

Witold ZUCHIEWICZ *

MOŻLIWOŚĆ ZASTOSOWANIA ANALIZY TEORETYCZNEGO
PROFILU PODŁUŻNEGO RZEKI W BADANIACH NAD
MŁODYMI RUCHAMI TEKTONICZNYMI

(7 fig.)

*A possibility of application of the theoretical longitudinal river's
profile analysis to investigations of young tectonic movements*

(7 Figs.)

Treść: Zbadano profile podłużne sześciu rzek Podhala i porównano je z teoretycznymi profilami równowagi, obliczonymi metodą Iwanowa. Stwierdzono zgodność wyników analizy z rezultatami badań geologicznych nad młodymi ruchami tektonicznymi, podnoszącymi Pieniński Pas Skałkowy i wschodnią część Pogorza Gubałowskiego, a obniżającymi Kotlinę Nowotarską.

WSTĘP

Zagadnienie profilu równowagi od dawna skupiało na sobie uwagę geomorfologów i hydrologów. Historię kształtowania się tego pojęcia omawiają prace Sternberga (1875), Bauliga (1925), Mackina (1948), Cullinga (1957), Leopolda, Wolmana, Millera (1964) i innych.

Mianem profilu równowagi przyjęto określać równowagę między energią rzeki a jej obciążeniem. Zdaniem Bauliga (1925) profil rzeczywisty zbliża się do profilu równowagi, gdy rzeka płynie po ciągłej pokrywie aluwialnej, nie rozcinając jej ani nie podnosząc w sposób wyraźny. Makkawiejew (1955) sądzi natomiast, iż „normalny” profil podłużny rzeki można rozpatrywać, jako uformowany w warunkach najbardziej prawdopodobnej kompensacji ruchów endogenicznych przez procesy korytowe. Nawiązując do prac Gilberta i Davisa, Scheidegger (1961) mówi o warunkach takiej równowagi dynamicznej przepływu, w których ta sama ilość materiału ulega akumulacji na dnie, jaka jest równocześnie erodowana.

Wielokrotnie usiłowano sformułować matematyczny model profilu równowagi rzeki. Wychodząc z teorii równowagi kanału Lacey'a (1933—

* Instytut Nauk Geologicznych Uniwersytetu Jagiellońskiego, 30-063 Kraków, ul. Oleandry 2a.

1934), jak również z ogólnego równania dyfuzji Greena i Wittsa (Scheidegger, 1961) wyprowadzano szereg wzorów, określających teoretyczny profil podłużny. Do najbardziej znanych należą modele Strahlera (1952) i Cullinga (1960). Często również stosowano równania funkcji regresji (Strahler, 1964), typu:

$$Y = a - bX$$

$$\log Y = a - bX$$

$$Y = a - b \log X$$

$$\log Y = \log a - b \log X,$$

gdzie Y oznacza wysokość, X — odległość, a i b — współczynniki.

CEL I METODA PRACY

W artykule przeanalizowano wzór wywodzący się z równania dyfuzji a określający teoretyczny profil równowagi sześciu prawobrzeżnych dopływów Dunajca na Podhalu — Czarnego Dunajca, Bystrego i Wielkiego Rogoźnika, Białego Dunajca, Leśnicy, Białki, Łapszanki-Niedziczanki (fig. 1). Celem pracy jest określenie przydatności tego równania dla wnioskowania o znaku i intensywności młodych ruchów tektonicznych, których obecność na omawianym obszarze potwierdzają badania wielu autorów.

Celowość studiów nad profilami podłużnymi rzek karpackich dla rozważań neotektonicznych uzasadniają badania prowadzone w Karpatach Wschodnich (Czeremosz, Cisa, Terebla, Rika), zarówno w okresie międzywojennym (Teisseyre, 1938), jak i obecnie (Gofshtein, 1964, Sobakar, Somow, Kuzniecowa, 1975). Ich rezultaty wskazują na znaczne zróżnicowanie najmłodszych ruchów tektonicznych.

Na podstawie map hipsometrycznych w skali 1:25 000 wykonano profile podłużne analizowanych rzek, a następnie porównano je z profilami teoretycznymi. Parametry badanych cieków przedstawia tabela 1.

Spośród wielu cytowanych w literaturze równań wybrano wzór zaproponowany przez Iwanowa (1951), sprawdzony praktycznie przez Wołkowa (1964) i Mieszczeriakowa (1965). Równanie paraboli Iwanowa przedstawia się następująco:

$$h_0 = \Delta H \left(\frac{L}{\Sigma L} \right)^n, \quad \text{gdzie:}$$

h_0 — wysokość danego punktu profilu teoretycznego nad ujściem cieków, w metrach,

