

OCENA WARUNKÓW SIEDLISKOWYCH ROŚLINNOŚCI METODĄ FITOINDYKACYJNĄ W WYBRANYCH JEZIORACH PUSZCZY GORZOWSKIEJ

Monika MYŚLIWY

Uniwersytet Szczeciński, Katedra Taksonomii Roślin i Fitogeografii

Słowa kluczowe: badania florystyczne, liczby wskaźnikowe Ellenberga, Pomorze Zachodnie, zbiorniki wodne

Streszczenie

Celem pracy jest ekologiczna charakterystyka siedlisk roślin i roślinności w jeziorach: Okunie, Sitno Moczydelskie, Lubie, Chłopek oraz Wapienne, wykonana z użyciem tzw. liczb Ellenberga: wskaźnika świetlnego L , wilgotności podłoża F , odczynu R oraz trofii N . Wykorzystano 59 spisów florystycznych, wykonanych w latach 1998–2002 na powierzchniach 40–60 m², oddzielnie dla zbiorowisk wodnych i przybrzeżnych. Średnie wartości wskaźników dla poszczególnych zdjęć pogrupowano niezależnie według trzech kryteriów: stanowiska (jeziora), typu roślinności oraz natężenia antropopresji. Jezioro Wapienne charakteryzuje się najbardziej odmiennymi warunkami siedliskowymi. Zanotowano w nim najmniejsze średnie wartości wskaźników trofii i odczynu oraz największą średnią wartość wskaźnika wilgotności. Porównując analogiczne wartości wskaźników dla spisów florystycznych, wykonanych w miejscach o różnym stopniu antropopresji, stwierdzono, że wraz ze wzrostem natężenia tego czynnika zwiększa się wskaźnik trofii, natomiast maleją wskaźniki oświetlenia i wilgotności.

WSTĘP

Puszcza Gorzowska jest położona na Równinie Gorzowskiej, pomiędzy Barlinkiem, Gorzowem Wielkopolskim i Strzelcami Krajeńskimi. Obszar ten jest piaszczystym sandrem fazy pomorskiej zlodowacenia wiślańskiego [KONDRACKI, 2000], porośniętym drzewostanem mieszanym z przewagą sosny, dębu i buka. Ważnym elementem przyrody Puszczy są zbiorniki wodne, zwłaszcza jeziora rynnowe.

Szata roślinna jest efektem wzajemnych związków i zależności między komponentami środowiska przyrodniczego, głównie klimatem, glebami i stosunkami wodnymi. Znajomość struktury szaty roślinnej, jej przestrzennego zróżnicowania, zestawu ilościowego i jakościowego gatunków oraz ich żywotności i amplitudy ekologicznej umożliwi określenie aktualnego stanu środowiska oraz procesów zachodzących w jego składowych, co jest przedmiotem fitoindykacji geobotanicznej [ROO-ZIELIŃSKA, 2004].

Spośród metod fitoindykacyjnych najszersze zastosowanie znalazły tzw. ekologiczne liczby wskaźnikowe Ellenberga [ELLENBERG i in., 1991]. Wielu autorów z powodzeniem stosowało je do oceny warunków klimatycznych i glebowych różnych typów zbiorowisk roślinnych, do zbadania zmian warunków siedliskowych, wynikających z sukcesji roślinności oraz różnych sposobów jej użytkowania, do oceny siedlisk polnych na różnych typach gleb itp. [DIEKMANN i in., 1999; DUPOUEY i in., 2002; DZWONKO, 2001; DZWONKO, LOSTER, 1997; HAWKES, PYATT, WHITE, 1997; HOŁDYŃSKI, 1989; JASTRZĘBSKA i in., 2007].

Celem pracy jest ekologiczna charakterystyka siedlisk roślin i roślinności w wybranych jeziorach z użyciem liczb Ellenberga.

MATERIAŁ I METODY BADAŃ

Do analiz wykorzystano spisy florystyczne, sporządzone w latach 1998–2002 na obszarze Barlinecko-Gorzowskiego Parku Krajobrazowego, w ramach szczegółowych badań flory roślin naczyniowych i jej antropogenicznych przemian [MYŚLIWY, 2003]. Wytypowano pięć jezior położonych w zlewni rzeki Santoczna, zróżnicowanych pod względem powierzchni, warunków siedliskowych oraz natężenia presji człowieka: Okunie (powierzchnia 40,1 ha; maks. głębokość 18,5 m; typ rybacki: leszczowe), Sitno Moczydelskie (powierzchnia 28,1 ha; maks. głębokość 10,3 m; typ rybacki: sandaczowe), Lubie (powierzchnia 79,4 ha; maks. głębokość 8,9 m; typ rybacki: sandaczowe), Chłopek (powierzchnia 24,1 ha; maks. głębokość 4,9 m; typ rybacki: sandaczowe) oraz Wapienne (powierzchnia 4,2 ha; maks. głębokość 1,8 m; typ rybacki: nie określony) [FILIPIAK, RACZYŃSKI, 2000] (rys. 1). Spisy florystyczne (łącznie 59) wykonywano na powierzchniach 40–60 m², uwzględniając oddzielnie zbiorowiska roślin wodnych oraz przybrzeżnych, głównie szuwarowych i zaroślowych.

