

INSTYTUT UPRAWY NAWOŻENIA
I GLEBOZNAWSTWA
PAŃSTWOWY INSTYTUT
BADAWCZY



**STUDIA
I
RAPORTY
IUNG - PIB**

10

PROGRAM WIELOLETNI
2005–2010

PULAWY, 2008

PROBLEM EROZJI GLEB W PROCESIE
PRZEMIAN STRUKTURALNYCH NA
OBSZARACH WIEJSKICH

KSZTAŁTOWANIE
ŚRODOWISKA ROLNICZEGO POLSKI
ORAZ ZRÓWNOWAŻONY ROZWÓJ
PRODUKCJI ROLNICZEJ

INSTYTUT UPRAWY NAWOŻENIA I GLEBOZNAWSTWA
PAŃSTWOWY INSTYTUT BADAWCZY

Dyrektor: *prof. dr hab. Seweryn Kukula*

Redaktor: *doc. dr hab. Adam Harasim*

Recenzenci: *prof. dr hab. Irena Duer*
prof. dr hab. Anna Józefaciuk
prof. dr hab. Krzysztof Koreleski
prof. dr hab. Karol Noga
prof. dr hab. Wojciech Wilkowski
doc. dr hab. Franciszek Woch

Opracowanie redakcyjne i techniczne: *dr Irena Marcinkowska*

ISBN 978-83-89576-94-1

Egzemplarz bezpłatny

Nakład 300 egz., B-5, zam. 28/F/08
Dział Upowszechniania i Wydawnictw IUNG - PIB w Puławach
tel. (081) 8863421 w. 301 i 307; fax (081) 8864547
e-mail: iung@iung.pulawy.pl; <http://www.iung.pulawy.pl>

PROBLEM EROZJI GLEB W PROCESIE PRZEMIAN
STRUKTURALNYCH NA OBSZARACH WIEJSKICH

SPIS TREŚCI

Wstęp	7
1. Eugeniusz Nowocień – Wybrane zagadnienia erozji gleb w Polsce	9
2. Jerzy Karg, Zdzisław Bernacki – Zadrzewienia śródpolne w krajobrazie rolniczym	39
3. Zdzisław Bernacki, Jerzy Karg – Zadrzewienia śródpolne jako bariery antyerozyjne i biogeochemiczne	59
4. Bogusław Podolski – Agrotechnika przeciwoerozyjna	69
5. Franciszek Woch – Urzędzeniowe metody zmniejszania zagrożenia erozyjnego gleb	79
6. Franciszek Woch – Ekonomiczny aspekt ochrony gleb przed erozją w procesie urzędzeniowym	103
7. Szymon Szewrański – Wybrane zagadnienia prawnej ochrony gleb przed erozją	117
8. Tadeusz Węgorek – Biologiczne metody zmniejszania zagrożenia gleb erozją wodną (fitomelioracje)	123

Wstęp

Wejście Polski do struktur Unii Europejskiej oraz zmiany systemowe w naszym kraju spowodowały przemiany strukturalne zarówno w miastach, jak też na obszarach wiejskich, które w coraz większym zakresie pełnią inne – pozarolnicze – funkcje, takie jak: usługowa, mieszkaniowa, ekologiczna czy rekreacyjna. Obserwowany jest też proces, powszechnie występujący w tzw. „starych krajach Unii”, przemieszczania się społeczeństw z miast na przyległe tereny wiejskie. Zaczynają się więc zacierać różnice w zewnętrznym wyglądzie obszarów miejskich i wiejskich, jak też w inwestowaniu w infrastrukturę techniczną na wsi.

Tempo przemian strukturalnych na obszarach wiejskich będzie wzrastało, gdyż oczekuje tego społeczność wiejska, przeznaczane są też na te cele dość duże unijne środki finansowe. Zmiany strukturalne dokonywane kompleksowo są możliwe tylko w procesie urządzania obszarów wiejskich. W procesie tym, między innymi, na bazie scalania gruntów, dokonywana jest kompleksowa przebudowa – restrukturyzacja – objętego postępowaniem obszaru, którego głównym zadaniem jest ustalenie i wprowadzenie do realizacji docelowego, często innego, sposobu wykorzystania terenu, w tym całego zakresu przedsięwzięć ograniczających nasilenie procesów erozyjnych. Przedsięwzięcia te są zarówno możliwe, jak i konieczne, ponieważ kształtowanie rozłogu gruntów w procesie urzędzeniowym bez uwzględnienia zagadnień przeciwoerozyjnych powoduje nasilenie erozji gleb. Niestety, mimo istniejących w Polsce unormowań prawnych nie stosowano dotychczas na szeroką skalę żadnych przedsięwzięć ograniczających procesy erozyjne.

W niniejszym zeszycie z serii „Studia i Raporty IUNG-PIB” przedstawiono w formie rozszerzonych opracowań większość referatów wygłoszonych w dniach 12-13.12.2007 r. w IUNG-PIB w Puławach na seminarium nt. „Planowanie i realizacja przemian strukturalnych na obszarach wiejskich z uwzględnieniem problemu erozji gleb”. W seminarium uczestniczyli przedstawiciele Ministerstwa Rolnictwa i Rozwoju Wsi, Urzędów Wojewódzkich i Marszałkowskich, Wojewódzkich Biur Geodezji i Terenów Rolnych, Ośrodków Doradztwa Rolniczego, uczelni o kierunku geodezyjnym, starostw powiatowych i gmin zainteresowanych prowadzeniem prac urzędzeniowych oraz naszego Instytutu.

Część prac zawartych w tym zeszycie wykonano w ramach programu wieloletniego IUNG-PIB, w zadaniu 1.4 pt. „Analiza zmian w gospodarowaniu ziemią oraz ocena przekształceń strukturalnych na obszarach wiejskich”. Wyniki przeprowadzonych badań i analiz mają znaczenie praktyczne i mogą być wykorzystane w dokonujących się przemianach strukturalnych obszarów wiejskich, realizowanych w procesie urzędzeniowym.

Kierownik zadania 1.4

doc. dr hab. Franciszek Woch

Eugeniusz Nowocień

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

WYBRANE ZAGADNIENIA EROZJI GLEB W POLSCE*

OCENA ZAGROŻENIA GLEB EROZJĄ

Wstęp

Tradycyjny system uprawy stosowany w Polsce od szeregu lat, charakteryzujący się intensywną obróbką płużną wierzchniej warstwy roli, prowadzi do trwałych zmian naturalnych właściwości gleby. Powoduje zagęszczenie podglebia i powstawanie nieprzepuszczalnej warstwy, czego konsekwencją jest ograniczanie natleniania, przepuszczalności i filtracji wody do głębszych warstw profilu glebowego, a także zmniejszanie retencji wody w glebie. Ponadto ciągła mechaniczna obróbka gleby przyspiesza utlenianie substancji organicznej i zmniejszanie urodzajności. Wielokrotne przejazdy maszyn rolniczych powodują pogorszenie struktury gleby, nawet do głębokości 60 cm. Wpływa to niekorzystnie na procesy oksydoredukcyjne w glebie, ograniczenie dostępności składników mineralnych dla roślin, obniżenie odczynu gleby i tworzenie się niekorzystnych warunków dla rozwoju mikroorganizmów glebowych, co z kolei hamuje wzrost systemu korzeniowego oraz rozwój i plonowanie roślin. Wymienione zjawiska prowadzą do bezpośredniego nasilenia spływu powierzchniowego i przyspieszenia erozyjnej degradacji gleby.

Procesy erozji wodnej i wietrznej mają również negatywny wpływ na jakość i urodzajność gleby oraz wywołują niekorzystne zmiany w środowisku. Wyróżnia się dwie podstawowe grupy czynników wywołujących erozję (8):

- czynniki naturalne (ukształtowanie powierzchni terenu, gleba, opad atmosferyczny, wiatr oraz szata roślinna);
- czynniki antropogeniczne (niewłaściwa struktura użytkowania ziemi, nieodpowiedni system gospodarowania).

Procesy erozyjne powodują nieodwracalne przekształcenie podstawowej jednostki glebowej, a więc naturalnego układu poziomów genetycznych. Zmiany te polegają na zanikaniu poszczególnych poziomów genetycznych lub ich części bądź na nadbudowie profilu poprzez akumulację zerodowanego materiału glebowego. Najszybsza degradacja zachodzi na glebach płytkich (np. rędziny, inicjalne gleby górskie).

* Opracowanie wykonano w ramach zadania 1.4 w programie wieloletnim IUNG - PIB

Jedną z głównych konsekwencji procesów erozji jest obniżenie zawartości i jakości próchnicy w glebie, co zmniejsza jej zdolność do sklejania cząstek mineralnych oraz tworzenia trwałej i stabilnej struktury gleby. Powoduje to wzrost gęstości objętościowej warstwy ornej gleby, zmniejszenie jej porowatości, przewodnictwa wodnego i retencji wodnej. Wraz z nasileniem procesów erozji następuje wzrost podatności gleby na zagęszczenie i natężenie spływów powierzchniowych oraz wzrost zaskorupiania gleby. Na obszarach lessowych wraz ze wzrostem zerodowania gleby następuje trwałe obniżenie jej produktywności, nawet do 30%.

Należy podkreślić, że zagrożenia środowiskowe związane z erozją gleb nie ograniczają się jedynie do miejsca jej występowania, ponieważ wyerodowany materiał glebowy jest przemieszczany poza pole uprawne do wód powierzchniowych, powodując ich eutrofizację i zanieczyszczenie związkami azotu i fosforu oraz pozostałościami środków ochrony roślin.

Erozja gleby jest jednym z czynników degradujących środowisko przyrodnicze, a zwłaszcza rolniczą przestrzeń produkcyjną. Jej skutki przejawiają się w niekorzystnych, przeważnie trwałych, zmianach warunków przyrodniczych (rzeźby, gleb, stosunków wodnych, naturalnej roślinności) i warunków gospodarczo-organizacyjnych (deformowanie granic pól, rozczłonkowanie gruntów, pogłębianie dróg, niszczenie urządzeń technicznych). Zmiany takie prowadzą do obniżenia potencjału produkcyjnego ziemi i walorów ekologicznych krajobrazu.

O rozmiarach erozyjnej degradacji świadczą średnie roczne straty gleby, które dla Polski oszacowano na $76 \text{ t} \cdot \text{km}^{-2}$ (6); (wobec $84,7 \text{ t} \cdot \text{km}^{-2}$ w Europie), przy regionalnym zróżnicowaniu od $2,7 \text{ t} \cdot \text{km}^{-2}$ na Nizinach Środkowopolskich do $280 \text{ t} \cdot \text{km}^{-2}$ w Karpatach Fliszowych (14). Dla porównania straty te na innych kontynentach przedstawiają się następująco: Afryka, Południowa Ameryka i Antyle około $700 \text{ t} \cdot \text{km}^{-2}$, Azja około $600 \text{ t} \cdot \text{km}^{-2}$, Północna i Środkowa Ameryka około $500 \text{ t} \cdot \text{km}^{-2}$, Australia około $300 \text{ t} \cdot \text{km}^{-2}$ (2). Na obszarze Polski największy udział w degradowaniu terenów mają erozja wodna powierzchniowa i wąwozowa, następnie erozja wietrzna i w mniejszym zakresie ruchy mas ziemnych.

Naturalne elementy środowiska warunkujące występowanie i nasilenie erozji wodnej potencjalnej

Ocena wyjściowego stanu środowiska ma w znacznym stopniu charakter inwentaryzacyjno-diagnostyczny i dlatego wykorzystuje się w niej różne dostępne opracowania (archiwalne i aktualne), charakteryzujące rozpatrywany obszar zagrożony erozją. Jednak zawsze zachodzi potrzeba wykonania dodatkowych badań uzupełniających. Będą one prowadzone w wielu przypadkach rutynowymi i obowiązującymi metodami, które nie wymagają komentarza. Natomiast metody badań dotyczące tematyki erozyjnej są bardziej specjalistyczne i niektóre z nich potrzebują szczegółowego omówienia.

