

*Anna Horbacewicz, Małgorzata Pietrzak*

Uniwersytet Jagielloński, Instytut Geografii

## ZASTOSOWANIE GIS DO OCENY MORFODYNAMIKI OBSZARU UŻYTKOWANEGO ROLNICZO

*Zarys treści:* W artykule przedstawiono przykład analizy GIS wykorzystującej cyfrową bazę danych zgromadzonych dla obszaru prognozy Pogórza Karpackiego między Rabą a Uszwicą. W wyniku analizy map cyfrowych: hipsometrycznej, głównych elementów rzeźby, zlewni elementarnych, struktury użytkowania ziemi i sposobu uprawy otrzymano mapy: naturalnych i antropogenicznych uwarunkowań morfodynamiki.

*Słowa kluczowe:* Geograficzne Systemy Informacyjne, morfodynamika, Pogórze Karpackie.

*Key words:* Geographical Information Systems, morphodynamics, Carpathian Foothills.

### 1. Wstęp

Środowisko przyrodnicze jest zespołem elementów wzajemnie uwarunkowanych. Rzeźba oraz litologia są elementami najbardziej stabilnymi a zarazem różnicującymi przebieg procesów morfogenetycznych (Gil, 1978). Rodzaj i natężenie procesów morfo-genetycznych są istotnymi czynnikami decydującymi o przydatności danego obszaru dla różnych form działalności gospodarczej. Na intensywność procesów morfogenetycznych wpływają takie cechy rzeźby, jak: wysokość bezwzględna, wysokość względna, ekspozycja i nachylenie stoków, wzajemny układ form terenu. Cechy ukształtowania terenu stwarzają zróżnicowane warunki dla rolnictwa, pod zabudowę, jako tereny przemysłowe czy wypoczynkowe. Szczególnie istotny związek zachodzi pomiędzy dynamiką procesów rzeźbotwórczych a gospodarką rolą. Stosując terminologię geomorfologiczną powiemy, że od cech morfometrycznych terenu oraz od rodzaju i natężenia procesów morfogenetycznych zależy sposób użytkowania ziemi, a nawet

technika uprawy gruntu. Aby wskazać, które typy rzeźby stwarzają lepsze, a które gorsze warunki dla rozwoju rolnictwa, analizie poddaje się mapy geomorfologiczne i morfodynamiczne. Wynikiem analizy jest wykazanie przydatności rolniczej obszarów o różnym typie rzeźby (Starkel, 1975). Typologią i oceną środowiska geograficznego dla potrzeb planów zagospodarowania przestrzennego zajmowali się nie tylko geomorfolodzy, ale również gleboznawcy i rolnicy. Przykładem opracowań regionalnych o środowisku przyrodniczym, w którym gospodaruje człowiek, są prace L. Starkla (1972, 1975, 1978), E. Gila (1978), opracowanie pod redakcją L. Kaszowskiego (1995) oraz rozprawa M. Drużkowskiego (1998). Charakterystykę obszarów o różnym stopniu zagrożenia erozją gleb, różnym stopniu przydatności dla rolnictwa i trudności uprawy przeprowadzali L. Starkel (1954), K. Reniger (1959), K. Figuła (1960), L. Roszkówna (1962), R. Truszkowska, W. Gąsiewicz (1963), S. Bobrowiec i inni (1968), K. Dubel (1980), J. Balon, H. Malara (1981), M. Klimaszewski (1981), T. Bartkowski (1986), R. Racinowski (1987), D. Sołowiej (1987) oraz A. Richling (1993). Przykładem prac, w których dokonuje się oceny terenu dla potrzeb budownictwa i komunikacji poprzez określenie warunków sprzyjających danemu typowi zabudowy i prowadzeniu tras komunikacyjnych, są opracowania: T. Bartkowskiego (1977), M. Klimaszewskiego (1981), H. Tomczyka (1984) oraz R. Racinowskiego (1987). Istotną trudnością przy analizie map waloryzacyjnych jest fakt, że w tym samym miejscu mogą występować czynniki zwiększające dynamikę procesów, jak i czynniki hamujące. Dlatego trzeba je potraktować łącznie. Takie możliwości stwarza GIS (Widacki, 1999). Warunkiem jest jednak posiadanie cyfrowej bazy danych w postaci: map geomorfologicznych i mapy struktury użytkowania ziemi.

