

## EROZJA GLEB W ROLNICZEJ ZLEWNI Z OKRESOWYM ODPLÝWEM WODY NA WYŻYNIE LUBELSKIEJ W LATACH 1999-2003

*Andrzej Mazur*

Katedra Melioracji i Budownictwa Rolniczego, Akademia Rolnicza  
ul. Leszczyńskiego 7, 20-069 Lublin  
e-mail: amazur70@op.pl

**Streszczenie.** W pracy przedstawiono 5-letnie wyniki badań natężenia erozji wodnej gleb w lessowej zlewni w Elizówce koło Lublina. Program badań opierał się na badaniach polowych, którymi objęto badanie natężenia erozji wodnej, uwzględniając rodzaje i rozmiary szkód erozyjnych wyrażone ilością przemieszczanych i wynoszonych ze zlewni mas ziemnych. W okresie badań zarejestrowano 12 spływów powierzchniowych wód, podczas których powstały szkody erozyjne. Odpływ ze zlewni wystąpił dwukrotnie. Odpłynęło wówczas: 15,9 mm wody, co stanowi zaledwie 0,51% opadu oraz 4010 kg·km<sup>-2</sup> zawiesin i 1648 kg·km<sup>-2</sup> soli. Szkody erozyjne w postaci żłobin wyniosły 205,2 m<sup>3</sup>·km<sup>-2</sup>, a zmyw powierzchniowy oszacowano na 31,9 m<sup>3</sup>·km<sup>-2</sup>. Objętość osadzonych namulów w okresie badań wyniosła 129,8 m<sup>3</sup>·km<sup>-2</sup>. Łączny zmyw gleby w przeliczeniu na powierzchnię całej zlewni wyniósł 0,235 mm. Przeprowadzone badania wykazały, że badana zlewnia podlega silnym procesom erozji wodnej, a natężenie erozji zależy w dużej mierze od użytkowania terenu. Z badań wynika, że o natężeniu erozji wodnej gleb nie można wnioskować jedynie na podstawie ilości odpływu ze zlewni wody i zawiesiny, ale należy także uwzględnić przemieszczenie gleby w samej zlewni. W okresie 5 lat materiał glebowy, który odpłynął ze zlewni stanowił zaledwie 1,2% ilości materiału przemieszczonego w zlewni.

**Słowa kluczowe:** erozja wodna, zlewnia rolnicza, użytkowanie terenu

### WSTĘP

Erozja wodna jest geologicznym procesem kształtującym powierzchnię Ziemi, należy też do podstawowych czynników obniżających jakość i zasoby rolniczej przestrzeni produkcyjnej [2,8], a także przyczynia się w dużym stopniu do degradacji walorów krajobrazowych [3]. Z badań przeprowadzonych przez Józefaciuków [5] wynika, że w Polsce 29,8% ogólnej powierzchni kraju zagrożone jest erozją wodną. Najbardziej zagrożony jest rejon gór i pogórzy, następnie wyżyn połud-

niowo-wschodnich, średnio – rejon pojezierzy, a słabo – region nizin środkowych. Bogactwo form hipsometrycznych oraz występowanie gleb wytworzonych z lessów na Wyżynie Lubelskiej sprawia, że aż 58,7% jej obszaru zagrożone jest potencjalną erozją wodną. Aby zapobiec postępującej degradacji lub utracie gleb erodowanych, koniecznym staje się rozpoznanie i określenie natężenia erozji wodnej obszarów zagrożonych oraz wskazanie kierunków dalszego ich użytkowania. Z dotychczasowych badań wynika, że natężenie erozji jest różne w poszczególnych latach, stąd ocena zagrożenia erozyjnego wymaga badań wieloletnich [10]. Natomiast dla całościowej oceny natężenia erozji w małych zlewniach z okresowym odpływem wody, obok pomiarów odpływu wody i gleby ze zlewni, konieczne są badania polegające na szczegółowej rejestracji i pomiarach zjawisk erozyjnych w zlewni. Dopiero wówczas można w pełni ocenić ilość wyerodowanego materiału glebowego.

