

DEGRADACJA GLEB LESSOWYCH NA PRZYKŁADZIE ZLEWNI CIEMIĘGI

P. Gliński¹, R. Dębicki²

¹Katedra Gospodarki Wodą i Usuwania Ścieków,
Politechnika Lubelska, ul. Nadbystrzycka 40, 20-044 Lublin

²Zakład Gleboznawstwa UMCS, ul. Akademicka 19, 20-033 Lublin oraz Instytut Agrofizyki
im. Bohdana Dobrzańskiego, Polska Akademia Nauk, ul. Doświadczalna 4, 20-290 Lublin 27

Streszczenie: Celem opracowania była ocena zagrożeń erozyjnych i degradacji gleb lessowych na terenie rolniczej zlewni rzeki Ciemięgi na Płaskowyżu Nałęczowskim. W latach 1996–1997 wykonano pomiary wybranych właściwości gleb z zastosowaniem infiltrometru, symulatora opadów deszczu oraz sezonowe pomiary jakości wody w rzece, poprzez określenie ilości wynoszonej zawiesiny w trzech punktach pomiarowych. Średnia wartość strat erozyjnych gleby wynosiła 192 t/km²/rok. Obliczenia wykonane przy pomocy modelu USLE nie odbiegały od danych empirycznych. Model umożliwił oszacowanie wielkości strat gleby w zlewni w okresie roku oraz wskazał na kierunki przekształceń w użytkowaniu zlewni, które winny doprowadzić do ograniczenia strat gleby, a tym samym procesów degradacyjnych.

Słowa kluczowe: degradacja gleb, erozja wodna, zlewnia lessowa, model USLE.

WSTĘP

Głównym czynnikiem degradującym gleby lessowe w Polsce jest erozja wodna. Procesy erozyjne występujące na morfologicznie zróżnicowanych terenach lessowych Polski południowej i wschodniej przyczyniają się nie tylko do zmian właściwości glebowych, ale często do katastrofalnych strat masy glebowej i składników pokarmowych roślin. Ma to szczególne znaczenie w przypadku małych zlewni intensywnie użytkowanych rolniczo. Przykładem takiej zlewni jest zlewnia rzeki Ciemięgi [2, 8-14, 17, 18, 20]. Celem opracowania była ocena zagrożeń erozyjnych i degradacji gleb lessowych na terenie tej zlewni przy

pomocy modelu empirycznego USLE, tj. uniwersalnego równania strat gleby wg Wischmeiera i Smitha, z jego późniejszymi modyfikacjami [1-3, 5, 15, 16, 19].

CHARAKTERYSTYKA ZLEWNI

Rzeka Ciemięga jest lewobrzeżnym dopływem Bystrzycy. Jej zlewnia jest położona w północno-wschodniej części Płaskowyżu Nałęczowskiego - mezoregionu Wyżyny Lubelskiej. Zajmuje powierzchnię 157,5 km² i ciągnie się równoleżnikowo na długości 41 km [3, 12, 14].

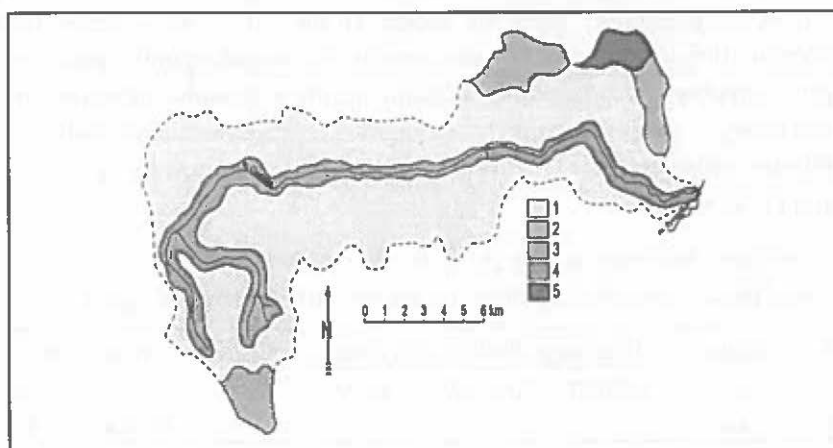
Podłoże doliny rzeki Ciemięgi jest zbudowane ze skał kredowych (margle i opoki). Stropową część tworzy pokrywa lessowa stanowiąca około 90% powierzchni zlewni. Dna dolin erozyjnych wypełniają aluwialne utwory pylasto-ilaste [11, 14].