W artykule tym przedstawiono przykład analizy wykorzystującej cyfrową bazę danych zgromadzonych w obszarze prognozy Pogórza Karpackiego między Rabą a Uswicą. Analiza ta zmierza do uzyskania oceny dynamiki procesów morfogenetycznych z punktu widzenia przydatności obszaru dla różnych form gospodarczej działalności człowieka.

## 2. Baza danych

Bazę danych stanowi siedem map cyfrowych sporządzonych dla fragmentu obszaru Pogórza Karpackiego między Rabą a Uswicą. Analizę map przeprowadzono przy pomocy programów: IDRISI for WINDOWS v.1.0 i ARC/INFO v.3.4D Plus oraz arkusza kalkulacyjnego EXCEL.

Punktem wyjścia był cyfrowy model wysokości (*Digital Elevation Model, DEM*) o rozdzielczości 5 m, wykonany na podstawie mapy poziomicowej w skali 1:10 000. Pochodną cyfrowego modelu wysokości były mapy nachyleń i ekspozycji. Mapy zlewni elementarnych i głównych form rzeźby terenu wykonano na podkładzie mapy poziomicowej w skali 1:10000. Mapy dokumentujące strukturę i sposób użytkowania ziemi uzyskano poprzez kartowanie terenowe na podkładzie mapy topograficznej w skali 1:10000. Mapy zlewni elementarnych, głównych elementów rzeźby i struktury użytkowania ziemi zdigitalizowano w programie ARC/INFO. Mapy prezentowane w niniejszej publikacji odnoszą się jedynie do fragmentu obszaru Pogórza Karpackiego położonego w rejonie Stacji Naukowej Instytutu Geografii UJ w Łazach koło Bochni.

### 3. Założenia

Pogórze Wiśnickie jest typowym regionem rolniczym. Region ten, poddany od dawna presji rolniczej i będący potencjalnie terenem dalszej intensywnej eksploatacji, stanowi interesujący obszar dla prognozowania skutków rolniczej działalności człowieka. Przyjęto założenie, że o dynamice procesów morfogenetycznych decydują rzeźba (naturalne uwarunkowania morfodynamiki) oraz sposób zagospodarowania (antropogeniczne uwarunkowania morfodynamiki). Szczegółowe założenia przyjęto na podstawie wyników prac prowadzonych w Stacji Naukowej IG UJ w Łazach.

#### 3.1. Naturalne uwarunkowania morfodynamiki

Rzeźbę progórze cechuje dojrzałość, wyrażająca się występowaniem wyrównanych wierzchołków, stoków o małym nachyleniu, niecek i szerokich den dolin. Każdy z elementów rzeźby (wierzchołki, stoki, dno doliny) opisać można za pomocą parametrów morfometrycznych, cech pokryw, właściwości gleb oraz parametrów mikroklimatycznych. Za elementy przestrzennie niezróżnicowane uznano, z pewnym uproszczeniem:

- pokrywy – dominacja pyłowych utworów lessopodobnych,
- gleby – przewaga gleb pługowych,
- warunki klimatyczne – cały obszar położony jest w obrębie tego samego piętra klimatycznego – umiarkowanie ciepłego (Hess, 1965).

Zagadnienie długości i kształtu stoków pominięto w rozważaniach, zakładając, że przy danym opadzie nie ma prostej zależności pomiędzy długością stoku a wielkością erozji (Bryan, Poesan, 1989; Święchowicz, 1998). Przyjęto za to, że wraz ze wzrostem nachylenia stoku rośnie natężenie procesów erozji (Gil, 1978). Założono, że stoki o ekspozycji zachodniej podlegają intensywniejszej deflacji niż pozostałe, a stoki o ekspozycji południowej podlegają intensywniejszemu splukiwaniu w okresie wiosennym oraz poddane są intensywniejszej erozji przez zwierzęta ryjące niż stoki pozostałe (Paleczna, 1995; Izmań, 1995a,b; Święchowicz, 1998, 1999). Uznano zatem, że stoki o ekspozycji południowej, południowo-zachodniej i zachodniej podlegają intensywniejszemu modelowaniu przez procesy morfogenetyczne niż stoki o ekspozycji północnej, północno-wschodniej i wschodniej. Najintensywniej modelowaną formą rzeźby są zatem stoki, mniej intensywnie modelowane są dna dolin, a najmniej wierzchołki. Na przekształcanie den dolin mają wpływ procesy fluwialne, jak również procesy stokowe, stąd założenie o większej dynamice procesów w dnach dolin niż na wierzchołkach.

