INFRASTRUKTURA I EKOLOGIA TERENÓW WIEJSKICH
INFRASTRUCTURE AND EKOLOGY OF RURAL AREAS

Nr 3/2008, POLSKA AKADEMIA NAUK, Oddział w Krakowie, s. 5–12
Komisja Technicznej Infrastruktury Wsi

Krzysztof Koreleski

WPŁYW CZYNNIKÓW TERENOWYCH NA NATĘŻENIE EROZJI WODNEJ NA PRZYKŁADZIE WSI GÓRSKIEJ

THE INFLUENCE OF FIELD FACTORS ON THE INTENSITY OF WATER EROSION EXEMPLIFIED BY A MOUNTAIN VILLAGE

Streszczenie

W pracy dokonano próby oceny wpływu ważniejszych czynników (spadki i długość działek, skład granulometryczny gleb, występowanie tarasów i kierunek orki) na natężenie erozji wodnej (roczne straty gleby) określone za pomocą metody USLE, na przykładzie wsi górskiej Konina.

Wyróżniono 4 modele erozyjne terenu, dla których obliczono równania regresji.

Z badań wynika m.in., że w modelu 1 o stromych, krótkich działkach głównym czynnikiem limitującym straty glebowe jest starasowanie stoków oraz wysoka odporność gleb. W modelu 2. o dość długich działkach czynnikami limitującymi erozję są słabe nachylenia działek oraz uprawa poprzecznostokowa, bądź ukośnostokowa. W modelu 3. o krótkich działkach silna erozja jest spowodowana ich znacznym nachyleniem przy niezbyt dużej odporności gleb. W modelu 4. o bardzo długich działkach – bardzo słabe ich nachylenie mimo uprawy równoległej do stoku warunkuje słabą intensywność erozji.

Analizy współczynników regresji potwierdzają do pewnego stopnia prawidłowość, że im dłuższy stok (działka) tym przyrost długości słabiej wpływa na straty glebowe, natomiast im większe nachylenie tym jego przyrost mocniej wpływa na erozję.

Nasilenie erozji jest wynikiem oddziaływania kompleksu czynników z sobą różnorako powiązanych, których wyjaśnienie wymaga podejścia systemowego.

Słowa kluczowe: intensywność erozji, wpływ czynników, teren górski

Summary

The paper attempts at evaluating the influence of certain factors (slope gradients and the length of fields, the granulometric composition of soil, the existence of terraces, and the ploughing direction) on the intensity of water erosion (annual soil losses) determined with the USLE method, exemplified by a mountain village of Konina. Konina is situated on the northern slopes of the Gorce Mountains (the range of the Western Beskidy Mountains) in the communes of Niedźwiedź, at about 500 – 1200 metres above sea level.

This area is dominated by brown soils formed from sedimentary rocks (sandstones, mudstones, marls) with a clay soil texture: silty clay loam, silty clay, clay loam. Average annual temperature ranges between 6–8°C, precipitation – between 850-950 mm. The intensity of erosion was examined for arable lands, which constitute 63% of all agricultural lands. Arable fields are situated in areas where the slope gradient ranges between 0-5%, at the bottom of the Konina river valley and on mountain ridges, to 40% on steep slopes. The majority of fields are characterised by short slope lines, 10–30 metres on average, 100 metres at the most.

The article distinguishes 4 land erosion models, for which regression equations have been calculated.

The study reveals, among other things, that for model 1, characterised by steep and short fields, slope terraces and high soil resistance are major factors limiting soil losses. For model 2, characterized by relatively long fields, small slope gradients and perpendicular-to-slope or angular-to-slope ploughing directions are the factors limiting erosion. Within model 3, characterized by short fields, intensive erosion is mainly caused by substantial slope gradients paralleled by a relatively low level of soil resistance. For model 4, characterized by very long fields, erosion is not very intensive, despite the parallel-to-slope ploughing direction, due to their low slope gradient.

The analyses of regression coefficients confirm, to a certain degree, the existence of a regularity which says that the longer the field, the lower the influence of the length increase on soil losses. On the other hand, the larger the slope gradient, the higher the influence of the slope gradient increase on erosion.

The intensity of erosion is a consequence of influences exerted by various connected factors, whose description requires a system approach.

