Ministerstwo Ochrony Srodowiska Zasobów Naturalnych i Lesnictwa
Narodowy Fundusz Ochrony Srodowiska i Gospodarki Wodnej
Instytut Uprawy Nawozenia i Gleboznawstwa

OCHRONA GRUNTÓW PRZED EROZJA

PORADNIK
DLA WLADZ ADMINISTRACYJNYCH I SAMORZADOWYCH
ORAZ SLUZB DORADCZYCH I UZYTKOWNIKÓW GRUNTÓW

Anna Józefaciuk
Czeslaw Józefaciuk

Poradnik opracowano na zamówienie:
Ministerstwa Ochrony Srodowiska Zasobów Naturalnych i Lesnictwa

Opracowanie poradnika sfinansowal:
Narodowy Fundusz Ochrony Srodowiska i Gospodarki Wodnej

Pulawy, listopad 1999

Redakcja techniczna:
mgr Grazyna Holubowicz-Kliza

Sklad komputerowy:
Ewa Samiec

Projekt okladki:
mgr Grazyna Holubowicz-Kliza

Zdjecia:
prof. dr hab. Czeslaw Józefaciuk

© Copyright by Wydawnictwo IUNG – Pulawy 1999

ISBN-83-88031-21-X

Naklad: ***3000 egz.***
Sklad: ***Maria Deska***
Druk: ***Mala Poligrafia IUNG - Pulawy***

SPIS TRESCI

1. INFORMACJE WSTEPNE 4

2. PODSTAWOWE POJECIA Z EROZJI I MELIORACJI PRZECIWEROZYJNYCH - TERMINOLOGIA 4
2.1. Rodzaje erozji 4
2.2. Formy erozyjne 6
2.3. Ocena erozji 11
2.4. Melioracje przeciwerozyjne 17

3. OCENA STANU ZAGROZENIA EROZJA GLEB W POLSCE 21
3.1. Rozmieszczenie przestrzenne obszarów o róznym stopniu nasilenia potencjalnej erozji wodnej w Polsce w ukladzie województw wraz z wyznaczeniem stopni pilnosci ochrony przeciwerozyjnej 21
3.2. Rozmieszczenie przestrzenne obszarów o róznej gestosci sieci wawozowej w Polsce w ukladzie województw wraz z wyznaczeniem stopni pilnosci zagospodarowania wawozów 29
3.3. Rozmieszczenie przestrzenne obszarów o róznym stopniu nasilenia erozji wietrznej w Polsce w ukladzie województw 35

4. OCENA EKOLOGICZNYCH I GOSPODARCZYCH SKUTKÓW PROCESÓW EROZJI 36
4.1. Przeksztalcanie rzezby terenu 37
4.2. Degradowanie gleb 42
4.3. Zaklócenie rezimu wodnego rzek 50
4.4. Niszczenie urzadzen technicznych 50

5. DZIALANIA ZAPOBIEGAWCZE I REKULTYWACYJNE 58
5.1. Charakterystyka ogólna 58
5.2. Dzialania zapobiegawcze i rekultywacyjne na gruntach gospodarstw rodzinnych 62
5.3. Dzialania zapobiegawcze i rekultywacyjne na gruntach po PGR 69
5.4. Dzialania zaradcze i rekultywacyjne na terenach piaszczystych 78
5.5. Srodki zaradcze i rekultywacyjne na terenach popowodziowych 81
5.6. Dzialania zaradcze i rekultywacyjne na terenach chronionego krajobrazu 86
5.7. Rekultywacja i zagospodarowanie wawozów i wymoków 86
5.8. Podstawowe zasady ksztaltowania sieci dróg rolniczych 103

6. METODA PROGRAMOWANIA DZIALAN PRZECIW-EROZYJNYCH DLA CELÓW PLANISTYCZNO-PROJEKTOWYCH 107

7. EKONOMICZNE I PRAWNE UWARUNKOWANIA PRZECIWEROZYJNYCH DZIALAN ZARADCZYCH 112

1. INFORMACJE WSTEPNE

Ksiazka “Ochrona gruntów przed erozja” jest opracowana w formie poradnika i przeznaczona do wykorzystania przede wszystkim przez wladze administracyjne i samorzadowe oraz sluzby doradcze i uzytkowników gruntów.

Materialy zawarte w ksiazce daja poglad o skali zagrozenia erozja gleb obszaru Polski, o szkodliwosci i formach erozyjnego degradowania przyrodniczych i gospodarczych warunków srodowiska oraz o sposobach melioracji przeciwerozyjnych i metodzie programowania dzialan w zakresie ochrony gruntów przed erozja.

Przedstawione dane moga byc wykorzystane w przedsiewzieciach decyzyjnych dotyczacych ochrony srodowiska i gospodarki ziemia a takze w róznego rodzaju pracach planistycznych i projektowo-wdrozeniowych podejmowanych na terenach zagrozonych erozja gleb.

2. PODSTAWOWE POJECIA Z EROZJI I MELIORACJI PRZECIWEROZYJNYCH - TERMINOLOGIA

2.1. Rodzaje erozji

Erozja geologiczna (naturalna) - przeobrazanie i niszczenie powierzchni ziemi wylacznie przez sily przyrody (wode, grawitacje, wiatr, mróz, snieg, lodowiec).

Erozja gleb (przyspieszona) - degradowanie i zmiany gleb pod wplywem sil przyrody i gospodarczej dzialalnosci czlowieka. Zaleznie od glównego czynnika sprawczego wyróznia sie rózne rodzaje erozji (rys. 1).

Erozja wodna - przeobrazanie i degradowanie wierzchniego i glebszych poziomów gleb w wyniku erozyjnego oddzialywania splywów powierzchniowych z deszczu lub z tajacego sniegu oraz wód rzecznych. Naleza do niej procesy powierzchniowe, liniowe i podziemne.

Erozja wodna powierzchniowa obejmuje:

- ⇦ **rozbryzg** - odrywanie i odrzucanie czastek ziemnych przez krople deszczu lub grad z równoczesnym ubijaniem powierzchni gruntu;
- ⇦ **zmywy powierzchniowe** - wymywanie i przemieszczanie materialu glebowego po powierzchni stoku przez splywajace wody deszczowe lub z tajacego sniegu.

Erozja wodna liniowa obejmuje:

- **erozje zlobinowa** - nieglebokie rozmywanie wierzchniej warstwy gleby przez wody deszczowe lub z tajacego sniegu, splywajace po stoku niewielkimi struzkami;
- **erozje wawozowa** - trwale i glebokie rozcinanie gruntu przez skoncentrowane duze strugi wody z deszczu lub z tajacego sniegu, splywajace róznego rodzaju obnizeniami terenu;
- **erozje rzeczna** - przeobrazanie przez wody rzeczne koryt rzek i potoków, polegajace na poglebianiu koryt (**erozja denna**) podcinaniu brzegów wkleslych i odkladaniu rumowiska przy brzegach wypuklych (**erozja brzegowa**).

Erozja wodna podziemna obejmuje:

- **sufozje** - rozmywanie podpowierzchniowych warstw gruntu przez wody opadowe przesiakajace i krazace w gruncie. Kiedy rozmywanie przebiega mechanicznie - **sufozja mechaniczna** to tworza sie podziemne próznie - (korytarze) a po ich zapadnieciu doly sufozyjne. W przypadku rozmywania chemicznego - **sufozja chemiczna**, polegajacego na rozpuszczaniu weglanów, głównie wapnia nastepuje ubytek masy glebowej i osiadanie gruntu, co powoduje tworzenie sie wymoków; **erozje krasowa** - powstawanie specyficznej krasowej rzezby terenu i podziemnych jaskin na obszarach zbudowanych ze skal weglanowych i gipsowo-solnych w wyniku ich specyficznego erozyjnego systemu odwadniania, w duzej mierze podziemnego.

Erozja wietrzna (eoliczna) - przeobrazanie i degradowanie gleb pod wplywem erozyjnego oddzialywania wiatru. Naleza do niej procesy:

- **deflacji** - wywiewanie z powierzchni gleby i przenoszenie na rózne odleglosci ziarn oraz czastek glebowych i ziemnych (próchnicy, pylu, ilu, piasku, okruchów skalnych):
- **korazji** - zlobienie i wygladzanie powierzchni skalnych przez piasek niesiony wiatrem;
- **akumulacji** - osadzanie sie i nagromadzanie materialu deflacyjnego transportowanego przez wiatr.

Ruchy masowe (erozja grawitacyjna) - przemieszczanie sie w wiekszosci po powierzchni stoku, rzadziej droga powietrzna masy ziemnej pod wplywem sily ciezkosci, po nasiaknieciu gruntu woda opadowa. Glówne procesy to:

- **osuwanie** - na ogól szybkie przemieszczanie sie w dól stoku masy glebowo-gruntowej na skutek silnego uwilgotnienia lub wzrostu stromosci stoku lub róznego rodzaju drgan gruntu lub innych czynników. Zaleznie od sposobu przemieszczania sie masy powstaja róznego rodzaju osuwiska;

- ⇦ **splywanie** (soliflukcja) - zeslizgiwanie sie po plaszczyznie zeslizgu (utworzonej z warstewki przesiaknietej wody) silnie uwilgotnionej wierzchniej warstwy gleby o duzej zawartosci frakcji ilastej i koloidalnej (lessy, gliny, ily). Zachodzi na stromych powyzej >30% zboczach głównie o ekspozycji północnej;
- ⇦ **osiadanie** - powolne obnizanie sie gruntu wskutek zmniejszenia objetosci, z zachowaniem dotychczasowej struktury warstwy osiadajacej.

Erozja mrozowo-lodowa - wielokrotne zamarzanie i odmarzanie ziemi polaczone z tworzeniem sie lodu gruntowego. Najbardziej uciazliwym procesem jest wysadzinowosc gruntu, stwarzajaca powazny problem w drogownictwie.

Erozja sniegowa - przeobrazenie sie gleby pod wplywem stagnujacego lub przemieszczajacego sie sniegu. Najgrozniejsze jest powstawanie lawin powodujacych bardzo gwaltowne przemieszczanie sie droga powietrzna lub po powierzchni stoku ogromnej masy samego sniegu lub sniegu wraz z gruntem i skalami.

Erozja uprawowa - przemieszczanie i degradowanie głównie poziomu orno-próchnicznego gleb na stokach przez mechaniczna uprawe roli i roslin.
Erozja potencjalna - zagrozenie erozja, którego zasieg i nasilenie zalezy tylko od warunków przyrodniczych (klimatu, rzezby terenu, rodzaju gleb, szaty roslinnej) danego obszaru.

Erozja aktualna (rzeczywista) - wystepowanie erozji, której zasieg i nasilenie zalezy od warunków przyrodniczych i gospodarczych (kierunków i sposobów uzytkowania ziemi) danego obszaru.

2.2. Formy erozyjne

Stozek naplywowy (namywowy) - wyerodowany material ziemny naniesiony i osadzony stozkowo przez okresowe splywy wód pwierzchniowych lub przez wody rzeczne w miejscu zalamania sie spadku terenu, np. u wylotu wawozu, u podnóza stoku, u ujscia cieku.

Zlobiny - powierzchniowe rozmywy gleby o glebokosci od kilku do kilkudziesieciu centymetrów wystepujace pojedynczo lub gromadnie.

Wawóz - gleboki od kilku do kilkudziesieciu metrów rozmyw gruntu (rys. 2).

Zlewnia wawozu - obszar, z którego wody atmosferyczne z deszczu lub z tajacego sniegu splywaja do wawozu.

Stadia rozwoju wawozu - kolejne okresy ksztaltowania sie wawozu:

- **inicjalne**, w którym powstaje rozmyw o glebokosci powyzej jednego metra i o prawie pionowych skarpach;
- **mlodosci**, w którym wawóz ma ksztalt litery V a jego rzezba jest intensywnie przeobrazana;
- **dojrzalosci**, kiedy wawóz przybiera ksztalt litery U, a nasilenie procesów rzezbotwórczych maleje;
- **starosci**, w którym wawóz konczy swój rozwój i zostaje opanowany przez naturalnie wkraczajaca roslinnosc.

Rodzaje wawozów:

- **dolinowe** wystepuja na dnie dolin sródzboczowych, zwykle silnie rozgalezione i o duzych zlewniach prowadzacych znaczne ilosci wód powierzchniowych i rumowiska erozyjnego;
- **zboczowe** rozcinajace zbocza, zwykle slabo rozgalezione i o malej zlewni;
- **drogowe** - powstajace na skutek rozmywania dróg gruntowych.

Wymok - owalne, miskowate zaglebienie powstale w wyniku sufozji chemicznej, z trwale lub okresowo stagnujaca woda pochodzaca ze splywów powierzchniowych.

Osuwisko - zmieniona morfologicznie powierzchnia stoku wskutek procesu osuwania sie masy ziemnej. W osuwisku wyróznia sie: **nisze**, poprzeczne zaklesniecie stanowiace krawedz oderwania sie masy; **rynne** - wyzlobiona przez osuwajace sie masy gruntu, **stozek** - miejsce akumulacji masy osuwiskowej, osadzonej w ksztalcie jezorów lub wachlarzy.

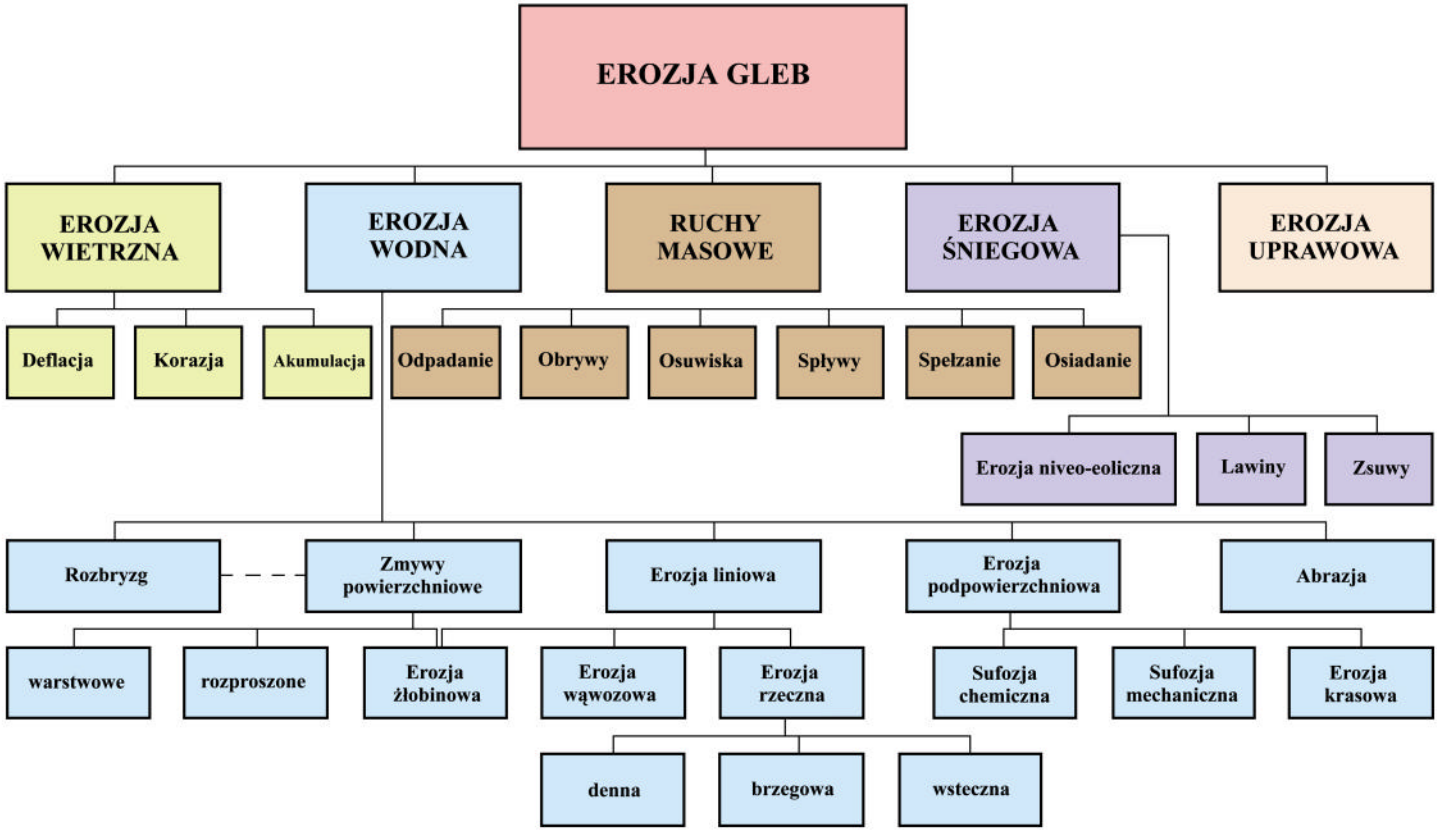
Rodzaje osuwisk - wyróznia sie je ze wzgledu na sposób przemieszczania sie masy ziemnej:

- **zeslizgowe** (konsekwentne) z zachowaniem dotychczasowej struktury gruntu, czyli bez wymieszania osuwajacych sie warstw;
- **obrotowe** (rotacyjne, zerwy) przebiegajace przy czesciowym wymieszaniu osuwajacych sie warstw gruntu.

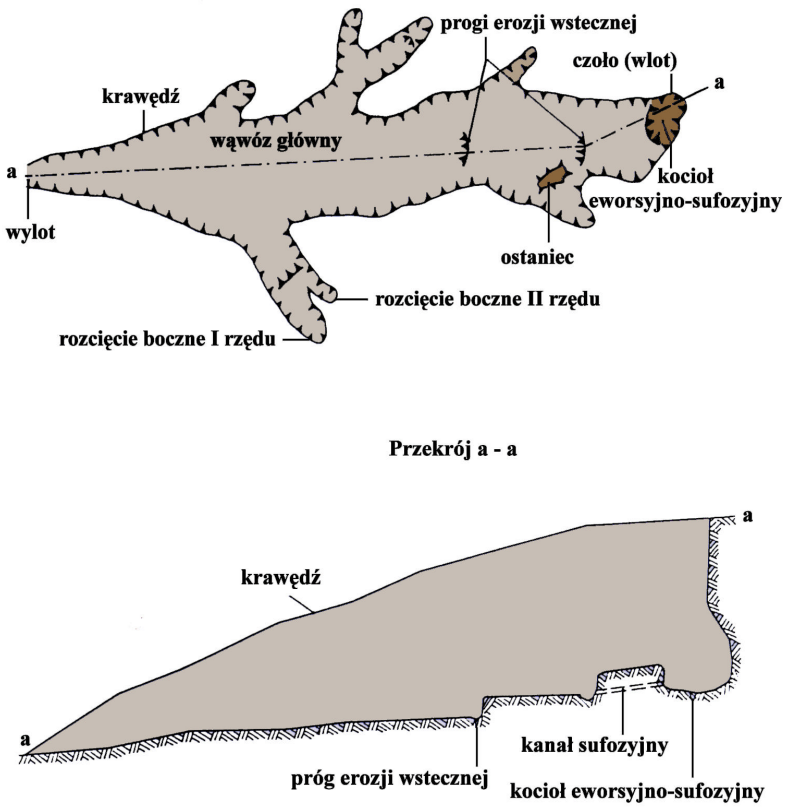
Wydmuszysko - stosunkowo niewielkie lagodne zaglebienie pozbawione roslinnosci utworzone w wyniku deflacji (wywiewania).

Teren wydmowy - obszar piasków luznych z charakterystycznymi wzniesieniami z nawianego piasku (wydmami).

Burza pylowa lub **piaskowa** - przenoszenie ogromnych ilosci pylu lub piasku na znaczne odleglosci w wyniku bardzo intensywnej deflacji wywolanej silnymi i dlugotrwalymi wiatrami.



Rys.1. Klasyfikacja erozji gleb w geograficznych warunkach Polski



Rys.2. Główne elementy rzezby wawozu

Mozaikowatosc gleb (plamistosc) - niejednolita barwa gleb na stoku powstala wskutek róznego stopnia zdegradowania gleb przez procesy erozji.

Rumowisko rzeczne - róznorodny material ziemny pochodzacy z erodowania obszaru dorzecza i koryta cieku, transportowany przez wody rzeczne. Wyróznia sie:

- ⇦ **rumowisko unoszone** skladajace sie z zawieszonych czesci mineralnych o srednicy ziarn ponizej 0,02 mm i unoszonych czesci organicznych;
- ⇦ **rumowisko wleczone** zlozone z toczonych okruchów skalnych, kamieni a nawet bloków skalnych.

Nieuzytek erozyjny - powierzchnia o glebie zdewastowanej przez erozje w stopniu uniemozliwiajacym uzytkowanie bez zabiegów rekultywacyjnych lub forma rzezby powstala w wyniku erozji np. wawóz, teren osuwiskowy, teren z wydmami.

Erozyjne grunty marginalne - naleza do nich glównie: grunty orne zagrozone erozja wodna bardzo silna (5^0), zbocza o nachyleniu >21% (12^0), powierzchnie wawozów i przywawozowe (zwlaszcza miedzy bocznymi rozgalezieniami), wymoki sufozyjne, stozki namywowe utworzone z jalowego materialu ziemnego i rumowiska rzecznego, grunty osuwiskowe, gleby piaskowe zagrozone erozja wietrzna silna i bardzo silna (4, 5^0), tereny wydmowe.

2.3. Ocena erozji

Natezenie erozji - masa erozyjnie przemieszczanego materialu glebowego z jednostki powierzchni w okreslonym czasie, np. w t/rok/km^2.

Nasilenie erozji - skutki ilosciowo-jakosciowe procesów erozyjnych na danym terenie, wyrazane w stopniach nasilenia.

Wyznaczanie **stopni nasilenia erozji** (tab. 1, 2, 3).

Stopnie pilnosci ochrony gruntów przed erozja: stopien 1 - ochrona bardzo pilna: wiecej niz 25% obszaru jest zagrozone erozja wodna powierzchniowa o stopniach nasilenia 3, 4, 5 lub erozja wietrzna o stopniach nasilenia 4, 5 lub kiedy erozja wawozowa wystepuje w stopniach nasilenia 3, 4, 5, wskaznik gestosci wawozów wynosi ponad 0,5 km/km^2; **stopien 2** - ochrona pilna: nasilenie erozji jak przy stopniu 1 lecz dotyczy 10-25% obszaru; **stopien 3** - ochrona wskazana lokalnie: nasilenie erozji jak przy stopniu 1 lecz dotyczy mniej niz 10% obszaru.

Tabela 1

Wyznaczanie stopni zagrozenia erozja wodna powierzchniowa

Podatnosc gleb na zmywy	Klasy nachylen terenu				
	do 3° (do 5%)	3–6° (6–10%)	6–10° (10–18%)	10–15° (18–27%)	>15° >27%
	stopnie nasilenia erozji				
Bardzo silnie podatne Gleby lessowe i lessowate (ls), pylowe (pl), pylowe wodnego pochodzenia (plw)	1	2	3	4	5
Silnie podatne Piaski luzne (pl), gleby piaszczyste (p), redziny kredowe (k) i jurajskie (j)	1	1; 2	2; 3	3; 4	5
Srednio podatne Piaski slabogliniaste (ps) gliniaste (pg), kompleks piasków gliniastych i slabogliniastych (pgs), gleby zwirowe (z), redziny trzeciorzedowe (tr) i starszych formacji geologicznych (ts)	1	1; 2	2; 3	3; 4	4; 5
Slabo podatne Gleby lekkie – gliny piaszczyste i piaski naglinowe (gl), gleby srednie (gs), gliniaste (g), wytworzone ze skal osadowych o spoiwie weglanowym – niewapiennych (■)	-	1	2	3	4; 5
Bardzo slabo podatne Gleby ciezkie (gc), ilaste (i), skaliste – skaly (sk), szkieletowe (sz), wytworzone ze skal o spoiwie nieweglanowym (θ), wytworzone ze skal krystalicznych (∇), torfy niskie (n), przejsciowe i wysokie (v)	-	1	1; 2	2; 3	3; 5

Uwagi:

stopien nasilenia erozji: 1 - slaby; 2 - umiarkowany; 3 - sredni; 4 - silny; 5 - bardzo silny;
w przypadku podanych jednoczesnie dwóch stopni zagrozenia erozja, podaje sie przy opadzie ponizej 600 mm mniejszy stopien, a przy opadach powyzej 600 mm wiekszy;
dla utworów glebowych grupy piatej na terenie o spadku > 15° przyjmuje sie:
przy opadach do 600 mm - 3 stopien nasilenia erozji, przy opadach 600-800 mm - 4,
a przy opadach > 800 mm 5 stopien.

Tabela 2

Wyznaczanie stopni nasilenia erozji wawozowej

Stopien erozji wawozowej	Okreslenie erozji wawozowej	Wspólczynnik gestosci sieci wawozów (km×km^{-2})
1	slaba	0,01 – 0,1
2	umiarkowana	0,1 – 0,5
3	srednia	0,5 – 1,0
4	silna	1,0 – 2,0
5	bardzo silna	powyzej 2,0

Ogólna inwentaryzacja erozji - wyznaczenie zasiegów zagrozenia gruntów erozja wodna powierzchniowa o stopniach nasilenia 3, 4, 5, erozja wietrzna o stopniach nasilenia 4, 5 i wystepowania erozji wawozowej o stopniach nasilenia 3, 4, 5 oraz ustalenie obszarów o 1, 2 lub 3 stopniu pilnosci ochrony: wykonywana wg. okreslonych zasad na podstawie map topograficznej i glebowo-rolniczej w skali 1:25000; przeznaczona dla celów planowania i programowania gospodarczych dzialan przeciwerozyjnych.

Szczególowa inwentaryzacja erozji - wyznaczenie zasiegów wystepowania erozji wodnej powierzchniowej, wawozowej i wietrznej o stopniach nasilenia 1, 2, 3, 4, 5: wykonywana wg. okreslonych zasad na podstawie map: sytuacyjno-wysokosciowej, glebowo-rolniczej i geodezyjnej, w skali 1:5000 lub bardziej szczególowych; przeznaczona dla celów projektowania melioracji przeciwerozyjnych.

Ekspertyza erozyjna - okreslenie wg. ustalonych zasad przyczyn (przyrodniczych, gospodarczych) wystepowania i nasilenia procesów erozyjnych, stanu erozji (potencjalnej, aktualnej) i wstepnych koncepcji zabiegów oraz odpowiednie liczbowe, kartograficzne i opisowe opracowanie tych danych dla okreslonego obszaru objetego programowaniem lub projektowaniem melioracji przeciwerozyjnych.

Rejestracja erozji (rozpoznanie terenowe) - charakterystyka bezposrednio w terenie zjawisk erozji wraz ze sporzadzeniem dokumentacji wg. okreslonych zasad; sluzy celom poznawczym i praktycznym. Wykonywana jest po splywach powierzchniowych lub po silnych wiatrach.

Prognoza erozji - przewidywane zasiegi wystepowania i nasilenia erozji przy okreslonych ukladach warunków przyrodniczo-gospodarczych lub w wyniku ich zmian.

Model parametryczny erozji - ujete we wzory matematycznie udowodnione zaleznosci pomiedzy koncowym efektem erozji (strata gleby) i jej czynnikami.

Mapa erozji - graficzny obraz (na podkladzie topograficznym w róznej skali) zasiegów i nasilenia erozji aktualnej lub potencjalnej.

Tabela 3

Wyznaczanie stopni zagrozenia erozja wietrzna

Gleby wedlug podatnosci na deflacje	Wspólczesne doliny rzeczne i lokalne obnizenia terenu			Tereny plaskie i lekko faliste			Wierzchowiny i zbocza na wyzynach			Wierzchowiny i zbocza w górach		
	lesistosc (%)											
	>25	25–15	<15	>25	25–15	<15	>25	25–15	<15	>25	25–15	<15
Bardzo silnie podatne Piaski luzne drobnoziarniste (w tym wydmowe), mursze na torfach, mursze na podlozu mineralnym, gleby murszowate	2 (3)	3 (4)	4 (5)	3 (4)	4 (5)	5	4	5	5	5	5	5
Silnie podatne Piaski luzne gruboziarniste, piaski gliniaste lekkie silnie pylaste, piaski slabogliniaste (rózne), lessy i utwory lessowate	1	2	3	2	3	4	3	4	4	4	4	5
Srednio podatne Piaski gliniaste lekkie (z wyjatkiem silnie pylastych), gleby pylowe zwykle (z wyjatkiem wymienionych w punkcie 2)	-	1	2	1	2	3	2	3	3	3	3	4
Slabo podatne Piaski gliniaste mocne (rózne), gleby pylowe ilaste	-	-	1	-	1	2	1	2	2	2	2	3
Bardzo slabo podatne Gliny i ily		-	-	-	-	1	-	1	1	1	1	2

(3); (4); (5) – dotyczy piasków wydmowych

2.4. Melioracje przeciwerozyjne

Melioracje przeciwerozyjne - zabiegi, których celem jest ochrona przed erozja gruntów rolnych, rekultywacja i zagospodarowanie erozyjnych nieuzytków oraz ochrona i ksztaltowanie krajobrazu.

Biologiczne zabiegi przeciwerozyjne - przeciwdzialanie erozji gleb przez wykorzystanie ochronnych wlasciwosci roslin polowych (plodozmiany przeciwerozyjne), trwalych uzytków zielonych (lak i pastwisk), plantacji trwalych (sady na tarasach i w poprzecznostokowych pasach darni) oraz zakrzewien, zadrzewien i zalesien.

Techniczne zabiegi przeciwerozyjne - sposoby przeciwdzialania erozji gleb z zastosowaniem elementów technicznych w uprawie roli, ksztaltowaniu mikrorzezby i rozlogu gruntów, przy zabudowie wawozów i potoków oraz w innych zabiegach.

Urzadzeniowo-rolne zabiegi przeciwerozyjne - systemy okreslonych zabiegów technicznych, biologicznych i organizacyjnych, celem których jest intensyfikacja produkcji rolnej i ochrona gruntów przed erozja, np. scalenia gruntów wykonane z uwzglednieniem zasad przeciwerozyjnej ochrony.

