

# PRACE NAUKOWO-PRZEGLĄDOWE RESEARCH REVIEW PAPERS

---

Przegląd Naukowy – Inżynieria i Kształtowanie Środowiska nr 65, 2014: 279–289

(Prz. Nauk. Inż. Kszt. Środ. 65, 2014)

Scientific Review – Engineering and Environmental Sciences No 65, 2014: 279–289

(Sci. Rev. Eng. Env. Sci. 65, 2014)

**Leszek STARKEL**

Zakład Badań Geośrodowiska IGiPZ PAN w Krakowie

Department of Geoenvironmental Research IGSO PAS Cracow

## **Kartowanie geomorfologiczne i badania procesów rzeźbotwórczych w służbie gospodarki (z badań Zakładu Geomorfologii i Hydrologii IGiPZ PAN w Krakowie) Geomorphological mapping and monitoring of surface processes for practical purposes (Studies of Department of Geomorphology and Hydrology in Krakow, Institute of Geography and Spatial Organization PAS)**

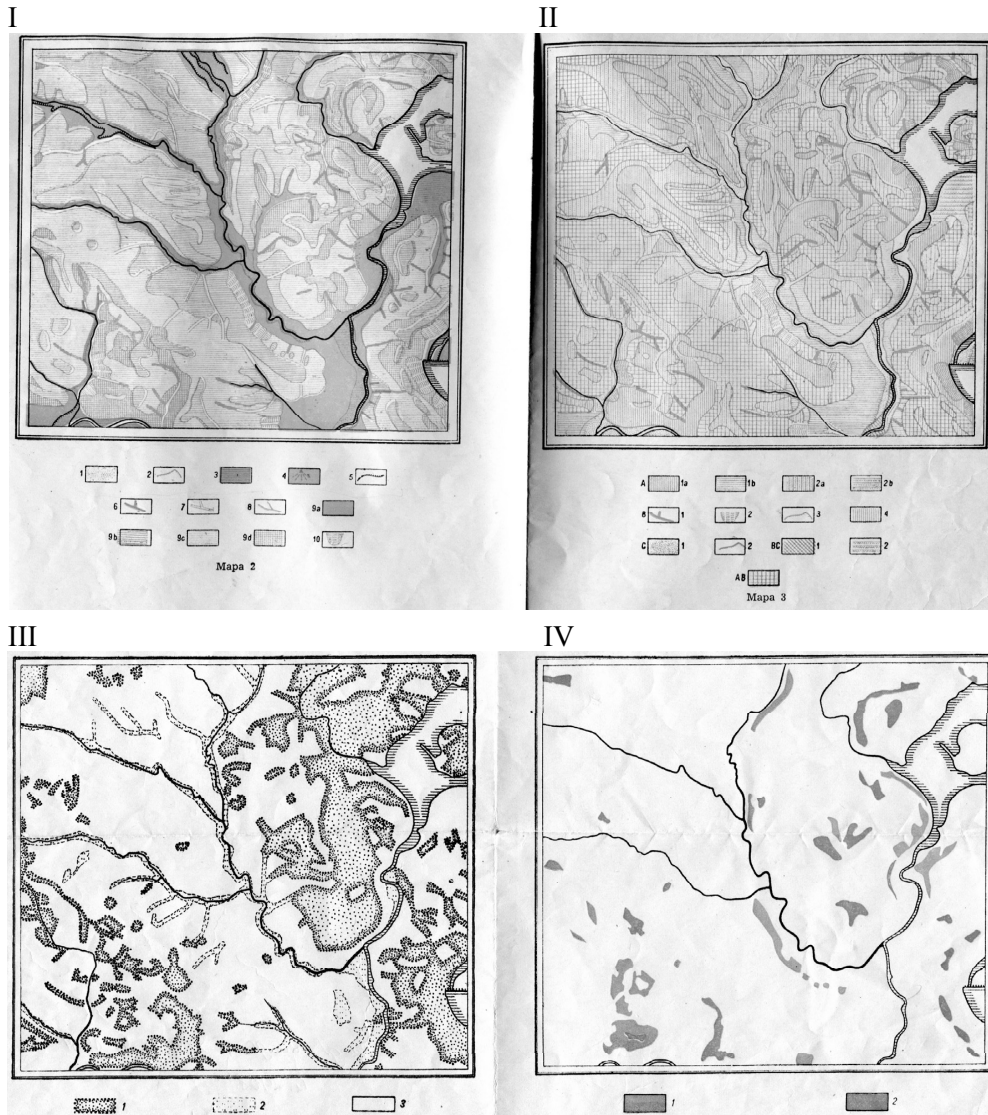
**Słowa kluczowe:** geomorfologia stosowana, erozja gleb, powódź, osuwisko

**Key words:** applied geomorphology, soil erosion, flood, landslide

Jednym z celów Zakładu Geomorfologii i Hydrologii IGiPZ PAN w Krakowie od jego powstania u schyłku 1953 roku były kartowanie terenowe i badanie procesów rzeźbotwórczych oraz ocena cech rzeźby i całego środowiska pod kątem zagospodarowania przestrzennego kraju, a zwłaszcza potrzeb gospodarki rolnej i budownictwa.

