flandrii i Irlandii charakteryzowały się średnią i jednocześnie stabilną zdrowotnością (od 20,8% do 23,9% drzew w klasach defoliacji 2-4). Drzewa w lasach w Szwajcarii, Chorwacji i Niemczech charakteryzowały się silnie osłabioną i jednocześnie stabilną kondycją zdrowotną – od 27,7% do 35,6% drzew w klasach defoliacji 2-4). Najsłabszą, ale też bardzo stabilną kondycją zdrowotną cechowały się drzewa w lasach w Czechach (57,0% drzew w klasach defoliacji 2-4). W zestawieniu dla **gatunków iglastych** bardzo dobrą i jednocześnie stabilną kondycją charakteryzowały się drzewa w lasach na Łotwie, w Serbii, Estonii i Polsce (lasy zdrowe, średnio w pięcioleciu od 4,9% do 15,6% drzew w klasach defoliacji 2-4). Dobrą oraz stabilną kondycję drzew w lasach zarejestrowano w Norwegii, Szwecji i Mołdawii (od 16,3% do 17,4% drzew w klasach defoliacji 2-4). Średnią i jednocześnie stabilną kondycję drzew w lasach zanotowano w Hiszpanii, na Litwie i w Szwajcarii. (od 21,0% do 26,7% drzew w klasach defoliacji 2-4). Stabilną, ale jednocześnie silnie osłabioną kondycją

charakteryzowały się drzewa w lasach w Niemczech, Bułgarii i na Węgrzech (od 32,3% do 47,7% drzew w klasach defoliacji 2-4), najsłabszą – w lasach Czech (65,7% drzew w klasach defoliacji 2-4). W zestawieniu dla **gatunków liściastych** tak stabilną kondycją charakteryzowały się drzewa w lasach na Łotwie, w Serbii, Estonii, i Rumunii (drzewa w bardzo dobrej kondycji, średnio w pięcioleciu od 2,8% do 11,9% drzew w klasach defoliacji 2-4), ale również w lasach na Litwie (drzewa w dobrej kondycji, 16,3% drzew w klasach defoliacji 2-4), w Hiszpanii (drzewa w średniej kondycji zdrowotnej, 23,4% drzew w klasach defoliacji 2-4), w Belgii Flandrii, Chorwacji, Czarnogórze, Czechach, Niemczech i we Włoszech (drzewa o silnie osłabionej kondycji, od 27,2% do 43,0% drzew w klasach defoliacji 2-4) oraz w lasach w Irlandii (drzewa w najsłabszej kondycji zdrowotnej, 51,4% drzew w klasach defoliacji 2-4).

Kilka krajów charakteryzowało się złą kondycją zdrowotną lasów przy dużej zmienności udziału drzew w klasach defoliacji 2-4 w kolejnych latach pięciolecia (różnica między zanotowanym w kolejnych latach pięciolecia maksymalnym i minimalnym udziałem drzew w tych klasach przekraczała 17 punktów procentowych). W zestawieniu dla **gatunków razem** były to Dania, Mołdawia, Andora, Cypr, Węgry, Francja i Belgia Walonia (średnio w pięcioleciu od 23,6% do 75,7% drzew w klasach defoliacji 2-4). W zestawieniu dla **gatunków iglastych** były to Grecja, Andora, Cypr, Włochy, Francja i Belgia Walonia (średnio w pięcioleciu od 29,9% do 80,6% drzew w klasach defoliacji 2-4). W zestawieniu dla **gatunków liściastych** były to Bułgaria, Mołdawia, Dania, Węgry, Luksemburg, Belgia Walonia i Francja (średnio w pięcioleciu od 27,9% do 72,0% drzew w klasach defoliacji 2-4).

Udział drzew w klasach defoliacji 2-4 w lasach poszczególnych krajów zarejestrowany pod koniec pięciolecia (w 2024 roku) porównano ze stanem początkowym (w 2020 roku) (tab. 16.2). W zestawieniu dla **gatunków razem**: niewielka poprawa kondycji drzew (obniżenie udziału drzew w klasach defoliacji 2-4 o 5,5 do 7,0 p.p.) wystąpiła w lasach Polski, Słowacji i Mołdawii, niewielkie pogorszenie (wzrost udziału drzew w klasach defoliacji 2-4 o 5,2 do 8,9 p.p.) odnotowano w lasach Irlandii, Włoch i Francji, znaczne pogorszenie (wzrost udziału drzew w klasach defoliacji 2-4 o 10,7 do 25,5 p.p.) odnotowano w lasach Węgier, Grecji Bułgarii, Turcji, Belgii Walonii i Cypru. W zestawieniu dla **gatunków iglastych**: niewielka poprawa kondycji drzew (obniżenie udziału drzew w klasach defoliacji 2-4 o 6,3 do 8,0 p.p.) wystąpiła w lasach Belgii Flandrii, Danii, Chorwacji, Czarnogóry i Rumunii, niewielkie pogorszenie (wzrost udziału drzew w klasach defoliacji 2-4 o 6,3 do 9,3 p.p.) odnotowano w lasach Szwajcarii, Francji, Słowenii, Irlandii i Włoch, znaczne pogorszenie (wzrost udziału drzew w klasach defoliacji 2-4 o 13,9 do 25,5 p.p.) odnotowano w lasach Turcji, Grecji i Cypru.

W zestawieniu dla **gatunków liściastych**: niewielka poprawa kondycji drzew (obniżenie udziału drzew w klasach defoliacji 2-4 o 7,1 do 10,0 p.p.) wystąpiła w lasach Słowacji, Polski i Mołdawii, niewielkie pogorszenie (wzrost udziału drzew w klasach defoliacji 2-4 o 5,1 do 9,7 p.p.) odnotowano w lasach Grecji, Chorwacji i Luksemburga, znaczne pogorszenie (wzrost udziału drzew w klasach defoliacji 2-4 o 10,4 do 36,9 p.p.) odnotowano w lasach Belgii Walonii, Bułgarii, Danii, Turcji, Węgier i Francji (tab. 16.2).

Tabela 16.1. Procentowy udział drzew w klasach defoliacji (gatunki iglaste, liściaste i razem) w krajach Europy w 2024 r. na podstawie krajowych inwentaryzacji [*)] według rosnących wartości w klasach 2-4

Kraj	Iglaste razem		
	Klasa 0	Klasa 1	Klasy 2-4
Łotwa	13,1	82,2	4,8
Serbia	86,6	5,6	7,8
Rumunia	61,8	28,8	9,4
Estonia	39,0	51,0	10,0
Belgia-Flandria	8,8	77,7	13,5
Polska	9,1	77,3	13,6
Norwegia	49,7	35,3	15,0
Dania	43,0	41,7	15,3
Szwecja	51,0	33,0	16,0
Irlandia	60,4	22,2	17,4
Litwa	14,0	63,1	22,9
Andora	22,9	53,2	23,9
Hiszpania	14,7	61,0	24,3
Turcja	20,3	54,1	25,6
Szwajcaria	25,3	45,1	29,6
Czarnogóra	26,4	42,7	30,9
Niemcy	21,3	47,7	31,0
Luksemburg	37,2	29,7	33,1
Włochy	24,9	38,9	36,2
Chorwacja	23,7	34,8	41,5
Grecja	25,2	30,5	44,4
Słowenia	14,8	37,2	48,1
Francja	21,3	29,8	48,8
Bułgaria	31,4	19,5	49,1
Węgry	14,3	35,3	50,4
Słowacja	6,0	43,0	51,0
Cypr	3,1	45,4	51,5
Czechy	11,4	23,2	65,4
Belgia-Walonia	0,5	11,0	88,5
Mołdawia [***)]	tylko	gatunki	liściaste