W dolinie Ciemięgi dominują gleby brunatnoziemne: brunatne i płowe wytworzone z lessów i utworów lessowatych. Występują także gleby deluwialno-aluwialne wytworzone z pyłów ilastych, gleby torfowe i murszowe wytworzone z torfów niskich oraz gleby mułowe wytworzone z namułów organicznych i mineralnych. Utwory te charakteryzują się niewielką przepuszczalnością, są nadmiernie uwilgotnione i występują w zlewni na powierzchni zaledwie kilku procent (Rys. 1).

Ze względu na występowanie urodzajnych gleb w dorzeczu Ciemięgi, naturalna szata roślinna została zniszczona. Lasy zajmują tylko 1,5 % powierzchni, przy czym są to przeważnie zakrzaczone wąwozy i strome zbocza pokryte roślinnością krzaczastą. Łąki, istniejące tylko na dnie doliny obejmują ok. 7,5 % obszaru. Zbocza i wierzchowiny, wznoszące się do 200-230 m, zajęte są przez pola uprawne, stanowiące ok. 89 % powierzchni. Zabudowania drogi i wody zajmują ok. 2 % powierzchni.

Obszar zlewni należy do klimatycznego regionu lubelskiego; przy średniej temperaturze rocznej +7,5 °C i średniej rocznej sumie opadów około 570 mm. Wskaźnik odpływu jednostkowego jest tutaj znacznie niższy od średniego dla Polski i wynosi przeciętnie 3,2 l/sek/km² [7, 12, 14].

Rodzaj utworów geologicznych, warunki klimatyczne i użytkowanie ziemi przyczyniły się do intensywnych procesów erozyjnych w dorzeczu Ciemięgi, w wyniku których rzeźba zlewni uległa silnemu zróżnicowaniu. Uprawa płuzna, niewłaściwy układ pól, brak zadrzewień linii ciekowych, parowy drogowe w ich zlewniach - stwarzają stale niebezpieczeństwo intensywnych procesów zmywnych i degradacji pokrywy glebowej [12, 14, 20].



Rys. 1. Schematyczna mapa gleb zlewni rzeki Ciemięgi (wg Mapy Gleb Polski 1:300 000): 1 - gleby utworzone z lessów i utworów lessowatych, 2 - gleby niecałkowite utworzone z lessów i utworów lessowatych, napiaskowe, 3 - gleby mulowo-bagiennie, 4 - mady, 5 - gleby utworzone z glin i piasków.

Fig. 1. Schematic soil map in the Ciemięga river basin (acc. to Soil Map of Poland 1:300 000). 1 - soils derived from loess and loesslike deposits, 2 - shallow soils derived from loess and loesslike deposits lying on sands, 3 - boggy soils, 4 - alluvial soils, 5 - soils derived from loams and sands.

METODYKA BADAŃ

W latach 1996 – 1997 wykonano w terenie pomiary wybranych właściwości gleb z zastosowaniem infiltrometru, symulatora opadów deszczu oraz sezonowe pomiary jakości wody w rzece, poprzez określenie ilości wynoszonej zawiesiny w trzech punktach pomiarowych rzeki Ciemięgi: Snopków, Baszki i Pliszczyn (Rys. 1, Tabele 1-3). Ponadto podjęto próbę zastosowania symulacji komputerowej do oceny i prognozowania zagrożeń erozyjnych w oparciu o uniwersalne równanie strat gleby, tzw. USLE (Universal Soil Loss Equation) wg Wischmeiera i Smitha, z późniejszymi modyfikacjami (Tabela 4), [1, 2, 5, 16, 19].

Model USLE został opracowany w USA i dawał początkowo możliwość analizy zjawiska w skali pola. Zmodyfikowana wersja z 1995 roku może być stosowana na obszarze średnich zlewni, symulując stratę sedymentu/gleby z danej powierzchni. Równanie ma następującą postać:

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

gdzie: E – średnia z wielolecia roczna masa erodowanej gleby z jednostki powierzchni [$t \text{ ha}^{-1} \text{ rok}^{-1}$], R – średnia roczna erozyjność deszczu i splywów

[$J_e \text{ rok}^{-1}$], K – podatność gleb na erozję [$t \text{ ha}^{-1} \text{ Je}^{-1}$], L – bezwymiarowy współczynnik długości zbocza, S – bezwymiarowy współczynnik spadku zbocza, C – bezwymiarowy współczynnik rodzaju upraw i sposobu użytkowania, P – bezwymiarowy współczynnik zabiegów przeciwdziałających erozji. Szczegółowe opisy równania i podstawy teoretyczne zostały przedstawione wcześniej [1, 4, 5, 19].

