

### Zadanie:

Na podstawie opracowanej mapy geokompleksów należy wykonać:

- 1) podstawową analizę powierzchni i liczebności geokompleksów oraz
- 2) analizę:
  - kontrastowości krajobrazu (z mapą kontrastowości wykonaną metodą kartogramu)
  - związków między komponentami środowiska, za pomocą trójprzestrzennego wskaźnika związku A. M. Bierlanta oraz wskaźnika mocy powiązań Richlinga (dla powierzchni)
- 3) opis ćwiczenia, zawierający:
  - krótką analizę obszaru (podać nr poligону!), mapę geokompleksów (z etykietami), mapę kontrastowości (w tej samej skali i z legendą), tabelki;
  - wyniki przeprowadzonych wyżej wymienionych analiz;
  - wnioski wynikających z analiz (!!!);
- 4) W formie cyfrowej: 3 warstwy: krajobrazy elementarne, litologia i geokompleksy

**Ostateczny TERMIN ODDANIA PRACY: 2 tygodnie od zadania tego ćwiczenia !**

Poniżej umieszczone zostały wytyczne do opracowania ćwiczenia oraz dodatkowe materiały dotyczące możliwych sposobów analizy krajobrazu w oparciu o mapę krajobrazową (mapę geokompleksów)

### WYTYCZNE DO OPRACOWANIA ĆWICZENIA:

#### **1. Liczebność i powierzchnia geokompleksów**

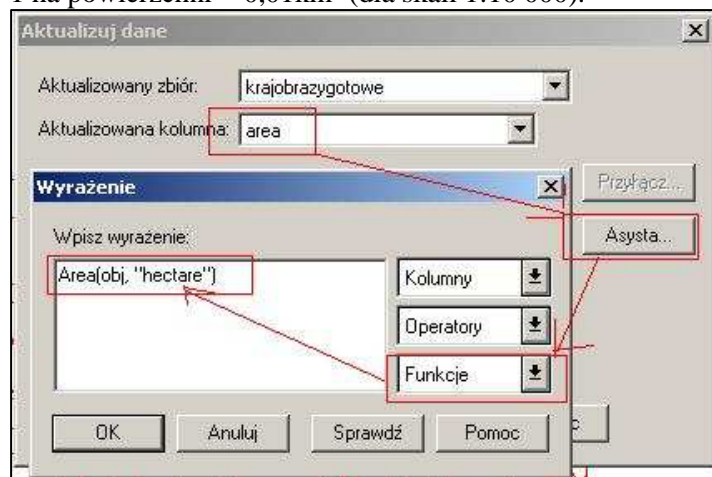
Dla analizy struktury horyzontalnej krajobrazu wyjściowym materiałem jest mapa krajobrazowa (geokompleksów).

Najprostszym działaniem analitycznym jest obliczenie liczebności i powierzchni geokompleksów wg typów. Pozwala ono na określenie typów dominujących pod względem liczebności i powierzchni w krajobrazie oraz wyznaczenie tych, których rola w krajobrazie jest drugorzędna.

Liczebność geokompleksów wg typów obliczamy dla całej powierzchni i zestawiamy w tabeli:

Kod geokompleksu	liczebność	Powierzchnia (ha)	Powierzchnia (%)	Sr. powierzchnia typu (ha)
A.1.	12	...	...	...
A.2	5	...	...	...
A.3.	9	...	...	...
...	...	...	...	...

Aby uzyskać wartość powierzchni geokompleksów w ha, należy w MI użyć funkcji: Dane->Aktualizuj dane – kolumna „powierzchnia”, wartość (z asysty): powierzchnia (obj, "hectare")  
1 ha powierzchni = 0,01km<sup>2</sup> (dla skali 1:10 000).



## Agregacja danych o geokompleksach

UWAGA!!! Dopiero po wpisaniu wszystkich danych dotyczących geokompleksów do odpowiednich pól tabeli i zaktualizowaniu powierzchni wydzieleń.