Kraj	Liściaste razem		
	Klasa 0	Klasa 1	Klasy 2-4
Łotwa	10,6	85,3	4,1
Estonia	45,0	46,0	9,0
Serbia	77,9	12,6	9,5
Rumunia	48,8	39,2	12,0
Polska	16,5	69,0	14,5
Litwa	22,4	61,2	16,4
Grecja	57,9	19,4	22,6
Hiszpania	16,6	59,6	23,8
Słowacja	19,5	56,4	24,1
Turcja	25,8	50,0	24,3
Belgia-Flandria	11,3	59,7	29,0
Szwajcaria	32,8	37,1	30,1
Mołdawia	10,9	57,2	31,9
Chorwacja	28,1	39,4	32,6
Czarnogóra	17,5	49,3	33,3
Czechy	22,9	43,0	34,1
Słowenia	9,2	52,0	38,8
Niemcy	20,9	38,0	41,1
Dania	21,1	35,8	43,1
Włochy	14,1	41,9	44,0
Bułgaria	21,0	33,2	45,8
Węgry	17,4	35,5	47,1
Irlandia	13,0	36,7	50,3
Luksemburg	6,9	25,2	67,9
Francja	5,2	19,0	75,8
Belgia-Walonia	1,9	10,3	87,9
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	12,4	83,1	4,6
Serbia	79,0	11,7	9,3
Estonia	39,9	50,3	9,9
Rumunia	50,9	37,5	11,6
Polska	11,9	74,1	13,9
Norwegia	49,7	35,3	15,0
Szwecja	51,0	33,0	16,0
Litwa	17,4	62,3	20,3
Belgia-Flandria	10,2	67,4	22,4
Andora	22,9	53,2	23,9
Hiszpania	15,7	60,3	24,0
Turcja	22,5	52,4	25,1
Irlandia	48,1	26,0	26,0
Dania	32,5	38,9	28,7
Szwajcaria	27,4	42,9	29,7
Grecja	45,6	23,6	30,8
Mołdawia	10,9	57,2	31,9
Czarnogóra	19,7	47,7	32,7
Słowacja	14,9	51,8	33,4
Chorwacja	27,4	38,7	34,0
Niemcy	21,1	43,4	35,5
Słowenia	11,0	47,1	41,9
Włochy	16,9	41,1	42,0
Bułgaria	25,5	27,3	47,2
Węgry	17,2	35,5	47,4
Cypr	3,1	45,4	51,5
Czechy	14,9	29,2	56,0
Luksemburg	15,6	26,5	57,9
Francja	10,9	22,8	66,3
Belgia-Walonia	1,2	10,6	88,2

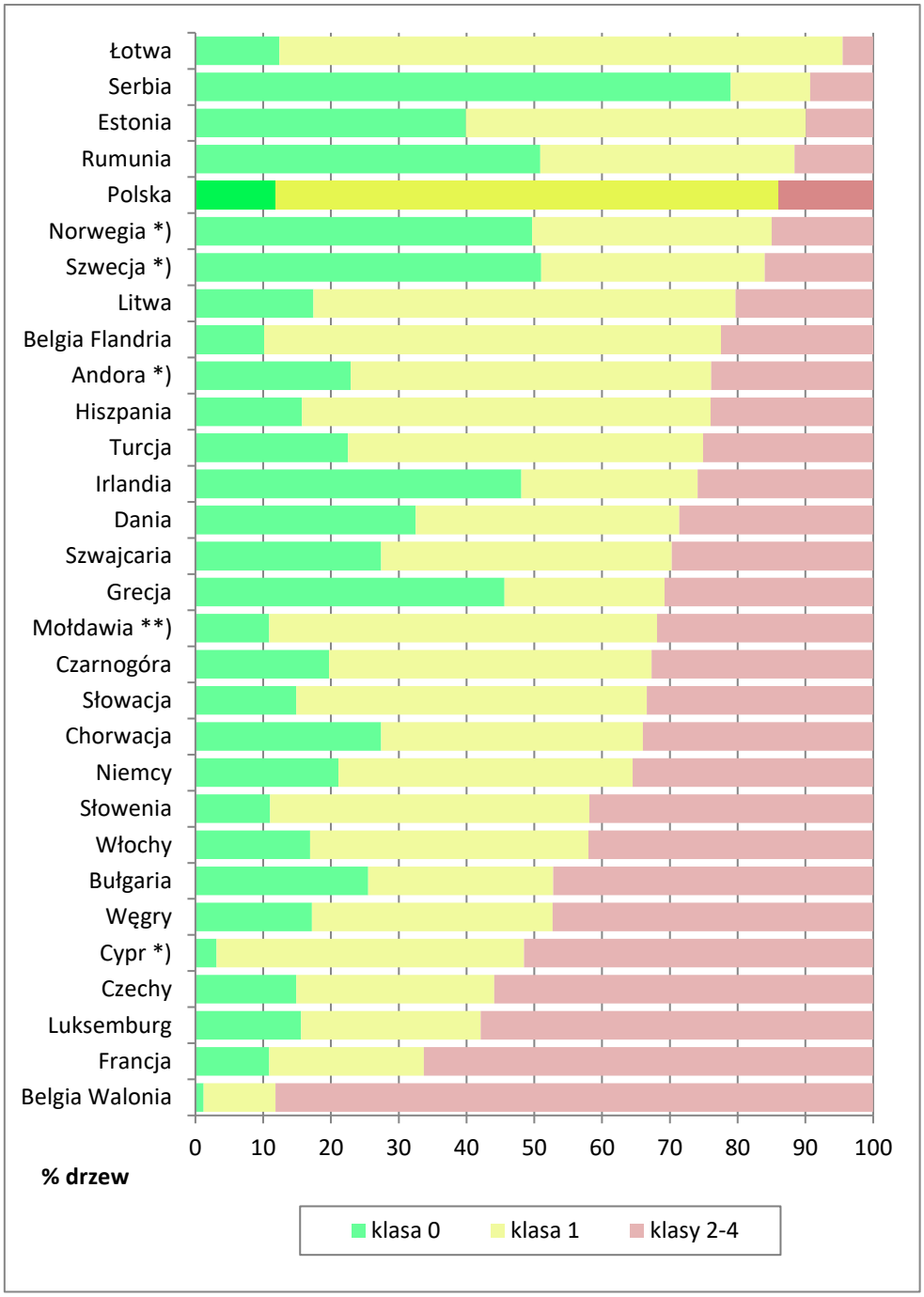
[*)] wg Michel A, Haggenmüller K, Kirchner T, Prescher A-K, Schwärzel K, editors (2025) Forest Condition in Europe: The 2025 Assessment. ICP Forests Technical Report under the UNECE Convention on Long-range Transboundary Air Pollution (Air Convention). Online supplementary material available at https://www.icp-forests.net/reports-and-briefs/technical-reports

[**)] kraje, w których oceniano defoliację tylko gatunków iglastych, [***)] kraje, w których oceniano defoliację tylko gatunków liściastych