Agrotechnika przeciwerozyjna:

- ⇦ **orka przeciwerozyjna** - wykonywana poprzecznie do spadku terenu, najlepiej z odkladaniem skiby w góre stoku;
- ⇦ **bezodkladnicowa uprawa roli** - spulchnianie glebszej warstwy gruntu specjalnymi narzedziami (plug bezodkladnicowy, drapacz) bez odwracania poziomu wierzchniego i najczesciej przy pozostawieniu scierni; przeciwdziala zmywom, zlobieniu i deflacji oraz zwieksza retencje wodna:
- ⇦ **nawozenie ochronne strefowo-stokowe** - nawozenie mineralne i organiczne, zróznicowane w dawkach stosownie do zyznosci gleb na poszczególnych elementach rzezby stoku (wierzchowina, zbocze, podnóze i dolina);
- ⇦ **poprzecznostokowe siewy i sadzenie** - rzedy siewu i sadzenia roslin równolegle do warstwic, skutecznie przeciwdzialajace koncentracji strug wodnych wywolujacych erozje zlobinowa i niszczenie zasiewów;
- ⇦ **poprzecznostokowa uprawa roli** (warstwicowa) zabiegi uprawowe i pielegnacyjne wykonywane poprzecznie do spadku terenu lub z niewielkim odchyleniem; ogranicza zmywy gleby i zwieksza retencje wód opadowych;
- ⇦ **zmianowanie przeciwerozyjne** (ochronne) - okreslone nastepstwo upraw polowych, w których po gatunkach slabiej chroniacych glebe (okopowe, jare) nastepuja gatunki o duzych wlasciwosciach glebochronnych (trawy, motylkowe, zboza ozime, miedzyplony ozime); rozróznia sie odrebne zmianowanie dla strefy wierzchowin, zboczy, podnózy oraz dolin;

- ⇦ **plodozmian przeciwerozyjny** (ochronny) - okreslone zmianowanie przeciwerozyjne ustalone na szereg lat i dla pól w danym gospodarstwie;
- ⇦ **uprawa pasmowa** (pasowa) - prostopadle do spadku zboczy pasy upraw zbóz lub okopowych poprzedzielane pasami upraw motylkowych lub traw; zmniejsza srednio o 20-30% erozyjne straty gleby, w porównaniu z uprawami usytuowanymi w dól stoku lecz wymaga duzych pól i specjalistycznego sprzetu.

Przeciwerozyjne rozmieszczenie uzytków (ochronne) - usytuowanie uzytków rolnych, lesnych i wodnych, w dostosowaniu do przyrodniczo-erozyjnych warunków i gospodarczej funkcji danego obszaru; glównymi kryteriami przestrzennego rozmieszczenia uzytków sa: rzezba, rolnicza przydatnosc gleb, stopien zagrozenia erozja, wzniesienie nad poziomem morza, wielkosc opadu rocznego, srednia temperatura i trudnosci agrotechniki.

Uzytek przeciwerozyjny (ochronny) - grunty z okrywa roslinna pelniaca funkcje glebochronna lub glebochronno-produkcyjna oraz grunty pod zbiornikami retencyjnymi i kolmatacyjnymi gromadzacymi wody ze splywów powierzchniowych.

Pasy chlonne (buforowe) - kilkumetrowej szerokosci pasy gruntu umocnione trwala roslinnoscia (drzewa, krzewy, darn) i usytuowane prostopadle do spadku terenu, stosowane glównie w celu rozpraszania splywów powierzchniowych; bardzo efektywne przy zabezpieczaniu zboczy przed soliflukcja (splywaniem gleby).

Fitomelioracje przeciwerozyjne - zabudowa terenu, zwykle miejsc najbardziej zagrozonych erozja trwalymi formacjami roslinnymi - zadrzewienie, zakrzewienie, zadarnienie; stanowia zabieg przeciwerozyjny a równoczesnie regeneruja zdegradowany krajobraz i usprawniaja uzytkowanie ziemi.

Uklad pól:
- ⇦ **poprzecznostokowy** (warstwicowy) - dluzsze granice pól przebiegaja równolegle do warstwic, a szerokosc pól jest zalezna od spadku terenu; zwiazana z nim poprzecznostokowa uprawa roli;
- ⇦ **skosnostokowy** - dluzsze granice pól przebiegaja ukosnie do spadku terenu to jest z pewnym odchyleniem od warstwic, a podluzny spadek granic przekracza 3%; sprzyja koncentracji splywów powierzchniowych i moze zwiekszac nasilenie erozji;
- ⇦ **wzdluzstokowy** (z góry na dól) - dluzsze granice pól przebiegaja równolegle do spadku terenu; sprzyja wystepowaniu procesów erozji zwlaszcza zlobinowej i wawozowej a takze zmywom powierzchniowym.

Tarasowanie zboczy - techniczne ksztaltowanie powierzchni zboczy przez wykonanie róznego rodzaju tarasów przewaznie naorywanych, a niekiedy wykonywanych spycharkami; bardzo skuteczny zabieg przeciwerozyjny.

Ksztaltowanie przeciwerozyjne dróg rolniczych obejmuje:

- ⇦ **trasowanie** - uzytkowanie drogi w miejscach malego doplywu wód powierzchniowych;
- ⇦ **utrwalenie jezdni** - wyprofilowanie oraz umocnienie nawierzchni, np. pokrycie dywanikiem bitumicznym, kruszywem lamanym lub naturalnym, podbudowa z lessu stabilizowanego cementem lub cementem z popiolami z wegla brunatnego, polozenie darniny lub zadarnienie przez obsiew oraz wykonanie progów;
- ⇦ **umocnienie poboczy** - odpowiednie uksztaltowanie poboczy, najczesciej z rowem oraz umocnienie pasa gruntu bezposrednio przyleglego do drogi darnina, plytkami betonowymi, siatka plastikowa itp.; celem tych zbiegów jest przechwycenie wód powierzchniowych doplywajacych do jezdni.

Zabudowa wawozu - zastosowanie okreslonych zabiegów biologicznych lub technicznych w celu utrwalenia lub calkowitego zlikwidowania wawozu:

- ⇦ **zabudowa biologiczna** - utrwalenie wawozu trwala roslinnoscia (drzewa, krzewy, darn);
- ⇦ **zabudowa techniczna** - umocnienie wawozu urzadzeniami technicznymi: plotki, przegrody, groble, schodki, bystrotoki, siatki, stopnie skrzynkowe i inne;
- ⇦ **zabudowa biotechniczna** - umocnienie wawozu trwala roslinnoscia i urzadzeniami technicznymi;
- ⇦ **zasypywanie wawozu** - mechaniczne wypelnienie wawozu ziemia z przyleglego terenu lub odpadami przemyslowymi (skala plona) lub komunalnymi, a nastepnie odpowiednie zrekultywowanie powierzchni powawozowej;
- ⇦ **zabudowa zbiornikami retencyjnymi** - wykonanie okreslonych budowli hydrotechnicznych retencjonujacych wody powierzchniowe równiez dla celów gospodarczych; zabieg wskazany w duzych wawozach dolinowych, o stalym przeplywie wody lub o rozleglych zlewniach;
- ⇦ **zabudowa zbiornikami kolmatacyjnymi** - wykonanie okreslonych budowli technicznych, najczesciej przegród u wylotu wawozu zatrzymujacych rumowisko ziemne niesione przez wody powierzchniowe ze zlewni wawozu, w celu zamulenia (zakolamatowania) wawozu;
- ⇦ **zagospodarowanie sadownicze** - urzadzenie sadu z zastosowaniem okreslonego systemu przeciwerozyjnego (np. tarasów, pasów darni itp.), zabieg celowy w wawozach znajdujacych sie w koncowych stadiach rozwoju i o gruntach zwiezlych oraz wystepujacych w poblizu gospodarstw;
- ⇦ **zagospodarowanie pastwiskowe** - urzadzenie pastwiska z zastosowaniem okreslonych zabiegów przeciwerozyjnych (np. bruzd chlonnych), wskazane w wawozach znajdujacych sie w stadium starosci i zlokalizowanych w poblizu centrum gospodarstwa;

⇦ **zagospodarowanie rekreacyjne** - biotechniczna zabudowa ograniczajaca procesy erozyjne, przy równoczesnym zachowaniu i podniesieniu walorów krajobrazowych, przystosowana dla celów turystyki i rekreacji.

Zabudowa przeciwerozyjna cieku rzecznego - utrwalanie koryta cieku róznymi budowlami technicznymi (np. bystrotoki, róznego rodzaju korekcje, zapory) oraz umacnianie pasa gruntu przykorytowego (przybrzeznego) przez zastosowanie trwalej roslinnosci.

Bruzdy chlonne - wyorywanie wzdluz warstwic bruzd na gruntach ornych i pastwiskach w celu zwiekszenia retencji wody w glebie.

Gleboszowanie - wykonanie na powierzchni gleby, specjalnym narzedziem naciec w okreslonej rozstawie i poprzecznie do spadku terenu, celem zwiekszenia retencji wód opadowych.

Kierowanie splywem powierzchniowym - przechwytywanie i odprowadzanie powierzchniowych splywów wody z deszczu lub z tajacego sniegu, najczesciej systemem bruzd, umocnionych rowów lub zadarnionych dolinek.

Matowanie (mulczowanie) - zabieg okresowy polegajacy na pokrywaniu powierzchni gruntu odpadowym materialem organicznym, zwykle resztkami roslinnosci (np. sloma, lety, strakowiny, trawa), w celu przeciwdzialania zmywom lub deflacji gleby; w przypadku matowania resztkami organicznymi uzyskuje sie dodatkowy efekt nawozenia.

Umacnianie chemiczne powierzchni gruntu - pokrywanie powierzchni substancjami chemicznymi o wlasciwosciach blonotwórczych lub zwiekszajacych gruzelkowatosc gleby; zabieg przeciwdzialajacy zmywom lub deflacji gleby oraz poprawiajacy warunki wzrostu roslin, zwlaszcza wilgotnosc gleby.

Zeskalanie gruntu - wprowadzenie do gruntu w okreslonym ukladzie przestrzennym substancji (zastrzyków) np. z zaprawy cementowej, bitumicznej, krzemowej lub ze szkla wodnego albo przepuszczenie pradu stalego przez elektrody umieszczone w gruncie; zabieg zwiekszajacy wytrzymalosc i spójnosc mas ziemnych i chroniacy przed osuwiskami.

Ksztaltowanie przeciwerozyjne obszaru - kompleksowe dzialania prawne, organizacyjne i ekotechniczne zmierzajace do zabezpieczenia aktualnie i w przyszlosci mozliwie optymalnych warunków ochrony terenu przed erozja.

Program ochrony gruntów przed erozja - opracowanie kierunków, zasad i sposobów dzialan przeciwerozyjnych wraz z okresleniem nakladów finansowych i

etapów realizacyjnych oraz efektów spoleczno-ekonomicznych zaprogramowanych inwestycji przeciwerozyjnych.

Projekt zabiegów przeciwerozyjnych - opracowanie odpowiedniej dokumentacji w zakresie zaprogramowanych dzialan przeciwerozyjnych, w której opracowuje sie projekty techniczne.

Plan zabiegów przeciwerozyjnych - opracowanie szczególowego planu wdrozen okreslonych zabiegów ograniczajacych erozje wraz z okresleniem obowiazków uzytkowników gruntów i sluzby rolnej w zakresie uzytkowania gruntów i konserwacji urzadzen przeciwerozyjnych.

3. OCENA STANU ZAGROZENIA EROZJA GLEB W POLSCE

Polska chociaz znajduje sie w strefie klimatu umiarkowanego nie stwarzajacego silnego zagrozenia procesami erozyjnymi, to jednak po okolo 1/3 ogólnego obszaru jest zagrozona erozja wodna powierzchniowa oraz erozja wietrzna, a na okolo 1/5 wystepuje erozja wawozowa.

3.1. Rozmieszczenie przestrzenne obszarów o róznym stopniu nasilenia potencjalnej erozji wodnej w Polsce w ukladzie województw wraz z wyznaczeniem stopni pilnosci ochrony przeciwerozyjnej

Zagrozenie Polski erozja wodna powierzchniowa opracowano z uwzglednieniem tylko glównych kryteriów przyrodniczych to jest: nachylenia terenu, podatnosci gleb na zmywy powierzchniowe i wielkosci opadu rocznego. Nie brano pod uwage sposobu uzytkowania ziemi, co oznacza, ze do obszarów potencjalnie zagrozonych erozja wodna wlaczono równiez tereny zalesione.

Przeprowadzone badania wykazaly, ze okolo 29% obszaru kraju, w tym 21% uzytków rolnych, glównie gruntów ornych i okolo 8% powierzchni lasów jest zagrozonych erozja wodna w tym silna - 4%, srednia - 11%, a slaba -14% (rys. 3, tab. 4).

Najbardziej zagrozone erozja wodna powierzchniowa jest woj. **malopolskie** okolo 57% ogólnego obszaru w tym dominuje erozja silna (26% obszaru) nad srednia (21% obszaru). Równiez w woj. **podkarpackim** przewaza zagrozenie erozja silna, 17% ogólnego obszaru. Erozja srednia wystepuje na okolo 11% a slaba na 8%. W obu wymienionych województwach wystepuje pierwszy stopien pilnosci przeciwdzialania erozji - ochrona bardzo pilna. Powazny problem, chociaz wystepujacy bardziej lokalnie stwarza erozja wodna w województwach **slaskim, swietokrzyskim, lubelskim i dolnoslaskim**, gdzie erozja silna lacznie ze srednia zagraza

takiej samej lub nawet wiekszej powierzchni województwa niz erozja slaba. Województwa te sa objete drugim stopniem pilnosci ochrony przeciwerozyjnej - ochrona pilna.

Tabela 2

Erozja wodna powierzchniowa w Polsce wg województw

Województwo	Pow. ogólna km^2	Zagrozenie erozja w stopniu																Stopien pilnosci przeciwerozyjnej ochrony
		1 - slabym				2 - srednim				3 - silnym				2 - 3				
		UR		Ls		UR		Ls		UR		Ls		UR		Ls		
		km^2	%	km^2	%	km^2	%	km^2	%	km^2	%	km^2	%	km^2	%	km^2	%	
Dolnoslaskie	19947,8	1924,4	9,6	990,0	5,0	1361,5	6,8	754,2	3,8	289,7	1,5	346,1	1,7	1651,2	8,3	1100,3	5,5	2
Kujawsko-Pomorskie	17969,7	2116,2	11,8	520,3	2,9	1773,6	9,9	671,2	3,7	57,0	0,3	3,6	0,0	1830,6	10,2	674,8	3,8	2
Lubelskie	25114,5	3386,7	13,5	456,4	1,8	1927,3	7,7	280,7	1,1	1307,3	5,2	219,6	0,9	3234,6	12,9	500,3	2,0	2
Lubuskie	13984,4	807,2	5,8	842,9	6,0	587,3	4,2	847,8	6,1	12,9	0,1	14,9	0,1	600,2	4,3	862,7	4,9	3
Lódzkie	18219,1	2139,9	11,7	442,1	2,4	771,0	4,2	287,2	1,6	78,9	0,4	16,8	0,1	849,9	4,7	304,0	1,7	3
Malopolskie	15144,1	1198,5	7,9	256,5	1,7	1712,5	11,3	1440,5	9,5	3116,0	20,6	848,2	5,6	4828,5	31,9	2288,7	15,1	1
Mazowieckie	35597,8	2641,1	7,4	539,4	1,5	1232,8	3,5	745,6	2,1	147,2	0,4	50,6	0,1	1380,0	3,9	796,2	2,2	3
Opolskie	9412,5	676,3	7,2	156,9	1,7	200,8	2,1	116,9	1,2	8,1	0,1	1,2	0,0	208,9	2,2	118,1	1,3	3
Podkarpackie	17926,3	1168,2	6,5	349,6	2,0	1084,0	6,0	832,4	4,6	2015,6	11,2	1052,3	5,9	3099,6	17,3	1884,7	10,5	1
Podlaskie	20179,6	2836,1	14,0	692,5	3,4	1488,9	7,4	479,2	2,4	51,2	0,2	13,2	0,1	1540,1	7,6	492,4	2,4	3
Pomorskie	18292,9	2235,9	12,2	1023,4	5,6	2409,0	13,2	1789,0	9,8	29,2	0,2	20,9	0,1	2439,2	13,2	1809,9	9,9	2
Slaskie	12294,4	1914,8	1,6	560,2	4,6	831,6	6,8	840,8	6,8	658,9	5,4	199,1	1,6	1490,5	12,1	1039,9	8,5	2
Swietokrzyskie	11672,3	2269,9	19,4	500,3	4,3	982,9	8,4	192,7	1,7	829,8	7,1	92,0	0,8	1812,7	15,5	284,7	2,4	2
Warminsko-Mazurskie	24203,0	2863,8	11,8	756,8	3,1	2566,9	10,6	872,0	3,6	10,0	0,0	9,5	0,0	2576,9	10,6	881,5	3,6	2
Wielkopolskie	29825,6	1977,1	6,6	650,4	2,2	1416,9	4,8	885,0	3,0	45,1	0,2	49,3	0,2	1462,0	4,9	934,3	3,1	3
Zachodniopomorskie	22901,5	2724,5	11,9	1401,1	6,1	1717,8	7,5	1355,0	5,9	4,0	0,0	2,3	0,0	1721,8	7,5	1357,3	5,9	2
Polska	**312685,0**	**32980,6**	**10,5**	**10138,8**	**3,2**	**22064,8**	**7,1**	**12390,2**	**4,0**	**8660,9**	**2,8**	**2939,6**	**0,9**	**30725,7**	**9,8**	**15329,8**	**4,9**	**2**

Do 1-go stopnia pilnosci przeciwerozyjnej ochrony w poszczególnych województwach naleza powiaty:
Dolnoslaskim - Jelenia Góra, Klodzko, Luban, Walbrzych;
Lubelskim - Hrubieszów**,** Janów Lubelski, Krasnystaw, Krasnik, Lublin, Swidnik, Zamosc;
Malopolskim - Bochnia, Chrzanów, Gorlice, Kraków, Limanowa, Miechów, Myslenice, Nowy Sacz, Nowy Targ, Olkusz, Proszowice, Sucha Beskidzka, Tarnów, Tatrzanski, Wadowice, Wieliczka;
Podkarpackim - Bieszczadzki, Brzozów, Debica, Jaslo, Krosno, Przemysl, Ropczycko-Sedziszowski, Rzeszów, Sanok, Strzyzów;
Podlaskim - Suwalki;
Pomorskim - Bytów, Gdynia, Kartuzy, Koscierzyna, Lebork, Sopot, Wejherowo;
Slaskim - Bielsko Biala, Bytom, Cieszyn, Jastrzebie Zdrój, Jaworzno, Wodzislaw Slaski, Zywiec;

Swietokrzyskim - Kazimierza Wielka, Opatów, Ostrowiec Swietokrzyski, Sandomierz, Starachowice;
Warminsko-Mazurskim - Nowe Miasto Lubawskie, Olecko.

Drugi stopien pilnosci ochrony wystepuje takze w woj. **pomorskim i zachodniopomorskim**. W tych województwach erozja srednia przewaza lub zajmuje takie same powierzchnie jak erozja slaba, od 23% ogólnego obszaru do 13%. W szesciu pozostalych województwach (lubuskim, lódzkim, mazowieckim, opolskim, podlaskim i wielkopolskim) o terenach równinnych erozja srednia wystepuje na kilku procentach ogólnej powierzchni, a silna na ponizej 1%. Sa to województwa o najmniej pilnej ochronie przed erozja.

Biorac pod uwage warunki regionalne mozna wyróznic cztery rozlegle obszary - regiony o róznym stopniu zagrozenia erozja.

Region górski. Bardzo silnie zagrozone erozja wodna sa wszystkie górzyste krainy karpackie, znajdujace sie w poludniowej czesci województw podkarpackiego, malopolskiego i slaskiego. Potencjalna erozja silna i srednia wystepuje na powierzchni krain od okolo 80% (Tatry, Beskidy Zachodnie), okolo 60% (Bieszczady i Podhale) do okolo 50% (Beskidy Srodkowe). Silnie zagrozone sa Sudety, gdzie erozja silna i srednia wystepuje na 45% obszaru.

Takie zagrozenie przez erozje wodna regionu karpackiego i sudeckiego determinuja bardzo duze wysokosci wzgledne (do 2600 m npm), duze nachylenia stoków oraz duze opady roczne, od 800 do 1800 mm, najczesciej powyzej 1000 mm. Zaznaczyc jednak nalezy, ze pewna czesc zagrozonych terenów jest aktualnie chroniona przez trwala szate roslinna - przez lasy okolo 40% w Bieszczadach, Tatrach i Beskidach Zachodnich, okolo 30% w Beskidach Srodkowych i okolo 20% na Podhalu i w Sudetach, a przez laki i pastwiska jeszcze dodatkowo okolo 10%.

W przypadku górskich gruntów ornych procesy erozji sa w pewnym stopniu ograniczane równiez poprzecznostokowym ukladem dzialek i znacznym udzialem motylkowych w strukturze zasiewów oraz przewaga gleb pseudobielicowych i gleb wylugowanych o gliniastym skladzie granulometrycznym, nalezacych do 3 kompleksów uprawowych: owsiano-ziemniaczanego górskiego, owsiano-paste-wnego górskiego i zbozowego górskiego. Jest to równiez region o najbardziej niekorzystnych warunkach agroklimatycznych dla upraw polowych.

Region pogórzy. Silnie zagrozone erozja wodna jest Pogórze Beskidzkie, gdzie erozja silna i srednia wystepuje na okolo 45% obszaru. Jest to uwarunkowane bardzo urozmaicona rzezba terenu i duzymi spadkami stoków, rocznymi opadami 600-1000 mm oraz znaczna powierzchnia gleb lessowych, najbardziej podatnych na zmywy powierzchniowe. W pólnocnej czesci regionu wystepuja gleby pseudobielicowe i gleby bielicowe wytworzone z lessów i utworów lessowatych, kompleksu pszennego górskiego. W czesci poludniowej wprawdzie przewaza typ gleb pseudoblielicowych i gleb brunatnych wylugowanych wytworzonych z glin slabo podatnych na zmywy i nalezacych do kompleksu zbozowego górskiego, lecz juz w czesci zachodniej duzy udzial maja gleby lessowe. Warunki agroklimatyczne dla produkcji rolnej wahaja sie od srednich w czesci wschodniej i srodkowej do dobrych i

bardzo dobrych w czesci zachodniej. Srednia roczna temperatura wynosi 7,2^{0}C. Dominuja drobne gospodarstwa chlopskie z uciazliwa szachownica gruntów.
Pogórze Beskidzkie natomiast jest srednio zagrozone. Erozja silna i srednia wystepuje na powyzej 10% obszaru.
W obu krainach lasy i trwale uzytki zielone chronia zaledwie po okolo kilka procent powierzchni zagrozonej erozja wodna.

Region wyzyn. Wyzyna Lubelska wraz z Roztoczem, Niecka Nidzianska i Wyzyna Krakowsko-Czestochowska sa silnie, a Wyzyna Kielecko-Sandomierska srednio zagrozone erozja wodna. Jest to wynikiem urozmaiconej rzezby terenu, bardzo duzej podatnosci gleb lessowatych na zmywy powierzchniowe, generalnie malej powierzchni lasów (w znacznej czesci zlewni zaledwie po kilka procent) i trwalych uzytków zielonych oraz przewagi wzdluzstokowego ukladu dzialek. Omawiany obszar nalezy do rejonów intensywnego rozwoju rolnictwa. Na terenach erodowanych przewazaja gleby pseudobielicowe i gleby brunatne (wlasciwe i wylugowane) oraz czarnoziemy, wszystkie wytworzone z lessów. Naleza one do kompleksów pszennego bardzo dobrego i dobrego. Procentowo niewielki udzial zajmuja redziny róznych formacji geologicznych zaliczone do kompleksu pszennego wadliwego, silnie degradowane przez zmywy. Warunki agroekologiczne dla produkcji rolniczej sa dobre i bardzo dobre. Opady roczne wynosza okolo 600 mm, a srednia temperatura 7,5^{0}C. Przewazaja drobne gospodarstwa rolne o sredniej powierzchni 5 ha, z uciazliwa szachownica gruntów.

Region pojezierzy obejmuje Pojezierza Wschodniobaltyckie oraz Pojezierza i Pobrzeza Poludniowobaltyckie. Generalnie jest to obszar zagrozony erozja wodna w stopniu srednim, a tylko Pojezierze Suwalskie i Wschodniopomorskie w stopniu silnym. Mlodoglacjalna rzezba terenu jest znacznie urozmaicona. Wierzchowiny zajmuja niewielkie powierzchnie a stoki sa krótkie. Gleby sa bardzo zróznicowane typologicznie, przewaznie srednio i slabo podatne na zmywy powierzchniowe. Typologicznie dominuja gleby pseudobielicowe i gleby brunatne wylugowane. Znacznie mniejsza powierzchnie zajmuja gleby brunatne wlasciwe. Oba dominujace typy gleb sa wytworzone z glin lekkich, piasków gliniastych na glinach, piasków slabogliniastych i piasków luznych. Przydatnosc rolnicza gleb jest bardzo zróznicowana. Wystepuja kompleksy takie jak: pszenny dobry, zytni bardzo dobry, zytni dobry, zytni slaby, zytni bardzo slaby, zytnio lubinowy a lokalnie pszenny wadliwy. Warunki agroklimatyczne sa bardzo zróznicowane. Obszary z agroklimatem korzystnym wystepuja w srodkowej i zachodniej czesci obszaru i zajmuja okolo 50% powierzchni. Na pozostalym obszarze wystepuja warunki agroklimatyczne od srednich do zlych. W omawianym regionie wystepuje 39,2% gruntów ornych, 13,7% uzytków zielonych, 32,7% lasów i 2% jezior. Okolo polowy gruntów rolnych byla lub jest w uzytkowaniu gospodarstw wielkoobszarowych.

Rys.3. Mapa potencjalnej erozji wodnej

Rys.4. Mapa erozji wawozowej w Polsce

3.2. Rozmieszczenie przestrzenne obszarów o róznej gestosci sieci wawozowej w Polsce w ukladzie województw wraz z wyznaczeniem stopni pilnosci zagospodarowania wawozów

Erozja wawozowa wystepuje na okolo 18% powierzchni Polski, w tym najwiekszy obszar okolo 11% (2,5 mln ha gruntów rolnych i 0,8 mln gruntów lesnych) zajmuje erozja slaba o gestosci wawozów 0,1-0,5 km/km^2 (rys. 4, tab. 5). Znacznie mniejszy obszar, okolo 4% (1 mln ha gruntów rolnych i 0,3 mln ha gruntów lesnych) przypada na erozje srednia o gestosci wawozów 0,5-1 km/km^2. Obszar, okolo 2% (0,6 mln ha gruntów rolnych i 0,15 mln ha lesnych) zajmuje erozja silna o gestosci wawozów 1-2 km/km^2. Na najmniejszym obszarze, ponizej 1% (0,1 mln ha gruntów rolnych i 25 tys. ha lesnych) wystepuje erozja bardzo silna o gestosci wawozów powyzej 2 km/km^2. Lacznie dlugosc wawozów w Polsce wynosi okolo 40 tys. km.

Najbardziej rozwinieta siec wawozów ma województwo **malopolskie**, gdzie wawozy wystepuja na okolo 53% obszaru. Wprawdzie najwiekszy obszar (25%) zajmuje erozja wawozowa srednia o gestosci wawozów 0,5-1 km/km^2 to jednak na 14% obszaru wystepuje erozja silna o gestosci wawozów 1-2 km/km^2 a na powyzej 1% obszaru erozja bardzo silna o gestosci wawozów powyzej 2 km/km^2. Województwo to zaliczono do pierwszego stopnia pilnosci ochrony - zagospodarowanie wawozów bardzo pilne. Silnie rozczlonkowane wawozami jest województwo **podkarpackie**, w którym 24% obszaru ma gestosc wawozów powyzej 0,5 km/km^2, w tym az 14% ma gestosc wawozów 1-2 km/km^2 (podobnie jak w malopolskim).

Szczególny problem stwarza erozja wawozowa w województwie **lubelskim**. Ma ono bowiem najwiekszy (sposród wszystkich województw) obszar (okolo 3%) rozczlonkowany wawozami o gestosci powyzej 2 km/km^2. Oprócz tego powyzej 4% obszaru ma gestosc wawozów 1-2 km/km^2, 7% gestosc 0,5-1 km/km^2, a tylko 6% gestosc ponizej 0,5 km/km^2. Duza gestosc wawozów wystepuje takze w woj. **swietokrzyskim**. Wawozy wystepuja na podobnym obszarze jak w lubelskim - okolo 20%. Równiez podobny obszar, jak w lubelskim - 14% jest rozczlonkowany siecia wawozów o gestosci powyzej 0,5 km/km^2, z tym ze gestosc wawozów powyzej 2 km/km^2 zajmuje niecaly 1% obszaru. Ostatnio omawiane trzy województwa - podkarpackie, lubelskie i swietokrzyskie zostaly zaliczone do drugiego stopnia pilnosci zagospodarowania wawozów - zagospodarowanie pilne.

Pozostale województwa maja trzeci stopien pilnosci przeciwdzialania erozji wawozowej - zagospodarowanie wawozów pilne lokalnie. W tych województwach wawozy o gestosci powyzej 0,5 km/km^2 wystepuja na ponizej 10% powierzchni.

Bardzo silnie rozczlonkowane siecia wawozów sa Pogórze Beskidzkie, Sudety Wschodnie i Roztocze. Gestosc wawozów powyzej 0,5 km/km^2 wystepuje na powierzchni tych krain od 64% (Pogórze Zachodniobeskidzkie) do 32% (Sudety Wschodnie) uzytków rolnych oraz od 22% (Sudety Wschodnie) do 9% (Pogórze Beskidzkie) powierzchni lesnych.

Ta najwieksza gestosc sieci wawozowej w omawianych krainach determinuja: silnie wyksztalcona rzezba terenu z duzymi deniwelacjami, wystepowanie na znacznym obszarze gleb wytworzonych z lessów (Pogórze Beskidzkie, Roztocze) oraz duze opady roczne, ze znaczna czestotliwoscia ulew letnich.

