

Współczynnik rozwinięcia powierzchni jako wskaźnik syntetycznego przedstawienia rzeźby

Współczesne tendencje w geografii fizycznej zmierzają do przedstawienia zjawisk przyrodniczych za pomocą metod matematycznych. W geomorfologii wyraźnie zaznacza się kierunek morfometryczny, charakteryzujący w sposób ilościowy rzeźbę terenu.

Morfometryczne cechy rzeźby określają tempo procesów geomorfologicznych oraz pozwalają na wyodrębnienie obszarów o silniejszym i słabszym urzeźbieniu. Wnikliwie i syntetycznie przedstawiona rzeźba terenu pozwala na właściwe użytkowanie i optymalne wykorzystanie środowiska przyrodniczego. Kierunek morfometryczny stanowi jeden z istotnych etapów analizy statystycznej rzeźby.

W dotychczasowej literaturze geomorfologicznej ukazało się wiele pozycji poświęconych temu zagadnieniu. Wśród nich na uwagę zasługują prace: J. Partscha (1911), B. Zaborskiego (1931), J. Smoleńskiego (1929), T. Czorta, J. Sarnickiego (1929), H. Steinhausa (1947), J. Flisa (1949), A. Szumowskiego (1974) i W. Kaulfussa (1974).

Pierwsza grupa prac eksponuje stopień nachylenia stoków jako wskaźnik charakteryzujący rzeźbę. Podejmowano szereg sposobów zmierzających do obliczenia stromości przeciętnych: S. Finsterwalder (1890), B. Zaborski (1931), H. Steinhaus (1947), W. Kaulfuss (1974).

Pierwsze próby zmierzające do charakterystyki morfometrycznej rzeźby bazowały na wysokościach względnych. Zamiarem autorów proponujących ten wskaźnik było statystyczne ujęcie rzeźby i wydzielenie na tej podstawie jednostek fizycznogeograficznych, mających zarówno znaczenie teoretyczne jak i praktyczne.

Dotychczasowe próby charakteryzowania rzeźby przy pomocy tych wskaźników były uzależnione od wielkości pola podstawowego. Dobór wielkości jednostki obliczeniowej decydował o szczegółowości zróżnicowania rzeźby. Proponowane rozwiązania pomijały bądź traktowały drugorzędnie tak zasadnicze zagadnienie jak wielkość pola podstawowego. Teoretyczne uzasadnienie wielkości pól przedstawia J. Smoleński (1929). Zastosowanie sposobu proponowanego przez niego pozwala na przyjęcie pól różnej wielkości na tej samej mapie w zależności od rozdolinienia.

W ostatnim okresie zwiększyło się zainteresowanie kierunkiem morfometrycznym. Wynika to z potrzeby charakterystyki rzeźby przy pomocy syntetycznego parametru, który powinien uwzględniać istotne cechy morfologii terenu. Obecnie wiele miejsca temu zagadnieniu poświęca „szkoła wrocławska”. Najnowszą próbą jest metoda W. Żyszkowskiej (1978) ujmująca w sposób ogólny charakterystykę rzeźby. W dalszym ciągu budzi wątpliwość wielkość pola siatki wyznaczającej punkty pomiarowe. Celem niniejszego opracowania jest próba przedstawienia syntetycznego wskaźnika analizy rzeźby. Poszukiwania miały na uwadze uwzględnienie takich cech rzeźby, jak: wysokość względna, nachylenie, gęstość rozdolinienia oraz głębokość rozcięć stoku. Sądzić można, że jedynym z najbardziej naturalnych, a zarazem nie uwzględnionych dotychczas w literaturze wskaźników, jest współczynnik rozwinięcia powierzchni, tj. stosunek pola powierzchni rzeczywistej do pola powierzchni topograficznej. Propozycję taką wysunął B. Zaborski (1931), twierdząc, że dla ukazania charakterystyki ukształtowania powierzchni, przy pomocy jednej wielkości, najważniejszą miarą jest rozwinięcie powierzchni. Przyjmujemy zatem:

$$r = \frac{s}{t}$$

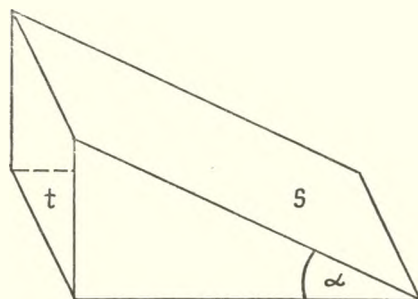
gdzie r — współczynnik rozwinięcia, s — pole powierzchni rzeczywistej, t — pole powierzchni topograficznej.