Charakterystyka klimatu

Stosunki klimatyczne są oceniane na podstawie danych ze stacji meteorologicznych IMGW znajdujących się na badanym terenie lub w jego najbliższym otoczeniu. Charakteryzowane są przede wszystkim podstawowe dane klimatyczne, a zwłaszcza: wielkość i natężenie opadów atmosferycznych, erozyjność deszczu i śniegu, intensywność roztopów śniegowych, nasłonecznienie i inne elementy (7). Uwagę powinno się zwrócić również na notowania zjawisk meteorologicznych mających związek z erozją, np. okresów o ekstremalnych warunkach wilgotnościowych, tj. suszy, nadmiernego uwilgotnienia, wymakania roślin, długotrwałego zalegania pokrywy śniegowej, okresów z silnymi i częstymi wiatrami.

Ukształtowanie terenu

Studium ukształtowania terenu degradowanego lub zagrożonego erozją wykonuje się zawsze dla obszaru zlewni cieków stałych lub epizodycznych. Mogą to być mikro-zlewnie dolin śródstokowych, wąwozów, a nawet poszczególnych stoków. W ramach studium określa się położenie fizjograficzne (13) i hydrograficzne badanych zlewni. Następnie w oparciu o mapę topograficzną w skali od 1 : 25000 do 1 : 100000 lub o pomiary geodezyjne w skali od 1 : 500 do 1 : 5000 (w zależności od obszaru i celu badań) opracowuje się: studium spadków, długości, kształtu i ekspozycji stoków. Ponadto zaznacza się kartometrycznie występowanie dolinek śródstokowych i wąwozów, a także miedz, skarp, ostańców erozyjnych i stożków napływowych.

Studium spadków opracowuje się na mapie topograficznej na podstawie cięć poziomic i ich zagęszczenia (tab. 1). W badaniach erozyjnych i przy projektowaniu zabiegów ochronnych, tak w kraju jak i za granicą najczęściej wyróżnia się niżej podane klasy nachyleń.

Tabela 1

Kryteria wyznaczania spadków terenu na mapie w skali 1 : 25 000

Klasy spadków (nachyleń)	Odległości poziomic przy cięciu (mm) odpowiadające:					
	2,5 m	5 m	10 m	20 m	50 m	100 m
0-3° (<5%)	>2	>4	>8	>16		
3-6° (5-10%)	2-1	4-2	8-4	16-8	40-20	
6-10° (10-18%)	1-0,56	2-1,1	4-2,2	8-4,4	20-11	40-22,2
10-15° (18-27%)	0,56-0,36	1,1-0,7	2,2-1,5	4,4-3	11-7,4	22,2-14,8
>15° (>27%)	<0,36	<0,7	<1,5	<3	<7,4	<14,8

Źródło: Józefaciuk A. i Cz., 1995 (7).

Podatność gleb na erozję

W badaniach tego rodzaju wykonuje się mapę podatności gleb na spłukiwanie powierzchniowe, opracowaną na podkładzie mapy glebowo-rolniczej w skali 1 : 5 000, 1 : 25 000 lub 300 000 oraz na podstawie danych liczbowych z planimetrowania.

Zasięgi gleb o różnej podatności na spłukiwanie powierzchniowe wyznacza się według kryteriów podanych w tabeli 2.

Tabela 2

Kryteria wyznaczania gleb według podatności na spłukiwanie powierzchniowe

Grupa gleb	Określenie podatności gleb	Rodzaj i gatunek gleb
1	bardzo silnie podatne	lessowe i lessowate (ls), pyłowe (pł), pyłowe pochodzenia wodnego (płw)
2	silnie podatne	piaski luźne (pl), piaszczyste (p), rędziny kredowe (k), rędziny jurajskie (j)
3	średnio podatne	piaski słabogliniaste (ps), piaski gliniaste (pg), kompleks piasków glinistych i słabogliniastych (pgw), żwirowe (ż), rędziny trzeciorzędowe (r), rędziny starszych formacji geologicznych (ts)
4	słabo podatne	lekkie gliny piaszczyste i piaski naglinowe (gl), gliny średnie (gs), gliniaste (g), wytworzone ze skał osadowych o spoiwie węglanowym niewapiennym (n)

Źródło: Józefaciuk A. i Cz., 1995 (7).

Metoda oceny erozji wodnej potencjalnej

Metodyczne podstawy w zakresie oceny nasilenia i zasięgu wodnej erozji potencjalnej położyła Reniger (15). Zagadnienie to było przedmiotem wielu badań w latach następnych. Stosowano w nich jednak różne metody, chociaż z uwzględnieniem przeważnie takich samych kryteriów podstawowych, jak rzeźba, gleba i klimat.

Poniżej podano metodę kartowania erozji potencjalnej opracowaną w IUNG (6), wynikiem której jest mapa potencjalnej erozji wodnej opracowana na podkładzie mapy spadków terenu i mapy podatności gleb na spłukiwanie powierzchniowe w skali 1 : 100 000 lub większych oraz w oparciu o dane liczbowe z planimetrycznych powierzchni. Wyróżniono 5 stopni nasilenia erozji, które wyznaczono według kryteriów podanych w tabeli 3:

- stopień 1 – **erozja słaba**, powoduje tylko niewielkie zmywy powierzchniowe gleby;
- stopień 2 – **erozja umiarkowana**, prowadzi do wyraźnego zmywania poziomu orno-próchnicznego i pogarszania właściwości gleby. Pełna regeneracja ubytków nie zawsze jest możliwa w procesie uprawy konwencjonalnej;
- stopień 3 – **erozja średnia**, może doprowadzać do zupełnego zredukowania poziomu orno-próchnicznego i tworzenia się gleb o typologicznie niewykształconym profilu (zmywanych i namywanych). Zapoczątkowuje rozczłonkowanie się terenu i jest źródłem znacznej ilości rumowiska dostarczanego do rzek;
- stopień 4 – **erozja silna**, może przyczyniać się do zniszczenia całego profilu gleby, a nawet części podłoża, z czym wiążą się zmiany pokrywy glebowej o charakte-

Tabela 3

Wyznaczanie stopnia nasilenia potencjalnej erozji wodnej

Gleby podatne na splukiwanie	Klasy nachyleń terenu				
	do 3° (do 5%)	3-6° (6-10%)	6-10° (10-18%)	10-15° (18-27%)	>15° >27%
	stopnie nasilenia erozji				
Gleby lessowe i lessowate (ls), pyłowe (pl), pyłowe wodnego pochodzenia (plw)	1	2	3	4	5
Piaski luźne (pl), gleby piaszczyste (p), rędziny kredowe (k) i jurajskie (j)	1	1; 2	2; 3	3; 4	5
Piaski słabogliniaste (ps) gliniaste (pg), kompleks piasków gliniastych i słabogliniastych (pgs), gleby żwirowe (ż), rędziny trzeciorzędowe (tr) i starszych formacji geologicznych (ts)	1	1; 2	2; 3	3; 4	4; 5
Gleby lekkie – gliny piaszczyste i piaski naglinowe (gl), gleby średnie (gs), gliniaste (g), wytworzone ze skał osadowych o spoiwie węglanowym – niewapiennych (n)	-	1	2	3	4; 5
Gleby ciężkie (gc), ilaste (i), skaliste – skały (sk), szkieletowe (sz), wytworzone ze skał o spoiwie niewęglanowym, wytworzone ze skał krystalicznych, torfy niskie (n), przejściowe i wysokie (v)	-	1	1; 2	2; 3	3; 4; 5

Uwagi:

- stopień nasilenia erozji: 1 – słaby; 2 – umiarkowany; 3 – średni; 4 – silny; 5 – bardzo silny
- w przypadku podanych jednocześnie dwóch stopni zagrożenia erozją, podaje się przy opadzie poniżej 600 mm mniejszy stopień, a przy opadach powyżej 600 mm – większy,
- dla utworów glebowych grupy piątej na terenie o spadku >15° przyjmuje się: przy opadach do 600 mm – 3 stopień nasilenia erozji, przy opadach 600-800 mm – 4, a przy opadach >800 mm – 5 stopień

Źródło: Józefaciuk A. i Cz., 1992 (6-8).

rze typologicznym. Wynikiem jej jest duże rozczłonkowanie rzeźby terenu i zakłócenie stosunków wodnych (nieregularne przepływy i zanieczyszczenie wód rzecznych);

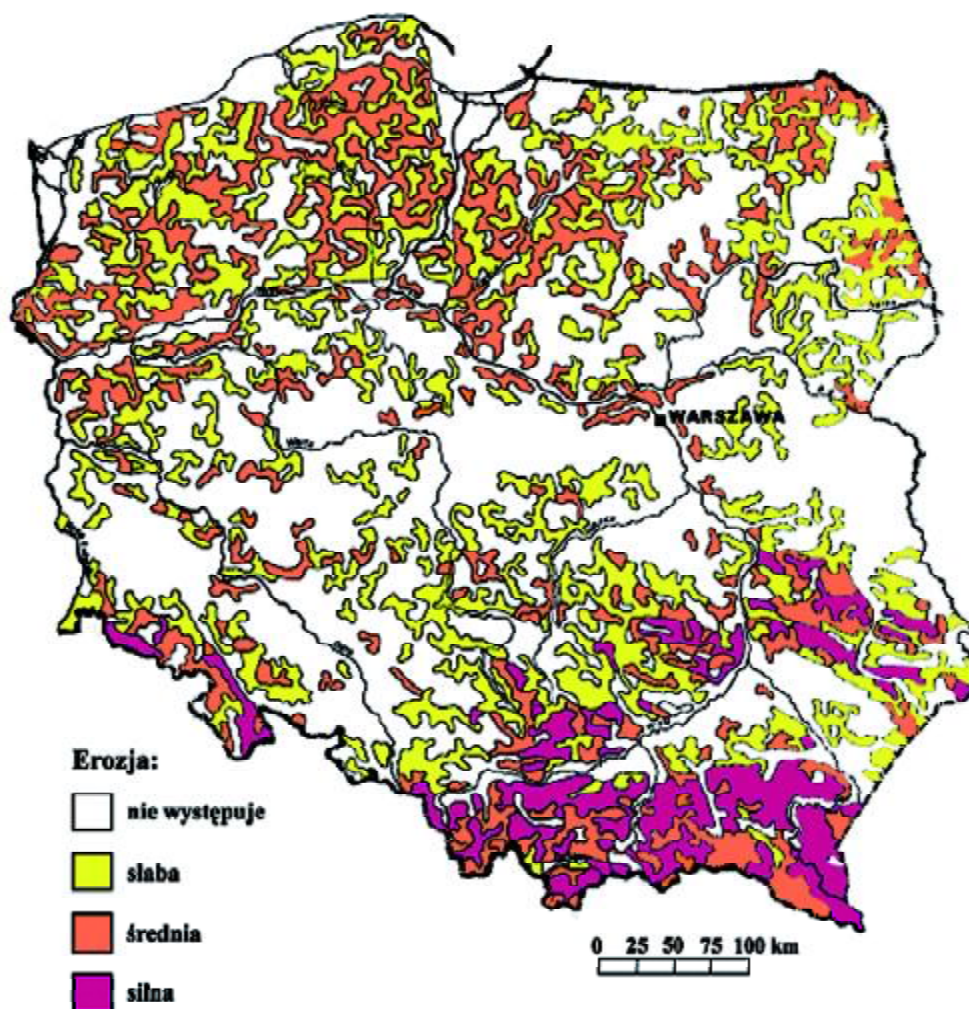
- stopień 5 – **erozja bardzo silna**, w skutkach podobna do silnej, lecz intensywniej wyrażona i prowadząca do trwałego degradowania ekosystemów.

Badany obszar klasyfikowano następnie pod względem pilności ochrony przed erozją wodną według następujących zasad:

- stopień 1 – **ochrona niezbędna**: powyżej 25% powierzchni ogółu gruntów rolnych i bezleśnych gruntów nieprodukcyjnych jest zagrożone erozją wodną o stopniach 3, 4 i 5;
- stopień 2 – **ochrona potrzebna**: zagrożenie jak wyżej, lecz dotyczy 10-25% powierzchni wyżej wymienionych gruntów;
- stopień 3 – **ochrona wskazana lokalnie**: zagrożenie jak wyżej, lecz dotyczy poniżej 10% powierzchni wyżej wymienionych gruntów.

