

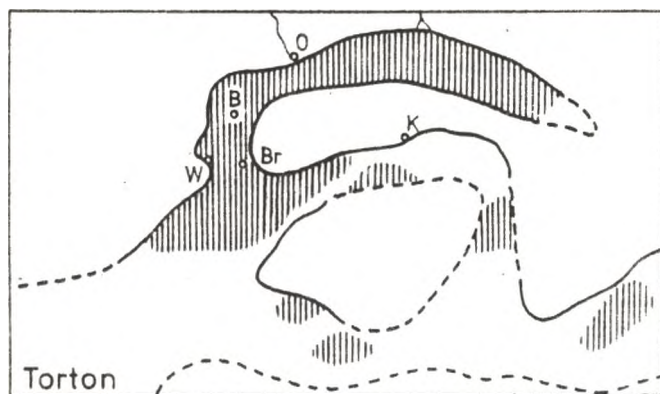
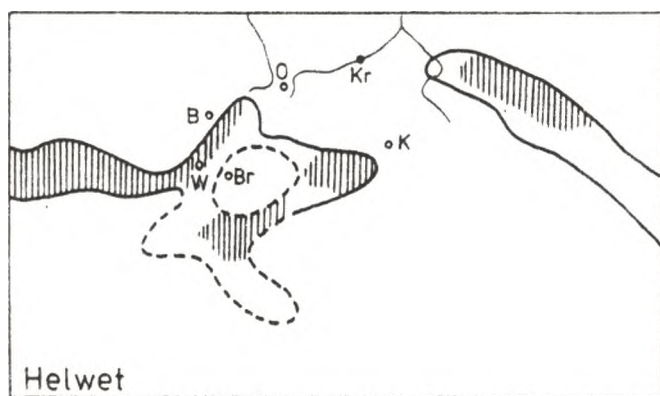
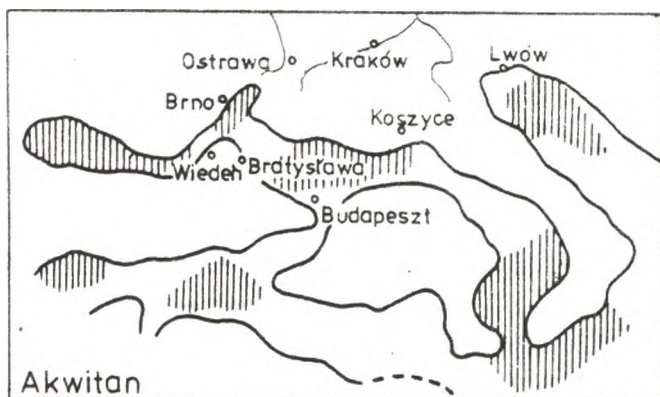
Wpływ budowy geologicznej na układ i morfologię dolin w beskidzkiej części dorzecza Soły

WPROWADZENIE

Na terenach górskich o policyklicznym rozwoju rzeźby, zwłaszcza w górach o budowie płaszczowinowej i fałdowej, dopasowanie erozji do zróżnicowanej odporności podłoża jest powszechną prawidłowością. Uwidacznia się ona wyraźnie w gęstości, układzie i kształcie dolin. Układ sieci dolinnej jest niejednokrotnie bardziej uzależniony od odporności podłoża niż od tektoniki, choć w większości przypadków trudno oddzielić te dwa czynniki od siebie. Już w 1949 roku E. de Martonne stwierdził wyraźne związki pomiędzy zagęszczeniem dolin a strefami występowania mało odpornych utworów ilastych w Kotlinie Paryskiej. Obszary zbudowane ze skał o większej przepuszczalności mają, według J. Rulikowskiej i B. Manikowskiej (1954), rzadszą sieć rzeczną. Podobnie A.N. Strahler uważa, iż gęstość sieci dolinnej zależy nie tylko od odporności skał, ale także od ich możliwości infiltracyjnych. W Alpach gęstość sieci rzecznej na podłożu fliszowym jest średnio dwukrotnie większa niż w obrębie skał krystalicznych (M. Klimaszewski 1978). Podobne prawidłowości sygnalizuje R. Chorley (1969). Podana przez niego gęstość sieci rzecznej dla Appalachów ($3 - 4 \text{ km/km}^2$) jest porównywalna z tym samym wskaźnikiem wyliczonym dla strefy fliszowej Alp ($3,5 - 4,3 \text{ km/km}^2$). Dla beskidzkiej części dorzecza Soły wskaźnik ten wynosi $0,7 - 1,6 \text{ km/km}^2$ (S. Prochal 1961).

Przy analizie przekrojów poprzecznych dolin zwraca się uwagę, iż tektonika i - w mniejszym stopniu - litologia bywają przyczyną asymetrii dolin. W. Penck (1924) tłumaczy asymetrię zboczy dolin mniejszą odpornością skał w podłożu zbocza łagodniejszego.

Powszechność dolin asymetrycznych w Beskidach skłoniła J. Smoleńskiego (1926) do wnikliwej analizy wpływu struktur geologicznych na ewolucję dolin subsekwentnych. Doliny te stanowią drugą generację dolin w Beskidach. Główne doliny beskidzkie swój przebieg zawdzięczają bowiem generalnemu pochyleniu powierzchni inicjalnej. Powierzchnia ta w miarę rozwoju sieci dolinnej i walki o dział wodny była erozyjnie rozcinana i tektonicznie deformowana. Kierunki odwodnienia Beskidów Zachodnich od momentu wypiętrzenia mas fliszowych zmieniały się zapewne niejednokrotnie. Paleogeografia basenów morskich wskazuje, iż odwodnienie Karpat fliszowych w kierunku północnym mogło nastąpić w badenie (dawny torton). W tym bowiem czasie bezpośrednio na północ od wypiętrzonego obszaru znajdował się morski zbiornik sedymentacyjny, stanowiący najbliższą bazę erozyjną (ryc. 1). Wcześniejsze odwodnienie mogło mieć kierunek przeciwny, a więc południowy bądź południowo-zachodni. Argumentem dla powyższych stwierdzeń może być brak przedtortonських osadów na północ od Karpat (S.W. Alexandrowicz 1964) oraz istnienie zbiorników morskich w okresie przedbadańskim (przedtortonским) na południu i południowym zachodzie (I. Cicha 1965). Po ustaleniu kierunków głównych dolin późniejsze zmiany w ich przebiegu wiążą się z dopasowaniem do struktur geologicznych. Stan obecny jest zatem wypadkową tych dwu czynników: pierwotnego kierunku nawiązującego do powierzchni inicjalnej oraz związanego z dopasowaniem się do tektoniki i litologii zmiany tego kierunku.



