

Wpłynęło 11.07.2012 r.
Zrecenzowano 28.11.2012 r.
Zaakceptowano 19.12.2012 r.

A – koncepcja
B – zestawienie danych
C – analizy statystyczne
D – interpretacja wyników
E – przygotowanie maszynopisu
F – przegląd literatury

OKREŚLENIE STRAT GLEBY NA TERENIE RZD PUCZNIEW W WARUNKACH RÓŻNYCH PRAWDOPODOBIENSTW WYSTĘPOWANIA DESZCZÓW EROZYJNYCH

Anna BARYŁA ABCDEF

Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie, Katedra Kształtowania Środowiska

Streszczenie

W pracy wyliczono masę erodowanej gleby dla warunków Puczniewa (woj. łódzkie). Do obliczeń wykorzystano roczne maksymalne dobowe sumy opadów z lat 1972–2002. Wykonano test Kolmogorowa-Smirnowa, aby ocenić zgodność danej cechy z rozkładem normalnym, następnie opracowano dystrybucję rozkładu prawdopodobieństwa. Dla prawdopodobieństwa 1, 20 i 50% wyliczono erozyjność opadów i straty gleby za pomocą opracowanego przez Wischmeiera i Smitha równania strat glebowych – USLE. Przyjęto następujące warianty: stoki o spadkach 5%, 10%; zagospodarowanie: użytki zielone i grunty orne; założono użytkowanie płużne – uprawa w poprzek stoku i wzdłuż. Straty gleby są ponad 10-krotnie mniejsze w przypadku użytków zielonych niż gruntów ornych.

Słowa kluczowe: erozja gleb, erozyjność deszczów, równanie strat glebowych USLE

WSTĘP

Erozja gleb jest procesem nie tylko wpływającym negatywnie na żyzność gleb, lecz również znacznie utrudniającym jej uprawę. Erozja wodna wywołuje ujemne skutki środowiskowe oraz gospodarcze, przyczyniając się do destabilizacji i degradacji agroekosystemów. Jednym z parametrów, mającym ogromne znaczenie w tym procesie jest czynnik opadowy (klimatyczny). Erozyjność opadu jest to sparymetryzowana cecha opadu, określająca jego zdolność do wywoływania procesów

Do cytowania For citation: Baryła A. 2012. Określenie strat gleby na terenie RZD Puczniew w warunkach różnych prawdopodobieństw występowania deszczów erozyjnych. Woda-Środowisko-Obszary Wiejskie. T. 12. Z. 4(40) s. 7–16.

erozyjnych. Jest ona funkcją wielkości, intensywności i czasu trwania opadu. W równaniu USLE [WISCHMEIER, SCHMITH 1978] jest przedstawiona za pomocą zaliczanego do parametrów regionalnych wskaźnika erozyjności deszczów i spływu. Bardzo istotny wpływ na ilość erodowanej gleby ma, oprócz wartości bezwzględnej parametru, jego rozkład czasowy. Uwidacznia się to szczególnie w odniesieniu do różnego okresu użytkowania gleby, gdyż ten sam opad powoduje różne natężenie procesów erozyjnych [GÓRSKI, BANASIK 1992].

W artykule podjęto temat zmian masy erodowanej gleby na przykładzie gruntów ornich Puczniew. Do obliczeń wykorzystano opracowane przez Wischmeiera i Smitha równanie strat glebowych – USLE.

METODY BADAŃ

Średni ubytek gleby wyliczono na podstawie równania USLE (Universal Soil Loss Equation) [WISCHMEIER, SCHMITH 1978].

Model USLE jest empirycznym równaniem, opracowanym do obliczania ilości strat gleb na terenach użytkowanych rolniczo:

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

gdzie:

- A – średni roczny zmyw gleby, $\text{Mg} \cdot \text{ha}^{-1}$;
- R – wskaźnik erozyjności opadu i spływu powierzchniowego dla danej lokalizacji, $\text{MJ} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{cm} \cdot \text{h}^{-1} = \text{Je}$;
- K – wskaźnik podatności gleby na erozję, $\text{Mg} \cdot \text{ha}^{-1}$, $\text{MJ} \cdot \text{ha}^{-1}$, $\text{cm} \cdot \text{h}^{-1}$;
- L – wskaźnik długości stoku, –;
- S – wskaźnik nachylenia stoku, –;
- C – wskaźnik pokrywy roślinnej, –;
- P – wskaźnik zabiegów przeciwoerozyjnych, –.

