

# ANALIZA PORÓWNAWCZA EKOLOGICZNYCH LICZB WSKAŹNIKOWYCH (WG ELLENBERGA I ZARZYCKIEGO)

Comparative analysis of ecological indicative values (according to Ellenberg and Zarzycki)

Anna Barbara KOZŁOWSKA

**Summary.** The present study is an attempt at assessing the ecological index values proposed by Zarzycki [28] from the point of view of the accuracy of the diagnosis of habitats obtained on their basis in comparison with analogous indices given by Ellenberg [15].

The material for analyses included 44 phytosociological records and 25 pH values and the results of measurements of surface soil layers made by the author in sandy grasslands and related dry meadows of Northern Poland (Fig. 1.). The records were collected from the hummocks of glaciofluvial origin of the Pomeranian phase of the Baltic glaciation, i.e. from the kind of relief of a homogenous origin and fairly similar mechanical composition. The division of plant communities and their syntaxonomic pertinence is given in Tables 1 and 2.

Mean values of the following indices were calculated for five selected plant units and given in a standardized form in a Fig. 2: light (mL), thermal (mT), continental (mK), humid (mF), acid (mR), and of the content of nitrogen (mN) similar to the index of fertility (mTr) according to Ellenberg and Zarzycki.

The results obtained were compared with the empirical data referring to pH of soil and to the actual knowledge of other habitat differences between sandy grassland and dry meadow communities. Based on these results a conclusion was drawn that the indices of continentalism, as understood by Ellenberg, better reflect the climatic differences than the indices given by Zarzycki. On the other hand, indices of local habitat importance (mR, mF, mTr=mN) proposed by Zarzycki are slightly more suitable for application in Poland.

The comparison of two different approaches to index values of species occurring in various habitats revealed the need for further studies allowing of specification of ecological index values of species based on empirical studies and also their degree of usefulness and limitation as to their application both in theory and practice.

**Key words:** ecological index values, ecological factors

*Dr Anna B. Kozłowska, Zakład Biogeografii, Instytut Geografii i Przestrzennego Zagospodarowania, Polska Akademia Nauk, ul. Żabie Oczko 1, 05–822 Milanówek*

## WSTĘP

Rola, jaką bioindykacja odgrywa w wielu dziedzinach nauki i praktyki jest dziś już na tyle doceniona, że nie ma tu potrzeby wykazywać, jakie zalety posiada stosowanie bioindykatorów. Wprowadzone przez Ellenberga [13, 14, 15] wartości wskaźnikowe roślin naczyniowych Eu-

ropy Środkowej zostały pozytywnie ocenione przez fitosocjologów z wielu krajów, w tym także z Polski [16, 27] i są dość często używane do różnych celów praktycznych. W Polsce znalazło to wyraz w wielu pracach, w których zastosowano metodę średnich wskaźników ekologicznych wg Ellenberga, zwłaszcza do oceny warunków siedliskowych pól uprawnych

[1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 24, 25, 26] oraz łąk [22], a także strefy podmiejskiej [21, 23] lub charakterystyki ekologicznej regionu [8, 9], bądź w badaniach kontynentalizmu [10, 11].

Zarzycki [28] przedstawił próbną wersję listy ekologicznych liczb wskaźnikowych gatunków roślin naczyniowych Polski, opartą na pracach Ellenberga [15], Mraza i Samka [19] oraz Zólyomiego i in. [29]. Lista uzupełniona została o dane z terenu Polski. Skale wartości wskaźników stosowane przez obu autorów nie podają wartości bezwzględnych danego czynnika ekologicznego lecz waloryzują go. Skala większości stosowanych przez Zarzyckiego wskaźników jest pięciostopniowa w przeciwieństwie do 10-stopniowej skali Ellenberga. Przy jednopunktowych różnicach w stopniach maksymalna rozpiętość wartości dla każdego wskaźnika waha się u Zarzyckiego od 1 do 5 zaś u Ellenberga od 1 do 10. Oprócz używanych dotychczas przez Ellenberga wskaźników: świetlnego (L), termicznego (T), kontynentalizmu (K), wilgotności (W), trofizmu (Tr), kwasowości (R) oraz danych na temat form życiowych i przynależności syntaksonomicznej, Zarzycki uwzględnił również takie, jak wskaźnik dyspersji gleb (D), zawartości materii organicznej i humusu w glebie (H), wskaźnik odporności na deptyanie i zgryzanie (P) oraz częstość występowania i tendencja dynamiczne gatunku.

Prezentowana tu praca ma za zadanie ocenę zaproponowanych przez Zarzyckiego ekologicznych liczb wskaźnikowych gatunków z punktu widzenia trafności nadanego im waloru i co za tym idzie, przydatności w praktyce np. rolniczej, leśnej itp., w porównaniu z analogicznymi walorami zaproponowanymi przez Ellenberga [15].

Punktem wyjścia oceny tych wskaźników jest analiza zbiorowisk roślinnych o znanych warunkach siedliskowych i porównanie wynikającej stąd diagnozy siedlisk z diagnozą uzyskaną na podstawie obliczania średnich wartości liczb wskaźnikowych gatunków wg każdego z obu autorów.

