

Janusz Czerepko¹

Zmiany roślinności na siedlisku olsu jesionowego w lasach północno-wschodniej Polski

Vegetation dynamics of ash-alder swamp forests in north-eastern Poland

Abstract. The habitat of ash-alder swamp forest, was studied in a phytosociological context. A census of changes in the species composition of natural communities was performed 40 years after the original survey had been carried out in 31 relevés located in natural forests. The study sites were localized in Augustów and Białowieża nature reserves.

Re-sampling of relevés followed the same Braun-Blanquet assumptions as previously. The chemical characteristics from nine soil cores were also analysed, and the peat thickness and ground water table level were measured close to every vegetation sample. Phytosociological surveys were conducted in both spring and summer. Comparative analysis of vegetation data from the two periods (old - new relevés) was performed for selected variables: species richness, layers cover, ecological indicator values, number of occurrences and cover coefficients of species and syntaxonomical groups.

The analysis of changes in the natural communities of vegetation occurring on ash-alder swamp forest habitat over the last 40 years indicated that decreasing humidity has caused the succession of ash-alder swamp forest to moist variants of oak-lime-hornbeam forest. An increase in cover of the understorey layer (and parallel decrease in cover of the moss layer) was evident in every sample. The species richness increased significantly over time, but this was mainly caused by the increasing number of species in the herbal flora. The species richness increasing significantly, but it was mainly caused by increasing of species number in herbal flora.

Key words: syntaxonomical group of species, Białowieża and Augustów forests, ecological indicator values, soil features

1. Wstęp

Najczęstszym typem lasu na siedlisku olsu jesionowego (OIJ) jest w Polsce łęg jesionowo-olszowy *Fraxino-Alnetum* Oberd. 1953 (Matuszkiewicz J. M. 2008). OIJ zajmuje terasy cieków naturalnie meandrujących i o niewielkim przepływie bądź też obszary źródlisk, gdzie tworzą się gleby murszaste, deluwialne, murszowo-torfowe, czarne ziemie oraz gruntowo-glejowe (Sokołowski 1980; Czerepko et al. 2009a). Ze względu na małą deniwelację wzdłuż cieków i utrudniony przepływ, a przez to występowanie częstych i stosunkowo długich okresów zalewów (szczególnie w okresie wiosennym), immanentną cechą olsu jesionowego jest

występowanie ograniczonego zabagnienia siedliska (Matuszkiewicz J.M. 2008). Objawia się to zarówno w warunkach glebowych, jak i składzie florystycznym zbiorowiska. Istotnym czynnikiem wpływającym na różnorodność gatunkową lasów łęgowych jest frekwencja oraz zmienność przestrzenna zalewów. Z badań prowadzonych w lasach łęgowych na Alasce wynika, że liczba gatunków roślin rosła wraz z liczbą zalewów, osiągała maksimum przy 11–14 wezbraniach w ciągu roku, a następnie malała (Pollock et al. 1998).

Z drugiej strony większość siedlisk OIJ położonych jest nad ciekami wodnymi, które w przeszłości podlegały regulacji m.in. „prostowaniu” i pogłębianiu koryt. Powyższe zabiegi hydromelioracyjne przyczyniły się do

¹ Instytut Badawczy Leśnictwa, Zakład Ekologii Lasu, Sękocin Stary, ul. Braci Leśnej 3, 05–090 Raszyn;
Fax +48 22 7200397, e-mail: j.czerepko@ibles.waw.pl

ograniczenia zalewów i tym samym doprowadziły do zakłócenia dotychczasowych stosunków wodnych i procesów glebotwórczych zachodzących w siedliskach olsów jesionowych (Klimo 2008). Zniekształcone siedliska OIJ najczęściej podlegają zabiegom restytucji w ramach realizacji programów tzw. małej retencji (Czerepko et al. 2009b).

Dotychczasowe badania nad zmianami roślinności w zbiorowiskach łągów jesionowo-olszowych dotyczyły głównie warstwy drzew. W rezerwacie ścisłym Białowieskiego Parku Narodowego, na stałych powierzchniach badawczych SGGW, zmiany składu gatunkowego drzewostanów na siedlisku OIJ wskazywały na wzrost udziału gatunków grądowych, tj. *Tilia cordata* i *Carpinus betulus*, przy jednoczesnym regresie *Picea abies*, *Betula pendula* i *B. pubescens* (Bernadzki et al. 1998). Podobne wyniki badań uzyskano na stałej powierzchni z OIJ w oddziale 582C położonym w Nadleśnictwie Białowieża, gdzie analizowano wyniki pomiarów struktury drzewostanu w ostatnich 47 latach (Brzeziecki i Żybura 1998). Analiza składu florystycznego łągów jesionowo-olszowych wykonana w ciągu ostatnich 35 lat w Puszczy Białowieskiej przez J.M. Matuszkiewicza (2007) wskazywała, że nastąpiło nieznaczne upodobnienie się ich składu florystycznego do grądów, co było również zaznaczone w warstwie drzewiastej.

Obecnie rola lasów łągowych w przyrodzie jest coraz bardziej doceniana, a badania nad ich ekologią, w tym nad ich dynamiką, stają się przyczynkiem do objęcia ich ochroną (Pollock et al. 1998). Należy pamiętać, że do racjonalnego zaplanowania działań restytucji, renaturyzacji, niezbędna jest znajomość procesów sukcesyjnych przebiegających w nich niezakłóconych warunkach środowiska. Takie warunki stwarzają obszary rezerwatów przyrody, gdzie istnieje możliwość prowadzenia badań nad spontaniczną sukcesją roślinności na siedliskach hydrogenicznych.

Podstawowym celem badań² było określenie kierunku i charakteru zmian zachodzących w zbiorowiskach występujących na siedliskach naturalnych olsów jesionowych. Szczegółowe cele obejmowały określenie zmian składu florystycznego i struktury pionowej fitocenoz, bogactwa gatunkowego, warunków siedliskowych wyrażonych wskaźnikami ekologicznymi, jak i charakterystykę najważniejszych cech edaficznych siedlisk OIJ.

2. Materiał i metody

Charakterystyka przedmiotu badań

Zespół łągu jesionowo-olszowego *Fraxino-Alnetum* tworzy się w zatorfionych dolinach rzek i odznacza się dorodnym drzewostanem złożonym z *Alnus glutinosa* i *Fraxinus excelsior*. W dolnej warstwie drzewostanu występuje *Tilia cordata*, *Ulmus glabra*, *Carpinus betulus*. Warstwa krzewów jest bujnie rozwinięta i składa się głównie z *Corylus avellana* oraz podrostu gatunków z warstwy drzew. Zespół *Fraxino-Alnetum* zaliczany jest do klasy *Quercio-Fageteta* Br.-Bl. & Vlieg. 1937. Wiosenne tło runa tworzą geofity, m.in. *Anemone nemorosa*, *A. ranunculoides*, *Corydalis solida*, *Isopyrum thalictroides*, *Ficaria verna*, *Gagea lutea*. Latem runo jest wielowarstwowe i dominują w nim typowe gatunki lasów łągowych i grądów niskich, m.in.: *Urtica dioica*, *Impatiens noli-tangere*, *Galeobdolon luteum*, *Stellaria nemorum*, często z domieszką gatunków olsowych, m.in. *Ribes nigrum*, *Carex elongata*. Średnio w płacie olsu jesionowego spotyka się 40–50 gatunków roślin, choć w Puszczy Białowieskiej, w zdjęciu o powierzchni 130 m² spotykano nawet 72 gatunki (Sokołowski 1993). Zbiorowiska na siedlisku OIJ są szczególnie bogate pod względem składu gatunkowego mszaków i wątrobowców. Ponadto olsy są istotne ze względu na migrację gatunków roślin i zwierząt, gdyż są one uzupełnieniem korytarzy ekologicznych dużych rzek oraz pełnią funkcje glebochronne i wodochronne (Klimo et al. 2008).

Rola siedliska OIJ została doceniona w prawie europejskim dotyczącym ochrony przyrody, a siedliska łągów jesionowo-olszowych (kod Natura 2000 – 91E0) są określane mianem priorytetowych według załącznika pierwszego Dyrektywy Siedliskowej (Dyrektywa Rady 92/43/EWG z dnia 21 maja 1992 roku).