Badania glebowe przeprowadzono na terenie RZD Puczniew (woj. łódzkie). Grunty orne RZD Puczniew położone są na utworach czwartorzędowych, wytworzonych w wyniku działania lodowca, w przeważającej części z glin zwałowych moreny dennej starszego zlodowacenia i piasków akumulacji lodowcowej z głazami na glinie zwałowej. Teren jest lekko pofałdowany, o zdecydowanych spadkach w kierunku południowym i północnym, z niewielkim spadkiem w kierunku północno-zachodnim. Poziom terenu wyniesiony jest od ok. 143 do 153 m nad poziom morza [WANKE 1977]. Użytki rolne RZD Puczniew mogą reprezentować znaczny odsetek gruntów ornich w Polsce, tj. grunty gliniaste, a więc gleby słabo przepuszczalne.

W badaniach wykorzystano dane opadowe z wielolecia 1972–2002 ze stacji meteorologicznej Puczniew, udostępnione przez IMGW w Warszawie. Z uzyska-

nych sum dobowych opadów wybrano maksymalne wartości z każdego roku – łącznie 31 cech. W dalszej analizie wykonano test Kołmogorowa-Smirnowa, w celu oceny zgodności danej cechy z rozkładem normalnym. Kolejnym etapem było opracowanie zależności maksymalnych sum dobowych opadów od prawdopodobieństwa p dla rozkładu Kołmogorowa-Smirnowa.

Dla określonego prawdopodobieństwa maksymalnych opadów dobowych 1, 20 i 50% określono wskaźniki erozyjności deszczów, które zostały wykorzystane w równaniu USLE.

Obliczenia wskaźnika erozyjności deszczów i wywołanych nimi spływów powierzchniowych przeprowadzono w dwóch etapach, zgodnie z metodyką przyjętą przez BANASIKA i GÓRSKIEGO [1990]. Pierwszy etap obejmował analizę wartości erozyjności wszystkich deszczów, mających rejestracje pluwiograficzne. Do obliczania wartości erozyjności i energii kinetycznej deszczów zastosowano wzory i metodykę zaproponowaną przez WISCHMEIERA i SMITHA [1978]. W drugim etapie, na podstawie wartości erozyjności opadów, mających rejestracje pluwiograficzne, wyliczono równanie regresji na erozyjność deszczów w funkcji wysokości opadu. Do obliczeń wykorzystano deszcze o warstwie ponad 12,7 mm. Uznano, że opadów o mniejszej warstwie opadu, ale o intensywności maksymalnej $I_{\max} \geq 6,35 \text{ mm} \cdot 15 \text{ min}^{-1}$ nie należy uwzględniać ze względu na ich odmienną naturę [LICZ-NAR, ROJEK 2002]. Zależność regresyjna posłużyła do obliczania wartości erozyjności deszczów erozyjnych (o warstwie ponad 12,7 mm), które nie miały rejestracji pluwiograficznych, na podstawie sumarycznych wysokości tych opadów, rejestrowanych deszczomierzem Hellmana [BARYŁA 2004].

Wyznaczenie wskaźnika K podatności gleb na splukiwanie powierzchniowe dokonano za pomocą nomogramu [FAO 1996]. Przeliczając na jednostki SI, uzyskaną wartość przemnożono przez $K_{SI} = 0,1317K_{US}$. Wykonane badania wykazały, że zawartość procentowa frakcji ϕ 2–0,05 mm, ϕ 0,05–0,002 mm, $\phi < 0,002$ mm wyniosła odpowiednio 58, 22 i 20%.

Wyliczony parametr K do obliczeń przyjęto za równy 0,039.

Wskaźnik topografii – LS dla poszczególnych poletek wyznaczono z wzoru:

$$LS = \left(\frac{\lambda}{22,1} \right)^m (0,065 + 0,0464 \cdot s + 0,0065 \cdot s^2) \quad (2)$$

gdzie:

λ – długość zbocza, 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 $s \geq 5,0\%$.

Do obliczeń przyjęto stoki o spadkach 5 i 10% oraz długości 50 m.

Wskaźnik pokrywy roślinnej C określono na podstawie literatury [KORELESKI 1992; MOLNAR, JULIEN 1998], w obliczeniach przyjęto: pola uprawne $C = 0,2$; użytki zielone $C = 0,015$.