Silnie rozczlonkowane wawozami sa takie jednostki górskie jak Beskidy, Tatry i Sudety (Srodkowe i Zachodnie) i jednostki wyzynne jak Niecka Nidzianska, Wyzyna Lubelska i Zachodniowolynska. Wielkosc obszarów z gestoscia wawozów powyzej 0,5 km/km^2 waha sie tam w granicach od 40% (Beskidy Zachodnie) do 25% (Wyzyna Zachodniowolynska). Wawozy rozcinaja od 39% (Niecka Nidzianska) do 20% (Bieszczady) uzytków rolnych i od 26% (Beskidy Zachodnie), 12% (Beskidy Srodkowe) do kilku procent (Niecka Nidzianska i Wyzyna Lubelska) powierzchni lesnych.

Czynnikami wawozotwórczymi w wymienionych krainach górskich sa duze opady roczne i silnie rozbudowana rzezba a w krainach wyzynnych przewaga gleb wytworzonych z lessów i zróznicowana rzezba terenu.

Srednio rozczlonkowane wawozami sa: Pogórze Zachodniosudeckie, Kotlina Ostrawska i Brama Krakowska, Wyzyny Krakowsko-Czestochowska i Kielecko-Sandomierska i Pojezierze Wschodniopomorskie. Obszary z gestoscia wawozów powyzej 0,5 km/km^2 wynosza tam 23% (Kotlina Ostrawska) do 10% (Pojezierze Wschodniopomorskie). Wawozy wystepuja na uzytkach rolnych od 40% (Pojezierze Wschodniopomorskie, Kotlina Ostrawska i Pojezierze Zachodniosudeckie) do okolo 13% (Brama Krakowska) a na gruntach lesnych od okolo 10% (Pojezierze Wschodniopomorskie) do 2% (Brama Krakowska, Wyzyna Kielecko-Sandomierska i Kotlina Ostrawska). Powstawaniu wawozów sprzyjaja silnie na terenach pogórza, kotlin karpackich i pojezierzy zróznicowana rzezba i znaczne opady a na terenach wyzyn wystepowanie gleb wytworzonych z lessów i zróznicowana rzezba.

Slabo rozczlonkowany wawozami jest pozostaly teren Polski srodkowej. Wawozy o gestosci powyzej 0,5 km/km^2 wystepuja w kilkunastu krainach na powierzchni, co najwyzej do 10% a w pozostalych sporadycznie.

Oprócz omówionych czynników przyrodniczych (rzezba, gleba, opady atmosferyczne) wyznaczajacych na obszarze Polski nasilenie erozji wawozowej nalezy omówic jeszcze jeden czynnik majacy powazny udzial w powstawaniu wawozów. Jest to czynnik pochodzenia antropogenicznego wyrazony nieodpowiednim rozmieszczeniem uzytków rolno-lesnych w terenach stokowych, ornym uzytkowaniem

stromych zboczy, niewlasciwym usytuowaniem w rzezbie terenu dróg rolniczych i nie umocnieniem odcinków erodowanych oraz nie stosowaniem agrotechniki przeciwerozyjnej.

Tabela 5

Erozja wawozowa w Polsce wedlug województw

Województwo	Pow. ogólna wojew. km^2	Erozja wawozowa w stopniu																				Stopien pilnosci zagospodarowania wawozów
		slabym				srednim				silnym						bardzo silnym		srednim-bardzo silnym				
		UR		Ls		UR		Ls		UR		Ls				UR	Ls	UR		Ls		
		km^2	%	km^2	%	km^2	%	km^2	%	km^2	%	km^2	%	km^2	%	km^2	%	km^2	%	km^2	%	
Dolnoslaskie	19947,8	2646,1	13,3	720,0	3,6	928,5	4,7	398,0	2,0	358,7	1,8	228,6	1,1	14,8	0,1	4,1	0,0	1302,0	6,6	630,7	3,2	3
Kujawsko-Pomorskie	17969,7	1924,8	10,7	394,8	2,2	191,7	1,1	26,7	0,1	66,6	0,4	20,3	0,1	-	-	-	-	258,3	1,4	47,0	0,3	3
Lubelskie	25114,5	1276,3	5,1	130,0	0,5	1576,8	6,3	177,8	0,7	949,5	3,8	124,4	0,5	546,4	2,2	143,5	0,6	3072,7	12,2	445,7	1,8	2
Lubuskie	13984,4	1007,6	7,2	851,6	6,1	46,8	0,3	21,0	0,2	2,3	0,0	5,5	0,0	4,7	0,0	-	-	53,8	0,4	26,5	0,2	3
Lódzkie	18219,1	527,3	2,9	96,9	0,5	109,7	0,6	9,3	0,1	18,3	0,1	4,7	0,0	-	-	-	-	128,0	0,7	14,0	0,1	3
Malopolskie	15144,1	1422,4	9,4	499,6	3,3	2756,2	18,2	952,2	6,3	1770,4	11,7	343,2	2,3	172,9	1,1	48,9	0,3	4699,5	31,0	1344,3	8,9	1
Mazowieckie	35597,8	358,6	1,0	115,1	0,3	80,4	0,2	24,0	0,1	23,7	0,1	1,0	0,0	17,7	0,0	-	-	121,8	0,3	25,0	0,1	3
Opolskie	9412,5	606,1	6,4	154,2	1,6	313,5	3,4	23,2	0,2	-	-	-	-	-	-	-	-	313,5	3,4	23,2	0,2	3
Podkarpackie	17926,3	74,3	0,4	23,2	0,1	1215,1	6,8	432,1	2,4	1835,6	10,2	634,0	3,5	168,7	0,9	23,4	0,1	3219,4	18,0	1089,5	6,1	2
Podlaskie	20179,6	515,4	2,6	177,7	0,9	18,3	0,1	1,4	0,0	5,2	0,0	4,0	0,0	-	-	-	-	23,5	0,1	5,4	0,0	-
Pomorskie	18292,9	3126,5	17,1	1053,6	5,8	609,1	3,3	156,6	0,9	7,6	0,0	0,7	0,0	-	-	-	-	616,7	3,4	157,3	0,9	3
Slaskie	12294,0	584,5	4,8	286,5	2,3	585,9	4,8	133,0	1,1	230,2	1,9	37,4	0,3	-	-	-	-	816,1	6,6	170,4	1,4	3
Swietokrzyskie	11672,3	747,2	6,4	64,8	0,6	742,7	6,4	57,5	0,5	715,6	6,1	44,5	0,4	70,9	0,6	1,1	0,0	1529,2	13,1	103,1	0,9	2
Warminsko-Mazurskie	24203,0	6096,3	25,2	1302,5	5,4	1014,8	4,2	251,2	1,0	27,1	0,1	1,7	0,0	-	-	-	-	1041,9	4,3	252,9	1,0	3
Wielkopolskie	29825,6	1045,3	3,5	497,7	1,7	117,7	0,4	40,4	0,1	17,2	0,1	8,3	0,0	-	-	-	-	134,9	0,5	48,7	0,2	3
Zachodniopomorskie	22901,5	3023,6	13,2	1381,4	6,0	192,9	0,8	90,7	0,4	10,1	0,0	7,9	0,0	-	-	-	-	203,0	0,9	98,6	0,4	3
Polska	**312685,0**	**24982,3**	**8,0**	**7749,6**	**2,5**	**10500,1**	**3,4**	**2795,1**	**0,9**	**6038,1**	**1,9**	**1466,2**	**0,5**	**996,1**	**0,3**	**221,0**	**0,1**	**17534,3**	**5,6**	**4482,3**	**1,4**	**2**

Do 1-go stopnia pilnosci zagospodarowania wawozów w poszczególnych województwach naleza powiaty:
Dolnoslaskim -Jelenia Góra, Kamienna Góra, Klodzko, Lwówek Slaski, Zabkowice Slaskie;
Lubelskim - Janów Lubelski, Krasnystaw, Krasnik, Lublin, Swidnik, Zamosc;
Malopolskim - Bochnia, Gorlice, Kraków, Limanowa, Miechów, Myslenice, Nowy Sacz, Proszowice, Sucha Beskidzka, Tarnów, Tatrzanski, Wadowice, Wieliczka;
Opolskim- Kedzierzyn Kozle;
Podkarpackim - Bieszczadzki, Brzozów, Debica, Jaslo, Krosno, Przemysl, Ropczycko-Sedziszowski, Strzyzów;
Pomorskie - Kartuzy;

Slaskim - Cieszyn, Jastrzebie Zdrój, Wodzislaw;
Swietokrzyskim - Kazimierza Wielka, Ostrowiec Swietokrzyski, Pinczów, Sandomierz;

Biorac pod uwage omówiona strukture zagrozenia erozja wodna powierzchnia i wystepowania sieci wawozowej, nalezy uznac, ze **najbardziej narazone na degradacje erozja wodna** sa:

woj. malopolskie - tereny wyzyn lessowych oraz tereny pogórzy i górskie w granicach powiatów: Bochnia, Gorlice, Kraków, Limanowa, Miechów, Myslenice, Nowy Sacz, Proszowice, Sucha Beskidzka, Tarnów, Tatrzanski, Wadowice;

woj. podkarpackie - tereny pogórzy i górskie w granicach powiatów: Bieszczadzki, Brzozów, Debica, Jaslo, Krosno, Przemysl, Ropczycko-Sedziszowski, Strzyzów;

woj. lubelskie - tereny wyzynne w granicach powiatów: Janów Lubelski, Krasnystaw, Krasnik, Lublin, Swidnik, Zamosc;

woj. swietokrzyskie - tereny wyzynne i górskie w granicach powiatów: Kazimierza Wielka, Ostrowiec Swietokrzyski, Sandomierz;

woj. dolnoslaskie - tereny górskie w granicach powiatów: Jelenia Góra i Klodzko;

woj. slaskie - tereny górskie w granicach powiatów: Cieszyn, Jastrzebie Zdrój i Wodzislaw Slaski.

We wszystkich wymienionych powiatach wystepuje pierwszy stopien pilnosci przeciwdzialania erozji wodnej powierzchniowej i erozji wawozowej (ochrona bardzo pilna).

3.3. Rozmieszczenie przestrzenne obszarów o róznym stopniu nasilenia erozji wietrznej w Polsce w ukladzie województw

Oceny potencjalnego zagrozenia erozja wietrzna dokonano z uwzglednieniem kilku podstawowych kryteriów determinujacych wystepowanie i nasilenie erozji wietrznej takich jak: typ rzezby terenu, podatnosc gleb na deflacje (wywiewanie) i stopien lesistosc terenu.

Z przeprowadzonych badan kartograficznych wynika, ze okolo 28% ogólu uzytków rolnych w kraju jest zagrozone erozja wietrzna, w tym okolo 10% erozja srednia i okolo 1% silna (rys. 5, tab. 6). Potencjalne zagrozenie erozja silna koncentruje sie glównie w centralnej czesci pasa nizin srodkowopolskich i na Pojezierzu Wschodniobaltyckim. Potencjalna erozja srednia wystepuje glównie w srodkowym i wschodnim pasie nizin srodkowopolskich i na przyleglych terenach Pojezierza Wielkopolskiego i Chelminsko-Dobrzynskiego oraz w pasie wyzyn poludniowowschodnich i na Przedgórzu Sudeckim. Generalnie obszar najwiekszego zagrozenia erozja wietrzna obejmuje centralna i poludniowa czesc nizinnych terenów Polski. Jest to wyjatkowo niekorzystne, ze wzgledu na przewage gleb piaszczystych przy malej lesistosci terenu oraz na postepujace “stepowienie”.

Województwa najbardziej zagrozone to lódzkie, mazowieckie, wielkopolskie i podlaskie, gdzie potencjalna erozja wietrzna silna (prowadzaca do tworzenia sie terenów wydmowych) wystepuje na obszarach od okolo 6% (lódzkie) do okolo 1,5% (podlaskie).

Tabela 6

Zagrozenie erozja wietrzna uzytków rolnych w Polsce wedlug województw

Województwo	Pow. ogólna wojew.	Stopien nasilenia erozji						Stopien pilnosci
		slaba		srednia		silna		
		km^2	%	km^2	%	km^2	%	
Dolnoslaskie	19947,8	2990,0	15,0	2384,0	12,0	-	-	3
Kujawsko-Pomorskie	17969,7	4249,0	23,6	1891,0	10,5	16,0	0,1	3
Lubelskie	25114,5	2098,0	8,4	6684,0	26,6	146,0	0,6	3
Lubuskie	13984,4	588,0	4,2	40,0	0,3	48,0	0,3	3
Lódzkie	18219,1	5670,0	31,1	1632,0	9,0	1028,0	5,6	3
Malopolskie	15144,1	2274,0	15,0	1516,0	10,0	16,0	0,1	3
Mazowieckie	35597,8	6640,0	18,7	4277,0	12,0	822,0	2,3	3
Opolskie	9412,5	1286,0	13,7	1408,0	15,0	-	-	3
Podkarpackie	17926,3	1216,0	6,8	1000,0	5,6	16,0	0,1	3
Podlaskie	20179,6	6528,0	32,3	1780,0	8,8	280,0	1,4	3
Pomorskie	18292,9	1884,0	10,3	630,0	3,4	20,0	0,1	3
Slaskie	12294,0	3004,0	24,0	1258,0	10,2	16,0	0,1	3
Swietokrzyskie	11672,3	1926,0	16,5	2384,0	20,4	24,0	0,2	3
Warminsko-Mazurskie	24203,0	3600,0	14,9	545,0	2,3	20,0	0,5	3
Wielkopolskie	29825,6	6289,0	21,1	1208,0	4,1	528,0	1,8	3
Zachodniopomorskie	22901,5	3961,0	17,3	500,0	2,2	12,0	0,1	3
Polska	**312685,0**	**54203,0**	**17,3**	**29137,0**	**9,3**	**3092,0**	**1,0**	**3**

Lokalnie zagrozenie erozja silna wystepuje na duzych powierzchniach terenów wyzynnych woj. lubelskiego i swietokrzyskiego, ze wzgledu na wystepowanie tam gleb wytworzonych z lessów, urozmaicona rzezbie i bardzo mala lesistosc terenu. Równiez w pólnocnej czesci województwa warminsko-mazurskiego i lubuskiego lokalnie znajduja sie powierzchnie terenów zagrozonych silna erozja wietrzna.

4. OCENA EKOLOGICZNYCH I GOSPODARCZYCH SKUTKÓW PROCESÓW EROZJI

Erozja gleby jest jednym z czynników degradujacych srodowisko przyrodnicze a zwlaszcza rolnicza przestrzen produkcyjna. Jej skutki przejawiaja sie w nieko-rzystnych, przewaznie trwalych zmianach warunków przyrodniczych (rzezby, gleb, stosunków wodnych, naturalnej roslinnosci) i warunków gospodarczo-organizacyjnych (deformowanie granic pól, rozczlonkowanie gruntów, poglebianie dróg, niszczenie urzadzen technicznych). Zmiany takie prowadza do obnizenia potencjalu produkcyjnego ziemi i walorów ekologicznych krajobrazu.

O rozmiarach erozyjnej degradacji swiadcza srednie roczne straty gleby, które dla Polski oszacowano na 76 t/km^2 (wobec 84,7 t/km^2 w Europie), przy regionalnym zróznicowaniu od 2,7 t/km^2 na Nizinach Srodkowopolskich do 280 t/km^2 w Karpatach Fliszowych. Dla porównania straty te na innych kontynentach przedstawiaja sie nastepujaco: Afryka, Poludniowa Ameryka i Antyle okolo 700 t/km^2, Azja okolo 600 t/km^2, Pólnocna i Srodkowa Ameryka okolo 500 t/km^2, Australia okolo 300 t/km^2. Na obszarze Polski najwiekszy udzial w degradowaniu terenów maja erozja wodna powierzchniowa i wawozowa, nastepnie erozja wietrzna i na koniec ruchy mas ziemnych.

4.1. Przeksztalcanie rzezby terenu

Przeksztalcanie rzezby terenu zalezy od rodzaju procesów erozyjnych**. Zmywy i zlobienie** powoduja zarówno zróznicowanie rzezby - falistosc zboczy, tworzenie sie skarp, obnizen sródzboczowych i stozków naplywowych jak równiez jej lagodzenie - zmniejszenie spadku i wydluzanie zboczy, obnizanie lokalnych wynioslosci, podwyzszanie dolin itp. (fot. 1). Tempo ewolucji stoków w wyniku zmywów jest bardzo rózne w warunkach naturalnego srodowiska w naszej strefie klimatycznej. Na przyklad na wyzynach, w warunkach intensywnej gospodarki rolnej jest ono dosc szybkie. Srednie obnizenie sie zboczy lessowych w ciagu roku moze osiagnac 0,5 cm w gospodarstwach indywidualnych i 2 cm w gospodarstwach wielkoobszarowych (rys. 6).

Jednak najbardziej destrukcyjnie oddzialywuja **wawozy**. Przez glebokie rozcinanie powierzchni powoduja one niekorzystna fragmentacje stoków - rozczlonkowanie (fot. 2). U wylotu wawozów natomiast tworza sie rozlegle stozki namywowe a jezeli zalegaja one w przewezeniach dolin to spychaja koryta cieków i moga przegrodzic doline.

Procesy **sufozji mechanicznej** lokalnie zupelnie dewastuja powierzchnie. Po zapadnieciu sie podziemnych korytarzy, rozmytych wodami krazacymi w gruncie, tworza sie róznej wielkosci i glebokosci kotly, studnie, slepe dolinki itp.

Róznorodnosc **ruchów masowych** powoduje, ze czesc z nich wplywa na wzrost stromosci stoków (odpadanie, obryw), czesc na wydluzanie i zmniejszanie nachylenia stoków (osuwiska, splywy, spelzanie) a czesc powoduje tworzenie sie zaglebien i niecek (osiadanie). Wszystkie ruchy masowe, z wyjatkiem osiadania, przyczyniaja sie do powstawania róznej wielkosci i miazszosci stozków usypiskowych u podnózy stoków. Najbardziej jednak efektywnym procesem masowym w przeobrazaniu rzezby sa **osuwiska**. Rola osuwisk w rozwoju rzezby polega przede wszystkim na wyznaczaniu kierunków dalszego modelowania stoków, zwlaszcza rozcinania. Wszelkie bowiem zaglebienia poosuwiskowe na stokach sa miejscem koncentracji powierzchniowych splywów wody i prowadza do powstawania zlobin i wawozów. Oprócz zdzierania pokrywy glebowej i okrywy roslinnej na stokach,

osunieta masa, tzw. jezory osuwiskowe niszcza budynki i drogi, barykaduja doliny i zasypuja rzeki.

Rys.5. Zagrozenie erozja wietrzna gruntów rolnych w Polsce

Rys.6. Zmiany rzezby terenu w RZD IUNG Werbkowice w latach 1950-1980

Fot.1.

Fot.2.

Fot.3.

Fot.4.

Skutki przeobrazania rzezby w wyniku **erozji rzecznej** koncentruja sie glównie w dolinach rzecznych - nadbudowa równin zalewowych i kamienców, powstawanie starorzeczy, lach piaszczystych, stozków i walów przykorytowych. W korytach rzek nastepuje natomiast poglebianie i poszerzanie a takze zmiany trasy. Powazny problem stwarza akumulowanie sie rumowiska w potokach górskich. Na przyklad niektóre potoki o zlewni do 10 km^2 akumulowaly w lozyskach 200-600 m^3 rumowiska/km biegu o zlewni okolo 40 km^2 powyzej 7000 m^3/km biegu, a o zlewni 70-230 km^2 okolo 11000m^3/km biegu.

Rzezbotwórcze oddzialywanie **erozji eolicznej** jest najbardziej widoczne i poznane na terenach wydmowych - nadmorskich i sródladowych (wydmuszyska, wydmy pojedyncze i pola wydmowe).

4.2. Degradowanie gleb

Najwieksze zmiany w glebach nastepuja w wyniku **zmywów powierzchniowych** i erozji zlobinowej. Ich intensywnosc zalezy glównie od wielkosci splywów powierzchniowych. Na ilosc splywajacej po stokach wody i zawartego w niej ladunku zmywanego materialu glebowego, oprócz natezenia deszczów i intensywnosci tajania pokrywy sniegowej, wplywa równiez szereg innych czynników, zarówno przyrodniczych jak i zwiazanych z uzytkowaniem ziemi (tab. 7).

Najwieksza erozje powoduja gwaltowne ulewy, nawet jesienne. Jako przyklad podajemy skutki wrzesniowej ulewy (38,4 mm w ciagu 1/2 godziny) w 1976 r. w panstwowym gospodarstwie Olszanka k/Krasnegostwu. Na polu (34 ha) obsianym rzepakiem zostaly rozmyte do glebokosci 40-60 cm wszystkie koleiny po ciagniku i siewniku (rys. 7). Z pomiaru zlobin obliczono, ze z tego pola zostala zmyta 8,2 cm warstwa gleby (powyzej 28 tys. m^3), przy czym zaledwie 3% osadzilo sie w dolinie, reszta splynela do rzeki Wojslawki. Równiez pozostale pola i wawozy zostaly silnie zerodowane, a dnem dolin sródpolnych plynely rwace potoki o przeplywie powyzej 4 m^3/sek.

Procesy zmywania i zlobienia powoduja powazne zmiany typologiczne i gatunkowe gleb. Na zboczach wskutek redukowania profilu wystepuje ogromna mozaika typów i podtypów gleb, w tym o niewyksztalconych typologicznie profilach - zmywanych. Stopien zdegradowania gleby zalezy oczywiscie od nasilenia erozji:

- ⇦ przy erozji slabej nastepuje niewielkie zmywanie gleby z poziomu próchnicznego;

- erozja umiarkowana wyraznie zmienia poziom orno-próchniczny, zmniejsza jego miazszosc i czesciowo pogarsza wlasciwosci bio-fizyko-chemiczne;
- erozja srednia intensywnie redukuje poziom próchniczny i czesto powoduje jego zmycie, a warstwa uprawna jest wytworzona z poziomu przejsciowego;
- erozja silna i bardzo silna przewaznie niszczy caly profil gleby, a warstwa uprawna tworzy sie z podloza (rys. 8).

Tabela 7

Potencjane (*Ap*) i aktualne (*Aa*) starty gleby dla wybranych obszarów lessowych obliczone metoda parametryczna USLE

Wskaznik	Las			Laka		Grunty orne			Sad	
	L_1	L_2	L_3	L_1	L_2	P_1	P_2	P_3	S_1	S_2
R ($I.m^{-2}.mm^{-1}$)	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400
K (lessy-ls, mady-F)	0,7 ls	0,7 ls	0,7 ls	0,7 F	0,7 F	0,7 ls	0,7 ls	0,7 ls	0,7 F	0,7 ls
LS	8,2	5,8	3,3	0,9	0,5	3,0	4,0	0,5	1,9	1,2
(- dlgosc stoku, m)	≈300	≈140	≈50	≈240	≈70	≈150	≈240	≈80	≈240	≈100
(- spadek stoku, ^{0})	≈15	≈15	≈15	≈3	≈3	≈10	≈10	≈3	≈6	≈6
C	0,003	0,003	0,003	0,005	0,005	0,41	0,41	0,41	0,004	0,004
P	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Ap[1/] ($t \times ha^{-1} \times rok^{-1}$)	2296	1624	924	252	140	840	1120	140	532	336
($mm \times rok^{-1}$)	150	110	60	17	10	60	70	10	35	22
Aa[2/] ($t \times ha^{-1} \times rok^{-1}$)	6,9	4,9	2,8	1,26	0,7	344,4	459,2	57,4	2,2	1,3
($mm \times rok^{-1}$)	0,5	0,3	0,2	0,08	0,05	20	30	4,0	0,2	0,1

[1/] $Ap = R \times K \times LS$

[2/] $Aa = R \times K \times LS \times C \times P$

R - wskaZnik erozyjnosci opadu

K - wskaZnik podatnosci gleby na zmywy

LS - wskaZnik erozyjnosci rzeZby terenu

C - wskaZnik erozyjnosci uzytkowania ziemi

P - wskaZnik zabiegów ochronnych

Rys.7. Przykladowy rejestr zjawisk erozji po ulewie. Olszanka, wrzesien 1976 r.

Rys.8. Degradacja gleb przez erozje wodna na stoku lessowym

Rys.9. Spadki terenu i nasilenie erozji w Linowie

Redukowanie miazszosci poziomu próchnicznego i wlaczanie do warstwy uprawnej poziomów glebszych powoduje zmniejszenie sie zawartosci próchnicy, zwykle z okolo 2-3% do ponizej 1%, a zwiekszenie sie ciezaru wlasciwego i objetosciowego gleby. Generalnie gleby erodowane maja zwykle gorszy sklad mechaniczny (wyplukiwanie i wynoszenie ze zboczy najdrobniejszych, a zatem najzyzniejszych czastek glebowych) oraz mniejsza porowatosc (kapilarna i niekapilarna), pojemnosc wodna i przepuszczalnosc. Niekorzystne zmiany wlasciwosci fizycznych wplywaja negatywnie na biologiczna aktywnosc gleby. W glebach intensywnie zmywanych zmniejsza sie ilosc bezkregowców. Najbardziej zmniejsza sie liczba saprofagów - organizmów zywiacych sie resztkami organicznymi, a zwieksza sie liczba szkodliwych fitofagów wykorzystujacych jako pozywienie korzenie roslin. Mozna przypuszczac, ze pogorszenie fizycznych wlasciwosci gleby, a w nastepstwie tego przeobrazenie biogeocenozy w glebach erodowanych jest jedna z przyczyn spadku urodzajnosci. Zupelnie inna sytuacja powstaje u podnózy zboczy i na dnach dolinek sródzboczowych, gdzie jest akumulowany material glebowy zmywany ze zboczy. Nastepuje tam przyrost miazszosci poziomu akumulacyjnego (niekiedy do >2 m) i wzrost zawartosci próchnicy, który w przeliczeniu na jednostke powierzchni jest czesto wielokrotnie wiekszy niz na wierzchowinie. Jednak ten pozornie duzy potencjal produkcyjny gleb namywanych nie zawsze znajduje odbicie w plonowaniu roslin. Czesto sa to gleby o wadliwych wlasciwosciach fizyko-wodnych, okresowo nadmiernie zbite i zaskorupiajace sie. W obnizeniach terenu spotyka sie równiez gleby pogrzebione, w których pierwotny poziom próchniczny i zalegajace na nim, zyzne warstwy wczesniej namyte sa pokryte znacznie ubozszymi namywami pochodzacymi z wyerodowanych zboczy.

Zmywy powierzchniowe maja powazny wplyw na ksztaltowanie sie stosunków wilgotnosciowych gleb stokowych. Gleby na wierzchowinach najmniej erodowane maja zwykle wilgotnosc optymalna. Natomiast polozone na zboczach gleby zmywane, czesto o zupelnie zredukowanym poziomie próchnicznym i o warstwie uprawnej wytworzonej z poziomów glebszych a nawet z podloza, maja najmniejsza wilgotnosc sposród gleb stokowych. Przyczyna tego jest ich zmniejszona przepuszczalnosc i pojemnosc wodna, które znacznie obnizaja wielkosc infiltracji a nasilaja splywy powierzchniowe. Wilgotnosc gleb na podnózach i w dolinach zalezy od skladu mechanicznego. Jesli na gleby zwiezle jest namywany material drobnoziarnisty, zwlaszcza o duzej zawartosci czastek splawialnych, to staja sie one zlewne, podmokle i bardzo wolno obsychaja. Natomiast namywany material piaszczysty bedzie rozluznial strukture i polepszal warunki powietrzno-wodne oczywiscie o ile zostanie przemieszany z gleba w toku uprawy roli. W przypadku gleb luznych namycie czastek pylowych i koloidalnych bedzie poprawialo pojemnosc wodna, a piasek moze jeszcze ja zmniejszyc. Przestrzenne zróznicowanie wilgotnosci gleb jest tym wieksze, im bardziej jest urozmaicona rzezba i im wieksze nasilenie erozji. Utrudnia ono uprawe roli i obniza efekty produkcyjne. Jest to widoczne

zwlaszcza na duzych polach, obejmujacych powierzchnie o róznej konfiguracji - wierzchowiny, zbocza o róznej ekspozycji i spadku, zaglebienia i dolinki. Zróznicowanie wilgotnosci gleb na poszczególnych elementach rzezby opóznia terminy prac agrotechnicznych i ich jakosc, poniewaz gleby na podnózach i w dolinach znacznie pózniej obsychaja. Podobnie przedstawia sie zbiór plonów. Na przyklad zboza na zboczach o ekspozycji doslonecznej dojrzewaja od kilku do kilkunastu dni wczesniej niz na zboczach zacienionych i w dolinkach. Procesy zmywu powierzchniowego o stale duzym nasileniu moga lokalnie doprowadzic do nadmiernego przesuszania lub uwilgotnienia gleb. Zjawisko nadmiernego przesuszania dotyczy przede wszystkim gleb zboczowych, przy czym deficyty wody sa tym wieksze im zbocza bardziej strome i naslonecznione a gleba silniej zerodowana. Na przyklad na wyzynach za trwale suche uwaza sie piaski na zboczach o wystawie poludniowej. Równiez gleby lessowe, wyrózniajace sie ogólnie dobrymi wlasciwosciami fizycznymi, sa w takich warunkach okresowo suche a niekiedy nawet trwale suche. Podobnie rzecz sie ma z redzinami o duzej zawartosci szkieletu. Natomiast do nadmiernie wilgotnych naleza gleby namywane, zwlaszcza u podnózy zboczy o ekspozycji pólnocnej i w dolinkach.

Wawozy przeksztalcaja grunty rolne w nieuzytki, których obszar stale powieksza sie nie tylko kosztem pól bezposrednio niszczonych przez wawozy lecz i z koniecznosci pozostawionych odlogiem powierzchni przywawozowych, ze wzgledu na ich trudna uprawe. Rozczlonkowanie stoków powoduje zwiekszenie liczby dzialek uprawnych i zmniejszenie sie ich powierzchni, co bardzo komplikuje mechanizacje prac polowych (fot. 3).