Z menu > „Zapytania” wybieramy > „Wybór SQL”

W oknie dialogu wybieramy z listy nazwę zbioru do podsumowania, następnie w polu > Wybierz kolumny (1 od góry) wstawiamy kolejno:

- ⇒ z listy kolumn z prawej strony okna – kolumnę z kodem geokompleksów;
- ⇒ z listy > Statystyki – funkcję Count(\*)
- ⇒ z listy > Statystyki – funkcję Sum() – po czym w oknie dialogu kursor myszy jest aktywny w nawiasie wyrażenia i wtedy z listy kolumn wstawiamy kolumnę z wartościami powierzchni. Przechodzimy kursorem poza nawias;
- ⇒ z listy > Statystyki – funkcję Avg() – po czym w oknie dialogu kursor myszy jest aktywny w nawiasie wyrażenia i wtedy z listy kolumn wstawiamy kolumnę z wartościami powierzchni. Czyli dokładnie tak jak poprzednio.

W polu > „grupuj wg kolumn” na dole okna, posługując się dostępną listą kolumn, wstawiamy nazwę kolumny z kodem geokompleksu.

W polu > „sortuj wg kolumn” na dole okna, posługując się dostępną listą kolumn, wstawiamy nazwę kolumny z kodem geokompleksu.

Dialog powinien wyglądać jak poniżej:

(przy założeniach: „krajobraz” kolumna z kodem geokompleksu, powierzchnia – kolumna z wartościami powierzchni w ha)

The screenshot shows the 'Wybór SQL' dialog box with the following configuration:

- Wybierz kolumny:** krajobraz, Count(\*), Sum(powierzchnia), Avg(powierzchnia)
- ze zbiorów:** krajobrazygotowe
- GDZIE:** (empty)
- grupuj wg kolumn:** krajobraz
- sortuj wg kolumn:** krajobraz
- wstaw do zbioru:** Selection
- Right-side dropdowns:** Zbiory, Kolumny, Operatory, Statystyki, Funkcje
- Buttons:** Zapisz szablon, Załaduj szablon, OK, Anuluj, Wyczyść, Sprawdź, Pomoc
- Checkbox:** ☒ Tabela wynikowa

**Klikamy OK. / Brawo!!!**

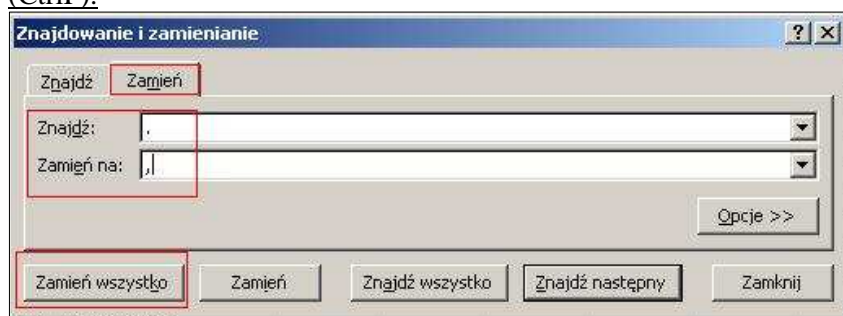
Teraz nasz tabela wygląda następująco:

krajobraz	Count	Sum(powierzchnia)	Avg(powierzchnia)
W	9	28.7975	3.19972
At.1	10	270.223	27.0223
At.2	3	10.9685	3.65617
Dm.1	6	30.8597	5.14328
Dm.5	2	6.2446	3.1223
Ds.1	5	16.8048	3.36096
Ds.2	1	4.266	4.266
Ds.5	2	10.8521	5.42605
T.1	2	153.935	76.9677
T.2	2	5.7729	2.88645

Jak łatwo się domyśleć kolumna Count zawiera ilość geokompleksów poszczególnych typów, kolumna Sum – sumę powierzchni dla każdego typu, Avg – średnią powierzchnię każdego typu.

A teraz wystarczy zaznaczyć wszystkie rekordy w tabeli (tak aby kwadraty wyboru z lewej strony każdego wiersza były czarne) i skopiować (Ctrl+C) a następnie wkleić do Excela lub Worda (Ctrl+V).

Uwaga!!! Do dokonania podliczenia całkowitej powierzchni w Excelu, koniecznej do wyliczenia jeszcze jednej kolumny z wartościami udziału procentowego każdego geokompleksu w całkowitej powierzchni terenu konieczna jest zamiana separatorów wartości dziesiętnych z kropki na przecinek (CtrlF).



