

ANDRZEJ MAZUR

OCENA BIOTECHNICZNEJ REKULTYWACJI WĄWOZU

EVALUATION OF BIO-TECHNICAL RAVINE'S RECLAMATION

Katedra Melioracji i Budownictwa Rolniczego, Akademia Rolnicza w Lublinie

Abstract: The evaluation of ravine's reclamation in a view of soil-protective efficiency of solutions applied and an economic result achieved was presented in the paper. The study revealed that applied development appeared to be efficient and it stopped the development of the ravine. Hydrotechnical buildings efficiently protected water-flow lines against linear erosion. Mainly the accumulation of soil material is observed at the bottom of the ravine. Targeted direction of the wood reclamation of ravines seems to be a rational way for management and reclamation of areas degraded as a result of ravine's erosion. Dendrometric measurements prove that the area degraded due to water erosion began more productive and large timber reserve at the level of $346.2 \text{ m}^3 \times \text{ha}^{-1}$ proves great production opportunities of the habitat.

Słowa kluczowe: erozja wodna, wąwóz, umocnienia biotechniczne, rekultywacja.

Key words: water erosion, ravine, biotechnical consolidations, reclamation.

WSTĘP

Przyspieszona erozja wodna wymieniana jest na pierwszym miejscu wśród czynników degradujących gleby w skali świata, a najbardziej destrukcyjną jej formą jest erozja wąwózowa [Ziemnicki i in. 1975]. Obszary objęte działaniem erozji wąwózowej stają się nieużytkami, a tereny przyległe do nich mają znacznie obniżoną produktywność [Ziemnicki i in. 1980]. Rekultywacja i zagospodarowanie wąwózów jest więc zabiegiem koniecznym ze względu na dużą ich szkodliwość dla środowiska, rolnictwa i gospodarki wodnej [Józefaciuk, Józefaciuk 1998; Ziemnicki 1966].

Od wielu lat wdraża się projekty i prowadzi badania, które mają na celu wypracowanie skutecznych metod rekultywacji i stabilizacji wąwózów. Jedną z nich jest techniczno-biologiczna zabudowa wąwózów [Józefaciuk, Józefaciuk 1989; Ziemnicki 1966]. Pionierskim obiektem w Polsce, gdzie wdrożono klasyczną zabudowę biotechniczną wg koncepcji Ziemnickiego [1966], są umocnione wąwozy w miejscowości Opoka Duża.

Celem niniejszej pracy jest dokonanie oceny biotechnicznej rekultywacji wąwozu w miejscowości Opoka Duża pod kątem gleboochronnej skuteczności zastosowanych rozwiązań i uzyskanych efektów gospodarczych.

MATERIAŁ I METODY

Obiekt badawczy położony jest w zachodniej części Wyżyny Lubelskiej w mezoregionie Wzniesienia Urzędowskie w miejscowości Opoka Duża koło Annopola [Kondracki 1998]. Podział klimatyczny zalicza omawiany teren do dzielnicy opolsko-puławskiej ze średnim rocznym opadem 520 mm [Zinkiewicz, Zinkiewicz 1975].

Badania wykonano wiosną w 2005 roku i objęto nimi największy spośród sześciu umocnionych wąwozów, w którym zabudowę techniczną wykonano w 1963 roku, natomiast biologiczną – w latach 1967/68 [Mozoła 1970; Ziemiński 1966].

