

Ordynacja wybranych zbiorowisk makrofitów Pojezierza Brodnickiego metodą profili różnorodności

KRZYSZTOF SZOSZKIEWICZ i AGNIESZKA ŁAWNICZAK

SZOSZKIEWICZ, K. AND ŁAWNICZAK, A. 2002. The use of diversity profiles for the ordering of the selected macrophyte communities of the Brodnica Lakeland. *Fragmenta Floristica et Geobotanica Polonica* 9: 301–309. Kraków. PL ISSN 1640–629X.

ABSTRACT: The study was focused on the species diversity ordering of common aquatic communities. As many as 118 phytosociological relevés were selected, representing 10 aquatic associations. The diversity ordering using the Rényi's diversity index family profiles was applied. Taking into account deep-water aquatic communities, the highest diversity was indicated by *Ceratophyllum demersi*, followed by *Hydrocharitetum morsus-ranae*, *Nuphareto-Nymphaeetum albae* and *Potamogetonetum perfoliati*. Considering the fen vegetation the *Sparganietum erecti* showed the highest diversity. The ordination of other communities might be done in pairs only due to number of intersections of profile's curves.

KEY WORDS: ecology, phytosociology, limnology, biodiversity, diversity profiles, vegetation, macrophytes

Krzysztof Szoszkiewicz i Agnieszka Ławniczak, Katedra Ekologii i Ochrony Środowiska, Akademia Rolnicza im. A. Cieszkowskiego, ul. Wojska Polskiego 71E, 60-625 Poznań, Polska; e-mail: kszoszk@owl.au.poznan.pl, lawnic@owl.au.poznan.pl

WSTĘP

W ostatnich latach daje się zauważyć obniżenie różnorodności gatunkowej fitocenozy w całej Europie. Badania wykazują, że w niektórych regionach dochodzi do całkowitego zaniku bogatych gatunkowo zbiorowisk (KORNAŚ 1990; OOMES 1992; TILMAN & DOWNING 1994; HUSTON 1994; JANSSENS i in. 1997; RATYŃSKA & SZWED 1999; SZOSZKIEWICZ & SZOSZKIEWICZ 1999). Zjawisko zubożenia florystycznego posuwa się niekiedy tak daleko, że programy renaturyzacji wymagają już introdukcji gatunków, gdyż naturalna sukcesja prowadzi do ujednoczenia, a nawet trywializacji roślinności (KORNAŚ 1990; OOMES 1992; TILMAN & DOWNING 1994; WAKEHAM-DAWSON i in. 1998; SZOSZKIEWICZ & SZOSZKIEWICZ 1999).

W warunkach postępującego spadku różnorodności gatunkowej fitocenozy, znaczenia nabiera monitoring i ochrona roślinności, szczególnie jej cenniejszych elementów. Do bardzo ważnych ostoi bioróżnorodności w krajobrazie zalicza się brzeżne obszary akwenów (KORNAŚ 1990; HUSTON 1994; ARCZYŃSKA-CHUDY i in. 1996; HILLBRICHT-ILKOWSKA

1998; RATYŃSKA & SZWED 1999). Szczególnie godną wnikliwej analizy fitosocjologicznej wydaje się strefa ekotonu, która jest jednocześnie czułym bioindykatorem zmian w środowisku (RATYŃSKA & SZWED 1996).

Aby zjawisku różnorodności gatunkowej nadać charakter ilościowy, stosuje się różne wskaźniki liczbowe (DIERSCHKE 1994; HUSTON 1994; SZOSZKIEWICZ & SZOSZKIEWICZ 1999; WOJCIECHOWSKI 1999). Niektóre z nich wykorzystywane były w badaniach fitosocjologicznych, dzięki czemu określano różnorodność gatunkową różnych jednostek fitosocjologicznych (HAEUPLER 1982; JURKO 1986; ROBACH 1997; SZOSZKIEWICZ & SZOSZKIEWICZ 1999). Pojęcie różnorodności jest jednak zjawiskiem wielowymiarowym i przedstawianie jej w formie jednej liczby wiąże się z wieloma mankamentami. Wykorzystanie profili różnorodności biocenoz pozwala na uniknięcie niektórych z tych trudności (PATIL & TAILLIE 1979; TÓTHMÉRÉSZ 1995; FATTORINI & MARCHESELLI 1999; ROUSSEAU i in. 1999; SZOSZKIEWICZ & SZOSZKIEWICZ 1999). Zastosowane podejście RÉNYI'EGO (1961), opierające się na koncepcji entropii Shannona, uważane jest obecnie za jeden z najlepszych sposobów porównywania bioróżnorodności fitocenoz (TÓTHMÉRÉSZ 1995). Ordynacja zbiorowisk z wykorzystaniem parametrycznych rodzin wskaźników różnorodności nie jest często stosowana, głównie z powodu konieczności przeprowadzenia wielu obliczeń bardziej złożonych niż w przypadku zwykłych jednolicebnowych wskaźników różnorodności (TÓTHMÉRÉSZ 1995).