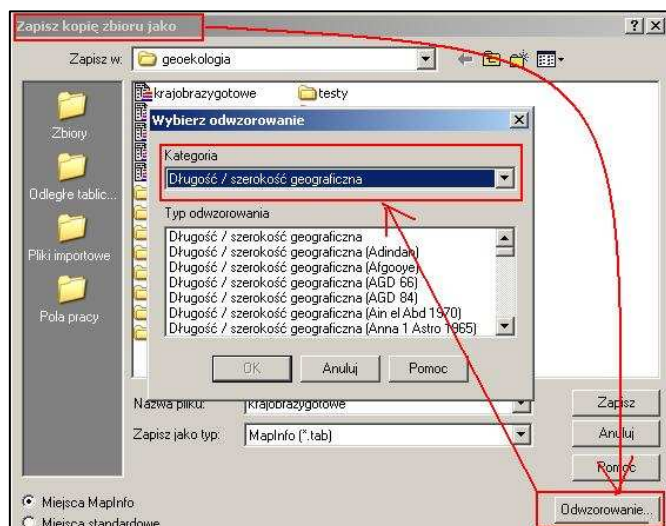
**Udział procentowy** =  $A * 100 / B$ , gdzie A – suma powierzchni jednostek danego typu (z kolumny Sum), B – suma powierzchni wszystkich jednostek = powierzchnia całego obszaru

## 2. Analiza kontrastowości krajobrazu

Miarą zróżnicowania cech geokompleksów w układzie horyzontalnym jest kontrastowość. Określa ona zróżnicowanie cech komponentów środowiska pomiędzy poszczególnymi geokompleksami.

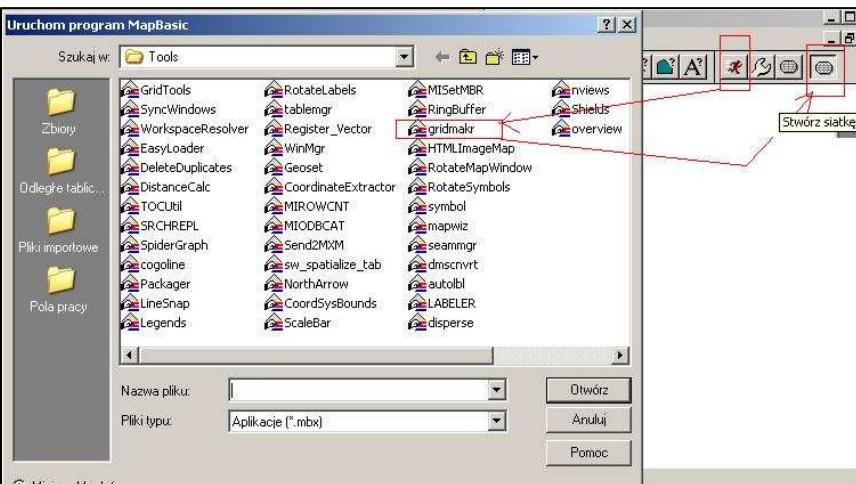
Kontrastowość wyznaczamy rysując na mapę krajobrazową siatkę kwadratów (lub innych pól geometrycznych) – objaśnienia dla MapInfo poniżej.

Jak sporządzić siatkę kwadratów w MapInfo:



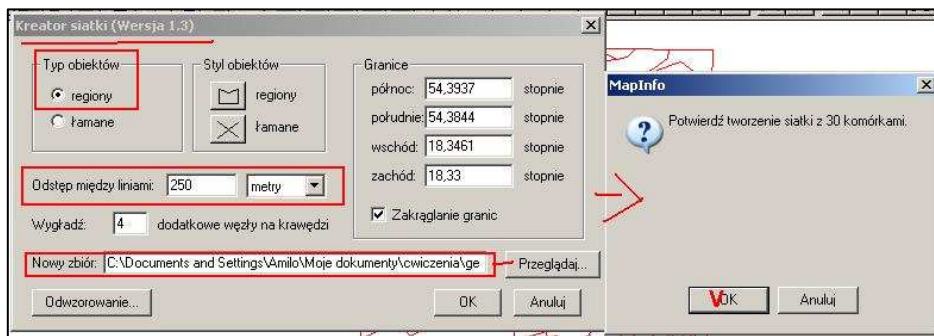
a) należy zmienić odwzorowanie na Długość/szerokość geograficzna – w tym celu ZAMYKAMY wszystkie warstwy rastrowe i zapisujemy kopię zbioru – jak na rysunku obok.

