

MELIORACJE PRZECIWEROZYJNE JAKO CZYNNIK KSZTAŁTOWANIA STOSUNKÓW WODNYCH

ANTI-EROSION MELIORATIONS AS WATER RELATIONS CONTROLLING FACTORS

Anna Józefaciuk, Czesław Józefaciuk, Franciszek Woch
Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa w Puławach

Wstęp

Deformacje stosunków wodnych w terenach erodowanych występują powszechnie. Najważniejsze z nich to: pogarszanie fizyko-wodnych właściwości i przestrzenne zróżnicowanie wilgotności gleb, zakłócanie przepływów w ciekach i zanieczyszczanie wód oraz zamulanie urządzeń melioracyjnych, drogowych i budowli wodnych. Z tych względów melioracje przeciwerozyjne, których jednym z celów jest ochrona zasobów wodnych i polepszanie gospodarki wodą powinny być wykonywane w możliwie największej skali.

Metoda

Praca ma charakter przeglądu. Na podstawie wyników dotychczasowych badań nad metodami przeciwdziałania erozji scharakteryzowano te zabiegi, które mają największy wpływ na warunki wodne.

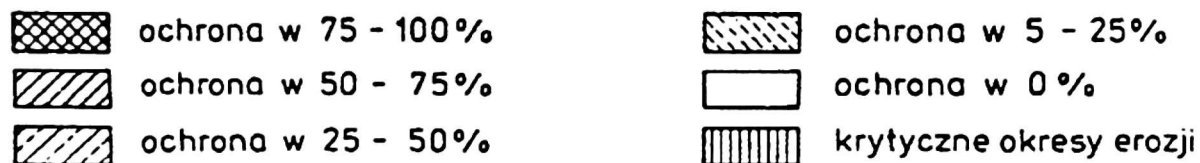
Rola zabiegów przeciwerozyjnych w kształtowaniu stosunków wodnych

Największe rezultaty osiąga się przy kompleksowym stosowaniu melioracji przeciwerozyjnych, tym niemniej można wyróżnić zabiegi o podstawowym znaczeniu dla racjonalnej gospodarki wodą. Są to: rozmieszczenie użytków, układ dróg i zabudowa wąwozów.

Rozmieszczenie użytków rolno-leśnych w terenach stokowych ma wyjątkowy wpływ na regulowanie powierzchniowych spływów wody i fal

powodziowych. Największą hydrologiczną i ochronną efektywnością oddziaływania cechują się lasy, zwłaszcza liściaste, a następnie zadrzewienia leśne. Stymulująca rola tych zbiorowisk polega na znacznej intercepcji opadów (od około 10% przy ulewach, do nawet 100% przy deszczach słabych), zmniejszeniu prędkości spływów powierzchniowych (nawet kilkaset razy, w porównaniu z roślinnością polową), pochłanianiu wody opadowej i zwiększaniu jej infiltracji w glebę leśną oraz przyczynianiu się do równomiernego rozkładu pokrywy śniegowej i spowalnianiu jej tania (o 2-3 tygodnie później niż na gruntach ornych). Roślinność łąk i pastwisk o zwartej biomasy nadziemnej i podziemnej równie skutecznie, jak zalesienia, ochrania powierzchnię gleby przed erozją (Ziemnicki, 1963). Równocześnie drenaż wody przez gęsty system korzeniowy zapewnia glebie dobrą przepuszczalność i chłonność wody, co znacznie rozprasza spływy powierzchniowe. Oprócz tego, użytki zielone, zwłaszcza w dolinach rzek są zielonym oceanem przechwytyjącym wody powierzchniowe z terenów stokowych zlewni. Przez naturalne nawadnianie łąk można zredukować spływ wiosenny nawet o 40% i znacznie rozładować falę powodziową. Roślinność polowa, ze względu na sezonowe występowanie ma mniejszy wpływ na warunki wodne i ochronę gleby w porównaniu z trwałymi formacjami leśnymi i trawiastymi. Najlepsze właściwości w tym względzie z roślin uprawnych mają wieloletnie motylkowate z trawami, a następnie żyto i rzepak ozimy, które krzewiąc się w jesieni, już podczas roztopów śniegowych ograniczają spływy wody i gleby (rys. 1). Pszenica ozima i zboża jare hamują spływy dopiero podczas deszczów letnich. Różnice te, między zbożami ozimymi a jarymi zacierają się w terenach górskich, gdzie największe zakłócenia stosunków wodnych powodują głównie ulewy letnie. Okopowe najslabiej przeciwdziałają spływom wody i zmywom gleby. Wielkość spływu w okresie deszczowym jest zwykle kilkakrotnie większa na polu z okopowymi, niż z żytem. Dlatego w zmianowaniu roślin polowych w terenach erodowanych powinna obowiązywać zasada, iż uprawy o dużych właściwościach przeciwerozyjnych powinny poprzedzać uprawy słabiej chroniące glebę, a okres ugorowania powinien być skracany przez stosowanie wsiewek i poplonów.