Wykonano listę 193 gatunków roślin, które oceniono za pomocą czterech wskaźników: świetlnego L , wilgotności podłoża F , odczynu R oraz trofii N . Zastosowane skale są w większości 9-stopniowe, z wyjątkiem wilgotności, która jest 12-stopniowa. Natężenie danego wskaźnika zmienia się następująco: L – od siedlisk głęboko zacienionych po w pełni nasłonecznione, F – od skrajnie suchych po wodne, R – od silnie kwaśnych po zasadowe (zasobne w CaCO_3), N – od najuboższych po przeżyźnione [ELLENBERG i in., 1991].

Rys. 1. Położenie terenu badań; 1 – granica Barlinecko-Gorzowskiego Parku Krajobrazowego, 2 – główne drogi, 3 – miejscowości, 4 – badane jeziora: I – Okunie, II – Sitno Moczydelskie, III – Lubie, IV – Chłopek, V – Wapienne

Fig. 1. Location of the study area; 1 – boundary of the Barlinek-Gorzów Landscape Park, 2 – main roads, 3 – towns and villages, 4 – examined lakes: I – Okunie, II – Sitno Moczydelskie, III – Lubie, IV – Chłopek, V – Wapienne



Dla poszczególnych spisów florystycznych obliczono średnie charakterystyczne wartości wskaźników, które następnie pogrupowano niezależnie według trzech kryteriów: stanowiska, typu roślinności oraz natężenia antropopresji, w tym stopnia zanieczyszczenia wód i zagospodarowania brzegów (tab. 1). Dla każdej z tak powstałych grup obliczono podstawowe charakterystyki statystyczne: średnią, minimum, maksimum, odchylenie standardowe SD i współczynnik zmienności V oraz zbadano statystyczną istotność różnic między średnimi, wykorzystując jednoczynnikową analizę wariancji ANOVA z testem RIR Tukeya w programie Statistica 6,0. Dodatkowo, w celu uporządkowania prób wzdłuż gradientu reprezentowanego przez oś diagramu ordynacyjnego na podstawie danych o składzie gatunkowym, wykonano analizę DCA w programie Canoco 4.5 for Windows [TER BRAAK, ŠMILAUER, 2002]. Zbadano ponadto zależność między osiami ordynacyjnymi a średnimi wartościami wskaźników Ellenberga dla prób [JONGMAN, TER BRAAK, VAN TONGEREN, 1995]. Nazewnictwo gatunków roślin naczyniowych przyjęto za MIRKIEM i in. [2002].

Tabela 1. Kryteria podziału spisów florystycznych na grupy**Table 1.** Criteria for the division of floristic lists into groups

Kryterium Criterion	Grupa Group	Liczba spisów w grupie No. of lists in a group
Stanowisko (jezioro) Site (lake)	Okunie	16
	Sitno Moczydelskie	10
	Lubie	13
	Chłopek	9
	Wapienne	11
Typ roślinności Type of vegetation	wodna aquatic	14
	nadbrzeżna riparian	45
Nateżenie antropopresji Anthropogenic impact	niskie low	18
	średnie medium	37
	wysokie high	4

WYNIKI BADAŃ

Na podstawie 59 spisów florystycznych, wykonanych w zbiorowiskach wodnych i przybrzeżnych pięciu badanych jezior Puszczy Gorzowskiej, zestawiono listę 193 gatunków roślin naczyniowych. Większość (niemal 95%) stanowią gatunki rodzime, natomiast archeofity (komosa strzałkowata *Chenopodium bonus-henricus* L., ostrożeń lancetowaty *Cirsium vulgare* (Savi) Ten. i jasnota purpurowa *Lamium purpureum* L.) oraz kenofity (olsza szara *Alnus incana* (L.) Moench, uczepek amerykański *Bidens frondosa* L., moczarka kanadyjska *Elodea canadensis* Michx., wierzbownica gruczołowata *Epilobium ciliatum* Raf., niecierpek drobnokwiatowy *Impatiens parviflora* DC., sit chudy *Juncus tenuis* Willd. i szczawik żółty *Oxalis fontana* Bunge) są nieliczne. Do gatunków najczęściej występujących należą: olsza czarna (*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.) (33 notowania), karbieniec pospolity (*Lycopus europaeus* L.) (27), turzycza błotna (*Carex acutiformis* Ehrh.) (26), trzcina pospolita (*Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud.) (24), tojeść pospolita (*Lysimachia vulgaris* L.) i zachyłnik błotny (*Thelypteris palustris* Schott) (po 22). Niektóre gatunki (43) zanotowano tylko raz, w tym: 19 wyłącznie przy jeziorze Okunie, 7 przy j. Sitno Moczydelskie, 5 przy j. Lubie, 3 przy j. Chłopek i 9 przy j. Wapienne.

