

## **PROGNOZOWANIE EROZJI WODNEJ W MAŁYCH ZLEWNIACH ROLNICZYCH WZGÓRZ TRZEBNICKICH**

*Paweł Licznar<sup>1</sup>, Józef Sasik<sup>2</sup>, Romuald Żmuda<sup>2</sup>*

<sup>1</sup> Instytut Budownictwa i Architektury Krajobrazu, Akademia Rolnicza we Wrocławiu

<sup>2</sup> Instytut Kształtowania i Ochrony Środowiska, Akademia Rolnicza we Wrocławiu

### **Wstęp**

Dotychczas realizowane badania w zakresie erozji na obszarze Wzgórz Trzebnickich dotyczyły wielkości denudacji odpływowej rumowiska, jej wpływu na funkcjonowanie zbiorników wodnych oraz tempa erozji chemicznej [ŻMUDA 1996, 1998; SASIK i in. 2001]. Badania te wykazały duże znaczenie procesów erozyjnych dla analizowanego obszaru oraz wysokie potencjalne i rzeczywiste zagrożenie procesami erozji wodnej [LICZNAR i in. 1999]. Kolejnym krokiem w poznaniu zjawisk erozyjnych i ich praktycznemu przeciwdziałaniu powinno być określenie strat gleby w zlewniach.

Celem pracy było podjęcie próby prognozowania erozji wodnej w małych zlewniach rolniczych obszaru Wzgórz Trzebnickich z wykorzystaniem równania USLE.

### **Materiały i metody badań**

Badania prowadzono w latach 1999–2000 na terenie Wzgórz Trzebnickich w czterech małych zlewniach rolniczych cieką Mielnica. Największa ze zlewni – Mielnica (M4) obejmowała swoim zasięgiem obszar o powierzchni 712,28 ha, w obrębie którego mieściły się zlewnie cząstkowe: M1 (340,72 ha), M2 (377,85 ha), M3 (281,41 ha). Zlewnie były zlokalizowane w południowej części Wzgórz Trzebnickich około 9 km od miejscowości Trzebnica, na północ od Wrocławia.

Obszar zbiorczy jest położony pomiędzy rzędnymi: 168,8 i 246,1 m n.p.m., a średnie spadki zlewni cząstkowych (wyliczone wg wzoru Hortona) wahają się od 7,94% do 8,15%. Charakterystykę sieci hydrograficznej analizowanych zlewni obrazuje tab. 1.

Dominującą skałą macierzystą gleb na terenie Wzgórz Trzebnickich są lessy. Na obszarze zlewni M4 pokrywa lessowa stanowi około 97% całkowitej powierzchni terenu, a pokrycie pozostałych około 3% tworzą bliskie lessom utwory lessowate.

Tabela 1; Table 1

Długości cieków stałych i okresowych oraz gęstość sieci hydrograficznej  
Permanent and periodic stream length and hydrological network density

Zlewnia; Catchment	Mielnica M1	Mielnica M2	Mielnica M3	Mielnica M4
Cieki stałe; Permanent streams (km)	3,741	4,414	1,676	6,962
Cieki okresowe; Periodic streams (km)	7,930	9,215	12,086	23,176
Gęstość sieci hydrograficznej Hydrological network density (km·km <sup>-2</sup> )	1,10	1,17	0,60	0,98

Urodzajna pokrywa glebowa Wzgórz Trzebnickich wraz z korzystnymi warunkami klimatycznymi umożliwia intensywne rolnicze wykorzystanie tego obszaru. W strukturze użytkowania wszystkich badanych zlewni (tab. 2) przeważają grunty orne i użytki zielone.

