

Magdalena Patro

Katedra Melioracji i Budownictwa Rolniczego
Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie
e-mail: magdalenapatro@wp.pl

**WPLYW PRZEGRÓD ZIEMNYCH NA KSZTAŁTOWANIE
DNA SUCHEJ DOLINY W ZLEWNI ROLNICZEJ PODCZAS
DESZCZÓW ULEWNYCH**

**Influence of ground dykes on shaping of the bottom of the dry valley in the
agricultural catchment during heavy rains**

Abstract: Rainfalls, topographic features, type of soil and catchment management are main factors that affect the amount of soil denudation. The studies aimed to evaluate the intensity of water erosion during rainfalls as well as to assess the changes in shape of the flow line crossing ground dykes in the eroded agricultural catchment in Olszanka on Lublin Upland. Studies were carried out within loess catchment under arable and orchards use in the years 2001-2004. After intensive rainfalls the quantity of erosion damages was assessed on a base of recorded erosion and deposition. The studies confirmed the influence of land use on the course of water erosion processes. High efficiency of ground dykes in retention of the eroded soil material was proved. In autumns of 2002, 2003 and 2004 the longitudinal sections of main flow line were analyzed. The amount of alluvial deposits in the valley bottom depended on erosion intensity, slope of flow line and catchment management. While in the upper part of flow line (above ground dyke 6) the increase of alluvial thickness was relatively small, the lower part characterized rather thick layer of accumulated soil material (25 cm).

Słowa kluczowe: erozja wodna, linia spływu, przegrody ziemne.

Key words: water erosion, flow line, ground dykes.

WSTĘP

Erozja wodna zależy od czynników przyrodniczych, do których możemy zaliczyć klimat, rzeźbę terenu, rodzaj gleby oraz od struktury użytkowania zlewni uwarunkowanej gospodarczą działalnością człowieka. Wyżyna Lubelska ze względu na urozmaiconą rzeźbę terenu, pokrycie w 1/3 glebami lessowymi

(o dużej podatności na zmywanie powierzchniowe) oraz intensywne zagospodarowanie rolnicze, należy do obszarów zagrożonych silną erozją wodną (Ziemnicki 1964, Mazur, Pałys 1991, Józefaciuk i in. 1996, Baran-Zgłobicka, Zgłobicki 2002). Ponadto Chomicz (1951) zalicza Wyżynę Lubelską do obszarów charakteryzujących się wzmożoną częstotliwością deszczów nawałnych.

Literatura erozyjna jest stosunkowo bogata w publikacje dotyczące problematyki zagrożenia i ochrony gleb przed erozją wodną, jednak zaznacza się wyraźny brak badań na temat zabudowy linii spływu w zlewniach rolniczych przegrodami, dzięki którym następowałoby zmniejszanie natężenia erozji oraz zatrzymywanie jej produktów i spływającej wody. Prowadzone badania dotyczą najczęściej przegród z faszyny i narzutu kamiennego w zadarnionych dnach dolin z okresowym przepływem wody oraz zabudowy budowlami ziemnymi, faszynowymi i betonowymi różnych form wązozowych (Ziemnicki 1968, 1978, Mazur i in. 1985, Józefaciuk i Józefaciuk 1996, 1999, Prochal i in. 2005). Zaleca się też budowę małych zbiorników zaporowych o funkcjach retencyjno-przeciwoerozyjnych (z urządzeniem do regulacji wysokości piętrzenia) w wyraźnie ukształtowanych dolinkach (Mioduszewski 2006).