SZATA ROŚLINNA	MIESIĄCE											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Krytyczne okresy erozji												
Łąki												
Pastwiska właściwie pielęgnowane												
Pastwiska nadmiernie eksploatowane												
Trawy (wsiewka)												
Trawy - lata użytkowania												
Motylkowe z trawami (wsiewka)												
Motylkowe z trawami (lata użytkowania)												
Koniczyna (wsiewka)												
Koniczyna 1-szy rok użytkowania												
Koniczyna 2-gi rok użytkowania												
Lucerna - rok siewu												
Lucerna (lata użytkowania)												
Zyto ozime - siew optymalny												
Zyto zasiane późno												
Zyto na zielonkę												
Rzepak ozimy												
Jęczmień ozimy - siew optymalny												
Jęczmień ozimy - siew późny												
Pszenica ozima - siew optymalny												
Pszenica ozima - siew późny												
Owies - siew optymalny												
Pszenica jara - siew optymalny												
Jęczmień jary - siew optymalny												
Kukurydza												
Ziemniaki												
Buraki												
Słonecznik na nasiona												
Łubin, bobik												
Groch, peluszka, wyka												
Gryka												
Proso												
Seradela (wsiewka)												
Poplony												

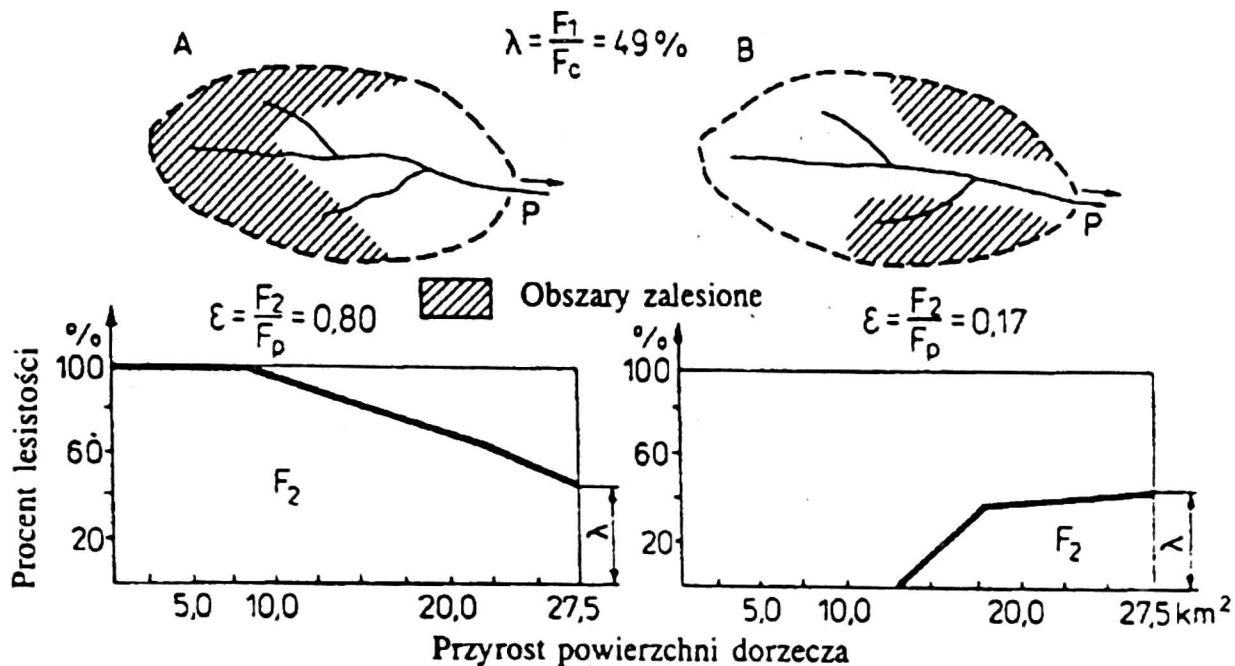


Rys. 1. Funkcja roślin uprawnych w ochronie gleb przed erozją wodną.
 Józefaciukowie Cz. A., 1986
 Function of field crops for the water erosion protection of soils
 (Józefaciukowie Cz. A., 1986)

CROPS	MONTHS											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Critical erosion periods.												
Grasslands												
Properly managed pastures												
Overgrazed pastures												
Grasses (companion crop)												
Grasses (years of utilization)												
Grass - legume mixture (companion crop)												
Grass-legume mixture (years of utilization)												
Clover (companion crop)												
Clover (1st year of utilization)												
Clover (2nd year of utilization)												
Lucerne (planting year)												
Lucerne (years of utilization)												
Winter rye (optimum sowing)												
Late sown rye												
Rye for green forage												
Winter rape												
Winter barley - optimum sowing												
Winter barley - late sowing												
Winter wheat - optimum sowing												
Winter wheat - late sowing												
Oats - optimum sowing												
Spring wheat - optimum sowing												
Spring barley - optimum sowing												
Maize												
Potatoes												
Sugar beets												
Suuflower for seeds												
Lupin, faba bean												
Peas, field peas, vetch												
Buckwheat												
Millet												
Serradella												
Aftercrops												