Tabela 16.2. Zmiany w udziale drzew w klasach defoliacji 2-4 w latach 2020-2024 w krajach Europy na podstawie krajowych inwentaryzacji *)

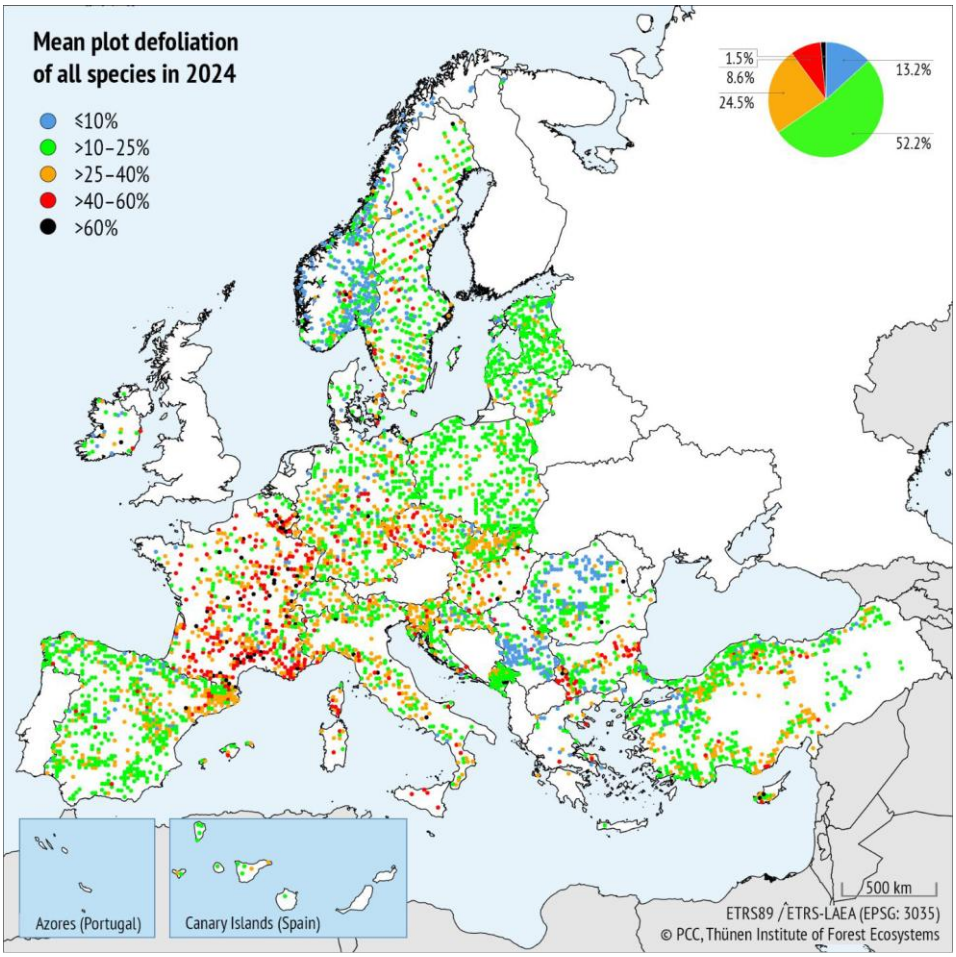
Kraj	Iglaste razem							Liściaste razem							Gatunki razem						
	2020	2021	2022	2023	2024	Śred.	2024-2020	2020	2021	2022	2023	2024	Śred.	2024-2020	2020	2021	2022	2023	2024	Śred.	2024-2020
Andora	21,6	20,8	42,5	47,8	23,9	31,3	2,3	-	-	-	-	-	-	-	21,6	20,8	42,5	48,0	24,2	31,4	2,6
Belgia Flandria	19,8	16,2	24,3	17,0	13,5	18,2	-6,3	29,6	22,8	28,2	26,5	29,0	27,2	-0,6	25,3	20,0	26,6	22,5	22,4	23,4	-2,9
Belgia Walonia	85,4	78,5	71,4	79,3	88,5	80,6	3,1	51,0	71,4	66,1	80,7	87,9	71,4	36,9	67,3	74,7	68,5	79,8	88,2	75,7	20,9
Bułgaria	48,1	46,8	47,6	46,8	49,1	47,7	1,0	23,7	23,2	25,5	21,5	45,8	27,9	22,1	34,3	33,5	35,1	32,5	47,2	36,5	12,9
Chorwacja	48,7	46,0	45,3	50,9	41,5	46,5	-7,2	26,0	30,4	31,9	30,4	32,6	30,3	6,6	29,4	32,7	34,0	33,3	34,0	32,7	4,6
Cypr	26,0	29,9	31,9	53,1	51,5	38,5	25,5	-	-	-	-	-	-	-	26,0	29,9	31,9	53,1	51,5	38,5	25,5
Czarnogóra	38,2	33,3	31,6	26,7	30,9	32,1	-7,3	37,4	32,1	33,1	30,6	33,3	33,3	-4,1	37,6	32,4	32,7	29,7	32,7	33,0	-4,9
Czechy	64,2	65,4	68,0	65,7	65,4	65,7	1,2	36,3	35,6	34,8	37,3	34,1	35,6	-2,2	56,7	57,2	58,0	57,3	56,0	57,0	-0,7
Dania	21,9	13,0	10,9	24,6	15,3	17,1	-6,6	26,1	15,2	23,0	47,2	43,1	30,9	17,0	24,0	13,9	16,7	34,7	28,7	23,6	4,7
Estonia	6,0	8,0	10,0	10,0	10,0	8,8	4,0	6,0	9,0	3,0	10,0	9,0	7,4	3,0	6,0	8,1	9,1	10,0	9,9	8,6	3,9
Francja	42,4	43,4	47,7	62,4	48,8	48,9	6,4	65,4	68,2	67,6	83,0	75,8	72,0	10,4	57,4	59,5	60,7	75,6	66,3	63,9	8,9
Grecja	29,1	22,0	21,7	32,4	44,4	29,9	15,3	12,9	13,0	14,2	17,0	22,6	15,9	9,7	20,0	16,7	19,5	22,9	30,8	22,0	10,8
Hiszpania	20,8	18,3	20,8	20,8	24,3	21,0	3,5	23,0	24,0	23,0	23,0	23,8	23,4	0,8	21,9	21,2	21,9	21,9	24,0	22,2	2,1
Irlandia	9,8	13,0	14,7	16,3	17,4	14,2	7,6	53,4	52,0	50,3	51,0	50,3	51,4	-3,1	20,8	23,2	24,1	25,3	26,0	23,9	5,2
Litwa	21,0	22,3	25,9	25,3	22,9	23,5	1,9	15,4	15,9	19,2	14,7	16,4	16,3	1,0	18,9	19,9	23,3	21,4	20,3	20,8	1,4
Luksemburg	36,2	36,2	41,1	37,2	33,1	36,8	-3,1	62,8	62,6	70,7	79,8	67,9	68,8	5,1	54,0	54,6	61,7	67,3	57,9	59,1	3,9
Łotwa	3,3	5,0	5,6	5,9	4,8	4,9	1,5	3,8	1,1	2,4	2,4	4,1	2,8	0,3	3,5	4,0	4,7	4,9	4,6	4,3	1,1
Mołdawia	17,0	14,3	21,0	-	-	17,4	-	39,0	29,1	30,0	17,9	31,9	29,6	-7,1	38,9	29,1	30,0	17,9	31,9	29,6	-7,0
Niemcy	33,5	33,1	32,5	31,6	31,0	32,3	-2,5	43,2	37,0	38,0	40,6	41,1	40,0	-2,1	37,5	34,8	34,9	35,5	35,5	35,6	-2,0
Norwegia	17,2	14,9	16,7	17,9	15,0	16,3	-2,2	-	-	-	-	-	-	-	17,2	14,9	16,7	17,9	15,0	16,3	-2,2
Polska	**17,5**	**16,6**	**14,2**	**16,1**	**13,6**	**15,6**	**-3,9**	**22,6**	**17,9**	**17,6**	**17,2**	**14,5**	**18,0**	**-8,1**	**19,4**	**17,1**	**15,5**	**16,5**	**13,9**	**16,5**	**-5,5**
Rumunia	17,4	16,4	16,7	11,6	9,4	14,3	-8,0	12,1	11,2	12,4	11,8	12,0	11,9	-0,1	12,9	12,1	13,1	11,8	11,6	12,3	-1,3
Serbia	8,7	8,6	4,8	7,9	7,8	7,6	-0,9	6,9	5,8	6,0	6,5	9,5	6,9	2,6	7,1	6,1	5,9	6,7	9,3	7,0	2,2
Słowacja	51,3	54,0	58,0	50,6	51,0	53,0	-0,3	33,8	28,1	40,2	29,8	24,1	31,2	-9,7	40,4	37,7	46,8	37,1	33,4	39,1	-7,0
Słowenia	41,1	44,1	48,6	47,2	48,1	45,8	7,0	36,6	41,3	44,0	37,7	38,8	39,7	2,2	38,1	42,2	45,5	40,8	41,9	41,7	3,8
Szwajcaria	23,3	27,7	25,4	27,4	29,6	26,7	6,3	34,5	24,7	31,3	31,5	30,1	30,4	-4,4	26,4	26,9	27,0	28,5	29,7	27,7	3,3
Szwecja	17,8	17,5	18,7	15,0	16,0	17,0	-1,8	-	-	-	-	-	-	-	17,8	21,1	18,7	15,0	16,0	17,7	-1,8
Turcja	11,7	14,1	18,8	22,0	25,6	18,4	13,9	12,2	13,5	20,6	19,2	24,3	18,0	12,1	11,9	13,9	19,5	20,9	25,1	18,3	13,2
Węgry	48,0	47,4	47,1	43,8	50,4	47,3	2,4	35,5	47,5	68,3	46,7	47,1	49,0	11,6	36,7	47,5	66,4	46,4	47,4	48,9	10,7
Włochy	26,9	43,2	44,4	45,1	36,2	39,2	9,3	39,6	41,6	44,6	45,2	44,0	43,0	4,4	36,2	42,0	44,6	45,2	42,0	42,0	5,8