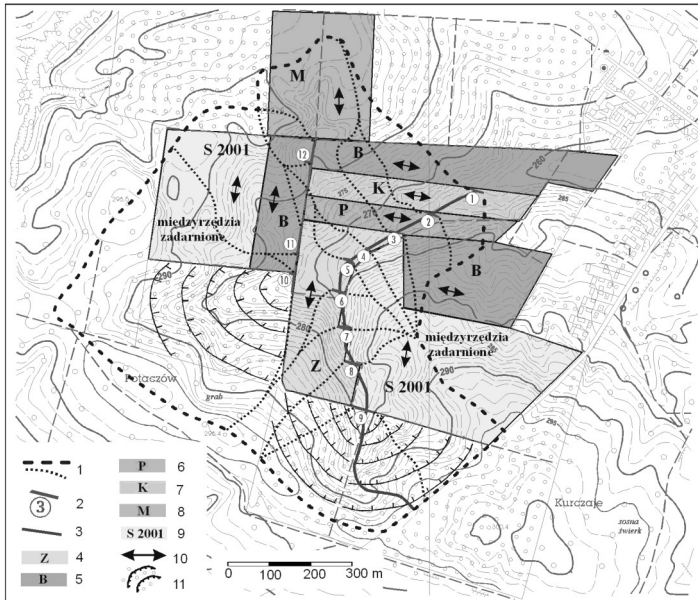
Celem pracy było określenie zmian ukształtowania linii spływu zabudowanej przegrodami ziemnymi ograniczającymi wynoszenie wyerodowanego materiału glebowego ze zlewni rolniczej podczas ulewnych opadów deszczu.

MATERIAŁ I METODY BADAŃ

Badania wykonano w silnie urzeźbionej zlewni lessowej położonej na terenie Gospodarstwa Euro-East (50°53'27"N; 23°27'10"E) w Olszance koło Krasnegostawu na Wyźnie Lubelskiej, w latach hydrologicznych 2001-2004. Zlewnia o powierzchni 73,41 ha była w użytkowaniu rolniczym. Główna linia spływu w omawianej zlewni została zabudowana 9 przegrodami ziemnymi, powyżej których powstały zbiorniki retencyjne (rys. 1, fot. 1).

Teren zlewni charakteryzuje się dużym natężeniem erozji wodnej w dużej mierze uzależnionej od jej rzeźby. Pomimo, że udział powierzchni o spadkach <6% i 6-15% jest podobny, a spadków >15% jest mniej niż 5%, ich rozmieszczenie przestrzenne, przeważnie ukośny do spadku lub wzdłużstokowy układ pól oraz wielkość deniwelacji zlewni wynosząca ponad 36 m powodują duże zagrożenie erozją.

Badana zlewnia była zagospodarowana orną i sadowniczo (rys. 1), a struktura użytkowania ulegała corocznie zmianom w trzyletnim okresie badań. Niezmiennymi uprawami były dwudziestokilkuletnie sady w darni i las, które stanowiły odpowiednio 27 i 13,5% jej powierzchni. W 2001 roku jesienią, na części gruntów ornych założono dwie kwatery sadu (prawie 16 ha) o kierunku rzędów północ-południe (ukośnie do spadku terenu) (rys. 1). Pozostała część zlewni po-



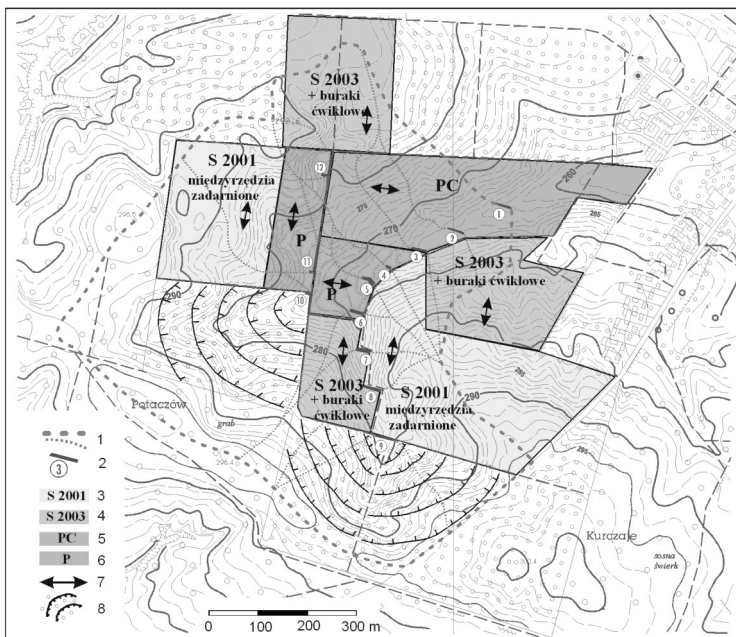
Rys. 1. Lokalizacja przegród ziemnych w linii splywu i struktura uzytkowania w 2002 r.: 1 – dzial wodny zlewni, mikrozlewni, 2 – przegroda i numer zbiornika/mikrozlewni, 3 – linia splywu, 4 – ziemniaki, 5 – buraki chwiklowe, 6 – pietruszka, 7 – kapusta biala, 8 – marchew, 9 – sad, od jesieni 2001, 10 – kierunek upraw, 11 – sad na tarasach