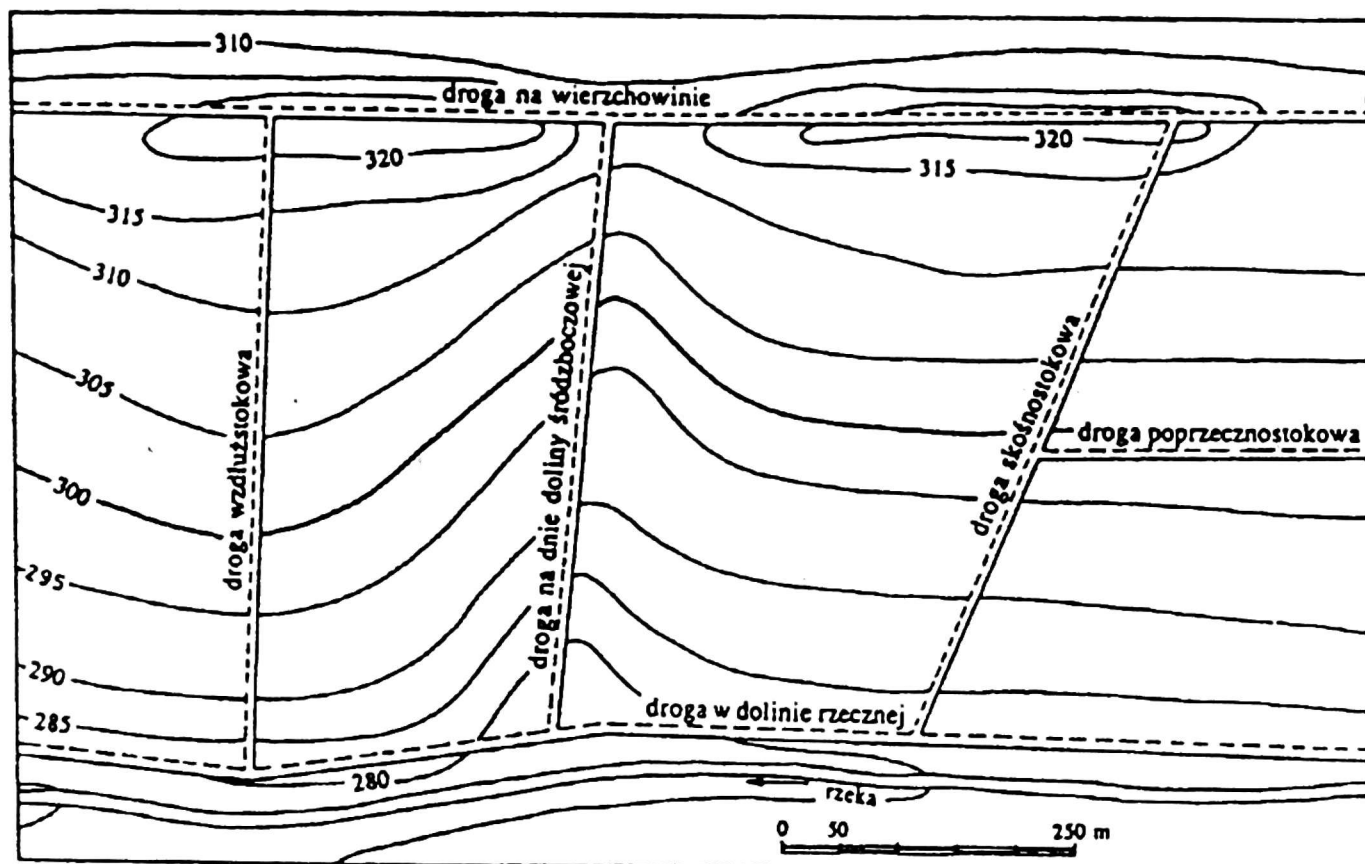


Rys. 1. Function of field crops for the water erosion protection of soils (Józefaciukowicz Cz. A., 1986)



Rys. 2. Sposób określania wskaźnika rozwinięcia lesistości (Lambor, 1957)
Method of estimation of forestation index (Lambor, 1957)

zlewnie A i B mają jednakową lesistość - po 49%; w zlewni A - układ lasów jest właściwy (wskaźnik lesistości $\Sigma=0,80$); w zlewni B - wadliwy ($\Sigma=0,17$); F_1 - pow. zalesiona; F_c - pow. zlewni; F_p - pow. prostokąta diagramu; F_2 - pow. poniżej wykresu



Rys. 3. Rodzaje dróg rolniczych na stokach
Kinds of farm roads on slopes

Biorąc pod uwagę hydrologiczne i ochronne właściwości użytków rolno-leśnych powinno się w ich rozmieszczaniu przestrzegać pewnych, podstawowych zasad. Zalesienia są najbardziej potrzebne w górnej części dorzeczy. Wówczas wskaźnik rozwinięcia lesistości jest hydrologicznie najkorzystniejszy (rys. 2). Jak wynika z tego rysunku, w zlewni A następuje rozdzielenie spływów, a więc i rozbicie fali powodziowej - najpierw odpływa woda z dolnej części dorzecza, a następnie stopniowo z górnej, zalesionej części. Przebieg granicy rolno-leśnej w terenach górskich ma znaczne uwarunkowania regionalne. Na Podhalu i w Beskidach powinna ona przebiegać na wysokości około 800 m npn, a w Bieszczadach i Sudetach na około 700 m npm, przy czym na stokach o ekspozycji południowej podwyższa się