

**Andrzej MAZUR**

Akademia Rolnicza w Lublinie  
Agricultural University in Lublin

## **Rozwój wąwozu drogowego w Wielkopole (Wyżyna Lubelska) Development of the road gully in Wielkopole (Lublin Upland)**

**Słowa kluczowe:** erozja wodna, wąwóz drogowy, erozja wąwozowa, droga rolnicza

**Key words:** water erosion, road gully, gully erosion, ground road

### **Wprowadzenie**

Z ogółu procesów erozyjnych, przejawiających się różnymi formami modyfikacji powierzchni ziemi, najbardziej destrukcyjna jest erozja wąwozowa. Według Józefaciuk i Józefaciuka (1995), Wyżyna Lubelska rozczłonkowana jest wąwozami w stopniu silnym, a sieć wąwozów o gęstości powyżej  $0,5 \text{ km} \cdot \text{km}^{-2}$  zajmuje aż 29,3% jej obszaru. Z ogólnej liczby wąwozów około 50% to wąwozy drogowy. Ich powstawaniu na Wyżynie Lubelskiej sprzyja hipsometria terenu, występowanie gleb wytworzonych z lessów oraz przewaga małych gospodarstw rolnych o drobnej, nieregularnej szachownicy stanu władania gruntami, co zmusza do tworzenia dużej liczby rolniczych dróg technologicznych. Wystę-

powanie wąwozów na danym terenie powoduje utrudnienia w mechanizacji prac agrotechnicznych i transporcie. Wąwozy, rozwijając się, niszczą pola uprawne oraz osuszają przyległe tereny, a materiał ziemny z nich wymywany zamula urządzenia drogowe, cieki i zbiorniki wodne, jak również może prowadzić do zmian stosunków wilgotnościowych w dolinach rzecznych. Wąwozy są trasami skoncetrowanego spływu wód powierzchniowych i wyerodowanego materiału glebowego. Ich gęsta sieć przyczynia się do zwiększenia fali powodziowej (Ziemiński 1961, 1966, Józefaciuk i Józefaciuk 1998). Wąwozy drogowy, podobnie jak inne, stanowią więc poważny problem przyrodniczo-gospodarczy, wymagający wnikliwej analizy zachodzących procesów, ich następstw i metod zapobiegawczych.

Głównym celem podjętych badań było określenie charakterystyki i dynamiki procesów erozji wodnej, modelujących w 2006 i 2007 roku wąwóz drogowy w miejscowości Wielkopole.

