

Katarzyna Sadowy
Albin Orłowski

Instytut Geografii
Pomorska Akademia Pedagogiczna
Słupsk

METODA OBLICZANIA WSPÓŁCZYNNIKA KONWERGENCJI WYBRANYCH ELEMENTÓW RZEŻBY NA PRZYKŁADZIE DORZECZA WIEPRZY, SŁUPI I ŁUPAWY

Wstęp

Celem artykułu jest zaprezentowanie możliwości zastosowania obliczania współczynnika konwergencji elementów rzeźby do potrzeb badań geomorfologicznych. Zamierzeniem autorów było również pokazanie związku, jaki zachodzi między elementami rzeźby współczesnej i rzeźby podłoża podczwartorzędowego oraz wskazanie rangi tych powiązań metodą ilościową. Przedmiotem badań były charakterystyczne, liniowe elementy rzeźby terenu na obszarach dorzeczy Wieprzy, Słupi i Łupawy.

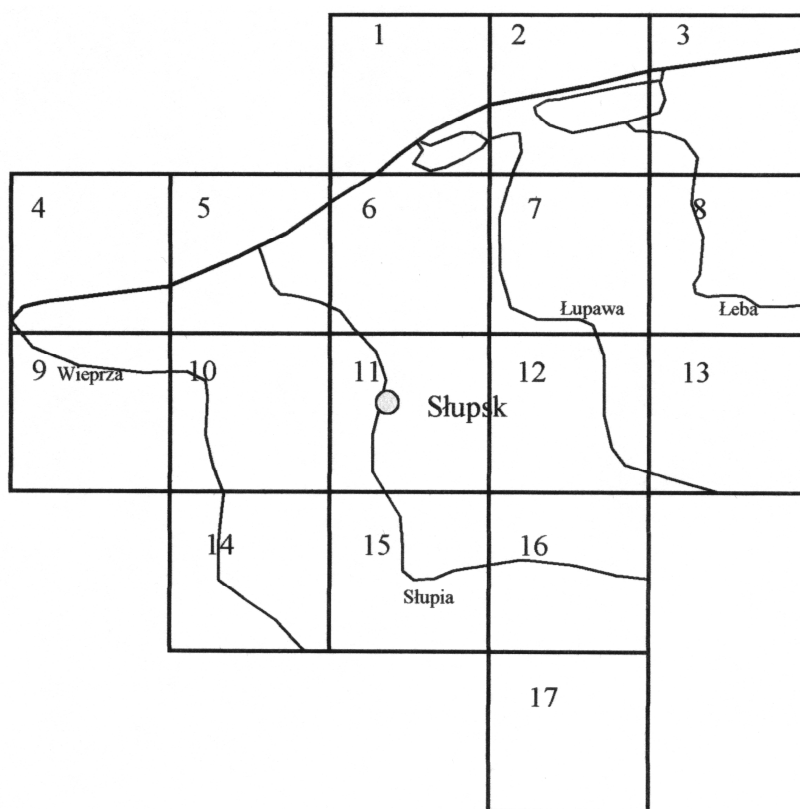
Prekursorem stosowania podobnych metod analizy rzeźby terenu był R. V. Ruhe (1952), który posłużył się tą metodą do analizy sieci dolinnej na obszarach objętych ostatnim zlodowaceniem w Ameryce Północnej. Spośród badaczy polskich M. Jasinowski (1977) zastosował metody ilościowe, które dotyczyły pomiaru liczby form dolinnych oraz ich długości i orientacji. Obszar badany przez Jasinowskiego obejmował Góry Kocie i Wał Zielonogórski, a celem było zbadanie układu sieci dolinnej na obszarze spiętrzeń glacitektonicznych i stwierdzenie związku pomiędzy orientacją dolin na tych obszarach a budową geologiczną.

K. Sadowy (1997) podjęła próbę analizy uwarunkowań elementów rzeźby, które miały wpływ na przestrzenny układ dolin w dorzeczu Słupi. Analiza objęła tektonikę starszego podłoża, współczesne i kopalne formy dolinne oraz rozmieszczenie form glacialnych i fluwioglacialnych. W opracowaniu tym zastosowano wykresy i diagramy oraz współczynniki zwartości wybranych elementów przyrody.