W pracy przedstawiono 5-letnie wyniki badań, przeprowadzonych na terenie zlewni lessowej z okresowym odpływem wody w Elizówce na Wyżynie Lubelskiej, dotyczące erozji wodnej gleb oraz pomiaru odpływu ze zlewni wody, zawiesin i rozpuszczonych soli. Głównym celem pracy jest określenie natężenia erozji wodnej gleb w badanej zlewni oraz czynników wpływających na jej wielkość.

#### MATERIAŁ I METODY

Obiekt badawczy położony jest na Wyżynie Lubelskiej, w pobliżu jej północnej krawędzi koło Lublina i stanowi zlewnię cząstkową rzeki Bystrzycy. Powierzchnia badanej zlewni wynosi 6,22 km<sup>2</sup> i obejmuje część gruntów wsi Elizówka. Rzeźba terenu jest urozmaicona. Główna dolina, powyżej miejsca pomiaru odpływu wody na przelewie, rozdziela się na pięć dolin mniejszych. Długość zboczy waha się od 50 do 400 m, jednak przeważają zbocza o długości od 100 do 200 m. Około 51% powierzchni zlewni ma spadki poniżej 3%. Są to głównie wierzchowiny i niewielkie powierzchnie den dolin. Większość zboczy ma spadki w granicach 3-6% (38% ogólnej powierzchni) i 6-10% (8% ogólnej powierzchni). Na około 3% powierzchni, spadki przekraczają 10%. Gleby na terenie zlewni wytworzone są z głębokich lessów. Na wierzchowinach występują gleby płowe, na zboczach – gleby płowe, które pod wpływem erozji są w różnym stopniu zerodowane. W dnach dolin występują gleby deluwialne o znacznej miąższości poziomu próchnicznego [7,11].

Badana zlewnia niemal w całości użytkowana jest rolniczo. Grunty orne stanowią około 85% powierzchni zlewni. Lasy nie występują, a zadrzewione fragmenty stromych zboczy i wąwozu zajmują tylko 0,8% zlewni [7]. Układ pól jest zróżnicowany w stosunku do hipsometrii terenu. Przeważają działki biegnące zgodnie ze spadkiem terenu lub ukośnie do spadku.

Średni opad roczny ze stacji meteorologicznej na Felinie koło Lublina z lat 1951-2000 wynosi 547,7 mm. Pokrywa śnieżna zalega od 60 do 80 dni, a jej grubość wynosi najczęściej od 10 do 20 cm, chociaż w niektórych latach miąższość pokrywy śnieżnej dochodzi do 50 cm.

Spływy powierzchniowe wody najczęściej występują na wiosnę podczas topnienia śniegu oraz letnich deszczy ulewnych.

Program badań erozyjnych opierał się na badaniach polowych prowadzonych zgodnie z metodyką opracowaną przez Mazura i Pałysa [7]. Po spływach powierzchniowych wód dokonywano rejestracji form erozyjnych w postaci żłobin, erozji powierzchniowej i osadzonych namulów. Podczas rejestracji szkody erozyjne nanoszono na mapę w skali 1:10000 w celu określenia miejsc występowania oraz zestawiano w tabelach w celu obliczenia ilości przemieszczonych mas gleb. Zwracano również uwagę na sposób użytkowania terenu, na którym wystąpiły szkody erozyjne. Dodatkowo mierzono odpływ wody ze zlewni na przekroju prostokątnym typu Bazina wybudowanym w dnie doliny i pobierano do analiz laboratoryjnych próbki odpływającej wody o objętości 1 dm<sup>3</sup>, z których określono ilość zawiesin wg Brańskiego [1] oraz rozpuszczonych soli wg Jańca [4].

#### WYNIKI I DYSKUSJA

Jednym z czynników decydującym o natężeniu erozji wodnej jest przebieg warunków klimatycznych, które w okresie badań były zróżnicowane zarówno pod względem natężenia jak i ilości opadów.

W tabeli 1 przedstawiono miesięczne sumy opadów ze stacji meteorologicznej na Felinie, oddalonej około 7 km na południowy-wschód od badanej zlewni.

