

RADZYM ŁAWNICZAK

MORFOMETRYCZNE CECHY RZEŻBY WYBRANYCH ZESPOŁÓW FORM POLSKI PÓŁNOCNO-ZACHODNIEJ

ZARYS TREŚCI

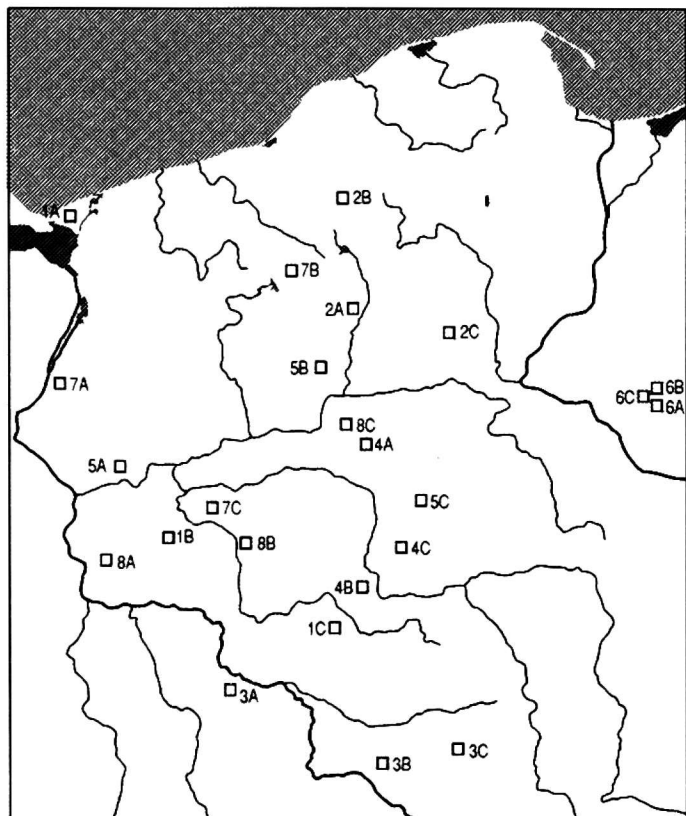
Jednym z elementów treści mapy topograficznej jest rzeźba terenu. Na podstawie rysunku poziomicowego przetworzonego do postaci mapy numerycznej przeprowadzono analizę cech morfometrycznych wybranych, różnych pod względem genezy zespołów form na obszarze Polski północno-zachodniej. Celem opracowania była próba powiązania cech morfometrycznych rzeźby z jej genezą. Tradycyjnie wykonywane badania morfometryczne, oparte na pomiarze kartometrycznym, są niezwykle żmudne i pracochłonne. Zastosowanie hipsometrycznych map numerycznych ułatwia badania, dzięki czemu można objąć nimi znacznie większe obszary. Obszar badań objął zespoły form terenu ukształtowane podczas ostatniego zlodowacenia: moreny czołowe spiętrzone i akumulacyjne, moreny denne płaskie i faliste, drumliny, kemy i równiny sandrowe. W badaniach uwzględniono także starsze moreny czołowe spiętrzone pochodzące ze stadiału Warty zlodowacenia środkowopolskiego. Analizowano takie cechy morfometryczne, jak: wysokości względne, średnie spadki, długość i liczbę linii ściekowych, liczbę pagórków i zagłębień. Wartości powyższych cech odniesione zostały do powierzchni pola podstawowego o wielkości 1 ha. Realizując badania, zastosowano program MapInfo rozbudowany o aplikacje umożliwiające określenie powyższych parametrów. Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdzono m.in., że każdy z analizowanych typów genetycznych rzeźby charakteryzuje się innymi cechami morfometrycznymi; zespoły form jednorodnie genetycznie pochodzące z różnych zlodowaceń wykazują różne wartości badanych cech. Cechy morfometryczne rzeźby mogą stanowić zatem jedną z przesłanek do określania jej genezy i wieku.

WPROWADZENIE

Rzeźba terenu to zewnętrzna forma jednego z komponentów środowiska przyrodniczego, jakim jest litosfera. Badanie rzeźby jest niezmiernie istotne z uwagi na jej ścisłe powiązanie z innymi komponentami. Ma ona też istotny wpływ na rolnictwo, leśnictwo, przemysł, komunikację, turystykę itp. Ukształtowanie powierzchni terenu odgrywa także jedną z dominujących ról we wszelkich pracach z zakresu planowania przestrzennego. Tak ścisłe powiązanie rzeźby terenu z każdą niemal dziedziną życia wymaga dokładnego poznania

budowy geologicznej, procesów modelujących rzeźbę, a także charakterystyk ilościowych określających jej cechy morfometryczne.

