

TOMASZ JERZYKIEWICZ i ANDRZEJ SZUMOWSKI

## Zależność między budową geologiczną i spadkami rzeczywistymi terenu w okolicach Krzeszowa

**THE DEPENDENCE OF THE DIPS OF SLOPES UPON THE GEOLOGICAL  
STRUCTURE IN THE RELIEF OF THE VICINITY OF KRZESZÓW  
(SUDETES)**

**STRESZCZENIE:** Porównanie mapy geologicznej z mapą spadków rzeczywistych wykazało, że linie intersekcyjne wyznaczające granice pomiędzy poziomami litologicznymi mają podobny przebieg do rozmieszczenia plam oznaczających przedziały spadków. Autorzy podjęli próbę wyjaśnienia owego formalnego podobieństwa między różnymi tematycznie mapami i doszli do wniosku, że wynika ono przede wszystkim ze zgodności między budową tektoniczną i rzeźbą terenu.

### WSTĘP

W okolicach na południe od Krzeszowa, niezależnie od siebie, podjęto prace morfometryczne i geologiczne. Pomiary morfometryczne rzeźby terenu przeprowadził w omawianym obszarze drugi ze współautorów. Wynikiem tych prac jest mapa spadków rzeczywistych (fig. 2). Prace geologiczne przeprowadził w tym samym terenie pierwszy z autorów w ramach badań prowadzonych przez Zakład Nauk Geologicznych PAN pod kierunkiem prof. dr H. Teisseyre'a. Jednym z wyników tych prac jest mapa geologiczna obszaru kredowego położonego na południe od Krzeszowa (fig. 3).

Przypadkowa konfrontacja wyżej wspomnianych map wykazała istnienie między nimi uderzającego podobieństwa formalnego. Praca ta jest próbą wyjaśnienia owego podobieństwa pomiędzy różnymi tematycznie mapami. Autorzy dziękują Prof. dr S. Dżużyńskiemu za zachęcenie ich do napisania tego artykułu.

### UWAGI O METODACH STOSOWANYCH PRZY SPORZĄDZANIU MAP

Mapę geologiczną okolic Krzeszowa wykonano w skali 1:10 000, w obszarach źle odsłoniętych stosowano roboty ziemne. Głębokość szybików dochodziła do 3 metrów. Utwory czwartorzędowe zostały zaznaczone w tych miejscach, gdzie ich miąższość przekraczała 2 metry. Wśród skał górnokredowych występujących bezpośrednio pod czwartorzędem wydzielono piaskowce, piaskowce wapniste i mułowce wapniste górnego cenomanu, gęzy górnego cenomanu oraz mułowce wapniste, piaskowce wapniste i piaskowce reprezentujące dolny, środkowy i górny turon (fig. 3). Wiek utworów z dolnej części profilu skał górnokredowych udokumentowano skamieniałościami (Jerzykiewicz 1969b). Z intersekcji granic pomiędzy wydzielonymi poziomami cenomanu i turonu na mapie, wyinterpretowano budowę tektoniczną omawianego obszaru (Jerzykiewicz 1969a). Uzyskane wyniki pozwoliły na skorygowanie dotychczasowych opracowań geologicznych tego obszaru (Berg & Dathe 1905—1906, 1913, 1940).

Wykonana mapa spadków rzeczywistych obejmuje obszar o powierzchni około 53 km<sup>2</sup>. W pracach morfometrycznych tak znaczne obszary charakteryzuje się na ogół wartościami średnich nachyleń (por. Steinhaus 1947, Flis 1949, Kuczyńska 1950—1951, Oświecimski & Kowaliński 1959). Utrwaliło się bowiem przekonanie, że wykonanie mapy spadków rzeczywistych jest rzeczą pracochłonną i zbyteczną, ponieważ dokładna analiza mapy topograficznej, gdzie rzeźba terenu przedstawiona jest za pomocą poziomicy, może zastąpić tę czynność. Wykonanie mapy spadków rzeczywistych nie jest bardziej pracochłonne niż np. sporządzenie mapy średnich nachyleń, natomiast najbardziej nawet dokładna analiza mapy topograficznej nie może zastąpić obliczeń, które i tak musielibyśmy wykonać choć uzyskać wartość rzeczywistego spadku. Ponadto przewaga wykonania mapy spadków rzeczywistych nad analizą mapy topograficznej polega na kartograficznym przedstawieniu tych wartości.