W niniejszej pracy wykorzystano wyniki wieloletnich badań prowadzonych na Pojezierzu Brodnickim. Jest tam wiele cennych elementów przyrody, chronionych w licznych rezerwach oraz parku krajobrazowym. Obszar ten charakteryzuje się bogactwem sieci wodnej, na który składają się liczne jeziora, rzeki, drobne ciekie, rowy, kanały i mokradła. Szczególną rolę odgrywają tu jeziora, których aż 66 ma powierzchnię większą niż 5 ha. Akweny Pojezierza Brodnickiego poddane są wzmagającej się presji ze strony rozwijającej się turystyki i gospodarki rybackiej, ale są też obiektem szczególnej troski służb ochrony przyrody.

Celem niniejszej pracy była próba oceny niektórych aspektów bioróżnorodności Pojezierza Brodnickiego. Starano się porównać i ocenić różnorodność gatunkową najpowszechniejszych fitosocjologicznych zespołów roślinnych wybranych jezior tego obszaru.

MATERIAŁY I METODY

Prace terenowe przeprowadzono w latach 1997–2001 na terenie Pojezierza Brodnickiego. Badaniami geobotanicznymi objęto 7 jezior zlewni rzeki Skarlanki: Skarlińskie, Łąkorz, Wielkie Partęczyny, Dębno, Robotno, Strażym i Bachotek oraz 5 jezior położonych w biegu Strugi Brodnickiej: Mielowo, Sosno, Popek, Czortek i Wysokie Brodno. Są to akweny zróżnicowane pod względem cech morfometrycznych i parametrów fizyko-chemicznych wód. Wykazują poziom zasobności w biogeny w zakresie od mezotrofii do zaawansowanej eutrofii. Poddane są w różnym stopniu antropopresji, głównie ze strony rolnictwa i rozwijającej się dynamicznie turystyki. Ich zlewnie bezpośrednio mają charakter od typowo leśnego do rolniczego, przy rosnącym udziale turystyki.

Badania geobotaniczne wykonano metodą fitosocjologiczną według Braun-Blanquet'a (PAWŁOWSKI 1972; DIERSCHKE 1994). Wykonano 205 zdjęć fitosocjologicznych. W zastosowanej siedmiostopniowej

skali pokrycia wykorzystano wartości według Tüxena i Ellenberga (DIERSCHKE 1994). Dla stopnia ilościowości r w obliczeniach przyjęto wartość 0,001%, aby w przypadku logarytmowania była to wartość różna od zera.

Opisane w zdjęciach fitosocjologicznych zbiorowiska roślinne zostały sklasyfikowane z zastosowaniem układu syntaksonomicznego według PODBIELKOWSKIEGO & TOMASZEWICZA (1996). Dla wszystkich zdjęć obliczono wartość systematyczną związku, rzędu i klasy według metodyki Tüxena i Ellenberga (PAWŁOWSKI 1972; DIERSCHKE 1994).

Do obliczeń różnorodności wybrano 118 zdjęć fitosocjologicznych przedstawiających fitocenozy dziesięciu zespołów wodnych i szuwarowych. Selekcja zdjęć nakierowana była na wybranie możliwie dobrze wykształconych płatów pod względem syntaksonomicznym (kierowano się m.in. obliczoną wartością fitosocjologiczną). Różnorodność określano dla zespołów, które opisane były w odpowiednio dużej liczbie zdjęć (co najmniej 6). Podstawowe dane o charakteryzowanych zespołach: liczba zdjęć fitosocjologicznych, średnia arytmetyczna liczby gatunków w zdjęciu i ocena jej zmienności (odchylenie standardowe) zostały przedstawione w tabeli 1.