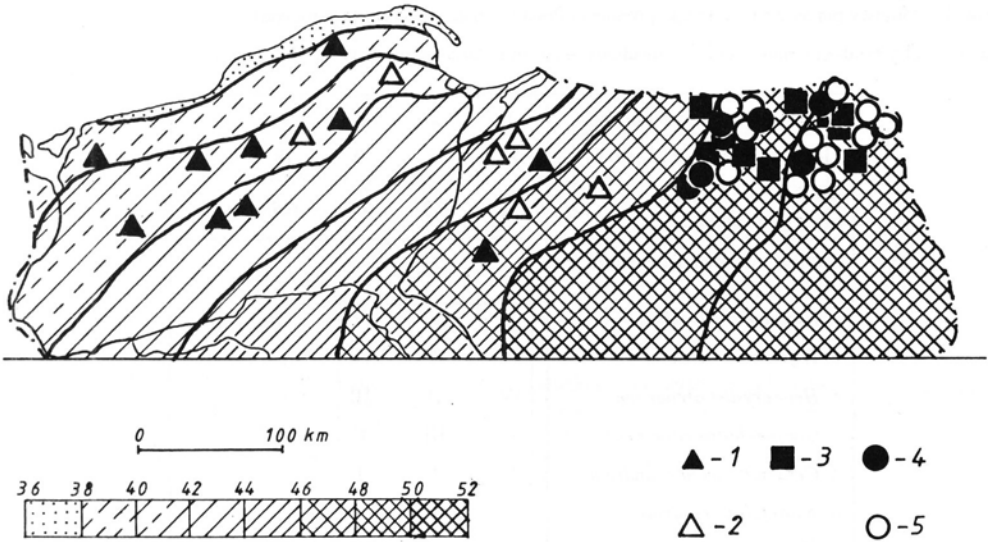
## MATERIAŁ WYJŚCIOWY – ANALIZA FITOSOCJOLOGICZNA I SIEDLISKOWA

Materiał stanowiły 44 zdjęcia fytosocjologiczne wykonane przez autorkę w murawach piaszkowych i zbliżonych do nich suchych łąkach północnej Polski (ryc. 1). W 25 badanych płatach zbiorowisk zmierzono pH metodą kolorymetryczną przy pomocy pH-metru polowego. Zdjęcia były wykonywane na zamówienie geomorfologa na wskazanych przez niego glacifluwalnych formach rzeźby, pochodzących z pomorskiego stadium zlodowacenia bałtyckiego, a powstałych w krajobrazie martwego lodu (przede wszystkim różne typy kemów a także moreny martwego lodu i ozy). W badaniach uwzględniano także fitocenozy słabo wykształcone lub zubożałe jeśli stanowiły one stały składnik krajobrazu.

Użycie takich „słabych” zdjęć w niniejszej pracy było zamierzone, bowiem ekologiczne liczby wskaźnikowe gatunków są często stosowane przez praktyków w odniesieniu do znacznie częstszych w terenie „nietypowych” i antropogenicznie zmienionych fitocenoz. Właśnie w odniesieniu do takich losowo wybranych płatów sprawdza się najlepiej przydatność liczb wskaźnikowych.

Zdjęcia będące przedmiotem analizy zostały uporządkowane w postaci skróconej tabeli syntetycznej (tab. 1). Nazwy gatunków przyjęto za Ehrendorferem [12]. Wyróżniają się wyraźnie dwa podstawowe typy zbiorowisk roślinnych, częste w północnej Polsce. Są to murawy piaskowe i suche łąki. Pomiedzy nimi istnieją liczne formy przejściowe, dlatego dla ułatwienia interpretacji tabeli obliczone zostały następujące wskaźniki: przeciętna stałość (S), udział zbiorowity (G) i systematyczna wartość najważniejszych grup gatunków budujących badane zbiorowiska (tab. 2).

Kolumny 1 i 2 (tab. 1 i 2) reprezentują zbiorowiska muraw piaszkowych. Na podstawie składu gatunkowego można je zaliczyć do rzędu *Festuco-Sedetalia* i klasy *Sedo-Scleranthetea*. Brak jest dobrych gatunków charakterystycz-



Ryc. 1. Stopień kontynentalizmu (w wartościach wskaźnika Ewerta wg Degórskiego [10]) i rozmieszczenie badanych zbiorowisk.

- 1 – *Sileno-Festucetum* odmiana zachodniopomorska
- 3 – zbiorowisko *Acinos arvensis-Poa compressa*
- 5 – sucha łąka

- 2 – *Sileno-Festucetum* odmiana wschodniopomorska
- 4 – sucha łąka z elementami ciepłolubnymi

Fig. 1. Degree of continentality (as reflected by Ewert's index according to Degórski [10]) and spatial distribution of studied plant associations.

- 1 – *Sileno-Festucetum* West Pomeranian regional race
- 3 – *Acinos arvensis-Poa compressa* community
- 5 – Dry meadows – typical form

- 2 – *Sileno-Festucetum* East Pomeranian regional race
- 4 – Dry meadows – thermophilous form

nych zarówno związku *Armerion elongatae* jak i *Koelerion glaucae*; przynależność do związku *Armerion elongatae* daje się stwierdzić bardziej po braku gatunków o zdecydowanie kontynentalnym charakterze – co wyklucza *Koelerion glaucae*, niż po występowaniu gatunków charakterystycznych związku *Armerion elongatae*.

