

STUDIA I RAPORTY IUNG - PIB

ZESZYT 27(1)

2011

Eugeniusz Nowocień, Bogusław Podolski, Rafał Wawer

*Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa - Państwowy Instytut Badawczy
w Puławach*

**PRZEGLĄD METOD ZABUDOWY WĄWOZÓW ORAZ SKARP
NA OBIEKTACH DOŚWIADCZALNYCH***

Wstęp

Erozja gleb jest procesem naturalnym, jej natężenie determinowane jest m.in. czynnikami antropogenicznymi, które czynią ją jedną z głównych i najbardziej rozpowszechnionych form degradacji powierzchni ziemi.

W Polsce najbardziej negatywne skutki przyrodnicze i gospodarcze powodowane są przez erozję wodną powierzchniową i wietrzną (14, 15, 16). Erozja wietrzna chociaż występuje powszechnie, to w mniejszym stopniu degraduje gleby niż erozja wodna. Lokalnie dewastację gruntów powodują ruchy mas ziemnych, zwłaszcza osuwiska (1-4, 6-13).

Cel i zakres opracowania

Celem opracowania jest przedstawienie na podstawie badań własnych i literatury metod i sposobów ochrony gleb przed erozją oraz metod rekultywacji i zagospodarowania gruntów zdewastowanych przez erozję.

W opracowaniu szczególną uwagę zwrócono na zagospodarowanie wąwozów, odłogów na stromych zboczach, wymoków sufozyjnych i na umacnianie skarp.

Zagospodarowanie wąwozów i ich zlewni

Zagospodarowanie wąwozów dolinowych, zboczowych i drogowych jest przeważnie najbardziej kapitałochłonną inwestycją w melioracjach przeciwerozyjnych. Generalnie są to inwestycje o charakterze inżynierskim, wymagające opracowania projektów technicznych i ich wdrażania przez przedsiębiorstwa specjalistyczne, poprzedzone analizą oddziaływania na środowisko. Dotychczas większość projektów zrealizowanych w terenie to obiekty doświadczalno-wdrożeniowe, założone w latach 1960–1985.

Istnieją dwa główne kierunki zagospodarowania wąwozów: ochronny i ochronno-użytkowy. Wąwozy mogą być zagospodarowane metodami ochronnymi poprzez za-

* Opracowanie wykonano w ramach zadania 2.2 w programie wieloletnim IUNG - PIB

budowę biologiczną lub techniczno-biologiczną oraz ochronno-użytkowymi przez zasypywanie, wykonanie zbiorników, zakładanie sadów i pastwisk oraz zagospodarowanie dla celów rekreacyjnych, a także metodami zintegrowanymi (4). W pracy dokonano przeglądu wybranych metod zabudowy wąwozów.

Zabudowa biologiczna wąwozów

Sposób wykonania biologicznej zabudowy wąwozów zależy od tego, czy dokonujemy jedynie korekty w samoczynnym zadrzewieniu, czy też wprowadzamy zalesienie od podstaw.

Przy biologicznej zabudowie przez zalesienie wykonanej od podstaw bardzo istotne jest rozmieszczenie przestrzenne zadrzewień i zadarnień oraz dobór odpowiednich gatunków drzew (tab. 1); (4). Rozmieszczenie drzew w poszczególnych partiach stoków, u czoła wąwozu oraz na granicy z użytkami rolnymi, powinno odpowiadać optymalnym wymaganiom siedliskowym poszczególnych gatunków. Powinno się również dobierać gatunki odpowiednio do naturalnych typów siedlisk, charakterystycznych dla danego ukształtowania terenu i warunków wodno-gruntowych. Przy doborze gatunków drzew na zbocza należy uwzględnić zwykle duże zróżnicowanie siedliska, zwłaszcza pod względem glebowym i wilgotnościowym. U podnóży zboczy, gdzie przeważnie występuje akumulacja materiału ziemnego oraz w lokalnych zagłębieniach można sadzić gatunki bardziej wymagające.

Z przeprowadzonych badań i obserwacji terenowych wynika, że trwała darni w porównaniu z zadrzewieniami skuteczniej zabezpiecza powierzchnię gruntu przed żłobieniem i sufozją. Najbardziej narażone na żłobienie miejsca umacnia się przez darniowanie lub obsiewa mieszanką traw. Darninę wzmocnioną włókniną przytwierdza się do podłoża palikami lub kotwami stalowymi. Zasiewy natomiast matuje się słomą lub innymi odpadami roślinnymi w dawce $25-80 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ i przykrywa siatką (najlepiej z tworzyw syntetycznych biodegradowalnych, np. jutą), którą przytwierdza się do gruntu kołkami drewnianymi. Zabezpieczenie takie bardzo dobrze przeciwdziała erozji do czasu przejęcia funkcji ochronnej przez roślinność darniową.

