

## SKUTKI ULEWNYCH DESZCZÓW W ZLEWNI LESSOWEJ ZABUDOWANEJ MAŁYMI ZBIORNIKAMI RETENCYJNYMI

*Magdalena Patro*

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

**Streszczenie.** Opady deszczu, ukształtowanie terenu i sposób zagospodarowania zlewni są głównymi czynnikami mającymi wpływ na ilość zmywanej gleby. Badania miały na celu określenie natężenia erozji wodnej po ulewnych deszczach oraz ocenę przeciwoerozyjnego działania zbiorników wodnych w zlewni lessowej w miejscowości Olszanka na Wyżynie Lubelskiej w latach 2001-2003. Do badań wytypowano cztery mikrozwlewnie zbiorników retencyjnych o użytkowaniu sadowniczo – ornym. Dnia 26 maja 2002 r. i 24 lipca 2003 r. wystąpiły ulewne deszcze o natężeniu około  $0,4 \text{ mm} \cdot \text{min}^{-1}$ , po których określono szkody erozyjne w oparciu o rejestrację form erozyjnych oraz ilości materiału glebowego zatrzymanego w czasach zbiorników. Analiza wielkości przemieszczonej gleby w obrębie zlewni zbiorników potwierdziła znaczenie użytkowania zlewni na przebieg procesów erozji wodnej. Stwierdzono dużą rolę zbiorników retencyjnych w zatrzymywaniu wyerodowanego materiału glebowego.

**Słowa kluczowe:** erozja wodna, spływy powierzchniowe, deszcz ulewny, zmyw gleby

### WSTĘP

Procesy erozji gleb uwarunkowane są czynnikami przyrodniczymi, do których zalicza się: rzeźbę terenu, rodzaj gleb, klimat, stosunki wodne w zlewni oraz roślinność. Przebieg opadów atmosferycznych, szczególnie występowanie deszczów ulewnych, należy do czynników wyzwalających procesy erozji gleb [5,8,9]. Według Chomicza [1,2] Wyżyna Lubelska, obok Śląska i Pojezierza Mazurskiego charakteryzuje się wzmożoną częstotliwością deszczów nawalnych. Wyżyna Lubelska również ze względu na urozmaiconą rzeźbę terenu, bardzo dużą podatność gleb lessowych na zmywanie powierzchniowe oraz na intensywne zagospodarowanie rolnicze należy do obszarów zagrożonych silną erozją wodną [3,7,12].

W wyniku spływów po ulewnych deszczach następuje degradacja środowiska glebowego, czego konsekwencją jest powstanie gleb zmywanych i całkowicie zmytych [10]. Zależnie od lokalnych warunków, wymyty materiał jest przemieszczany w obrębie zlewni lub wynoszony z niej. W zapobieganiu wynoszenia gleby ze zlewni przez spływy powierzchniowe proponowane są różnego typu bariery ograniczające odpływ wody i zwiększające retencję wodną zlewni [4,11].

Celem badań było określenie skutków erozyjnych ulewnych opadów deszczu i ocena przeciwoerozyjnego działania zbiorników retencyjnych w zlewni lessowej.

#### MATERIAŁ I METODY

Badania prowadzono w zlewni lessowej na terenie Przedsiębiorstwa EURO-EAST, w miejscowości Olszanka koło Wojsławic w woj. lubelskim w latach hydrologicznych 2001/2002 oraz 2002/2003. Omawiana zlewnia jest zagospodarowana rolniczo i sadowniczo. Na jej terenie użytkownik gruntów zainstalował system zbiorników retencyjnych przez usypanie grobli ziemnych (bez urządzeń do regulacji piętrzenia) w liniach ciekowych (rys. 1).

