

ROZWÓJ WĄWOZU DROGOWEGO W GORZKOWIE (WYŻYNA LUBELSKA)

Andrzej Mazur¹, Antoni Grzywna¹, Żanna Król¹, Justyna Gabryszuk¹,
Kamil Nieścioruk¹, Radomir Obroślak¹

¹ Katedra Inżynierii Kształtowania Środowiska i Geodezji, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie, ul. Leszczyńskiego 7, 20-069 Lublin, e-mail: amazur70@op.pl

STRESZCZENIE

W pracy przedstawiono wyniki badań natężenia erozji wodnej w wąwozie drogowym w Gorzkowie na Wyżynie Lubelskiej. Program badań opierał się na badaniach terenowych, którymi objęto badania natężenia erozji wodnej, uwzględniając rodzaje i rozmiary szkód erozyjnych. W okresie badań wystąpiły trzy spływy powierzchniowe wód, podczas których powstały szkody erozyjne. Szkody erozyjne w postaci żłobin w dnie wąwozu wyniosły 64,2 m³, a objętość osadzonego materiału ziemnego na dnie wąwozu i w rowie przydrożnym wyniosła 70 m³.

Słowa kluczowe: erozja wodna, erozja wąwozowa, wąwóz drogowy.

DEVELOPMENT OF THE ROAD GULLY IN GORZKÓW (LUBLIN UPLAND)

ABSTRACT

The paper presents the results studies on the intensity of water erosion processes in the road gully in Gorzków on the Lublin Upland. 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. During the studies, three surface washouts that led to erosion damage were registered. Erosion damage in a form of rills on the bottom of gully, during the studies, amounted to 64.2 m³, and the volume of precipitated soil material on the bottom of gully and the roadside ditch was 70 m³.

Keywords: water erosion, gully erosion, road gully.

WSTĘP

Wśród wielu form erozji wodnej najbardziej destrukcyjna jest erozja wąwozowa. Wąwozy utrudniają mechanizację prac polowych i transport rolniczy. Rozwijając się niszczą przyległe pola uprawne oraz przyczyniają się do powstawania pól o nieregularnych kształtach, co utrudnia prowadzenie prac agrotechnicznych. Wcinając się głęboko w podłoże osuszają przyległe tereny w wyniku drenującego charakteru rozcięć, a materiał ziemny wymywany z wąwozów zamula urządzenia drogowe, cieki i zbiorniki wodne jak również może prowadzić do zmian stosunków wilgotnościowych w dolinach rzecznych. Ich gęsta sieć przyczynia się do zwiększenia fali powodziowej [Józefaciukowie 1998, Józefaciuk i in. 2001, Kociuba i in. 2014, Mazur 2011, Ziemiński 1961, 1966]. Według Józefaciuków [1995], Wyżyna Lubelska rozczłonkowana jest wąwoza-

mi w stopniu silnym, a sieć wąwozów o gęstości powyżej 0,5 km·km⁻² występuje aż na 29,3% jej obszaru. Około 50% ogólnej ilości wąwozów na Wyżynie Lubelskiej stanowią wąwozy drogowe. Ich powstawaniu sprzyja bogata hipsometria terenu, występowanie gleb wytworzonych z lessów podatnych na erozję wodną oraz zdecydowana przewaga małych gospodarstw rolnych o drobnej, nieregularnej szachownicy stanu władania gruntami, co zmusza do tworzenia dużej ilości rolniczych dróg technologicznych. Wąwozy drogowe stanowią poważny problem przyrodniczo-gospodarczy, wymagający wnikliwej analizy zachodzących procesów i ich następstw, jak również przemyślanych działań zapobiegających tworzeniu się nowych wąwozów, a także opracowania metod stabilizacji wąwozów istniejących, ograniczających ich dalszy rozwój.

Celem przeprowadzonych w 2013 roku badań było określenie charakterystyki i dynamiki proce-

sów erozji wodnej, modelujących wąwóz drogowy w miejscowości Gorzków.