Tabela 2; Table 2

Struktura użytkowania zlewni cieków Mielnica  
Land use structure at the Mielnica stream catchments

Kategoria użytkowa Land use category	Zlewnie; Catchments							
	Mielnica M1		Mielnica M2		Mielnica M3		Mielnica M4	
	powierzchnia; area							
	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%
Grunty orne; Arable land	277,60	81,47	294,64	77,98	204,32	72,61	535,98	75,25
Użytki zielone; Grassland	17,64	5,18	22,10	5,85	15,17	5,39	45,59	6,40
Lasy; Forests	39,61	11,63	52,07	13,78	61,46	21,84	120,16	16,87
Obszary zabudowane; Built up areas	5,73	1,68	8,36	2,21	0,46	0,16	9,64	1,35
Tereny pod wodą Grounds under water	0,14	0,04	0,68	0,18	0	0	0,91	0,13

Do prognozowania strat gleby w badanych zlewniach zastosowano uniwersalne równanie strat glebowych – USLE [WISCHMEIER, SMITH 1978].

Wartość wskaźnika erozyjności deszczu i spływu – R dla terenu badań wyznaczono w oparciu o dane pluwiograficzne ze stacji w Swojcu. Była to najbliższa stacja meteorologiczna, oddalona od zlewni Mielnicy o 18 km w linii prostej w kierunku południowo-zachodnim (wysokość stacji – 122,88 m n.p.m., długość geograficzna 17°07' na wschód od Greenwich, szerokość geograficzna 51°07'). Przy obliczaniu wartości wskaźnika R zastosowano klasyczne formuły zaproponowane przez WISCHMEIERA i SMITHA [1978]. Dla ułatwienia obliczania indeksów erozyjności EI30 zastosowano zautomatyzowaną metodę przetwarzania danych pluwiograficznych zaproponowaną przez LICZNARA [2001]. Erozyjność spływów roztopowych – Rs została oszacowana w sposób przybliżony jako 1/10 sumy opadów w miesiącach: grudzień-marzec, analogicznie jak we wcześniejszych badaniach BANASIKA i in. [1990].

Wyznaczenia wskaźnika podatności gleb na spłukiwanie powierzchniowe – K dokonano metodą pośrednią z użyciem nomogramu przygotowanego przez WISCHMEIERA i SMITHA [1978]. Pokrywą glebową badanych obiektów uznano za

jednolitą i zdominowaną przez utwory lessowe. Z tego względu nie prowadzono badań nad wielkością wskaźnika erozyjności dla różnych lokalizacji. Uznano, że właściwszym będzie dokładne przeanalizowanie zmienności wartości wskaźnika podatności gleb na spłukiwanie na obszarze typowego wycinka terenu o falistej rzeźbie. W obrębie tego wycinka określono wielkości wskaźnika K dla różnych stref agroekologicznych, takich jak: wierzchowina, zbocze, dolina (podnóże). Wyniki kompleksowych badań gleboznawczych zostały przedstawione w pracy LICZ-NARÓW [2002].

Wyznaczenie wskaźnika topografii – LS dla poszczególnych zlewni badawczych przeprowadzono zgodnie ze wzorem WISCHMEIERA i SMITHA [1978]:

$$LS = \left( \frac{\lambda}{22,13} \right)^m (65,41 \cdot \sin^2 \theta + 4,56 \cdot \sin \theta + 0,065),$$

gdzie:

- LS – wskaźnik topografii (–),
- $\lambda$  – średnia długość drogi spływu powierzchniowego (m),
- m – parametr (–),
- $\theta$  – spadek (°).

Wartości średniej długości drogi spływu powierzchniowego określono metodą Hortona, a wartości średniego spadku zboczy poszczególnych zlewni wyznaczano metodą długości warstw. Niezbędne wejściowe parametry topograficzne (takie jak np. długości warstw, cieków) uzyskano z uprzednio opracowanego modelu numerycznego zlewni. Dokładny opis modelu numerycznego oraz jego wykorzystania w procesie wyznaczania LS był przedmiotem wcześniejszych badań LICZ-NARA i in. [2002].