Murawy piaskowe z udziałem *Festuca ovina*, *Jasione montana* i *Armeria elongata*, w których z rzadka występuje *Centaurea stoebe*, *C. scabiosa* i inne gatunki z klasy *Festuco-Brometea* (kolumny 1 i 2), dają się sklasyfikować jako słabo wykształcone *Sileno-Festucetum* Libbert 1933. Można w nich wyróżnić dwie podjednostki: 1 – z *Anthoxanthum odoratum* i z większym udziałem *Helichrysum arenarium*; 2 – bez *Anthoxanthum odoratum*, natomiast z *Medicago lu-*

*pulina*, *Centaurea scabiosa* i innymi gatunkami z klasy *Festuco-Brometea* oraz *Molinio-Arrhenatheretea*. Dają się one interpretować jako odmiany regionalne (zachodnio- i wschodniopomorska) (por. ryc. 1).

Kolejna wyróżniona jednostka (kolumna 3) stanowi przejście od muraw piaskowych do suchych łąk i jest najbardziej zbliżona do zbiorowiska *Acinos arvensis-Poa compressa* [18]. Cechuje ją kombinacja gatunków muraw piaskowych, suchych łąk i muraw ciepłolubnych z rzędu *Festucetalia valesiaca*. W północno-wschodniej Polsce zastępuje ona na badanych formach rzeźby zespół *Sileno-Festucetum*.

Innym typem zbiorowisk, występujących na kemach i na podobnych do nich pod względem pochodzenia rzeźby pagórkach, a ograniczonym

TABELA 1. Murawy piaskowe i suche łąki północnej Polski (tabela syntetyczna skrócona).

TABLE 1. Dry sand-grasslands and dry meadows in North Poland (synoptic table, shortened).

Numer kolumny (column no.)	1	2	3	4	5
Liczba zdjęć (no. of relevés)	10	6	9	12	7
pH (wartość średnia)	5.6	6.3	6.6	6.8	6.1
Gatunki wyróżniające (diff. spec.):					
o <i>Hieracium pilosella</i>	V	V	V	II	II
o <i>Trifolium arvense</i>	IV	IV	IV	I	I
o <i>Helichrysum arenarium</i>	IV	II	III	I	
o <i>Corynephorus canescens</i>	II	III	II		
o <i>Cerastium semidecandrum</i>	II	I	I		
o <i>Astragalus arenarius</i>	I	I	I		
o <i>Ceratodon purpureus</i>	I	I	I		
<i>Medicago falcata</i>			II	V	III
x <i>Vicia cracca</i>			I	III	IV
<i>Melilotus officinalis</i>			I	III	III
x <i>Trifolium pratense</i>	II	I	I	III	V
x <i>Carum carvi</i>				I	II
x <i>Centaurea jacea</i>				I	II
x <i>Rhinanthus serotinus</i>				I	I
o <i>Festuca ovina</i>	V	V			
o <i>Jasione montana</i>	V	IV	II		
<i>Trifolium campestre</i>	III	V			
<i>Vicia hirsuta</i>	III	V	I	I	
o <i>Armeria elongata</i>	I	I			
<i>Anthoxanthum odoratum</i>	V		I	II	
v <i>Centaurea scabiosa</i>	II	V	I	I	II
v <i>Acinos arvensis</i>		II	V	II	
v <i>Poa compressa</i>		II	V	II	
<i>Echium vulgare</i>		I	III	I	
v <i>Centaurea stoebe</i>	I	I	II	IV	I
o <i>Arenaria serpyllifolia</i>	I	II	II	I	
o <i>Rumex acetosella</i>	III	I	III	II	
<i>Medicago lupulina</i>	I	V	V	V	I
o <i>Potentilla argentea</i>	II	III	V	IV	I
o <i>Sedum acre</i>	I	III	V	III	

TABELA 1. c.d.

TABLE 1. cont.

x <i>Festuca rubra</i>	I	III	III	V
x <i>Arrhenatherum elatius</i>		II	II	II
x <i>Phleum pratense</i>	I	III	III	V
x <i>Anthylis vulneraria</i>			III	III
<i>Silene inflata</i>	I	II	III	III

1. *Sileno-Festucetum* odmiana zachodniopomorska
2. *Sileno-Festucetum* odmiana wschodniopomorska
3. Zbiorowisko *Acinos arvensis-Poa compressa*
4. sucha łąka z elementami ciepłolubnymi
5. sucha łąka postać typowa

- o – gatunki charakterystyczne klasy *Sedo-Scleranthetea*
- v – gatunki charakterystyczne klasy *Festuco-Brometea* i *Trifolio-Geranietea*
- x – gatunki charakterystyczne klasy *Molinio-Arrhenatheretea*

1. *Sileno-Festucetum* West Pomeranian regional race
2. *Sileno-Festucetum* East Pomeranian regional race
3. *Acinos arvensis-Poa compressa* community
4. Dry meadows – thermophilous form
5. Dry meadows – typical form

- o – Diagnostic species for *Sedo-Scleranthetea* class
- v – Diagnostic species for *Festuco-Brometea* and *Trifolio-Geranietea* class
- x – Diagnostic species for *Molinio-Arrhenatheretea* class

TABELA 2. Udział grupowy (G), stałość grupowa (S) i systematyczna wartość grupowa (D) gatunków charakterystycznych dla różnych klas zbiorowisk w murawach piaskowych i suchych łąkach północnej Polski.

TABLE 2. Group participation (G), group constancy (S) and systematic group value (D) of the diagnostic species for different classes (in dry sand-grasslands and dry meadows communities in North Poland).