## Material i metody

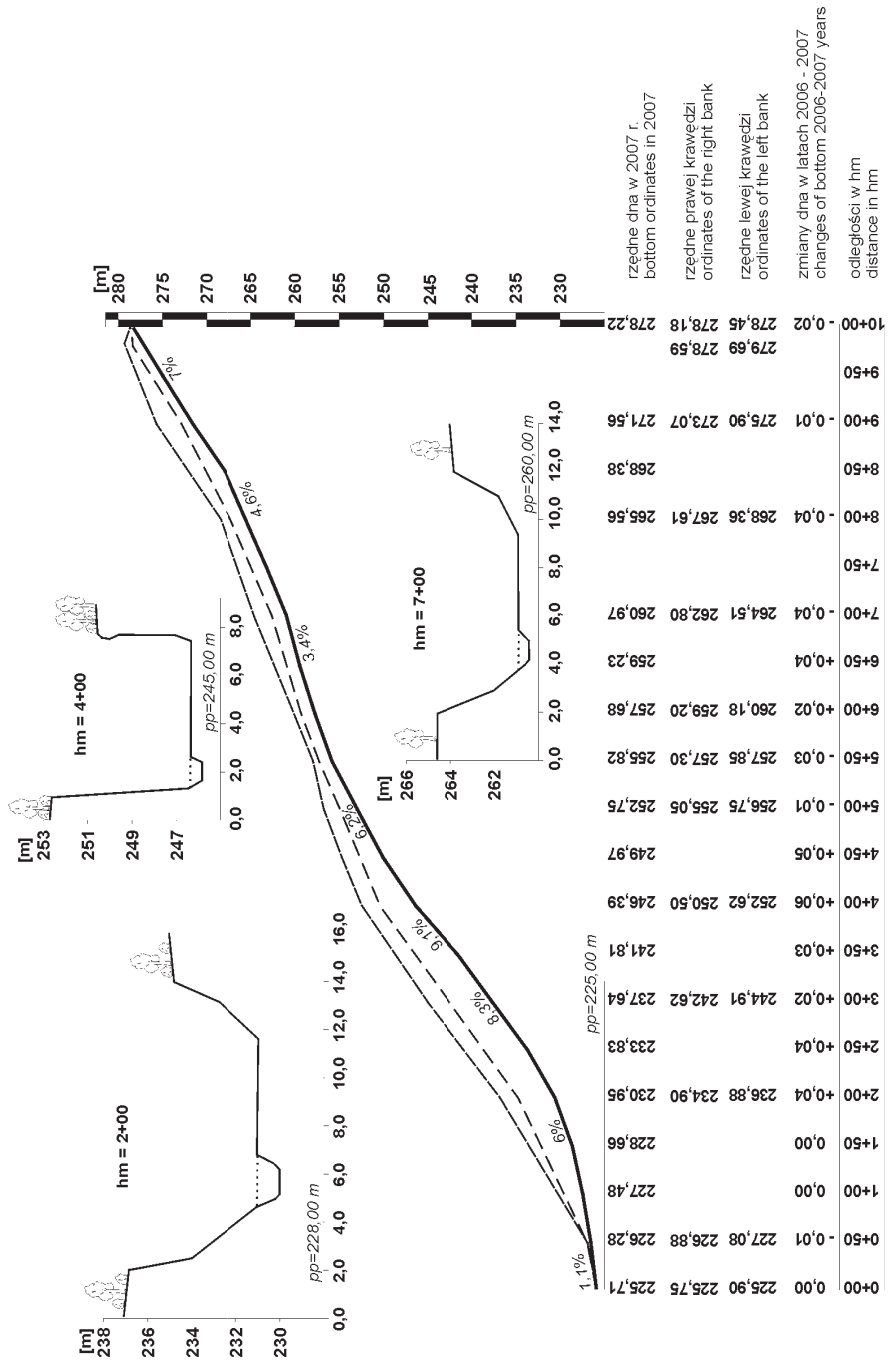
Badany wąwóz znajduje się w miejscowości Wielkopole na Wyżynie Lubelskiej, we wschodniej części mezoregionu Wyniosłość Gielczewska, około 8 km na zachód od Krasnegostawu. Wyniosłość Gielczewska jest najwyższą, środkową częścią Wyżyny Lubelskiej z kulminacją w miejscowości Boży Dar (306 m n.p.m.) (Kondracki 2002). Jej trzon orograficzny tworzą obszary o rzeźbie typu „wzniesień”, zbudowane z odpornych geozem i opok, niepodlegających krasowienniu. Zachowane w ich obrębie równoległe zrównania wierzchwinowe urozmaicają miejscami wzgórzca 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, podczas których po każdym spływie powierzchniowym prowadzono badania ilościowe i jakościowe procesów morfogenetycznych, modelujących rzeźbę badanego wąwozu. Rejestrację procesów erozyjnych wykonano zgodnie z metodyką proponowaną przez Mazura i Pałysa (1991). Badania erozyjne prowadzono na tle panujących warunków meteorologicznych, które charakteryzowano na podstawie pomiarów wybranych elementów meteorologicznych w założonym posterunku na terenie zlewni. Wykonano także pomiary geodezyjne w nawiązaniu do reperów założonych na początku i końcu wąwozu oraz charakterystykę topografii obszaru zlewni wąwozu na mapie w skali 1 : 10 000, uzupełnioną pomiarami

i rozpoznaniem terenowym. Oznaczono rodzaj gruntu, w którym wąwóz się wytworzył. W tym celu zarówno ze skarp, jak i dna wąwozu pobrano próbki glebowe do badań laboratoryjnych, z których określono skład granulometryczny metodą Casagrande'a w modyfikacji Prószyńskiego oraz CaCO<sub>3</sub> metodą Scheiblera.