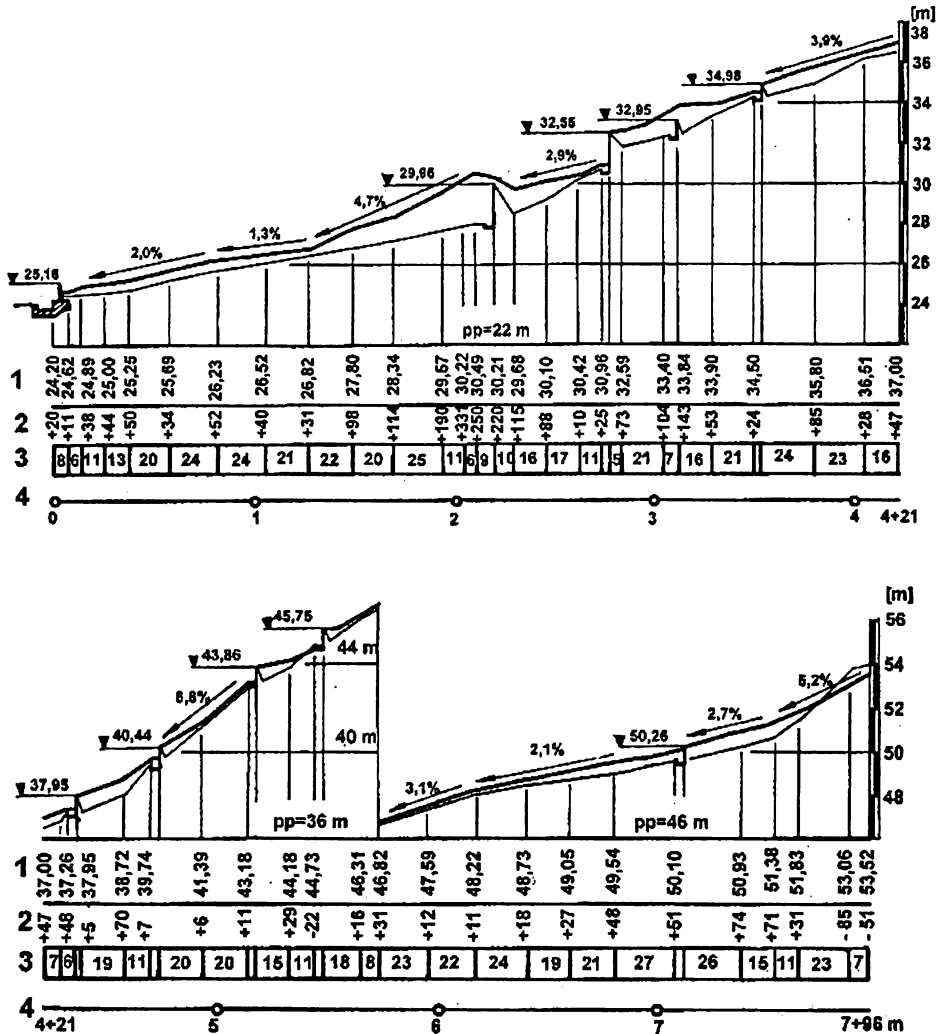
Powierzchnia wąwozu wynosi 6,77 ha, długość 1 km, średnia szerokość 50 m, a maksymalna głębokość 20 m. Średni spadek dna wąwozu wynosi 3,6%, a jego szerokość miejscami nie przekracza 1,4 m. W przekroju wąwóz jest zbliżony kształtem do litery V, zbocza są przeważnie strome i urwiste o nachyleniu od 45 do 72%. Wąwóz ma zlewnię o powierzchni 107,2 ha. Około 60% jej ogólnej powierzchni stanowią grunty orne, natomiast las, który porasta wąwóz i obrzeża, zajmuje około 10% powierzchni zlewni.

W ramach badań wykonano pomiary niwelacyjne dna wąwozu. Porównanie otrzymanych wyników z wynikami pomiarów z roku 1963 pozwoliło na określenie zmian niwelety dna wąwozu, obliczenie kubatury osadzonego materiału glebowego oraz ocenę działania poszczególnych budowli hydrotechnicznych umacniających progi erozyjne. W celu zinventaryzowania drzewostanu wydzielono powierzchnię próbną o wymiarach 25 x 20 m (0,05 ha), na której określono: stosunki florystyczne, strukturę grubości drzew poprzez pomiary pierśnic i wysokość drzew. Na podstawie otrzymanych wyników określono średnie parametry poszczególnych gatunków, a następnie korzystając z tablic miąższości drzew stojących [Czuraj i in. 1966] wyliczono miąższość grubizny na powierzchni próbnej i przeliczono na jednostkę powierzchni. Na powierzchni próbnej wykonano odkrywkę glebową, na podstawie której scharakteryzowano glebę zgodnie z Systematyką gleb Polski stosowaną przez PTG [1989]. Z poszczególnych poziomów diagnostycznych pobrano próbki glebowe do analiz laboratoryjnych, w których określono: skład granulometryczny metodą Casagrande'a w modyfikacji Prószyńskiego, ogólną zawartość próchnicy metodą Tiurina, węglan wapnia metodą Scheiblera, przepuszczalność wodną, odczyn gleby w H₂O i KCl metodą potencjometryczną.