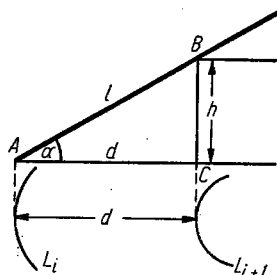


Fig. 1

Związek badanych wielkości przedstawiony w rzutach prostokątnych, pionowym i poziomym

$\alpha$  kąt rzeczywistego spadku,  $h$  cięcie poziomicowe,  $d$  odległość między dwiema sąsiednimi poziomiami na mapie,  $l$  odległość pomiędzy dwiema sąsiednimi poziomiami w terenie,  $L_i$  i  $L_{i+1}$  wycinki dwu sąsiednich poziomicy

The relation of the investigated values presented in rectangular projections, vertical and horizontal

$\alpha$  slope angle,  $h$  contour interval,  $d$  horizontal distance between two adjacent contour lines on the map,  $l$  distance between two adjacent contour lines in the field,  $L_i$  and  $L_{i+1}$  sectors of two adjacent contour lines

Mapę spadków skonstruowano na podstawie wyliczeń wartości spadków rzeczywistych z odległości warstw przy zastosowaniu podziałki kątovej. Wiadomo, że kąt zawarty pomiędzy powierzchnią zbcza ograniczoną dwiema sąsiednimi poziomiami a płaszczyzną poziomą określa wartość spadku rzeczywistego (fig. 1), z czego wynika zależność:

$$d = h \operatorname{ctg} \alpha$$

gdzie:

$\alpha$  — spadek rzeczywisty,

$h$  — cięcie poziomicowe,

$d$  — odległość pomiędzy dwiema sąsiednimi poziomiami na mapie (przeliczona według podziałki).

Uzyskane tą drogą wartości odpowiadają odległościom pomiędzy poziomiami na mapie 1:25 000. Z tak skonstruowanej podziałki określenie pól o jednakowych wartościach kątowych spadku rzeczywistego będzie się sprowadzało do zaznaczenia na mapie takich samych odległości pomiędzy poziomiami. Daje to w miarę rzeczywiste odzwierciedlenie konfiguracji terenu. Pomiarów dokonywano na mapie topograficznej 1:25 000 przy cięciu podstawowym 5 metrów bez wprowadzania interwałów. Stoki słabo nachylone były mierzone z dokładnością do 15' a strome z dokładnością do 30' lub do 1° w zależności od przebiegu poziomicy. Otrzymane wartości spadków zgrupowano według następująco przyjętych przedziałów 0—1° (0—1,8‰), 1—3° (1,8—5,2‰), 3—5° (5,2—8,8‰), 5—7° (8,8—12,3‰), 7—9° (12,3—15,8‰), 9—12° (15,8—21,3‰), 12—15° (21,3—26,8‰), 15—18° (26,8—32,5‰), 18—21° (32,5—38,4‰) i ponad 21° (ponad 38,4‰). Pola odpowiadające tym podziałom oznaczono sygnaturami na załączonej mapie (fig. 2).

#### ZARYS TEKTONIKI I MORFOLOGII

Omawiany obszar znajduje się w północno-zachodniej części niecki śródsudeckiej. Środkową część niecki śródsudeckiej zajmują morskie osady górnej kredy, które w rozpatrywanym obszarze leżą na skałach osadowych permu i triasu i nie łączą się z resztą osadów górnokredowych występujących na południowym wschodzie. Na odrębność tektoniczną tego fragmentu niecki śródsudeckiej zwracano uwagę już dawno, nie dając jednak wyczerpującej interpretacji tektonicznej (Flegel 1904, Petrascheck 1934).