Wszystkie zatem wymienione poprzednio elementy rzeźby wpływają w sposób istotny na wielkość tego współczynnika. Wskaźnik ten pozwala obliczyć niektóre z używanych współczynników charakteryzujących rzeźbę, jak np. przeciętne nachylenie stoku.

Przyjmując dla koniecznych uproszczeń, że powierzchnia rzeczywista jest płaszczyzną, otrzymujemy znany w matematyce związek (ryc. 1):

$$\cos \alpha = \frac{t}{s}$$

gdzie α jest kątem nachylenia powierzchni rzeczywistej s do powierzchni topograficznej t



Ryc. 1

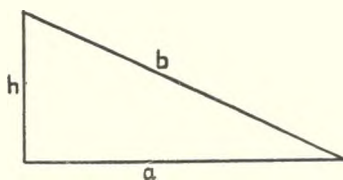
Uwzględniając definicję współczynnika rozwinięcia r mamy

$$\cos \alpha = \frac{r}{s}$$

Podstawową trudnością występującą przy obliczaniu współczynnika rozwinięcia powierzchni r jest obliczenie pola powierzchni rzeczywistej s . Jedyną dokładną metodą jest tylko pomiar geodezyjny w terenie lub tam, gdzie to możliwe, porównanie map katastralnych z topograficznymi. Dość dokładnie można również obliczyć pole powierzchni rzeczywistej jedynie w oparciu o mapę topograficzną. Należałoby w tym celu obliczyć, przybliżonymi metodami, pola powierzchni między każdymi dwoma kolejnymi poziomiami, a więc z konieczności należałoby mierzyć długości tych poziomicy. W przypadku większego obszaru ilość koniecznych do wykonania pomiarów i obliczeń byłaby olbrzymia i niewspółmierna przy tym do osiąganego efektu. Ponadto, wydaje się, że ze względu na stopień dokładności przyrządów pomiarowych i metod pomiaru, błąd, jaki towarzyszyłby tym obliczeniom mógłby być dość znaczny.

Z tych to względów poszukiwaliśmy prostych i w miarę dokładnych sposobów obliczenia pola powierzchni rzeczywistej, a w końcowej fazie współczynnika rozwinięcia. Postanowiliśmy uwzględnić w tym celu jedynie następujące, łatwe do uchwycenia, elementy, jak: wysokość względną dna dolin albo wysokość względną w obrębie pola podstawowego, średnią wysokość względną zboczy dolin, bądź średnią głębokość dolin.

W przypadku stoku nierozciętego, operując przekrojem pionowym, sytuację można zilustrować następująco (ryc. 2):



Ryc. 2

gdzie $h = h_w$, h_w — wysokość względna w polu podstawowym, a — bok kwadratu podstawowego, b — długość stoku. Współczynnik rozwinięcia miałby postać:

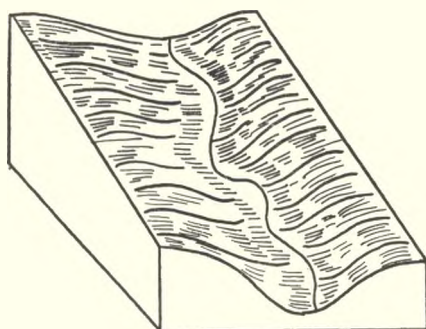
$$r = \frac{b}{a}$$

Dla obliczenia r wystarczy więc znaleźć b . Można to zrobić rozwiązując naszkicowany trójkąt prostokątny lub znacznie prościej za pomocą pomiaru na rysunku w odpowiedniej skali. Pozostaje więc we wszystkich przypadkach jedynie obliczenie h w kwadracie.