Początek działalności Zakładu zbiegł się z zaleceniem władz PAN włączenia się do studiów nad oceną zasobów środowiska dla potrzeb rolnictwa nawiązujących do uchwały VIII Plenum KC PZPR. Zimą 1954 roku prof. M. Klimaszewski

zwrócił się do pierwszego zatrudnionego w Zakładzie asystenta – autora niniejszego artykułu, o opracowanie mapy geomorfologicznej-bonitacyjnej na potrzeby gospodarki rolnej. Podjąłem się tego, gdyż już wcześniej w czasie praktyki studenckiej w Pracowni Planów Regionalnych kierowanej przez architekta prof. Z. Wzorka wykonałem mapkę typów krajobrazów do wykorzystania w opracowaniu planu rozwoju tzw. Zagłębia Staropolskiego. Na podstawie typologicznej mapy geomorfologicznej dla fragmentu Pogórza Karpackiego i mapy nachyleń opracowałem mapę bonitacyjną, którą porównałem z aktualnym użytkowaniem ziemi (Starkel, 1954). Pozwoliło to na wskazanie zmian w użytkowaniu zarówno w kierunku powiększenia arealu gruntów rolnych, jak i niezbędnych zalesień (rys. 1).



RYSUNEK 1. Wykorzystanie map na potrzeby rolnictwa: (I) mapa geomorfologiczna: 1 – kamieniec, 2 – podcięcia, 3 – równina zalewowa, 4 – stożek napływowy, 5 – krawędź terasy, 6 – dolinki erozyjne czynne, 7 – dolinki erozyjne dojrzałe, 8 – stare niecki stokowe, 9a – równiny teras nadzalewowych, 9b – stoki i spłaszczenia o nachyleniu do 15%, 9c – stoki o nachyleniu 15–35%, 9d – stoki o nachyleniu ponad 35%, 10 – powierzchnie osuwiskowe i złaziskowe; (II) mapa bonitacyjna gleb: A – obszary, które powinny być zajęte przez grunty orne: 1 – spłaszczenia i stoki o nachyleniu 0–5% (a – o glebach degradowanych, b – o glebach namywanych), 2 – stoki o nachyleniu 5–15% (a – o glebach degradowanych, b – o glebach namywanych), B – obszary, które powinny być zajęte przez las: 1 – doliny erozyjne czynne, 2 – obszary osuwiskowo-złaziskowe, 3 – podcięcia i krawędzie niższych teras, 4 – zbocza o nachyleniu ponad 35%, C – obszary wskazane jako użytki łąkowe i pastwiska: 1 – terasa zalewowa i dna dolin płaskodennych, 2 – krawędzie wyższych teras (nadto spłaszczenia powyżej wysokości

800–1000 m), AB – obszary, które powinny być zajęte przez grunty orne z pasami leśnymi (lub stosowane inne zabiegi przeciwerozynne): 1 – stoki o nachyleniu 15–35%, BC – obszary korzystne jako użytki leśne lub łąkowe: 1 – kamieniec (niekiedy też terasa zalewowa), 2 – tereny objęte cofką jeziora zaporowego; (III) – mapa współczesnego użytkowania ziemi: 1 – lasy, 2 – łąki i pastwiska, 3 – grunty orne; (IV) – mapa proponowanych zmian w użytkowaniu ziemi: 1 – tereny do zalesienia, 2 – tereny, które mogą pozostać wylesione (Starkel, 1954)

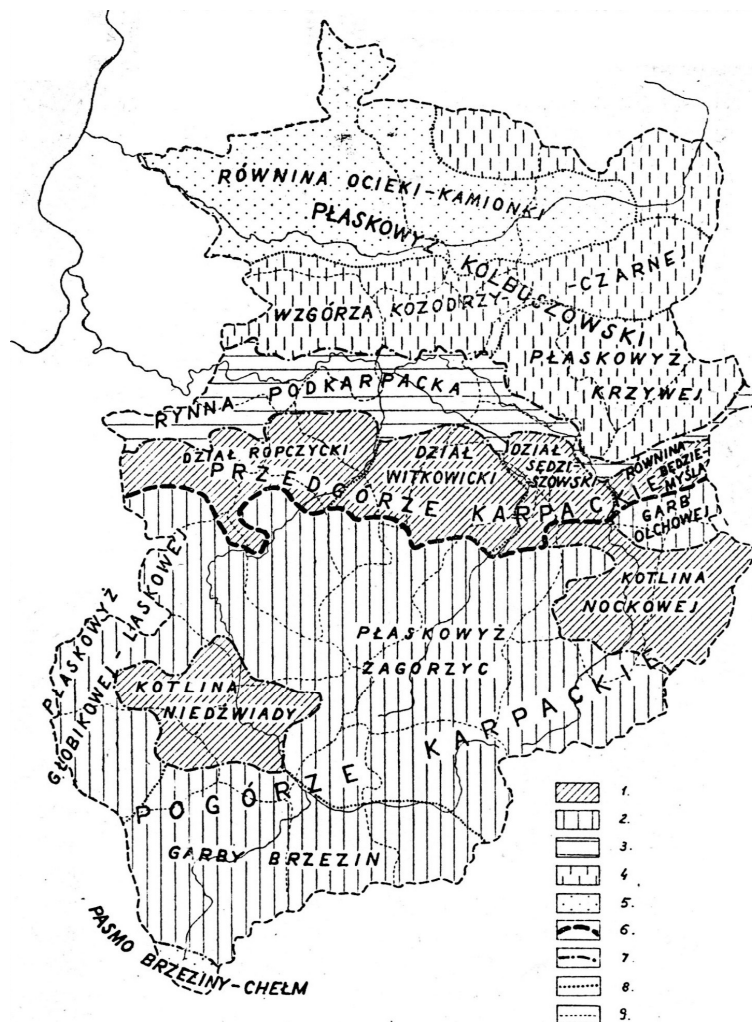
FIGURE 1. Use of maps for land use: (I) geomorphological map: 1 – channel bar, 2 – undercut, 3 – floodplain, 4 – alluvial fan, 5 – scarp, 6 – active gully, 7 – mature valley, 8 – dellen, 9a – higher terrace, 9b – flattening and gentle slopes inclination below 15%, 9c – slopes 15–35%, 9d – slopes above 35%, 10 – landslides; (II) bonitation map of soils: A – areas to be used as arable fields: 1 – fields of 0–5% inclination (a – domination of soil erosion, b – domination of soil aggradation), 2 – fields of 5–15% inclination, B – areas to be forested: 1 – active gullies, 2 – landslides, 3 – undercuts and scarps of lower terraces, 4 – slopes above 35% inclination, C – areas preferred as pastures and meadows: 1 – floodplains, 2 – scarps of higher terraces (and level surfaces above 800–1,000 m a.s.l.), AB – areas to be used as arable fields with tree rows (or other measures preventing erosion): 1 – slopes with inclination 15–35%, BC – areas suitable for meadows and grasslands: 1 – channel bars (locally also floodplain), 2 – areas within the extent of backwater from the dammed lake; (III) map of present-day land use: 1 – forests, 2 – meadows and pastures, 3 – arable lands; (IV) map of suggested changes in land use: 1 – should be forested, 2 – may be deforested (after Starkel, 1954)