Na podstawie danych przedstawionych w tabeli 1 można stwierdzić, że średnie miesięczne sumy opadów z pięcioletniego okresu badań, były zbliżone lub nieznacznie odbiegały od średnich miesięcznych sum z lat 1950-2000. Wyższe o 63,7% i 88,2% średnie miesięczne sumy opadów od średnich wieloletnich zanotowano odpowiednio w lutym i lipcu, natomiast niższe o 48,1% opady, odnotowano w miesiącu sierpniu. W okresie badań największą miesięczną sumę opadów odnotowano w lipcu 2001 roku, która wyniosła aż 260,9 mm i była wyższa o 234,5% od średniej miesięcznej sumy opadów z wielolecia. Najniższy natomiast miesięczny opad wystąpił w październiku 2000 roku (2,2 mm), stanowił on zaledwie 5,5% średniej wieloletniej. Wyższe od przeciętnych z wielolecia były opady w poszczególnych latach hydrologicznych, z wyjątkiem roku 2002/03, kiedy to opad był niższy o 18,7%. Również średni roczny opad w pięcioletnim okresie badań był wyższy o 14% od średniej z wielolecia. Najwyższy roczny opad (765,1 mm) wystąpił w roku hydrologicznym 2000/01 i był on o 39,7% wyższy od średniej z wielolecia.

**Tabela 1.** Miesięczne sumy opadów w mm w latach hydrologicznych 1998/99 do 2002/03  
**Table 1.** Monthly sums of precipitation in mm in the hydrological years 1998/99 till 2002/03

Miesiąc Month	Rok hydrologiczny Hydrological year					Średnia Average	Średnia Average 1950-2000
	1998/99	1999/00	2000/01	2001/02	2002/03		
XI	29,8	67,5	35,2	25,3	22,9	36,1	39,1
XII	29,7	19,8	42,6	35,5	11,7	27,9	31,5
I	3,5	26,9	29,2	35,6	23,2	23,7	21,7
II	81,9	32,7	18,4	45,2	25,0	40,6	24,8
III	20,4	64,9	33,8	33,2	6,6	31,8	25,8
IV	92,0	68,0	64,9	18,3	40,7	56,8	40,6
V	53,9	50,7	19,9	28,6	71,4	44,9	58,3
VI	151,7	36,4	47,6	116,8	39,6	78,4	65,8
VII	110,7	138,1	260,9	126,2	98,1	146,8	78,0
VIII	39,7	28,3	67,5	18,7	27,0	36,2	69,7
IX	37,1	66,7	125,8	42,5	29,0	60,2	52,1
X	40,1	2,2	19,3	92,9	50,1	40,9	40,3
Razem Total	690,5	602,2	765,1	618,8	445,3	624,4	547,7

Zestawienie szkód erozyjnych w latach 1999-2003 przedstawiono w tabeli 2. W okresie badań w zlewni zarejestrowano 12 spływów powierzchniowych wód, podczas których powstały szkody erozyjne, z czego 8 razy wystąpiły spływy spowodowane opadami deszczu, natomiast 4-krotnie zarejestrowano spływy roztopowe, podczas których dwukrotnie wystąpił odpływ wody ze zlewni.

Analizując wyniki przedstawione w tabeli 2 można stwierdzić, że w czasie pięcioletnich badań najwięcej szkód erozyjnych powstało podczas spływu roztopowego wód w dniach 11-13. 03. 2003 roku. Poza zlewnię odpłynęło wówczas 74,8% wody, 83% zawiesin i 73,4% rozpuszczonych soli w stosunku do ogólnej ilości zanotowanej w ciągu pięciu lat badań. Również objętość żłobin stanowiła aż 80%, a objętość oszacowanych namulów 64,2% ogólnej ilości. Zmyw gleby, w przeliczeniu na całą powierzchnię zlewni, wyniósł wówczas 0,168 mm i stanowił 71,5% ogólnej ilości zmytego materiału glebowego w ciągu pięciu lat badań.