Wartości wskaźnika pokrywy roślinnej i uprawy – C dla obszarów leśnych i użytków zielonych uznano za stałe w ciągu całego roku, a ich wartości przyjęto za JÓZEFACIUKAMI [1999] ( $C = 0,003$  dla obszarów leśnych;  $C = 0,005$  dla użytków zielonych). Znaczna część terenów zabudowanych była zajmowana przez przyzagrodowe ogrody i sady. Z tej racji przyjęto wskaźnik C dla tych obszarów jako stały i równy 0,004 (jak dla sadów).

Przy wyznaczaniu wskaźnika pokrywy roślinnej i uprawy – C dla zlewni szczególną uwagę poświęcono gruntom ornym. Zidentyfikowano występujące na polach zlewni kombinacje uprawowe (opisujące następstwo roślin uprawnych w zmianowaniu) oraz określono ich procentowy udział w areale zasiewów (tab. 3). Następnie ustalono terminy początkowe i końcowe okresów uprawy i rozwoju roślin (faz rozwojowych). Na tej podstawie dla wszystkich kombinacji uprawowych odczytano wartości wskaźnika C w poszczególnych miesiącach roku kalendarzowego, zgodnie z metodyką zaproponowaną przez BANASIKA i in. [1995] oraz JÓZEFACIUKÓW [1996].

Ostatecznie miesięczne wartości wskaźnika C dla poszczególnych zlewni zostały obliczone jako średnia ważona uwzględniająca powierzchnie zajmowane przez poszczególne rodzaje użytkowania.

W badanych zlewniach nie były stosowane typowe zabiegi przeciwoerozyjne. Niemniej na podstawie analizy mapy użytkowania terenu zauważono, że cieki w zlewniach były odizolowane od terenów silnie erodowanych (głównie pól z uprawami roślin okopowych) przez pasy buforowe z wieloletnich traw, zadrzewień i

zakrzaczeń lub ze zbóż jarych i ozimych. Z tej przyczyny postanowiono zastosować wartości wskaźnika zabiegów przeciwoerozyjnych – P, jak dla uprawy przemiennej, przyjmując w przypadku: buforów z trwałych użytków zielonych oraz zadrzewień i zakrzaczeń  $P = 0,24$  [RENARD i in. 1997]; buforów ze zbóż wysiewanych jesienią  $P = 0,44$ ; buforów ze zbóż wysiewanych wiosną  $P = 0,50$  [MCCUEN 1989]. W rozpatrywanych zlewniach ustalono następujący podział powierzchni na poszczególne sposoby prowadzenia uprawy przemiennej:

- Mielnica M1: typ 1 (bufor z trwałych traw lub zadrzewień i zakrzaczeń) – 84%; typ 2 (uprawa przemienne: uprawa rzędowa i zboża wysiewane jesienią) – 11%; typ 3 (uprawa przemienne: uprawa rzędowa i zboża wysiewane wiosną) – 5%;
- Mielnica M2: typ 1 – 86%; typ 2 – 9%; typ 3 – 5%;
- Mielnica M3: typ 1 – 100%; typ 2 – 0%; typ 3 – 0%;
- Mielnica M4: typ 1 – 91%; typ 2 – 6%; typ 3 – 3%.

Tabela 3; Table 3

Kombinacje uprawowe na obszarach gruntów ornych badanych zlewni  
Cultivation combinations on the area of investigated catchments of arable land

Lp.; No.	Pierwsza roślina; First plant	Druga roślina; Second plant	Procent udziału Percent of total
1.	pszenica; wheat	żyto; rye	10
2.	pszenica; wheat	jęczmień; barley	8
3.	pszenica; wheat	koniczyna; clover	4
4.	pszenica; wheat	mieszanki zbożowe; grain mixes	10
5.	rzepak; rape	pszenica; wheat	7
6.	kukurydza; corn	pszenica; wheat	4
7.	ziemniaki; potatoes	pszenica; wheat	8
8.	burak; sugar beet	pszenica; wheat	6
9.	koniczyna; clover	pszenica; wheat	4
10.	mieszanki zbożowe; grain mixes	kukurydza; corn	4
11.	mieszanki zbożowe; grain mixes	buraki; sugar beet	6
12.	jęczmień; barley	żyto; rye	8
13.	bobik; horse-bean	pszenica; wheat	3
14.	żyto; rye	ziemniaki; potatoes	8
15.	żyto; rye	rzepak; rape	7
16.	żyto; rye	bobik; horse-bean	3