Rok później zespół Zakładu na zlecenie Pracowni Planów Regionalnych wykonał kartowanie rzeźby i zjawisk wodnych do wykorzystywania do opracowania planu zagospodarowania Podtatrza. Wnioski z pracy skłoniły do rezygnacji z budowy kolejki mającej bieć osuwiskowymi stokami Pogórza Gubałowskiego (Starkel, 1957, Wit-Jóźwik, 1957). Na szerszą skalę wykonywano mapy geomorfologiczne i bonitacyjne dla części dorzecza górnego Sanu w rejonie budowanych zbiorników wodnych Myczkowce-Solina (Brydak i Plaskacz, 1963), a zwłaszcza dla całego obszaru Górnośląskiego Okręgu Przemysłowego (Karaś-Brzozowska i Klimaszewski, 1960).

W latach 70. XX wieku seryjnie były realizowane przez przedsiębiorstwo Geoprojekt, opracowania fizjograficzne powiatów całej Polski, które obejmowały w znacznym stopniu rejestrację form rzeźby i prezentowały ocenę środowiska na dwóch mapach bonitacyjnych: dla gospodarki rolnej i dla budownictwa

(rys. 2). Zespół Zakładu wykonał takie opracowanie dla powiatu ropczyckiego, który był objęty różnymi badaniami (Klimek i inni, 1969).

Wyraźny aspekt praktyczny miały równoległe rozwinięte badania stacjonarne procesów w Karpatach, skoncentrowane głównie na pomiarach spłukiwania na gruntach ornym i użytkach zielonych w Jaworkach koło Szczawnicy (Gerlach, 1966), rozszerzone potem na stacji naukowej w Szymbarku koło Gorlic na cały obieg wody na stokach (Słupik, 1973, Gil, 1976) i badania procesów osuwiskowych (Gil i Kotarba, 1977). Do badań tych dołączyły później szczegółowe badania obiegu wody i transportu rumowiska w zlewniach beskidzkich na stacji w Homerce koło Nowego Sącza (Froehlich, 1975). Prace te spotkały się z zainteresowaniem specjalistów od rolnictwa, gleboznawców i innych zrzeszonych w Komitecie Zagospodarowania Ziemi Górskich PAN i zespołu hydrologów Regionalnej Dyrekcji Gospodarki Wodnej, z którymi odbyliśmy kilka



RYSUNEK 2. Mapa bonitacyjna regionów fizjograficznych powiatu ropczyckiego pod kątem wartości dla gospodarki rolnej (oprac. Klimek i inni, 1969): 1–5 – gęstość szrafów wskazuje tereny od najbardziej (1) do najmniej korzystnych (5), 6–8 – granice jednostek fizjograficznych od dużych do mniejszych, 9 – granice gromad

FIGURE 2. Bonitation map of geomorphological regions in Ropczyce district of various value for agriculture (after Klimek et al., 1969): 1–5 – density of lines show areas from best (1) to worst (5) for agriculture, 6–8 – limits of geomorphologic units of various order, 9 – administrative limits

spotkań dyskusyjnych. Równocześnie wyniki naszych badań zaprezentowane władzom nowoutworzonego województwa nowosądeckiego zostały niekiedy bezpośrednio wykorzystane w praktyce, m.in. poprzez doszkalanie pracowników

administracji w zakresie ochrony przeciwosuwiskowej i wprowadzenie przepisów ograniczających uprawy okopowe (głównie ziemniaki), powodujące katastrofalną erozję gleb na stokach górskich (Gil, 1976, 1999). Wiele wniosków do-