Często stok rozcina dolina, zajmująca całe pole podstawowe (ryc. 3). W celu obliczenia h należy wyliczyć z mapy średnie wysokości względne zboczy dolin h_1 , h_2 oraz wysokość względną dna doliny h_d .

czyli

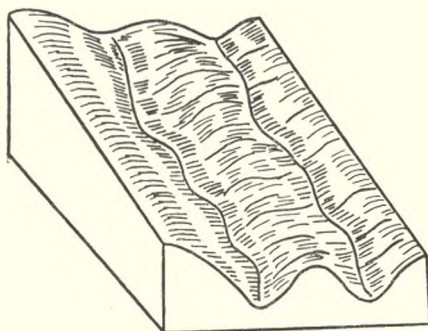
$$h = h_1 + h_2 + h_d$$



Ryc. 3

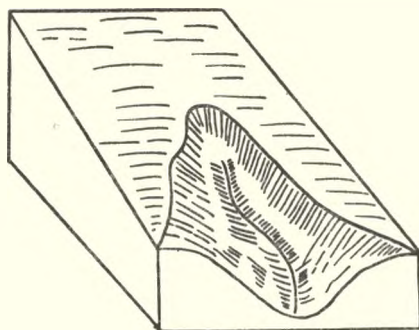
Jeśli natomiast na stoku w obrębie kwadratu występują dwie doliny (ryc. 4), to h liczymy, również sumując: średnie wysokości względne zboczy obu dolin (h_1 , h_2 , h_3 , h_4) oraz średnią wysokość względną den dolin (h_{d_1} , h_{d_2})

$$h = h_1 + h_2 + h_3 + h_4 + \frac{1}{2}(h_{d_1} + h_{d_2})$$



Ryc. 4

W obliczeniach uwzględniono tylko doliny o długości przynajmniej połowy boku kwadratu. Gdy dolina sięga około połowy jednostki obliczeniowej (ryc. 5) do obliczenia h wzięto: wysokość względną w polu podstawowym



Ryc. 5

oraz połowę sumy średnich wysokości względnych zboczy, czyli praktycznie średnią głębokość wcięcia.

Stąd

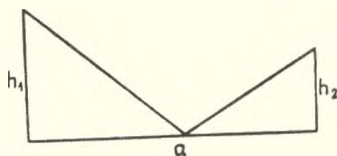
$$h = h_w + \frac{1}{2}(h_1 + h_2)$$

gdzie h_w — wysokość względną w polu podstawowym, h_1, h_2 — średnie wysokości względne zboczy.

Wszystkie formy mniejsze od wspomnianych poprzednio zostały w obliczeniach pominięte, jako w niewielkim stopniu wpływające na wielkość współczynnika rozwinięcia.

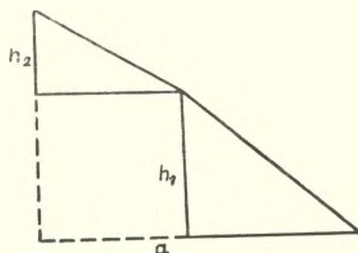
Gdy w obrębie jednostki obliczeniowej występuje grzbiet, wówczas mamy sytuację podobną jak z doliną. Różnica polega jedynie na tym, że występują zbocza dwu dolin albo inaczej stoki grzbietu. Dlatego w przypadku grzbietu zmienia się jedynie sformułowanie np. liczymy średnie wysokości względne stoków a nie zboczy. Zasady liczenia h pozostają identyczne jak przy dolinach.

W przypadku, gdy płaski obszar jest rozcięty doliną, zajmującą cały kwadrat, sytuację można schematycznie zilustrować jak na rycinie 6.



Ryc. 6

W tym przypadku powierzchnia rzeczywista jest analogiczna jak w sytuacji ryciny 7.



Ryc. 7

Dlatego też h liczymy sumując h_1 i h_2 , czyli $h = h_1 + h_2$, gdzie h_1 , h_2 — oznaczają średnie wysokości względne zbczoy. Jeśli większa liczba dolin przebiega przez kwadrat, postępujemy podobnie.