Rozmieszczenie przestrzenne obszarów o różnym stopniu nasilenia potencjalnej erozji wodnej w Polsce

Najbardziej zagrożone erozją wodną powierzchniową w Polsce (rys. 1, tab. 4) jest woj. **małopolskie**, około 57% ogólnego obszaru, w tym dominuje erozja silna (26% obszaru) nad średnią (21% obszaru). Również w woj. **podkarpackim** przeważa zagrożenie erozją silną, (17%), erozja średnia występuje na około 11%, a słaba na 8% ogólnego obszaru. W obu województwach występuje pierwszy stopień pilności przeciwdziałania erozji – ochrona bardzo pilna. Poważny problem, chociaż występujący



Rys. 1. Mapa zagrożenia gleb erozją wodną powierzchniową w Polsce
Źródło: Józefaciuk A. i Cz., 1999 (8).

Tabela 4

Erozja wodna powierzchniowa w Polsce według województw

Województwo	Pow. ogólna km ²	Zagrożenie erozją w stopniu												Stopień pilności przeciwerozynnej				
		1 - słabym			2 - średnim			3 - silnym			2 - 3							
		UR	Ls	%	UR	Ls	%	UR	Ls	%	UR	Ls	%					
Dolnośląskie	19947,8	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	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	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	8,7	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	
Łódzkie	18219,1	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	
Małopolskie	15144,1	11,98	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
Śląskie	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
Świętokrzyskie	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
Warmińsko-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	40	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 pilności przeciwerozynnej w poszczególnych województwach należą powiaty:

Dolnośląskim – Jelenia Góra, Kłodzko, Lubania, Walbrzych;
Lubelskim – Hrubieszów, Janów Lubelski, Krasnostaw, Kraśnik, Lublin, Świdnik, Zamość;
Małopolskim – Bochnia, Chrzanów, Gorlice, Kraków, Limanowa, Miechów, Mysłenice, Nowy Sącz, Nowy Targ, Olkusz, Proszowice, Sucha Beskidzka, Tarnów, Tatrzański, Wadowice, Wieliczka;
Podkarpackim – Bieszczadzki, Brzozów, Dębica, Jasto, Krosno, Przemyski, Ropczycko-Sędziszowski, Rzeszów, Sanok, Strzyżów;
Podlaskim – Suwałki;
Pomorskim – Bytów, Gdynia, Kartuski, Kościerzyna, Lębork, Sopot, Wejherowo;
Śląskim – Bielsko Biala, Bytom, Cieszyń, Jastrzębie Zdrój, Jaworzno, Wodzisław Śląski, Żywiec;
Świętokrzyskim – Kazimierza Wielka, Opatów, Ostrowiec Świętokrzyski, Sandomierz, Starachowice;
Warmińsko-mazurskim – Nowe Miasto Lubawskie, Olecko.
 Źródło: Józefaciuk Cz. i A., 1999 (11).

bardziej lokalnie, stwarza erozja wodna w województwach **śląskim, świętokrzyskim, lubelskim i dolnośląskim**, gdzie erozja silna łącznie ze średnią zagraża takiej samej lub nawet większej powierzchni województwa niż erozja słaba. Województwa te są objęte drugim stopniem pilności ochrony przeciwoerozyjnej – ochrona pilna. Drugi stopień pilności ochrony występuje także w woj. **pomorskim i zachodniopomorskim**. W województwach tych erozja średnia przeważa lub zajmuje taką samą powierzchnię jak erozja słaba, od 23% do 13% ogólnego obszaru. W sześciu pozostałych województwach (lubuskim, łódzkim, mazowieckim, opolskim, podlaskim i wielkopolskim) o terenach równinnych erozja średnia występuje na kilku procentach ogólnej powierzchni, a silna na poniżej 1%. Są to województwa o najmniej pilnej ochronie przed erozją.

Biorąc pod uwagę warunki regionalne można wyróżnić cztery rozległe obszary – regiony – o różnym stopniu zagrożenia erozją.

Region górski. Bardzo silnie zagrożone erozją wodną są wszystkie góryste krainy karpackie, znajdujące się w południowej części województw podkarpackiego, małopolskiego i śląskiego. Potencjalna erozja silna i średnia występuje na powierzchni krain od około 80% (Tatry, Beskidy Zachodnie), przez około 60% (Bieszczady i Podhale) do około 50% (Beskidy Środkowe). Silnie zagrożone są Sudety, gdzie erozja silna i średnia występuje na 45% obszaru.

Takie zagrożenie przez erozję wodną regionu karpackiego i sudeckiego determinują bardzo duże wysokości względne (do 2600 m n.p.m.), duże nachylenia stoków oraz duże opady roczne, od 800 do 1800 mm, najczęściej powyżej 1000 mm. Zaznaczyć jednak należy, że pewna część zagrożonych terenów jest aktualnie chroniona przez trwałą szatę roślinną – przez lasy w Bieszczadach, Tatrach i Beskidach Zachodnich (około 40%), w Beskidach Środkowych i około 20% na Podhalu i w Sudetach (około 30%), a przez łąki i pastwiska jeszcze dodatkowo około 10%.

W przypadku górskich gruntów ornych procesy erozji są w pewnym stopniu ograniczane również poprzecznostokowym układem działek i znacznym udziałem motylkowatych w strukturze zasiewów oraz przewagą gleb bielcowych i wylugowanych o gliniastym składzie granulometrycznym, należących do 3 kompleksów uprawowych: owsiano-ziemniaczanego górskiego, owsiano-pastewnego górskiego i zbożowego górskiego. Jest to również region o najbardziej niekorzystnych warunkach agroklimatycznych dla upraw polowych.

Region pogórzy. Silnie zagrożone erozją wodną jest Pogórze Beskidzkie, gdzie erozja silna i średnia występuje na około 45% obszaru. Jest to uwarunkowane bardzo urozmaiconą rzeźbą terenu i dużymi spadkami stoków, rocznymi opadami 600-1000 mm oraz znaczną powierzchnią gleb lessowych, najbardziej podatnych na zmywy powierzchniowe. W północnej części regionu występują gleby bielcowe i gleby bielcowe wytworzone z lessów i utworów lessowatych, kompleksu pszennego górskiego. W części południowej wprawdzie przeważają typy gleb bielcowych i brunatnych wylugowanych wytworzonych z glin słabo podatnych na zmywy i należących do kompleksu zbożowego górskiego, lecz już w części zachodniej duży udział mają gleby lessowe. Warunki agroklimatyczne dla produkcji rolnej wahają się od średnich w części wschod-

niej i środkowej do dobrych i bardzo dobrych w części zachodniej. Średnia roczna temperatura wynosi 7,2°C. Dominują drobne gospodarstwa chłopskie z uciążliwą szachownicą gruntów. Pogórze Beskidzkie natomiast jest średnio zagrożone. Erozja silna i średnia występuje na powyżej 10% obszaru. W obu krainach lasy i trwałe użytki zielone chronią zaledwie po około kilka procent powierzchni zagrożonej erozją wodną.

Region wyżyn. Wyżyna Lubelska wraz z Roztoczem, Niecka Nidziańska i Wyżyna Krakowsko-Częstochowska są silnie, a Wyżyna Kielecko-Sandomierska średnio zagrożone erozją wodną. Jest to wynikiem urozmaiconej rzeźby terenu, bardzo dużej podatności gleb lessowatych na zmywy powierzchniowe, generalnie małej powierzchni lasów (w znacznej części zlewni zaledwie po kilka procent) i trwałych użytków zielonych oraz przewagi wzdłużstokowego układu działek. Omawiany obszar należy do rejonów intensywnego rozwoju rolnictwa. Na terenach erodowanych przeważają gleby biellicowe i brunatne (właściwe i wylugowane) oraz czarnoziemy, wszystkie wytworzone z lessów. Należą one do kompleksów pszenno-bardzo dobrego i dobrego. Procentowo niewielki udział zajmują rędziny różnych formacji geologicznych zaliczone do kompleksu pszenno-wadliwego, silnie degradowane przez zmywy. Warunki agroekologiczne dla produkcji rolniczej są dobre i bardzo dobre. Opady roczne wynoszą około 600 mm, a średnia temperatura 7,5°C. Przeważają drobne gospodarstwa rolne o średniej powierzchni 5 ha, z uciążliwą szachownicą gruntów.

Region pojezierzy obejmuje Pojezierza Wschodniobałtyckie oraz Pojezierza i Pobrzeża Południowobałtyckie. Generalnie jest to obszar zagrożony erozją wodną w stopniu średnim, a tylko Pojezierze Suwalskie i Wschodniopomorskie w stopniu silnym. Młodo-glacialna rzeźba terenu jest znacznie urozmaicona. Wierzchowiny zajmują niewielkie powierzchnie, a stoki są krótkie. Gleby są bardzo zróżnicowane typologicznie, przeważnie średnio i słabo podatne na zmywy powierzchniowe. Typologicznie dominują gleby biellicowe i gleby brunatne wylugowane. Znacznie mniejszą powierzchnię zajmują gleby brunatne właściwe. Oba dominujące typy gleb są wytworzone z glin lekkich, piasków gliniastych na glinach, piasków słabogliniastych i piasków luźnych. Przydatność rolnicza gleb jest bardzo zróżnicowana. Występują kompleksy takie, jak: pszenno-dobry, żytni bardzo dobry, żytni dobry, żytni słaby, żytni bardzo słaby, żytnio-lubinowy, a lokalnie pszenno-wadliwy. Warunki agroklimatyczne są bardzo zróżnicowane. Obszary z agroklimatem korzystnym występują w środkowej i zachodniej części obszaru i zajmują około 50% powierzchni. Na pozostałym obszarze występują warunki agroklimatyczne od średnich do złych. W omawianym regionie występuje 39,2% gruntów ornych, 13,7% użytków zielonych, 32,7% lasów i 2% jezior. Około połowa powierzchni gruntów rolnych była lub jest w użytkowaniu gospodarstw wielkoobszarowych.

Rozpoznanie struktury erozji wąwozowej

Zasięgi powierzchni o różnym stopniu nasilenia erozji wąwozowej, opracowano na podkładzie mapy topograficznej w skali 1 : 10 000 lub 1 : 25 000 i na podstawie danych

liczbowych (z planimetrowania) wydzielonych powierzchni i pomiaru długości wąwozów (9).

Terminem wąwóz objęto wszystkie formy rozcięć terenu uwidocznione na mapie topograficznej, które w fachowym nazewnictwie określa się jako wąwozy, parowy, debrze, wąwozy drogowe, a także jary (w tym przypadku, krótkie, głębokie i silnie rozcięte odcinki dolin rzek i potoków stałych i okresowych).

Sposób inwentaryzowania wąwozów był następujący: na mapie topograficznej wyznaczono powierzchnie (nie mniejsze od 1 km²) o zbliżonej koncentracji wąwozów. Na każdej z wyróżnionych powierzchni numerowano wąwozy (1...n), mierzono ich długość (wraz z odgałęzieniami) i zestawiano w tabeli roboczej. Po zsumowaniu długości poszczególnych wąwozów dla danej powierzchni obliczano wskaźnik gęstości wąwozów jako iloraz ogólnej długości wąwozów (km) i danej powierzchni (km²). Mając tak obliczone wskaźniki kwalifikowano poszczególne powierzchnie do określonego stopnia nasilenia erozji wąwozowej według danych zawartych w tabeli 5.