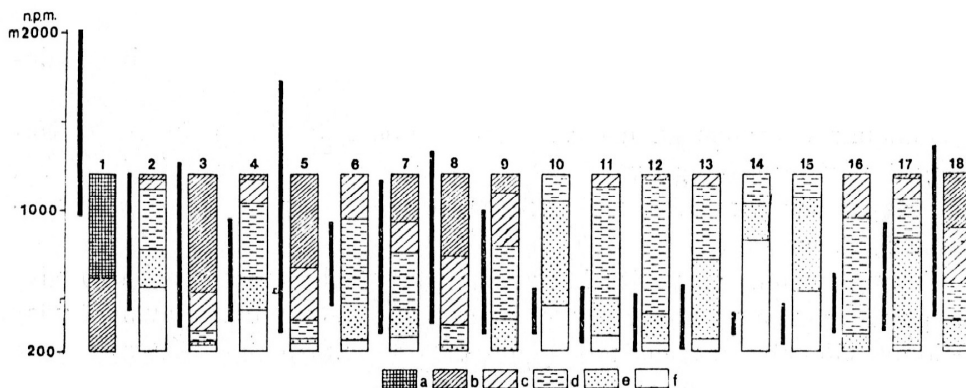
tyczących regulacji potoków górskich i szybkiego zasypywania zbiornika różnowskiego wypływało z badań stacji w Homerce (Froehlich, 1982).

Kompleksowe badania wszystkich elementów środowiska prowadzone w stacji w Szymbarku i równoczesny monitoring obiegu wody i materii pozwoliły na opracowanie pogłębionej typologii środowisk naturalnych różnych rzędów wielkości, które w górach pokrywają się z typami rzeźby (Starkel, 1972b, 1990). Opracowanie to było konsultowane w zespole rolnictwa Komitetu Przestrzennego Zagospodarowania Kraju kierowanym przez prof. J. Kostrowickiego. Po raz pierwszy typologię fizycznogeograficzną (podział na uroczyska itp.) oparto na wielkościach charakteryzujących mechanizmy obiegu wody i substancji mineralnych i określono ich przydatność dla różnych rodzajów użytkowania ziemi, a zarazem pokazano różnice między siedliskami naturalnymi i zdegradowanymi przez gospodarkę (Gil, 1979).

Równoległe do badań szczegółowych została opracowana dla Karpat przeglądowa mapa geomorfologiczna w skali 1 : 300 000, wykorzystująca nie tylko różne parametry morfometryczne i morfograficzne (piętrowość), ale także uwzględniająca cechy odporności i tektoniki podłoża łącznie decydujące o zróżnicowaniu całego środowiska przyrodniczego (Starkel, 1972b). Aby przybliżyć i porównać ze sobą typologię opracowaną w skali szczegółowej pod kątem potrzeb rolnictwa (Gil, 1979) i typologię rzeźby w skali przeglądowej, wybrano na obszarze Karpat 8 obszarów reprezentatywnych (o powierzchni 10–20 km<sup>2</sup> każdy), położonych w konkretnych typach rzeźby (górach, pogó-

rzach, kotlinach) i obliczono dla każdego typu, według mapy topograficznej w skali 1 : 25 000, udział głównych użytków, stoków o różnym nachyleniu (ograniczającym uprawę) i ekspozycji oraz gęstość rozdolinienia (Starkel i inni, 1973). Następnie w każdym regionie obliczono udział typów rzeźby (rys. 3), a w każdym typie rzeźby określono udział stoków o różnym nachyleniu i procentowy udział typów uroczysk wyznaczonych przez E. Gila (wierzchowin, stromych stoków górskich, łagodnych stoków górskich, stoków osuwiskowych, den dolin i kotlin – rys. 4). Na tej podstawie określono racjonalny udział trzech podstawowych typów użytkowania ziemi: lasów, użytków zielonych i gruntów ornych w typach rzeźby, a zarazem w piętrach wysokościowych Karpat (Gil, 1976, Starkel, 1990, rys. 4). Rzeczywisty rozkład użytkowania w latach 60. ubiegłego wieku wyraźnie odbiegał od racjonalnego w piętrze wysokich pogórzy i niskich gór (za wyjątkiem obszarów przesiedleń w Bieszczadach i Beskidzie Niskim). Przemiany ekonomiczne ostatniego ćwierćwiecza prowadzą do coraz wyraźniejszego zbliżania się rozkładu użytków w polskich Karpatach do postulowanego w opracowanym modelu (Starkel i inni, 2007, Bucala i Starkel, 2013). Świadczy to o zastosowaniu w nim właściwych kryteriów, opartych na wyznaczeniu przyrodniczych barier dla użytków wprowadzanych przez człowieka.