Na podstawie wyników prac M. Jasinowskiego (1977) oraz próbnych analiz metodycznych wykonanych przez K. Sadowy i A. Orłowskiego opracowano metodę, która daje liczbową charakterystykę elementów rzeźby, a tym samym umożliwia opracowywanie zagadnień tabelarycznie. Takie zestawienie informacji pozwala na zastosowanie programu Excel w analizach porównawczych.

W zastosowanej metodzie zbiorowość statystyczną tworzą elementy rzeźby określone jako jednostki statystyczne-badawcze (np. doliny). Analizą objęto: doliny współczesne, doliny kopalne podczwartorzędowe oraz fotolineamenty z mapy fotogeologicznej. Jednostki badawcze mają właściwości, które tworzą cechy statystyczne (np. dla jednostki statystycznej *doliny* cechami statystycznymi są: długość, kierunek jej przebiegu, typ, kolejny rząd wielkości itp.). W przedstawianych jednostkach badawczych wszystkie cechy, które przyjęto do analizy, należą do mierzalnych (Makać, Urbanek-Krzysztofiak 2001).

Podstawowym podkładem kartograficznym wykorzystanym w opracowaniu były mapy topograficzne i arkusze map geologicznych w skali 1 : 50 000, na które nałożono siatkę kwadratów o boku 32 cm ($16 \text{ km} \times 16 \text{ km} = 256 \text{ km}^2$). Wydzielono podstawowe kwadraty, które ponumerowano od 1 do 17 (ryc. 1).



Ryc. 1. Kwadraty podstawowe do analiz statystycznych

Pomiar gęstości i kierunku przebiegu dolin współczesnych wykonano na mapie topograficznej w skali 1 : 50 000.

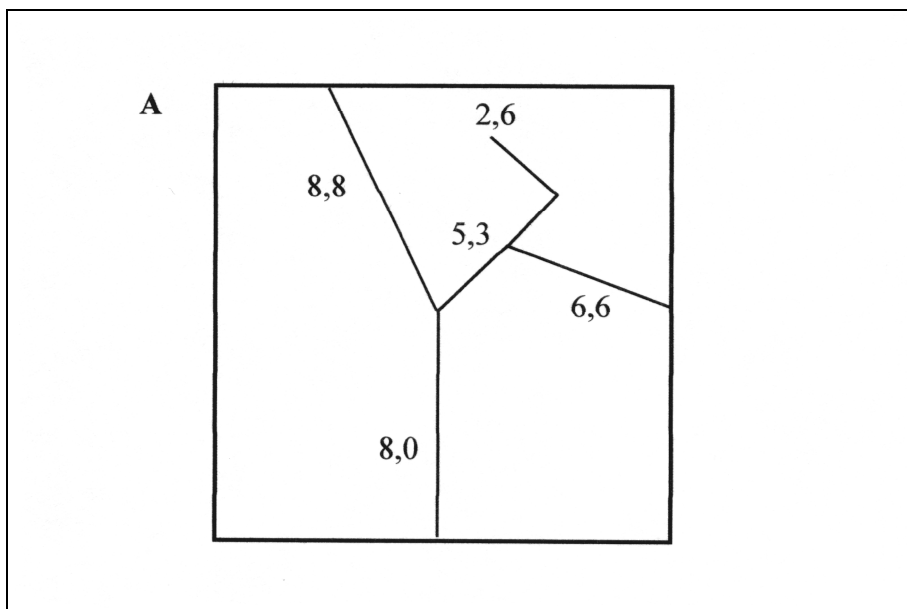
Do analizy statystycznej określającej kierunek przebiegu kopalnych dolin podczwartorzędowych posłużyły następujące arkusze *Szczegółowej mapy geologicznej*

Polski w skali 1:50 000: Smołdziński Las, Kluki, Łeba, Łącko, Ustka, Smołdzino, Lębork, Sławno, Wrzeźnica. Materiałem źródłowym były również arkusze Słupsk i Koszalin *Mapy geologicznej Polski w skali 1:200000* (Mojski i in. 1978a, b), opracowania Orłowskiego (1983a, b, 1989) oraz Orłowskiego i Petelskiego (2003). Kierunek przebiegu fotolineamentów pomierzono na podstawie *Mapy fotogeologicznej Polski w skali 1:1 000 000* (Bażyński i in. 1984). Fotolineamenty przydatne były do lokalizacji ważniejszych dyslokacji lub stref uskokowych.