Fig. 1. Location of ground dykes in overland flow-line and crop structure in 2002: 1 – catchment/microcatchment boundary, 2 – ground dyke and number of reservoir/microcatchment, 3 – overland flow-line, 4 – potatoes, 5 – beetroots, 6 – parsley, 7 – white cabbage, 8 – carrot, 9 – sod (since autumn 2001), 10 – tillage direction, 11 – sod on terraces



Fot. 1. Lokalizacja przegród ziemnych w linii splywu
Photo 1. Location of ground dykes in flow-line

zostawała w uprawie płuźnej. Wiosną 2003 r. zasadzono drzewka owocowe na powierzchni około 12 ha (rys. 2), a w międzyrzędziach uprawiano buraki ćwikłowe. W roku tym w uprawie płuźnej pozostało 19% powierzchni zlewni. Zmiany w strukturze upraw w okresie wegetacyjnym w 2004 r. w porównaniu do roku wcześniejszego dotyczyły jedynie zmian w przestrzennym rozmieszczeniu upraw polowych (pszenica, pietruszka i buraki ćwikłowe). Powierzchnia sadów założonych w 2001 i 2003 r. z zadarnionymi międzyrzędziami i pasami herbicydowymi w rzędach stanowiła 37% powierzchni badanej zlewni.



Rys. 2. Lokalizacja przegród ziemnych w linii spływu i struktura użytkowania w 2003 r.: 1 – dział wodny zlewni, mikrozlewni, 2 – przegroda i numer zbiornika/mikrozlewni, 3 – sad od jesieni 2001, 4 – sad od wiosny 2003, 5 – pszenica, 6 – pietruszka, 7 – kierunek upraw, 8 – sad na tarasach

Fig. 2. Location of ground dykes in overland flow-line and crop structure in 2003: 1 – catchment/microcatchment boundary, 2 – ground dyke and number of reservoir/microcatchment, 3 – wheat, 4 – parsley, 5 – tillage direction, 6 – sod on terraces

W roku hydrologicznym 2001/2002 suma opadów wyniosła 627 mm w 2002/2003 – 500 mm, a w 2003/2004 – 628 mm. W tym okresie wystąpiły dwa ulewne opady deszczu – 26 maja 2002 r. i 24 lipca 2003 r. oraz jeden deszcz rozlewny – 27 i 28 lipca 2004 roku. Całkowita wielkość i średnie natężenie deszczu z 26 maja 2002 r. wyniosły odpowiednio 43 mm i $0,44 \text{ mm min}^{-1}$. Natomiast deszcz z 24 lipca 2003 r. osiągnął wielkość 36 mm, a jego średnie

natężenie wyniosło $0,40 \text{ mm min}^{-1}$. Zarejestrowany dwudniowy deszcz w lipcu 2004 r. miał wielkość 70 mm, ale ze względu na wielogodzinny czas trwania (15 godz.) jego średnie natężenie wyniosło $0,10 \text{ mm min}^{-1}$.