Problematyka morfometryczna, szczególnie w latach międzywojennych i wczesnych powojennych, poruszana była w literaturze dość często. Wyczerpujące zestawienie publikowanych prac z zakresu morfometrii daje STRADA (1932) i SZUMOWSKI (1967). W latach powojennych badania morfometryczne uznano jednak za formalizm i niemal zupełnie ich zaniechano (KRYGOWSKI 1973). Ponownie morfometrią zainteresowano się w chwili, gdy dostrzeżono jej znaczenie



Rys. 1. Lokalizacje powierzchni testowych zespołów form ujętych w opracowaniu

Moreny czołowe spiętrzone: 1A – Wyspa Wolin, 1B – Wysoczyzna Lubuska, 1C – okolice Osiecznej. Moreny czołowe akumulacyjne: 2A – okolice Jastrowia, 2A – Poj. Miastkowskie, 2C – okolice Więcborka. Moreny czołowe zdenudowane: 3A – Wzgórze Dalkowskie, 3B – Wzgórze Trzebnickie, 3C – Wzgórze Ostrzeszowskie. Moreny denne płaskie: 4A – okolice Budzyna, 5B – okolice Jarogniewic, 5C – okolice Swarzędza. Moreny denne faliste: 5A – okolice Gorzowa, 5B – okolice Piły, 5C – okolice Lednogóry. Drumliny: 6A, 6B, 6C – drumliny na Poj. Dobrzyńskim. Kemy: 7A – okolice Widuchowej, 7B – okolice jez. Komorze, 7C – okolice Pszczewa. Sandry: 8A – Sandr Pliszki, 8B – Sandr Nowotomyński, 8C – Sandr Flinty

Fig. 1. Location of test areas designated for particular landforms

Lifted frontal moraines: 1A – the Island of Wolin, 1B – the Lubuska Plateau, 1C – the environs of Osieczna. Depositional frontal moraines: 2A – the environs of Jastrowie, 2B – the Miastko Lake District, 2C – the environs of Więcbork. Denuded frontal moraines: 3A – the Dalków Hills, 3B – the Trzebnica Hills, 3C – the Ostrzeszów Hills. Flat ground moraines: 4A – the environs of Budzyń, 4B – the environs of Jarogniewice, 4C – the environs of Swarzędz. Undulating ground moraines: 5A – the environs of Gorzów Wlkp., 5B – the environs of Piła, 5C – the environs of Lednogóra. Drumlins: 6A, 6B, 6C – drumlins in the Dobrzyń Lake District. Kames: 7A – the environs of Widuchowa, 7B – the environs of Lake Komorze, 7C – the environs of Pszczew. Sands: 8A – the Pliszka Sandr, the Nowy Tomyśl Sandr, 8C – the Flinta Sandr

w regionalizacji fizycznogeograficznej. Na potrzebę opracowań morfometrycznych zwraca uwagę m.in. RICHLING (1973). Zaznacza on, że sprawa ta ma duże znaczenie przy wszelkich opracowaniach fizycznogeograficznych, a zwłaszcza praktycznie ukierunkowanych, gdzie głównym zadaniem wykonawcy jest wskazanie terenów, które z uwagi m.in. na rzeźbę są mniej lub bardziej przydatne do określonego typu użytkowania. W wielu pracach z zakresu geomorfologii, szczególnie w opracowaniach kartograficznych, za mały nacisk kładzie się na morfometryczne cechy rzeźby, a są to – zdaniem ŻYNDY (1978) – cechy podstawowe, potrzebne zarówno do określenia genezy, a także niezbędne w badaniach z zakresu regionalizacji fizycznogeograficznej i wszelkich pracach planistycznych.

Określanie cech morfometrycznych rzeźby terenu może odbywać się bezpośrednio w terenie lub na podstawie analizy mapy topograficznej. STRADA (1932) stwierdza, że wyniki osiągnięte drogą analizy morfometrycznej na mapach topograficznych nie mogą stanowić dostatecznej podstawy do wniosków natury morfologicznej, lecz powinny łączyć się i uzupełniać z wynikami innych metod, a zwłaszcza bezpośrednio obserwacji terenowej. Jednak obecnie dostępne, wykonane nowoczesnymi metodami mapy hipsometryczne – szczególnie w dużych skalach – zawierają wiele informacji o cechach pojedynczych form lub ich zespołów. Informacje te są ponadto obiektywne, gdyż wyrażone zostały ilościowo (ŻYNDY 1978). Nowe możliwości przed badaniami morfometrycznymi opierającymi się na materiałach kartograficznych stwarzają geograficzne systemy informacyjne, przy założeniu, że jedną z warstw systemu będzie ukształtowanie powierzchni terenu.