## Wyniki

Badany wąwóz (rys. 1) wytworzył się na zboczu o wystawie południowo-wschodniej, w miejscu, gdzie zlokalizowana jest gruntowa droga dojazdowa do pól uprawnych. Powstał na glebach wytworzonych z utworów lessowych, o czym świadczy skład granulometryczny (9% – piasek, 62% – pył, 29% – il) i zawartości CaCO<sub>3</sub> – od 3 do 6%. Jego powierzchnia wynosi 1,8 ha, długość 900 m, a szerokość od 5 do 14 m. Głębokość wąwozu waha się od 0,8 do 7 m, przy czym skarpa lewa jest wyższa od prawej od 1 do 2 m. Skarpy wąwozu są strome, o nachyleniu około 1 : 1 w dolnej części wąwozu, 1 : 1,5 w górnej części, a w środkowej na przeważającej długości są pionowe. Szerokość dna wąwozu waha się od 3,5 m (wylot wąwozu) do 7 m (część środkowa), średnio około 5,3 m. Maksymalny spadek dna wąwozu wynosi 9,1%, a średni 5,3%. W dolnej części, na długości około 3 km, wąwóz przebiega zgodnie ze spadem zbocza, natomiast w górnej – ukośnie do spadu. Takie położenie w rzeźbie zbocza przyczyniło się do powstania w górnej części wąwozu zlewni o powierzchni 3,5 ha, z której wody podczas spływów powierzchniowych spływają po lewej skarpie do środkowej i dolnej części wąwozu.



RYSunEK 1. Profil podłużny i przekroje poprzeczne wąwozu  
 FIGURE 1. The gully lengthwise profile and cross-sections

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. Lata hydrologiczne 2005/2006 i 2006/2007 można zliczyć do lat mokrych z opadem odpowiednio 819,6 i 842,2 mm (tab. 1). Opady te były wyższe odpowiednio o 39 i 43% w stosunku do średniego opadu z lat 1988–2005. Najniższy opad miesięczny w roku hydrologicznym 2005/2006 odnotowano we wrześniu (8,9 mm), największy zaś w sierpniu (207,7 mm) i był on wyższy o 255% w stosunku do średniego opadu z wielolecia w tym miesiącu. Natomiast w roku hydrologicznym 2006/2007 najniższy opad (13,1 mm) odnotowano w grudniu, a najwyższy (161,1 mm) w listopadzie.

W roku hydrologicznym 2005/2006 kilkucentymetrowa pokrywa śnieżna pojawiała się trzykrotnie od początku trzeciej dekady listopada do końca drugiej dekady grudnia, po czym po kilku dniach tajała, nie wywołując spływu powierzchniowego. Dopiero od 27 grudnia do 27 marca zalegała stale, a maksymalną jej miąższość (35 cm) odnotowano 17 marca. W wyniku dodatniej temperatury

powietrza i opadów deszczu 26 marca (6,4 mm) i 27 marca (6,8 mm) pokrywa śnieżna zanikła, a opad deszczu w dniu 28 marca (56,5 mm) spotęgował spływ wód roztopowo-opadowych, trwający od 27 do 29 marca. W roku hydrologicznym 2006/2007 pokrywa śnieżna występowała trzykrotnie, po czym zanikała w wyniku ocieplenia, nie wywołując spływu powierzchniowego. Po raz pierwszy dwudniowe zaleganie pokrywy śnieżnej o maksymalnej miąższości 10 cm odnotowano w połowie pierwszej dekady listopada. Następnie od 23 stycznia do 14 lutego utrzymywała się pokrywa śnieżna, której maksymalna miąższość pod koniec stycznia wynosiła 21 cm. Po raz ostatni tej zimy śnieg zalegał od 22 do 27 stycznia.