Do określenia ilości przemieszczonego w wyniku erozji materiału glebowego w mikrozewniach, wykorzystano metodykę opracowaną przez Z. Mazura i S. Pałysa (1991). Bezpośrednio po spływach powierzchniowych dokonywano rejestracji i pomiarów żłobin erozyjnych, namulów i szacunkowo określano erozję powierzchniową. Objętość żłobin wyliczano z ich długości, średniej szerokości i głębokości, zaś objętość namulów - ze średniej miąższości i powierzchni. Zmywy powierzchniowe szacowano na podstawie drobnych żłobin o głębokości do 4 cm oraz śladów namuleń znajdujących się w obrębie powierzchni zmywanej. Jesienią 2001, 2002 i 2003 r. wykonano pomiary niwelacyjne głównej linii spływu, które miały na celu ocenę wpływu przegród ziemnych na kształtowanie się niwelety dna doliny.

WYNIKI I DYSKUSJA

Opad deszczu z 26 maja 2002 r. spowodował powstanie ponad 120 żłobin w częściach mikrozewni będących w uprawie płużnej (fot. 2) – pod uprawami warzyw. Na powierzchniach pokrytych młodym sadem zewidencjonowano jedynie 3 formy żłobinowe (bruzdy erozyjne). Bruzdy te tworzyły się przeważnie w liniach spływu mikrozewni oraz wzdłuż redlin w uprawie ziemniaka.



Fot. 2. Rozmywy żłobinowe na polu z kapustą białą
Photo 2. Rills on the field with white cabbage - May, 2002

Łączna objętość gleby wyniesionej przez erozję żłobinową wyniosła blisko 280 m³. Zarejestrowano również zmywy powierzchniowe o całkowitej objętości ponad 85 m³, które występowały na odpowietrznych stronach przegród ziemnych (w tym czasie jeszcze niezadarnionych) oraz drodze gruntowej. U wylotu żłobin zewidencjonowano powierzchnie namulone, których objętość stanowiła 22% objętości żłobin. Na podstawie objętości żłobin i zmywów (płytkich żłobinek) określono wskaźnik wyerodowania, który wyniósł w poszczególnych mikrozlewniach od 0,8 (mikrozlewnia 9) do 42,6 m³ ha⁻¹ (mikrozlewnia 1) (tab. 1).

Tabela 1. Wskaźniki wyerodowania w mikrozlewni
Table 1. Index of erosion in micro-catchment

Mikrozlewnia <i>Micro-catchment</i>	Wskaźnik wyerodowania / <i>Index of erosion</i> [m ³ ha ⁻¹]		
	26.05.2002	24.07.2003	26-27.07.2004
1	42,6	1,3	4,3
2	8,9	16,0	5,4
3	7,3	6,5	1,0
4	-	4,5	0,2
5	10,6	28,4	3,6
6	10,6	19,4	2,8
7	6,5	23,5	3,1
8	1,5	10,4	-
9	0,8	1,4	-
10	-	-	-
11	1,8	15,7	1,5
12	-	1,5	1,1
Zlewnia <i>Whole catchment</i>	7,6	10,7	1,9

W wyniku spływu po ulewnym deszczu 24 lipca 2003 r. utworzyła się gęsta sieć ponad 367 żłobin, usytuowanych głównie w sadach założonych wiosną 2003 roku (fot. 3) lub w liniach spływu. W sadach założonych w 2001 r., już zadarnionych, szkód nie stwierdzono. Należy zaznaczyć, że w międzyrzędziach sadów założonych w 2003 r. prowadzono uprawę buraka ćwikłowego. Wystąpiło także splukiwanie: w mikrozlewni 9 na drodze gruntowej (fot. 4) oraz na polu pietruszki w mikrozlewni 5. Łączna objętość gleby wyerodowanej w wyniku procesów żłobienia i zmywania osiągnęła wartość o 15% większą niż podczas opadu w maju 2002 r. o podobnej wielkości i natężeniu. Średni wskaźnik wyerodowania w całej zlewni wyniósł 10,7 m³ ha⁻¹, najmniejszy był w mikrozlewni 1 (1,3 m³ ha⁻¹), a największy w mikrozlewni 5 (28,4 m³ ha⁻¹) (tab. 1). Wyniki badań potwierdzają ochronną rolę zadarniania międzyrzędzi w przeciwdziałaniu erozji – w sadzie założonym jesienią 2001 r., jej nie stwierdzono. Wykorzystanie międzyrzędzi sadów do uprawy roślin okopowych potęguje natomiast procesy erozyjne.