h — wysokość danego punktu profilu rzeczywistego nad ujściem cieków, w metrach,

L — odległość danego punktu profilu rzeczywistego od ujścia cieków, w km,

ΣL — całkowita długość cieków (badanego odcinka), w km,

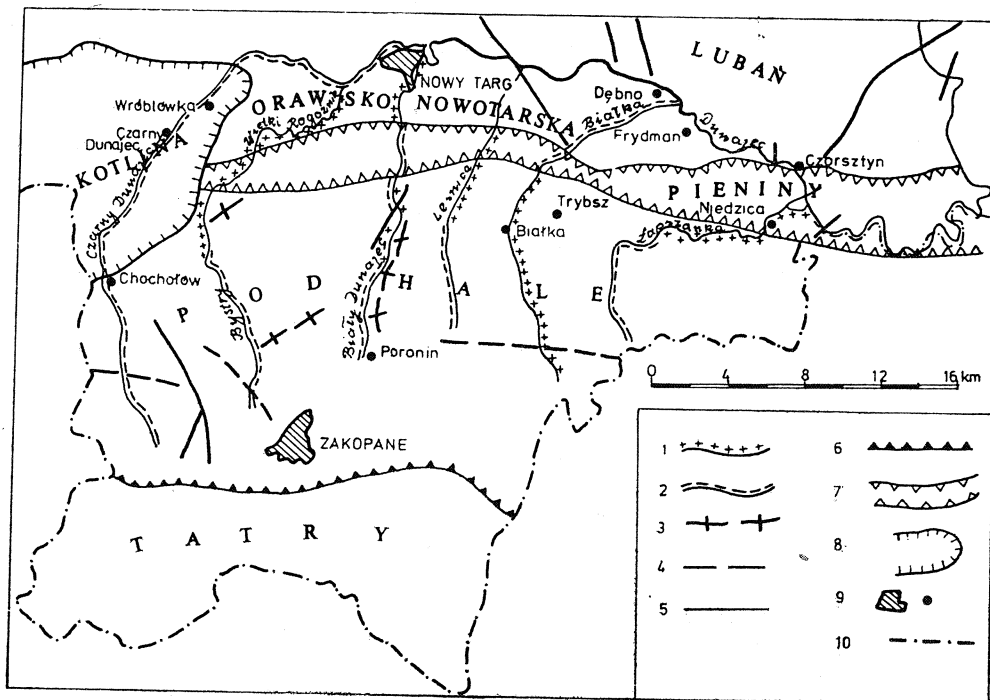


Fig. 1. Lokalizacja badanych cieków. 1 — odcinki rzek przecinające obszary wypiętrzane; 2 — odcinki rzek przecinające obszary obniżane; 3 — osie antyklin; 4 — osie synklin; 5 — główne uskoki; 6 — południowa granica fliszu podhalańskiego; 7 — Pieniński Pas Skalkowy; 8 — zasięg utworów neogeńskich; 9 — ważniejsze miejscowości; 10 — granica państwa.

Granice geologiczne według: Michalik, Sikora, Ślaczka (1964), Książkiewicz (1972), Pepol (1972), Mastella (1975)

Fig. 1. The location of the investigated rivers. 1 — river's stretches crossing zones of uplifting movements; 2 — river's stretches crossing zones of lowering movements; 3 — axes of anticlines; 4 — axes of synclines; 5 — main faults; 6 — southern boundary of the Podhale Flysch; 7 — Pieniny Klippen Belt; 8 — boundary of the Neogene deposits; 9 — localities, 10 — state boundary.

Geological boundaries after: Michalik, Sikora, Ślaczka (1964), Książkiewicz (1972), Pepol (1972) and Mastella (1975)

ΔH — różnica wysokości między źródłem a ujściem (punktem początkowym odcinka a ujściem), w metrach,

n — wskaźnik kształtu profilu podłużnego, $n = Q_1/Q_2$,

Q_1 — część powierzchni prostokąta o bokach ΣL i ΔH , w który wpisano profil rzeczywisty, leżąca powyżej linii profilu,

Q_2 — część powierzchni w/w prostokąta, leżąca poniżej linii profilu.

Zdaniem Iwanowa (1951), porównanie profilu rzeczywistego z teoretycznym pozwala na wyodrębnienie odcinków, w których profil rzeczywisty leży powyżej bądź poniżej teoretycznego. Pierwsze mają odpowiadać obszarom współcześnie wypiętrzanym, drugie — obniżanym. Poгляд ten stanowi rozwinięcie dawnej koncepcji Hettnera (1910).

Wyniki obliczeń naniesiono na rzeczywiste profile podłużne bada-

Tabela - Table 1.

Parametry badanych rzek Podhala
Parameters of the investigated Podhale s rivers

ciek stream	analizowany odcinek investigated stretch	różnica wysokości między punktami początkowym a ujściem, m n.p.m. difference between the highest and the lowest point of the profile, m a.s.l.	dlugość length km ΣL	spadek slope ‰ ΔH	równanie Iwanowa Ivanov's equation n
Czarny Dunajec	Kirowa Woda - ujście Kirowa Woda - mouth	877,5 - 580,0	45,15	6,60	297,5 1,35597
Bystry - Wlk.Rogoźnik	źródła - ujście sources - mouth	1075,0 - 596,0	32,50	14,77	480,0 3,97164
Biały Dunajec	Poronin - ujście Poronin - mouth	732,5 - 580,0	21,48	7,10	152,5 1,09860
Leśnica	źródła - ujście sources - mouth	950,0 - 560,0	21,20	18,40	390,0 2,19722
Białka	Jaworowy - ujście Jaworowy - mouth	802,5 - 520,0	25,75	10,98	282,5 1,07510
Żapszanka - Niedziczanka	źródła - ujście sources - mouth	935,0 - 485,0	23,40	19,23	450,0 2,03581

nych rzek, wydzielono odcinki, w których profile te biegają niezgodnie w stosunku do teoretycznych i porównano je z rozmieszczeniem ważniejszych stref uskokowych, rejonów osuwiskowych oraz wychodniami skał podłoża w korytach cieków.

PRZEGLĄD DOTYCHCZASOWYCH BADAŃ NAD NEOTEKTONIKĄ PODHAŁA

Młodej tektonice Podhala poświęcono w literaturze polskiej wiele uwagi. Przyjmuje się, iż pogłębianie Podhala rozpoczęło się w badenie i dolnym sarmacie (Klimaszewski, 1972). Według Halickiego (1930) w północnej części Podhala, w plejstocenie, zaznaczyły się ruchy wznoszące, silniejsze na północy i wschodzie, słabsze na południu i zachodzie. Miały one przebiegać głównie w okresach interglacjalnych (Romer, 1929; Halicki, 1930). Halicki (1930, 1963) oszacował wczesnoplejstocенskie wyźwignięcie Pogórza Gubałowskiego w stosunku do pasa skalnicowego na 80 metrów. Dowodem intensywnego podnoszenia tego obszaru jest 228-metrowa miąższość osadów pliocenско-plejstocенskich na Domajskim Wierchu (Oszast, 1970). Wypiętrzenie okolic górnego biegu Białego Dunajca, związane z odmładzaniem antykliny o tej samej nazwie przyjmowali Halicki (1930), Pepeł (1972), Małecka (1974) i Ozimkowski (1975). Morawski (1972) zinterpretował zaburzenia tektoniczne w strefie kontaktowej północnego skrzydła synklinorium podhalańskiego z Pienińskim Pasem Skałkowym jako efekt blokowych przemieszczeń podłoża. Współczesną aktywność południowych stref uskokowych na wschodnim Podhalu badał Mastella (1975, 1976) i sugerował ich odmładzanie w rejonach Branisko—Ošturna, Jurgów—Trybsz oraz wzdłuż Białego Dunajca.