CEL PRACY I OBSZAR BADAŃ

Celem niniejszej pracy było określenie cech morfometrycznych wybranych, różnych pod względem genezy, zespołów form na obszarze Polski północno-zachodniej. Były nimi zespoły form moren czołowych spiętrzonych i akumulacyjnych, moren czołowych zdenudowanych, moren dennych płaskich i falistych, drumlinów, kemowo-wytopiskowych i sandrów. Z wyjątkiem moren czołowych zdenudowanych, pochodzących ze stadiału Warty zlodowacenia środkowopolskiego, wszystkie badane typy genetyczne rzeźby ukształtowane zostały podczas ostatniego zlodowacenia.

Na badanym obszarze wybrano w obrębie zespołów form o znanej genezie powierzchnie testowe (1 km²). Analizowano takie cechy, jak: wysokości względne, średnie spadki, liczba pagórków, liczba zagłębień, długość i liczba linii ciekowych. Lokalizację powierzchni testowych przedstawia rys. 1.

MATERIAŁY ŹRÓDŁOWE

Określając pochodzenie rzeźby, korzystano przede wszystkim z licznych artykułów, notatek i monografii dotyczących genezy badanych obszarów. Były to głównie prace, które powstały w ośrodkach geomorfologicznych w Poznaniu, Toruniu i Wrocławiu.

Wykorzystano też liczne materiały kartograficzne. Były nimi:

- Przeglądowa mapa geomorfologiczna Polski w skali 1:500 000, pod redakcją L. Starkela, wydana przez Instytut Geografii i Przestrzennego Zagospodarowania PAN (1980),

- Mapa geomorfologiczna Niziny Wielkopolskiej w skali 1:100 000, pod redakcją B. Krygowskiego, opracowana w 1953 r. i unaczęsniona w 1961 r.,

- Wybrane arkusze Mapy Geomorfologicznej Polski w skali 1:50 000, pod redakcją R. Galona, wydawane przez Instytut Geografii PAN pod koniec lat 50. i na początku 60. Mapy te, z uwagi na topograficzną skalę opracowania i dokładność przedstawionej w niej treści tematycznej, to najlepszy z dostępnych materiałów kartograficznych przedstawiających genetyczne typy rzeźby terenu; wydane arkusze pokrywają tylko nieliczne fragmenty Polski,

- Wybrane arkusze Szczegółowej mapy geologicznej Polski w skali 1:50 000, wydawane przez Państwowy Instytut Geologiczny.

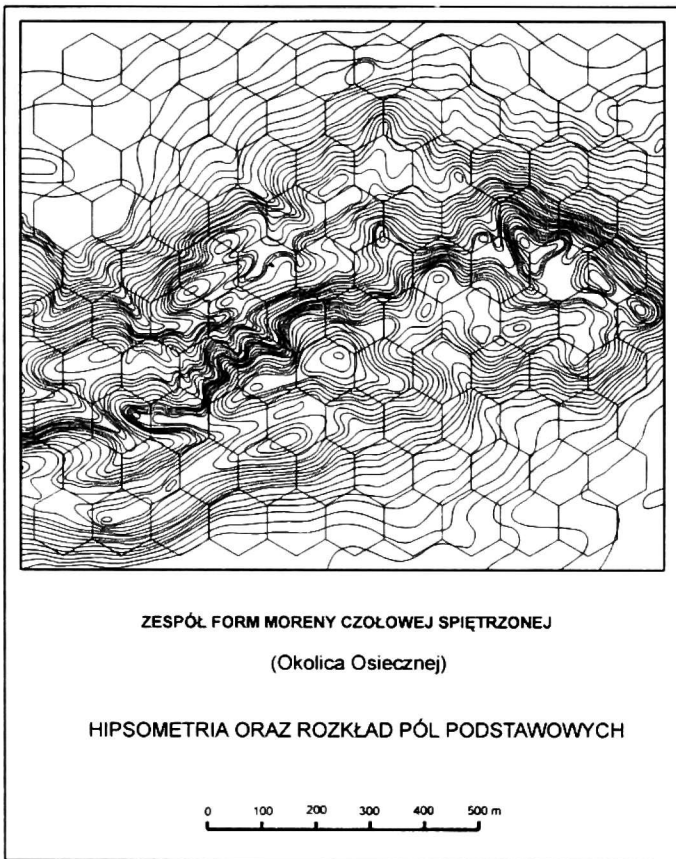
Informacja dotycząca ukształtowania powierzchni terenu pozyskana została z map topograficznych. Aby zapewnić porównywalność cech morfometrycznych określonych dla poszczególnych powierzchni testowych, wszystkie mapy topograficzne musiały posiadać jednolitą skalę i jednolite cięcie poziomicowe.