Fot. 3. Rozmyw żłobinowy w młodym sadzie - w międzyrzędziach uprawa buraka ćwikłowego - lipiec 2003 r.

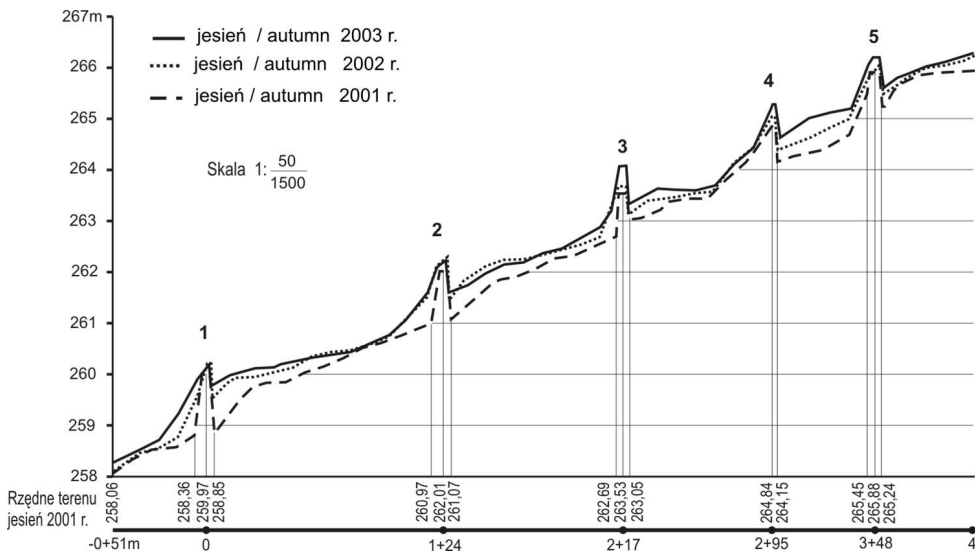
Photo 3. Rill in young orchard - in interrows: cultivation of red beet - July, 2003



Fot. 4. Miejsce zmywów powierzchniowych na drodze gruntowej w starym sadzie w darni - mikrozlewnia 9; czerwiec 2004 r.

Photo 4. Location of run-off on ground road in old orchard in sod- micro-catchment 9; June, 2004

W lipcu 2004 r. wystąpił dwudniowy opad o łącznej wydajności 70 mm, który spowodował powstanie prawie 90 żłobin. Kierunek żłobin był przeważnie zgodny z kierunkiem upraw. Zarejestrowano powstanie żłobin wzdłuż rzędów młodych drzewek, które rosły w pasach herbicydowych. Łączna objętość materiału glebowego przemieszczonego w wyniku erozji żłobinowej wyniosła 81 m³. Namywy u ich wylotu stanowiły 25% ich objętości. Wskaźnik wyerodowania dla badanych zlewni był najniższy w całym okresie badań i wyniósł w poszczególnych mikrozlewniach od 0,2 (mikrozlewnia 4) do 5,4 m³ ha⁻¹ (mikrozlewnia 2) (tab. 1).