WYNIKI I DYSKUSJA

Wykonana zabudowa biotechniczna przyczyniła się do stabilizacji wąwozu, który nie powiększył swoich rozmiarów. Dominują procesy akumulacji materiału glebowego, chociaż na zboczach o wystawie S i SW widoczne są ślady rozmywów, które są wynikiem spływu do wąwozu wody z szosy zlokalizowanej powyżej zboczy. Powstałe rozmywy mogą dać początek bocznym odgałęzieniom wąwozu, jak również stanowią zagrożenie dla szosy, grożąc jej zniszczeniem w przypadku dalszego rozwoju. Analizując wyniki pomiarów niwelacyjnych dna wąwozu z lat 1963 i 2005 (rys. 1) można stwierdzić, że na całej

długości dna wąwozu wystąpiła akumulacja materiału glebowego, co doprowadziło do podniesienia się dna, wyrównania, złagodzenia jego spadku i kolmatacji urządzeń hydrotechnicznych umacniających progi erozyjne. Najwięcej materiału glebowego osadziło się w dolnej części wąwozu od hektometru 1+27 do 2+20, gdzie miąższość namulów wynosi maksymalnie 2,5 m. Osadzony tu materiał, pochodzi głównie z terenu kopalni piasku usytuowanej w latach siedemdziesiątych XX wieku w odnodze bocznej wąwozu, skąd był on transportowany z wodą podczas spływów do wąwozu głównego i



RYSUNEK 1. Profil dna wąwozu: 1 – rzędne dna w 2005 roku; 2 – namyw (+), rozmyw (-) w okresie 1963–2005 w cm; 3 – odległość w m; 4 – hektometry

FIGURE 1. The ravine bottom profile: 1 – bottom ordinates in 2005; 2 – silting up (+) and washing out (-) in the period 1963–2005 in cm; 3 – distance in m; 4 – hectometers

deponowany na jego dnie. Od chwili likwidacji kopalni i biologicznej obudowy wyrobiska nie obserwuje się nowych namywów. Średnia miąższość osadzonych namulów na dnie wąwozu wynosi około 0,62 m, co przy średniej szerokości dna 6,7 m i długości 792 m daje około 3290 m³ osadzonego materiału glebowego w ciągu 42 lat funkcjonowania zabudowy.

Wytypowana powierzchnia próbna położona jest na zboczu SE o nachyleniu 60% w dolnej części wąwozu. Występują tutaj gleby brunatne niecałkowicie wytworzone z pyłu piaszczystego zalegającego na piasku luźnym. Niektóre właściwości fizykochemiczne gleby przedstawiono w tabeli 1. Są to gleby bezwęglanowe o maksymalnej zawartości próchnicy 1,48% w poziomie A. Odczyn badanych gleb jest kwaśny w górnych poziomach diagnostycznych do obojętnego w niższych poziomach. Przepuszczalność wodna wynosi $7 \times 10^{-6} \text{ m} \times \text{s}^{-1}$.

Powierzchnię próbną porasta drzewostan dwupiętrowy. Pokrycie powierzchni koronami drzew wynosi około 80% (zwarcie umiarkowane). W skład górnego piętra drzew o średniej wysokości 20 m wchodzi głównie modrzew europejski (*Larix decidua* Mill.), natomiast topola osika (*Populus tremula* L.), jesion wyniosły (*Fraxinus excelsior* L.) i wiąz pospolity (*Ulmus minor* Mill.) stanowią domieszkę jednostkową. W dolnym piętrze drzew o wysokości około 12 m rośnie grab zwyczajny (*Carpinus betulus* L.). Pokrycie podszytu wynosi około 10%. W skład jego wchodzi głównie leszczyna pospolita (*Corylus avellana* L.) i grab zwyczajny (*Carpinus betulus* L.). Pokrycie runa wynosi około 5%.