Tabela 5

Wyznaczanie stopnia nasilenia erozji wąwozowej

Stopień erozji wąwozowej	Określenie erozji wąwozowej	Współczynnik gęstości sieci wąwozów (km · km ⁻²)
1	słaba	0,01-0,1
2	umiarkowana	0,1-0,5
3	średnia	0,5-1,0
4	silna	1,0-2,0
5	bardzo silna	powyżej 2,0

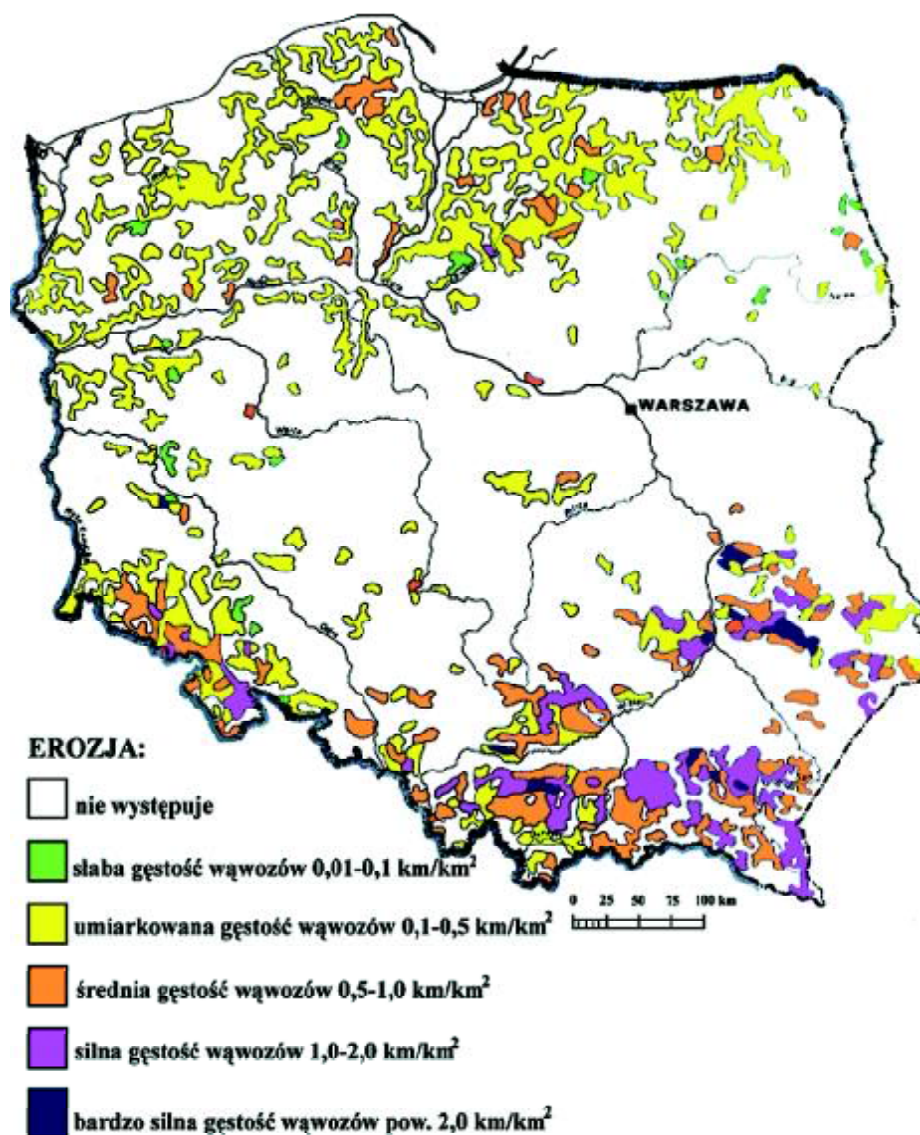
Źródło: Józefaciuk A.i Cz., 1992 (6-8).

Następnie klasyfikowano badane powierzchnie do określonego stopnia pilności przeciwdziałania erozji wąwozowej w sposób następujący:

- stopień 1 – **przeciwdziałanie bardzo pilne** – erozja wąwozowa o stopniach nasilenia 3, 4 i 5, występuje na więcej niż 25% ogółu badanego obszaru;
- stopień 2 – **przeciwdziałanie średnio pilne** – erozja wąwozowa o stopniach nasilenia 3, 4 i 5, występuje na 10-25% ogółu obszaru;
- stopień 3 – **przeciwdziałanie wskazane lokalnie** – erozja wąwozowa o stopniach nasilenia 3, 4 i 5, występuje na mniej niż 10% ogółu obszaru.

Ocena występowania erozji wąwozowej

Erozja wąwozowa (rys. 2, tab. 6) występuje na około 18% powierzchni Polski, w tym największy obszar (ok. 11%); (2,5 mln ha gruntów rolnych i 0,8 mln gruntów leśnych) zajmuje erozja słaba o gęstości wąwozów 0,1-0,5 km · km⁻² (7, 9). Znacznie mniejszy obszar (ok. 4%) (1 mln ha gruntów rolnych i 0,3 mln gruntów leśnych) zajmuje erozja średnia o gęstości wąwozów 0,5-1 km · km⁻². Obszar około 2% (0,6 mln



Rys. 2. Mapa erozji wąwozowej w Polsce

Źródło: Józefaciuk. A. i Cz., 1995 (7).

ha gruntów rolnych i 0,15 mln ha leśnych) zajmuje erozja silna o gęstości wąwozów 1-2 km · km². Na najmniejszym obszarze, poniżej 1% (0,1 mln ha gruntów rolnych i 25 tys. ha leśnych), występuje erozja bardzo silna o gęstości wąwozów powyżej 2 km · km². Łącznie długość wąwozów w Polsce wynosi około 50 tys. km, w tym około 50% stanowią wąwozy drogowe.

Najbardziej rozwiniętą sieć wąwozów ma województwo **małopolskie**, gdzie występują one na około 53% obszaru. Wprawdzie największy obszar (25%) zajmuje

Tabela 6

Erozja wąwozowa w Polsce w granicach administracyjnych województw

Województwo	Pow. ogólna wojew. km ²	Erozja wąwozowa w stopniu												Stopecz pilności zagospodarowania wąwozów								
		slabym			średnim			silnym			bardzo silnym				średnim - bardzo silnym							
		UR	Ls	%	UR	Ls	%	UR	Ls	%	UR	Ls	%		UR	Ls	%	UR	Ls	%		
Dolnośląskie	19947,8	2646,1	13,3	720,0	3,6	928,5	4,7	398,0	2,0	358,7	1,8	238,6	1,1	14,8	0,1	4,1	0,0	1502,0	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
Łódzkie	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
Małopolskie	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	1653,6	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
Śląskie	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
Świętokrzyskie	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
Warmińsko-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	3126850	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	2214,0	0,1	17534,3	5,6	4482,3	1,4	2

Do 1-go stopnia pilności zagospodarowania wąwozów w poszczególnych województwach należą powiaty:

Dolnośląskim – Jelenia Góra, Kamienna Góra, Klodzko, Lwówek Śląski, Ząbkowice Śląskie;
Lubelskim – Janów Lubelski, Krasnostaw, Kraśnik, Lublin, Świdnik, Zamość;
Małopolskim – Bochnia, Gorlice, Kraków, Limanowa, Mitechów, Mysłenice, Nowy Sącz, Proszowice, Sucha Beskidzka, Tarnów, Tatrzański, Wadowice, Wieliczka;
Opolskim – Kędzierzyn Koźle;
Podkarpackim – Bieszczadzki, Brzozów, Dębica, Jasło, Krosno, Przemysł, Ropczycko-Sędziszowski, Strzyżów;
Pomorskim – Kartuzi;
Śląskim – Cieszyń, Jastrzębie Zdrój, Wodzisław;
Świętokrzyskim – Kazimierz Wielki, Ostrowiec Świętokrzyski, Pińczów, Sandomierz;
Źródło: Józefaciuk A. i Cz., 1995 (7).

erozja wąwozowa średnia o gęstości wąwozów $0,5-1 \text{ km} \cdot \text{km}^2$, to jednak na 14% obszaru występuje erozja silna, o gęstości wąwozów $1-2 \text{ km} \cdot \text{km}^2$, a na powyżej 1% obszaru erozja bardzo silna o gęstości wąwozów powyżej $2 \text{ km} \cdot \text{km}^2$. Silnie rozczłonkowane wąwozami jest województwo **podkarpackie**, w którym 24% obszaru ma gęstość wąwozów powyżej $0,5 \text{ km} \cdot \text{km}^2$, w tym aż 14% ma gęstość wąwozów $1-2 \text{ km} \cdot \text{km}^2$ (podobnie jak w małopolskim).

Szczególony problem stwarza erozja wąwozowa w województwie **lubelskim**. Ma ono bowiem największy (spośród wszystkich województw) obszar (około 3%) rozczłonkowany wąwozami o gęstości powyżej $2 \text{ km} \cdot \text{km}^2$. Oprócz tego powyżej 4% obszaru ma gęstość wąwozów $1-2 \text{ km} \cdot \text{km}^2$, 7% gęstość $0,5-1 \text{ km} \cdot \text{km}^2$, a tylko 6% gęstość poniżej $0,5 \text{ km} \cdot \text{km}^2$. Duża gęstość wąwozów występuje także w woj. **świętokrzyskim**. Wąwozy występują na podobnym obszarze jak w lubelskim – około 20%. Również podobny obszar, jak w lubelskim jest rozczłonkowany siecią wąwozów o gęstości powyżej $0,5 \text{ km} \cdot \text{km}^2$ (14%), z tym że gęstość wąwozów powyżej $2 \text{ km} \cdot \text{km}^2$ zajmuje niecały 1% obszaru.

Rozpoznanie struktury zagrożenia erozją wietrzną

Erozja eoliczna występuje powszechnie i ma największy spośród innych rodzajów erozji zasięg przestrzenny na obszarze Polski. Jednak jej rzeczywiste rozmiary są jeszcze niedostatecznie rozpoznane, chociaż prowadzi się coraz więcej badań w tym zakresie.

Przedstawiona metoda oceny stanu zagrożenia erozją eoliczną ma charakter przeglądowy (4). Szacuje natężenie procesów eolicznych w określonych warunkach naturalnych, ale nie uwzględnia stopnia erozyjności wiatru i jest podobna do zastosowanej przez W o j t a n o w i c z a (18). Zaznaczyć należy, że w tej metodzie pojęcie erozja eoliczna obejmuje deflację (proces inicjalny) oraz transport i akumulację (procesy pochodne). Oceny potencjalnego zagrożenia erozją wietrzną dokonano z uwzględnieniem kilku podstawowych kryteriów determinujących występowanie i nasilenie erozji wietrznej, takich jak: typ rzeźby terenu, podatność gleb na deflację (wywiewanie) i stopień lesistości terenu (tab. 7).

W wyniku zastosowania tej metody otrzymano mapę zagrożenia erozją eoliczną (rys. 3), opracowaną na podkładzie mapy topograficznej w skali 1 : 10 000 lub 1 : 25 000 oraz na podstawie danych liczbowych z planimetrowania. Sposób wykonania mapy zagrożenia deflacją był następujący:

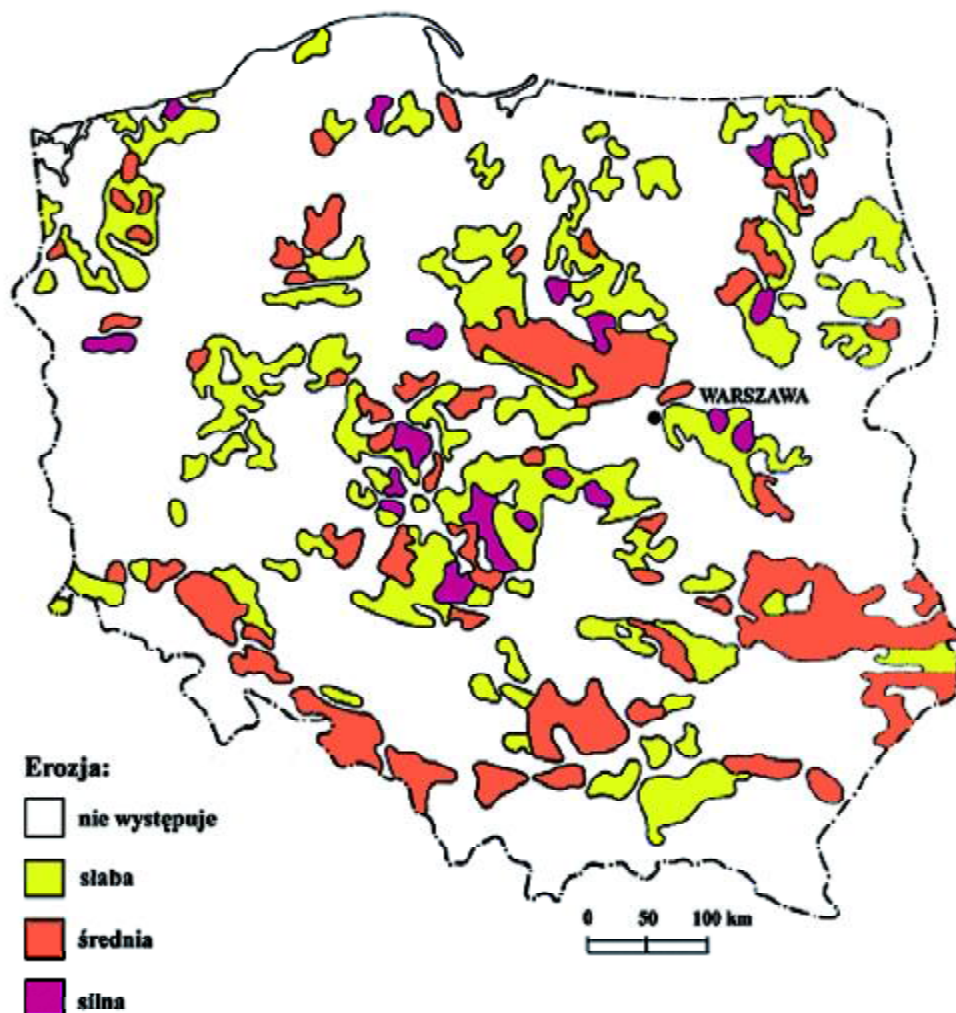
- na mapie topograficznej wyznaczono obszary z określoną rzeźbą terenu i powierzchnie o różnej lesistości, według kryteriów podanych w tabeli 7 (najmniejsza powierzchnia 1 km^2);
- na podkładzie mapy topograficznej (z typami rzeźby i różną lesistością) i mapy podatności gleb na deflację wyznaczono zagrożenie erozją eoliczną według kryteriów podanych w tabeli 7.