Szczególnie trudne warunki dla wprowadzenia roślinności drzewiastej i trawiastej występują w wąwozach wapienno-rędzinowych. Sadzonki i młode drzewka są niszczone na skutek ruchu rumowiska, a zamarzanie i rozmarzanie gruntu powoduje ich „wysadzanie” wraz z systemem korzeniowym. Aby temu zapobiec sadzonki hoduje się w szkółkach, w perforowanych workach foliowych napęcznionych ziemią lub w doniczkach torfowych i następnie wraz z opakowaniem sadi do gruntu. Zaletą tego sposobu sadzenia jest to, że sadzonki w zetknięciu z nowym siedliskiem mają zapas wilgoci i pokarmu, a sadzenie można wykonywać w ciągu całego okresu wegetacyjnego.

Warunki siedliskowe na dnie wąwozu i na dnach rozcięć bocznych są mniej zróżnicowane niż na zboczach, a układ stosunków wilgotnościowych jest przeważnie korzystny dla wzrostu roślin. Głównym jednak sposobem umacniania tych części wąwozu będą trwałe zadarnienia. Można również stosować zadrzewienia, ale w bardzo luźnej więźbie tak, aby nadmierne zacienienie nie osłabiło przeciwozyjnej funkcji

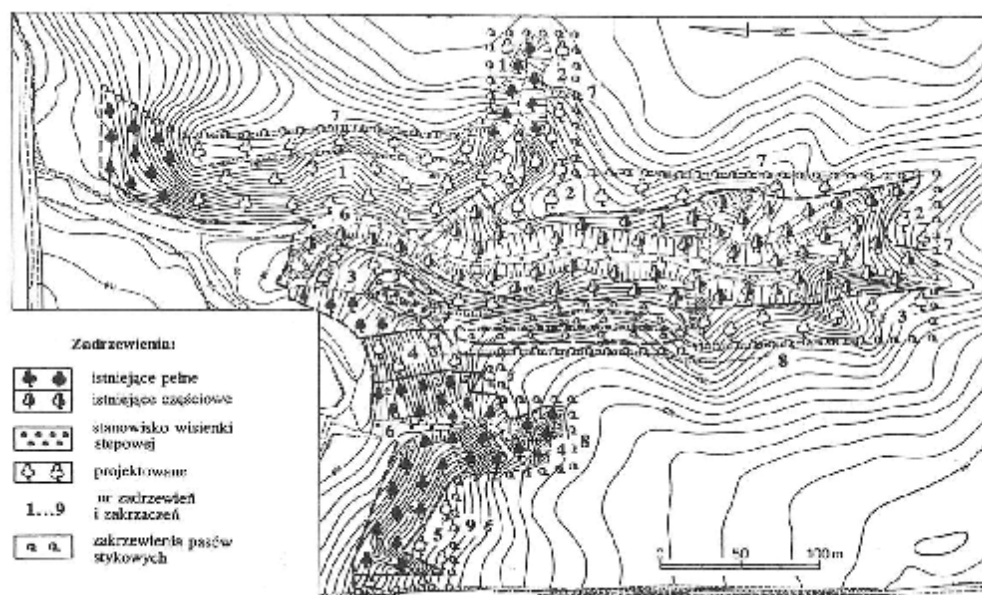
Tabela 1

Gatunki drzew i krzewów do biologicznej zabudowy wąwozów

Rodzaj wąwozu wg utworu geologiczno-glebowego	Stanowisko w rzeźbie wąwozu				
	obrzeża i szczątki dawnych wierzchoł	zbocza (skarpy) o ekspozycji południowej i zachodniej	zbocza (skarpy) o ekspozycji północnej i wschodniej	dno wąwozu głównego	rozcięcia boczne (rozgałęzienie), zapadliska
Lessowy	modrzew, dąb szypułkowy, brzoza brodawkowata, sosna pospolita, klon pospolity, klon jawor, lipa drobnolistna. Na styku z gruntami ornymi – róża fałdzisto listna, głóg, ałyczka, karagana, śnieguliczka	modrzew, dąb szypułkowy, dąb czerwony, brzoza brodawkowata, klon pospolity, robinia akacjowa (w monokulturze na stanowiska najgorsze), dzika róża, karagana, dereń świdwa	dąb szypułkowy, jesion wyniosły, grab pospolity, buk pospolity, jodła pospolita (w zasięgu występowania), lipa drobnolistna, jawor, modrzew, świerk pospolity, topole (euroamerykańskie, czarna), wiąz, kruszyna, trzmielina	topole, wierzb drzewiaste, olsza czarna, żywopłoty z wierzb krzewiastych, pasy krzewów z karagany, róży i ałyczy	jesion, klon jawor, modrzew, lipa drobnolistna, grab, topole euroamerykańskie, żywopłoty z wierzb krzewiastych lub pasy krzewów z karagany, róży, ałyczy
Wapienno-rędzinowy	modrzew, sosna czarna, dereń świdwa, głóg, dzika róża, ligustr, kalina, ałyczka	sosna czarna i pospolita, modrzew, olsza czarna, jarząb pospolity, robinia akacjowa (kepowo), brzoza brodawkowata, dereń świdwa	sosna czarna i pospolita, dąb szypułkowy, modrzew, jesion wyniosły, klon pospolity, klon jawor, buk, jarząb pospolity, brzoza brodawkowata, dereń świdwa, głóg, ligustr, trzmielina	olsza czarna, jesion wyniosły, dąb bezszypułkowy, klon pospolity, klon jawor, topole euroamerykańskie, lipa drobnolistna, żywopłoty z wierzb krzewiastych, pasy z głogu, ałyczy, derenia świdwy i ligustru	