b) Z paska narzędzi: Narzędzia wybieramy >Uruchom program MapBasic („biegnący ludzik”)>gridmakr

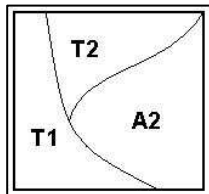


c) wciskamy przycisk: Stwórz siatkę – pojawia nam się kreator siatki, gdzie ważne, aby ustawić typ obiektu: regiony, odpowiedni odstęp między liniami: 250m, oraz zapisać w odpowiednim miejscu na dysku (nie w temporary)

d) potwierdzamy: ok.

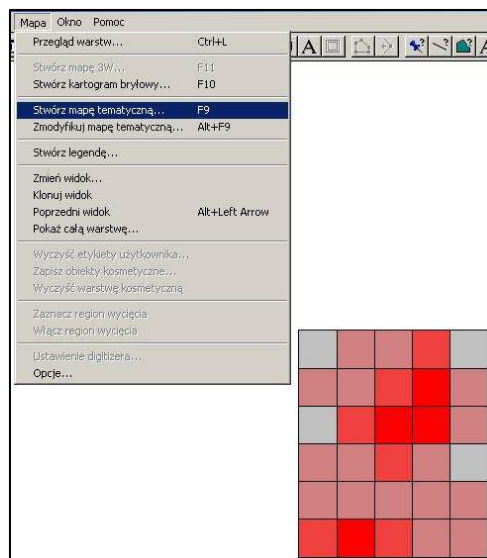


W granicach każdego pola zliczamy liczbę zmieniających się cech komponentów.



*PRZYKŁAD: jeśli w polu są jednostki: {T1, T2 i A2}, =>Sprawdzamy liczbę różnic na każdej granicy - czyli w przypadku jeśli T1 graniczy z T2 - to mamy różnicę jednej cechy (1-2) i jeśli T2 - graniczy z A2 to też 1 cechy (T-A), ale jeszcze graniczy T1 z A2 i wtedy mamy jeszcze 2 różnice (T-A, 1-2) - czyli w tej sytuacji dla całego kwadratu mamy liczbę różnic = 4.*

1	3	2	4	1
2	3	4	5	2
1	4	6	6	2
2	3	4	3	1
3	3	2	3	2
4	5	4	2	2



Otrzymana wartość dla poszczególnych pól przekształcamy do wartości zawierających się w przedziale 0-1, lub 0-100.

$$X_i' = \frac{x_i - x_{\min}}{x_{\max} - x_{\min}} \quad \text{lub} \quad X_i' = \frac{100(x_i - x_{\min})}{x_{\max} - x_{\min}}$$

Gdzie:  $x_i$  – liczba zmieniających się cech w polu  $i$  (np. 4)

$x_{\min}$  – najmniejsza ilość zmieniających się cech ze wszystkich pól siatki (np. 1)

$x_{\max}$  – największa ilość zmieniających się cech ze wszystkich pól siatki (np. 6)

*PRZYKŁAD:* Dla powyższych fikcyjnych danych:  $X_i' = 100x(4-1)/(6-1) = 300/5 = 60$

Otrzymujemy mapę z polami o danych wartościach, z której tworzymy mapę kontrastowości krajobrazu w postaci kartogramu – przykładowy rysunek powyżej - (można też np. metodą izolinii).

### 3. Związki między komponentami środowiska

W badaniach krajobrazowych najczęściej operuje się danymi o charakterze jakościowym (typ litologii, gleby). Stąd też trudności w stosowaniu sformalizowanych metod badawczych typowych dla innych dyscyplin operujących danymi ilościowymi. Przy analizie współwystępowania cech komponentów przeprowadzanej w celu określenia pionowych i poziomych zależności i związków punktem wyjścia jest najczęściej mapa krajobrazowa. Dane o strukturze środowiska przyrodniczego mają na niej charakter jakościowy.

