

OBLICZANIE WIELKOŚCI EROZJI WODNEJ GLEB NA OBSZARACH GÓRSKICH

Agnieszka KOWALCZYK

Instytut Melioracji i Użytków Zielonych, Małopolski Ośrodek Badawczy w Krakowie

Słowa kluczowe: erozja glebowa, GIS, równanie strat glebowych USLE, zlewnia górską

Streszczenie

W pracy przedstawiono sposób obliczenia masy erodowanej gleby na przykładzie zlewni Bystrzycy Dusznickiej z wykorzystaniem danych dostarczanych przez System Informacji Geograficznej (GIS). Posłużono się do tego celu opracowanym przez Wischeiera i Smitha równaniem strat glebowych – USLE. Obliczeń dokonano ze szczególnym uwzględnieniem pól uprawnych, które stanowią ok. 36% powierzchni rozpatrywanej zlewni. W obliczeniach ujęto następujące warianty użytkowania płużnego – uprawa w poprzek stoku oraz uprawa warstwicowa. Do obliczeń z zastosowaniem uniwersalnego równania strat glebowych wykorzystano program PARUSLE. Program ten wymaga przygotowania cyfrowych warstw tematycznych, między innymi wysokościowego modelu terenu, spadków terenu, rozmieszczenia rodzaju gleb i innych.

Na podstawie uzyskanych wyników stwierdzono, że maksymalne natężenie erozji wodnej gleb występuje na terenach użytkowanych rolniczo. Przeprowadzono też symulację, polegającą na zmianie sposobu wykorzystania upraw polowych, w wyniku której za najkorzystniejszą uznano uprawę pól wzdłuż warstw. Wprowadzenie tego sposobu uprawy może być bardzo trudne z uwagi na rozdrobnienie pól uprawnych.

Aby zmniejszyć erozję wodną gleb, należy właściwie rozmieszczać elementy liniowe: granice dzielące różnie wykorzystywane grunty, miedze, polne drogi wszystkich klas itp. Rozmieszczenie ich bez uwzględnienia urzeźbienia terenu oraz kierunku spływu – to jedna z istotnych przyczyn erozji wodnej.

WSTĘP

Erozja wodna gleb na terenach górskich jest ważnym problemem gospodarczym. Powoduje ona silną degradację środowiska przyrodniczego. Szacuje się, że

Adres do korespondencji: mgr inż. A. Kowalczyk, Małopolski Ośrodek Badawczy IMUZ, ul. Ułanów 21b, 41–450 Kraków; tel. +48 (12) 411–81–46, e-mail: imuzkrak@kki.pl

zjawisko to występuje na ok. 60% powierzchni obszarów górskich Karpat i jest w znacznej mierze spowodowane nieodpowiednim użytkowaniem ziemi, jak również nieprawidłowym rozmieszczeniem gruntów ornych. Zmywy z gruntów ornych są wielokrotnie większe niż z użytków zielonych oraz lasów [FIGUŁA, 1962; GERLACH, 1966; JAGŁA, 1965; PROCHAL, 1964]. Z badań prowadzonych w Szymbarku wynika, że w warunkach rocznej sumy opadów, wynoszącej 680 mm, masa erodowanej gleby ze stoku wynosi 74 241 kg·ha⁻¹ rocznie z upraw ziemniaków, 108 kg·ha⁻¹ – z upraw zbóż, 51 kg·ha⁻¹ – z użytków zielonych, a 0,2 kg·ha⁻¹ z lasu [STARKEL i in., 1978]. Sposób uprawy ziemi ma zasadniczy wpływ na występowanie i natężenie procesów erozyjnych. W Karpatach roczne zmywy gleb mieszczą się w zakresie 50–150 m³·km⁻² [STARKEL, 1972; TWARDY, 1993]. W Małych Pieninach stwierdzono, że na stoku z tarasowym układem pól zmywy gleby z powierzchni zaoranej przekraczały 30 000 kg·ha⁻¹ w ciągu roku, podczas gdy z użytków zielonych wynosiły 7 kg·ha⁻¹ [GERLACH, 1966].

Proces przemieszczania gleby występuje również na powierzchniach zadarnionych, zwłaszcza w warunkach ich nieracjonalnego wykorzystania. W Sudetach bardziej narażone na erozję wodną okazały się pastwiska niż łąki [FATYGA, 1978].

W miarę wzrostu wysokości terenu n.p.m. zmniejsza się miąższość profilu glebowego, zwiększa natomiast udział części szkieletowych. Kierunek zmian zakwaszenia gleb oraz ich wyjałowienia z przyswajalnych składników pokarmowych jest taki sam. Dlatego też właściwości agroekologiczne gleb górskich mają ścisły związek ze wzniesieniem terenu n.p.m. oraz nachyleniem stoku [BOGUCKA, 1968; CZEMERDA, 1967].