*) wg Michel A, Haggenmüller K, Kirchner T, Prescher A-K, Schwärzel K, editors (2025) Forest Condition in Europe: The 2025 Assessment. ICP Forests Technical Report under the UNECE Convention on Long-range Transboundary Air Pollution (Air Convention). Online supplementary material available at https://www.icp-forests.net/reports-and-briefs/technical-reports



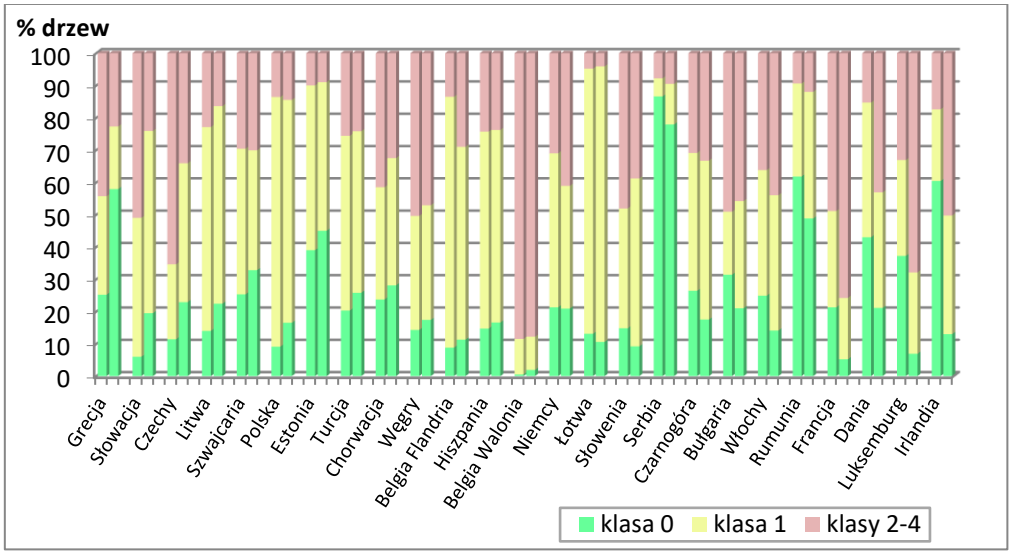
Rycina 16.1 Udział procentowy drzew (gatunki razem) w klasach defoliacji w krajach Europy w 2024 roku, kraje uszeregowane według wzrastającego udziału drzew w klasach defoliacji 2–4

*) kraje, w których oceniano defoliację tylko gatunków iglastych, **) kraje, w których oceniano defoliację tylko gatunków liściastych



Rycina 16.2. Rozkład przestrzenny średniej defoliacji drzew wszystkich gatunków na powierzchniach pierwszego rzędu (Level 1) sieci ICP Forests w Europie w 2024 r.

wg Michel A, Haggenmüller K, Kirchner T, Prescher A-K, Schwärzel K, editors (2025) Forest Condition in Europe: The 2025 Assessment. ICP Forests Technical Report under the UNECE Convention on Long-range Transboundary Air Pollution (Air Convention). Eberswalde: Thünen Institute. available at https://www.icp-forests.net/reports-and-briefs/technical-reports



Rycina 16.3. Udział procentowy drzew gatunków iglastych (słupki po lewej stronie) i gatunków liściastych (słupki po prawej stronie) w klasach defoliacji w kolejności różnicy udziału drzew zdrowych pomiędzy gatunkami iglastymi i liściastymi w krajach Europy w 2024 r.

17. PODSUMOWANIE WYNIKÓW – *PAWEŁ LECH*

Wyniki obserwacji, pomiarów i analiz monitoringu lasów wykonanych w 2024 roku pozwalają na sformułowania następujących wniosków:

Liczba Stałych Powierzchni obserwacyjnych

- Liczba stałych powierzchni obserwacyjnych I rzędu poddanych obserwacjom w 2024 r. wyniosła 2058, w tym w 1394 powierzchnie w lasach będących w zarządzie Lasów Państwowych, 534 powierzchni w lasach będących własnością osób fizycznych, 36 powierzchnie w granicach parków narodowych oraz 94 powierzchni w lasach pozostałych form własności.
- W 2024 r. wszystkie powierzchnie I i II rzędu przewidziane do badań stanu zdrowotnego lasów zostały poddane ocenom. Również wszystkie 133 SPO II rzędu na których występował drzewostan objęte zostały badaniami przyrostu drzewostanów. Przez cały rok 2024 kontynuowano badania na 12 SPO MI.

