

Janusz Czerepko¹

Długookresowe zmiany roślinności w zespole sosnowego boru bagiennego *Vaccinio uliginosi-Pinetum* Kleist 1929

Long-term vegetation change in marshy pine forest *Vaccinio uliginosi-Pinetum* Kleist 1929

Abstract. Marshy pine forests have a relatively broad range of distribution across Europe but are very scattered. The typical *Vaccinio uliginosi-Pinetum* association is mainly restricted to nature reserves, because bog forests have been drained in many unmanaged sites where they naturally occur. Changes in the vegetation of natural forest associations in protected areas of NE Poland were studied with respect to environmental changes and ongoing autogenic successional processes in *Vaccinio uliginosi-Pinetum* associated plant communities. Changes in the species composition of natural communities after ca. 40 years were monitored on 14 relevés in nature reserves. Most plots (nine) were located in the Białowieża National Park with the rest in nature reserves in the Augustów and Knyszyn forests. The re-sampling of phytosociological relevés was done by the same method originally used by Braun-Blanquet. The groundwater table and depth of organic layer were measured close to each relevé edge. The collection of vegetation data for the two periods (old – new relevés) included such parameters as: species richness, cover of layers, ecological indicator values, number of occurrences and cover coefficients of species and particular taxonomical groups. The analysis of vegetation changes in natural communities of marshy pine forest indicated that four more species were present than in the past. The largest changes in species richness occurred in the moss and herbaceous flora. The mean number of trees, shrubs and herbaceous species per plot increased significantly. Notable changes in the vertical structure of forest communities were visible. There was also an increase of ca. 20% in the secondary layer of tree canopy cover and a concomitant decrease in the moss layer. The depth of the soil organic layer reached 150 cm. The groundwater table exhibited large seasonal fluctuations in height between spring (mean of 24.3 cm) and summer (mean of 86 cm). There were changes in all the measured parameters describing the species composition of the *Vaccinio uliginosi-Pinetum* association. Tree species *Picea abies*, *Betula* spp. and *Quercus robur*, all increased in abundance over the period between sampling and re-sampling, either through increased presence in the lowest layer of stands in new relevés or, in the case of *Quercus robur*, previously unreported occurrence in the shrub layer. Many species characteristic of bog communities disappeared or significantly decreased in abundance, whereas some species typical of mineral soils became more common. The vegetation in repeatedly sampled plots became more characteristic of wet sites than the initial bog sites over the 40 year period between sampling.

Key words: vegetation science, ecological indicator value, ecological succession, raised bogs, NE Poland

1. Wstęp

Udział boru bagiennego (Bb), głównie zespołu *Vaccinio uliginosi-Pinetum*, na obszarze administrowanym przez Lasy Państwowe wynosi 0,2%, co daje tym samym powierzchnię 11 362 ha (Wyniki aktualizacji... 2009). Szacunkowe dane dotyczące lasów wszystkich

form własności przedstawione przez Matuszkiewicz (2008) wskazują na występowanie sosnowego boru bagiennego *Vaccinio uliginosi-Pinetum* na powierzchni około 25 tys. ha. W typie boru bagiennego stwierdza się również zespół wysokotorfowiskowego mszaru sosnowego *Ledo-Sphagnetum magellanici* Sukopp 1959 em. Neuhäusl 1969. Dane, które mogą posłużyć 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