W odróżnieniu od omówionych wyżej obszarów, Kotlina Orawsko-Nowotarska ulegała obniżaniu od eocenu (Książkiewicz, 1953). Niedzielski (1971) datuje powstanie głównej formy zapadliska we wschodniej części Kotliny Nowotarskiej (Dębno—Frydman) na okres między schyłkiem pliocenu a pierwszym zlodowaceniem tatrzańskim. Według Halickiego (1930) i Książkiewicza (1972), czwartorzędowe ruchy obniżające dno kotliny wystąpiły w interglacjale wielkim, a przejawiały się jeszcze podczas interglacjalu eemskiego. Tektoniczne pogłębianie dna kotliny u schyłku dolnego pliocenu i w całym czwartorzędzie przyjmowali Jaranoff (1934—1935) i Klimaszewski (1966, 1972). Watycha (1973); analizując wyniki wiercenia we Wróblówce, stwierdził stałe obniżanie się Kotliny Nowotarskiej w plejstocenie, zwłaszcza w glacjale bałtyckim. Towarzyszyć mu miało podnoszenie się południowej części kotliny i wypiętrzanie Gorców. Wiercenia wykonane w okolicach Dębna i Frydmana (Niedzielski, Żelazny, Monkiewicz, 1966) wykryły głęboką strefę depresyjną (140—145 m) stożka Białki, wypełnioną do 100 m utworami czwartorzędowymi. W zapadlisku tektonicznym o przebiegu NW—SE,

na osadach pliocenu zalegają serie żwirowe stożka fluwioglacjalnego Białki z okresu zlodowacenia południowopolskiego, spotykane w brzeżnych partiach depresji na wysokości 45—60 m nad współczesnym korytem Dunajca. Można więc założyć przeszło 150-metrowe wgłębienie wschodniej części Kotliny Nowotarskiej, począwszy od schyłku interglacjalu tegeleńskiego.

Czwartorzędowemu obniżaniu Kotliny Nowotarskiej towarzyszyło wypiętrzanie pasa skalicowego (Małkowski, 1923; Badak, 1965; Birkenmajer, Stuchlik, 1975). Zdaniem Guzika (1968, za Kowalskim i Liszkowskim, 1972), sumaryczna wielkość plioceńsko-czwartorzędowych przemieszczeń poszczególnych bloków Pienin jest rzędu kilkuset metrów. Rytlewski (1970), na podstawie analizy spękań tnących mury zamku czorsztyńskiego, a kontynuujących się w skałach podłoża, wnosi o istnieniu współczesnych ruchów tektonicznych, typu blokowego. Współczesne wypiętrzanie pasa skalicowego między Nowym Targiem a Czorsztynem, z prędkością + 0,5 mm rocznie stwierdzają Kowalski i Liszkowski (1972), natomiast badania geodezyjne oraz geologiczno-geomorfologiczne, prowadzone w okolicach Czorsztyna przez Czarnecką (1975) pozwalają przyjąć prędkość obecnego podnoszenia Pienińskiego Pasa Skałkowego równą $\pm 0,5$ do + 1,0 mm/rok.

ZWIĄZEK MIĘDZY PROFILEM PODŁUŻNYM CIEKU A TEKTONIKA

Porównanie rzeczywistych, topograficznych profilów podłużnych rzek Podhala z ich analogami geometrycznymi, obliczonymi metodą Iwanowa, upoważnia do wnioskowania o współczesnych tendencjach tektonicznych obszaru.

W przypadku Czarnego Dunajca (fig. 2) profil rzeczywisty na całym badanym odcinku leży poniżej teoretycznego. Największe różnice w przebiegu obu profilów (tabela 2) zaznaczają się między Koniówką a Długopolem, odzwierciedlając w przybliżeniu morfologię podtrzęciorzędowego podłoża (fig. 2a). W tym rejonie miąższość klastycznych osadów miocenijskich sięga 1000 m, a czwartorzędowych — 117 m (Watycha, 1973). Świadczy to o obniżaniu się zachodniego Podhala wraz z Kotliną Orawską, zaznaczającym się od neogenu (Oszast, 1970; Watycha, 1973). Przebieg teoretycznego profilu równowagi rzeki sugeruje obecność współczesnych ruchów wginających.

Potok Bystry (fig. 3), odwadniający północne stoki zachodniej części Pogórza Gubałowskiego, odznacza się dużym spadkiem i niewyrównanym profilem typu „schodowego”, świadczącym o jego względnej młodości. Wszystkie ważniejsze załamania profilu podłużnego potoku dowiadują do biegnących w poprzek doliny stref uskoku. Szczególnie wyraźnie wyodrębnia się struktura pasa skalicowego. Stosunek profilu rzeczywistego do teoretycznego pozwala wydzielić dwa odcinki,