Załączona mapa geologiczna (fig. 3) wykazuje, że obszar kredowy pomiędzy Krzeszowem na północy i Łączną na południu jest odrębną jednostką tektoniczną typu brachysynklinalnego, którą nazwano brachysynkliną Krzeszowa (Jerzykiewicz 1969a, b). Środkową część tej jednostki zajmują poziomo leżące warstwy piaskowców górnego turonu. Pod te warstwy zapadają ze wszystkich stron starsze osady kredy. Upady tych warstw wynoszą od 10° do 30°. Zachodnie i wschodnie skrzydła brachysynkliny, aż do brzegów tej jednostki, tworzą warstwy nachylone w kierunku jej środka. Na skrzydłach północnym i południowym natomiast obserwuje się fleksury brzeżne. Budujące je warstwy są poziome lub prawie poziome w pobliżu brzegów brachysynkliny i ulegają zagięciu w kierunku ku środkowi tej jednostki bez przerwania ciągłości warstw (Jerzykiewicz 1969a, b).

Skały kredowe, budujące wzgórza Mielna i Rogal na południe od Łącznej, leżą poziomo lub nachylone są w kierunku południowo-wschodnim i należą już do tzw. niecki polickiej, która jest sąsiadującą z brachysynkliną Krzeszowa, jednostką tektoniczną w obrębie niecki śródsudeckiej. Jednostki te oddzielone są od siebie brachyantykliną Łącznej, w której jądrze odsłaniają się osady triasu (fig. 3).

Zróznicowane ruchy pionowe, które doprowadziły do wgłębienia pokrywy kredowej w okolicach Krzeszowa, były prawdopodobnie związane z orogenezą młodosaeksońską. W omawianym obszarze naprężenia były słabe, nie dochodziło najczęściej do przekroczenia granicy elastyczności warstw. Przerwanie ciągłości warstw w postaci uskoków o amplitudach około 20 m obserwuje się jedynie w trzech miejscach (fig. 3). Powstały one w ostatnim etapie deformacji i są młodsze od fleksur (Jerzykiewicz 1969a, b).

Synklinalna budowa omawianego obszaru znajduje odbicie w jego morfologii. Mamy tutaj przykład rzeźby zgodnej, ponieważ powierzchnia terenu ma wyraźny kształt niecki. Pod względem morfologicznym obszar okolic Krzeszowa nie jest jednorodny. Północne i wschodnie brzegi niecki stanowi pasmo Wzgórz Krzeszowskich zbudowane z gez. Najwyższe wzniesienia to Góra Św. Anny (593 m n.p.m.) oraz szczyt sąsiedni 627 m n.p.m. Zewnętrzne, w stosunku do środka niecki, stoki Wzgórz Krzeszowskich, zwrócone ku północy, charakteryzują się znacznymi spadkami, natomiast wewnętrzne — południowe opadają łagodnie łącząc się z pagórkowatą Kotliną Krzeszowską, której granice wyznacza poziomica 500 metrów. Dno kotliny pokryte jest częściowo utworami czwartorzędowymi wzdłuż doliny rzeki Zadarny, a zbocza kotliny tworzą twory górnej kredy, reprezentowane głównie przez gezy górnego cenomanu oraz piaskowce wapniste środkowego turonu.

Od południa niecka zamknięta jest przez liczne pojedyncze wzniesienia i pasma, biegnące w różnych kierunkach. Wysokości względne są dość znaczne, amplitudy dochodzą często do 140 metrów. Do ważniejszych wzniesień należą: Stożek 613 m, Róg 712 m, Drogosz 682 m, Mielna 661 m, Rogal 640 m, Dziób 694 m, Chochół 672 m i Czerep 581 m n.p.m.

Cały omawiany obszar należy do systemu wodnego Bobru i jest odwadniany przez rzekę Zadarnę i jej dwa większe dopływy: Jawiszówkę i potok płynący przez Gorzeszów oraz liczne mniejsze potoki. Większość dolin potoków zależna jest od nachylenia warstw skał górnokredowych i ma charakter izoklinalny.