ją o 50-100 m, a o ekspozycji północnej obniża o taką samą wartość (Prochal, 1984). Oprócz tego na stokach wklęsłych lasy powinny zajmować strefę górną o nachyleniu powyżej 25° , użytki zielone strefę środkową o nachyleniu $15-25^{\circ}$, a grunty orne strefę dolną o nachyleniu do $12-15^{\circ}$. Na stokach wypukłych natomiast zalesia się strefę środkową, w górnej zakłada się użytki zielone, a w dolnej sytuuje się pola orne. W terenach wyżynnych pod zadrzewienia leśne powinno się przeznaczać przede wszystkim zbocza o nachyleniu powyżej 17° , bez względu na rodzaj gleby oraz zbocza o nachyleniu powyżej 12° , lecz o silnie zerodowanych glebach (Woch, 1995) oraz wąwozy i niewielkie enklawy gruntów między wąwozami. Użytki zielone powinny zajmować doliny rzek oraz dolinki śródstokowe, gdzie koncentrują się spływy powierzchniowe i ewentualnie zbocza o nachyleniu $12-17^{\circ}$, lecz o glebach bardziej zwięzłych. Grunty orne, w zasadzie nie powinny mieć większego nachylenia, niż 12° . W terenach pojeziernych zalesienia powinny zajmować grunty z glebami klasy VI, wierzchołki stoków i zbocza o nachyleniu powyżej 17° , bez względu na rodzaj gleby oraz wąwozy, przybrzeża cieków i oczek wodnych (Niewiadomski, 1968). Pastwiska najkorzystniej sytuować na zboczach o nachyleniu $12-17^{\circ}$ o glebach ciężkich, a łąki w dolinach rzek. Grunty orne, jak poprzednio winny mieć nachylenie do 12° .