MATERIAŁ I METODY

Gorzków leży na Wyżynie Lubelskiej we wschodniej części mezoregionu Wyniosłość Gielczewska, około 10 km na zachód od Krasnegostawu. Według Kondrackiego [2002], Wyniosłość Gielczewska jest najwyższą, środkową częścią Wyżyny Lubelskiej (306 m n.p.m. koło miejscowości Boży Dar). Trzon orograficzny Wyniosłości Gielczewskiej tworzą obszary o rzeźbie typu „wzniesień”, zbudowane z odpornych geozem i opok, nieulegających krasowieniu. W ich obrębie zachowały się równoległe zrównania wierzchowinowe, które urozmaicają miejscami wzgórza ostańcowe z czapami utworów sarmackich oraz płyty lessów o kilkunastometrowej miąższości z dobrze rozwiniętymi suchymi dolinami i wąwozami. Dominują tu gleby typu rędzin lub typu płowych na lessach [Geografia Polski 1999].

Program badań opierał się głównie na badaniach terenowych. Po każdym spływie powierzchniowym prowadzono badania ilościowe i jakościowe procesów morfogenetycznych modelujących rzeźbę badanego wąwozu. Rejestrację procesów erozyjnych wykonano zgodnie z metodą opracowaną przez Mazura i Pałysa [1991]. Badania erozyjne prowadzono na tle panujących warunków meteorologicznych, które charakteryzowano na podstawie pomiarów wybranych elementów meteorologicznych w założonym postępowaniu w Wielkopolu, oddalonym o około 2 km od badanego wąwozu.

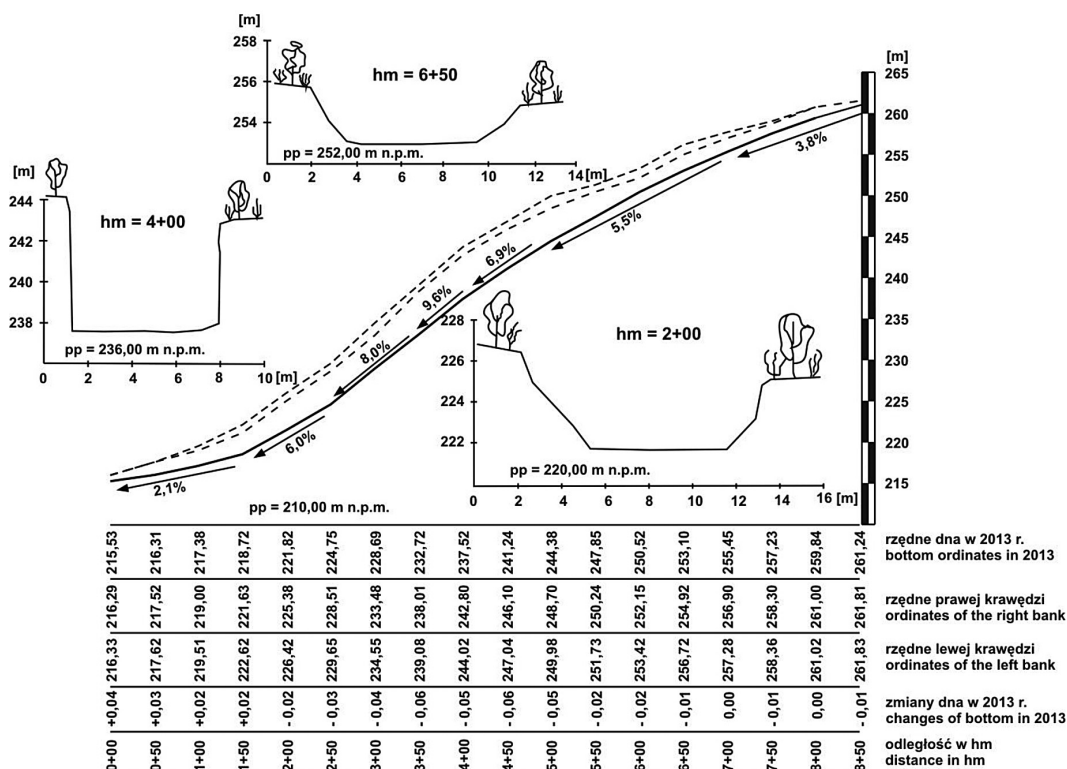
W celu określenia parametrów badanego wąwozu oraz zmian niwelety jego dna wykonano pomiary wysokościowe w nawiązaniu do reperów osnowy pomiarowej założonych na początku i końcu wąwozu. Wysokości bezwzględne reperów osnowy pomiarowej określono metodą niwelacji geometrycznej w nawiązaniu do punktów szczegółowej osnowy wysokościowej III klasy. Jesienią 2012 roku wykonano niwelację profilu podłużnego dna wąwozu niwelatorem Nedo E28, uzupełniając ją trzema profilami poprzecznymi. Jesienią 2013 roku powtórzono pomiary profilu podłużnego dna wąwozu. Wykonano także charakterystykę topografii obszaru zlewni badanego wąwozu na mapie topograficznej w skali 1:10000, uzupełniając ją pomiarami i rozpoznaniem terenowym. Oznaczono rodzaj gruntu, w