Ryc. 1. Zmiany zasięgu morskich zbiorników sedymentacyjnych w miocenie (wg Buday T., Cicha I., Senes J., 1965)

CEL I METODA BADAŃ

Prezentowana praca stanowi fragment rozprawy doktorskiej autora. Jest ona wynikiem prac terenowych oraz szczegółowych pomiarów morfometrycznych przeprowadzonych w be-skidzkiej części dorzecza Soły. Celem opracowania jest prezentacja stopnia dopasowania dolin do struktur podłoża. Analizowano wyłącznie doliny położone w obrębie wychodni warstw magurskich, podmagurskich i godulskich. W rezultacie szczegółowego profilowania naturalnych i sztucznych odsłonień w obrębie tych warstw ustalił autor przeciętną zawartość łupków i piaskowców w każdym z tych ogniw (tab. 1). W oparciu o procent zawartości łupków określono odporność ogniw litologicznych, wychodząc z założenia, iż wzrost zawartości łupków powoduje zmniejszenie odporności podłoża. Obszerna charakterystyka wyżej wspomnianych ogniw litologicznych zamieszczona jest we wcześniejszych pracach autora (R. Malarz 1980, 1983). Najodporniejsze warstwy magurskie i godulskie środkowe cechują się podobnym, bardzo wysokim udziałem piaskowców w swym litologicznym składzie. Nieco mniejszą odpornością charakteryzują się warstwy godulskie górne i piaskowcowa seria warstw godulskich dolnych. Seria łupkowa warstw godulskich dolnych to prawie równy udział piaskowców i łupków w jej składzie. Zdecydowanie łupkową, a przez to mało odporną serią są warstwy podmagurskie (tab. 1).

Tabela 1

Przeciętna zawartość łupków w wybranych seriach

Ogniwo litologiczne	Procent zawartości łupków
Warstwy godulskie dolne	
seria piaskowcowa	12,7
seria łupkowa	51,7
Warstwy godulskie środkowe	13,8
Warstwy godulskie górne	21,0
Warstwy podmagurskie	71,8
Warstwy magurskie	
facja mikowa	12,9
facja glaukonitowa	13,2

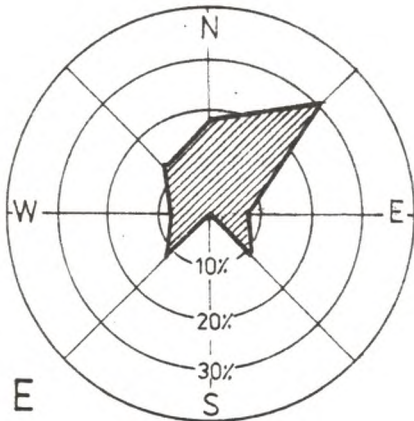
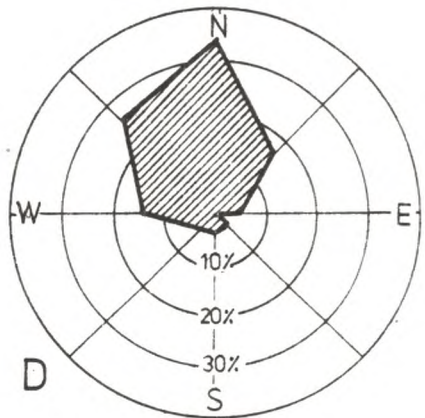
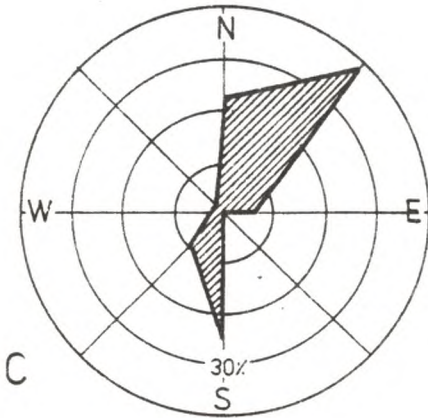
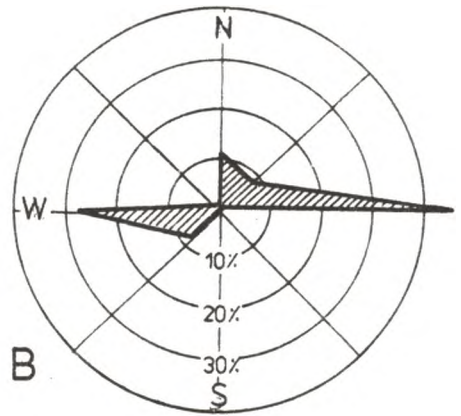
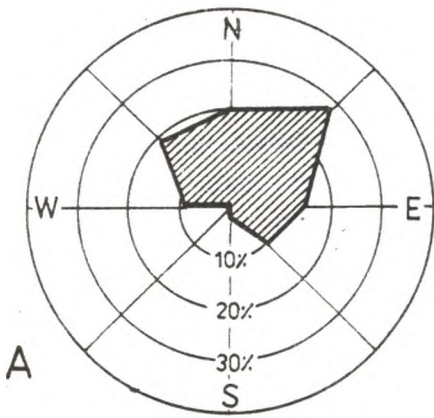
Analiza kierunków dolin w tak zróżnicowanych litologicznie seriach prowadzona była w oparciu o mapy topograficzne w skali 1 : 25 000. Uwzględniono jedynie doliny, których długość przekraczała 2 km. Autor uważa, iż doliny krótsze, nie zawsze docięte do litej skały, w mniejszym stopniu uzależnione są od podłoża. Zasięgi wychodni poszczególnych ogniw fliszowych wyznaczono na podstawie Szczegółowych Map Geologicznych w skali 1 : 50 000.