Charakterystykę różnorodności oparto na wykorzystaniu jednoparametrowej rodziny $\{D_4; \acute{a}$ rzeczywiste} wskaźników różnorodności RÉNYI'EGO (1961). Rodziny wskaźników przedstawione zostały graficznie w formie tzw. profili różnorodności dla poszczególnych zespołów. Indeks \acute{a} funkcjonuje jako skala parametru i jest liczbą rzeczywistą w zakresie od 0 do 3. Wartości rodziny wskaźników D_4 są zróżnicowane, reagując odpowiednio na liczbę gatunków lub na ich udział w pokryciu w zależności od skali parametru.

Profile różnorodności dla roślinności poszczególnych zespołów są wypadkową profili różnorodności poszczególnych zdjęć. Dla każdego zdjęcia fitosocjologicznego wyznaczono wskaźniki różnorodności Rényi'ego w pełnym zakresie skali parametru wykorzystując program komputerowy DivOrd 1.90 (TÓTHMÉRÉSZ 1997). Następnie wyliczone zostały średnie arytmetyczne tych wartości dla wszystkich zdjęć należących do poszczególnych zespołów.

WYNIKI

Badania geobotaniczne realizowane na Pojezierzu Brodnickim pozwoliły na identyfikację szeregu zbiorowisk makrofitów. Zebrany materiał pozwolił na dokładniejsze analizy w przypadku zbiorowisk odpowiadających 10 zespołom fitosocjologicznym. Były to fitocenozy sześciu zespołów szuwarowych (*Phragmitetum communis*, *Sparganietum erecti*, *Typhetum angustifoliae*, *Typhetum latifoliae*, *Acoretum calami* i *Caricetum acutiformis*) i czterech głębszej strefy jezior (*Ceratophylletum demersi*, *Potamogetonietum perfoliati*, *Nuphareto-Nymphaeetum albae*, *Hydrocharitetum morsus-ranae*). Roślinność ta, w przyjętym systemie syntaksonomicznym układu się następująco:

Klasa: *Phragmitetia* R. Tx. et Preisg. 1942

Rząd: *Phragmitetalia* W. Koch 1926

Związek: *Phragmition* W. Koch 1926

Zespół: *Phragmitetum communis* (Gams 1927) Schmale 1939

Zespół: *Sparganietum erecti* Roll 1938

Zespół: *Typhetum angustifoliae* (All. 1922) Soó 1927

Zespół: *Typhetum latifoliae* Soó 1927

Zespół: *Acoretum calami* Kobendza 1948

Rząd: *Magnocaricetalia* Pign. 1953

Związek: *Magnocaricion* W. Koch 1926

Zespół: *Caricetum acutiformis* Sauer 1937

Klasa: *Potamogetonetea* R. Tx. et Preisg. 1942

Rząd: *Potamogetonetalia* W. Koch 1926

Związek: *Potamogetonion* (W. Koch 1926) Oberd. 1957

Zespół: *Potamogetonum perfoliati* W. Koch 1926 em. Pass. 1964

Zespół: *Ceratophylletum demersi* Hild 1956

Związek: *Nymphaeion* W. Koch 1926

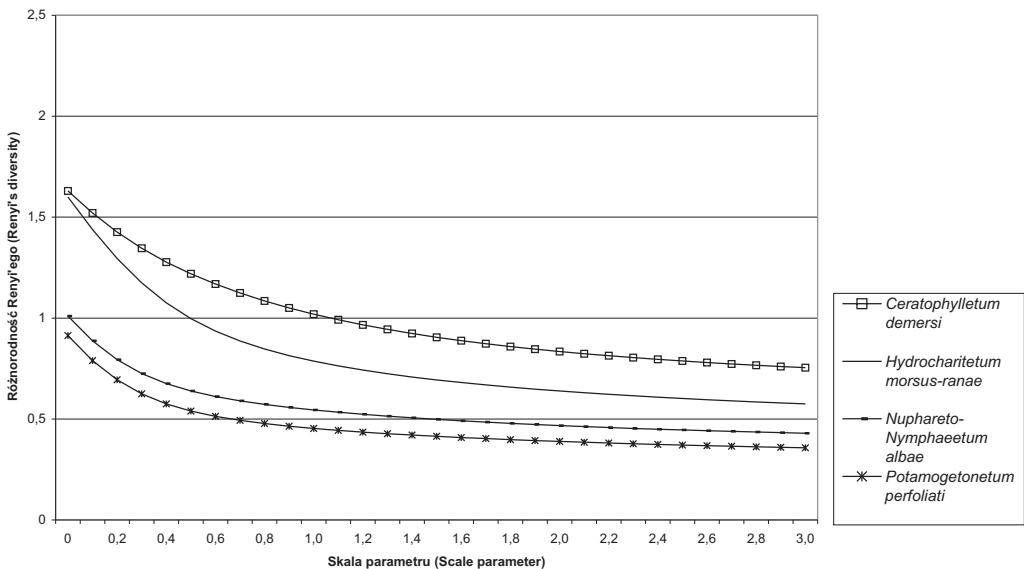
Zespół: *Nuphareto-Nymphaeetum albae* Tomaszewicz 1977

Zespół: *Hydrocharitetum morsus-ranae* Langendonck 1935

Wykorzystanie profili różnorodności według systemu Rényi'ego pozwoliło ocenić różnorodność gatunkową wybranych zespołów roślinności wodnej. Stwierdzono znaczne zróżnicowanie pomiędzy poszczególnymi zespołami pod względem różnorodności gatunkowej.

Biorąc pod uwagę roślinność głębszych stref litoralów uwzględniono dwa zespoły zdominowane przez nimfeidy (*Nuphareto-Nymphaeetum albae* i *Hydrocharitetum morsus-ranae*) i dwa przez elodeidy (*Ceratophylletum demersi*, *Potamogetonum perfoliati*) (Ryc. 1). Wykorzystanie profili według systemu Rényi'ego pozwoliło uszeregować te zespoły pod względem ich różnorodności. Najwyższą różnorodnością cechował się zespół *Ceratophylletum demersi*, a następnie kolejno *Hydrocharitetum morsus-ranae*, *Nuphareto-Nymphaeetum albae* i najniższą *Potamogetonum perfoliati*.

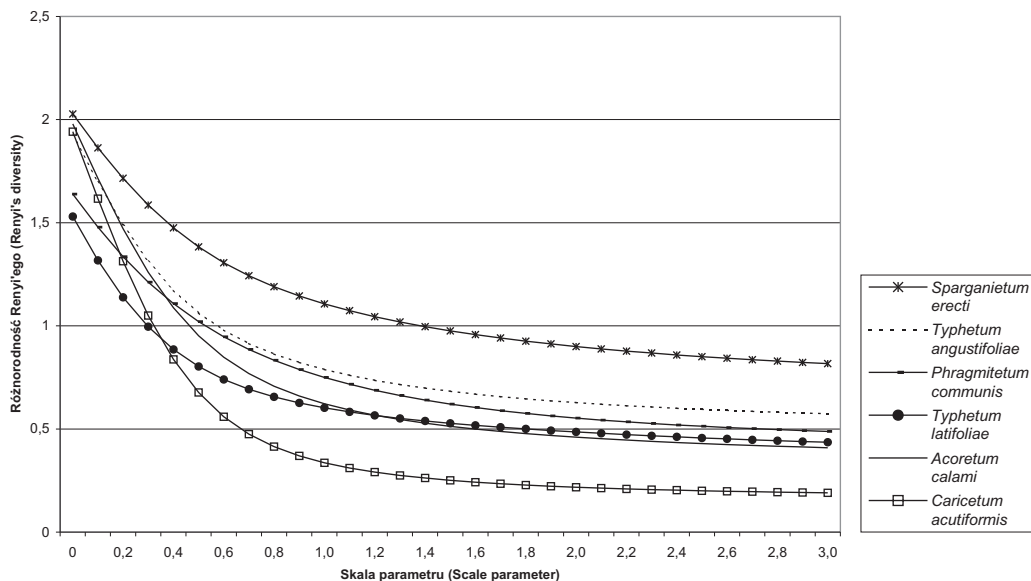
Wśród roślinności szuwarowej oceniano 6 zespołów: *Phragmitetum communis*, *Sparagietum erecti*, *Typhetum angustifoliae*, *Typhetum latifoliae*, *Acoretum calami* i *Caricetum*



Ryc. 1. Porównanie różnorodności badanych zespołów roślinności wodnej: *Ceratophylletum demersi*, *Hydrocharitetum morsus-ranae*, *Nuphareto-Nymphaeetum albae*, *Potamogetonum perfoliati*.