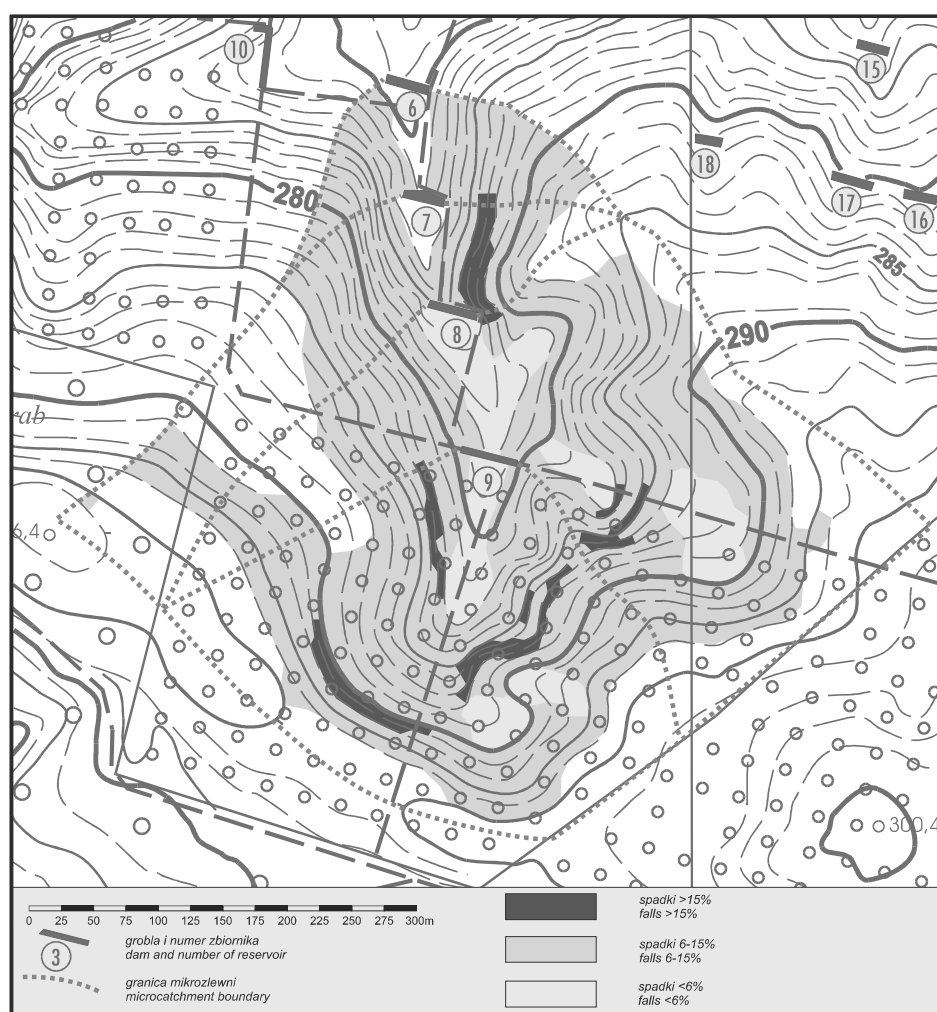
Do badań wytypowano zbiorniki nr 6, 7, 8 i 9. W celu określenia ich parametrów wykonano pomiary niwelacyjne w maju 2002 i 2003 r. Wysokości grobli od strony odwodnej 16 maja 2002 r. wynosiły od 0,95 m dla zbiornika 9 do 1,38 m dla zbiornika 6, a 7 maja 2003 r. miały wartości od 0,95 m dla zbiornika 9 do 1,73 m dla zbiornika 8 (tab. 1). Zbiornik nr 8 był największy i jego parametry w 2002 r. wyniosły: powierzchnia 697 m<sup>2</sup> i kubatura 313 m<sup>3</sup>, a w 2003 r. odpowiednio 943 m<sup>2</sup> i 426 m<sup>3</sup>. Natomiast najmniejszy był zbiornik nr 9, który miał odpowiednio parametry – 589 m<sup>2</sup> i 273 m<sup>3</sup> w 2002 r. oraz 534 m<sup>2</sup> i 264 m<sup>3</sup> 2003 r. (tab.1). Dla badanych zbiorników retencyjnych wyznaczono mikrozwlewnie. Powierzchnie mikrozwlewni zbiorników wynoszą od 1,64 ha dla zbiornika 6 do 8,72 ha dla zbiornika 8 (tab. 2).