W obrębie wszystkich serii dominuje zdecydowanie północny i północno-wschodni kierunek odwodnienia (ryc. 2). Wyjątek stanowią jedynie warstwy godulskie środkowe, gdzie przeważa równoleżnikowy kierunek biegu dolin. Warstwy te - jako seria grzbietotwórcza - są w małym stopniu rozcięte przez doliny (tab. 3). Odchylenie w kierunku północno-wschodnim, bardzo wyraźnie widoczne na różach kierunków spadku dolin (ryc. 2), wiązać się może z pochyleniem powierzchni inicjalnej w tym kierunku bądź też kierunkiem przemieszczania się lokalnej bazy erozyjnej (morze sarmackie).

STRUKTURALNA KLASYFIKACJA DOLIN

Związki pomiędzy kierunkiem spadku dolin a kierunkiem biegu i upadku warstw wyrażają stopień dopasowania się do stylu tektonicznego badanego terenu. W klasyfikacji dolin uwzględniającej powyższe związki zdecydowano się przyjąć typologię M. Klimaszewskiego (1978), nieco ją modyfikując. I tak wydzielono:

- doliny podłużne - kierunek biegu doliny zgodny z biegiem warstw,
- doliny poprzeczne, kataklinalne - kierunek biegu doliny zgodny z upadem warstw,
- doliny poprzeczne, anaklinalne - kierunek biegu doliny przeciwny upadowi warstw,



Ryc. 2. Kierunki spadku głównych dolin w obrębie wybranych serii fliszowych dorzecza Soły,

A - warstwy godulskie dolne, B - warstwy godulskie środkowe, C - warstwy godulskie górne, D - warstwy magurskie, E - warstwy podmagurskie

- doliny skośne - bieg doliny nie łączy się ani do biegu, ani do upadu warstw.

Za wymierne kryterium tego podziału przyjęto kąt odchylenia biegu doliny od upadu warstw. Poniższe zestawienie prezentuje graniczne wartości odchylenia biegu doliny od kierunku upadu dla poszczególnych typów dolin (mierząc zawsze kąt mniejszy, a więc od 0° do 180°).

- | | |
|-----------------------------------|--|
| - doliny podłużne | od 60° do 120° , |
| - doliny poprzeczne, kataklinalne | od 0° do 30° , |
| - doliny poprzeczne, anaklinalne | od 150° do 180° , |
| - doliny skośne | od 30° do 60° i
od 120° do 150° . |

Przy tej klasyfikacji doliny skośne można uznać za formy nie łączyjące się do tektoniki, chyba że przebieg ich jest zgodny z liniami dyslokacji. Pozostałe typy dolin, różniące się znacznie między sobą - co jest wynikiem ich związków z biegiem i upadem warstw - przy omawianiu ich powiązań z litologią rozpatrywane będą w trzech oddzielnych grupach.

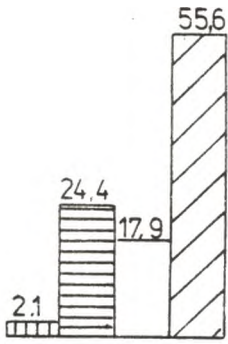
WPŁYW LITOLOGII NA UKŁAD DOLIN

Procentowy udział dolin skośnych jest różny dla poszczególnych serii (ryc. 3). Stwierdzono bardzo znaczny udział dolin skośnych w obrębie serii łupkowych, jakimi są warstwy podmagurskie (58,9%) oraz łupkowa seria dolnych warstw godulskich (55,6%). W pozostałych seriach udział ten waha się od 36 - 40%. Wnioskować stąd można, iż w seriach o przewadze łupków ułożenie warstw w małym stopniu wpływa na kierunki dolin. Przy pozostałych typach dolin brak wyraźnych prawidłowości. Fakt ten był już sygnalizowany w literaturze. L. Starkel (1969) uważa, iż w przebiegu dolin i obniżen denudacyjnych obserwować można większą niezależność od budowy geologicznej.

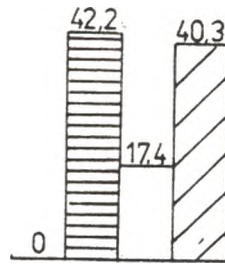
Największy udział dolin anaklinalnych w obrębie warstw magurskich tłumaczyć można terytorialnym występowaniem utworów tej serii w dorzeczu Soły. Warstwy magurskie zlokalizowane są w południowej, źródłiskowej części obszaru, gdzie pierwotny, północny kierunek odwodnienia jest najsilniej zachowany. Monoklinalne ułożenie utworów tej serii i ich zapadanie w kierunku południowym, przy generalnie północnym kierunku większości dolin w tej części dorzecza, tłumaczy fakt tak znacznego udziału dolin anaklinalnych. Serie pozostałe mają zdecydowanie mniejszy, choć niewiele różniący się między sobą udział dolin anaklinalnych (około kilkunastu procent).

Wyjątkowo wysoki udział dolin kataklinalnych w obrębie warstw godulskich górnych (ryc. 3) tłumaczyć można również ich terytorialnym zaleganiem oraz pozycją stratygraficzną. Warstwy godulskie górne wespół z warstwami istebniańskimi są zdecydowanie odporniejsze od wyżej leżących ogniw płaszczowiny śląskiej. Te ostatnie bardziej podatne na erozję, występują w szerokich obniżeniach Bramy Koniakowskiej i Bramy Ślemieńskiej. Warstwy godulskie górne monoklinalnie zapadające na południe stanowią północny skłon tych obniżzeń. Większa część dolin ma zatem tendencję kataklinalnego biegu w kierunku południowym, ku szerokim, subsekwentnym obniżeniom. W pozostałych seriach ten kierunek odwodnienia odgrywa rolę najmniejszą.

