

# **INSTYTUT BADAWCZY LEŚNICTWA**



## **STAN ZDROWOTNY LASÓW POLSKI W 2012 ROKU**

**Sękocin Stary, 2013**

## SPIS TREŚCI

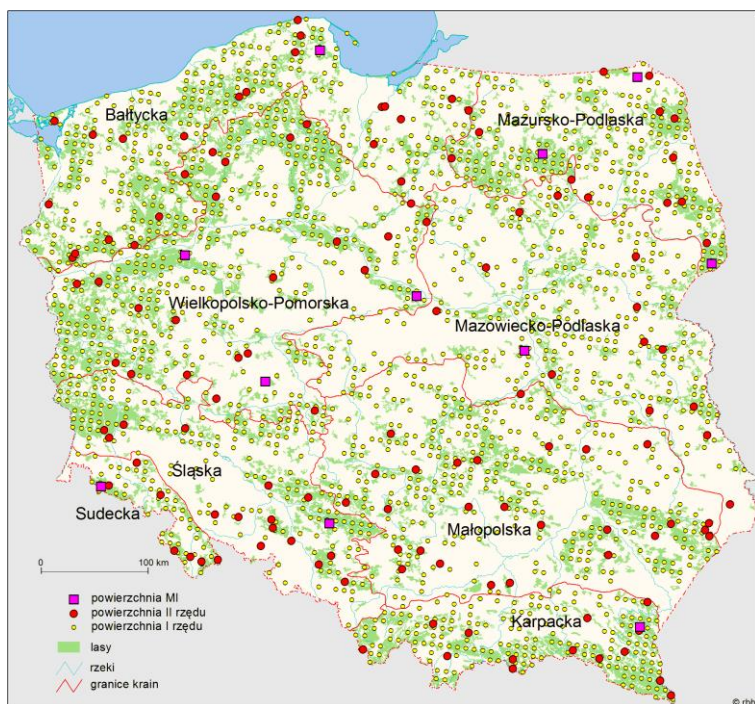
|                                                                                                                                 |           |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Część I    Monitoring na stałych powierzchniach obserwacyjnych I i II rzędu.....</b>                                         | <b>3</b>  |
| 1. Wstęp - <i>Jerzy Wawrzoniak</i> .....                                                                                        | 3         |
| 2. Program monitoringu lasu w 2012 roku - <i>Jerzy Wawrzoniak</i> .....                                                         | 4         |
| 3. Zróżnicowanie poziomu uszkodzenia monitorowanych gatunków drzew w kraju -<br><i>Jadwiga Małachowska</i> .....                | 5         |
| 4. Symptomy i przyczyny uszkodzeń drzew na stałych powierzchniach obserwacyjnych -<br><i>Paweł Lech</i> .....                   | 12        |
| 5. Wpływ warunków pogodowych na zdrowotność drzewostanów -<br><i>Jadwiga Małachowska</i> .....                                  | 15        |
| 6. Powierzchnie monitoringu lasu na obszarach Natura 2000 - <i>Robert Hildebrand</i> .....                                      | 16        |
| <b>Część II    Monitoring na stałych powierzchniach obserwacyjnych monitoringu<br/>intensywnego .....</b>                       | <b>18</b> |
| 7. Dynamika parametrów meteorologicznych na SPO MI - <i>Leszek Kluziński</i> .....                                              | 18        |
| 8. Opady bezpośrednie i depozyt całkowity w lasach na SPO MI - <i>Anna Kowalska</i> .....                                       | 20        |
| 9. NO <sub>2</sub> i SO <sub>2</sub> w powietrzu na terenach leśnych na SPO MI – <i>Anna Kowalska</i> .....                     | 24        |
| 10. Opady podkoronowe oraz roztwory glebowe w lasach na SPO MI - <i>Anna Kowalska</i> .....                                     | 27        |
| 11. Ocena presji środowiska na ekosystemy leśne na podstawie badań na SPO MI -<br><i>Paweł Lech</i> .....                       | 35        |
| <b>Część III    Informacje ogólne i podsumowanie .....</b>                                                                      | <b>38</b> |
| 12. Pożary lasów - <i>Józef Piwnicki i Ryszard Szczygieł</i> .....                                                              | 38        |
| 13. Ocena warunków hydrologicznych na podstawie badań w małych zlewniach leśnych -<br><i>Andrzej Stolarek, Jan Tyszka</i> ..... | 39        |
| 14. Stan zdrowotny lasów w Polsce na tle stanu lasów w Europie - <i>Jadwiga Małachowska</i><br>.....                            | 42        |
| 15. Literatura .....                                                                                                            | 44        |
| 16. Spis tabel .....                                                                                                            | 45        |
| 17. Spis rysunków .....                                                                                                         | 46        |

## CZĘŚĆ I

## MONITORING NA STAŁYCH POWIERZCHNIACH OBSERWACYJNYCH I I RZĘDU

### 1. WSTĘP - JERZY WAWRZONIAK

Od dziesięciolecia, w związku ze zmianami klimatu, również w Polsce odnotowuje się wzrost średniej temperatury powietrza i wydłużenie okresu wegetacyjnego. Zjawisku temu towarzyszy wzrost stężenia dwutlenku węgla, oraz eutrofizacja siedlisk leśnych objawiająca się wzrostem depozytu związków biogennych, w szczególności azotu. Wszystkie te czynniki wpływają na ekosystemy leśne. Zanim jednak nastąpi zmiana składu gatunkowego w drzewostanach, już teraz można oczekiwać zmian w morfologii koron drzew oraz w ilości i rodzajach uszkodzeń drzew. Badania monitoringowe lasu umożliwiają rejestrację pierwszych symptomów zmian, które przy narastaniu wspomnianych procesów mogą spowodować zmiany w składzie gatunkowym drzewostanów. Interesującym zjawiskiem jest utrzymująca się tendencja stabilizacji lub nieznacznego wzrostu defoliacji w drzewostanach sosnowych,



**Rys. 1.** Rozmieszczenie stałych powierzchni obserwacyjnych I i II rzędu oraz powierzchni monitoringu intensywnego (MI) w krainach przyrodniczo-leśnych

się większą defoliacją. Potwierdzeniem bardziej efektywnej asymilacji może być większy przyrost pierśnicy i wysokości drzew w ostatnich latach. Powierzchnia liści poza funkcją asymilacyjną spełnia także funkcję regulacyjną przepływu wody w procesie transpiracji. Nadmierna redukcja aparatu asymilacyjnego mogłaby zaburzać gospodarkę wodną drzewa. W zależności od warunków termicznych i wilgotnościowych następuje proces optymalizacji

mimo sprzyjających warunków pogodowych i środowiskowych. Jedną z możliwych hipotez wyjaśniających to zjawisko polega na przypuszczeniu, że w warunkach podwyższonej temperatury powietrza oraz wyższego stężenia CO<sub>2</sub> proces fotosyntezy jest bardziej efektywny i mniejsza powierzchnia asymilacyjna pokrywa zapotrzebowanie drzew na rozwój. Skutkiem tego drzewa wytwarzają mniejszą powierzchnię liści, co objawia

powierzchni asymilacyjnej ze względu na transpirację i asymilację. Powyższe zjawiska mogą występować z różną intensywnością i można je traktować jako mechanizm adaptacji drzew do zmieniających się warunków klimatycznych.

Wyniki badań gleb leśnych na stałych powierzchniach obserwacyjnych monitoringu lasu posłużyły do określenia akumulacji węgla w glebie w różnych warunkach siedliskowych i drzewostanowych. Wiedza ta pozwoli na podejmowanie takich działań gospodarczych w lesie, które prowadzą do zwiększenia akumulacji węgla w glebie.

Monitoringu lasu, jako procedura oceny stanu lasu znajduje coraz większe uznanie w środowisku leśników i specjalistów ochrony środowiska. Od niedawna na niektórych wyższych uczelniach przyrodniczych wykładany jest przedmiot monitoring środowiska leśnego, w którym omawia się cel, zakres i metodykę monitoringu lasu oraz przeprowadza się ćwiczenia zapoznające studentów z oceną cech morfologicznych koron drzew i innymi procedurami metodycznymi monitoringu lasu. Fakt ten świadczy o zajęciu trwałego miejsca systemu monitoringu lasu wśród metod oceny stanu lasu i środowiska przyrodniczego.

## **2. PROGRAM MONITORINGU LASU W 2012 ROKU - JERZY WAWRZONIAK**

W 2012 r. wykonano następujące prace, pomiary i obserwacje:

**1. Monitoring uszkodzeń drzewostanów na SPO I rzędu** - przeprowadzony na 1965 SPO I rzędu (sieć 8 x 8 km). Oceniano następujące parametry 20 drzew próbnych: gatunek, wiek, status drzewa, stanowisko biosocjalne, defoliację, odbarwienie, pierśnicę, ocienienie i widoczność korony, liczbę roczników igliwia, długość igliwia bądź wielkość liści, proporcje przyrostu pędów, typ przerzedzenia korony, udział martwych gałęzi, pędy wtórne, urodzaj nasion, intensywność kwitnienia.

**2. Monitoring uszkodzeń drzewostanów na SPO II rzędu** - przeprowadzony na 144 powierzchniach. Oceniano te same parametry 20 drzew próbnych, co na SPO I rzędu.

**3. Monitoring symptomów i przyczyn uszkodzeń drzew** - przeprowadzony na 1965 SPO I rzędu, jaki na 144 SPO II rzędu. Na 20 drzewach próbnych oceniano: miejsce uszkodzenia na drzewie oraz jego lokalizację w obrębie korony, symptomy uszkodzenia, specyfikację symptomów, kategorię czynnika sprawczego, rozmiar uszkodzenia.

**4. Monitoring depozytu zanieczyszczeń** - przeprowadzony na 12 SPO MI (monitoringu intensywnego). Określono pH oraz skład chemiczny opadów: zawartość Ca, K, Mg, Na, NH<sub>4</sub>, Cl, NO<sub>3</sub>, SO<sub>4</sub>, Al, Mn, Fe oraz metali ciężkich (Cd, Pb, Cu, Zn).

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

dyfuzyjnych typu Amaya, z trietanolaminą jako substancją aktywną (Krochmal et Kalina, 1997a, 1997b)

**6. Monitoring opadów podkoronowych i roztworów glebowych** - pomiary wykonano na 12 SPO MI. Próbkę pobierano (w cyklu miesięcznym) z 15 chwytników podkoronowych, 2 chwytników z otwartej przestrzeni i 20 tensometrów (roztwory glebowe) rozmieszczonych na dwóch głębokościach (po 10 na każdej głębokości). Spływ po pniu badano na 2 SPO MI w drzewostanach bukowych. Analizy chemiczne pobranych próbek obejmują: pH, Ca, Mg, K, Na, NH<sub>4</sub>, Fe, Mn, Al, NO<sub>3</sub>, SO<sub>4</sub>, Cl, Cd, Cu, Pb, Zn.

**7. Monitoring parametrów meteorologicznych** - w pobliżu 12 SPO MI automatyczne stacje meteorologiczne rejestrowały w cyklu ciągłym następujące parametry: temperaturę powietrza [°C] na wysokości 2 m, 0,5 m oraz przy gruncie (na wysokości 5 cm), temperaturę gleby [°C] na głębokości 5 cm, 10 cm, 20 cm i 50 cm, wilgotność względną powietrza [%] na wysokości 2 m, wilgotność gleby [dm<sup>3</sup>/m<sup>3</sup>], promieniowanie [W/m<sup>2</sup>] (całkowite i UVB), prędkość [m/s] i kierunek wiatru [°] oraz opad atmosferyczny [mm].

### 3. ZRÓŻNICOWANIE POZIOMU USZKODZENIA MONITOROWANYCH GATUNKÓW DRZEW W KRAJU - JADWIGA MAŁACHOWSKA

**Tabela 1.** Liczba SPO I rzędu w lasach wszystkich form własności, zestawienie według gatunków w układzie krain - 2012 r.

| Kraina przyrodniczo-leśna | Sosna | Świerk | Jodła | Inne iglaste | Iglaste razem | Buk | Dąb | Brzoza | Olsza | Inne liściaste | Liściaste razem | Gatunki razem |
|---------------------------|-------|--------|-------|--------------|---------------|-----|-----|--------|-------|----------------|-----------------|---------------|
| Bałtycka                  | 186   | 11     | 0     | 6            | 203           | 22  | 22  | 36     | 27    | 6              | 113             | 316           |
| Mazursko-Podlaska         | 131   | 16     | 0     | 0            | 147           | 1   | 5   | 24     | 34    | 8              | 72              | 219           |
| Wielkopolsko-Pom.         | 329   | 2      | 0     | 2            | 333           | 4   | 17  | 17     | 11    | 9              | 58              | 391           |
| Mazowiecko-Podl.          | 205   | 1      | 0     | 0            | 206           | 0   | 17  | 42     | 29    | 5              | 93              | 299           |
| Śląska                    | 97    | 3      | 0     | 3            | 103           | 5   | 25  | 14     | 7     | 15             | 66              | 169           |
| Małopolska                | 248   | 3      | 9     | 1            | 261           | 7   | 32  | 23     | 10    | 15             | 87              | 348           |
| Sudecka                   | 1     | 24     | 0     | 0            | 25            | 1   | 7   | 4      | 1     | 10             | 23              | 48            |
| Karpacka                  | 26    | 29     | 38    | 5            | 98            | 33  | 5   | 3      | 6     | 30             | 77              | 175           |
| Razem                     | 1223  | 89     | 47    | 17           | 1376          | 73  | 130 | 163    | 125   | 98             | 589             | 1965          |

W 2012 roku przeprowadzono obserwacje na 1965 SPO I rzędu (Rys. 1), oceniając łącznie 39300 drzew próbnych. Większość powierzchni znajduje się w lasach będących w zarządzie Lasów Państwowych (1390) oraz w lasach będących własnością osób fizycznych (483 pow.). (Tab. 1).

Liczba powierzchni w lasach wszystkich własności: 1) w układzie krain przyrodniczo-leśnych (Tab. 1) zawiera się w przedziale od 48 w Krainie Sudeckiej do 391 w Krainie Wielkopolsko-Pomorskiej, 2) w układzie rdLP - od 60 w RDLP Piła do 186 w RDLP Białystok, 3) w układzie województw - od 40 w woj. opolskim do 198 w woj. mazowieckim.

**Tabela 2.** Liczba SPO I rzędu wg form własności w układzie krain - 2012 r.

| Kraina przyrodniczo-leśna | W zarządzie Lasów Państwowych | Osób fizycznych | W zarządzie Parków Narodowych | Pozostałe własności | Własności razem |
|---------------------------|-------------------------------|-----------------|-------------------------------|---------------------|-----------------|
| Bałtycka                  | 291                           | 15              | 3                             | 7                   | 316             |
| Mazursko-Podlaska         | 162                           | 48              | 7                             | 2                   | 219             |
| Wielkopolsko-Pom.         | 335                           | 44              | 2                             | 10                  | 391             |
| Mazowiecko-Podl.          | 132                           | 158             | 5                             | 4                   | 299             |
| Śląska                    | 151                           | 11              | 0                             | 7                   | 169             |
| Małopolska                | 190                           | 138             | 3                             | 17                  | 348             |
| Sudecka                   | 39                            | 3               | 1                             | 5                   | 48              |
| Karpacka                  | 90                            | 66              | 12                            | 7                   | 175             |
| <b>Razem</b>              | <b>1390</b>                   | <b>483</b>      | <b>33</b>                     | <b>59</b>           | <b>1965</b>     |

Liczy powierzchnie wg gatunku panującego w drzewostanie (Tab. 2) wynoszą: dla powierzchni z dominacją sosny - 1223, świerka - 89, jodły - 47, kategorii „inne iglaste” - 17, buka - 73, dębu - 130, brzozy - 163, olszy - 125 oraz kategorii „inne liściaste” - 98.

Parametrami oceny poziomu uszkodzenia gatunków są następujące charakterystyki: procentowy udział drzew zdrowych (klasa 0, defoliacja 0-10%), procentowy udział drzew uszkodzonych (klasy 2-4, defoliacja >

25% i drzewa martwe) oraz średnia defoliacja drzew.

### **Zróźnicowanie uszkodzenia monitorowanych gatunków drzew**

Średnia defoliacja wszystkich gatunków razem wynosiła 22,77%, iglastych razem – 22,67%, a liściastych razem - 22,94% (Tab. 3). Udział drzew zdrowych (do 10% defoliacji) gatunków razem wynosił 11,28%, a udział drzew uszkodzonych (powyżej 25% defoliacji) – 23,37%. Gatunki liściaste charakteryzowały się znacznie wyższym udziałem drzew zdrowych (16,14%) oraz nieco niższym udziałem drzew uszkodzonych (25,51%) niż gatunki iglaste (odpowiednio: 8,73% i 22,24%) – Rys. 2.

Kolejność gatunków od najzdrowszych do najbardziej uszkodzonych (ustalona na podstawie analizy trzech parametrów określających zdrowotność: udziału drzew zdrowych, udziału drzew uszkodzonych oraz średniej defoliacji) jest następująca:

buk, olsza, jodła, inne liściaste, inne iglaste, sosna, świerk, brzoza, dąb (Tab. 3 i Rys. 2).



## Uszkodzenia monitorowanych gatunków drzew według form własności lasu

**Tabela 3.** Średnia defoliacja monitorowanych gatunków drzew według form własności - 2012 r.

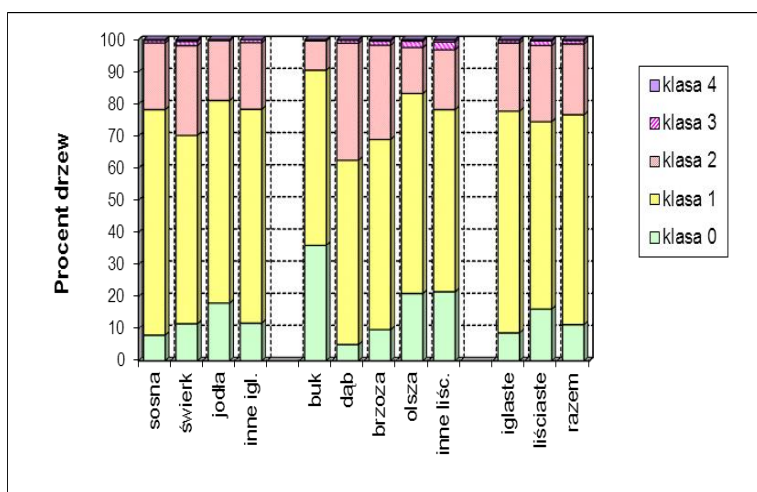
| Gatunek drzewa | W zarządzie Lasów Państwowych | Osób fizycznych | W zarządzie Parków Narodowych | Pozostałe własności | Własności razem |
|----------------|-------------------------------|-----------------|-------------------------------|---------------------|-----------------|
| Sosna          | 21,93                         | 24,63           | 24,09                         | 23,58               | 22,65           |
| Świerk         | 23,31                         | 27,26           | 25,77                         | 24,84               | 24,14           |
| Jodła          | 20,79                         | 17,99           | 29,22                         | 19,35               | 20,49           |
| Inne iglaste   | 22,18                         | 26,56           | 27,22                         | 19,00               | 22,29           |
| Gat. iglaste   | 22,00                         | 24,52           | 25,41                         | 23,31               | 22,67           |
| Buk            | 16,49                         | 17,47           | 16,81                         | 15,89               | 16,59           |
| Dąb            | 26,14                         | 25,17           | 17,27                         | 32,06               | 26,27           |
| Brzoza         | 24,49                         | 25,22           | 24,78                         | 29,29               | 24,83           |
| Olsza          | 21,21                         | 20,35           | 19,35                         | 20,38               | 20,84           |
| Inne liściaste | 22,94                         | 21,50           | 25,56                         | 20,77               | 22,28           |
| Gat. liściaste | 22,99                         | 22,70           | 20,05                         | 25,57               | 22,94           |
| Gat. razem     | 22,33                         | 23,83           | 23,03                         | 24,25               | 22,77           |

\*) wyniki oznaczone niebieskim kolorem mogą być obarczone błędem ze względu na małą liczebność próby (do obliczeń wzięto co najwyżej 30 drzew)

Porównanie poziomu zdrowotności monitorowanych gatunków drzew (wiek powyżej 20 lat) wykonano w układzie czterech form własności: lasy pozostające w zarządzie Lasów Państwowych, lasy prywatne, lasy w Parkach Narodowych oraz lasy 'pozostałych' własności – Tab. 3, Rys. 2, 3, 4.

Kategoria 'inne iglaste' w lasach prywatnych, dąb i gatunki z kategorii 'inne iglaste' i 'inne liściaste' w parkach narodowych oraz jodła w lasach 'pozostałych' własności - ze względu na małą liczebność próby (poniżej 30 drzew) zostały pominięte w analizie.

Największe uszkodzenie **sosny** zarejestrowano w lasach prywatnych (śr. def. = 24,63%), nie wykazano dużych różnic w uszkodzeniu drzew w lasach parków narodowych i w lasach 'pozostałych' własności (śr. def. = 24,09% i 23,58%), najmniejsze uszkodzenia odnotowano w lasach państwowych (śr. def. = 21,93%).

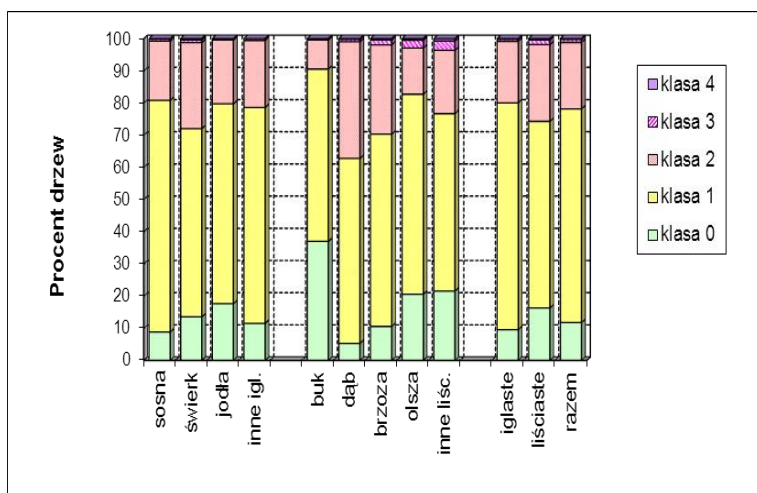


**Rys. 2.** Udział drzew monitorowanych gatunków w klasach defoliacji w 2012 roku. Wiek powyżej 20 lat. Wszystkie formy własności.