Stan zdrowotny drzewostanów

- Średnia defoliacja wszystkich gatunków razem wynosiła 21,3%, iglastych razem – 21,6%, a liściastych razem – 20,7%. Udział drzew o defoliacji do 10% wynosił 11,9%, a udział drzew o defoliacji powyżej 25% – 13,9%. Gatunki liściaste charakteryzowały się wyższym udziałem drzew zdrowych (16,5%) oraz wyższym udziałem drzew o podwyższonej defoliacji (14,5%) niż gatunki iglaste (odpowiednio: 9,1% i 13,6%).
- Gatunki o niskiej średniej defoliacji (od 15,7% do 18,2%) to buk, jodła i olsza. Średnią wartość tego parametru (od 20,1% do 22,0%) wykazywały sosna, brzoza, gatunki zaliczane do grup ‘inne liściaste’ oraz ‘inne iglaste’. Wyższą wartością średniej defoliacji charakteryzowały się dąb (24,3%) i świerk (24,4%). 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’ << sosna, ‘inne iglaste’, brzoza << świerk, dąb.
- W 2024 r. na poziomie krajowym nie stwierdzono znaczących różnic w kondycji drzew (gatunki łącznie) w lasach poszczególnych form własności. Niewielkie różnice szeregują lasy następująco (od zdrowszych do tych o słabszej kondycji): parki narodowe < lasy

w zarządzie PG Lasy Państwowe, lasy prywatne < lasy innych własności. Średnia defoliacja drzew w lasach tych własności wynosiła odpowiednio: 20,6%, 21,0%, 21,7% i 22,3%.

- W przypadku większości głównych lasotwórczych gatunków drzew i wszystkich drzew razem wraz z wiekiem rosła średnia defoliacja. Znaczny spadek kondycji drzew wraz z wiekiem stwierdzono u dębu, brzozy i świerka, mniejszy u jodły, olszy i domieszkowych gatunków iglastych. U buka zaobserwowano poprawę kondycji wraz ze wzrostem wieku, wyrażoną głównie wyższym udziałem drzew zdrowych wśród drzew starszych. W przypadku i domieszkowych gatunków liściastych nie stwierdzono zależności wielkości defoliacji od wieku.
- Udział drzew o defoliacji do 10% (gatunki razem) w układzie rdLP zawierał się w przedziale od 3,2% w RDLP w Olsztynie do 25,8% w RDLP w Krośnie. Udział drzew o defoliacji powyżej 25% zawierał się w przedziale od 6,5% w RDLP w Szczecinku do 21,8% w RDLP w Katowicach. Średnia defoliacja zawierała się w przedziale od 17,6% w RDLP w Krośnie do 24,3% w RDLP w Katowicach.
- Regionalne dyrekcje LP pogrupowano według poziomu zdrowotności lasów, od najbardziej do najmniej zdrowych, ich kolejność jest następująca: Krosno < Kraków < Piła, Radom < Szczecinek, Łódź, Zielona Góra, Białystok, Gdańsk, Poznań < Warszawa, Toruń, Olsztyn, Szczecin, Wrocław < Lublin < Katowice.
- Udział drzew o defoliacji do 10% (gatunki razem) w układzie województw zawierał się w przedziale od 1,2% w województwie opolskim do 23,1% w województwie świętokrzyskim. Udział drzew o defoliacji powyżej 25% zawierał się w przedziale od 7,2% w województwie pomorskim do 26,7% w województwie opolskim. Średnia defoliacja zawierała się w przedziale od 18,8% w województwie podkarpackim do 24,8% w województwie opolskim.
- Uszeregowanie grup województw pod względem zdrowotności lasów w kolejności od najzdrowszych do najmniej zdrowych przedstawiało się jak następuje: podkarpackie < świętokrzyskie, małopolskie, podlaskie < pomorskie, łódzkie, wielkopolskie, zachodniopomorskie < lubuskie, kujawsko-pomorskie, warmińsko-mazurskie < lubelskie, śląskie, mazowieckie, dolnośląskie << opolskie.
- Udział drzew o defoliacji do 10% (gatunki razem) w układzie krain przyrodniczo-leśnych zawierał się w przedziale od 6,1% w Krainie Sudeckiej do 26,5% w Krainie Karpackiej. Udział drzew o defoliacji powyżej 25% zawierał się w przedziale od 9,9% w Krainie

Mazursko-Podlaskiej do 22,9% w Krainie Sudeckiej. Średnia defoliacja zawierała się w przedziale od 18,6% w Krainie Karpackiej do 23,2% w Krainie Sudeckiej.

- Kolejność grup krain przyrodniczo-leśnych według poziomu zdrowotności lasów, od najbardziej do najmniej zdrowych przedstawiała się następująco: Karpacka << Bałtycka, Wielkopolsko-Pomorska < Małopolska, Mazursko-Podlaska < Mazowiecko-Podlaska < Śląska, Sudecka.

Zmiany stan zdrowotnego drzew na SPO I rzędu w latach 2015-2024

- W dziesięcioleciu 2015-2024 poziom zdrowotności drzew w lasach nie wykazywał dużych różnic w skali kraju. Lepszą kondycję drzew 'gatunków razem' obserwowano w latach 2015 i 2022-2024, słabszą – w latach 2016-2021. Udział drzew zdrowych zawierał się w przedziale od 8,0% w 2020 r. do 14,4% w 2022 r., udział drzew w klasach defoliacji 2-4 – od 13,9% w 2024 r. do 21,1% w 2019 r., a średnia defoliacja – od 21,2% w 2022 r. do 23,4% w 2019 r.
- Biorąc pod uwagę średnie wartości parametrów składających się na ocenę zdrowotności monitorowanych gatunków drzew w latach 2015-2024 kolejność gatunków od najbardziej do najmniej zdrowych przedstawiała się następująco: buk << olsza, jodła < 'inne iglaste', 'inne liściaste', sosna < brzoza < świerk << dąb.
- W latach 2015-2024 najbardziej stabilną kondycją zdrowotną charakteryzowała się sosna, największą zmiennością kondycji charakteryzowały się dąb.
- Porównanie kondycji drzew w lasach regionalnych dyrekcji Lasów Państwowych w dziesięcioleciu wykazało: w rdLP w Toruniu i w Gdańsku kondycja drzew była bardzo dobra, wartość średniej defoliacji pozostawała stale poniżej średniej krajowej, natomiast w rdLP we Wrocławiu oraz w Lublinie kondycja drzew była znacznie osłabiona, średnia defoliacja utrzymywała się stale powyżej średniej krajowej.
- Najbardziej stabilną kondycją zdrowotną charakteryzowały się drzewa w lasach rdLP w Gdańsku, Toruniu i Olsztynie, największą zmiennością kondycji charakteryzowały się drzewa w lasach rdLP w Zielonej Górze i we Wrocławiu.
- Porównanie kondycji drzew w lasach krain przyrodniczo-leśnych w dziesięcioleciu wykazało: w krainach Bałtyckiej i Karpackiej kondycja drzew była bardzo dobra, wartość średniej defoliacji pozostawała stale poniżej średniej krajowej, natomiast w krainach Mazowiecko-Podlaskiej i Śląskiej kondycja drzew była znacznie osłabiona, średnia defoliacja utrzymywała się stale powyżej średniej krajowej.