Obok opisanych kierunków badań aplikacyjnych pracownicy Zakładu prowadzili szczegółowe obserwacje skutków ekstremalnych opadów (również silnych wiatrów) powodujących erozję gleb i powodzie. Na uwagę zasługuje udział w monograficznych opracowa-



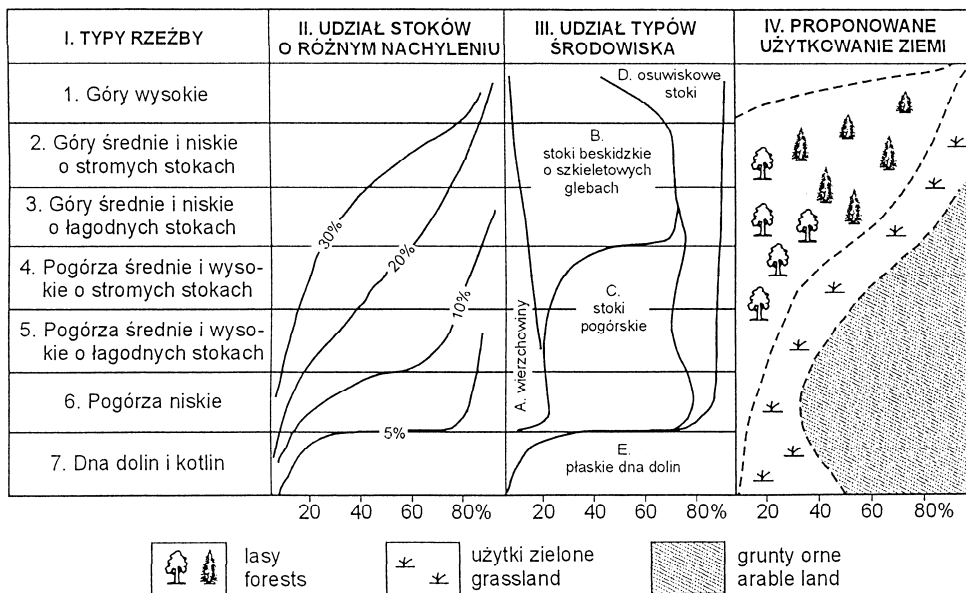
RYSUNEK 3. Udział typów rzeźby w różnych regionach Karpat (Starkel, 1990): 1 – Tatry, 2 – Podhale, 3 – Beskidy Morawsko-Śląskie, 4 – Obniżenie Jabłonkowskie, 5 – Beskid Żywiecki, 6 – Brama Sieniawska, 7 – Beskid Wyspowy, 8 – Beskid Sądecki, 9 – Beskid Niski, 10 – Pogórze Śląskie, 11 – Pogórze Wielickie, 12 – Pogórze Dynowskie, 13 – Pogórze Strzyżowskie, 14 – Kotlina Sądecka, 15 – Doły Jasielsko-Sanockie, 16 – Wyżyna Wańkowej, 17 – Bieszczady Niskie, 18 – Bieszczady Wysokie; a – góry wysokie, b – góry średnie, c – góry niskie i wysokie pogórza, d – średnie pogórza, e – niskie pogórza, f – dna dolin i kotlin; czarnymi słupkami pokazano rozpiętość wysokościową  
 FIGURE 3. Proportion of types of relief in various (1–18) Carpathian regions. The percentages are shown of relief types in regions: a – high mountains, b – medium mountains, c – low mountains and high foothills, d – medium foothills, e – low foothills, f – bottoms of valleys and basins; black bars show the altitude range of separate regions (after Starkel, 1990)

niach skutków ulewy koło Miechowa w 1995 roku (Starkel, red., 1997) i skutków katastrofalnej powodzi w dorzeczu górnej Wisły w 1997 roku (Starkel i Greła, 1998; Greła i inni, 1999). Skutki niszczące silnych wiatrów opisywali m.in. w Tatrach Kotarba (1970), a w Dołach Jasielsko-Sanockich Gerlach (1976). Prace tego typu nadal są kontynuowane w Zakładzie, ale nie omówiono ich w tym artykule.

Wartość praktyczną dla różnych gałęzi gospodarki mają również badania paleogeograficzne Zakładu, a zwłaszcza form i zróżnicowanych facjalnie osadów w dolinach rzecznych dorzecza Wisły, prowadzone w interdyscyplinarnym zespole (Starkel, 1982, 2001). Badania te wykazały, że dna dolin wyścielają nie monotonne aluwia, ale włożone se-

rie różnowiekowych aluwiów, a często wśród nich są zagrzebane ogniwa ilasto-organicznych wypełnień paleokoryt (rys. 5). Istotną rolę w zróżnicowaniu facjalnym odgrywiają też obwałowania dużych rzek. W strefie międzywała postępuje przyspieszona sedimentacja w facji pozakorytowej (Starkel, 2001, rys. 6). Przerwanie wałów prowadzi do powstania mis eworsyjnych głębokich do 10 m i nadbudowy równin zalewowych stożkami krewasowymi złożonymi z gruboziarnistych aluwiów (Gębica i Sokołowski, 2001).