Określenie wielkości erozji wodnej gleb nabiera obecnie znaczenia. Zmieniają się bowiem warunki gospodarowania na obszarach górskich i zwiększa udział trwałej okrywy darniowo-leśnej. Przyczynia się do tego realizowany od 2004 r. plan rozwoju obszarów wiejskich (PROW), mający na celu poprawę jakości środowiska oraz ograniczenie erozji wodnej gleb górskich poprzez pomoc finansową rolnikom.

Celem pracy było określenie ilości erodowanej gleby w zlewni Bystrzycy Dusznickiej o znanej strukturze użytkowania ziemi. Analizy erozji glebowej w zlewni dokonano z wykorzystaniem Systemu Informacji Geograficznej (GIS). System ten służy do gromadzenia, obróbki i wizualizacji wszystkich danych geograficznych [KISTOWSKI, IWAŃSKA, 1997]. Przedmiotem przetwarzania i analiz są dane geograficzne, które mają trzy zasadnicze właściwości:

- informację przestrzenną o danym obiekcie,
- cechę diagnozowanego obiektu (nieprzestrzenny atrybut opisowy),
- informacje na temat zmienności w czasie i przestrzeni.

Podstawową częścią baz danych GIS są cechy obiektów, gdyż cyfrowy obraz nie charakteryzuje jego cech nieprzestrzennych. Dopiero powiązanie obiektu z jego atrybutami opisowymi stwarza możliwość dalszych analiz.

METODY BADAŃ

Do określenia procesów erozji wodnej niezbędne jest ilościowe wyznaczenie spływu powierzchniowego i przenieszonego wraz z nim materiału glebowego po każdym opadzie deszczu. Oceny przemieszczenia gleby w obrębie zlewni można dokonać, wykorzystując model USLE. Metoda ta bazuje na analogii między wielkością erozji występującej na badawczych poletkach standardowych długości 22,1 m, które są zlokalizowane na zboczu o nachyleniu 9%, do wielkości erozji na rozpatrywanym obszarze [BANASIK, GÓRSKI, 1991; NEARING i in., 1989].

Do analizy erozji glebowej wykorzystano model opracowany przez Wischeiera i Smitha. Przedstawia on średnie straty glebowe, przy czym zastosowane parametry w uniwersalnym równaniu strat glebowych (1) są wartościami średnimi dla wydzielonych zlewni i obszarów [WISCHEIER, SMITH, 1978]. Uniwersalne równanie strat glebowych ma postać:

$$E = R K L S C P \quad (1)$$

gdzie:

E – średnia z wielolecia roczna masa erodowanej gleby z jednostki powierzchni, $t \cdot km^{-2} \cdot rok^{-1}$.

Poszczególne elementy równania zostaną omówione poniżej.

Współczynnik R – średnia roczna erozyjność opadu i spływu (wyrażona w $Je \cdot rok^{-1}$; Je – tzw. jednostka erodowanej gleby); można ją obliczyć zgodnie z formułą:

$$R = Rr + Rs \quad (2)$$

gdzie:

Rr – erozyjność deszczów i wywołanych nimi spływów powierzchniowych, $Je \cdot rok^{-1}$;

Rs – erozyjność spływów roztopowych, $Je \cdot rok^{-1}$.

Parametr R określa się na podstawie wieloletniego monitoringu opadów. Oblicza się średnią roczną z wielolecia erozyjność deszczów i ich rozkład w ciągu roku [BANASIK, GÓRSKI, 1991].

Współczynnik K – podatność gleb na erozję, która zależy od jej składu granulometrycznego. Wartość współczynnika K można wyznaczyć z odpowiedniego nomogramu w modyfikacji Schwertmana i in. [BANASIK, GÓRSKI, 1991] lub wykorzystując wzór:

$$K = 2,77 \cdot 10^{-6} M^{1,14} (12 - OS) + 0,043(A - 2) + 0,033(D - 3) \quad (3)$$

gdzie:

- M – iloczyn procentowej zawartości ziaren 0,002–0,1 mm i ziaren 0,002–2,0 mm;
- OS – zawartość substancji organicznych, % (gdy $OS > 4,0\%$, przyjmuje się jej równe 4,0%);
- A – klasa struktury gleby;
- D – klasa przepuszczalności gleby.

Współczynnik L – charakteryzuje cechy zbocza i jest stosunkiem ilości wyerodowanej gleby z poletka o rozpatrywanej długości do ilości wyerodowanej gleby z poletka wzorcowego, gdy pozostałe warunki wpływające na intensywność tego procesu są identyczne. Jego wartość oblicza się wg wzoru (4).