Wskaźnik P przyjęto za KORELESKIM [1992]: dla uprawy wzdłuż stoku: $P = 1$; dla uprawy w poprzek stoku wartość P uzależniona jest od spadku terenu: $P = 0,5$ dla spadku 5%, $P = 0,6$ dla spadku 10%.

WYNIKI BADAŃ

Podstawowe parametry rozkładu normalnego oraz wyniki testu Kołgomorowa-Smirnowa dla analizowanego zbioru maksymalnych dobowych sum opadów zamieszczono w tabeli 1.

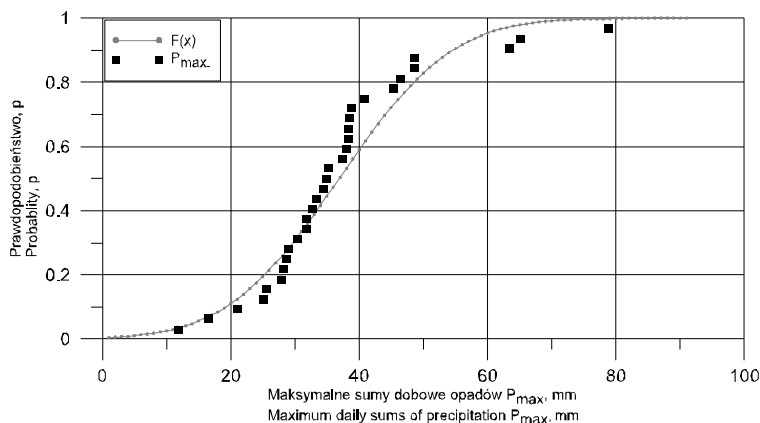
Tabela 1. Parametry opisujące analizowaną populację oraz wartości testu Kołgomorowa-Smirnowa

Table 1. Describing parameters analyzed populations and values of the test Kołgomorow-Smirnow

Parametr Parameter	Średnia, mm Mean, mm	Odchylenie standardowe, mm Standard deviation, mm	λ_{ks}	$\lambda_{ks\alpha} = 0,95$
P_{max}	36,897	13,77	1,041	1,354

Źródło: wyniki własne. Source: own studies.

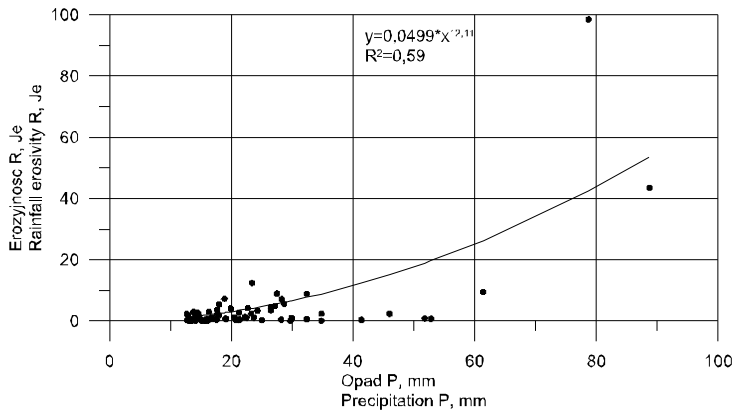
Wartość empiryczna testu (λ_{ks}) była mniejsza od krytycznej ($\lambda_{ks\alpha}$), w związku z tym nie ma podstaw do odrzucenia hipotezy o zgodności empirycznej dystrybucji z klasą dystrybuant rozkładu normalnego (rys. 1).



Rys. 1. Wykres dystrybuanty dla maksymalnych dobowych sum opadów; źródło: opracowanie własne na podstawie danych ze stacji Puczniew

Fig. 1. Graph of the distribution function for maximum daily sums of rainfall; source: own elaboration according to data from rainfall gauge in Puczniew

Po przeanalizowaniu pasków pluwiograficznych z okresu 1972–2002 stwierdzono, że przyjęte kryterium erozyjności spełniają 253 zapisy deszczów. Na podstawie wartości erozyjności opadów mających rejestracje pluwiograficzne wyliczono równanie regresji na erozyjność deszczów w funkcji wysokości opadu. Do obliczeń wykorzystano deszcze o warstwie ponad 12,7 mm. Na podstawie przeprowadzonych obliczeń ustalono, że najlepsze skorelowanie występuje w przypadku przyjęcia modelu funkcji wykładniczej (rys. 2).