Numery kolumny (column no.)		1	2	3	4	5
<i>Sedo - Scleranthetea</i>	G	27,7	22,1	24,6	10,5	2,9
	S	38,9	41,7	32,8	37,5	21,4
	D	10,8	9,2	8,1	3,9	0,6
<i>Molinio - Arrhenatheretea</i>	G	19,1	22,1	23,3	27,5	40,4
	S	30,0	31,7	38,9	29,0	41,4
	D	5,7	0,7	9,1	8,0	16,7
<i>Festuco - Brometea</i>	G	8,2	12,7	15,8	15,8	13,0
	S	24,4	31,9	35,2	32,1	35,1
	D	2,0	4,1	5,6	5,1	4,6

Numery kolumn – jak w tabeli 1

Column number – see Table 1

TABELA 3. Średnie wartości wskaźnikowe.

TABLE 3. Mean values of ecological indices.

Nr kolumny Column no.		1	2	3	4	5
mL	E	7,2	7,3	7,7	7,4	7,2
	Z	4,3	4,3	4,5	4,4	4,2
mT	E	5,4	5,4	5,5	5,5	5,3
	Z	3,6	3,7	3,9	3,7	3,6
mK	E	3,7	3,8	4,2	4,5	4,2
	Z	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
mF	E	3,6	3,6	3,3	3,6	4,2
	Z	2,5	2,4	2,5	2,6	2,8
mR	E	4,3	5,1	6,4	6,9	6,8
	Z	3,8	4,1	4,2	4,2	4,1
mN	E	3,2	3,4	3,2	3,7	4,2
	Z	2,9	2,9	3,0	3,2	3,4

E – wg Ellenberga (1974)

according to Ellenberg (1974)

Z – wg Zarzyckiego (1984)

according to Zarzycki (1984)

Numery kolumn { jak w tabeli jeden

Column number – see the Table 1.

tylko do wschodniej części badanego obszaru, są suche łąki ze związku *Arrhenatherion elatioris* klasy *Molinio-Arrhenatheretea* (kol 4, 5). Ich przynależność do zespołu pozostaje na razie nieokreślona, z pewnością nie jest to *Arrhenatheretum medioeuropaeum*, nawet w szerokim ujęciu. Zdjęcia reprezentujące tę grupę można podzielić na dwie jednostki: 1 – suche łąki z elementami ciepłolubnych muraw i zbiorowisk okrajkowych (*Medicago falcata* i *Centaurea stoebe*) oraz muraw piaszkowych (*Potentilla argentea*, *Sedum acre*); 2 – suche łąki w postaci typowej (bez własnych gatunków wyróżniających).

Miejscem występowania badanych zbiorowisk są pagórki pochodzenia glacyfluwialnego, a więc formy rzeźby terenu zbudowane z podobnego materiału wyjściowego (podobny stopień przesortowania materiału, jego oszlifowania i

przemycia). W związku z tym podobny jest skład mechaniczny utworów, z których powstały gleby tych zbiorowisk. Są to piaski luźne lub słabo gliniaste.

Odczyn (pH) powierzchniowych warstw gleby waha się średnio od 5,6 w przypadku zachodniopomorskich muraw piaszkowych do 6,8 w suchych łąkach z elementami ciepłolubnymi we wschodniej części badanego obszaru. Odczyn gleby wykazuje pewien kierunek zmian wraz z gradientem zachód – wschód. Ze względu na podobną genezę utworów geologicznych, z których powstały gleby, można przypuszczać, że po ustąpieniu zlodowacenia musiały zadziałać jakieś czynniki, które doprowadziły do zróżnicowanego wylugowania materiału wyjściowego na gradientie z zachodu na wschód.

Degórski [10] wykazał istnienie na badanym obszarze gradientu kontynentalizmu. Można więc przypuszczać, że to właśnie istniejące różnice klimatyczne miały wpływ na zróżnicowanie się odczynu gleby. Najprawdopodobniej na obserwowane zróżnicowanie wylugowania gleb ma wpływ różna długość okresu w którym gleba nie jest zamarznięta i podlega wymywaniu przez opady.

Uzyskane na podstawie badań terenowych dane na temat odczynu gleby rozpatrywanych zbiorowisk, oraz gradient kontynentalizmu wykazany przez Degórskiego [10] posłużą do porównania ze sobą wskaźników "R" i "K" w ujęciu Ellenberga i Zarzyckiego.

Choć brak jest danych empirycznych na temat zróżnicowania innych czynników siedliskowych, to można jednak przypuszczać, że powinny istnieć różnice w wilgotności i żyzności gleb między murawami piaskowymi i suchymi łąkami. Należy oczekiwać, że gleby łąk są wilgotniejsze i żyzniejsze od gleb muraw piaszkowych.

Nie ma niestety podstaw, aby można było powiedzieć o różnicach w wymaganiach cieplnych i świetlnych rozpatrywanych tu zbiorowisk, które ogólnie są uznawane za zbiorowiska miejsc otwartych, a więc z dużym dostępem światła i stosunkowo ciepłych.