**Tabela 1.** Parametry zbiorników retencyjnych

**Table 1.** Parameters of retention reservoirs

Rok – Year	Nr zbiornika Reservoir No	Wys. piętrzenia Water rise head (m)	Pow. zbiornika Area of reservoir (m <sup>2</sup> )	Kubatura zbiornika Vol. of reservoir (m <sup>3</sup> )
2002	6	1,38	608	325
2003		1,06	807	386
2002	7	1,23	590	337
2003		1,67	805	517
2002	8	1,09	697	313
2003		1,73	943	426
2002	9	0,95	589	273
2003		0,95	534	264

Na obszarze mikrozelewni zbiorników retencyjnych określono rozkład spadków (rys. 1), wyróżniając klasy: <6%; 6-15%; >15%. Klasyfikację spadków przyjęto (po zgeneralizowaniu) za Józefaciukami [4]. Spadki terenu wyznaczono na mapie topograficznej o cięciu warstw 1 m wykonanej na podstawie pomiarów tachymetrycznych. Mikrozelewnie zbiorników retencyjnych charakteryzują się zróżnicowaniem rzeźby, czego wskaźnikiem może być udział powierzchni wyróżnionych klas spadków terenu. Z reguły największy udział (około i ponad 50%) mają nachylenia w przedziale 6-15% (tab. 2). W przypadku mikrozelewni 6 stanowią aż



**Rys. 1.** Rozkład spadków terenu w badanych mikrozelewniach

**Fig. 1.** Distribution of falls of the ground in examined microcatchments

83% jej powierzchni. Mikrozelewnia nr 7 charakteryzuje się podobnym udziałem spadków <6% i tych z przedziału 6-15% osiągając odpowiednio wartości 43% i 49% jej powierzchni. Powierzchnie o nachyleniu ponad 15% (przyjmowanym jako graniczne dla uprawy płuźnej) stwierdzono we wszystkich mik rozlewniach, a ich największy udział wynosi około 19% w mikrozelewni nr 9.

**Tabela 2.** Powierzchnie i spadki terenu w mikrozelewniach

**Table 2.** Areas and falls of the ground in microcatchments

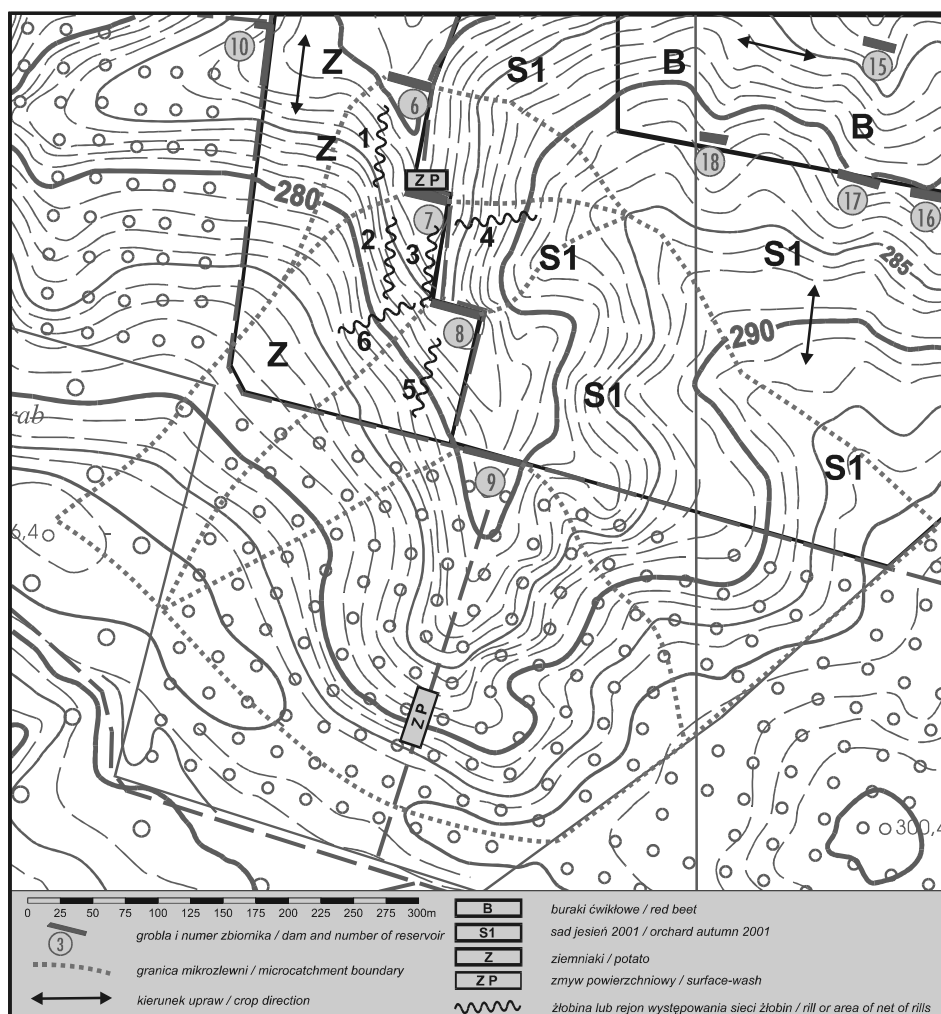
Nr mikrozelewni Microcatch. No	Powierzchnia		Klasy nachyleń terenu – Classes of falls of the ground					
	Area		<6%		6-15%		>15%	
	(ha)	(%)	(ha)	(%)	(ha)	(%)	(ha)	(%)
6	1,64	100	0,19	11,58	1,36	82,93	0,09	5,49
7	3,75	100	1,62	43,20	1,83	48,80	0,30	8,00
8	8,72	100	3,38	38,76	5,24	60,09	0,10	1,15
9	7,21	100	2,42	33,57	3,43	47,57	1,36	18,86