Gliniasty	dąb szypułkowy, brzoza brodawkowata, modrzew, sosna pospolita. Na styku z gruntami ornymi – róża fałdzisto listna, głóg, ałyczka, karagana, śnieguliczka	modrzew, brzoza brodawkowata, klon pospolity, klon jawor, grab, lipa drobnolistna, dereń świdwa, karagana, ałyczka	dąb szypułkowy, jesion wyniosły, buk i jodła (w zasięgu występowania), lipa drobnolistna, grab, brzoza brodawkowata, świerk pospolity, klon pospolity, klon jawor, olsza czarna, kruszyna, szakłak, bez czarny	dąb szypułkowy, jesion wyniosły, buk, topole euroamerykańskie, żywopłoty z wierzb krzewiastych	
Piaszczysty	sosna pospolita, brzoza brodawkowata, dąb czerwony.	sosna pospolita, brzoza brodawkowata, robinia akacjowa (kepami), olsza szara, wierzb krzewiaste (kaspiska, ostrolistna), jałowiec	sosna pospolita, brzoza brodawkowata, dąb szypułkowy, dąb czerwony, olsza szara, jarząb pospolity	olsza czarna, topole euroamerykańskie, brzoza brodawkowata, dąb szypułkowy, klon pospolity, klon jawor, żywopłoty z wierzb krzewiastych	

Źródło: Józefaciuk Cz. i A., 1996 (5).

darni. Ponadto na dnach wąwozów i w innych obniżeniach, gdzie okresowo koncentrują się spływające wody powierzchniowe, celowe jest wysadzenie rzędów krzewów w formie żywopłotów lub różnego rodzaju płotków z żywej faszyzny wierzbowej. Ten sposób zabudowy biologicznej wąwozu zastosowano w Kogutkach koło Zawichostu (rys. 1, fot. 1). Dodatkowo wokół wąwozu, na granicy z gruntami ornymi wydzielono pas buforowy o szerokość od 5 do 10 m, a następnie zadarniono.



Rys. 1. Zabudowa biologiczna wąwozu w miejscowości Kogutki koło Zawichostu

Źródło: Józefaciuk Cz. i A., 1996 (4).

Techniczno-biologiczna zabudowa wąwozów

Zabudowa techniczno-biologiczna polega na umocnieniu budowlami hydrotechnicznymi miejsc szczególnie narażonych na rozmywanie oraz na zadarnieniu i zadarnieniu wąwozów według zasad omówionych przy zabudowie biologicznej. Budowle hydrotechniczne w wąwozach służące do umacniania progów erozji wstecznej, osuwisk i stabilizacji dna ze względu na ich wysoki koszt, trudność wykonania, konieczność konserwacji i wprowadzenie sztucznych elementów w krajobraz wąwozu powinno się ograniczać do niezbędnego minimum. Budowle techniczne lokalizuje się przede wszystkim u czoła wąwozu dla jego stabilizacji, a następnie u jego wylotu dla zatrzymania rumowiska, spłycenia wąwozu i zmniejszenia spadku podłużnego dna oraz ochrony niżej leżących gruntów i obiektów przed zamulaniem. Do zabudowy techniczno-biologicznej należy zawsze podchodzić z dużą rozważą i szukać innych, tańszych i bardziej efektywnych rozwiązań.