W okresie badań spływy powierzchniowe wystąpiły w marcu 2006 roku oraz maju i wrześniu 2007 roku. Podczas spływu roztopowo-opadowego w marcu 2006 roku formą erozji liniowej, modyfikującą głównie dno wąwozu, była erozja żłobinowa. Największe i najliczniej występujące żłobiny były zlokalizowane w dolnej i środkowej części wąwozu. Największe żłobiny osiągały głębokość i szerokość rzędu 0,8 m, a ich długość wynosiła 80 m (rys. 2).

TABELA 1. Miesięczne sumy opadów w latach hydrologicznych 2005/2006–2006/2007

TABLE 1. Monthly sums of precipitation in the hydrological years 2005/2006 and 2006/2007

Rok Year	Miesiąc / Month												Suma Total
	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	
2005/2006	38,0	82,3	31,2	36,0	115,8	48,6	141,2	67,7	26,5	207,7	8,9	15,7	819,6
2006/2007	64,5	13,1	79,1	16,9	61,2	20,8	130,5	93,7	78,2	94,3	161,1	28,8	842,2
Średnia Mean 1988–2005	38,8	32,9	29,0	31,6	34,4	54,8	49,4	71,5	86,3	58,5	63,0	39,4	589,6



RYSUNEK 2. Erozja żłobinowa dna wąwozu  
FIGURE 2. Rill erosion in the bottom of road gully

Żłobiny, występujące w górnej części dna wąwozu, miały od kilku do kilkunastu centymetrów głębokości i szerokości, ale nieliczne z nich osiągały do 35 cm głębokości, 45 cm szerokości i 35 m długości. Łączna kubatura żłobin wyniosła 67 m<sup>3</sup>.

W lewej skarpie (środkowa i dolna część wąwozu) zinwentaryzowano procesy sufozyjne. Studnie sufozyjne powstały w wyniku dopływu wód powierzchniowych z przyległych pól uprawnych o powierzchni 3,5 ha. W 2006 roku średnice studni wynosiły od 2 do 5 m, a ich głębokość wahała się od 3 do 5 m. Poniżej studni zaobserwowano korytarze sufozyjne z wylotami w okolicach dna wąwozu. Strop jednego korytarza sufozyjnego zapadł się, co dało początek bocznemu odgałęzieniu wąwozu szerokości 3 m, głębokości 4 m i długości 15 m.

Ruchy masowe występowały i były szczególnie aktywne na stromych zboczach wąwozu. Zjawisko soliflukcji odnotowano na stromych skarpach pozba-

wionych okrywy roślinnej. Znaczenie rzeźbotwórcze tego procesu było jednak niewielkie, ze względu na małą skalę występowania. Odrywanie i odpadanie to często spotykane formy erozji zarejestrowane w dolnej i środkowej części wąwozu na pionowych lub prawie do pionu zbliżonych ścianach wąwozu pozabawionych okrywy roślinnej. Objęły one powierzchnię około 990 m<sup>2</sup> skarp wąwozu. W rezultacie tych zjawisk u podnóża skarp powstały stożki usypiskowe o objętości około 27 m<sup>3</sup>. Procesy osuwiskowe modelowały strome zbocza w górnej części wąwozu, towarzyszyły im przemieszczanie się mas ziemnych wraz z roślinnością zielną oraz krzewiastą. Tworzyły się liczne płytkie zerwy zboczowe, obejmujące powierzchnie do 10 m<sup>2</sup>.

Akumulacja była procesem zlokalizowanym w dnie wąwozu, szczególnie w jego dolnym odcinku przy wylocie wąwozu. Zdeponowany tutaj materiał ziemny o objętości około 15 m<sup>3</sup> osadził się w formie płatów o powierzchniach

od 60 do 80 m<sup>2</sup> i miąższości od 5 do 10 cm. Jednak najwięcej materiału ziemnego, wyerodowanego z wąwozu, osadziło się w rowach przydrożnych drogi nr 842 (Krasnystaw – Żółkiewka), miejscami wypełniając je w całości, oraz na jezdni, stwarzając zagrożenie dla ruchu drogowego. Na drodze i w rowach przydrożnych osadziło się około 127 m<sup>3</sup> materiału ziemnego, a łącznie z materiałem ziemnym osadzonym w wąwozie – 169 m<sup>3</sup>.