którym wąwóz się wytworzył. W tym celu w różnych miejscach ze skarp i dna wąwozu pobrano próbki glebowe do badań laboratoryjnych, z których określono skład granulometryczny metodą Casagrande'a w modyfikacji Prószyńskiego oraz CaCO_3 metodą Scheiblera.

WYNIKI

Badany wąwóz (rys. 1) wytworzył się na zboczu o wystawie południowo-wschodniej, w miejscu lokalizacji intensywnie użytkowanej, gruntowej drogi dojazdowej do pól uprawnych. Powstał na glebach wytworzonych z utworów lessowych, o czym świadczy skład granulometryczny materiału glebowego (8% – piaski, 64% – pyły, 28% – iły) i zawartości CaCO_3 od 2,5 do 5,5%. Jego powierzchnia wynosi 1,1 ha, długość 850 m, a szerokość od 7 do 15 m. Głębokość waha się od 0,8 do 6,5 m, przy czym jego lewa skarpa jest wyższa od prawej od około 0,5 do 1,4 m. Skarpy na całej długości są strome. Ich nachylenie wynosi około 1:1 w dolnej części wąwozu (miejscami są prawie pionowe u góry skarpy), 1:1,5 w górnej części, a w środkowej na przeważającej długości są pionowe. Szerokość dna waha się od 3,5 m (wylot wąwozu) do 7 m (w części środkowej), średnio około 5 m. Maksymalny spadek dna wynosi 9,6%, a średni 5,3%. W dolnej części, na długości około 3,5 hm, wąwóz przebiega praktycznie zgodnie ze spadem zbocza, natomiast w części górnej ukośnie do spadu. Takie położenie w rzeźbie zbocza przyczyniło się do powstania w górnej części wąwozu zlewni o powierzchni 2,1 ha, z której wody podczas spływów powierzchniowych kierowane są do wąwozu i spływają po jego lewej skarpie do górnej i środkowej części wąwozu.

Jednym z czynników decydującym o natężeniu procesów erozji wodnej jest przebieg warunków meteorologicznych, które w okresie badań były zróżnicowane zarówno pod względem natężenia jak i ilości opadów oraz występowania pokrywy śnieżnej i tempa jej tajania. Rok hydrologiczny 2012/13 możemy zliczyć do roku mokrego z opadem wynoszącym 716,8 mm (tab. 1). Opad ten był wyższy o 22,5% w stosunku do średniego opadu z lat 1988–2012. Najniższy opad miesięczny w roku hydrologicznym 2012/2013 odnotowano w październiku, wyniósł on zaledwie 10,9 mm, największy zaś w czerwcu (129,8 mm) i był on wyższy o 79% w stosunku do średniego opadu z wielolecia w tym miesiącu.