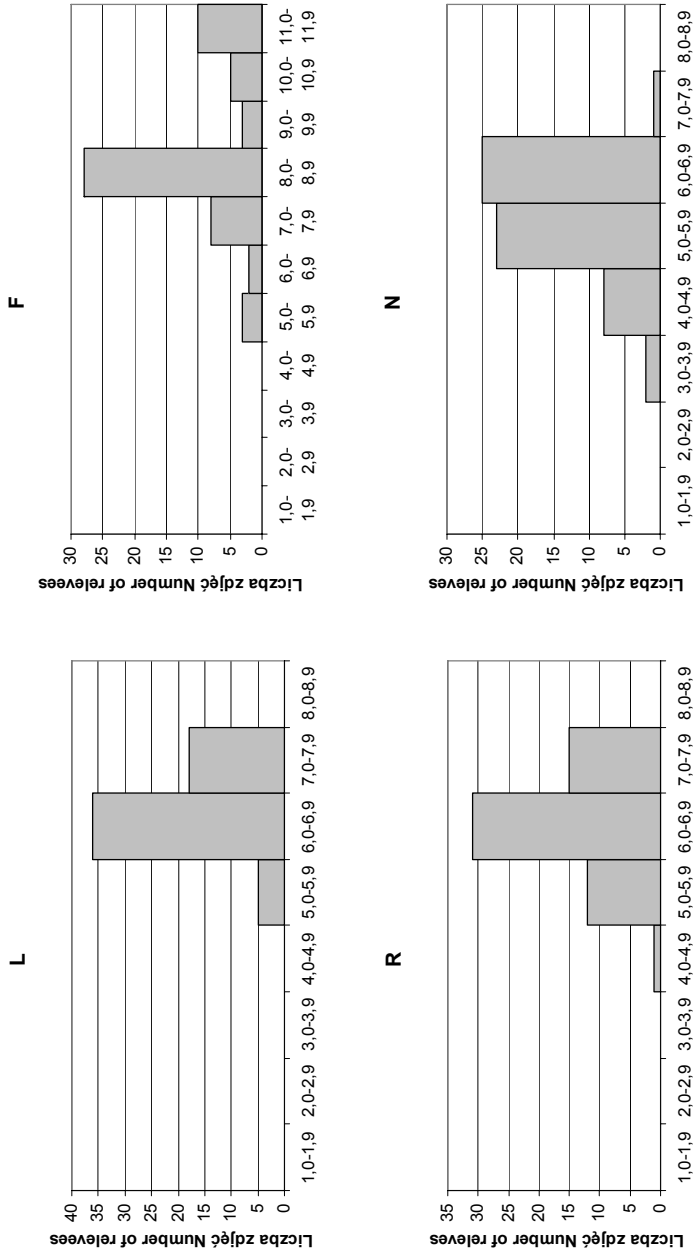
Stwierdzone gatunki reprezentują pełny zakres wskaźników: *L*, *R* i *N* (nateżenie 1–9) oraz niepełny zakres wskaźnika *F* (4–12). Brak edyfikatorów najmniejszych wartości *F* jest zrozumiały ze względu na typ badanych siedlisk. Części gatunków, ze względu na zbyt szeroką amplitudę ekologiczną, nie można uznać za wskaźnikowe w odniesieniu do niektórych czynników siedliskowych (w pracy ELLENBERGA i in. [1991] oznaczono je symbolem *x*). Zostały one wyłączone z analiz. W przy-

padku wskaźnika świetlnego dotyczy to pokrzywy zwyczajnej (*Urtica dioica* L.), wskaźnika wilgotności – 14 gatunków, wskaźnika odczynu – 67, a trofii – 22.

Rozkład średnich wartości wskaźników dla poszczególnych spisów florystycznych, wykonanych w zbiorowiskach wodnych i przybrzeżnych, przedstawiono w formie histogramów (rys. 2). Wartości średnie były najsilniej zróżnicowane pod względem wskaźnika wilgotności i wynosiły od 5,4 do 11,7, co odpowiada siedliskom świeżym, wilgotnym i bagiennym, aż po typowo wodne. Dość szeroki był również zakres średnich wartości wskaźnika trofii (3,3–7,3), co odpowiada siedliskom dość ubogim, umiarkowanie bogatym i bogatym w azot. Średnie wartości wskaźników *L* i *R* zawierały się odpowiednio w przedziałach 5,3–7,7 (od półcienistych do światłolubnych) oraz 4,5–7,9 (od umiarkowanie kwaśnych do silnie zasadowych).

Średnie wartości wskaźnika świetlnego, obliczone dla poszczególnych jezior, wskazują na siedliska zacienione w 20–30%. Najmniejszą średnią uzyskano dla jeziora Sitno Moczydelskie. Różni się ona istotnie od pozostałych wartości, z wyjątkiem średniej dla jeziora Lubie. Statystycznie nieistotne różnice uzyskano dla typów roślinności oraz siedlisk różniących się natężeniem presji człowieka (tab. 2).