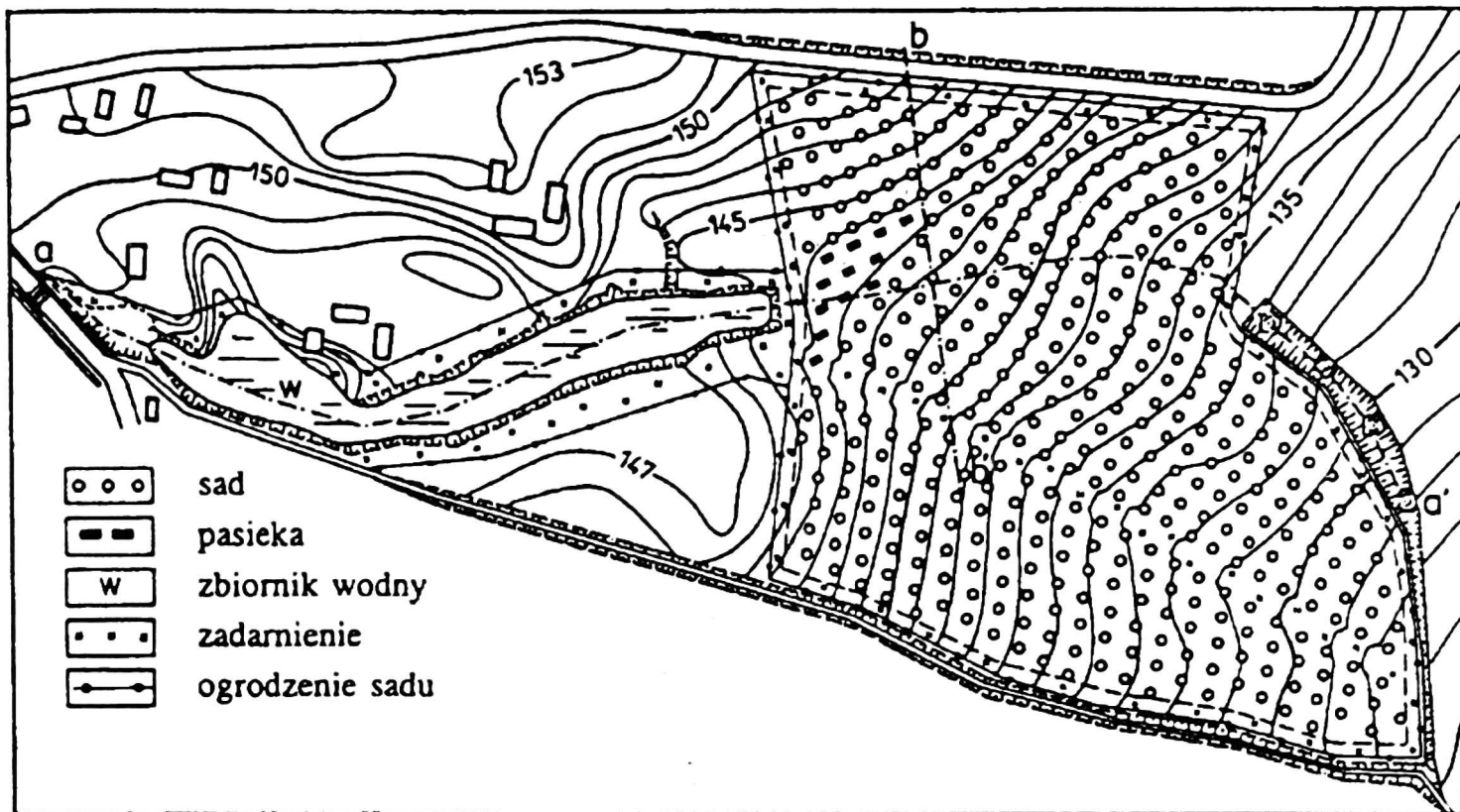
Układ dróg rolniczych w terenach erodowanych ma kapitalne znaczenie w kształtowaniu warunków wodnych i nasileniu bądź ograniczaniu erozji. Najbardziej rozmywane i najszybciej pogłębiane są drogi wzdłużstokowe i skośnostokowe, ponieważ mają one duże zlewnie (rys. 3). Dlatego drogi wzdłużstokowe korzystniej sytuować w wododziałowych częściach zboczy i na nachyleniach do 15% (Józefaciuk Cz. i inn. 1993). Oczywiście, od zaraz powinny zostać umocnione. Zarówno przy drogach wzdłużstokowych, jak i skośnostokowych układ przyległych pól powinien zapobiegać dopływowi wód do drogi. Silnie rozmywane są również drogi w obniżeniach śródboczowych i w dolinkach śródstokowych. Zatem powinny one przebiegać nieco powyżej dna. Najmniej erodowane są drogi poprzecznostokowe lecz są one mało funkcjonalne. Drogi indywidualne o małym natężeniu ruchu