Założenia metodyczne oparliśmy na mapie topograficznej w skali 1:25 000, która właściwie oddaje szczegóły rzeźby. Dobór skali mapy określa stopień szczegółowości współczynników. Liczenie współczynnika na mapach w mniejszych podziałkach powoduje pominięcie drugorzędnych cech rzeźby, których taka skala mapy nie oddaje. Dlatego też dobór skali mapy powinien być przemyślany.

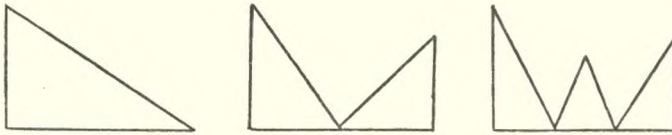
Dla wykonania obliczeń wykreślono sieć kwadratów, opartą o ramki mapy topograficznej. W oparciu o dotychczasowe opracowania przyjęto wielkość pola podstawowego o powierzchni $0,25 \text{ km}^2$ (np. W. Kaulfuss 1974). Wybór takiej wielkości pozwala na uchwycenie istotnych cech rzeźby pogórskiej z uwzględnieniem małych form dolinnych. Liczenia proponowanych parametrów cech rzeźby dokonano w obrębie kwadratu. Figura ta pozwala na dowiązanie się do siatki topograficznej. Ponadto jest ona prosta do wykreślenia. Przyjęcie regularnych figur stwarza możliwości gromadzenia materiału informacyjnego dla każdej powierzchni terenu.

W szeregu pracach morfometrycznych wynik końcowy obliczeń był uzależniony od wielkości pola podstawowego. Skonstruowany przez nas wskaźnik pozwala na dużą tolerancję przy doborze wielkości kwadratu i uniezależnia się od jego rozmiarów.

Dotychczasowe proponowane metody pozwalają na analizę rzeźby uwzględniając jedną jej cechę. Wskaźnik analityczny zastosowany przez W. Kaulfussa (1974) ujmuje jedną z cech rzeźby, jaką jest wysokość względna. W oparciu o tę metodę przedstawia on kartogram, który nazywa mapą energii rzeźby. Wysokość względna jest istotnym elementem w morfologii, ale nie można jej utożsamiać z energią rzeźby, bowiem:

- przy dużych wysokościach względnych nie zawsze występuje największe rozdolnienie,

- przy tych samych wysokościach względnych zaznacza się różny stopień rozdolnienia i różne nachylenia stoków (ryc. 8).



Ryc. 8

Proponowana metoda posiada zarówno teoretyczny jak i praktyczny aspekt. Przedstawienie powierzchni rzeczywistej przy pomocy kartogramu na podkładzie mapy topograficznej winno stanowić kryterium oceny rzeźby. Zastosowanie metody pozwala na:

- ilościowe ujęcie rzeźby, umożliwiające jej zobiektywizowaną klasyfikację,
- porównanie różnych obszarów pod względem urzeźbienia,
- ukazanie wewnętrznego zróżnicowania rzeźby terenu.

Metoda ta ma również duże znaczenie dydaktyczne, pozwala bowiem zobrazować wielkość powierzchni rzeczywistej. Wartości współczynnika, liczone tą metodą, i opracowany na jej podstawie kartogram mogą być wykorzystane w planowaniu, w różnych działach gospodarki. Istnieje także możliwość wykreślenia izarytm. Wybór metody przedstawienia wartości współczynników uzależniony jest od celu podjętego zadania.

Powierzchnia rzeczywista określa dynamikę procesów fizyczno-geograficznych, a tym samym warunkuje sposób użytkowania terenu. Nieuwzględnienie lub niedoceniecie tego kryterium w gospodarczej działalności człowieka, a szczególnie w rolnictwie, jest jedną z przyczyn wywołujących proces degradacji środowiska przyrodniczego.