Techniczno-biologiczną zabudowę według projektu Ziemińskiego (17, 18) zastosowano między innymi w wąwozach dolinowych w Opoce Dużej koło Annopola



nad Wisłą (rys. 2, fot. 2). Ogółem na tym obiekcie wybudowano 61 budowli hydrotechnicznych przeważnie betonowych i żelbetonowych.

	— próg betonowy		— przepust	Ogółem wybudowane 61 budowli technicznych w tym: 17 stopni skrzynekowych 32 progi żelbetowe 2 przegrody betonowo-żelbetowe 2 koryta betonowe 8 innych budowli
	— stopień skrzynekowy		— schody betonowe	
	— przegroda betonowo-żelbetowa		— koryta betonowe	
	— przegroda żelbetowa z przepustami		— przewody do pomiaru przepływu	
	— studzienka wodowa z przepustami			

PDF stworzony przez wersję demonstracyjną pdfFactory www.pdffactory.pl/



Fot. 2. Jedna z 61 budowli hydrotechnicznych betonowych i żelbetowych, stan z 2010 roku
(fot. B. Podolski, 2010)

Zabudowa wąwozów zbiornikami

W wąwozach można budować zbiorniki retencyjne, kolmatacyjne i retencyjno-kolmatacyjne. Wybór rodzaju zbiornika zależy od wielkości wąwozu i jego zlewni, nasilenia procesów erozyjnych oraz od warunków przyrodniczych i potrzeb gospodarczych. Zbiorniki w wąwozach buduje się w celu ograniczenia procesów rzeźbotwórczych, poprawienia gospodarki wodnej oraz ochrony gruntów, zasiewów, urządzeń melioracyjnych i cieków wodnych przed zamulaniem.

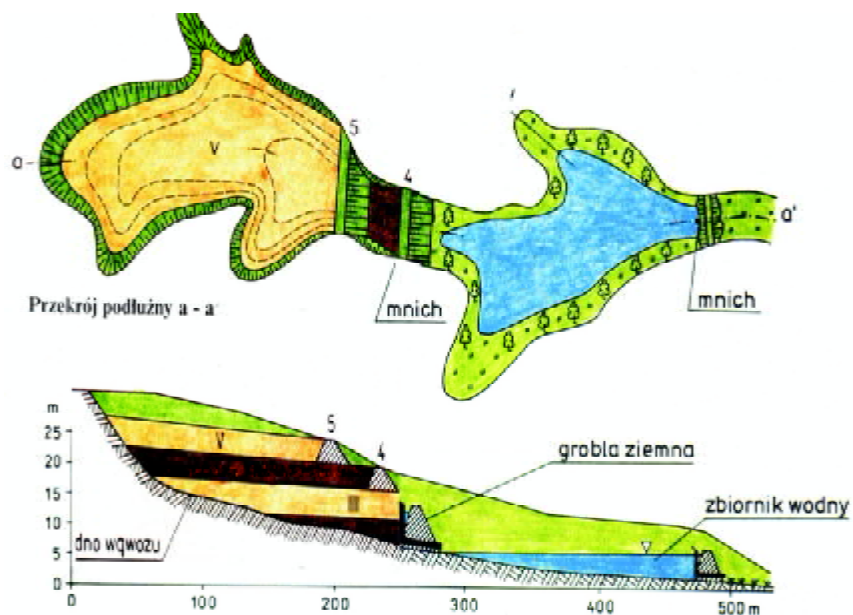
Zbiorniki retencyjne można budować w dużych wąwozach dolinowych (fot. 3), z których wypływają wody źródlane lub w wąwozach o rozległych zlewniach i znacznym przepływie okresowych wód powierzchniowych (4). Zbiorniki wodne w wąwozach poprawiają lokalny mikroklimat, a zmagazynowana w nich woda może być wykorzystywana do hodowli ryb, ptactwa wodnego oraz do innych celów gospodarczych, a nawet rekreacyjnych. Zbiorniki retencyjne należy poprzedzić zbiornikami kolmatacyjnymi, które służą do zatrzymywania rumowiska unoszonego przez wodę z wąwozu i jego zlewni (rys. 3, fot. 4).