Różnice średnich wartości wskaźnika wilgotności między poszczególnymi stanowiskami są statystycznie nieistotne (tab. 2). Nierówne proporcje w liczbie spisów wykonanych w zbiorowiskach wodnych poszczególnych jezior, np. 15% w przypadku jeziora Lubie i 30% – jeziora Okunie, wpłynęły na wynik testu istotności. Z tego powodu dodatkowo obliczono średnie wyłącznie dla zbiorowisk przybrzeżnych, uzyskując następujące wartości: Okunie – 8,31, Sitno Moczydelskie – 7,66, Lubie – 7,64, Chłopek – 8,45, Wapienne – 8,60, jednak różnice między nimi również okazały się statystycznie nieistotne. Może to być związane z dużą zmiennością średnich wartości wskaźnika dla poszczególnych spisów (największe współczynniki zmienności *V*). Ze względów przyrodniczych różnice wydają się jednak istotne. Jezioro Lubie, z najmniejszą średnią wartością *F*, charakteryzuje się brzegami twardymi, porośniętymi drzewostanem sosnowo-bukowo-dębowym. Często aż do samego lustra wody spotyka się tu gatunki o małych wartościach *F* (4–5), jak: jałowiec pospolity (*Juniperus communis* L.), dziurawiec zwyczajny (*Hypericum perforatum* L.), szczawik zajęczy (*Oxalis acetosella* L.), czy w miejscach wydeptywanych przez człowieka: jasnota purpurowa (*Lamium purpureum* L.), babka zwyczajna (*Plantago major* L.), koniczyna biała (*Trifolium repens* L.) i in. Największą średnią wartość wskaźnika wilgotności uzyskano z kolei dla jeziora Wapienne, które jest położone w głębokim obniżeniu terenu i otoczone ze wszystkich stron szerokim pasem zbiorowisk bagiennych i torfowiskowych [RADZISZEWICZ, STĘPIEŃ, 2001]. Odnotowano tu najwyższy odsetek gatunków charakterystycznych dla torfowisk niskich (*Scheuchzeria-Caricetea nigrae*), szuwarów (*Phragmitetea*) oraz łąk zmienno-wilgotnych (*Molinio-Arrhenatheretea*), będących wskaźnikami dużych wartości *F*. Stwierdzono ponadto, że wraz ze wzrostem natężenia antropopresji zmniejsza się średnia wartość wskaźnika wilgotności (tab. 2),



Rys. 2. Rozkład średnich wartości wskaźnika świetlnego L , wilgotności F , odczynu R i trofii N dla 59 list florystycznych, wykonanych w zbiorowiskach wodnych i przybrzeżnych badanych jezior

Fig. 2. Distribution of mean indicator values for light L , moisture F , reaction R and trophy N calculated for 59 floristic lists for aquatic and riparian communities of examined lakes

Tabela 2. Charakterystyki statystyczne dla wskaźników Ellenberga
Table 2. Statistical characteristics for Ellenberg's indicator values

Wskaźnik Indicator value	Statystyki Statistics	Stanowisko (jezioro) Site (lake)				Typ roślinności Type of vegetation		Natężenie antropopresji Anthropogenic impact				
		Okumie	Sitno Moczydełskie	Lubie	Chłopek	Wapienne	wodna aquatic	nadrzeżna riparian	niskie low	średnie medium	wysokie high	
Światłny <i>L</i> Light <i>L</i>	<i>m</i>	6,75	6,18	6,63	6,77	6,93	6,79	6,62	6,83	6,62	6,33	
	min	6,00	5,32	5,62	6,23	6,61	6,00	5,32	6,23	5,32	5,76	
	max	7,15	7,40	7,67	7,40	7,20	7,67	7,20	7,20	7,20	7,67	6,79
	<i>SD</i>	0,31	0,59	0,55	0,42	0,21	0,52	0,47	0,30	0,30	0,53	0,46
	<i>V = SD/m</i>	0,05	0,09	0,08	0,06	0,03	0,08	0,07	0,04	0,04	0,08	0,07
Wilgotności <i>F</i> Moisture <i>F</i>	<i>m</i>	9,28	8,39	8,10	9,36	9,10	11,22	8,11	9,25	8,94	6,14	
	min	5,88	5,38	5,92	7,28	7,76	10,50	5,38	7,28	6,56	5,38	
	max	11,70	11,57	10,67	11,50	11,50	11,70	10,20	11,50	11,70	11,70	7,36
	<i>SD</i>	1,68	1,82	1,29	1,64	1,17	0,38	0,93	1,28	1,49	0,85	
	<i>V = SD/m</i>	0,29	0,22	0,16	0,18	0,13	0,03	0,11	0,14	0,17	0,14	
Odczynu <i>R</i> Reaction <i>R</i>	<i>m</i>	6,48	6,59	6,77	6,50	5,78	7,21	6,19	5,99	6,65	6,41	
	min	5,69	6,00	6,13	5,47	4,46	6,60	4,46	4,46	5,47	6,00	
	max	7,33	7,71	7,50	7,86	7,00	7,86	7,14	7,33	7,86	6,60	
	<i>SD</i>	0,49	0,58	0,39	0,88	0,71	0,35	0,56	0,72	0,58	0,28	
	<i>V = SD/m</i>	0,09	0,09	0,06	0,14	0,12	0,05	0,09	0,12	0,09	0,04	
Trofii <i>N</i> Trophy <i>N</i>	<i>m</i>	5,96	6,20	6,05	5,49	4,54	6,02	5,58	5,04	5,91	6,44	
	min	5,00	5,53	5,11	4,20	3,33	5,50	3,33	3,33	4,20	5,83	
	max	6,59	7,25	6,57	6,80	5,88	6,38	7,25	6,31	7,25	6,87	
	<i>SD</i>	0,42	0,56	0,42	0,97	0,81	0,23	0,94	0,93	0,65	0,44	
	<i>V = SD/m</i>	0,08	0,09	0,07	0,18	0,18	0,04	0,17	0,18	0,11	0,07	