Współczynnik S – charakterystyka spadku zbocza, będąca stosunkiem ilości wyerodowanej gleby z poletka o danym spadku do ilości wyerodowanej gleby z poletka wzorcowego o spadku 9%, gdy pozostałe warunki wpływające na intensywność procesu są identyczne.

$$LS = \left(\frac{\lambda}{22,1} \right)^m (0,065 + 0,0454s + 0,0065s^2) \quad (4)$$

gdzie:

- $\lambda = 0,5 \frac{DA}{Ls}$ – długość zbocza równa drodze spływu powierzchniowego, m;
- DA – powierzchnia zlewni, m²;
- Ls – długość wszystkich cieków w zlewni, m;
- s – spadek zbocza, %;
- m – wykładnik potęgowy zależny od spadku zbocza [STONE, HILBORN, 2000]:
 - $m = 0,2$, gdy $s \leq 1,0\%$;
 - $m = 0,3$, gdy $1,0 < s < 3,0\%$;
 - $m = 0,4$, gdy $3,0 \leq s < 5,0\%$;
 - $m = 0,5$, gdy $s \geq 5,0\%$.

Współczynnik C – stosunek ilości zmytej gleby z rozpatrywanego stoku z konkretną roślinnością i zabiegami pielęgnacyjnymi do ilości zmywów z identycznego stoku z czarnym ugiem i zabiegami prowadzonymi wzdłuż stoku.

Ochronna działalność roślin przed erozją zmienia się wraz z fenologicznymi fazami rozwoju roślin. W okresie siewów lub krótko po nich ilość wyerodowanej gleby jest znacznie większa niż w okresie pełnej wegetacji roślin.

Współczynnik P – stosunek ilości gleby zmytej ze stoku, gdy stosuje się zabiegi ograniczające erozję (tab. 1), do ilości zmywów z identycznego zbocza uprawianego wzdłuż spadku.

Tabela 1. Wartość współczynnika P dla różnych sposobów upraw (wg BANASIKA i GÓRSKIEGO [1991])**Table 1.** Coefficient P for various ways of farming (acc. to BANASIK and GÓRSKI [1991])

Sposób uprawy The method of cultivation	Współczynnik P Coefficient P
Wzdłuż stoku Along the slope	1,00
W poprzek stoku Across the slope	0,75
Na tarasach Terracing	0,50
Wstęgowy Strip cropping	0,37
Warstwiczny Contour	0,25

W celu obliczenia masy erodowanej gleby z jednostki powierzchni zlewni stworzono w języku C (Microsoft Visual C) program o nazwie PARUSLE [DACYL, PAWSKA, 2003], w którym wykorzystano uniwersalne równanie strat glebowych (ang. "Universal Soil Loss Equation" – USLE).

Innymi modelami wykorzystywanymi do obliczania masy erodowanej gleby są modyfikacje modelu USLE [BARRIOS, QUINONEZ, 2000; JIANGUO MA, 2001]. Obie te modyfikacje dotyczą zmiany sposobu obliczania iloczynu $L S$.