Najwyższe uszkodzenie **świerka** zarejestrowano w lasach prywatnych (śr. def. = 27,26%), niższe w lasach parków narodowych oraz w lasach 'pozostałych' własności (śr. def. = 25,77% i 24,84%), najniższe - w lasach państwowych (śr. def. = 23,31%).

**Jodła** charakteryzowała się najwyższym uszkodzeniem w lasach parków narodowych, niższym w lasach

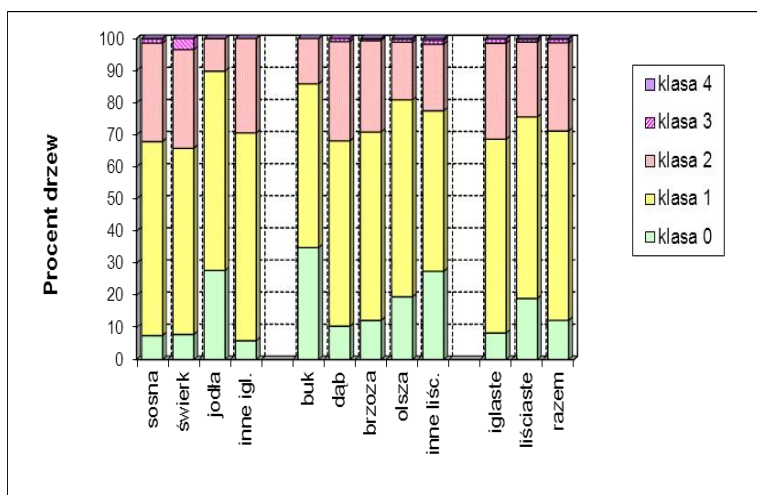
państwowych oraz najniższym w lasach prywatnych. Średnia defoliacja wynosiła odpowiednio: 29,22%, 20,79% i 17,99%.



**Rys. 3.** Udział drzew monitorowanych gatunków w klasach defoliacji w 2012 roku. Wiek powyżej 20 lat. Lasy w zarządzie Lasów Państwowych.

średnia defoliacja wynosiła odpowiednio: 16,49%, 16,81%, i 17,47%. Buki w lasach ‘pozostałych’ własności charakteryzowały się niższym udziałem drzew zdrowych, ale równocześnie niższym udziałem drzew uszkodzonych oraz niższą średnią defoliacją (15,89%).

Najbardziej uszkodzone **dęby** obserwowano w lasach ‘pozostałych’ własności (śr. def. = 32,06%). Mniej uszkodzone były dęby w lasach państwowych i w lasach prywatnych (odpowiednio: 26,14% i 25,17% średniej defoliacji).



**Rys. 4.** Udział drzew monitorowanych gatunków w klasach defoliacji w 2012 roku. Wiek powyżej 20 lat. Lasy prywatne.

Uszkodzenie **olszy** w lasach państwowych i w lasach prywatnych nie wykazywało dużych różnic, w parkach narodowych było niższe, średnia defoliacja wynosiła odpowiednio: 21,21%, 20,35%, 19,35%. W lasach ‘pozostałych’ własności zarówno udział drzew zdrowych

Drzewa kategorii ‘**inne iglaste**’ okazały się dużo zdrowsze w lasach ‘pozostałych’ własności (śr. def. = 19,00%), niż w lasach państwowych (śr. def. = 22,18%).

Uszkodzenie **buków** w lasach państwowych, w parkach narodowych i w lasach prywatnych było niewielkie,

Największe uszkodzenie **brzóz** występowało w lasach ‘pozostałych’ własności, różnice pomiędzy uszkodzeniem brzóz w lasach państwowych, lasach prywatnych i lasach parków narodowych nie były duże. Średnia defoliacja wynosiła odpowiednio: 29,29%, 24,49%, 25,22%, i 24,78%.



jak i udział drzew uszkodzonych był najniższy w porównaniu z trzema wymienionymi wyżej własnościami, średnia defoliacja wynosiła 20,38%.

Największe uszkodzenia drzew kategorii ‘inne liściaste’ zarejestrowano w lasach państwowych, mniejsze w lasach prywatnych, najmniejsze w lasach ‘pozostałych’ własności. Średnia defoliacja wynosiła odpowiednio: 22,94%, 21,50% i 20,77%.

Największe uszkodzenia drzew (gatunki razem) występowały w lasach ‘pozostałych’ własności. Zarejestrowano tam najmniej drzew zdrowych (8,95%), najwięcej drzew uszkodzonych (29,31%), najwyższa była też średnia defoliacja (24,25%). Niewiele niższe uszkodzenie zanotowano w lasach prywatnych (9,95% drzew zdrowych, 27,02% drzew uszkodzonych, a śr. def. = 23,83%). Nie wykazano dużych różnic w uszkodzeniu drzew w lasach państwowych i parkach narodowych; udział drzew zdrowych wynosił odpowiednio: 11,79% i 13,64%, drzew uszkodzonych: 21,83% i 23,94%, a śr. def.: 22,33% i 23,03%.

#### Poziom uszkodzenia drzew (gatunki razem) według regionalnych dyrekcji lasów państwowych, krain przyrodniczo-leśnych i województw (Rys. 5)

##### Uszkodzenie drzew w układzie regionalnych dyrekcji Lasów Państwowych

**Tabela 4.** Średnia defoliacja drzew [%] na SPO I rz. wg gatunków w układzie RDLP, w kolejności malejących wartości w kolumnie "Gat. razem" - wiek > 20 lat, wł. Lasy Państwowe, 2012 r.

| RDLP       | Sosna | Świerk | Jodła | Inne iglaste | Iglaste razem | Buk   | Dąb   | Brzoza | Olsza | Inne liśc. | Liśc. razem | Gat. razem |
|------------|-------|--------|-------|--------------|---------------|-------|-------|--------|-------|------------|-------------|------------|
| Katowice   | 25,72 | 34,23  | 21,00 | 25,71        | 26,08         | 22,84 | 32,62 | 33,92  | 26,78 | 28,05      | 29,52       | 27,41      |
| Olsztyn    | 27,49 | 22,47  | -     | 20,86        | 26,81         | 15,23 | 27,09 | 28,71  | 23,53 | 24,11      | 24,95       | 26,02      |
| Lublin     | 24,47 | 29,00  | 25,00 | 0,00         | 24,54         | 17,94 | 23,90 | 27,28  | 18,61 | 23,18      | 24,31       | 24,45      |
| Warszawa   | 20,69 | -      | -     | 16,43        | 20,61         | -     | 30,54 | 30,95  | 38,91 | 20,91      | 31,57       | 24,20      |
| Krosno     | 28,16 | 21,78  | 21,13 | 24,44        | 25,02         | 17,23 | 27,88 | 25,69  | 36,84 | 19,12      | 21,89       | 23,64      |
| Wrocław    | 20,56 | 23,62  | 20,00 | 23,88        | 21,95         | 18,56 | 26,85 | 23,24  | 19,77 | 29,10      | 25,34       | 23,50      |
| Gdańsk     | 23,40 | 29,80  | -     | 22,69        | 23,75         | 20,00 | 28,23 | 23,15  | 20,83 | 21,25      | 22,79       | 23,45      |
| Białystok  | 22,04 | 24,39  | -     | 17,50        | 22,48         | -     | 26,12 | 26,99  | 17,77 | 18,69      | 22,70       | 22,55      |
| Poznań     | 21,14 | 16,46  | -     | 14,62        | 20,97         | 17,50 | 26,81 | 24,22  | 16,53 | 37,14      | 25,14       | 22,38      |
| Łódź       | 21,65 | 24,23  | 22,50 | 21,25        | 21,68         | 16,67 | 24,26 | 22,40  | 49,29 | 18,47      | 22,23       | 21,80      |
| Radom      | 20,71 | 27,12  | 24,75 | 16,67        | 21,42         | 18,04 | 20,87 | 23,64  | 19,50 | 25,29      | 21,61       | 21,46      |
| Kraków     | 28,11 | 25,36  | 17,70 | 27,74        | 22,47         | 14,62 | 29,50 | 19,52  | 23,78 | 18,99      | 20,02       | 21,23      |
| Toruń      | 21,60 | 12,50  | -     | 14,17        | 21,52         | 8,89  | 21,20 | 19,63  | 15,75 | 16,40      | 19,01       | 21,06      |
| Piła       | 20,24 | 15,63  | -     | 11,88        | 20,09         | 7,00  | 21,13 | 22,41  | 16,06 | 18,33      | 20,25       | 20,11      |
| Zielona    | 19,73 | 18,54  | -     | 25,00        | 19,71         | 13,64 | 23,67 | 17,05  | 17,40 | 17,43      | 19,33       | 19,64      |
| Szczecin   | 19,46 | 18,04  | -     | 21,23        | 19,47         | 10,91 | 25,39 | 21,02  | 13,99 | 17,25      | 18,67       | 19,23      |
| Szczecinek | 18,34 | 16,34  | -     | 21,73        | 18,20         | 13,61 | 25,48 | 18,55  | 20,00 | 22,05      | 18,48       | 18,30      |
| Razem      | 21,93 | 23,31  | 20,79 | 22,18        | 22,00         | 16,49 | 26,14 | 24,49  | 21,21 | 22,94      | 22,99       | 22,33      |

\* wyniki oznaczone niebieskim kolorem mogą być obarczone błędem ze względu na małą liczebność próby (do obliczeń wzięto co najwyżej 30 drzew)

Najzdrowsze okazały się drzewa w lasach RDLP Szczecinek (najwyższy udział drzew zdrowych - 23,46%, najniższy udział drzew uszkodzonych - 10,26%, najniższa średnia

defoliacja - 18,30%). Wysoki poziom zdrowotności wykazywały drzewa w lasach RDLP Szczecin i Zielona Góra. Dobrą kondycją charakteryzowały się drzewa w lasach RDLP Piła i Toruń. W RDLP Kraków zanotowano wysoki udział drzew zdrowych (23,11%) ale również podwyższony udział drzew uszkodzonych (22,14%), średnia defoliacja była dość niska (21,23%). W RDLP Łódź i Radom zarówno udział drzew zdrowych, jak i udział drzew uszkodzonych był niski, średnia defoliacja nie przekraczała 21%. W RDLP Lublin i Warszawa poziom uszkodzenia drzew był podwyższony, zanotowano poniżej 7% drzew zdrowych, powyżej 26% drzew uszkodzonych oraz powyżej 24% średniej defoliacji. Najbardziej uszkodzone okazały się drzewa w lasach RDLP Katowice i Olsztyn (poniżej 4% drzew zdrowych, powyżej 38% drzew uszkodzonych oraz ponad 26% średniej def. – Tab. 4.

### Uszkodzenie drzew w układzie województw

**Tabela 5.** Średnia defoliacja drzew [%] na SPO I rz. wg gatunków w układzie województw, w kolejności malejących wartości w kolumnie "Gat. razem" - wiek > 20 lat, wszystkie formy własności, 2012 r.

| Województwo    | Sosna | Świerk | Jodła | Inne iglaste | Iglaste razem | Buk   | Dąb   | Brzoza | Olsza | Inne liśc. | Liśc. razem | Gat. razem |
|----------------|-------|--------|-------|--------------|---------------|-------|-------|--------|-------|------------|-------------|------------|
| Opolskie       | 25,00 | 25,00  | -     | 21,43        | 24,88         | 30,25 | 33,10 | 30,68  | 27,00 | 27,83      | 30,54       | 27,50      |
| Śląskie        | 25,97 | 33,33  | 20,06 | 29,76        | 26,48         | 22,08 | 33,00 | 32,97  | 23,17 | 27,75      | 29,74       | 27,43      |
| Mazowieckie    | 25,17 | 29,44  | 28,00 | 17,92        | 25,19         | 15,00 | 25,46 | 27,06  | 29,43 | 22,48      | 26,67       | 25,63      |
| Warmińsko-maz. | 26,12 | 22,09  | -     | 20,86        | 25,44         | 15,22 | 26,41 | 28,99  | 21,36 | 24,65      | 24,50       | 25,04      |
| Dolnośląskie   | 20,99 | 23,59  | 21,15 | 22,42        | 22,11         | 18,41 | 26,99 | 23,29  | 18,17 | 28,52      | 25,36       | 23,67      |
| Podkarpackie   | 26,96 | 23,96  | 21,80 | 25,37        | 25,52         | 17,57 | 26,90 | 28,17  | 32,40 | 17,37      | 21,12       | 23,49      |
| Lubelskie      | 24,25 | 21,67  | 21,88 | 0,00         | 24,16         | 14,71 | 24,76 | 23,38  | 17,90 | 21,92      | 22,60       | 23,47      |
| Łódzkie        | 22,56 | 22,86  | 22,50 | 20,48        | 22,53         | 16,67 | 26,91 | 24,60  | 19,29 | 19,81      | 23,69       | 22,78      |
| Podlaskie      | 22,80 | 25,93  | -     | 17,50        | 23,14         | 45,00 | 25,74 | 27,45  | 18,16 | 19,70      | 21,92       | 22,68      |
| Małopolskie    | 26,00 | 26,29  | 18,45 | 27,50        | 23,37         | 14,65 | 29,25 | 27,83  | 24,69 | 19,00      | 21,11       | 22,31      |
| Świętokrzyskie | 22,16 | 30,85  | 22,61 | 16,25        | 22,60         | 18,54 | 19,06 | 20,50  | 19,69 | 26,63      | 21,26       | 22,23      |
| Wielkopolskie  | 20,89 | 16,67  | -     | 13,75        | 20,78         | 13,75 | 25,90 | 23,76  | 17,30 | 24,89      | 23,35       | 21,44      |
| Pomorskie      | 20,99 | 22,92  | -     | 22,50        | 21,15         | 20,13 | 28,26 | 21,31  | 18,45 | 19,52      | 21,34       | 21,20      |
| Kujawsko-pom.  | 21,35 | 15,71  | -     | 21,04        | 21,32         | 8,89  | 21,58 | 18,41  | 13,90 | 22,12      | 19,22       | 20,85      |
| Lubuskie       | 19,64 | 19,15  | -     | 19,69        | 19,63         | 12,83 | 25,91 | 18,95  | 15,74 | 15,81      | 19,74       | 19,65      |
| Zachodnio-pom. | 18,95 | 16,19  | -     | 20,27        | 18,82         | 12,19 | 24,82 | 19,90  | 16,84 | 23,04      | 18,78       | 18,80      |
| Kraj           | 22,65 | 24,14  | 20,49 | 22,29        | 22,67         | 16,59 | 26,27 | 24,83  | 20,84 | 22,28      | 22,94       | 22,77      |

\* wyniki oznaczone niebieskim kolorem mogą być obarczone błędem ze względu na małą liczebność próby (do obliczeń wzięto co najwyżej 30 drzew)

Najzdrowsze okazały się drzewa w lasach woj. zachodniopomorskiego (22,72% drzew zdrowych, 11,02% drzew uszkodzonych, śr. def. = 18,80%) oraz województwa lubuskiego (14,93% drzew zdrowych, 11,84% drzew uszkodzonych, śr. def. = 19,65%). Najsilniej uszkodzone były drzewostany woj. opolskiego i śląskiego (1,38% i 3,03% drzew zdrowych, 39,00% i 41,91% drzew uszkodzonych, średnia defoliacja równa 27,50% i 27,43%), silnie –

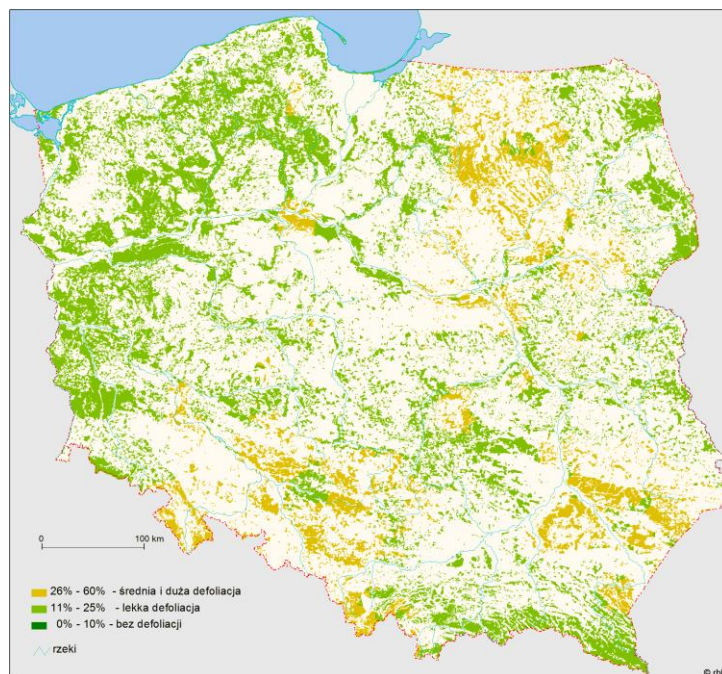
drzewa w lasach woj. warmińsko-mazurskiego i mazowieckiego (poniżej 6% drzew zdrowych, powyżej 33% drzew uszkodzonych oraz ponad 25% średniej defoliacji) - Tab. 5.

### Uszkodzenie drzew w układzie krain przyrodniczo-leśnych

**Tabela 6.** Średnia defoliacja drzew [%] na SPO I rz. wg gatunków w układzie krain, w kolejności malejących wartości w kolumnie "Gat. razem" - wiek > 20 lat, wszystkie formy własności, 2012 r.

| Kraina            | Sosna | Świerk | Jodła | Inne iglaste | Iglaste razem | Buk   | Dąb   | Brzoza | Olsza | Inne liśc. | Liśc. razem | Gat. razem |
|-------------------|-------|--------|-------|--------------|---------------|-------|-------|--------|-------|------------|-------------|------------|
| Sudecka           | 24,62 | 24,15  | 20,00 | 25,65        | 24,15         | 20,57 | 29,55 | 26,88  | 29,38 | 26,08      | 26,54       | 25,26      |
| Mazowiecko-Podl.  | 24,84 | 18,04  | -     | 16,67        | 24,75         | 30,00 | 23,23 | 26,59  | 23,89 | 20,94      | 24,55       | 24,68      |
| Śląska            | 22,26 | 18,87  | 35,00 | 22,83        | 22,15         | 25,13 | 28,27 | 26,56  | 19,29 | 29,93      | 26,92       | 24,18      |
| Małopolska        | 24,11 | 30,22  | 23,99 | 20,37        | 24,22         | 16,56 | 26,69 | 25,64  | 19,53 | 23,31      | 24,06       | 24,17      |
| Mazursko-Podl.    | 24,45 | 23,70  | -     | 20,60        | 24,31         | 14,00 | 26,09 | 28,88  | 19,96 | 22,90      | 23,61       | 24,05      |
| Karpacka          | 25,70 | 27,23  | 19,66 | 27,36        | 23,59         | 16,71 | 28,88 | 26,11  | 37,36 | 17,78      | 20,16       | 21,95      |
| Wielkopolsko-Pom. | 21,03 | 18,03  | -     | 18,22        | 20,96         | 14,38 | 25,78 | 21,76  | 16,05 | 21,23      | 21,57       | 21,08      |
| Bałtycka          | 19,77 | 20,94  | -     | 21,34        | 19,91         | 14,31 | 25,46 | 20,87  | 17,53 | 21,20      | 19,93       | 19,92      |
| Kraj              | 22,65 | 24,14  | 20,49 | 22,29        | 22,67         | 16,59 | 26,27 | 24,83  | 20,84 | 22,28      | 22,94       | 22,77      |

\* wyniki oznaczone niebieskim kolorem mogą być obarczone błędem ze względu na małą liczebność próby (do obliczeń wzięto co najwyżej 30 drzew)



**Rys. 5.** Poziom uszkodzenia lasów w 2012 r. na podstawie oceny defoliacji na stałych powierzchniach obserwacyjnych z wyróżnieniem 3 klas defoliacji

Najzdrowsze okazały się drzewa w lasach Krainy Bałtyckiej. Udział drzew zdrowych był wysoki (17,66%), udział drzew uszkodzonych (14,15%) oraz średnia defoliacja (19,92%) – najniższe w porównaniu z innymi krainami. Dobłą kondycją charakteryzowały się również drzewa w Krainie Wielkopolsko-Pomorskiej: udział drzew zdrowych był znacznie niższy niż w Krainie Bałtyckiej (11,25%), ale jednocześnie udział drzew uszkodzonych (15,75%) oraz

średnia defoliacja (21,08%) były niewiele wyższe. Najbardziej uszkodzone okazały się

drzewa w lasach Krainy Sudeckiej: udział drzew zdrowych wynosił 8,76%, udział drzew uszkodzonych (32,40%) oraz średnia defoliacja (25,26%) były najwyższe w porównaniu z innymi krainami - Tab. 6.

W układzie rdLP najzdrowsze okazały się drzewa w lasach RDLP Szczecinek. Dobrą kondycją charakteryzowały się drzewa w lasach RDLP Szczecin i Zielona Góra. Najbardziej uszkodzone były drzewa w lasach RDLP Katowice i Olsztyn.

W układzie krain przyrodniczo-leśnych: najwyższy poziom zdrowotności drzew odnotowano w lasach Krainy Bałtyckiej, najniższy - w Krainie Sudeckiej.

W układzie województw najlepszą kondycją charakteryzowały się drzewa w lasach województwa zachodniopomorskiego. Najbardziej uszkodzone były drzewa w lasach województw: opolskiego i śląskiego.

#### 4. SYMPTOMY I PRZYCZYNY USZKODZEŃ DRZEW NA STAŁYCH POWIERZCHNIACH OBSERWACYJNYCH - PAWEŁ LECH

W roku 2012 łącznie stwierdzono 30791 uszkodzeń drzew, które występowały na 23951 drzewach, przy czym na 18007 drzewach stwierdzono występowanie jednego uszkodzenia, na 5035 drzewach – dwóch uszkodzeń, a na 909 drzewach – trzech. Nieuszkodzonych było łącznie 18613 drzew, co stanowiło 43,73% wszystkich drzew. Wśród gatunków iglastych najwięcej drzew bez uszkodzeń cechowało sosnę (54,18% drzew bez uszkodzeń) i jodłę (40,35% drzew bez uszkodzeń), zaś wśród gatunków liściastych – buka (40,25%) i brzozę (36,24%). Najniższym udziałem drzew bez uszkodzeń cechował się natomiast dąb (21,58%) oraz olsza (20,43%).