określenia przybliżonej wartości udziału tego typu siedliska zawarto w opracowaniu Czerepki i in. (2008), gdzie można uznać, że *Ledo-Sphagnetum magellanici* i *Vaccinio uliginosi-Pinetum* zajmują po połowie areal borów bagiennych w lasach Polski. Na 63% powierzchni Bb występują drzewostany powyżej 60 lat (Wyniki aktualizacji... 2009). Najczęściej stwierdza się bory bagienne w północnej i północno-wschodniej Polsce oraz na Lubelszczyźnie, gdzie występuje ponad 70% ich całkowitego arealu (Trampler et al. 1990). Potencjalnie zespół boru bagiennego może występować na terenie niemal całej Polski, gdyż brak go jedynie w górach (Matuszkiewicz 1995). W Europie zasięg *Vaccinio uliginosi-Pinetum* obejmuje głównie północną i środkową część kontynentu. Powszechniej jest on spotykany w lasach strefy borealnej kontynentu (Ellenberg 1978). Zespół *Vaccinio uliginosi-Pinetum* wyróżnia się od najbliższego pod względem sukcesyjnym i typologicznym *Ledo-Sphagnetum magellanici* pojedynczą domieszką *Betula pubescens* i *Picea abies* w drzewostanie, oprócz dominującej *Pinus sylvestris* (Sokołowski 1980). Warstwa krzewów, złożona jest głównie z gatunków będących w składzie drzewostanu i jest bujniej rozwinięta, niż ma to miejsce w przypadku *Ledo-Sphagnetum*. W składzie florystycznym runa widoczna jest przewaga pokrycia terenu przez gatunki borowe z klasy *Vaccinio-Piceetea* Br.-Bl. 1939, m.in. *Pleurozium schreberi*, *Vaccinium myrtillus*, *Vaccinium uliginosum*, nad gatunkami wysokotorfowiskowymi z klasy *Oxycocco-Sphagnetea* Br.-Bl. & R. Tx. 1943 (Sokołowski 1980, 1993, 2004, 2006). Fizjonomia dna lasu ma charakter kępkowo-dolinkowy, z kępami o wysokości do 20–30 cm. Pod względem edaficznym siedliska sosnowych borów bagiennych występują na sfagnowych torfach wysokich. Zespół *Vaccinio uliginosi-Pinetum* spotyka się w tzw. misach wytopiskowych, gdzie w otoczeniu, często na niewielkim obszarze, znajdują się wcześniejsze stadia sukcesji zbiorowisk występujących na torfowiskach przejściowych (*Sphagno girgensohnii-Piceetum* Polak. 1962, *Vaccinio uliginosi-Betuletum pubescentis* Libbert 1933, *Thelypteridi-Betuletum pubescentis* Czerw. 1972), a na obrzeżach występują niekiedy torfy niskie w typie olsów typowych (Ellenberg 1978; Sokołowski 1980). Przyjmuje się, że w klimacie kontynentalnym sosnowy bór bagienno jest ostatnim stadium sukcesji torfowiska wysokiego w szeregu ekologicznym uwarunkowanym zwiększającym się uwodnieniem siedlisk (Ellenberg 1978; Matuszkiewicz 2008).

Bór bagienno to biotop, w którym gospodarka wodna ma charakter ombrofilny. Od lat 90. XX w. obserwuje się w Polsce obniżanie rocznej sumy opadów atmosferycznych i wzrost średniej rocznej temperatury powietrza, co też wzmacnia transpirację i ewapotranspirację, powodując wzrost niedoboru wody w glebie (Pierzgalski

et al. 2002). Wraz ze zmianami warunków klimatycznych następują przekształcenia struktury zbiorowisk roślinnych, szczególnie tych bezpośrednio uzależnionych od ilości opadów, które warunkują ich trwałość. Dlatego też podstawowym celem niniejszej pracy było określenie zmian w składzie florystycznym naturalnych płatów fitocenozy sosnowego boru bagiennego w ciągu ostatnich kilkudziesięciu lat.

2. Materiał i metody

Obiekty badań

Na terenie Puszczy Augustowskiej w rezerwacie Kuriańskie Bagno w roku 2008 powtórzono 4 zdjęcia fitosocjologiczne (tab. 1), które po raz pierwszy zostały wykonane w roku 1963 i opublikowane w pracy Sokołowskiego (1969). Jedno zdjęcie fitosocjologiczne, wykonane w roku 1984 i powtórnie w roku 2009, pochodzi z uroczyska Moskal w Puszczy Knyszyńskiej (Sokołowski 1986). Na terenie Białowieskiego Parku Narodowego w latach 2003–2005 powtórzono 9 zdjęć fitosocjologicznych wykonanych uprzednio w latach 1966–67 (Sokołowski 1993). Dwa z nich (7789 i 7800) położone są na terenie dawnego rezerwatu Głuszec, a obecnie są w granicach BPN po jego powiększeniu w roku 1996. Pozostałe zdjęcia z BPN znajdują się na terenie Rezerwatu Ścisłego. Wszystkie archiwalne zdjęcia fitosocjologiczne w niniejszym opracowaniu określono jako „stare”, a powtórzone jako „nowe”.