Objaśnienia: *m* – wartość średnia, min – wartość minimalna, max – wartość maksymalna, *SD* – odchylenie standardowe, *V* – współczynnik zmienności.

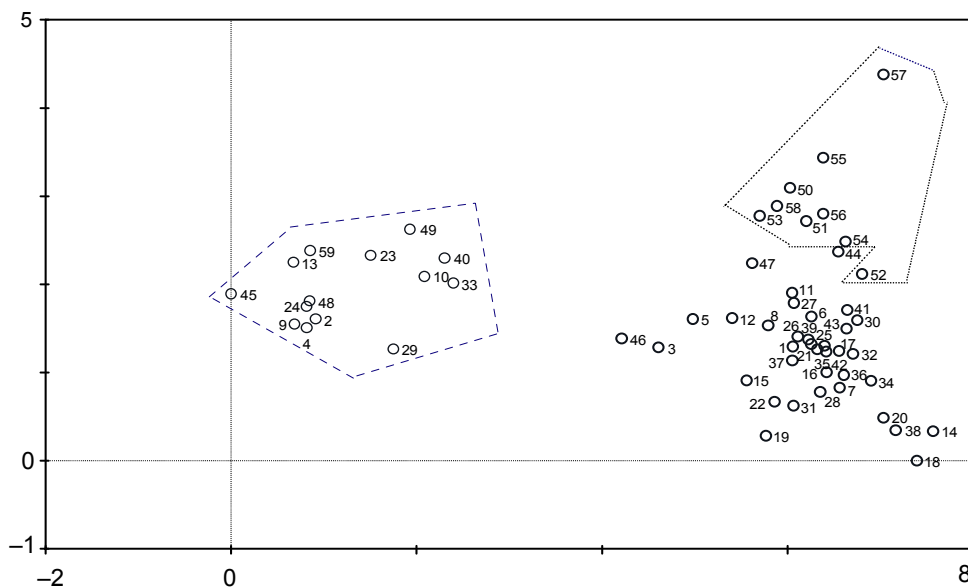
Explanations: *m* – mean, min – minimum, max – maximum, *SD* – standard deviation, *V* – variability coefficient.

przy czym najmniejsza wartość różni się istotnie od dwóch pozostałych. Statystycznie istotna jest również różnica między zbiorowiskami wodnymi a przybrzeżnymi.

Najmniejsze średnie wartości wskaźników trofii N i odczynu R (odpowiednio 4,5 i 5,8) zanotowano przy jeziorze Wapienne (tab. 2). Różnią się one statystycznie istotnie od pozostałych średnich (z wyjątkiem R dla jeziora Chłopek). Tylko przy jeziorze Wapienne stwierdzono występowanie: turzycy dwupiennej (*Carex dioica* L.), turzycy bagiennej (*C. limosa* L.), rosziczy okrągłolistnej (*Drosera rotundifolia* L.), wężnianki wąskolistnej (*Eriophorum angustifolium* Honck.), wężnianki pochwowatej (*E. vaginatum* L.) i wąkroty zwyczajnej (*Hydrocotyle vulgaris* L.), które są wskaźnikami małych wartości obu czynników. Z porównania typów roślinności wynika, że średnie wartości obu wskaźników są nieco większe w zbiorowiskach wodnych, ale statystycznie istotna różnica dotyczy tylko wskaźnika R . Średnie wartości wskaźnika trofii zwiększają się wraz ze wzrostem natężenia antropopresji (tab. 2). Różnica między wartością najmniejszą a dwiema pozostałymi jest statystycznie istotna.