Obiekty badań

Lokalizację wykonanych zdjęć fitosocjologicznych przedstawiono w tabeli 1.

Puszcza Białowieska

W Obrębie Zwierzyniec powtórzono 18 zdjęć fitosocjologicznych w zespole łągu jesionowo-olszowego. Większość tych zdjęć znajduje się na terenie rezerwatu Lasy Naturalne Puszczy Białowieskiej. Przed rokiem 2003 były to lasy gospodarcze, z tym że na terenach OIJ działalność gospodarcza była i tak mocno ograniczona,

² Pracę wykonano w ramach tematów badawczych zleconych przez Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej (nr 662048) oraz Dyрекcję Generalną Lasów Państwowych (nr BLP-299)

Tabela 1. Współrzędne geograficzne zdjęć fitosocjologicznych i ich charakterystyka. Ol – *Alnus glutinosa*
 Table 1. Geographic coordinates of relevés and their characteristics. Ol – *Alnus glutinosa*

Lp. No.	Nr zdjęcia No. of relevés	Obiekt Object	Adres leśny Forest address	Współrzędne geograficzne Geographic coordinates		Gatunek panujący Dominant species	Wiek* Age*
				N	E		
1	28	Zwierzyniec	392D	52,42482	23,43397	Ol	151
2	31	Zwierzyniec	395D	52,42483	23,46279	Ol	92
3	445	Zwierzyniec	393A	52,43175	23,44062	Ol	152
4	446	Zwierzyniec	392C	52,43034	23,43019	Ol	81
5	447	Zwierzyniec	445C	52,41573	23,43101	Ol	111
6	718	Zwierzyniec	248D	52,45427	23,43309	Ol	153
7	725	Zwierzyniec	248A	52,45596	23,43209	Ol	86
8	730	Zwierzyniec	220C	52,46332	23,47095	Ol	80
9	734	Zwierzyniec	220B	52,46386	23,47437	Ol	80
10	740	Zwierzyniec	281D	52,45177	23,47416	Ol	150
11	761	Zwierzyniec	422D	52,42205	23,45247	Ol	112
12	763	Zwierzyniec	423B	52,42401	23,46328	Ol	142
13	774	Zwierzyniec	277D	52,45122	23,43569	Ol	112
14	780	Zwierzyniec	394D	52,42482	23,45477	Ol	102
15	783	Zwierzyniec	393A	52,43224	23,44200	Ol	152
16	786	Zwierzyniec	392A	52,43190	23,43244	Ol	90
17	787	Zwierzyniec	392C	52,43055	23,43237	Ol	151
18	804	Zwierzyniec	248A	52,46150	23,43029	Ol	86
19	1229	Balinka	111	53,48341	23,13299	Ol	124
20	1461	Balinka	186	53,47596	23,14532	Ol	101
21	1464	Balinka	203	53,47551	23,15267	Ol	81
22	1465	Balinka	203	53,48038	23,15156	Ol	81
23	1697	Kuriańskie Bagno	235	53,49166	23,18297	Ol	130
24	1706	Balinka	200	53,48272	23,15428	Ol	146
25	1709	Balinka	184	53,48268	23,15062	Ol	156
26	1751	Balinka	7	53,50017	23,12254	Ol	136
27	1767	Kozi Rynek	112	53,48248	23,13352	Ol	111
28	1792	Kozi Rynek	141	53,38126	23,13313	Ol	106
29	1800	Balinka	16	53,48248	23,10223	Ol	91
30	1801	Balinka	16	53,48308	23,10256	Ol	91
31	6213	Głęboki Kąt	439A	52,42119	23,37269	Ol	110

* stan na rok 2009 / 2009 status

ze względu na ich duże, stosunkowo naturalne uwilgotnienie.

Archiwalne materiały geobotaniczne z terenu dawnego nadleśnictwa Zwierzyniec (obecnie obrębu) pochodzą z prac prowadzonych przez profesora Aleksandra W. Sokołowskiego w latach 1961–1963. Tabele fitosocjologiczne zostały opublikowane w pracy Sokołowskiego (1968) i stały się one podstawą do powtórzeń w ramach niniejszych badań.

Drzewostany w wyżej wymienionym rezerwacie tworzyła głównie olsza czarna, która obecnie jest w wieku 80–150 lat (tab. 1). W domieszce występował głównie jesion oraz pojedynczo brzoza omszona, świerk, a w drugim piętrze grab i lipa. Szczegółowe informacje na temat składu gatunkowego drzewostanów zostały zamieszczone w tabeli 2.

W rezerwacie Głęboki Kąt, utworzonym w roku 1979 (powierzchnia 40,46 ha) w celu ochrony borealnej świerczyny na torfie, a także otaczających ją olsów, powtórzono jedno zdjęcie fitosocjologiczne w zbiorowisku łągu jesionowo-olszowego (tab. 1). Po raz pierwszy prace fitosocjologiczne w tym rezerwacie wykonano w latach 1972–1974 (materiały niepublikowane A.W. Sokołowskiego). Obecnie drzewostan w tym miejscu tworzy olsza czarna w wieku 110 lat (tab. 1).

Puszcza Augustowska

Na terenie Puszczy Augustowskiej powtórzono 12 zdjęć fitosocjologicznych w obrębie Balinka, dwa na terenie rezerwatu Kozi Rynek i jedno w rezerwacie Kuriańskie Bagno (tab. 1). Po raz pierwszy zdjęcia zostały

wykonane w latach 1963–1964 i opublikowane w pracy Sokołowskiego (1969). Drzewostany na obszarze wykonanych zdjęć fitosocjologicznych, podobnie jak w Puszczy Białowieskiej, tworzyła głównie olsza czarna, która obecnie jest w wieku od 81 do 156 lat (tab. 1).

Badania terenowe

Pierwsze badania fitosocjologiczne wykonano głównie w latach 60. (Puszcza Augustowska, Puszcza Białowieska – Obręb Zwierzyniec) i 70. (1 zdjęcie w Rez. Głęboki Kąt) ubiegłego wieku, a powtórzono je w latach 2006–2009. Opis roślinności w dwu nawrotach został przeprowadzony tą samą metodą zgodnie z zasadą Braun-Blanqueta (1964). Do badań przyjęto wartości maksymalne ilościowości gatunków roślin stwierdzonych w zdjęciach fitosocjologicznych z dwu aspektów: wiosennego i letniego, natomiast stopień pokrycia (%) warstw roślinności na podstawie danych zebranych podczas trwania aspektu letniego (por. Sokołowski 1968, 1969, 1980, 1993).

Lokalizacja zdjęć archiwalnych została przedstawiona na mapach przeglądowych drzewostanów w skali 1:20000, 1:10000 lub szkicach o różnej skali wykonanych na podstawie terenowych domiarów taśmą i busołą. Każde zdjęcie fitosocjologiczne było ponadto oznaczone w terenie drewnianymi palikami w czterech narożnikach i numerem na drzewie położonym najbliższej środka powierzchni. Wielkość zdjęć wahała się w granicach 100–300 m², a ich przeciętna powierzchnia wynosiła 162 m².

Materiały archiwalne wykorzystywane w niniejszej pracy znajdują się w Europejskim Centrum Lasów Naturalnych IBL w Białowieży. Większości z nich była publikowana w ramach charakterystyki zbiorowisk leśnych występujących w północno-wschodniej części Polski (Sokołowski 1968, 1969, 1980, 2004). Dla każdej ponownie analizowanej powierzchni za pomocą urządzenia Garmin GPSMAP 76CS określono współrzędne GPS (tab. 1), których dokładność nie przekraczała najczęściej 10 m. Na podstawie domiarów od drzewa z numerem do co najmniej dwóch narożników powierzchni wykonano szkic z orientacją północ-południe, gdzie oznaczono drzewo z numerem, miejsce wykonania odwiertów glebowych i inne szczegóły terenowe (luki, wywroty, zagłębienia terenu itp.). Wszystkie powierzchnie sfotografowano co najmniej jeden raz aparatem cyfrowym o rozdzielczości 4 megapiksele w kierunku numeru na drzewie, a pliki ze zdjęciami znajdują się w archiwum Zakładu Ekologii Lasu IBL.