Tabela 7

Kryteria wyznaczania stopnia zagrożenia erozją wietrzną

Gleby według podatności na deflację	Współczesne doliny rzeczne i lokalne obniżenia terenu		Tereny płaskie i lekko faliste		Wierzchowiny i zbocza na wyżynach		Wierzchowiny i zbocza w górach		
	Iesiistość (%)								
	>25	25-15	<15	>25	25-15	<15	>25	25-15	<15
Bardzo silnie podatne Piaski luźne drobnoziarniste (w tym wydymowe), mursze na torfACH, mursze na podłożu mineralnym, gleby murszowate	2(3)*	3(4)*	4(5)*	3(4)*	4(5)*	5	4	5	5
Silnie podatne Piaski luźne gruboziarniste, piaski gliniaste lekkie silnie pylaste, piaski słabogliniaste (różne), lessy i utwory lessowate	1	2	3	2	3	4	3	4	5
Średnio podatne Piaski gliniaste lekkie (z wyjątkiem silnie pylastych), gleby pyłowe zwykłe (z wyjątkiem wymienionych w punkcie 2)	-	1	2	1	2	3	2	3	4
Umiarkowanie podatne Piaski gliniaste mocne (różne), gleby pyłowe ilaste	-	-	1	-	1	2	1	2	3
Słabo podatne Gliny i ily	-	-	-	-	-	1	-	1	2

* dotyczy piasków wydymowych
Źródło: Józefciuk A. i Cz., 1979 (4).



Rys. 3. Zagrożenie gruntów erozją wietrzną w Polsce

Źródło: Józefaciuk A. i Cz., 1979 (4).

Następnie wyznaczono pięć stopni nasilenia procesów eolicznych:

- stopień 1 – **erozja słaba** powoduje niewielkie wywiewanie cząstek glebowych i minimalnie degraduje glebę;
- stopień 2 – **erozja umiarkowana** zapoczątkowuje proces ubytku poziomu orno-próchnicznego wskutek wywiewania cząstek mineralnych i organicznych, jak również niewielkie zapylenie atmosfery materiałem glebowym;
- stopień 3 – **erozja średnia** wyraźnie redukuje miąższość poziomu orno-próchnicznego. Oprócz zapylenia atmosfery może już powodować szkody w uprawach – odsłanianie systemu korzeniowego, uszkodzenie mechaniczne i zasypywanie roślin;

Tabela 8

Zagrożenie erozją wietrzną użytków rolnych w Polsce według województw

Województwo	Pow. ogólna (km ²)	Stopień nasilenia erozji						Stopień pilności ochrony
		słaba		średnia		silna		
		km ²	%	km ²	%	km ²	%	
Dolnośląskie	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
Łódzkie	18219,1	5670,0	31,1	1632,0	9,0	1028,0	5,6	3
Małopolskie	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
Śląskie	12294,0	3004,0	24,0	1258,0	10,2	16,0	0,1	3
Świętokrzyskie	11672,3	1926,0	16,5	2384,0	20,4	24,0	0,2	3
Warmińsko-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

Źródło: Józefaciuk A. i Cz., 1979 (4).

- stopień 4 – **erozja silna** prowadzi do trwałych zmian morfologicznych wyrażających się w powstawaniu gleb zwiewanych o zredukowanym profilu oraz nawiewanych o profilu nadbudowywanym nanosami deflacyjnymi. Powoduje silne zanieczyszczenie atmosfery, zdzieranie lub zasypywanie upraw polowych, występowanie burz pyłowych, piaskowych i czarnych zim oraz tworzenie się wydm;
- stopień 5 – **erozja bardzo silna** dotyczy terenów rozwydmianych.

Następnie dla badanego obszaru określano stopnie pilności ochrony gruntów przed erozją eoliczną:

- stopień 1 – **ochrona niezbędna**: powyżej 25% użytków rolnych i bezleśnych gruntów nieproduktywnych badanego obszaru jest zagrożone deflacją o stopniu nasilenia 4 i 5;
- stopień 2 – **ochrona potrzebna**: zagrożenie jak wyżej, lecz dotyczy 10-25% gruntów wyżej wymienionych;
- stopień 3 – **ochrona wskazana lokalnie**: zagrożenie jak wyżej, lecz dotyczy poniżej 10% gruntów wyżej wymienionych.

Rozmieszczenie przestrzenne obszarów o różnym stopniu nasilenia erozji wietrznej w Polsce

Z przeprowadzonych badań kartograficznych wynika, że około 28% ogółu użytków rolnych w kraju jest zagrożone erozją wietrzną, w tym około 10% erozją średnią

i około 1% silną (rys. 3, tab. 8). Potencjalne zagrożenie erozją silną koncentruje się głównie w centralnej części pasa nizin środkowopolskich i na Pojezierzu Wschodnio-bałtyckim. Potencjalna erozja średnia występuje głównie w środkowym i wschodnim pasie nizin środkowopolskich i na przyległych terenach Pojezierza Wielkopolskiego i Chełmińsko-Dobrzyńskiego oraz w pasie wyżyn południowo-wschodnich i na Przedgórzu Sudeckim. Generalnie obszar największego zagrożenia erozją wietrzną obejmuje centralną i południową część nizinnych terenów Polski. Jest to wyjątkowo niekorzystne, ze względu na przewagę gleb piaszczystych przy małej lesistości terenu oraz na postępujące stepowanie.

Województwa najbardziej zagrożone to łódzkie, mazowieckie, wielkopolskie i podlaskie, gdzie potencjalna erozja wietrzna silna (prowadząca do tworzenia się terenów wydmych) występuje na obszarach od około 6% (łódzkie) do około 1,5% (podlaskie).

Lokalnie zagrożenie erozją silną występuje na dużych powierzchniach terenów wyżynnych woj. lubelskiego i świętokrzyskiego, ze względu na występowanie tam gleb wytworzonych z lessów, urozmaiconą rzeźbę i bardzo małą lesistość terenu. Również w północnej części województwa warmińsko-mazurskiego i lubuskiego lokalnie znajdują się powierzchnie terenów zagrożonych silną erozją wietrzną.

Prognoza występowania erozji gleb w Polsce do roku 2020

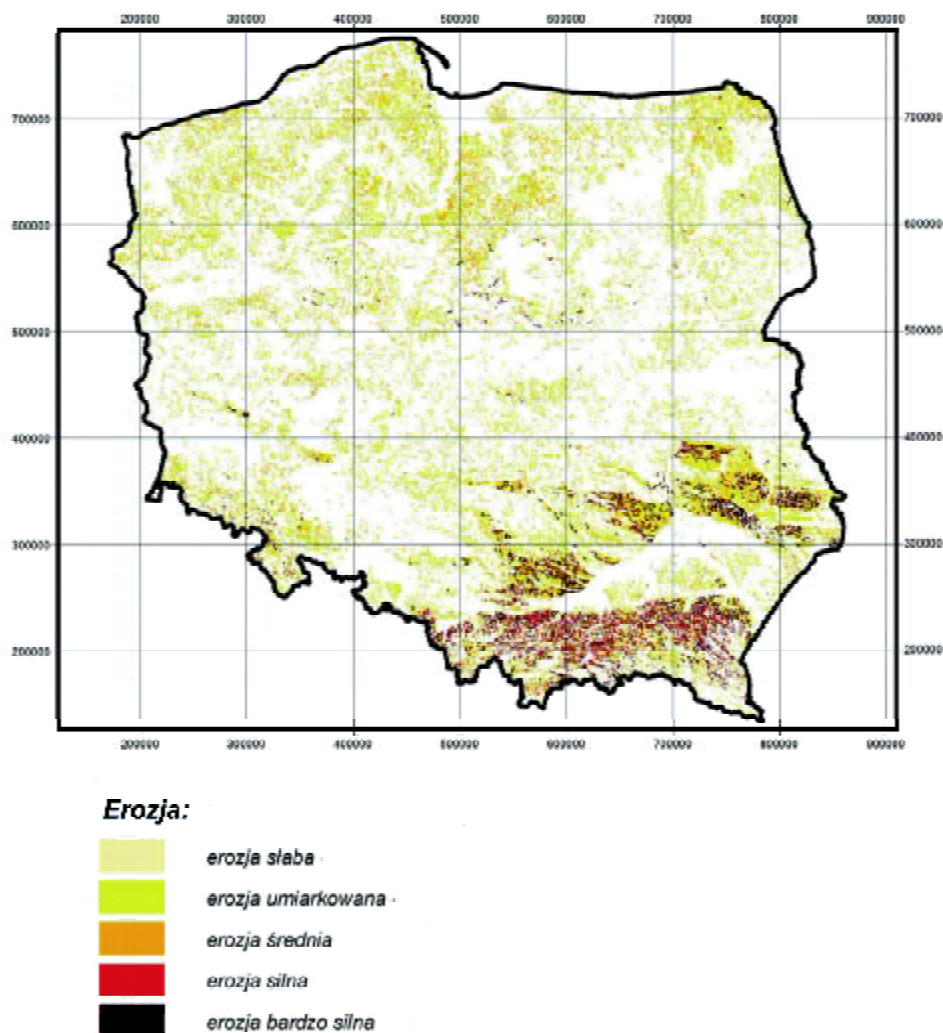
Aktualnie stwierdza się znaczne ograniczenie zasięgów i intensywności erozji wodnej powierzchniowej wynikające ze względnie korzystnej struktury użytkowania gruntów (rys. 4, tab. 9). Struktura użytkowania terenu w Polsce, według danych CORINE 2000, sprzyja zmniejszeniu zagrożenia erozją wodną powierzchniową. Znajduje to odzwierciedlenie w obniżeniu udziału najwyższych stopni (3-5°) zagrożenia erozją wodną powierzchniową z potencjalnego 16,5% do aktualnego 7,1%. Jednak, aby zmniejszyć wciąż dość wysokie aktualne zagrożenie gleb erozją wodną powierzchniową należa-

Tabela 9

Aktualne zagrożenie erozją wodną powierzchniową według CORINE 2000

Stopień nasilenia erozji	Objaśnienie	Erozja wodna potencjalna		Erozja wodna aktualna	
		powierzchnia			
		ha	%	ha	%
0	brak erozji	20967,8	67,0	25506,4	81,6
1	erozja słaba	4775,0	15,3	578,8	1,9
2	erozja umiarkowana	-	-	2939,8	9,4
3	erozja średnia	3693,9	11,8	1380,5	4,4
4	erozja silna	1479,4	4,7	318,9	1,0
5	erozja bardzo silna	-	-	528,4	1,7
3-5	erozja średnia-silna	5173,3	16,5	2227,8	7,1
Razem (0-5)		31253,0	100	31252,8	100

Źródło: Wawer R., Nowocień E., 2007 (17).



Rys. 4. Aktualne zagrożenie erozją wodną powierzchnią obszaru Polski

Źródło: Wawer R. i Nowocień E., 2007 (17).

łoby zastosować na obszarze jej występowania melioracje przeciwozyjne, w tym transformację użytków – gruntów rolnych na użytki ochronne. Dotyczy to w trybie bardzo pilnym ponad 2,2 mln ha, w tym około 500 tys. ha zagrożonych erozją wodną bardzo silną.