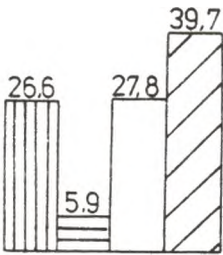
Doliny podłużne poza warstwami godulskimi dolnymi i środkowymi są rzadko spotykane. Ich częste pojawianie się w dwu wymienionych seriach, leżących w najdalej na północ wysuniętej części dorzecza, świadczyć może, iż doliny te występują tam, gdzie dopasowanie rzeźby do struktury jest największe. W tym etapie rozwoju dorzecza jest to dość ważna prawidłowość. Przy generalnie monoklinalnym układzie warstw w strefach wododzielnych dominują doliny anaklinalne. W dolnej części dorzecza dopasowanie do struktur jest większe, a selektywna erozja bardziej dostrzegana. Tu ilość



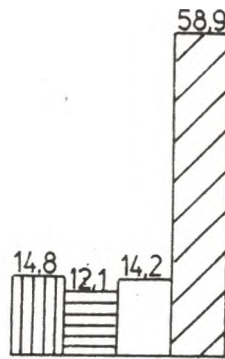
warstwy godulskie dolne



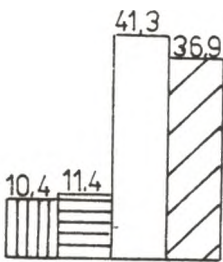
warstwy godulskie środkowe



warstwy godulskie górne



warstwy podmagurskie



warstwy magurskie



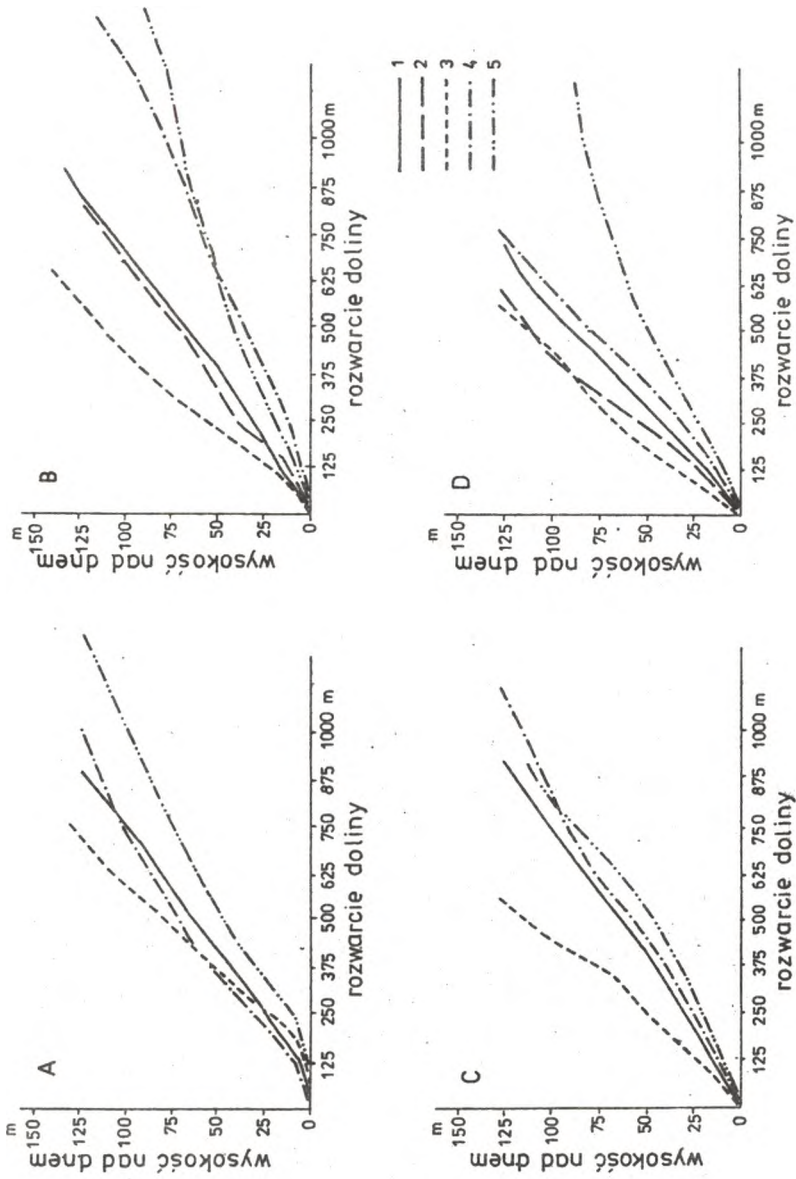
Ryc. 3. Procentowy udział wybranych typów dolin w obrębie niektórych serii fliszowych w dorzeczu Soły

dolin podłużnych jest znaczna. Serie mało odporne, o dużym udziale łupków, mają największy udział dolin skośnych, nie związanych ze stylem tektonicznym podłoża.

MORFOLOGIA WYBRANYCH TYPÓW DOLIN

Doliny beskidzkie w zależności od wielkości i charakteru podłoża znajdują się na rozmaitych etapach rozwoju i różnią się znacznie między sobą. W celu uchwycenia roli litologii w ich rozwoju poddano analizie przekroje poprzeczne wybranych dolin rozcinających badane serie fliszowe. Przy wyborze starano się uwzględnić doliny, w których cieki mają zbliżone do siebie wielkości przepływu. Analizowano przekrój poprzeczny w odległości 2 - 3 km od lejów źródłowych. Zrezygnowano z wykonania klasycznych profili poprzecznych uważając, że szerokość i głębokość - jako dwa parametry określające dolinę w dowolnym przekroju - można przedstawić za pomocą wykresu, który będzie funkcją tych dwu parametrów. Na osi rzędnych przedstawiono głębokość, na odciętych rozwarcie doliny (ryc. 4). Otrzymane punkty po połączeniu dają krzywą, której nachylenie względem osi odciętych określać może charakter doliny. Jediną niedogodnością w porównaniu z przekrojem poprzecznym jest brak możliwości oceny stopnia asymetrii doliny. Przy rozważaniu związków litologii z rzeźbą terenu można zrezygnować z analizy zboczy zważywszy, że jest to na badanym terenie asymetria strukturalna, związana z ułożeniem warstw.