Key words: *erosion intensity, influence of factors, mountain area*

WSTĘP

Układ czynników fizjograficznych warunkujących intensywność procesów erozji akwatycznej w obszarach górskich naszego kraju różni się od terenów wyżynnych czy nizinnych. Specyfika terenów górskich polega głównie na tym, iż charakteryzują się one stosunkowo odpornymi na erozję glebami, wysokimi opadami, na ogół dużą stoczystością, ale i dość powszechnym tarasowaniem zboczy oraz uprawą poprzecznostokową.

Zgodnie z obowiązującą u nas instrukcją ministerialną natężenie erozji wodnej powierzchniowej oceniane jest w pięciostopniowej skali porządkowej bazującej na pewnym układzie odniesienia, biorącym pod uwagę skład granulo-

metryczny gleb, nachylenie terenu oraz sumę rocznych opadów, których kombinację ujęto w formie tabelarycznej. Po zastosowaniu poprawek z tytułu pokrycia terenu zagrożenie erozją potencjalną ulega redukcji do tzw. erozji aktualnej [Instrukcja… 1973]. Uwzględniając dodatkowo kierunki uprawy w stosunku do spadku oraz udział roślin okopowych w płodozmianie, można określić tzw. erozję rzeczywistą [Koreleski 1993b].

Wzorem państw zachodnich, coraz powszechniej stosowana jest w Polsce metoda USLE (z dalszymi modyfikacjami), która pozwala prognozować wielkości strat gleby za pomocą odpowiedniego równania sposobem szczegółowym – opierając się na pełnej znajomości parametrów fizjograficzno-rolniczych (erozyjność opadów, podatność gleb, długość i nachylenie działek, pokrywa roślinna, zabiegi ochronne) i korzystając ze ścisłych formuł matematycznych lub nomogramów, bądź też sposobem uproszczonym – wykorzystując tylko podstawowe dane ujęte w formie tabeli [Wischmeier, Smith 1978; Schwertmann i in. 1987; Koreleski 1993a].

CEL PRACY, ŹRÓDŁA DANYCH

Celem niniejszej pracy jest próba oceny wpływu czynników fizjograficznych i agrotechnicznych na intensywność erozji wodnej powierzchniowej w warunkach górskich – na podstawie wyróżnionych modeli erozyjnych. Badaniami objęto wieś Koninę położoną w Gorcach. Przedmiotem analiz były działki użytkowane ornie, dla których określono spadki i ich długość, skład granulometryczny gleby, występowanie tarasów uprawowych, kierunek orki (prostopadły, ukośny lub równoległy do stoku).

Powyższe parametry, istotne dla oceny natężenia erozji wodnej, zaczerpnięte zostały z odrębnej pracy autora [Koreleski 1996], który badaniami objął 68 wybranych działek w omawianej wsi.

METODA OPRACOWANIA

Wstępnej oceny wpływu czynników terenowych na natężenie erozji wodnej w terenie górskim dokonano na podstawie:

– obliczonych przez autora rocznych strat gleby (A) w obrębie badanych działek przy zastosowaniu metody USLE [Koreleski 1996];

– obliczenie równań regresji – stosując program „Statistica” – pomiędzy ilością rocznego zmywu (w tonach na hektar) a nachyleniem (%) i długością działek (m) dla następujących wyróżnionych typów warunków terenowych nazwanych umownie modelami erozyjnymi:

– działki starasowane, uprawiane poprzecznie do spadku z glebami o charakterze glin ciężkich (model 1);

– działki uprawiane poprzecznie lub ukośnie do spadku z glinami ciężkimi lub glinami ciężkimi pylastymi (model 2);

– działki uprawiane poprzecznie lub ukośnie do spadku z różnymi glebami (gliny ciężkie, gliny pylaste, gliny średnie pylaste) (model 3);

– działki uprawiane równolegle do spadku z glebami o składzie granulometrycznym glin średnich pylastych i glin ciężkich pylastych (model 4);

– określenie czynników stymulujących i destymulujących procesy zmywne;

– analizę równań regresji w celu określenia wpływu nachylenia (i) i długości stoków (l) na wielkość zmywu (A) w wyróżnionych układach warunków glebowych i agrotechnicznych – czterech modelach erozyjnych.

CHARAKTERYSTYKA OBSZARU BADAŃ

Badany obszar wsi Konina, położony w gminie Niedźwiedź na północnych stokach Gorców, rozpościera się od wysokości 500 m n.p.m. w dolinie rzeki Konina do 1200 m n.p.m. w partiach grzbietowych. Wyższy poziom – grzbietowy budują gruboławicowe piaskowce magurskie, pod którymi leżą cienkoławicowe, mniej odporne warstwy piaskowcowo-łupkowe, margle i łupki ilaste budujące słabo nachylone stoki i obniżenia.