Wybrane parametry drzewostanu przedstawiono w tabeli 2. Największe rozmiary osiągnął modrzew europejski (*Larix decidua* Mill.) – pierśnice w przedziale 19–38 cm (średnio – 27 cm). Grab zwyczajny (*Carpinus betulus* L.) ma średnią pierśnicę 9,7 cm. Największą miąższość grubizny ma modrzew europejski (*Larix decidua* Mill.) i w przeliczeniu na 1 ha wynosi ona 244,8 m³×ha⁻¹. Zgodnie z tablicami zasobności i przyrostu drzewostanów [Szymkiewicz 2001] odpowiada to pierwszej klasie bonitacji siedliska. Miąższość grubizny jesionu wyniosłego (*Fraxinus excelsior* L.) wynosi 32,8 m³×ha⁻¹, topoli osiki (*Populus tremula* L.) – 24,8 m³×ha⁻¹, wiąz pospolitego (*Ulmus minor* Mill.) – 22,2 m³×ha⁻¹, a grabu zwyczajnego (*Carpinus betulus* L.) – 21,6 m³×ha⁻¹. Łączny zapas grubizny wszystkich gatunków wynosi 346,2 m³×ha⁻¹. Świadczy to o dużych możliwościach produkcyjnych siedliska.

TABELA 1. Niektóre właściwości fizykochemiczne gleb na powierzchni próbnej

TABLE 1. Some physical and chemical properties of soils on sample area

Poziom Horizon	Głębokość Depth [cm]	Próchnica Humus [%]	CaCO ₃ [%]	pH		Wsp. przepuszczalności Coefficient of perme- ability [$10^{-6} \text{ m} \times \text{s}^{-1}$]
				KCl	H ₂ O	
A	0–23	1,48	0,00	3,7	5,9	7,893
A/B _{br}	23–33	0,80	0,00	4,6	6,2	6,794
B _{br}	33–65	0,34	0,00	6,9	7,8	7,592
D	> 65	0,00	0,00	7,0	7,9	124,491

TABELA 2. Wybrane parametry drzewostanu na powierzchni próbnej w 2005 roku
 TABLE 2. Selected parameters of the forest stand on sample area in 2005

Gatunek – Species, Liczba drzew Number of trees	Średnia wysok. Mean height [m]	Średnia pierśnica Mean breast height diameter [cm]	Miaższość grubizny Large timber volume [m ³]		Zapas grubizny Large timber reserve [m ³ ×ha ⁻¹]
			drzewo próbne sample tree	na powierz- chni próbnej on sample area	
<i>Larix decidua</i> Mill. 24	20	27	0,51	12,24	244,8
<i>Populus tremula</i> L. 2	21	29	0,62	1,24	24,8
<i>Fraxinus excelsior</i> L.4	17	26,5	0,41	1,64	32,8
<i>Ulmus minor</i> Mill. 3	16	24,6	0,37	1,11	22,2
<i>Carpinus betulus</i> L. 27	12	9,7	0,04	1,08	21,6

Ochrona gruntów przed erozją, jak i zagospodarowanie wąwozów jest jednym z zadań programu kompleksowego zagospodarowania gruntów podlegających erozji wodnej i ich rekultywacji oraz niedopuszczenia do dalszej dewastacji terenu. Przedstawiony kierunek biotechnicznej rekultywacji wąwozu w Opoce Dużej, będącego w stadium dużej aktywności erozyjnej, należy ocenić pozytywnie. Zastosowana zabudowa zatrzymała dalszy rozwój wąwozu i postępującą degradację terenu, a ujściowy odcinek koryta Sanny od chwili wprowadzenia zabudowy nie wymagał kosztownego bagrowania, a tylko w 1959 roku wydobyto 7300 m³ namulów [Kisyński 1963]. Budowle hydrotechniczne skutecznie utrwaliły progi erozyjne oraz dno przed erozją liniową nie dopuszczając do dalszego pogłębiania się wąwozu, co dało stabilną podstawę erozyjną dla zboczy i ułatwiło ich obudowę biologiczną. Oprócz skutecznej stabilizacji dna, progi żelbetowe i stopnie skrzynkowe w początkowym okresie funkcjonowania zabudowy, kiedy roślinność nie chroniła dostatecznie gleby przed erozją, przyczyniły się do zatrzymania materiału glebowego, co doprowadziło do złagodzenia spadku i wyrównania dna [Ziemiński i in. 1979]. Również w późniejszym okresie wspólnie z zabudową biologiczną zatrzymują materiał glebowy transportowany wraz z wodą podczas spływów. Osadzający się materiał glebowy w poduszkach wodnych budowli powoduje zmniejszenie wysokości progów erozyjnych, a podwyższanie się dna wąwozu w wyniku osadzania się namulów prowadzi do zespolenia budowli z otaczającą roślinnością, co jest bardzo pożądane dla estetyki krajobrazu. Obecnie niektóre budowle zostały w całości zakolmatowane i są niewidoczne lub widać tylko niewielkie fragmenty ich ścianek czołowych. Umocnienie progów erozyjnych za pomocą stopni skrzynkowych i progów żelbetowych na liniach ciekowych w wąwozach zostało pozytywnie ocenione w innych pracach [Mazur i in. 1985; Ziemiński 1966; Ziemiński i in. 1979, 1980]. Również Józefaciuk [1975] i Józefaciuk i Wojdała [1970] początkowo pozytywnie oceniali