W pobliżu każdej powierzchni zdjęcia fitosocjologiczne, najczęściej na przedłużeniu jego przekątnej NE-SW, w odległości 1 m od narożnika NE, wykonano wiercenie glebowe świdrem Edelmanna. W tym samym

miejscu na wszystkich powierzchniach wykonano pomiar głębokości torfu. Przy urozmaiconej strukturze kępiastej miejsce badań glebowych było usytuowane zawsze w dolince. Dokładny domiar miejsca poboru próbek naniesiono na szkice powierzchni. W otworze glebowym wykonanym do poboru próbek dokonano pomiaru położenia lustra wód gruntowych w okresie wiosennym i letnim. Dane dotyczące położenia poziomu wód gruntowych, jak i głębokości torfu zebrane w terenie stanowią materiał wyjściowy do dalszych obserwacji na stałych powierzchniach badawczych.

W sezonie wegetacyjnym roku 2006 pobrano próbki glebowe do analiz fizykochemicznych z dziewięciu powierzchni zlokalizowanych w Puszczy Białowieskiej. Próbkę pobrano z cylindrów wywierconych na trzech głębokościach: 0–20 cm, 40–60 cm, 90–110 cm. Zebrane w terenie próbki glebowe zostały poddane następującym analizom fizyko-chemicznym:

- pH w KCL – metodą potencjometryczną,
- N-NH₄, N-NO₃ – mikrometodą Bremnera,
- kwasowość hydrolityczną (H_h) – metodą Kappena,
- węgiel organiczny – metodą suchej mineralizacji na analizatorze Leco,
- azot ogólny – metodą Kjeldahla,
- metaliczne kationy wymienne Ca²⁺, Mg²⁺, K⁺, Na⁺ w wyciągu 1 n octanu amonu, oznaczono na ICP IRIS Advantage,
- kwasowość wymienna (H_w) i glin (Al_w) wymienne – metodą Sokołowa,
- całkowitą zawartość w próbkach Ca, Mg, Na, K, P, Al, Fe, Mn, Pb, S, Zn, Cu, Ni, oznaczono na ICP IRIS Advantage po mineralizacji na mokro w stężonym kwasie chlorowym (VII).

Badania laboratoryjne właściwości chemicznych gleb wykonano w Samodzielnej Pracowni Chemii Środowiska Leśnego IBL.

Nazwy gatunkowe roślin podano za opracowaniem Mirka i in. (2002) – rośliny naczyniowe, za Ochyra i in. (2003) – mszaki, za Szwejkowskim (2006) – wątrobowce.

Prace kameralne

Zdjęcia z porównywanych dwóch okresów badawczych zestawiono w uporządkowane tabele fitosocjologiczne, gdzie podano liczbę wystąpień, współczynniki pokrycia dla gatunków oraz sumy współczynników pokrycia gatunków charakterystycznych dla poszczególnych grup syngenetycznych. Zaliczenie taksonów do grup syngenetycznych, charakteryzujących badane zespoły roślinne przyjęto głównie za Matuszkiewiczem (2008) i Sokołowskim (1980). Skrócona tabela fitosocjologiczna z listą gatunków oraz listą wystąpień, współczynnikami pokrycia została przedstawiona

według zasady określonej w podstawowym opracowaniu z zakresu fitosocjologii (Braun-Blanquet 1964).

W celu analizy spektrum ekologicznego występujących gatunków roślin, jak i zmian warunków siedliskowych użyto średnich wartości liczb (wskaźników) ekologicznych roślin zielnych. Wartości liczb (wskaźników) ekologicznych przyjęto za opracowaniem Zarzyckiego i in. (2002). Analizie poddano zmiany wskaźnika wilgotności (*W*) i trofizmu (żyźności) siedliska (*Tr*). Wartości średnie liczb ekologicznych wyliczono na podstawie występowania gatunków, których wagą był procentowy stopień pokrycia terenu (ilościowość). Skala wskaźnika wilgotności siedliska jest następująca: 1 – bardzo suche, 2 – suche, 3 – świeże, 4 – wilgotne, 5 – mokre (siedliska bagienne), 6 – woda (siedliska wodne), a wskaźnika trofizmu gleby: 1 – skrajnie ubogie (bory suche), 2 – ubogie (bory świeże), 3 – umiarkowanie ubogie (mezotroficzne lasy mieszane), 4 – zasobne (eutroficzne lasy liściaste, grądy niskie, żyzne buczyny i łęgi), 5 – bardzo zasobne (skrajnie żyzne, często siedliska nawożone). Wskaźniki ekologiczne (wilgotności i żyźności siedlisk) wyliczono jako średnią ważoną procentowym pokryciem gatunków roślin runa.

Po wykonaniu prac terenowych uzyskane dane fitosocjologiczne zostały przeanalizowane pod względem: frekwencji i pokrycia wybranych grup gatunków runa, różnorodności gatunkowej, wskaźników ekologicznych wg Zarzyckiego i in. (2002).

Istotność różnic pomiędzy wskaźnikami ekologicznymi, pokryciem warstw, liczbą gatunków w zdjęciach fitosocjologicznych założonych do obserwacji dynamiki naturalnej roślinności w łęgach jesionowo-olszowych przeprowadzono na podstawie statystyki Wilcoxon dla par obserwacji – zdjęcia stare (lata 60. i 70.) – nowe (lata 2006–2009), która jest nieparametryczną alternatywą dla testu *t*-Studenta. Wszystkie porównania istotności par średnich wykonano przy użyciu pakietu *Statistica* wersji 8 (StatSoft, Inc. 2007).

3. Wyniki

Kierunki i tempo zmian roślinności na siedliskach zbliżonych do naturalnych

W ciągu ostatnich czterdziestu lat na siedlisku OIJ w zespole *Fraxino-Alnetum* zaszły zmiany pod względem pokrycia warstw, jak i w różnorodności gatunkowej (tab. 3).

Pokrycie warstwy drzew pierwszego piętra zmalało aż o 32%, głównie w wyniku zamierania *Fraxinus excelsior*. Jednocześnie odnotowano wzrost pokrycia warstwy A2 i B oraz nieistotny wzrost pokrycia warstwy C. Warstwa mchów zmniejszyła swój udział o blisko 11%.

Liczba gatunków roślin na poszczególnych zdjęciach wzrosła przeciętnie o 4 taksony, na co szczególnie wpłynął wzrost różnorodności gatunkowej warstwy zielnej o 5 gatunków (tab. 3). Biorąc pod uwagę ogólną liczbę gatunków stwierdzonych na wszystkich analizowanych zdjęciach starych i nowych stwierdzono zmiany różnorodności w każdej z analizowanych form wzrostowych roślin, tj. od drzew i krzewów po mszaki. Największe różnice różnorodności gatunkowej stwierdzono w roślinności zielnej, gdzie aż 34 gatunki przybyły w porównaniu ze starymi zdjęciami. Pojawiły się 3 nowe gatunki drzew i krzewów oraz jeden gatunek mchu. W ogólnym bilansie różnorodności gatunkowej nastąpił wzrost aż o 38 taksonów.

Wskaźnik wilgotności siedlisk wyliczony na podstawie roślinności runa zmniejszył istotnie swoją wartość o 0,2 (tab. 4), natomiast w przypadku trofizmu siedlisk nie stwierdzono zmian.