#### ANALIZA TREŚCI MAP

Już przy pobieżnym porównaniu mapy geologicznej z mapą spadków rzeczywistych można zauważyć, że granice pomiędzy poziomami litologicznymi mają podobny przebieg do rozmieszczenia plam oznaczających

przedziały spadków (fig. 2 i 3). Można też znaleźć bardziej szczegółowe analogie pomiędzy obrazem intersekcyjnym na mapie geologicznej a rzeźbą terenu wyrażoną wartościami spadków rzeczywistych.

Szczególnie dobrze zaznacza się zbieżność pomiędzy brachysynklinalną budową omawianego obszaru z tektonicznym punktu widzenia i nieckowatą z geomorfologicznego. Wzniesienia otaczające nieckę krzeszowską posiadają stoki o budowie izoklinalnej a nachylenie warstw jest zgodne z nachyleniem stoków wewnętrznych w stosunku do środka niecki. Północno-wschodnie skrzydło brachysynkliny i niecki zarazem, tworzą warstwy nachylone w kierunku południowo-zachodnim. Kierunek nachylenia warstw i asymetria stoków Wzgórz Krzeszowskich powodują, że w intersekcji piaskowce górnego cenomanu i mułowce górnego cenomanu tworzą wąskie wychodnie na zewnętrznych stokach wzgórz, a gezy górnego cenomanu, mułowce dolnego turonu i piaskowce wapiaste środkowego turonu mają szerokie wychodnie na stokach wewnętrznych. W ten sposób powstało zagęszczenie linii intersekcyjnych na stokach zewnętrznych i rozrzedzenie na stokach wewnętrznych Wzgórz Krzeszowskich. Zjawisko to znajduje odbicie na mapie spadków rzeczywistych w postaci zwięzania się pól wydzielonych przedziałów spadków na zewnętrznych stokach Wzgórz Krzeszowskich i rozszerzania na stokach wewnętrznych. Podobne zjawisko jednoczesnego zagęszczania lub rozrzedzania się linii intersekcyjnych i granic podziałów spadków w zależności od nachylenia warstw i nachylenia stoków obserwuje się na przeciwległym — południowo-zachodnim skrzydle brachysynkliny Krzeszowa w okolicach Jawiszowa.

Analogiczną prawidłowość obserwuje się przy porównywaniu budowy geologicznej z mapą spadków na południowym skrzydle brachysynkliny Krzeszowa. W obszarze południowej fleksury brzeżnej, a więc na północnym stoku Drogosza, rozszerzające się pola przedziałów spadków zajmują szczególnie duży obszar. Pokrywa się on z zarysem fleksury, a kierunek w którym rozszerzają się pola przedziałów spadków jest zgodny z kierunkiem pochylenia warstw.

Na przytoczonych powyżej przykładach można się zorientować, że zjawisko rozszerzania się pól przedziałów spadku zgodnie z kierunkiem tektonicznego nachylenia warstw jest powszechne w całym omawianym obszarze. Obserwuje się je nie tylko na skrzydłach brachysynkliny Krzeszowa, lecz także w jej środku na przykładzie odizolowanych i otoczonych utworami czwartorzędowymi wzgórz w okolicach Gorzeszowa. Widać je również z porównania opisywanych map w okolicach wzgórz Mielna i Rogal na południe od Łącznej.