## Wyniki i dyskusja

Wyliczone wartości wskaźnika erozyjności deszczu i spływu – R zostały zestawione w tabeli 4. Wartości roczne i miesięczne R, jak i ich rozkład w roku są zbliżone do wyników otrzymywanych przez BANASIKA i in. [1995, 2001] dla wschodniej i centralnej części Polski, TOMANA [1999] dla obszaru Czech oraz DEUMLICHA [1999] dla Saksonii i Turynii. W toku analizy zauważono, że wielkość wskaźnika R jest w większym stopniu determinowana przez intensywność opadu niż jego warstwę. Najwyższą miesięczną wartość wskaźnika erozyjności (138,4 Je) zanotowano w lipcu 1999 (przy miesięcznej sumie opadów wynoszącej 147,3 mm). Jednocześnie rok później przy porównywalnej sumie opadów w lipcu (117,0 mm)

wskaźnik erozyjności wynosił tylko 7,8 Je, będąc niższym niż w sierpniu (20,8 Je), po miesięcznych opadach jedynie 34,1 mm.

Tabela 4; Table 4

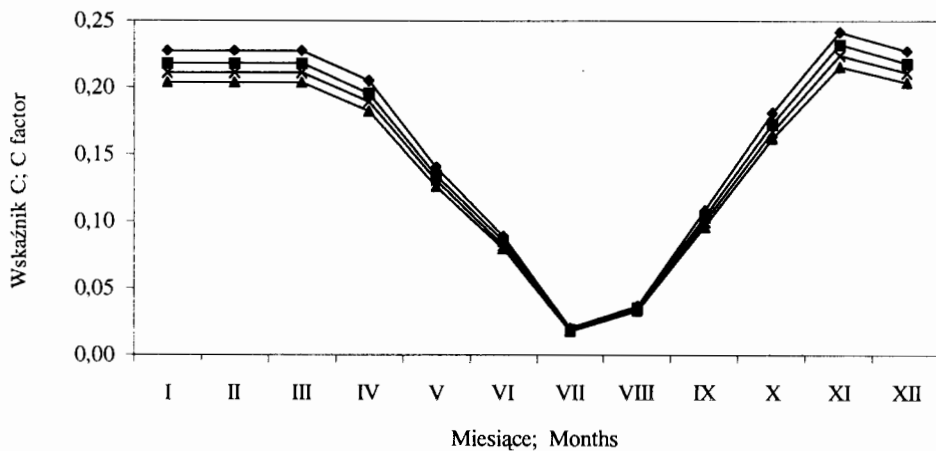
Wartości wskaźnika erozyjności deszczu i spływu – R (Je) dla stacji Swojec w latach 1999–2000

Rainfall factor (R) values (Je) for meteorological station at Swojec for the years 1999–2000

Rok Year	Miesiące; Months												Suma Total
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
1999	1,7	3,6	13,8	2,3	0,0	0,7	138,4	0,0	4,0	0,0	2,3	3,1	169,8
2000	3,6	3,1	14,3	2,3	16,8	0,0	7,8	20,8	0,0	0,0	6,0	2,5	77,4

Do obliczeń przyjęto we wszystkich zlewniach za LICZNARAMI [2002] wskaźnik podatności gleb na spłukiwanie powierzchniowe – K, wynoszący 0,66  $\text{Mg} \cdot \text{ha} \cdot \text{MJ}^{-1} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{cm}^{-1} \cdot \text{h}$  (0,50 w jednostkach amerykańskich). Była to wartość zbliżona do wartości wskaźnika  $K = 0,7$ , przyjmowanego przez JÓZEFACIUKÓW [1999] dla lessów oraz  $K = 0,44$  (w jednostkach amerykańskich) podawanego przez PIESTA i ZIEMNICKIEGO [1979] dla utworów pyłowych z okolic Lublina.