Glebokie rozcinanie zboczy i dolin drenuje przylegle grunty, obnizajac poziom wód gruntowych. Ponadto zima zwiewany jest do wawozów snieg z sasiednich pól, wskutek czego juz na poczatku wegetacji pola te maja mniejszy zapas wilgoci. Wody powierzchniowe prowadzone przez wawozy rozlewaja sie u wylotu wawozu, powodujac okresowe nadmierne uwilgotnienie gleb a niekiedy nawet zabagnienie. Z wawozów wyplywaja wody roztopowe jeszcze przez kilka lub kilkanascie dni po zakonczeniu tajania sniegu na polach. Stozki naplywowe, tworzace sie ponizej wawozów zniekształcaja stosunki wodne przyleglego terenu. Zwykle sa one zbudowane z przesortowanego materialu o lzejszym skladzie mechanicznym oraz mniejszej zawartosci czastek splawialnych i pylowych, w stosunku do otaczajacego i zamulanego gruntu. W zwiazku z tym tworzace sie gleby na stozkach sa przewaznie zbyt suche, a jesli stozki sa zbudowane ze zwiru, okruchów skalnych lub kamieni (np. w górach) to proces tworzenia sie gleb i ksztaltowania korzystnych stosunków wodnych jest bardzo utrudniony. Stozki zalegajace w przewezeniach dolin spychaja cieki i moga nawet przegradzac doline. Powyzej stozka spadek rzeki zmniejsza sie, koryto ulega splyceniu i nastepuje zabagienie gruntów, a ponizej stozka spadek rzeki wzrasta, zwieksza sie nasilenie erozji dennej, koryto poglebia sie i nastepuje przesuszanie terenu.

Procesy **sufozji i ruchów masowych** zupelnie rujnuja profil gleby w miejscu swego wystepowania i czesto niekorzystnie zmieniaja profile na przyleglych gruntach, jak równiez pogarszaja stosunki wilgotnosciowe. Na przyklad na terenie zdewastowanym przez osuwisko warunki wilgotnosciowe sa zróznicowane. W niszy osuwiskowej, stanowiacej czesto bezodplywowe zaglebienie, gromadzi sie woda powodujaca zabagnienie gruntu. Na rynnie osuwiskowej - drodze przemieszczania sie mas ziemnych, przewaznie pozbawionej wierzchniej warstwy gleby wilgotnosc ksztaltuje sie w zaleznosci od powietrzno-wodnych wlasciwosci odkrytego gruntu. Miejsce akumulacji mas skalnych, zwietrzelinowych lub ziemnych poczatkowo charakteryzuje sie nadmiernym uwilgotnieniem, a nastepnie ksztaltuja sie warunki wodne stosownie do wlasciwosci zakumulowanego materialu.

Splywanie gleb (soliflukcja) powoduje przesuszanie lub nadmierne uwilgotnienie gleb (fot. 4). Przesuszanie nastepuje w górnych czesciach zboczy, z których w wyniku soliflukcji zostal zdarty poziom próchniczny lub warstwa uprawna, a odsloniety poziom przejsciowy lub podloza charakteryzuja sie zwykle gorsza przepuszczalnoscia i pojemnoscia wodna. Splywajaca w procesie soliflukcji rozwodniona masa blotna podlega wymieszaniu i wskutek tego jest niemal zupelnie pozbawiona struktury. W zwiazku z tym bardzo powoli obsycha i podczas gdy gleba na zboczach posiada juz odpowiednia wilgotnosc do rozpoczecia wiosennej uprawy roli to u podnóza, pod cienka sucha warstewka jezorów soliflukcyjnych znajduje sie jeszcze rozwodniona masa blotna.

Sufozja chemiczna na terenach o glebach zasobnych w weglan wapnia, zwlaszcza na czarnoziemach nalessowych oraz na innych glebach wytworzonych z lessów powoduje tworzenie sie wymoków - bezodplywowych zaglebien, które po roztopach sniegowych i ulewnych deszczach sa nadmiernie uwilgotnione, co utrudnia uprawe roli i wplywa na obnizenie plonów. W znacznej czesci zaglebien okresowo lub stale stagnuje woda i z tego wzgledu sa one wylaczone z produkcji i stanowia nieuzytki lub pólnieuzytki. Bezodplywowe niecki powstaja równiez w utworach skalnych, zwietrzelinowych i ziemnych na skutek osiadania, które nastepuje wówczas gdy warstwy przepuszczalne spoczywaja na utworach plastycznych, nieprzepuszczalnych. Warstwy plastyczne przepojone woda pecznieja i zostaje z nich wycisnieta rozwodniona masa ziemna, a zalegajace nad nimi utwory osiadaja i tworza sie zaglebienia o glebach nadmiernie uwilgotnionych, zabagnionych lub nawet zatopionych.

Wplyw procesów eolicznych na zmiany gleb jest jeszcze nie w pelni rozpoznany. Malo jeszcze mamy danych ilosciowych, zwlaszcza dotyczacych skutków deflacji, które jak wskazuja dotychczasowe badania sa duze. Na przyklad na Lubelszczyznie w latach 1982-1990 srednie sumy opadu eolicznego mierzone w $t \cdot km^{-2}$, na wysokosci 10 cm nad powierzchnia gruntu wynosily: dla Roztocza Tomaszowskiego 75-474 rocznie i 302 dla calego okresu, dla Wyzyny Lubelskiej odpowiednio 70-509 i

247, dla Polesia Lubelskiego 47-299 i 156 i dla Niziny Mazowieckiej 32-169 i 116. Ekstremalne opady deflatów stanowia az wielokrotnosc srednich sum rocznych od okolo 2287 $t \cdot km^{-2}$ do okolo 4502 $t \cdot km^{-2}$.

4.3. Zaklócenie rezimu wodnego rzek

W zasadzie wszystkie procesy erozyjne posrednio lub bezposrednio moga oddzialywac na morfologie i hydrologie rzek oraz na budowle i urzadzenia wodne (fot. 5).

Na przyklad zmywy powierzchniowe zmniejszajace przepuszczalnosc i retencje gleb wplywaja na wzrost natezenia powierzchniowych splywów wód z obszarów zlewni i powoduja w rzekach zwiekszenie stanów i przeplywów powodziowych, a zmniejszenie nizówkowych. Ponadto nastepuje systematyczne zanieczyszczanie rzek i zbiorników nie tylko materialem ziemnym zmytym z terenów zlewni ale równiez wszelkimi substancjami, które znajduja sie na powierzchni ziemi w wierzchniej warstwie gleby i sa zmywane lub wyplukiwane przez splywy powierzchniowe.

4.4. Niszczenie urzadzen technicznych

Uszkadzanie technicznych urzadzen i obiektów nastepuje w wyniku ubytku lub akumulacji wyerodowanego materialu ziemnego. Zmywy powierzchniowe stosunkowo rzadko powoduja zupelne zniszczenie budowli trwalych, natomiast przyczyniaja sie do ich zamulania. Najczesciej zamulane sa urzadzenia melioracyjne i drogowe oraz budowle wodne, rzadziej budynki. Takie urzadzenia wymagaja ciaglej renowacji. Jako przyklad moga posluzyc melioracje w silnie erodowanej zlewni Opatówki, które maja prawie stuletnia historie. Wykonywane byly kilka razy i za kazdym razem funkcjonowaly sprawnie tylko kilka lat. Regulacje Opatówki (ujscia) rozpoczeto pod koniec 1900 r. Nastepnie w 1943 r. zbudowano waly wsteczne, które ponownie odbudowano w 1971 roku. W latach 1959-1960 uregulowano rzeke na trzech odcinkach, lacznie na dlugosci 6,5 km. Obecnie 2/3 uregulowanego kryta nie wykazuje juz stabilizacji - przekroje poprzeczne zostaly mocno zniekształcone przez erozje denna i brzegowa. Stan wielu budowli wodnych jest nieodpowiedni, a niektóre sa calkiem zniszczone, glównie w wyniku erozji. Z pracujacych w okresie po 1945 r. 15 mlynów wodnych zostalo do 1956 r. zaledwie 5, a obecnie juz tylko 1. Konsekwencja likwidacji pietrzen mlynskich jest wzmozona erozja i wcinanie sie rzeki. Podobna sytuacje, choc moze jeszcze bardziej krytyczna, obserwuje sie na doplywach Opatówki. Melioracje doliny rozpoczeto w 1897 r., kiedy zmeliorowano laki nalezace do dworu w Wilczycach. W latach 1950-1960 wykonano melioracje okolo 700 ha uzytków zielonych, zlokalizowanych w 15 obiektach. Zastosowany tam system polegal generalnie na odwodnieniu terenu rowami otwartymi, lokalnie uzupelnionymi drenowaniem ceramicznym. Obecny stan urzadzen

melioracyjnych pozostawia wiele do zyczenia. Wiekszosc z nich pracuje niesprawnie, a czesc jest zupelnie zniszczona. Glówna tego przyczyna jest erozja, zwlaszcza wawozowa. Ilosc rumoszu z wawozów jest tak duza, ze stozki naplywowe osadzane u wylotu wawozu maja czesto po 2 m wysokosci i sa tak liczne, ze w niektórych miejscach tworza waly u obrzeza doliny. Taka sytuacja spowodowala, ze 2/3 uzytków zielonych ma niewlasciwe stosunki wodne - 932 ha jest okresowo, a 36 ha trwale podmoklych.

Nastepnym obiektem intensywnego ataku erozji sa drogi (zarówno nawierzchnie jak i rózne urzadzenia drogowe), niewlasciwe usytuowane w rzezbie terenu i nie umocnione (fot. 6). W ciagu roku mozna wyróznic kilka ukladów pogodowych, szczególnie sprzyjajacych erodowaniu dróg gruntowych.

W okresie roztopów sniegowych podczas splywania wody cienka warstewka lub siecia drobnych struzek nastepuje wyplukiwanie z nawierzchni drogi najdrobniejszych czastek ziemnych i przemieszczanie ich na niewielkie odleglosci. Proces ten zachodzi na calej dlugosci drogi, chociaz dominuje w górnym odcinku trasy. Gdy splywajaca woda koncentruje sie w strugi o wiekszej sile erodowania, zaczyna sie proces zlobienia. Najbardziej zlobione sa srodkowe odcinki dróg, czesto o najwiekszych spadkach podluznych, gdzie koncentracja splywów osiaga znaczne rozmiary. Skarpy dróg oprócz erozji wodnej podlegaja niektórym procesom masowym (odpadanie brylek gruntu, zluszczanie “blaszek” gruntu, splywanie drobnych warstewek gruntu - mikrosoliflukcja). Sa to jednak procesy wystepujace w mikroskali. Ich nasileniu sprzyjaja zjawiska pecznienia mrozowego, których nastepstwem jest zmniejszenie spoistosci gruntu. Intensywna erozje dróg wywoluje zazwyczaj tajanie pokrywy sniegowej o duzej miazszosci. Oprócz zjawiska zmywów i zlobienia na powierzchni dróg powstaja wyrwy o skomplikowanym ksztalcie - zmiennej glebokosci i szerokosci (od kilkudziesieciu cm do okolo 1 m i wiecej) i niewyrównanym spadku podluznym, z licznymi progami erozyjnymi. Skarpy dróg wskutek nawilgocenia gruntu sa intensywnie rozcinane a takze niszczone przez obrywy, osuwiska i splywanie, przemieszczajace znaczne masy gruntu. Stozki tworzace sie bezposrednio na drogach, w miejscach akumulacji oberwanego, osunietego lub splynietego gruntu utrudniaja, a niekiedy w ogóle uniemozliwiaja ruch pojazdów. Ponadto w wawozach drogowych obserwuje sie wzmozona aktywnosc sufozji. Szczególne niebezpieczenstwo stanowia korytarze sufozyjne pod jezdnia drogi, poniewaz pod ciezarem pojazdów zapadaja sie na glebokosc ponad 1 m.

W okresie z ulewnymi deszczami erozja dróg zalezy przede wszystkim od natezenia opadu i okresu wegetacji. Najsilniejsza erozje wywoluja zwykle ulewy podczas wiosennych i jesiennych prac polowych, kiedy pola nie sa chronione przez roslinnosc: na przyklad w rejonie Kazimierza nad Wisla, podczas jednej ulewy kwietniowej o zasiegu 5 km^2 zostaly zerodowane wszystkie drogi gruntowe. W duzych wawozach zostaly uszkodzone nawet drogi o nawierzchni asfaltowej. Ulewy letnie, w sezonie wegetacji, sa mniej szkodliwe. Jednak w przypadku nawalnic typu “oberwania chmury” erozja na drogach i na calym terenie przybiera katastrofalne rozmiary. Bardziej zaglebione drogi, zwlaszcza w wawozach, zamieniaja sie w

wartkie potoki, które nie tylko dewastuja trase swojego przeplywu lecz i przylegly teren.

W okresie posuchy letnio-jesiennej moze wystepowac intensywna erozja wietrzna, zwlaszcza na drogach lessowych. Mimo, ze procesy rzezbotwórcze na drogach sa niewielkie, to wskutek wywiewania materialu ziemnego drogi moga poglebiac sie nawet o kilka centymetrów rocznie. Ponadto zapylenie terenu przydroznego jest uciazliwe dla ludzi, wywiera niekorzystny wplyw na prace maszyn i narzedzi oraz zanieczyszcza przylegle uprawy.

Transport rolniczy na drogach erodowanych jest szczególnie uciazliwy podczas splywów powierzchniowych, a czesto w ogóle niemozliwy. Najtrudniejsze w uzytkowaniu sa drogi w wawozach (zwykle za waskie dla obecnie uzywanego sprzetu rolniczego), zasypywane sniegiem i zerodowane podczas i po wiekszych splywach powierzchniowych, kiedy sa czasowo wylaczone z uzytkowania (fot. 7). Wówczas obok wawozu, niszczac czesc upraw, tworzy sie po jednej lub po obu stronach nowe drogi, które z czasem moga równiez przeksztalcic sie w wawozy.

Oddzialywanie erozji nie ogranicza sie jednak do samych dróg lecz ujemnie wplywa równiez na tereny polozone w obrebie zlewni dróg. Zaglebione drogi stanowia bardzo sprawnie dzialajacy system odwadniajacy, w wyniku czego wyzej polozone tereny sa osuszane, a nizej polozone zalewane i nadmiernie uwilgatniane. Poglebiajace sie drogi zwiekszaja zróznicowanie rzezby, a po przeksztalceniu sie w wawozy silnie rozczlonkowuja teren, co prowadzi do zmniejszenia powierzchni pól i utrudnia ich uprawe. U wylotu wawozów drogowych tworza sie rozlegle stozki naplywowe z materialu ziemnego osadzanego podczas splywów powierzchniowych. Ponadto ziemia wynoszona z wawozów drogowych zamulane sa pola i urzadzenia techniczne, zwlaszcza melioracyjne i drogowe oraz rzeki i zbiorniki wodne.

Szczególnie duze szkody w odniesieniu do zabudowy technicznej powoduje rumowisko transportowane potokami górskimi. Na przyklad w województwie nowosadeckim jest zagrozonych 540 osiedli oraz 16 miast i uzdrowisk, 600 km dróg i 270 km linii kolejowych. Do najczesciej spotykanych form niszczenia naleza:

- ⇦ niszczenie budynków mieszkalnych i inwentarskich,
- ⇦ niszczenie dróg i linii kolejowych oraz ich technicznego uzbrojenia: mostów, przepustów, murów oporowych i innych urzadzen,
- ⇦ niszczenie obudowy technicznej koryt potoków i rzek.

Problem gospodarczy stanowia stozki naplywowe usypane z niesionego rumowiska przez wody powodziowe. Powazne i niebezpieczne zjawiska erozyjne zachodza na terenach miast posadowionych na lessach (Zamosc, Sandomierz, Jaroslaw, Kazimierz, czesc Lublina). Wskutek sufozji mechanicznej zachodzacej pod powierzchnia gruntu sa uszkadzane przewody instalacyjne, wodociagowe, fundamenty itp.

Przedstawione skutki degradacji erozyjnej najpelniej wyrazaja sie na obszarach uzytkowanych rolniczo. Obecnie w warunkach gospodarki wolnorynkowej, nie-

które tereny rolnicze zagrozone erozja, takie jak na przyklad grunty po PGR i grunty piaszczyste oraz tereny popowodziowe i chronionego krajobrazu wymagaja specjalnego potraktowania.

Fot.5.

Fot.6.

Fot.7.

Fot.8.
Skutki erozji na gruntach po PGR zaleza od struktury (zasiegów i nasilenia) zagrozenia erozja i od aktualnego sposobu uzytkowania. Szkody erozyjne beda znaczne jezeli zagrozenie erozja jest duze i nadal funkcjonuje system gospodarki wielkoobszarowej bez stosowania zabiegów przeciwerozyjnych. Badania wykazaly, ze w takim systemie gospodarki ziemia nasilenie erozji jest okolo 10-krotnie wieksze niz w gospodarstwach maloobszarowych. Sprzyjaja temu duze pola uprawne z monokulturami roslin, uproszczony plodozmian, intensywna mechanizacja uprawy roli i roslin, przy zazwyczaj zupelnym braku fitomelioracji ochronnych (trwalych zadarnien i zadrzewien). W takich warunkach mozna spodziewac sie nastepujacych skutków erozji:

- ⇦ przy wystapieniu erozji wodnej slabej (1^0 nasielenia) notuje sie niewielkie zmywanie gleby z poziomu próchnicznego;
- ⇦ przy wystapieniu erozji umiarkowanej (2^0 nasilenia) zmniejsza sie juz miazszosc i pogarszaja sie bio-fizyko-chemiczne wlasciwosci poziomu próchnicznego. W niektórych przypadkach jest konieczne zastosowanie agrotechniki przeciwerozyjnej;
- ⇦ przy wystapieniu erozji sredniej (3^0 nasilenia) poziom próchniczny bardzo maleje a niekiedy zostaje zupelnie zmyty i wówczas warstwa uprawna tworzy sie z poziomu glebszego (przejsciowego). Powstaja gleby o typologicznie niewyksztalconym profilu (zmywane lub namywane). Zapoczatkowuje sie rozczlonkowanie krajobrazu wawozami, a do cieków rzecznych doplywa znaczna ilosc wyerodowanego rumowiska. Grunty takie wymagaja stosowania agrotechniki przeciwerozyjnej. Czesc z nich wymaga równiez przeciwerozyjnego ksztaltowania terenu, zwlaszcza w zakresie transformacji uzytków w rzezbie terenu oraz odpowiedniego ukladu pól i dróg dostosowanych do rzezby terenu;
- ⇦ przy wystapieniu erozji silnej (4^0 nasilenia) moze nastapic zmycie calego profilu gleby, a nawet czesci podloza, z czym wiaza sie typologiczne zmiany gleb. Teren jest zwykle pociety wawozami a ustrój rzeczny podlega znacznym deformacjom (zamulanie i niszczenie koryt). Tereny z taka erozja wymagaja stosowania kompleksowych zabiegów przeciwerozyjnych, wlacznie z fitomelioracjami. Przy wystapieniu erozji bardzo silnej (5^0 nasilenia) nastepuje intensywna i trwala degradacja gruntów, które najlepiej przeznaczyc pod uzytki ochronne - zalesienia, sady urzadzone przeciwerozyjnie, trwale zadarnienia.

W przypadku, kiedy grunty po PGR sa pozostawione odlogiem, to nasilenie procesów erozji i ich skutków zalezy głównie od okrywy roslinnej - im bardziej zwarta i wieloletnia tym teren lepiej chroniony. Kiedy grunty po PGR sa zagospodarowywane ponownie, to bez wzgledu na kierunek uzytkowania nalezy brac pod uwage potrzebe zastosowania okreslonych zabiegów przeciwerozyjnych.

Skutki erozji na gruntach piaszczystych zaleza głównie od struktury (zasiegów i nasilenia) zagrozenia erozja wietrzna i od skali nasycenia terenu trwala roslinnoscia, przede wszystkim zadrzewieniami a nastepnie zbiorowiskami trawiastymi.

Skutki erozji wietrznej sa nastepujace:

- przy wystapieniu erozji slabej nastepuje niewielkie wywiewanie materialu glebowego z poziomu ornego;
- przy wystapieniu erozji umiarkowanej sa juz zapoczatkowane procesy ubytku warstwy ornej i zapylenie atmosfery;
- przy wystapieniu erozji sredniej wyraznie zmniejsza sie miazszosc poziomu ornego. Zapylenie atmosfery materialem glebowym jest juz znaczne. Moga równiez wystepowac szkody w uprawach - odslanianie systemu korzeniowego, mechaniczne uszkadzanie lub zasypywanie roslin;
- przy wystapieniu erozji silnej nastepuja trwale zmiany morfologii gleb i tworza sie gleby zwiewane w wyniku intensywnej deflacji lub nawiewane wskutek osadzania sie wywianego materialu glebowego (deflatów). Moze wystepowac duze zanieczyszczenie atmosfery, zdzieranie lub zasypywanie upraw polowych oraz powstawanie burz pylowych i paskowych. Na wiekszych obszarach piasków sandrowych (polodowcowych) lub starych tarasów rzecznych moga tworzyc sie wydmy;
- przy wystapieniu erozji bardzo silnej powstaja tereny wydmowe.

Skutki erozji na terenach popowodziowych. Na wiekszosci terenów o duzym zagrozeniu wodna erozja srednia i silna istnieje niebezpieczenstwo wystepowania powodzi opadowych (fot. 8). Powodzie te wystepuja głównie w czerwcu-wrzesniu lecz moga zdarzyc sie równiez wiosna lub jesienia. Powodzie opadowe wywolane deszczami frontalnymi i rozlewnymi maja duzy zasieg (np. cale dorzecze), trwaja dluzej i wystepuja zwlaszcza w górach. Powodzie wywolane deszczami nawalnymi natomiast maja niewielki zasieg (lokalny), sa krótkotrwale i przebiegaja bardzo gwaltownie. Wystepuja one najczesciej w lipcu- sierpniu ale zdarzaja sie równiez w maju-czerwcu oraz we wrzesniu i pazdzierniku. Powodzie opadowe koncentruja sie na obszarze poludniowej Polski. Obszarem najbardziej zagrozonym powodziami opadowo-nawalnymi jest obszar Kotliny Sandomierskiej i pólnocnej czesci Pogórza Srodkowobeskidzkiego (woj. podkarpackie) oraz przylegle tereny, głównie Wyzyny Kielecko-Sandomierskiej (woj. swietokrzyskie) i Wyzyny Lubelskiej wraz z Roztoczem (woj. lubelskie). W wyniku letnich powodzi dominuja straty rolnicze

(50-60% wszystkich). Sa to straty wymierne (bezposrednie) wyrazone w pieniadzach oraz straty niewymierne (posrednie) trudne do wyceniania. Glówne straty wymierne to zniszczone uprawy, urzadzenia drogowe i melioracyjne, zabudowania, sprzet i inne. Najwazniejsze straty niewymierne to zrujnowane gleby, zdeformowane stosunki wodne, zniszczona szata roslinna i zdegradowany krajobraz.

Na rozmiary i formy szkód powodziowych spowodowanych okreslona wielkoscia wezbrania powodziowego bardzo duzy wplyw ma ukształtowanie terenu. W terenach górskich i pogórzy wody splywajace po stromych i dlugich stokach, formuja sie w coraz wieksze i gwaltowniejsze strugi. Dlatego w górnej czesci stoków dominuje zmyw gleby, w dolnej czesci zmyw i zlobienie oraz niszczenie roslinnosci, a u podnóza namulanie. Rodzaj i szkodliwosc namulów zalezy od grubosci namytej warstwy i jej skladu garnuleometrycznego, zwlaszcza zawartosci kamieni i czesci szkieletowych. Na stokach górskich w czasie powodzi czesto wystepuja równiez osuwiska. Najwieksza ilosc wód powodziowych i najwiecej rumowiska dociera do dolin rzecznych i cieków, które w górach sa z reguly waskie i maja znaczny spadek podluzny. To prowadzi w dolinach do totalnych zniszczen gospodarczych (bezposrednich) i ekologicznych (posrednich).

Na terenach wyzynnych chociaz rozmiary szkód erozyjno-powodziowych sa generalnie mniejsze niz w górach i na pogórzu, to jednak powodziowe straty rolnicze sa bardzo duze, a niekiedy nawet wieksze. Wynika to stad, ze sa degradowane urodzajne gleby (np. czarnoziemy, lessy, redziny, mady), niszczone wysokoprodukcyjne uprawy (np. pszenicy, buraka cukrowego, warzyw) oraz uszkadzana znacznie rozwinieta infrastruktura techniczna obszarów wsi.

Oddzialywanie na terenach chronionego krajobrazu zagrozonego erozja ma dwojaki charakter. Procesy erozji sa tam glównym czynnikiem krajobrazotwórczym. Ich wynikiem bowiem jest powstanie specyficznej rzezby terenu, do której dostosowaly sie okreslone naturalne formacje roslinne oraz fauna. Zatem erozja stanowi jeden z podstawowych elementów tworzacych dany krajobraz - z siecia wawozów, z polami wydmowymi, z rzezba krasowa malowniczo urozmaicona, z przelomowymi odcinkami dolin rzecznych i inny.

Równoczesnie wystepujace procesy erozyjne sa uciazliwe i stanowia okreslone zagrozenie przede wszystkim w sferze dzialan gospodarczych. Przejawia sie to:

- ⇦ w degradowaniu i dewastowaniu gleb, zwlaszcza gruntów ornych na stokach;
- ⇦ w skracaniu obiegu wody w krajobrazie i bezuzytecznemu jej splywowi do rzek;
- ⇦ w deformowaniu sieci rzecznej - zamulanie koryt, niszczenie brzegów;
- ⇦ w zamulaniu i niszczeniu urzadzen melioracyjnych, drogowych, wodnych i infrastruktury wiejskiej i miast;
- ⇦ w uszkadzaniu dróg - zamulanie, niszczenie nawierzchni i urzadzonych poboczy, poglebianie i przeksztalcanie w wawozy;
- ⇦ w zapylaniu atmosfery materialem deflacyjnym;

- ⇦ w zasypywaniu piaskiem terenów przywydmowych.

5. DZIALANIA ZAPOBIEGAWCZE I REKULTYWACYJNE

5.1. Charakterystyka ogólna

Obszary zagrozone erozja gleb, zwlaszcza tereny z erozja srednia, silna i bardzo silna wymagaja stosowania specjalnych dzialan prewencyjnych i rehabilitacyjnych jakimi sa melioracje przeciwerozyjne.

Glówne cele melioracji przeciwerozyjnych to:

- ⇦ ograniczenie wystepowania i zmniejszenie nasilenia procesów erozyjnych;
- ⇦ zachowanie potencjalu produkcyjnego gleb i nie dopuszczenie do jego niekorzystnych przemian;
- ⇦ wydluzenie obiegu wody w krajobrazie i przeciwdzialanie deformacyjnym zmianom hydrografii i hydrologii cieków rzecznych;
- ⇦ poprawienie eko-technicznych warunków uzytkowania ziemi, wlacznie z rekultywacja gruntów zdewastowanych.

Podstawowymi zabiegami przeciwerozyjnymi sa:

- ⇦ rozmieszczenie przestrzenne uzytków produkcyjnych i ochronnych stosownie do rzezby terenu;
- ⇦ wprowadzenie ukladu dzialek i pól umozliwiajacego poprzecznostokowa (warstwicowa) uprawe roli;
- ⇦ stosowanie agrotechniki przeciwerozyjnej;
- ⇦ planowanie dróg rolniczych z uwzglednieniem rzezby terenu i scisle skoordynowane z ukladem dzialek i pól oraz umacnianie erodowanych odcinków dróg;
- ⇦ rekultywacja i zagospodarowanie nieuzytków erozyjnych (np. wawozów, stromych zboczy) oraz likwidowanie trudnej mikrorzezby terenu;

- ⇦ stosowanie urzadzen do rozpraszania i odprowadzania powierzchniowych splywów wody.

Kazdy z wymienionych zabiegów wykazuje okreslone dzialanie ochronne lecz najlepsze efekty uzyskuje sie przy ich kompleksowym stosowaniu. Oczywiscie udzial poszczególnych zabiegów w systemie kompleksowym zalezy od rodzaju form wystepowania i nasilenia erozji oraz warunków przyrodniczych i sposobu gospodarowania ziemia.

Pozytywne oddzialywanie zabiegów przeciwerozyjnych na produkcje rolna jest nastepujace:

- ⇦ zapobieganie obnizaniu sie urodzajnosci gleb oraz niekorzystnym zmianom wlasciwosci fizyko-chemicznych i ubytkowi profilu gleby;
- ⇦ przeciwdzialanie zaklócaniu stosunków wodnych w glebach i niekorzystnym zmianom hydrologii cieków wodnych oraz niszczeniu urzadzen melioracyjnych, a takze zabagnianiu lub nadmiernemu osuszaniu gruntów;
- ⇦ niedopuszczanie do rozczlonkowania rzezby terenu przez wawozy i inne formy erozyjne;
- ⇦ zmniejszanie erozyjnych strat plonów;
- ⇦ polepszanie warunków dla intensyfikacji produkcji przez uporzadkowanie rozlogu gruntów rolnych - struktura uzytków, uklad pól i dróg, agrotechnika, rekultywacja nieuzytków i inne.

Dodatni wplyw zabiegów przeciwerozyjnych na inne dziedziny gospodarcze przejawia sie miedzy innymi w zmniejszaniu nakladów na nastepujace prace i zabiegi:

- ⇦ usuwanie namulów i renowacje dróg oraz szlaków komunikacyjnych, urzadzen melioracyjnych i wodnych, budynków itp.;
- ⇦ oczyszczanie z namulów szlaków wodnych oraz utrzymywanie w odpowiednim stanie czystosci wód pitnych i przemyslowych;
- ⇦ ochrona terenów zabudowanych (osiedli, obiektów przemyslowych i innych) przed zamulaniem i uszkadzaniem przez erozje;
- ⇦ ochrona powietrza przed zanieczyszczeniem pylem glebowym;
- ⇦ utrzymanie walorów chronionego krajobrazu.