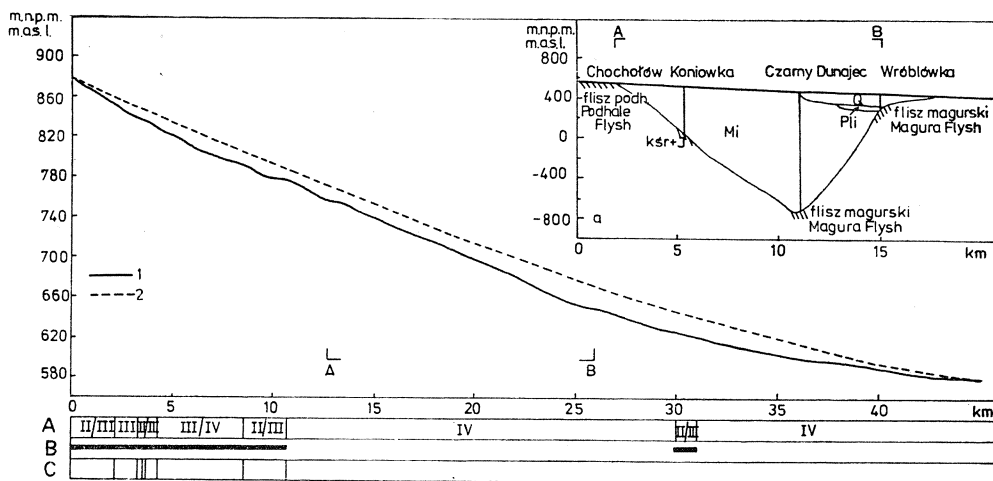


Fig. 2. Profil podłużny Czarnego Dunajca. 1 — linia profilu topograficznego; 2 — linia profilu równowagi obliczonego metodą Iwanowa. A — odporność skał podłoża: I—IV; B — wychodnie skał podłoża w korycie; C — ważniejsze strefy uskoko- we. PF — flisz podhalański; PKB — Pieniński Pas Skalkowy; ONTB — Kotlina Orawsko-Nowotarska

Fig. 2. Longitudinal profile of the stream Czarny Dunajec. 1 — topographical profile; 2 — equilibrium profile (after Ivanov's method). A — hardness of the bedrock: I—IV; B — excavations of the bedrock within the channel; C — fault zones; PF — Podhale Flysch; PKB — Pieniny Klippen Belt; ONTB — Orawa—Nowy Targ Basin

Fig. 2a. Schematyczny przekrój morfologiczny rowu przedmiocenijskiego między Chochołowem a Piekieniemi (wg Pajnowskiej, 1970 i Watychy, 1973). Mi — miocen; Pli — pliocen; Q — czwartorzęd; K_{śr} + J — kreda środkowa i jura

Fig. 2a. Schematic cross-section of the pre-Miocene depression between Chochółów and Piekieniemi (western part of the Orawa—Nowy Targ Basin), after Pajnowska (1970) and Watycha (1973). K_{śr} + J — Middle Cretaceous and Jurassic

przecinające obszary o różnym znaku młodych ruchów tektonicznych: południowy — względnie obniżany, zbudowany z piaskowców i łupków warstw chochołowskich oraz obszar północny — podnoszony, obejmujący część pasa skalicowego i Kotliny Nowotarskiej.

Analiza obydwu profilów (teoretycznego i rzeczywistego) Białego Dunajca (fig. 4) wykazuje ich wysoką zbieżność, co może przemawiać za osiągnięciem przez Biały Dunajec stanu quasi-równowagi chwiejnej. Niewielkie rozbieżności sugerują słabe podnoszenie północnej części pasa skalicowego i obniżanie odcinka przecinającego Pogórze Gubałowskie. Taki charakter profilu, odbiegający znacznie od obrazu uzyskanego dla pozostałych potoków, zdaje się być rezultatem usytuowania doliny w osi tzw. antykliny Białego Dunajca (Halicki, 1963; Popoł, 1972; Małecka, 1974). Fakt ten uniemożliwia więc wnioskowanie o współczesnych tendencjach tektonicznych, z uwagi na równoległy przebieg rzeki w stosunku do wielkich, południkowych dyslokacji, ograniczających wspomnianą antyklinę.

Tabela - Table 2.

Związek między profilem topograficznym i profilem równowagi dla rzek Podhala.
 The relation between the topographical and the equilibrium profiles for the rivers of the Podhale region.

ciek stream	znak wartości h-h ₀ dla kolejnych odcin- ków / z S na N / values h-h ₀ for the following stretches /from S to N/	długość odcinka length of the stretch km	spadek slope %	wysokość odcinka height of the stretch m n.p.m. m a.s.l.	wartości h-h ₀ w m ekstrem. średnie values h-h ₀ in m extrem. mean
Czarny Dunajec	-	45,15	100,0	877,5 - 580,0	-25 -13
Rystry - Wlk.Rogoźnik	- +	8,45 24,05	26,0 74,0	1075,0 - 734,0 734,0 - 595,0	-71 -38 +25 +16
Biały Dunajec	Profil topograficzny = profil równowagi Topographical profile = equilibrium profile				
Leśnica	- +	6,65 14,55	31,4 68,6	950,0 - 730,0 730,0 - 560,0	-40 -9 +23 +14
Białka	+ - +	8,90 2,70 2,90	34,6 10,5 11,3	802,5 - 700,0 700,0 - 675,0 675,0 - 630,0	+7 -8 +8 +5 -8 -5
Zapuzanka - Wiedziczanka	- +	12,95 10,45	55,3 44,7	935,0 - 575,0 575,0 - 485,0	-54 -34 +16 +8