wystarczy umocnić przez zadarnienie. Zbiorcze drogi rolnicze wymagają już urządzenia technicznego - odpowiednio wyprofilowanych i utwardzonych jezdni z rowami przydrożnymi, również odpowiednio umocnionymi.

Zabudowa wąwozów jest bardzo ważnym przedsięwzięciem w regulowaniu stosunków wodnych. Wąwozy stanowią okazałych rozmiarów rowy nadmiernie odwadniające przyległe grunty stokowe. Równocześnie spływające nimi wody i przemieszczane zmywy gleby zalewają i zamulają niżej położone pola, urządzenia melioracyjne i drogowe. Wąwozy prowadząc w szybkim tempie skoncentrowane spływy są głównym dostawcą wód i rumowiska do rzek. Są różne sposoby rekultywacji i zagospodarowania wąwozów - zabudowa ochronna: biologiczna (zalesienie) i biologiczno-techniczna (Ziemnicki i inn. 1977) oraz zagospodarowanie ochronno-użytkowe: zasypywanie, budowa zbiorników retencyjnych i kolmatacyjnych, urządzenie sadu lub pastwiska i zagospodarowanie rekreacyjne (Józefaciukowie, 1996). Wpływ zagospodarowania wąwozów na stosunki wodne przedstawiono na przykładzie wąwozu we wsi Góry k/Pińczowa zagospodarowanego metodą zintegrowaną (rys. 4) łączącą kilka wyżej wymienionych sposobów (Józefaciukowie, 1996).

W latach 60-tych był to jeszcze zadrzewiony parów o małym nasileniu procesów rzeźbotwórczych, na którego dnie przeważała akumulacja nad rozmywaniem. Długość parowu wynosiła wówczas 600 m, maksymalna głębokość 10.5, powierzchnia około 0.8 ha, a zlewnia 126 ha. Okresowe wody powierzchniowe z parowu i jego zlewni były odprowadzane śródpolnym rowem o długości około 3 km do rzeki Mierzawy.

Po wybudowaniu we wsi Góry szosy i skierowaniu wód powierzchniowych do parowu nastąpił wtórny bardzo intensywny jego rozwój. Próg erozji wstecznej, o wysokości 7 m przesunął się po każdym spływie w kierunku czoła powodując pogłębianie rozcięcia i podcinanie skarp. Obrywy i osuwiska prawie zupełnie zniszczyły szatę roślinną i parów ponownie przekształcił się w czynny wąwóz o głębokości około 25 m, szerokości około 30 m i powierzchni 1.2 ha. Zachodziła obawa, że nawet jedna duża ulewa może spowodować przesunięcie się progu erozji wstecznej aż do szosy i spowodować jej zniszczenie. Wówczas głębokość górnego odcinka wąwozu wzrosłaby do ponad 30 m a osuwiska i obrywy na skarpach spowodowałyby poszerzenie wąwozu i zniszczenie znajdujących się w pobliżu budynków mieszkalnych i gospodarczych. Skutki rozwoju wąwozu polegały również na permanentnym zamulaniu kilkunastu ha upraw poniżej wylotu wąwozu oraz zamulaniu rowu odpływowego od wąwozu do rzeki Mierzawy.