Na terenie wsi występują głównie gleby brunatne wyługowane, utworzone ze skał osadowych o spoiwie węglanowym i składzie mechanicznym glin ciężkich, ciężkich pylastych i gdzieniegdzie średnich pylastych (wg Normy BN–78/9180-10 – obowiązującej do 1997 roku). Gleby brunatne na tym obszarze charakteryzują się miąższością 60–100 cm, strukturą pryzmatyczną, zwięzłym składem oraz poziomem próchnicznym o miąższości do 25 cm i zawartości próchnicy 1,7–2,5%. Tylko w północno-środkowej części wsi znajduje się znaczny kompleks mad o składzie mechanicznym glin lekkich i średnich. Większość gleb ornych zaliczana jest do 11 kompleksu zbożowego górskiego i 12 kompleksu owsiano-ziemniaczanego górskiego.

Klimat kształtuje się pod wpływem gór i charakteryzuje się m.in. dużymi opadami w półroczu chłodnym, przeważnie śnieżnymi, w lecie niekiedy nawalnymi, z częstymi suszami i gradem, krótkimi latami, wczesną jesienią, długą zimą, znacznie opóźnionym początkiem wiosny. Przeważają tu wiatry zachodnie, średnia temperatura roczna zawiera się w przedziale 6–8° C, opady w granicach 850–950 mm, pokrywa śnieżna utrzymuje się od grudnia do marca i wynosi w dolinach średnio około 20 cm [Koreleski 1996].

W obrębie użytków rolnych, stanowiących 70% powierzchni ogólnej wsi, grunty orne zajmują 63,0%, sady 2,2%, użytki zielone 34,8% areału. Pośród roślin uprawnych największą powierzchnię zajmują pastewne – 48,2%, zboża – 37,7%, ziemniaki – 13,9%. W zmianowaniu zboża stanowią 50–67%, ziemniaki 20–33%, a koniczyna 0–25%.

Pola orne zlokalizowane są na obszarach o spadkach 0–5% na dnie doliny i na grzbietach wzgórz, do 40% na stromych stokach. Długie zbocza są z reguły poprzecinane tarasami. Powszechnie stosowana jest uprawa poprzecznostokowa, rzadziej wstęgowa. Większość działek ma krótkie linie spadu, przeciętnie 10–30 m, maksymalnie do 100 m [Koreleski 1996].

WYNIKI BADAŃ

W celu określenia wpływu czynników terenowych na wielkość rocznych strat gleby – zmywu (t/ha) scharakteryzowano i poddano analizie cztery wyróżnione modele erozyjne (modele układu czynników terenowych erozji):

Model 1

Próba: 21 działek.

Spadki (i): 11–34% (średnio 23,7%), długości działek (l): 12–38 m) (śr. 21,8 m).

Straty glebowe (A): 0,5–6,8 t/ha, (śr. 2,9).

Gliny ciężkie, tarasy, uprawa poprzecznostokowa.

Równanie regresji obliczone metodą najmniejszych kwadratów:

$A = 0{,}202\, i + 0{,}067\, l - 3{,}261$

Współczynnik korelacji R = 0,856, co oznacza że równanie objaśnia (R^2) 73,4% zmienności wspólnej. Z analizy współczynników regresji wynika, że wzrost rocznych strat gleby o 1 t/ha może być uzyskany poprzez wzrost: spadku działki o 4,95% lub jej długości o 14,9 m.

Model 2

Próba: 16 działek

Spadki: 7–33% (śr. 18,2%), długość działek: 12–40 m (śr. 41,2 m),

Straty glebowe: 0,4–5,8 t/ha, (śr. 2,9).

Gliny ciężkie i ciężkie pylaste, uprawa w poprzek lub ukośnie do stoku.

Równanie regresji:

$A = 0{,}459\, i + 0{,}071\, l - 5{,}427$

Współczynnik korelacji R = 0,950, co oznacza że równanie objaśnia 90,3% zmienności wspólnej.

Wzrost rocznych strat glebowych o 1 t/ha może być spowodowany wzrostem nachylenia działek o 2% lub wzrostem jej długości o 14,1 m.

Model 3

Próba: 31 działek

Spadki: 7–36% (śr. 21,3%), długości działek: 12–80 m (śr. 35,2 m).