Jako miernik charakteryzujący dolinę przyjęto jej rozwarcie (szerokość) na wysokości 100 m nad dnem. Wartość tę podawano w metrach. Rozwarcie na tej wysokości wybrano świadomie w celu wykluczenia różnic wynikających z różnego rozwoju samego dna doliny, jak również wyeliminowania wpływu poziomu pogórskiego, leżącego powyżej. Analizowano wyłącznie część doliny wyciętą poniżej poziomu pogórskiego. Od-



Ryc. 4. Rozwarcie wybranych typów dolin

A - doliny kataklinalne, B - doliny podłużne, C - doliny anaklinalne, D - doliny skośne; 1 - warstwy Godulskie dolne, 2 - warstwy Godulskie środkowe, 3 - warstwy Godulskie górne, 4 - warstwy magurskie, 5 - warstwy podmagurskie

dzielnie rozpatrywano doliny kataklinalne, skośne, podłużne i anaklinalne.

D o l i n y p o d ł u ż n e opracowano analizując pięć wybranych dolin rozcinających różne serie. W obrębie warstw godulskich dolnych prawie 3-kilometrowy odcinek doliny Ponikiewki ma przebieg podłużny w stosunku do ułożenia struktur geologicznych. Jest ona wycięta na tym odcinku w łupkowej serii warstw godulskich dolnych. Podobnie jak większość tego typu dolin jest doliną asymetryczną. Zbocza północne, zgodne z upadem warstw, mają nachylenie do 10° , natomiast zbocza południowe są bardziej strome, o nachyleniu osiągającym 18° . Rozwarcie tej doliny dochodzi do 1200 m.

Przykładem doliny podłużnej w obrębie warstw godulskich środkowych jest dolina Leśnej w Beskidzie Śląskim (fot. 1). Wprawdzie odcinek podłużny nie jest dłuższy niż 2 km, ale za to jego wylotowa część z Beskidu Śląskiego prezentuje obraz klasycznej doliny asymetrycznej o stromych zboczach południowych i łagodnych - północnych. Rozwarcie doliny dochodzi do 600 m.

Doliną o najśmielszych w tej grupie rysach jest dolina Twardorzeczki, rozcinająca warstwy godulskie górne Beskidu Śląskiego. Bardzo wąskie dno, zajęte prawie w całości przez koryto potoku, przechodzi w strome zbocza o podobnym nachyleniu. Rozwarcie doliny osiąga zaledwie 420 m.

Podłużna dolina Bystrej, dopływu Koszarawy, rozcina warstwy magurskie. Nie wykazuje ona wyraźnej asymetrii. Dotyczy to całego badanego odcinka. Charakteryzuje się bardzo wąskim dnem oraz niezbyt stromymi zboczami. Jej rozwarcie dochodzi do 700 m.

W obrębie warstw podmagurskich jako reprezentatywną dolinę podłużną wybrano dolinę Juszczyzny. Na całej swej długości ma ona asymetryczne zbocza. Monoklinalne ułożenie warstw powoduje, iż południowe, obsekwentne zbocza mają większe nachylenie od zboczy północnych. Rozwarcie tej doliny sięga aż 1450 m.

D o l i n y k a t a k l i n a l n e , których bieg jest zgodny z generalnym kierunkiem zapadania warstw, reprezentują: dolina Czernej, Sopotni, Żarnówki i Kocierskiego Potoku. Każda z tych dolin jest wycięta w innych utworach. W obrębie warstw godulskich dolnych facji piaskowcowej wycięła swą dolinę Żarnówka. U wylotu do jeziora w Porąbce ma ona kataklinalny stosunek do zapadających tu w kierunku wschodnim warstw. Jest to dolina symetryczna, o jednostajnie nachylonych, prostych zboczach. Jej rozwarcie dochodzi do 750 m.

Dolina Kocierskiego Potoku w swym dolnym odcinku przechodzi z doliny podłużnej w odcinek kataklinalny, o przełomowym charakterze. Jej zbocza są asymetryczne. Jest doliną wąską, a jej rozwarcie osiąga 600 m.

Na dość długim odcinku kataklinalny bieg w stosunku do utworów podłoża ma dolina Sopotni (fot. 2). Przekrój wykonany na linii Kotarnica (1160 m n.p.m.) - Skałka (1144 m n.p.m.) wskazuje na niewielką asymetrię. Dolina wycięta jest w warstwach magurskich, a jej rozwarcie na wysokości 100 m nad dnem osiąga 750 m.

Warstwy podmagurskie o najniższych parametrach odpornościowych rozcina biegnąca zgodnie z upadem warstw dolina Czernej. Płaskie dno i łagodne, asymetryczne zbocza to główne cechy tej doliny. Jej rozwarcie dochodzi do 1 km.

D o l i n y a n a k l i n a l n e , których bieg jest przeciwny do kierunku zapadania warstw, analizowano na przykładzie czterech dolin. Dolina potoku Kozubnik rozcina w swej dolnej części warstwy godulskie dolne wykształcone w facji łupkowej. Wąskie dno i symetryczne zbocza dają obraz klasycznego, rozwartego wciosu. Szerokość rozwarcia dochodzi do 850 m.

Dolina Leśnianki rozcina warstwy godulskie górne. Niewielki jej odcinek wykazuje w stosunku do ułożenia warstw anaklinalny bieg. Dolina ma bardzo strome, symetryczne zbocza, wąskie dno, a jej rozwarcie osiąga tylko 500 m.

Warstwy magurskie rozcina dolina Żabnicy, która od źródeł aż po ujście jest doliną anaklinalną. Prawe jej zbocza są bardziej strome od przeciwległych. W miejscu, gdzie wykonano przekrój poprzeczny rozwarcie doliny na wysokości 100 m nad dnem wynosi 750 m.

Dolina Świnnej rozcina warstwy podmagurskie. W dolnym odcinku jest ona doliną anaklinalną. Prawie południkowy przebieg i symetria zboczy są jej charakterystycznymi cechami. Rozwarcie przekracza nieznacznie 800 m.