Wykorzystano mapy topograficzne w skali 1:10 000, wykonane w cięciu poziomowym 1,25 m. Jedynie rysunek poziomicowy w tej skali obrazuje w sposób wierny rzeźbę terenu. Niestety, nie można było zastosować map w skalach większych, np. 1:5000, z uwagi na niski stopień pokrycia kraju mapami w tej skali – szczególnie obszarów słabo zurbanizowanych – a właśnie takie starano się wybierać do badań w niniejszej pracy. Zbytne uogólnienie rzeźby wykluczało zastosowanie map w skalach mniejszych, np. 1:25 000.

METODA BADAŃ I TOK PRACY

BARTKOWSKI (1974) uważa, że mapa jako rezultat pomiarów terenowych wchodzi z pełnymi prawami w zestaw narzędzi do badań w geografii fizycznej.

W niniejszej pracy określenie wartości cech morfometrycznych w obrębie



Rys. 2. Przykład jednej z powierzchni testowych
Fig. 2. An example of a test area

powierzchni testowych oraz ich analizę przeprowadzono przy zastosowaniu kartograficznej metody badań. Rozumiana jest ona jako postępowanie badawcze oparte na analizie kartograficznej. Mapa jako wizualny model stosunków przestrzennych umożliwia przeprowadzenie operacji badawczych, pozwalających na poznanie cech tej przestrzeni i związków w niej występujących (SALISZCZEW 1998).

Jak twierdzą PROKOP i WERNER (1998), praktyczną realizacją kartograficznej metody badań są geograficzne systemy informacyjne. RICHLING (1992) uważa, że systemy informacji geograficznej stały się ostatnio podstawowym narzędziem w wielokierunkowych badaniach zjawisk rozmieszczonych w przestrzeni. W niniejszej pracy autor opiera swoje wnioski na analizie jednego z elementów treści mapy topograficznej – hipsometrii – przetworzonej do postaci mapy numerycznej, stanowiącej dla każdego

z badanych obszarów jedną z warstw systemu informacji geograficznej.

Rysunek poziomicowy poszczególnych powierzchni testowych został przetworzony do postaci mapy numerycznej. Powierzchnie testowe pokryto siecią geometrycznych pól podstawowych (każde o powierzchni $0,01 \text{ km}^2$) w kształcie sześcioboków foremnych. Kształt każdej z powierzchni testowej został zatem uwarunkowany zewnętrznym obrysem siatki pól podstawowych. Na rys. 2 przedstawiono jedną z powierzchni testowych (zespół form moreny czołowej spiętrzonej w okolicy Osiecznej) wraz z rozkładem pól podstawowych.

Na podstawie mapy numerycznej rzeźby terenu określono wartości poszczególnych cech morfometrycznych. Obliczenia te, przeprowadzone w polach podstawowych, wyrażone zostały dla każdego z badanych zespołów form w postaci wartości średniej. Wyniki obliczeń zamieszczono w tabeli 1.

Budowa geograficznego systemu informacyjnego musi się opierać na konkretnym typie oprogramowania. Przy realizacji niniejszego tematu wykorzystano oprogramowanie MapInfo. System rozbudowany został o aplikacje napisane w kompilatorze MapBasic, które umożliwiły obliczenia morfometryczne.