Pastwiskowe zagospodarowanie wąwozów

Sposób ten jest korzystny w wąwozach o łagodniejszej rzeźbie, zwiezłym gruncie i leżących w pobliżu osiedli. Naturalnie zadarnione wąwozy są najczęściej użytkowa-



Fot. 3. Zbiorniki retencyjne w dużym wąwozie dolinowym (fot. B. Podolski, 2010)



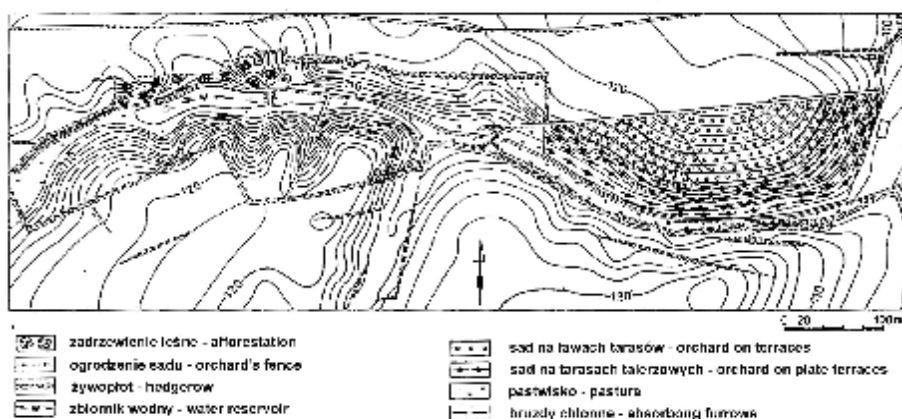
Rys. 3. Schemat zabudowy wąwozu dolinowego zbiornikiem kolmatacyjno-retencyjnym (koncepcja)
Źródło: Józefaciuk Cz. i A., 1996 (4).



Fot. 4. Zabudowa wąwozu dolinowego zbiornikiem kolmatacyjnym z podnoszonym przelewem odpływowym (fot. B. Podolski, 2010)

ne pastwiskowo, a wydajność runi można poprawić przez zastosowanie zabiegów, takich jak uporządkowanie powierzchni, wyoranie poprzecznostokowych bruzd chłonnych, intensywne nawożenie, podsiew mieszanką traw bruzd chłonnych i powierzchni pozbawionych darni, uregulowanie wypasu. Można też zastosować pełną uprawę i obsiew wąwozu mieszanką traw. Przydatność metody pastwiskowego zagospodarowania wąwozów uzależniona jest głównie od ilości opadów. Powinno się ją preferować w terenach górzystych.

Zagospodarowanie pastwiskowe zostało zastosowane w Jakubowicach Murowanych koło Lublina (rys. 4, fot. 5). Powierzchnia pastwiska wynosi około 20 ha, a pozyskiwana zielona masa średnio wynosi około $0,4 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$.



Rys. 4. Zagospodarowanie pastwiskowe wąwozu

Źródło: Józefaciuk Cz. i A., 1996 (4).

Możliwości rozwiązań jest bardzo dużo w zależności od pomysłowości projektujących architekturę krajobrazu. Podane rozwiązanie ma charakter czysto teoretyczny.

Zagospodarowanie odlogów na stromych zboczach

Odłogi na stromych zboczach powstały w wyniku wyłączenia tych gruntów z użytkowania rolniczego przez ich właścicieli, którzy uznali, że ich dalsze orne użytkowanie jest nieopłacalne.

Strome zbocza o nachyleniu ponad 12° (21%) powinny być wyłączone z ornego użytkowania ze względu na zagrożenie silnymi procesami erozji i na niebezpieczeństwo uprawy roli sprzętem mechanicznym. Takie zbocza powinno się przeznaczyć przede wszystkim pod zagospodarowanie sadownicze (fot. 6) lub zadrzewienia, ewentualnie zalesienia (fot. 7).

Zagospodarowanie wymoków sufozyjnych

Zagospodarowanie wymoków sufozyjnych dotyczy głównie form okresowo lub ciągle zalewanych wodami powierzchniowymi, które bardzo utrudniają gospodarowanie na przyległych polach. Wymoki takie należy zadarniać i zadrzewiać poza strefą zalegania lustra wody (fot. 8); (4).