Do analizy związku pomiędzy dwoma cechami komponentów stosuje się tzw. trójprzestrzenny wskaźnik związku A. M. Bierlanta (zmodyfikowany):

$$r = \frac{2a}{\sqrt{(a+b)(a+c)}}$$

gdzie:  $a$  – liczba przypadków występowania obydwu cech (np. A i B);

$b$  – liczba przypadków występowania cechy A

$c$  – liczba przypadków występowania cechy B.

Trójprzestrzenny wskaźnik związku przyjmuje wartości dodatnie zawarte w przedziale  $\langle 0,1 \rangle$ .

Im wartość wskaźnika bliższa jedności tym większa zależność współwystępowania danych cech.

*PRZYKŁAD:* Najprościej korzystać z tabeli zbiorczej z liczebnościami. Analizujemy wskaźnik Bierlanta dla relacji krajobraz Autonomiczny i litologia 1 (-> tabela poniżej).

$a$  (liczba wspólnych przypadków) = 10

$b$  (liczba przypadków występowania krajobrazu At) = 10+3 = 13

$c$  (liczba przypadków występowania litologii 1) = 10 + 6 + 5 + 2 = 23

krajobraz	Count	Sum(powierzchnia)	Avg(powierzchnia)
W	9	28.7975	3.19972
At.1	10	270.223	27.0223
At.2	3	10.9685	3.65617
Dm.1	6	30.8597	5.14328
Dm.5	2	6.2446	3.1223
Ds.1	5	16.8048	3.36096
Ds.2	1	4.266	4.266
Ds.5	2	10.8521	5.42605
T.1	2	153.935	76.9677
T.2	2	5.7729	2.88645

Do analizy współzależności występowania komponentów można wykorzystać także **wskaźnik mocy powiązań zaproponowany przez Richlinga** (1981). Określa on liczbę stwierdzonych współwystępowień dwóch cech (lub powierzchnię na której to współwystępowanie zachodzi) do całkowitej teoretycznie możliwej liczby współwystępowień (całkowitej powierzchni badanego terenu). Przyjmuje on postać:

$$\text{Wsk mp} = \frac{P_{x,y}}{P_x}, \text{ gdy } P_x < P_y; \text{ lub}$$

$$\text{Wsk mp} = \frac{P_{x,y}}{P_y}; \text{ gdy } P_y < P_x$$

W mianowniku przyjmuje się liczbę lub powierzchnię występowania cechy o ogólnie mniejszej powierzchni lub liczebności. Np. wskaźnik mocy powiązań pomiędzy występowaniem borów sosnowych zajmujących na danym obszarze 26 ha i podłożem piaszczystym zajmującym 58 ha, przy wspólnej powierzchni borów na podłożu piaszczystym 21 ha, wyniesie  $21:26 = 0,8$ .

*PRZYKŁAD: Sposób na obliczenie wskaźnika dla identycznej relacji jak w przypadku wskaźnika Bierlanta - czyli krajobraz „At” i litologia - „I”.*

Powierzchniowo mamy:

$P_{xy}$  - (wspólną powierzchnię) = 270,2

$P_x$  (pow. wszystkich wydzieliń At) = 270,2 + 10,99 = 281,19

$P_y$  (pow. wszystkich wydzieliń I) = 270,2 + 30,86 + 16,80 + 153,93 = 471,79

krajobraz	Count	Sum(powierzchnia)	Avg(powierzchnia)
W	9	28.7975	3.19972
At.1	10	270.223	27.0223
At.2	3	10.9685	3.65617
Dm.1	6	30.8597	5.14328
Dm.5	2	6.2446	3.1223
Ds.1	5	16.8048	3.36096
Ds.2	1	4.266	4.266
Ds.5	2	10.8521	5.42605
T.1	2	153.935	76.9677
T.2	2	5.7729	2.88645



Ponieważ  $P_x < P_y$  to:  $Wsk\ mp = 270,2 / (270,2 + 10,99) = 0.96$  (b. wysoki)

Liczebnościowo byłoby analogicznie (jak w Bierlancie) :

$P_{xy}$  - (wspólna liczba) = 10

$P_x$  (liczba wszystkich wydzieleni At) =  $10 + 3 = 13$ ,

$P_y$  (liczba wszystkich wydzieleni I) =  $10 + 6 + 5 + 2 = 23$

Ponieważ  $P_x < P_y$  to:

$Wsk\ mp = 10 / 13 = 0.77$

### PRZYPOMNIENIE !!!!

- **Tabele** podpisujemy NAD tabelą: Tabela 1. Xxxxx / a POD tabelą wpisujemy źródło –np., *opracowanie własne*
- **Ryciny** (mapy, wykresy, zdjęcia) podpisujemy POD ryciną: Ryc.1..... unikając zbędnych słów, tzn mapy nie podpisujemy słowem : Mapa (okolic XXX) , albo wykresu nie podpisujemy słowem: Wykres – bo to WIDAĆ ;)
- Oddany tekst powinien być **wyjustowany**, zredagowany z odpowiednimi jednakowymi odstępami, akapitami, **podpisany (nazwiska i imiona autorów, grupa, rok)**, pisany jednolitą czcionką (np. Times New Roman 11 lub 12 –cały tekst tak samo)
- Na końcu opracowania dodajemy alfabetyczny spis materiałów, z których korzystaliśmy (publikacji, map, stron internetowych itd.)
- Mapy powinny być oddane w takiej samej skali !!!
- Nie używamy form: *myśmy zrobili, opracowywaliśmy, naszym zadaniem była analiza* itp

### MATERIAŁY DODATKOWE DO PRZESTUDIOWANIA –PRZYKŁADY INNYCH ANALIZ KRAJOBRAZU W OPRACIU O MAPE KRAJOBRAZOWĄ (MAPE GEOKOMPLEKSÓW)

**1. Analizę sąsiedztwa** przeprowadzamy w celu określenia najczęstszego typu powiązań horyzontalnych pomiędzy geokompleksami, co traktuje się jako wstęp do analizy horyzontalnych powiązań funkcjonalnych w krajobrazie.

W analizie sąsiedztwa pomijamy geokompleksy występujące tylko 1 raz i zajmujące poniżej 1% powierzchni. Rozkład sąsiedztwa przedstawiamy w tabeli – (macierz sąsiedztwa geokompleksów) i na wykresie. Wykres odzwierciedla częstość powiązań za pomocą odpowiednio dobranej grubości linii oraz średnią powierzchnię typu geokompleksu – wielkość okręgu z kodem geokompleksu.

**2.** Do analizy struktury krajobrazu używane są także inne miary takie jak: forma geokompleksów określająca ich kształt, czy też orientacja geokompleksów, określająca kierunek ich dłuższej osi w stosunku do północy

### **3. Entropia krajobrazu**

jednostki	S	$p_i = \frac{S_i}{S}$	$\log_2 p_i$	$p_i \log_2 p_i$
A	1	0,04	-4,64386	-0,18575

B	2	0,08	-3,64386	-0,29151
C	4	0,16	-2,64386	-0,42302
D	4	0,16	-2,64386	-0,42302
E	5	0,2	-2,32193	-0,46439
F	3	0,12	-3,05889	-0,36707
G	2	0,08	-3,64386	-0,29151
H	1	0,04	-4,64386	-0,18575
I	3	0,12	-3,05889	-0,36707
	$\Sigma$ 25	-	-	$\Sigma$ -2,99908

#### Entropia

$$E = - \sum_{i=1}^n p_i \log_2 p_i ;$$

$$\text{Gdzie: } p_i = \frac{S_i}{S} ;$$

$S_i$  – powierzchnia jednostek i-tego typu,  $S$  – powierzchnia regionu,  $n$  – liczba jednostek podporządkowanych.