- Najbardziej stabilną kondycją zdrowotną charakteryzowały się drzewa w lasach Krainy Mazursko-Podlaskiej, największą zmiennością kondycji charakteryzowały się drzewa w lasach Krainy Śląskiej.

Symptomy i przyczyny uszkodzeń drzewostanów

- W 2024 roku stwierdzono 49240 uszkodzeń drzew, które występowały na 76,40% wszystkich drzew ocenianych na SPO I rzędu.
- Najsilniej uszkodzonymi gatunkami liściastymi były dęby (1,79 uszkodzenia/drzewo), a z gatunków iglastych – świerk (1,21 uszkodzenia/drzewo).
- Najczęściej uszkadzaną częścią drzew iglastych oraz buka i domieszkowych gatunków liściastych 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.
- Występowania uszkodzeń powodowanych przez jemiołę zwiększało się w ostatnich 15 latach, jednakże wzrost ten w ostatnim roku, podobnie jak w 2023 r. był niewielki i wynosił 1,8%. W 2024 roku porażonych było łącznie 11 gatunków drzew, najsilniej jodła i sosna.

Warunki klimatyczno-wodne panujące na terenach leśnych Polski w 2024 roku

- W roku 2024 r. niedobory wody występowały w postaci nieregularnych stref na zachodzie, w centralnej części oraz w północno-wschodniej i wschodniej Polsce na co wskazują wartości klimatycznego bilansu wodnego półrocza letniego (KBWL) oraz liczby dni ograniczonej dostępności wody glebowej w roku (LDR).
- Zwraca również uwagę nierównomierny rozkład opadów w czasie. Początek roku charakteryzuje dobre warunki wilgotnościowe będące wynikiem znacznej przewagi przychodu wody nad rozchodem w okresie zimy. Największy wpływ na pojawienie się dni z niedoborem wody po okresie maksymalnego przyrostu drzew miały niskie opady w czwartym kwartale 2024 r. na większości terenu kraju.
- Rok 2024 charakteryzowała wysoka temperatura powietrza, której średnia w skali kraju osiągnęła blisko 10,5^{o}C (średnia z poddanych analizie stacji meteorologicznych IMGW). Temperatura powietrza znacznie przekraczała wartość średnią wieloletnią, która wg IMGW w klimatologicznym okresie normalnym 1991-2020 wyniosła 8,7^{o}C.

- Wartości klimatycznego bilansu wodnego półrocza letniego (KBWL) w danym roku przekraczające zakres od -100 do 100 determinują zmiany defoliacji (wzrost bądź spadek) w kolejnym roku.

Zdrowotność drzewostanów na obszarach Natura 2000

- Na koniec 2024 roku liczba obszarów sieci Natura 2000 w Polsce była taka sama jak w roku poprzednim i wynosiła 1003. Zajmowały one 68 504 km^2, co jest równe 19,6% powierzchni Polski.
- W roku 2023 na obszarach sieci Natura 2000 znajdowało się 671 czynnych powierzchni monitoringu leśnego (I i II rzędu, w tym monitoringu intensywnego), co stanowiło około 30,6% wszystkich aktywnych SPO.
- Średnia defoliacja drzew na 96% SPO I rzędu znajdujących się na obszarach ochrony ptaków (OSO) mieściła się w przedziale >10-25%, a na pozostałych powierzchniach w przedziale >25-60%.
- Średnia defoliacja drzew na 93% SPO I rzędu znajdujących się na obszarach ochrony siedlisk (SOO) mieściła się w przedziale >10-25%, a na pozostałych powierzchniach w przedziale >25-60%.

Stan zdrowotny drzew na SPO II rzędu w 2024 r.

- Ogółem na SPO II rzędu średnia defoliacja drzew wynosiła 22,9%, udział drzew zdrowych (o defoliacji do 10%) – 7,9%, a udział drzew o osłabionej kondycji (klasy 2-4, powyżej 25% defoliacji) – 17,6%.
- Kolejność gatunków występujących na SPO II rzędu od najniższej do najwyższej defoliacji była następująca: buk << sosna < świerk << dąb.
- Drzewa monitorowanych gatunków łącznie okazały się najzdrowsze na powierzchniach Krainy Karpackiej, gdzie średnia defoliacja wynosiła 19,1%. Dobrą kondycję drzew zarejestrowano w krainach: Bałtyckiej, Wielkopolsko-Pomorskiej i Mazursko-Podlaskiej, średnią – w krainach: Małopolskiej, i Mazowiecko-Podlaskiej. Słabszą kondycją charakteryzowały się drzewa na powierzchniach Krainy Sudeckiej, najsłabszą – na powierzchniach Krainy Śląskiej, gdzie średnia defoliacja osiągnęła wartość 27,1%.

Przyrost drzew i drzewostanów na SPO II rzędu

- W 2024 roku największą średnią miąższością charakteryzowały się drzewostany świerkowe i bukowe (odpowiednio 497,6 i 497,5 m^3/ha), a następnie sosnowe (484,3 m^3/ha) i dębowe (469,5 m^3/ha). W poprzednich okresach badawczych dominowały drzewostany bukowe, na drugim miejscu były drzewostany świerkowe.
- Drzewostany o największych przeciętnych wartościach miąższości grubizny (ok. 570 m^3/ha) położone są w krainach Sudeckiej i Mazursko-Podlaskiej. Największymi wartościami przyrostu miąższości wyróżniają się powierzchnie położone w krainach Śląskiej i Sudeckiej (ok. 13 m^3/ha). Krainy Małopolska i Karpacka charakteryzują się powierzchniami o najmniejszych wartościach przyrostu miąższości, wynoszącymi ok. 9 m^3/ha.
- W okresie 2019-2024 największym średnim przyrostem miąższości wyróżniały się drzewostany sosnowe (11,2 m^3/ha/rok), następnie dębowe (10,7 m^3/ha/rok), świerkowe (10,5 m^3/ha/rok) i bukowe (9,1 m^3/ha/rok). W okresie 2014-2019 największym średnim przyrostem charakteryzowały się drzewostany bukowe (12,1 m^3/ha/rok), w latach 2009-2014 drzewostany świerkowe (12,3 m^3/ha/rok) i w latach 2004-2009 ponownie drzewostany bukowe (11,5 m^3/ha/rok).
- W użytkowaniu przedrębnym, w ciągu 5-cio letniego okresu badawczego 2019-2024, usunięto w drzewostanach sosnowych średnio 39,4 m^3/ha, świerkowych 58,1 m^3/ha, dębowych 30,3 m^3/ha i bukowych 67,6 m^3/ha. Sumarycznie, w okresie od 2004 roku do ostatniej inwentaryzacji w 2024 roku pozyskano, w ramach użytkowania przedrębnego średnio 92,2 m^3/ha grubizny sosnowej, 150,9 m^3/ha grubizny świerkowej, 103,3 m^3/ha grubizny dębowej i 172,2 m^3/ha grubizny bukowej.
- Sumaryczna produkcja w okresie 2004-2024, w drzewostanach sosnowych wyniosła średnio 575,7 m^3/ha, w drzewostanach świerkowych - 648,5 m^3/ha, w drzewostanach dębowych - 572,8 m^3/ha, a w drzewostanach bukowych - 669,8 m^3/ha.

Warunki meteorologiczne na SPO MI w 2024 r.