Tabela 1. Współrzędne geograficzne zdjęć fitosocjologicznych

Table 1. Geographic coordinates of relevés

Lp. / No.	Nr zdjęcia No. of relevés	Obiekt Object	Adres leśny Forest address	Współrzędne geograficzne Geographic coordinates	
				N	E
1	1343	BPN*	244Bi	52,46401	23,51183
2	1452	Kuriańskie Bagno	226	53,48325	23,17210
3	1455	Kuriańskie Bagno	225	53,48443	23,17320
4	1694	Kuriańskie Bagno	227	53,48243	23,17009
5	1722	Kuriańskie Bagno	195	53,49275	23,17004
6	2631	BPN	340G	52,44610	23,50126
7	2636	BPN	340C	52,44158	23,50222
8	2637	BPN	340C	52,44164	23,50234
9	2784	BPN	287Dk	52,45870	23,53182
10	2790	BPN	287	52,45233	23,53980
11	3188	BPN	346Cc	52,44102	23,55415
12	7789	BPN	135C	52,48153	23,54292
13	7800	BPN	135B	52,48218	23,55177
14	9228	Ur. Moskal	142	53,17319	23,08503

* Białowieski Park Narodowy / Białowieża National Park

Badania terenowe

Ponowne prace fitosocjologiczne, na tych samych powierzchniach, zgodnie z metodą Braun-Blanqueta (1964), wykonano w latach 2003–2009¹. Dla każdej analizowanej powierzchni określono współrzędne GPS środka powierzchni (tab. 1). W pobliżu powierzchni zdjęcia fitosocjologicznego wykonano wiercenie głębokie świdrem Edelmanna wraz z opisem odwiertu. W tym samym miejscu na wszystkich powierzchniach wykonano pomiar taśmą głębokości torfu i poziom lustra wód gruntowych w okresie wiosenno-zimowym i letnim.

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

Prace kameralne

Podział gatunków charakteryzujących badane zespoły roślinne na grupy syngenetyczne przyjęto głównie z opracowania W. Matuszkiewicza (2008) i Sokołowskiego (1980). Dla wszystkich gatunków wyliczono współczynnik pokrycia oraz wartość sumaryczną dla poszczególnych grup syngenetycznych (por. Braun-Blanquet 1964).

W celu określenia spektrum ekologicznego występujących gatunków roślin zielnych oraz zmian warunków siedliskowych użyto średnich wartości liczb (wskaźników) ekologicznych. Wartości liczb (wskaźników) ekologicznych przyjęto za opracowaniem Zarzyckiego i in. (2002). Analizie poddano zmiany wskaźnika wilgotności (*W*) i trofizmu (żywności) siedliska (*Tr*). Wartości średnie liczb ekologicznych wyliczono uwzględniając występowanie gatunków, którego wagą był procentowy stopień pokrycia terenu (ilościowość). Stopnie ilościowości Braun-Blanqueta (1964) przetransformowano na średnie procentowe pokrycie terenu według następującego schematu: 5 – 87,5%, 4 – 62,5%, 3 – 37,5%, 2 – 17,5%, 1 – 5% ($\pm 0,1\%$).

Po wykonaniu prac terenowych uzyskane dane fitosocjologiczne zostały przeanalizowane pod względem: frekwencji i pokrycia wybranych grup gatunków runa, bogactwa gatunkowego, wskaźników ekologicznych wg Zarzyckiego i in. (2002). Analizę różnic wartości średnich wskaźników ekologicznych, liczb gatunków, jak i pokrycia warstw fitocenozy w porównywanych okresach badawczych przeprowadzono za pomocą testu *Wilcoxon*, który jest nieparametryczną alternatywą dla testu *t*-Studenta. Wszystkie porównania

istotności par średnich wykonano przy użyciu pakietu *Statistica* wersji 8 (StatSoft, Inc. 2007).