W okresie badań odpływ wody ze zlewni wystąpił dwukrotnie podczas spływu roztopowego w 1999 i 2003 roku i wyniósł łącznie 15,9 mm, co stanowi zaledwie 0,51% opadu. Odpływ zawiesin wyniósł wówczas  $4010 \text{ kg}\cdot\text{km}^{-2}$ , a rozpuszczonych soli –  $1648 \text{ kg}\cdot\text{km}^{-2}$ , co daje średnio rocznie  $802 \text{ kg}\cdot\text{km}^{-2}$  zawiesin i  $330 \text{ kg}\cdot\text{km}^{-2}$  soli. Szkody erozyjne w postaci żłobin, w okresie badań wyniosły łącznie  $205,2 \text{ m}^3\cdot\text{km}^{-2}$ , a zmyw powierzchniowy oszacowano na  $31,9 \text{ m}^3\cdot\text{km}^{-2}$ . Erozja żłobinowa wystąpiła głównie na liniach ciekowych, stromych zboczach, polach bez okrywy roślinnej,

jak również na polach gdzie uprawiano rośliny okopowe i warzywa, a redliny uformowane zostały równoległe do spadku terenu. Erozję powierzchniową najczęściej rejestrowano na polach obsianych zbożami jarymi i ozimymi. Więcej szkód erozyjnych w postaci żłobin i erozji powierzchniowej rejestrowano na polach uprawianych zgodnie ze spadkiem terenu lub ukośnie do spadku niż na polach o poprzecznostokowej uprawie. Objętość namulów osadzonych w zlewni w okresie badań wyniosła łącznie  $129,8 \text{ m}^3 \cdot \text{km}^{-2}$ . Płaty odłożonych namulów rejestrowano głównie na zadarnionych fragmentach den dolin, powyżej miedz biegnących poprzecznie do spadku dolin, jak i na polach obsianych zbożami ozimymi. Łączny zmyw gleby w przeliczeniu na powierzchnię całej zlewni wyniósł  $0,235 \text{ mm}$ , co średnio rocznie daje warstwę  $0,047 \text{ mm}$  zmytej gleby.

**Tabela 2.** Szkody erozyjne w zlewni Elizówka w latach 1999-2003

**Table 2.** Erosive damage in the catchment at Elizówka in the years 1999-2003

Data spływu Runoff date	Odpływ poza zlewnię Runoff outside the catchment			Objętość żłobin Volume of rills ( $\text{m}^3 \cdot \text{km}^{-2}$ )	Spływ pow. Surface runoff ( $\text{m}^3 \cdot \text{km}^{-2}$ )	Objętość namulów Deposit volume ( $\text{m}^3 \cdot \text{km}^{-2}$ )	Zmyw gleby Soil washout (mm)
	wody water (mm)	zawiesin suspension ( $\text{kg} \cdot \text{km}^{-2}$ )	sol salts ( $\text{kg} \cdot \text{km}^{-2}$ )				
2-4.03.99*	4,0	680	438	6,6	0,6	3,1	0,007
16.06.99				3,5	3,7	4,9	0,007
8.07.99				0,3	3,2	3,1	0,003
26 i 28.07.99				0,1	0,4	0,3	0,001
5 i 6. 04. 00				1,0	0,7	0,1	0,001
17.04.01*				0,1	0,1	0,0	0,000
28 i 31.07.01				5,9	8,5	10,1	0,014
7.09.01				1,2	1,7	2,0	0,003
12.06.02				1,4	4,6	3,6	0,006
18 i 19.07. 02				17,1	2,4	17,8	0,019
15.01.03*				4,0	2,3	1,5	0,006
11-13.03.03*	11,9	3330	1210	164,0	3,7	83,3	0,168
Razem; Total	15,9	4010	1648	205,2	31,9	129,8	0,235
Średnia roczna Annual mean	3,2	802	330	41,0	6,4	25,9	0,047

\* – roztopy; snow melts.

Porównując średnie roczne wyniki badań przedstawione w pracy z wynikami uzyskanymi przez Mazura i Pałysa [7] w latach 1956-1991 oraz Pałysa [9] w latach 1956-1999 można stwierdzić, że zmniejszył się odpływ wody, gleby i soli ze zlewni pomimo, iż większy był średni roczny opad. Średni roczny odpływ wody w okresie badań wyniósł  $3,2 \text{ mm}$  i był on o około 50% mniejszy,

odpływ gleby był mniejszy o około 90%, natomiast odpływ soli był mniejszy o około 42% w stosunku do wyników uzyskanych przez Mazura i Pałysa [7] i Pałysa [9]. Można również stwierdzić, że wielkości opadów rocznych nie miały dość wyraźnego związku z wielkością odpływu ze zlewni wody, gleby i soli. Wręcz przeciwnie, w niektórych latach o stosunkowo niskich lub średnich opadach rocznych odnotowano znacznie większe odpływy niż w latach o wysokich opadach.