WYNIKI BADAŃ

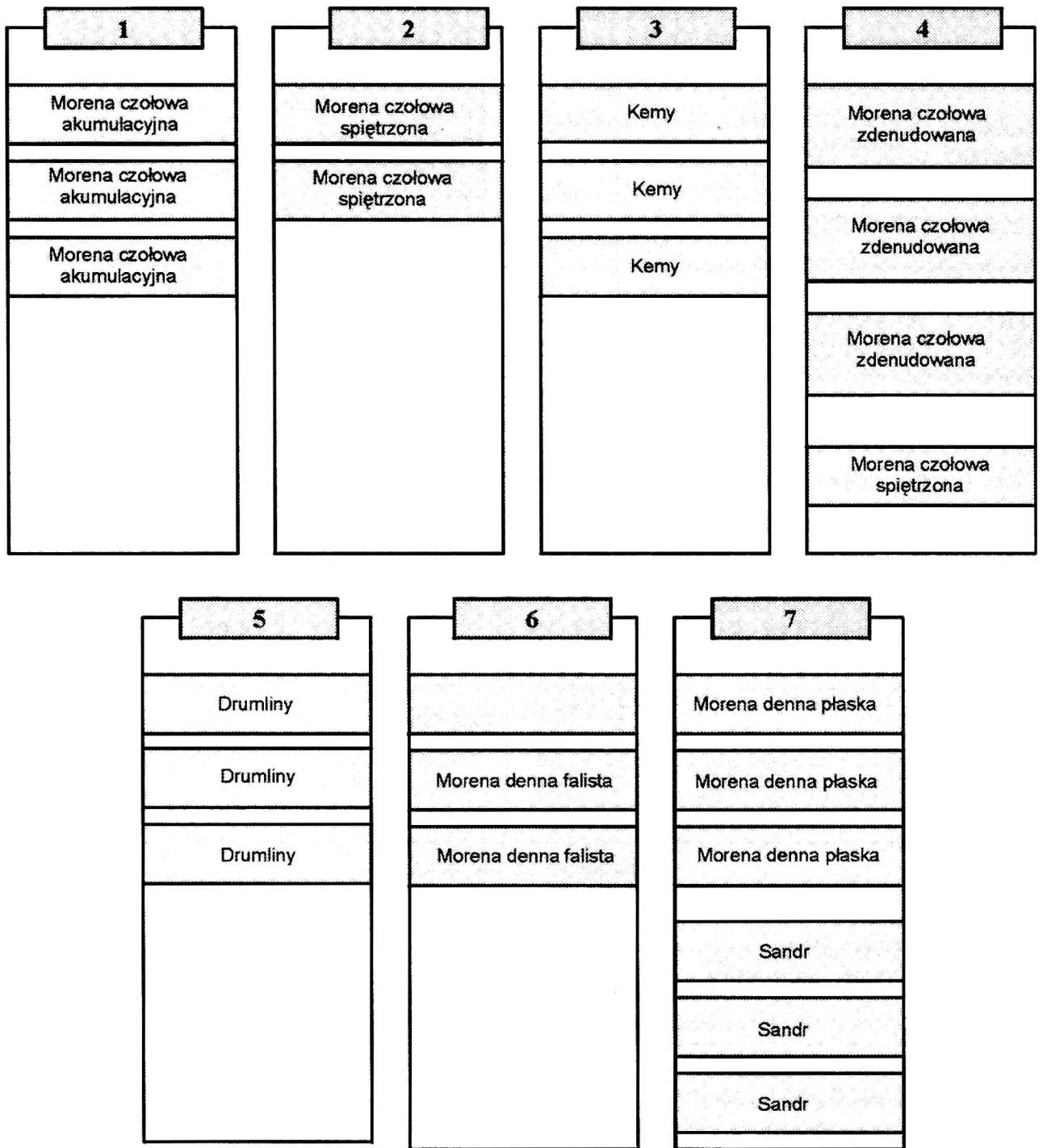
Analizując różnice i podobieństwa cech morfometrycznych poszczególnych powierzchni testowych, zastosowano metodę grupowania, określaną jako metodę *k*-średnich. Metoda ta polega na zgrupowaniu obiektów w określoną liczbę skupień, tak aby istniała jak najmniejsza zmienność wewnątrz skupienia oraz maksymalna zmienność między skupieniami (GRABIŃSKI, WYDYMUS, ZELIAŚ 1989).