działanie stopni skrzynekowych. Jednak w późniejszym okresie Józefaciukowie [1989, 1998] twierdzili, że takich rozwiązań technicznych, jakie zostały wykonane w Opoce Dużej, nie powinno się polecać jako przykładu do naśladowania, głównie ze względu na wprowadzanie sztucznych elementów do krajobrazu i wysoki koszt zatrzymania 1 m³ rumowiska. Z przeprowadzonych badań, jak również z badań innych autorów wynika, że stosowanie tego typu budowli hydrotechnicznych wydaje się być celowe, szczególnie w wąwozach, do których kierowany jest spływ powierzchniowy, a intensywny rozwój wąwozu zagraża gruntom ornym i terenom zurbanizowanym. Niecelowe natomiast wydaje się być stosowanie zapór przeciwrumowiskowych zamykających wąwóz u jego wylotu, ponieważ przy prawidłowo wykonanej zabudowie biotechnicznej w górnej części wąwozu dopływ rumowiska do zapory (rys. 1) jest niewielki. Do chwili obecnej rzędna dna nie zrównała się z rzędnią piętrzenia zapory. Zapórę można zastąpić mniejszą i tańszą budowlą.

Badania dowodzą, że las najlepiej chroni glebę przed erozją [Pałys 1999] i jest racjonalnym sposobem rekultywacji i uproduktywnienia gleb zdegradowanych [Mozoła 1972]. Zalesienia wąwozów powinny oprócz funkcji ochronnych spełniać również zadania produkcyjne. Jest to możliwe przy prawidłowym dostosowaniu budowy zespołów zalesieniowych do zróżnicowanych warunków siedliskowych i odpowiedniej pielęgnacji upraw [Mozoła 1970]. Na podstawie przeprowadzonych badań można stwierdzić, że docelowy kierunek rekultywacji leśnej wąwozu w Opoce Dużej okazał się słuszny. Na gruntach bezpróchnicznych wytworzyła się warstwa próchniczna o miąższości 23 cm. Pomiar dendrometryczne przeprowadzone w drzewostanach świadczą, że zalesienie wąwozu i jego obrzeży doprowadziło do poprawy produktywności terenu zdegradowanego w wyniku erozji wodnej (tab. 2).

WNIOSKI

1. Czynne wąwozy powinny być zabezpieczane w pierwszej kolejności spośród wszystkich nieużytków, a ich zabudowę należy rozpoczynać od umacniania podstaw erozyjnych, co ułatwia następnie zabudowę biologiczną.
2. Budowle hydrotechniczne skutecznie utrwalają linie ciekowe, chroniąc je przed erozją liniową i przyczyniają się do zatrzymania materiału glebowego oraz są przeciwoerozyjnym zabiegiem o natychmiastowym działaniu po wykonaniu w terenie.
3. Zastosowanie budowli hydrotechnicznych powinno być ograniczone do niezbędnego minimum. Należy je stosować tylko przy zagrożeniu erozyjnym dużym i bardzo dużym, kiedy są uzasadnione podejrzenia, że zabudowa biologiczna nie zapewni skutecznej ochrony przed procesami erozji wodnej.
4. Należy dążyć do likwidacji dróg biegnących w bliskim sąsiedztwie wąwozów, w przypadku gdy jest to niemożliwe, należy zapewnić bezpieczne odprowadzenie wody z drogi na dno wąwozu.
5. Docelowy kierunek zagospodarowania i rekultywacji leśnej wąwozów będących w stadium dużej aktywności erozyjnej, wydaje się być jedynym racjonalnym sposobem zagospodarowania, rekultywacji i uproduktywnienia terenów zdegradowanych w wyniku erozji wąwozowej oraz ochrony terenów przyległych.