Uogólniając powyższe obserwacje można stwierdzić, że nachylenie stoków izoklinalnych w okolicach Krzeszowa jest uwarunkowane tektonicznym pochyleniem warstw. W przypadku niewielkich nachyleń tekto-

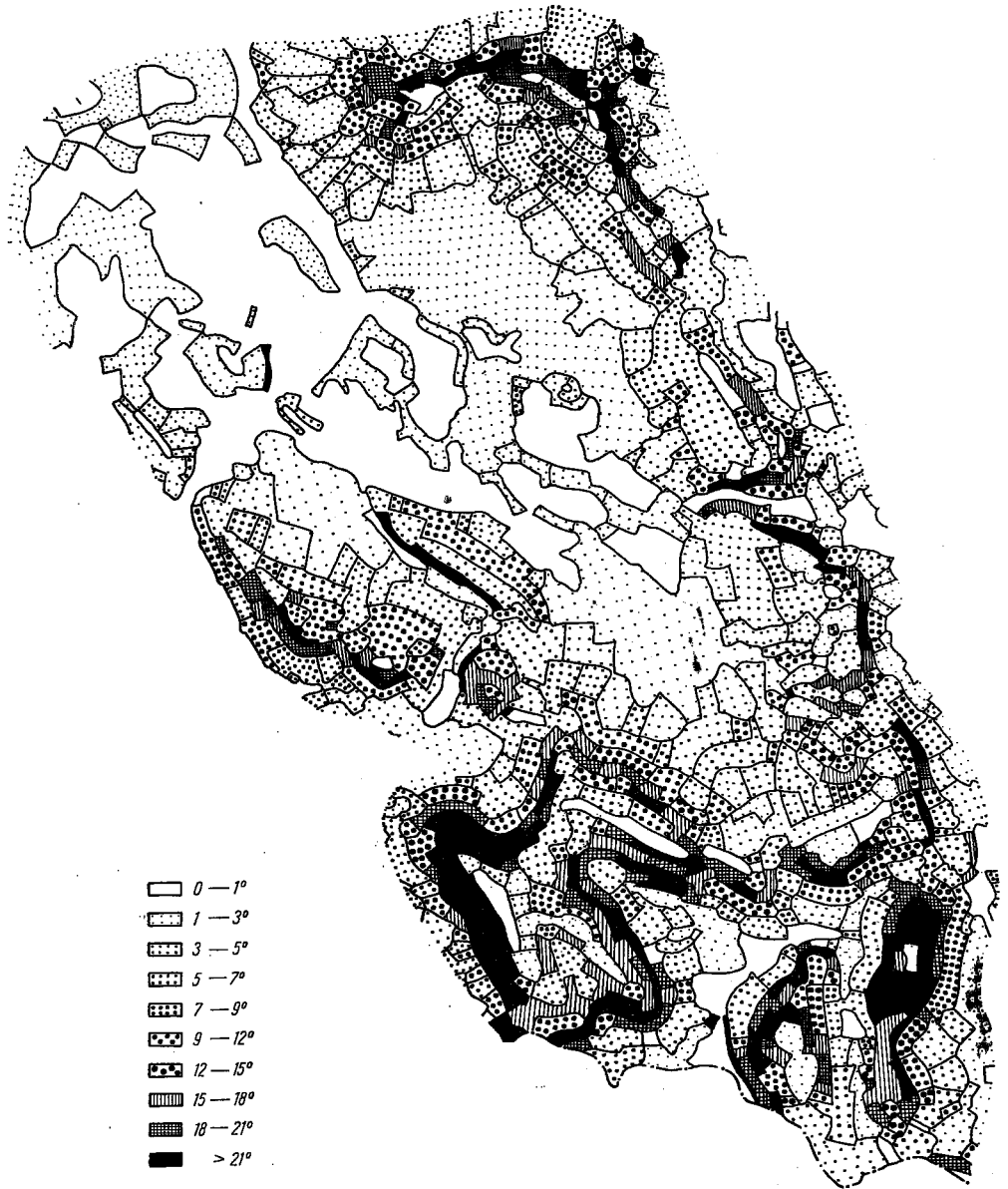


Fig. 2

Mapa spadków rzeczywistych rzeźby terenu okolic Krzeszowa  
 Map of the virtual dip of slopes in the vicinity of Krzeszów