Zabiegi przeciwerozyjne pod wzgledem **okresu dzialania** mozna podzielic na trwale (wieloletnie) i okresowe (sezonowe). Do dzialan **trwalych** naleza przede

wszystkim zabiegi o charakterze urzadzeniowym, takie jak transformacja uzytków, uklad pól i dróg, zabudowa wawozów, urzadzenia techniczne (tarasowanie zboczy, umacnianie dróg i cieków stalych, budowa grobli itp.), a do dzialan **okresowych** naleza agrotechnika przeciwerozyjna, rowy odprowadzajace okresowe splywy powierzchniowe i inne.

Naklady na wykonanie poszczególnych zabiegów sa rózne. Duze naklady i wysokie koszty jednostkowe maja zabiegi wymagajace opracowania projektów technicznych i znacznego zmechanizowania robót wykonawczych, a zatem zabiegi okreslone jako techniczne oraz zabudowa wawozów. Wymagaja one równiez nakladów na biezaca konserwacje. Natomiast takie zabiegi jak wprowadzenie przeciwerozyjnego ukladu uzytków, pól i dróg praktycznie niewiele kosztuja, zwlaszcza jesli sa polaczone ze scalaniem gruntów. Naklady na zabiegi okresowe corocznie wchodza w koszty wlasne produkcji rolnej.

Kompleksowe melioracje przeciwerozyjne traktowane jako jeden z systemów urzadznioworolnych moga byc w warunkach gospodarki indywidualnej (o uciazliwej szachownicy gruntów i róznym ukladzie rozdrobnionych dzialek) realizowane tylko podczas prac scaleniowych. Natomiast przy panujacej obecnie strukturze gospodarstw rolnych i w przypadku braku scalen mozna zalecac jedynie niektóre zabiegi przeciwerozyjne.

Do **kodeksu dobrych praktyk rolniczych** na terenach zagrozonych erozja nalezy zaliczyc:

- ⇦ wylaczanie z ornego uzytkowania stromych i trudnych do uprawy zboczy i przeznaczanie ich pod zalesianie lub trwale uzytki zielone (laki, pastwiska) lub pod sady w darni;
- ⇦ stosowanie poprzecznostokowej (równoleglej do warstwic) uprawy roli, która na zboczach o nachyleniu do 20% (12^0) jest latwiejsza do wykonania, zmniejsza powierzchniowe splywy wody i nasilenie erozji, a takze zuzycie paliwa, a zwieksza wilgotnosc gleby i plonowanie roslin;
- ⇦ stosowanie orki plugiem obracalnym, która przyspiesza tarasowanie zboczy i zmniejsza ich nachylenie i nasilenie erozji, przy czym powinno sie zaczac takie plugi produkowac seryjnie;
- ⇦ stosowanie plodozmianów przeciwerozyjnych, z duzym udzialem roslin chroniacych glebe przed zmywem powierzchniowym i zlobieniem, takich jak motylkowe i ich mieszanki z trawami, zboza ozime zamiast jarych;
- ⇦ stosowanie wsiewek, miedzyplonów i poplonów, aby gleba jak najkrócej znajdowala sie bez oslony;
- ⇦ wczesniejszy termin siewu, zwlaszcza roslin ozimych, który zapewnia lepsze krzewienie a przez to lepsze zabezpieczenie przed erozja;
- ⇦ stosowanie wiekszych dawek nawozów, zwlaszcza azotowych na glebach na zboczach, ze wzgledu na mala zawartosc w nich próchnicy i mniejsza aktywnosc biologiczna;

- ⇦ likwidowanie przez zasypywanie rozmywów erozyjnych, które moga inicjowac powstawanie wawozów;
- ⇦ obsiew mieszanka traw prywatnych dróg dojazdowych i ich uzytkowanie w taki sposób, aby nie tworzyc kolein i nie powodowac zaglebiania sie drogi;
- ⇦ ksztaltowanie rzezby terenu przez zasypywanie róznego rodzaju niewielkich form erozyjnych, w których nastepuje koncentracja okresowych splywów wód powierzchniowych i które utrudniaja gospodarowanie;
- ⇦ budowa wielofunkcyjnych zbiorników malej retencji na dnach dolin ze stalym i okresowym przeplywem wody;
- ⇦ budowa zbiorników kolmatacyjnych i retencyjno-kolmatacyjnych w wawozach dolinowych w celu likwidowania wawozów, ochrony upraw ponizej wylotu wawozów przed zamulaniem i cieków wodnych przed zanieczyszczeniem.

Melioracje przeciwerozyjne maja wybitnie **regionalny charakter** i im bardziej sa dostosowane do przyrodniczych i gospodarczych warunków danego obszaru tym wieksza ich skutecznosc ochronna i efektywnosc ekonomiczna.

W regionie gór i pogórzy za najwazniejsza przyczyne wspólczesnej erozji uwaza sie zmiany uzytkowania ziemi, zwlaszcza wylesienie. Znaczny wplyw na zwiekszenie sie gwaltownosci splywów powierzchniowych ma gesta siec dróg gruntowych, efektywnie drenujaca stoki i prowadzaca znaczne ilosci rumowiska, a na wzrost fali powodziowej w wielu przypadkach rzutuje nieodpowiednio wykonana regulacja potoków.

Biorac pod uwage przyczyny i zjawiska erozji wodnej w rejonie gór i pogórzy oraz jego funkcje gospodarcza, za nadrzedny cel melioracji przeciwerozyjnych nalezy uznac ochrone i ksztaltowanie krajobrazu oraz gospodarke zasobami wodnymi - wydluzenie obiegu wody w ekosystemach rolno-lesnych oraz magazynowanie jej nadwyzek podczas splywów powierzchniowych. Dlatego w systemie melioracji przeciwerozyjnych priorytet powinny miec: transformacja uzytków - zwiekszenie powierzchni lasów, lak i pastwisk oraz rozmieszczenie uzytków rolno-lesnych stosownie do siedliskowej strefowosci stoków; stosowanie poprzecznostokowego ukladu pól i pelnej agrotechniki przeciwerozyjnej; korekta sieci dróg gruntowych - polegajaca zwlaszcza na wlasciwym ich lokalizowaniu w rzezbie terenu i umacnianiu odcinków erodowanych; biologiczno-techniczne utrwalanie form intensywnej erozji - wawozów, debrzy, wciosów, osuwisk, zlazisk i innych; techniczno-biologiczna zabudowa sieci hydrograficznej wraz z budowa zbiorników retencyjnych i rumowiskowych.

W rejonie wyzyn, zwlaszcza lessowych intensywnie degradowanych zmywami powierzchniowymi i erozja wawozowa pierwszoplanowym zadaniem jest ochronne ksztaltowanie rolniczej przestrzeni produkcyjnej, którego glównymi elementami beda: poprzecznostokowy uklad dzialek i pól, z sytuowaniem pól w mozliwie jednorodnych siedliskach agrotechnicznych i stosowaniem pelnej agrotechniki przeciwerozyjnej; przebudowa sieci dróg gruntowych, z uwzglednieniem zasad ochrony

przeciwerozyjnej i zwróceniem szczególnej uwagi na rozwiazanie problemu dróg w wawozach; rekultywacja i zagospodarowanie poerozyjnych nieuzytków, zwlaszcza wawozów oraz lagodzenie uciazliwej mikrorzezby terenu. Transformacja uzytków ma ograniczone mozliwosci ze wzgledu na wysoka rolnicza bonitacje gleb lessowych, dlatego w miejsce ewentualnych zalesien korzystniej jest wprowadzac sady urzadzone przeciwerozyjnie, co oczywiscie nie wyklucza zwiekszania powierzchni lesnej, jesli tylko jest to uzasadnione ekonomicznie. Natomiast laki i pastwiska znajduja odpowiednie warunki glównie w dolinach rzek. Warunki fizjograficzne umozliwiaja takze budowe zbiorników retencyjnych o charakterze wielofunkcyjnym, w tym równiez w wawozach.

W regionie pojezierzy melioracje przeciwerozyjne to glównie korekta struktury uzytków - wlasciwe rozmieszczenie w rzezbie stoku, zwiekszenie powierzchni zalesien i trwalych zadarnien, a nastepnie stosowanie przeciwerozyjnej struktury zasiewów i zmianowania roslin.

W regionie nizin zabiegi przeciwerozyjne beda potrzebne tylko lokalnie i glównie o charakterze fitomelioracyjnym. Wyjatek stanowia tereny przymorskie, które wymagaja kompleksowej ochrony przed abrazja.

5.2. Dzialania zapobiegawcze i rekultywacyjne na gruntach gospodarstw rodzinnych

Melioracje przeciwerozyjne w gospodarstwach rodzinnych sa trudne do wdrazania ze wzgledu na niedocenianie problemu ochrony gleb przed erozja przez rolników, którzy erozje traktuja jako proces naturalny. Ponadto skutki zmywu powierzchniowego i erozji zlobinowej sa malo spostrzegane, poniewaz dzialaja jak "skryty bicz rolnictwa" i sa likwidowane podczas kazdej uprawy roli, a erozja o charakterze katastrofalnym, wystepuje co kilka lub kilkanascie lat. Z powyzszych wzgledów melioracje przeciwerozyjne w gospodarstwach indywidualnych zastoso-wano w niewielu obiektach doswiadczalno-wdrozeniowych.

Ponizej omówiono efektywnosc ochronna i gospodarcza wykonanych w 1962 r. zabiegów przeciwerozyjnych w **obiekcie Linów** oraz przedstawiono nowe koncepcje zagospodarowania jakie mozna zaproponowac obecnie.

Charakterystyka obiektu przed zagospodarowaniem. Obiekt Linów znajduje sie na pólnocno-wschodniej krawedzi Wyzyny Opatowskiej przy szosie Annopol-Ozarów. Melioracje przeciwerozyjne wedlug projektu Cz. Józefaciuka wprowadzono na stoku silnie degradowanym przez erozje wodna, oraz przez

procesy splywania gleby (soliflukcje). Splywanie gleb w Polsce nie jest zjawiskiem powszechnym, ale na zboczach o ekspozycji pólnocnej i nachyleniu powyzej 30% uzytkowanych polowo wystepuje dosc czesto i powoduje duze przemieszczanie gleby. Na omawianym obiekcie zmywy powierzchniowe i zlobienie, erozja wawozowa i splywanie gleby doprowadzily w okresie 30 lat (1932-1962) ornego uzytkowania (wczesniej byl las) do znacznej degradacji i dewastacji gruntów, a posrednio do znacznego zubozenia rolników gospodarujacych na tych gruntach.

Poza plaska dolina, dominujacym elementem rzezby obiektu jest zbocze o silnie urozmaiconej rzezbie (rys. 9). Zbocze to w przywierzchowinowej czesci stoku rozcina wawóz drogowy, a w poludniowo–zachodniej czesci jest rozczlonkowane dwoma dolinkami sródzboczowymi i wawozem drogowym.

Omawiany obiekt lezy na wschodniej krawedzi Ozarowskiego regionu redzin kredowych i piasków. Granica tego regionu przebiega przez wawóz drogowy "A" i dno dolinki sródstokowej. Po lewej stronie tej granicy, w górnej czesci zbocza na kopulastym pagórku wystepuja redziny kredowe, a w srodkowej i dolnej gleby piaszczyste. Po prawej stronie granicy wystepuja lessy i utwory lessowate. Na czesciach zboczy o spadku powyzej 17^{o} (30%), degradowanych przez procesy splywania gleby, miazszosc poziomu próchnicznego (przed zabiegami) byla bardzo mala, a lokalnie równa prawie zeru. U podnóza zbocza lessowego miazszosc poziomu akumulacyjnego wynosila od 50 do 100 cm, a na dnie doliny przekraczala 100 cm.

Pomimo silnie zaawansowanych procesów erozyjnej degradacji gleb niemal caly obszar omawianego obiektu byl uzytkowany jako grunty orne, za wyjatkiem stromych zboczy redzinowych uzytkowanych pastwiskowo. Bylo to podyktowane koniecznoscia utrzymania sie czterech rodzin gospodarujacych tam w latach 60-tych.

Linów znajduje sie w Dzielnicy Nadwislanskiej, która jest najcieplejszym rejonem Wyzyny Lubelskiej i Opatowskiej. Srednia roczna temperatura wynosi $7,8^{o}$ C, a zima trwa ponizej 70 dni. Pokrywa sniegowa utrzymuje sie okolo 60 dni, a okres wegetacji trwa 218 dni. Wedlug notowan najblizszych stacji metrologicznych w Zawichoscie i Sandomierzu srednia suma rocznych opadów wynosi 583 mm.

W pólroczu letnim ze wzgledu na pokrycie pól szata roslinna erozja koncentrowala sie glównie na uprawach okopowych oraz w wawozach, zwlaszcza drogowych. Najbardziej krytycznym okresem byly roztopy sniegowe (fot. 9), podczas których oprócz powszechnie wystepujacych procesów zmywu powierzchniowego i zlobienia, co kilka lat mialy miejsce procesy splywania gleby (soliflukcji). Przemieszczaly one ze stromych zboczy o nachyleniu powyzej 30% niemal cala warstwe uprawna i powodowaly silna dewastacje gruntów oraz stopniowa ich zamiane w nieuzytki.

Charakterystyka zrealizowanych melioracji przeciwerozyjnych. Jako podstawowy zabieg przeciwerozyjny na zboczu w Linowie zastosowano poprzecznostokowy - warstwicowy uklad pól (fot. 10, rys. 10). Szerokosc pól uzalezniono od nachylenia terenu i nasilenia erozji. W srodkowej czesci zbocza o przewadze nachylen powyzej 30% i duzym nasileniu procesów splywania gleby i erozji wodnej wprowadzono pola o szerokosci 15 m. Na granicach tych pól wytyczono pasy buforowe o szerokosci 6 m, które na czesciach zboczy podlegajacych splywaniu gleb obsadzono drzewami i krzewami lesnymi w darni. Na czesciach zboczy, gdzie procesy zmywu gleb wystepowaly wyjatkowo intensywnie zalesione pasy buforowe umocniono dodatkowo plotkami. Na czesciach zbocza degradowanych intensywnie procesami splukiwania powierzchniowego i zlobienia, a sporadycznie procesami splywania gleby, pasy buforowe obsadzono drzewami i krzewami owocowymi w darni. Na czesciach zboczy o nachyleniu ponizej 30% wprowadzono pola wstegowe o szerokosci 21 i 30 m, a ich granice obsadzono drzewami owocowymi. Uzupelniaja-cym zabiegiem na zboczach mial byc siedmiopolowy plodozmian przeciwerozyjny, który nie zostal zastosowany, podobnie jak plodozmian warzywny przewidziany na dnie doliny. Kopulasty pagórek redzinowy, w poludniowo-zachodniej czesci obiektu, przeznaczono pod zalesienie, a przylegle strome zbocze, od strony wschodniej, pod plantacje krzewów owocowych. Silnie erodowany sródpolny wawóz drogowy "A" umocniono przez wybudowanie u czola stopnia skrzynkowego, który u wlotu uzupelniono skrzydlami bocznymi, a od dolu korytem betonowym dla sprowadzania okresowych wód powierzchniowych na dno wawozu. Ponadto, na dnie wawozu wykonano szereg plotków faszynowych dla zatrzymania rumowiska. Strome zbocza wawozu o wystawie pólnocno-zachodniej (podlegajace osuwiskom) ustabilizowano zywokolami wierzbowymi, a caly wawóz zadrzewiono. Droge przelozono obok wawozu, a dla jej ochrony przed rozmywaniem skierowano okresowe wody powierzchniowe (ze zlewni wawozu o powierzchni 8 ha) do stopnia skrzynkowego. Zagospodarowanie duzego wawozu drogowego "B", które mialo polegac na zadrzewieniu i przelozeniu drogi obok wawozu nie zostalo zrealizowane poniewaz sasiadujacy rolnicy nie wyrazili na nie zgody.

Dla odprowadzenia wód powierzchniowych ze zlewni doliny glównej (30,8 km^2), gromadzacych sie podczas roztopów sniegowych powyzej stozka naplywowego u wylotu wawozu "B", a powodujacych zalewanie czesci doliny, okolo 6 ha, wybudowano na skrzyzowaniu dróg, przepust o srednicy 0,8 m i rów odplywowy przez stozek.

Ocena zastosowanych melioracji przeciwerozyjnych. Melioracje przeciwerozyjne wykonane w obiekcie Linów nalezy ocenic pozytywnie, jezeli bierze sie pod uwage ich funkcje przeciwerozyjna.

Zastosowany system poprzecznostokowych pól z pasami buforowymi obsadzo-nymi drzewami i krzewami lesnymi oraz owocowymi, a takze granice pól

z drzewami owocowymi radykalnie ograniczyly wystepowanie procesów erozji wodnej i zupelnie zahamowaly splywanie gleby (soliflukcje). Poprzecznostokowa uprawa roli spowodowala utworzenie sie skarp na granicach pól oraz powyzej i ponizej pasów buforowych, co zmniejszylo spadki na polach o okolo 10%. Techniczno-biologiczna zabudowa wawozu drogowego "A" calkowicie ograniczyla jego dalszy rozwój. Drzewa posadzone w wawozie osiagnely juz wiek rebny i maja okreslona wartosc tartaczna. Z perspektywy czasu uwazamy, iz budowa stopnia skrzynkowego i koryta kamienno-betonowego do umacniania czola wawozu nie byla konieczna, ze wzgledu na wysoki koszt budowy. Bardziej prostym, a tanszym rozwiazaniem bylaby studzienka wlotowa z rurociagiem sprowadzajacym wode na dno wawozu zastoso-wana w innych wawozach, z pozytywnym skutkiem. Przepust na skrzyzowaniu dróg i rów odplywowy przez stozek u wylotu wawozu "B" tylko przez kilka lat chronily doline przed zalewami. Po kilku latach zostaly zupelnie zamulone materialem ziemnym z nieumocnionego wawozu drogowego "B".

Reasumujac, caloksztalt zrealizowanych zabiegów przeciwerozyjnych na zboczach radykalnie ograniczyl nasilenie procesów erozji wodnej i calkowicie zahamowal splywanie gleby. Zmiana ukladu pól z wzdluzstokowego na poprzeczno-stokowy ulatwila wykonanie zabiegów agrotechnicznych, co zostalo bardzo pozytywnie ocenione przez wlascicieli gruntów.

W miare jednak uplywu lat wprowadzone pasy lesne, coraz bardziej negatywnie oddzialywuja na przylegle pola orne. Drzewa, zwlaszcza topola, modrzew, akacja, olsza szara, jesion wyniosly, brzoza juz po kilkunastu latach od posadzenia osiagnely wysokosc kilkunastu metrów powodujac znaczne zacienienie upraw (zbocza o wystawie N) oraz przesuszenie gleb i ich zubozenie w skladniki pokarmowe.

1 – granice pól wstegowych; 2 – pasy zadrzewieniowe (lesne); 3 – pasy drzew owocowych; 4 – trwaly uzytek zielony; 5 - zalesienia

Rys.10. Melioracje przeciwerozyjne w Linowie

Rys.11. Koncepcja polowo-lesnego zagospodarowania obiektu w Linowie

Rys.12. Koncepcja sadowniczo-warzywniczego zagospodarowania obiektu w Linowie

Rys.13. Grunty obiektu Kogutki w uzytkowaniu rolników indywidualnych

Wplywa to na spadek plonów roslin uprawnych oraz stopniowe wylaczanie pól (przyleglych do pasów lesnych) z ornego uzytkowania. Na propozycje wyciecia wysokich drzew rolnicy nie wyrazaja zgody twierdzac, ze dzieki zalesionym pasom buforowym zostaly zahamowane procesy erozyjne.

Inne propozycje zagospodarowania terenu. W oparciu o wyniki 40-letnich badan wydaje sie, ze w przypadku omawianego obiektu mozna rozpatrywac kilka systemów zagospodarowania: - polowo-lesny; sadowniczo-warzywniczy; lakowo-pa-stwiskowy. O wyborze okreslonego systemu zagospodarowania, powinni decydowac nie tylko specjalisci z zakresu przestrzennego zagospodarowania i ochrony gruntów przed erozja, ale takze wlasciciele, którzy musza uwzglednic swoje mozliwosci, przygotowanie i zamilowanie do okreslonego kierunku produkcji.

Zagospodarowanie polowo-lesne. Przy tym kierunku zagospodarowania nale-zaloby zalesic wszystkie czesci zbocza (5,4 ha) o nachyleniu powyzej 20% (rys. 11). Przy doborze gatunków powinno sie uwzgledniac typy zadrzewien, dostosowane do krainy przyrodniczo lesnej oraz warunki siedliskowe, wyznaczane glównie rodzajem gleb i ekspozycja stoków. Na zboczach o glebach lessowych najlepsze beda nasadzenia modrzewia 40%, debu szypulkowego - 30% i buka - 20% jako gatunki wiodace z domieszka debu czerwonego, topoli i innych o lacznej ilosci - 10%.

Na zalesienie czesci zbocza o glebach piaszczystych nadaje sie sosna zwyczajna i buk. Kopulasty pagórek redzinowy powinno sie obsadzic modrzewiem - 50% sosna czarna - 30% i jarzebina - 20%. Na zboczach lessowych i piaszczystych nasadzenia powinny byc wykonane w poprzecznostokowych bruzdach chlonnych, a na zboczach redzinowych na tarasach talerzowych. Bruzdy chlonne wyorane plugiem konnym powinny miec rozstawe co 1,2 m a sadzona w nich sosna rozstawe co 0,6 m, modrzew, co 2 m, a dab co 1,5 m, pozostale gatunki lisciaste, co 1,4 m. Podstawowa forma zmieszania powinny byc nasadzenia kepowe o powierzchni po okolo 3 ary. Lesne zagospodarowanie obiektu powinno sie powierzyc lasom panstwowym lub jednostkom specjalistycznym, które powinny równiez zapewnic pielegnacje nasadzen.

Zagospodarowanie sadowniczo-warzywnicze (rys. 12). Przy tym kierunku produkcji nalezaloby na zboczu wprowadzic sad, a w dolinie (o glebach namytych) uprawy warzywnicze. Dobór gatunków drzew powinien uwzgledniac rodzaj gleby i spadek terenu. Na zboczu o glebach piaszczystych (2,2 ha) mozna zalozyc sad wisniowy lub sliwowy, na pagórku redzinowym i stromej czesci zbocza lessowego (6,4 ha) posadzic orzech wloski, a w górnej czesci zbocza (1,48 ha) o stosunkowo niewielkich nachyleniach (do 5^{o}) grusze i jablonie. Za takim kierunkiem zago-spodarowania przemawia korzystny klimat Dzielnicy Nadwislanskiej, tradycje sadowniczo-warzywnicze Ziemi Sandomierskiej, niewielka odleglosc od przetwórni owocowo-warzywnej w Dwikozach oraz wlasciwosci przeciwerozyjne sadów na tarasach i w poprzecznostokowych pasach darni. Plantacja orzecha wloskiego powinna zajmowac najbardziej strome czesci zboczy o glebach lessowych i lessowatych (5,69 ha) oraz pagórek redzinowy (0,71 ha), równiez o duzych nachyleniach zboczy. Gatunek ten ma niewielkie wymagania w zakresie walki z chorobami i szkodnikami i jest latwiejszy, w porównaniu z innymi gatunkami drzew owocowych, dla zbioru i transportu. Na przywierzchowinowej czesci zbocza (1,48 ha) o nachyleniu nie przekraczajacym 20% moga byc nasadzenia z jabloni i grusz. Natomiast zbocze (2,19 ha) o glebach piaszczysto-gliniastych proponuje sie przeznaczyc pod plantacje wisni i sliwy. Cale dno doliny o zyznych i optymalnie wilgotnych glebach deluwialnych proponuje sie w calosci przeznaczyc pod uprawe warzyw. Na samym dnie doliny o zyznych i wilgotnych glebach deluwialnych mozna wprowadzic 4 polowy plodozmian warzywniczy, który zapewnil by duza efektywnosc produkcji.

Przy **lakowo-pastwiskowym** zagospodarowywaniu, ukierunkowanym na chów bydla lub owiec, nalezaloby zbocza przeznaczyc pod pastwiska kwaterowe, a doline na laki kosne.

Z trzech przedstawionych w pracy nowych koncepcji zagospodarowania omawianego obiektu najwieksza efektywnoscia ochronno-produkcyjna charakteryzuje sie sadowniczo-warzywniczy system zagospodarowania. Zagospodarowanie pastwi-skowo-lakowe zapewnia bardzo dobra skutecznosc przeciwerozyjna, ale tylko, co najwyzej srednia efektywnosc gospodarcza. Polowo-lesny system zagospodarowania mialby wprawdzie dobra skutecznosc ochronna lecz mala efektywnosc gospodarcza, chociaz bylby najlatwiejszy do zrealizowania.

5.3. Dzialania zapobiegawcze i rekultywacyjne na gruntach po PGR

Opracowane do lat 70. systemy melioracji przeciwerozyjnych w gospodarstwach wielkoobszarowych na terenach wyzyn lessowych byly ukierunkowane przede wszystkim na ochrone gleby, a w mniejszym stopniu uwzglednialy usprawnienie gospodarowania i efektywnosc ekonomiczna. Na terenach wyzynnych polegaly one na wydzieleniu 3 kompleksów uprawowych, z trzema róznymi plodozmianami:

- ⇦ na wierzchowinach z plodozmianem roslin towarowych;
- ⇦ na zboczach z plodozmianem przeciwerozyjnym;
- ⇦ u podnózy zboczy i na dnach dolin sródstokowych z plodozmianem pastewnym.

Na zboczach i u podnózy stoków stosowano dlugie, waskie i powierzchniowo male pola wstegowe. Dla zlagodzenia ostrych zakretów pól wstegowych wprowadzano zadrzewienia lub zakrzaczenia w formie pólksiezyców. Na granicy wierzchowin ze zboczami zakladano zadarnione lub zadrzewione pasy buforowe. Ponadto stosowano umocnienia techniczne, glównie w formie plotków faszynowych, a takze biologiczna i techniczno-biologiczna zabudowe wawozów. Rozwiazania te, pod wzgledem ochrony gleb przed erozja nalezy ocenic bardzo pozytywnie. Jednak wprowadzanie duzej ilosci pól i trzech plodozmianów utrudnialo gospodarowanie. Równiez waskie pola z wysokimi skarpami stwarzaly klopoty podczas mechanicznej uprawy roli i transportu. Powyzsze wzgledy staly sie glówna przyczyna zaniechania wiekszosci zastosowanych zabiegów.

W melioracjach przeciwerozyjnych zastosowanych w gospodarstwach wielkoobszarowych w mlodoglacjalnym krajobrazie warminsko-mazurskim, szczególna uwage zwracano na rozmieszczenie w rzezbie terenu uzytków

produkcyjnych (gruntów ornych, lak, pastwisk) i ochronnych (lasów i zadrzewien).

Od lat 70. we wdrazanych systemach melioracji przeciwerozyjnych w gospodarstwach duzych starano sie uzyskiwac mozliwie maksymalna efektywnosc ekonomiczna. Zostanie to omówione na przykladzie wybranego obiektu doswiadczalno-wdrozeniowego.

Charakterystyka obiektu. Obiekt **Kogutki k/Zawichostu**, o powierzchni 164,5 ha, znajduje sie na Wyzynie Sandomierskiej. Wydzielono go podczas scalania gruntów w polowie lat 70. i jako tzw. grunty niechciane przez rolników indywidualnych przekazano, w 1975 roku, w uzytkowanie panstwowemu gospodarstwu w Czyzowie Szlacheckim (rys. 13). Teren o powierzchni 44 ha, bardzo stoczysty i silnie rozczlonkowany wawozami, wylaczono z jakiegokolwiek uzytkowania i pozostawiono odlogiem. Pozostala powierzchnie, okolo 120 ha, przystosowano do uzytkowania w systemie gospodarki wielkoobszarowej. Polegalo to na zarównaniu miedz o lacznej dlugosci 60 km i 8 km skarp oraz usunieciu zakrzaczen i zadarnien sródpolnych, a takze pojedynczych drzew. W ten sposób zniszczono ukształtowane przez stulecia naturalne zabezpieczenie, wlacznie z mozaika uprawianych roslin, spelniajace funkcje przeciwerozyja. W wyniku takiego dzialania ponad 10 razy wzroslo nasilenie erozji na gruntach rolnych i nastapil intensywny rozwój wawozów, czemu sprzyjala nie tylko wielkopolowa i zmechanizowana uprawa roli, ale równiez warunki przyrodnicze. Rzezba terenu jest typowa dla Wyzyny Sandomierskiej. Stoki sa dlugie do 500 m, o nachyleniu na gruntach ornych do 25%. Gleby wytworzone z lessów zostaly silnie zróznicowane przez erozje wodna. Na wierzchowinach wystepuja fragmentarycznie czarnoziemy zaliczane do kompleksu pszennego bardzo dobrego, I klasy bonitacyjnej. Na zboczach przewazaja gleby brunatne, kompleksu pszennego dobrego i wadliwego, od IIIa do IVb klasy bonitacyjnej. Elementem charakterystycznym i nadajacym badanemu obszarowi silnie erozyjne pietno byly wawozy, nazwane umownie A, B, C, D rozcinajace grunty orne. Omawiane gosodarstwo jest polozone w radomskiej dzielnicy klimatycznej, na pograniczu umiarkowanie wilgotnego i suchego rejonu opadowego. Analiza danych klimatycznych umozliwia wyróznienie dwu okresów zagrozenia erozyjnego. Najbardziej zagrozone procesami erozji wodnej jest pólrocze letnie, w którym suma opadów stanowi okolo 70% opadów rocznych. Jest ona dosc wysoka w porównaniu z wystepujaca w innych rejonach Polski, zblizona do notowanej w Krakowie, rejonie wybitnie obfitujacym w deszcze. W lecie wystepuje tu najwiecej opadów ulewnych. Nastepnym okresem, równiez sprzyjajacym wystepowaniu erozji sa roztopy sniegowe, których udzial w degradowaniu gleb ocenia sie, na okolo 40-50% degradacji rocznej. Wedlug notowan najblizszych stacji meteorologicznych w Zawichoscie i Sandomierzu sredni opad roczny wynosi 583 mm, a srednia temperatura 7,8^{o}C. Okres wegetacyjny trwa 218 dni, a gospodarczy 248 dni. Korzystny mikroklimat, ksztaltowany przez lezaca w poblizu doline

Wisly, oraz nieduza odleglosc od zakladów owocowo-warzywnych w Dwikozach, sprzyjaja rozwojowi sadownictwa i warzywnictwa.