## ANALIZA PORÓWNAWCZA EKOLOGICZNYCH LICZB GATUNKÓW WG ELLENBERGA I ZARZYCKIEGO

### WARTOŚCI ŚREDNIE

Obliczono średnie wartości wskaźników: świetlnego, termicznego, kontynentalizmu, wilgotności, trofizmu i kwasowości wg wartości proponowanych przez Ellenberga [15] i Zarzyckiego [28] dla pięciu wyróżnionych jednostek roślinności (tab. 3); wskaźnik zawartości azotu wg Ellenberga porównano z odpowiadającym mu do pewnego stopnia wskaźnikiem trofizmu wg Zarzyckiego. Inne czynniki edaficzne, których liczby wskaźnikowe podaje Zarzycki, nie zostały uwzględnione w tym opracowaniu, ponieważ brak ich odpowiedników u Ellenberga.

Z analizy tabeli 3 wynika, że zakres zmienności średnich wartości wskaźnikowych jest niewielki dla wszystkich wyróżnionych jednostek roślinności i to w odniesieniu do każdego z badanych czynników. W przypadku wskaźników wg Zarzyckiego wahania te są mniejsze, niż w przypadku wskaźników wg Ellenberga. Można to tłumaczyć faktem, że skala wartości współczynników wg Zarzyckiego składa się z 5 stopni, jest więc o połowę mniej dokładna, niż dziesięciostopniowa skala przyjęta przez Ellenberga.

Niezależnie od wspomnianych wyżej różnic, ogólna ekologiczna wymowa wskaźników przyjętych przez obu autorów jest bardzo podobna. Sądząc z uzyskanych średnich wartości wskaźników można powiedzieć, że badane zbiorowiska występują w następujących warunkach siedliskowych:

- przy stosunkowo silnym nasłonecznieniu (mL 7,2–7,7 wg Ellenberga, 4,2–4,5 wg Zarzyckiego);
- na siedliskach umiarkowanie ciepłych (mT 5,3–5,5 wg Ellenberga, 3,6–3,9 wg Zarzyckiego);
- w klimacie suboceanicznym wg Ellenberga (mK 3,7–4,5) lub są obojętne w stosunku do klimatu wg Zarzyckiego (mK=3,0).
- na glebach umiarkowanie suchych do umiarkowanie świeżych (mF 3,3–4,2 wg El-

lenberga, mW 2,4–2,8 wg Zarzyckiego), umiarkowanie do słabo kwaśnych (mR 4,3–6,9 wg Ellenberga, 3,8–4,2 wg Zarzyckiego) oraz mezotroficznym (mTr 2,9–3,4) wg Zarzyckiego, a ubogich do średniozasobnych w azot (mN 3,2–4,2) wg Ellenberga.

### ŚREDNIE WARTOŚCI STANDARYZOWANE

Postępowanie się wyłącznie wartościami średnimi wskaźników, których skala różni się liczbą stopni, oraz średnimi wartościami pH nie pozwala na precyzyjne porównanie wyników. Dlatego też zastosowano transformację danych i przedstawiono je w postaci standaryzowanej. Użyto tu następującego wzoru [20]:

$$D = \frac{x_i - \bar{x}}{S}$$

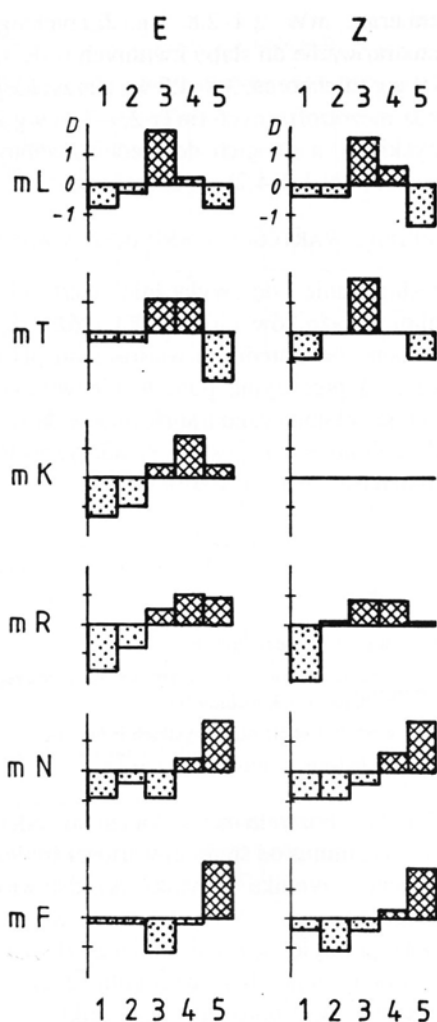
gdzie:

- $D$  – wartość standaryzowana
- $x_i$  – średnia wartość współczynnika dla poszczególnych jednostek roślinności
- $\bar{x}$  – wartość średnia dla wszystkich jednostek
- $S$  – odchylenie standardowe szeregu  $x_i$

Metoda ta pozwala na uwidocznienie odchyleń na plus i minus od średniej wartości średnich dla danego czynnika. Wyniki przedstawiono graficznie na rycinie 2. Analizowane w poziomie ukazują względne różnice między zbiorowiskami w odniesieniu do poszczególnych czynników; można także porównywać wyniki wg obu autorów (E i Z). Analizując je w pionie otrzymujemy charakterystykę siedliskową badanych jednostek roślinności.

Różnice między wynikami, uzyskanymi przy użyciu wartości wskaźników każdego z autorów, różnią się mniej lub bardziej w zależności od wskaźnika. Są one bardzo małe dla mL i mN i stosunkowo duże dla mK. Spróbujmy w świetle podanej powyżej charakterystyki siedlisk wyróżnionych jednostek roślinności ocenić, które wartości wskaźnikowe są bliższe rzeczywistości.