##### Występowanie uszkodzeń drzew

**Tabela 7.** Występowanie uszkodzeń drzew monitorowanych gatunków w wyróżnionych klasach wieku

| Gatunki        | Liczba uszkodzeń na 1 drzewie |       |       |      | Łączna liczba uszkodzeń | Liczba uszk./drz. 2012 | Liczba uszk./drz. 2011 |
|----------------|-------------------------------|-------|-------|------|-------------------------|------------------------|------------------------|
|                | 21-40                         | 41-60 | 61-80 | >80  |                         |                        |                        |
| Sosna          | 0,48                          | 0,58  | 0,55  | 0,64 | 14012                   | 0,57                   | 0,55                   |
| Świerk         | 0,81                          | 0,91  | 0,95  | 0,79 | 2051                    | 0,87                   | 1,08                   |
| Jodła          | 0,35                          | 0,93  | 0,67  | 1,06 | 851                     | 0,86                   | 0,65                   |
| Inne iglaste   | 0,53                          | 0,77  | 0,50  | 0,58 | 316                     | 0,64                   | 0,73                   |
| Dąb            | 0,89                          | 1,07  | 1,04  | 1,19 | 3506                    | 1,10                   | 1,23                   |
| Buk            | 0,60                          | 0,79  | 0,77  | 0,85 | 1499                    | 0,80                   | 0,80                   |
| Brzoza         | 0,70                          | 0,78  | 0,92  | 0,96 | 3349                    | 0,81                   | 0,78                   |
| Olsza          | 1,04                          | 0,99  | 1,09  | 1,03 | 2681                    | 1,04                   | 1,22                   |
| Inne liściaste | 0,94                          | 1,02  | 0,96  | 0,85 | 2526                    | 0,96                   | 0,88                   |
| Razem          | 0,64                          | 0,71  | 0,71  | 0,79 | 30791                   | 0,72                   | 0,72                   |

Średnia liczba uszkodzeń przypadających na 1 drzewo (gatunki razem) wynosiła 0,72. Wartość tego wskaźnika przekroczyła 1,00 w przypadku dębów i olszy, najniższą

stwierdzono u sosny (0,57) (Tab. 7). Wraz z wiekiem u większości wyróżnionych gatunków drzew nie obserwowano znaczących zmian nasilenia występowania uszkodzeń. Wyjątkiem jest jodła, u której zanotowano wzrost liczby uszkodzeń z 0,35 (drzewa z II klasy wieku) do 1,06 (drzewa starsze niż 80 lat). (Tab. 7).

Przeciętna liczba uszkodzeń przypadającej na jedno drzewo w krainach przyrodniczo-leśnych wynosiła od 0,501 (Kraina Wielkopolsko-Pomorska) do 0,993 (Kraina Karpacka), w rdLP - od 0,400 (RDLP Piła) do 1,137 (RDLP Krosno). W Parkach Narodowych wartość tego wskaźnika była nieznacznie wyższa od średniej dla kraju i wynosiła 0,828.

### **Charakterystyka uszkodzeń pod względem symptomów uszkodzenia i głównych kategorii czynników sprawczych**

Na charakter występujących zagrożeń wskazuje zestawienie najczęściej stwierdzanych symptomów i lokalizacji uszkodzeń zarejestrowanych jako pierwsze (najważniejsze) dla danego drzewa oraz związanych z nimi czynników sprawczych (Tab. 8).

**Tabela 8.** Najczęściej występujące lokalizacje, symptomy i czynniki sprawcze uszkodzeń na drzewach monitorowanych gatunków - 2012 rok

| Gatunki        | Liczba uszkodzeń | Najczęściej występująca lokalizacja |        |      | Najczęściej występujący symptom |        |      | Najczęściej występujący czynnik sprawczy |        |      |
|----------------|------------------|-------------------------------------|--------|------|---------------------------------|--------|------|------------------------------------------|--------|------|
|                |                  | miejsce                             | liczba | %    | nazwa                           | liczba | %    | nazwa                                    | liczba | %    |
| Sosna          | 14012            | Pień pomiędzy szyją korz, a koroną  | 4180   | 29,8 | Ubytek igieł                    | 4306   | 30,7 | Badane nie-zidentyfik.                   | 5934   | 42,3 |
| Świerk         | 2051             | Pień pomiędzy szyją korz, a koroną  | 888    | 43,3 | Ubytek igieł                    | 558    | 27,2 | Badane nie-zidentyfik.                   | 884    | 43,1 |
| Jodła          | 851              | Pień pomiędzy szyją korz, a koroną  | 290    | 34,1 | Ubytek igieł                    | 177    | 20,8 | Badane nie-zidentyfik.                   | 337    | 39,6 |
| Inne iglaste   | 316              | Pień pomiędzy szyją korz, a koroną  | 114    | 36,1 | Ubytek igieł                    | 93     | 29,4 | Badane nie-zidentyfik.                   | 147    | 46,5 |
| Dąb            | 3506             | Liście                              | 2112   | 60,2 | Ubytek liści                    | 1803   | 51,4 | Owady                                    | 1376   | 39,2 |
| Buk            | 1499             | Liście                              | 537    | 35,8 | Ubytek liści                    | 526    | 35,1 | Owady                                    | 448    | 29,9 |
| Brzoza         | 3349             | Liście                              | 1825   | 54,5 | Ubytek liści                    | 1836   | 54,8 | Badane nie-zidentyfik.                   | 1259   | 37,6 |
| Olsza          | 2681             | Liście                              | 1900   | 70,9 | Ubytek liści                    | 1894   | 70,6 | Owady                                    | 1560   | 58,2 |
| Inne liściaste | 2526             | Liście                              | 1352   | 53,5 | Ubytek liści                    | 1094   | 43,3 | Owady                                    | 918    | 36,3 |

Zwraca uwagę wysoki odsetek drzew, dla których pomimo wykonanej oceny nie udało się określić czynnika sprawczego (36,84%). Wśród zidentyfikowanych czynników sprawczych najczęściej wskazywano na „inne czynniki” (27,43%) oraz „owady” (20,72%),



rzadziej na „grzyby” (4,98%), „czynniki abiotyczne” (4,78%) oraz „bezpośrednie oddziaływanie człowieka” (4,19%) (Tab. 9).

**Tabela 9 (34).** Liczba i udział [%] wyróżnionych kategorii czynników sprawczych na uszkodzonych drzewach badanych gatunków - 2012 r.

| Czynniki sprawcze                 | Sosna        | Świerk      | Jodła      | Inne iglaste | Dąb         | Buk         | Brzoza      | Olsza       | Inne liściaste | Razem        |
|-----------------------------------|--------------|-------------|------------|--------------|-------------|-------------|-------------|-------------|----------------|--------------|
| Zwierzęta kręgowce                | 0,91         | 5,36        | 3,17       | 0,63         | 0,06        | 0,07        | 0,24        | 0,11        | 0,48           | 0,95         |
| Owady                             | 4,96         | 9,70        | 5,76       | 10,13        | 39,25       | 29,89       | 32,97       | 58,19       | 36,34          | 20,72        |
| Grzyby                            | 3,10         | 5,07        | 13,20      | 0,32         | 7,22        | 14,90       | 1,31        | 1,94        | 12,10          | 4,98         |
| Abiotyczne                        | 4,52         | 3,56        | 6,35       | 1,58         | 2,94        | 8,01        | 5,97        | 6,04        | 4,83           | 4,78         |
| Bezpośr. działanie człowieka      | 4,92         | 8,53        | 6,82       | 10,44        | 2,14        | 7,07        | 2,15        | 1,31        | 1,90           | 4,19         |
| Pożary                            | 0,18         | 0,10        | 0,00       | 0,00         | 0,00        | 0,13        | 0,03        | 0,07        | 0,00           | 0,10         |
| Zanieczyszczenia powietrza        | 0,01         | 0,00        | 0,00       | 0,00         | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,00           | 0,00         |
| Inne czynniki                     | 39,06        | 24,57       | 25,03      | 30,38        | 14,97       | 10,81       | 19,74       | 15,55       | 15,68          | 27,43        |
| Niezidentyfikowane                | 42,35        | 43,10       | 39,61      | 46,52        | 33,43       | 29,09       | 37,59       | 16,78       | 28,62          | 36,84        |
| <b>Razem czynników sprawczych</b> | <b>14012</b> | <b>2051</b> | <b>851</b> | <b>316</b>   | <b>3506</b> | <b>1499</b> | <b>3349</b> | <b>2681</b> | <b>2526</b>    | <b>30791</b> |

Kategoria „*badano, nie zidentyfikowano*” to najczęściej występujące wskazanie w przypadku wszystkich wyróżnionych gatunków iglastych (42,3% sosen, 43,1% świerków, 39,6% jodeł, 46,5% drzew z grupy gatunków ‘inne iglaste’) oraz brzozy (37,6%). W przypadku pozostałych gatunków liściastych najczęściej wskazywanym czynnikiem sprawczym były „owady”. Odpowiadały one za 29,9% uszkodzeń buka, 36,3% uszkodzeń grupy gatunków ‘inne liściaste’, 39,2% uszkodzeń dębu, oraz 58,2% uszkodzeń olszy.

Najczęściej identyfikowanymi symptomami uszkodzeń w przypadku wszystkich gatunków był „ubytek igieł/liści” (39,90% wszystkich uszkodzeń), ponad 2-krotnie rzadziej występowały „deformacje” (17,12%), 4-krotnie rzadziej - „rany” (9,27%) i „martwe, obumierające” gałęzie (9,23%). Udział pozostałych symptomów był znacząco niższy i zawierał się w przedziale od 6,02% („pochylone”) do 0,01% („przewrócone”).

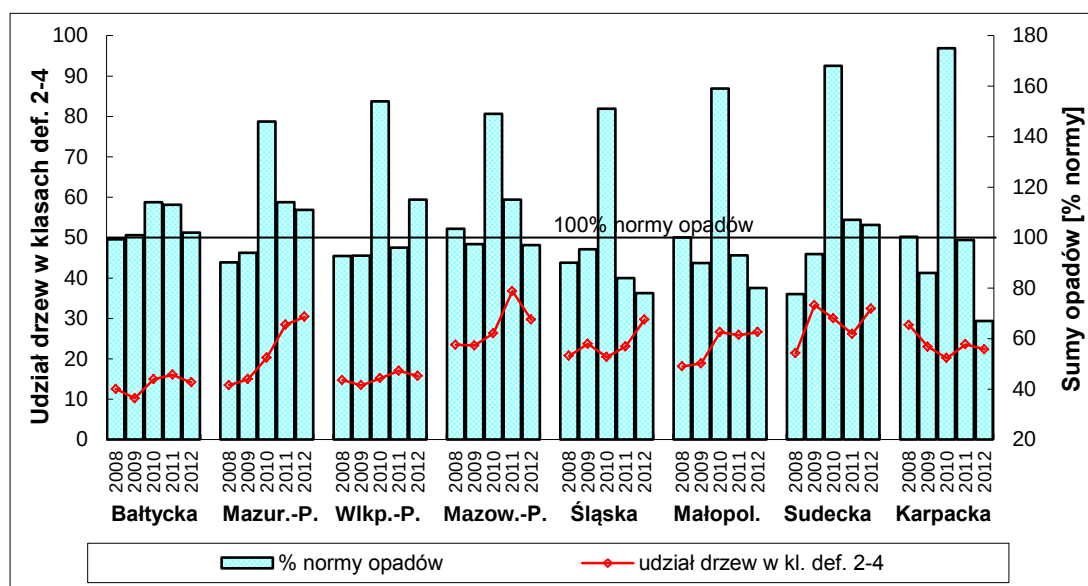
Najczęściej uszkodzane organy to pień pomiędzy szyją korzeniową i koroną na drzewach iglastych, oraz liście na drzewach liściastych. Układ najczęściej występujących lokalizacji, symptomów i czynników sprawczych uszkodzeń w roku 2012 był podobny jak w latach poprzednich.

Zarejestrowano 56% drzew z uszkodzeniami. Najsilniej uszkodzone gatunki to dąb i brzoza. Najczęściej występujące symptomy uszkodzenia to „ubytek liści/igieł” (39,9% wszystkich uszkodzeń). Najczęściej uszkodzanymi organami drzew iglastych był pień od szyi korzeniowej do podstawy korony, zaś gatunków liściastych – liście. Wśród zidentyfikowanych czynników sprawczych najczęściej wskazywano na „inne czynniki” (27,43%) oraz „owady” (20,72%).

## 5. WPLYW WARUNKÓW POGODOWYCH NA ZDROWOTNOŚĆ DRZEWOSTANÓW - JADWIGA MAŁACHOWSKA

Średnia suma opadów dla kraju wyliczona na podstawie wyników z 22 stacji synoptycznych IMGW, wynosiła 372 mm, co stanowi 95% wieloletniej normy (Biuletyn IMGW, 2012).

W pięciu krainach przyrodniczo-leśnych oraz ośmiu rdLP średnie sumy opadów dla okresu wegetacyjnego były bliskie wieloletniej normy lub ją przekraczały. Niedobór opadów (sumy opadów nie przekroczyły normy wieloletniej) wystąpił w Krainach: Karpackiej, Śląskiej i Małopolskiej, w RDLP: Krosno, Kraków, Katowice, Radom i Lublin. Sumy opadów zawierały się w przedziale od 67% normy (533 mm) w Krainie Karpackiej, do 115% normy (404 mm) w Krainie Wielkopolsko-Pomorskiej oraz od 73% normy (312 mm) w RDLP Krosno do 127% normy (465 mm) w RDLP Zielona Góra (Rys. 6).



**Rys. 6.** Uszkodzenie drzew oraz suma opadów w sezonie wegetacyjnym (IV-IX) w latach 2008-2012 w krainach (Biuletyny IMGW z lat 2008-2012)

Średnie temperatury w kolejnych miesiącach sezonu wegetacyjnego były najniższe w Krainie Karpackiej, a najwyższe w Krainie Śląskiej, zawierały się w przedziałach: w marcu (1,3-6,0°C), w kwietniu (6,7-9,8°C), w maju (11,5-15,6°C), w czerwcu (15,0-17,5°C), w lipcu (16,6-20,5°C), w sierpniu (16,0-19,6°C) i we wrześniu (12,5-14,9°C).

Średnia suma opadów okresu wegetacyjnego 2011 r. dla kraju wynosiła 372 mm, co stanowi 95% wieloletniej normy. Niedobór opadów wystąpił w Krainach: Karpackiej, Śląskiej i Małopolskiej, w RDLP: Krosno, Kraków, Katowice, Radom i Lublin.

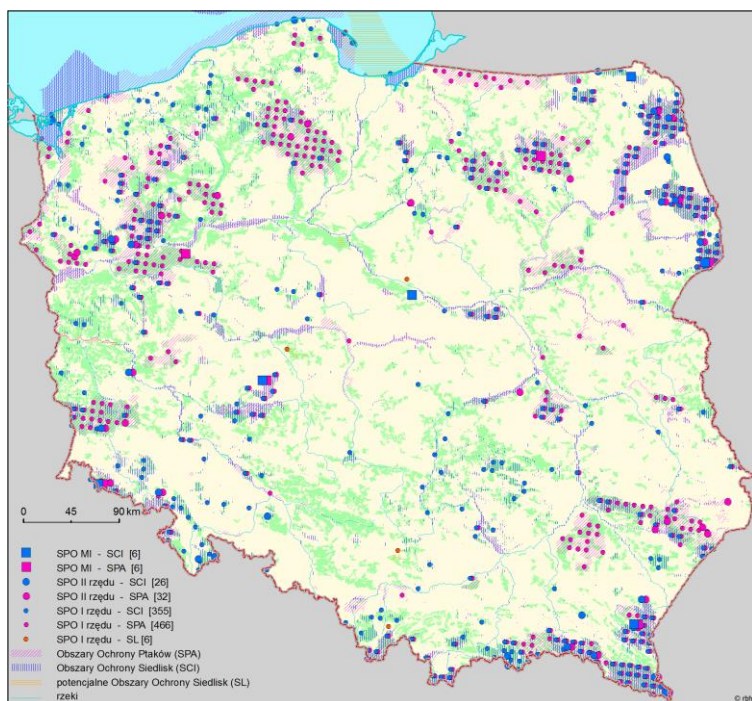
## 6. POWIERZCHNIE MONITORINGU LASU NA OBSZARACH NATURA 2000

- ROBERT HILDEBRAND

Sieć Natura 2000 to jeden z podstawowych elementów systemu ochrony przyrody i bioróżnorodności w Unii Europejskiej. Tworzy ona system komplementarny i wzbogacający wcześniejsze, funkcjonujące dotychczas w państwach europejskich systemy obszarów ochrony przyrody. Podstawą prawną tworzenia Sieci Natura 2000 są dwie dyrektywy Komisji Europejskiej. Pierwsza - „Dyrektywa Ptasia” 79/409/EEC z 02.04.1979 o ochronie dziko żyjących ptaków (*Directive on the Conservation of Wild Birds*), wersja skonsolidowana z 30.11.2009. Druga - „Dyrektywa Siedliskowa (Habitatowa)” z 92/43/EEC z 21.05.1992 w sprawie ochrony siedlisk naturalnych oraz dzikiej fauny i flory (*Directive on the conservation of natural habitats and of wild fauna and flora*), wersja skonsolidowana z 01.01.2007.

Na gruncie prawa krajowego podstawą funkcjonowania Sieci Natura 2000 jest ustawa „O ochronie przyrody” z 16 kwietnia 2004 r. oraz towarzyszące jej dwa rozporządzenia (z 21.07.2004 i z 05.07.2007 r.) ustanawiające obszary specjalnej ochrony ptaków Natura 2000.

Komisja Europejska według stanu na listopad 2012 roku zatwierdziła w Polsce 961 obszarów Natura 2000 zajmujących łącznie 68 291,29 km<sup>2</sup> (19,52% powierzchni kraju).



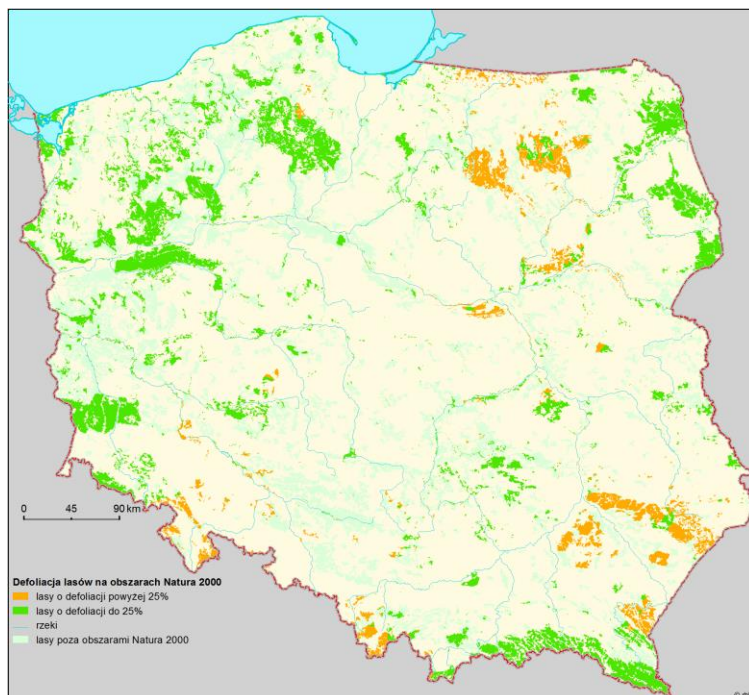
**Rys. 7.** Rozmieszczenie SPO I i II rzędu oraz powierzchni Monitoringu Intensywnego na obszarach Natura 2000 (stan na koniec 2012 r.)

Z roku na rok zmniejsza się objętość tzw. Shadow List ogłaszanej przez organizacje pozarządowe. W 2012 roku pozostały na niej tylko 40 obszary, z czego tylko 28 zaplanowano całkiem nowych, a w 12 istniejących zaproponowano modyfikacje przebiegu ich granic.

Na obszarach Sieci Natura 2000 uchwalonych przez Komisję Europejską do końca 2012 roku znalazło się 891 czynnych (na których

wykonywane były obserwacje i pomiary) stałych powierzchni obserwacyjnych monitoringu leśnego (ok. 42% wszystkich SPO).

Obszary specjalnej ochrony ptaków (OSO) zajmują 55731,44 km<sup>2</sup>. Znalazło się na nich 6 aktywnych powierzchni SPO Monitoringu Intensywnego, 32 aktywnych SPO II rzędu oraz 466 aktywnych SPO I rzędu.



**Rys. 8.** Poziom uszkodzenia lasów na obszarach Natura 2000 na podstawie oceny defoliacji na stałych powierzchniach obserwacyjnych - 2012 r.

Specjalne obszary ochrony siedlisk (SOO) zajmują 37930,17 km<sup>2</sup>. Znalazło się na nich 6 aktywnych powierzchni SPO Monitoringu Intensywnego, 26 aktywnych SPO II rzędu i 355 aktywnych SPO I rzędu (Rys. 7).

Na 152 obszarach specjalnej ochrony ptaków (OSO) lasy zajmują ok. 2,472 miliona ha i większość z nich uszkodzona jest w stopniu umiarkowanym. Większość powierzchni leśnej (75,3%)

znajduje się w 1 - lekkiej klasie defoliacji (defoliacja 11-25%) reszta lasów (24,7%) znajduje się w 2 - średniej klasie defoliacji (defoliacja 26-60%). Nie stwierdzono obecności kompleksów leśnych bez defoliacji jak również z dużą defoliacją.

Na 830 specjalnych obszarach ochrony siedlisk (SOO) kompleksy leśne znajdują się na 731 obszarach, zajmują ok. 1,857 miliona ha. Większość powierzchni leśnej (79,2%) znajduje się w 1 - lekkiej klasie defoliacji (defoliacja 11-25%), reszta lasów (20,8%) znajduje się w 2 - średniej klasie defoliacji (defoliacja 26-60%). Podobnie jak na obszarach OSO nie występują kompleksy leśne bez defoliacji jak również z dużą defoliacją (Rys. 8).

W najbliższych latach struktura obszarów Sieci Natura 2000 będzie się zmieniać w niewielkim stopniu, a modyfikacjom będą ulegać głównie wielkości i zasięgi obszarów.

Obszary specjalnej ochrony ptaków (OSO) zajmują 55731,44 km<sup>2</sup>. Znalazło się na nich 6 aktywnych powierzchni SPO Monitoringu Intensywnego, 32 aktywnych SPO II rzędu oraz 466 aktywnych SPO I rzędu.

Specjalne obszary ochrony siedlisk (SOO) zajmują 37930,17 km<sup>2</sup>. Znalazło się na nich 6 aktywnych powierzchni SPO Monitoringu Intensywnego, 26 aktywnych SPO II rzędu i 355 aktywnych SPO I rzędu.