Melioracje przeciwerozyjne na gruntach ornych. Zastosowane na gruntach ornych w obiekcie Kogutki rozwiazania przeciwerozyjne ukierunkowano glównie na usprawnienie gospodarowania przez ksztaltowanie rzezby i mikrorzezby terenu oraz na zastosowanie róznych systemów uprawy roli.

Za pierwszoplanowe zabiegi urzadzeniowo rolne uznano rekultywacje i zagospodarowanie wawozów (glównych ognisk erozji) oraz zlikwidowanie erozyjnej mikrorzezby terenu, utrudniajacej uzytkowanie gruntów. Wawozy "A", "B" i "C" postanowiono zasypac i wlaczyc do gruntów ornych. Wystepowaly one wsród kompleksu pól, gdzie bardzo utrudnialy racjonalne uzytkowanie ziemi i stanowily zagrozenie dla przyleglych gruntów uprawnych. Zasypaniu sprzyjala równiez stosunkowo szybka regeneracja gleby ze skaly lessowej. U wylotu wawozu "A", dla podwyzszenia lokalnej bazy erozyjnej i zmniejszenia podluznego spadku dna, wybudowano przegrode ziemna z przepustem i studzienka wlotowa (rys. 14). Wawóz zasypano przez przemieszczenie spycharka 62 tys. m^3 gruntu na odleglosc nie przekraczajaca 90 m. Obszar robót ziemnych - okolo 5,9 ha - wlaczono do gruntów ornych. U wylotu wawozu dolinowego "B" podobnie, jak w przypadku poprzedniego wawozu, wybudowano groble ziemna z przepustem i studzienka wlotowa. Nastepnie zasypano równoczesnie wawóz "B" i wawóz drogowy "C" przez przemieszczenie 34,500 m^3 ziemi na odleglosc do 100 m. Obszar robót ziemnych - 5,4 ha - uzyzniono obornikiem oraz nawozami mineralnymi i wlaczono do gruntów ornych. Wawóz "D" pozostawiono w stanie naturalnym i zaprojektowano w nim zabudowe biologiczna przez zalesienie (rys. 15). Zadrzewienia czesciowo uzupelniono nasadzeniami debu szypulkowego, modrzewia europejskiego, jesionu wynioslego i buka zwyczajnego. Wokól stanowisk wisni karlowej zaplanowano w odleglosci 10 m stworzenie otuliny z leszczyny, glogu jednoszyjkowego, kruszyny pospolitej i derenia swidwy. Do kompleksu zadrzewien wlaczono równiez przylegle do wawozu zbocza (strome, silnie erodowane i trudne do uprawy polowej), o lacznej powierzchni 5,1 ha. Dna wawozu i rozciec bocznych, w których koncentruja sie splywajace okresowo wody powierzchniowe umocniono tylko trwalym zadarnieniem, a na styku zadrzewien wawozowych z gruntami ornymi zaprojektowano 2 m szerokosci pas krzewów o zróznicowanym skladzie gatunkowym. Drzewa na pasie przywawozowym posadzono w poprzeczno-stokowe bruzdy chlonne, a w wawozie przy nasadzeniach uzupelniajacych na tarasach indywidualnych - talerzowych. Za podstawowa wiezbe przyjeto 1 m x 1,5 m, a tylko w przypadku debu, buka i jesionu 1,5 m x 2 m. Przy doborze gatunków drzew i krzewów uwzgledniano dzielnice przyrodniczo-lesna, biocenotyczno-krajobrazowe zmieszanie gatunków oraz warunki glebowe i uwilgotnienie gruntu wynikajace z ekspozycji i nachylenia zboczy. W wawozie nie wykonano zadnych umocnien technicznych, poniewaz przez wprowadzenie w obiekcie przeciwerozyjnych systemów uprawy roli

ograniczono nasilenie erozji wodnej, w tym równiez splyw wód powierzchniowych do wawozu.

Rys.14. Zasypanie wawozu dolinowego w Kogutkach

Rys.15. Biologiczna zabudowa wawozu

Ponadto zlikwidowano droge gruntowa powyzej prawostronnego rozciecia bocznego, najsilniej erodowanego (wskutek doplywu wód z drogi).

Ksztaltowanie erozyjnej mikrorzezby terenu wykonano na powierzchni 10,4 ha przez przemieszczenie spycharka 21000 m^3 gruntu na odleglosc do 50 m. Obszar robót ziemnych uzyzniono podwójna dawka nawozów mineralnych i wlaczono do pól uprawnych.

Grunty orne gospodarstwa podzielono na trzy czesci (rys. 16) i zastosowano rózne sposoby technicznej uprawy roli. Nie ingerowano w dobór plodozmianu (kukurydza, jeczmien jary, rzepak ozimy, pszenica ozima) poniewaz glównym celem badan byl wybór zabiegów uprawowych o najlepszych wlasciwosciach ochronnych, który mozna by generalnie zalecic dla terenów erodowanych.

A - system tradycyjny z zastosowaniem pluga i agregatu doprawiajacego (brona ciezka + wal strunowy).

B - system bezorkowy z wykorzystaniem multitillera (brona talerzowa + ciezki kultywator + brona talerzowa + wal strunowy) i rototillera (brona obrotowa + wal + siewnik + brona posiewna).

C - system mieszany z zastosowaniem pluga obracalnego, glebosza i multitillera.

Gospodarstwo zostalo specjalnie wyposazone w nastepujace narzedzia do uprawy roli: plug obracalny 5-skibowy firmy RAU, plug obracalny 3-skibowy z kolem kopiujacym, rototiller z siewnikiem i multitiller firmy RAU oraz glebosze produkcji polskiej i RFN.

W 1989 r. Wojewódzkie Osrodki Postepu Rolniczego przeksztalcono w Osrodki Doradztwa Rolniczego bez gospodarstw rolnych. W tej sytuacji kierownictwo Czyzowa uznalo, ze gospodarstwo Kogutki, ze wzgledu na duze (8 km) oddalenie od osrodka macierzystego, bedzie obnizalo rentownosc gospodarowania i wylaczylo je z uzytkowania w ogóle. Wylaczenie z uzytko-wania rolniczego gruntów ornych o duzym potencjale produkcyjnym i juz wykonanymi podstawowymi melioracjami przeciwerozyjnymi (zagospodarowane wawozy, uksztaltowana mikrorzezba terenu) jest marnotrawstwem przestrzeni rolniczej i zaprzepaszczeniem wlozonego wysilku i nakladów inwestycyjnych. Nalezy podkreslic, ze jest to rejon intensywnego rozwoju rolnictwa, o bardzo korzystnych warunkach dla produkcji warzywniczej zarówno ze wzgledu na mikroklimat, jak i polozenie w poblizu zakladów przemyslu owocowo-warzywnego w Dwikozach.

W zwiazku z realizowana w kraju restrukturyzacja rolnictwa, w nowo proponowanej koncepcji zagospodarowania gruntów obiektu Kogutki przewiduje sie utworzenie 4 gospodarstw farmerskich o powierzchni po okolo 28 ha (rys. 17). Siedliska tych gospodarstw proponuje sie zlokalizowac w centralnym punkcie obiektu, przy skrzyzowaniu dróg. Ochrone gleb przed erozja zapewni

poprzecznostokowy uklad pól i agrotechnika przeciwerozyjna, która zostanie uzgodniona z przyszlymi wlascicielami gospodarstw.

Miernikiem efektywnosci ochronnej okreslonego systemu uzytkowania gruntów i melioracji przeciwerozyjnych o charakterze: urzadzeniowo rolnym (uklad dzialek, pól i dróg), technicznym (np. zasypywanie wawozów, ksztaltowanie mikrorzezby terenu), agrotechnicznym (sposoby uprawy roli, plodozmiany) i fitomelioracyjnym (zadrzewie-

Rys.16. Topografia terenu w Kogutkach po zakonczeniu robót ziemnych

Rys.17. Koncepcja gospodarstw farmerskich na gruntach obiektu Kogutki

nia i zadarnienia) moga byc zasiegi wystepowania i nasilenia splukiwania powierzchniowego, a takze dynamika rozwoju form erozji liniowej. Podczas indywidualnego uzytkowania gruntów, w wyniku gestej struktury miedz i skarp, zadrzewien i zadarnien sródpolnych oraz mozaiki uprawianych roslin, zagrozenie erozja wodna powierzchniowa bylo w znacznym stopniu ograniczone (rys. 18A). Na ponad 40% gruntów obiektu zmywu powierzchniowego w ogóle nie stwierdzono, a do terenów z erozja wodna w stopniu srednim, silnym i bardzo silnym zakwalifikowano okolo 17% obszaru. Okres indywidualnego uzytkowania gruntów charakteryzowal sie jednak silnym rozwojem wawozów, zwlaszcza drogowych. Przejecie gruntów przez panstwowe gospodarstwo, a nastepnie zlikwidowanie niemal wszystkich miedz i skarp oraz uzytkowanie gruntów bez przestrzegania nawet podstawowych zasad melioracji przeciwerozyjnych znacznie zwiekszylo zagrozenie erozja, które objelo caly obszar obiektu (rys. 18B). Wzrosla powierzchnia zagrozenia kazdym stopniem erozji, przy czym obszary zagrozone w stopniu srednim, silnym i bardzo silnym zwiekszyly sie dwukrotnie. W wyniku zlikwidowania rozdrobnionego rozlogu gruntów zwiekszylo sie nie tylko nasilenie procesów zmywu powierzchniowego, ale takze dynamika rozwoju wawozów dolinowych. Jedynie rozwój wawozów drogowych, wylaczonych z uzytkowania, ulegl zahamowaniu.

Rekultywacja i zagospodarowanie wawozów, uksztaltowanie odpowiedniej mikrorzezby terenu oraz zastosowanie przeciwerozyjnych systemów uprawy roli spowodowalo radykalne zmniejszenie zasiegu i nasilenia erozji (rys. 18C). Do obszarów bez erozji zakwalifikowano 16,3% gruntów, z erozja slaba i umiarkowana okolo 80%, a z erozja srednia i silna zaledwie 4,2%.

Jesli zostalaby zrealizowana koncepcja utworzenia przeciwerozyjnie urzadzonych gospodarstw farmerskich, to wówczas nasilenie erozji wodnej zmniejszyloby sie jeszcze bardziej (rys. 18D). Grunty nie podlegajace zmywaniu powierzchniowemu stanowilyby okolo 57%, a z erozja slaba i umiarkowana - 42%. Natomiast erozja w stopniu srednim, silnym i bardzo silnym praktycznie w ogóle nie wystepowalaby.

5.4. Dzialania zaradcze i rekultywacyjne na terenach piaszczystych

Ochrona gleb przed erozja wietrzna jest najbardziej potrzebna na obszarze nizin srodkowej Polski z przewaga gleb piaszczystych i na obszarze wyzyn poludniowo-wschodniej Polski z dominacja gleb lessowych. Dzialania jakie nalezaloby tam podejmowac sa nastepujace.

A – gospodarstwo chlopskie; B – gospodarstwo panstwowe (PGR) bez zabiegów przeciwerozyjnych; C – PGR po zagospodarowaniu przeciwerozyjnym; D – gospodarstwo rodzinne
0 – bez erozji; 1 – erozja slaba; 2 – erozja umiarkowana; 3 – erozja srednia; 4 – erozja silna; 5 – erozja bardzo silna

Rys.18. Nasilenie erozji wodnej przy róznych systemach uzytkowania gruntów obiektu Kogutki

A – topografia terenu przed zagospodarowaniem; b – topografia terenu po zasypaniu wawozu

Rys.19. Schemat zasypania wawozów drogowych przy scalaniu gruntów

Na terenach nizinnych za pierwszoplanowe kierunki zaradcze nalezy uznac:

- ⇦ stosowanie zabiegów fitomelioracyjnych takich jak zalesianie gruntów niskoprodukcyjnych, dodrzewianie krajobrazu rolniczego oraz racjonalne gospodarowanie uzytkami zielonymi, zwlaszcza ograniczenie ich likwidacji;
- ⇦ stosowanie odpowiedniej agrotechniki umozliwiajacej poprawe struktury i zyznosci gleb;
- ⇦ wprowadzenie urzadzen melioracyjnych umozliwiajacych gromadzenie wody (zbiorniki) i nawadnianie;
- ⇦ zapobieganie nadmiernemu pobieraniu wody przez zaklady przemyslowe, co prowadzi do przesuszania terenów (dotyczy to zwlaszcza powiatów koninskiego i plockiego).

Na terenach wyzyn lessowych do podstawowych zabiegów przeciwdzialajacych erozji wietrznej naleza:

- ⇦ dodrzewianie krajobrazu, w tym równiez przez zakladanie sadów na zboczach;
- ⇦ magazynowanie wody w gruncie i w zbiornikach, nie dopuszczanie do przesuszania powierzchni gleby oraz do pozostawiania pól bez okrywy roslinnej na wierzchowinach i na zboczach dowietrznych, zwlaszcza w okresie zimowym i wiosennym
- ⇦ korygowanie przestrzennego ukladu uzytków rolniczo-lesnych poprzez ich rozmieszczenie w terenie odpowiednio do ich funkcji wiatro- i wodochronnych;
- ⇦ zapobieganie nadmiernemu wyczerpywaniu wód glebinowych przez przemysl.
- ⇦ Nalezy podkreslic, ze na terenach wyzynnych wszelkie dzialania zmierzajace do ochrony przed erozja wodna przyczyniaja sie równiez do zmniejszania erozji wietrznej.
- ⇦ Potrzeba ochrony srodowiska przed erozja wietrzna w **pozostalej czesci kraju** wystepuje lokalnie. Zapobieganie erozji wietrznej moze stanowic powazny

problem na terenach intensywnie uprzemyslowionych, gdzie wystepowanie deflacji na haldach i skladowiskach róznego rodzaju odpadów poprzemyslowych powoduje uciazliwe i niebezpieczne w skutkach zapylenie otoczenia.

5.5. Srodki zaradcze i rekultywacyjne na terenach popowodziowych

W Polsce wykonano juz wiele budowli ograniczajacych powodzie, takich jak waly przeciwpowodziowe, duze zbiorniki retencyjne, kanaly ulgi, zalewowe poldery. Sa to dzialania niezbedne, ale mimo duzych nakladów inwestycyjnych nie gwarantuja one pelnego zabezpieczenia przed nadmiernym splywem wód powierzchniowych, w tym powodziowych z opadów ulewnych i roztopów sniegu. W rozladowaniu takich splywów ogromna role moze odegrac gleba, która jest najwiekszym i najbardziej pojemnym zbiornikiem retencyjnym. Dlatego w terenach zagrozonych erozja wodna najbardziej efektywnym srodkiem zaradczym sa kompleksowe melioracje przeciwerozyjne. W sektorze rolnictwa indywidualnego kompleksowe zabiegi mozna wdrazac przy niewielkich dodatkowych nakladach inwestycyjnych jedynie podczas scalania gruntów. których obecnie prawie nie wykonuje sie. W takiej sytuacji mozliwe jest tylko zagospodarowanie wawozów i umacnianie erodowanych odcinków dróg, które sa ogniskami erozji i glównym zródlem rumowiska powodujacego zamulanie urzadzen drogowych melioracyjnych oraz biezace dzialania renowacyjne.

Usuwanie erozyjnych szkód popowodziowych zalezy glownie od rzezby terenu, rodzaju gleb, sposobu uzytkowania i form erozyjnych. Najbardziej niszczone przez deszcze powodujace powodzie sa grunty orne na zboczach o glebach wytworzonych z utworów lessowych. Na gruntach ze zmywami powierzchniowymi i siecia zlobin do glebokosci 20-30 cm, lecz z zachowana w wiekszosci roslinnoscia uprawowa powinno sie po zbiorze plonu wykonac gleboka orke, nastepnie uprawy przedsiewne i siew roslin na plon glówny. Nalezy podkreslic, ze regeneracja gleb lessowych nastepuje szybko. Podobny sposób regeneracji gleb po zmywach powierzchniowych i erozji zlobinowej stosuje sie na zboczach o glebach utworzonych z utworów gliniastych, gliniasto-piaszczystych i szkieletowych.

W przypadku silnej erozji zlobinowej, z glebokimi rozmywami (okolo 1 m lub wiekszej) wystepuje znaczna powierzchnia zniszczonych upraw i gleb pozbawionych poziomu próchnicznego. Do zasypania rozmywów i regeneracji gleby mozna ewentualnie wykorzystac material glebowy zakumulowany u podnózy stoków. Najczesciej jednak rozmywy zasypuje sie (mechanicznie) przez spychanie przyleglego gruntu, co jeszcze bardziej zwieksza powierzchnie bez poziomu próchnicznego. Dlatego na takich polach stokowych jest potrzebne zwiekszone nawozenie zwlaszcza organiczne i uprawa mieszanki na zielony nawóz.

Jak wynika z powyzszego gleby na zboczach, degradowane zmywami powierzchniowymi i erozja zlobinowa nie wymagaja specjalnych zabiegów agrotech-

nicznych i tylko lokalnie robót ziemnych. Jednak ich racjonalne uzytkowanie wymaga wstepnego rozpoznania zasobnosci w przyswajalne skladniki pokarmowe, zawartosci czesci splawialnych i kwasowosci hydrolitycznej. Wyniki tych oznaczen sa podstawa do ustalenia dawek nawozowych oraz wapna. W pierwszym roku uzytkowania dawki nawozów oraz wapna magnezowego, wynikajace z oznaczen analitycznych, powinny byc zwiekszone nawet dwukrotnie w celu wysycenia kompleksu sorpcyjnego gleb przyjetych do rolniczego uzytkowania. Mechaniczne zabiegi uprawowe nie musza róznic sie niczym od wykonywanych w uprawie tradycyjnej. Szczególna uwage nalezy jedynie zwrócic na odkwaszanie materialu glebowego i napowietrzenie go spulchniajacymi zabiegami uprawowymi oraz nawozenie zwiekszonymi dawkami nawozów organicznych i mineralnych. Plonowanie roslin na glebach pozbawionych poziomu próchnicznego bedzie najprawdopodobniej slabsze od uzyskiwanego na glebie z poziomem próchnicznym, ale ich uprawa jest jednak najczesciej oplacalna i uzasadniona ekonomicznie. Jedyna przeszkoda uzytkowania gleb pozbawionych poziomu próchnicznego moze byc ich kamienistosc tzw. “bruk”. W takim przypadku wymagane jest usuniecie kamieni. Prace te sa technicznie trudne do wykonania i bardzo kosztowne, dlatego ich podjecie powinno byc poprzedzone rachunkiem ekonomicznym.

Podczas usuwania erozyjnych szkód powodziowych warto zwrócic uwage na tak zwane **gleby marginalne**, do których zalicza sie bardzo lekkie gleby piaskowe, gleby zwirowe i kamieniste, gleby silnie zerodowane i stale podmokle oraz plytkie redziny i gleby górskie, w których pod warstwa orno-próchniczna wystepuje rumosz skalny. Sa to gleby uzytkowane rolniczo lub pozostajace w ewidencji uzytków rolnych, które jednak ze wzgledu na uwarunkowania przyrodnicze maja bardzo niska urodzajnosc i powinny byc przeznaczone pod zalesienie lub uzytki zielone.

Innym rodzajem erozyjnych szkód powodziowych na polach uprawnych sa **namywy** u podnózy stoków, w dolinach i w innych obnizeniach terenu. Namywy moga byc pochodzenia organicznego lub mineralnego, wzglednie organiczno-mineralnego. Wstepne rozpoznanie naniesionego na pole materialu mozna dokonac organoleptycznie (ocena dotykowa). Material organiczny po wyschnieciu jest lekki i sypki a przy rozcieraniu w palcach nie wyczuwa sie jakiegokolwiek uziarnienia, natomiast namyw mineralny jest znacznie ciezszy, w stanie wysuszonym - twardy, a przy rozcieraniu w palcach moga byc wyczuwane ziarna. Oczywiscie w przypadku materialu mieszanego (organiczno-mineralnego) beda wyczuwalne charakterystyczne cechy obu skladowych materialów. Pole z naniesionym materialem, bogatym w skladniki mineralne i organiczne, oczywiscie nietoksycznym dla roslin i zwierzat, nalezy najpierw wyrównac, a pózniej uprawiac. Do radykalnego wyrównania namywu mozna wykorzystac spycharki traktorowe, natomiast przy niezbyt duzych nierównosciach - narzedzia powszechnie stosowane w rolnictwie, jak np. brony, kultywatory, a takze plugi jednak w tym przypadku efektywny proces wyrównywania pola moze trwac kilka lat. Namyw utworzony tylko z substancji organicznej lub z pewna jej przewaga nalezy przykryc chocby plytka orka, po-

niewaz pozostajaca na powierzchni nawet jego cienka warstwa ulegnie mineralizacji z czym zwiazane sa straty azotu, a takze unoszacy sie nad polami nieprzyjemny zapach rozkladajacej sie materii organicznej. Gdy materialem namytym jest ubogi w skladniki lecz takze nietoksyczny piasek bezpróchniczny, to przy stosunkowo niewielkiej jego ilosci (o okolo 5 cm grubosci) moze byc wymieszany z uprawna warstwa gleby. Na glebach piaskowych oddzialywanie takiej domieszki pogorszy wprawdzie ich chemiczne wlasciwosci, ale mozna to latwo zrekompensowac obfitszym nawozeniem organicznym i mineralnym. Natomiast odnosnie wlasciwosci fizycznych, to w niewielkim stopniu zmniejszy sie zdolnosc retencji wodnej gleby. Nie jest to jednak, na tych glebach najwazniejszym czynnikiem decydujacym o zaopatrzeniu roslin w wode, bowiem zasadnicze znacznie przypisuje sie tu przede wszystkim opadom. W jeszcze mniejszym stopniu negatywne znaczenie nietoksycznego namywu piaszczystego bedzie sie ujawnialo na glebie sredniej i zasobnej w skladniki pokarmowe. Na glebie ciezkiej natomiast domieszke piasku nalezy traktowac jako zabieg korzystny, bowiem na tych glebach piaskowanie czyli dodawanie do warstwy uprawnej piasku uwaza sie za zabieg poprawiajacy jej wlasciwosci fizyczne. Przy grubszej warstwie namywu materialu piaszczystego, a takze naniesieniu rumoszu skalnego lub innych obcych glebowo materialów (kawalki asfaltu, betonu, cegly, klody drewna itp.) nalezy naniesiony material usunac jesli jest to technicznie mozliwe i ekonomicznie uzasadnione. Do usuwania namywu utworzonego z piasku lub rumoszu skalnego nalezy zastosowac spycharki i dzwigi ciagnikowe. Material ten mozna przemiescic do utworzonych przez powódz wawozów lub wyrw, wzglednie spryzmowac, a potem do takich miejsc wywiezc na przyczepach ciagnikowych. Naniesione elementy zniszczonych urzadzen technicznych przez powódz na pole nalezy, w miare mozliwosci, usunac dzwigami ciagnikowymi lub recznie.

Jezeli z analizy laboratoryjnej wynika, ze gleba ulegla skazeniu substancjami toksycznymi, wówczas nalezy ja okresowo lub trwale wylaczyc z produkcji rolnej i postepowac zgodnie z odpowiednimi zaleceniami.

Renowacja zamulonych i zerodowanych lak w dolinach rzecznych w terenach nizinnych i wyzynnych polega na nastepujacych dzialaniach:

- ⇦ tereny pokryte namulami o miazszosci ponad 0,5 cm, a piaskiem do 3 cm po ustapieniu wody, kiedy mozliwe bedzie wejscie ze sprzetem, powinno sie obsiac mieszanka nasion traw w ilosci 25-30 kg/ha, nastepnie zabronowac i przywalowac. Powschodowo nalezy zastosowac nawozenie poglówne saletra amonowa (100/kg/ha);
- ⇦ tereny napiaszczone do miazszosci 7 cm nalezy uprawiac glebogryzarka na glebokosc 10-15 cm aby wzbogacic naniesiony piasek zyzna warstwa próchniczna gleby. Bez tego zabiegu przy wysiewie nasion nie uzyska sie pozytywnych efektów. Po wykonanej uprawie nalezy natychmiast wysiac nasiona traw i lake zwalowac;

- ⇦ tereny napiaszczone grubsza od 7 cm warstwa piasku nalezy przeorac na taka glebokosc by wydobyc na powierzchnie warstwe próchniczna gleby przykrytej piaskiem. Po orce teren nalezy wyrównac talerzówka, po niej brona zebowa, obsiac nasionami i przywalowac;
- ⇦ wymokliska po obeschnieciu nalezy zabronowac na krzyz ciezkimi bronami zebowymi, usunac zebrany material roslinny, obsiac mieszanka nasion i przywalowac. W przypadku pojawienia sie szczawiu kedzierzawego lub tepolistnego stosuje sie oprysk herbicydami Starane 250 lub Asulox;
- ⇦ tereny zerodowane przy braku mozliwosci ich rekultywacji, powinny byc zabezpieczone przed dalsza degradacja nasadzeniami wierzb lub wikliny. Nasadzenia beda stabilizowaly glebe i hamowaly przeplyw wody w przyszlosci, ograniczajac rozszerzenie sie szkód.

Usuwajac róznymi metodami skutki zniszczen popowodziowych nalezy pamietac o nawozeniu, które umozliwia regeneracje roslinnosci lakowej i dziala plonotwórczo. Nawozenie mineralne jest niezbedne zarówno dla starej, odtwarzajacej sie roslinnosci lakowej jak tez dla mlodych traw po podsiewie lub pelnym obsiewie. Powódz powoduje duze zróznicowanie potrzeb nawozowych. W szerokich dolinach duza fala powodziowa nanoszac rózne namuly wzbogaca gleby lakowe w wapn, fosfor a nawet w potas. W waskich dolinach górskich i podgórskich (w Sudetach i Beskidach) bystra fala powoduje natomiast duze mechaniczne uszkodzenie gleby, darni i roslinnosci lakowej oraz wymycie znacznej ilosci skladników pokarmowych. Z tych powodów nawozenie uzytków zielonych na terenach popowodziowych nalezy róznicowac w zaleznosci od oceny powstalych zniszczen i szkód w roslinnosci lakowej, darni, glebie czy tez powierzchni uzytków zielonych. Jest konieczne takze ze wzgledów ekonomicznych i ekologicznych. Nie nalezy dostarczac glebie tych skladników, które zawiera w nadmiernej ilosci.

Na lakach górskich polozonych w strefie dolinowo-kotlinowej najwieksze straty powstaja na terenach w bezposredniej strefie zalewu poprzez naniesienie materialu zwirowo-kamienistego. W tych przypadkach wystepuje calkowite zniszczenie plonów a rekultywacja tych terenów wymaga duzego nakladu pracy. W dalszej strefie zalewu i zamulania oraz podtopienia, rodzaj szkód powodziowych i podejmowane dzialania rekultywacyjne sa podobne jak w terenach nizinnych.

W kotlinach sródgórskich, ze wzgledu na zamulenie i utrzymujace sie dlugotrwale podtopienie nastepuje pogorszenie stosunków wodno-powietrznych gleby, stad tez konieczne jest wykonanie zbiegów agromelioracyjnych, zas na obiektach zmeliorowanych - wykonanie prac renowacyjnych i odbudowa zniszczonych budowli.

Pastwiska, zwlaszcza dobrze urzadzone i racjonalnie uzytkowane sa bardziej niz laki uszkadzane przez powódz, bowiem uszkodzeniom i zniszczeniu ulega nie tylko roslinnosc i darn lecz czesto infrastruktura pastwiskowa (ogrodzenia, drogi, studnie, wodopoje).

Specyfika pastwisk jest ich usytuowanie w nieco wyzszych partiach dolin niz laki kosne co sprawia, ze plynace z woda rózne materialy czesto osiadaja na tych terenach, a porywane druty z ogrodzen stanowia dodatkowy element wychwytujacy plynace przedmioty. Jedna z pierwszych czynnosci po zejsciu wód powodziowych powinno byc spuszczenie wody z powstalych zastoisk, kaluz na kwaterach i drogach dopedowych do pastwisk. Mozna to wykonac recznie kopiac niewielkie rowki lub za pomoca pluga (bruzdowanie). Mozliwie szybkie spuszczenie wody z tych terenów moze uchronic przed calkowita utrata, na skutek braku powietrza i gnicia, wartosciowych roslin rosnacych w runi. Nastepnie nalezy bezwzglednie zebrac wszystkie naniesione smieci (pnie drzew, galezie, wyrwane krzewy, resztki folii, pojemniki itp.). Stanowia one bezposrednie zagrozenie dla zdrowia ludzi i zwierzat oraz przeszkadzaja w prawidlowym wykonywaniu zabiegów pielegnacyjnych.

Po dostatecznym obeschnieciu wierzchniej warstwy gleby oraz obnizeniu poziomu lustra wody gruntowej nalezy skosic run (bez wzgledu na jej wysokosc), zgrabic i wywiezc na kompostownik. Taka roslinnosc nie moze byc przeznaczana na pasze. Uzyskany kompost mozna bedzie zuzyc juz w przyszlym roku m.in. do nawozenia pastwisk. Nastepnie nalezy (do pierwszych dni wrzesnia) niezwlocznie wysiac azot w ilosci 30-40 kg/ha (np. 100 kg saletry amonowej) co sprawi, ze roslinnosc zacznie szybko odrastac, gwarantujac plon 10-15 ton zielonki z ha. Wykorzystanie pastwisk po powodzi jest mozliwe wszedzie tam, gdzie roslinnosc nie zostala calkowicie zniszczona lub wszedzie tam, gdzie w runi pozostaly nie tylko chwasty. Na pastwiskach z naniesionym piaskiem lub namulami o warstwie powyzej 5 cm, konieczna bedzie renowacja lub ponowne zagospodarowanie, a tam gdzie ilosc namulów (duze nierównosci) - nawet rekultywacja. Nalezy pamietac, aby do obsiewu stosowac gatunki czy mieszanki przeznaczone do pastwiskowego uzytkowania. Trzeba równiez przystapic do odmulenia i wyprofilowania rowów, udroznienia wylotów drenarskich i przywrócenia sprawnosci istniejacej sieci melioracyjnej oraz naprawy i odbudowy infrastruktury pastwiskowej.