Instytut Geografii WSP w Krakowie
Instytut Matematyki WSP w Krakowie
Instytut Geografii WSP w Krakowie

LITERATURA

1. CZORT T., SARNICKI J., 1929. *Podział Beskidów Zachodnich Magurskich i Średnich na podstawie wysokości względnych*. Pamiętnik II Zjazdu Geografów i Etnografów Słowackich w Polsce w r. 1927. Kraków.
2. FINSTERWALDER S., 1890. *Ueben den mittleren Boeschungswinkel und das wahre Areal einer topografischen Flaechе*. Sitzungsbericht der math.-phys. Klasse d. Koenigl. Bayer. Akad. d. Wissenschaft. XX.
3. FLIS J., 1949. *Zastosowanie mapy stromości przeciętnych do wydzielenia i charakterystyki regionów Sądeczyzny*. Czas. geogr. t. XX, s. 226.
4. KAULFUSS W., 1974. *Darstellungsmetode und Anwendungsmoglichkeiten eines Kartogramms der Reliefenergie für den Bezirk Dresden*. Petermanns Geogr. Mitteilungen. Dresden. Heft 4, Tafel 13.
5. PARTSCH J., 1911. *Schlesien. Eine Landeskunde für das Deutsche Volk*. II. Breslau.

6. SMOLENSKI J., 1929. *Mapy wysokości względnych w zastosowaniu do analizy stopnia urzeźbienia (reliefu)*. Pamiętnik II Zjazdu Geografów i Etnografów Słowackich w Polsce w r. 1927. Kraków.
7. STEINHAUS H., 1947. *O wskaźniku stromości przeciętnej*. Prz. geogr. XXI.
8. SZUMOWSKI A., 1974. *Kilka uwag metodycznych o wyznaczaniu spadków rzeczywistych*, Acta Univer. Wratisl. nr 236. Pr. Inst. Geogr., s. A, Wrocław, s. 65.
9. ZABORSKI B., 1931. *Analiza morfometryczna rzeźby terenu niżowego*. Pr. Inst. Geogr. UJ. Kraków.
10. ŻYSZKOWSKA W., 1978. *Zastosowanie numerycznych modeli terenu do kartometrycznej analizy rzeźby*. Acta Univer. Wratisl. nr 340. Pr. Inst. Geogr. s. A, Wrocław, s. 163.

JAN LACH, JÓZEF TABOR JÓZEF ŻYCHOWSKI

SURFACE EXTENSION COEFFICIENT — A FACTOR OF SYNTHETIC PICTURE OF THE RELIEF

An attempt is made to present a synthetic factor for the area relief evaluation which would involve the relative altitude, inclination, erosional dissection level and slope cutting depth.

One of the most natural factors is surface extension coefficient (r), i. e. the actual surface area (s) to topographic surface area (t) ratio.

Taking into account the extension coefficient (r) definition and the well-known relationship $\cos = t/s$, we obtain $\cos = 1/r$.

The paper was intended to give a simple and fairly exact method for the actual surface area calculation in order to obtain the surface extension coefficient. The procedure was based on a 1:25 000 topographic map. For the computation purpose, a square graticule (the surface areas being 0,25 km²) based on the topographical map frames was drawn.

The coefficient values may be shown using a cartograph or isorithms.

ЯН ЛЯХ, ЮЗЕФ ТАБОР, ЮЗЕФ ЖИХОВСКИ

КОЭФФИЦИЕНТ РАЗВЕРТКИ ПОВЕРХНОСТИ КАК ФАКТОР СИНТЕТИЧЕСКОЙ КАРТИНЫ РЕЛЬЕФА

Цель настоящей работы — попытка найти синтетический фактор рельефа местности, учитывающий: условную высоту, наклон, плотность раздолинения и глубины разрезов склона.

Одна из самых естественных и не употребляемых величин — коэффициент развертки поверхности (r), т. е. соотношение действительной (s) и топографической (t) поверхностей.

Учитывая определение коэффициента развертки и известную зависимость $\cos = t/s$, мы получим $\cos = 1/r$.

В работе мы намеревались представить несложный, но относительно точный метод вычисления величины действительной поверхности для получения коэффициента развертки. Основой методических положений является топографическая карта в масштабе 1:25 000. Для проведения подсчетов была подготовлена квадратная сетка поверхностью в 0,25 км² на основе рамок топографической карты.

Величины коэффициентов можно изобразить с помощью картограммы или изорифм.