LITERATURA

- CZURAJ M., RADWAŃSK B., STRZEMSKI S: 1966. Tablice miąższości drzew stojących. PWRiL, Warszawa: 192 ss.
- JÓZEFACIUK C. 1975: Rozwój wąwozów nieumocnionych i umocnionych. *Pam. Puław.* **65**: 143–160.
- JÓZEFACIUK CZ. JÓZEFACIUK A. 1989: Ocena różnych metod zabudowy wąwozów lessowych. III. Zabudowa techniczno-biologiczna. *Pam. Puław.* **95**: 21–34.
- JÓZEFACIUK CZ. JÓZEFACIUK A. 1998: Erozja gleb i melioracje przeciwoerozyjne w regionie wyżyn południowo-wschodniej Polski. Cz. III. Zagospodarowanie wąwozów. *Bibl. Fragm. Agron.* **4A**: 197–228.
- JÓZEFACIUK CZ., WOJDAŁA L. 1970: Techniczno-biologiczna zabudowa wąwozów w Wólce Gierszowskiej. *Wiad. IMUZ* **9(3)**: 59–73.
- KISYŃSKI J. 1963: Melioracje przeciwoerozyjne w wąwozach na przykładzie obiektu Opoka Duża. *Wiad. IMUZ* **3(4)**: 169–184.
- KONDRACKI J. 1998: Geografia regionalna Polski. PWN, Warszawa: 440 ss.
- MAZUR Z., MAZUREK T., PAŁYS S., WĘGOREK T. 1985: Skuteczność biotechnicznej zabudowy wąwozów w Opoce Dużej. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* **292**: 137–150.
- MOZOŁA R. 1970: Przeciwoerozyjne zalesianie wąwozów Wyżyny Lubelskiej. Praca doktorska, Katedra Melioracji i Budownictwa Rolniczego, AR Lublin - maszynopis: 83 ss.
- MOZOŁA R. 1972: Charakterystyka i próba oceny melioracji przeciwoerozyjnych wykonanych w wąwozach Wyżyny Lubelskiej. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* **130**: 91–115.
- PAŁYS S. 1999: Spływy roztopowe i procesy erozyjne na terenach lessowych w 1999 roku. *Acta Agrophysica* **23**: 107–113.
- ROCZNIKI GLEBOZNAWCZE. 1998: Systematyka gleb Polski. PWN, Warszawa, **40**, 3/4.
- SZYMKIEWICZ B. 2001: Tablice zasobności i przyrostu drzewostanów. PWRiL, Warszawa: 179 ss.
- ZIEMNICKI S. 1966: Zastosowanie stopnia skrzynkowego do umacniania dna wąwozów na przykładzie wąwozu w Opoce Dużej. *Wiad. IMUZ* **5(4)**: 11–35.
- ZIEMNICKI S., MAZUR Z. PAŁYS S. 1975: Rozwój wąwozu lessowego w Kwaskowej Górze. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* **170**: 7–24.
- ZIEMNICKI S., PAŁYS S., WĘGOREK T. 1980: Ocena jakości i ilości materiału glebowego osadzonego na dnie umocnionego wąwozu w Opoce Dużej. *Rocz. Glebozn.* **31**, 3/4: 203–209.
- ZIEMNICKI S., WĘGOREK T., KUCYPER J. 1979: Zabudowa techniczna i roślinna wąwozów (Opoka Duża). *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* **170**: 77–98.
- ZINKIEWICZ W., ZINKIEWICZ A. 1975: Atlas klimatyczny województwa lubelskiego 1951–1960. Wyd. UMCS Lublin.

Dr inż. Andrzej Mazur

Katedra Melioracji i Budownictwa Rolniczego, Akademia Rolnicza

ul. Leszczyńskiego 7, 20-069 Lublin

e-mail: amazur70@op.pl