Na podstawie przeprowadzonych badań można stwierdzić, że na natężenie procesów erozji wodnej w rolniczej zlewni lessowej w Elizówec, decydujący wpływ miał przebieg warunków klimatycznych (natężenie opadu deszczu, miąższość pokrywy śnieżnej i szybkość jej tajania w połączeniu ze stopniem zamarznięcia gleby), jak również sposób użytkowania terenu. Większe szkody erozyjne w okresie badań były powodowane spływami roztopowymi niż po opadach deszczu pomimo, że cztery spośród pięciu lat hydrologicznych były latami mokrymi z opadem rocznym powyżej średniej z wielolecia. Tylko w lipcu 2001 roku opad wyniósł aż 260,9 mm, a szkody erozyjne rejestrowane na polach były niewielkie. Fakt ten należy tłumaczyć gleboochronną funkcją roślinności jak również tym, że były to opady o małym natężeniu.

Szkody erozyjne powstające podczas spływów roztopowych zależą głównie od ilości i szybkości tajania śniegu, co decyduje o wielkości spływu roztopowego i natężeniu erozji wodnej [6]. Przeprowadzone badania wykazały, że również stopień zamarznięcia gleby podczas wiosennych roztopów wpływa na wielkość spływu powierzchniowego wód, a tym samym i na wielkość szkód erozyjnych. Jako przykład można tutaj podać rok 2002 i 2003. Podczas szybkiego tajania pokrywy śnieżnej o miąższości 42 cm w III dekadzie stycznia 2002 roku, woda z topniejącego śniegu, została zretencjonowana przez niezamarzniętą glebę, a spływ powierzchniowy nie wystąpił. Natomiast w I dekadzie marca 2003 roku, kiedy to szybko zaczęła topnieć pokrywa śnieżna o miąższości 22 cm, a gleba była zamarznięta i nie retencjonowała wody zmagazynowanej w śniegu, wystąpił spływ powierzchniowy, a w zlewni zarejestrowano wówczas największe szkody w pięcioletnim okresie badań.

Najwięcej szkód erozyjnych powstałych podczas spływów powierzchniowych wód wiosną rejestrowano na polach pozbawionych okrywy roślinnej, a latem na polach gdzie uprawiane były rośliny okopowe i warzywne. Dlatego w celu ochrony gleb na terenach erodowanych należy tak dobierać zmianowanie roślin uprawnych, aby gleba jak najdłużej była okryta roślinnością. Nie jest wskazana uprawa na zboczach dolin roślin okopowych i warzyw, ponieważ bardzo słabo chronią one glebę przed erozją wodną w okresie spływów powierzchniowych wód. Dodatkowo badania wykazały, że nie można wnioskować o natężeniu erozji wodnej gleb jedynie na podstawie ilości odpływającej ze zlewni wody i zawiesiny, ale należy także uwzględnić przemieszczenie gleby w samej zlewni. W okresie 5 lat, materiał glebowy, który odpłynął ze zlewni, stanowił zaledwie około 1,2% ilości materiału przemieszczonego w zlewni.

## WNIOSKI

1. Natężenie procesów erozji wodnej zależy w dużej mierze od przebiegu warunków klimatycznych oraz sposobu i kierunku użytkowania terenu.
2. Wielkość szkód erozyjnych powstających podczas spływów roztopowych zależy od stopnia zamarznięcia gleby oraz miąższości pokrywy śnieżnej i szybkości jej tajania.
3. Szkody erozyjne wywołane opadami deszczu zależą od natężenia opadu, stopnia pokrycia terenu przez roślinność oraz rodzaju okrywy roślinnej.
4. Nie zaleca się uprawy na zboczach dolin terenów erodowanych roślin okopowych i warzywnych, ponieważ podczas spływów powierzchniowych wód bardzo słabo chronią glebę przed erozją wodną.
5. Bardzo korzystnie na retencjonowanie wody i zatrzymywanie gleby w zlewni wpływają trwałe użytki zielone i zboża ozime, zlokalizowane w dnach dolin i liniach ciekowych.
6. O natężeniu erozji wodnej nie można wnioskować jedynie na podstawie odpływu wody i gleby ze zlewni, ale także należy brać pod uwagę przemieszczenie gleby w samej zlewni.