## CZĘŚĆ II

## MONITORING NA STAŁYCH POWIERZCHNIACH OBSERWACYJNYCH MONITORINGU INTENSYWNEGO

Stałe powierzchnie obserwacyjne monitoringu intensywnego zlokalizowane są w siedmiu krainach przyrodniczo-leśnych: Bałtyckiej (Nadl. Gdańsk), Mazursko-Podlaskiej (Nadl. Suwałki, Strzałowo, Białowieża), Wielkopolsko-Pomorskiej (Nadl. Krucz i Krotoszyn), Mazowiecko-Podlaskiej (Nadl. Łąck i Chojnów), Śląskiej (Nadl. Zawadzkie), Sudeckiej (Nadl. Szklarska Poręba) oraz Karpackiej (Nadl. Bielsko i Bircza).

Na pięciu powierzchniach gatunkiem dominującym w drzewostanie jest sosna (Strzałowo, Białowieża, Krucz, Chojnów, Zawadzkie), na trzech - świerk (Suwałki, Bielsko, Szklarska Poręba), na dwóch - dąb (Łąck, Krotoszyn) oraz na dwóch - buk (Gdańsk, Bircza).

### 7. DYNAMIKA PARAMETRÓW METEOROLOGICZNYCH NA SPO MI

- *LESZEK KLUZIŃSKI*

**Temperatura powietrza** roczna uśredniona dla wszystkich stacji wyniosła w 2012 r.  $+7,6^{\circ}\text{C}$ . Najzimniejszym miesiącem był luty ( $-6,8^{\circ}\text{C}$ ), zaś najcieplejszym lipiec ( $+18,7^{\circ}\text{C}$ ). Najniższa średnia miesięczna temperatura wystąpiła w lutym w Suwałkach ( $-9,3^{\circ}\text{C}$ ), a najwyższa w lipcu w Łącku ( $+21,7^{\circ}\text{C}$ ). Najbardziej wyrównanym pod względem temperatur był grudzień, maksymalna różnica średnich temperatur między stacjami wyniosła  $3,5^{\circ}\text{C}$ , największe zróżnicowanie wystąpiło w kwietniu - różnica wyniosła  $8,6^{\circ}\text{C}$  (Tab. 10).

**Temperatura gleby na głębokości 50 cm** uśredniona dla roku i dla 12 stacji wynosiła  $+9,0^{\circ}\text{C}$ . Średnie temperatury miesięczne niewiele różniły się pomiędzy stacjami w miesiącach zimowych, natomiast wykazywały większe różnice w miesiącach letnich.

**Roczne sumy opadów** wynosiły od 597,5 mm w Chojnowie do 1097,3 mm w Gdańsku. Większość opadów (57,4 %) przypadała na okres letni. Stosunek sumy opadów, z okresu letniego do sumy opadów z całego roku wahał się od 37,8 % w Bielsku do 69,9 % w Birczy. Przeciętny miesięczny opad na stację wynosił 63,4 mm. W sezonie wegetacyjnym było to 71,5 mm/m-c, zaś w okresie zimowym 55,3 mm/m-c. Najbardziej obfitym w opady był lipiec, średnio spadło wówczas 99,5 mm. Najmniej opadów zarejestrowano w marcu i w grudniu, odpowiednio: 37,2 i 37,7 mm.

**Średnia wilgotność względna** z całego okresu pomiarowego wynosiła 82,2%, w sezonie wegetacyjnym było to 77,7%, a w sezonie zimowym - 86,7%. Średnia roczna zawierała się w przedziale wartości od 76,9% (Krucz) do 87,8% (Gdańsk) (Tab. 10).



**Tabela 10.** Średnie wartości miesięczne temperatur powietrza i gleby, wilgotności i promieniowania oraz miesięczne sumy opadów z 12 stacji meteorologicznych łącznie na SPO MI w 2012 r.

| Miesiąc | Temp. +2 m [°C] | Temp. -50 cm [°C] | Wilgot. +2 m [%] | Promieniowanie [W/m <sup>2</sup> ] | Suma opadów [mm] |
|---------|-----------------|-------------------|------------------|------------------------------------|------------------|
| I       | -1,7            | 3,6               | 88,3             | 27,4                               | 81,3             |
| II      | -6,8            | 1,5               | 81,9             | 55,8                               | 50,6             |
| III     | 4,1             | 2,2               | 77,7             | 149,1                              | 37,2             |
| IV      | 8,5             | 6,0               | 72,1             | 205,3                              | 63,5             |
| V       | 13,7            | 11,4              | 70,3             | 254,9                              | 48,5             |
| VI      | 15,6            | 13,8              | 78,3             | 214,2                              | 94,5             |
| VII     | 18,7            | 16,9              | 79,0             | 235,2                              | 99,5             |
| VIII    | 17,2            | 16,6              | 81,6             | 210,0                              | 67,5             |
| IX      | 13,0            | 14,3              | 85,0             | 159,4                              | 55,3             |
| X       | 7,5             | 10,9              | 89,6             | 96,2                               | 72,4             |
| XI      | 4,5             | 7,4               | 92,2             | 45,3                               | 52,6             |
| XII     | -3,5            | 4,2               | 90,6             | 22,9                               | 37,7             |

dominowały wiatry zachodnie, na stacjach Krucz, Krotoszyn, Białowieża i Szklarska Poręba - wiatry południowo-zachodnie, na stacji Bircza wiatry południowe, na stacji Bielsko - wiatry wschodnie. Na stacjach w Łącku, Suwałkach, Strzałowie silne wiatry wiały z co najmniej dwóch, często przeciwstawnych kierunków.

W okresie wegetacyjnym (od kwietnia do października): najniższą średnią miesięczną temperaturę odnotowano w kwietniu w Szklarskiej Porębie (+4,0°C), najwyższą - w lipcu w Łącku (21,7°C); najwyższa suma opadów (1097,3 mm) wystąpiła na stacji w Gdańsku, najniższa (597,5 mm) na stacji w Chojnowie, na przeważającej liczbie stacji dominowały wiatry zachodnie, południowo-zachodnie i północno-zachodnie.

Najzimniejszym miesiącem był luty z temperaturą -6,8°C, najcieplejszym lipiec (+18,7°C). Najniższa średnia miesięczna temperatura cechowała luty na stacji w Suwałkach (-9,3°C), a najwyższa lipiec - w Łącku (+21,7°C).

Temperatura gleby na głębokości 50 cm uśredniona dla roku i dla 12 stacji wynosiła +9,0°C.

Przeciętny miesięczny opad na stację wynosił 63,4 mm. W sezonie wegetacyjnym było to 71,5 mm/m-c, zaś w okresie zimowym 55,3 mm/m-c.

**Średnie promieniowanie całkowite** z całego okresu pomiarowego zawierało się w przedziale wartości od 58,6 W/m<sup>2</sup> na stacji Białowieża do 196,6 W/m<sup>2</sup> w Krotoszynie. Miesiącem o najsilniejszym średnim promieniowaniu był maj, kiedy to przeciętne promieniowanie ze wszystkich stacji wyniosło 254,9 W/m<sup>2</sup>, zaś najmniejsze promieniowanie cechowało grudzień (22,9 W/m<sup>2</sup>). Średnia dla okresu zimowego wyniosła 66,1 W/m<sup>2</sup>, a dla sezonu wegetacyjnego 213,2 W/m<sup>2</sup>. (Tab. 10).

#### **Prędkość i kierunek wiatru.**

Najrzadziej wietrzną pogodę notowano na stacji w Łącku (41,8% wszystkich pomiarów), a najczęściej na stacji Suwałki (93,8%).

Na stacjach Chojnow i Zawadzkie

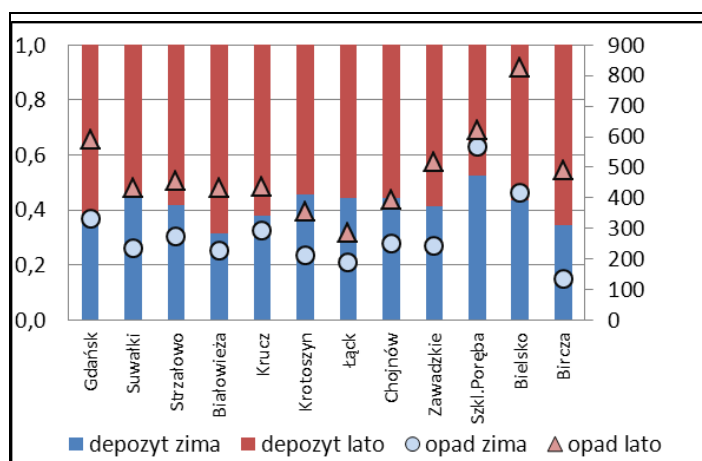
## 8. OPADY BEZPOŚREDNIE I DEPOZYT CAŁKOWITY W LASACH NA SPO MI

- ANNA KOWALSKA

### Skład chemiczny opadów

Cechą charakteryzującą chemizm opadów jest przewodność elektrolityczna właściwa (EC), będąca pośrednio miarą ogólnej zawartości zdysocjowanych soli. Przy wysokich opadach miesięcznych (powyżej 100 mm) przewodności rzadko osiągały wartości powyżej 20  $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ , zaś przy opadach poniżej 10-15 mm wody miały wyższe stężenia rozpuszczonych składników i przewodność z reguły powyżej 50  $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ . Przewodność osiągała średnio rocznie wartości zbliżone do roku poprzedniego: od 15,8 do 24,4  $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ . W Strzałowie, Gdańsku, Szklarskiej Porębie i Suwałkach średnia roczna przewodność nie przekraczała 17  $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ , zaś w gronie powierzchni o wyższych stężeniach substancji w opadach (EC powyżej 21  $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ ) znalazły się Bielsko, Bircza, Krotoszyn i Krucz.

### Depozyt całkowity



**Rys. 9.** Suma opadu bezpośredniego [mm] (prawa oś) oraz udział depozytu w sezonie letnim (V-X) i zimowym (I-IV, XI-XII) na SPO MI w 2012 r.

Roczny depozyt jonów: azotu całkowitego, jonów wodorowych, chlorków, siarki siarczanowej (VI), wapnia, sodu, potasu, magnezu, żelaza, glinu, manganu i metali ciężkich (Tab. 11) wahał się w granicach od 22,3 do 43,7  $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ . Najmniejszą ilość jonów zdeponowały opady w Nadl. Strzałowo (22,3  $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) i Łąck (22,5  $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ). Nadl. Chojnów, Bircza,

Suwałki, Zawadzkie, Krotoszyn i Białowieża otrzymały pomiędzy 26,7 a 30,2  $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  depozytu. Największe ilości składników (37,0 – 43,7  $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) zdeponowane zostały z opadami w Nadl. Szklarska Poręba, Gdańsk, Krucz i Bielsko.

W przypadku niemal wszystkich SPO MI większy udział (od 54% do 69%) w sumie ogólnej miał depozyt okresu letniego, z wyjątkiem Nadleśnictwa Szklarska Poręba (Rys. 9), gdzie udział opadu zimowego (i depozytu zimą) był szczególnie wysoki.

**Tabela 11.** Depozyt całkowity [ $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ] (bez RWO) wniesiony z opadami na SPO MI w 2012 r.

| Nr SPO                   | 206         | 212         | 312         | 405         | 513         | 203         | 701              | 801         | 322         | 326         | 116         | 804         |
|--------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Nadleśnictwo             | Strzałowo   | Białowieża  | Krucz       | Chojnów     | Zawadzkie   | Suwałki     | Szklarska Poręba | Bielsko     | Krotoszyn   | Łąck        | Gdańsk      | Bircza      |
| Gatunek panujący         | Sosna       |             |             |             |             | Świerk      |                  |             | Dąb         |             | Buk         |             |
| Opad [mm]                | 730         | 661         | 731         | 644         | 760         | 668         | 1188             | 1244        | 567         | 474         | 923         | 626         |
| $\text{H}^+$             | 0,067       | 0,028       | 0,047       | 0,040       | 0,062       | 0,034       | 0,160            | 0,252       | 0,056       | 0,028       | 0,056       | 0,079       |
| $\text{Cl}^-$            | 2,75        | 2,24        | 4,57        | 3,07        | 3,40        | 4,07        | 6,18             | 6,25        | 3,15        | 2,69        | 8,87        | 2,61        |
| $\text{N-NO}_3^-$        | 3,16        | 2,36        | 6,75        | 3,02        | 3,44        | 2,90        | 5,53             | 6,14        | 4,58        | 2,67        | 4,25        | 3,76        |
| $\text{S-SO}_4^{2-}$     | 3,60        | 3,33        | 5,01        | 4,40        | 5,18        | 3,58        | 5,87             | 9,07        | 4,24        | 3,66        | 4,13        | 5,02        |
| $\text{N-NH}_4^+$        | 4,80        | 3,51        | 9,41        | 4,87        | 5,45        | 3,45        | 5,50             | 7,06        | 6,44        | 3,98        | 5,08        | 4,90        |
| Ca                       | 2,94        | 10,90       | 6,31        | 5,19        | 5,10        | 5,85        | 5,53             | 6,82        | 3,88        | 3,90        | 5,38        | 5,00        |
| Mg                       | 0,43        | 1,21        | 0,71        | 0,50        | 0,47        | 0,89        | 0,57             | 0,72        | 0,54        | 0,42        | 0,77        | 0,44        |
| Na                       | 1,70        | 1,49        | 2,92        | 1,67        | 1,76        | 2,51        | 4,26             | 3,21        | 1,83        | 1,34        | 5,18        | 1,50        |
| K                        | 1,10        | 1,71        | 1,98        | 2,05        | 0,94        | 0,86        | 0,79             | 1,28        | 1,21        | 1,23        | 1,73        | 0,92        |
| Fe                       | 0,081       | 0,050       | 0,089       | 0,077       | 0,110       | 0,087       | 0,152            | 0,226       | 0,089       | 0,063       | 0,094       | 0,099       |
| Al                       | 0,096       | 0,044       | 0,121       | 0,063       | 0,135       | 0,060       | 0,159            | 0,215       | 0,092       | 0,061       | 0,084       | 0,091       |
| Mn                       | 0,049       | 0,029       | 0,056       | 0,045       | 0,056       | 0,028       | 0,042            | 0,059       | 0,055       | 0,084       | 0,107       | 0,056       |
| Cd                       | 0,001       | 0,001       | 0,001       | 0,001       | 0,001       | 0,001       | 0,001            | 0,001       | 0,116       | 0,001       | 0,001       | 0,118       |
| Cu                       | 0,071       | 0,060       | 0,053       | 0,065       | 0,058       | 0,052       | 0,089            | 0,112       | 0,044       | 0,047       | 0,070       | 0,074       |
| Pb                       | 0,008       | 0,004       | 0,007       | 0,007       | 0,014       | 0,006       | 0,013            | 0,024       | 0,010       | 0,007       | 0,010       | 0,010       |
| Zn                       | 0,295       | 0,351       | 0,281       | 0,331       | 0,317       | 0,314       | 0,463            | 0,548       | 0,261       | 0,207       | 0,384       | 0,348       |
| RWO                      | 18,9        | 29,3        | 24,5        | 20,4        | 28,2        | 24,4        | 23,3             | 24,3        | 12,3        | 18,7        | 21,2        | 15,1        |
| $\text{N}_{\text{tot}}$  | 9,13        | 8,74        | 19,20       | 9,22        | 10,50       | 9,66        | 12,70            | 14,90       | 12,70       | 8,75        | 11,30       | 10,60       |
| <b>Depozyt całkowity</b> | <b>22,3</b> | <b>30,2</b> | <b>41,3</b> | <b>26,7</b> | <b>28,1</b> | <b>28,0</b> | <b>37,0</b>      | <b>43,7</b> | <b>28,3</b> | <b>22,5</b> | <b>38,2</b> | <b>27,0</b> |

RWO- rozpuszczony węgiel organiczny,  $\text{N}_{\text{tot}}$  – azot całkowity

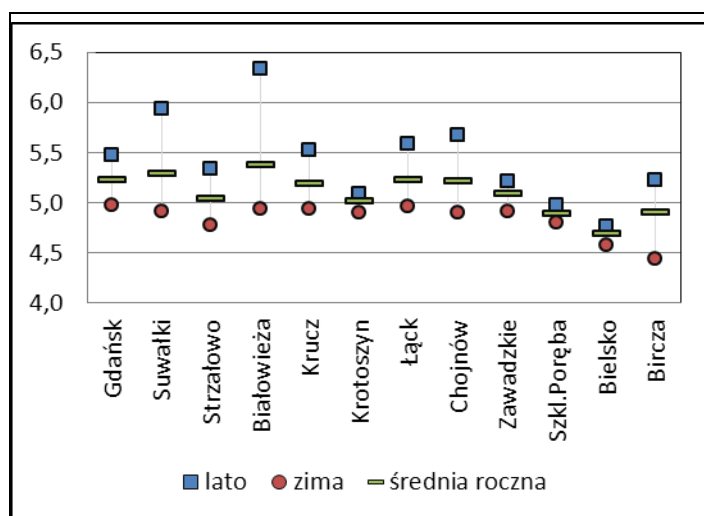
### Depozyt pierwiastków śladowych

Sumaryczny depozyt składników śladowych, tj. żelaza, manganu, glinu oraz metali ciężkich: cynku, miedzi, kadmu i ołowiu w  $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  wynosił od 1,5% do 3,0% całkowitego depozytu rocznego. Na metale ciężkie, wśród których ilościowo dominował cynk, przypadło od 0,8% do 2,0%, tj. od 0,26 do 0,68  $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{rok}^{-1}$ . Największe ilości metali ciężkich otrzymały powierzchnie górskie: Bielsko, Szklarska Poręba i Bircza oraz powierzchnia w Nadleśnictwie Gdańsk. 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.

### Właściwości kwasowo-zasadowe wód opadowych

Średnie miesięczne pH opadów mieściło się w granicach od 4,0 do 7,2. Minimalną wartość osiągnęło w Birczy w grudniu a maksymalną w Białowieży we wrześniu.

Udział miesięcznych opadów o pH niższym od 5,0 wyniósł 39%. Opady o pH niższym od 5,0 częściej występowały w okresie zimowym niż letnim.



**Rys. 10.** Średnie pH roczne, sezonu letniego (V-X) i zimowego (I-IV i XI-XII) na SPO MI w 2012 r. w opadach na otwartej przestrzeni

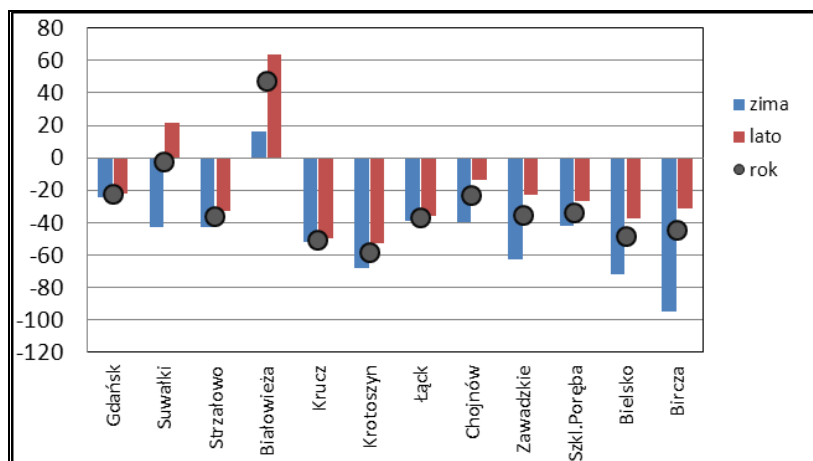
Najwyższa kwasowość opadów, mierzona średnią roczną wartością pH, wystąpiła w nadleśnictwach rejonów górskich i podgórskich, tj. w Bielsku, Szklarskiej Porębie i Birczy ( $\text{pH} < 5,0$ ) (Rys. 10). Tam też pH w żadnym miesiącu nie przekroczyło wartości 5,9. Najniższą kwasowość średnio rocznie notowano w Białowieży i Suwałkach ( $\text{pH} 5,3\text{--}5,4$ ).

Zasadowość opadów bezpośrednich w próbkach opadów

miesięcznych nie przekraczała  $122 \mu\text{eq}\cdot\text{dm}^{-3}$ , z wyjątkiem Białowieży, gdzie w marcu oraz od września do listopada przyjęła wyższe wartości (odpowiednio: 143, 562, 205 i  $166 \mu\text{eq}\cdot\text{dm}^{-3}$ ).

Średnio rocznie najniższą zasadowością charakteryzowały się opady w Szklarskiej Porębie ( $2,13 \mu\text{eq}\cdot\text{dm}^{-3}$ ) i Bielsku ( $3,61 \mu\text{eq}\cdot\text{dm}^{-3}$ ). W Gdańsku, Birczy, Strzałowie, Łącku i Krotoszynie średnia roczna nie przekraczała  $20 \mu\text{eq}\cdot\text{dm}^{-3}$ . W grupie nadleśnictw o zasadowości wyższej niż  $25 \mu\text{eq}\cdot\text{dm}^{-3}\cdot\text{rok}^{-1}$  znalazły się Suwałki, Chojnów i Krucz (odpowiednio: 25,0, 26,9 i  $29,1 \mu\text{eq}\cdot\text{dm}^{-3}\cdot\text{rok}^{-1}$ ) a najwyższą zasadowość miały opady w Białowieży ( $76,4 \mu\text{eq}\cdot\text{dm}^{-3}\cdot\text{rok}^{-1}$ ).

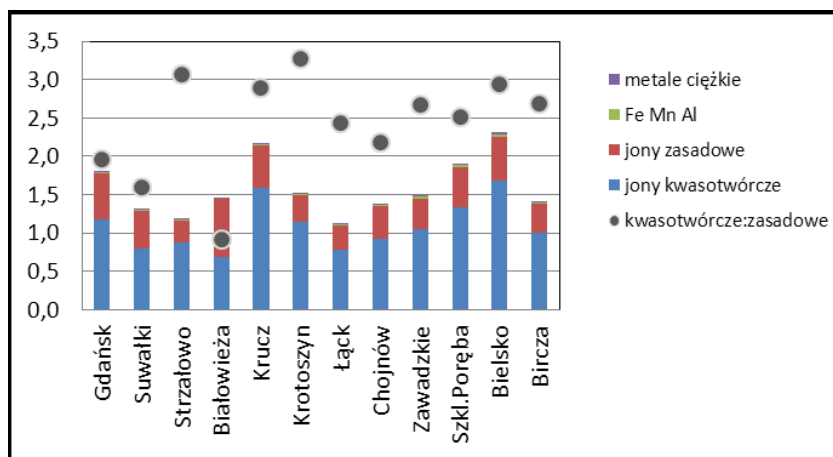
W porównaniu do dwóch powyższych cech: pH i zasadowości, pojemność zobojętniania kwasów (ANC) nie jest zależna od wymiany  $\text{CO}_2$  z powietrzem, od reakcji z jonami glinu czy obecności jonów organicznych (Neal et al., 1999), co czyni ten wskaźnik szczególnie użytecznym w ocenie zakwaszenia środowiska (Neal et al., 1999, Chapman et al., 2008). Ujemne wartości ANC są wskaźnikiem nadmiarowej ilości jonów mocnych kwasów w opadach, zaś dodatnie – nadmiarowej ilości mocnych zasad.