Rys. 1. Profil podłużny i przekroje poprzeczne wąwozu

Fig. 1. The gully long profile and cross-sections

Tabela 1. Miesięczne sumy opadów w roku hydrologicznym 2012/13

Table 1. Monthly sums of precipitation in the hydrological year 2012/13

Rok	Miesiąc												Suma
	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	
2012/2013	29,2	36,1	76,3	40,2	89,5	55,9	88,5	129,8	70,6	25,6	64,2	10,9	716,8
Średnia 1988–2012	39,4	33,4	28,4	30,6	36,4	55,8	50,4	72,5	87,2	51,5	62,0	37,1	584,7

W roku hydrologicznym 2012/13 pokrywa śnieżna występowała trzykrotnie. Po raz pierwszy na początku grudnia spadek temperatury powietrza poniżej 0 °C i opady śniegu doprowadziły do powstania pokrywy śnieżnej o miąższości 7 cm. W wyniku dalszych opadów jej miąższość wzrosła do 16 cm w dniu 16 grudnia i utrzymywała się na takim poziomie do 23 grudnia, po czym w wyniku opadów deszczu i dodatnich temperatur powietrza stopniowo malała i znikła 29 grudnia. Kolejny raz pokrywa śnieżna pojawiła się na początku drugiej dekady stycznia. Jej miąższość stopniowo zwiększała się w wyniku opadów śniegu, osiągając 25 stycznia maksymalną wartość 29 cm. W kolejnych dniach w wyniku wzrostu temperatury powietrza powyżej 0 °C rozpoczęło się topnienie zalegającego śniegu, skutkując zmniejszeniem się miąższości pokrywy śnieżnej do 1 cm w pierwszej dekadzie lutego. Następnie

w wyniku ochłodzenia i opadów śniegu jej miąższość wzrosła do 10 cm w połowie lutego, aby ponownie zaniknąć z końcem lutego w wyniku ocieplenia. Po raz ostatni tej zimy, pokrywa śnieżna 7 cm grubości pojawiła się pod koniec pierwszej dekady marca. W kolejnych dniach jej miąższość stopniowo zwiększała się do 15 cm. Intensywne opady śniegu nocą z 14 na 15 marca doprowadziły do powstania pokrywy śnieżnej o maksymalnej miąższości tej zimy, wynoszącej aż 37 cm. Następnie w wyniku opadów śniegu i ocieplenia w kolejnych dniach jej miąższość zmieniała się. Z początkiem drugiej dekady kwietnia w wyniku ocieplenia do +8 °C i burzowych opadów deszczu pokrywa śnieżna zanikła.

W okresie badań, spływy powierzchniowe wód wystąpiły w kwietniu, maju i czerwcu 2013 r. Podczas spływu roztopowo-opadowego w kwietniu dominującą formą erozji wodnej, modyfikują

jącą głównie dno wąwozu, była erozja żłobinowa. Największe i najliczniej występujące żłobiny były zlokalizowane w dolnej i środkowej części wąwozu od 1+50 do 5+00 hm. W tej części dna wąwozu wymiary żłobin były bardzo zróżnicowane, jednak największa ich ilość posiadała parametry rzędu: 20 cm szerokość, 15 cm głębokość i około 40 metrów długość. Wiele ze zinwentaryzowanych żłobin miało szerokość i głębokość dochodzącą do 10 cm, a ich długość nie przekraczała 10 m. Jednak sporadycznie występowały i takie żłobiny, których szerokość dochodziła do 60 cm, głębokość do 80 cm, a ich długość osiągała około 15 m (rys. 2). To właśnie te żłobiny głównie uniemożliwiały przejazdy dnem wąwozu drogowego. Żłobiny występujące w górnej części dna wąwozu miały od kilku do kilkunastu cm głębokości i szerokości, ale nieliczne z nich osiągały do 20 cm głębokości, 30 cm szerokości i 10 m długości. Łączna kubatura zinwentaryzowanych żłobin na dnie wąwozu po spływie roztopowo-opadowym wyniosła 40,6 m³.