- Rok 2024 był pod względem termicznym sklasyfikowany jako *ekstremalnie ciepły* dla większości obszaru kraju. Średnia roczna temperatura ze wszystkich stacji monitoringu wyniosła 10,0°C i była o 0,8°C wyższa niż w roku 2023 oraz 2,3°C niż w roku 2021.
- Średnia temperatura okresu wegetacyjnego wynosiła 16,3°C i była o 1,2°C wyższa niż w roku 2023. Najwyższą maksymalną wartość temperatury 37,5°C odnotowano 10 lipca w Zawadzkim.

- W roku 2024 średnia miesięczna suma opadów okresu wegetacyjnego ze wszystkich stacji wyniosła 68,1 mm i była o 1,2 mm wyższa niż w roku 2023.
- Roczna suma opadów oraz suma opadów okresu wegetacyjnego była najwyższa w Szklarskiej Porębie – odpowiednio 1723 mm i 837,4 mm. Najmniej opadów w całym roku jak i w sezonie wegetacyjnym zarejestrowano na stacji w Chojnowie – odpowiednio 574,3 mm i 270,8 mm.
- W okresie wegetacyjnym najdłuższy okres posuchy (4 okresy na ogólną sumę 80 dni) odnotowano na stacji w Kruczu.
- Najwyższą średnią dobową maksymalną prędkość wiatru (12,8 m/s) zarejestrowano 22 stycznia 2024 roku na stacji w Birczy.
- Rok 2024 na stacjach monitoringu intensywnego, w porównaniu do dziesięciu poprzednich lat, cechował się przeciętną wilgotnością oraz najwyższą temperaturą.

Zanieczyszczenia powietrza na SPO MI

- Łączna depozycja siarki i azotu z atmosfery w 2024 roku była niska w nadleśnictwach Polski północnej i północno-wschodniej, tj. w Białowieży, Gdańsku, Strzałowie i Suwałkach (1,8–2,3 kg $N+S\ ha^{-1}\ rok^{-1}$). Powierzchnie zlokalizowane w górach i na pogórzu: Szklarska Poręba, Piwniczna i Bircza charakteryzowały się również dość niskimi wartościami sumarycznej depozycji $N\text{-}NO_2$ i $S\text{-}SO_2$ (2,1 – 2,4 kg $N+S\ ha^{-1}\ rok^{-1}$). W Wielkopolsce: w Kruczu i Krotoszynie oraz w Łącku obciążenie sumarycznym ładunkiem zanieczyszczeń gazowych było pośrednie i wyniosło odpowiednio 2,9, 3,2 i 3,3 kg $N+S\ ha^{-1}$. Najbardziej obciążone zanieczyszczeniami atmosferycznymi są SPO MI w Chojnowie i Zawadzkiem. W roku 2024 depozycja wynosiła tam odpowiednio 5,0 kg $N+S\ ha^{-1}$ i 4,4 kg $N+S\ ha^{-1}$.
- Prognozy wskazują, że w Polsce centralnej, w rejonach o wysokiej i średniej depozycji gazowych zanieczyszczeń powietrza, zagrożenie dla ekosystemów ze strony SO_2, a szczególnie NO_2 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 14,9 do 33,0 kg ha^{-1}. Depozycja w Białowieży spadła w 2024 roku o 28%. Na powierzchniach obszarów górskich: w Szklarskiej Porębie

i Birczy rok 2024 przyniósł spadki o odpowiednio 22% i 24%, a w Gdańsku, Suwałkach i Zawadzkiem o 16%. Na pozostałych powierzchniach: Krucz, Chojnów, Łąck i Piwniczna depozycja zmieniła się od -5% do 8% w stosunku do roku 2023. Wzrost aż o 21% odnotowano w Krotoszynie.

- Sumaryczny depozyt pierwiastków śladowych, tj. żelaza, manganu, glinu oraz metali ciężkich: cynku, miedzi, kadmu i ołowiu w kg ha^{-1}, wynosił od 0,8 do 1,8% depozytu rocznego wszystkich składników. Na metale ciężkie, wśród których ilościowo dominował cynk, przypadło od 0,5 do 0,9% depozytu rocznego, tj. od 0,11 do 0,20 kg ha^{-1} rok^{-1}. Największe ilości metali ciężkich zanotowano na SPO MI w Szklarskiej Porębie i Gdańsku (0,18 – 0,20 kg ha^{-1} rok^{-1}).
- W opadach na SPO MI średnie pH mieściło się w granicach od 5,3 do 5,9. Udział miesięcznych opadów o pH niższym od 5,0 wyniósł 5% i z ponad dziesięcioletnich pomiarów wynika, że udział ten sukcesywnie spada. Najwyższa kwasowość opadów mierzona średnią roczną wartością pH wystąpiła na Śląsku w Zawadzkiem (pH 5,3), w rejonach górskich: w Sudetach w Szklarskiej Porębie (pH 5,5) i w Beskidach w Piwnicznej (pH 5,5), a także w Białowieży (pH 5,5).
- Na SPO MI w 2024 roku około połowa przeanalizowanych próbek opadów otwartej przestrzeni – częściej w okresie zimowym - przyjmowała ujemne wartości ANC. Udział jonów o charakterze zakwaszającym (SO_4^{2-}, NO_3^-, Cl^- i NH_4^+) w depozycie wyrażonym sumą ładunku molarnego dominował na każdej z powierzchni i wynosił od 51% do 68%. Przewaga jonów zakwaszających nad jonami zasad była największa na SPO MI w Krotoszynie, Kruczu, Szklarskiej Porębie i Zawadzkiem.

Depozyt podkoronowy

- Roczny depozyt podkoronowy był od 1,4 do 3,0 większy niż z opadem na otwartej przestrzeni i mieścił się w zakresie od 33,4 do 70,2 kg ha^{-1} rok^{-1}.
- Depozyt pierwiastków śladowych i metali ciężkich: żelaza, manganu, glinu, cynku, miedzi, kadmu i ołowiu wynosił od 0,44 do 1,18 kg ha^{-1} rok^{-1}, co odpowiadało od 0,9% do 3,1% całkowitej rocznej depozycji podokapowej. Udział samych metali ciężkich (Zn, Cu, Pb, i Cd) stanowił w sumie rocznego depozytu od 0,3 do 0,6%. na poszczególnych powierzchniach depozyt metali ciężkich wyniósł od 0,13 do 0,27 kg ha^{-1} rok^{-1}, z czego od 70 do 87% stanowił Zn.

- Udział próbek opadów podkoronowych z ujemnymi wartościami ANC w 2024 roku wynosił 21%. Ujemne wartości ANC związane z przewagą jonów wolnych kwasów występowały dwukrotnie częściej w okresie zimowym niż letnim.
- Na wszystkich SPO MI odnotowano dodatnią wartość średniej rocznej ANC.
- Jony o zakwaszającym oddziaływaniu na środowisko (SO_4^{2-}, NO_3^-, NH_4^+, Cl^-) stanowiły od 39 do 62% rocznego molowego depozytu. Wysoki udział jonów zakwaszających odnotowano na SPO MI w Kruczu i Zawadzkim.
- Depozyt składników wniesiony ze spływem po pniu w buczynach wyniósł w okresie badań 1,9 kg ha^{-1} w Gdańsku i 4,2 kg ha^{-1} w Birczy. Stanowiło to 4% depozytu podkoronowego w Gdańsku i 13% w Birczy.