1. Gromadzenie danych o jednostkach badawczych i ich cechach ilościowych

Gęstość i kierunek przebiegu dolin współczesnych

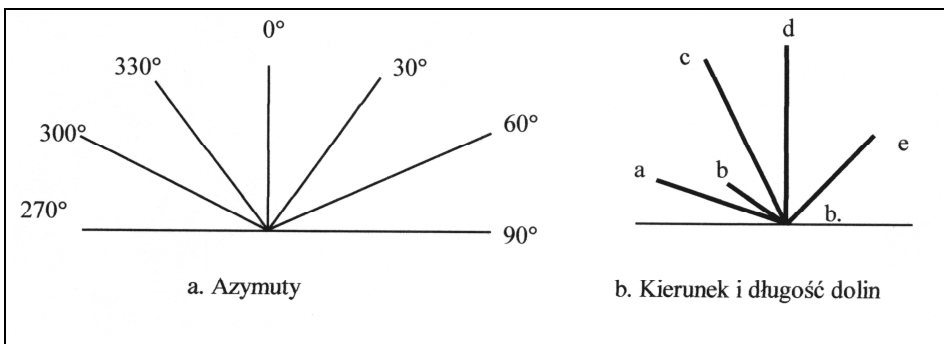
Kierunek przebiegu dolin wyznaczono na podstawie przebiegu osi morfologicznych tych form. Przykład objaśniający sposób graficznego zestawienia informacji o kierunku przebiegu dolin zamieszczono na rycinie 2.



Ryc. 2. Kierunkowy układ dolin oraz ich długości w km na hipotetycznym kwadracie A

Obliczając gęstość dolin, należy zsumować długość wszystkich dolin w kwadracie podstawowym i przeliczyć na 1 km^2 powierzchni terenu. Długość dolin w hipotetycznym kwadracie A o powierzchni 256 km^2 to: $8,8 + 8,0 + 5,3 + 6,6 + 2,6 = 31,3 \text{ km}$, a więc na 1 km^2 przypada $0,12 \text{ km}$ dolin.

Kolejnym etapem było sporządzenie zbioru informacji na temat kierunku (azymutu) przebiegu dolin współczesnych (ryc. 3). W tym celu sporządzono tabelę, w której uwzględniono 30° przedziały azymutów i odpowiadające im długości dolin