D o l i n y s k o ś n e scharakteryzowano na pięciu przykładach. Dolne warstwy godulskie rozcina dolina Wielkiej Puszczy, biegnąca ukośnie w stosunku do ułożenia warstw. Jest doliną położoną w najbardziej na północ wysuniętej części dorzecza spośród wszystkich rozpatrywanych. Analizowany przekrój cechuje się symetrią zboczy i wąskim dnem. Rozwarcie doliny jest niewielkie i dochodzi do 625 m.

Doliny skośne rozcinające warstwy godulskie środkowe i warstwy godulskie górne są do siebie dość podobne. Badane odcinki Lipowej i Czernichowianki mają wąskie dna i podobne rozwarcie, dochodzące do 450 m. Różnią się jedynie profilami zboczy. W dolinie Lipowej zbocza wykazują profil wklęsło-wypukły, zaś w dolinie Czernichowianki odwrotnie, część wklęsła znajduje się w dolnej, natomiast wypukła w górnej części zbocz.

Warstwy magurskie rozcina szereg dolin skośnych. Dolina Buczynki posiada jednak najdłuższy odcinek, gdzie stosunek jej biegu do ułożenia warstw wskazuje jednoznacznie, że występuje tu dolina skośna. Podobnie jak i poprzednie ma ona wąskie dno. Jest doliną symetryczną o rozwarciu dochodzącym do 550 m.

Przykładem doliny skośnej w obrębie warstw podmagurskich jest dolina Trzebini. Charakteryzuje się ona bardzo łagodnie nachylonymi zboczami, a jej rozwarcie osiąga rekordową szerokość 1200 m. Jest przykładem doliny beskidzkiej o daleko zaawansowanym rozwoju.

Analiza przekrojów 18 dolin dostarczyła szeregu spostrzeżeń. Generalną zależność pomiędzy podłożem a przekrojem poprzecznym zaobserwować można najlepiej w dolinach rozcinających mało odporne warstwy podmagurskie i warstwy bardzo odporne, do których zaliczyć należy środkowe i górne warstwy godulskie oraz warstwy magurskie. Szczególnie uchwytne jest ta zależność w wielkości rozwarcia dolin (tab. 2). Rozwarcie doliny jako wymierny parametr morfometryczny doliny potwierdza bardzo małą odporność łupkowej serii warstw godulskich i warstw podmagurskich. Warstwy te, bardziej podatne na procesy denudacyjne, sprzyjają szybszym zmianom w rzeźbie terenu.

Tabela 2

Rozwarcie niektórych dolin
na wysokości 100 m nad ich dnem (w metrach)

Ogniwo litologiczne	Bieg doliny w stosunku do ułożenia warstw			
	poprzeczny katakli- nalny	skośny	poprzeczny anaklinal- ny	podłużny
Warstwy godulskie dol. seria łupkowa	-	-	850	1200
seria piaskowc.	750	625	-	-
Warstwy god. środkowe	-	450	-	600
Warstwy god. górne	600	450	500	420
Warstwy magurskie	750	550	750	700
Warstwy podmagurskie	1000	1200	800	1450

Skutkiem tej zmniejszonej odporności jest daleko większe zaawansowanie stadiów rozwojowych dolin występujących w obrębie warstw podmagurskich i łupkowej facji warstw godulskich dolnych. Doliny leżące w strefie są młodsze, a ich ewolucja przebiega wolniej. Tam gdzie wewnętrzne zróżnicowanie pomiędzy warstwami odpornymi jest niewielkie, a dotyczy to warstw magurskich, środkowych i górnych warstw godulskich, w większym stopniu niż litologia o różnicach w

rzeźbie dolin decyduje tektonika. Szczególnie ułożenie warstw i wielkość ich upadu wpływają na fizjonomię doliny. Potwierdzeniem tej tezy są wielkości rozwarcia dolin rozcinających odporne serie.

Charakterystyczny jest również fakt, iż wszystkie badane doliny kataklinalne mają dość szerokie i płaskie dno, co jest rzadkością w pozostałych typach badanych dolin. Przyczyny tego faktu szukać można w hamowaniu nurtu rzeki przez skierowane w przeciwnym do niego kierunku czoła wychodni warstw odpornych. Odporne ławice w korycie powodują powstanie lokalnych baz erozyjnych, powyżej których rzeka osiąga chwilowy profil równowagi i może nastąpić wzmożona erozja boczna. Klasyczne przykłady takiego zjawiska spotyka się w dolinie Sopotni, gdzie dno doliny ma schodowy układ. Tam też znajduje się największy w Beskidach wodospad ześlizgowy (fot. 2).

Dna dolin podłużnych, skośnych i anaklinalnych cechuje zmienna szerokość, przy czym w dolinach skośnych dość wyraźnie zaznaczają się wąskie dna, które często są synonimem koryt.

Nachylenie zboczy wszystkich dolin jest różne i wzrasta wraz z odpornością podłoża. Największa ilość dolin asymetrycznych występuje wśród dolin podłużnych, co jest uwarunkowane ułożeniem warstw. Istnieją jednak przypadki, kiedy niektóre odcinki dolin podłużnych mają zbocza symetryczne. W dolinach kataklinalnych, skośnych i anaklinalnych asymetria związana jest najczęściej z intensywnym podcinaniem jednego ze zboczy.