Rys. 2. Wskaźnik erozyjności deszczów w funkcji sumy opadu; źródło: opracowanie własne na podstawie danych ze stacji Puczniew

Fig. 2. Rainfall erosivity index as a function of precipitation sum; source: own elaboration according to data of rainfall gauge in Puczniew

Uzyskane równanie regresji (rys. 2) wykorzystano do obliczenia wielkości erozyjności deszczów dla maksymalnych opadów dobowych w warunkach przyjętych prawdopodobieństw 1, 20 i 50%. Szacowanie wskaźnika R na podstawie modelu funkcji wykładniczej może być obarczone dużym błędem, dotyczy to zwłaszcza dużych wartości opadów.

Na podstawie uzyskanych wyników można stwierdzić, że maksymalne natężenie erozji wystąpiło dla prawdopodobieństwa 1% czyli dla sumy dobowej opadu ok. 80 mm, erozyjności deszczów 48 Je (tab. 2, 3). W przypadku gruntów ornych, w warunkach opadu dobowego ok. 80 mm, spadku stoku 10% i uprawy wzdłuż stoku, strata gleby wyniosła $0,7 \text{ Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$ (tab. 3). Należy zwrócić uwagę, że uzyskane straty gleby odnoszą się tylko do jednej doby, natomiast zazwyczaj analizowany wskaźnik erozyjności deszczów odnosi się do roku bądź średniej z wielolecia. Dla Puczniewa średni wskaźnik erozyjności deszczów z wielolecia wyniósł 36,7 Je [BARYŁA 2004]. Porównując uzyskane wyniki (tab. 3) z wynikami straty gleby w warunkach średniego wskaźnika erozyjności deszczów dla gruntów ornych i spadku stoku 10%, strata gleby wyniosła $0,51 \text{ Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$, co zgodnie z tabelą 4. wskazuje na brak zagrożenia terenu erozją.

Tabela 2. Prognozowane straty gleby A na podstawie modelu USLE, w warunkach różnych prawdopodobieństw wystąpienia deszczów erozyjnych, spadków terenu 5 i 10% oraz uprawy w poprzek stoku

Table 2. Predicted soil losses A based on the USLE model at various probabilities of erosive rainfalls, 5 and 10% slopes, grasslands and arable lands cultivated across the slope

p %	P mm·doba ⁻¹	R Je	LS (-)	C (-)	A Mg·ha ⁻¹
1	78,7	48,0			0,010
20	48,5	18,0	0,68	0,015	0,004
50	37,0	10,2			0,002
R – średnia z wielolecia	Long-term mean	36,7			0,007
1	78,7	48,0			0,128
20	48,5	18,0	0,68	0,2	0,048
50	37,0	10,2			0,027
R – średnia z wielolecia	Long-term mean	36,7			0,100
1	78,7	48,0			0,030
20	48,5	18,0	1,77	0,015	0,011
50	37,0	10,2			0,006
R – średnia z wielolecia	Long-term mean	36,7			0,023
1	78,7	48,0			0,397
20	48,5	18,0	1,77	0,2	0,149
50	37,0	10,2			0,084
R – średnia z wielolecia	Long-term mean	36,7			0,303

Objaśnienia: $S = 0,4545$ dla spadku 5%, $S = 1,179$ dla spadku 10%; $C = 0,015$ dla użytków zielonych, $C = 0,2$ dla gruntów ornych, uprawa w poprzek stoku.

Explanations: $S = 0.4545$ for 5% slope, $S = 1.179$ for 10% slope; $C = 0.015$ for grasslands, $C = 0.2$ for arable lands, cultivation across the slope.

Źródło: wyniki własne. Source: own studies.

Podczas projektowania zabezpieczeń przeciwoerozyjnych pod uwagę brany jest średni wskaźnik z wielolecia [NRCS 1982]. Zaprojektowane na średni wskaźnik urządzenia mogą w razie opadów nawalnych lub rozlewnych nie spełniać w sposób zadowalający swoich funkcji.