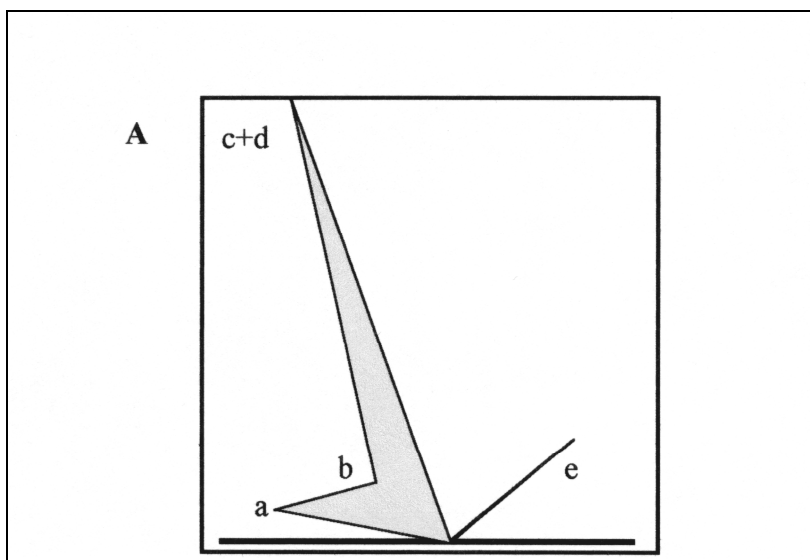


Ryc. 3. Schemat przygotowania diagramu ukazującego azymut i długość dolin

Tabela 1

Długość i azymuty dolin współczesnych z podziałem na sektory 30°

Azymuty Kwadraty	270°-300°		301°-330°		331°-360°		0°-30°		31°-60°		61°-90°		Ogółem	
	km	%	km	%	km	%	km	%	km	%	km	%	km	%
Hipotetyczny kwadrat A	6,6 a	21	2,6 b	8,3	8,0+8,8 c+d	53,6	0		5,3 e	16,9			31,3	100
1														
2 itd.														
Ogółem														100



Ryc. 4. Diagram długości i azymutów dolin w hipotetycznym kwadracie A

(tab. 1). Dobór przedziałów azymutów może być dowolny. Celem graficznego zobrazowania kierunku przebiegu dolin zsumowano ich długości w poszczególnych przedziałach 30° . Na przykład w sektorze $331-360^\circ$ długość dolin wynosiła 16,8 km. Odpowiednio wyskalowaną długość 16,8 km odłożono w środkowej części między azymutem $331-360^\circ$ (po przekątnej). Dla każdego kwadratu opracowana skala długości dolin musiała być taka sama (ryc. 4). Układ dolin można również przedstawić w formie diagramu, w którym długość wszystkich dolin w kwadracie podstawowym odpowiadałaby 100%. Każdemu 30° przedziałowi azymutu odpowiadałby określony procent długości dolin (tab. 1).

Kierunek przebiegu kopalnych dolin podzwartorzędowych

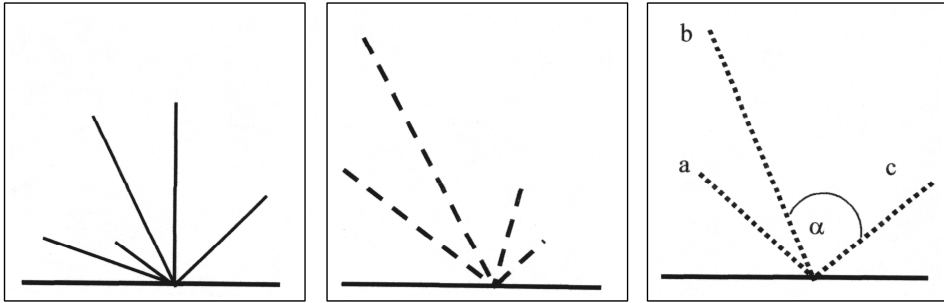
W przypadku dolin kopalnych analizowano ich kierunek i długość. Należy zaznaczyć, że hipsometria podzwartorzędowa jest mało udokumentowana zarówno wierceniami, jak i badaniami geofizycznymi. Przygotowano tabelę zawierającą cechy statystyczne dolin kopalnych podzwartorzędowych analogicznie do tabeli 1. Na wykresach zastosowano tę samą skalę liniową, jak na ryc. 3b.

Kierunek przebiegu fotolineamentów

Celem wykazania zależności rzeźby współczesnej od rzeźby podzwartorzędowej, a przede wszystkim od starszych struktur geologicznych skorzystano z *Mapy fotogeologicznej Polski*, na której zostały wykreślone fotolineamenty (Bażyński i in. 1984; Graniczny 1991). Dla potrzeb niniejszego opracowania zastawiono cechy statystyczne (azymut i długość fotolineamentów), podobnie jak w tabeli 1, oraz przedstawiono je graficznie w takiej samej skali (por. ryc. 3b).