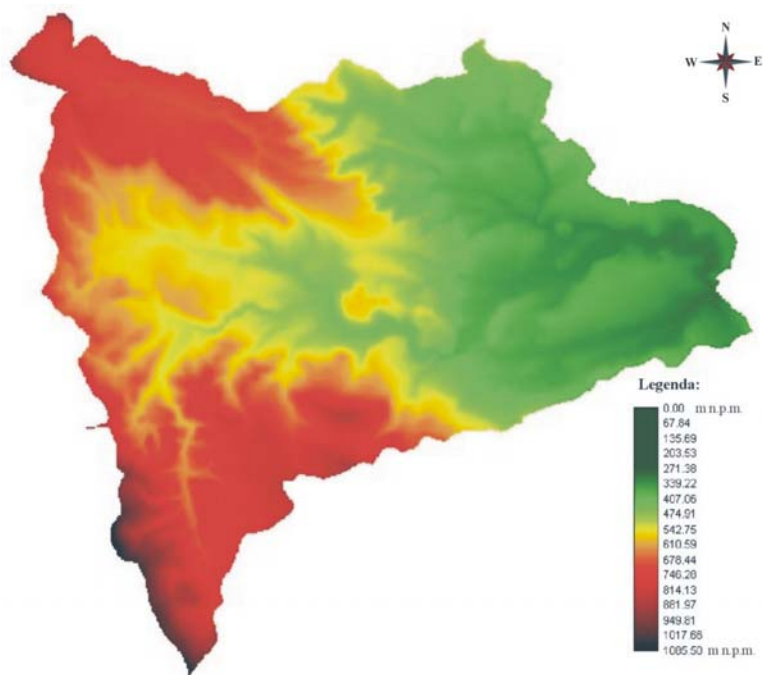
PRZYKŁAD OBLICZENIOWY

Do przykładowych obliczeń przyjęto zlewnię o urozmaiconej rzeźbie terenu, tj. zlewnię Bystrzycy Dusznickiej. Znajduje się ona na obszarze Kotliny Kłodzkiej, regionu położonego w południowo-zachodniej Polsce. Bystrzyca Dusznicka jest lewym dopływem Nysy Kłodzkiej o długości 33,0 km i powierzchni dorzecza wynoszącej 200,9 km². Rozpatrywany odcinek rzeki ma długość 31,5 km i powierzchnię zlewni równą 197,72 km². Jej dolna część jest stosunkowo płaska, górna zaś cechuje się dużym spadkiem, dochodzącym nawet do 45° (rys. 1, 2, tab. 2). Sieć hydrologiczna na tym terenie jest gęsta. Pokrycie i zagospodarowanie zlewni jest zróżnicowane (rys. 2). Do jego przedstawiania przyjęto oznaczenia cyfrowe zamieszczone w tabeli 3.

W celu przeprowadzenia obliczeń zlewnię podzielono na zlewnie cząstkowe i obszary bezpośredniego zasilania cieku (rys. 3).

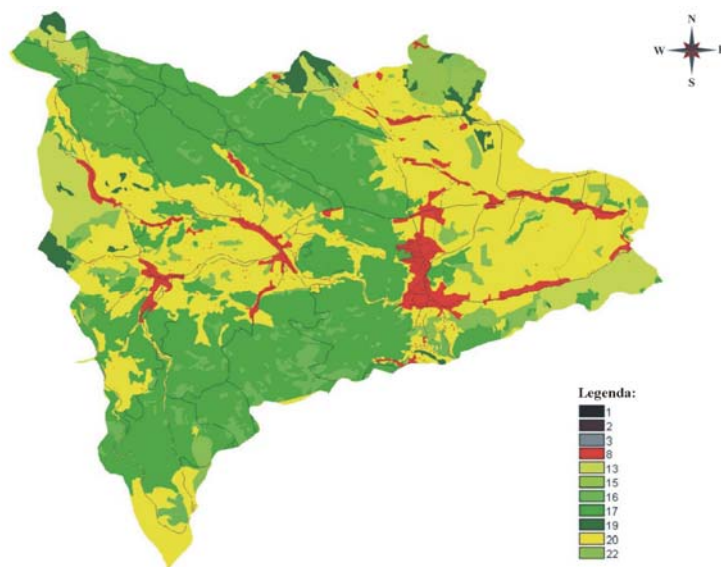
Program PARUSLE wykorzystuje wzory przedstawione powyżej (1–4). Do wzorów tych podstawia się średnie wartości parametrów wyznaczone na podstawie numerycznych warstw tematycznych. Obliczenia wykonuje się w odniesieniu do poszczególnych obszarów i zlewni cząstkowych oraz łącznie dla całej powierzchni zlewni Bystrzycy Dusznickiej.

Poszczególne elementy uniwersalnego równania strat glebowych wyznaczono w niżej opisany sposób.



Rys. 1. Numeryczny model wysokościowy

Fig. 1. Digital-altitude model



Rys. 2. Pokrycie i zagospodarowanie powierzchni zlewni

Fig. 2. Land cover and basin surface management

Tabela 2. Ogólna charakterystyka rozpatrywanej zlewni**Table 2.** General characteristics of the catchment basin