Fig. 3

Mapa geologiczna okolic Krzeszowa

- 1 czerwony spągowiec, 2 cechsztyń, 3 pstry piaskowiec, 4 piaskowce górnego cenomanu, 5 piaskowce wapniste i mułowce wapniste górnego cenomanu, 6 gezy górnego cenomanu, 7 mułowce wapniste dolnego turonu, 8 piaskowce wapniste środkowego turonu, 9 piaskowce bezwapniste środkowego turonu, 10 piaskowce górnego turonu, 11 czwartorzęd

Geological sketch map of the vicinity of Krzeszów

- 1 Rothliegende, 2 Zechstein, 3 Buntsandstein, 4 Upper Cenomanian sandstones, 5 Upper Cenomanian calcareous sandstones and siltstones, 6 Upper Cenomanian gaizes, 7 Lower Turonian calcareous siltstones, 8 Middle Turonian calcareous sandstones, 9 Middle Turonian sandstones, 10 Upper Turonian sandstones, 11 Quaternary

nicznych (w analizowanym przypadku do ok.  $25^\circ$ ), stoki o nachyleniu zgodnym z kierunkiem upadu tektonicznego są łagodniejsze niż przeciwnie.

Inne czynniki wywołujące zwykle asymetrię stoków zaznaczają się w omawianym obszarze słabo. Różnice odporności skał mają w opisywanym przypadku mniejszy wpływ na kąt nachylenia stoków niż nachylenie warstw. Najodporniejsze na wietrzenie skały omawianego profilu — gezy, tworzą najwyższe wzniesienia okalające nieckę i górną część jej wewnętrznych stoków. Stronnsze od nich stoki zewnętrzne zbudowane są ze skał mniej odpornych — mułowców i piaskowców. Erozja powierzchniowa była intensywniejsza na stokach wewnętrznych niecki, które nachylone są zgodnie z upadem tektonicznym warstw i zbudowane częściowo ze skał najodporniejszych. Obserwowane w wielu obszarach szybsze postępowanie erozji powierzchniowej na stokach zwróconych ku południowi (por. Zingg 1940, Jarocki 1957) nie zaznacza się na stokach niecki Krzeszowa.

Najmniejsze wartości spadków obserwuje się w obszarach wierzchowin oraz w terenie występowania osadów czwartorzędowych. Wierzchowina Wzgórz Krzeszowskich, zbudowana z gez, zaznacza się na mapie spadków wąskimi pasmami przedziałów  $0-1,8\%$  i  $1,8-5,2\%$ . W podobny sposób zaznaczają się na mapie spadków wierzchowiny wzgórz: Stożek, Drogosz, Mielna, Rogal, Dziób, Chochół i Czerep. Powierzchnia wierzchowinowa wzgórza Róg, w południowo-zachodniej części niecki, zajmuje szczególnie duży obszar dzięki poziomemu ułożeniu budujących je warstw gezowych. Na mapie spadków zaznacza się ona wyraźnie w postaci pola minimalnych spadków o kształcie rombu otoczonego polami spadków maksymalnych. Grzbiet wzgórza Drogosz, zbudowanego z gez, zaznacza się również na mapie spadków w postaci pola minimalnego spadku. Pasma to jest przerwane na dwie mniejsze przesunięte względem siebie części, podobnie jak wychodnie gez, które w tym samym miejscu są przesunięte przez uskoki. Mamy tutaj jeszcze jeden przykład zależności pomiędzy nachyleniem stoków i budową tektoniczną.

Środkową i północno-zachodnią część niecki Krzeszowa tworzą słabo nachylone warstwy skał kredowych, w znacznej części tego obszaru przykryte utworami czwartorzędowymi. Niewielkie nachylenie warstw i wypełnienie nierówności terenu przez osady lodowcowe powodują, że na mapie spadków obszar ten stanowi rozległe pole minimalnych spadków. Pole to obejmuje również północno-zachodnie skrzydło brachysynkliny Krzeszowa, zbudowane ze skał kredowych; fakt, że nie zaznacza się ono na mapie spadków tak jak pozostałe skrzydła brachysynkliny, należy przypisać późnotrzeciorzędowym oraz plejstocenijskim procesom geomorfologicznym.