## PIŚMIENNICTWO

1. **Brański J.:** Oznaczenie ilości unosin metodą wagową bezpośrednią przy użyciu sączków. Pr. Inst. Hydrol. Melior., 94, 13-21, 1969.
2. **Dechnik I., Filipek T.:** Wpływ procesów erozji wodnej na niektóre właściwości fizykochemiczne gleb. Ogólnopolskie Sympozjum Naukowe „Ochrona agroekosystemów zagrożonych erozją”. Puławy, 1, 115-122, 1996.
3. **Jagła S., Kostuch R., Kurek S., Pawlik-Dobrowolski J.:** Analiza użytkowania ziemi w Karpatach na tle środowiska przyrodniczego. Prob. Zag. Ziem Górskich, 22, 39-65, 1982.
4. **Janiec B.:** Badania denudacji chemicznej metodą konduktometryczną. Ann. UMCS. Sec B., 38, 1-38, 1982.
5. **Józefaciuk A., Józefaciuk Cz.:** Struktura zagrożenia erozją wodną fizjograficznych krain Polski. Pamiętnik Puławski, 101, 23-49, 1992.
6. **Mazur Z., Pałys S.:** Erozja wodna gleb na lessach Rostocza Zachodniego w latach 1988-1990 na przykładzie fragmentu zlewni rzeki Por. Wyd. AR w Lublinie, 79-92, 1991.
7. **Mazur Z., Pałys S.:** Erozja wodna w zlewni lessowej na Lubelszczyźnie w latach 1956-1991. Ann. UMCS. sec. E, 47, 219-229, 1992.
8. **Paluszek J.:** Zmiany składu i właściwości fizycznych czarnoziemów pod wpływem erozji wodnej. Rocz. Glebozn., 46, 1/2, 21-35, 1995.
9. **Pałys S.:** Odpływ wody ze zlewni lessowej użytkowanej rolniczo w latach 1956-1999. Inżynieria Rolnicza 2, 285-289, 2001.
10. **Pałys S., Mazur Z., Mitrus W.:** Erozja wodna w zlewni suchej doliny na Rostoczu Zachodnim w latach 1988-1997. Bibl. Fragm. Agron., 4A, 287-294, 1998.
11. **Turski R., Słowińska-Jurkiewicz A., Paluszek J.:** The effect of erosion on the spatial differentiation of the physical properties of Orthic Luvisols. Int. Agrophysics, 6, 123-136, 1992.

## SOIL EROSION IN AGRICULTURAL BASIN WITH PERIODICAL WATER OUTFLOW IN THE LUBLIN UPLAND IN 1999-2003

*Andrzej Mazur*

Department for Land Reclamation and Agricultural Structures, University of Agriculture  
ul. Leszczyńskiego 7, 20-069 Lublin  
e-mail: amazur70@op.pl

**Abstract.** The paper presents the results of 5-year studies on the intensity of water soil erosion in the loess basin in Elizówka near Lublin. The study program was based mainly on field determinations including the intensity of water erosion processes, taking into account the types and size of erosion damage expressed with the amount of soil transported and removed from the basin. During the studies, twelve surface washouts that led to erosion damage were registered. Run-off from the basin occurred twice, removing 15.9 mm of water, which was only 0.51% of the precipitation, as well as 4010 kg km<sup>-2</sup> of sediments and 1648 kg km<sup>-2</sup> of salt. Erosion damage in a form of rills, during the studies, amounted to 205,2 m<sup>3</sup> km<sup>-2</sup>, and surface washout was estimated at 31.9 m<sup>3</sup> km<sup>-2</sup>. The volume of precipitated mud was 129.8 m<sup>3</sup> km<sup>-2</sup>. The total soil run-off, converted onto the area of the whole basin surface, amounted to 0.235 mm. The studies revealed that the basin was subjected to strong water erosion processes and the erosion intensity depended mostly on the area utilization. Furthermore, the studies proved that conclusions must not be formulated only on the basis of the amount of water and sediment run-off from the basin, but soil transport within the basin should be taken into account as well. During the 5 years of the study, the soil material that ran-off from the basin was only 1.2% of the amount of material transferred within the basin.

**Key words:** water erosion, agricultural basin, land utilization