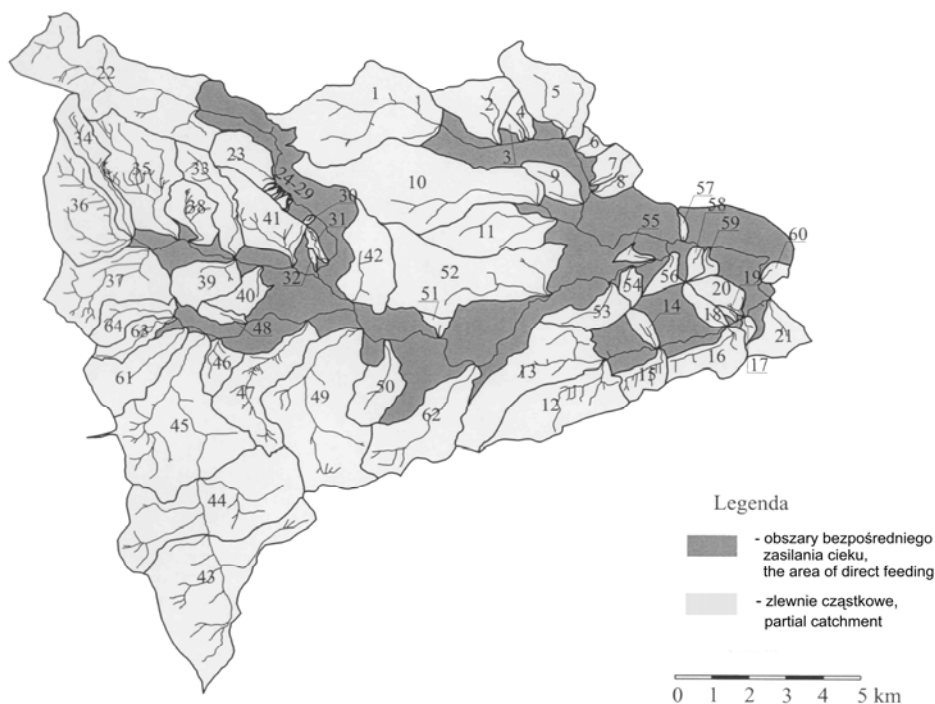
Parametr Parameter	Zlewnia cząstkowa Partial catchment	Obszar bezpośredniego zasilania The area of direct feeding
Powierzchnia, km ² Area, km ²	0,026–9,034	0,001–2,461
Średni spadek Average slope	0,02–0,16	0,01–0,13
Długość ciek, km The length of river course, km	0,32–13,58	0,03–4,62
Współczynnik K , t·km ⁻² ·Je ⁻¹ Coefficient K t, t·km ⁻² ·Je ⁻¹	10–30	10–30
Współczynnik C Coefficient C	0,01–0,39	0,00–0,41

Tabela 3. Oznaczenia elementów zagospodarowania powierzchni zlewni**Table 3.** Land management in the catchment basin

Oznaczenie cyfrowe Digital designation	Rodzaj pokrycia lub zagospodarowania Type of land cover or management
1	drogi asfaltowe lub betonowe asphalt or concrete roads
2	drogi brukowane cobbled roads
3	drogi szutrowe lub częściowo przepuszczalne gravel or partially permeable roads
8	zabudowa zwarta wiejska dense rural housing
13	pastwiska z niską trawą pastures with low grasses
15	krzewy lub chwasty bushes or weeds
16	rzadkie krzewy lub drzewa sparse bushes or trees
17	las szpilkowy coniferous forest
19	las mieszany mixed forest
20	polą uprawne – różne uprawy fields – various crops
22	łąki, polany leśne, trawniki meadows, forest glades, lawns

- Współczynnik R – przyjęto na podstawie dekadowego rozkładu erozyjności deszczów i roztopów w ciągu roku; jego wartość przyjęto równą 113,5 Je·km⁻².
- Współczynnik K (w t·km⁻²·Je⁻¹) obliczono jako średnią ważoną dla danego fragmentu, wg następującego wzoru:

$$K = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m (K_{i,j} a)}{L R a} \quad (5)$$



Rys. 3. Zlewnie cząstkowe i obszary bezpośredniego zasilania

Fig. 3. Partial catchments and the areas of direct feeding

gdzie:

- $K_{i,j}$ – wartość współczynnika K (wzór 3) dla rastra o współrzędnych (i, j) macierzy opisującej zlewnie cząstkowe lub obszary;
 - LR – liczba rastrów w danej zlewni cząstkowej lub na danym obszarze;
 - a – pole powierzchni rastra, m^2 ;
 - n – liczba wierszy macierzy opisującej zlewnie cząstkowe lub obszary;
 - m – liczba kolumn macierzy opisującej zlewnie cząstkowe lub obszary.
- Iloczyn LS – obliczono na podstawie wzoru (4).
 - Współczynnik P – przyjęto jako 1 (jest to wartość maksymalna, oznaczająca brak jakichkolwiek zabiegów przeciwerozryjnych).
 - Współczynnik C (niemianowany) – obliczono jako średnią ważoną wg następującego wzoru:

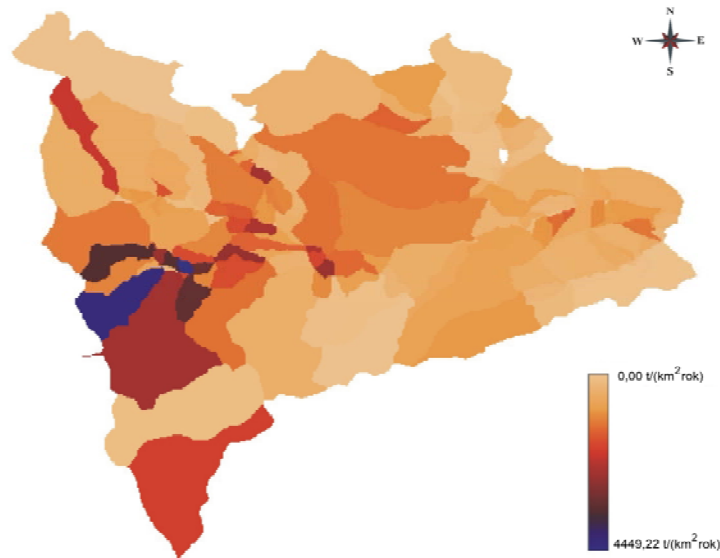
$$C = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m (C_{i,j} a)}{LRa} \quad (6)$$

gdzie:

$C_{i,j}$ – wartość zgodna z przyjętym kodem poszczególnych rodzajów pokrycia powierzchni zlewni (tab. 3) w rastrze o współrzędnych (i, j) ;

LR, a, n, m – jak pod wzorem (5).

Obliczono, że ilość masy erodowanej gleby z obszaru analizowanej zlewni wynosi: $178\,163,6 \text{ t}\cdot\text{rok}^{-1}$, czyli $901 \text{ t}\cdot\text{km}^{-2}\cdot\text{rok}^{-1}$. Zróżnicowanie erozji wodnej gleb w przestrzeni zlewni przedstawiono na rysunku 4., natomiast przyrost masy erodowanej gleby w odniesieniu do długości cieków głównych – na rysunku 5.



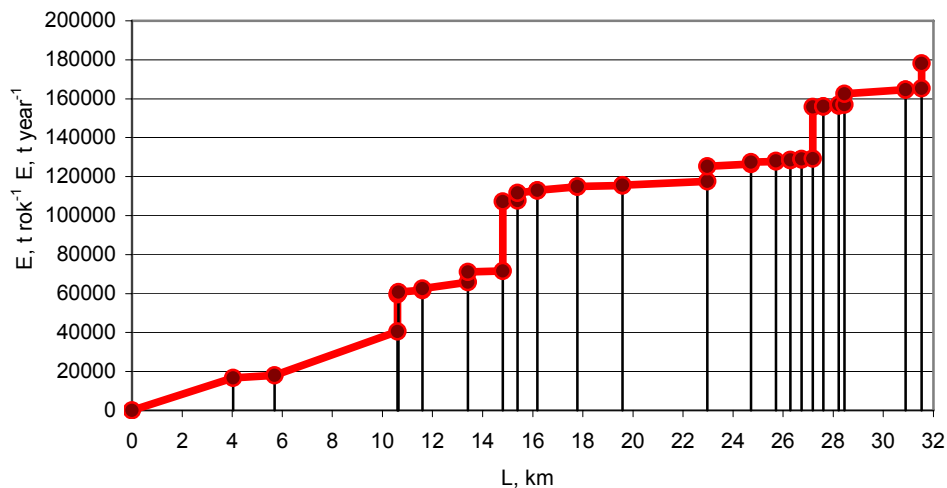
Rys. 4. Masa erodowanej gleby

Fig. 4. The mass of eroded soil

Uwzględniając fakt, że największa masa gleby podlega erozji na terenach użytkowanych rolniczo (zajmujących 36% ogólnej powierzchni zlewni), w dalszej części skupiono się na sposobie wykonywania upraw polowych. Aby ocenić wpływ sposobu uprawy na ilość erodowanej gleby, dokonano obliczeń dla następujących wariantów:

- uprawy tarasowe,
- uprawy warstwicowe.

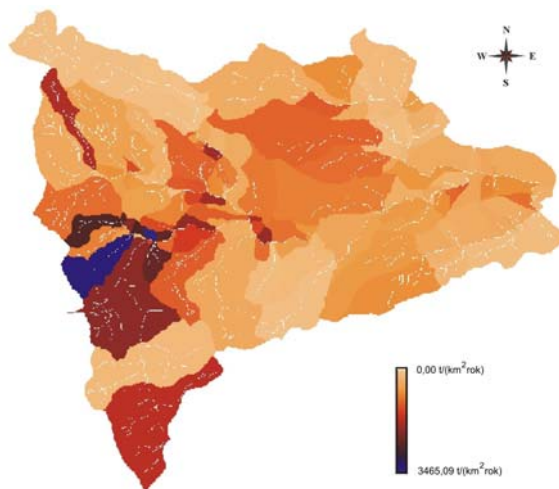
W zależności od sposobu wykonywania upraw wprowadzono odpowiednie wartości współczynników (tab. 1) i obliczono ilość masy erodowanej gleby. W warunkach ukształtowania tarasowego zboczy na terenach rolniczych stwierdzono, że ilość masy erodowanej gleby jest mniejsza o 11,07% w stosunku do wa-