Lewa skarpa, szczególnie w środkowej części wąwozu, była modyfikowana w wyniku procesów sufozyjnych. Studnie sufozyjne powstały i rozwijały się w wyniku dopływu wód obcych ze zlewni o powierzchni 2,1 ha, pochodzących z przylegających pól uprawnych do górnej i środkowej części wąwozu. Średnice studni wynosiły od około 1 do 2,5 m, a ich głębokość wahała się od 1 do 3 m. Poniżej studni powstały korytarze sufozyjne z wylotami w okolicach dna wąwozu.



Rys. 2. Erozja żłobinowa dna wąwozu
Fig. 2. The rill erosion in the bottom of gully

Strop jednego korytarza sufozyjnego zapadł się, co dało początek bocznemu odgałęzieniu wąwozu o wymiarach: 2,5 m szerokość, 3 m głębokość, 18 m długość.

Ruchy masowe występowały i były szczególnie aktywne na stromych zboczach wąwozu. Zjawisko soliflukcji odnotowano na stromych skarpach pozbawionych okrywy roślinnej. Znaczenie rzeźbotwórcze tego procesu jest niewielkie ze względu na małą skalę występowania. Odrywanie i odpadanie to często spotykane formy erozji rejestrowane w dolnej i środkowej części wąwozu na pionowych, lub prawie do pionu zbliżonych ścianach wąwozu pozbawionych okrywy roślinnej. Objęły one powierzchnię około 700 m². W rezultacie tych zjawisk, u podnóża skarp tworzyły się stożki usypiskowe o łącznej objętości około 12 m³. Procesy osuwiskowe modelowały strome zbocza w górnej części wąwozu, towarzyszyło im przemieszczanie się mas ziemnych wraz z roślinnością zielną oraz krzewiastą. Tworzyły się liczne płytkie zerwy zboczowe, obejmujące powierzchnię do 10 m².

Akumulacja była procesem zlokalizowanym w dnie wąwozu, szczególnie w jego dolnym odcinku przy wylocie wąwozu. Zdeponowany tutaj materiał ziemny o objętości około 8,5 m³, osadził się w formie płatów o powierzchniach od 30 do 50 m² i miąższości od 3 do 10 cm. Jednak najwięcej materiału ziemnego wyerodowanego z wąwozu, osadziło się w rowach przydrożnych drogi 842 (Krasnystaw – Żółkiewka), miejscami wypełniając je w całości oraz na jezdni. Łączna kubatura osadzonego tutaj materiału ziemnego wyniosła około 35 m³, a łącznie z materiałem ziemnym osadzonym w wąwozie – 43,5 m³. Część materiału ziemnego wyerodowanego z wąwozu odpłynęła wraz z wodą do rzeki Żółkiewka.

Dwukrotnie wystąpiły spływy powierzchniowe wód w wyniku burzowych opadów deszczu w dniach 24 maja (44,5 mm) oraz 21 czerwca (32,4 mm). Natężenie opadu chwilami przekraczało 1 mm·min⁻¹. Dominującą formą, modyfikującą rzeźbę wąwozu podczas tych spływów, była erozja żłobinowa dna. Najliczniej, podobnie jak podczas spływu roztopowo-opadowego, żłobiny rejestrowano głównie w dolnej i środkowej części wąwozu. Osiągały one maksymalnie około 20 cm szerokości i głębokości, a ich długość dochodziła do 50 m. Znacznie mniejsze żłobiny inwentaryzowano w górnej części dna wąwozu. Ich parametry nie przekraczały 10 cm szerokości i głębokości oraz 30 m długości. Kubaturę żłobin powstałych