#### 3.2. Antropogeniczne uwarunkowania morfodynamiki

Elementami i cechami modyfikującymi rodzaj oraz natężenie procesów morfogenetycznych są: struktura użytkowania ziemi, sposób uprawy oraz rozdrobnienie gruntów. Przyjęto, że największe natężenie erozji występuje na stokach użytkowanych jako grunty orne, mniejsze na łąkach a bardzo małe w obszarach leśnych (Słupik, 1981, 1986;

Gil, 1986). Za pole podstawowe, dla którego określono dominujący sposób uprawy i gęstość działek rolnych, przyjęto zlewnię elementarną. We współczesnych badaniach morfodyna-micznych właśnie zlewnia traktowana jest jako podstawowa jednostka badawcza, w której odbywa się ukierunkowany obieg materii i energii. Przyspieszenie obiegu następuje poprzez orkę wzdłuż stoku, na którym jest wiele działek rolnych (znaczne rozdrobnienie gruntów), zaś zwolnienie tempa procesów następuje przy orce w poprzek stoku. Uznano, że największe natężenie procesów morfogenetycznych cechuje grunty orne, gdzie występuje duża liczba poletek położonych zgodnie ze spadkiem.

Opierając się na wymienionych wyżej założeniach, wyznaczono obszary o różnej potencjalnej dynamice uwarunkowanej antropogenicznie.

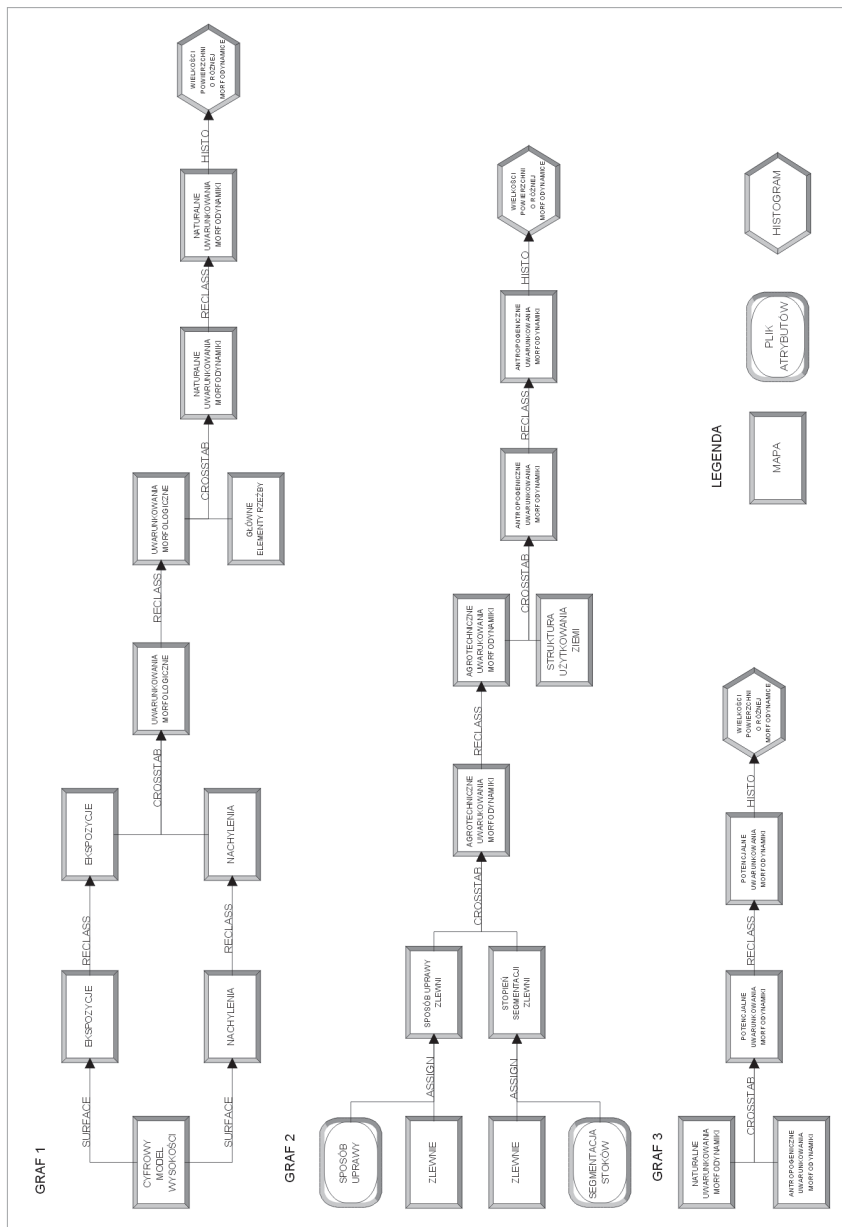
#### 4. Analiza map cyfrowych – tok postępowania