Osobną grupę prac o znaczeniu dla regionalnego gospodarowania zasobami przyrody stanowią badania prowadzone na obszarze monsunowych gór Indii (Sikkimsko-Bhutańskich Himalajów i Wyżyny Meghalaya). Szczegółowe



RYSUNEK 4. Typologia rzeźby polskich Karpat i ich waloryzacja pod kątem użytkowania ziemi (Gil i Starkel, 1976, Starkel, 1990)

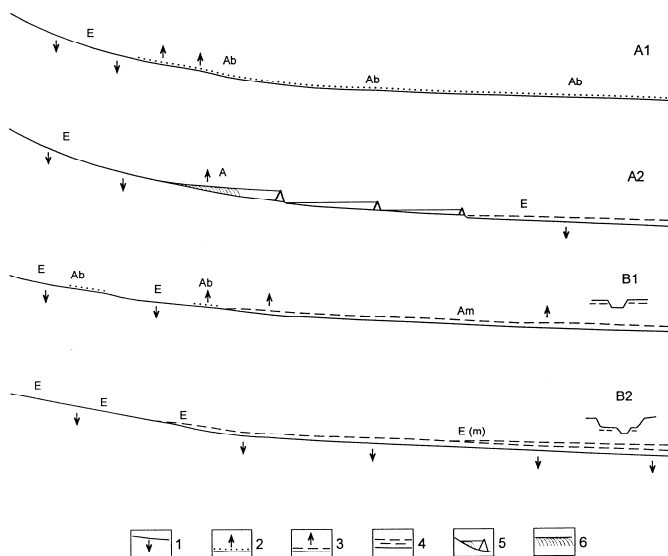
FIGURE 4. Types of relief in Polish Carpathians and their value for land use (after Gil and Starkel, 1976, Starkel, 1990): I – types of relief: 1 – high mountains, 2 – medium and low mountains with steep slopes, 3 – medium and low mountains with gently inclined slopes, 4 – high and medium-altitude foothills with steep slopes, 6 – high and medium-altitude foothills with gently inclined slopes, 7 – low foothills, 8 – basin and valley floors; II – proportion of slopes of different inclination; III – types of environment: A – summits, B – medium and low mountains slopes with initial soils, C – foothills slopes, D – landslide modified slopes; IV – suggested land use

opracowanie (pierwsze tak wszechstronne dla Himalajów) skutków dwudniowej ulewy przekraczającej 1000 mm w 1968 roku (Starkel, 1972a) zainicjowało szczegółowe badania zespołu polskiego i indyjskiego nad mechanizmami procesów grawitacyjnych na stokach i agradacji w dnach dolin (Froehlich i inni, 1990), ukoronowane wspólną monografią wydaną przez Indian National Science Academy w 2000 roku (Starkel i Basu, 2000) oraz udziałem Polaków w sympozjach poświęconych zjawiskom osuwiskowym i ich zapobieganiu oraz przygotowywaniu raportów i służeniu doradztwem w przypadku konkretnych zagrożeń, jak

np. na długo aktywnym osuwisku Ambootia (Froehlich i inni, 1992).

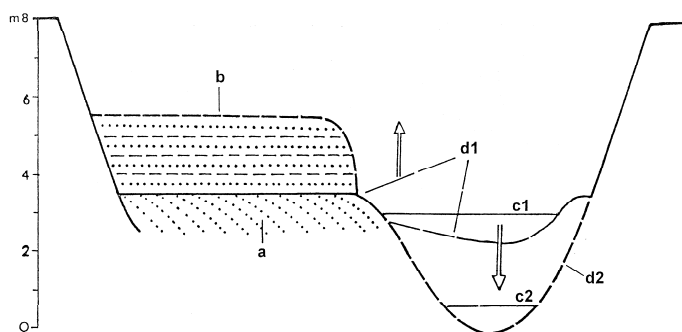
Rozpoczęte później badania nad mechanizmami, które doprowadziły do totalnego zdegradowania środowiska w rejonie Cherrapunji, gdzie są notowane najwyższe na świecie opady (Starkel i Singh, 2004), przyczyniły się również do włączenia polskiego zespołu w dyskusję uczonych indyjskich nad możliwościami regeneracji naturalnych siedlisk, m.in. badania P. Prokopa i W. Froehlicha – patrz Prokop (2007).

Przedmiotem badań była również postępująca agradacja i przerzuty koryt rzek na przedpolu Himalajów podlega-



RYSUNEK 5. Schematyczne profile podłużne koryt rzek i równin zalewowych rzek zachodnio-karpackich (A) i wschodnio-karpackich (B) przed regulacją (A1) i budową zapór (A2) lub po regulacjach (A2) lub zmianach użytkowania (B2): 1 – profil koryta erozyjnego, 2 – agradacja rzeki roztokowej, 3 – koryto i równina zalewowa, 4 – pogłębione koryto i niższa równina zalewowa, 5 – zapora i zbiornik, 6 – delta, E – tendencja do pogłębienia, Ab – agradacja rzeki roztokowej, Am – agradacja rzeki meandrowej, Em – pogłębienie rzeki meandrowej

FIGURE 5. Schematic longitudinal profiles of river channels and floodplains of west Carpathian (A) and east Carpathian (B) rivers before regulation and construction of dams (A1) or before changes of land use (B1) as well as after regulation (A2) or after change of land use (B2): 1 – profile of channel bottom, 2 – aggradation by braided river, 3 – channel and floodplain, 4 – deepened channel and floodplain, 5 – barrage and reservoir, 6 – delta, E – tendency to downcutting, Ab – aggradation of braided rivers, Am – aggradation of meandering rivers, Em – downcutting of meandering rivers



RYSUNEK 6. Pogłębienie koryta i tworzenie niższej równiny zalewowej (Starkel, 2001): a – łacha korytowa przed regulacją, b – młodsze osady pozakorytowe, c<sub>1</sub> – poziom wody przed regulacją, c<sub>2</sub> – współczesny poziom, d<sub>1</sub> – dno koryta przed regulacją, d<sub>2</sub> – współczesne dno koryta

FIGURE 6. Deepening of river channel and creation of lower floodplain (Starkel, 2001): a – channel bar before regulation, b – younger overbank deposits, c<sub>1</sub> – water level before regulation, c<sub>2</sub> – water level after regulation, d – channel floor before regulation, d<sub>2</sub> – channel floor after regulation



jącym tektonicznej subsydencji (Starkel i Basu, 2000, Starkel i Sarkar, 2002, Starkel i inni, 2008). Został m.in. zaproponowany model planowego przetrzucania koryt rzek himalajskich, aby ułatwić szybką agradację bez zagrożeń powodziowych i wielkich strat ekonomicznych, prezentowany w monografii z 2000 roku (Starkel i Basu, 2000).