Wyraźna korelacja zróżnicowania jednostek fitosocjologicznych (ryc. 1) ze zróżnicowaniem



Ryc. 2. Średnie wartości ekologicznych liczb wskaźnikowych: E – wg Ellenberga [16], Z – wg Zarzyckiego [28] oraz średnie wartości pH (standaryzowane)

- 1 – *Sileno-Festucetum* odmiana zachodniopomorska
- 2 – *Sileno-Festucetum* odmiana wschodniopomorska
- 3 – zbiorowisko *Acinos arvensis-Poa compressa*
- 4 – sucha łąka z elementami ciepłolubnymi
- 5 – sucha łąka

Fig. 2. Mean values of ecological indices: E – according to Ellenberg [16] Z – according to Zarzycki [28] and mean pH-values (standardized)

- 1 – *Sileno-Festucetum* West Pomeranian regional race
- 2 – *Sileno-Festucetum* East Pomeranian regional race
- 3 – *Acinos arvensis-Poa compressa* community
- 4 – Dry meadows – thermophilous form
- 5 – Dry meadows – typical form

klimatycznym wyrażonym wskaźnikiem kontynentalizmu Ewerta [10], przy braku analogicznej korelacji ze zróżnicowaniem któregośkolwiek z innych badanych czynników pozwala przypuszczać, że to właśnie zróżnicowanie klimatu jest odpowiedzialne za obserwowane zróżnicowanie zbiorowisk roślinnych. Degórski [10] wykazał to obliczając stopień kontynentalizmu, wyrażony w wartościach współczynnika Ewerta na podstawie danych klimatycznych ze stacji meteorologicznych, oraz wskaźnika Ellenberga na podstawie zdjęć ze zbiorowisk łąkowych. łąki są w Polsce zbiorowiskami klimaksowymi, dlatego też należy spodziewać się, że wyrażają one lepiej warunki siedliskowe niż wyraźnie antropogeniczne murawy. Niemniej jednak spojrzenie na mapę rozmieszczenia rozpatrywanych przez nas typów zbiorowisk, treścią podkładu której jest stopień kontynentalizmu wg klimatycznego wskaźnika Ewerta, obliczony przez Degórskiego, wskazuje na przywiązanie wyróżnionych jednostek roślinności do różnych przedziałów tego wskaźnika. I tak dla obszarów występowania *Sileno-Festucetum* odmiany zachodniopomorskiej wartość wskaźnika Ewerta leży w przedziałach 38–44, odmiany wschodniopomorskiej – 44–48. Dla zbiorowiska *Acinos arvensis-Poa compressa* i suchych łąk wynosi on 48–52.

Analizując w świetle powyższych danych wyniki dotyczące kontynentalizmu przedstawione na rycinie 2 można stwierdzić, że wartości wskaźnika przyjęte przez Ellenberga dobrze przedstawiają zmiany klimatyczne w obrębie badanego obszaru. Daje się zauważyć podział histogramu na dwie części (poniżej i powyżej średniej wartości wskaźnika) reprezentujące obszary, które można uznać za subatlantyckie i subborealne.

W północnowschodniej Polsce, gdzie zaznacza się już wpływ klimatu subborealnego, stwierdzić można zróżnicowanie niższego rzędu, dostrzegalne zarówno na rycinie 1 jak i 2. Na rycinie 1 można wyróżnić część zachodnią, w której suche łąki w formie typowej przeważają nad łąkami z elementami ciepłolubnymi i część



wschodnią, gdzie sytuacja jest odwrotna – przeważają suche łąki z udziałem gatunków ciepłolubnych. Oba te typy łąk różnią się wartościami wskaźnika kontynentalizmu, przy czym w przypadku zbiorowisk z udziałem gatunków ciepłolubnych wartości te są wyższe.

Z tego co powiedziano wyżej wynika, że współczynniki kontynentalizmu wg Ellenberga [16], obliczone dla muraw piaszkowych i suchych łąk dobrze odzwierciedlają zmiany klimatyczne w obrębie badanego obszaru. Niestety, nie można tego powiedzieć o wartościach wskaźników przyjętych przez Zarzyckiego. Praktycznie wszystkie gatunki wchodzące w skład badanych zbiorowisk zostały uznane przez niego za „obojętne” w stosunku do klimatu, tzn. faktycznie nie mające wartości wskaźnikowej.

Rozpatrzmy obecnie problem trafności nadania przez obu autorów waloru wskaźnika kwasowości gleb. Jako punkt odniesienia dla tego porównania służą terenowe pomiary pH gleby, wykonane przez autorkę niniejszego opracowania w miejscach występowania badanych zbiorowisk. Obraz zróżnicowania średnich standaryzowanych wartości analizowanych współczynników wg Ellenberga [16] i Zarzyckiego [28] w zestawieniu ze średnimi standaryzowanymi wartościami pH (ryc. 2) wskazuje raczej na to, że walor nadany przez Zarzyckiego jest bliższy wartościom empirycznym niż nadany przez Ellenberga. Przemawia za tym fakt, że wartości kolumn 2 i 5 wg wskaźników Zarzyckiego są bliższe wartościom uzyskanym na podstawie oznaczania pH gleby w terenie.