Tabela 1. Wartości średnie cech morfometrycznych badanych powierzchni testowych
 Table 1. Mean values of the morphometric features of the studied test areas

Oznaczenie powierzchni testowej	Lokalizacja powierzchni testowej	Wysokości względne [m]	Średnie spadki w stopniach	Liczba pagórków	Liczba zagłębień	Długość linii ciekowych [km]	Liczba linii ciekowych
Moreny czołowe spiętrzone							
1A	Wyspa Wolin	14,40	7,94	0,46	0,13	0,17	4,15
1B	Wysoczyzna Lubuska	14,74	8,97	0,27	0,11	0,18	5,43
1C	Okolice Osiecznej	12,62	7,05	0,23	0,02	0,15	3,30
Moreny czołowe akumulacyjne							
2A	Okolice Jastrowia	8,42	5,76	0,61	0,35	0,18	6,22
2B	Poj. Miastkowskie	8,67	5,58	0,30	0,30	0,17	5,45
2C	Okolice Więcborka	9,23	6,14	0,61	0,39	0,17	5,53
Moreny czołowe spiętrzone (zlodowacenie środkowopolskie)							
3A	Wzgórza Dalkowskie	11,87	6,47	0,17	0,00	0,14	3,78
3B	Wzgórza Trzebnickie	13,17	6,85	0,02	0,00	0,14	3,08
3C	Wzgórza Ostrzeszowskie	12,11	6,57	0,11	0,00	0,12	2,68
Moreny denne płaskie							
4A	Okolice Budzyna	0,72	0,41	0,01	0,01	0,06	1,08
4B	Okolice Jarogniewic	0,56	0,33	0,03	0,00	0,04	0,71
4C	Okolice Swarzędza	0,63	0,42	0,01	0,02	0,04	0,68
Moreny denne faliste							
5A	Okolice Gorzowa	2,58	1,48	0,10	0,03	0,11	2,09
5B	Okolice Piły	2,90	1,81	0,08	0,05	0,11	2,44
5C	Okolice Lednogóry	2,24	1,18	0,12	0,08	0,07	1,40
Drumliny (Pojezierze Dobrzyńskie)							
6A	Okolice Adamek	6,66	5,08	0,34	0,18	0,14	4,95
6B	Okolice Łukaszewa	6,04	4,86	0,48	0,32	0,15	5,68
6C	Okolice Wielgich	6,72	5,26	0,81	0,70	0,14	5,50
Kemy							
7A	Okolice Widuchowej	10,40	8,09	0,80	0,87	0,16	5,38
7B	Okolice jez. Komorze	9,69	7,02	0,73	0,43	0,18	6,42
7C	Okolice Pszczewa	10,78	7,26	0,83	0,41	0,18	6,05
Sandry							
8A	Sandr Pliszki	0,62	0,36	0,02	0,01	0,04	0,58
8B	Sandr Nowotomyski	0,59	0,38	0,07	0,04	0,06	1,37
8C	Sandr Flinty	0,41	0,25	0,01	0,02	0,04	0,72

Analizę skupień przeprowadzono na zbiorze 24 zmiennych (powierzchnie testowe), z których każda opisana była przez 6 cech (średnie wartości cech

morfometrycznych). Wyniki grupowania przedstawiono na rys. 3. Wskazują one na zróżnicowanie cech morfometrycznych wśród badanych typów genetycz-

Rys. 3. Wyniki grupowania metodą k -średnichFig. 3. Results of the grouping analysis using the k -media method