Fig. 1. Diversity ordering of surveyed aquatic associations: *Ceratophylletum demersi*, *Hydrocharitetum morsus-ranae*, *Nuphareto-Nymphaeetum albae*, *Potamogetonum perfoliati*.

acutiformis (Ryc. 2). Najwyższą różnorodność stwierdzono w zespole *Sparganietum erecti*. Ordynacja pozostałych zespołów jest już bardziej skomplikowana. Ze względu na krzyżujące się krzywe profili nie można wyróżnić jednoznacznego rankingu dla wszystkich zespołów naraz. Można natomiast porównać różnorodność dla par zespołów. I tak, dla przykładu, *Typhetum angustifoliae* charakteryzuje się wyższą różnorodnością niż *Phragmitetum communis*, *Typhetum latifoliae* oraz *Caricetum acutiformis*, ale w porównaniu z *Acoretum calami*, obie te fitocenozy należy umieścić na tym samym poziomie.



Ryc. 2. Porównanie różnorodności badanych zespołów szuwarowych: *Sparganietum erecti*, *Typhetum angustifoliae*, *Phragmitetum communis*, *Typhetum latifoliae*, *Acoretum calami* i *Caricetum acutiformis*.

Fig. 2. Diversity ordering of surveyed rush associations: *Sparganietum erecti*, *Typhetum angustifoliae*, *Phragmitetum communis*, *Typhetum latifoliae*, *Acoretum calami* and *Caricetum acutiformis*.

Porównując różnorodność wszystkich 10 zespołów nie stwierdzono zbyt dużych różnic między płatami wyróżnionych dwóch typów roślinności, czyli między fitocenzami zdominowanymi przez nimfeidy i elodeidy a zbiorowiskami budowanymi głównie przez helofity. Spośród wszystkich 10 zespołów wyróżnia się tylko fitocenoza *Sparganietum erecti*, natomiast ordynacja fitocenz pozostałych zespołów może być przeprowadzona w parach.

Krzywe profili w zbiorowiskach szuwarowych są bardziej wklęsłe niż profile płatów roślinności zanurzonej. Świadczy to o nieco większej liczbie gatunków w zdjęciu i ich mniejszym wyrównaniu ilościowym. W zbiorowiskach szuwarowych, które zwykle były bardzo mocno zdominowane przez jeden gatunek, stwierdzano jednak szereg roślin o bardzo małym pokryciu w płacie.

Tabela 1. Podstawowe dane o badanych fitocenozach.**Table 1.** Basic data about the studied communities.

Zespół Association	Liczba zdjęć Number of relevés	Liczba gatunków w zdjęciu Number of species per relevé	
		Średnia Mean	Odchylenie standardowe Standard deviation
<i>Sparganietum erecti</i>	10	8,9	3,93
<i>Acoretum calami</i>	16	7,6	3,38
<i>Typhetum angustifoliae</i>	11	7,3	2,72
<i>Caricetum acutiformis</i>	8	7,1	1,55
<i>Phragmitetum australis</i>	14	6,1	3,20
<i>Typhetum latifoliae</i>	6	5,3	3,50
<i>Ceratophylletum demersi</i>	14	6,6	4,62
<i>Hydrocharitetum morsus-ranae</i>	12	5,8	3,56
<i>Nuphareto-Nymphaeetum albae</i>	16	2,9	2,39
<i>Potamogetonetum perfoliati</i>	11	2,7	1,01