**Rys. 11.** Pojemność zobojętniania kwasów (ANC) [ $\mu\text{eq}\cdot\text{dm}^{-3}$ ] w opadach na otwartej przestrzeni na SPO MI średnio rocznie, średnio w okresie zimowym (miesiące I-IV i XI-XII) i letnim (V-X) w 2012 r.

półrocza zimowego było niższe niż w półroczu letnim (Rys. 11).

Spośród powierzchni obserwacyjnych, dodatnimi wartościami ANC charakteryzowała się jedynie Białowieża średnio w całym roku, w okresie letnim i zimowym oraz Suwałki w okresie letnim. Na pozostałych powierzchniach w obu półroczach ANC było ujemne, a najniższe średnie wartości roczne wystąpiły w Krotoszynie i Kruczu oraz Bielsku i Birczy.



**Rys. 12.** Ładunek jonów [ $\text{kmol}_c\cdot\text{ha}^{-1}$ ] oraz stosunek depozytu jonów kwasotwórczych do zasadowych w opadach na otwartej przestrzeni na SPO MI w 2012 r.

Białowieży i Suwałkach, odpowiednio 43%, 51%. Wyższy udział jonów zakwaszających w depozycie miał Gdańsk (59%), nadleśnictwa Polski południowej: Szklarska Poręba, Bircza i Bielsko (60-62%) oraz Krucz, Strzałowo i Krotoszyn (64% - 66%), przy niskim udziale jonów zasadowych (21%-25%, a w Gdańsku 30%). Jedynie w Białowieży wystąpiła nieznaczna przewaga jonów zasadowych nad kwasotwórczymi (Rys. 12) w ładunku rocznym. Dużą przewagą depozycji jonów zakwaszających nad zasadowymi charakteryzowały się opady w Kruczu, Krotoszynie, Strzałowie i Bielsku.

Na SPO MI 89% miesięcznych opadów przyjmowało ujemne wartości ANC. W okresie zimowym w aż 93% przypadków ANC było niższe od zera, podczas gdy latem odsetek ten wynosił 85%. Na wszystkich powierzchniach obserwacyjnych ANC

W całkowitym depozycie wyrażonym sumą ładunku molarnego, jony o charakterze zakwaszającym ( $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{Cl}^-$  i  $\text{NH}_4^+$ ) stanowiły od 43% do 66%. Najmniejszy udział tych jonów stwierdzono, w nadleśnictwach Polski północno-wschodniej tj.



Roczny depozyt jonów: azotu całkowitego, jonów wodorowych, chlorków, siarki siarczanowej (VI), wapnia, sodu, potasu, magnezu, żelaza, glinu, manganu i metali ciężkich wahał się w granicach od 22,3 do 43,7 kg·ha<sup>-1</sup>.

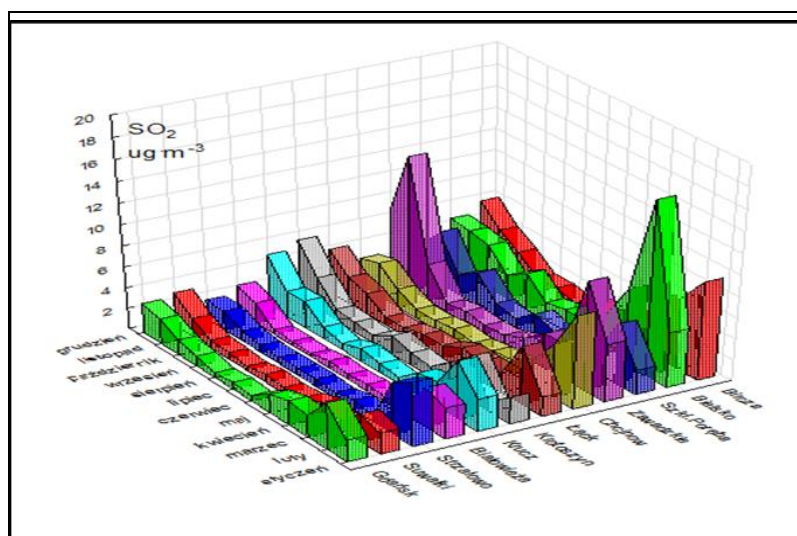
Sumaryczny depozyt składników śladowych (żelaza, manganu, glinu) oraz metali ciężkich (cynku, miedzi, kadmu i ołowiu) wynosił od 1,5% do 3,0% całkowitego depozytu rocznego, wyrażonego w kg·ha<sup>-1</sup>. Na metale ciężkie, wśród których ilościowo dominował cynk, przypadło od 0,8% do 2,0%, tj. od 0,26 do 0,68 kg·ha<sup>-1</sup>·rok<sup>-1</sup>.

W całkowitym depozycie wyrażonym sumą ładunku molarnego, jony o charakterze zakwaszającym (SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, Cl<sup>-</sup> i NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) stanowiły od 43% do 66%.

## 9. NO<sub>2</sub> i SO<sub>2</sub> W POWIETRZU NA TERENACH LEŚNYCH NA SPO MI –

ANNA KOWALSKA

### Dwutlenek siarki



**Rys. 13.** Roczny przebieg stężeń SO<sub>2</sub> w powietrzu na SPO MI w 2012 r.

Nadl. Gdańsk, Białowieża, Strzałowo i Suwałki. Powierzchnie położone w południowych i południowo-wschodnich rejonach kraju z reguły charakteryzowały się najwyższymi średnimi stężeniami SO<sub>2</sub>. Dotyczy to zwłaszcza Nadl. Bielsko, Zawadzkie i Bircza, gdzie średnie roczne stężenia mieściły się w zakresie od 3,7 ug·m<sup>-3</sup> do 4,9 ug·m<sup>-3</sup>. Na pozostałych powierzchniach (Nadl. Krucz, Krotoszyn, Łąck, Chojnów i Szklarska Poręba) średnie roczne przyjmowały wartości pośrednie (od 2,2 ug·m<sup>-3</sup> do 2,6 ug·m<sup>-3</sup>) (Rys. 13).

Średnie miesięczne mieściły się w przedziale 0,3 – 16,5 ug·m<sup>-3</sup>·m·c<sup>-1</sup>. Biorąc pod uwagę wszystkie badane powierzchnie, różnice stężeń SO<sub>2</sub> pomiędzy miesiącami na przestrzeni roku były znaczące i statystycznie istotne (ANOVA Friedmana:  $\chi^2$  [N = 12, df 11] = 93,76, p<0,001). Najniższe stężenia notowano od maja do września, zaś najwyższe w miesiącach styczeń-luty oraz listopad-grudzień i taki rozkład stężeń wiąże się bezpośrednio z występowaniem sezonu grzewczego i spalaniem paliw opałowych, będących podstawowym

Między SPO MI występowały istotne różnice się pod względem stężeń SO<sub>2</sub> (test Kruskala-Wallisa: H [11, N= 144] = 33,08, p < 0,001). Najniższe średnie roczne stężenia dwutlenku siarki (poniżej 2 ug·m<sup>-3</sup>) występowały, na powierzchniach Polski północnej i wschodniej, w

źródłem emisji SO<sub>2</sub>. W miesiącach zimowych obserwowane były również największe różnice stężeń SO<sub>2</sub> między powierzchniami.

Według średnich z okresu zimowego stężenia układały się w porządku malejącym dla nadleśnictw: Bielsko > Zawadzkie > Bircza > Chojnów, Krucz, Szklarska Poręba > Łąck, Krotoszyn, Strzałowo, Gdańsk > Białowieża, Suwałki

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

Średnio w okresie zimowym powietrze było około 5 razy bardziej obciążone SO<sub>2</sub> niż w okresie letnim w Zawadzkim, około 4 razy w Białowieży, 3-4 razy w Strzałowie, Chojnowie, Birczy i Bielsku i jedynie około 2 razy w Suwałkach, Gdańsku, Krotoszynie i Szklarskiej Porębie. Wysoki stosunek stężeń między okresem zimowym a letnim w Białowieży wynika raczej z niezwykle niskich stężeń okresu letniego (średnio latem 0,5 µg·m<sup>-3</sup>) niż, jak to ma miejsce w przypadku np. Zawadzkiego, Bielska i Birczy, ze stosunkowo wysokich stężeń w miesiącach zimowych (średnio zimą 5,7-7,5 µg·m<sup>-3</sup>).

W Rozporządzeniu Ministra Środowiska (2012) poziom dopuszczalny SO<sub>2</sub> ze względu na ochronę roślin dla roku kalendarzowego i pory zimowej (okres od 1 października do 31 marca) został ustalony na poziomie 20 µg·m<sup>-3</sup>. Średnie roczne stężenia SO<sub>2</sub> na SPO MI zawierały się w granicach 1,3 µg·m<sup>-3</sup>- 4,9 µg·m<sup>-3</sup>, a w porze zimowej od 1,8-7,5 µg·m<sup>-3</sup> co stanowiło od 7% do 24% wartości dopuszczalnej rocznie i od 9% do 37% w porze zimowej.

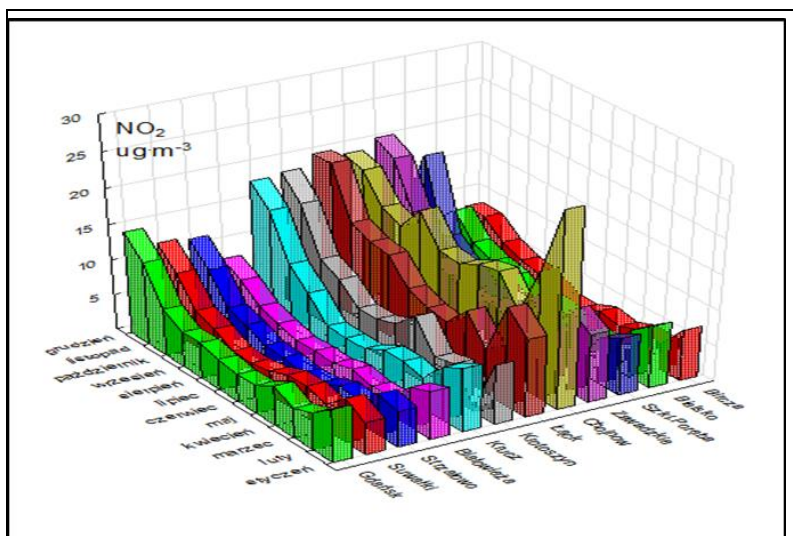
## **Dwutlenek azotu**

Powierzchnie SPO MI istotnie różniły się pod względem stężeń NO<sub>2</sub> (test Kruskala-Wallisa: H [11, N= 144] = 61,88, p < 0,001). Najwyższe średnie roczne stężenia NO<sub>2</sub> stwierdzono w rejonach Polski centralnej, a zwłaszcza w Chojnowie i Łącku, to jest na powierzchniach bliskich dużym aglomeracjom miejskim i położonych w pobliżu uczęszczanych dróg.

Wyraźnie niższe stężenia, w stosunku do Łącka i Chojnowa, występowały w Polsce północnej i północno-wschodniej (Gdańsk, Suwałki, Strzałowo i Białowieża) oraz w rejonach górskich (Bircza, Bielsko, Szklarska Poręba).

Uwzględniając wszystkie badane powierzchnie, różnice stężeń NO<sub>2</sub> na przestrzeni pełnego roku były statystycznie istotne (ANOVA Friedmana:  $\chi^2$  [N = 12, df 11] = 99,56, p<0,001). Średnie miesięczne zawierały się w przedziale 0,8 – 27,6 µg·m<sup>-3</sup> i wykazywały wyraźną sezonowość. W miesiącach zimowych: listopadzie i grudniu, mediana stężeń

miesięcznych dla SPO MI była najwyższa, chociaż maksymalne miesięczne stężenie  $\text{NO}_2$  zanotowano w styczniu w Chojnowie ( $27,6 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}\cdot\text{m}\cdot\text{c}^{-1}$ ) (Rys. 14). Najniższe miesięczne średnie (poniżej  $3 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}\cdot\text{m}\cdot\text{c}^{-1}$ ) notowane były od maja do sierpnia w Strzałowie i od kwietnia do sierpnia (z wyjątkiem maja) w Białowieży. W niemal każdym miesiącu najwyższe stężenia notowano w Chojnowie oraz Łącku i Zawadzkim, przy czym w Chojnowie, wartości minimalne przekraczały  $10 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}\cdot\text{m}\cdot\text{c}^{-1}$  nawet w okresie letnim, gdy stężenia były ogólnie niższe niż w miesiącach zimowych. Latem (kwiecień-październik) stężenia  $\text{NO}_2$  w Chojnowie były od 4 do 7 razy wyższe niż na powierzchniach, gdzie notowano w analogicznym okresie najniższe poziomy, tj. w Strzałowie i Białowieży.



**Rys. 14.** Roczny przebieg stężeń  $\text{NO}_2$  w powietrzu na SPO MI w 2012 r.

Średnie stężenia  $\text{NO}_2$  w sezonie letnim (kwiecień - wrzesień) układały się w porządku malejącym dla nadleśnictw: Chojnów > Łąck > Zawadzkie, Krotoszyn > Gdańsk, Krucz, Bielsko, Szklarska Poręba > Suwałki, Bircza > Strzałowo, Białowieża

Stężenia średnie dla okresu zimowego (styczeń-marzec i październik-grudzień) były od 1,2 do 2,4 razy wyższe niż dla okresu letniego. Układały się w porządku malejącym: Chojnów > Łąck, Zawadzkie > Krucz, Krotoszyn > Szklarska Poręba, Gdańsk > Suwałki, Bielsko, Strzałowo > Bircza, Białowieża

Wyniki, pomimo że odnoszą się do dwutlenku azotu, porównano do dopuszczalnego poziomu tlenków azotu, który został określony Rozporządzeniem Ministra Środowiska (2012) dla roku kalendarzowego ze względu na ochronę roślin na poziomie  $30 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ . Średnie wartości stężeń samego tylko  $\text{NO}_2$  dla roku 2012 wynosiły od  $4,2$  do  $16,0 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}\cdot\text{rok}^{-1}$ , tj. odpowiednio od 14% do 53% wartości dopuszczalnej.

Uznając za podstawę obliczeń za Thimonier et al. (2005) prędkość osadzania  $\text{SO}_2$  dla powierzchni leśnych  $8 \text{ mm}\cdot\text{s}^{-1}$  oraz za Rihm (1996) prędkość osadzania  $\text{NO}_2$  dla drzewostanów liściastych  $3 \text{ mm}\cdot\text{s}^{-1}$  i  $4 \text{ mm}\cdot\text{s}^{-1}$  dla drzewostanów iglastych, oszacowano na podstawie średnich stężeń rocznych i sezonowych ładunek N i S, jaki był deponowany na SPO MI w 2012 r. Sucha depozycja była potencjalnie źródłem od  $1,4$  do  $3,9 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{rok}^{-1}$ , a

w Chojnowie nawet do  $6,1 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$ . Depozycja siarki wyniosła na większości powierzchni od  $1,6$  do  $3,2 \text{ kg S} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$ , z wyjątkiem Birczy, Zawadzkiego i Bielska, gdzie mieściła się w zakresie od  $4,7$  do  $6,3 \text{ kg S} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$ . W przypadku obu składników zanieczyszczeń gazowych, większość depozycji przypadła na miesiące zimowe.

Najniższe średnie roczne stężenia  $\text{SO}_2$  (poniżej  $2 \text{ ug} \cdot \text{m}^{-3}$ ) występowały, na powierzchniach Polski północnej i wschodniej (Gdańsk, Białowieża, Strzałowo i Suwałki). Najwyższe średnie roczne stężenia (od  $3,7 \text{ ug} \cdot \text{m}^{-3}$  do  $4,9 \text{ ug} \cdot \text{m}^{-3}$ ) występowały w południowej i południowo-wschodniej części kraju (Bielsko, Zawadzkie i Bircza).

Najwyższe średnie roczne stężenia  $\text{NO}_2$  zanotowano w Polsce centralnej (Chojnów i Łąck). Wyraźnie niższe stężenia występowały w Polsce północnej i północno-wschodniej (Gdańsk, Suwałki, Strzałowo i Białowieża) oraz w rejonach górskich (Bircza, Bielsko, Szklarska Poręba).

## 10. OPADY PODKORONOWE ORAZ ROZTWORY GLEBOWE W LASACH NA SPO MI - ANNA KOWALSKA

### Opady podkoronowe

Średnia przewodność elektrolityczna właściwa, będąca pośrednio miarą ogólnej zawartości jonów w wodach, wynosiła na SPO MI w 2012 r. od  $26,5$  do  $59,8 \text{ } \mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$ , z wahaniami miesięcznymi między  $16,9$  a  $142 \text{ } \mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1}$ . W opadach podkoronowych w 96% przypadków wartości przewodności były wyższe niż w opadach docierających do koron. Wartości przewodności były zależne od ilości opadów w badanym okresie. Zanieczyszczenia dostarczane z wodą opadową i splukiwane oraz wymywane z liści były w okresach niskich opadów obecne w próbkach w dużych stężeniach, zaś przy wysokich opadach występował tzw. efekt rozcieńczenia.

Wysokie przewodności średnio w ciągu roku wystąpiły na powierzchniach, na których suma opadu podkoronowego była najniższa: w Nadl. Zawadzkie i Krotoszyn oraz Łąck i Białowieża (odpowiednio:  $59,8$ ;  $56,9$ ;  $41,8$  i  $41,6 \text{ } \mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$ ). Stosunkowo niskie przewodności (poniżej  $33 \text{ } \mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$ ) notowano w nadleśnictwach o sumach rocznych opadów podkoronowych przekraczających  $500 \text{ mm}$ , ( Bircza, Szklarska Poręba, Gdańsk i Krucz), zaś najniższą roczną przewodność miały opady w Strzałowie.

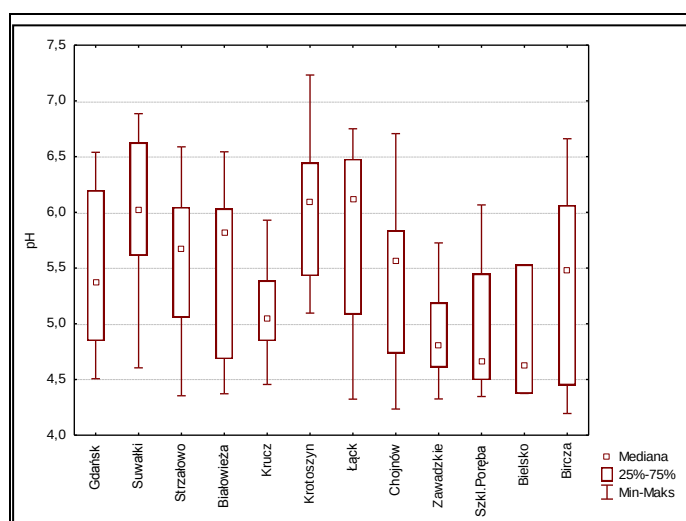
Największy **roczny depozyt podkoronowy** odnotowano na powierzchni świerkowej w Nadl. Szklarska Poręba ( $82,5 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$ ). W Gdańsku (suma depozycji z opadów podkoronowych i spływu po pniu), Suwałkach i Krotoszynie depozyt wyniósł od  $62,3$  do  $71,3 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ , w Birczy (suma depozycji z opadów podkoronowych i spływu po pniu), Łącku, Chojnowie, Zawadzkiem i Białowieży mieścił się w granicach  $47,7 - 50,6 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$ , zaś najmniejszy był w Kruczu ( $41,6 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$ ) i Strzałowie ( $40,8 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$ ).

Szklarska Poręba wyróżnia się spośród kilku SPO MI pod względem depozycji szeregu jonów, w tym także jonów o charakterze zakwaszającym tj.  $\text{SO}_4^{2-}$  i  $\text{NO}_3^-$ . Liczne różnice między Szklarską Porębą a innymi SPO MI wynikają zapewne w głównej mierze ze znacznie większej depozycji całkowitej w tej lokalizacji.

Drzewostany bukowe w Gdańsku i Birczy istotnie różniły się pod względem depozycji rozpuszczonego węgla organicznego (RWO) od drzewostanów sosnowych w Białowieży, Kruczu, Chojnowie i Zawadzkiem.

**Depozyt pierwiastków śladowych i metali ciężkich:** żelaza, manganu, glinu, cynku, miedzi, kadmu i ołowiu wynosił od 0,30 do 1,86  $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$ , co odpowiadało od 1,6% do 3,9% całkowitej rocznej depozycji podokapowej. Najwyższy depozyt omawianych metali stwierdzono w Łącku, przy czym w depozycie tym udział Mn stanowił 76%. Mangan jest pierwiastkiem łatwo ulegającym wymywaniu z koron drzew i jego stężenia w opadach podkoronowych mogą wielokrotnie przewyższać stężenia w opadach atmosferycznych (Kowalska et Janek, 2009).

Udział samych metali ciężkich (Zn, Cu, Pb, i Cd) stanowił w sumie rocznego depozytu od 0,4% do 1,2%. Na poszczególnych powierzchniach depozyt metali ciężkich wyniósł od 0,16 do 0,71  $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$ , z czego 74%-88% stanowił udział Zn.



**Rys. 15.** pH opadów podkoronowych na SPO MI w 2012 r.

**Właściwości kwasowo-zasadowe wód opadowych.** Na przestrzeni roku na SPO MI w 35% prób opadów wystąpiła średnia miesięczna wartość pH poniżej 5,0 (pH obniżone) i przeważnie sytuacja tak miała miejsce w okresie zimowym. Miesiące z przewagą opadów śniegu: styczeń, luty i grudzień, charakteryzowały się najniższym pH w roku i stosunkowo niewielkim

zróżnicowaniem pomiędzy powierzchniami. W tych miesiącach wartości pH na dwunastu powierzchniach mieściły się w granicach 4,2-5,5. Średnie miesięczne poniżej 4,5 (pH znacznie obniżone) notowano w tym okresie w nadleśnictwach górskich i podgórskich: Birczy, Szklarskiej Porębie i Bielsku, ale także w innych rejonach Polski: Łącku, Chojnowie, Białowieży i Strzałowie, choć jedynie w Birczy tak niskie pH wystąpiło w każdym z wymienionych trzech miesięcy z opadami śniegu. Jediną powierzchnią, w której średnie

miesięczne pH nie spadło poniżej 5,0 w całym okresie zimowym, ani w całym roku był Krotoszyn (Rys. 15).