Tabela 1. Wybrane właściwości fizyczne gleb w Snopkowie i Baszkach

Table 1. Some physical properties of soils in experimental sites Snopków and Baszki

Poziom gene- tyczny	Głębokość cm	Procentowy udział frakcji (mm)			Gęstość Mg m^{-3}	Wilg. aktualna % w.w.	Poj. wodna kapilarna % w.w.
		1,0-0,10	0,10-0,02	<0,02			
Snopków							
Ap	5-15	1	53	46	1,15	33,52	45,15
Ect	25-35	1	56	43	1,48	25,59	26,74
Bt1	50-60	1	50	49	1,64	21,50	22,30
Cl	80-90	1	52	47	1,63	21,68	22,35
Baszki							
Ap	5-15	1	52	47	1,27	32,28	36,20
Bt1	25-35	1	49	50	1,59	22,95	24,33
Bt2	50-60	0	52	48	1,60	22,87	23,93
Cl	80-90	1	59	40	1,53	22,71	25,64

WYNIKI BADAŃ

Wyniki badań terenowych wykazały duże zróżnicowanie parametrów infiltracji gleby w różnych punktach pomiarowych (Tabela 2). Spływ powierzchniowy i zmyw gleby (Tabela 3) był bardziej zróżnicowany w miejscowości Snopków, w zależności od lokalizacji gleby na przekroju zbocza (spływ 1345 i 896 ml/godz.; zmyw 13,60 i 4,52 g/godz.) niż w miejscowości Baszki, gdzie wartości w górnej części zbocza i w dolnej są zbliżone (spływ 1090 i 1107 ml/godz.; zmyw 5,31 i 5,25/godz.).

Przeprowadzone badania wyraźnie wykazują wpływ właściwości utworu glebowego oraz aktualnego nawilżenia gleby na szybkość infiltracji. Położenie punktu pomiarowego w poszczególnych elementach rzeźby terenu (na wierzchołku, stoku i u podnóża) decyduje w efekcie także o wielkości spływu powierzchniowego i stratach gleby.

Tabela 2. Wartości współczynnika infiltracji (Ks) wyznaczone przy pomocy infiltrometru w wybranych punktach badań w Baszkach i Snopkowie

Table 2. Infiltration coefficient values (Ks) determined with disc infiltrometer in experimental sites Baszki and Snopków

Miejscowość	Punkt badań	Współczynnik infiltracji (Ks) cm/h
Baszki	Na górze zbocza	2,30
	Na dole zbocza	1,66
Snopków	Na górze zbocza	3,55
	Na dole zbocza	14,23

Tabela 3. Natężenie splywu powierzchniowego i zmywu gleby w Snopkowie i Baszkach w poszczególnych okresach pomiarowych (badania modelowe z symulatorem opadów)

Table 3. Surface of runoff intensity and soil loss at Snopków and Baszki in particular measuring periods (model studies with rainfall simulator)

Czas (min)	Snopków						Baszki					
	spływ (ml)			zmyw (g)			spływ (ml)			zmyw (g)		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	30	0	0	0,25	0	0	45	18	0	0,1	0,1	0
15	92	22	0	1,15	0,20	0	76	35	0	0,30	0,35	0
20	118	63	0	1,25	0,35	0	111	89	9	0,55	0,60	0,05
25	130	58	0	1,25	0,30	0	116	110	13	0,50	0,60	0,05
30	124	92	0	1,10	0,45	0	125	119	21	0,60	0,55	0,05
35	141	102	16	1,15	0,50	0,10	127	124	41	0,60	0,60	0,10
40	125	111	13	1,30	0,50	0,05	118	110	32	0,55	0,60	0,05
45	150	107	32	1,45	0,50	0,15	126	98	44	0,40	0,55	0,15
50	153	103	41	1,75	0,55	0,15	127	110	43	0,60	0,55	0,10
55	140	110	44	1,25	0,50	0,20	129	108	49	0,55	0,55	0,10
60	142	128	58	1,35	0,65	0,25	127	112	48	0,50	0,45	0,10

Objaśnienia: 1 – wierzchovina; 2 – stok; 3 – dolina.