Nietendancyjna analiza zgodności (DCA), wykonana dla zero-jedynkowej bazy 59 spisów i 193 gatunków, wykazała że długość gradientu reprezentowanego przez I oś ordynacyjną wynosi 7,569 SD . Oznacza to, że wzdłuż tego gradientu gatunki analizowanego zbioru realizują pełne spektrum Gaussa. Unimodalna struktura danych umożliwia zinterpretowanie wyników DCA w celu wykrycia głównych kierunków zróżnicowania występowania prób i gatunków analizowanego zbioru [JONGMAN, TER BRAAK, VAN TONGEREN, 1991]. Duża wartość I osi (0,860) wskazuje, że reprezentowany przez nią gradient środowiskowy znacząco różnicuje występowanie gatunków. Pozostałe osie mają mniejsze znaczenie, przy czym wartość własna II osi wynosi 0,443, a więc jest bliska progowej wartości 0,5. Pierwsza i druga oś ordynacyjna tłumaczą odpowiednio 8,6 i 4,5% zmienności występowania gatunków oraz 40,0 i 20,2% zmienności relacji między gatunkami i środowiskiem.

Diagram uzyskany w wyniku analizy DCA (rys. 3) umożliwia wyróżnienie dwóch grup spisów florystycznych: z lewej strony diagramu skupiły się próby z zbiorowisk wodnych, natomiast z prawej – próby reprezentujące zbiorowiska przybrzeżne. Takie uporządkowanie jednoznacznie wskazuje na to, że I oś ordynacyjna może być interpretowana jako malejący gradient wilgotności. Identyfikacja drugiego gradientu jest nieco trudniejsza, gdyż jest to gradient słabszy. W prawej górnej części diagramu znalazły się wszystkie próby z jeziora Wapienne (nr 50–58). Można więc przypuszczać, że II oś jest skorelowana z trofiią lub odczynem, gdyż jezioro Wapienne wyróżnia się spośród innych średnimi wartościami tych właśnie wskaźników. Interesujących wyników dostarcza analiza współczynników korelacji zmiennych środowiskowych ze wskaźnikami prób, które obliczono jako średnie ważone wskaźników gatunków. Potwierdza ona, że wzdłuż gradientu I osi największa korelacja między wskaźnikami Ellenberga a położeniem prób występuje



Rys. 3. Diagram ordynacyjny analizy DCA dla prób (list florystycznych): 1–16 – Okunie, 17–26 – Sitno Moczydelskie, 27–39 – Lubie, 40–48 – Chłopek, 49–59 – Wapienne

Fig. 3. DCA ordination diagramme for samples (floristic lists): 1–16 – Okunie, 17–26 – Sitno Moczydelskie, 27–39 – Lubie, 40–48 – Chłopek, 49–59 – Wapienne

dla wilgotności F , natomiast wzdłuż II osi – dla zawartości azotu N . Otrzymano również dość wysoki współczynnik korelacji między wskaźnikami R i N , wynoszący 0,7858. Osie III i IV są słabo skorelowane z poszczególnymi zmiennymi (tab. 3). Zestawiając zmienność występowania gatunków, tłumaczoną przez osie kanoniczne (1,686), z całkowitą zmiennością obliczoną dla gatunków (9,978), należy stwierdzić, że obrane zmienne środowiskowe tłumaczą około 17% ogólnej zmienności roślinności.

Tabela 3. Współczynniki korelacji zmiennych środowiskowych z osiami kanonicznymi

Table 3. Correlation coefficients of environmental variables with canonical axes

Wskaźnik Ellenberga Ellenberg's indicator	Oś 1 Axis 1	Oś 2 Axis 2	Oś 3 Axis 3	Oś 4 Axis 4
L	-0,1123	0,5279	-0,2530	-0,1383
F	-0,8812	0,4540	-0,1794	-0,1821
R	-0,5090	-0,5503	-0,0999	-0,1362
N	-0,2241	-0,8040	-0,2725	-0,3257

Objaśnienia: L – wskaźnik świetlny, F – wskaźnik wilgotności, R – wskaźnik odczynu, N – wskaźnik trofii.

Explanations: L – light value, F – moisture value, R – reaction value, N – trophy value.

DYSKUSJA WYNIKÓW

Rozmieszczenie gatunków ściśle wiąże się z warunkami siedliskowymi, w rezultacie skład florystyczny zbiorowisk roślinnych jest czułym wskaźnikiem siedliska. Ekolodzy są zgodni, że pewne gatunki roślin można wykorzystać jako bioindykatory [DIEKMANN, 2003]. Liczby wskaźnikowe opisują najbardziej typowe dla gatunku warunki siedliskowe, a ich wykorzystanie oszczędza czas i obniża koszty badań. Amplituda ekologiczna zbiorowisk roślinnych jest z reguły węższa niż poszczególnych gatunków, dzięki czemu zbiorowiska są czulszymi wskaźnikami warunków środowiska [ROO-ZIELIŃSKA, 2004]. Potwierdzają to także przedstawione wyniki badań, w których średnie wartości wskaźników dla spisów florystycznych mają węższy zakres, podczas gdy wszystkie stwierdzone gatunki reprezentują pełny zakres wskaźników L , R i N oraz szeroki zakres wskaźnika F .