Fot. 6. Przykład zbocza zagospodarowanego sadowniczo (fot. B. Podolski)



Fot. 7. Przykład zbocza zagospodarowanego leśnie (fot. B. Podolski)



Fot. 8. Wymok sufozyjny przed zagospodarowaniem (fot. Cz. Józefaciuk, 1964) i po zagospodarowaniu przez zadrzewienie i zakrzewienie wg projektu zagospodarowania (fot. Cz. Józefaciuk, 1996)

Umacnianie skarp

Skarpy naturalne mogą tworzyć się w wyniku działania naturalnych sił przyrody na przykład ruchów górotwórczych, erozji rzecznej i wąwozowej oraz ruchów mas ziemnych. Skarpy sztuczne powstają w wyniku kształtowania rzeźby terenu zarówno na gruntach rolnych (tarasowanie zboczy, budowle ziemne), jak również na terenach działalności górniczej, przemysłowej i innej związanej z geotechnicznymi przekształceniami powierzchni ziemi (1, 2).

Skarpy ze względu na silnie nachyloną powierzchnię podlegają intensywnym procesom erozyjnym. Dlatego też ich ochrona polega na odpowiednim profilowaniu, a następnie umacnianiu i zagospodarowaniu. Umacnianie i zagospodarowanie skarp jest zagadnieniem trudnym ze względu na duże nachylenie, często niekorzystne właściwości gruntu (przeważnie są to utwory bezglebowe), niedobory wody i różnorodność zjawisk erozyjnych.

Sposoby umacniania skarp

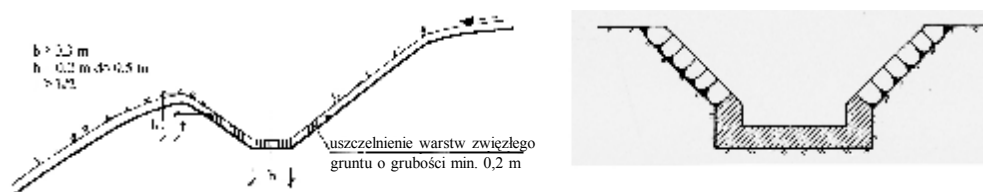
Obudowa techniczna jest zwykle trudna, kosztowna i wymaga starannego wykonania. Zastosowane w niej elementy, zbudowane nawet z najtrwalszego, np. kamiennego materiału, ulegają niszczeniu w miarę upływu czasu i niestety nie wykazują cechy elastycznego dostosowania się do zmian siedliska, ani nie „wrastają w grunt”, tak jak roślinność. Wobec czego istnieje zawsze obawa co do pełnej efektywności ich działania w przewidzianym okresie eksploatacji. Z powyższych względów stosowanie umocnień technicznych należy możliwie ograniczać do minimum, a wykonywać tylko w przypadkach niezbędnych tam, gdzie rzeczywiście nie uda się ich zastąpić inną formą obudowy. Sposoby obudowy technicznej są różne, poczynając od bardzo prostych, a kończąc na skomplikowanych budowlach inżynierskich. Zależnie od funkcji można je podzielić na cztery grupy.

Do grupy pierwszej należą urządzenia hydrotechniczne regulujące stosunki wodne na samych skarpach, jak też na terenie przyległym, zwłaszcza leżącym bezpośrednio ponad umocnioną skarpą (4). Do grupy tej należą rowy stokowe stosowane dla przechwycenia wód powierzchniowych z obszaru leżącego powyżej skarpy i dla ochrony skarpy (rys. 6).

Drugą grupę obudowy technicznej stanowią umocnienia przeciwdziałające osuwiskom. Stosuje je przeważnie na skarpach w terenach zabudowanych lub na szlakach komunikacyjnych. Dotychczasowe metody ochrony zboczy przed osuwiskami są zwykle bardzo kosztowne, a należą do nich drenowanie wgłębne, mury oporowe, przytwierdzanie palami osuwającej się warstwy do stabilnego podłoża (fot. 9), umacnianie gruntu zastrzykami z betonu sprężonego (fot. 10).

Do trzeciej grupy umocnień technicznych należą te, które utrwalają wierzchnią warstwę gruntu na skarpach, a więc przeciwdziałają przede wszystkim takim zjawiskom erozyjnym, jak zmywy powierzchniowe, żłobienie, spływanie gleby, deflacja.