Abbreviations: 1- upslope, 2- slope, 3 – bottom of the basin

Przeprowadzona symulacja komputerowa strat zawiesiny glebowej przy pomocy modelu USLE pozwala na wyprowadzenie wniosku, że w zlewni Ciemięgi intensywność procesów erozji jest duża i warunkuje ją głównie wielkość opadu, nachylenie stoku, rodzaj gruntu oraz typ uprawy (Tabela 4). Otrzymane dane są wartościami średnimi dla całej powierzchni zlewni.

Tabela 4. Wyniki symulacji komputerowej strat gleby przy pomocy równania USLE

Table 4. Computer simulation data of soil loss with the use of USLE

Masa gleby erodowanej* (jednostki)	Warunki aktualne	Zwiększenie lesistości o 10%	Zmniejszenie powierzchni o nieprawidłowym kierunku upraw o 50%	Wzrost opadów o 40 mm/rok
Strata gleby z 1 km ² (t/km ² /rok)	191,73	184,07	154,28	315,36
Strata gleby w zlewni (t/rok)	30.120,50	28.916,60	24.237,30	47.840,80
Masa rumowiska (t/rok)	3.534,70	3.393,40	2.844,30	5.685,50

Objaśnienia: * Wyniki średnie dla 1 roku

Abbreviations: * mean values for 1 year

Program USLE wskazuje, iż zagrożenie procesami erozji jest istotne i na ich zwiększający się zasięg ma wpływ przede wszystkim niewłaściwy sposób uprawy. Model charakteryzuje się dużą czułością, zwłaszcza na intensywność deszczu. Umożliwia on ponadto określenie wielkości skutków erozyjnych w postaci spływu powierzchniowego, straty gleby i składników mineralnych zarówno w całej zlewni, jak też w poszczególnych wydzielonych obszarach zlewni. Należy podkreślić, że obliczone wielkości spływu powierzchniowego i strat gleby nie różniły się znacząco od wartości uzyskanych w bezpośrednich pomiarach polowych i terenowych. W niektórych przypadkach tak zgodne wyniki można było otrzymać po odpowiedniej modyfikacji parametrów uniwersalnego równania strat gleby do warunków fizjograficznych badanej zlewni.

WNIOSKI

1. Przeprowadzone badania i uzyskane wyniki symulacji komputerowej pozwoliły w sposób kompleksowy ocenić zagrożenie degradacji gleb wskutek erozji wodnej na obszarze urzeźbionej lessowej zlewni rolniczej.
2. Średnia wartość strat erozyjnych gleby dla dwu wybranych okresów hydrologicznych i wegetacyjnych (1996-1987) wynosiła 192 t/km²/rok.
3. Obliczenia wykonane przy pomocy przyjętego modelu USLE nie odbiegały od danych empirycznych. Model daje więc możliwość szacowania wielkości strat gleby w zlewni w okresie roku oraz wskazuje na kierunki przekształceń w użytkowaniu ziemi w zlewni, które winny doprowadzić do ograniczenia strat gleby, a tym samym procesów degradacyjnych.