Dowodów na korelację między średnimi wartościami wskaźników a wynikami pomiarów zmiennych środowiskowych dostarczają liczne publikacje (np. SCHAFFERS i SYKORA [2000]). Stosując metodę fitoindykacji, trzeba jednak pamiętać o kilku zasadach. Poletka badawcze powinny być możliwie homogeniczne (podobnie jak w klasycznych badaniach fitosocjologicznych) i reprezentować długi gradient środowiskowy, w przeciwnym razie rezultaty mogą być mylące lub różnice między średnimi mogą nie mieć ekologicznego znaczenia [DIEKMANN, 2003]. W prezentowanych badaniach warunek ten został spełniony, co potwierdziła zastosowana w pracy analiza DCA. Zdaniem niektórych autorów, wyniki analiz są mniej wiarygodne w przypadku siedlisk podlegających silnym wpływom antropogenicznym, ale dają dobre rezultaty dla zbiorowisk naturalnych i półnaturalnych [DIEKMANN, 2003; DZWONKO, 2001; JASTRZĘBSKA i in., 2007]. ROO-ZIELIŃSKA, SOLON i DEGÓRSKI [2007] zwracają jednak uwagę, że roślinność nawet w przypadku jej częściowego zniszczenia nie traci właściwości wskaźnikowych. Różne formy oddziaływań ludzkich wpływają na: wilgotność, kwasowość i zawartość azotu w podłożu, a tym samym na skład florystyczny zbiorowisk roślinnych. Najczęściej obserwowane na badanym terenie czynniki synantropizacji – wydeptywanie i zaśmiecanie – znalazły wyraz w składzie florystycznym niektórych powierzchni, poprzez pojawienie się w nich gatunków wydepczyskowych (np. babki zwyczajnej *Plantago major* L., rdestu ptasiego *Polygonum aviculare* L., pięciornika gęsiego *Potentilla anserina* L.) oraz nitrofilnych (np. komosy strzałkowatej *Chenopodium bonus-henricus* L., szczawiu tępolistnego *Rumex obtusifolius* L., pokrzywy zwyczajnej *Urtica dioica* L.). Potwierdza to wskazana przez ROO-ZIELIŃSKĄ, SOLONĄ i DEGÓRSKIEGO [2007] możliwość zastosowania liczb wskaźnikowych Ellenberga do prognozowania kierunków przekształceń szaty roślinnej i siedlisk. Obliczanie średnich wartości wskaźników można oprzeć na danych jakościowych, ponieważ pokrycie gatunków zależy nie tylko od warunków siedliskowych, ale także od biologii gatunku, np. rośliny klonalne osiągają zwykle większe wartości współczynników pokrycia. Posługiwanie się średnimi prostymi i średnimi

ważonymi najczęściej daje podobne rezultaty dla zbiorowisk wielogatunkowych, takich jak lasy, zarośla i łąki. W przypadku roślinności zdominowanej przez jednogatunkowe agregacje posłużenie się danymi ilościowymi (pokryciem) daje lepsze rezultaty [DIEKMANN, 2003]. Rośliny reagują na zmiany siedliska z pewnym opóźnieniem, np. wiele roślin bagiennych może przetrwać okres suszy. Dodatkowo należy pamiętać, że średnie wartości wskaźników mogą odzwierciedlać krytyczny okres w rozwoju roślin, a nie obecny stan siedliska, np. średnie obliczone dla cieniowych lasów liściastych są bezużyteczne do oceny warunków świetlnych panujących tam wiosną [DIEKMANN, 2003].

WNIOSKI

1. Zastosowana metoda fitoindykacji z wykorzystaniem liczb wskaźnikowych Ellenberga umożliwiła dosyć szczegółową charakterystykę warunków siedliskowych badanych jezior. Na podstawie składu gatunkowego poszczególnych płatów roślinności stwierdzono, że jezioro Wapienne charakteryzuje się najmniejszymi średnimi wartościami wskaźników trofii i odczynu oraz największą wartością wskaźnika wilgotności.

2. Ze względu na węższą amplitudę ekologiczną zbiorowiska roślinne są czulszymi wskaźnikami warunków środowiska niż poszczególne gatunki.

3. Zastosowana metoda umożliwia również prognozowanie kierunków przekształceń szaty roślinnej i siedlisk. Stwierdzono, że wraz ze wzrostem natężenia antropopresji zwiększa się wartość wskaźnika trofii, a maleje wartość wskaźników oświetlenia i wilgotności.

4. Wilgotność i trofia okazały się najważniejszymi czynnikami środowiska, porządkującymi próby w przestrzeni ordynacyjnej.

LITERATURA

- DIEKMANN M., 2003. Species indicator values as an important tool in applied plant ecology – review. *Basic Appl. Ecol.* 4 s. 493–506.
- DIEKMANN M., BRUNET J., RÜHLING A., FALKENGREN-GRERUP U., 1999. Effects of nitrogen deposition: results of a temporal-spatial analysis of deciduous forests in south Sweden. *Plant Biol.* 1 s. 471–481.
- DUPOUEY J. L., DAMBRINE E., LAFFITE J. D., MOARES C., 2002. Irreversible impact of past land use on forest soils and biodiversity. *Ecol.* 83 (11) s. 2978–2984.
- DZWONKO Z., 2001. Assessment of light and soil conditions in ancient and recent woodlands by Ellenberg indicator values. *J. Appl. Ecol.* 38 s. 942–951.
- DZWONKO Z., LOSTER S., 1997. Effects of dominant trees and anthropogenic disturbances on species richness and floristic composition of secondary communities in southern Poland. *J. Appl. Ecol.* 34 s. 861–870.