Powazny udzial w rehabilitacyjnych dzialaniach powodziowych ma naprawa uszkodzonych dróg rolniczych oraz zagospodarowanie wawozów.

Znanych jest kilka sposobów likwidacji zniszczen erozyjnych na drogach rolniczych:

- ⇦ zasypywanie spycharka rozmywów erozyjnych na drogach lub w wawozach drogowych w celu umozliwienia przejazdu rolniczymi srodkami transportu. Jest to sposób najtanszy ale powoduje zaglebianie sie drogi lub poglebianie wawozu drogowego. Przy takiej likwidacji rozmywów celowe jest umocnienie rowu przydroznego np. przez darniowanie lub obsiew mieszanka traw i wyprofilowanie przekroju drogi ze spadkiem do rowu;
- ⇦ zasypanie rozmywów na drogach gruntowych materialem ziemnym pozyskanym przy renowacji rowów melioracyjnych i drogowych oraz materialem za-

kumulowanym w róznych miejscach, który jest przewidziany do usuniecia - wywiezienia;
- ⇦ utwardzenie silnie erodowanych dróg rolniczych;
- ⇦ zasypanie wawozów drogowych i wytyczenie nowej sieci dróg w tych miejscach, do których nie doplywaja okresowe wody powierzchniowe.

5.6. Dzialania zaradcze i rekultywacyjne na terenach chronionego krajobrazu

Nadrzednym celem dzialan zaradczych jest zachowanie wartosci ekologicznych wyznaczajacych walory krajobrazu chronionego i zapobieganie ich degradacji. Postepowanie to oczywiscie nie moze prowadzic do wyizolowania i wyludnienia terenu chronionego oraz zaprzepaszczenia gospodarki rolnej i turystyki. Zarówno jednak rolnictwo jak i turystyka prowadzone konwencjonalnie moga byc przyczyna wystepowania i nasilenia sie okreslonych procesów erozyjnych.

Dlatego na terenach chronionego krajobrazu wiekszosc zaradczych dzialan przeciwerozyjnych odnosi sie do sfery rolniczego uzytkowania gruntów, sfery turystyki wycieczkowej i agroturystyki.

Do pierwszoplanowych dzialan ochronnych nalezy zaliczyc:

- ⇦ ksztaltowanie rozlogu gruntów rolnych umozliwiajacego wprowadzenie poprzecznostokowego ukladu pól i stosowania agrotechniki przeciwerozyjnej;
- ⇦ wylaczenie z rolniczego uzytkowania tzw. gruntów marginalnych - zagrozonych silna erozja lub juz zdewastowanych przez procesy erozyjne i przeznaczenie ich glównie pod zalesianie lub trwale zadarnianie tworzace “oczka” widokowe;
- ⇦ modernizacja dróg rolniczych i szlaków turystycznych pod katem ich wlasciwego rozmieszczenia stosownie do rzezby terenu i umocnienia odcinków erodowanych;
- ⇦ budowanie, gdzie tylko mozliwe, wielofunkcyjnych zbiorników retencyjnych;
- ⇦ przy zagospodarowaniu wawozów powinno sie preferowac zalesianie oraz zabudowe rekreacyjna.

5.7. Rekultywacja i zagospodarowanie wawozów i wymoków

Zagospodarowanie wawozów i ich zlewni. Zagospodarowanie wawozów jest przewaznie najbardziej kapitalochlonna inwestycja w melioracjach przeciwerozyjnych i zgodnie z Rozporzadzeniem Ministrów Rolnictwa oraz Lesnictwa i Przemyslu Drzewnego z dnia 26 pazdziernika 1972 r. (Dz.U. nr 48 poz. 305) bylo zaliczane do melioracji podstawowych, wykonywanych na koszt panstwa. Generalnie sa to inwestycje o charakterze inzynieryjnym, wymagajace opracowania projektów technicznych i ich wdrazania przez przedsiebiorstwa specjalistyczne np. melioracyjne. Dotychczas wiekszosc zrealizowanych projektów w terenie to obiekty doswiadczalno-wdrozeniowe.

Wawozy moga byc zagospodarowane **metodami ochronnymi** przez: zabudowe biologiczna lub techniczno-biologiczna oraz **ochronno-uzytkowymi** przez zasypanie, wykonanie zbiorników, zakladanie sadów i pastwisk oraz zagospodarowanie dla celów rekreacyjnych, a takze metodami zintegrowanymi.

Zabudowa biologiczna wawozów. Sposób postepowania przy **biologicznej zabudowie** wawozów zalezy od tego, czy dokonujemy jedynie korekty w samoczynnym zadrzewieniu, czy tez wprowadzamy **zalesienie** od podstaw. W pierwszym przypadku poprawia sie sklad zadrzewien przez usuniecie gatunków mniej wartosciowych, a wprowadza gatunki odpowiednie dla danego siedliska, zwlaszcza dostosowane do rodzaju skaly macierzystej, w której wytworzyl sie wawóz. Sposoby wykonywanych zabiegów uzupelniajacych, zaleza przede wszystkim od wystepowania, nasilenia i form procesów rzezbotwórczych. Czesto silnie rozmywane jest dno wawozu (fot. 11). Wówczas nalezy dazyc do zatrzymania rumowiska i stopniowego splycenia wawozu, przez zadarnienie dna i wykonanie poprzecznie do splywu wody plotków z zywej faszyny wierzbowej lub niskich, zadarnionych grobelek ziemnych.

Fot.9.

Fot.10.

Fot.11.

Fot.12.
Osadzane namuly sukcesywnie obsiewa sie mieszanka traw. Jezeli na zalesionych zboczach wawozu wystepuja intensywne i trudne do opanowania procesy sufozyjne, to wówczas moze sie okazac konieczna zmiana uzytkowania - usuniecie zadrzewien wraz z karczowaniem pni, zasypanie studni i tuneli sufozyjnych i wprowadzenie trwalych zadarnien oraz zakrzewien.

Przy biologicznej zabudowie przez zalesienie, **wykonanej od podstaw,** bardzo istotne jest rozmieszczenie przestrzenne zadrzewien i zadarnien (fot. 12) oraz dobór odpowiednich gatunków. Kardynalna zasada jest zadrzewienie zboczy, a zadarnienie wlotów i dna, zarówno wawozu glównego jak i rozciec bocznych, czyli wszystkich miejsc, w których koncentruja sie okresowo splywajace wody powierzchniowe. Z przeprowadzonych badan i obserwacji terenowych wynika, ze trwala darn, w porównaniu z zadrzewieniami skuteczniej zabezpiecza powierzchnie gruntu przed zlobieniem i sufozja.

Wprowadzenie roslinnosci poprzedzaja prace polegajace na lagodzeniu rzezby bardzo stromych skarp oraz pionowych scian, tworzacych sie zwlaszcza u czola

wawozu glównego i czól rozciec bocznych, lagodzeniu progów erozji wstecznej, a niekiedy takze i krawedzi wawozu. Nastepnie, najbardziej narazone na zlobienie miejsca umacnia sie przez darniowanie lub obsiewa mieszanka traw. Darnine przytwierdza sie do podloza palikami. Zasiewy natomiast matuje sie sloma lub innymi odpadami roslinnymi i przykrywa siatka (najlepiej z tworzyw syntetycznych), która przytwierdza sie do gruntu koleczkami. Zabezpieczenie takie bardzo dobrze przeciwdziala erozji do czasu przejecia funkcji ochronnej przez roslinnosc darniowa.

Po wykonaniu powyzszych prac przystepuje sie do zadrzewienia wawozu. Przed sadzeniem drzew, na mniej stromych zboczach wawozu, o nachyleniu do okolo 30^0 (58%) wyoruje sie, najlepiej konnym plugiem obracalnym poprzecznostokowe bruzdy chlonne (przerywane, co 20 m). Na bardziej stromych zboczach lepiej wykonac tarasy talerzowe (miski). Zatrzymuja one splywajace wody powierzchniowe i zwiekszaja wilgotnosc gruntu oraz ulatwiaja przyjecie sie i rozwój sadzonek. Drzewka w bruzdach i na tarasach sadzi sie w ukladzie szachownicowym. Sposób zadrzewiania oraz pielegnowanie przeprowadza sie wedlug zasad i norm obowiazujacych w gospodarce lesnej. Nalezy jednak pamietac, ze im trudniejsze sa warunki siedliskowe tym staranniej nalezy przygotowac technike sadzenia i pielegnowania.

Szczególnie trudne warunki dla wprowadzenia roslinnosci drzewiastej wystepuja w wawozach wapienno-redzinowych. Sadzonki i mlode drzewka sa niszczone na skutek ruchu rumowiska, a zamarzanie i rozmarzanie gruntu powoduje ich "wysadzanie" wraz z systemem korzeniowym. Aby temu zapobiec sadzonki hoduje sie w szkólkach, w perforowanych woreczkach foliowych napelnionych ziemia lub w doniczkach torfowych i nastepnie wraz z opakowaniem sadzi do gruntu. Zaleta tego sposobu jest to, ze sadzonki w zetknieciu z nowym siedliskiem maja zapas wilgoci i pokarmu, a sadzenie mozna wykonywac w ciagu calego okresu wegetacyjnego.

Przy doborze gatunków drzew na zbocza nalezy uwzglednic zwykle duze zróznicowanie siedliska, zwlaszcza pod wzgledem glebowym i wilgotnosciowym (tab. 8). U podnózy zboczy, gdzie przewaznie wystepuje akumulacja materialu ziemnego oraz w lokalnych zaglebieniach, mozna sadzic gatunki bardziej wymagajace.

Tabela 8

Gatunki drzew i krzewów do biologicznej zabudowy wawozów

Rodzaj wawozu wedlug utworu geologiczno-glebowego	Stanowisko w rzezbie wawozu				
	obrzeza i szczatki dawnych wierzchowin	zbocza (skarpy) o ekspozycji poludniowej i zachodniej	zbocza (skarpy) o ekspozycji pólnocnej i wschodniej	dno wawozu glównego	rozciecia boczne (rozgalezienia), zapadliska
lessowy	modrzew, dab szypulkowy, brzo-za brodawkowata, sosna pospoli-ta, klon pospolity, klon jawor, li-pa drobnolistna Na styku z gruntami ornymi - róza faldzistolistna, glóg, alycza, karagana, œnieguliczka	modrzew, dab szypulkowy, dab czerwony, brzoza brodawko-wata, klon pospolity, robinia akacjowa (w monokulturze na stanowiska najgorsze), dzika róza, karagana, deren œwidwa	dab szypulkowy, jesion wy-iosly, grab pospolity, buk po-spolity, jodla pospolita (w za-siegu wystepowania), lipa drobnolistna, jawor, modrzew, œwierk pospolity, topole (euro-amerykanskie, czarna), wiaz, kruszyna, trzmielina	topole, wierzby drzewiaste, olsza czarna, zywoplotki z wierzb krzewia-tych, pasy krzeów z karagany, rózy i alyczy	jesion, klon jawor, modrzew, lipa drobnolistna, grab, topo-le euro-amerykanskie, zywo-plotki z wierzb krzewiastych lub pasy krzewów z karaga-ny, rózy, alyczy
wapienno-redzinowy	modrzew, sosna czarna, deren œ-widwa, glóg, dzika róza, ligustr, kalina, alycza	sosna czarna i pospolita, mo-drzew, olsza czarna, jarzab pospolity, robinia akacjowa (kepowo), brzoza brodawko-wa-ta, deren œwidwa, glóg, dzika róza, ligustr, irga, rokit-nik	sosna czarna i pospolita, dab szypulkowy, modrzew, jesion wyniosly, klon pospolity, klon jawor, buk, jarzab pospolity, brzoza brodawkowata, deren œwidwa, glóg ligustr, trzmielina	olsza czarna, jesion wyniosly, dab bezszypulkowy, klon pospolity, klon jawor,topole euro-amerykanskie, wiaz, lipa drobnolistna, zywoplotki z wierzb krzewiastych, pasy z glogu, alyczy, derenia œwidwy i ligustru	
gliniasty	dab szypulkowy, brzoza brodaw-kowata, modrzew, sosna pospolita. Na styku z gruntami ornymi - róza faldzistolistna, glóg, alycza, karagana, œnieguliczka	modrzew, brzoza brodawko-wata, klon pospolity, klon ja-wor, grab, lipa drobnolistna, deren œwidwa, karagana, aly-cza	dab szypulkowy, jesion wynio-sly, buk i jodla (w zasiegu wy-stepowania) lipa drobnolistna, grab, brzoza brodawkowata, œwierk pospolity, klon pospo-lity, klon jawor, olsza czarna, kruszyna, szaklak, bez czarny	dab szypulkowy, jesion wyniosly, buk, topole euro-amerykanskie, zywoplotki z wierzb krzewiastych	
piaszczysty	sosna pospolita, brzoza brodow-kowata, dab czerwony	sosna pospolita, brzoza bro-dawkowata, robinia akacjowa (kepami), olsza szara, wierzby krzewiaste (kaspijska, ostro-listna),	sosna pospolita, brzoza bro-dawkowata, dab szypulkowy, dab czerwony, olsza szara, jarzab pospolity	olsza czarna, topole euro-amerykanskie, brzoza brodawkowata, dab szypulkowy, klon pospolity, klon jawor, zywoplotki z wierzb krzewiastych	

		czeremcha amerykan-ska, jalowiec		

Uwagi: 1 - gatunki drzew podano w kolejnoœci od najbardziej przydatnych i pozadanych w zbiorowisku; 2 - obrzeze i szczatki dawnych wierzchowin nalezy rozumieæ jako powierzchnie zawarta pomiedzy gruntami rolnymi a krawedzia wawozu.

Tabela 9

Mieszanki nasion traw i motylkowych do biologicznej zabudowy wawozów

Gatunek	Rodzaj wawozu wg utworu geologiczno-glebowego											
	lessowy			redzinowo-wapienny			gliniasty			piaszczysty		
	stanowisko w rzezbie wawozu											
	Zbocza o wystaiwe S i W	zbocza o wystawie N i E, wierzchowiny	dna, rozciecia boczne, zapadliska	Zbocza o wysawie S i N	Zbocza o wystawie N i E, wierzchowiny	dna, rozciecia boczne, zapadliska	Zbocza o wystawie S i N	zbocza o wystawie N i E, wierzchowiny	dna	Zbocza o wystawie S i W	Zbocza o wystawie N i E, wierz-chowiny	dna
Rajgras wyniosly	10	-	-	5	-	-	10	7	10	5	7	7
Kupkówka pospolita	5	4	3	10	3	3	-	5	5	5	7	8
Stoklosa bezostna	-	-	-	-	-	-	10	5	-	10	-	-
Kostrzewa lakowa	-	7	6	-	7	6	-	-	-	-	-	-
Wiechlina lakowa	6	6	6	6	7	5	10	10	10	10	6	5
Kostrzewa czerwona	10	8	4	9	7	4	15	13	10	10	15	6
¯ycica trwala	4	5	6	5	6	7	-	-	-	-	-	3
Koniczyna biala	10	10	8	10	10	10	-	-	10	5	10	15
Koniczyna szwedzka	-	-	8	-	5	9	-	-	-	-	-	-
Komonica zwyczajna	20	15	9	20	15	6	15	10	10	25	20	16
Lucerna chmielowa	5	5	-	5	-	-	5	5	5	5	5	-
Esperceta siewna	-	-	-	-	-	-	20	20	10	-	-	-

Przelot pospolity	-	-	-	-	-	-	5	5	-	5	-	-
Norma wysiewu kg/ha	70	60	50	70	60	50	90	80	70	80	70	60

Warunki siedliskowe na dnie wawozu i na dnach rozciec bocznych sa mniej zróznicowane niz na zboczach, a uklad stosunków wilgotnosciowych jest przewaznie korzystny dla wzrostu roslin. Glównym jednak sposobem umacniania tych czesci wawozu beda trwale zadarnienia. Mozna równiez stosowac zadrzewienia ale w bardzo luznej wiezbie, tak aby nadmierne zacienienie nie oslabilo przeciwerozyjnej funkcji darni. Mieszanki trawiaste w wawozach (tab. 9), w porównaniu ze stosowanymi na uzytkach zielonych powinny miec zwiekszona norme wysiewu oraz duzy udzial roslin motylkowych, które przyczyniaja sie do szybkiego uzyskania zwartej okrywy darniowej i wzbogacaja glebe w próchnice. Najlatwiej zadarniaja sie wawozy lessowe i gliniaste, znacznie trudniej wawozy wytworzone w skalach wapiennych i utworach piaszczystych. Ponadto na dnach wawozów i w innych obnizeniach, gdzie okresowo koncentruja sie splywajace wody powierzchniowe jest celowe wysadzenie rzedów krzewów w formie zywoplotów lub róznego rodzaju plotków z zywej faszyny wierzbowej.

Po posadzeniu drzew i krzewów zbocza obsiewa sie mieszanka traw i roslin motylkowatych, które beda umacnialy powierzchnie do czasu rozrosniecia sie drzew. Sklad gatunkowy mieszanki dostosowuje sie do warunków siedliskowych, a zwlaszcza rodzaju gruntu i ekspozycji zboczy. Najtrudniej zadarniaja sie zbocza o ekspozycji poludniowej, ze wzgledu na okresowo duze niedobory wody.

Zabudowa biologiczna powinna byc stosowana zwlaszcza w wawozach wytworzonych w utworach wapiennych i piaskowych.

Wokól wawozu, na granicy z gruntami ornymi wydziela sie tzw. pas stykowy, który zadarnia sie lub obsadza krzewami. Bardziej wlasciwe jest stosowanie zadarnienia. Szerokosc pasa stykowego wynosi okolo 1–2 m, a powyzej czól rozciec okolo 5 m.

Zadrzewieniom lesnym w wawozach przypada szczególna rola w terenach silnie zagrozonych erozja i równoczesnie intensywnie uzytkowanych rolniczo. Przy maksymalnym wykorzystaniu gleb pod uprawy polowe trudno o miejsce dla lasu, zadrzewienia natomiast w duzej czesci spelniaja jego funkcje. Istnieje nawet poglad, ze "rozczlonkowane zadrzewienia maja wieksze znaczenie dla biologicznego wzbogacenia krajobrazu rolniczego, niz duze i zwarte kompleksy lesne, zajmujace powierzchnie podobnej wielkosci", co ma wynikac z wiekszej mozliwosci wymiany fauny lesnej i polnej wskutek rozbudowania strefy przybrzeznej. Oprócz biocenotycznego oddzialywania zadrzewien w terenach erodowanych ich podstawowa funkcja jest dzialanie przeciwerozyjne, glebochronne i wodochlonne.

Techniczno-biologiczna zabudowa wawozów polega na umocnieniu miejsc, szczególnie narazonych na rozmywanie budowlami hydrotechnicznymi (fot. 13) oraz na zadrzewieniu i zadarnieniu wawozu, wedlug zasad omówionych przy zabudowie biologicznej. Budowle hydrotechniczne w wawozach, sluzace do umacniania progów erozji wstecznej, osuwisk i stabilizacji dna, ze wzgledu na wysoki koszt, trudnosci wykonania, koniecznosc konserwacji i wprowadzenie sztucznych

elementów w krajobraz wawozu powinno sie ograniczac do niezbednego minimum. Dlatego powinno sie je stosowac jedynie w wawozach, których nie da sie zagospodarowac innymi metodami, a które stanowia duze zagrozenie dla przyleglych gruntów rolnych i obiektów gospodarczych. Budowle techniczne lokalizuje sie przede wszystkim u czól wawozów dla ich stabilizacji, a nastepnie u wylotu wawozów dla zatrzymania rumowiska, splycenia wawozu i zmniejszenia spadku podluznego dna oraz ochrony nizej lezacych gruntów i obiektów przed zamulaniem. Mozna natomiast zupelnie zrezygnowac z umacniania progów erozji wstecznej i innych form erozyjnych wewnatrz wawozu lub umacniac je prowizorycznymi budowlami faszynowymi czy kamiennymi. Do zabudowy technicznobiologicznej nalezy zawsze podchodzic z pewnym zastanowieniem i szukac innych, tanszych i bardziej efektownych rozwiazan.

Likwidacja wawozów przez zasypywanie jest zabiegiem korzystnym zarówno z przyrodniczego, jak i gospodarczego punktu widzenia (rys. 19). Usuwa bowiem ogniska erozji jakimi sa wawozy, lagodzi rzezbe terenu, ulatwia gospodarowanie i przywraca dla rolnictwa zdewastowane przez erozje grunty rolne. Duzy postep w mechanizacji robót ziemnych pozwala przypuszczac, ze metoda ta bedzie stosowana coraz czesciej. Przydatnosc jej warunkuje rzezba wawozu i te-renu przyleglego oraz budowa geologiczno-glebowa. Najlatwiejsze do zasypania sa niewielkie wawozy zboczowe i drogowe wytworzone w utworach pylowych i gliniastych. Znacznie trudniejsze do zasypania sa wawozy dolinowe. Wawozy mozna równiez zasypywac popiolem, zuzlem oraz innymi odpadami przemyslowymi i komunalnymi. Po zasypaniu wawozu odpadami, co moze trwac przez kilka lat, przykrywa sie je warstwa ziemi o miazszosci okolo 1 m i zagospodarowuje rolniczo lub lesnie.

Z wawozów przed zasypaniem usuwa sie drzewa i krzewy. Rzezbe terenu podczas zasypywania wawozu formuje sie tak, aby okresowe wody powierzchniowe nie splywaly po swiezo nasypanym gruncie, poniewaz jest on podatny na rozmywanie. Dodatkowym zabezpieczeniem przed powierzchniowymi splywami wody i erozja jest zastosowanie poprzecznostokowego ukladu pól i plodozmianów przeciwerozyjnych na terenie przyleglym. Przy zasypywaniu wawozów dolinowych zachodzi koniecznosc technicznego umocnienia wylotu. Najlatwiej to wykonac za pomoca grobli ziemnej, przepustu ze studzienka wlotowa o wysokosci równej miazszosci nasypanej do wawozu ziemi.

Uzyznianie na obszarze robót ziemnych zalezy od rodzaju gruntu. Jezeli na terenie, z którego bedzie pobierana ziemia do zasypania wawozu wystepuja zyzne gleby, to ziemie próchniczna halduje sie, a nastepnie uzyznia sie nia grunty na obszarze robót ziemnych. Wówczas od razu mozna przystapic do uprawy roslin. Utwory bezglebowe, zwlaszcza lessowe, sa bardzo latwe do rekultywacji. Zwykle do uzyskania dobrych plonów wystarcza zastosowanie zwiekszonej dawki obornika i pelnej dawki nawozów mineralnych.

Przy rekultywacji bezglebowych utworów gliniastych najwieksza trudnosc sprawia ich zaskorupianie sie w okresie suszy oraz pecznienie podczas nadmiernego uwilgotnienia, co utrudnia lub uniemozliwia kielkowanie nasion i niszczy mlode rosliny. Ujemne skutki tych procesów mozna jednak zlagodzic lub nawet zupelnie wyeliminowac przez utrzymanie powierzchni roli w stanie wilgotnym, np. przez deszczowanie.

Rys.20. Schemat zabudowy wawozu dolinowego zbiornikami retencyjnymi

Rys.21. Schemat zabudowy wawozu zbiornikami kolmatacyjnymi

Rys.22. Przyklad zagospodarowania wawozu dla celów rekreacyjnych
Wiosna lepiej siac nasiona roslin gruboziarnistych (lubin, bobik, peluszke), a jesienia zyto. Przy uprawie roslin motylkowatych wskazane jest zaprawianie nasion nitragina.

Nalezy zaznaczyc, ze likwidacja wawozów przez zasypywanie jest tansza od tradycyjnej zabudowy techniczno-biologicznej, a poniesione naklady inwestycyjne zwracaja sie w znacznie krótszym okresie. Przy szacowaniu ekonomicznej efektywnosci nalezy brac pod uwage nie tylko przyrost wartosci uzyskanej na zrekultywowanym obszarze, ale takze ulatwienie gospodarowania, zmniejszenie szkód erozyjnych, poprawe warunków agroekologicznych oraz wartosc nominalna odzyskanego gruntu, obowiazujaca przy przekazywaniu gruntów rolnych na cele nierolnicze.

Zabudowa wawozów zbiornikami. W wawozach mozna budowac zbiorniki retencyjne, kolmatacyjne i retencyjno-kolmatacyjne. Wybór rodzaju zbiornika zalezy od wielkosci wawozu i jego zlewni, nasilenia procesów erozyjnych oraz od warunków przyrodniczych i potrzeb gospodarczych. Zbiorniki w wawozach buduje sie w celu ograniczenia procesów rzezbotwórczych, poprawienia gospodarki wodnej oraz ochrony gruntów, zasiewów, urzadzen melioracyjnych i cieków wodnych przed zamulaniem.

Zbiorniki retencyjne mozna budowac w duzych wawozach dolinowych, z których wyplywaja wody zródlane lub w wawozach o rozleglych zlewniach i znacznym przeplywie okresowych wód powierzchniowych (rys. 20). Zbiorniki wodne w wawozach poprawiaja lokalny mikroklimat, a zmagazynowana w nich woda moze byc wykorzystywana do hodowli ryb, ptactwa wodnego oraz do innych celów gospodarczych, a nawet rekreacyjnych (fot. 14).

Zbiorniki retencyjne uzyskuje sie przez przegrodzenie wawozu grobla ziemna z urzadzeniem do odprowadzania nadmiaru wód powierzchniowych, a zbiorniki kolamatacyjne w podobny sposób lub przez zasypanie dolnego odcinka wawozu.

Zbiorniki kolmatacyjne sluza do zatrzymywania rumowiska unoszonego przez wode z wawozu i jego zlewni (rys. 21). Wykorzystywana jest erozyjna energia wody do likwidacji form przez nia wytworzonych. Glówne cele stosowania tej metody to zamulanie wawozów i ochrona gruntów i obiektów ponizej wylotu przed zamulaniem (fot. 15).

Zbiorniki retencyjno-kolmatacyjne lacza funkcje jednych i drugich zbiorników.

Sadownicze zagospodarowanie wawozów. Tereny o silnie urozmaiconej rzezbie i rozczlonkowane gesta siecia wawozów sa coraz mniej przydatne dla rolnictwa i coraz czesciej wylaczane z uzytkowania rolniczego. Przeznaczenie takich terenów pod zalesienie jest marnotrawstwem rolniczego potencjalu produkcyjnego. Korzystniej przeznaczyc je pod sady, które w poprawianiu warunków agroekologicznych i ksztaltowaniu krajobrazu odgrywaja podobna role do zalesien, a oprócz tego zapewniaja wysoka produkcje

Fot.13.

Fot.14.

Fot.15.

Fot.16

Sady zaklada sie w wawozach znajdujacych sie koncowym stadium rozwojowym, o zlagodzonej rzezbie i polozonych w poblizu zabudowan. Na zboczach o mniejszym nachyleniu wykonuje sie tarasy schodkowe i na lawach tarasów w zaleznosci od ich szerokosci sadzi sie jeden lub kilka rzedów drzew owocowych. Na skarpach bardziej stromych i o urozmaiconej rzezbie drzewa owocowe sadzi sie na tarasach talerzowych wykonywanych w poprzecznostokowych bruzdach chlonnych. Na tarasach talerzowych korzystniej jest sadzic drzewa odporne na choroby i szkodniki (orzechy wloskie, sliwy, wisnie) ze wzgledu na trudnosci chemicznej ochrony przed chorobami i szkodnikami. Ponadto w wawozach mozna wykonywac nasadzenia leszczyny oraz krzewów o wlasciwosciach leczniczych.

Tereny silnie zdewastowane przez erozje wawozowa korzystniej jest w calosci przeznaczyc pod sady. Wówczas wykonuje sie mechaniczne ksztaltowanie terenu, tarasowanie zboczy i zaklada sie duze, wysokoprodukcyjne sady, uzytkowane przez specjalistyczne gospodarstwa sadownicze lub zespoly rolników indywidualnych.

Pastwiskowe zagospodarowanie wawozów. Sposób ten jest korzystny w wawozach o lagodniejszej rzezbie, zwiezlym gruncie i lezacych w poblizu osiedli. Naturalnie zadarnione wawozy sa najczesciej uzytkowane pastwiskowo, a wydajnosc runi mozna poprawic przez zastosowanie zabiegów takich jak uporzadkowanie powierzchni, wyoranie poprzecznostokowych bruzd chlonnych, intensywne nawozenie, podsiew mieszanka traw bruzd chlonnych i powierzchni pozbawionych darni, uregulowanie wypasu. Mozna tez zastosowac pelna uprawe i obsiew wawozu mieszanka traw. Przydatnosc metody pastwiskowego zagospodarowania wawozów uzalezniona jest glównie od ilosci opadów i powinno sie ja preferowac w terenach górzystych.

Zagospodarowanie wawozów dla celów rekreacyjnych. Wawozy sa pieknym elementem krajobrazu, a zagospodarowanie dla celów rekreacyjnych polega na ograniczeniu procesów rzezbotwórczych, przy zachowaniu i podniesieniu walorów krajobrazowych (rys. 22). Jest to w pewnym stopniu modyfikacja zabudowy techniczno-biologicznej.

Zamiast typowych budowli hydrotechnicznych wykonuje sie budowle o podwójnym znaczeniu: rozpraszajace energie splywajacych wód powierzchniowych i ulatwiajace turystom przechodzenie wawozem.

Zamiast drzew i krzewów lesnych sadzi sie drzewa i krzewy ozdobne. Mozliwosci rozwiazan jest bardzo duzo w zaleznosci od pomyslowosci projektujacych architekture krajobrazu.

Zagospodarowanie wawozów metodami zintegrowanymi. Wawozy mozna równiez zagospodarowac kilkoma sposobami równoczesnie (rys. 23, fot. 16).

Zagospodarowanie zlewni wawozów. W zlewniach wawozów uzytkowanych jako grunty orne nalezy zastosowac melioracje przeciwerozyjne. Jedynie w przypadku zagospodarowania wawozów zbiornikami kolmatacyjnymi, których celem jest likwidacja wawozu przez zamulenie nie nalezy stosowac melioracji przeciwerozyjnych w zlewni wawozu do czasu zamulenia wawozu.