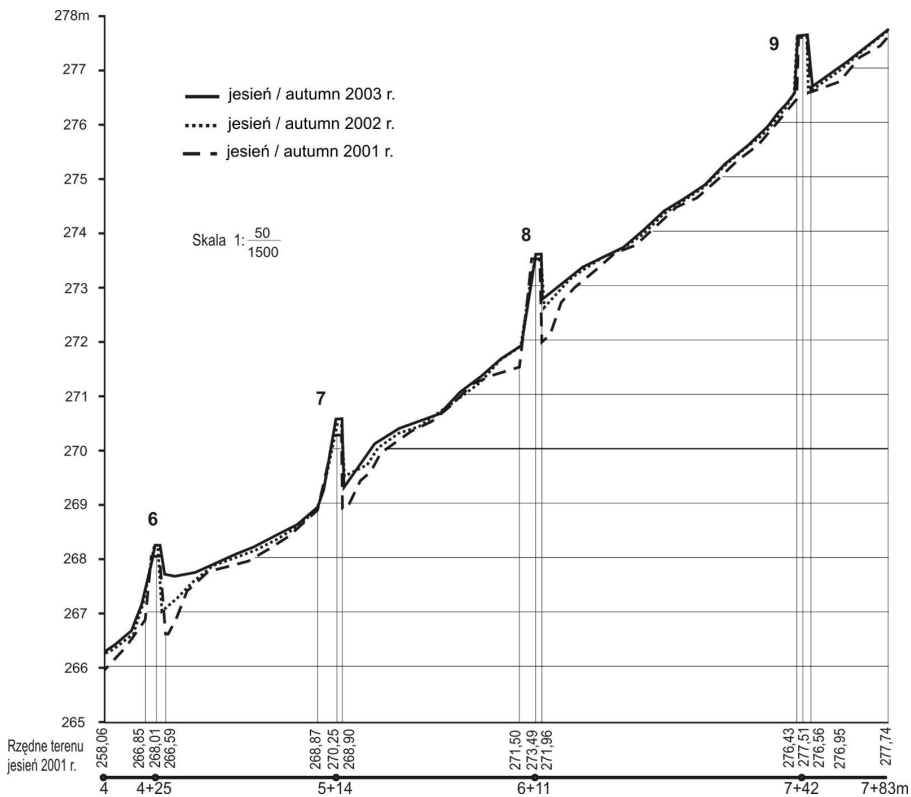


Rys. 3. Przekrój podłużny głównej linii sływu zlewni, przegrody ziemne 1-5
Fig. 3. The longitudinal section of main flow line, ground dykes No. 1-5

Akumulacja gleby poniżej strefy z erozją stanowiła maksymalnie 25% zarejestrowanej erozji. Badania niwelacyjne czasz zbiorników pozwoliły na stwierdzenie, że materiał glebowy wyerodowany w wyniku intensywnych opadów deszczu został zatrzymany głównie w ich czaszach. W celu oceny wpływu przegród ziemnych na kształtowanie się niwelety dna doliny, jesienią 2001, 2002 i 2003 r. wykonano pomiary niwelacyjne głównej linii sływu badanej zlewni. Wyniki pomiarów przedstawiono na rysunkach 3 i 4. Omówione wyżej różnice w intensywności procesów erozyjnych w mikrozlewniach mają odzwierciedlenie w zmianach niwelety dna głównej linii sływu.

Na całej jej długości nastąpiło podniesienie rzędnej dna, ale proces ten zachodził z różną intensywnością w czasie oraz zależnie od warunków technicznych i przyrodniczo-gospodarczych (rys. 3 i 4). Ogólnie zauważa się, że największe podniesienie dna doliny nastąpiło w okresie 2001-2002. Miąższość namywów

powyżej czasz zbiorników w górnym biegu linii sływu (powyżej przegrody 6) sięgała 10 cm (rys. 4), a w dolnym biegu (pomijając odłożenia osadów ze zbiorników na odpowietrznej stronie przegrody) – 25 cm (rys. 3). W okresie 2002-2003 przyrost wysokości niwelety dna poza zasięgiem piętrzeń zbiorników był w granicach błędu wynikającego między innymi ze zmian powodowanych uprawą płużną.