—◆— Mielnica M1 —■— Mielnica M2 —▲— Mielnica M3 —×— Mielnica M4



Rys. 1. Miesięczne wartości wskaźnika pokrywy roślinnej i uprawy – C dla analizowanych zlewni

Fig. 1. Cropping – management factor – C values for analyzed catchments

Wskaźnik topografii – LS dla poszczególnych zlewni cieku Mielnica był tylko nieznacznie zróżnicowany i wynosił:  $LS = 2,22$  dla przekroju M1,  $LS = 2,09$  dla M2,  $LS = 1,90$  dla M3 oraz  $LS = 1,99$  dla Mielnicy M4 [LICZNAR i in. 2002]

Zmienność wskaźnika pokrywy roślinnej i uprawy – C w poszczególnych miesiącach roku miała podobny charakter we wszystkich zlewniach (rys. 1). Od marca do lipca zachodził szybki spadek wartości wskaźnika C (związany ze wzros-

tem pokrywy roślinnej), natomiast od lipca do listopada następował ich ponowny wzrost po zbiorach roślin uprawnych. Duża lesistość zlewni M3 wpływała na obniżenie wartości wskaźnika C względem innych zlewni (wahał się on od 0,018 w lipcu do 0,216 w listopadzie).

Tabela 5; Table 5

Straty glebowe w zlewniach Mielnicy obliczone według równania USLE  
Soil losses calculated from USLE equation in Milenica catchments

Rok Year	Miesiące; Months												Suma Total
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Jednostkowe straty glebowe; Soil loss per square kilometer (Mg·km <sup>-2</sup> )													
Mielnica M1													
1999	15,6	33,4	129,2	19,4	0,0	2,6	112,5	0,0	17,7	0,0	22,7	28,6	381,8
2000	33,6	29,1	133,5	19,2	97,2	0,0	6,4	31,8	0,0	0,0	60,0	23,7	434,4
Mielnica M2													
1999	13,6	29,1	112,4	16,9	0,0	2,3	98,6	0,0	15,4	0,0	19,8	24,8	332,8
2000	29,2	25,3	116,1	16,7	84,6	0,0	5,6	27,7	0,0	0,0	52,2	20,6	378,0
Mielnica M3													
1999	10,2	21,9	84,5	12,7	0,0	1,7	74,9	0,0	11,6	0,0	14,9	18,7	251,0
2000	22,0	19,0	87,3	12,5	63,7	0,0	4,2	20,9	0,0	0,0	39,2	15,5	284,4
Mielnica M4													
1999	12,0	25,8	99,6	14,9	0,0	2,0	87,9	0,0	13,7	0,0	17,5	22,0	295,4
2000	25,9	22,4	102,9	14,8	75,0	0,0	5,0	24,6	0,0	0,0	46,2	18,3	335,2
Straty glebowe; Soil loss (Mg)													
Mielnica M1													
1999	53	114	440	66	0	9	383	0	60	0	77	97	1301
2000	114	99	455	65	331	0	22	108	0	0	204	81	1480
Mielnica M2													
1999	51	110	425	64	0	9	372	0	58	0	75	94	1257
2000	110	96	439	63	320	0	21	105	0	0	197	78	1428
Mielnica M3													
1999	29	61	238	36	0	5	211	0	33	0	42	53	706
2000	62	54	246	35	179	0	12	59	0	0	110	44	800
Mielnica M4													
1999	86	183	709	106	0	14	626	0	98	0	125	157	2104
2000	184	160	733	105	534	0	35	176	0	0	329	130	2387

Obliczone jako średnie ważone wskaźniki zabiegów przeciwoerozyjnych – P były tylko nieznacznie zróżnicowane i wynosiły: P = 0,28 dla zlewni Mielnica M1, P = 0,27 dla Mielnicy M2, P = 40,24 dla Mielnicy M3 oraz P = 0,26 dla Mielnicy M4. Straty glebowe obliczone wg USLE w zlewniach Mielnicy zestawiono w tab. 5.