2. Wyznaczanie wektorów konwergencji przebiegu dolin współczesnych, kopalnych oraz fotolineamentów

Trzy arkusze tematyczne: doliny współczesne, obniżenia kopalne i fotolineamenty zawierały po 17 kwadratów podstawowych z dużą i szczegółową liczbą informacji (ryc. 5). W każdym z kwadratów wyznaczono główne trendy cech statystycznych – wypadkowe wektory konwergencji. Sposób postępowania przedstawiono na rycinie 6. Odłożono odcinki a , b , c przy zachowaniu kątów azymutu dla każdego z nich. Linia prosta łącząca punkt początkowy z końcem ostatniego odcinka c to wypadkowy wektor konwergencji. Linia W_f oznacza główny, dominujący wektor ułożenia linii fotolineamentów. Wyznaczony geometrycznie wektor wskazuje jednocześnie azymut głównego trendu cechy statystycznej fotolineamentów. Długość tego wektora wynika z wielkości skalarnej cech.

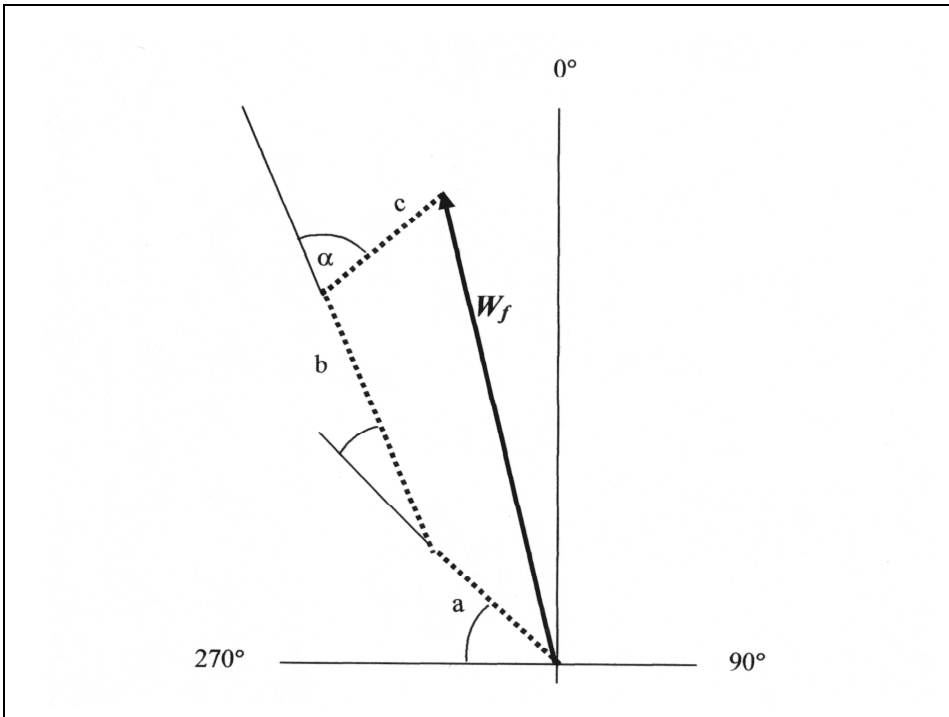


a. Doliny współczesne

b. Obniżenia kopalne

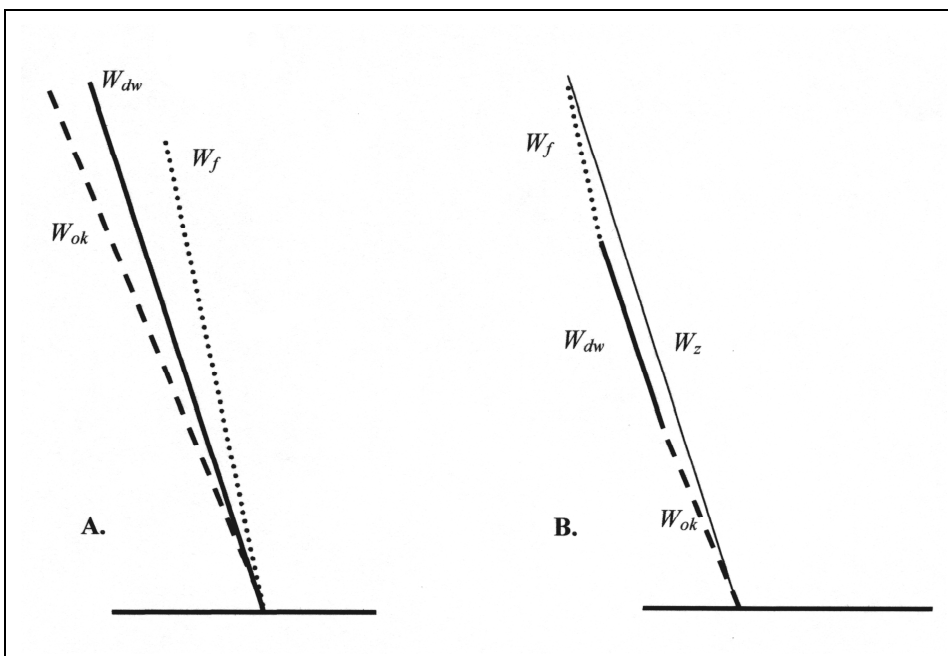
c. Fotolineamenty

Ryc. 5. Długość i kierunek przebiegu dolin współczesnych i kopalnych oraz fotolineamentów w przykładowych kwadratach podstawowych



Ryc. 6. Graficzne wyznaczenie wypadkowego wektora konwergencji fotolineamentów (W_f) w obrębie jednego kwadratu podstawowego (ryc. 5c)

Wykreślono wektory konwergencji (W_{ok} , W_{dw} , W_f – ryc. 7A). Na ich podstawie wyznaczono wypadkowy wektor konwergencji zbioru jednostek statystycznych (W_z – ryc. 7B).



Ryc. 7. A. Wektory konwergencji jednostek statystycznych wykreślone na podstawie ryc. 5: a. dolin współczesnych (W_{dw}), b. obniżeń kopalnych (W_{ok}), c. fotolineamentów (W_f); B. graficzne wyznaczenie wektora konwergencji zbioru jednostek statystycznych (W_z) (rysunek proporcjonalnie zmniejszono)