Interesujące jest natomiast spostrzeżenie, że obrazy zróżnicowania wskaźników kwasowości i kontynentalizmu wg Ellenberga są do siebie bardzo zbliżone. Rodzi się pytanie, czy fakt ten ma jakieś odniesienie do przedstawionej w niniejszej pracy hipotezy o źródłach zróżnicowania kwasowości gleb badanego obszaru. Z braku odpowiednich dowodów pytanie to musi na razie pozostać bez odpowiedzi.

Do oceny innych wskaźników ekologicznych brak jest, niestety, danych empirycznych. Można więc tylko ustosunkować się do nich w

światle naszej wiedzy o siedliskach zbiorowisk reprezentujących dane typy roślinności.

Diagnoza żyzności siedlisk uzyskana na podstawie wartości wskaźnikowych podanych przez obu rozpatrywanych autorów przedstawia się bardzo podobnie. Na podstawie zaproponowanych przez każdego z nich wartości wskaźnikowych można uchwycić różnice między zbiorowiskami muraw piaszkowych i suchych łąk. Przy tym wydaje się, że wskaźnik trofizmu wg Zarzyckiego lepiej oddaje przejściowy charakter zbiorowiska *Acinos arvensis*–*Poa compressa* i podkreśla przynależność obu odmian regionalnych *Sileno*–*Festucetum* do jednego zespołu.

Również średnie wartości wskaźnika wilgotności uzyskane dla poszczególnych jednostek na podstawie waloru przyjętego przez Zarzyckiego lepiej korelują z obserwowanym zróżnicowaniem zbiorowisk niż analogiczne średnie wartości uzyskane na podstawie waloru przyjętego przez Ellenberga.

Brak danych empirycznych odnośnie wymagań świetlnych i termicznych badanych zbiorowisk nie pozwala na ustosunkowanie się do uzyskanych wyników, które jednak są tu prezentowane dla przedstawienia możliwie pełnego obrazu różnic i podobieństw między ujęciem wg obu autorów. Należy tu jedynie zauważyć, że na podstawie danych obu autorów uzyskany został podobny obraz stosunków świetlnych i dość różny – stosunków termicznych.

#### PODSUMOWANIE WYNIKÓW

Przeprowadzona analiza daje podstawy do przypuszczenia, że ekologiczne liczby wskaźnikowe opracowane przez Zarzyckiego dobrze oddają warunki lokalnosiedliskowe i lepiej odpowiadają warunkom ekologicznym naszego kraju niż wskaźniki przyjęte przez Ellenberga. W przypadku wartości wskaźników o znaczeniu klimatycznym trafniejsze wydaje się być ujęcie Ellenberga. Trudno jest określić, w jakim stopniu uzyskane tu wyniki i płynące z nich wnio-

ski można rozciągnąć na obszar całej Polski i na inne grupy zbiorowisk.

Praca niniejsza kolejny raz potwierdziła przydatność ekologicznych liczb wskaźnikowych do oceny siedlisk, a przez to użyteczność bioindykacji jako takiej. Dotychczas z reguły stosowano ekologiczne liczby wskaźnikowe w odniesieniu do poszczególnych fitocenoz. Tu zostały one użyte z dobrym rezultatem do oceny warunków siedliskowych typologicznych jednostek roślinności.

Porównanie dwóch różnych ujęć wartości wskaźnikowych gatunków dla różnych siedlisk wykazało potrzebę dalszych badań pozwalających na uściślenie ekologicznych liczb wskaźnikowych gatunków w oparciu o badania empiryczne, a także stopnia ich użyteczności oraz ograniczeń ich zastosowania w teorii i praktyce.