Rys. 5. Przyrost masy erodowanej gleby na długości cieką głównego;
E – masa erodowanej gleby, *L* – długość cieką

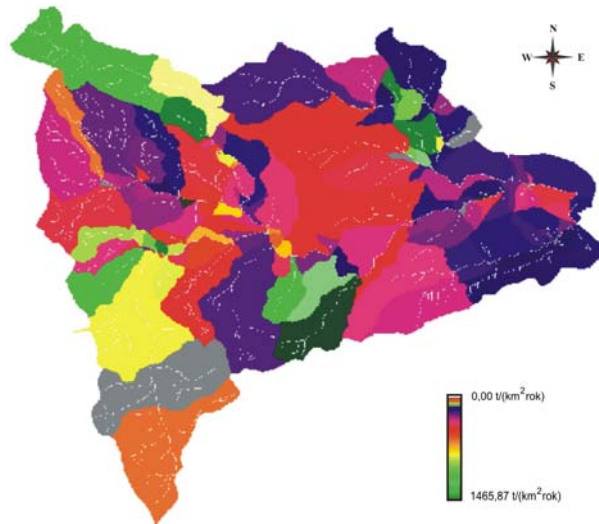
Fig. 5. An increase of the eroded soil mass along the main river course;
E – the mass of eroded soil, *L* – the length of river course

riantu bez zabiegów przeciwozyjnych ($P = 1,0$) i wynosi $158\,423,7\text{ t}\cdot\text{rok}^{-1}$, czyli $801,0\text{ t}\cdot\text{km}^{-2}\cdot\text{rok}^{-1}$ (rys. 6). W warunkach uprawy wzdłuż warstw stwierdzono, że ilość masy erodowanej gleby zmniejszyła się o 33,0% w porównaniu z wariantem bez zabiegów i wynosi $118\,943,7\text{ t}\cdot\text{rok}^{-1}$ tj. $601,0\text{ t}\cdot\text{km}^{-2}\cdot\text{rok}^{-1}$ (rys. 7).



Rys. 6. Masa erodowanej gleby warunkach uprawy tarasowej

Fig. 6. The mass of eroded soil under terrace cultivation



Rys. 7. Masa erodowanej gleby w warunkach uprawy wzdłuż warstwicy

Fig. 7. The mass of eroded soil under contour cultivation

PODSUMOWANIE

Zastosowana w niniejszym artykule metodyka WISCHEIERA i SMITHA [1978] jest szeroko stosowana w świecie. Do obliczeń z zastosowaniem uniwersalnego równania strat glebowych wykorzystano program PARUSLE. Program ten wymaga przygotowania cyfrowych warstw tematycznych, między innymi wysokościowego modelu terenu, spadków terenu, rozmieszczenia rodzaju gleb i in.

Na podstawie otrzymanych wyników zaobserwowano, że maksymalne natężenie erozji wodnej gleb występuje na terenach użytkowanych rolniczo. Dlatego też przeprowadzono symulację, polegającą na zmianie sposobu wykonywania upraw polowych. Stwierdzono, że najkorzystniejsza jest uprawa pól wzdłuż warstwicy (rys. 7). Wprowadzenie tego sposobu uprawy może być bardzo trudne z uwagi na rozdrobnienie pól uprawnych.

Aby zmniejszyć erozję wodną gleb, należy właściwie rozmieszczać elementy liniowe: granice dzielące różnie wykorzystywane grunty, miedze, polne drogi wszystkich klas itp. Rozmieszczenie ich bez uwzględnienia urzeźbienia terenu oraz kierunku spływu to jedna z istotnych przyczyn erozji wodnej. W celu określenia najbardziej korzystnych sposobów ich rozmieszczenia konieczna jest znajomość odpowiednich wskaźników hydrologicznych, zwłaszcza ilościowych. Są one istotne dla poznania zagrożenia erozją oraz charakteryzują poszczególne elementy liniowe.