Zakładając dalsze wyłączenie gruntów ornych na rzecz zalesień, zadrzewień oraz innych użytków trwałych, jak sady czy użytki zielone należy się spodziewać dalszego zmniejszenia zasięgu i intensywności występowania zarówno erozji wodnej powierzchniowej, jak i erozji wietrznej.

Występujące w ostatnim czasie susze glebowe oraz wzrost średnich temperatur miesięcznych w okresie ostatnich 6 lat (NASA) mogą doprowadzić do nadmiernego

przesuszenia gleb, co w konsekwencji może istotnie zwiększyć zasięg występowania i intensywność erozji wietrznej na gruntach ornym.

Prognozowane w symulacjach najbardziej prawdopodobne scenariusze zmian klimatu, tj. zwiększenie intensywności opadów atmosferycznych, szczególnie w okresie wiosenno-jesiennym, może istotnie wpłynąć na zwiększenie intensywności erozji wodnej powierzchniowej.

MELIORACJE PRZECIWEROZYJNE W PROCESIE URZĄDZANIA OBSZARÓW WIEJSKICH

Techniczne metody zmniejszania zagrożenia erozyjnego gleb

Ograniczenie zagrożenia gleb erozją osiąga się najpełniej poprzez:

- wprowadzanie właściwej struktury użytkowania ziemi, to jest zastosowania właściwych proporcji i miejsca rozmieszczenia w rzeźbie terenu użytków rolnych, leśnych i wodnych;
- stosowanie agrotechniki przeciwerozyjnej;
- wprowadzanie prawidłowego układu i odpowiedniego umocnienia sieci dróg, w tym zwłaszcza dróg transportu rolniczego.

Typowo techniczne zabiegi przeciwdziałające erozji gleb mają zastosowanie bardziej lokalne. Tereny o silnie urozmaiconej rzeźbie i mikrorzeźbie, obfitujące w doliny śródzbozowe, wymoki sufozyjne, pagórki, ostańce erozyjne oraz wzdłużstokowe i skośnostokowe skarpy są bardzo trudne do uprawy, a zwłaszcza mechanicznych zabiegów agrotechnicznych i transportu. Tereny takie są coraz częściej wyłączane z użytkowania i pozostawiane jako nieużytki. Można je stosunkowo łatwo przywrócić do użytkowania rolniczego przez ścięcie form wypukłych i zasypanie form wklęsłych. Dotyczy to zwłaszcza gruntów lessowych, na których po wykonaniu robót ziemnych i zastosowaniu nawożenia organicznego i mineralnego można uprawiać rośliny (11).

Kształtowanie rzeźby terenu obejmuje również tarasowanie zboczy, które jest powszechnym i w pełni opłacalnym zabiegiem przeciwerozyjnym. Wykonuje się je na zboczach o nachyleniu powyżej 10%, gdzie poprzecznostokowa uprawa roli jest niemożliwa. Tarasowanie wykonuje się przy użyciu pługów obracalnych, spycharek lub równiarek.

Urządzenia hydrotechniczne są dopełnieniem całokształtu technicznej organizacji terenu. Są to różnego rodzaju elementy, takie jak rowy, studzienki, groble, stosowane w celu zatrzymywania lub odprowadzania wód powierzchniowych, wykonane na gruntach ornym i użytkach zielonych (11).

Metoda programowania działań przeciwerozyjnych dla celów planistyczno-projektowych

Na około 13% powierzchni (3,8 mln ha) użytków rolnych w Polsce zagrożonych erozją średnią i silną powinno się stosować określone zabiegi przeciwerozyjne. Jed-

nak wdrażanie melioracji przeciwoerozyjnych musi być poprzedzone specjalistycznymi procesami planistyczno-projektowymi.

Poniżej przedstawiono **sposób opracowania programu** ochrony obszarów rolniczych zagrożonych erozją wodną. Proces sporządzania programu obejmuje trzy etapy (5, 8).

Etap pierwszy programowania składa się z dwóch faz – analitycznej i koncepcyjnej.

Faza analityczna jest ukierunkowana na charakterystykę środowiska rolniczego, obejmującą analizę warunków przyrodniczych i gospodarczych oraz ocenę zagrożenia erozją wodną i stopnia degradowania procesami erozyjnymi.

W badaniach dotyczących charakterystyki warunków przyrodniczo-gospodarczych chodzi zwłaszcza o wyeksponowanie takich typologicznych cech rozpatrywanych czynników, które mają szczególny wpływ na stan zagrożenia erozją i na nasilenie procesów erozyjnych. Cechy te, to przede wszystkim:

- nachylenie, kształt, długość i ekspozycja stoków;
- podatność na zmywy i skutki erozyjnej degradacji gleb;
- okresy pogodowe sprzyjające erozji, głównie z roztopami śniegowymi i z ulewami letnimi;
- rozmieszczenie lasów i użytków rolnych w rzeźbie terenu;
- układ działek i pól ornych względem nachylenia terenu;
- udział roślin glebochronnych (zbóż ozimych, motylkowatych, traw) w strukturze zasiewów i następstwo roślin uprawy polowej;
- usytuowanie dróg rolniczych w rzeźbie terenu i sposób ich eksploatacji.

Dla charakterystyki obszaru wykorzystuje się, między innymi, mapy: topograficzne, glebowo-rolnicze, lesistości terenu i inne. W badaniach nad oceną stanu erozji opracowuje się mapy zagrożenia erozją wodną powierzchniową i występowanie erozji wąwozowej, według przyjętej metodyki. Ocenę natężenia procesów erozyjnych i ich szkodliwości najłatwiej dokonuje się prowadząc wywiady w terenie, co jednak wydaje się za mało miarodajne. Dlatego dla wyznaczonych na mapie obszarów z erozją wodną powierzchniową i wąwozową wybiera się reprezentatywne tereny i przeprowadza inwentaryzację wszystkich występujących na nich zjawisk i form erozyjnych, co najmniej dwukrotnie – po roztopach śniegowych i po jednej ulewie letniej. Wyniki inwentaryzacji odniesione do pozostałych obszarów dają ogólny obraz rzeczywistej erozji w rozpatrywanej planistyczno-gospodarczej jednostce (zlewni, wsi). W badaniach tych dokonuje się szczegółowego rozpoznania wąwozów, które wybiera się jako wzorcowe dla opracowania programu zagospodarowania sieci wąwozowej.

Faza koncepcyjna obejmuje opracowanie koncepcji określającej zakres i metody działań przeciwoerozyjnych, wraz z wnioskami dotyczącymi inwestycji.

Programowanie działań rozpoczyna się od ustalenia kierunków produkcji rolniczej, co jest powiązane z potrzebą stosowania określonych zabiegów przeciwoerozyjnych; inne stosuje się na polach ornych, a inne np. w sadach. Następnie opracowuje się koncepcję zagospodarowania nieużytków, lecz nie tylko erozyjnych (np. wąwozów,

stromych zboczy), ale także innych, takich jak grunty odłogowane, różne usypiska, wyrobiska itp. Stanowi to zasadne i logiczne przejście do kolejnego zadania, którym jest rozmieszczenie w rzeźbie terenu użytków – zalesień, gruntów ornyc, zbiorników wodnych oraz zadrzewień i zadarnień ochronnych (fitomelioracyjnych), stosownie do ich funkcji produkcyjnych i przeciwoerozyjnych. Z kolei przystępuje się do kształtowania terenu, ze szczególnym uwzględnieniem technicznych parametrów programowanych zabiegów, takich jak:

- przestrzenne rozmieszczenie i procentowy udział użytków (rolnych, leśnych, wodnych i innych) stosownie do warunków przyrodniczo-gospodarczych, ale w myśl zasad ochrony gleb przed erozją wodną;
- wielkość, kształt, układ pól, zgodnie z wymogami przeciwoerozyjnymi, ale z uwzględnieniem ekonomiki prac polowych;
- struktura dróg transportu wewnętrznego (lokalizacja i umocnienie) pod kątem możliwie największej efektywności użytkowania i zabezpieczenia przed erozją.

Opracowanie koncepcji działań przeciwoerozyjnych kończy się określeniem zasad agrotechniki, gdzie szczególną uwagę trzeba zwrócić na:

- właściwy udział upraw glebochronnych w strukturze zasiewów (wieloletnich mieszanek trawiastych, motylkowatych, zbóż ozimych),
- przeciwoerozyjne następstwo roślin,
- sposób uprawy roli zapewniający walory ochronne, ale równocześnie uzasadnione ekonomicznie,
- zróżnicowanie nawożenia odpowiednio do erozyjno-agroekologicznych siedlisk (wierzchowiny, zbocza, podnóża, doliny).

Stosownie do wnioskowanych zabiegów przeciwoerozyjnych opracowuje się program inwestycyjny, w którym określa się rozmiar rzeczowy, nakłady finansowe, podział na przedsięwzięcia i cykle inwestycyjne oraz kolejność realizacji inwestycji.

Całość programu działań przeciwoerozyjnych, to znaczy koncepcje zabiegów i potrzeby inwestycyjne, powinno się przekazać do wglądu właściwym organom administracyjnym i użytkownikom gruntów w terenie, w celu przedyskutowania i wniesienia poprawek oraz do akceptacji. Zaakceptowany program stanowi podstawę prac projektowych.

Faza projektowania polega na konkretyzowaniu i szczegółowym opracowaniu koncepcji zawartych w programie. Obejmuje ona opracowanie założeń techniczno-ekonomicznych oraz projektów technicznych dla wydzielonych przedsięwzięć inwestycyjnych nie tylko w zakresie ochrony gleb przed erozją wodną, ale również w zakresie scalania gruntów. Łączne traktowanie tych dwóch zagadnień przy projektowaniu jest bardzo wskazane. Powoduje bowiem, że zabiegi przeciwoerozyjne wykonuje się łatwiej i taniej, a scalenia przeprowadza się zgodnie z zasadami ochrony gleb przed erozją. W pracach scaleniowych należy również brać pod uwagę pewne aspekty ogólne. Na przykład, celowe jest, aby grunty gospodarstw bez następców przylegały do gospodarstw rozwojowych, które przy dopływie środków technicznych i rozszerzaniu usług będą mogły zwiększyć swój stan posiadania. Utworzone i nowo powstające zespoły rolników powinny mieć grunty możliwie w pobliżu. Trzeba również

uwzględniać tworzenie zwartych kompleksów uprawowych, które przewiduje się do przekazania innym użytkownikom. Ale kardynalną zasadą jest przeprowadzenie scałeń zgodnie z zasadami przeciwerozyjnej ochrony gruntów. Jak wynika z badań i obserwacji nierespektowanie tej zasady w terenach falistych znacznie wzmacnia aktywność procesów w wyniku biologiczno-technicznych przekształceń, niekorzystnych z przeciwerozyjnego punktu widzenia (np. powiększenie rozmiaru pól, likwidowanie wielu miedzi i skarp, zmniejszenie różnorodności upraw).

Przedstawiony schemat sporządzania dokumentacji przeciwerozyjnej kończy się **etapem planowania**, w którym szczegółowo ustala się organizację wdrażania projektów technicznych. Pozyskuje się i ustala przedsiębiorstwa wykonawcze i jednostki kontrolujące. Określa się zakres nadzoru autorskiego oraz działalność lokalnych i innych organów władzy administracyjno-gospodarczej, a także udział użytkowników gruntów w świadczeniach na rzecz wdrożeń. Ustala się źródła pozyskiwania materiałów, maszyn i innych środków rzeczowych oraz nakładów finansowych. Ponadto w planie powinno się określić obowiązki użytkowników gruntów i miejscowej służby rolnej po zakończeniu prac wdrożeniowych. Chodzi tu zwłaszcza o określenie zasad racjonalnego użytkowania nowo utworzonej rolniczej przestrzeni produkcyjnej i właściwej konserwacji wykonanych urządzeń ekotechnicznych. Tak skonstruowany plan stanowi podstawę realizacji działań przeciwerozyjno-urządzeniowych oraz instrument zarządzania gospodarką ziemią na określonym obszarze objętym kompleksową ochroną gruntów przed erozją wodną.