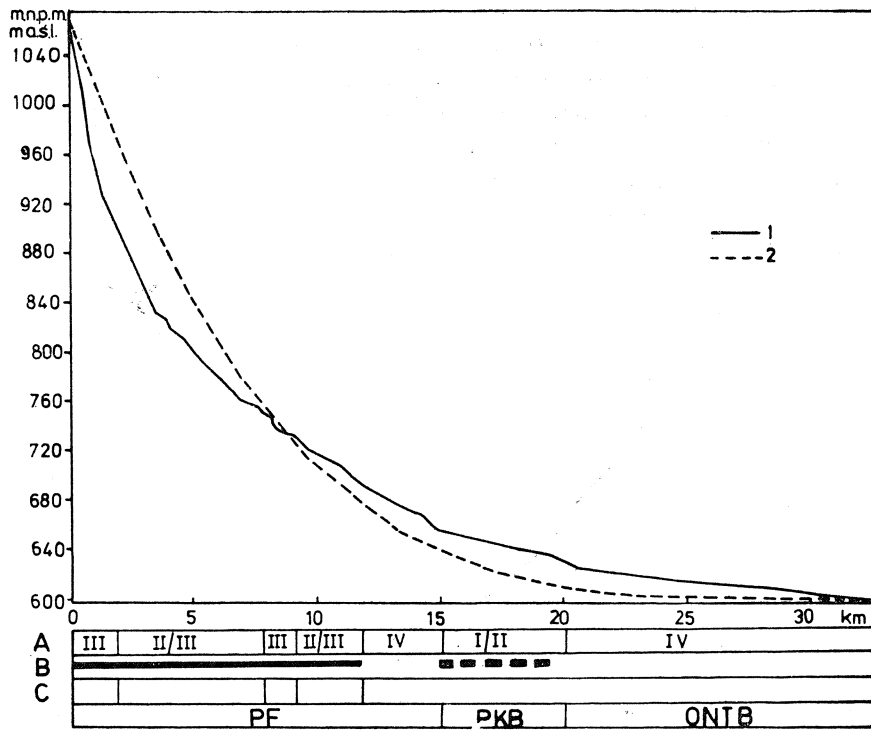


Fig. 3. Profil podłużny Bystrego — Wielkiego Rogoźnika. Objaśnienia jak do ryc. 2
 Fig. 3. Longitudinal profile of the stream Bystry — Wielki Rogoźnik. For explanations — see fig. 2

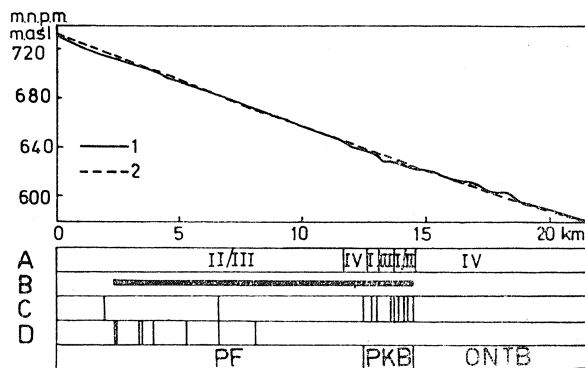


Fig. 4. Profil podłużny Białego Dunajca. D — rejon występowania osuwisk na zboczach doliny, pozostałe objaśnienia jak do ryc. 2
 Fig. 4. Longitudinal profile of the stream Biały Dunajec. D — landslides zones, for other explanations — see fig. 2

Następny ku wschodowi potok, rozcinający północne stoki Pogórza Gubałowskiego, Leśnica (fig. 5), odznacza się — podobnie jak Bystry i Wielki Rogoźnik — niewyrównanym profilem, o dużym spadku i licznych załomach, nawiązujących do przebiegu stref uskokowych. Interpretacja wykresu paraboli Iwanowa wskazuje na wypiętrzanie pasa skalicznego wraz z przylegającym doń od południa obszarem fliszowym (piaskowce i łupki warstw zakopiańskich) oraz środkowej części Kotliny Nowotarskiej.

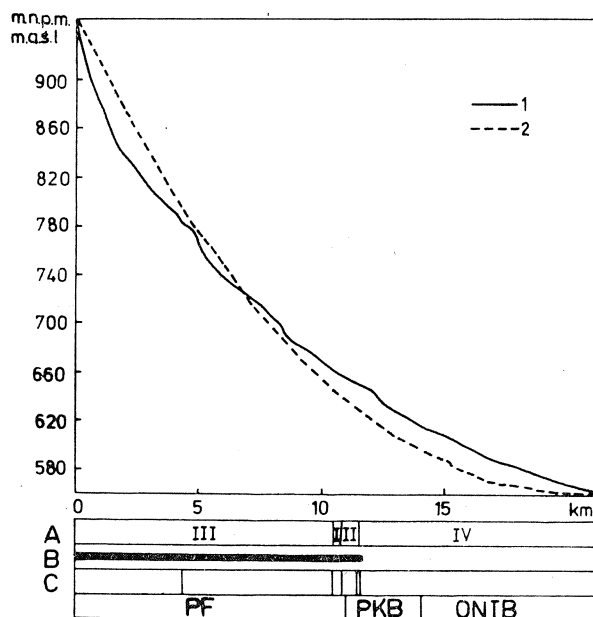


Fig. 5. Profil podłużny Leśnicy. Objaśnienia — jak do ryc. 2

Fig. 5. Longitudinal profile of the stream Leśnica. For explanations — see fig. 2

Podobną prawidłowość zaobserwować można w przypadku Łapszanki-Niedziczanki (fig. 7), z tym, że intensywność podnoszenia pasa skalicznego jest tutaj znacznie większa. Generalnemu obniżaniu zdaje się podlegać strefa położona między dwoma, południkowo przebiegającymi, współcześnie podnoszonymi elewacjami: Jurgów—Trybsz i Branisko—Osturňa, wydzielonymi przez Mastellę (1975).

Najbardziej interesująco przedstawia się porównanie profilu rzeczywistego z teoretycznym dla koryta Białki (fig. 6), rozcinającej obszary wykazujące współczesną mobilność tektoniczną (Mastella 1976; Baumgart-Kotarba, w druku). W profilu podłużnym rzeki wyraźnie zaznaczają się dwa odcinki, w których obrębie profil rzeczywisty leży powyżej geometrycznego. Tutaj również odsłaniają się w korycie wychodnie skał podłoża. Punkty wspólne dla obu wykresów korelują z dużymi dyslokacjami poprzecznymi, zaburzającymi m. in. przebieg poziomów