Wraz ze zwiększeniem się spadku stoku wzrasta masa erodowanej gleby. Zarówno w przypadku użytków zielonych, jak i gruntów ornych, uprawy wzdłuż stoku masa erodowanej gleby zwiększyła się o ok. 40% przy 10-procentowym spadku, w porównaniu z 5-procentowym spadkiem. Wraz ze wzrostem spadku zbocza zwiększa się szybkość i wielkość spływu powierzchniowego oraz energia kinetyczna spływającej wody, co powoduje znaczne straty erozyjne [KOWALCZYK, TWARDY 2012]. Uprawa wzdłuż stoku dała 2-krotnie większe straty gleby w porównaniu z uprawą w poprzek stoku.

Przeprowadzone za pomocą modelu symulacje pokazują, jakie można uzyskać zmiany w przypadku orki wzdłuż i w poprzek stoku. Możliwość wykonania tego

Tabela 3. Prognozowane straty gleby (A) na podstawie modelu USLE, w warunkach różnych prawdopodobieństw wystąpienia deszczów erozyjnych, spadków terenu 5 i 10% oraz uprawy wzdłuż stoku

Table 3. Predicted soil losses (A) based on the USLE model at various probability levels of erosive rainfalls, 5 and 10% slopes, grassland and arable lands cultivated along the slope

<i>p</i> %	<i>P</i> mm·doba ⁻¹	<i>R</i> Je	<i>LS</i> (-)	<i>C</i> (-)	<i>A</i> Mg·ha ⁻¹
1	78,7	48,0			0,019
20	48,5	18,0	0,68	0,015	0,007
50	37,0	10,2			0,004
R – średnia z wielolecia	Long-term mean	36,7			0,014
1	78,7	48,0			0,255
20	48,5	18,0	0,68	0,200	0,096
50	37,0	10,2			0,054
R – średnia z wielolecia	Long-term mean	36,7			0,195
1	78,7	48,0			0,050
20	48,5	18,0	1,77	0,015	0,019
50	37,0	10,2			0,011
R – średnia z wielolecia	Long-term mean	36,7			0,038
1	78,7	48,0			0,662
20	48,5	18,0	1,77	0,2	0,248
50	37,0	10,2			0,141
R – średnia z wielolecia	Long-term mean	36,7			0,506

Objaśnienia: $S = 0,4545$ dla spadku 5%, $S = 1,179$ dla spadku 10%; $C = 0,015$ dla użytków zielonych, $C = 0,2$ dla gruntów ornych.

Explanations: $S = 0.4545$ for 5% slope, $S = 1.179$ for 10% slope; $C = 0.015$ for grasslands, $C = 0.2$ for arable land.

Źródło: wyniki własne. Source: own studies.

Tabela 4. Kryteria klasyfikacji zagrożenia erozyjnego

Table 4. Criteria for classification of the erosion threat

Klasa Class	Prognozowane straty gleby Predicted soil loss Mg·(ha·rok) ⁻¹	Zagrożenie erozyjne Erosion risk	Wartość funkcji przeciwdziałania erozji The value of a function of counteracting erosion
I	<1	brak no risk	bardzo wysoka very high
II	1–5	bardzo małe very small	wysoka high
III	5–10	małe small	średnia medium
IV	10–15	średnie medium	umiarkowana moderate
V	15–30	wysokie high	niska low
VI	>30	bardzo wysokie very high	bardzo niska very low

Źródło: opracowanie własne na podstawie: [DRZEWIECKI, MULARZ 2005 za MARKS i in., 1989].

Source: own elaboration based on [DRZEWIECKI, MULARZ 2005 too MARKS *et al.* 1989].

typu symulacji i prognozy umożliwiają wybranie najlepszych i najbardziej efektywnych sposobów zapobiegania erozji w warunkach rzeczywistych [TRACZ 2004].

Zmiana gruntów ornyczych na użytki zielone wykazała 13-krotnie lepszą ochronę (tab. 3). Użytki zielone, dzięki osłonie gleby roślinnością trawiastą i wskutek związania gleby w warstwie darniowej przez system korzeniowy, zalicza się do czynników silnie przeciwdziałających erozji.