#### LITERATURA

- [1]BOROWIEC S. 1969. Podstawy oceny środowiska geograficznego dla potrzeb rolnictwa na mapach siedliskowo-rolniczych. *Mat. z Sem. Regionalizacji*. Poznań 1968. *Pr. Kom. V PTG, Zesp. do oprac. zasad Regionalizacji Przyrodniczo-Gleboznawczej Kraju*, Warszawa, 89–101.
- [2]BOROWIEC S. 1972. Przydatność i możliwość stosowania dla potrzeb rolnictwa ekologicznej oceny czynników siedliskowych metodą Ellenberga. *Biul. KPZK PAN* 71: 96–110.
- [3]BOROWIEC S. 1972. Ocena ekologicznej treści kompleksów przydatności rolniczej gleb przy pomocy roślin. *Biul. KPZK PAN*, 71: 96–110.
- [4]BOROWIEC S., GRINN U., KERN H., KUTYNA I., MISIEWICZ J. 1971. Ekologiczna ocena stosunków wilgotnościowych dla potrzeb melioracji na przykładzie dwóch obiektów melioracyjnych. *Zesz. Nauk. WSR Szczecin* 37: 35–45.
- [5]BOROWIEC S., KOWAROWSKI J., KUTYNA I. 1973. Zastosowanie metody bioindykacyjnej Ellenberga do kartograficznego przedstawienia warunków siedliskowych RZD Przylep. *Zesz. Nauk. AR w Szczecinie* 39: 23–33.
- [6]BOROWIEC S., KUTYNA I. 1974. Metody obiektywnej oceny ekologicznego podobieństwa gleb. *Przegląd Geogr.* 46(4): 703–717.
- [7]BOROWIEC S., KUTYNA I., MISIEWICZ J. 1974. Zbiorowiska segetalne mał północno-zachodniej Polski na tle warunków ekologicznych. *Zesz. Nauk. AR w Szczecinie* 42: 47–58.
- [8]BOROWIEC S., KUTYNA I., SKRZYCZYŃSKA J. 1975. Przestrzenne rozmieszczenie zbiorowisk chwastów na Pomorzu Zachodnim jako wyraz zróżnicowania warunków siedliskowych. *Zesz. Nauk. AR w Szczecinie* 50: 49–62.
- [9]BOROWIEC S., KUTYNA I., SKRZYCZYŃSKA J. 1977. Occurrence of cropfield weed association against environmental conditions in West Pomerania. *Ekol. Pol.* 25(2): 257–273.
- [10]DEGÓRSKI M. 1984. Porównanie stopnia kontynentalizmu w Polsce określanego metodami klimatologiczną i bioindykacyjną. *Przegl. Geogr.* 56(3–4): 55–73.
- [11]DEGÓRSKI M. 1985. An investigation into the spatial variability of continentality in West and Central Europe by the Ellenberg method. *Docum. phytosoc. N. S.* 9: 337–349.
- [12]EHRENDORFER F. 1973. *Liste der Gefäßpflanzen Mitteleuropas*. 2. wyd. Fischer Verlag, Stuttgart, ss. 318.
- [13]ELLENBERG H. 1950. *Landwirtschaftliche Pflanzensoziologie I: Unkrautgemeinschaften als Zeiger für Klima und Boden*. Ulmer Vlg, Stuttgart, Ludwigsburg, ss. 141
- [14]ELLENBERG H. 1952. *Landwirtschaftliche Pflanzensoziologie II: Wiesen und Weiden und ihre standörtliche Bewertung*. Ulmer Vlg, Stuttgart, Ludwigsburg, ss. 143.
- [15]ELLENBERG H. 1974. *Zeigerwerte der Gefäßpflanzen Mitteleuropas. Scripta Geobot.* 9: 1–97.
- [16]KOSTROWICKI A. S., WÓJCIK Z. 1972. Podstawy teoretyczne i metodyczne oceny warunków przyrodniczych przy pomocy wskaźników roślinnych. W: *Metody oceny warunków przyrodniczych produkcji rolniczej. Biul. KPZK PAN*, 71: 3–63.
- [17]KOZŁOWSKA A. B., WIERZCHOWSKA U. 1985. Zur Ökologie und Systematik der Sand-Trockenrasen und Trockenwiesen NO-Polens. *Tuexenia* 5: 145–150.
- [18]LANDOLT E. 1977. *Ökologische Zeigerwerte zur Schweizer Flora. Veröff. geobot. Inst. ETH, Stiftung Rübel, Zürich*, 64: 1–208.
- [19]MRÁZ K., SAMEK V. 1966. *Lesní rostliny*. Praha, Státní Zemedelské Nakl. ss. 347.
- [20]PERKAL J. 1958. *Matematyka dla przyrodników*. Cz. 1. PWN, ss. 254.
- [21]ROO-ZIELIŃSKA E. M. 1982. Charakterystyka geobotaniczno-siedliskowa. W: *Zoocenologiczne podstawy kształtowania środowiska przyrodniczego osiedla mieszkaniowego Białoleka Dworska w Warszawie. Cz. I. Skład gatunkowy i struktura fauny terenu projektowanego osiedla mieszkaniowego. Fragm. Faun.* 26(3): 27–46.
- [22]ROO-ZIELIŃSKA E., SOLON J. 1988. Phytosociological typology and bioindicator values of plant communities as exemplified by meadows in the Nida Valley S-Poland. *Docum. phytosoc. N. S.* 11: 543–554. Camerino.
- [23]ROO-ZIELIŃSKA E., SOLON J. 1988. Geo-ecological characteristics of the suburban area of Warsaw – general description and the studies of model areas. W: *Natural environment of suburban areas as a development*

- factor of big cities. Mater. konfer. COMECON, Jabłonna 1986* ss. 45–67.
- [24] WARCHOLIŃSKA A. U. 1980. Zbiorowiska segetalne zbóż ozimych okolic Sieradza i Zduńskiej Woli. Badania fizjogr. nad Polską Zach., Ser. B, **32**: 79–114.
- [25] WÓJCIK Z. 1974. Zbiorowiska roślinne pól uprawnych jako wyraz warunków siedliskowych w Beskidzie Niskim. W: *Rejonizacja chwastów segetalnych dla potrzeb rolnictwa. I, IUNG, Puławy*, ss. 182–207.
- [26] WÓJCIK Z. 1977. Charakterystyka siedlisk polnych na pogórzu Beskidu Niskiego metodami biologicznymi. *Prace Geogr IGiPZ PAN* **5**(121): 1–111.
- [27] WÓJCIK Z. 1983. Charakterystyka i ocena siedlisk polnych metodami bioindykacyjnymi. Wydawn. SGGW–AR Warszawa, ss. 347.
- [28] ZARZYCKI K. 1984. Ekologiczne liczby wskaźnikowe roślin naczyniowych Polski. Instytut Botaniki PAN. Kraków, ss. 45.
- [29] ZÓLYOMI B. et al. 1967. Einreihung von 1400 Arten der ungarischen Flora in ökologischen Gruppen nach TWR–Zahlen. *Fragm. Bot. Mus. Hist. natur. Hung.* **4**: 101–142.