3. Wyniki

Po ponad czterdziestu latach w fitocenozach sosnowych borów bagiennych wzrosło pokrycie drugiego piętra drzew o blisko 20%, przy jednoczesnym spadku pokrycia przez mchy o 21,4%. Obie te zmiany były statystycznie istotne. W pozostałych warstwach, szczególnie roślin zielnych i krzewów, pokrycie wzrosło, choć zmiany okazały się nieistotne statystycznie przy założonym $p < 0,05$ (tab. 2).

Porównując przeciętną liczbę gatunków przypadających na powierzchnię, odnotowano o jeden takson więcej wśród drzew i krzewów oraz roślin zielnych. Natomiast znaczne różnice stwierdzono w przypadku porównania ogólnej liczby gatunków. I tak w powtórzonych 14 zdjęciach fitosocjologicznych stwierdzono po 3 gatunki więcej wśród roślin zielnych i mchów, natomiast o jeden mniej w przypadku drzew i krzewów. W ogólnym bilansie zmian bogactwa gatunkowego przybyło 5 taksonów flory (tab. 2).

Porównanie wskaźników ekologicznych dotyczących wilgotności gleb wskazuje na ich spadek z przeciętnej wartości 4,26 w starych zdjęciach do 3,93 w nowych, co daje istotną różnicę 0,33 przy przyjętym $p < 0,05$. Wskaźnik trofizmu wyliczony na podstawie roślin runa wzrósł z 2,35 do 2,39, co również okazało się istotną różnicą przy błędzie standardowym bliskim wartości 0 i $p < 0,05$. W porównywanych parach zdjęć nastąpiły istotne zmiany składu gatunkowego fitocenozy, które przedstawiono w tabeli 3. W drugim piętrze drzewostanu i w podszycie zwiększyło się pokrycie *Picea abies* (o 50%), *Betula pendula* i *B. pubescens* (ponad trzykrotnie). *Pinus sylvestris* występuje nadal głównie w pierwszym piętrze drzewostanu, choć siewki pojawiają i w warstwie C. Wzrosła przy tym frekwencja *Quercus robur*, który występuje już nawet w warstwie podszycu. Ponadto w analizowanych płatach fitocenozy następuje ekspansja *Frangula alnus*. W powtórzonych zdjęciach zwiększyło się sumaryczne pokrycie gatunków borowych z klasy *Vaccinio-Piceetea* o blisko 10%, przy jednoczesnym spadku o 1/3 pokrycia gatunków charakterystycznych dla torfowisk wysokich z klasy *Oxycocco-Sphagnatea*. Jednak i wśród niektórych gatunków borowych spadło znacznie pokrycie, tj. *Ledum palustre*, *Hylocomnium splendens* i *Ptilium crista-castriensis*. Natomiast nie uległa zmianie ilościowość *Pleurozium schreberi* i *Dicranum poly-*

¹ Badania prowadzono w ramach grantu własnego MNiSW nr 3P06L00323 oraz tematu zleconego przez Dyрекcję Generalną Lasów Państwowych nr BLP 299

Tabela 2. Przeciętne pokrycie warstw oraz liczba gatunków w zespole *Vaccinio uliginosi-Pinetum* *- oznaczono istotne różnice na podstawie testu *Wilcoxon* przy $p < 0,05$.

Table 2. Changes of mean cover of layers and mean number of species in *Vaccinio uliginosi-Pinetum* association. * - significant differences according to Wilcoxon test with $p < 0.05$.

Cechy fitocenozy Phytocenosis features		Stare zdjęcia Old relevés	Nowe zdjęcia New relevés	Różnica nowe – stare Difference new – old
Pokrycie warstwy, %:	A	45,0±3,7	50,0±3,8	5,0
Layer cover, %:	A1	41,4±3,6	41,8±3,6	0,4
	A2	7,6±2,0	27,2±5,6	19,6*
	B	5,9±2,6	14,9±4,1	9,0*
	C	56,4±6,2	62,1±5,9	5,7
	D	92,1±1,3	70,7±3,8	-21,4*
Średnia liczba gatunków ± błąd stand.	drzewa i krzewy / trees and shrubs	4±0,4	5±0,3	1*
Mean number of species ± standard error	rośliny zielne / herbs	7±0,3	8±0,8	1
	mchy / bryophytes	8±0,7	8±0,8	0
	ogółem / total	19±0,9	20±1,1	1
Całkowita liczba gatunków	drzewa i krzewy / trees and shrubs	8	7	-1
Total number of species	rośliny zielne / herbs	15	18	3
	mchy / bryophytes	18	21	3
	ogółem / total	41	45	5