Badania prowadzone przez STĘPNIEWSKIEGO i in. [2010] na eksperymentalnych polstkach w Guciowie wykazały, że najbardziej narażony na zmyw gleby był stok utrzymany w czarnym ugorze, na którym wielkość spłukiwania wynosiła od 0 do $5,5 \text{ Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$. Mniejsza i mniej zróżnicowana była skala zmywu gleby na polstkach z roślinnością: na stoku trawiastym, do $18 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$, w zagajniku do $2,2 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$. Wielkość spływu i spłukiwania były zbliżone do wyników uzyskanych przez SMOLSKĄ [2005] na glebach piaszczystych Pojezierza Suwalskiego. Podobne spostrzeżenia uzyskał BOCHENEK, GIL [2010] w zlewni Bystrzanki (północno-zachodnia część Beskidu Niskiego). Erozja gleby na uprawach ziemniaka przekroczyła średnio $25 \text{ Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$ rok i była 20-krotnie większa od erozji na uprawach zbożowych i prawie 300-krotnie większa niż na łąkach.

Według wielu autorów [GIL 1999; REJMAN 2006; ŚWIĘCHOWICZ 2002] przebieg erozji gleb na stokach użytkowanych rolniczo, w warunkach podobnych cech naturalnych środowiska, zależy głównie od rodzaju i gęstości szaty roślinnej, zmianowania upraw, zabiegów agrotechnicznych, wielkości i układu działek.

WNIOSKI

1. Uzyskane wartości wskaźnika erozyjności deszczów w warunkach różnych prawdopodobieństw wystąpienia maksymalnych opadów dobowych mogą posłużyć do obliczania parametrów urządzeń przeciwerozyjnych dla warunków występujących w Puczniewie.

2. Stosowanie modeli prognostycznych umożliwia przewidywanie wielkości strat erozyjnych w różnych zagospodarowaniach stoku pod kątem roślinności, zabiegów agrotechnicznych i wielkości działek.

3. W warunkach określonego prawdopodobieństwa 1% dla warunków Puczniewa największe straty gleby, wyliczone modelem USLE, wyniosły $0,7 \text{ Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$, z założeniem 10-procentowego spadku stoku, długości stoku 50 m, zagospodarowaniu jako grunty orne.

LITERATURA

BANASIK K., GÓRSKI D. 1990. Wyznaczanie erozyjności deszczy do uniwersalnego równania strat glebowych. Zeszyty Naukowe AR Wrocław. Nr 189 s. 103–109.