Pierwszym krokiem było wyznaczenie obszarów o różnej potencjalnej dynamice procesów morfogenetycznych, uwarunkowanych parametrami rzeźby (ryc. 1: graf 1). Wartości progowe klas przyjęto na podstawie wyników dotychczasowych badań przeprowadzonych w Stacji Naukowej IG UJ w Łazach (Izmańłow, 1995a,b; Święchowicz, 1998, 1999; Pietrzak, 1998, 2000). Za pomocą modułu SURFACE obliczono nachylenie i ekspozycję dla każdego piksela cyfrowego modelu wysokości. Następnie wykonano reklasyfikację (moduł RECLASS) powstałych map, czyli przypisano jedną wartość liczbową wszystkim pikselom o wartościach mieszczących się w zdefiniowanym przedziale. W wyniku tego otrzymano mapę ekspozycji z dwiema klasami: SW i NE i mapę nachyleń z trzema klasami: 0-4°, 4-8° i powyżej 8° (ryc. 2: mapa 2 i 3). Następnie utworzono nową mapę z klasami, które są kombinacjami wszystkich klas na mapach wejściowych (nachyleń i ekspozycji) (moduł CROSSTAB) i poddano ją reklasyfikacji (moduł RECLASS) do czterech klas (tab.1).

Tab. 1. Wpływ parametrów rzeźby na natężenie procesów morfogenetycznych

Table 1. The influence of relief development parameters on the intensity of morphogenetic processes

Klasa	Warunki morfologiczne	Kryteria
1	Nie sprzyjające modelowaniu	Ekspozycja N, E i nachylenie 0 - 4°
2	Sprzyjające słabemu modelowaniu	Ekspozycja S, W i nachylenie 0 - 4° Ekspozycja N, E i nachylenie 4 - 8°
3	Sprzyjające umiarkowanemu modelowaniu	Ekspozycja S, W i nachylenie 4 - 8° Ekspozycja N, E i nachylenie > 8°
4	Sprzyjające intensywnemu modelowaniu	Ekspozycja S, W i nachylenie > 8°



Ryc. 1. Procedura tworzenia map naturalnych i antropogenicznych uwarunkowań morfodynamiki

Fig. 1. Procedure leading to the map showing natural and anthropogenic conditions for relief dynamics

Ponownie użyto modułu CROSSTAB i RECLASS, aby z połączenia treści map nachyleń i ekspozycji oraz mapy głównych elementów rzeźby (ryc. 3: mapa 4) uzyskać mapę naturalnych uwarunkowań morfodynamiki (tab. 2 i ryc. 4: mapa 5).