setum. Na istotnie większe pokrycie gatunków z klasy *Vaccinio-Piceetea* w aktualnych zdjęciach fitosocjologicznych wpłynęły przede wszystkim następujące taksony: *Vaccinium myrtillus*, *Vaccinium uliginosum*. Pojawiły się też pojedynczo egzemplarze dwóch gatunków z tej grupy, tj. *Trientalis europaea*, *Sphagnum girgensohnii*. W klasie *Oxycocco-Sphagnatea* zmalał udział większości gatunków, a w szczególności: *Eriophorum vaginatum*, *Sphagnum magellanicum*, *Oxycoccus palustris*.

Wśród gatunków towarzyszących odnotowano wzrost pokrycia i frekwencji *Sphagnum fallax*, *Molinia caerulea*, *Dryopteris carthusiana*, przy jednoczesnym spadku pokrycia lub zaniku *Sphagnum palustre*, *Polytrichum commune*, *Sphagnum cuspidatum*, *Carex globularis*. Pojawiło się pojedynczo szereg gatunków o szerokim spektrum siedliskowym, m.in. *Carex canescens*, *Rubus idaeus*, *Plagiothecium spp.*, *Tetraphis pellucida*, *Milium effusum*, *Carex lasiocarpa*, *Carex elata*.

Badane płyty fitocenozy występowały na torfach wysokich, sięgających od głębokości 5 do 150 cm, o średniej miąższości 57,7 cm, przy błędzie standardowym 15,4 cm. Poziom wody gruntowej w okresie wiosenno-zimowym wynosił średnio 24,3±6,5 cm, natomiast latem – 86,0±23,0 cm od powierzchni terenu. Najniższy poziom wody gruntowej w okresie wiosenno-zimowym osiągał 6 cm, a najwyższy – 60 cm, natomiast w okresie letnim odpowiednio 63 cm i 130 cm.

4. Dyskusja

Po ponad 40 latach w zespole sosnowego boru bagiennego zaszły istotne zmiany w strukturze fitocenozy, a w szczególności w składzie florystycznym zbiorowiska. Szczególnie charakterystycznym wskaźnikiem przekształceń zespołu bory bagiennego jest warstwa mszysta, gdyż w niej zaszły największe zmiany. W archiwalnych zdjęciach fitosocjologicznych osiągała ona często ponad 90% pokrycia terenu (Sokołowski 1980, 1993), które w ciągu 40 lat zmniejszyło się aż o ponad 20%. Bujny rozwój podszytu oraz spadek pokrycia mchów na siedliskach borów bagiennych w ciągu ostatnich 30 lat odnotował również Wild i in. (2004) na Szumawie. W porównywalnym okresie stwierdzono znaczące zmiany wskaźnika wilgotności gleb, który z wartości 4,26 zmalał do 3,93, co wskazuje na zmiany warunków siedliskowych w kierunku biotopów wilgotnych. Przy jednoczesnym spadku uwilgotnienia gleb nastąpił wzrost żyzności, związany głównie z przyspieszoną mineralizacją torfu. Podobny fakt odnotowano również w lasach Szumawy (Wild et al. 2004). Również wyniki uzyskane w niniejszej pracy odnośnie zmian pokrycia warstw fitocenozy, jak i zmian składu gatunkowego drzewostanów potwierdzają trzydziestoletnie badania Klossa (1996) nad sukcesją sosnowych borów bagiennych z *Chamedaphne calyculata* w Kampinoskim Parku Narodowym.