3. Współczynnik konwergencji

Współczynnik konwergencji (K) może być obliczony dla różnych cech jednostki statystycznej lub dla zbioru jednostek statystycznych.

$$\text{Wzór: } K = \frac{l_{ww}}{\sum l_{ws}}$$

K – współczynnik konwergencji,

l_{ww} – długość wektora wypadkowego,

$\sum l_{ws}$ – suma długości wektorów składowych.

Przykładowo do obliczenia współczynnika konwergencji fotolineamentów K_f (ryc. 6) zmierzono długość wektora W_f i podzielono przez sumę długości fotolineamentów a, b, c .

Aby obliczyć współczynnik konwergencji dla zbioru jednostek statystycznych K_z , np. dolin współczesnych, obniżeń kopalnych i fotolineamentów (ryc. 7B), rów-

niez podzielono długość wektora W_z przez sumę długości odcinków W_{ok} , W_{dw} , W_f . Obliczenia na tym przykładzie (ryc. 7B) wykazały, że wartość współczynnika konwergencji zbioru jednostek statystycznych K_z równa jest 0,97. Tak więc liczba K_z zbliżona jest do jedności, co wskazuje na dużą zgodność współczesnej orografii z kopalnymi obniżeniami, przy dużym współdziałaniu nieciągłych struktur tektonicznych.

4. Zastosowanie opracowanej metody do określenia związków między elementami rzeźby współczesnej a rzeźbą podczwartorzędową

Na przykładzie obszarów położonych w dorzeczu Wieprzy, Słupi i Łupawy dokonano próby zastosowania metody wektorów konwergencji oraz wskaźników konwergencji do analizy liniowych i fosylnych elementów rzeźby. Wykorzystano mapy hipsometryczne rzeźby współczesnej i podczwartorzędowej oraz mapę fotolineamentów.

Wysoki wskaźnik konwergencji (powyżej 0,93) dla dolin współczesnych i fotolineamentów został udokumentowany w okolicach Lęborka, Łeby, Jarosławca, Słupska, Parchowa i Tuchomia.