- BARYŁA A. 2004. Erozyjność deszczy w rejonie Puczniewa. *Przegląd Naukowy Inżynieria i Kształtowanie Środowiska*. Z. 28 s. 279–283.
- BOCHENEK W., GIL E. 2010. Procesy obiegu wody, erozji gleb i denudacji chemicznej w zlewni Bystrzanki. *Przegląd Naukowy Inżynieria i Kształtowanie Środowiska*. Z. 36 s. 28–42.
- DRZEWIECKI W., MULARZ S. 2005. Model USPED jako narzędzie prognozowania efektów erozji i depozycji materiału glebowego. *Roczniki Geomatyki*. T. 3. Z. 2 s. 45–54.
- FAO 1996. K-factor determination [online]. [Dostęp 20.05.2010]. Dostępny w Internecie: <http://www.fao.org/docrep/t1765e/t1765e0f.htm#soil%20erodibility>.
- GIL E. 1999. Obieg wody i spłukiwanie na fliszowych stokach użytkowanych rolniczo w latach 1980–1990. *Zeszyty IGiPZ PAN*. Z. 60 s. 78.
- GÓRSKI D., BANASIK K. 1992. Rozkłady prawdopodobieństwa erozyjności deszczy dla Polski południowo-wschodniej. *Zeszyty Naukowe AR Kraków. Sesja naukowa* 35. Z. 271 s. 125–131.
- KORELESKI K. 1992. Próby oceny natężenia erozji wodnej. *Zeszyty Naukowe Akademii Rolniczej im. H. Kołłątaja w Krakowie. Sesja Naukowa*. Z. 35 s. 91–100.
- KOWALCZYK A., TWARDY S. 2012. Wielkość erozji wodnej obliczona metodą USLE. *Woda-Środowisko-Obszary Wiejskie*. T. 12. Z. 1 (37) s. 83–92.
- LICZNAR P., ROJEK M. 2002. Erozyjność deszczy południowo-zachodniej Polski na przykładzie stacji Wrocław-Swojec. *Przegląd Naukowy SGGW. Ser. Inżynieria i Kształtowanie Środowiska*. R. XI. Z. 2 (25) s. 5–14.
- MARKS R., MULLER M.J., LESER H., KLING H.-J. (red.), 1989. *Anleitung zur Bewertung des Leistungsvermögens des Landschaftshaushaltes (BA LVL). Forschungen zur Deutschen Landeskunde Band 229, Zentralaussuss für deutsche Landeskunde*. Trier. Selbstverlag.
- MOLNAR D.K., JULIEN P.Y., 1998. Estimation of Upland Erosion Using GIS. *Computer and Geosciences*. Vol. 24. No. 2 ss. 183–192.
- Natural Resources Conservation Service NRCS – Conservation Practice Standard 1982. Terrace code 600 s. 1–6.
- REJMAN J. 2006. Wpływ erozji wodnej i uprawowej na przekształcanie gleb i stoków lessowych. *Acta Agrophysica* 136. *Rozprawy i Monografie*. Nr 136. Lublin. Wydaw. IA PAN Vol. 90 s. 60–80.
- REJMAN J., USOWICZ B. 1999. Ilościowy opis przenoszenia gleby i wody w procesie erozji wodnej. *Acta Agrophysica*. Vol. 23 s. 143–148.
- SMOLSKA E. 2005. Znaczenie spłukiwania w modelowaniu stoków młodoglacjalnych (na przykładzie Pojezierza Suwalskiego). Warszawa. Wydz. Geogr. i Studiów Region. UW ss. 146.
- STĘPNIEWSKI K., DEMCZUK P., RODZIK J., SIWEK K. 2010. Związki między opadem deszczu a spływem powierzchniowym i spłukiwaniem gleby na poletkach doświadczalnych o różnym użytkowaniu (Guciów – Roztocze Środkowe). *Prace i Studia Geograficzne*. T. 45 s. 229–241.
- STONE R. P., HILBORN D. 2000. Universal soil loss equation (USLE) [online]. Ontario. Min. Agricult. FoodRural Affairs. [Dostęp 30.03.2012]. Dostępny w Internecie: <http://www.omafra.gov.ca/english/engineer/facts/00-01.htm>. Factsheet. Order. 1.
- ŚWIĘCHOWICZ J. 2002. Współdziałanie procesów stokowych i fluwialnych w odprowadzaniu materiału rozpuszczonego i zawiesiny ze zlewni podgórskiej. *Przemiany środowiska na Pogórzu Karpackim*. Kraków. Instytut Geografii UJ ss. 152.
- TRACZ P. 2004. Metody oceny odporności środowiska przyrodniczego na degradację z wykorzystaniem technik GIS. *Kielce. Problemy Ekologii Krajobrazu PAEK* s. 277–285.
- WANKE A. 1977. Działanie drenowania i poprawa jego skuteczności w glebach słabo przepuszczalnych. *Praca Doktorska. Maszynopis*, Warszawa s. 15–20.
- WISCHMEIER W.H., SMITH D.D. 1978. Predicting rainfall erosion losses. *USDA Agric. Handb.* 537. Washington D.C U.S. Gov. Print. Office ss. 58.

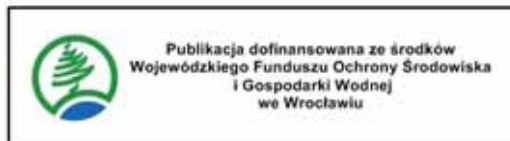
Anna BARYŁA

**ESTIMATING THE LOSS OF SOIL
AT DIFFERENT PROBABILITIES OF EROSIIVE RAINFALLS –
A CASE STUDY OF EXPERIMENTAL FARM IN PUCZNIEW**

Key words: soil erosion, USLE equation, rainfall erosivity factor

S u m m a r y

The mass of eroded soil was calculated for the conditions prevailing in Puczniew (Poland). Annual maximum daily rainfall from the years 1972–2002 was used for calculations. Kolmogorow-Smirnow test was used to check the distribution of a given characteristics and then the probability distribution was developed. For a probability of 1%, 20% and 50% the erosive rainfall properties and soil loss were calculated using Wischmeier and Smith's equation for soil losses – USLE. The following variants were adopted: slopes of the inclination of 5% and 10%; land use: grassland and arable land; arable land use with soil ploughing across and along the slope was assumed. Soil losses were over 10 times smaller in grasslands than in arable lands in Puczniew.



Adres do korespondencji: dr inż. A. Baryła, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego, Wydział Budownictwa i Inżynierii Środowiska, ul. Nowoursynowska 166, 02-787 Warszawa; tel. +48 22 593-53-57, e-mail: Anna_Baryła@sggw.pl