Bardziej szczegółowych informacji na temat jakościowych i ilościowych zmian w zespole *Vaccinio uliginosi-Pinetum* dostarcza analiza udziału gatunków roślin z podziałem na jednostki syntaksonomiczne. W porównywanym okresie badań zaobserwowano wzrost udziału gatunków charakterystycznych dla borów kosztom udziału gatunków wysokotorfowiskowych. Jednak w niektórych przypadkach stwierdzono regres gatunków borowych, np. *Hylocomnium splendens* i *Ptilium crista-castriensis*. Trend ten potwierdzają wyniki innych badań, m.in. z terenu Puszczy Białowieskiej (Sokołowski 1999) oraz lasów norweskich (Nygard i Odegard 1999). Gatunki związane ze szpilkowymi lasami północy Europy zanikają głównie z powodu zmian klimatycznych – ocieplenia, oraz związanego z tym ustępowania świerka, co szczególnie jest widoczne na granicy jego zasięgu (Nygard i Odegard 1999; Økland et al. 2004). W miejscach bardziej wyspecjalizowanych taksonów typowych dla flory borów bagiennych pojawiają się gatunki o szerszym spektrum ekologicznym, występujące na siedliskach wilgotnych, a nawet świeżych, m.in. *Molinia caerulea*, *Dryopteris carthusiana*, *Rubus idaeus*. Jest to niewątpliwie spowodowane dalszymi zmianami sukcesyjnymi, które wiążą się głównie ze spadkiem ilości opadów, przy jednoczesnym wzroście temperatury powietrza (Pierzgalski et al. 2002; Boczoń 2006). Deficyt wilgoci powodowany spadkiem ilości opadów i wzrostem transpiracji oraz ewapotranspiracji w wyniku wzrostu temperatury powietrza jest kluczowym czynnikiem limitującym rozwój torfowisk ombrofilnych – wysokich (Winkler 1988). Dalsze zmiany w tym kierunku prowadzą do powstania – w miejscach siedlisk borów bagiennych – układów zbliżonych strukturą i składem gatunkowym do fitocenoz borów wilgotnych, mieszanych bagiennych lub mieszanych wilgotnych. Badacze prowadzący obserwacje sukcesji roślinności na siedliskach borów bagiennych w Puszczy Kampinoskiej i Kozienickiej stwierdzają podobny obraz zmian i przewidyują podobne ich kierunki (Matuszkiewicz 2007). Na zmniejszenie wilgotności siedlisk reaguje głównie warstwa mszysta, jako element fitocenozy borów bagiennych najbardziej wrażliwy na warunki wodne. Dlatego pokrycie warstwy mszystej i liczba gatunków mchów w składzie gatunkowym zmniejszają się istotnie jako jedno z pierwszych (Bragazza i Gerdol 2002).

Wyniki powyższych badań wskazują na reakcję roślinności na osuszenie siedlisk borów bagiennych, spowodowane głównie globalnymi zmianami środowiska. Jest to proces, który dotyczy niewątpliwie również obszaru całej środkowej Europy, gdzie stwierdzono, że siedliska bagienne są najbardziej narażone na globalne zmiany klimatu (10 messages for 2010 climate change, 2010). Tym samym konieczne jest prowadzenie badań nad metodami restytucji i ochrony siedlisk sosnowych

borów bagiennych, zarówno poprzez przywracanie w nich naturalnych warunków wodnych metodami hydrotechnicznymi, jak i jednoczesnej modyfikacji składu gatunkowego fitocenoz poprzez ingerencję w postępujące procesy sukcesyjne (Pfedenhauer i Grootjans 1999, Czerepko et al. 2009).

5. Wnioski

Na podstawie długookresowych badań nad sukcesją roślinności w zespole sosnowego boru bagiennego stwierdzono, że:

1) nastąpił wzrost pokrycia drugiego piętra drzewostanu oraz krzewów, przy jednoczesnym spadku ilościowości mchów;

2) szczególnie istotne zmiany w składzie gatunkowym drzewostanu dotyczą wzrostu udziału brzozy i świerka w drzewostanie oraz dębu i kruszyny w podszycie;

3) w składzie gatunkowym runa nastąpił wzrost pokrycia gatunków charakterystycznych dla zbiorowisk borowych (m.in. *Vaccinium myrtillus*, *V. uliginosum*), przy jednoczesnej recesji gatunków wysokotorfowiskowych (m.in. *Eriophorum vaginatum*, *Sphagnum magellanicum*, *Oxycoccus palustris*);

4) obecny skład florystyczny fitocenoz nawiązuje do suchszych postaci borów bagiennych, często ze znacznym udziałem *Molinia caerulea* i innych gatunków typowych dla borów wilgotnych;

5) dalsze zmiany w składzie florystycznym fitocenoz, zgodnie z powyższymi wynikami, mogą prowadzić do wytworzenia się na większości badanych płatów zbiorowisk charakterystycznych dla borów wilgotnych, mieszanych wilgotnych i mieszanych bagiennych.