podczas spływu w maju określono na 13,5 m³, a we wrześniu na 10,1 m³ (łącznie 23,6 m³). Miejscami pionowe ściany wąwozu modelowane były przez obrywy pakietowe bloków lessowych, a u podnóża ścian w postaci stożków usypiskowych, osadzał się odspojony materiał ziemny o łącznej objętości około 4,1 m³. Zaobserwowano również dalszy rozwój form sufozyjnych. Akumulacja wyerodowanego materiału glebowego wystąpiła u wylotu wąwozu w postaci płatów odłożonych namulów o powierzchniach do 10 m² i miąższości do 2 cm. Osadziło się tutaj około 3 m³ materiału ziemnego. Najwięcej materiału glebowego osadziło się w rowach przydrożnych i na drodze nr 842 (około 23,5 m³). Część materiału ziemnego wyerodowanego z wąwozu odpłynęła wraz z wodą do rzeki Żółkiewka.

Naprawy drogi gruntowej zlokalizowanej w dnie badanego wąwozu, po każdym spływie powierzchniowym w 2013 roku, doprowadziły do zmian wysokościowych w przekroju podłużnym, co wykazały pomiary niwelacyjne. Podniesienie dna wąwozu (max 4 cm) zaobserwowano u jego wylotu na odcinku od 0+00 do 1+50 hm, w miejscach gdzie dochodziło do akumulacji materiału ziemnego wyerodowanego z wąwozu. Największe zaś obniżenie (6 cm) odnotowano w środkowej części dna wąwozu. Analizując profil podłużny dna wąwozu można stwierdzić, że obecnie najszybciej dno obniża się w dolnej i środkowej części, a więc w miejscach gdzie erozja żłobinowa działała najintensywniej. W górnej części wąwozu, gdzie erozja liniowa miała mniejsze natężenie, rzędne dna nie uległy zmianie lub zmieniły się w niewielkim zakresie. Na podstawie przeprowadzonych pomiarów wysokościowych można stwierdzić, że średnio w 2013 roku dno wąwozu obniżyło się o około 1,51 cm. W przeliczeniu daje to ubytek około 64,3 m³ materiału ziemnego z jego dna.

PODSUMOWANIE

Spływ powierzchniowy wód w wąwozie prowadzi do uaktywnienia procesów erozyjnych, a obserwacje powstałych form erozyjnych pozwoliły wydzielić strefy morfodynamiczne charakteryzujące się innymi zespołami procesów rzeźbotwórczych. Można je podzielić na niszczące i budujące. Do niszczących można zaliczyć: erozję liniową, podpowierzchniową i ruchy masowe. Do budujących należy akumulacja. W okresie badań najbardziej aktywną formą erozji wodnej była

erozja żłobinowa działająca w obrębie dna wąwozu. W wyniku jej działalności dochodzi do niszczenia nawierzchni drogi gruntowej oraz pogłębiania się wąwozu. Erozja podpowierzchniowa działała głównie w strefach przykrawędziowych wąwozu. Jest związana z filtracją i przemieszczaniem się wód w obrębie lessów, powodując wypłukiwanie materiału i powstawanie studni (kotłów) oraz korytarzy (kanałów) sufozyjnych, które rozwijając się powiększają wąwóz i niszczą przyległe pole uprawne. Z ruchów masowych największe znaczenie rzeźbotwórcze w okresie badań miały procesy odrywania i odpadania. Są to typowe procesy grawitacyjne, związane z okresowym uwilgotnieniem skał lessowych, w wyniku czego następuje odspojenie i odrywanie się materiału lessowego od stromych ścian wąwozu, które modelowane były przez obrywy pakietowe bloków lessowych nawiązujące do tekstury skały lessowej. Rozwojowi procesów grawitacyjnych sprzyja pionizacja skarp, będąca wynikiem podcinania ich u podnóża, celem pozyskania gruntu do likwidacji żłobin powstających na drodze w wyniku erozji wodnej. Akumulacja materiału glebowego jest zlokalizowana głównie u wylotu wąwozu na jego dnie. Osadziło się tutaj około 18% zinwentaryzowanego materiału ziemnego wyerodowanego z wąwozu. Pozostała część osadziła się w rowach przydrożnych i na jezdni drogi nr 842, a część odpłynęła wraz z wodą do rzeki Żółkiewka.