GĘSTOŚĆ SIECI RZECZNEJ

Budowa geologiczna w pewnym stopniu decyduje o gęstości sieci rzecznej i sieci dolinnej. Choć zapewne większy od litologii wpływ będą miały, zwłaszcza na dużych obsza-

rach, zróżnicowane warunki klimatyczne czy stadium rozwojowe rzeźby terenu, to jednak wpływu czynnika litologicznego na gęstość sieci rzecznej nie należy pomijać. Dotyczy to zwłaszcza badań prowadzonych na obszarach niewielkich, gdzie litologia jest bardziej zróżnicowana niż pozostałe elementy środowiska geograficznego. Gęstość sieci rzecznej jest odwrotnie proporcjonalna do odporności skał budujących podłoże. Prawidłowość ta ma miejsce we wszystkich typach klimatów i została dostrzeżona stosunkowo dawno (L. Neuman 1900; E. Fluck 1933). Gęstość sieci rzecznej w dorzeczu Soły mieści się w przedziale od 0,7 do 1,6 km/km² (P. Prochal 1961). Jest to zatem wartość zmienna, uzależniona od elementów środowiska geograficznego. Czy rola litologii w tych powiązaniach jest istotna, pokazać może analiza gęstości sieci rzecznych w obrębie tych samych co poprzednio serii fliszowych. Tak jak i wcześniej, ograniczono się do dolin dużych, o długości powyżej 2 km, a więc takich, których przebieg i kształt wiążą się bardziej z budową geologiczną niż doliny małe, nie docięte czasami do litej skały. Wskaźnik gęstości tych dolin w obrębie poszczególnych ogniw litologicznych na wybranych obszarach dorzecza Soły przedstawiono w tab. 3.

Maksymalne zagęszczenie dużych dolin występuje w obrębie warstw podmagurskich i łupkowej facji dolnych warstw godulskich. W obu tych ogniwach maksymalne wskaźniki gęstości sieci rzecznej przekraczają wartość 0,9 km/km². Wskaźniki najniższe prezentują obie facjalne odmiany warstw magurskich oraz piaskowcowa seria warstw godulskich dolnych.

W Beskidzie Żywieckim kontrasty w gęstości sieci rzecznej są największe. Dla warstw podmagurskich wskaźnik ten jest dwukrotnie większy niż w obrębie warstw magurskich. Wraz ze wzrostem odporności danej serii, czyli zwiększaniem się zawartości piaskowców, maleje gęstość sieci dolinnej na danym terenie. Znajduje zatem potwierdzenie istnienie związku pomiędzy litologią a gęstością sieci rzecznej w dorzeczu Soły.

Tabela 3

Gęstość sieci rzecznej w km/km^2
w obrębie niektórych serii fliszowych
na wybranych obszarach w dorzeczu Soły

Ogniwo litologiczne	Beskid Mały na E od Soły	Beskid Mały na W od Soły	Beskid Śląski	Beskid Żywiecki dorzecze Soły	Beskid Żywiecki dorzecze Koszarawy
Warstwy godulskie dolne					
seria łupkowa	0,91	0,74	0,56	-	-
seria piaskowcowa	0,30	0,74	0,69	-	-
Warstwy godulskie śród.	0,55	0,46	0,36	-	-
Warstwy godulskie górne	0,50	0,50	0,33	-	-
Warstwy magurskie					
facja mikowa	-	-	-	0,47	0,48
facja glaukonit.	-	-	-	0,44	0,40
Warstwy podmagurskie	-	-	-	0,94	0,81

SPADKI W PROFILACH PODŁUŻNYCH DOLIN

Badanie związków litologii z wybranymi elementami rzeźby terenu objęło także analizę relacji między spadkami w profilach podłużnych dolin a litologią podłoża. W dotychczasowej literaturze geomorfologicznej zagadnienie to nie było rozpatrywane, a zatem trudno było prognozować i przewidywać końcowy efekt analiz. Badano spadki w tych dolinach co poprzednio, a więc dłuższych niż 2 km, dla każdej serii oddzielnie. Tak jak w przypadku analizy gęstości dolin obserwacje i pomiary wykonano na 5 obszarach (tab. 4).

Tabela 4

Średnie spadki dolin (w ‰)
w obrębie wybranych serii fliszowych dorzecza Soły

Ogniwo litologiczne	Beskid Mały na E od Soły	Beskid Mały na W od Soły	Beskid Śląski	Beskid Żywiecki dorzecze Soły	Beskid Żywiecki dorzecze Koszarawy
Warstwy godulskie dolne					
seria łupkowa	62,5	40,0	61,0	-	-
seria piaskowcowa	42,4	70,8	26,0	-	-
Warstwy godulskie śród.	32,1	98,9	43,9	-	-
Warstwy godulskie górne	51,3	62,3	93,0	-	-
Warstwy magurskie					
facja mikowa	-	-	-	54,5	76,6
facja glaukonit.	-	-	-	45,5	91,9
Warstwy podmagurskie	-	-	-	40,2	20,4



Fot. 1. Dolina Leśnej w Beskidzie Śląskim. Przykład doliny podłużnej, subsekwentnej



Fot. 2. Wodospad ześlizgowy Sopotni Wielkiej

Minimalne spadki odnotowano w obrębie warstw podmagurskich (20,4‰), zaś spadki maksymalne cechują doliny występujące w obrębie wychodni odpornych warstw godulskich środkowych (98,9‰). Te skrajne wartości sugerować by mogły, iż w obrębie serii odpornych spadki dolin są duże, zaś w strefie występowania serii mało odpornych - małe. Tak jednak nie jest. Wyniki pozostałych obserwacji nie upoważniają do takiego twierdzenia. Okazuje się, że rozpatrując wszystkie przypadki nie da się wykryć wyraźnych prawidłowości. Bywa i tak, że w obrębie warstw bardzo odpornych znajdują się doliny o spadkach bardzo niewielkich. Bardzo odporne warstwy godulskie środkowe, położone w Beskidzie Małym na wschód od Soły, rozcinają doliny, których spadki nie przekraczają 33‰, podczas gdy na tym samym obszarze w obrębie łupkowej serii warstw godulskich dolnych doliny mają spadki przekraczające 62‰. Podobna sytuacja ma miejsce w Beskidzie Śląskim. Uważać zatem można, że brak wyraźnego związku pomiędzy tymi elementami nie jest zjawiskiem lokalnym, ale występuje w całym dorzeczu. Badania terenowe pozwoliły zauważyć pewną prawidłowość: największe zmiany w profilu podłużnym dolin nie zachodzą w obrębie serii w miarę jednorodnych pod względem odporności, ale na styku jednostek o różnej odporności. Klasycznym przykładem jest wspomniany wcześniej wodospad Sopotni Wielkiej. Załamania w profilu podłużnym są tym większe, im większy jest kontrast odporności graniczących ze sobą jednostek. Podobne prawidłowości dostrzegane były w Karpatach fliszowych w nachyleniu zboczy i stoków (J. Flis 1948) oraz w rozwoju form osuwiskowych (T. Ziętara 1969, 1972). Ponadto obserwacje terenowe pozwoliły stwierdzić, że średnie spadki w dolinach rozcinających te same warstwy są różne. Przy zmiennej litologii o spadku w profilu podłużnym decydują: bieg doliny w stosunku do ułożenia warstw oraz wzajemny stosunek utworów mało i bardzo odpornych.