Podziękowania

Serdeczne podziękowania za pomoc w udostępnieniu archiwalnych materiałów fitosocjologicznych wykorzystanych w niniejszej pracy składam Panu Profesorowi Aleksandrowi W. Sokołowskiemu. Wyrazy wdzięczności kieruję również do kolegów z byłego Zakładu Siedliskoznawstwa, a obecnie Zakładu Ekologii Lasu, za wsparcie podczas prac terenowych.

Literatura

- 10 messages for 2010 climate change and biodiversity. 2010. European Environment Agency, Kopenhaga.
Braun-Blanquet J. 1964. Pflanzensociologie. Wien, New York, Springer-Verlag.

- Bragazza L., Gerdol R. 2002. Are nutrient availability and acidity-alkalinity gradients related in sphagnum-dominated peatlands? *Journal of Vegetation Science*, 13: 473–482.
- Boczoń A. 2006. Charakterystyka warunków termiczno-pluwialnych w Puszczy Białowieskiej w latach 1950–2003. *Leśne Prace Badawcze*, 1: 57–72
- Czerepko J. (red.) 2008. Stan różnorodności biologicznej lasów w Polsce na podstawie powierzchni obserwacyjnych monitoringu. Sękocin Stary, Instytut Badawczy Leśnictwa.
- Czerepko J., Boczoń A., Sokołowski K., Wróbel M. 2009a. Opracowanie metod zagospodarowania i ochrony leśnych siedlisk hydrogenicznych w kontekście zachodzących zmian sukcesyjnych. Dokumentacja IBL, Sękocin Stary.
- Ellenberg H. 1978. Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen. w: Einführung in die Phytologie (red. H. Waltera). Stuttgart, E. Ulmer Verlag.
- Kloss M. 1996. Plant succession on *Chamedaphne calyculata* L. moench mire in the Kampinos forest. *Polish Ecological Studies*, 22: 129–139.
- Matuszkiewicz W. 2008. Przewodnik do oznaczania zbiorowisk roślinnych Polski. Vademecum geobotanicum. 3. Warszawa, PWN.
- 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.
- Mirek Z., Piękoś-Mirkowa H., Zajac A., Zajac 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.
- Økland T., Bakkestuen V., Økland R.H., Eilertsen O. 2004. Changes in forest understorey vegetation in Norway related to long-term soil acidification and climatic change. *Journal of Vegetation Science*, 15: 437–448.
- Pfedenhauer J., Grootjans, A., 1999. Wetland restoration in Central Europe: aims and methods. *Applied Vegetation Science*, 2: 95–106.
- Pierzgalski E., Boczoń A., Tyszka J. 2002. Zmienność opadów i położenia wód gruntowych w Białowieskim Parku Narodowym. *Kosmos - Problemy Nauk Biologicznych*, 4: 415–425.
- 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 i Rezerваты Przyrody*, 12, 3: 5–190.
- Sokołowski A. W. 2004. Lasy Puszczy Białowieskiej. Warszawa, CILP.
- Sokołowski A.W. 2006. Lasy północno-wschodniej Polski. Warszawa, CILP.
- Szwejkowski J. 2006. An annotated checklist of Polish liverworts and hornworts. Kraków, IB PAN.
- Trampl T., Kliczkowska A., Dmyterko E., Sierpińska A. 1990. Regionalizacja przyrodniczo-leśna na podstawach ekologicznych. Warszawa, PWRiL.
- Wild J., Neuhauslova Z., Sofron J. 2004. Changes of plant species composition in the Sumava spruce forests, SW Bohemia, since the 1970s. *Forest Ecology and Management*, 187: 117–132.
- Winkler M. G. 1988. The effect of climate on the development of two *Sphagnum* bogs in south-central Wisconsin. *Ecology*, 69(4):1032–1043.
- Wyniki aktualizacji stanu powierzchni leśnej i zasobów drzewnych w Lasach Państwowych. 2009. Warszawa, BULiGL.
- 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.