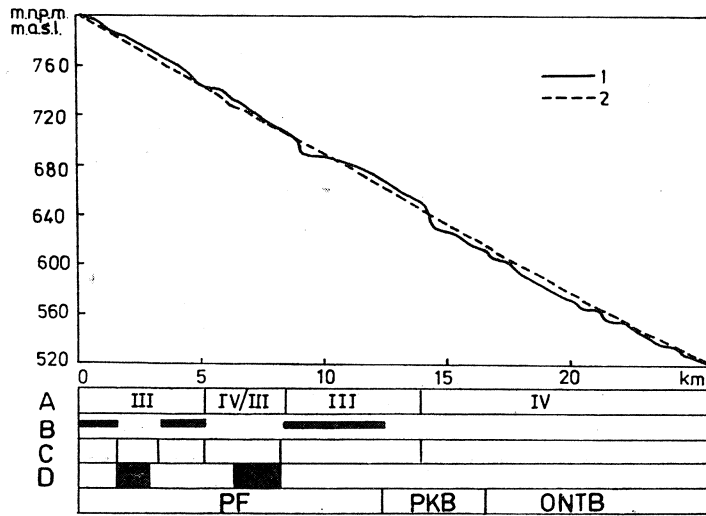


Fig. 6. Profil podłużny Białki. Objaśnienia — jak do ryc. 2, 4

Fig. 6. Longitudinal profile of the Białka stream. For explanations — see fig. 2 and 4

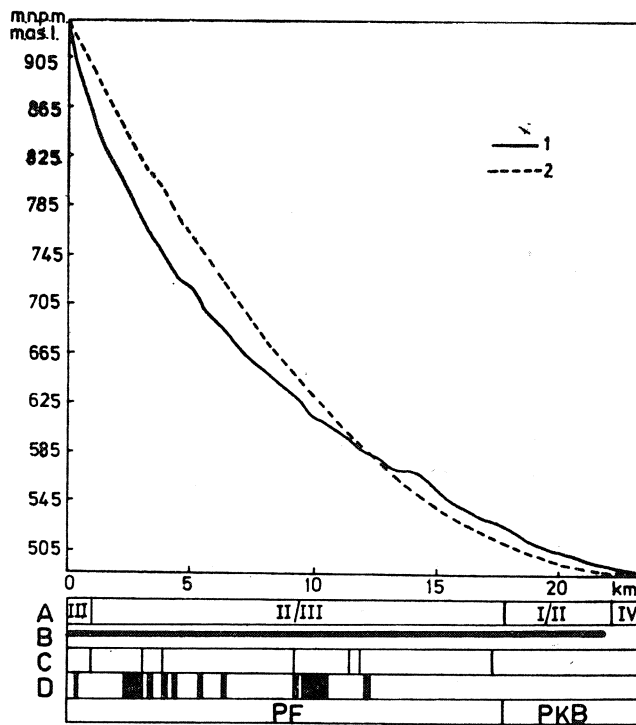


Fig. 7. Profil podłużny Łapszanki — Niedziczanki. Objaśnienia — jak do ryc. 2, 4

Fig. 7. Longitudinal profile of the stream Łapszanka — Niedziczanka. For explanations — see figs. 2 and 4

terasowych (Baumgart-Kotarba, w druku). Do obszarów wypiętrzanych należą Pogórze Spisko-Gubałowskie i Pieniński Pas Skałkowy, do intensywnie obniżanych — wschodnia część Kotliny Nowotarskiej. Większe załamania profilu podłużnego oraz odcinki koryta o zwiększonym — w stosunku do średniego — spadku, w 100% dowiązują do linii uskoku. Ze strefami dyslokacyjnymi wiąże się ponadto występowanie rozległych osuwisk na zboczach doliny.

Pomiędzy wyraźnymi załamaniami spadku w profilach podłużnych rzek Podhala a rozmieszczeniem większych stref dyslokacyjnych, biegnących poprzecznie do kierunku dolin, zaznacza się istotna zależność. Od 40 do 80% ogólnej liczby uskoku tnących podłoże skalne ukazujące się w danym korycie, nawiązuje do odcinków o zwiększonym spadku. Prawidłowość ta najwyraźniej uwidacznia się w przypadku potoku Bystrzego (75%), Białki i Łapszanki-Niedziczanki (80%), słabiej zaś — dla Białego Dunajca (64%).

Jednocześnie, we wszystkich badanych odcinkach rzek, z wyjątkiem Czarnego Dunajca i Leśnicy, punkty wspólne dla profilów rzeczywistego i teoretycznego odpowiadają strefom uskoku. Najwięcej dyslokacji koreluje z wymienionymi punktami w przypadku Białego Dunajca (45%) i Białki (40%). Ponadto, w dolinach Białego Dunajca (27%), Białki (60%) i Łapszanki-Niedziczanki (86%), uskoku odpowiadają rejony występowania rozległych osuwisk.

Przytoczone fakty wskazują na istotną rolę czynnika tektonicznego w procesie formowania się profilów podłużnych rzek Podhala, mogą również dowodzić współczesnego odmładzania stref uskoku w wschodniej części tego obszaru.

WNIOSKI

We wszystkich analizowanych przypadkach stosunek profilu teoretycznego do rzeczywistego wykazuje współczesne podnoszenie pasa skalnicowego, o intensywności wzrastającej ku wschodowi oraz piętrzenie wschodniej części Pogórza Gubałowskiego. Potwierdza to również zjawisko wzrostu, w tym samym kierunku, średnich spadków analizowanych potoków.

Ruchom obniżającym podlega natomiast Podhale Zachodnie i Kotlina Orawska, jak również Kotlina Nowotarska między Nową Białą a Dębem i Frydmanem. Powyższe uwagi potwierdzają sugestie wynikające z badań geologicznych Watychy (1973), Małeckiej (1974), Mastelli (1976) i innych.