Łęgi jesionowo-olszowe na przestrzeni ubiegłych 40 lat badań charakteryzują się niewielkimi, ale zauważalnymi zmianami w składzie florystycznym (tab. 2). Gatunki łęgowe ze związku *Alno-Ulmion*, zwiększyły swoje pokrycie w powtórzonych zdjęciach. Szczególnie nastąpiło to za sprawą wzrostu pokrycia terenu przez *Stellaria nemorum* oraz *Ficaria verna*. Jednocześnie zmalało pokrycie *Chrysosplenium alternifolium* i *Circaea alpina*. Gatunki charakterystyczne dla związku *Carpinion betuli* zwiększyły współczynnik pokrycia ponad trzykrotnie. Spośród gatunków mezo- i eutroficznych charakterystycznych dla klasy *Quercu-Fageteta* oraz rzędu *Fagetalia sylvaticae* nastąpił 30% wzrost pokrycia i frekwencji. Dotyczy to przede wszystkim takich gatunków jak: *Galeobdolon luteum*, *Eurhynchium anguristirette*, *Anemone ranunculoides*, *Corylus avellana*, *Anemone nemorosa*. Odnotowano jednak i spadek pokrycia w tej grupie gatunków i dotyczy on *Impatiens noli-tangere* i *Fraxinus excelsior*. Jesion na przestrzeni porównywanych okresów badawczych praktycznie zanikł w górnych piętrach fitocenozy i pozostał tylko w runie i podroście. Wzrósł za to ponad trzykrotnie udział gatunków grądowych z związku *Carpinion betuli*, głównie poprzez większe pokrycie terenu przez *Tilia cordata* i *Carpinus betulus* oraz *Stellaria holostea*. Zmalał udział gatunków częstych w tym zespole, a mianowicie: *Chaerophyllum hirsutum*, *Geranium robertianum*, *Galium palustre*. Wzrost pokrycia nastąpił w przypadku: *Urtica dioica*, *Rubus idaeus*, *Oxalis acetosella*, *Poa remota*, *Filipendula ulmaria*, *Mentha arvensis*, *Plagiomnium cuspidatum*. Nie uległo zmianie sumaryczne pokrycie gatunków zielnych charakterystycznych olsom typowym z klasy *Alnetea glutinosae*, które stanowią istotny wyróżnik tzw. łęgów bagiennych, czyli OIJ. Szczególny wzrost pokrycia w warstwie B i C odnotowano w

Tabela 2. Zmiany roślinności w zespole *Fraxino-Alnetum* w latach 1961–79 oraz 2006–2009Table 2. Vegetation changes in *Fraxino-Alnetum* association between 1961–79 and 2006–2009.

Gatunki Species	Warstwa Layer	Zdjęcia stare Old relevés		Zdjęcia nowe New relevés	
		liczba wystąpień number of occurrences	współczyn. pokrycia cover coefficient	liczba wystąpień number of occurrences	współczyn. pokrycia cover coefficient
Drzewa i krzewy / Trees and shrubs					
<i>Alnus glutinosa</i>	a1	31	5960	31	3637
" "	a2	5	17	14	380
" "	b	4	1	18	849
" "	c	.	.	17	189
<i>Picea abies</i>	a1	12	332	3	73
" "	a2	19	325	12	428
" "	b	16	68	11	51
" "	c	4	1	7	2
<i>Betula pubescens</i>	a1	6	130	3	1
" "	a2	3	1	1	16
" "	b	.	.	4	1
" "	c	.	.	3	1
<i>Quercus robur</i>	a1	1	16	1	1
" "	b	2	1	3	1
" "	c	4	1	6	2
<i>Betula pendula</i>	a1	1	16	.	.
" "	b	.	.	1	1
<i>Populus tremula</i>	a1	1	16	.	.
" "	c	.	.	1	1
<i>Salix caprea</i>	a1	1	16	.	.
" "	b	.	.	1	1
" "	c	.	.	1	1
<i>Sorbus aucuparia</i>	a2	4	1	.	.
" "	b	19	6	15	5
" "	c	2	1	12	4
<i>Frangula alnus</i>	b	10	51	4	1
" "	c	1	1	4	1
<i>Viburnum opulus</i>	b	9	3	7	34
" "	c	8	3	9	3
<i>Lonicera xylosteum</i>	b	2	1	.	.
<i>Salix cinerea</i>	b	1	1	4	1
" "	c	1	1	4	1
<i>Prunus padus</i>	b	.	.	1	1
" "	c	.	.	1	1
<i>Pyrus communis</i>	b	.	.	1	1
<i>Salix aurita</i>	b	.	.	1	1
" "	c	.	.	1	1
<i>Cornus sanguineus</i>	b	.	.	1	1
" "	c	.	.	1	1
PHRAGMITETEA					
<i>Phalaris arundinacea</i>		1	16	5	74
<i>Glyceria fluitans</i>		4	1	13	36
<i>Scutellaria galareticulata</i>		21	7	18	6
<i>Lysimachia thyrsiflora</i>		11	4	9	3
<i>Carex pseudocyperus</i>		1	1	5	17
<i>Iris pseudoacorus</i>		1	1	4	17
<i>Phragmites australis</i>		2	1	1	16
<i>Carex riparia</i>		.	.	1	16
Veronica beccabunga					
		4	1	1	1
Carex acutiformis					
		2	1	1	1
Suma / Sum		47	33	58	187
ALNETEA GLUTINOSAE					
<i>Solanum dulcamara</i>		25	150	18	22
<i>Ribes nigrum</i>	b	9	82	12	125
" "	c	5	17	14	61
<i>Lycopus europaeus</i>		21	70	20	54
<i>Carex elongata</i>		25	8	20	22
<i>Thelypteris palustris</i>		3	1	3	57
<i>Calamagrostis canescens</i>		2	1	5	2
<i>Trichocolea tomentella</i>	d	2	1	.	.
<i>Dryopteris cristata</i>		.	.	1	1
Suma / Sum		92	330	93	343
CARPINION BETULI					
<i>Carpinus betulus</i>	a1	1	16	.	.
" "	a2	9	66	13	944
" "	b	8	18	12	148
" "	c	.	.	9	3
<i>Tilia cordata</i>	a1	1	1	.	.
" "	a2	11	235	12	565
" "	b	12	67	16	317
" "	c	.	.	15	5
<i>Stellaria holostea</i>		6	18	11	132
<i>Dactylis polygama</i>		.	.	7	2
Suma / Sum		29	320	61	1021
ALNO-ULMION					
<i>Ulmus campestris</i>	a2	4	33	1	56
" "	b	7	34	6	34
" "	c	.	.	6	2
<i>Chrysosplenium alternifolium</i>		31	1065	29	657
<i>Stellaria nemorum</i>		30	510	29	924
<i>Ficaria verna</i>		13	340	16	848
<i>Plagiomnium undulatum</i>	d	28	335	26	175
<i>Padus avium</i>	b	12	155	11	116
" "		2	1	10	3
<i>Carex remota</i>		22	39	22	151
<i>Circaea alpina</i>		25	143	12	35
<i>Ribes spicatum</i>	b	7	2	7	58
" "	c	.	.	6	123
<i>Festuca gigantea</i>		11	4	11	4
<i>Circaea luteciana</i>		6	34	12	35
<i>Rumex sanguineus</i>		4	1	10	3
<i>Gagea lutea</i>		.	.	7	34
<i>Agropyron caninum</i>		1	1	1	1
<i>Circaea intermedia</i>		1	1	.	.
<i>Gagea spathacea</i>		1	1	.	.
Suma / Sum		205	2698	222	3259