Roztwory glebowe

- Średnie pH roztworów glebowych na SPO MI w 2024 roku wynosiło od 4,2 do 7,9 na głębokości 25 cm oraz od 4,4 do 7,5 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 0,5 w roztworach glebowych na obu głębokościach w nadleśnictwach: Szklarska Poręba (świerk), Chojnów (sosna), Zawadzkie (sosna), Krucz (sosna). W Gdańsku (buk) mieścił się w granicach 0,3 – 0,8. W Łącku (dąb) i Piwnicznej (świerk) wynosił 0,5 – 0,6 na głębokości 25 cm i wzrastał do 0,8 – 0,9 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.
- Jony azotu w formach mineralnych występowały w podwyższonych, choć niższych niż w roku 2023, stężeniach w roztworach glebowych poniżej głównej strefy korzeniowej roślin na głębokości 50 cm w Krotoszynie, Białowieży i Suwałkach. Wskazuje to na możliwą ucieczkę azotu z gleb, spowodowaną zarówno możliwym nadmiernym dopływem azotu z depozycją atmosferyczną, jak i wysokim tempem mineralizacji materii organicznej wskutek uszkodzeń drzewostanu lub cięć sanitarnych.

Trendy zmian jakości powietrza i chemizmu opadów po 2010 r.

- Na każdej z badanych SPO MI w ostatnich latach zanotowano spadek stężenia dwutlenku siarki. Największe spadki wystąpiły w rejonach górskich: w Birczy i Szklarskiej Porębie.
- Stężenia dwutlenku azotu w powietrzu w latach 2011-2024 wykazywały trendy spadkowe na wszystkich badanych powierzchniach SPO MI. Największy spadek stężenia NO_2 wystąpił w Chojnowie, gdzie obserwowane są najwyższe stężenia NO_2 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 były powierzchnie: świerkowa w Piwnicznej, gdzie nie zaobserwowano trendu pod okapem, podobnie jak na otwartej przestrzeni w Suwałkach (świerk) i Białowieży (sosna).
- Wzrostowi pH opadów towarzyszyło zmniejszanie się depozycji siarki w formie siarczanów: depozycja $S\text{-}SO_4^{2-}$ na wszystkich SPO MI na otwartej przestrzeni oraz pod okapem wykazywała tendencję malejącą.
- Depozycja związków azotu w mniejszym stopniu niż $S\text{-}SO_4^{2-}$ podlegała trendom i choć przeważnie ulegała zmniejszeniu na terenie Polski, zdarzały się lokalizacje o wzrastające depozycji azotu. W okresie 2010-2024 trendy wzrostu depozycji $N\text{-}NO_3^-$ wykryto pod okapem i na otwartej przestrzeni w Białowieży, zaś trendy spadkowe w obu typach opadów w Birczy, Łącku, Chojnowie i Szklarskiej Porębie oraz w opadach docierających do koron drzew w Gdańsku, Krotoszynie, Strzałowie, Kruczu i Piwnicznej. Depozycja formy zredukowanej azotu ($N\text{-}NH_4^+$) istotnie malała na licznych SPO MI, szczególnie w buczynach Gdańska i Birczy, dąbrowie Krotoszyna oraz drzewostanach iglastych Suwałk i Zawadzkiego.
- Trendy wielkości depozycji na przestrzeni ostatnich lat w mniejszym stopniu znajdowały odzwierciedlenie w zmianach składu chemicznego roztworów glebowych. W roztworach glebowych kwasowość zmniejszała się na obu głębokościach tylko w Gdańsku (buk), Szklarskiej Porębie i Piwnicznej (świerk) oraz Chojnowie (sosna). Warunki glebowe w Chojnowie ulegają niewielkiej poprawie, zauważalnej początkowo w górnej części profilu gleby, a z upływem czasu – od 2023 roku - sięgającej w głąb profilu glebowego, wyrażającej się wzrostem pH, spadkiem stężeń siarczanów (VI) i glinu. W Zawadzkiem w głębszej warstwie gleby wzrastały stężenia glinu, spadały stężenia wapnia i malał

stosunek BC:Al, co wskazuje na pogarszanie się wskaźników glebowych. W Krotoszynie również rosły stężenia glinu w roztworach glebowych w przypowierzchniowej zakwaszonej warstwie gleby a w Kruczu na głębokości 50 cm.

Porównanie międzynarodowe

- W 2024 roku w zestawieniu dla gatunków razem dobrą kondycją zdrowotną charakteryzowały się drzewa w lasach Serbii, Rumunii, Szwecji, Norwegii i Estonii (przewaga udziału drzew o defoliacji do 10% nad udziałem drzew o defoliacji powyżej 25% wynosiła ponad 27 punktów procentowych), natomiast złą kondycją – drzewa w lasach Mołdawii, Bułgarii, Włoch, Węgier, Słowenii, Czech, Luksemburga, Cypru, Francji i Belgii Walonii (przewaga udziału drzew o defoliacji powyżej 25% nad udziałem drzew o defoliacji do 10% wynosiła ponad 20 punktów procentowych).
- Polska wraz z Łotwą i Belgią Flandrią znalazła się w grupie krajów, w których zarówno udział drzew o defoliacji do 10%, jak i udział drzew o defoliacji powyżej 25% nie był wysoki, natomiast większość drzew (od 67,4% do 83,1%) została zaliczona do klasy ostrzegawczej (o defoliacji od 11% do 25%).
- W pięcioleciu 2020-2024 kondycja zdrowotna lasów, wyrażona udziałem drzew w klasach defoliacji 2-4, w 15 krajach nie ulegała dużym zmianom. Dotyczy to zarówno krajów o stale dobrej kondycji zdrowotnej lasów, jak i tych o stale średniej lub stale złej kondycji. W zestawieniu dla gatunków razem są to: Łotwa, Serbia, Estonia i Rumunia (lasy w bardzo dobrej kondycji zdrowotnej), Norwegia, Szwecja i Polska (lasy w dobrej kondycji zdrowotnej), Litwa, Hiszpania, Belgia Flandria i Irlandia (lasy w średniej kondycji zdrowotnej), Szwajcaria, Chorwacja i Niemcy (lasy o silnie osłabionej kondycji zdrowotnej), Czechy (lasy o najsłabszej kondycji zdrowotnej).
- W pięcioleciu 2020-2024 kilka krajów charakteryzowało się złą kondycją zdrowotną lasów a jednocześnie dużą zmiennością udziału drzew w klasach defoliacji 2-4 w kolejnych latach pięciolecia. W zestawieniu dla gatunków razem były to Dania, Mołdawia, Andora, Cypr, Węgry, Francja i Belgia Walonia.
- Porównanie ostatniego i pierwszego roku pięciolecia 2020-2024 wykazało, w zestawieniu dla gatunków razem, niewielką poprawę kondycji drzew (obniżenie udziału drzew w klasach defoliacji 2-4 o 5,5 do 7,0 p.p.) – w lasach Polski, Słowacji i Mołdawii, niewielkie pogorszenie (wzrost udziału drzew w klasach defoliacji 2-4 o 5,2 do 8,9 p.p.) – w lasach Irlandii, Włoch i Francji, znaczne pogorszenie (wzrost udziału drzew w klasach

defoliacji 2-4 o 10,7 do 25,5 p.p.) – w lasach Węgier, Grecji Bułgarii, Turcji, Belgii Walonii i Cypru.