Czoła warstw odpornych, niezależnie od ułożenia, tworzą lokalne bazy erozyjne. Powyżej nich przeważa akumulacja. Na warstwach odpornych i mało odpornych odmiennie wykształciły się koryta rzeczne. W górnych odcinkach dolin, w podatnych na erozję seriach o przewodze łupków, rzeki głębiej wcięły swe koryta niż na utworach odpornych. Prawidłowość ta sygnalizowana była już wcześniej przez autora (R. Malarz 1975).

WNIOSKI

1. W dorzeczu Soły przeważa odwodnienie o kierunku północnym i północno-wschodnim. Jest ono pozostałością generalnego pochylenia powierzchni inicjalnej w tym kierunku oraz wynika z istnienia lokalnej bazy erozyjnej na północ od Karpat. Dziś bazę tę stanowią Kotlina Sandomierska i Kotlina Oświęcimska. W przeszłości było nią morze tortońskie, a później sarmackie.

2. Odporność podłoża wpływa w znacznym stopniu na układ dolin. W utworach odpornych istnieje tendencja do utrwalania odwodnienia subsekwentnego, zgodnego z biegiem warstw. W obrębie wychodni warstw mało odpornych duży udział dolin skośnych wskazuje, że powiązanie przebiegu dolin z kierunkami głównych struktur jest niewielkie.

3. Rola litologii odzwierciedla się wyraźnie w fizjonomii dolin. Analiza poprzecznych przekrojów przez wybrane doliny wskazuje, iż w obrębie serii mało odpornych są one szerokie i płaskodenne. Serie odporne rozcinają doliny bardziej młode, o wąskim dnie i stromych zboczach. Doliny podłużne są najczęściej asymetryczne.

4. Najwyraźniejsze zależności stwierdzono pomiędzy gęstością sieci rzecznej a odpornością podłoża. Mało odporne warstwy podmagurskie mają dwukrotnie większą gęstość dolin niż odporne warstwy godulskie i magurskie.

5. Nie stwierdzono istotnych zależności pomiędzy odpornością podłoża a spadkami w profilach podłużnych dolin.

LITERATURA

- Alexandrowicz S.W., 1964. Przejawy tektoniki miocenińskiej w Zagłębiu Górnośląskim. *Acta Geologica Polonica* nr 14, z. 2.
- Chorley R., 1969. The Drainage Basins as the Fundamental Geomorphic Units. *Introd. Fluv. Proc.*
- Cicha I., Senes J., 1965. Die Sedimentation und Beckenentwicklung der Westkarpaten im Miozän der West Karpaten. Bratislava.
- Flis J., 1949. Zastosowanie mapy stromości przeciętnych do wydzielenia i charakterystyki regionów Sądecczyzny. *Czasopismo geograficzne*, t. 20, z. 1 - 4.
- Fluck E., 1933. *Handbuch der geographischen Wissenschaft*. Bd. Allgemeine Geographie.
- Klimaszewski M., 1978. *Geomorfologia*. Warszawa.
- Malarz R., 1975. Zależność rzeźby od litologii w południowej części Beskidu Śląskiego. *Czasopismo geograficzne*, z. 3.
- Malarz R., 1980. Związki rzeźby terenu z litologią na przykładzie wybranych serii fliszowych dorzecza Soły, (praca doktorska, maszynopis). *Archiwum WSP Kraków*.
- Malarz R., 1983. Związki rzeźby terenu z litologią na podstawie wybranych serii fliszowych w dorzeczu Soły. *Studia Geomorphologica Carpatho-Balcanica*, vol. 16.
- Martonne E., 1948. *Traité de géographie physique*. Paris.
- Neuman L., 1900. *Die Dichte des Flussnetzes im Schwarzwald*.
- Penck W., 1924. *Die morphologische Analyse*. Stuttgart.
- Prochal P., 1960. Przyrodnicze i techniczne podstawy walki z erozją gleb w górnym dorzeczu Soły. *Rocznik Nauk Roln., seria F*, z. 2.

- Rulikowska J., Manikowska B., 1954. Geomorfologiczne znaczenie litologii. *Czasopismo geograficzne*, z. 4.
- Smoleński J., 1926. Zjawisko epigenezy dolin subsekwentnych w Karpatach. *Przegląd Geograficzny*.
- Starkel L., 1969. Odbicie struktury geologicznej w rzeźbie polskich Karpat fliszowych. *Studia Geomorphologica Carpatho-Balcanica*, vol. 3.
- Strahler A.N., 1965. *Introduction to Physical Geography*. New York.
- Ziętara T., 1969. W sprawie osuwisk w Beskidach Zachodnich. *Studia Geomorphologica Carpatho-Balcanica*, vol. 3.
- Ziętara T., 1970. Rzeźba beskidzkiej części dorzecza Soły. *Czasopismo geogr.*, t. 43.

Roman Malarz

INFLUENCE OF GEOLOGICAL STRUCTURE
ON PATTERN AND MORPHOLOGY OF VALLEYS
IN THE BESKIDIAN PART OF THE SOŁA CATCHMENT AREA

The paper presents influence of different flysch series on pattern, morphology and river gradients of longitudinal profiles in the mountain part of the Soła catchment area. Taking into account mean amount of slates, resistance of godulskie, magurskie and under magurskie layers was estimated. Per cent of longitudinal, transversal and slant valleys in these series were estimated as well. On chosen examples morphometric analysis of these valleys have been done. The clear relations between resistance of rocks and density of rivers have been stated. There are no important connections between lithology and river gradients.