Największe prognozowane miesięczne straty glebowe wystąpiły w marcu 2000 r. Duża wartość miesięcznego indeksu erozyjności deszczu (14,3 Je) w powiązaniu z bardzo słabą osłoną powierzchni pól przez rośliny uprawne (wskaźnik C we wszystkich zlewniach przekraczał wartość 0,2) decydowały o wysokich wynikach symulacji strat gleby (od 246 Mg w zlewni Mielnica M3 do 733 Mg w zlewni Mielnica M4). Znaczenie wielkości wskaźnika pokrywy roślinnej obrazuje dobrze porównanie strat glebowych z lipca 1999 r. ze stratami z maja 2000 r. W lipcu 1999 r. zanotowano opady o rekordowej miesięcznej sumie indeksu erozyjności deszczu EI30 – 138,4 Je. Prognozowane straty glebowe po tych opadach wyniosły: 383 Mg w zlewni Mielnica M1, 372 Mg w zlewni Mielnica M2, 211 Mg w zlewni Mielnica M3 oraz 626 Mg w zlewni Mielnica M4. Były one tylko nieznacznie wyższe od strat prognozowanych po opadach w maju 2000 r. o łącznym indeksie erozyjności deszczu – 16,8 Je. Wartości strat gleby obliczone wg USLE we wszystkich zlewniach były głównie kształtowane dystrybucją miesięczną wskaźnika R, a w mniejszym stopniu jego sumarycznymi wartościami rocznymi. Prognozowane roczne straty glebowe w 1999 r. były niższe od strat w 2000 r., chociaż wskaźnik R w 1999 r. wynosił 169,8 Je, co stanowiło 220% jego wartości z 2000 r.

Oszacowane straty glebowe w zlewni Mielnicy są porównywalne z wynikami uzyskanymi przez PASZCZYKA [1998], który stosując równanie USLE w dorzeczu Bystrzycy Lubelskiej najsilniejszą erozję obserwował w rejonach występowania gleb lessowych i lessopodobnych (sięgającą rocznie 200 Mg·km<sup>-2</sup>). Za wiarygodnością otrzymanych z równania USLE jednostkowych strat gleby przemawia fakt, że mieszczą się one w przedziale rzeczywistych wartości mierzonych w innych zlewniach. PAŁYS [1998] dla dwóch zlewni leżących na Wierzychowinie Giełczowskiej (Wielkopole i Niemienice) określił w oparciu o bilans objętości żłobin i zmywu powierzchniowego średnie roczne straty glebowe na odpowiednio 0,1 mm i 0,002 mm. W zlewniach ciekę Mielnica, zbliżonych pod względem użytkowania do zlewni Wielkopole, prognozowane średnie roczne straty gleby były podobne i wynosiły 0,17–0,29 mm gleby (przy założeniu średniej gęstości objętościowej gleby – 1,5 Mg·m<sup>-3</sup>).