DYSKUSJA

Analiza różnorodności gatunkowej zespołów z wykorzystaniem tzw. profili różnorodności pozwoliła na dość precyzyjną ocenę różnic w bioróżnorodności pomiędzy poszczególnymi zespołami. Dla każdej z par zespołów można stwierdzić, który z nich charakteryzuje się wyższą bioróżnorodnością albo, czy są one jednolite pod tym względem. Z załączonych wykresów można też wywnioskować, jaką rolę odgrywają elementy składające się na ocenę różnorodności – liczba gatunków i ich wyrównanie w pokryciu. Porównanie wszystkich dziesięciu zespołów razem okazało się jednak mało doskonałe, gdyż krzyżujące się krzywe nie dają czytelnego obrazu. Jednak metoda profili różnorodności na ogół nie nadaje się do porównań wielu zespołów naraz i w praktyce służy raczej do ordynacji zbiorowisk w parach (PATIL & TAILLIE 1979; TÓTHMÉRÉSZ 1995; FATTORINI & MARCHESELLI 1999; ROUSSEAU i in. 1999; SZOSZKIEWICZ & SZOSZKIEWICZ 1999).

Ocenę bioróżnorodności poszczególnych zespołów fitytosocjologicznych podejmowano dotychczas w różnych typach roślinności. Odnośnie do roślinności wodnej i szuwarowej, szersze porównania tego typu opracowali HAEUPLER (1982) i JURKO (1986), którzy między innymi obliczali różne wskaźniki różnorodności, w tym dla *Hydrocharitetum morsus-ranae*, *Nuphareto-Nymphaeetum albae*, *Phragmitetum communis* i *Sparganietum erecti*. Porównując otrzymaną przez tych autorów ordynację dla wskaźnika Shannona z odpowiadającymi temu indeksowi wartościami na profilu Rényi'ego (czyli dla skali parametru 1, Ryc. 1 i 2), różnorodność *Hydrocharitetum morsus-ranae* była analogicznie wyższa niż *Nuphareto-Nymphaeetum albae*. Jednak w przypadku *Phragmitetum communis*

i *Sparganium erecti* wyniki były odmienne, gdyż fitocenozy zespołu jeżogłówki gałęzistej nie wyróżniały się wysoką bioróżnorodnością. Rozważając te rozbieżności należy jednak podkreślić, że w cytowanych pracach uwzględniono niedużą liczbę zdjęć (4–5). Znacznie bogatsze dane literaturowe dotyczą bogactwa gatunkowego zbiorowisk, opisanych m.in. przez TOMASZEWICZA (1979), RODWELLA i in. (1995) lub ROBACHA i in. (1997). Podawana przez tych autorów liczba gatunków w zdjęciu fitosocjologicznym odpowiada skrajnie lewej stronie profilu Rényi’ego (Rys. 1 i 2), czyli wartościom dla zerowej skali parametru. Również w tym przypadku otrzymane ordynacje pokrywają się tylko częściowo.

Konfrontując otrzymane rezultaty z literaturą, należy podkreślić wnikliwość dokonanej ordynacji w stosunku do wyników podawanych przez innych autorów. Zastosowana metoda pozwala na uchwycenie wielowymiarowego charakteru różnorodności, uwzględniając zarówno liczbę gatunków, jak i proporcje między nimi (PATIL & TAILLIE 1979; TÓTHMÉRÉSZ 1995; FATTORINI & MARCHESELLI 1999; ROUSSEAU i in. 1999). Przedstawione profile przy skali parametru 0–3 uwzględniają więc ordynacje przeprowadzone przez wskaźniki liczbowe, ujmujące różnorodność w gradiencie: bogactwo gatunkowe – równomierność. Opierając się na przedstawionych na wykresach krzywych można precyzyjnie porównać różnorodność zbiorowisk, przynajmniej dla dwóch fitocenoz.

Ustalony ranking różnorodności gatunkowej nie może być traktowany jako ostateczny dla poszczególnych zespołów w ujęciu ogólnym, ze względu na niewielki jeszcze materiał badawczy (nieduża liczba zdjęć fitosocjologicznych) i lokalne pochodzenie próby (Pojezierze Brodnickie). Należy jednak zaznaczyć, że z obszernej bazy danych wybierano jedynie takie płyty, które reprezentowały możliwie typową formę zespołu. Przedstawiony materiał jest więc w znacznym stopniu reprezentatywny do oceny różnorodności poszczególnych zespołów roślinnych na badanym terenie.