Gatunki Species	Warstwa Layer	Zdjęcia stare Old relevés		Zdjęcia nowe New relevés	
		liczba wystąpień number of occurrences	współczyn. pokrycia cover coefficient	liczba wystąpień number of occurrences	współczyn. pokrycia cover coefficient
FAGETALIA SYLVATICAE					
<i>Galeobdolon luteum</i>		26	414	24	720
<i>Eurhynchium anguristirette</i>	d	26	175	31	866
<i>Impatiens noli-tangere</i>		28	425	25	24
<i>Mercurialis perennis</i>		9	292	11	179
<i>Asarum europaeum</i>		13	139	11	107
<i>Anemone ranunculoides</i>		6	65	10	98
<i>Milium effusum</i>		20	22	19	6
<i>Paris quadrifolia</i>		20	6	10	3
<i>Ranunculus lanuginosus</i>		6	18	11	4
<i>Eurhynchium striatum</i>	d	4	33	·	·
<i>Viola reichenbachiana</i>		8	3	9	3
<i>Daphne mesereum</i>	b	5	2	1	1
" "	c	4	1	5	2
<i>Carex sylvatica</i>		6	2	9	3
<i>Ranunculus cassubicus</i>		4	1	6	2
<i>Polygonatum multiflorum</i>		4	1	6	2
<i>Stachys sylvatica</i>		4	1	5	1
<i>Adoxa moschatellina</i>		5	2	3	1
<i>Dryopteris filix-mas</i>		3	1	5	2
<i>Corydalis solida</i>		·	·	5	2
<i>Isopyrum thalictroides</i>		2	1	3	1
<i>Galium odoratum</i>		1	1	3	1
<i>Pulmonaria obscura</i>		2	1	1	1
<i>Atrichum undulatum</i>	d	2	1	1	1
<i>Gagea minima</i>		·	·	1	1
<i>Sanicula europaea</i>		·	·	1	1
Suma / Sum		208	1606	216	2030
QUERCO-FAGETEA					
<i>Fraxinus excelsior</i>	a1	19	646	6	291
" "	a2	24	961	15	139
" "	b	28	334	17	21
" "	c	7	2	14	5
<i>Acer platanoides</i>	a1	·	·	1	16
" "	a2	3	17	2	57
" "	b	10	3	12	4
" "	c	6	2	14	5
<i>Ulmus glabra</i>	a2	·	·	1	16
" "	b	1	1	3	1
" "	c	2	1	·	·
<i>Corylus avellana</i>	a2	·	·	1	16
" "	b	19	164	23	897
" "	c	2	121	16	5
<i>Anemone nemorosa</i>		18	269	21	1493
<i>Aegopodium podagraria</i>		12	4	14	5
<i>Hepatica nobilis</i>		1	1	7	2
<i>Euonymus europaeus</i>	b	10	3	10	3
" "	c	9	3	15	5
<i>Ribes alpinum</i>	b	1	1	2	32
" "	c	·	·	3	17
<i>Brachypodium sylvaticum</i>		1	1	4	1
Suma / Sum		173	2534	201	3031

Gatunki Species	Warstwa Layer	Zdjęcia stare Old relevés		Zdjęcia nowe New relevés	
		liczba wystąpień number of occurrences	współczyn. pokrycia cover coefficient	liczba wystąpień number of occurrences	współczyn. pokrycia cover coefficient
Towarzyszące / Accompanying					
<i>Urtica dioica</i>		30	1462	30	2148
<i>Ranunculus repens</i>		28	1067	27	969
<i>Cardamine amara</i>		21	655	25	721
<i>Oxalis acetosella</i>		25	222	29	616
<i>Mnium affine</i>	d	27	703	26	103
<i>Caltha palustris</i>		19	375	21	333
<i>Cirsium oleraceum</i>		12	340	20	294
<i>Caliergonella cuspidata</i>	d	20	252	15	340
<i>Athyrium filix-femina</i>		29	343	27	168
<i>Galium palustre</i>		26	375	20	142
<i>Geum rivale</i>		22	277	21	206
<i>Rubus idaeus</i>		23	39	29	337
<i>Cirriphyllum piliferum</i>	d	14	309	8	75
<i>Chaerophyllum hirsutum</i>		9	355	4	1
<i>Myosotis palustris</i>		17	85	17	230
<i>Poa ranunculoides</i>		28	223	26	40
<i>Geranium robertianum</i>		21	38	28	200
<i>Oxyrrhynchium hians</i>	d	11	219	7	18
<i>Plagiommium cuspidatum</i>	d	21	23	30	176
<i>Brachythecium spp.</i>	d	15	180	11	4
<i>Dryopteris carthusiana</i>		28	128	30	10
<i>Filipendula ulmaria</i>		10	3	28	137
<i>Eurhynchium swartzii</i>	d	7	106	10	3
<i>Carex vesicaria</i>		·	·	1	121
<i>Melampyrum pratense</i>		·	·	1	121
<i>Lamium maculatum</i>		1	16	5	74
<i>Mentha arvensis</i>		·	·	12	83
<i>Plagiochila asplenioides</i>	d	21	38	14	20
<i>Glechoma hederacea</i>		1	16	2	73
<i>Equisetum sylvaticum</i>		17	53	14	5
<i>Climacium dendroides</i>	d	19	54	11	4
<i>Scirpus sylvaticus</i>		3	17	5	58
<i>Polygonum hydropiper</i>		3	17	7	50
<i>Poa trivialis</i>		25	40	2	1
<i>Caliergon cordifolium</i>	d	8	18	7	34
<i>Lysimachia nummularia</i>		3	1	4	57
<i>Mentha aquatica</i>		·	·	2	57
<i>Sparganium ramosum</i>		·	·	2	57
<i>Carex rostrata</i>		·	·	1	56
<i>Deschampsia caespitosa</i>		11	4	20	22
<i>Crepis paludosa</i>		19	6	18	6
<i>Rubus saxatilis</i>		13	20	10	3
<i>Thuidium tamariscifolium</i>	d	10	3	10	19
<i>Lysimachia vulgaris</i>		11	4	20	6
<i>Mentha verticillata</i>		7	34	·	·
<i>Plagiothecium spp.</i>	d	18	6	12	4
<i>Rhizomnium punctatum</i>	d	19	6	10	3
<i>Rhytidadelphus triquetrus</i>	d	13	20	4	1
<i>Eurhynchium striatum</i>	d	4	33	·	·
<i>Maianthemum bifolium</i>		13	4	13	4
<i>Juncus effusus</i>		·	·	14	20