Użytkowanie zlewni w roku 2002 podano na rysunku 2, a w 2003 na rysunku 3. Całą mikrozelewnię nr 9 oraz górne partie mikrozelewni nr 8 i część mikrozelewni nr 7 porastał dwudziestokilkuletni sad w darni okresowo wykaszanej. Górną część zachodniej części mikrozelewni 7 pokrywał las. Pozostała powierzchnia badanych mikrozelewni to grunty orne, na których sukcesywnie (w latach 2001-2003) wprowadzono nasadzenia drzewek owocowych. Wschodnie części mikrozelewni 6, 7 i 8 obsadzono jesienią 2001 r. Zachodnie części tych mikrozelewni w 2002 r. były pod uprawą ziemniaków z ogólnym przebiegiem redlin ukośnie do spadku (rys. 2). Wiosną 2003 r. na polu po ziemniakach założony został sad, a w międzyrzędziach uprawiano buraki ćwikłowe, jedynie niewielki fragment mikrozelewni 6 był w pełnej uprawie płuźnej (rys. 3).

W roku hydrologicznym 2001/2002 suma opadów wyniosła 627 mm, natomiast w 2002/2003 – 500 mm. W tym okresie wystąpiły dwa gwałtowne opady atmosferyczne – 26 maja 2002 r. i 24 lipca 2003 r. Deszcz z maja 2002 r. trwał 2 godziny i całkowita jego wielkość wyniosła 43 mm. Rozpoczął się gwałtownie i przez 90 min. padał ze średnim natężeniem 0,44 mm·min<sup>-1</sup>. Natomiast deszcz z lipca 2003 r. osiągnął wielkość 36 mm w czasie 90 min. Jego natężenie wyniosło 0,40 mm·min<sup>-1</sup>. Według klasyfikacji Chomicza [1] deszcz z maja 2002 r. oznaczono jako deszcz ulewny IV stopnia (A<sub>4</sub>), a deszcz z lipca 2003 r. jako deszcz ulewny III stopnia (A<sub>3</sub>). Opady spowodowały zmywy powierzchniowe oraz rozmywy żłobinowe.