Czwarta grupa obudowy technicznej dotyczy skarp bezpośrednio przyległych do otwartego lustra wody rzek czy zbiorników narażonych na niszczące działanie fal. Są to umocnienia następujące: bloki skalne, palisady drewniane, płyty betonowe prefabrykowane i inne (fot. 11).



Rys. 6. Przekrój poprzeczny rowu stokowego i część jego umocnienia

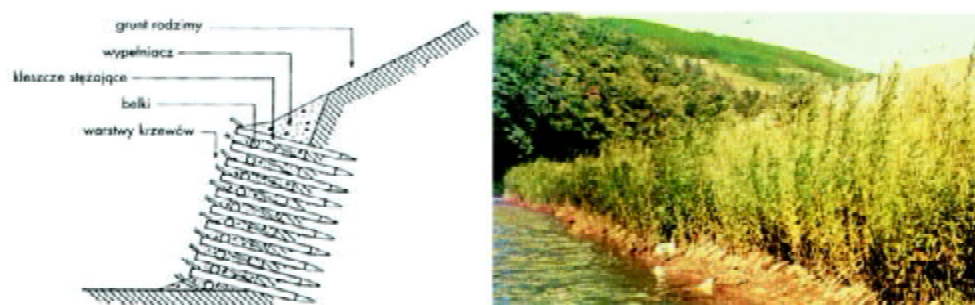
Źródło: Begemann W., Meinhard Schiechtl H., 1999 (1).



Fot. 9. Zabezpieczenie skarpy przed osuwiskiem metodą siatek stalowych z kotwami w betonie sprężonym (fot. B. Podolski, 2010)



Fot. 10. Umocnienie gruntu zastrzykami z betonu sprężonego (fot. B. Podolski, 2010)



Fot. 11. Schemat skarpy o więźbie z żywokołów i zagospodarowanie skarpy przylegającej do lustra wody (Begemann W., Meinhard Schiechl H., 1999)

Podsumowanie

Prawie wszystkie obiekty wdrożeniowe z zabiegami przeciwoerozyjnymi mają charakter doświadczalny. Były realizowane według koncepcji i projektów wykonawczych opracowanych przez pracowników naukowych i pod ich ścisłym bezpośrednim nadzorem merytorycznym, a finansowane z funduszy państwowych.

Wykonane zabiegi przeciwoerozyjne są nadal obiektem zainteresowania pracowników naukowych z kraju i zagranicy, ze względu na nowatorskie koncepcje rozwiązań, zwłaszcza w zakresie zabudowy wąwozów i zagospodarowania skarp. Rolnicy natomiast, pomimo że oceniają je pozytywnie, to jak dotychczas nie czerpią z nich przykładu i sami nie podejmują żadnych prac przeciwoerozyjnych w swoich gospodarstwach ze względu na duże koszty inwestycyjne.

Rekultywacja i zagospodarowanie erozyjnych nieużytków (wąwozów i skarp) mają pozytywne oddziaływanie na zrównoważone funkcjonowanie środowiska rolniczego i jego otoczenia, a w szczególności:

- zapobiegają obniżaniu się urodzajności gleb oraz niekorzystnym zmianom właściwości fizykochemicznych i ubytkowi profilu gleby;
- przeciwdziałają zakłócaniu stosunków wodnych w glebach i niekorzystnym zmianom hydrologii cieków wodnych oraz niszczeniu urządzeń melioracyjnych, a także zabagnianiu lub nadmiernemu osuszaniu gruntów;
- nie dopuszczają do dalszego rozczłonkowania rzeźby terenu przez wąwozy i inne formy erozyjne;
- ograniczają zamulenia szlaków wodnych oraz poprawiają jakość utrzymania w odpowiednim stanie czystości wód pitnych i przemysłowych.

Dodatkowo wpływają na inne dziedziny gospodarki przejawiające się między innymi w zmniejszaniu nakładów na usuwanie:

- namulów i renowację dróg oraz szlaków komunikacyjnych, urządzeń melioracyjnych i wodnych;
- ochronę terenów zabudowanych (osiedli, obiektów przemysłowych i innych) przed zamulaniem i uszkodzaniem przez erozję;
- ochronę powietrza przed zanieczyszczeniem pyłem glebowym i utrzymanie walorów krajobrazowych.