Gatunki Species	Warstwa Layer	Zdjęcia stare Old relevés		Zdjęcia nowe New relevés		Gatunki Species	Warstwa Layer	Zdjęcia stare Old relevés		Zdjęcia nowe New relevés	
		liczba wystąpień number of occurrences	współczyn. pokrycia cover coefficient	liczba wystąpień number of occurrences	współczyn. pokrycia cover coefficient			liczba wystąpień number of occurrences	współczyn. pokrycia cover coefficient	liczba wystąpień number of occurrences	współczyn. pokrycia cover coefficient
<i>Calla palustris</i>		·	·	2	32	<i>Fissidens taxifolius</i>	d	1	1	1	1
<i>Polytrichum formosum</i>	d	5	2	7	18	<i>Georgia pellucida</i>	d	3	1	·	·
<i>Dryopteris dilatata</i>		6	2	12	4	<i>Lophocolea bidentata</i>	d	3	1	·	·
<i>Equisetum pratense</i>		7	2	8	3	<i>Plagiomnium medium</i>	d	3	1	·	·
<i>Lophocolea heterophylla</i>	d	8	3	7	2	<i>Moehringia trinervia</i>		·	·	3	1
<i>Humulus lupulus</i>		3	17	·	·	<i>Rumex hydrolapathum</i>		·	·	3	1
<i>Callitriche cophocarpa</i>		·	·	3	17	<i>Sium latifolium</i>		·	·	3	1
<i>Stachys palustris</i>		6	2	8	3	<i>Sphagnum squarrosum</i>	d	1	1	1	1
<i>Lemna minor</i>		·	·	2	16	<i>Bidens cernua</i>		·	·	2	1
<i>Stellaria longifolia</i>		·	·	2	16	<i>Cirsium arvense</i>		·	·	2	1
<i>Angelica sylvestris</i>		9	3	4	1	<i>Epilobium roseum</i>		·	·	2	1
<i>Ranunculus lingua</i>		·	·	1	16	<i>Impatiens parviflora</i>		·	·	2	1
<i>Rhodobryum roseum</i>	d	8	3	4	1	<i>Oenanthe aquatica</i>		·	·	2	1
<i>Ajuga reptans</i>		7	2	4	1	<i>Viola palustris</i>		·	·	2	1
<i>Geum urbanum</i>		4	1	7	2	<i>Marchantia polymorpha</i>	d	·	·	2	1
<i>Tetraphis pellucida</i>	d	·	·	11	4	<i>Cirsium rivulare</i>		2	1	·	·
<i>Dicranum scoparium</i>	d	4	1	6	2	<i>Rumex obtusifolius</i>		2	1	·	·
<i>Dicranum polysetum</i>	d	2	1	7	2	<i>Cephaloziella spp.</i>	d	2	1	·	·
<i>Mnium hornum</i>	d	3	1	5	2	<i>Aruncus sylvestris</i>		1	1	·	·
<i>Plagiomnium elatum</i>	d	·	·	8	3	<i>Dactylorhiza maculata</i>		1	1	·	·
<i>Conocephalum conicum</i>	d	6	2	1	1	<i>Galeopsis bifida</i>		1	1	·	·
<i>Luzula pilosa</i>		2	1	5	2	<i>Lathyrus vernus</i>		1	1	·	·
<i>Peucedanum palustre</i>		2	1	5	2	<i>Mycelis muralis</i>		1	1	·	·
<i>Hylacomium splendens</i>	d	2	1	5	2	<i>Polypodium vulgare</i>		1	1	·	·
<i>Vilola epipsila</i>		7	2	·	·	<i>Viola mirabilis</i>		1	1	·	·
<i>Lepidozia reptans</i>	d	4	1	2	1	<i>Calliargon stramineum</i>	d	1	1	·	·
<i>Galeopsis tetrahit</i>		·	·	6	2	<i>Orthodicranum flagellare</i>	d	1	1	·	·
<i>Galium aparine</i>		1	1	4	1	<i>Carex disticha</i>		1	1	·	·
<i>Lychnis flos-cuculi</i>		1	1	4	1	<i>Agrostis stolonifera</i>		·	·	1	1
<i>Lythrum salicaria</i>		1	1	4	1	<i>Alisma plantago-aquatica</i>		·	·	1	1
<i>Thuidium delicatulum</i>	d	1	1	4	1	<i>Bidens tripartita</i>		·	·	1	1
<i>Anthriscus sylvestris</i>		3	1	2	1	<i>Cardamine pratensis</i>		·	·	1	1
<i>Trientalis europaea</i>		3	1	2	1	<i>Carex appropinquata</i>		·	·	1	1
<i>Carex digitata</i>		1	1	3	1	<i>Carex canescens</i>		·	·	1	1
<i>Cicuta virosa</i>		1	1	3	1	<i>Carex cinerea</i>		·	·	1	1
<i>Equisetum palustre</i>		1	1	3	1	<i>Chelidonium maius</i>		·	·	1	1
<i>Gymnocarpium dryopteris</i>		2	1	2	1	<i>Epilobium hirsutum</i>		·	·	1	1
<i>Veronica scutellata</i>		2	1	2	1	<i>Epilobium montanum</i>		·	·	1	1
<i>Fissidens adianthoides</i>	d	4	1	·	·	<i>Epipactis helleborine</i>		·	·	1	1
<i>Plagiomnium rostratum</i>	d	4	1	·	·	<i>Equisetum fluviatile</i>		·	·	1	1
<i>Epilobium palustre</i>		·	·	4	1	<i>Galeopsis speciosa</i>		·	·	1	1
<i>Geocalyx graveolens</i>	d	·	·	4	1	<i>Hypericum maculatum</i>		·	·	1	1
<i>Pellia epiphylla</i>	d	·	·	4	1	<i>Riccia fluitans</i>		·	·	1	1
<i>Vaccinium myrtyllus</i>		1	1	2	1	<i>Sparganium minimum</i>		·	·	1	1
<i>Calamagrostis arundinacea</i>		1	1	2	1	<i>Taraxacum officinale</i>		·	·	1	1
<i>Eupatorium cannabinum</i>		1	1	2	1	<i>Thalictrum aquilegifolium</i>		·	·	1	1
<i>Orchis maculata</i>		2	1	1	1	<i>Viola riviniana</i>		·	·	1	1
<i>Dactylis glomerata</i>		1	1	1	1	<i>Aulacomnium undulatum</i>	d	·	·	1	1
<i>Galeopsis pubescens</i>		1	1	1	1	<i>Drepanocladus aduncus</i>	d	·	·	1	1
<i>Lycopodium annotinum</i>		1	1	1	1	<i>Pleurozium schreberi</i>	d	·	·	1	1
<i>Rumex acetosella</i>		1	1	1	1	<i>Ptilium crista-castrensis</i>	d	·	·	1	1
<i>Veronica chamaedrys</i>		1	1	1	1	<i>Sphagnum palustre</i>	d	·	·	1	1

Tabela 3. Zmiany przeciętnego pokrycia warstw oraz średniej i ogólnej liczby gatunków w zespole Fraxino-Alnetum ± błąd standardowy średniej arytmetycznej; * – różnice istotne na podstawie testu Wilcoxon przy $p < 0,05$

Table 3. Changes of mean cover of layers and mean number of species in Fraxino-Alnetum association ± standard error;

* – significant differences according to Wilcoxon test with $p < 0.05$

Cechy fitocenozy Phytocenosis features		Średnia liczba gatunków Mean number of species			Ogólna liczba gatunków Total number of species		
		stare zdjęcia old relevés	nowe zdjęcia new relevés	różnica nowe–stare difference new–old	stare zdjęcia old relevés	nowe zdjęcia new relevés	różnica nowe–stare difference new–old
Pokrycie warstwy (%) Layer cover (%)	A	80,5±1,4	48,4±4,0	-32,1*			
	A1	71,6±2,7	41,8±3,8	-29,8*			
	A2	16,2±2,9	26,2±3,0	10,0*			
	B	7,7±1,3	25,8±3,5	18,1*			
	C	70,5±3,2	71,0±2,9	0,5			
	D	25,1±3,3	14,3±1,9	-10,8*			
Liczba gatunków drzew i krzewów Number of tree and shrub species		9±0,4	9±0,5	0	25	28	3
Liczba gatunków roślin zielnych Number of herb species		34±1,5	39±1,5	5*	116	150	34
Liczba gatunków mchów Number of bryophyte species		11±0,9	11±1,3	0	39	40	1
Liczba gatunków ogółem Total number of species		54±2,3	58±2,5	4	180	218	38

Tabela 4. Zmiany wskaźnika wilgotności i trofizmu gleb w zespole Fraxino-Alnetum ± błąd standardowy średniej arytmetycznej; * – różnice istotne na podstawie testu Wilcoxon przy $p < 0,05$

Table 4. Changes of humidity and trophic indicators values in Fraxino-Alnetum association ± standard error of mean;

* – significant differences according to Wilcoxon test with $p < 0.05$.

Wskaźniki Indicators	Stare zdjęcia Old relevés	Nowe zdjęcia New relevés	Różnica nowe–stare Difference new - old
Wskaźnik wilgotności (W) Humidity index (W)	4,0±0,0	3,8±0,1	-0,2*
Wskaźnik trofizmu (Tr) Trophic index (Tr)	3,9±0,0	3,9±0,0	0,0

przypadku *Ribes nigrum*. W powtórzonych zdjęciach wystąpiły bujniej i liczniej gatunki szuwarowe z klasy *Phragmitetea*, szczególnie *Phalaris arundinacea* i *Glyceria fluitans*.

W składzie drzewostanu zmalało pokrycie przede wszystkim *Picea abies*, *Ulmus glabra* oraz wspomnianego wcześniej *Fraxinus excelsior*. W dolnych warstwach lasu nastąpił wzrost pokrycia *Alnus glutinosa* w wyniku często spotykanego na powierzchniach odnowienia naturalnego (tab. 2).

Poziom wód gruntowych i zalegania warwy organicznej w siedliskach olsów jesionowych

Na 31 powierzchniach z olsem jesionowym przeciętny poziom lustra wód gruntowych w okresie wiosennym wynosił 4,5 cm pod poziomem terenu, natomiast w okresie letnim – 61 cm (tab. 5). Istotne jednak jest to, że powierzchnie badawcze charakteryzowały się bardzo

dużą zmiennością położenia wód gruntowych, która była największa w okresie letnim. Wskazują na to bardzo wysokie wartości błędów standardowych, jak i różnice pomiędzy maksimum oraz minimum (Max – Min = 176 cm).

Przeciętna głębokość zalegania warstwy organicznej wynosiła 52,1 cm i również charakteryzowała się dużą zmiennością. Ols jesionowy występował już na glebach z warstwą organiczną wynoszącą 15 cm, a najbardziej miękkie pokłady torfów sięgały 120 cm (tab. 5).