W sezonie letnim pH miesięcznych opadów na SPO MI mieściło się w granicach 4,3-7,2. Spadki pH poniżej 5,0 w tym okresie występowały sporadycznie: w sierpniu w Gdańsku i Kruczu, we wrześniu w Gdańsku, w maju i październiku w Szklarskiej Porębie. Od lipca do października pH opadów utrzymywało się poniżej 5,0 w Zawadzkiem.

Szklarska Poręba, Zawadzkie, i Krucz były powierzchniami o najniższym średnim rocznym pH (odpowiednio: 4,6, 4,7, i 5,0). Tam też wystąpiła najmniejsza roczna rozpiętość średnich miesięcznych pH, czyli najmniejsze różnice w ciągu roku. W Birczy i Chojnowie średnie roczne pH również było niskie (odpowiednio 4,9 i 5,0), lecz zaważyły na tym głównie kwaśne opady półrocza zimowego. Średnie roczne pH na pozostałych powierzchniach wynosiło od 5,1 (Gdańsk) do 5,5 (Suwałki) i 5,7 (Krotoszyn).

Zasadowość opadów oznaczana jest w próbkach o pH powyżej 5,0 metodą miareczkowania potencjometrycznego do dwóch punktów końcowych: pH 4,5 i 4,2. Jest cechą, która charakteryzuje zdolność wody do zobojętniania kwasów (por. rozdz. "Opady bezpośrednie i depozyt całkowity na terenach leśnych na stałych powierzchniach obserwacyjnych monitoringu intensywnego").

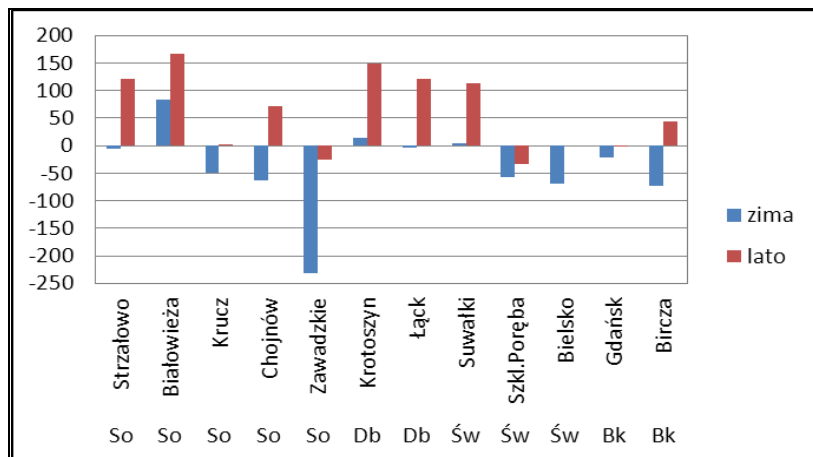
W wodach podkoronowych najwyższą zasadowość w opadach miesięcznych notowano w Krotoszynie. Była to również powierzchnia o największej różnicy pomiędzy średnią roczną zasadowością opadów pod koronami i na otwartej przestrzeni. Znacznie mniejsza, choć również większa niż w innych lokalizacjach, różnica w zasadowości między oboma typami opadów wystąpiła w Łącku. W koronach obu drzewostanów dębowych występowało silne wzbogacenie wody opadowej w składniki zasadowości. Przeciwna sytuacja wystąpiła na dwóch powierzchniach sosnowych: w Kruczu i Zawadzkiem, gdzie niemal we wszystkich miesiącach zasadowość opadów podkoronowych była niższa niż w opadach, które docierały na tereny leśne.

Najniższą zasadowością charakteryzowały się średnio w roku opady podkoronowe w Szklarskiej Porębie, podobnie jak na otwartej przestrzeni. Na tej powierzchni świerkowej zasadowość mierzono tylko w opadach od lipca do września i osiągała ona stosunkowo niewielkie wartości (od 3,1 do 40  $\mu\text{eq}\cdot\text{dm}^{-3}$ ).

Pojemność zobojętniania kwasów (ANC), obliczona jako różnica stężeń kationów mocnych zasad (Ca, Mg, Na, K) i anionów mocnych kwasów ( $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{Cl}^-$ ) w opadach (por. rozdz. „Opady bezpośrednie i depozyt całkowity na terenach leśnych na stałych

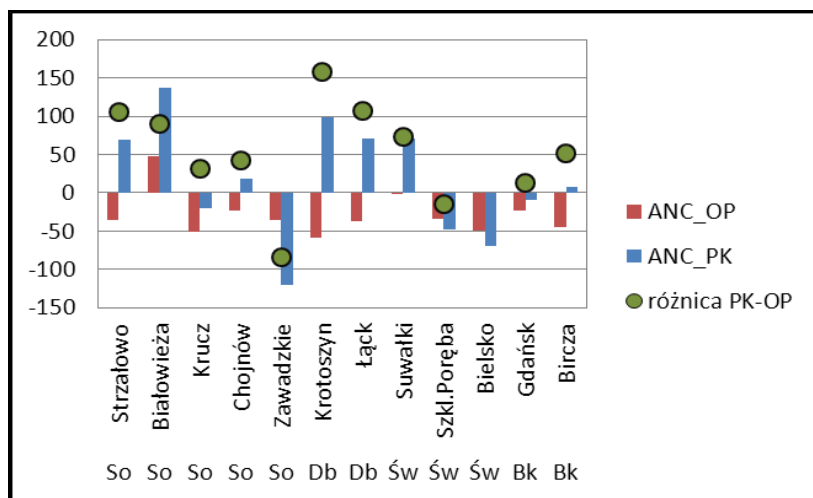


powierzchniach obserwacyjnych monitoringu intensywnego") w  $\mu\text{eq}\cdot\text{dm}^{-3}$ , jest wskaźnikiem pozwalającym ocenić czy w wodach występuje nadmiar wolnych mocnych kwasów ( $\text{ANC}<0$ ), czy zasad ( $\text{ANC}>0$ ).



**Rys. 16.** Pojemność zobojętniania kwasów (ANC) [ $\mu\text{eq}\cdot\text{dm}^{-3}$ ] w opadach podkoronowych na SPO MI w 2012 r. Średnie dla okresu zimowego (miesiące I-IV i XI-XII) i letniego (V-X)

16), co wiąże się z wzmożonymi emisjami zanieczyszczeń w związku z sezonem grzewczym. Podobnie jak w opadach na otwartej przestrzeni, na wszystkich powierzchniach obserwacyjnych ANC półrocza zimowego było niższe niż w półroczu letnim.



**Rys. 17.** Pojemność zobojętniania kwasów (ANC) [ $\mu\text{eq}\cdot\text{dm}^{-3}$ ] w opadach podkoronowych na SPO MI w 2012 r. Średnie dla okresu zimowego (miesiące I-IV i XI-XII) i letniego (V-X)

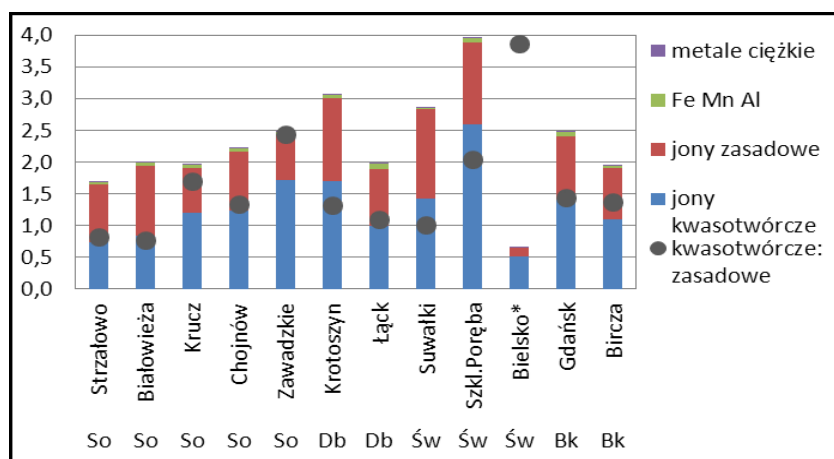
$\text{ANC}_{\text{OP}}$ ) i Chojnowie ( $19 \mu\text{eq}\cdot\text{dm}^{-3}\cdot\text{rok}^{-1}$ ) (Rys. 17). Na powierzchniach bukowych: w Gdańsku ( $-9 \mu\text{eq}\cdot\text{dm}^{-3}\cdot\text{rok}^{-1}$ ) oraz Birczy ( $7 \mu\text{eq}\cdot\text{dm}^{-3}\cdot\text{rok}^{-1}$ ) roczne wartości ANC były wyższe niż na otwartej przestrzeni, lecz nie wskazywały na wyraźną przewagę kwasów ani zasad w opadach pod okapem.

W porównaniu z wodami opadowymi udział opadów podkoronowych z ujemnymi wartościami ANC występował rzadziej, bo w 53% przypadków. Ujemne wartości ANC, związane z przewagą jonów wolnych kwasów, występowały głównie w okresie zimowym (Rys.

Średnio rocznie dodatnią wartość ANC (przewagę wolnych zasad) w opadach podkoronowych odnotowano w obu drzewostanach dębowych: w Krotoszynie ( $99 \mu\text{eq}\cdot\text{dm}^{-3}\cdot\text{rok}^{-1}$ ) i Łącku ( $70 \mu\text{eq}\cdot\text{dm}^{-3}\cdot\text{rok}^{-1}$ ) oraz w trzech sosnowych: Białowieży ( $137 \mu\text{eq}\cdot\text{dm}^{-3}\cdot\text{rok}^{-1}$ ), Strzałowie ( $70 \mu\text{eq}\cdot\text{dm}^{-3}\cdot\text{rok}^{-1}$ )

Przewaga wolnych kwasów (średnie roczne  $ANC < 0$ ) wystąpiła na przestrzeni roku w Zawadzkiem (So,  $-120 \mu eq \cdot dm^{-3} \cdot rok^{-1}$ ), Szklarskiej Porębie (Św,  $-48 \mu eq \cdot dm^{-3} \cdot rok^{-1}$ ) oraz Kruczu (So,  $-19 \mu eq \cdot dm^{-3} \cdot rok^{-1}$ ).

Z wyjątkiem Zawadzkiego i Szklarskiej Poręby, wpływ okapu w różnych gatunkowo drzewostanach zaznaczył się w podniesieniu wartości ANC średnio w roku w opadach podkoronowych, w stosunku do opadów docierających do koron (Rys. 17). W skali miesięcznej notowano przypadki obniżenia ANC opadów w koronach i dotyczyły one większości powierzchni. Na SPO w Krotoszynie i Łącku (Db), Birczy (Bk), Suwałkach (Św) i Strzałowie (So) sytuacja taka miała miejsce tylko w jednym miesiącu, w okresie zimowym. W dwóch miesiącach notowano obniżenie ANC opadów podczas przejścia przez okap w Kruczu i Białowieży, w kilku (4-5) miesiącach w Chojnowie i Gdańsku, zaś w 9-10 miesiącach w roku w Zawadzkiem i Szklarskiej Porębie.



**Rys. 18.** Ładunek jonów [ $kmol_c \cdot ha^{-1}$ ] oraz stosunek depozytu jonów kwasotwórczych do zasadowych w opadach podkoronowych na SPO MI w 2012 r.

manganu i metali ciężkich, wyrażonej w  $mol_c \cdot ha^{-1}$ ) i udział ten nie ulega zasadniczej zmianie w stosunku do poprzednich lat. Najwyższy udział, powyżej 56%, stwierdzono w iglastych drzewostanach nadleśnictw Zawadzkie, Szklarska Poręba i Krucz i tam też niemal w każdym miesiącu depozyt zakwaszający przeważał nad depozycją zasadową.

W grupie powierzchni, gdzie depozyt molowy jonów zasadowych ( $Ca^{2+}$ ,  $K^+$ ,  $Mg^{2+}$  i  $Na^+$ ) przewyższał depozyt jonów zakwaszających znalazły się, wzorem lat poprzednich, Nadleśnictwa Białowieża i Strzałowo (Rys. 18).

### Spływ po pniu

Badania spływu po pniu prowadzono w nadleśnictwach Gdańsk i Bircza w okresie bezmroźnym. Szacuje się, że ilość spływu po pniu przekroczyła w badanym okresie 49 mm w Nadleśnictwie Gdańsk i 44 mm w Nadleśnictwie Bircza. Ze względu na wyłączenie okresu

Jony o zakwaszającym oddziaływaniu na środowisko ( $SO_4^{2-}$ ,  $NO_3^-$ ,  $NH_4^+$ ,  $Cl^-$ ) stanowiły od 37% do 68% rocznego molowego depozytu (sumy azotu całkowitego, chlorków, siarczanów (VI), kationów zasadowych, żelaza, glinu,

zimowego z próbkowania, nie jest możliwe odniesienie tych ilości do opadów całorocznych, jednak w badanym przedziale czasu spływ po pniach stanowił od 2% do 9% sumy opadu bezpośredniego (na otwartej przestrzeni) w Gdańsku oraz od 2% do 16% w Birczy, co koresponduje z wartościami przytaczanymi w literaturze (Chang et Matzner, 2000, Johnson et Lehmann, 2006).

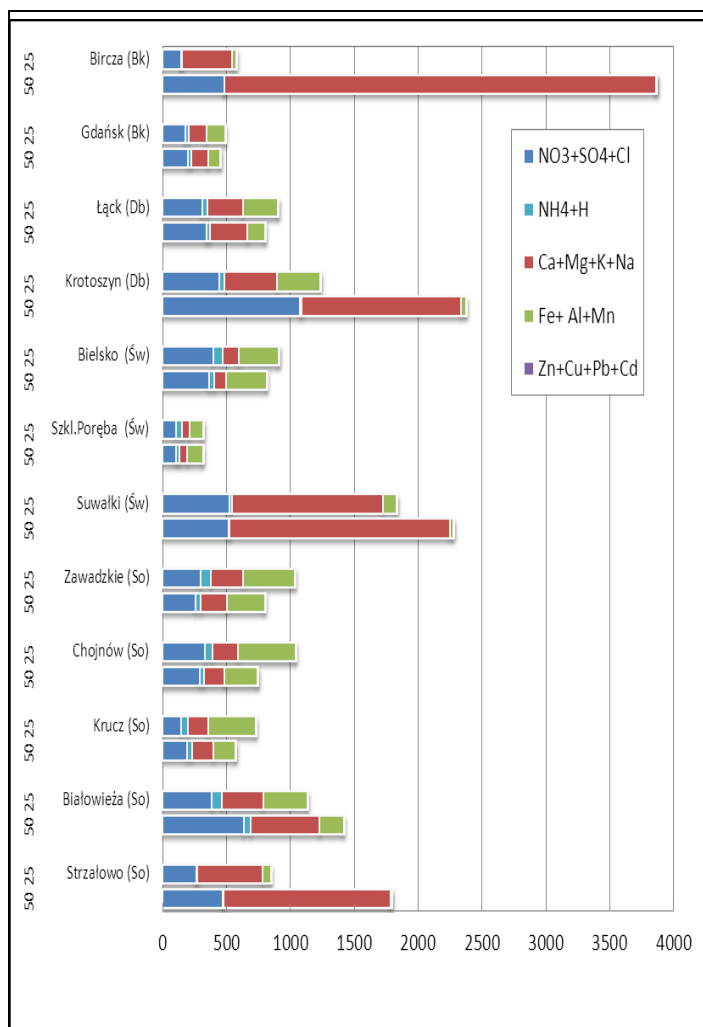
Na obu powierzchniach zarówno średnie roczne pH, zasadowość, jak i pojemność zobojętniania kwasów (ANC) osiągały wyższe wartości niż w opadach podkoronowych. Depozyt składników wniesiony ze spływem po pniu wyniósł w badanym okresie  $4,97 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$  w Gdańsku i  $5,43 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$  w Birczy, tj. odpowiednio 9% i 12% depozytu podkoronowego.

### **Roztwory glebowe**

W 2012 r. średnie pH w badanych roztworach pobranych z SPO MI wynosiło od 4,12 do 6,17 na głębokości 25 cm oraz od 4,43 do 7,39 na głębokości 50 cm. Najbardziej kwaśne roztwory występowały w górskim drzewostanie świerkowym w Bielsku oraz w drzewostanie sosnowym w Zawadzkiem z pH 4,1 na głębokości 25 cm i 4,4 na głębokości 50 cm. Również w Kruczu i Chojnowie, w drzewostanach sosnowych na lekkich glebach pH roztworów glebowych do głębokości 50 cm nie przekraczało 4,5. Podobnie kwaśny odczyn roztworów glebowych występował na 25 cm głębokości w obu drzewostanach dębowych w Krotoszynie i Łącku, przy czym w Krotoszynie pH roztworów na głębszym poziomie było znacznie wyższe i przekroczyło 6,2. W Strzałowie i Birczy na obu głębokościach oraz w Suwałkach na głębokości 50 cm pH roztworów glebowych przekraczało 6,2.

Z reguły w górnej części profilu glebowego występowało nieznaczne zakwaszenie roztworów w stosunku do głębszych poziomów, z wyjątkiem Gdańska, gdzie pH przyjmowało zbliżone wartości na obu głębokościach. W Nadl. Suwałki (Św), Krotoszyn (Db) i Bircza (Bk), położonych na glebach powstałych ze skał macierzystych bogatych w zasady, różnica pH pomiędzy 25 cm a 50 cm głębokości wynosiła od 1,3 aż do 1,7 jednostki.

Powierzchnie monitoringu intensywnego różniły się pod względem sumy jonów w roztworach glebowych. Największe stężenia jonów wystąpiły na powierzchniach, na których występowało najmniejsze zakwaszenie, tj. w Nadl. Bircza, Suwałki, Krotoszyn, Strzałowo i wynosiły około  $1800\text{-}3900 \mu\text{mol}_c \cdot \text{dm}^{-3}$ . Skład roztworów był tam zdominowany przez kationy zasadowe: Ca, Mg i K, które na głębokości 50 cm stanowiły około 70%-80% sumy jonów (w Krotoszynie około 40%), zaś w płytszej części profilu około 50%-60% (w Krotoszynie 25%) (Rys. 19). Najniższe stężenia roztworów glebowych stwierdzono w Szklarskiej Porębie i Gdańsku ( $320\text{-}490 \mu\text{mol}_c \cdot \text{dm}^{-3}$ ).



**Rys. 19.** Suma stężeń jonów w roztworach glebowych na głębokości 25 i 50 cm (oznaczenie z lewej strony pionowej osi wykresu) na SPO MI w 2012 r.

Udział zasad w roztworach glebowych był szczególnie niski (do 10% sumy jonów) w Bielsku (Św), Gdańsku (Bk) i Szklarskiej Porębie (Św). Również w Kruczu, Chojnowie i Zawadzkiem (So) nie przekraczał 20%.

Ocenę stopnia narażenia gleby na zakwaszenie przeprowadzono w oparciu o wskaźnik pojemności zobojętnienia kwasów (ANC). Jego dodatnia wartość, występująca w Birczy (Bk), Strzałowie (So) i Suwałkach (Św) wskazuje na przewagę mocnych zasad w roztworach glebowych. Odmierna sytuacja, związana z przewagą jonów mocnych kwasów, jest typowa dla pozostałych SPO MI. Niekorzystne warunki, wynikające ze znacznej przewagi

kwasów w roztworach glebowych, występowały w Bielsku (Św) i Chojnowie (So), a także w Białowieży (So), Łącku (Db), Gdańsku (Bk), Szklarskiej Porębie (Św) i Zawadzkiem (So), to jest na powierzchniach usytuowanych na glebach lekkich i kwaśnych oraz glebach rejonów górskich, powstałych z kwaśnych skał macierzystych (por. Wawrzoniak, 2010).

Stosunek molowy jonów zasadowych (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 et al., 1998, Akselsson et al., 2004).

Stosunek molowy jonów zasadowych (Ca, Mg i K) do glinu przyjął znacznie niższe od jedności wartości, mieszczące się w zakresie od 0,2 do 0,6 w roztworach glebowych na obu głębokościach w nadleśnictwach: Bielsko i Szklarska Poręba (Św), Chojnowo, Krucz i Zawadzkie (So) oraz Gdańsk (Bk).

Obecność azotanów w perkolatach glebowych z reguły stanowi wskaźnik tzw. wysycenia ekosystemu azotem, czyli sytuacji, gdy podaż azotu przekracza zapotrzebowanie roślin i mikroorganizmów (np. Aber et al., 1989, Gundersen et Rasmussen, 1995, Kristensen et al., 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  $\text{NO}_3^-$  występowały w roztworach glebowych poniżej głównej strefy korzeniowej roślin, na głębokości 50 cm w Bielsku w stężeniach od 2,3 do 4,5  $\text{mg N} \cdot \text{dm}^{-3}$ , w Białowieży od 2,4 do 5,7  $\text{mg N} \cdot \text{dm}^{-3}$ , w Suwałkach od 1,0 do 6,6  $\text{mg N} \cdot \text{dm}^{-3}$  oraz w Strzałowie, gdzie na przełomie zimy i wiosną stężenia przekraczały wprawdzie 0,6  $\text{mg N} \cdot \text{dm}^{-3}$ , z maksymalną wartością w kwietniu - 3,7  $\text{mg N} \cdot \text{dm}^{-3}$ , lecz w miarę upływu czasu spadały do niskiego poziomu (poniżej 0,03  $\text{mg N} \cdot \text{dm}^{-3}$  w czerwcu i lipcu).

Obecność  $\text{N-NO}_3^-$  w roztworach glebowych Bielska była obserwowana w poprzednich latach badań i wiązała się z silnym uszkodzeniem drzewostanu. Obecnie podobna sytuacja – powolny rozpad drzewostanu, związany z obecnością kornika i chorobami grzybowymi – występuje w Suwałkach, gdzie przeprowadzane są cięcia sanitarne i część powierzchni badawczej została pozbawiona drzew. Zjawiska zamierania drzewostanów znajdują odzwierciedlenie w chemizmie roztworów glebowych, w których pojawiają się podwyższone poziomy azotanów (V). Przyspieszone tempo mineralizacji materii organicznej i wzmożona nitryfikacja, towarzyszące degradacji siedliska, przy jednocześnie wysokim ładunku azotu dopływającego z opadami, skutkują uwolnieniem azotu do roztworu glebowego i wymywaniem poza profil gleby (Rasmussen, 1998).