Tab. 2. Udział obszarów o różnej potencjalnej morfodynamice uwarunkowanej naturalnie

Table 2. Areas displaying different morphodynamic potential due to natural conditions

Nr klasy	Warunki morfologiczne	Kryteria wydzielenia klas	Obszar %
1	Sprzyjające słabemu modelowaniu	Wierzchowiny, stoki o ekspozycji N, E i nachyleniu $< 8^{\circ}$ , stoki o ekspozycji S, W i nachyleniu $0-4^{\circ}$	34
2	Sprzyjające umiarkowanemu modelowaniu	Dna dolin, stoki o ekspozycji S, W i nachyleniu $4-8^{\circ}$ , stoki o ekspozycji N, E i nachyleniu $> 8^{\circ}$	55
3	Sprzyjające intensywnemu modelowaniu	Stoki o ekspozycji S, W i nachyleniu $> 8^{\circ}$	11

Kolejnym krokiem było utworzenie mapy obszarów o różnej potencjalnej dynamice procesów morfogenetycznych uwarunkowanych gospodarką rolną (ryc. 1: graf 2). Wykorzystano mapę z czterema typami użytkowania ziemi (lasy, łąki, grunty orne, tereny zabudowane; ryc. 3: mapa 6). Uznano, iż oprócz struktury użytkowania ziemi istotne znaczenie dla rodzaju i natężenia procesów morfogenetycznych mają zabiegi agrotechniczne. Jako podstawę wydzielenia klas przyjęto trzy sposoby uprawy (orka wzdłuż stoku, orka w poprzek stoku, typ mieszany) oraz trzy klasy rozdrobnienia gruntów (do 125, od 125 do 175, powyżej 175 działek/km<sup>2</sup>). Dane dotyczące sposobu uprawy i gęstości działek rolnych w każdej ze zlewni elementarnych zapisane zostały w plikach atrybutów. Moduł ASSIGN umożliwia przypisanie wartości atrybutów konkretnym obiektom (zlewniom), na podstawie ich identyfikatora. Wynikiem tej operacji są mapy przedstawiające dominujący sposób uprawy i gęstości działek rolnych w zlewniach, które wykorzystano do wykonania mapy agrotechnicznych uwarunkowań morfodynamiki (ryc. 3: mapa 7) (CROSSTAB). Ponowne zastosowanie modułu CROSSTAB do połączenia treści map: agrotechnicznych uwarunkowań morfodynamiki i użytkowania ziemi pozwoliło na uzyskanie mapy obszarów o różnej potencjalnej morfodynamice uwarunkowanej antropogenicznie, którą poddano reklasyfikacji do pięciu klas (tab. 3 i ryc. 4: mapa 8).

Ostatnim etapem było utworzenie mapy obszarów o różnej podatności na modelowanie z uwzględnieniem naturalnych i antropogenicznych uwarunkowań (ryc. 1: graf 3). Połączono treści map naturalnych i antropogenicznych uwarunkowań morfodynamiki (CROSSTAB i RECLASS). W efekcie uzyskano czteroklasową mapę, na której zaznaczają się obszary o różnym stopniu dynamiki procesów morfogenetycznych.

Tab. 3. Udział obszarów o różnej potencjalnej morfodynamice uwarunkowanej antropogenicznie  
 Table 3. Areas displaying different morphodynamic potential due to anthropogenic conditions

Nr klasy	Antropogeniczne warunki morfodynamiczne	Podstawy wydzielania klas	Obszar %
1	Nie sprzyjające modelowaniu	lasy	20
2	Sprzyjające słabemu modelowaniu	Ląki < 175 działek/ km <sup>2</sup> , zarośla krzaczaste i zadrzewienia śródpolne	15
3	Sprzyjające umiarkowanemu modelowaniu	Ląki > 175 działek/ km <sup>2</sup> grunty orne <175 działek /km <sup>2</sup> , orka w poprzek stoku	24
4	Sprzyjające intensywnemu modelowaniu	Grunty orne, >175 działek /km <sup>2</sup> , orka wzdłuż stoku,	33
5	Obszary zabudowane		8

Na jej podstawie można również wnioskować, w których obszarach człowiek w istotny sposób może powodować intensyfikację procesów, a tym samym oddziaływać na obieg energii i materii (tab. 4 i ryc. 4: mapa 9).