Profil Iwanowa obliczono dotychczas jedynie dla dużych rzek nizinnych obszarów Równiny Rosyjskiej czy Niziny Zachodniosyberyjskiej (Iwanow 1951, Wołkow 1964, Mieszczeriakow 1965). Przedstawione opracowanie uzasadnia jego użyteczność dla rzek wysokich pogórzy, gór nis-

skich oraz zapadliskowych kotlin śródgórskich. Omówiona metoda pozwala więc na wstępną delimitację obszarów podlegających zróżnicowanemu ruchom tektonicznym. Nie można jej jednak akceptować bezkrytycznie, w całkowitym oderwaniu od innych metod badawczych neotektoniki. Wskazana jest bardzo ostrożna interpretacja wykresu w początkowych i końcowych partiach analizowanych odcinków. Należy sobie również zdawać sprawę z ewentualnych błędów podkładu topograficznego, będącego podstawą obliczeń.

Maszynopis nadesłano XII 1978
przyjęto do druku II 1979

WYKAZ LITERATURY — REFERENCES

- Badak J. (1965), O utworach neogeńskich w Kotlinie Orawskiej. (On the Neogene sediments in the Orawa Basin). *Kwart. geol.*, 9, 2: 451—452.
- Baulig H. (1925), La notion de profil d'équilibre, histoire et critique. *CR Congr. Intern. Géogr.*, Caire.
- Baumgart-Kotarba M. (w druku), Zróżnicowanie ruchów tektonicznych w świetle analizy czwartorzędowych teras doliny Białki Tatrzańskiej. *Stud. geomorph. carp.-balc.*, 12.
- Birkenmajer K., Stuchlik L. (1975), Early Pleistocene pollen-bearing sediments at Szaflary, West Carpathians, Poland. *Acta palaeobot.*, 16, 2: 113—146.
- Culling W. E. H. (1957), Multicycle streams and the equilibrium theory of grade. *J. Geol.*, 65: 259—274.
- Culling W. E. H. (1960), Analytical theory of erosion. *J. Geol.*, 68, 3: 336.
- Czarnecka K. (1975), Aktywność tektoniczna Pienińskiego Pasa Skałkowego w okolicy Czorsztyna (Tectonic activity of Czorsztyn part of the Pieniny Klippen Belt). Współczesne i neotektoniczne ruchy skorupy ziemskiej w Polsce, t. 1: 207—215, Warszawa.
- Halicki B. (1930), Dyluwialne zlodowacenie północnych stoków Tatr. (La glaciation quaternaire du versant nord de la Tatra). *Spraw. Pol. Inst. Geol.*, 5, 3—4: 377—504.
- Halicki B. (1963), Tektonika Podhala (The tectonics of Podhale). *Rocz Pol. Tow. Geol.*, 33, 3: 349—361.
- Hettner A. (1910), Die Arbeit des fliessenden Wassers. *Geogr. Z.*, 16: 371—373.
- Jaranoff D. (1934—35), Das Becken von Nowy Targ als Beispiel eines intramontanen Beckens. Morphologische Parallelen. *Prz. geogr.* 14, 3—4: 153—159.
- Klimaszewski M. (1966), Views on the geomorphological development of the Polish Western Carpathians during the Quaternary. *Geomorphological Problems of Carpathians*, 2, Warszawa.
- Klimaszewski M. (1972), Karpaty Wewnętrzne. *Geomorfologia Polski*, t. 1, PWN, Warszawa.
- Kowalski W. C., Liszkowski J. (1972), Współczesne pionowe ruchy skorupy ziemskiej w Polsce na tle jej budowy geologicznej (The dependence between the recent vertical movements of the earth crust in Poland and its geological structure). *Biul. Geol. Univ. Warsz.*, 14: 5—19.
- Książkiewicz M. (1953), Karpaty fliszowe między Olzą i Dunajcem. *Regionalna Geologia Polski*, 1, 2, Kraków.
- Książkiewicz M. (1972), Karpaty. *Budowa Geologiczna Polski*, 4, 3, Warszawa.

- Lacey G. (1933—34), Minutes of proceedings. *Inst. Civ. Eng.*, 237: 421, London.
- Leopold L. B., Wolman M. G., Miller J. P. (1964), Fluvial processes in geomorphology. W. H. Freeman and Comp., San Francisco.
- Mackin J. H. (1948), Concept of the graded river. *Bull. Geol. Soc. Am.*, 59: 463.
- Małecka D. (1974), Analiza związków hydraulicznych wód podziemnych środkowego Podhala na tle budowy geologicznej regionu. (Hydraulic relationships of ground waters of the middle Podhale Region (Carpathians) on the background of its geological structure). *Biul. Geol. Uniw. Warsz.*, 15: 87—154.
- Małkowski S. (1923—24), Sprawozdanie z badań fliszu magurskiego i fliszu granicznego w okolicach Krościenka nad Dunajcem. *Spraw. Pol. Inst. Geol.*, 2, 1—2: 17—27.
- Mastella L. (1975), Tektonika fliszu we wschodniej części Podhala. (Flysch tectonics in the eastern part of the Podhale Basin). *Rocz. Pol. Tow. Geol.*, 45, 3—4: 361—401.
- Mastella L. (1976), Współczesne ruchy pionowe stref uskokowych na Podhalu. (Recent vertical movements of the fault zones in the Podhale Basin). *Współczesne i neotektoniczne ruchy skorupy ziemskiej w Polsce*, t. 2: 179—187, Warszawa.
- Michalik A. Sikora W., Ślęczka A. (1964), Charakterystyka geologiczno-inżynierska dorzecza Dunajca. *Arch. Oddz. Karp. Inst. Geol.*, Kraków.
- Morawski W. (1972), Tektonika północnego skrzydła synklinorium podhalańskiego w rejonie Niedzicy (Tectonics of the northern limb of the Podhale Synclinorium). *Acta geol. pol.*, 22, 3: 573—591.
- Niedzielski H. (1971), Tektoniczne pochodzenie wschodniej części Kotliny Nowotarskiej (Tectonic origin of the eastern part of the valley of Nowy Targ). *Rocz. Pol. Tow. Geol.*, 41, 2: 397—408.
- Niedzielski H., Żelazny M., Monkiewicz J. (1966), Dokumentacja geologiczno-inżynierska do projektu wstępnego ochrony wsi Dębno i Frydman. *Arch. C.U.G.*, Warszawa.
- Oszast J. (1970), O wieku stożka Domańskiego Wierchu na podstawie badań palynologicznych. (On the age of the Domański Wierch cone determined by palynological methods). *Kwart. geol.*, 14, 4: 843—846.
- Ozimek W. (1975), Próba morfometrycznego badania ruchów neotektonicznych na Podhalu (Preliminary cartometric analysis of neotectonic movements in Podhale). *Współczesne i neotektoniczne ruchy skorupy ziemskiej w Polsce*, t. 1: 89—93, Warszawa.
- Pajnowska H. (1970), Warunki występowania wód podziemnych w utworach stożka Domańskiego Wierchu oraz ich więź z wodańmi podziemnymi Kotliny Orawsko-Nowotarskiej w rejonie Czarnego Dunajca. *Arch. Inst. Hydrogeol. i Geol. Inż. Uniw. Warsz.*
- Pepol J. (1972), Tektonika strefy osiowej synklinorium podhalańskiego w rejonie Bukowiny Tatrzańskiej (Tectonics of the axial zone of the Podhale Synclinorium). *Acta geol. pol.*, 22, 3: 593—602.
- Romer E. (1929), Tatrzańska epoka lodowa (L'époque glaciaire des Tatra). *Pr. geogr. E. Romera*, 11: 1—186, Lwów—Warszawa.
- Rytlewski J. (1970), Współczesne deformacje skałek z terenu zamku czorsztyńskiego nad Dunajcem (Recent deformations in outliers within the area of the Czorsztyń castle on the Dunajec river). *Kwart. geol.*, 14, 1: 123—130.
- Scheidegger A. E. (1961), Theoretical geomorphology. Springer Verlag, Berlin.
- Sternberg H. (1875), Untersuchungen über Langen- und Querprofil geschiefbührender Flüsse. *Z. f. Bauwesen*, 25, Berlin.