Właściwości chemiczne gleb

Na podstawie wykonanych odwiertów gleb stwierdzono, że najczęstszym typem gleb występującym na badanych powierzchniach były gleby torfowo-murszowe, rzadziej czarne ziemie murszaste. W dolnych warstwach, szczególnie na terenie Puszczy Augustowskiej występowały pokłady średnio rozłożonego torfu niskie-

Tabela 5. Przeciętny poziom wód gruntowych (\pm błąd standardowy) i głębokości zalegania warstwy organicznej w siedlisku olsu jesionowegoTable 5. Average of ground water table level (\pm standard error) and depth of organic layer in ash-alder swamp forest habitat

Wartość	Poziom wody gruntowej (cm) Ground water table level (cm)		Głębokość zalegania warstwy organicznej (cm) Depth of organic layer (cm)
	wiosną in spring	latem in summer	
Przeciętna Average	-4,5 \pm 15,4	-61,0 \pm 47,3	52,1 \pm 29,3
Maksymalna Maximum	15	-7	120
Minimalna Minimum	-40	-183	15

Tabela 6. Przeciętne właściwości chemiczne gleb na głębokości 0–20, 40–60 i 90–110 cm \pm błąd standardowyTable 6. Average of chemical properties of soils on depth intervals 0–20, 40–60 and 90–110 cm \pm standard error

Głębokość pobrania próby (cm) Sampling depth (cm)	pH-KCl	C	N	C/N	V	H _w	Al _w	N-NH ₄	N-NO ₃
		%	%		%	cmol(+)/kg	mg/100g		
0–20	5,8 \pm 0,1	20,6 \pm 4,1	1,3 \pm 0,2	19 \pm 6,1	97,6 \pm 0,7	0,3 \pm 0,0	0,6 \pm 0,1	1,1 \pm 0,4	1,7 \pm 0,3
40–60	6,1 \pm 0,2	6,7 \pm 4,3	0,5 \pm 0,31	12 \pm 0,4	98,4 \pm 0,2	0,2 \pm 0,0	1,2 \pm 0,3	0,5 \pm 0,3	0,8 \pm 0,2
90–110	6,9 \pm 0,3	5,2 \pm 4,3	0,3 \pm 0,3	27 \pm 6,5	99,1 \pm 0,2	0,1 \pm 0,0	0,7 \pm 0,3	0,5 \pm 0,4	0,6 \pm 0,2

Głębokość pobrania próby (cm) Sampling depth (cm)	Al	Ca	Fe	K	Cu	Mg	Mn
	g/kg				mg/kg		
0–20	6,7 \pm 1,0	15,2 \pm 3,2	11,1 \pm 3,4	0,8 \pm 0,1	13,7 \pm 3,2	1188,9 \pm 129,6	485,8 \pm 172,0
40–60	8,1 \pm 2,0	7,5 \pm 3,6	9,8 \pm 2,0	1,0 \pm 0,2	5,6 \pm 1,3	1374,5 \pm 240,3	212,2 \pm 59,1
90–110	6,1 \pm 1,5	15,8 \pm 6,0	7,4 \pm 1,7	1,4 \pm 0,5	6,5 \pm 2,1	2036,6 \pm 553,1	161,5 \pm 60,8

Głębokość pobranej próby (cm) Sampling depth (cm)	Na	Ni	P	Pb	S	Zn
	mg/kg					
0–20	62,6 \pm 5,2	9,8 \pm 2,8	1280,2 \pm 246,3	17,9 \pm 1,4	1741,3 \pm 300,8	51,1 \pm 10,9
40–60	64,5 \pm 8,1	6,6 \pm 1,7	557,4 \pm 186,6	5,4 \pm 1,4	676,4 \pm 399,7	29,0 \pm 9,4
90–110	61,8 \pm 8,7	5,7 \pm 1,4	399,1 \pm 149,9	4,0 \pm 1,0	504,3 \pm 424,9	28,7 \pm 3,8

go. Warstwa organiczna była podścielona silnie oglejonymi piaskami zwałowymi i wodnolodowcowymi lub sporadycznie glinami. Odczyn gleb badany na trzech różnych głębokościach wahał się w granicach od słabo kwaśnego przy powierzchni gleby do obojętnego postępując w głąb profilu (tab. 6). Zawartość węgla organicznego i azotu malała wraz z głębokością pobranej do analiz próby. Najsilniej zmineralizowana materia organiczna występowała w górnych warstwach gleby, o czym świadczy wyższy stosunek C/N, niż miało to miejsce na głębokości 90–110 cm. Koreluje to z tym, że w górnych warstwach gleb stwierdzano mursz. Stopień wysycenia (V) kationami o charakterze zasadowym był bliski pełnego (100%), co wskazuje na bardzo wysoką potencjalną żyzność analizowanych gleb. Zawartość

łatwo przyswajalnego dla roślin azotu w postaci azotanowej (N-NH₄, N-NO₃) była największa w górnej warstwie i malała wraz z wzrostem głębokości pobranej próby. Podobne zależności stwierdzono w całkowitej zawartości większości analizowanych składników mineralnych.

4. Dyskusja

Na podstawie przeprowadzonych badań glebowych stwierdzono, że siedliska olsowe są potencjalnie bardzo żyznym typem biotopów, a dostępność składników mineralnych dla roślin jest warunkowana przede wszystkim warunkami wodnymi. Świadczy o tym fakt, że w

górnym poziomach gleb, występujących w warunkach zmiennej wilgotności, udział łatwo rozpuszczalnych form azotu był największy. Wskazuje to na tempo procesu mineralizacji wierzchnich warstw gleb organicznych, gdyż są to siedliska z natury zmienno-wilgotne (Matuszkiewicz J.M. 2008). Tym samym wydłużanie się okresów bez zalewów jest w stanie istotnie przyspieszyć wzrost żyzności siedlisk i spowodować istotne zmiany składu gatunkowego występujących zbiorowisk. Warto przy tym zwrócić uwagę na fakt, że poziom wód gruntowych w przypadku mokradeł leśnych jest silnie skorelowany ze zmiennością szaty roślinnej (por. Czerepko 2006). Natomiast głębokość zalegania warstwy organicznej nie ma wpływu na tempo sukcesji mokradeł w lasach naturalnych (Czerepko 2008).

Zmiany składu florystycznego zbiorowisk olsu jesionowego w typie lasu *Fraxino-Alnetum* w okresie ostatnich czterdziestu lat wskazują na wzrost udziału gatunków typowych dla mezotroficznym lasów liściastych – grądów. Wykazano to analizując zmiany współczynnika pokrycia gatunków charakterystycznych dla grądu ze związku *Carpinion betuli* (głównie dotyczy to *Tilia cordata*, *Carpinus betulus*, *Stellaria holostea* (m.in. por. Brzeziecki, Żybura 1998; Bernadzki et al. 1998). Ilościowość gatunków typowych dla grądów subkontynentalnych *Tilio-Carpinetum* wzrosła szczególnie w przypadku *Galeobdolon luteum*, *Eurhynchium anguristirette*, *Corylus avellana* (por. Matuszkiewicz J.M. 2007). Nie uległo jednak zmianie pokrycie gatunków charakterystycznych dla zbiorowisk z klasy *Alnetea glutinosae*, które są też stałym elementem olsu jesionowego. Wobec powyższego można stwierdzić, że w wyniku zwiększenia udziału gatunków grądowych w składzie florystycznym naturalnych płatów fitocenoz olsu jesionowego nastąpiło ich upodobnienie do wilgotnych postaci grądu subkontynentalnego.

Wzrost pokrycia dolnych warstw fitocenozy powodowany jest procesem starzenia się drzewostanu i rozpadu górnego piętra lasu. Na fakt ten ma również wpływ zamieranie *Fraxinus excelsior*, który praktycznie ustąpił z piętra drzewostanu we wszystkich analizowanych zdjęciach fitosocjologicznych. Zwraca uwagę spadek pokrycia mchów, gdyż ta warstwa jest istotnie skorelowana z wilgotnością siedlisk (por. Hajkova i Hajek 2004). Świadczy to o procesie spontanicznego osuszania się siedlisk w wyniku zmian globalnych środowiska, tj. spadku opadów, przy jednoczesnym wzroście temperatury powietrza (Pierzgalski et al. 2002; Boczoń 2006). Z drugiej strony interesujący jest wzrost różnorodności gatunkowej, szczególnie w przypadku roślin zielnych. Podobne wyniki uzyskano podczas badań nad sukcesją łągów jesionowo-olszowych w rezerwacie ścisłym Białowieskiego Parku Narodowego (Czerepko 2008).