Ekonomiczne i prawne uwarunkowania przeciwerozyjnych działań zaradczych

Ochrona zasobów glebowych i ich racjonalne użytkowanie jest aktualnym problemem w każdym ustroju społeczno-gospodarczym. Jednak wszystkie działania praktyczne w tym zakresie muszą być prawnie usankcjonowane (16, 19, 20). Doceniając wagę przeciwdziałania erozji gleb i podnosząc je do rangi zadań ogólnogospodarczych wydano w Polsce w latach 70. przepisy prawne (znowelizowane w latach 80.), w których wprowadzono obowiązek ochrony gruntów przed erozją (8).

Były to przepisy następujące:

- Ustawa z dnia 26 października 1971 r. (Dz. U. nr 27, poz. 247), znowelizowana 26 marca 1982 r. (Dz. U. nr 11, poz. 79) o ochronie gruntów rolnych i leśnych oraz rekultywacji gruntów;
- Rozporządzenie Ministrów Rolnictwa oraz Leśnictwa i Przemysłu Drzewnego z dnia 26 października 1972 r. (Dz. U. nr 48, poz. 305) w sprawie sposobu określania gruntów rolnych i leśnych zagrożonych erozją oraz zasad i trybu przeciwdziałania erozji, znowelizowane jako Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 28 marca 1982 r. (Dz. U. nr 20, poz. 149) w sprawie wykorzystania przepisów ustawy o ochronie gruntów rolnych i leśnych.

W rozporządzeniu tym, w rozdziale 3 „Zapobieganie degradacji gruntów” ustanowiono, że: wojewoda opracowuje program kompleksowej ochrony gruntów przed erozją,

obejmujący w zasadzie obszar jednostki fizjograficznej lub jej części. Program powinien zawierać:

- charakterystykę dotychczasowego poziomu produkcji rolniczej i leśnej oraz nasilenia erozji,
- koncepcję zmian w strukturze użytkowania gruntów oraz w produkcji rolniczej i leśnej (w ujęciu rzeczowym i przestrzennym),
- środki niezbędne do wdrożenia koncepcji, o której mowa w punkcie 2,
- rodzaje zadań i etapy realizacji programu.

Program stanowi podstawę do opracowania planów kompleksowej ochrony gruntów przed erozją dla poszczególnych gmin lub ich części.

Gminny plan kompleksowej ochrony gruntów przed erozją opracowuje wójt gminy. Plan określa właściwy w danych warunkach sposób użytkowania gruntów oraz zadania w zakresie:

- sposobu użytkowania rolniczego lub leśnego gruntów,
- dostosowania struktury przestrzennej użytkowania gruntów oraz układu dróg do wymagań ochrony gleby przed erozją,
- wykonania zabiegów przeciwoerozyjnych, a w odniesieniu do gruntów leżących w zlewniach potoków górskich sposobu zabudowy koryta wodnego.

Do zabiegów przeciwoerozyjnych zalicza się:

- rekultywację nieużytków poerozyjnych i zagospodarowanie wąwozów,
- umacnianie skarp i budowę tarasów,
- budowę lub przebudowę dróg i rowów przydrożnych,
- regulację rzek i meliorację dolin rzecznych,
- zalesianie, zadrzewianie i zakrzewianie przeciwoerozyjne.

Projekt gminnego planu kompleksowej ochrony gruntów przed erozją powinien być wyłożony do wglądu właścicieli gruntów na okres 30 dni w celu zgłoszenia uwag i wniosków. Postępowanie to regulowane jest instrukcją nr 3 Ministrów Rolnictwa oraz Leśnictwa i Przemysłu Drzewnego z dnia 18 sierpnia 1973 r. w sprawie sposobu określania gruntów rolnych i leśnych zagrożonych erozją oraz zasad i trybu przeciwdziałania erozji (Dz. U. nr 8, poz. 43; UR.ot.003-R/73). W instrukcji podano, między innymi:

- metodę ogólnej inwentaryzacji gruntów zagrożonych erozją dla celów opracowania programów. Wykonanie ogólnej inwentaryzacji w całym kraju powierzono WBGiTR pod nadzorem merytorycznym IUNG. Celem było wyznaczenie obszarów o różnym stopniu pilności przeciwoerozyjnej ochrony;
- metodę szczegółowej inwentaryzacji gruntów podlegających erozji, wyłącznie na terenach, dla których opracowuje się plany lub projekty zagospodarowania i urządzania gospodarczego.

Wychodząc naprzeciw tym zagadnieniom Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa w Puławach, wówczas jako koordynator badań erozyjnych w resorcie rolnictwa, podjął wspólnie z Centralnym Biurem Studiów i Projektów Wodnych Melioracji i Zaopatrzenia Rolnictwa w Wodę (BIPROMEL) i Biurem Projektowo-Technologicznym Przemysłu Rolnego i Organizacji Przedsiębiorstw Rolnych (BIPROZET)

w Warszawie oraz niektórymi placówkami naukowo-badawczymi, w tym: Akademią Rolniczą w Krakowie i Uniwersytetem Gdańskim opracowanie wzorcowych programów urządzania terenów erodowanych w poszczególnych makroregionalnych erozyjnych kraju, obejmujących góry, pogórza, wyżyny środkowe, pojezierza, na łącznej powierzchni około 120 tys. ha. Celem było stworzenie warunków racjonalnego zagospodarowania obszaru, ze szczególnym uwzględnieniem ochrony rolniczej przestrzeni produkcyjnej przed erozyjną degradacją gleb.

Badaniami objęto zlewnie rzek: Opatówki na Wyżynie Sandomierskiej, Bystrej na Wyżynie 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 miały stanowić poligony doświadczalno-wdrożeniowe o znaczeniu pilotażowym, propagandowym i szkoleniowym. Na podstawie przeprowadzonych tam badań zamierzano opracować odpowiednie instrukcje, wytyczne, normatywy i wzory dotyczące projektowania i wykonawstwa zabezpieczeń przeciwoerozyjnych oraz zasad urządzania i gospodarowania na terenach erodowanych i chronionych przed erozją. Równocześnie miały to być poligony umożliwiające szkolenie kadry specjalistów ze szczebla zarządzania, projektowania i wykonawstwa oraz opracowanie zasad organizacji specjalistycznych zespołów lub biur projektowych i przedsiębiorstw wykonawczych, a także demonstrowanie rolnikom racjonalnego gospodarowania gruntami erodowanymi.

Jednym z wytypowanych obszarów przewidzianych do realizacji kompleksowych programów w pierwszej kolejności była zlewnia rzeki Opatówki, ówczesne woj. tarnobrzeskie (8). Obszar zlewni został wybrany jako reprezentatywny dla silnie erodowanych lessowych terenów wyżynnych. Dla tego obszaru, po opracowaniu w latach 1975–1978 wielobranżowego studium programistycznego, obejmującego wszystkie zagadnienia wchodzące w zakres programu ochrony gruntów przed erozją (zgodnie z rozporządzeniem), rozpoczęto prace wdrożeniowe, które zostały na początku lat 80. przerwane w wyniku zmian ustrojowych.

Aktualnie podstawę prawną ochrony i rekultywacji gruntów stanowi ustawa z dnia 3 lutego 1995 r. o ochronie gruntów rolnych i leśnych (Dz. U. Nr 16, poz. 78 z 1996 r.; Nr 95, poz. 141 z 1997 r.; Nr 60, poz. 370 i Nr 80, poz. 505 oraz Nr 106, poz. 668 z 1998 r.).

Ochrona gruntów rolnych i leśnych polega na ograniczaniu ich przeznaczenia na cele nierolnicze lub nieleśne i zapobieganiu procesom degradacji i dewastacji gruntów rolnych i leśnych oraz szkodom w produkcji rolniczej i leśnej powstającym wskutek różnej działalności nierolniczej i nieleśnej.

Rozdział 2 ogranicza przeznaczanie gruntów na cele nierolnicze i nieleśne (art. 6-10); zawiera przepisy nakazujące przeznaczanie na te cele w pierwszej kolejności nieużytków, a dopiero w razie ich braku innych gruntów o najniższej przydatności produkcyjnej. Przy budowie, rozbudowie lub modernizacji obiektów związanych z działalnością przemysłową, a także innych obiektów budowlanych poleca stosować takie rozwiązania, które ograniczają skutki ujemnego oddziaływania na grunty rolne lub leśne.

Przeznaczania gruntów rolnych i leśnych, zwanych dalej gruntami, na cele nierolnicze i nieleśne dokonuje się w miejscowym planie zagospodarowania przestrzennego, sporządzonym w trybie określonym w przepisach o zagospodarowaniu przestrzennym. Przeznaczenie na cele nierolnicze i nieleśne najbardziej wartościowych w skali kraju gruntów wymaga uzyskania zgody odpowiedniego ministra (w odniesieniu do gruntów rolnych klas I-III, albo gruntów leśnych stanowiących własność Skarbu Państwa) lub wojewody (w odniesieniu do pozostałych gruntów objętych ochroną).

W rozdziale 3, regulującym wyłączenie gruntów z produkcji rolnej lub leśnej (art. 11-14) ustalono, że wyłączenie z produkcji gruntów mineralnych, zaliczonych do klas I, II, III, IIIa, IIIb oraz gruntów organicznych klas IV, IVa, IVb, V i VI, a także innych gruntów rolnych oraz gruntów leśnych, przeznaczonych na cele nierolnicze i nieleśne następuje po wydaniu decyzji zezwalającej na takie wyłączenie. W decyzji określa się obowiązki związane z wyłączeniem, w tym wysokość opłat (należności i opłat rocznych), a w odniesieniu do gruntów leśnych także jednorazowe odszkodowanie w razie dokonania przedwczesnego wyrębu drzewostanu. Wydanie decyzji następuje przed uzyskaniem pozwolenia na budowę.

Rada gminy może podjąć uchwałę o objęciu na jej obszarze ochroną również gruntów rolnych mineralnych, zaliczonych do klas IV, IVa i IVb.

Ustawa (art. 12) określa wysokość należności za 1 ha poszczególnych kategorii gruntów w jednostkach naturalnych (ustalona liczba ton ziarna żyta za 1 ha gruntów rolnych). Opłata roczna wynosi 10% należności. W rozdziale 4 – zapobieganie degradacji gruntów (art. 15-19) – ustawa nakłada na właścicieli gruntów obowiązek przeciwdziałania degradacji gleb, w tym szczególnie spowodowanej erozją gleb. Wiąże się to z koniecznością utrzymywania w stanie sprawności technicznej urządzeń przeciwoerozyjnych i urządzeń melioracji szczegółowych oraz z ewentualnie nakazanym przez starostę zalesianiem, zadrzewieniem czy zakrzewieniem gruntów lub z założeniem na nich trwałych użytków zielonych. Właścicielowi gruntów przysługuje zwrot kosztów zakupu niezbędnych nasion i sadzonek ze środków Funduszu Ochrony Gruntów Rolnych (FOGR) i w razie spowodowania szkód wynikających ze zmniejszenia produkcji roślinnej, odszkodowanie ze środków FOGR, wypłacane przez okres 10 lat. W przepisach rozdziału 5, dotyczącego rekultywacji i zagospodarowania gruntów (art. 20-22), zawarta jest podstawowa zasada, że osoba powodująca utratę albo ograniczenie wartości użytkowej gruntów jest zobowiązana do ich rekultywacji na własny koszt. Ze środków publicznych pokrywa się jedynie koszty rekultywacji gruntów zdewastowanych lub zdegradowanych przez nieustalone osoby lub w wyniku klęsk żywiołowych. Rekultywacji gruntów na cele rolnicze położonych, w rozumieniu przepisów o zagospodarowaniu przestrzennym, na obszarach rolnej przestrzeni produkcyjnej dokonuje się ze środków Funduszu Ochrony Gruntów Rolnych, a rekultywacji gruntów leśnych i gruntów przeznaczonych do zalesiania ze środków budżetu państwa, na zasadach określonych w przepisach o lasach. Rekultywacji na inne cele pozostałych gruntów zdewastowanych lub zdegradowanych przez nieustalone osoby lub w wyniku klęsk żywiołowych dokonuje się ze środków budżetu państwa lub środków osób zainteresowanych prowadzeniem działalności na zrehabilitowanych gruntach.