### Wnioski

1. Zgodnie z prognozami modelu USLE w zlewniach Mielnicy roczne straty glebowe wynosiły od 251 do 434,4 Mg·km<sup>-2</sup>. Straty te potwierdzają intensywność procesów erozji wodnej gleb lessowych zlewni rolniczych Wzgórz Trzebnickich.
2. Pomimo znacznie większej wartości wskaźnika erozyjności deszczu w roku 1999, zgodnie z modelem USLE straty glebowe w tym roku we wszystkich zlewniach były niższe niż w roku 2000. O wielkości strat glebowych nie tyle decydowały wartości roczne poszczególnych wskaźników równania USLE, co wzajemne powiązanie dystrybucji wskaźnika erozyjności deszczu i spływu – R, z dystrybucją wskaźnika pokrywy roślinnej i uprawy – C.
3. Dla prawidłowego prognozowania strat gleby w małych zlewniach rolniczych obszaru Wzgórz Trzebnickich z użyciem modelu USLE, koniecznym jest dokładne przeanalizowanie zmienności w czasie wskaźnika erozyjności deszczu i spływu – R oraz wskaźnika pokrywy roślinnej i uprawy – C.

## Literatura

- BANASIK K., GÓRSKI D., MITCHELL J.K. 2001. *Rainfall erosivity for east and central Poland*. Proceedings of the International Symposium & Exhibition on Soil Erosion Research for the 21st Century, 3–5 I 2001, Honolulu, Hawaje, USA: 279–282.
- BANASIK K., SKIBIŃSKI J., GÓRSKI D. 1995. *Metody oceny erozji powierzchniowej i akumulacji rumowiska w zbiornikach*, w: *Metodyka zagospodarowania zasobów wodnych w małych zlewniach rzecznych*. Wyd. SGGW, Warszawa: 63–76.
- DEUMLICH D. 1999. *Erosive Niederschläge und ihre Eintrittswahrscheinlichkeit in Nordosten Deutschlands*. Meteorol. Zeitschrift, Vol. 8: 155–161.
- JÓZEFACIUK A., JÓZEFACIUK Cz. 1996. *Mechanizm i wskazówki metodyczne badania procesów erozji*. Państwowa Inspekcja Ochrony Środowiska. Biblioteka Monitoringu Środowiska, Warszawa: 148 ss.
- JÓZEFACIUK A., JÓZEFACIUK Cz. 1999. *Ochrona gruntów przed erozją*, w: *Poradnik dla władz administracyjnych i samorządowych oraz służb doradczych i użytkowników gruntów*. Wydawnictwo IUNG, Puławy: 109 ss.
- LICZNAR P. 2001. *Automatyzacja przetwarzania danych pluwiograficznych w procesie wyznaczania wskaźnika erozyjności deszczy*. Folia Universitatis Agriculturae Stetinensis 217, Ser. Agricultura 87, Szczecin: 125–128.
- LICZNAR M., LICZNAR P. 2002. *Erozyjność lessów Wzgórz Trzebnickich*. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 487: 129–136.
- LICZNAR P., ŻMUDA R., SASIK J. 2002. *Wykorzystanie numerycznego modelu terenu dla badań nad erozją wodną w małych zlewniach rolniczych Wzgórz Trzebnickich*. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 487: 147–156.
- LICZNAR P., ŻMUDA R., SZEWRĄŃSKI Sz. 1999. *Outflow denudation from the loess catchment under intensive agricultural use*. Mat. międzynarod. konf. „Soil conservation in large-scale land use.” Bratysława, 12–15 V 1999: 147–154.
- MCCUEN R.H. 1989. *Hydrologic analysis and design*. Prentice Hall, New Jersey: 867 ss.
- PAEYS S. 1998. *Natężenie procesów erozyjnych w małych zlewniach lessowych różnie użytkowanych w latach 1995–1997*. Mat. konf. „Przyrodnicze i techniczne problemy gospodarowania wodą dla zrównoważonego rozwoju obszarów wiejskich”. Przegł. Nauk. Wydz. Melior. i Inż. Środ. SGGW 15, Warszawa: 35–43.
- PASZCZYK J. 1998. *Próba oceny zagrożeń erozyjnych gleb w dorzeczu Bystrzycy Lubelskiej*. Bibliotheca Fragmenta Agronomica, Tom 4A, Olsztyn: 275–286.
- PIEST R.F., ZIEMNICKI S. 1979. *Comparative erosion rates of loess soils in Poland and Iowa*. Transactions of ASAE: 822–826.
- RENARD K.G., FOSTER G.R., WEESIES G.A., MCCOOL D.K., YODER D.C. 1997. *Predicting soil erosion by water: A guide to conservation planning with the revised universal soil loss equation (RUSLE)*. Agricultural Handbook 703, ARS, Washington: 384 ss.
- SASIK J., ŻMUDA R., SZEWRĄŃSKI Sz., LICZNAR P. 2001. *Wpływ zbiorników małej retencji wodnej na ilość wynoszonych składników chemicznych i rumowiska ze zlewni lessowej Wzgórz Trzebnickich*. Zesz. Nauk. AR we Wrocławiu, Melioracje XLIII(417): 151–176.