W podanym w tabeli przykładzie entropia krajobrazu wynosi:  $E = 2,99$

#### Entropia maksymalna

$$E_{\max} = \log_2 n$$

$$E_{\max} = \log_2 9 = 3,169$$

#### Wskaźnik entropii względnej

$$E_w = \frac{E}{E_{\max}} ; \langle 0,1 \rangle$$

$$E_w = 0,946$$

#### Wskaźnik jednorodności

$$I = 1 - E_w ; \langle 0,1 \rangle$$

$$I = 0,054$$

### 4. Zróżnicowanie horyzontalne krajobrazu

**Gęstość klas** (typów) – PRD (patch richness density) wyznaczana na 100 ha

$$PRD = \frac{m}{A} \bullet 10^{-2}$$

**Względna gęstość klas** (typów) – RPR (relative patch richness)

$$RPR = \frac{m}{m_{\max}} \bullet 10^2$$

$m$  – liczba typów

$m_{\max}$  – maksymalna l. typów

$A$  – powierzchnia ( $m^2$ )



## Wskaźniki kształtu

### Indeks wymiaru fraktalnego

$$\text{FRAC} = \frac{2 \ln(0,25 p_{ij})}{\ln a_{ij}}$$

$p_{ij}$  – obwód  $j$  – tej jednostki,  $i$  – tego typu (m)

$a_{ij}$  – powierzchnia  $j$  – tej jednostki,  $i$  – tego typu ( $\text{m}^2$ )

Indeks przyjmuje wartości od 1 do 2,  $>1$  świadczą o złożoności kształtu

### Fragmentacja

Miara fragmentacji (podziału) krajobrazu (landscape division index)

$$\text{DIV} = \left[ 1 - \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \left( \frac{a_{ij}}{A} \right)^2 \right]$$

$a_{ij}$  – powierzchnia  $j$  – tej jednostki,  $i$  – tego typu ( $\text{m}^2$ )

$A$  – całkowita powierzchnia w  $\text{m}^2$

Opisuje prawdopodobieństwo, że 2 losowo wybrane punkty nie znajdą się w tym samym elemencie krajobrazu (geokompleksie)

Dla jednego wybranego typu geokompleksu miara ta przedstawia się za pomocą wyrażenia:

$$\text{DIV} = \left[ 1 - \sum_{j=1}^n \left( \frac{a_{ij}}{A} \right)^2 \right]$$

## 5. Siła związku

Dla określenia stopnia związku pomiędzy jakościowymi cechami komponentów stosuje się tzw. wielkoprzestrzenny wskaźnik związku obliczany według wzoru:

$$P = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^{ra} \frac{\sum_{i=1}^{rb} f^2}{n_{bj}}}{\sum_{i=1}^{ra} n_{ai}} - 1} \sqrt{(r_a - 1) \cdot (r_b - 1)}$$

Gdzie:

$r_a$  – liczba wyróżnień w obrębie cechy A;

$r_b$  – liczba wyróżnień w obrębie cechy B;

$f$  – liczba przypadków współwystępowania poszczególnych wyróżnień A i B;

$n_{ai}$  – ogólna liczba występowania poszczególnych  $i$ -wyróżnień cechy A;

$n_{bj}$  – ogólna liczba występowania poszczególnych  $j$ -wyróżnień cechy B

(Modyfikacją powyższego wzoru jest wskaźnik Bierlanta)

## 6. Testy chi – kwadrat

Analizy przestrzenne w oparciu o test chi-kwadrat umożliwiają uzyskanie informacji dotyczącej wzajemnych zależności przestrzennych pomiędzy występowaniem zjawisk dyskretnych (występujących punktowo - takich jak np. rozmieszczenie stanowisk gatunków roślin, zwierząt) a zjawiskami obszarowymi - jak np. typ rzeźby terenu, czy typ geokompleksu. Przeprowadzenie analizy chi- kwadrat umożliwia udzielenie odpowiedzi na pytania:

- czy występowanie danego zjawiska ma miejsce częściej w obrębie określonego wydzielenia powierzchniowego (geokompleksu);
- czy jest ono statystycznie istotne.

Bazą do wykonania testu jest obliczenie teoretycznego rozkładu średniego zagęszczenia punktów na badanym obszarze i porównanie następnie do rozkładu rzeczywistego.

Przy danej ilości  $n$  – obserwacji i liczbie kategorii –  $k$  typów geokompleksów (wydzielen), rozkład teoretyczny – teoretyczną ilość obserwacji wystąpienia cechy w geokompleksie „i” (wydzieleniu) –  $E_i$ , można określić z następującego wzoru:

$$E_i = n * P(i);$$

Gdzie:  $P(i)$  – prawdopodobieństwo wystąpienia geokompleksu (wydzielenia)  $i$  – tego typu

Wartość prawdopodobieństwa wystąpienia  $i$ -tego typu jest równe odsetkowi zajmowanej przez niego powierzchni.