Zagospodarowanie wymoków sufozyjnych dotyczy glównie form okresowo zalewanych wodami powierzchniowymi, które bardzo utrudniaja gospodarowanie na przyleglych polach (fot. 17).

Natomiast wymoki ze stale stagnujaca woda pozostawia sie w stanie naturalnym. Dotychczas, wymoki z okresowymi wodami zadarniano i zadrzewiano. Doswiadczenia przeprowadzane w ostatnich latach wykazaly celowosc stosowania innych sposobów jak zasypywanie, drenowanie niesystematyczne lub glebokie spulchnienie gleby.

Likwidowanie wymoków przez **zasypanie** jest stosunkowo latwe do wykonania, poniewaz sa to zwykle formy niewielkie, wystepujace na wierzchowinach lub na dnach dolinek sródzboczowych.. Zasypywanie wykonuje sie w taki sposób, aby zapewnic swobodny odplyw okresowych wód powierzchniowych. Dlatego ilosc przemieszczanej ziemi jest zwykle znacznie mniejsza od kubatury wymoku.

Odwadnianie wymoków **drenowaniem** moze byc rozwiazaniem korzystnym przy sprzyjajacej rzezbie terenu. Pomiedzy miejscem odprowadzenia wody (rów, zadarnione dno dolinki sródzboczowej, umocniony wawóz, teren zalesiony) a wymokiem wykonuje sie zbieracz, a na powierzchni wymoku polaczone z nim saczki drenarskie, które zasypuje sie materialem latwo przepuszczalnym. Posadowienie zbieracza na niektórych odcinkach moze byc jednak dosc glebokie, co ogranicza stosowanie tej metody.

Jezeli na powierzchni wymoku warstwa slabo przepuszczalna jest stosunkowo plytka (3 do 4 m) i zalega na warstwie o duzej przepuszczalnosci, to wówczas mozna wykonac odwodnienie pionowe. Polega ono na wykonaniu jednej lub kilku studni o glebokosci równej miazszosci utworów slabo przepuszczalnych, które nastepnie zasypuje sie materialem o duzej przepuszczalnosci.

Wymoki powstale na wskutek uprawy roli ciezkim sprzetem, powodujacym zmniejszenie przepuszczalnosci gleby i stagnowanie wody, mozna zlikwidowac

przez **glebokie spulchnienie** gleby i stosowanie zabiegów agrotechnicznych utrzymujacych ja w dobrej kulturze.

5.8. Podstawowe zasady ksztaltowania sieci dróg rolniczych

Stosowany dotychczas nieformalnie (brak ustawy o drogach rolniczych) **podzial funkcjonalny dróg** do obslugi gospodarstw rolniczych rodzinnych i farmerskich jest wlasciwy i powinien byc uprawomocniony. Aktualnie siec dróg rolniczych na terenie gminy, zapewniajaca poprawna komunikacje pomiedzy rozlogiem gruntów a jedno-stka osadnicza jest podzielona pod wzgledem funkcji na drogi rolnicze glówne, zbiorcze i polowe - technologiczne.

Rys.23. Zagospodarowanie wawozu równoczesnie kilkoma metodami

Rys.24. Rodzaje dróg rolniczych na stokach

Fot.17.

Glówne drogi rolnicze zbierajace transport z dróg polowych i zbiorczych sa przewaznie polaczone z drogami publicznymi, gminnymi i osiedlowymi. Z przeprowadzonych badan wynika, ze w uzasadnionych przypadkach funkcje dróg glównych moga przejac również drogi gminne lub osiedlowe.

Zbiorcze drogi rolnicze tworza siec zapewniajaca polaczenia dróg bezposredniej obslugi pól z drogami glównymi i osiedlowymi. Wydaje sie, ze drogi zbiorcze moga pelnic takze funkcje dróg glównych, w przypadkach uzasadnionych wzgledami komunikacyjnymi.

Polowe drogi rolnicze sluza do bezposredniej obslugi dzialek i pól, wynikajacej z technologii produkcji rolniczej, a wielkosc przewozonych ladunków zalezy od wielkosci zbiorni.

Nadrzednym celem prac zwiazanych z ksztaltowaniem sieci dróg rolniczych jest zapewnienie poprawnych warunków trakcyjnych przez caly rok. Dlatego wlasciwie zaplanowany uklad komunikacyjny na terenach rolniczych stanowi jeden z podstawowych elementów prac urzadzeniowo rolnych. Szczególne zasady powinny obowiazywac przy planowaniu dróg rolniczych na intensywnie uzytkowanych rolniczo terenach wyzynnych zagrozonych erozja, gdzie wiele dróg przeksztalca sie w wawozy (rys. 24).

Na stokach o nachyleniu do 6% istniejace modernizowane i nowo projektowane drogi rolnicze o podluznych spadkach niwelety do 4% mozna nie umacniac. Natomiast na drogach o podluznych spadkach powyzej 4% powinno sie utwardzac jezdnie i umacniac urzadzenia odprowadzajace wode ze splywów powierzchniowych, a po uplywie kilku lat (od 5 do 10) ulepszac nawierzchnie pasa drogowego. W terenach bardziej urzezbionych drogi na zboczach maja podluzne spadki niwelety nawet do 14%. Jednak nie mozna z takich dróg zrezygnowac, poniewaz lacza one drogi usytuowane w dolinach i na wierzchowinach oraz obsluguja przylegle pola. Drogi (na zboczach) o nawierzchni gruntowej ulegaja przeksztalcaniu sie w wawozy drogowe, srednio 4,5 cm na rok, natomiast w warunkach ekstremalnych

poglebianie dochodzi do 9,0 cm na rok. Aby zmniejszyc rozmywanie dróg gruntowych na zboczach nalezy sytuowac je w grzbietowych czesciach zboczy na tzw. lokalnych wododzialach o najmniejszej koncentracji wód powierzchniowych. Natomiast na zboczach o nachyleniu powyzej 14% powinno sie projektowac drogi ukosnie do stoku w celu zmniejszenia spadku podluznego niwelety do 4%. Drogi tak usytuowane maja jednak duze zlewnie, a plynace nimi wody okresowe znacznie je eroduja - rozmywy dna dochodza nawet ponad 1m. Dla unikniecia tego rodzaju zniszczen, drogi powinno sie lokalizowac w dolinach sródzboczowych, przestrzegajac zasady, aby pas drogowy byl poza zasiegiem skoncentrowanego splywu wód powierzchniowych. Ponadto powinno sie unikac zbednego przekraczania dolin, poniewaz wymaga to budowania przepustów drogowych i urzadzen odwadniajacych.

Drogi rolnicze usytuowane w dolinach rzek, w znikomym stopniu sa narazone na procesy erozyjne ze wzgledu na niewielkie podluzne spadki niwelety. Drogi te charakteryzuja sie duza iloscia krzywizn w planie sytuacyjnym i wieloma obiektami odwadniajacymi, jakimi sa rowy, przepusty i mosty. Drogi te powinny byc równiez umacniane, ewentualnie ulepszane, poniewaz sa zwykle zlokalizowane wzdluz zabudowy wiejskiej zwartej lub kolonijnej, gdzie wystepuje intensywny ruch samochodowy i ciagnikowy z osprzetem rolniczym.

Drogi na wierzchowinach cechuja sie niewielkimi spadkami podluznymi niwelety, malymi zlewniami i nie podlegaja erozji. Dlatego nawierzchnie takich dróg mozna zadarniac, jezeli sa to drogi polowe (technologiczne).

Nowo projektowana lub modernizowana siec dróg rolniczych powinna w pelni zaspokoic potrzeby komunikacyjne na obszarze gminy. Jest to mozliwe przez wlasciwe wymiarowanie dróg rolniczych w planie sytuacyjnym i w przekroju drogi (podluznym i poprzecznym). Podstawa wymiarowania jest predkosc projektowa (Vp) w km/h oraz nietypowe skrajnie dla rolniczych agregatów uprawowych i kombajnów.

Glównymi elementami geometrycznymi dróg rolniczych w planie sytuacyjnym sa odcinki proste, luki poziome kolowe, proste przejsciowe oraz w przypadkach szczególnych luki koszowe.

Dla zapewnienia warunków pelnego bezpieczenstwa ruchu na drogach rolniczych o niewielkich krzywiznach, konieczne jest sprawdzenie widocznosci pojazdów spotykajacych sie na luku poziomym na wewnetrznym pasie ruchu oraz mozliwosci zahamowania pojazdu przed przeszkoda na jezdni. W tej strefie nie moga wystepowac zadne przeszkody ograniczajace widocznosc.

Przy projektowaniu niwelety na drodze rolniczej powinno sie zapewnic widocznosc pionowa, zachowac plynnosc trasy przez dobranie wlasciwych proporcji poszczególnych elementów technicznych drogi w planie i przekroju podluznym.

Drogi na obszarach wiejskich moga miec jezdnie o nawierzchni gruntowej, utwardzonej lub ulepszonej, pobocza ziemne lub utwardzone, pasy ruchu powolnego, sciezki rowerowe, ciagi piesze (chodniki), sciezki do jazdy konnej oraz rowy odwadniajace i boczne pasy bezpieczenstwa. Wymienione elementy stanowia inte-

gralny obszar, nazywany pasem drogowym. Przy doborze poszczególnych elementów pasa drogowego nalezy brac pod uwage zwlaszcza rodzaj terenu (otwarty, zabudowany), konfiguracje terenu oraz rozmiar robót ziemnych.

Majac ustalone obciazenie ruchem, nosnosc podloza gruntowego oraz informacje o mozliwosciach materialowych okresla sie konstrukcje nawierzchni drogi, która moze skladac sie z podbudowy i warstw jezdnych. Trwalosc warstw podbudowy okresla sie na 20 lat, a warstw jezdnych na 10 lat od momentu oddania drogi do eksploatacji. Na czasookres trwalosci nawierzchni wplywa jakosc materialów wbudowywanych w warstwy konstrukcyjne, bedace glównie materialem pochodzenia miejscowego i odpadami pochodzenia przemyslowego oraz poziom technologii wykonanych robót. Obecnie na terenach wyzynnych, gdzie drogi staja sie okresowo nieprzejezdne, wystepuje tendencja zmierzajaca do wykonywania nawierzchni - podbudów z materialu miejscowego, stabilizowanego wiazacymi srodkami hydraulicznymi (cementem, wapnem, popiolami z wegla brunatnego) lub z kruszyw naturalnych i lamanych, stabilizowanych mechanicznie. Warstwy jezdne (jezeli wystepuja) sa wykonane najczesciej z cienkiej warstwy bitumicznej lub powierzchniowego utrwalenia bitumicznego.

W procesie technicznego urzadzania pasa drogowego nie mozna pominac zabiegów odwodnienia drogi. Polegaja one na nadaniu korpusowi drogi odpowiednich spadków podluznych i poprzecznych, z równoczesnym wyniesieniem korpusu drogi ponad przylegly teren, wykonaniu rowów lub scieków oraz przepustów a w uzasadnionej sytuacji kanalizacji burzowej. Najczesciej stosowanymi elementami odwadniajacymi pas drogowy sa rowy przydrozne trapezowe, trójkatne i stokowe oraz scieki i muldy. Wymienione urzadzenia odwadniajace, narazone na niszczenie przez wody opadowe i roztopowe nalezy umacniac przez trwale zadarnienie a w uzasadnionych przypadkach materialami kamiennymi, prefabrykatami betonowymi, stabilizowanym materialem miejscowym.

6. METODA PROGRAMOWANIA DZIALAN PRZECIWEROZYJNYCH DLA CELÓW PLANISTYCZNO PROJEKTOWYCH

Na okolo 13% (3,8 mln ha) uzytków rolnych w Polsce zagrozonych erozja srednia i silna powinno sie stosowac okreslone zabiegi przeciwerozyjne. Wdrazanie jednak melioracji przeciwerozyjnych musi byc poprzedzone specjalistycznymi procesami planistyczno-projektowymi.

Ponizej przedstawiono **sposób opracowania programu** ochrony obszarów rolniczych zagrozonych erozja wodna. Proces sporzadzania programu obejmuje trzy etapy (rys. 25).

Etap pierwszy programowania sklada sie z dwóch faz - analitycznej i koncepcyjnej.

Faza analityczna jest ukierunkowana na charakterystyke srodowiska rolniczego obejmujaca analize warunków przyrodniczych i gospodarczych oraz ocene zagrozenia erozja wodna i stopnia degradowania procesami erozyjnymi.

W badaniach dotyczacych charakterystyki warunków przyrodniczo-gospodarczych chodzi zwlaszcza o wyeksponowanie takich typologicznych cech rozpatrywanych czynników, które maja szczególny wplyw na stan zagrozenia erozja i na nasilenie procesów erozyjnych. Cechy te to przede wszystkim:

- ⇦ nachylenie, ksztalt, dlugosc i ekspozycja stoków,
- ⇦ podatnosc na zmywy i skutki erozyjnej degradacji gleb,
- ⇦ okresy pogodowe sprzyjajace erozji, glównie z roztopami sniegowymi i z ulewami letnimi,
- ⇦ rozmieszczenie lasów i uzytków rolnych w rzezbie terenu,
- ⇦ uklad dzialek i pól ornych wzgledem nachylenia terenu,
- ⇦ udzial roslin glebochronnych (zbóz ozimych, motylkowych, traw) w strukturze zasiewów i nastepstwo upraw polowych,
- ⇦ usytuowanie dróg rolniczych w rzezbie terenu i stan ich eksploatowania.

Rys.25. Metodyczny szkic programowania zabiegów przeciwerozyjnych

Fot.18.

Fot.19.

Dla charakterystyki obszaru wykorzystuje sie miedzy innymi, mapy topograficzne, glebowo-rolnicze, lesistosci terenu i inne. W badaniach nad ocena stanu erozji opracowuje sie mapy zagrozenia erozja wodna powierzchniowa i wystepowanie erozji wawozowej, wedlug przyjetej metodyki. Ocene natezenia procesów erozyjnych i ich szkodliwosci najlatwiej dokonuje sie prowadzac wywiady w terenie, co jednak wydaje sie za malo miarodajne. Dlatego dla wyznaczonych na mapie obszarów z erozja wodna powierzchniowa i wawozowa wybiera sie reprezentatywne tereny i przeprowadza inwentaryzacje wszystkich wystepujacych na nich zjawisk i form erozyjnych, co najmniej dwukrotnie, po roztopach sniegowych i przynajmniej po jednej ulewie letniej. Wyniki inwentaryzacji, odniesione do pozostalych obszarów daja ogólny obraz rzeczywistej erozji w rozpatrywanej planistyczno-gospodarczej jednostce (zlewni, wsi). W badaniach tych dokonuje sie szczególowego rozpoznania wawozów, które wybiera sie jako wzorcowe dla opracowania programu zagospodarowania sieci wawozowej.

Faza koncepcyjna obejmuje opracowanie koncepcji okreslajacej zakres i metody dzialan przeciwerozyjnych, wraz z wnioskami dotyczacymi inwestycji.

Programowanie dzialan rozpoczyna sie od ustalenia **kierunków produkcji rolniczej,** co jest powiazane z potrzeba stosowania okreslonych zabiegów przeciwerozyjnych, inne stosuje sie na polach ornych inne np. w sadach. Nastepnie opracowuje sie koncepcje **zagospodarowania nieuzytków** lecz nie tylko erozyjnych (np. wawozów, stromych zboczy) ale takze innych takich jak grunty odlogowane, rózne usypiska, wyrobiska itp. To stanowi zasadne i logiczne przejscie do kolejnego zadania, którym jest **rozmieszczenie w rzezbie terenu uzytków** - zale-

sien, gruntów ornych, zbiorników wodnych oraz zadrzewien i zadarnien ochronnych (fitomelioracyjnych), stosownie do ich funkcji produkcyjnych i przeciwerozyjnych. Z kolei przystepuje sie do **ksztaltowania terenu**, ze szczególnym uwzglednieniem technicznych parametrów programowanych zabiegów takich jak:

- ⇦ przestrzenne rozmieszczenie i procentowy udzial uzytków (rolnych, lesnych, wodnych i innych) stosownie do przyrodniczo-gospodarczych warunków ale w mysl zasad ochrony gleb przed erozja wodna,
- ⇦ wielkosc, ksztalt, uklad pól zgodnie z wymogami przeciwerozyjnymi ale z uwzglednieniem ekonomiki prac polowych,
- ⇦ struktura dróg transportu wewnetrznego (lokalizacja i umocnienie) pod katem mozliwie najwiekszej efektywnosci uzytkowania i zabezpieczenia przed erozja.

Opracowanie koncepcji dzialan przeciwerozyjnych konczy sie okresleniem zasad agrotechniki, gdzie szczególna uwage trzeba zwrócic na:

- ⇦ wlasciwy udzial upraw glebochronnych w strukturze zasiewów (wieloletnich mieszanek trawiastych, motylkowatych, zbóz ozimych),
- ⇦ przeciwerozyjne nastepstwo roslin,
- ⇦ sposób uprawy roli zapewniajacy walory ochronne ale równoczesnie uzasadniony ekonomicznie,
- ⇦ zróznicowanie nawozenia odpowiednio do erozyjnego-agroekologicznych siedlisk (wierzchowiny, zbocze, podnóza, doliny).

Stosownie do wnioskowanych zabiegów przeciwerozyjnych opracowuje sie program inwestycyjny, w którym okresla sie rozmiar rzeczowy, naklady finansowe, podzial na przedsiewziecia i cykle inwestycyjne oraz kolejnosc realizacji inwestycji.

Calosc programu dzialan przeciwerozyjnych, to znaczy koncepcje zabiegów i potrzeby inwestycyjne, powinno sie przekazac do wgladu wlasciwym organom administracyjnym i uzytkownikom gruntów w terenie w celu przedyskutowania i wniesienia poprawek oraz ustalenia konkretnych uzgodnien i akceptacji. Zaakceptowany program stanowi podstawe prac projektowych.

Faza projektowania polega na konkretyzowaniu i szczególowym opracowaniu koncepcji zawartych w programie. Obejmuje ona opracowanie **zalozen techniczno-ekonomicznych** oraz **projektów technicznych** dla wydzielonych przedsiewziec inwestycyjnych, nie tylko w zakresie ochrony gleb przed erozja wodna ale równiez w zakresie scalania gruntów. Laczne traktowanie tych dwóch zagadnien przy projektowaniu jest bardzo wskazane. Powoduje bowiem, ze zabiegi przeciwerozyjne wykonuje sie latwiej i taniej, a scalenia przeprowadza sie zgodnie z zasadami ochrony gleb przed erozja. W pracach scaleniowych nalezy równiez brac pod uwage pewne ogólne aspekty. Na przyklad celowe jest aby grunty gospodarstw

bez nastepców przylegaly do gospodarstw rozwojowych, które przy doplywie srodków technicznych i rozszerzaniu uslug beda mogly zwiekszyc swój stan posiadania. Utworzone i nowopowstajace zespoly rolników powinny miec grunty mozliwie w poblizu. Trzeba równiez uwzgledniac tworzenie zwartych kompleksów uprawowych, które przewiduje sie do przekazania innym uzytkownikom. Ale kardynalna zasada jest przeprowadzenie scalen zgodnie z za-sadami przeciwerozyjnej ochrony gruntów. Bowiem jak wynika z badan i obserwacji nie respektowanie tej zasady w terenach falistych znacznie wzmaga aktywnosc procesów w wyniku biologiczno-technicznych przeksztalcen, niekorzystnych z przeciwerozyjnego punktu widzenia (np. powiekszenie rozmiaru pól, likwidowanie wielu miedz i skarp, zmniejszenie róznorodnosci upraw).

Przedstawiony schemat sporzadzania dokumentacji przeciwerozyjnej konczy sie **etapem planowania**, w którym szczególowo ustala sie organizacje wdrazania projektów technicznych. Pozyskuje sie i ustala przedsiebiorstwa wykonawcze i jednostki kontrolujace. Okresla sie zakres nadzoru autorskiego i dzialalnosc lokalnych i innych organów wladzy administracyjno-gospodarczej oraz udzial uzytkowników gruntów w swiadczeniach na rzecz wdrozen. Ustala sie zródla pozyskiwania materialów, maszyn i innych srodków rzeczowych oraz nakladów finansowych. Ponadto w planie powinno sie okreslic obowiazki uzytkowników gruntów i miejscowej sluzby rolnej po zakonczeniu prac wdrozeniowych. Chodzi tu zwlaszcza o okreslenie zasad racjonalnego uzytkowania nowo utworzonej rolniczej przestrzeni produkcyjnej i wlasciwej konserwacji wykonanych urzadzen ekotechnicznych. Tak skonstruowany plan stanowi podstawe realizacji dzialan przeciwerozyjno-urzadzeniowych oraz instrument zarzadzania gospodarki ziemia na okreslonym obszarze objetym kompleksowa ochrona gruntów przed erozja wodna.

7. EKONOMICZNE I PRAWNE UWARUNKOWANIA PRZECIWEROZYJNYCH DZIALAN ZARADCZYCH

Ochrona zasobów glebowych i ich racjonalne uzytkowanie jest aktualnym problemem w kazdym ustroju spoleczno-gospodarczym. Jednak wszystkie dzialania praktyczne w tym zakresie musza byc prawnie usankcjonowane.

Doceniajac wage przeciwdzialania erozji gleb i podnoszac je do rangi zadan ogólnogospodarczych wydano w Polsce w latach 70. przepisy prawne (znowelizowane w latach 80.), w których wprowadzono obowiazek ochrony gruntów przed erozja.

Byly to przepisy nastepujace:

- ⇦ Ustawa z dnia 26 pazdziernika 1971 r. (Dz.U. nr 27, poz. 247), znowelizowana 26 marca 1982 r. (Dz.U. nr 11, poz. 79) o ochronie gruntów rolnych i lesnych oraz rekultywacji gruntów;
- ⇦ Rozporzadzenie Ministrów Rolnictwa oraz Lesnictwa i Przemyslu Drzewnego z dnia 26 pazdziernika 1972 r. (Dz.U. nr 48, poz. 305) w sprawie sposobu okreslania gruntów rolnych i lesnych zagrozonych erozja oraz zasad i trybu przeciwdzialania erozji, znowelizowana jako Rozporzadzenie Rady Ministrów z dnia 28 marca 1982 r. (Dz.U. nr 20, poz. 149) w sprawie wykorzystania przepisów ustawy o ochronie gruntów rolnych i lesnych.

W Rozporzadzeniu tym w rozdziale 3 “Zapobieganie degradacji gruntów” ustanowiono, ze:

- ⇦ § 17.1. Wojewoda opracowuje program kompleksowej ochrony gruntów przed erozja, obejmujacy w zasadzie obszar jednostki fizjograficznej lub jej czesci.

Program powinien zawierac:

- ⇦ charakterystyke dotychczasowego poziomu produkcji rolniczej i lesnej oraz nasilenia erozji,
- ⇦ koncepcje zmian w strukturze uzytkowania gruntów oraz w produkcji rolniczej i lesnej (w ujeciu rzeczowym i przestrzennym),
- ⇦ srodki niezbedne do wdrozenia koncepcji o której mowa w pkt. 2,
- ⇦ rodzaje zadan i etapy realizacji programu.

Program stanowi podstawe do opracowania planów kompleksowej ochrony gruntów przed erozja dla poszczególnych gmin lub ich czesci.

§ 18.1. Gminny plan kompleksowej ochrony gruntów przed erozja opracowuje naczelnik gminy. Plan okresla wlasciwy w danych warunkach sposób uzytkowania gruntów oraz zadania w zakresie:

- ⇦ sposobu uzytkowania rolniczego lub lesnego gruntów,
- ⇦ dostosowania struktury przestrzennej uzytkowania gruntów oraz ukladu dróg do wymagan ochrony gleby przed erozja,
- ⇦ wykonania zabiegów przeciwerozyjnych, a w odniesieniu do gruntów lezacych w zlewniach potoków górskich - sposobu zabudowy koryta wodnego.
- ⇦ Do zabiegów przeciwerozyjnych zalicza sie:
- ⇦ rekultywacje nieuzytków poerozyjnych i zagospodarowanie wawozów,
- ⇦ umocnienie skarp i budowe tarasów,
- ⇦ budowe lub przebudowe dróg i rowów przydroznych,
- ⇦ regulacje rzek i melioracje dolin rzecznych,
- ⇦ zalesianie, zadrzewienie i zakrzewianie przeciwerozyjne.

Projekt gminnego planu kompleksowej ochrony gruntów przed erozja powinien byc wylozony do wgladu wlascicieli gruntów na okres 30 dni w celu zgloszenia uwag i wniosków.

- ⇦ Instrukcja nr 3 Ministrów Rolnictwa oraz Lesnictwa i Przemyslu Drzewnego z dnia 18 sierpnia 1973 r. w sprawie sposobu okreslania gruntów rolnych i lesnych zagrozonych erozja oraz zasad i trybu przeciwdzialania erozji (Dz.U. nr 8, poz. 43; UR.ot.003-R/73). W Instrukcji nr 3 podano, miedzy innymi:
- ⇦ metode ogólnej inwentaryzacji gruntów zagrozonych erozja dla celów opracowania programów. Wykonanie ogólnej inwentaryzacji w calym kraju powierzono WBGiTR pod nadzorem merytorycznym IUNG. Celem bylo wyznaczenie obszarów o róznym stopniu pilnosci przeciwerozyjnej ochrony.
- ⇦ metode szczególowej inwentaryzacji gruntów podlegajacych erozji, wylacznie na terenach dla których opracowuje sie plany lub projekty zagospodarowania i urzadzania gospodarczego.

Wychodzac naprzeciw tym zagadnieniom Instytut Uprawy Nawozenia i Gleboznawstwa w Pulawach, wówczas jako koordynator badan erozyjnych w resorcie rolnictwa, podjal wspólnie z Centralnym Biurem Studiów i Projektów Wodnych Melioracji i Zaopatrzenia Rolnictwa w Wode - BIPROMEL, Biurem Projektowo-Technologicznym Przemyslu Rolnego i Organizacji Przedsiebiorstw Rolnych - BIPROZET oraz niektórymi placówkami naukowo-badawczymi, w tym: Akademia Rolnicza w Krakowie i Uniwersytetem Gdanskim opracowanie wzorcowych programów urzadzania terenów erodowanych, w poszczególnych makroregionych erozyjnych kraju - góry, pogórza, wyzyny srodkowe, pojezierza na lacznej powierzchni okolo 120 tys. ha. Celem bylo stworzenie warunków racjonalnego zagospodarowania obszaru, ze szczególnym uwzglednieniem ochrony rolniczej przestrzeni produkcyjnej przed erozyjna degradacja.

Badaniami objeto zlewnie rzek: Opatówki na Wyzynie Sandomierskiej, Bystrej na Wyzynie Lubelskiej, Stopnicy na Pogórzu Dynowskim, Wierchomli Wielkiej w Beskidach i Górnej Raduni na Pojezierzu Kaszubskim oraz obszar gminy Pilica w ówczesnym woj. katowickim. Tereny ze zrealizowanymi programami mialy stanowic poligony doswiadczalno-wdrozeniowe o znaczeniu pilotazowym, propagandowym i szkoleniowym. W oparciu o przeprowadzone tam badania zamierzalo sie opracowac odpowiednie instrukcje, wytyczne, tematyki, normatywy i wzory dotyczace projektowania i wykonawstwa zabezpieczen przeciwerozyjnych oraz zasad urzadzania i gospodarowania na terenach erodowanych i chronionych przed erozja. Równoczesnie mialy to byc poligony umozliwiajace szkolenie kadry specjalistów ze szczebla zarzadzania, projektowania i wykonawstwa oraz opracowanie zasad organizacji specjalistycznych zespolów lub biur projektowych i przedsiebiorstw wykonawczych, a takze demonstrowanie rolnikom racjonalnego gospodarowania gruntami erodowanymi.

Jednym z wytypowanych obszarów przewidzianych do realizacji kompleksowych programów w pierwszej kolejnosci byla zlewnia rzeki Opatówki, ówczesne

woj. tarnobrzeskie. Obszar zlewni zostal wybrany jako reprezentatywny dla silnie erodowanych, lessowych terenów wyzynnych. Dla tego obszaru po opracowaniu w latach 1975-1978 wielobranzowego studium programistycznego obejmujacego wszystkie zagadnienia wchodzace w zakres programu ochrony gruntów przed erozja, zgodnie z rozporzadzeniem, rozpoczeto prace wdrozeniowe, które zostaly na poczatku lat 80. przerwane w wyniku zmian ustrojowych.

Obecnie nie funkcjonuja zadne odrebne przepisy prawne dotyczace przeciwdzialania erozji gleb. Równiez w przepisach w zakresie ochrony srodowiska problem erozji gleb jest artykulowany w niedostatecznym stopniu. Pewne mozliwosci rozwiazania zagadnien erozyjnych w skali gospodarczej stwarza Ustawa o zagospodarowaniu przestrzennym z dnia 7 lipca 1994 r.

Naklady na ochrone srodowiska obszarów wiejskich wynosza okolo 1% wszystkich nakladów na te cele w kraju i glównie dotycza wodociagów i kanalizacji, oczyszczalni scieków i wysypisk smieci. Zatem na ochrone gruntów - rolniczej przestrzeni produkcyjnej przypada ulamek procenta.

W Polsce istnieje wiele zródel finansowania ochrony srodowiska. Do bardziej znaczacych naleza miedzy innymi:

- ⇦ dotacje budzetu panstwa, Narodowego Funduszu Ochrony Srodowiska i Gospodarki Wodnej, Agencji Restrukturyzacji i Modernizacji Rolnictwa, Europejskiego Funduszu Rozwoju Wsi Polskiej,
- ⇦ panstwowe i inne fundusze ekologiczne, którymi dysponuje NFOSiGW, Wojewódzkie i Gminne Fundusze Ochrony Srodowiska i Gospodarki Wodnej, Fundusz Ochrony Gruntów Rolnych,
- ⇦ srodki pochodzace z ekokonwencji (EKOFUNDUSZ),
- ⇦ pomoc zagraniczna (rózne zródla).
- ⇦ Rzecz tylko w tym, aby przeciwdzialanie erozji gleb uznac za jedno z priorytetowych, a w kazdym badz razie waznych zadan wymagajacych odpowiedniego finansowania.