WNIOSKI

(1) Analiza badanej roślinności z zastosowaniem profili różnorodności pozwoliła na ordynację poszczególnych jednostek fitosocjologicznych. Metoda ta okazała się szczególnie przydatną w porównywaniu różnorodności par zespołów.

(2) Wśród badanych zespołów głębszych stref litoralu najwyższą różnorodnością cechował się zespół *Ceratophylletum demersi*, a następnie kolejno *Hydrocharitetum morsus-ranae*, *Nuphareto-Nymphaeetum albae* i najniższą *Potamogetonetum perfoliati*.

(3) Wśród zespołów szuwarowych najwyższą różnorodność gatunkową wykazywał zespół *Sparganium erecti*. Ordynacja pozostałych zespołów: *Phragmitetum communis*, *Typhetum angustifoliae*, *Typhetum latifoliae*, *Acoretum calami* i *Caricetum acutiformis* jest już bardziej skomplikowana – ze względu na krzyżujące się krzywe profili, nie można było wyróżnić jednoznacznego rankingu dla wszystkich zespołów naraz, choć można porównać różnorodność dla par zespołów.

LITERATURA

- ARCZYŃSKA-CHUDY E., GOŁDYN H., MICHALAK A. & KRASKA M. 1996. Znaczenie roślinności wodnej dla utrzymania różnorodności flory na terenie Agroekologicznego Parku Krajobrazowego. – W: L. RYSZKOWSKI & S. BAŁAZY (red.), *Ekologiczne procesy na obszarach intensywnego rolnictwa*. ss. 7–20. Zakład Badań Środowiska Rolniczego i Leśnego PAN.
- DIERSCHKE H. 1994. *Pflanzensoziologie – Grundlagen und Methoden*. Wyd. 1. ss. 683. E. Ulmer Verl., Stuttgart.
- FATTORINI L. & MACHESELLI M. 1999. Inference on intrinsic diversity profiles of biological populations. – *Environmetrics* **10**: 589–599.
- HAEUPLER H. 1982. Evenness als Ausdruck der Vielfalt in der Vegetation. Untersuchungen zum Diversitäts-Begriff. – *Diss. Bot.* **65**: 1–268.
- HILLBRICHT-ILKOWSKA A. 1998. Różnorodność biologiczna siedlisk słodkowodnych. – *Idee ekologiczne*. **13**(7): 15–54.
- HUSTON M. A. 1994. *Biological diversity. The coexistence of species on changing landscapes*. Wyd. 3. ss. 681. Cambridge Univ. Press, Cambridge.
- JANSSENS F., PEETERS A., TALLOWIN J. R. B., SMITH R. E. N. BAKKER J. P., BEKKER R. M., VERWEIJ G. L., FILLAT F., CHOCARRO C. & OOMES M. J. M. 1997. Relationship between soil nutrients and plant diversity in grasslands: definition of limits for the maintenance and the reconstruction of species rich communities. – *Grassland Sciences in Europe* **2**: 315–322.
- JURKO A. 1986. Plant communities and some questions on their taxonomical diversity. – *Ekologia (CSSR)* **5**(1): 3–32.
- KORNAŚ J. 1990. Jak i dlaczego giną nasze zespoły roślinne. – *Wiad. Bot.* **34**(2): 7–16.
- OOMES M. J. M. 1992. Yield and species density of grasslands during restoration management. – *J. Veget. Sc.* **3**: 271–274.
- PAWŁOWSKI B. 1972. Skład i budowa zbiorowisk roślinnych oraz metody ich badania. – W: W. SZAFER & K. ZARZYCKI (red.), *Szata roślinna Polski*. ss. 237–279. Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa.
- PATIL G. P. & TAILLIE C. 1979. An overview of diversity. – W: J. F. GRASSLE, G. P. PATIL, W. SMITH & C. TAILLIE (red.), *Ecological diversity in theory and practice*. ss. 3–27. International Cooperative Publishing House, Fairland.
- PODBIELKOWSKI Z. & TOMASZEWICZ H. 1996. *Zarys hydrobotaniki*. Wyd. 3. ss. 531. Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa.
- RATYŃSKA H. & SZWED W. 1996. Roślinność – strefy przejścia i granice. – *Wiad. Bot.* **40**(1): 21–28.
- RATYŃSKA H. & SZWED W. 1999. The protection of small regulated watercourses to maintain local diversity of plant cover. – *Rocz. Akad. Roln. w Poznaniu*. **310** Melior. Inż. Środ. **20**, 1: 299–314.
- RÉNYI A. 1961. On measures of entropy of information. *Proceedings of the 4th Berkeley Symposium on Mathematical Statistics and Probability*. **1**: 547–561. University of California Press, Berkeley, CA.
- ROBACH F., EGLIN I. & TRÉMOLIÈRES M. 1997. Species richness of aquatic macrophytes in former channels connected to a river: a comparison between two fluvial hydrosystems differing in their regime and regulation. – *Global Ecology and Biogeography Letters* **6**: 267–274.
- RODWELL, J. S., PIGOTT C. D., RATCLIFFE D. A., MALLOCH A. J. C., BIRKS H. J. B., PROCTOR M. C. F., SHIMWELL D. W., HUNTLEY J. P., RADFORD E., WIGGINGTON M. J. & WILKINS P. 1995. *British plant communities*. **4**. Cambridge Univ. Press, Cambridge.
- ROUSSEAU R., VAN HECKE P., NIJSSEN D. & BOGAERT J. 1999. The relationship between diversity profiles, evenness and species richness based on partial ordering. – *Environmental and ecological statistics* **6**: 211–223.