Rys. 4. Przekrój podłużny głównej linii sływu zlewni, przegrody ziemne 6-9
Fig. 4. The longitudinal section of main flow line, ground dykes No. 6-9

Charakterystyczny dla Wyżyny Lubelskiej przebieg opadów atmosferycznych, szczególnie występowanie deszczów ulewnych, powoduje powstawanie głębokich żłobin, a nawet wąwozów (Ziemiński 1956, Buraczyński i Wojtanowicz 1971, Józefaciuk i in. 1987, Rodzik i in. 1996, Baran-Zgłobicka, Zgłobicki 2002, Patro 2005). Rozwojowi wąwozów sprzyja dodatkowo lokalny układ pól i dróg, przebieg granicy rolno-leśnej oraz rodzaj upraw wywołujący lub potęgający skoncentrowany sływ.

Analizując natężenie erozji w badanej zlewni, stwierdzono duże zróżnicowane wielkości erozji gleb w poszczególnych mikrozewniach. Największe prze-

mieszczenia materiału glebowego zarejestrowano w mikrozlewniach obejmujących grunty orne o kierunku upraw sprzyjającym koncentracji spływu, czyli wzdłużstokowym lub ukośnym do spadku. Wskaźnik wyerodowania w maju 2002 r. osiągnął wartość około $43 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$. Średni wskaźnik wyerodowania po spływach opadowych (dla całego obiektu badawczego z okresu 2001-2004) wyniósł prawie $7 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$. Określone wielkości były co najmniej kilka razy większe niż w innych lessowych zlewniach rolniczych (średnie z wielolecia) (Pałys, Mazur 2001, Mazur i Pałys 2004), aczkolwiek Reniger (1959) i Rodzik i in. (1996) po ulewnych opadach deszczu zarejestrowali erozję gleby o zbliżonej wielkości.

Skutkiem erozji wodnej jest między innymi zmiana rzeźby terenów erodowanych w wyniku denudacji zboczy oraz akumulacji w dnach dolin. Badania nad intensywnością procesów erozji wodnej na Wyzynie Lubelskiej potwierdzają wyraźną nadbudowę den suchych dolin i spłaszczenie linii spływu (Pałys, Grzywna 1999, Baran-Zgłobicka, Zgłobicki 2002, Zgłobicki 2002).

Przegrody ziemne zainstalowane w linii spływu były skuteczne w ograniczaniu skutków erozji poprzez przerywanie ciągłości i zmniejszanie prędkości spływu wody oraz zatrzymywanie w zlewni wyerodowanego materiału glebowego (Patro 2008).

WNIOSKI

1. Z przeprowadzonych badań wynika, że intensywne opady deszczu mogą spowodować poważne skutki erozyjne w zlewni zagospodarowanej rolniczo, przy czym istotne znaczenie ma sposób użytkowania zlewni. Dużą rolę w zatrzymywaniu wyerodowanego materiału glebowego spełniają przegrody ziemne, które również poprzez zmniejszanie prędkości płynącej wody zabezpieczają dno doliny przed erozją.
2. Na całej długości linii spływu badanej zlewni nastąpiło podniesienie rzędnej dna. Proces ten zachodził z różną intensywnością w całym okresie badań oraz zależnie od warunków przyrodniczo-gospodarczych. Zastosowanie przegród ziemnych w linii spływu spowodowało zatrzymanie całego zmywu gleby powyżej tych przegród (głównie w czasach zbiorników), co przyczyniło się do wypłycenia i poszerzenia dna doliny w badanej zlewni.