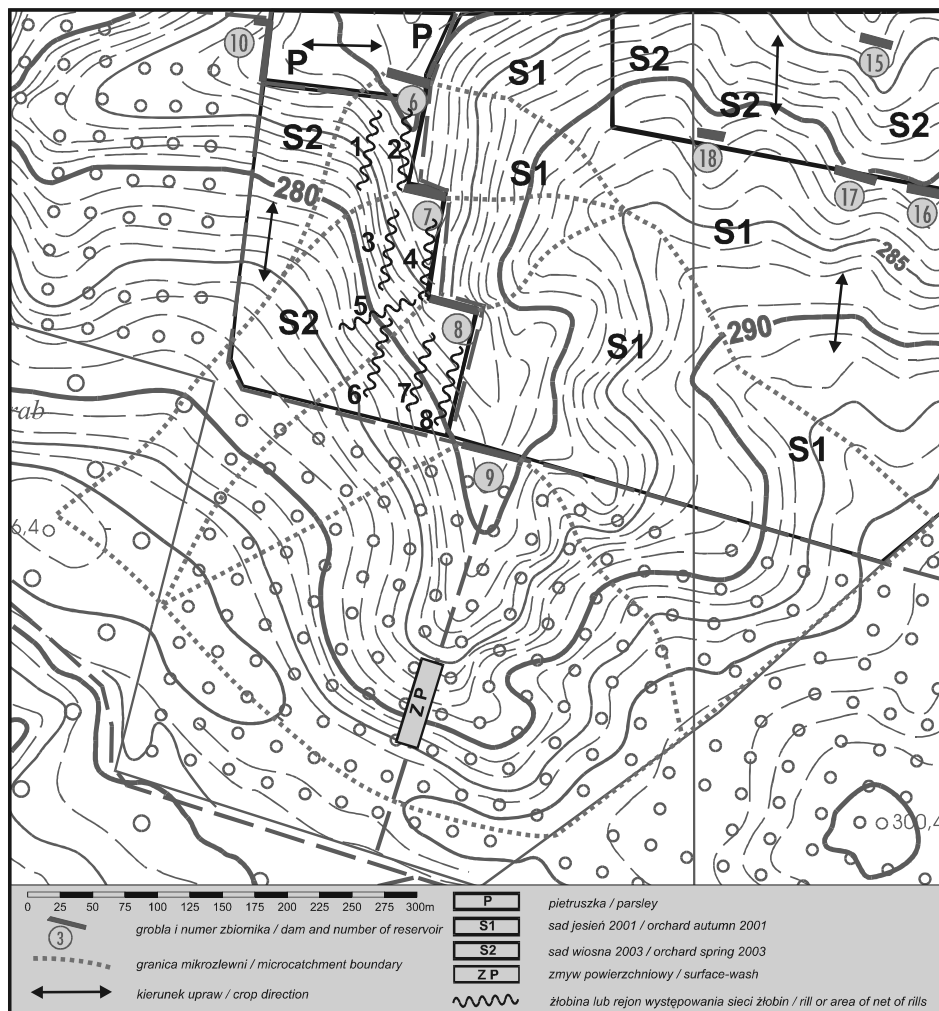
Przemieszczenia materiału glebowego w zlewni określono zgodnie z metodyką opracowaną przez Mazura i Pałysa [6]. Bezpośrednio po spływach powierzchniowych wykonano rejestrację i pomiar żłobin erozyjnych, namulów (poza

czasami zbiorników) oraz szacunkowo określono erozję powierzchniową. Miejsca występowania zjawisk erozyjnych oznaczono na rysunkach 2 i 3, a ilości materiału glebowego przemieszczonego w wyniku procesów erozyjnych zestawiono w tabeli 3. Określono także ilość materiału glebowego osadzonego w zbiornikach retencyjnych (tab. 3) na podstawie pomiarów niwelacyjnych ich czaszy (w ustabilizowanej siatce 2,5 x 2,5 m) przed i po spływach spowodowanych ulewnymi deszczami.



Rys. 2. Sposób użytkowania mikrozwlewni i formy erozyjne po ulewie 26 V 2002 r.

Fig. 2. Way of land use in microcatchments and erosion landforms after heavy rain of 26 V 2002



**Rys. 3.** Sposób użytkowania mikrozelewni i formy erozyjne po ulewie 24 VII 2003 r.

**Fig. 3.** Way of land use in microcatchments and erosion landforms after heavy rain of 24 VII 2003

### WYNIKI I DYSKUSJA

Po ulewnych opadach powstały rozmywy żłobinowe w zlewniach nr 6, 7 i 8 (rys. 2 i 3) głównie na stoku o wystawie wschodniej w częściach mikrozelewni będących w uprawie płuznej. Kierunek żłobin był przeważnie zgodny z kierunkiem uprawy; w 2002 r. bieżyły one redlinami w uprawie ziemniaka, natomiast w 2003 r. występowały wzdłuż rzędów drzewek owocowych i buraków uprawia-

nych w międzyrzędziach. Jedynie kierunek żłobin nr 4 i 6 (2002 r. – rys. 2) oraz 5 (2003 r. – rys. 3) nie był zgodny z kierunkiem upraw. Żłobiny osiągały długość do 100 m, a ich średnia głębokość wyniosła od 0,05 do 0,20 m przy średnich szerokościach od 0,10 do 1,00 m. Łączna objętość gleby wyniesionej przez erozję żłobinową po opadzie z maja 2002 r. to 28 m<sup>3</sup>, natomiast po opadzie z lipca 2003 r. osiągnęła ona wartość przeszło 4,5 razy większą (tab. 3). Wyraźne zmywy powierzchniowe zostały zarejestrowane w mikrozewni 6 na odpowietrznej stronie grobli zbiornika 7 (w tym czasie jeszcze niezadarnionej). Natomiast w mikrozewni nr 9 zaobserwowano zmyw na drodze gruntowej częściowo zadarnionej w miejscu gdzie spadek terenu zawierał się w przedziale 6-15% oraz był większy niż 15%.