Na podstawie każdej z wynikowych map: naturalnych uwarunkowań morfody-

Tab. 4. Udział obszarów o różnej potencjalnej morfodynamice uwarunkowanej naturalnie i antropogenicznie

Table 4. Areas displaying different morphodynamic potential due to natural and anthropogenic conditions

Nr klasy	Potencjalne warunki morfodynamiczne	Klasy naturalnych i antropogenicznych uwarunkowań morfodynamiki	Obszar %
1	Nie sprzyjające modelowaniu	1/1, 2/1, 1/2	20
2	Sprzyjające słabemu modelowaniu	3/1, 2/2, 1/3	20
3	Sprzyjające umiarkowanemu modelowaniu	4/1, 3/2, 2/3	31
4	Sprzyjające intensywnemu modelowaniu	4/2, 3/3, 4/3	21
5	Obszary zabudowane	5/1, 5/2, 5/3	8

na-miki, antropogenicznych uwarunkowań morfodynamiki i potencjalnych warunków morfodynamicznych uzyskano informacje dotyczące procentowego udziału powierzchni o różnym stopniu dynamiki procesów morfogenetycznych w ogólnej powierzchni obszaru (tab. 2, 3, 4), (moduł HISTO).

## 5. Wnioski

Naturalne warunki morfodynamiczne sprzyjające intensywnemu modelowaniu występują na 11% analizowanego obszaru. Przeważają obszary umiarkowanie podatne na modelowanie, które stanowią aż 55%. Jest to zgodne z wynikami badań stacjonarnych, prowadzonych w obszarze Pogórza, w których podkreślono dużą stabilność i małe natężenie procesów morfogenetycznych tego obszaru (Krzemień, 1995; Krzemień, Sobiecki, 1998; Drużkowski, 1998; Świąchowicz, 1999). Tereny nie sprzyjające modelowaniu występują w obszarach większych kompleksów leśnych oraz tam, gdzie zachował się szachownicowy układ pól.

Człowiek, poprzez swoją działalność, wpływa na powiększanie się terenów podlegających intensywnemu modelowaniu. Na 33% analizowanej powierzchni użytkowanie ziemi jako gruntów ornych, znaczna fragmentacja stoków (ponad 175 działek/km<sup>2</sup>) i orka zgodnie ze spadkiem przyczyniają się do wzrostu natężenia procesów morfogenetycznych. Są to obszary od dawna zasiedlone i użytkowane przez człowieka, gdzie przetrwał łanowy układ gruntów, powstały przy wsiach typu łańcuchówek.

Ogólnie, mała naturalna potencjalna morfodynamika i dopasowanie gospodarki człowieka do warunków lokalnych powodują, że aż na 40% powierzchni istnieją warunki nie sprzyjające modelowaniu. Intensywne modelowanie może zachodzić na 21% powierzchni obszaru. Zważywszy, że jest to region typowo rolniczy, od dawna zasiedlony przez człowieka, możemy wnioskować o dobrym przystosowaniu sposobu gospodarowania do typu i cech rzeźby.

## Literatura

- Bryan R.B., Poesen J., 1989, *Laboratory experiments on influence of slope length on runoff, percolation and rill development*, John Wiley & Sons, [vide Gil, 1998].
- Balon J., Malara H., 1981, *Fizycznogeograficzna metoda oceny zagrożenia gleb przez erozję*, Zesz. Nauk. UJ, Prace Geogr., 71.
- Bartkowski T., 1977, *Wprowadzenie do fizjografii osadnictwa*, PWN, Warszawa.
- Bartkowski T., 1986, *Zastosowanie geografii fizycznej*, PWN, Warszawa.
- Bobrowiec S., 1968, *Ocena przyrodniczych podstaw rolnictwa dla potrzeb planowania przestrzennego*, Biul. KPZK PAN, 50.
- Drużkowski M., 1998, *Współczesna dynamika, funkcjonowanie i przemiany krajobrazu Pogórza Karpackiego (Studium geoekologiczne w zlewni reprezentatywnej)*, Wyd. UJ, Kraków.
- Dubel K., 1980, *Podstawy wykorzystania zasobów i walorów środowiska geograficznego dla potrzeb rozwoju społeczno-gospodarczego regionu na przykładzie województwa opolskiego*, Prace i Studia