TOMAN F. 1999. *Vliv klimatických podmínek na výskyt vodní eroze v oblasti jižní Moravy*. Folia Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis, Brno: 48 ss.

WISCHMEIER W.H., SMITH D.D. 1978. *Predicting rainfall erosion losses. A guide to conservation planning*. Agricultural Handbook 537, ARS, Washington: 58 ss.

ŽMUDA R. 1996. *Czynniki warunkujące wielkości wskaźnika denudacji na przykładzie lessowej zlewni rolniczej Wzgórz Trzebnickich*. Zesz. Nauk. AR we Wrocławiu, Melioracje XLII(283): 69–76.

ŽMUDA R. 1998. *Natężenie erozji wodnej w małej zlewni rolniczej Wzgórz Trzebnickich na tle wybranych elementów hydrometeorologicznych*. Zesz. Nauk. AR we Wrocławiu, Inżynieria Środowiska X(349): 233–259.

**Słowa kluczowe:** erozja wodna, równanie USLE, zlewnia

### Streszczenie

Celem badań była próba zastosowania modelu USLE do prognozowania erozji wodnej w skali zlewni dla obszaru Wzgórz Trzebnickich. Straty gleby były prognozowane dla czterech małych rolniczych zlewni pokrytych glebami lessowymi o powierzchniach: Mielnica M1 (340,72 ha), Mielnica M2 (377,85 ha), Mielnica M3 (281,41 ha) i Mielnica M4 (712,28 ha). Roczne straty glebowe w latach 1999–2000 wahały się od 251 do 434,4 Mg km<sup>-2</sup>. Stwierdzono, że roczne wartości wskaźników R i C mają mniejszy wpływ na ostateczne szacunki strat gleby według modelu niż ich dystrybucje roczne.

### WATER EROSION PREDICTION IN SMALL AGRICULTURAL CATCHMENTS OF THE TRZEBNICA HILLS

*Paweł Licznar<sup>1</sup>, Józef Sasik<sup>2</sup>, Romuald Żmuda<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>Institute of Building and Landscape Architecture,  
Agricultural University, Wrocław

<sup>2</sup>Institute for Land Reclamation and Environmental Development,  
Agricultural University, Wrocław

**Key words:** water erosion, USLE equation, catchment

### Summary

An attempt of USLE equation implementation for water erosion prediction at the catchment scale for the area of Trzebnica Hills was the study objective. Soil loss was predicted for four small loessive agricultural catchments: Mielnica M1 (340.72 ha), Mielnica M2 (377.85 ha), Mielnica M3 (281.41 ha) and

Mielnica M4 (712.28 ha) for the years 1999–2000. Annual soil loss ranged from 251 to 434.4 Mg·km<sup>-2</sup> in the investigated catchments. It was found that the annual values of R and C factors were less important for the final annual model soil loss estimates than their annual distribution.

Dr inż. Paweł **Licznar**  
Instytut Budownictwa i Architektury Krajobrazu  
Akademia Rolnicza  
pl. Grunwaldzki 24  
50-363 WROCLAW  
e-mail: licznarp@ozi.ar.wroc.pl