Wysoki wskaźnik konwergencji (powyżej 0,93) dla dolin współczesnych, kopalnych i fotolineamentów został odnotowany w okolicach Kwakowa, Korzybia, Kołczygłów i na zachód od Słupska, co może być dowodem na odtworzenie i przetrwalność elementów starszego podłoża.

Najmniejsze wskaźniki konwergencji (poniżej 0,8) dla dolin współczesnych, kopalnych i fotolineamentów wystąpiły w okolicach Ustki i na wschód od Sławna.

5. Zakończenie

Prezentowana metoda wskaźnika konwergencji stanowi liczbowe ujęcie elementów rzeźby, dzięki czemu umożliwia opracowanie zagadnień w sposób tabelaryczny, analityczny i porównawczy z zastosowaniem programu Excel. Wadą opracowanej metody jest to, że do analizy wykorzystywane są materiały kartograficzne o bardzo zróżnicowanym stopniu szczegółowości i w różnej skali.

Przedstawioną metodę konwergencji można zastosować do poszukiwania zależności i powiązań między wybranymi elementami, takimi jak: miąższość osadów czwartorzędowych, obszary występowania i gęstość jezior, układ marginalny form glacialnych czy kierunek przebiegu różnych typów genetycznych dolin.

Literatura

- Bażyński J., Doktor S., Graniczny M., 1984, *Mapa fotogeologiczna Polski w skali 1:1 000 000*. Warszawa
- Florek W., 1991, *Postglacialny rozwój dolin rzek środkowej części północnego skłonu Pomorza*. Słupsk

- Graniczny M., 1991, *Możliwości wykorzystania fotolineamentów do oceny sejsmicznego zagrożenia terenu*. Biuletyn Państwowego Instytutu Geologicznego, 365, s. 5-46
- Guterch B., 1975, *Sejsmiczność Polski. Współczesne i neotektoniczne ruchy skorupy ziemskiej w Polsce*, t. 1. Warszawa
- Jasinowski M., 1977, *Wpływ struktur glaciektonicznych na układ sieci dolinnej*. W: *Badania geologiczne struktur glaciektonicznych, II Sympozjum naukowe glaciektoniki*, red. Z. Szafrań. Zielona Góra, s. 49-74
- Makać W., Urbanek-Krzysztofiak D., 2001, *Metody opisu statystycznego*. Gdańsk
- Mojski J. E., 1978, *Objaśnienia do mapy geologicznej Polski w skali 1 : 200 000*, ark. Słupsk. Warszawa
- Mojski J. E., Pazdro Z., Sylwestrzak J., 1978a, *Mapa geologiczna Polski w skali 1 : 200 000*, ark. Słupsk. Warszawa
- Mojski J. E., Pazdro Z., Sylwestrzak J., 1978b, *Mapa geologiczna Polski w skali 1 : 200 000*, ark. Koszalin. Warszawa
- Orłowski A., 1983a, *Litostratygrafia i paleogeomorfologia doliny Słupi*, Katedra Geografii Fizycznej UG, maszynopis
- Orłowski A., 1983b, *Plejstocenska historia doliny rzeki Słupi*. W: *Pomorskie środowisko przyrodnicze II*. Słupsk, s. 263-295
- Orłowski A., 1989, *Morfologia doliny Słupi na tle przylegających do niej obszarów*. Zeszyty Naukowe AGH, Geologia 15, 1-2, s. 48-61, 202
- Orłowski A., Petelski K., 2003, *Szczegółowa mapa geologiczna Polski w skali 1 : 50 000*, ark. Smoldziński Las. Warszawa
- Rühe R. V., 1952, *Topographic discontinities of the Des Moines Lobe*. Am. Journ. Sci., vol. 250, s. 46-56
- Sadowy K., 1997, *Uwarunkowania przyrodnicze przestrzennego układu systemu dolinnego na obszarze przyległym do doliny Słupi*. Instytut Geografii PAP w Słupsku, maszynopis
- Sylwestrzak J., 1973, *Rozwój sieci dolinnej na tle recesji lądolodu w północno-wschodniej części Pomorza*. Gdańsk