Straty glebowe: 0,4–12,3 t/ha (śr. 4,8).

Gliny ciężkie, gliny ciężkie pylaste, gliny średnie pylaste; uprawa poprzeczna lub ukośnostokowa.

Równanie regresji:

$A = 0{,}320\ i + 0{,}029\ l - 3{,}070$

Współczynnik korelacji R = 0,817, co oznacza, że równanie objaśnia 66,9% zmienności wspólnej.

Wzrost rocznych strat glebowych o 1 t/ha może być spowodowany wzrostem nachylenia o 3,1% lub długości działki o 34,5 m.

Model 4

Próba: 9 działek

Spadki: 4–16% (śr. 10,1%), długości działek: 16–95 m (śr. 54,5 m).

Straty glebowe: 0,7–4,9 t/ha (śr. 2,6).

Gliny średnie pylaste, gliny ciężkie pylaste, uprawa równolegle do spadku.

Równanie regresji:

$A = 0{,}351\ i + 0{,}022\ l - 2{,}205$

Współczynnik korelacji R = 0,926, co oznacza, że równanie objaśnia 85,8% zmienności wspólnej.

Wzrost rocznych strat glebowych o 1 t/ha może nastąpić wskutek zwiększenia nachylenia działki o 2,8% lub jej długości o 45,4 m.

W modelach erozyjnych zaznacza się oddziaływanie czynników stymulujących bądź destymulujących straty glebowe.

Zgodnie z teorią systemu dynamika wpływu różnych czynników terenowych na wielkość strat glebowych zależy od charakteru ilościowego i jakościowego tych czynników oraz wzajemnych powiązań między nimi [por. Bertalanffy 1984].

W modelu 1. o krótkich, mocno nachylonych stokach wzrost wartości tych parametrów skutkuje większym wzrostem strat glebowych aniżeli ma to miejsce kolejno w modelach 3, 2 i 4, gdzie wyjściowe spadki terenu mają niskie wartości.

Do czynników ograniczających procesy zmywne zaliczyć można generalnie starasowanie stoków i uprawę poprzecznostokową, co dotyczy modelu 1. Uprawa ukośnostokowa i poprzecznostokowa słabiej wpływa na ograniczanie erozji (modele 2 i 3), a uprawa wzdłuż stoku jest czynnikiem stymulującym erozję.

Odporność gleb górskich na erozję jest stosunkowo duża, przy czym w badanej wsi górskiej najwyższa dotyczy glin ciężkich (model 1), nieco niższa gliny ciężkiej pylastej, a znacznie niższa – gliny średniej pylastej.

Model 1 ma gleby o najwyższej odporności w badanej populacji działek, a model 4 o najniższej odporności na erozję; pozostałe modele plasują się na pozycjach pośrednich.

PODSUMOWANIE I WNIOSKI

Przeprowadzone badania na terenie wsi górskiej Konina pozwalają stwierdzić, co następuje[1]:

– w modelu 1. o stromych, krótkich działkach – duża odporność gleb, występowanie teras, uprawa poprzecznostokowa powodują, iż erozja jest średnia (przeciętnie 2,9 t/ha). Charakterystyczne jest, iż przy tym znacznym nachyleniu wzrost strat glebowych o 1 t/ha może być uzyskany przez mały przyrost długości stoku (14,9 m);

– w modelu 2. o dość słabo nachylonych, ale długich działkach przy glebach dość odpornych oraz uprawie poprzecznostokowej lub ukośnostokowej erozja jest również średnia (2,9 t/ha). Wzrost strat glebowych może być uzyskany poprzez bardzo niewielki wzrost długości stoku i jego nachylenia (14,1 m i 2,0%);

– w modelu 3. o silnie nachylonych i krótkich działkach, przy glebach niezbyt odpornych na rozmyw i uprawie w poprzek bądź ukośnie do spadku erozja jest silna (4,8 t/ha). Wzrost strat glebowych może być uzyskany poprzez dość duży wzrost nachylenia oraz długość działki (3,1% i 34,5 m);

– w modelu 4. charakteryzującym się bardzo długimi i bardzo słabo nachylonymi działkami do wzrostu strat gleby o 1 t/ha potrzebny jest bardzo duży przyrost długości stoku i stosunkowo nieduży przyrost nachylenia (45,4 m i 2,8%). Mimo średniej odporności gleb na rozmyw oraz uprawy wzdłuż stoku – erozja jest słaba (2,6 t/ha).