PIŚMIENNICTWO

1. **Banasik K., Górski D.:** DR-RUSLE - program komputerowy do wyznaczania wydatku rumowiska unoszonego z małej zlewni rolniczej. Mater. Sem. Nauk. "Modelowanie matematyczne w hydrologii" (red. B. Więzik). Polit. Krakowska-PAN-Upsala Baltic Univ., Kraków, 7-15, 1996.
2. **Borowiec J., Urban D.:** Procesy deluwialne - przyrodniczy i gospodarczy problem niektórych śródlessowych dolin rzecznych Wyżyny Lubelskiej. Bibliotheca Fragmenta Agronomica, 4A, 245-253, 1998.
3. **Dębicki R., Gliński P., Kuczyński A.:** Seasonal dynamics of sediment in the River Ciemięga. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 436, 21-24, 1996.
4. **Dębicki R., Rejman J.:** Przewidywanie strat gleby w wyniku erozji wodnej. Problemy Agrofizyki, 59, 1-75, 1990.
5. **Dębicki R., Rejman J., Turski R.:** Evaluation of erosional factors according to RUSLE in loessial belt of Lublin Upland (SE Poland). Int. Agrophysics, vol. 8, 31-35, 1994
6. **Finney V.L., Banasik K., Needham S., Young R.A.:** Comparison of DR-USLE SEGMO and AGNPS with two rainfall events. Proc. Sci. Conf. "Runoff and Sediment Yield Modelling". RSY-93. Wyd. SGGW, 195-200, 1993.
7. **Gawlik J., Guz T., Urban D.:** Zróżnicowany charakter glebowo-wodny mokradłowej doliny Ciemięgi na Płaskowyżu Nałęczowskim. Mater. Konf. Nauk. "Woda jako czynnik warunkujący wielofunkcyjny i zrównoważony rozwój wsi i rolnictwa". PHARE-FAPA-IMUZ Falenty, 198-207, 1997.
8. **Gliński P., Paszczyk J.:** Water erosion hazard of soil in the river Wieprz basin. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 436, 39-48, 1998.
9. **Józefaciuk A.:** Erozja gleby jako czynnik degradujący agroekosystemy. Biul. IUNG, 5, 31-34, 1997.
10. **Józefaciuk A., Józefaciuk C.:** Erozja agroekosystemów. PIOŚ, Bibliot. Monit. Środ., IUNG Puławy, 1995.
11. **Maruszczak H., Częstochowska E., Gajewski J.:** Denudacja mechaniczna i chemiczna w dorzeczu Ciemięgi na Wyżynie Lubelskiej. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 222, 7-24, 1979.
12. **Mazur Z., Orlik T., Palys S.:** Procesy erozyjne w zlewni rzeki ciemięgi. Ann. UMCs, 16, E, 147-168, 1972.
13. **Michaleczyk Z., Chmiel S., Głowacki S., Zielińska B.:** Ocena zasobów wodnych dorzecza Ciemięgi. Mat. Konf. "Efekty proekologicznego zagospodarowania zlewni rzeki Ciemięgi". Wyd. AR Lublin, 21-36, 1997.
14. **Orlik T., Węgorok T.:** Zagrożenie erozyjne w zlewni rzeki Ciemięgi i koncepcja przeciwdziałania. Mat. Konf. "Proekologiczne zagospodarowanie zlewni rzeki Ciemięgi". LFOŚN, Lublin, 51-64, 1995.

15. **Rejman J., Link M.:** Symulacje opadów deszczu do badań erozyjnych. Mat. VII Szkoły Wykładowców Przedmiotu „Fizyka z elementami agrofizyki” nt.: „Stan fizyczny gleby a rozwój roślin”, IA PAN, Lublin, 1995.
16. **Rejman J., Usowicz B., Dębicki R.:** Source of errors in prediction of soil susceptibility to erosion with the use of USLE. Polish J. Soil Sci., 32(1), 10-18, 1999.
17. **Turski R., Słowińska-Jurkiewicz A., Paluszek J., Dębicki R.:** Natural aspects of a new approach to erosion of loess soils in Poland. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 400, 39-44, 1993.
18. **Turski R., Słowińska-Jurkiewicz A., Dębicki R., Rejman J., Paluszek J.:** Rolnicze i ogólnoprzyrodnicze problemy urzeźbionych terenów lessowych. Mat. Konf. Nauk. "Erozja wodna agroekosystemów i jej przeciwdziałanie". Prace Nauk. IUNG Puławy, K(11/1), 91-113, 1996.
19. **Wischmeier W.H., Smith D.D.:** Predicting Rainfall Erosion Losses. A Guide to conservation Planning. Agric. Handbook, 573, USDA-ARS, USA, 1978.
20. **Ziemnicki S., Łoś M.J.:** Zabezpieczenie przed erozją dolnego odcinka Ciemięgi. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 222, 189-209, 1979.

DEGRADATION OF LOESSIAL SOILS IN THE CIEMIĘGA RIVER BASIN

P. Gliński¹, R. Dębicki²

¹Water Resources Department, Technical University, Str. Nadbystrzycka 40, 20-044 Lublin, Poland

²Soil Science Department UMCS, Str. Akademicka 19, 20-033 Lublin and Institute of Agrophysics, Polish Academy of Sciences, Str. Doświadczalna 4, 20-290 Lublin 27, Poland

SUMMARY

The aim of the study was to estimate erosion risk and soil degradation in a loessial agricultural basin of the Ciemięga river near Lublin with the use of USLE. In the years 1996-1997 field measurements were performed with disc infiltrometer, rainfall simulator as well as seasonal water properties were controlled (sediment yield) in three measuring points. Empirical data obtained and computer simulation data allow us to estimate both erosion risk and soil degradation in this area. Mean yearly soil loss amounted 192 t/km²/year. Simulation data correlated quite well with empirical data. The model also allowed us to point out proper measures to reduce erosion risk in the Ciemięga river basin.

Keywords: soil degradation, water erosion, loessial basin, USLE model