### Podziękowania

Przygotowanie rękopisu niniejszego artykułu do publikacji wraz z uwzględnieniem uwag dwóch recenzentów wykonał Grzegorz Wierzbicki z Zakładu Hydrogeologii SGGW w Warszawie.

### Literatura

- Brydak, K. i Plaskacz, J. (1963). Eine kurze Mitteilung über die Bedeutung der geomorphologischen Karte bzw. Bonitierungskarte für die Bearbeitung des Raumbewirtschaftungsplanes. *Geographical Studies IG PAN*, 46, 27-31.
- Bucała, A. i Starkel, L. (2013). Postępująca recesja rolnictwa a zmiany w środowisku przyrodniczym polskich Karpat. *Przegląd Geograficzny*, 85 (1), 15-29.
- Froehlich, W. (1975). Dynamika transportu fluwialnego Kamienicy Nawojowskiej. *Prace Geograficzne IGiPZ PAN*, 114, 1-122.
- Froehlich, W. (1982). Mechanizm transportu fluwialnego i dostawy zwietrzelin do koryta w górskiej zlewni fliszowej. *Prace Geograficzne IGiPZ PAN*, 143, 1-133.
- Froehlich, W., Gil, E., Kasza, I., i Starkel, L. (1990). Thresholds in the transformation of slope and river channels in the Darjeeling Himalaya, India. *Mountain Research and Development*, 10(4), 301-312.
- Froehlich, W., Starkel, L. i Kasza, I. (1992). Ambootia landslide valley in the Darjeeling Hills, Sikkim Himalaya, active since 1968. *Journal of Himalayan Geology*, 3 (1), 79-90.
- Gerlach, T. (1966). Współczesny rozwój stoków w dorzeczu Grajczarka (Beskid Wysoki). *Prace Geograficzne IG PAN*, 52, 1-124.
- Gerlach, T. (1976). Współczesny rozwój stoków w Polskich Karpatach Fliszowych. *Prace Geograficzne IGiPZ PAN*, 122, 1-116.
- Gębica, P. i Sokołowski, T. (2001). Sedimentological interpretation of crevasse splays formed during extreme 1997 flood in the Upper Vistula River Valley (South Poland). *Annales Societatis Geologorum Poloniae*, 71, 53-62.
- Gil, E. (1976). Splukiwanie gleb na stokach fliszowych w rejonie Szymbarku. *Dokumentacja Geograficzna IG PAN*, 2, 1-65.
- Gil, E. (1979). Typologia i ocena środowiska geograficznego okolic Szymbarku. *Dokumentacja Geograficzna IG PAN*, 5, 1-91.
- Gil, E. (1999). Obieg wody i splukiwanie na fliszowych stokach użytkowanych rolniczo w latach 1980-1990. *Zeszyty IGiPZ PAN*, 60, 1-78.
- Gil, E. i Kotarba, A. (1977). Model of slide slope evolution in flysch mountains (an example drawn from the Polish Carpathians). *Catena*, 4 (3), 233-248.
- Gil, E. i Starkel, L. (1976). Complex physico-geographical investigations and their importance for economic development of the flysch Carpathian area. *Geographia Polonica*, 34, 47-61.
- Grela, J., Słota, H., Zieliński, J. (1999). *Dorzecze Wisły, monografia powodzi lipiec 1997*. Warszawa: Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej.
- Karaś-Brzozowska, C. i Klimaszewski, M. (red.) (1960). Charakterystyka geomorfologiczna Górnośląskiego Okręgu Przemysłowego. *Biuletyn Komitetu ds. GOP PAN*, 37, 1-209.
- Klimek, K., Kotarba, A., Obrębska-Starkel, B. i Starkel, L. (1969). Analiza i ocena środowiska geograficznego powiatu ropczyckiego (dla potrzeb planowania regionalnego). *Dokumentacja Geograficzna IG PAN*, 2/3, 1-136.
- Kotarba, A. (1970). The morphological role of the foehn wind in the Tatra Mts. *Studia Geomorphologica Carpatho-Balcanica*, 4, 171-187.
- Prokop, P. (2007). Degradacja środowiska przyrodniczego południowego skłonu Wyżyny Meghalaya, Indie. *Prace Geograficzne IGiPZ PAN*, 210, 1-161.