Naprawa drogi w kwietniu 2006 roku doprowadziła do zmian wysokościowych w przekroju podłużnym dna wąwozu, co wykazały pomiary niwelacyjne. Największe podniesienie wyniosło 6 cm na 1+60 hm, największe zaś obniżenie odnotowano na 4+60 hm – 26 cm. Największe obniżenie dna zaobserwowano w dolnej i środkowej części wąwozu, w miejscu, gdzie erozja żłobinowa działała najintensywniej. W górnej części wąwozu, gdzie erozji liniowa miała mniejsze natężenie, rzędne dna zmieniły się w niewielkim zakresie ( $\pm 2$  cm). Na podstawie przeprowadzonych pomiarów wysokościowych można stwierdzić, że średnio dno wąwozu w 2006 roku obniżyło się o 1,47 cm, co w przeliczeniu daje ubytek około 70 m<sup>3</sup> gruntu z jego dna.

W 2007 roku w wyniku opadów deszczu spływy powierzchniowe wystąpiły dwukrotnie – 15 maja (66 mm) oraz 5 i 6 września (84 mm). Natężenie opadów osiągało około 1,5 mm·min<sup>-1</sup>. Dominującą formą, modyfikującą rzeźbę wąwozu podczas tych spływów, była erozja żłobinowa dna. Żłobiny zlokalizowane były głównie w dolnej i środkowej części wąwozu, osiągając maksymalnie około 40

cm głębokości, 60 cm szerokości, a ich długość dochodziła do 150 m. Kubaturę żłobin powstałych podczas spływu w maju określono na 38 m<sup>3</sup>, a we wrześniu na 39 m<sup>3</sup> (łącznie 77 m<sup>3</sup>). Miejscami pionowe ściany wąwozu modelowane były przez obrywy pakietowe bloków lessowych, a u podnóża ścian osadził się w postaci stożków usypiskowych odspojony materiał ziemny o objętości około 3 m<sup>3</sup>. Zaobserwowano również dalszy rozwój form sufozyjnych. Akumulacja materiału glebowego, wyerodowanego z wąwozu w postaci płatów odłożonych namulów o powierzchniach dochodzących do 10 m<sup>2</sup> i miąższości do 2 cm, wystąpiła na jego dnie, głównie u wylotu, gdzie osadziło się około 2 m<sup>3</sup>. Najwięcej materiału glebowego osadziło się w rowach przydrożnych i na drodze nr 842 (około 35 m<sup>3</sup>).

Uwzględniając łączną kubaturę materiału ziemnego wyerodowanego z dna wąwozu w wyniku erozji żłobinowej w przeliczeniu na jego powierzchnię, można stwierdzić, że w 2007 roku dno obniżyło się o 1,6 cm. Nie wykazały tego pomiary niwelacyjne (rys. 1) wykonane jesienią 2007 roku, według których dno wąwozu podniosło się średnio o 1 cm, a maksymalnie miejscami o 6 cm. Podniesienie się dna wąwozu, mimo ubytku materiału ziemnego w wyniku erozyjnej działalności wód, jest wynikiem dwukrotnej naprawy drogi gruntowej po spływach powierzchniowych w 2007 roku. Nawierzchnię drogi w wąwozie wyrównywano materiałem ziemnym, pozyskanym ze skarp wąwozu i rowu opaskowego wykonanego koło podnóża lewej skarpy w celu odprowadzenia wody z wąwozu.