Na siedliskach łągów, tam gdzie mamy do czynienia z regulacją koryt rzek i strumieni śródleśnych (pogłębianie, prostowanie) i gdzie często pierwotna terasa zalewowa zostaje odcięta od regularnych zalewów, dochodzi do procesu głębokich zmian w warunkach siedliskowych i strukturze fitocenozy w kierunku środowisk grądów (Brzeziecki, Żybura 1998; Bernadzki et al. 1998; Czerepko et al. 2009a–c). Niekorzystnym wpływem regulacji cieków na środowisko łągów można przeciwdziałać poprzez budowę zastawek i bystrotków, które zarówno zwiększają częstotliwość zalewu, jak i spowolniają odpływ (Rakiel-Czarnecka 2004; Czerepko et al. 2006). Tym samym wody zalewowe, poprzez sedymentację osadów i użyźnienie prowadzą do restytucji łągów. Regulacja cieków ma wpływ nie tylko na ekosystem olsu jesionowego, ale też na jego naturalną zdolność retencyjną. Zmeliorowane cieki śródleśne charakteryzują się dużą okresowością, a ich przepływ i zalewy ograniczone są do minimum. Podniesienie poziomu wody jest nie tylko działaniem z zakresu tzw. małej retencji, ale też sposobem na restytucję i utrzymanie retencyjnej roli łągów bagiennych (Sokołowski 2004; Czerepko et al. 2006).

5. Wnioski

Badania nad dynamiką roślinności zbiorowisk naturalnych występujących na siedliskach olsów jesionowych wskazują na zmniejszenie wilgotności siedlisk, co w konsekwencji prowadzi do upodobnienia łągów jesionowo-olszowych do wilgotnych postaci grądów. Wskazuje na to istotne obniżenie wskaźnika wilgotności siedlisk określonego na podstawie runa, jak i ponadtrzykrotny wzrost pokrycia gatunków charakterystycznych dla lasów grądowych.

W ciągu ostatnich czterdziestu lat w badanych fitocenozach nastąpił wzrost pokrycia dolnych pięter drzewostanu, przy jednoczesnym spadku pokrycia warstwy mchów i pierwszego piętra. Istotne zmniejszenie się pokrycia pierwszego piętra w porównywanym okresie spowodowane jest powszechnym zamieraniem jesionu.

Wzrost bogactwa gatunkowego dotyczył głównie flory roślin zielnych, co też istotnie wpłynęło na wzrost ogólnej różnorodności gatunkowej.

Podziękowania

Serdeczne podziękowania za pomoc w analizie archiwalnych materiałów badawczych pod kątem ich wykorzystania w niniejszej pracy składam Panu Profesorowi Aleksandrowi W. Sokołowskiemu. Wyrazy

wdzięczności kieruję również kolegom z Zakładu Ekologii Lasu za wsparcie podczas prac terenowych.

Literatura

- Braun-Blanquet J. 1964. Pflanzensozologie. Springer-Verlag, Wien, New York.
- Bernadzi E., Bolibok L., Brzeziecki B., Zajączkowski J., Żybura H. 1998. Compositional dynamics of natural forests in the Białowieża National Park, northeastern Poland. *Journal of Vegetation Science*, 9: 145–156.
- Boczoń A., 2006. Charakterystyka warunków termiczno-pluwialnych w Puszczy Białowieskiej w latach 1950–2003, *Leśne Prace Badawcze*, 1: 57–72.
- Brzeziecki B., Żybura H. 1998. Naturalne zmiany składu gatunkowego i struktury pierścic drzewostanu na siedlisku olsu jesionowego w okresie ostatnich 47 lat. Sukcesja czy regeneracja? *Sylwan*, 4: 19–30.
- Czerepko J. 2006. Analiza związków między roślinnością a cechami edaficznymi siedliska za pomocą modeli porządkowania. *Leśne Prace Badawcze*, 3: 7–31.
- Czerepko J. 2008. A long-term study of successional dynamics in the forest wetlands. *Forest Ecology and Management*, 255: 630–642.
- Czerepko J., Wróbel M., Boczoń A. 2006. Próba określenia reakcji siedliska olsu jesionowego na podniesienie poziomu wody w cieku. *Leśne Prace Badawcze*, 4: 7–16.
- Czerepko J., Boczoń A., Sokołowski K., Wróbel M. 2009a. Opracowanie metod zagospodarowania i ochrony leśnych siedlisk hydrogenicznych w kontekście zachodzących zmian sukcesyjnych. Dokumentacja IBL.
- Czerepko J., Wróbel M., Boczoń A., Sokołowski K. 2009b. The response of ash-alder swamp forest to increasing stream water level caused by damming by the European beaver (*Castor fiber* L.). *Journal of Water and Land Development*, 13a: 249–262.
- Czerepko J., Sokołowski K., Kułagin D., Wróbel M., Boczoń A. 2009c. Ocena zmian różnorodności biologicznej na siedlisku olsu jesionowego z punktu widzenia jego restytucji i ochrony w lasach północno-wschodniej Polski. Dokumentacja IBL.
- Hajkova P., Hajek M. 2004. Bryophyte and vascular plant responses to base-richness and water level gradients in Western Carpathian Sphagnum-rich mires. *Folia Geobotanica*, 39: 335–351.
- Klimo E., Hager H., Matič S., Anić I., Kulhavý J. (red.) 2008. Floodplain forests of the temperate zone of Europe. Kostelec nad Černými lesy, Lesnická práce: 623.
- Matuszkiewicz J.M. (red.) 2007. Geobotaniczne rozpoznanie tendencji rozwojowych zbiorowisk leśnych w wybranych regionach Polski. Monografie IGiPZ PAN 8, Warszawa.
- Matuszkiewicz J.M. 2008. Zespoły leśne Polski. Warszawa, PWN.
- Matuszkiewicz W. 2008. Przewodnik do oznaczania zbiorowisk roślinnych Polski. Vademecum gebotanicum, 3. Warszawa, PWN.
- Mirek Z., Piękoś-Mirkowa H., Zając A., Zając M. 2002. Flowering plants and pteridophytes of Poland. A checklist. Biodiversity of Poland, 1, Kraków, IB PAN.
- Ochyra R., Żarnowiec J., Bednarek-Ochyra H. 2003. Census catalogue of Polish mosses. Biodiversity of Poland, 3. Kraków, IB PAN.
- Pierzgalski E., Boczoń A., Tyszką J. 2002. Zmienność opadów i położenia wód gruntowych w Białowieskim Parku Narodowym. *Kosmos. Problemy Nauk Biologicznych*, 4: 415–425.
- Pollock M.M., Naiman R.J., Hanley T.A. 1998. Plant species richness in riparian wetlands — a test of biodiversity theory. *Ecology*, 79: 94–105.
- Rakiel-Czarnecka W. 2004. Retencja w lasach. *Przyroda Polska*, 11: 24–25.
- Sokołowski A. W. 1968. Zespoły leśne Nadleśnictwa Zwierzyniec w Puszczy Białowieskiej. *Prace Instytutu Badawczego Leśnictwa*, 354: 3–130.
- Sokołowski A. W. 1969. Zespoły leśne Nadleśnictwa Balinka w Puszczy Augustowskiej. *Monographiae Botanicae*, 27: 3–79.
- Sokołowski A.W. 1980. Zbiorowiska leśne północno-wschodniej Polski. *Monographiae Botanicae*, 60: 1–205.
- Sokołowski A.W. 1993. Fitosocjologiczna charakterystyka zbiorowisk leśnych Białowieskiego Parku Narodowego. *Parki Narodowe Rezerваты Przyrody*, 12.3: 5–190.
- Sokołowski A. W. 2004. Lasy Puszczy Białowieskiej. Warszawa, CILP.
- Szweykowski J. 2006. An annotated checklist of Polish liverworts and hornworts. Kraków, IB PAN.
- Zarzycki K., Trzcńska-Tacik H., Różański W., Szelaż Z., Wołek J., Korzeniak U. 2002. Ekologiczne liczby wskaźnikowe roślin naczyniowych Polski. Różnorodność biologiczna Polski, 2. Kraków, IB PAN.