W celu zabezpieczenia wąwozu przed dalszym rozwojem i drogi 842 oraz jej systemu odwadniania powierzchniowego przed zamulaniem należałoby odciąć dopływ wód obcych do wąwozu ze zlewni, a pionowym ścianom w wąwozie nadać nachylenie 1:1 oraz obudować je biotechnicznie, co powinno wyeliminować ruch masowe i procesy sufozyjne. Należy także utwardzić nawierzchnię drogi gruntowej biegnącej dnem wąwozu i zapewnić bezpieczne odprowadzenie wody z wąwozu.

WNIOSKI

1. Intensywne procesy erozji wodnej zachodzące w badanym wąwozie drogowym przyczyniają się do jego rozwoju, co prowadzi do niszczenia i utraty przyległych pól uprawnych oraz niszczenia nawierzchni drogi gruntowej biegnącej dnem wąwozu czyniąc ją nieprzejezdną i wymagającą napraw.

2. W okresie prowadzenia badań, najbardziej aktywną formą erozji wodnej była erozja żłobinowa dna wąwozu. W wyniku jej działalności dochodzi do pogłębiania się wąwozu w tempie około 1,5 cm na rok.
3. Wyerodowany materiał ziemny z wąwozu zamula jezdnię i system odwodnienia powierzchniowego drogi 842, co stwarza poważne zagrożenie dla ruchu i wpływa na zwiększenie kosztów konserwacji rowów.
4. Należałoby odciąć dopływ wód obcych do wąwozu, złagodzić nachylenie pionowych skarp i umocnić je biotechnicznie oraz utwardzić nawierzchnię drogi gruntowej zapewniając jednocześnie bezpieczne odprowadzenie wód z wąwozu.

LITERATURA

1. Geografia Polski. Środowisko przyrodnicze. 1999. Praca zbiorowa pod red. L. Sterkela. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
2. Józefaciuk A., Józefaciuk Cz. 1995. Erozja agrosystemów. PIOŚ Biblioteka Monitoringu Środowiska, IUNG Puławy.
3. Józefaciuk Cz. Józefaciuk A. 1998. Erozja gleb i melioracje przeciwerozyjne w regionie wyżyn południowo-wschodniej Polski. Cz. III. Zagospodarowanie wąwozów. Bibliotheca. Fragmenta Agronomica, t. 4 A, 197–227.
4. Józefaciuk Cz., Nowocień E., Wawer R. 2001. Rozwój wąwozu drogowego i koncepcja jego zabudowy. Folia Universitatis Agriculturae Stetinensis 217, Agricultura 87, 69–72.
5. Kociuba W., Janicki G., Rodzik J. 2014. 3D laser scanning as a new tool of assessment of erosion rates in forested loess gullies (case study: Kolonia Celejów, Lublin Upland). Annales UMCS, Geographia, Geologia, Mineralogia et Petrographia, 69, 107–116.
6. Kondracki J. 2002. Geografia regionalna Polski. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
7. Mazur A. 2011. Rozwój wąwozu dolinowego w Wielkopoli (Wyżyna Lubelska) w latach 2003–2009. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 560, 177–182.
8. Mazur Z., Pałys S. 1991. Erozja wodna gleb na lesach Roztocza Zachodniego w latach 1988–1990 na przykładzie fragmentu zlewni rzeki Por. Wyd. AR w Lublinie, 79–92.
9. Ziernicki S. 1961. Wpływ erozji gleb w zlewni na stosunki wilgotnościowe łąk w dolinie. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 27a, 177–181.
10. Ziernicki S. 1966. Zastosowanie stopnia skrzynkowego do umacniania dna wąwozów na przykładzie wąwozu w Opoce Dużej. Wiadomości IMUZ, 5 (4), 11–35.



Opublikowanie pracy dofinansowano ze środków Wojewódzkiego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej w Lublinie.