Nasilenie erozji jest wynikiem oddziaływania splotu wielu czynników, niemniej w każdym przypadku można wyróżnić jakieś elementy decydujące o intensywności tych procesów, i tak:

– w modelu 1. głównym czynnikiem limitującym tempo erozji jest starasowanie stromych stoków oraz wysoka odporność gleb;

– w modelu 2. głównym czynnikiem limitującym erozję jest słabe nachylenie;

– w modelu 3. zasadniczym czynnikiem warunkującym silną erozję są znaczne nachylenia przy niezbyt dużej odporności gleb na zmywanie;

– w modelu 4. bardzo słabe nachylenie działek warunkuje słabą intensywność erozji.

Według wyników badań zapoczątkowanych przez Kohnkego i Bertranda [cyt. w: Ziemnicki 1968] natężenie erozji mierzone stratami gleby (ilością materiału zmywanego) jest proporcjonalne do spadku w procentach podniesionego do potęgi 1,4 oraz do długości zbocza w stopach w potędze 0,5 (po przeliczeniu na metry daje to potęgę ok. 0,65). Oznacza to, iż przy podwójnym wzroście

[1] Oceny słowne, na przykład, stok: krótki, średni, długi, bardzo długi, czy erozja: silna, średnia, słaba – mają charakter relatywny i orientacyjny, odniesiony do warunków badanego terenu.

długości działki – ilość unoszonego materiału wzrasta 1,41 razy. Reasumując, można zatem powiedzieć, że im dłuższy stok (działka), tym przyrost długości słabiej wpływa na straty glebowe, natomiast im bardziej stromy stok, tym przyrost nachylenia mocniej wpływa na erozję – i oczywiście odwrotnie.

Pierwszą prawidłowość zdają się potwierdzać modele erozyjne: 1 i 4, drugą natomiast, w pewnym stopniu, modele: 2 i 3.

Zawarte w artykule rozważania stanowią przyczynek do poznania wpływu czynników naturalnych i antropogenicznych na natężenie erozji wodnej. Powiązania bowiem pomiędzy tymi czynnikami są niekiedy bardzo skomplikowane, a ich wyjaśnienie wymaga podejścia systemowego. W tym też kierunku powinny pójść dalsze prace badawcze.

BIBLIOGRAFIA

Bertalanffy L. von. *Ogólna teoria systemów*. Podstawy, rozwój, zastosowanie. PWN, Warszawa 1984.

Instrukcja nr 3 ministrów rolnictwa oraz leśnictwa i przemysłu drzewnego z 6.03.1973 r. w sprawie sposobu określania gruntów rolnych i leśnych zagrożonych erozją wodną oraz zasad i trybu przeciwdziałania erozji. Dziennik Urzędowy Min. Rol.,8, poz. 43, 1973.

Koreleski K. *Możliwość zastosowania metody USLE na potrzeby urządzenioworolne w Polsce*. Prz. Geod., 1 – cz. I, s. 15–18; 2 – cz. II, s. 5–8, 1993a.

Koreleski K. *Propozycja metody oceny natężenia erozji wodnej rzeczywistej w górach*. Biul. Reg. Zakł. Doradztwa Rol. AR w Krakowie, 304, 1993b, s. 125–129.

Koreleski K. *Studium porównawcze metod oceny erozji powierzchniowej na przykładzie wsi górskiej*. Zesz. Nauk. AR w Krakowie, nr 314, Geodezja, z. 15, 1996, s. 41–53.

Schwertmann V., Vogl W., Kainz M. *Bodenerosion durch Wasser*. E. Ulmer Verlag, Stuttgart 1987.

Warunki przyrodnicze produkcji rolnej – woj. nowosądeckie. IUNG, Puławy 1987.

Wischmeier W. H., Smith D. D. *Predicting rainfall erosion losses – A guide book to conservation planning*. USDA, Agric, Handbook, 537, 1978.

Ziemnicki S. *Melioracje przeciwerozyjne*. PWRiL. Warszawa 1968.

Prof. dr hab. Krzysztof Koreleski
Katedra Planowania, Organizacji i Ochrony Terenów Rolniczych
Uniwersytet Rolniczy w Krakowie
Al. Mickiewicza 24/28, 30-059 Kraków
Tel. 012 633-40-60; e-mail: koreleski@ar.krakow.pl

Recenzent: *Prof. dr hab. Zbigniew Piasek*