LITERATURA

- BANASIK K., GÓRSKI D., 1991. Dokumentacja programu DR – USLE v 2.0. Warszawa ss. 53.
- BOGUCKA A., 1968. Współzależność między gospodarką a warunkami środowiska geograficznego w rejonie polskich Karpat (na przykładzie ziem górskich woj. krakowskiego). *Probl. Zagosp. Ziem Górsk.* z. 6.
- CZEMERDA J., 1967. Szata i pokrywa śnieżna w Karpatach Polskich. *Probl. Zagosp. Ziem Górsk.* z. 2.
- DACYL A., PAWSKA A., 2003. Ocena erozji glebowej w zlewni rzeki Bystrzycy Dusznickiej do przekroju projektowanego zbiornika retencyjnego. Kraków: PKrak. ss 141.
- FIGUŁA K., 1962. Podstawy projektowania melioracji przeciwezyjnych w górach i na pogórzu. *Wiad. IMUZ* t. 5 z. 1.
- FATYGA J., 1978. Procesy erozyjne na górskich użytkach zielonych. *Wiad. IMUZ* t. 12 z. 4 s. 253–270.
- GERLACH T., 1966. Współczesny rozwój stoków w dorzeczu górnego Grajczarka (Beskid Wysoki – Karpaty Zachodnie). *Pr. Geogr. IG PAN* nr 52 ss 111.
- JAGŁA S., 1965. Wstępne badania nad wielkością zmywu gleb w terenach podgórskich przy różnym ich pokryciu. *Wiad. IMUZ* t. 6 z. 3 s. 115–123.
- KISTOWSKI M., IWAŃSKA M., 1997. Systemy informacji geograficznej. Poznań: Bogucki Wydaw. Nauk. ss. 189.
- NEARING M. A., FOSTER G. R., LANE L. J., FINKNER S. C., 1989. A process-based soil erosion model for USDA-Water Erosion Prediction Project technology. *Am. Soc. Agricult. Eng.*
- PROCHAL P., 1964. Zwalczenie erozji liniowej w terenach górskich i podgórskich. *Wiad. IMUZ* t. 5 z. 1 s. 41–71.
- PROCHAL P., MAŚLANKA K., KORELESKI K., 2000. Ochrona środowiska przed erozją wodną. Kraków: Wydaw. AR ss. 126.
- STARKEL L., 1972. Charakterystyka rzeźby Polskich Karpat (i jej znaczenia dla gospodarki ludzkiej). *Probl. Zagosp. Ziem Górsk.* z. 10 ss. 125.
- STARKEL L., BAUMGART-KOTARBA M., MICHNA E., GIL E., POHL J., SŁUPIK J., ZAWORA T., 1978. Studia nad typologią i oceną środowiska geograficznego Karpat i Kotliny Sandomierskiej. *Pr. Geogr. IG PAN* nr 12.
- STONE R. P., HILBORN D., 2000. Universal soil loss equation (USLE). Ontario: Min. Agricult. Food Rural Affairs.
- SZCZEPANEK R., 1995. GIS supported flow indices extraction. W: *Procesy hydrologiczne w zlewni Mater. Międzyn. Konf. Nauk.* Kraków: Wydaw. PKrak.
- TWARDY S., 1993. Warunki przyrodnicze a użytkowanie ziemi w Karpatach. *Post. Nauk Rol.* nr 3 s. 51–60.
- WISCHEIER W. H., SMITH D. D., 1978. Predicting fall erosion losses – a guide to conservation planning. *U.S. Dep. Agricult. Agricult. Handb.* ss. 537.

*Agnieszka KOWALCZYK***ESTIMATION OF SOIL WATER EROSION MAGNITUDE IN THE MOUNTAIN AREAS***Key words: mountain catchments, GIS, USLE Soil Loss Equation, erosion***S u m m a r y**

The paper presents the method of estimation of the eroded soil mass, applying the data delivered by the Geographical Information System (GIS) – taking as an example the Bystrzyca Dusznicka mountain catchment. For this purpose Universal Soil Loss Equation – USLE of Wischeier and Smith was utilised for evaluation of soil mass with particular reference to agricultural land, which constituted of about 36% of analysed catchment area. The calculations were made for the different kinds of arable land utilisation: tillage across the slope and a contour cultivation. The PARUSLE program has been used to solve the universal equation for the estimation of the soil losses. This program needs digital subject layers, among the other an altitude-terrain model, slopes, distribution of soil types and similar. Based on the obtained results it was found that the maximum intensity of erosion occurred in the agriculture utilised land. A simulation has been made which relies on changes of different kinds of land use. It was concluded that most favourable is contour cultivation. The introduction of this method of cultivation can be difficult in view of fragmentation of arable fields. In order to reduce soil erosion it is necessary to distribute properly the linear elements, dividing borders of variously utilized fields, baulks, and field roads all classes etc. Considering them without arranging to relief as well as to the direction of water flows, constitute one of the significant causes of water erosion.

Recenzenci:*prof. dr hab. Kazimierz Banasik**prof. dr hab. Janina Fatyga*

Praca wpłynęła do Redakcji 28.08.2006 r.