## Podsumowanie i dyskusja

W wyniku spływów powierzchniowych w wąwozie dochodziło do uaktywnienia procesów erozyjnych, a obserwacje powstałych form pozwoliły na wydzielenie stref morfodynamicznych charakteryzujących się innymi zespołami procesów rzeźbotwórczych, które można podzielić na niszczące i budujące. Do procesów niszczących należą: erozja liniowa i podpowierzchniowa oraz ruchy masowe, do budujących – 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 średnio około 1,54 cm na rok. Erozja podpowierzchniowa działała głównie w strefach przykrawędziowych wąwozu. Jest ona 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 w wyniku erozji na drodze. Największa akumulacja (77%) materiału glebowego wystąpiła w rowach przydrożnych drogi 842. Część osadziła się w postaci stożków usypiskowych i płatów namulów na dnie wąwozu, 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 umocnić je technicznie i biologicznie, co powinno wyeliminować ruchy masowe i procesy sufozyjne. Należy również utwardzić nawierzchnię drogi i zapewnić bezpieczne odprowadzenie wody z wąwozu. Wykonany w tym celu nieumocniony rów opaskowy koło podnóża lewej skarpy prawdopodobnie nie spełni swojej funkcji, ponieważ w wyniku skoncentrowanego spływu wody będzie się powiększał, co może prowadzić do zakłócenia stabilności lewej skarpy wąwozu oraz niszczenia drogi.

## Wnioski

1. Procesy erozyjne zachodzące w badanym wąwozie prowadzą do jego rozwoju, co zagraża przyległym polom uprawnym, oraz niszczą nawierzchnię drogi biegnącej dnem wąwozu, czyniąc ją nieprzejezdną i wymagającą napraw.
2. Szczególnie aktywną formą erozji wodnej w okresie badań była erozja żłobinowa dna wąwozu. W wyniku jej działalności dochodzi do pogłę-

- biania się wąwozu w tempie około 1,54 cm na rok.
3. Materiał ziemny wynoszony z wąwozu zamula jezdnię i system odwodnienia powierzchniowego drogi nr 842, co stwarza zagrożenie dla ruchu i wpływa na zwiększenie kosztów konserwacji rowów.
  4. W badanym wąwozie należałoby odciąć dopływ wód obcych do wąwozu, złagodzić nachylenie pionowych skarp i umocnić je biotechnicznie oraz utwardzić nawierzchnię drogi i wprowadzić zabezpieczone urządzenia odwadniające.

## Literatura

- Geografia Polski. Środowisko przyrodnicze, 1999. Red. L. Sterkel. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
- JÓZEFACIUK A., JÓZEFACIUK Cz. 1995: Erozja agroekosystemów. PIOŚ Biblioteka Monitoringu Środowiska. IUNG, Puławy.
- JÓZEFACIUK Cz., JÓZEFACIUK A. 1998: Erozja gleb i melioracje przeciwoerozyjne w regionie wyżyn południowo-wschodniej Polski. Cz. III. Zagospodarowanie wąwozów. *Bibliotheca. Fragmenta Agronomica* 4, A: 197–227.
- KONDRACKI J. 2002: Geografia regionalna Polski. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
- MAZUR Z., PAŁYS S. 1991: Erozja wodna gleb na lessach Roztocza Zachodniego w latach 1988–1990 na przykładzie fragmentu zlewni rzeki Por. Wydaw. AR w Lublinie, Lublin.
- ZIEMNICKI S. 1961: Wpływ erozji gleb w zlewni na stosunki wilgotnościowe łąk w dolinie. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 27a: 177–181.
- ZIEMNICKI S. 1966: Zastosowanie stopnia skrzynkowego do umacniania dna wąwozów na przykładzie wąwozu w Opoce Dużej. *Wiad. IMUZ* 5, 4: 11–35.

## Summary

**Development of the road gully in Wielkopole (Lublin Upland).** The paper presents results of 2-years studies on the intensity of water erosion processes in the road gully in Wielkopole near Krasnystaw. Field measurements included inventory of erosion and depositional forms. During the studies, three surface washouts that led to erosion damage were registered. Totally, erosion damage in a form of rills amounted to 144 m<sup>3</sup>, and the volume of deposited soil material on the bottom of gully and the roadside ditch was 209 m<sup>3</sup>.

### Author's address:

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