Obecność jonów amonowych w roztworach glebowych w Białowieży może świadczyć o wysokim tempie mineralizacji materii organicznej. Z kolei przy niskim pH gleby (około 3,5 w poziomie O i A - Wawrzoniak, 2010) i szerokim stosunku węgla do azotu (C:N równe 29 w poziomie Ol, 22 w Ofh - ibid.) tempo nitryfikacji jest spowolnione (por. Gundersen et al., 1998) i formy azotu, które są zazwyczaj mocno związane w kompleksie sorpcyjnym, pojawiają się w fazie wodnej gleby, powiększając pulę azotu podatnego na wymycie.

Wymywanie azotu z gleb zachodzi jedynie w sprzyjających warunkach hydrologicznych, które w klimacie umiarkowanym występują w okresie spoczynku roślin, przeważnie zimą i wiosną (Gundersen i Rasmussen, 1995). Gdy pojemność wodna gleby jest nasycona, następuje ucieczka wody glebowej wraz z rozpuszczonym azotem mineralnym

poza strefę korzeniową. Jak pokazują właściwości roztworów glebowych, pobranych od lutego do kwietnia 2012 roku w Strzałowie, azotany (V) mogą pojawiać się w fazie wodnej jedynie okresowo, po roztopach wiosennych. Na powierzchniach monitoringu intensywnego w miesiącach zimowych i wczesnowiosennych badania roztworów glebowych nie są prowadzone. Pojawia się zatem luka w informacji o chemizmie fazy wodnej gleby w okresie najbardziej istotnym z punktu widzenia przepływu składników w badanych ekosystemach.

Największy depozyt podkoronowy odnotowano na powierzchni świerkowej w Nadl. Szklarska Poręba ( $82,5 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$ ), najmniejszy był w Kruczu ( $41,6 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$ ) i Strzałowie ( $40,8 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$ ).

Udział metali ciężkich (Zn, Cu, Pb, Cd) stanowił w sumie rocznego depozytu 0,4% do 1,2%.

W 35% prób opadów wystąpiła średnia miesięczna wartość pH poniżej 5,0 (pH obniżone) i przeważnie sytuacja tak miała miejsce w okresie zimowym.

W badanych roztworach glebowych średnie pH wynosiło od 4,12 do 6,17 na głębokości 25 cm oraz od 4,43 do 7,39 na głębokości 50 cm.

Największe stężenia jonów ( $1800\text{--}3900 \text{ } \mu\text{mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ ) wystąpiły na powierzchniach, na których występowało najmniejsze zakwaszenie, (Bircza, Suwałki, Krotoszyn, Strzałowo). Skład roztworów był tam zdominowany przez kationy zasadowe: Ca, Mg i K.

Stosunek molowy jonów zasadowych (Ca, Mg i K) do glinu przyjął znacznie niższe od 1,0 wartości (w zakresie od 0,2 do 0,6) w roztworach glebowych na obu głębokościach w Bielsku i Szklarskiej Porębie (Św), Chojnowie, Kruczu i Zawadzkiem (So) oraz w Gdańsku (Bk).

## **11. OCENA PRESJI ŚRODOWISKA NA EKOSYSTEMY LEŚNE NA PODSTAWIE BADAŃ NA SPO MI - PAWEŁ LECH**

W roku 2012 na 12 stałych powierzchniach obserwacyjnych monitoringu intensywnego (SPO MI) realizowano badania poziomu zanieczyszczeń powietrza, depozytu całkowitego, roztworów glebowych oraz ciągle pomiary parametrów meteorologicznych, a na 11 powierzchniach również depozytu podkoronowego.

Pomiary opadów atmosferycznych przez automatyczne stacje meteorologiczne, jak też prowadzone w ramach badań depozytu wykazały, że suma opadów na terenie Polski była w 2012 roku niższa niż w latach poprzednich i wyniosła w całym roku średnio na stację około 760 mm. Miesiącem o największej sumie opadów był lipiec (średnio blisko 100 mm), a najmniejsze opady zarejestrowano w marcu i grudniu (po około 37 mm). Najwięcej opadów zarejestrowała stacja w Gdańsku (blisko 1100 mm) oraz stacje na południu kraju (Zawadzkie – 937,1 mm i Szklarska Poręba – 933,7 mm), najmniej zaś stacja w Chojnowie (597,5 mm) Suwałkach i Łącku i (około 610 mm). Blisko 60% opadów przypadało na okres letni (od 37,85% w Bielsku do 69,9% w Birczy). Wydaje się, że dostępność wody dla drzew w 2012 r. była wystarczająca, pomimo mniejszej łącznej sumy opadów w porównaniu do 2011 r.



Średnie roczne stężenia  $\text{SO}_2$  na SPO MI zawierały się w granicach od  $1,3 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$  do  $4,9 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ , a zimą od  $1,8 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$  do  $7,5 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ , co stanowiło od 7% do 24% wartości dopuszczalnej rocznie i od 9% do 37% w porze zimowej wg Rozporządzenia Ministra Środowiska z 2008 roku. Należy jednak zaznaczyć, że w roku 2012 nastąpił wzrost rejestrowanych na SPO MI koncentracji  $\text{SO}_2$ , co koresponduje z danymi KOBIZE (Rocznik Statystyczny Rzeczypospolitej Polskiej, 2012), odnotowującymi wzrost emisji dwutlenku siarki do atmosfery w Polsce w ostatnich latach. Pomimo tego wzrostu nie można przyjąć, że  $\text{SO}_2$  był obecnie czynnikiem negatywnie oddziałującym na kondycję lasów w Polsce.

Podobnie relatywnie niski był poziom koncentracji tlenków azotu – średnie roczne dla poszczególnych punktów pomiarowych mieściły się w zakresie od  $4,2$  do  $16,0 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}\cdot\text{rok}^{-1}$  co stanowi od 14% do 53% wartości dopuszczalnych wg Rozporządzenia Ministra Środowiska z 2012 roku. Podkreślić jednak należy zróżnicowanie obciążeniem zanieczyszczeniami gazowymi poszczególnych SPO MI. Najwyższy poziom depozycji gazowej ( $8,4\text{--}9,3 \text{ kg N+S}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{rok}^{-1}$ ) zanotowano na SPO MI Bielsko, Zawadzkie i Chojnów, przy czym w Chojnowie wśród zanieczyszczeń powietrza dominował dwutlenek azotu.

Znacznie większym problemem wydaje się natomiast zakwaszanie środowiska leśnego występujące na niektórych obszarach. Wskazuje na to niski odczyn opadów na otwartej powierzchni, który w roku 2012 przyjmował miesięczne wartości pH w zakresie od 4,0 do 7,2. Najniższe średnie roczne wartości pH odnotowano dla opadów z powierzchni w Bielsku, Szklarskiej Porębie i Birczy ( $\text{pH}<5,0$ ). Opady z tych miejsc w żadnym miesiącu nie były wyższe niż 5,9. Zbliżone wyniki odzwierciedla inna miara zakwaszenia środowiska – pojemność zobojętniania kwasów (ANC), która była ujemna na wszystkich SPO MI z wyjątkiem Białowieży. Aż 89% miesięcznych opadów miało ujemne wartości ANC. Najniższa wartość ANC charakteryzowała powierzchnie zlokalizowane w Krotoszynie, Kruczu, Bielsku i Birczy. Również depozyt jonów zakwaszających w ciągu całego roku stanowił od 43% do 66% całkowitego ładunku molarnego. Najmniejszy udział tych jonów stwierdzono, na SPO MI Polski północno-wschodniej (Białowieża - 43%, Suwałki - 51%), największy zaś w południowej części kraju - Szklarska Poręba, Bircza i Bielsko (60-62%) oraz centralnej - Krucz, Strzałowo i Krotoszyn (64-66%). Podobne, chociaż nieco korzystniejsze były właściwości kwasowo-zasadowe podkapowych wód opadowych. Obniżona wartość pH (poniżej 5,0) wystąpiła w 35% zbadanych prób. W okresie zimowym średnie miesięczne pH poniżej 4,5 zarejestrowano w nadleśnictwach górskich i podgórskich (Bircza, Szklarska Poręba, Bielsko), oraz w innych rejonach Polski (Łąck, Chojnów, a nawet Białowieża i Strzałowo). Najniższe średnie roczne pH opadów występowało w Szklarskiej

Porębie, Zawadzkim, Birczy oraz w Chojnowie i Kruczu. W porównaniu z wodami opadowymi z otwartej przestrzeni udział opadów podkoronowych z ujemnymi wartościami ANC (pojemność zobojętniania kwasów) był nieco niższy i wynosił 53%. Ujemne wartości ANC, związane z przewagą jonów wolnych kwasów, występowały głównie w okresie zimowym, co wiąże się z wzmożonymi emisjami zanieczyszczeń w związku z sezonem grzewczym. Podobnie jak w opadach na otwartej przestrzeni, na wszystkich powierzchniach obserwacyjnych ANC półrocza zimowego było niższe niż w półroczu letnim. Przewaga wolnych kwasów w opadach podokapowych w całym roku (średnie roczne  $ANC < 0$ ) była znacząca w Zawadzkim (So,  $-120 \mu eq \cdot dm^{-3} \cdot rok^{-1}$ ), Szklarskiej Porębie (Św,  $-48 \mu eq \cdot dm^{-3} \cdot rok^{-1}$ ) oraz Kruczu (So,  $-19 \mu eq \cdot dm^{-3} \cdot rok^{-1}$ ) (brak danych dla Bielska w związku z zaprzestaniem pomiarów).

W badanych roztworach glebowych średnie pH na SPO MI wynosiło od 4,12 do 6,17 na głębokości 25 cm oraz od 4,43 do 7,39 na głębokości 50 cm. Najbardziej kwaśne roztwory występowały w górskim drzewostanie świerkowym w Bielsku oraz w drzewostanie sosnowym w Zawadzkim z pH 4,1 na głębokości 25 cm i 4,4 na głębokości 50 cm. Również w Kruczu i Chojnowie, w drzewostanach sosnowych na lekkich glebach pH roztworów glebowych do głębokości 50 cm nie przekraczało 4,5. Podobnie kwaśny odczyn roztworów glebowych występował na 25 cm głębokości w obu drzewostanach dębowych w Krotoszynie i Łącku, przy czym w Krotoszynie pH roztworów na głębszym poziomie było znacznie wyższe i przekroczyło 6,2. Silnie kwaśnemu odczynowi roztworów glebowych z SPO MI Bielsko towarzyszył bardzo niski (poniżej 10%) udział zasad w całkowitej sumie jonów. Na powierzchniach w Kruczu, Chojnowie i Zawadzkim był on niewiele większy i nie przekraczał 20%. Ponadto roztwory glebowe z powierzchni położonych w Nadl. Bielsko, Szklarska Poręba, Chojnów, Gdańsk, Krucz i Zawadzkie cechował niski stosunek sumy jonów zasadowych (Ca, Mg i K) do glinu (Al), na obu głębokościach mieścił się on w zakresie od 0,2 do 0,6, czyli znacznie poniżej jedności, uznawanej za bezpieczną dla rozwoju i funkcjonowania korzeni roślin. Wskazuje to na ograniczoną zdolność gleb na tych powierzchniach do kompensowania zakwaszania i potencjalną niestabilność ekosystemu leśnego i rosnących na nich drzewostanów. Koresponduje to z wynikami badań przeprowadzonych na skalę europejską w ramach ICP Forests, wg których gleby leśne z obszaru Polski cechują się bardzo niskimi wartościami buforującymi i są zagrożone zakwaszeniem (Cools, de Vos, 2013).

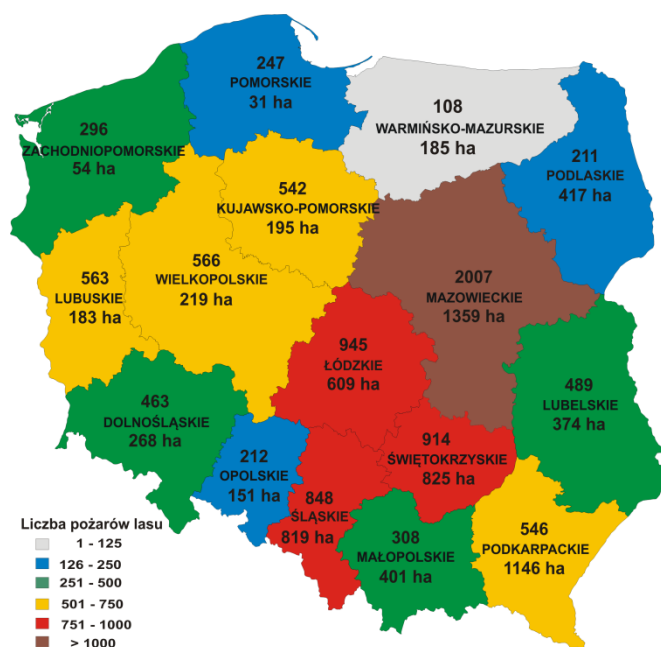
## CZĘŚĆ III INFORMACJE OGÓLNE I PODSUMOWANIE

### 12. POŻARY LASÓW - JÓZEF PIWNICKI I RYSZARD SZCZYGIEL

W roku 2012 powstało w lasach 9 265 pożarów, w tym na terenach Lasów Państwowych 3 112 (33,6% wszystkich pożarów). Ogółem powierzchnia spalona wynosiła 7 235 ha, w tym w LP - 1 216 ha (16,8% całości). Średnia powierzchnia jednego pożaru wyniosła 0,78 ha, w LP - 0,39 ha, w lasach pozostałych własności - 0,98 ha.

W większości sezon palności charakteryzował się występowaniem przeciętnego zagrożenia pożarowego lasu ( $OSZPL < 1,5$ ). Procentowy udział występowania 3. stopnia zagrożenia pożarowego dla sezonu palności wynosił średnio 22%. W maju osiągnął maksymalną wartość (52%), minimalną we wrześniu (7%). Najbardziej palnym miesiącem w 2012 r. był marzec (26,3% pożarów), następnie maj (24,5%) i kwiecień (21,5%). Najmniej pożarów w sezonie palności (IV-IX) powstało w czerwcu (5,2%) i wrześniu (5,8%).

Najwięcej pożarów zarejestrowano na terenie województwa mazowieckiego (2 007 - 22% ogólnej liczby), najmniej - w województwach warmińsko-mazurskim (108), podlaskim (211) i opolskim (212). Największe powierzchnie spalone odnotowano w województwie mazowieckim (1 359 ha), podkarpackim (1 146 ha), świętokrzyskim (825 ha) i śląskim (819 ha), a najmniejsze w pomorskim (31 ha) i zachodniopomorskim (54 ha) (Rys. 20).



**Rys. 20.** Liczba pożarów lasu i powierzchnia spalona w województwach w 2012 r.

Najwięcej pożarów w LP powstało w RDLP Katowice (516), Radom (389), Zielona Góra (350) i Wrocław (311). Największą powierzchnię (45%) objęły pożary na w RDLP Katowice (410 ha) i Radom (140 ha). W 6 dużych pożarach (> 10 ha) spłonęło 137 ha lasu (w RDLP Katowice 3 pożary, w RDLP Krosno, Poznań i Radom po 1 pożarze). Ponadto na terenach użytkowanych przez wojsko odnotowano 7 dużych pożarów (RDLP Lublin - 4 i RDLP Białystok - 3), gdzie spłonęło 323 ha

wrzosowisk. Łącznie w kraju powstało 52 dużych pożarów oraz 3 bardzo duże (> 100 ha).

Głównymi przyczynami pożarów w LP były podpalenia (40%) oraz nieostrożność dorosłych (20%). W lasach wszystkich własności 42,7% pożarów powstało wskutek podpalen, 30,5% z powodu nieostrożności dorosłych a przyczyn 19,8% pożarów nie ustalono.

W roku 2011 powstało w lasach 9265 pożarów. Ogółem spłonęły lasy na powierzchni 7235 ha, w LP powierzchnia spalona wyniosła 1216 ha. Średnia powierzchnia jednego pożaru w wyniosła 0,78 ha, w LP - 0,39 ha, w lasach pozostałych form własności - 0,98 ha.

Najwięcej pożarów, zarejestrowano na terenie województwa mazowieckiego (2007 - 22% ogólnej liczby), najmniej w województwie warmińsko-mazurskim (108). Najwięcej pożarów w LP powstało w RDLP Katowice (516).

Największe zagrożenie pożarowe lasu występowało w maju, czerwcu i kwietniu.

### **13. OCENA WARUNKÓW HYDROLOGICZNYCH NA PODSTAWIE BADAŃ W MAŁYCH ZLEWNIACH LEŚNYCH - ANDRZEJ STOLAREK, JAN TYSZKA**

Ocena warunków hydrologicznych lasu wykonana została na podstawie prowadzonych pomiarów opadu, odpływu i poziomu wód gruntowych w zlewniach czterech rzek reprezentatywnych dla wybranych krain przyrodniczo-leśnych. Są to:

**1. Zlewnia rzeki Lebiedzianki** (pow. 57,2 km<sup>2</sup>, 126 m n.p.m., średni roczny opad atmosferyczny = 609 mm) w dorzeczu rzeki Biebrzy, (Nadl. Augustów, siedliska Bśw, OIJ i BMw, przewaga drzewostanów sosnowych z udziałem olszy, brzozy i świerka).

**2. Zlewnia rzeki Turki** (pow. 24,9 km<sup>2</sup>, 110 m n.p.m., średni roczny opad = 619 mm), dopływ Narwi (Nadl. Ostrów Mazowiecka, siedliska borowe z przewagą drzewostanów sosnowych z niewielkim udziałem (1,9%) drzewostanów liściastych i domieszką świerka.

**3. Zlewnia rzeki Czartusowej** (pow. 12,9 km<sup>2</sup>, 203 m n.p.m., śr. roczny opad = 674 mm) w dorzeczu rzeki Bukowej (Nadl. Janów Lubelski, dominują siedliska LMw i BMw, z przewagą drzewostanów sosnowych i z dużym udziałem jodły i olszy)

**4. Zlewnia potoku Czerniawka** (pow. 0,93 km<sup>2</sup>, 876 m n.p.m., śr. roczny opad = 1304 mm) w dorzeczu rzeki Kamiennej (Nadl. Szklarska Poręba, starodrzew świerkowy na siedliskach BMG i BG).

#### **Ogólna ocena warunków wodnych w zlewniach leśnych w 2012 roku**

Ubiegły rok charakteryzował się opadami na ogół niższymi niż średni roczny, co spowodowało przerwanie rosnącego trendu opadu obserwowanego w latach 2005 - 2010. Szczególnie suchy były okres początkowy (listopad) i końcowy półrocza zimowego (marzec oraz przełom kwietnia i maja.) Jako mokre można uznać jedynie miesiące środka zimy z dużą liczbą dni z opadem oraz czerwiec i lipiec, a także październik z opadami intensywnymi.

Zarówno wielkości jak i okresowy rozkład opadu, odpływu i poziomu wody wykazywały różnice w rejonach prowadzonych badań (Tab. 12). W poszczególnych zlewniach warunki wodne charakteryzowały się następującymi parametrami:

Tab. 12. Półroczne i roczne wartości wskaźnika opadu (P) i odpływu (H) w wybranych zlewniach badawczych w roku 2012 na tle średnich wielkości z wielolecia

| L.p.                                                 | Rok           | P <sub>Z</sub> | P <sub>L</sub><br>(mm) | P <sub>R</sub> | H <sub>Z</sub> | H <sub>L</sub><br>(mm) | H <sub>R</sub> | P <sub>R</sub> -H <sub>R</sub><br>(mm) | H <sub>R</sub> /P <sub>R</sub> | H <sub>L</sub> /H <sub>R</sub> |
|------------------------------------------------------|---------------|----------------|------------------------|----------------|----------------|------------------------|----------------|----------------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| Puszcza Augustowska: rz. Lebedzianka - Lebedzin      |               |                |                        |                |                |                        |                |                                        |                                |                                |
| 1                                                    | 2012          | 208,0          | 266,0                  | 474,0          | 49,1           | 23,6                   | 72,6           | 401,4                                  | 0,153                          | 0,325                          |
| 2                                                    | śr 1966-2012  | 225,0          | 379,1                  | 604,1          | 111,7          | 56,7                   | 168,4          | 435,7                                  | 0,279                          | 0,337                          |
| różnica 1-2                                          |               | -17,0          | -113,1                 | -130,1         | -62,6          | -33,1                  | -95,8          | -34,3                                  | -0,126                         | -0,012                         |
| Puszcza Biała: rz. Turka - Brok                      |               |                |                        |                |                |                        |                |                                        |                                |                                |
| 3                                                    | 2012          | 214,0          | 497,0                  | 711,0          | 37,2           | 56,9                   | 94,0           | 617                                    | 0,132                          | 0,605                          |
| 4                                                    | śr. 1979-2012 | 241,5          | 393,3                  | 634,8          | 46,1           | 34,9                   | 81,0           | 553,8                                  | 0,128                          | 0,431                          |
| różnica 3-4                                          |               | -27,5          | 103,7                  | 76,2           | -8,9           | 22,0                   | 13,0           | 63,2                                   | 0,171                          | 1,692                          |
| Lasy Janowskie: rz. Czartusowa - Szklarnia           |               |                |                        |                |                |                        |                |                                        |                                |                                |
| 5                                                    | 2012          | 165,0          | 366,0                  | 531,0          | 50,4           | 20,3                   | 70,7           | 460,3                                  | 0,133                          | 0,287                          |
| 6                                                    | śr. 1979-2012 | 266,1          | 414,9                  | 681,0          | 130,4          | 56,3                   | 186,7          | 494,3                                  | 0,274                          | 0,302                          |
| różnica 5-6                                          |               | -101,1         | -48,9                  | -150,0         | -80,0          | -36,0                  | -116,0         | -34                                    | 0,773                          | 0,310                          |
| Lasy Karkonoskie: rz. Czerniawka - Droga nad Reglami |               |                |                        |                |                |                        |                |                                        |                                |                                |
| 7                                                    | 2012          | 674,0          | 616,0                  | 1289,0         | 443,4          | 194,1                  | 637,6          | 651,4                                  | 0,495                          | 0,304                          |
| 8                                                    | śr. 1993-2012 | 609,3          | 708,5                  | 1317,8         | 459,7          | 317,1                  | 776,8          | 541                                    | 0,589                          | 0,408                          |
| różnica 7-8                                          |               | 64,7           | -92,5                  | -28,8          | -16,3          | -123,0                 | -139,2         | 110,4                                  | -0,095                         | -0,104                         |

**Zlewnia rzeki Lebedzianki** - Od dwóch lat opad atmosferyczny jest mniejszy niż 500 mm, co rzutowało na odpływ w 2012 r. najniższy od 9 lat, ze szczególnie niskimi wielkościami w okresie sierpień–wrzesień. Odpływ w skali roku stanowił 15,3% opadu i był blisko dwukrotnie niższy od średniego współczynnika odpływu z wielolecia. Odnotowano 169 dni z opadem z najmniejszą ich liczbą w okresie marzec-maj. Po niskich wezbraniach roztopowych w lutym, największa kulminacja odpływu pozimowego 11,2 l/s km<sup>2</sup> miała miejsce w dniu 25.02. Najwyższy poziom wody gruntowej w siedlisku BMW utrzymywał się w kwietniu, po czym obniżył się pod koniec września o 40cm, do czego przyczyniły się jedynie śladowe opady w okresach: 12. 03 - 30.03, 20.04 - 10.05 i 21.07 - 6.08.