- ELLENBERG H., WEBER H.E., DÜLL R., WIRTH V., WERNER W., PAULISSEN D., 1991. Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa. *Scripta Geobot.* 18 ss. 248.
- FILIPIAK J., RACZYŃSKI M., 2000. Jeziora zachodniopomorskie (zarys faktografii). Szczecin: AR ss. 255.
- HAWKES J.C., PYATT D.G., WHITE I.M.S., 1997. Using Ellenberg indicator values to assess soil quality in British forests from ground vegetation: a pilot study. *J. Appl. Ecol.* 34 s. 375–387.
- HOLDYŃSKI C., 1989. Ekologiczna charakterystyka siedlisk polnych Pojezierza Iławskiego metodą Ellenberga. *Acta Acad. Agricult. Tech. Olst. Agricult.* 49 s. 21–48.
- JASTRZĘBSKA M., SZAREJKO T., HOLDYŃSKI CZ., JASTRZĘBSKI W. P., 2007. Assessment of grassland habitats on the Popielno Peninsula by phytoindication methods. *Pol. J. Natur. Sci.* 22 (4) s. 557–573.
- JONGMAN R.H.G., TER BRAAK C.J.F., VAN TONGEREN O.F.R., 1995. Data analysis in community and landscape ecology. Cambridge, UK: Cambridge Univ. Press ss. 299.
- KONDRACKI J., 2000. Geografia regionalna Polski. Warszawa: Wydaw. Nauk. PWN ss. 440.
- MIREK Z., PIĘKOŚ-MIRKOWA H., ZAJĄC A., ZAJĄC M., 2002. Flowering plants and Pteridophytes of Poland. A checklist. Kraków: W. Szafer Inst. Bot. Pol. Acad. Sci. ss. 442.
- MYŚLIWY M., 2003. Flora roślin naczyniowych Barlinecko-Gorzowskiego Parku Krajobrazowego w warunkach antropogenicznych przemian środowiska przyrodniczego. Szczecin: U. Szczec. maszyn. ss. 256.
- RADZISZEWICZ M., STĘPIEŃ E., 2001. Flora roślin naczyniowych projektowanego rezerwatu „Lilie Wodne” w Barlinecko-Gorzowskim Parku Krajobrazowym. *Prz. Przyr.* 12 (3/4) s. 179–194.
- ROO-ZIELIŃSKA E., 2004. Fitoindykacja jako narzędzie oceny środowiska fizycznogeograficznego. Podstawy teoretyczne i analiza porównawcza stosowanych metod. *Pr. Geogr.* 199 ss. 258.
- ROO-ZIELIŃSKA E., SOLON J., DEGÓRSKI M., 2007. Ocena stanu i przekształceń środowiska przyrodniczego na podstawie wskaźników geobotanicznych, krajobrazowych i glebowych (podstawy teoretyczne i przykłady zastosowań). *Monogr.* 9. Warszawa: IGiPZ PAN ss. 317.
- SCHAFFERS A. P., SYKORA K. V., 2000. Reliability of Ellenberg indicator values for moisture, nitrogen and soil reaction: a comparison with field measurements. *J. Veg. Sci.* 10 s. 131–136.
- TER BRAAK C. J. F., ŠMILAUER P., 2002. CANOCO reference manual and user's guide to Canoco for Windows: Software for Canonical Community Ordination (version 4.5). Microcomputer Power (Ithaca, Ny, USA).

Monika MYŚLIWY

**AN ASSESSMENT OF HABITAT CONDITIONS
BY THE PHYTOINDICATION METHOD
IN SELECTED LAKES IN THE GORZÓW PRIMEVAL FOREST**

Key words: Ellenberg's indicator values, floristic study, water bodies, Western Pomerania

S u m m a r y

This work was undertaken to characterise habitat conditions in five lakes: Okunie, Sitno Moczydelskie, Lubie, Chłopek and Wapienne, using the so-called Ellenberg's indicator values for light *L*, moisture *F*, reaction *R* and trophy *N*. The analysis was based on 59 floristic lists made in 1998–2002 on 40–60 m² plots, separately for aquatic and riparian communities. Mean indicator values for all floristic lists were independently grouped according to the three criteria: site (lake), vegetation type and anthropogenic impact. Lake Wapienne was characterised by the most different habitat conditions

– the lowest mean values for trophy and reaction and the highest mean value for moisture. Comparison of the mean characteristic values for all plots showed that the increase of human impact was associated with increased trophy and decreased mean characteristic values for light and moisture.

Recenzenci:

dr hab. Hanna Ciecierska

prof. dr hab. Józef Szmeja

Praca wpłynęła do Redakcji 20.07.2009 r.