## WNIOSKI

1. Brachysynklinalna budowa tektoniczna omawianego obszaru znajduje odbicie w morfologii terenu — mamy tutaj przykład rzeźby zgodnej. Niecka krzeszowska naśladuje swoim kształtem synklinalne ułożenie warstw kredowych.

2. Z wielu czynników wymienianych zwykle jako najważniejsze dla powstania stoków asymetrycznych, w opisywanym przypadku, istotnym był jedynie czynnik tektoniczny. Nachylenie warstw skał kredowych pod kątem około  $20^\circ$  w kierunku środka brachysynkliny spowodowało asymetrię stoków wzgórz okalających nieckę krzeszowską. Stoki o nachyleniu zgodnym z kierunkiem upadu tektonicznego są łagodniejsze niż przeciwne.

3. Podobieństwo formalne pomiędzy mapą geologiczną i mapą spadków rzeczywistych obszaru niecki krzeszowskiej wynika przede wszystkim ze zgodności rzeźby z budową geologiczną i ze ścisłej zależności pomiędzy nachyleniem stoków i tektonicznym upadem warstw.

Pracownia Geologii Starych Struktur  
Zakładu Nauk Geologicznych PAN  
Wrocław 2, ul. Cybulskiego 30

Katedra Kartografii  
Instytutu Geograficznego  
Uniwersytetu Wrocławskiego  
Wrocław, pl. Uniwersytecki 1  
Wrocław, w lutym 1969 r.

## LITERATURA CYTOWANA

- BERG G. & DATHE E. 1905—1906. Blatt Schöenberg (Geologische Karte). Königl. Preuss. Geol. L.-A. Berlin.
- BERG G. & DATHE E. 1913. Blatt Landeshut (Geologische Karte). *Ibidem*.
- BERG G. & DATHE E. 1940. Blatt Landeshut (Geologische Karte). Reich. Bodenfor. Berlin.
- FLEGEL K. 1904. Heuscheuer und Adersbach — Weckelsdorf. Jber. Schles. Ges. Naturwiss. Sekt. Breslau.
- FLIS J. 1949. Zastosowanie mapy stromości przeciętnych do wydzielenia i charakterystyki regionów Sądeczyny. — *Czas. Geogr.*, t. 20, z. 1—4. Wrocław.
- JAROCKI W. 1957. Ruch rumowiska w ciekach. Wyd. Morskie. Gdynia.
- JERZYKIEWICZ T. 1969a. Brachysyncline of Krzeszów as a tectonic unit (Central Sudetes). — *Bull. Acad. Pol. Sci.*, vol. 17, no. 1. Varsovie.
- 1969b. Kreda okolic Krzeszowa (Cretaceous in the vicinity of Krzeszów). — *Geologia Sudetica*, t. 5 (w druku). Warszawa.
- KUCZYŃSKA B. 1950—1951. Średnie nachylenie terenu na Dolnym Śląsku. — *Czas. Geogr.*, t. 21/22. Wrocław.
- OSWIECIMSKI A. & KOWALIŃSKI B. 1959. Zarys rejonizacji przyrodniczo-rolniczej w województwie wrocławskim. Prez. WRN Wyd. Rol. i Leśn. Wrocław.

- PETRASCHECK W. 1934. Der böhmische Anteil der Mittelsudeten und sein Vorland. — Mitt. Geol. Ges. Wien, Bd. 26 (1933). Wien.
- STEINHAUS H. 1947. O wskaźniku stromości przeciętnej. — Przegląd Geogr., t. 21, z. 1/2. Warszawa.
- ZINGG A. 1940. Degree and length of slope as is affect soil loss. — Agricultural Engineer., vol. 21, no. 2.

### SUMMARY

**ABSTRACT:** On comparing the geological map with the map of the dip of slopes it is seen that the intersection lines determining the boundaries between the lithological horizons run similarly to the arrangement pattern of patches indicating the virtual dip of slopes. An attempt is here made to explain the formal analogies between these maps, which differ thematically, leading to the conclusion that these analogies are foremost due to the conformity between the tectonic structure and the relief of the area.