- Słupik, J. (1973). Zróżnicowanie spływu powierzchniowego na fliszowych stokach górskich. *Dokumentacja Geograficzna IG PAN*, 2, 1-118.
- Starkel, L. (1954). Znaczenie mapy geomorfologicznej dla rolnictwa. *Przegląd Geograficzny*, 33 (34), 198-212.
- Starkel, L. (1957). Charakterystyka morfologiczna regionu Podtatrzańskiego. *Dokumentacja Geograficzna IG PAN*, 2, 1-26.
- Starkel, L. (1972a). The role of catastrophic rainfall in the shaping of the relief of the Lower Himalaya (Darjeeling Hills). *Geographia Polonica*, 21, 103-160.
- Starkel, L. (1972b). Charakterystyka rzeźby Polskich Karpat i jej znaczenie dla gospodarki ludzkiej. *Problemy Zagospodarowania Ziemi Górskich*, 10, 75-150.
- Starkel, L. (1990). Zróżnicowanie przestrzenne środowiska Karpat i potrzeby zmian w użytkowaniu ziemi. *Problemy Zagospodarowania Ziemi Górskich*, 30, 11-30.
- Starkel, L. (red.) (1982–1996). Evolution of the Vistula river valley during the last 15000 years. Part I-VI. *Prace Geograficzne IGiPZ PAN*.
- Starkel, L. (red.) (1997). Rola gwałtownych ulew w ewolucji rzeźby Wyżyny Miechowskiej (na przykładzie ulewy w dniu 15 września 1995 roku). *Dokumentacja Geograficzna IGiPZ PAN*, 8, 1-107.
- Starkel, L. (2001). Historia doliny Wisły (od ostatniego zlodowacenia do dziś). *Monografie Geograficzne IGiPZ PAN*, 2, 1-267.
- Starkel, L. i Basu, S. (red.) (2000). *Rains, landslides and floods in the Darjeeling Himalaya*. New Delhi: Indian National Science Academy.
- Starkel, L., Baumgart-Kotarba, M., Kramarz, K., Niemirowski, M. i Partyka, J. (1973). Cechy morfologiczne terenów reprezentacyjnych Karpat (uzupełnienie charakterystyki rzeźby Polskich Karpat). *Problemy Zagospodarowania Ziemi Górskich*, 12, 77-92.
- Starkel, L. i Greła, J. (red.) (1998). *Powódź w dorzeczu górnej Wisły w lipcu 1997 roku*. Kraków: Materiały konferencji. Wyd. Oddziału PAN w Krakowie.
- Starkel, L., Pietrzak, M. i Łajczak, A. (2007). Wpływ zmian użytkowania ziemi i wzrostu częstotliwości ekstremalnych opadów na obieg wody i erozję oraz ochronę zasobów przyrodniczych Karpat. *Problemy Zagospodarowania Ziemi Górskich*, 54, 19-30.
- Starkel, L., Sarkar, S., Soja, R. i Prokop, P. (2008). Present-day evolution of the Sikkimese-Bhutanese Himalayan Piedmont. *Prace Geograficzne IGiPZ PAN*, 219, 1-122.
- Starkel, L. i Sarkar, S. (2002). Different frequency of threshold rainfalls transforming the margin of Sikkimese and Bhutanese Himalaya. *Studia Geomorphologica Carpatho-Balcanica*, 36, 51-67.
- Starkel, L. i Singh, S. (red.) (2004). Rainfall, runoff and soil erosion in the globally extreme humid area, Cherrapunji region, India. *Prace Geograficzne IGiPZ PAN*, 191, 1-110.
- Wit-Jóźwik, K. (1957). Charakterystyka hydrograficzna Regionu Podtatrzańskiego. *Dokumentacja Geograficzna IG PAN*, 2, 1-30.

## Streszczenie

**Kartowanie geomorfologiczne i badania procesów rzeźbotwórczych w służbie gospodarki (z badań Zakładu Geomorfologii i Hydrologii IGiPZ PAN w Krakowie).** Artykuł przedstawia historię geomorfologii stosowanej i jej osiągnięcia w środowisku naukowym Zakładu Geomorfologii i Hydrologii Gór i Wyżyn (obecnie Zakładu Badań Geośrodowiska) Instytutu Geografii i Przestrzennego Zagospodarowania PAN. Omówione w artykule prace dotyczą bonitacji form i oceny współczesnych procesów, obejmują przede wszystkim obszar polskich Karpat i Wyżyny Śląsko-Krakowskiej. Odrębnym nurtem prac z geomorfologii stosowanej były badania w klimacie monsunowym prowadzone w Himalajach i na ich przedpolu modelowanym, gdzie często występowały intensywne opady.

## Summary

**Geomorphological mapping and monitoring of surface processes for practical purposes (Studies of Department of Geomorphology and Hydrology in Krakow, Institute of Geography and Spatial Organization PAS).** The paper presents a history of applied geomorphology and its achievements and applications in the past 60 years, in the Department of Geomorphology and Hydrology in Krakow at Institute of Geography and Spatial Organization Polish Academy of Science. The research included landform assessment and studies of present processes and was mainly focused on the

mountain range of the Carpathians and the Silesian-Krakow Upland. Other studies involving applied geomorphology were carried out in the monsoon climate zone, in the area of Himalaya and its foreland frequently affected by heavy rainfall.

### **Author's address:**

Leszek Starkel  
Polska Akademia Nauk, Instytut Geografii  
i Przestrzennego Zagospodarowania  
Zakład Badań Geośrodowiska  
31-018 Kraków, ul. Św. Jana 22  
Poland  
e-mail: starkel@zg.pan.krakow.pl