- Figuła K. 1960, *Erozja w terenach górskich*, Wiad. IMUZ, 1, 4.
- Gil E., 1978, *Typologia środowiska obszarów górskich w skali szczegółowej w świetle badań w rejonie Szymbarku*, Prace Geogr. IGiPZ PAN, 125.
- Gil E., 1986, *Rola użytkowania ziemi w przebiegu sphywu powierzchniowego i sptukiwania na stokach fliszowych*, Przegl. Geogr., 58, 1-2.
- Gil E., 1998, *Wpływ długości stoku na rozmiary sphywu powierzchniowego i sptukiwania* [w:] *Funkcjono-wanie i tendencje rozwoju geosystemów Polski*, Mater. IX Symp. Zinteg. Monit. Środow. Przyr., Szczecinek-Storkowo 2-5.09.1998, Bibl. Monit. Środow., PIOŚ, Warszawa.
- Hess M., 1965, *Piętra klimatyczne w polskich Karpatach Zachodnich*, Zesz. Nauk. UJ, Prace Geogr., 11.
- Izmańłow B., 1995a, *Warunki anemologiczne Pogórza Karpackiego w rejonie Bochni w latach 1989-1992 i ich znaczenie dla procesów eolicznych* [w:] L. Kaszowski (red.), *Struktura i funkcjonowanie środowiska przyrodniczego progmu Karpat*, Zesz. Nauk. UJ, Prace Geogr., 100.
- Izmańłow B., 1995b, *Wstępne wyniki badań nad eolicznym obiegiem materii w progowej części Pogórza Karpackiego koło Bochni* [w:] L. Kaszowski (red.), *Dynamika i antropogeniczne przeobrażenia środowiska przyrodniczego progmu Karpat między Rabą a Uszwicą*, Inst. Geogr. UJ, Kraków.
- Kaszowski L., 1995, *Struktura i funkcjonowanie systemów fizyczno-geograficznych progmu Karpat* [w:] L. Kaszowski (red.), *Dynamika i antropogeniczne przeobrażenia środowiska przyrodniczego progmu Karpat pomiędzy Rabą a Uszwicą*, Inst. Geogr. UJ, Kraków.
- Kaszowski L., Tutaj A., 1995, *Struktura zlewni progmu Pogórza Karpackiego między Rabą a Uszwicą* [w:] L. Kaszowski (red.), *Dynamika i antropogeniczne przeobrażenia środowiska przyrodniczego progmu Karpat między Rabą a Uszwicą*, Inst. Geogr. UJ, Kraków.
- Klimaszewski M., 1981, *Geomorfologia*, PWN, Warszawa.
- Klimaszewski M., 1960, *Problematyka szczegółowej mapy geomorfologicznej i jej znaczenie praktyczne*, Przegl. Geogr. 32.
- Krzemień K., 1995, *Odrowadzanie materiału rozpuszczonego i zawiesiny z pogórskich zlewni Starej Rzeki i Dworskiego Potoku w latach 1993-1995* [w:] L. Kaszowski (red.), *Dynamika i antropogeniczne przeobrażenia środowiska przyrodniczego progmu Karpat między Rabą a Uszwicą*, Inst. Geogr. UJ, Kraków.
- Krzemień K., Sobiecki K., 1998, *Transport of dissolved and suspended matter in small catchments of the Wieliczka Foothills near Łazy* [w:] W. Chelmski (red.), *The Carpathian Foothills Marginal Zone. Man and Environment*, Prace Geogr. Inst. Geogr. UJ, 103.
- Palczna M., 1995 *Wpływ morfologicznej działalności kreta na rozwój pogórskich stoków w okolicy Łazów* [w:] L. Kaszowski (red.), *Dynamika i antropogeniczne przeobrażenia środowiska przyrodniczego progmu Karpat między Rabą a Uszwicą*, Inst. Geogr. UJ, Kraków.
- Pietrzak M., 1998, *Development of settlement and farming from the neolithic period to date in the marginal zone of the Carpathian Foothills between the Raba and Uszowica rivers* [w:] W. Chelmski (red.), *The Carpathian Foothills Marginal Zone. Man and Environment*, Prace Geogr., Inst. Geogr. UJ, 103.
- Pietrzak M., 2000, *Antropogeniczne przemiany warunków morfodynamicznych zlewni progmu Pogórza Karpackiego między Rabą a Uszwicą*, praca dokt., Dział Rękopisów Bibl. Jagiell., Kraków.
- Racinowski R., 1987, *Wprowadzenie do fizjografii osadnictwa*, PWN, Warszawa.
- Reniger A., 1959, *Zagadnienie erozji gleb w Polsce*. Prace i St. Kom. Gosp. Wodn. PAN, 2, 1.
- Richling A. (red.), 1993, *Metody szczegółowych badań geografii fizycznej*, PWN, Warszawa.