### INTRODUCTION

Morphometric and geologic research work has been carried out independently within an area to the south of Krzeszów. A comparison of the geologic map with that showing the virtual dip of slopes has revealed their striking formal resemblance which the writers are endeavouring to interpret here.

### METHODS

The map of the virtual dip of slopes has been plotted by calculating the values of the virtual dip of slopes from a distance of two adjacent contour lines using the angular scale. The measurements were performed on a 1 : 25,000 map with the basal contour interval every 5 metres. Gently inclined slopes were measured with an accuracy of 15', the steeper ones with that of 30' or of 1°, depending on the course of the contour lines. The dip of slope values thus obtained were grouped into intervals distinguished on the map (fig. 2).

### TECTONICS AND MORPHOLOGY

The area here discussed lies in the north-western part of the Intrasudetic Basin and it is built of Upper Cretaceous deposits. The Cretaceous strata here constitute a separate tectonic unit of the brachysynclinal type (Jerzykiewicz 1969a, b). The synclinal structure of this area is reflected in its morphology. We are dealing here with an example of concordant relief since the surface of this area is shaped like a trough. The margins of the trough consists of hills built of Cretaceous beds dipping inwards. Hence, the slopes of the hills have an isoclinal character. The interior slopes of the trough are gentler than the exterior ones. In connection with the geomorphological processes in the late Tertiary and the Pleistocene, the cross section through the trough displays an asymmetry which consists in greater diversity of relief in its eastern part.

## ANALYSIS OF MAPS

When comparing the geologic map with the map of the virtual dip of slopes there are readily discernible analogies between the intersectional pattern obtained on the geologic map and the relief expressed by the values of the virtual dip of slopes. The most striking convergence will be observed between the brachysynclinal structure of the area from the tectonic point of view and its trough-like shape from the morphological point. The course of the intersectional lines on the geologic map resembles that of the interval boundaries of the dip of slopes, because the slopes of the elevations surrounding the trough have an isoclinal character, while the inclination of the strata is in conformity with the dip of the interior slopes of the trough. The inclination trend of the strata and the asymmetry of the slopes of hills surrounding the trough are the cause of the outcrops of lithological horizons being narrower on the outward slopes than those on the inward slopes. This phenomenon is expressed on the map of the dip of slopes by a narrowing of the fields of dip intervals on the outward slopes and their widening on the inward slopes. To summarise the above it may be concluded that the dip of the isoclinal slopes in the vicinity of Krzeszów depends on the tectonic dip of strata. In the case of slight tectonic dips of strata (up to a.  $25^\circ$  in the example here analysed) slopes with inclinations concordant with the tectonic dip of strata are gentler than the opposite ones.

Other factors, as a rule responsible for slope asymmetry are but poorly indicated in this area. Differences in the resistance of rocks, as well as more rapid surface erosion on the southward-looking slopes, observed in many other areas (cf. Zingg 1940, Jarocki 1957), have here a smaller bearing on the inclination of slopes than the dip of strata.

## CONCLUSIONS

The Krzeszów trough reflects the shape of the brachysynclinal arrangement of the Cretaceous strata.

The dip of the Cretaceous strata having an angle of a.  $20^\circ$  towards the interior of the brachysyncline has led to the asymmetry of the slopes of hills surrounding the Krzeszów trough. Slopes whose inclination is concordant with the direction of the dip of strata are gentler than the opposite ones.

The formal resemblance of the geologic map with that of the virtual dip of slopes within the Krzeszów area is a result of the conformity of the relief with the geological structure and of the strict dependence of the inclination of slopes upon the dip of strata.

*Laboratory of Old Structures  
of the Institute of Geological Sciences  
Polish Academy of Sciences  
Wrocław, ul. Cybulskiego 30  
and  
Institute of Geography  
of the Wrocław University  
Wrocław, pl. Uniwersytecki 1  
Wrocław, February 1969*

---