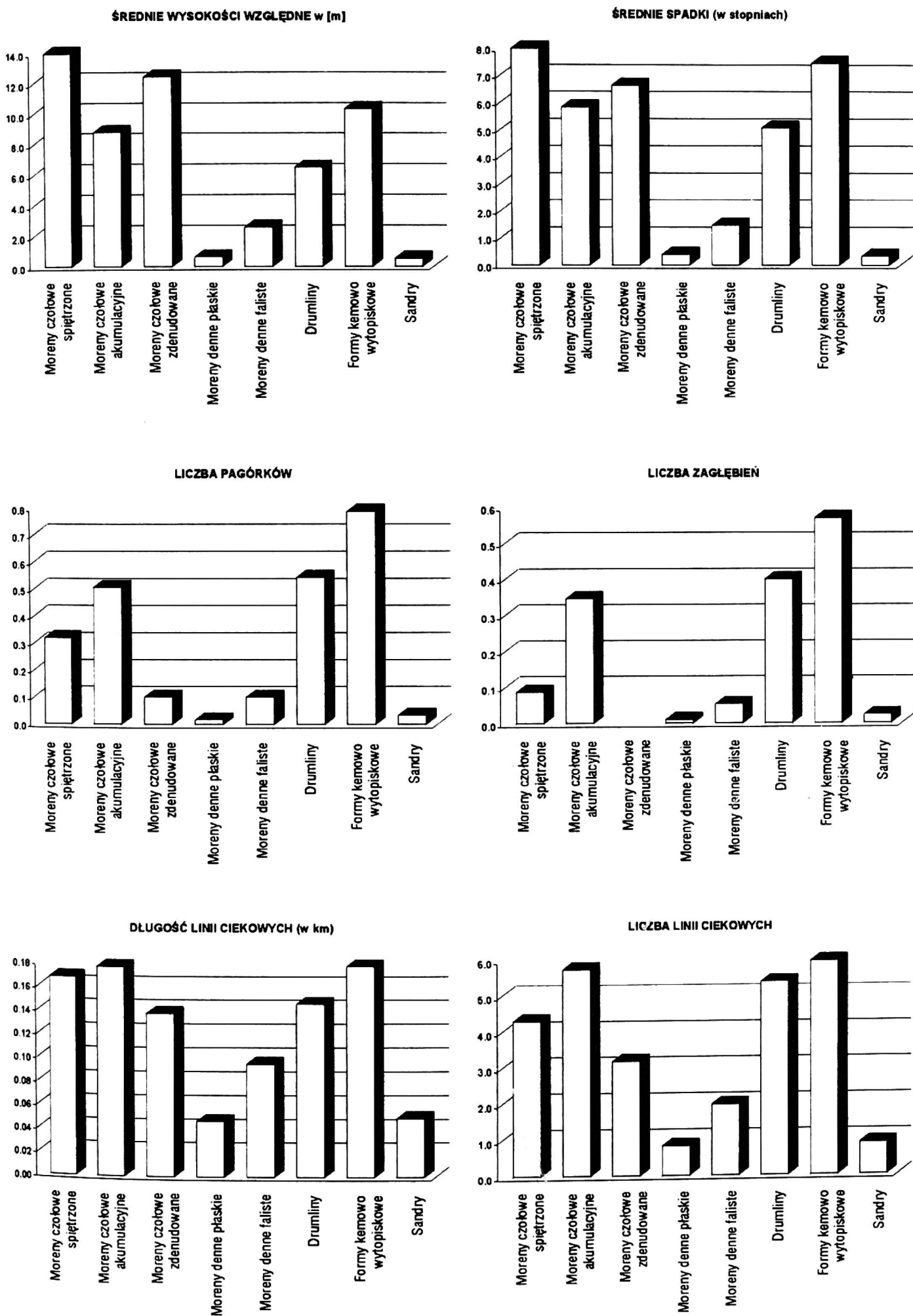
nych rzeźby. Wyjątek stanowią płaskie moreny denne oraz sandry. Te dwa typy genetyczne charakteryzują się zbliżonymi wartościami analizowanych cech. Także jedna z powierzchni testowych zlokalizowana w obrębie zespołu form moreny czołowej spiętrzonej (okolice Osiecznej) umieszczona została w innym skupieniu.

Obliczono również średnie wartości poszczególnych cech dla każdego typu

genetycznego rzeźby ujętego w badaniach. Wartości te ilustrują wykresy na rys. 4.

W wyniku przeprowadzonych analiz można stwierdzić, że:

1. Średnia wartość poddanych analizie cech w obrębie jednorodnych pod względem pochodzenia typów rzeźby może stanowić charakterystykę liczbową zespołów form terenu o określonej genezie.



Rys. 4. Średnie wartości cech morfometrycznych poszczególnych typów genetycznych rzeźby
 Fig. 4. Mean values of the morphometric features of the particular types of landform

2. Porównanie wartości cech tych samych typów genetycznych powstałych w różnych okresach (w przypadku niniejszej pracy były to zespoły form moren czołowych pochodzących ze stadiału Warty zlodowacenia środkowopolskiego i bałtyckiego) pozwala stwierdzić między nimi różnice – każda z cech form starszych przyjmuje niższe wartości.

Zatem cechy morfometryczne mogą być jedną z przesłanek do określenia genezy i wieku rzeźby.

Zastosowanie numerycznego modelu danych stanowi olbrzymie ułatwienie w badaniach morfometrycznych, a wykorzystanie mapy numerycznej wraz z odpowiednim oprogramowaniem zdecydowanie skraca czas żmudnych pomiarów kartometrycznych. Umożliwia to objęcie badaniami znacznie większych obszarów. Barierej stanowi jednak nadal pracochłonność przetworzenia hipsometrii z mapy analogowej do postaci mapy numerycznej.