- SZOSZKIEWICZ K. & SZOSZKIEWICZ J. 1999. Comparison of diversity of lowland grassland vegetation communities in Poland. – Roczn. Akad. Roln. w Poznaniu. **310** Melior. Inż. Środ. **20**, 1: 293–298.
- TILLMAN T. & DOWNING J.A. 1994. Biodiversity and stability in grassland. – Nature **376**: 363–365.
- TOMASZEWICZ H. 1979. Roślinność wodna i szuwarowa Polski (Klasy: *Lemnetea*, *Charetea*, *Potamogetonetea*, *Phragmitetea*) wg stanu zbadania na rok 1975. ss. 325. Wyd. Univ. Warszawskiego, Warszawa.
- TÓTHMÉRÉSZ B. 1995. Comparison of different methods for diversity ordering. – J. Veget. Sc. **6**: 283–290.
- TÓTHMÉRÉSZ B. 1997. DivOrd 1.90. Program for diversity ordering of communities by diversity profiles. Ecological Institute, Kossuth L. University, Debrecen.
- WAKEHAM-DAWSON A., SZOSZKIEWICZ K., STERN K. & AEBISCHER N. J. 1998. Breeding skylarks (*Alauda arvensis* L.) and their food resources in relation to experimentally grazed arable reversion grass in the South Downs Environmentally Sensitive Area, Southern England. – J. Appl. Ecol. **35**: 635–648.
- WOJCIECHOWSKI Z. 1999. Metody oceny różnorodności biologicznej. – W: R. OLACZEK & A. U. WARCHOLIŃSKA (red.), Ochrona środowiska i żywych zasobów przyrody. ss. 103–113. Wyd. Uniwersytetu Łódzkiego, Łódź.

SUMMARY

The study was focused on the species diversity ordering of common aquatic communities. The field survey was carried out in 1997–2001 in the number of lakes of the Brodnica Lakeland (Pojezierze Brodnickie), Central Poland. As many as 118 phytosociological relevés representing 10 aquatic associations were selected. The diversity ordering using the Rényi's diversity index family profiles was applied. The study was focused on the species diversity ordering of common aquatic communities. Taking into account deep-water aquatic communities, the highest diversity was indicated by *Ceratophylletum demersi*, followed by *Hydrocharitetum morsus-ranae*, *Nuphareto-Nymphaetum albae* and *Potamogetonum perfoliati*. Considering the fen vegetation the *Sparganietum erecti* showed the highest diversity. The ordination of other communities (*Typhetum angustifoliae*, *Phragmitetum communis*, *Typhetum latifoliae*, *Acoretum calami* and *Caricetum acutiformis*) was possible in pairs only due to number of intersections of profile's curves on the plot. Diversity profiles appeared as useful tool in the phytosociological association ordering according to their diversity. This method was specially suitable for diversity comparisons in pairs of associations.

Przyjęto do druku: 8.01.2002 r.