Rys. 4. Zagospodarowanie wąwozu (Góry Pińczowskie)

Complex management of a gully with a few methods (Góry Pińczowskie)

Projekt zagospodarowania wąwozu opracowano w dwu wariantach:

a) Zabudowa techniczno-biologiczna, którą opracowano w CBS i PWM w Lublinie. Zaprojektowano budowę:

- koryta betonowego o przekroju trapezowym i długości 50 m zakończonego stopniem skrzynkowym konstrukcji Ziernickiego (Ziernicki, 1966) w górnej części wąwozu tuż poniżej mostu;
- przegrody betonowej o powierzchni 60 m² w celu umocnienia głównego proggu erozji wstecznej;
- 3. stopni skrzynkowych na dnie wąwozu i 2. w rozcięciach bocznych;
- ukształtowanie skarp wąwozu do nachylenia 45°;
- zadarnienie i zadrzewienie całego wąwozu i pasa wokół o szerokości równej głębokości wąwozu;
- renowację rowu odpływowego poniżej wylotu wąwozu w celu ochrony gruntów i zasiewów przed zamulaniem.

b) Zagospodarowanie wąwozu metodą zintegrowaną. Opracowany projekt przez Cz. Józefaciuka został wdrożony w 1971 r. (rys. 4). Środkowy odcinek wąwozu o długości 175 m zasypano gruntem lessowym pozyskanym ze zbocza, pomiędzy wąwozem a szosą przez przemieszczenie spycharkami około 19 tys. m³ ziemi. Powyżej zasypanego odcinka wąwozu powstał zbiornik retencyjno-kolmatacyjny o

głębokości 12 m i pojemności 18 tys. m³. Dla odprowadzenia nadmiaru wód ze zbiornika utworzono zadarnioną nieckę o głębokości 0.3 m i szerokości 6 m. Dolny odcinek wąwozu zadrzewiono głównie jesionem i modrzewiem. Na zasypnym odcinku wąwozu i na terenie przyległym założono sad jabłoniowy i sad z orzecha włoskiego - łącznie 4.7 ha.

Dwudziestosiedmioletnie (1971-1998) badania pozwalają na pozytywną ocenę zastosowanej metody zagospodarowania wąwozu (Józefaciukowie, 1993). Podstawowy zabieg, jakim było zasypanie środkowego odcinka wąwozu i utworzenie zbiornika retencyjno-kolmatacyjnego, spowodował zupełne zahamowanie rozwoju wąwozu, przyczynił się do odzyskania części zdewastowanych gruntów i ułatwił gospodarowanie. Utworzony zbiornik wodny poprawia walory krajobrazowe i lokalny agroklimat, jest wykorzystywany do hodowli ptactwa wodnego, a także gromadzi spływy powierzchniowe ze zlewni wąwozu i całkowicie zatrzymuje transportowane rumowisko. W pierwszych 10 latach po zabudowie wąwozu w zbiorniku osadziło się 2950 m³ zawiesiny glebowej, a w następnym 10. letnim okresie 2730 m³. Tylko jeden raz, po ulewnych deszczach w 1982 r. nie pomieścił on spływających wód powierzchniowych. Część tych wód, już bez zawiesiny glebowej, została odprowadzona niecką smużną, nie powodując praktycznie żadnych rozmywów ani na niecce ani na gruntach rolnych położonych poniżej wylotu wąwozu. Zamulenie zbiornika spowodowało jego spłylenie z około 12 m do około 5 m i zmniejszenie pojemności z 18000 m³ do 12000 m³. Całkowite zamulenie zbiornika powinno nastąpić po około 77 latach od jego wykonania czyli około 2050 r. Wówczas będzie można wykonać dodatkową groblę ziemną (z gruntu osadzonego w zbiorniku) uzbrojoną w przepust i podwyższoną studzienkę wlotową i utworzyć zbiornik kolmatacyjny o pojemności około 7000 m³. To przedłużyłoby o dalsze kilkadziesiąt lat okres zatrzymywania rumowiska przemieszczanego ze zlewni wąwozu.