Dalsze badania morfometryczne powinny uwzględnić pełen zestaw typów genetycznych rzeźby występujących na obszarach Niżu Polskiego. Każdy z nich powinien być także reprezentowany przez większą liczbę powierzchni testowych. Zapewniłoby to większy obiektywizm i precyzję określonych wartości. Badania powinny być także uzupełnione analizą innych cech morfometrycznych, które można określić na podstawie mapy numerycznej. Celowe wydaje się też powiązanie cech morfometrycznych z budową geologiczną.

Jest oczywiste, iż informacja morfometryczna uzyskana na drodze pomiaru i analizy kartograficznej nie zastąpi

innych, powszechnie stosowanych metod badań w geomorfologii. Może być jednak ich doskonałym uzupełnieniem, a także podstawą do formułowania wstępnych wniosków dotyczących genezy i wieku badanych zespołów form.

LITERATURA

- BARTKOWSKI T., 1974: Zastosowania geografii fizycznej. PWN, Warszawa – Poznań.
- GRABIŃSKI T., WYDYMUS S., ZELIAŚ A., 1989: Metody taksonomii numerycznej w modelowaniu zjawisk społeczno-gospodarczych. PWN, Warszawa.
- KRYGOWSKI B., 1973: Z ważniejszych badawczych zagadnień geologiczno-geomorfologicznych Ziemi Lubuskiej. Lubuskie Towarzystwo Naukowe, Wydział Nauk Przyrodniczych, Komisja Geograficzno-Geologiczna, XIII, 1, 5–25.
- PROKOP P., WERNER P., 1998: Zastosowania systemów informacji geograficznej w geografii Polskiej. Materiały Ogólnopolskiej Konferencji Metodologicznej „Geografia Polska na progu trzeciego tysiąclecia”. Kraków – Zakopane.
- RICHLING A., 1973: O sposobach przedstawiania urzeźbienia w terenach młodoglacialnych. *Przegl. Geogr.*, XLV, 1, 109–117.
- RICHLING A., 1992: Systemy informacji geograficznej i ich znaczenie dla przyszłości geografii. *Przegl. Geogr.*, LXIV, 1–2, 167–174. Warszawa.
- SALISZCZEW K.A., 1998: Kartografia ogólna. PWN, Warszawa.
- STRADA L., 1932: O najważniejszych zagadnieniach i potrzebach hipsometrii. *Polski Przegląd Kartograficzny*, X, 38–39, 213–233.
- SZUMOWSKI A., 1967: Rozwój głównych kierunków hipsometrii. *Czasopismo Geograficzne*, 38, 1, 37–53.
- ŻYŃDA S., 1976: Metoda wyznaczania morfometrycznych typów rzeźby na przykładzie obszaru w granicach byłego województwa zielonogórskiego. *Badania Fizjograficzne nad Polską Zachodnią*, XXIX, 179–193.

Recenzent: prof. dr hab. Stefan Żynda

Zakład Kształtowania Środowiska Przyrodniczego
i Fotointerpretacji
Instytut Geografii Fizycznej
i Kształtowania Środowiska Przyrodniczego
Uniwersytet im. A. Mickiewicza w Poznaniu

MORPHOMETRIC RELIEF FEATURES OF SOME SELECTED LANDFORMS OCCURRING IN NORTH-WESTERN POLAND

Summary

One of the elements of a topographic map is surface features. On the basis of a contour-line drawing transformed into a digital map a number of morphometric features of some selected landforms of different origin occurring in north-western Poland were analysed. The aim of the study was to link the particular morphometric relief features with their origin. Traditional morphometric studies based on cartometric surveys are extremely time- and labour-consuming. The use of digital hypsometric maps makes relevant studies easier and accordingly they may include considerably larger areas. The research area encompassed landforms shaped during the latest glaciation: lifted and depositional frontal moraines, flat and undulating ground moraines, drumlins, kames and sandrs. It also included older lifted frontal moraines coming from the Warta river phase of the Middle Poland glaciation. The following morphometric

features were analysed: relative heights, average gradients, length and number of water courses, number of knolls and depressions. The values of the abovementioned features were assessed for a 1-hectare basic area. When conducting the study the *MapInfo* program was used, including applications which make it possible to determine the value of the aforesaid parameters. The results of the study reveal that each of the examined types of landform is characterised by different morphometric features and that homogenous landforms coming from different glaciations are characterised by different values of the studied features. The morphometric diversity of the particular types of landform was confirmed by a grouping analysis using the *k-media* method. Accordingly, morphometric relief features may be used as a useful factor when determining the origin and age of a given landform.