Literatura

- Baran-Zgłobicka B., Zgłobicki W., 2002, Współczesne zmiany natężenia erozji gleb na wyżynach lessowych (na przykł. gminy Wąwolnica, Polska SE), *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 487, 25–33.
- Buraczyński J., Wojtanowicz J., 1971, Przebieg i skutki gwałtownej ulewy w Dzierzkowicach na Wyzynie Lubelskiej, *Fol. Soc. Sci. Lublin.* 12, D, 61–68.

- Chomicz K., 1951, Przebieg, rozmieszczenie i częstotliwość deszczów nawalnych w Polsce, *Gosp. Wodna* 7–8, 262–265.
- Józefaciuk A., Józefaciuk Cz., 1999, *Ochrona gruntów przed erozją*, IUNG, Puławy.
- Józefaciuk Cz., Józefaciuk A., 1996, *Erozja i melioracje przeciwerozyjne*, PIOŚ, Warszawa.
- Józefaciuk Cz., Józefaciuk A., Nowocień E., Rubaj J., 1996, Ocena sadowniczego zagospodarowania silnie urzeźbionych gruntów lessowych na przykładzie obiektu Olszanka, [w:] *Ochrona agroekosystemów zagrożonych erozją*, [w:] *Ochrona agroekosystemów zagrożonych erozją*, Wyd. IUNG, Puławy, 1, 229–243.
- Józefaciuk Cz., Józefaciuk A., Szary A., 1987, Przeciwdziałanie erozyjnym skutkom ulew na przykładzie Dębna w Regionie Świętokrzyskim, *Roczn. Gleb.* 38, 1, 191–197.
- Mazur A., Pałys S., 2004, Natężenie erozji wodnej gleb w rolniczej zlewni lessowej z okresowym odpływem, *Rocz. Gleb.* 55, 1, 175–180.
- Mazur Z., Mazurek T., Pałys S., Węgorek T., 1985, Skuteczność biotechnicznej zabudowy wąwozów w Opoce Dużej, *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 292, 137–150.
- Mazur Z., Pałys S., 1991, 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.
- Mioduszewski W., 2006, *Małe zbiorniki wodne*, Wyd. IMUZ, Falenty.
- Pałys S., Grzywna A., 1999, Zmiany rzeźby terenu na dnie erodowanej doliny w Elizówce, *Acta Agrophysica* 23, 115–123.
- Pałys S., Mazur A., 2001, Natężenie erozji wodnej gleb w zlewni z okresowym odpływem na Roztoczu, *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 476, 237–242.
- Patro M., 2005, Skutki ulewnych deszczów w zlewni lessowej zabudowanej małymi zbiornikami retencyjnymi, *Acta Agrophysica* 5, 2, 377–385.
- Patro M., 2008, Influence of in-field retention reservoirs on soil outflow from a catchment, *Ann. Warsaw Univ. of Life Sci. – SGGW, Land Reclam.* 39, 103–109.
- Prochal P., Maślanka K., Koreleski K., 2005, *Ochrona środowiska przed erozją wodną*, Wyd. AR, Kraków.
- Reniger A., 1959, Erozja gleb w okresie ulew i spływów wód wiosennych w zależności od przebiegu pogody, *Rocz. Nauk Rol.* 73–F–4, 599–641.
- Rodziak J., Janicki G., Zgłobicki W., 1996, Reakcja agroekosystemu zlewni lessowej na epizodyczny spływ podczas gwałtownej ulewy, [w:] *Ochrona agroekosystemów zagrożonych erozją*, Wyd. IUNG, Puławy, 1, 201–21.
- Ziemnicki S., 1956, Skutki deszczu nawalnego we wsi Piaski Szlacheckie pod Krasnymstawem, *Gospodarka Wodna* 11, 476–480.
- Ziemnicki S., 1964, Zasięg erozji wodnej gleb w południowej części woj. lubelskiego, *Biul. LTN*, sec. B, vol. 3/4.
- Ziemnicki S., 1968, *Melioracje przeciwerozyjne*, PWRiL, Warszawa.
- Ziemnicki S., 1978, *Ochrona gleb przed erozją*, PWRiL, Warszawa.