Wartość  $O_i$  – oznacza liczbę faktycznie zaistniałych wystąpień cechy w geokompleksie wydzieleniu  $i$  – tego typu.

Bezpośredniej informacji dostarcza już porównanie wartości obserwowanych ( $O_i$ ) z oczekiwanymi ( $E_i$ ) - natomiast o statystycznej istotności decyduje wyliczona wartość chi – kwadrat. Obliczenia dokonuje się wg wzoru:

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^k \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$$

Otrzymaną wartość porównuje się z wielkościami w tablicach statystycznych, przy czym musimy znać jeszcze liczbę stopni swobody  $v$  ( $n_i$ ), oznaczaną także  $df$  równą  $k-1$ .

### Przykład

W terenie zaobserwowano 112 stanowisk gatunku pewnej rośliny. Badamy czy rozkład przestrzenny tych stanowisk jest związany z określonym typem (typami) wydzielenia.

Mamy  $n = 112$  obserwacji

$k = 9$  kategorii (typów geokompleksów)

$v$  ( $df$ ) =  $k-1 = 8$

Prawdopodobieństwo wystąpienia geokompleksu  $i$  – tego typu przyjmujemy odsetek zajmowanej powierzchni – zatem  $E_i = n * S(i)$ .

Dane zestawiamy w tabeli

Jednostki							
-----------	--	--	--	--	--	--	--

(Typy geokompl)	S powierzchnia %	S (odsetki)	O <sub>i</sub>	E <sub>i</sub>	O <sub>i</sub> -E <sub>i</sub>	(O <sub>i</sub> -E <sub>i</sub> ) <sup>2</sup>	(O <sub>i</sub> -E <sub>i</sub> ) <sup>2</sup> /E <sub>i</sub>
A.1	37,2	0,372	15	41,66	-26,66	710,97	17,06
A.2	5,7	0,057	5	6,38	-1,38	1,92	0,30
A.3	4,6	0,046	4	5,15	-1,15	1,33	0,26
T.1	20,2	0,202	21	22,62	-1,62	2,64	0,12
T.2	9,8	0,098	7	10,98	-3,98	15,81	1,44
T.3	3,5	0,035	12	3,92	8,08	65,29	16,65
Ds.1	7,6	0,076	9	8,51	0,49	0,24	0,03
Ds.2	2,1	0,021	3	2,35	0,65	0,42	0,18
Dw.2	9,3	0,093	36	10,42	25,58	654,54	62,84
<b>Σ</b>	100	1,00	112	112,00	0,00	1453,14	98,88

Z wartości różnicy wartości obserwowanej i oczekiwanej uzyskujemy informację, że stanowiska badanego gatunku występują wyraźnie częściej niż średnio w geokompleksie typu Dw.2, natomiast z wyraźnie niską częstotliwością w obrębie jednostki typu A.1.

Suma wartości ostatniej kolumny jest szukaną wartością chi – kwadrat.

Otrzymaną wartość porównujemy z tablicą statystyczną rozkładu wartości chi – kwadrat przy założonym poziomie istotności testu – np.  $\alpha = 0,05$ . Wartość krytyczna dla  $v = 8$  stopni swobody i przy poziomie istotności  $\alpha = 0,05$  wynosi 15,507. Otrzymana w przykładzie wartość 98,88 jest znacznie wyższa. Odrzucamy hipotezę o braku związku pomiędzy typem geokompleksu a występowaniem stanowisk badanego gatunku. Wynik wskazuje, że jego rozprzestrzenienie wykazuje istotny statystycznie związek z typem wydzieli geokompleksów (w zależności od cech przyjętych przy ich delimitacji – można związki te zawężyć do bardziej szczegółowych kategorii). Istotność statystyczną możemy stwierdzić również przy wyższym poziomie istotności  $\alpha = 0,001$  – dla którego wartość krytyczna rozkładu jest również niższa – 26,125. Oznacza to że możemy przyjąć występowanie istotnej statystycznie zależności z prawdopodobieństwem 99,9%. Prawdopodobieństwo, że stanowiska rozmieszczone są niezależnie od typu geokompleksu jest mniejsze niż 0,1%.