W efekcie pomiarów i szacowania wielkości form erozyjnych (żłobin i zmywów powierzchniowych) stwierdzono, że w zlewni zostało wyerodowane 64 m<sup>3</sup> gleby po opadzie z maja 2002 r. i 146 m<sup>3</sup> po opadzie lipcowym w 2003 r. W 2002 r. wskaźnik wyerodowania wyniósł w poszczególnych mikrozewniach od 0,8 (nr 9) do 21,3 m<sup>3</sup>·ha<sup>-1</sup> (nr 6), natomiast w 2003 r. – od 2,1 (nr 9) do 13,4 m<sup>3</sup>·ha<sup>-1</sup> (nr 6). Materiał glebowy z rozmywów żłobinowych i zmywów powierzchniowych został osadzony w czasach zbiorników. W 2002 r. osadziło się 236 m<sup>3</sup> materiału glebowego, zaś w 2003 r. – 557 m<sup>3</sup>.

**Tabela 3.** Ilość materiału glebowego wyerodowanego oraz osadzonego

**Table 3.** Amount of soil material washed and accumulated

Nr mikro- zlewni Microcatch. No	26 maja 2002			24 lipca 2003		
	Obj. żłobin Vol. of rills (m <sup>3</sup> )	Zmywy powierzch. Surface wash (m <sup>3</sup> )	Namywy w zbiorn. Silt in reservoirs (m <sup>3</sup> )	Obj. żłobin Vol. of rills (m <sup>3</sup> )	Zmywy powierzch. Surface wash (m <sup>3</sup> )	Namywy w zbiorn. Silt in reservoirs (m <sup>3</sup> )
6	5	30	66	22	–	196
7	15	–	81	43	–	164
8	8	–	79	66	–	167
9	–	6	10	–	15	30
Razem – Total	28	36	236	131	15	557

Ilości osadów we wszystkich zbiornikach były z reguły wielokrotnie większe od objętości form erozyjnych w ich mikrozewniach. Rozbieżności te są spowodowane głównie niedoszacowaniem ilości zmywu powierzchniowego szczególnie trudnego lub niemożliwego do określenia, kiedy proces zmywu występuje na całej powierzchni, a na zboczach i u ich podnóży nie występują miejsca osadzenia zmytego materiału. Porównanie objętości namulów w zbiornikach zamykających mikrozewnie z objętością form erozyjnych w mikrozewniach świadczy o intensywnych zmywach powierzchniowych po obu opadach. Przyjmując ilość materiału osadzo-

nego w czasach zbiorników jako bardziej miarodajne dowody erozji w mikrozlewniach, wskaźniki wyerodowania gleby po ulewie w 2002 r. wynosiły od 1,4 (mikrozlewnia nr 9) do 40,2 m<sup>3</sup>·ha<sup>-1</sup> (nr 6), a w 2003 r. od 4,2 (nr 9) do 119,5 m<sup>3</sup>·ha<sup>-1</sup> (nr 6).

Na podstawie obserwacji mikrozlewni stwierdza się, że zadarniony sad stanowi wystarczającą ochronę gleb przed erozją wodną. Dlatego na podstawie ilości materiału osadzonego w zbiornikach obliczono średnie zerodowanie dla badanej zlewni wyłączając powierzchnie pokryte starym sadem w darni i lasem. Średnie zerodowanie w wyniku ulewnego deszczu w maju 2002 r. wyniosło 25,3 m<sup>3</sup> gleby z 1 ha, a w przeliczeniu na grubość warstwy gleby ubytek wynosi 2,5 mm. Natomiast wskaźniki skutków ulewy w 2003 r. wynoszą odpowiednio 59,8 m<sup>3</sup>·ha<sup>-1</sup> oraz 6,0 mm.

#### WNIOSKI

1. W warunkach badań opad letni spowodował znacznie większe szkody erozyjne niż opad późnowiosenny, o podobnej wielkości i natężeniu.

2. Wskaźniki zerodowania zlewni obliczane na podstawie pomiaru objętości żłobin i szacunkowego pomiaru zmywu powierzchniowego dały zaniżone wielkości w stosunku do odpowiednich wskaźników wyliczonych z ilości namulów w czasach zbiorników.