**Zlewnia rzeki Turki** - Kształtowanie się warunków wodnych było tu zdominowane przez tornado, jakie nawiedziło teren Puszczy Białej w dniu 20 czerwca. Zjawisko cechowało się silnym huraganowym wiatrem połączonym z opadem przewyższającym 100 mm.

Na łączną sumę opadu 711 mm złożyły się znaczne opady w czerwcu i sierpniu, oraz relatywnie niskie opady pozostałych miesięcy. Długie okresy bezdeszczowe wystąpiły w lutym i marcu. W całym roku hydrologicznym odnotowano 157 dni z opadem.

Okres relatywnie niskich stanów wody w miesiącach zimowych został zakończony kulminacją odpływu w dniu 24.02  $q = 13,5$  l/s km<sup>2</sup>. Pozostały okres cechował się dużym odpływem z kulminacją  $q = 38,17$  l/s km<sup>2</sup> w dniu 20 czerwca. Nawalny opad w czerwcu

spowodował w ciągu kilku dni podniesienie się wód gruntowych siedliska BMśw o 32 cm z najwyższym stanem 119 cm p.p.t.w dniu 22. 06. Poprawił się stan zasobów wody gruntowej, której poziom ma w ostatnich latach tendencję wzrostową i w porównaniu z suchym rokiem 2006 podniósł się w siedlisku BMśw o 100 cm.

**Zlewnia rzeki Czartusowej** - Opad roczny 531mm był najniższy od 2003 r. i wywołał odpływ 70,7mm ( najniższy od początku badań). Pomimo tak małego odpływu miały miejsce trzy wysokie wezbrania o podobnej kulminacji przepływu 112 l/s km<sup>2</sup>, które wystąpiły w dniach 2 marca, 16 czerwca i 29 października. Zostały one spowodowane roztopami, względnie poprzedzone o dwie doby opadami około 33 mm. Minimalne odpływy wystąpiły we wrześniu (brak deszczu pomiędzy 28sierpnia a 18 września). Łączna liczba dni z opadem wyniosła 174.

Atmosferycznie suchy rok 2012 pogłębił tendencję do obniżania się poziomu wód gruntowych siedlisk wilgotnych, zaznaczoną już w 2011 r. Średnia głębokość zalegania wód gruntowych była jednak wyższa od średniej wieloletniej, ale w najsuchszym miesiącu (wrześniu) była równie niska jak w suchym roku 2006.

**Zlewnia potoku Czerniawka** - Opad roczny 1289 mm, bliski wartości średniej rocznej, charakteryzował się bardzo zróżnicowanym rozkładem wielkości miesięcznych. Obok miesięcy bardzo suchych: listopad, marzec, maj i wrzesień wystąpiły obfite opady na przełomie roku oraz w lipcu. Odnotowano 226 dni z opadem. Na sumę 196 mm opadu lipcowego złożyły się dwa dobowe opady bliskie 50 mm. Wywołały one kulminację przepływu dwukrotnie mniejszą, niż roztopy w dniu 16 kwietnia, o największym wezbraniu w roku  $q=138,4$  l/s km<sup>2</sup>. Łączny odpływ w roku wynosił 637,6 mm i był bliski wartościom opadu półroczy letniego i zimowego.

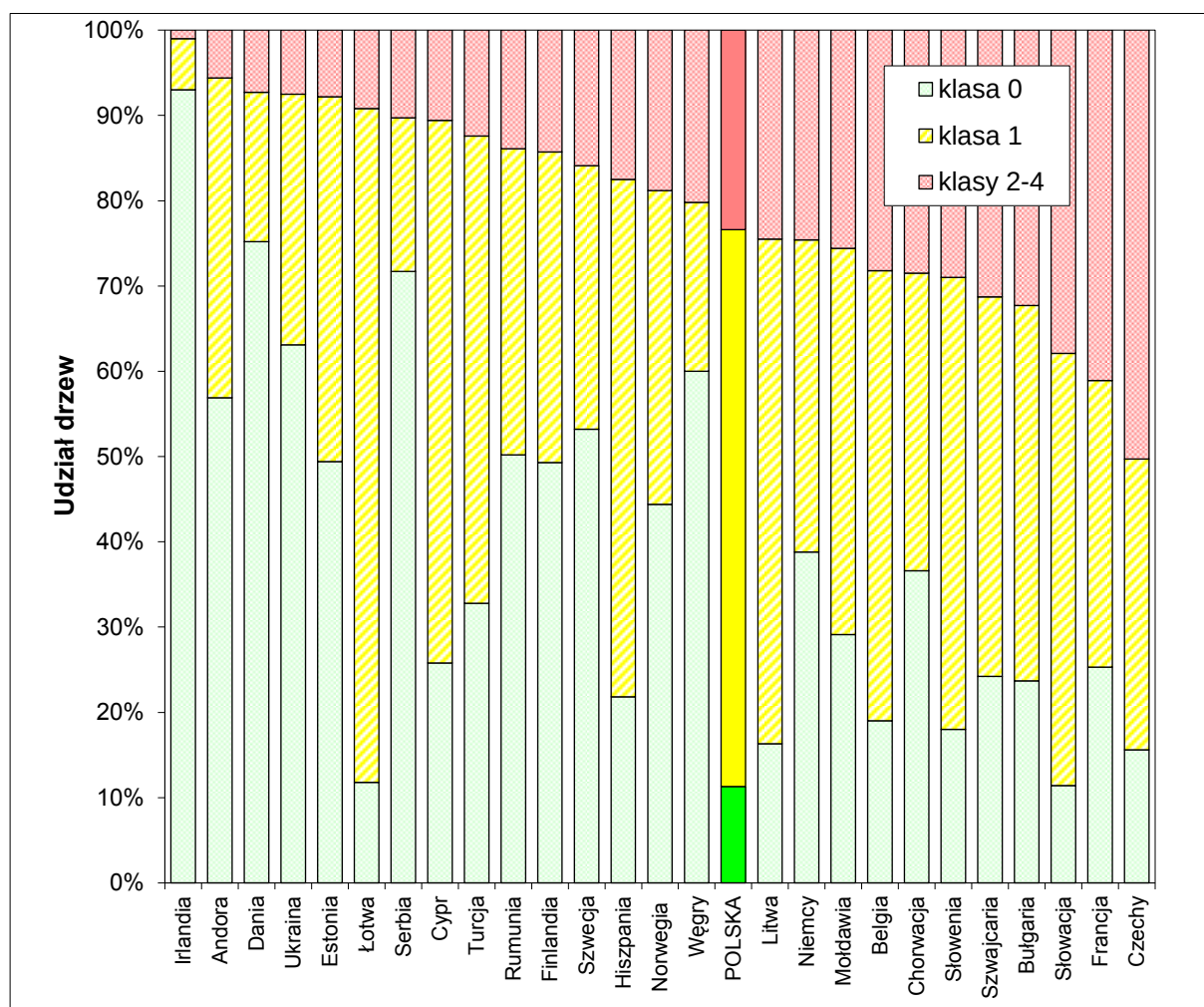
Opady okresu zimy tylko w chłodniejszych rejonach kraju spowodowały kumulację pokrywy śnieżnej, a następnie roztopy i wezbrania odpływu zapoczątkowane już w III dekadzie lutego. Podwyższone stany wody trwały tam do końca maja. W środkowej Polsce wezbrania pozimowe miały charakter łagodny, najwyższe kulminacje przepływu wystąpiły w zlewniach nizinnych nie po roztopach, ale w czerwcu, jako efekt dużych opadów dobowych. Ich intensywność dwukrotnie była rzędu: 20 mm w zlewni Lebedzianki, przekraczająca 30 mm w zlewni Czartusowej i 50 mm w górskiej zlewni potoku Czerniawka. Niemal najwyższy opad dobowy (102 mm) w okresie prowadzenia pomiarów od 1994 r., odnotowany w Puszczy Białej 20 czerwca poprzedzony był dwoma terminami opadu ok. 30mm. Pomimo średniego, lub niskiego rocznego opadu jego duża okresowa intensywność miała wpływ na utrzymanie się relatywnie wysokiego poziomu wód gruntowych, które w siedlisku BMw i BMśw w zlewniach rzecznych na północy kraju miały najniższe położenie w końcu września. W Puszczy Białej, gdzie wystąpiła trąba powietrzna z towarzyszącym jej oberwaniem chmury, poziom wody gruntowej w porównaniu z suchym rokiem 2006 podniósł się o blisko 1,0 m.



## 14. STAN ZDROWOTNY LASÓW W POLSCE NA TLE STANU LASÓW W EUROPIE - JADWIGA MAŁACHOWSKA

**Porównania poziomu uszkodzenia** drzewostanów w Polsce z innymi krajami Europy dokonano na podstawie raportu "Forest Condition in Europe - 2013 Technical Report of ICP Forests" (UNECE, Hamburg, 2013).

Polska znalazła się w grupie krajów, w których udział drzew uszkodzonych (powyżej 25% defoliacji, klasy defoliacji 2 do 4) był podwyższony. W naszym kraju udział drzew w tych klasach wynosił: 23,4% dla badanych gatunków razem, 22,3% - dla gatunków iglastych i 25,5% - dla gatunków liściastych.



**Rys. 21.** Udział drzew w klasach defoliacji w krajach Europy w 2012 r. na podst. krajowych inwentaryzacji (gatunki razem) według rosnących wartości klas 2-4

Wyższy niż w Polsce udział drzew uszkodzonych dla gatunków razem zanotowano w 12 krajach (od 24,5% do 50,3% drzew), dla gatunków iglastych – w 11 krajach (od 23,1% do 56,7% drzew), dla gatunków liściastych – również w 11 krajach (od 25,6% do 45,9% drzew).

Udział drzew zdrowych (do 10% defoliacji, klasa defoliacji 0) był w Polsce dla gatunków razem najniższy w porównaniu z innymi krajami i wynosił 11,3%. Dla gatunków iglastych wynosił 8,7%, dla gatunków liściastych - 16,1% (Rys. 21). Dla gatunków iglastych niższy niż w Polsce udział drzew zdrowych zanotowano na Słowacji (6,7% drzew), dla gatunków liściastych - na Łotwie (8,8%), na Słowacji (14,6%) i w Słowenii (15,5%)

Dobłą kondycją zdrowotną (do 15% drzew w klasach defoliacji 2-4 oraz ponad 45% drzew w klasie 0) charakteryzowały się drzewostany (gatunki razem) Irlandii, Danii, Serbii, Ukrainy, Andory, Rumunii, Estonii i Finlandii. Niski udział drzew uszkodzonych (9,2%), ale również niski udział drzew zdrowych (11,8%) zanotowano na Łotwie (Rys. 21).

Wysokie uszkodzenie (powyżej 30% drzew w klasach defoliacji 2-4 oraz do 20% drzew w klasie 0) wystąpiło w drzewostanach (gatunki razem) Czech i Słowacji. Wysoki udział drzew w klasach defoliacji 2-4 (powyżej 30% drzew), ale również wysoki udział drzew w klasie 0 (powyżej 20% drzew) zanotowano we Francji, Szwajcarii, Bułgarii i Włoszech.

W 2012 r. dobrą kondycją zdrowotną (do 15% drzew w klasach defoliacji 2-4 oraz ponad 45% drzew w klasie 0) charakteryzowały się drzewostany (gatunki razem) Irlandii, Danii, Serbii, Ukrainy, Andory, Rumunii, Estonii i Finlandii.

Wysokie uszkodzenie (powyżej 30% drzew w klasach defoliacji 2-4 oraz do 20% drzew w klasie 0) wystąpiło w drzewostanach (gatunki razem) Czech i Słowacji.

## 15. 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.
- Biuletyny IMGW z lat 2008-2012
- Chang S.-C. & Matzner E., (2000). *The effect of beech stemflow on spatial patterns of soil solution chemistry and seepage fluxes in a mixed beech/oak stand*. *Hydrological Processes*, 14, 135-144.
- Chapman, P. J., Clark, J. M., Reynolds, B & Adamson, J. K., (2008). *The influence of organic acids in relation to acid deposition in controlling the acidity of soil and stream waters on a seasonal basis*. *Environmental Pollution*, 152, 110-120.
- Cools, de Vos, 2013
- Forest Condition in Europe - 2013 Technical Report of ICP Forests* (UNECE, Hamburg, 2013)
- Gundersen, P., & Rasmussen, L. (1995). *Nitrogen mobility in a nitrogen limited forest at Klosterhede, Denmark, examined by  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  addition*. *Forest Ecology and Management*, 71, 75–88.
- Gundersen, P., Emmett, B. A., Kjønnaas, O. J., Koopmans, C. J., & Tietema, A. (1998). *Impact of nitrogen deposition on nitrogen cycling in forests : a synthesis of NITREX data*. *Forest Ecology and Management*, 101, 37–55.
- Johnson, M. S., & Lehmann, J. (2006). *Double-funneling of trees: Stemflow and root-induced preferential flow*. *Écoscience*, 13(3), 324–333.
- Kowalska A. & Janek M. (2009). *Precipitation chemistry in a forested study area of the Chojnów Forest District in the years 2004-2007*. *Journal of Water and Land Development*, 13a, 283-297.
- Kristensen H. L., Gundersen P., Callesen I., Reinds G. J., (2004). *Throughfall Nitrogen Deposition Has Different Impacts on Soil Solution Nitrate Concentration in European Coniferous and Deciduous Forests*. *Ecosystems*, 7: 180–192
- Krochmal D. & Kalina A. (1997a). *Technical note. A method of nitrogen dioxide and sulphur dioxide determination in ambient air by use of passive samplers and ion chromatography*. *Atmospheric Environment* 31(20): 3473–3479
- Krochmal D. & Kalina A. (1997b). *Measurements of nitrogen dioxide and sulphur dioxide concentrations in urban and rural areas of Poland using a passive sampling method*. *Environmental Pollution* 96(3): 401-7.
- 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.

Rasmussen, L. (1998). *Effects of afforestation and deforestation on the deposition, cycling and leaching of elements*. Agriculture, Ecosystems & Environment, 67, 153–159.

Rihm, B. (1996). *Critical Loads of Nitrogen and their Exceedances. Eutrophying Atmospheric Deposition. Report on mapping critical loads of nutrient nitrogen for Switzerland, produced within the work programme under the Convention on Long- Range Transboundary Air Pollution of the United Nations Economic Commission for Europe (UN/ECE)*. Federal Office of Environment, Forests and Landscape (FOEFL), Berne, pp. 74.

*Rocznik Statystyczny Rzeczypospolitej Polskiej 2012. Rok LXXII, Główny Urząd Statystyczny, Warszawa 2012 [dostęp: 5 kwietnia 2013 r.]*  
[http://www.stat.gov.pl/cps/rde/xbcr/gus/RS\\_rocznik\\_statystyczny\\_rp\\_2012.pdf](http://www.stat.gov.pl/cps/rde/xbcr/gus/RS_rocznik_statystyczny_rp_2012.pdf)

*Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 24 sierpnia 2012 r. w sprawie poziomów niektórych substancji w powietrzu* (Dz. U. z dn. 18 września 2012, poz. 1031).

Schrumpf M., Zech W, Lehmann J., V.C. Lyaruu H. (2006). *TOC, TON, TOS and TOP in rainfall, throughfall, litter percolate and soil solution of a montane rainforest succession at Mt. Kilimanjaro, Tanzania*. Biogeochemistry, 78: 361–387

Schwärzel, K., Ebermann, S., & Schalling, N. (2012). *Evidence of double-funneling effect of beech trees by visualization of flow pathways using dye tracer*. Journal of Hydrology, 470-471, 184–192.

Semenov et al., 1998

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.

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

## 16. SPIS TABEL

Tabela 1. Liczba SPO I rzędu w lasach wszystkich form własności, zestawienie według gatunków w układzie krain - 2012 r.

Tabela 2. Liczba SPO I rzędu wg form własności w układzie krain - 2012 r.

Tabela 3. Średnia defoliacja monitorowanych gatunków według form własności - 2012 r.

Tabela 4. Średnia defoliacja drzew [%] na SPO I rz. wg gatunków w układzie RDLP, w kolejności malejących wartości w kolumnie "Gat. razem" - wiek > 20 lat, wł. Lasy Państwowe, 2012 r.

Tabela 5. Średnia defoliacja drzew [%] na SPO I rz. wg gatunków w ukł. województw, w kolejności malejących wartości w kolumnie "Gat. razem" - wiek > 20 lat, wszystkie formy własności, 2012 r.

Tabela 6. Średnia defoliacja drzew [%] na SPO I rz. wg gatunków w układzie krain, w kolejności malejących wartości w kolumnie "Gat. razem" - wiek > 20 lat, wszystkie formy własności, 2012 r.

Tabela 7. Występowanie uszkodzeń drzew monitorowanych gatunków w wyróżnionych klasach wieku

Tabela 8. Najczęściej występujące lokalizacje, symptomy i czynniki sprawcze uszkodzeń na drzewach monitorowanych gatunków - 2012 r.

Tabela 9. Liczba i udział [%] wyróżnionych kategorii czynników sprawczych na uszkodzonych drzewach badanych gatunków - 2012 r.

Tabela 10. Średnie wartości miesięczne temperatur powietrza i gleby, wilgotności i promieniowania oraz miesięczne sumy opadów z 12 stacji meteorologicznych łącznie na SPO MI w 2012 r.

Tabela 11. Depozyt całkowity [ $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ] (bez RWO) wniesiony z opadami na SPO MI w 2012 r.

Tabela 12. Półroczne i roczne wartości wskaźnika opadu (P) i odpływu (H) w wybranych zlewniach badawczych w roku 2012 na tle średnich wielkości z wielolecia

## 17. SPIS RYSUNKÓW

Rysunek 1. Rozmieszczenie stałych powierzchni obserwacyjnych I i II rzędu oraz powierzchni monitoringu intensywnego (MI) w krainach przyrodniczo-leśnych

Rysunek 2. Udział drzew monitorowanych gatunków w klasach defoliacji w 2012 roku. Wiek powyżej 20 lat. Wszystkie formy własności.

Rysunek 3. Udział drzew monitorowanych gatunków w klasach defoliacji w 2012 roku. Wiek powyżej 20 lat. Lasy w zarządzie Lasów Państwowych.

Rysunek 4. Udział drzew monitorowanych gatunków w klasach defoliacji w 2012 roku. Wiek powyżej 20 lat. Lasy prywatne.

Rysunek 5. Poziom uszkodzenia lasów w roku 2012 na podstawie oceny defoliacji na stałych powierzchniach obserwacyjnych z wyróżnieniem 3 klas defoliacji

Rysunek 6. Uszkodzenie drzew oraz suma opadów w sezonie wegetacyjnym (IV-IX) w latach 2008-2012 w krainach

Rysunek 7. Rozmieszczenie SPO I i II rzędu oraz powierzchni Monitoringu Intensywnego na obszarach Natura 2000 (stan na koniec 2012 r.)

Rysunek 8. Poziom uszkodzenia lasów na obszarach Natura 2000 na podstawie oceny defoliacji na stałych powierzchniach obserwacyjnych - 2012 r.

Rysunek 9. Suma opadu bezpośredniego [ $\text{mm}$ ] (prawa oś) oraz udział depozytu w sezonie letnim (V-X) i zimowym (I-IV, XI-XII) na SPO MI w 2012 r.

Rysunek 10. Średnie pH roczne, sezonu letniego (V-X) i zimowego (I-IV i XI-XII) na SPO MI w 2012 roku w opadach na otwartej przestrzeni

Rysunek 11. Pojemność zobojętniania kwasów (ANC) [ $\mu\text{eq}\cdot\text{dm}^{-3}$ ] w opadach na otwartej przestrzeni na SPO MI średnio rocznie, średnio w okresie zimowym (miesiące I-IV i XI-XII) i letnim (V-X) w 2012 r.

Rysunek 12. Ładunek jonów [ $\text{kmol}_c\cdot\text{ha}^{-1}$ ] oraz stosunek depozytu jonów kwasotwórczych do zasadowych w opadach na otwartej przestrzeni na SPO MI w 2012 r.

Rysunek 13. Roczny przebieg stężeń  $\text{SO}_2$  w powietrzu na SPO MI w 2012 r.

Rysunek 14. Roczny przebieg stężeń  $\text{NO}_2$  w powietrzu na SPO MI w 2012 r.

Rysunek 15. pH opadów podkoronowych na SPO MI w 2012 r.

Rysunek 16. Pojemność zobojętniania kwasów (ANC) [ $\mu\text{eq}\cdot\text{dm}^{-3}$ ] w opadach podkoronowych na SPO MI w 2012 r. Średnie dla okresu zimowego (miesiące I-IV i XI-XII) i letniego (V-X)

Rysunek 17. Pojemność zobojętniania kwasów (ANC) [ $\mu\text{eq}\cdot\text{dm}^{-3}$ ] w opadach podkoronowych na SPO MI w 2012 r. Średnie dla okresu zimowego (miesiące I-IV i XI-XII) i letniego (V-X)

Rysunek 18. Ładunek jonów [ $\text{kmol}_c\cdot\text{ha}^{-1}$ ] oraz stosunek depozytu jonów kwasotwórczych do zasadowych w opadach podkoronowych na SPO MI w 2012 r.

Rysunek 19. Suma stężeń jonów w roztworach glebowych na głębokości 25 i 50 cm (oznaczenie z lewej strony pionowej osi wykresu) na SPO MI w 2012 r.

Rysunek 20. Liczba pożarów lasu i powierzchnia spalona w województwach w 2012 r.

Rysunek 21. Udział drzew w klasach defoliacji w krajach Europy w 2012 r. na podst. krajowych inwentaryzacji (gatunki razem) według rosnących wartości klas 2-4