Literatura

1. Begemann W., Meinhard Schiechl H.: Inżynieria ekologiczna w budownictwie wodnym i ziemnym. Warszawa, Arkady, 1999, ss. 199.
2. Gil E.: Monitoring obiegu wody i splukiwania na stoku. Bibl. Monit. Środ., 1994, ss. 128.
3. Józefaciuk A., Józefaciuk Cz.: Erozja agroekosystemów. Bibl. Monit. Środ., 1995, ss. 168.
4. Józefaciuk A., Józefaciuk Cz.: Erozja wąwozowa i metody zagospodarowania wąwozów. Bibl. Monit. Środ., 1996, ss. 150.
5. Józefaciuk A., Józefaciuk Cz.: Ochrona gruntów przed erozją. Bibl. Monit. Środ., 1999, ss. 109.

6. Józefaciuk A., Józefaciuk Cz., Nowocień E.: Ocena zagrożeń gleb erozją wraz z oceną skutków gospodarczych i środowiskowych oraz kierunki działań zaradczych. Ekspertyza na zlecenie MOŚZNiL, IUNG, 1999, ss. 82.
7. Józefaciuk A., Nowocień E.: Przyczynek do badań natężenia deflacji w terenie lessowym. Roczn. AR Poznań, 1994, ss. 257-261.
8. Józefaciuk Cz., Nowocień E., Wawer R.: Rozwój wąwozu drogowego i koncepcja jego zabudowy. Folia Universitatis Agriculturae Stetinensis. 2000, Agric., **217(87)**: 69-72.
9. Józefaciuk Cz., Nowocień E., Wawer R.: Zmiany form władania i sposobu użytkowania silnie urzeźbionych gruntów. Zesz. Nauk. AR w Krakowie, 2001, **21**: 389-397.
10. Nowocień E.: Biologiczno-techniczne umocnienia urządzeń do odprowadzania wód powierzchniowych ze zlewni dróg rolniczych w terenach lessowych. Warsztaty geomorfologiczne. Procesy erozyjne na stokach użytkowanych rolniczo (metody badań, dynamika i skutki). Lublin - Guciów, 9-12.09.2009 r., 34-35.
11. Nowocień E.: Droga jako element przeciwoerozyjnego zagospodarowania na przykładzie wsi Gorajec - Zagroble i Gorajec Stara Wieś w procesie scaleniowym. Warsztaty geomorfologiczne. Procesy erozyjne na stokach użytkowanych rolniczo (metody badań, dynamika i skutki). Lublin - Guciów, 2009, 36-37.
12. Nowocień E., Podolski B.: Dynamika rozwoju wąwozów drogowych w obszarach lessowych. Inżynieria i Ochrona Środowiska, 2008, **41**: 50-58.
13. Nowocień E., Podolski B., Wawer R.: Erozja wąwozowa na terenie polskich Karpat. Visnyk of Lviv State Agrarian University: Organization of Land Exploitation and Land Cadastre. 2002, **5**: 107-113.
14. Podolski B.: Przeciwoerozyjne zabezpieczenie skarp naoranych na zboczach z utworów lessowych na obiekcie Gorajec w gminie Radeczna. Warsztaty geomorfologiczne. Procesy erozyjne na stokach użytkowanych rolniczo (metody badań, dynamika i skutki). Lublin - Guciów, 2009, 40-41.
15. Podolski B.: Zadrzewienia przydrożne na drogach rolniczych jako element krajobrazotwórczego i przeciwoerozyjnego urządzania obszarów wiejskich. Warsztaty geomorfologiczne. Procesy erozyjne na stokach użytkowanych rolniczo (metody badań, dynamika i skutki). Lublin - Guciów, 2009, 42-43.
16. Wawer R., Nowocień E.: Digital map of actual water erosion risk in Poland. A qualitative, vector based approach. Polish J. Environ. Studies, 2007, **16(5)**: 763-772.
17. Ziemiński S., Naklicki J.: Stan i rozwój trzech wąwozów na Wyżynie Lubelskiej. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 1971, **119**: 16-22.
18. Ziemiński S., Węgorzek T., Kucyper J.: Zabudowa techniczna i roślinność wąwozu (Opoka Duża). Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 1979, **222**: 5-12.

Adres do korespondencji:

dr Eugeniusz Nowocień

IUNG-PIB

Zakład Gleboznawstwa Erozji i Ochrony Gruntów

ul. Czartoryskich 8

24-100 Puławy

tel. (81) 886-334-21

e-mail: nowocien@iung.pulawy.pl