3. Wyniki badań potwierdzają decydujący wpływ użytkowania zlewni rolniczej na wielkość szkód erozyjnych. W przypadku ulew zaistniałych w okresie badań w pełni skuteczną ochronę dawał sad w całkowitym zadarnieniu.

4. Dzięki zbiornikom utworzonym w liniach ciekowych zlewni wymyty materiał glebowy został zatrzymany w obrębie mikrozlewni. Retencjonowanie części spływu wody przyczynia się także do zmniejszenia jego skutków erozyjnych.

#### PIŚMIENNICTWO

1. **Chomicz K.:** O najwyższych opadach krótkotrwałych i dobowych w Polsce. Gosp. Wodna, 1, 10-17, 1951.
2. **Chomicz K.:** Przebieg, rozmieszczenie i częstotliwość deszczów nawalnych w Polsce. Gosp. Wodna, 7-8, 262-265, 1951.
3. **Józefaciuk Cz., Józefaciuk A.:** Ocena wpływu systemów użytkowania gruntów na nasilenie erozji wodnej w obiekcie Olszanka. Ogólnopolskie Sympozjum Naukowe pt. Ochrona agroekosystemów zagrożonych erozją. Puławy, 1, 245-258, 1996.
4. **Józefaciuk Cz., Józefaciuk A.:** Ochrona gruntów przed erozją. Wyd. IUNG, Puławy, 109, 1999.
5. **Józefaciuk Cz., Józefaciuk A., Szary A.:** Przeciwdziałanie erozyjnym skutkom ulew na przykładzie Dębna w Regionie Świętokrzyskim. Rocz. Gleb., 38, 1, 191-197, 1987.
6. **Mazur Z., Pałys S.:** Natężenie erozji wodnej w małych zlewniach terenów lessowych Wyżyny Lubelskiej w latach 1986-1990. W: Erozja gleb i jej zapobieganie, Wyd. AR, Lublin, 63-78, 1991.
7. **Pałys S., Wnuczek A.:** Natężenie erozji wodnej w małej zlewni rolniczej na Wyżynie Lubelskiej w latach 1999-2001. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 487, 231-237, 2002.



8. **Reniger A.:** Erozja gleb w okresie ulew i spływów wód wiosennych w zależności od przebiegu pogody. Rocz. Nauk Roln., 73, 599-637, 1959.
9. **Rodzik J., Janicki G., Zgłobicki W.:** Reakcja agroekosystemu zlewni lessowej na epizodyczny spływ podczas gwałtownej ulewy. Ogólnopolskie Sympozjum Naukowe pt.: Ochrona aroekosystemów zagrożonych erozją, Puławy, 11-13 wrzesień 1996, Wyd. IUNG, 1, 201-21, 1996.
10. **Turski R., Słowińska-Jurkiewicz A.:** Gleby wytworzone z lessów. Wyd. LTN, Lublin, 66, 1994.
11. **Ziemiński S.:** Zasięg erozji wodnej gleb w południowej części woj. lubelskiego. Biul. LTN, sec. B, vol. 3/4, 1964.
12. **Ziemiński S.:** Ochrona gleb przed erozją. PWRiL, Warszawa, 183, 1978.

## THE EFFECTS OF HEAVY RAINS IN LOESSIC CATCHMENT WITH SMALL RETENTION RESERVOIRS

*Magdalena Patro*

Department of Melioration and Agricultural Building, University of Agriculture  
ul. Leszczyńskiego 7, 20-069 Lublin  
e-mail: magdalenapatro@wp.pl

**Abstract.** Rainfalls, topographic features and the way of basin management are the main factors that affect the amount of soil washed out. The studies were aimed at an evaluation of the intensity of water erosion after heavy rainfalls as well as assessment of the anti-erosion action of water reservoirs in a loess basin in Olszanka on the Lublin Upland in 2001-2003. Four microbasins of retention reservoirs with orchard and cultivation use were selected for the study. There were heavy rainfalls (about 0.4 mm min<sup>-1</sup> of intensity) on May 26<sup>th</sup>, 2002, and July 24<sup>th</sup>, 2003, after which erosion damage was estimated on the basis of recording the erosion forms and the amount of soil material deposited in reservoirs. Analysis of soil displaced within the basin of reservoirs confirmed the influence of land use on the course of water erosion processes. Great importance of retention reservoirs in blocking the eroded soil material was found.

**Key words:** water erosion, surface runoff, heavy rain, soil wash