- Roszkówna L., 1962, *Zagadnienie erozji w województwie bydgoskim w świetle mapy geomorfologicznej*, Przegł. Geogr., 34, 4.
- Słupik J., 1981, *Rola stoku w kształtowaniu odpływu w Karpatach fliszowych*, Prace Geogr. IGiPZ PAN, 142.
- Słupik J., 1986, *Ocena metod badań roli użytkowania ziemi w przebiegu sphywu wody i erozji gleb w Kar-patach*, Przegł. Geogr., 58, 1-2.
- Sołowiej D., 1987, *Podstawy metodyki oceny środowiska przyrodniczego człowieka*, Wyd. Nauk. UAM, Poznań.
- Starkel L., 1954, *Znaczenie mapy geomorfologicznej dla rolnictwa*, Przegł. Geogr., 26.
- Starkel L., 1972, *Charakterystyka rzeźby Polskich Karpat i jej znaczenie dla gospodarki ludzkiej*, Probl. Zagosp. Ziem Górsk., 10.
- Starkel L., 1975, *Rola typów rzeźby w użytkowaniu ziemi obszarów górskich na przykładzie polskich Karpat*, Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 162.
- Starkel L., 1978, *Studia nad typologią i oceną środowiska geograficznego Karpat i Kotliny Sandomierskiej*, Prace Geogr. IGiPZ PAN, 125.
- Święchowicz J., 1998, *Splukiwanie gleby na stoku eksperymentalnym w rejonie Łazów (Pogórze Wielickie) [w:] Funkcjonowanie i tendencje rozwoju geosystemów Polski*, Mater. IX Symp. Zinteg. Monit. Środow. Przynr., Szczecinek-Storkowo 2-5.09.1998, Bibl. Monit. Środow., PIOŚ, Warszawa.
- Święchowicz J., 1999, *Dynamika odprowadzania materiału ze zlewni pogórskiej (na przykładzie zlewni Starej Rzeki)*, praca dokt., Dział Rękopisów Biblioteki Jagiellońskiej, Kraków.
- Tomczyk H., 1984, *Opracowanie fizjograficzne do planów przestrzennego zagospodarowania gmin [w:] Opracowanie fizjograficzne w planach przestrzennego zagospodarowania województw, miast i gmin*, IKŚ, Warszawa.
- Truszkowska R., Gąsiewicz W., 1963, *Próba oznaczenia na mapach topograficznych w skali 1:25 000 terenów o różnym stopniu nachylenia jako elementu oceny przydatności użytkowania gleb*, Pam. Puław., 9.
- Widacki W., 1999, *Przemiany środowiska przyrodniczego zachodniej części Beskidów pod wpływem antropopresji*, Inst. Geogr. UJ, Kraków.

## APPLICATION OF GIS FOR MORPHODYNAMICS ASSESSMENT OF FARMLAND AREA

### Summary

Based on digital maps from the Carpathian Foothills (between the Raba and Uszwica rivers) GIS analysis was used to assess morphodynamic factors of relief development. A set of maps showing natural and anthropogenic conditions for relief development and transformation was created based on analysis of digital elevation model (DEM) maps of the main relief features, sub-catchments, land use patterns, and soil cultivation methods. In the first part of the paper the assumptions on the role of particular geographical features for relief development are presented. In the second

part, the procedure for developing the relief assessment map is presented. Even though the area has been used for agricultural purposes since the Neolithic period, the intensity of morphodynamic processes is still low. Agricultural practices are adapted to relief and spatial distribution of landforms.