Wykonanie zbiornika retencyjno-kolmatacyjnego spowodowało, że rów odpływowy o długości około 3 km, od wylotu wąwozu (po zagospodarowaniu od wylotu niecki) aż do rzeki Mierzawy, okazał się zbędny. Rów ten przed zagospodarowaniem wąwozu wymagał ustawicznego odmulania, a po zagospodarowaniu jest stopniowo włączany do pól uprawnych.

Skarpy wąwozu przylegające do zbiornika, a pozostawione w stanie naturalnym, tylko lokalnie uległy złagodzeniu pod wpływem zmagazynowanej wody. Umocniły się one samoczynnie naturalną roślinnością trawiastą oraz drzewami: wierzbą, jesionem, brzozą, klonem, modrzewiem, akacją i trześnią o zwarciu drzewostanu wynoszącym około 70%.

Dolny odcinek wąwozu umocniony przez obsiew mieszanką traw i przez zadrzewienie nie podlega rozmywaniu. Wynika to głównie z odcięcia dopływu wód powierzchniowych, które są przechwytywane przez zbiornik oraz zmniejszenia

zlewni ze 126 ha do 1 ha. Aktualnie w dolnym odcinku wąwozu występuje zwarty drzewostan złożony z modrzewia, jesionu, akacji, topoli i klonu. Pierśnica drzew wynosi około 20 cm, a wysokość około 16 m.

Wybór kierunków zagospodarowania wąwozów musi uwzględniać uwarunkowania regionalne. Na terenach wyżyn można preferować zasypywanie i zalesianie. Zasypywanie mniejszych wąwozów głównie drogowych, a następnie zboczowych radykalnie likwiduje tory spływu powierzchniowego. Zalesianie wąwozów poprawia mikroklimat i rozprasza spływy. Na pogórzach i w górach dominującym kierunkiem będzie zalesianie, a następnym zabudowa zbiornikami retencyjno-kolmatacyjnymi. Zabudowa zbiornikami, połączona z systemem zbiorników zaporowych korzystnie wpływa na wydłużenie obiegu wody i magazynowanie jej nadwyżek w okresach wzmożonych spływów powierzchniowych.

Literatura

- JÓZEFACIUK CZ., JÓZEFACIUK A.: *Zasady szczegółowej inwentaryzacji gruntów podlegających erozji wodnej w terenach wyżynnych*. IUNG Puławy. S(39), 1986, ss. 44.
- JÓZEFACIUK CZ., JÓZEFACIUK A., NOWOCIEN E.: *Kształtowanie dróg transportu rolnego na terenach erodowanych*. Prac.nauk. Polit.Warsz., Geodczja 32, 1993, 107-117.
- JÓZEFACIUK CZ., JÓZEFACIUK A.: *Erozja wąwozowa i metody zagospodarowania wąwozów*. Bibl.Monit.Środ., Warszawa, 1996, ss. 150.
- NIEWIADOMSKI W.: *Badania nad erozją gleb północy Polski, (1950-1967)*. WSR Lublin, Kat.Mel.Roln, 2, 1968, 29-49.
- PROCHAL P.: *Melioracje przeciwerozyjne*. AR Kraków. 1984, ss. 191.
- WOCH F.: *Wytyczne do projektowania granicy rolno-leśnej w południowo-wschodniej Polsce*. IUNG Puławy, 1995.
- ZIEMNICKI S.: *Wpływ erozji gleb w zlewni na stosunki wodne rzeki Opatówki*. Wiad. IMUZ, 1963, t.3, z.2.
- ZIEMNICKI S.: *Zastosowanie stopnia skrzynkowego do umacniania dna wąwozów na przykładzie wąwozu w Opoce Dużej*. Wiad.IMUZ 4.
- ZIEMNICKI S., FIJAŁKOWSKI D., WĘGOREK T.: *Skuteczność technicznych i biologicznych umocnień wąwozów w Opoce Dużej*. Zesz.probl.Post.Nauk rol. 1977. 193: 211-253.

Summary

Antierosion meliorations as water relations controlling factors. The antierosion management methods of the basic importance for prevention of water reservoirs and increasing water-use economy in slopy areas were discussed. These methods include: proper arrangement of agricultural and forest areas, effective location and hardening of agricultural side roads as well as gullies build-up. The protective functions and methods of planning of the above methods were discussed.

Anna Józefaciuk

Czesław Józefaciuk

Franciszek Woch

Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa

ul. Czartoryskich 8

24-100 Puławy