- Strahler A. N. (1952), Dynamic basis of geomorphology. *Bull. Geol. Soc. Am.*, 63: 923—938.
- Strahler A. N. (1964), Quantitative geomorphology. (in:) Chow V. T., Handbook of applied hydrology. McGraw-Hill Book comp., New York.
- Teisseyre J. (1938), Studium profilów podłużnych rzek wschodniokarpackich (Etude des profils longitudinaux des rivières des Karpates Orientales Polonaises). *Rocz. Pol. Tow. Geol.*, 14: 81—154.
- Watycha L. (1973), Utwory czwartorzędowe w otworze wiertniczym Wróblówka na Podhalu (Quaternary deposits in the borehole Wróblówka in the Podhale Basin). *Kwart. geol.*, 17, 2: 335—347.
- Volkov N. G. — Волков Н. Г. (1964), К методике тектонического анализа продольных профилей рек. *Изв. АН СССР, серия геогр.*, 2: 125—133, Москва.
- Gofshtein Y. D. — Гофштейн И. Д. (1964), Неотектоника Карпат. Издатель. АН УССР, Киев.
- Ivanov P. V. — Иванов П. В. (1951), Метод количественной характеристики продольного пофиля реки. *Изв. Всес. Геогр. Общ.*, 83, 6: 585—594, Ленинград.
- Макавеев Н. У. — Макавеев Н. И. (1955), Русло реки и эрозия в её бассейне. Издатель. АН СССР, Москва.
- Meshcheriakov Yu. A. — Мещеряков Ю. А. (1965), Структурная геоморфология равнинных стран. Издатель. АН СССР, Москва.
- Sobakar G. T., Somov V. Y., Kuznetsova V. G. — Собакаръ Г. Т., Сомов В. И., Кузнецова В. Т. (1975), Современная динамика и структура земной коры Карпат и прилегающих территорий. Издатель. НАУКОВА ДУМКА, Киев.

SUMMARY

For the definition of equilibrium profile for six right-bank tributaries of the Dunajec (fig. 1), in the Podhale region (Czarny Dunajec, Bystry-Wielki Rogoźnik, Biały Dunajec, Leśnica, Białka, Łapszanka-Niedziczanka), Ivanov's formula has been analysed (1951), originating from the diffusion equation. Ivanov's equation is as follows:

$$h_0 = \Delta H \left(\frac{L}{\Sigma L} \right)^n, \quad \text{where:}$$

- h_0 — height of the given point of theoretical profile over the stream's mouth, in metres,
- h — height of the given point of topographical profile over the stream's mouth, in metres,
- ΣL — total length of the stream (the examined part), in kilometres,
- L — distance of the given point of topographical profile from the stream's mouth, in kilometres,
- ΔH — elevation difference between the stream's sources and its mouth (the starting point of the stretch and the mouth), in metres,
- n — from index of longitudinal profile, $n = Q_1/Q_2$
- Q_1 — part of the rectangle plane with sides L and H , into which the topographical profile has been inscribed, lying above the profile line,

Q_2 — part of the plane of the above mentioned rectangle lying beneath the profile line.

Between the breaks of longitudinal profiles (figs. 2—7) of the rivers of Podhale and the arrangement of dislocation zones transversal to the valley course there is a marked relation. From 40% to 80% of the total number of faults cutting the bedrock in the given stream channel are related to the stretches of bigger slope (tables 1, 2). In the stream valleys of eastern Podhale the regions of large landslides correspond to the faults. In all the analysed cases the relation of the theoretical profile to the topographical one indicates the recent uplifting of the Pieńny Klippen Belt. The intensity of the uplifting increases eastwards. The eastern part of Gubałówka Plateau is also being uplifted. Whereas the western part of Podhale, the Orawa Basin and the eastern part of the Nowy Targ Basin are being lowered.

The ascertainments resulting from the analysis of longitudinal theoretical profiles agree with the results of field geologic-geomorphological investigations.

The method presented allows for the preliminary delimitation of areas subjected to different tectonic movements.