Zasady działania Funduszu Ochrony Gruntów Rolnych, zwanego dalej „Funduszem”, regulują przepisy rozdziału 6 (art. 23-25). Szczegółowy regulamin funkcjonowania Funduszu ustala Minister Rolnictwa i Rozwoju Wsi w porozumieniu z Ministrem Ochrony Środowiska, po zasięgnięciu opinii właściwych komisji sejmowych.

Sporządzając dokumentację ochrony gruntów należy nawiązać do miejscowych planów zagospodarowania przestrzennego, regulowanego ustawą z dnia 27 marca 2003 roku.

Źródłami finansowania ochrony i rekultywacji gruntów są fundusz ochrony gruntów rolnych oraz fundusze ochrony środowiska i gospodarki wodnej.

Fundusz ochrony gruntów rolnych został utworzony na podstawie przepisu art. 23 ustawy z dnia 3 lutego 1995 r. o ochronie gruntów rolnych i leśnych (Dz. U. Nr 16, poz. 78 z 1995 r.; Nr 60, poz. 370 i Nr 80, poz. 505 z 1997 r. i Nr 106, poz. 668 z 1998 r.). Stanowi on kontynuację funduszu powoływanego przez poprzednie przepisy o ochronie i rekultywacji gruntów.

Dochodami funduszu są należności i opłaty roczne związane z wyłączeniem z produkcji gruntów, opłaty z tytułu niewykonania obowiązku zdjęcia i wykorzystania próchnicznej warstwy gleby, a także inne opłaty oraz należności i opłaty roczne podwyższone, wymierzane w razie niewykonywania obowiązków określonych w ustawie. Dochodami funduszu mogą być także darowizny i inne dochody.

Fundusz dzieli się na terenowy i centralny. Fundusz centralny tworzy się z 20% dochodów funduszu terenowego. Środkami funduszu centralnego dysponuje Minister Rolnictwa i Rozwoju Wsi, a środkami funduszu terenowego dysponuje samorząd województwa.

Środki funduszu terenowego przeznacza się na ochronę, rekultywację i poprawę jakości gruntów rolnych oraz na wypłatę odszkodowań przewidzianych ustawą, w szczególności na:

- 1) rekultywację na cele rolnicze gruntów, które utraciły lub zmniejszyły wartość użytkową wskutek działalności nieustalonych osób;
- 2) rolnicze zagospodarowanie gruntów zrehabilitowanych;
- 3) użyźnianie gleb o niskiej wartości produkcyjnej, ulepszanie rzeźby terenu i struktury przestrzennej gleb, usuwanie kamieni i odkrzaczanie;
- 4) przeciwdziałanie erozji gleb na gruntach rolnych, w tym zwrot kosztów zakupu nasion i sadzonek, utrzymanie w stanie sprawności technicznej urządzeń przeciwerozyjnych oraz wypłatę odszkodowań przewidzianych ustawą;
- 5) budowę i renowację zbiorników wodnych służących małej retencji;
- 6) budowę i modernizację dróg dojazdowych do gruntów rolnych;
- 7) wdrażanie i upowszechnianie wyników prac naukowo-badawczych związanych z ochroną gruntów rolnych;
- 8) wykonywanie badań płodów rolnych uzyskiwanych w strefach ochronnych oraz niezbędnych dokumentacji i ekspertyz z zakresu ochrony gruntów rolnych;
- 9) wykonywanie zastępcze obowiązków określonych w ustawie;
- 10) rekultywację nieużytków i użyźnianie gleb na potrzeby nowo zakładanych pracowniczych ogrodów działkowych;

11) zakup sprzętu pomiarowego i informatycznego oraz oprogramowania niezbędnego do zakładania i aktualizowania operatów ewidencji gruntów oraz prowadzenia spraw ochrony gruntów rolnych do wysokości 5% rocznych dochodów funduszu.

Środki funduszu centralnego przeznacza się na zasilanie funduszu terenowego oraz na zadania wymienione w punktach 7 i 11. Środki funduszu terenowego powinny być w pierwszej kolejności wykorzystywane na realizację wyżej wymienionych zadań na obszarze tych gmin, w których powstają dochody funduszu oraz istnieją warunki uzyskania wzrostu produkcji rolniczej, rekompensującej straty poniesione w wyniku zmniejszenia obszaru gruntów rolnych. Przy podziale środków funduszu terenowego pomiędzy właścicieli gruntów należy uwzględnić udział własny tych właścicieli w kosztach robót oraz efektywność projektowanych przedsięwzięć.

Fundusze ochrony środowiska i gospodarki wodnej zostały utworzone na podstawie art. 87 ustawy z dnia 31 stycznia 1980 r. o ochronie i kształtowaniu środowiska (Dz. U. z 1994 r. Nr 49, poz. 196; z 1995 r. Nr 90, poz. 446 i Nr 141, poz. 692; z 1996 r. Nr 106, poz. 496, Nr 132, poz. 622 i Nr 156, poz. 773; z 1997 r. Nr 46, poz. 296, Nr 88, poz. 554, Nr 96, poz. 592, Nr 121, poz. 770 i Nr 133 poz. 885 oraz z 1998 r. Nr 106, poz. 668). Utworzono Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej, zwany dalej „Narodowym Funduszem”, wojewódzki fundusz ochrony środowiska i gospodarki wodnej, zwany dalej „wojewódzkim funduszem”, powiatowy fundusz ochrony środowiska i gospodarki wodnej, zwane dalej „powiatowymi funduszami” oraz gminne fundusze ochrony środowiska i gospodarki wodnej, zwane dalej „gminnymi funduszami”. Środki Narodowego Funduszu, wojewódzkich, powiatowych i gminnych funduszy służą finansowaniu ochrony środowiska i gospodarki wodnej w celu realizacji zasady zrównoważonego rozwoju.

Narodowy Fundusz i wojewódzkie fundusze posiadają osobowość prawną. Podstawą gospodarki finansowej funduszy ochrony środowiska są roczne plany przychodów i rozchodów uchwalane odpowiednio przez Radę Nadzorczą Narodowego Funduszu, rady nadzorcze wojewódzkich funduszy, rady powiatów i gmin. Nadzór nad działalnością Narodowego Funduszu sprawuje minister właściwy do spraw ochrony środowiska, a w odniesieniu do wojewódzkich funduszy – wojewoda. Uchwała rady nadzorczej funduszu sprzeczna z prawem jest nieważna.

Dochodami Narodowego Funduszu, wojewódzkich i gminnych funduszy są wpływy z tytułu opłat i kar pieniężnych pobieranych na podstawie ustawy i odrębnych przepisów. Dochodami funduszy mogą być wpływy z przedsięwzięć organizowanych na rzecz ochrony środowiska i gospodarki wodnej, dobrowolne wpłaty zakładów pracy, dobrowolne wpłaty, zapisy i darowizny osób fizycznych i prawnych oraz świadczenia rzeczowe i środki pochodzące z fundacji. Dochody są środkami publicznymi w rozumieniu przepisów o zamówieniach publicznych.

Dochodami Narodowego Funduszu są głównie wpłaty wojewódzkich funduszy oraz wpłaty z tytułu opłat i kar za zasolenie wód powierzchniowych przez kopalnie węgla kamiennego oraz z tytułu emisji tlenków azotu do powietrza. Dochodami Narodowego Funduszu są także wpływy z opłat i kar pieniężnych ustalanych na podstawie ustawy – Prawo geologiczne i górnicze. Dochody te przeznacza się na finansowanie prac

geologicznych w zakresie gospodarki zasobami naturalnymi i rozpoznania budowy geologicznej kraju oraz na finansowanie potrzeb górnictwa służących zmniejszeniu uciążliwości dla środowiska, wynikających z wydobywania kopalin. Narodowy Fundusz i fundusze wojewódzkie mogą mieć także inne dochody.

Wpływy za składowanie odpadów stanowią w 50% dochód funduszu gminnego i w 10% dochód funduszu powiatowego, na których obszarze składowane są te odpady. Dochodami gminnych funduszy jest także całość wpływów z tytułu kar i opłat z terenu danej gminy za usuwanie drzew i krzewów. Ponadto dochodami gminnego funduszu jest 20%, a powiatowego funduszu 10% wpływów z opłat i kar za pozostałe rodzaje gospodarczego korzystania ze środowiska i dokonywania zmian oraz szczególnego korzystania z wód i urządzeń wodnych. W przypadku gdy składowisko odpadów jest zlokalizowane na obszarze więcej niż jednej gminy dochód podlega podziałowi proporcjonalnie do powierzchni zajmowanych przez składowisko na obszarze tych gmin. Pozostałe środki stanowią w 28% dochód Narodowego Funduszu oraz w 72% wojewódzkiego funduszu.

Środki Narodowego Funduszu i funduszy wojewódzkich przeznacza się na wspomaganie działalności w sferze ochrony środowiska i gospodarki wodnej, w tym na prace związane z ochroną i rekultywacją gruntów:

- urządzanie i utrzymanie terenów zieleni, zadrzewień, zakrzewień oraz parków ustanowionych przez radę gminy,
- wspieranie działań zapobiegających powstawaniu zanieczyszczeń i odpadów, w szczególności zmierzających do wprowadzenia czystszej produkcji, a także realizację przedsięwzięć związanych z gospodarczym wykorzystaniem oraz składowaniem odpadów.

Środki wojewódzkich funduszy przeznacza się m.in. na te same cele, a ponadto na dofinansowanie:

- działań na rzecz ochrony przyrody i lasów oraz zadań związanych ze zwiększeniem lesistości kraju,
- działań polegających na zapobieganiu nadzwyczajnym zagrożeniom środowiska i na ich likwidację,
- innych zadań związanych ze zrównoważonym rozwojem, ochroną środowiska i gospodarką wodną, ustalonych w planach działalności wojewódzkich funduszy.

Środki powiatowych funduszy przeznacza się na realizację przedsięwzięć związanych ze składowaniem i unieszkodliwianiem odpadów, w tym współfinansowanie inwestycji ekologicznych o charakterze ponadgminnym.

Środki gminnych funduszy w zakresie związanym z ochroną i rekultywacją gruntów przeznacza się na takie same cele, jak środki Funduszu Narodowego i funduszy wojewódzkich, a ponadto na inne zadania służące ochronie środowiska wynikające z zasady zrównoważonego rozwoju w gminie, ustalone przez radę gminy.

Szczegółowe zasady, organizację i tryb działania organów Narodowego Funduszu określa statut Narodowego Funduszu, nadawany przez ministra właściwego do spraw

środowiska w porozumieniu z ministrem właściwym do spraw finansów publicznych. Szczegółowe zasady, organizację i tryb działania wojewódzkiego funduszu określa statut nadany przez zarząd wojewódzki po uzgodnieniu z ministrem właściwym do spraw środowiska.

Szczegółowe zasady gospodarki finansowej Narodowego Funduszu i wojewódzkich funduszy ochrony środowiska określa minister właściwy do spraw środowiska w porozumieniu z ministrem właściwym do spraw finansów publicznych w drodze rozporządzenia.

Zarząd Narodowego Funduszu zamieszcza corocznie informacje z działalności Funduszu w Dzienniku Urzędowym Rzeczypospolitej Polskiej „Monitor Polski”. Zarządy wojewódzkich funduszy corocznie zamieszczają informacje o działalności tych funduszy w dziennikach urzędowych województw. Starostowie, wójtowie, burmistrzowie (prezydenci miast) podają do publicznej wiadomości, w sposób zwyczajowo przyjęty w danej gminie, zatwierdzone zestawienie przychodów i wydatków odpowiednio powiatowego i gminnego funduszu.

Literatura

1. Erozja gleb i melioracje przeciwerozyjne. Terminologia. Polska Norma PrPN-R-04152, 1999.
2. Fournier F.: Climat et erosion. Presse Univ. France, Paris, 1960.
3. Instrukcja nr 3 Ministrów Rolnictwa oraz Leśnictwa i Przemysłu Drzewnego z dnia 18 sierpnia 1973 r. w sprawie sposobu określania gruntów rolnych i leśnych zagrożonych erozją oraz zasad i trybu przeciwdziałania erozji (Dz. Urz. Min. Rol., 1973 r., Nr 8, poz. 43).
4. Józefaciuk A., Józefaciuk Cz.: Próba oceny zagrożenia gruntów w Polsce erozją wietrzną. Pam. Puł., 1979, **71**: 167-177.
5. Józefaciuk A.: Podstawy kompleksowego zagospodarowania rolniczych terenów erodowanych na przykładzie badań w zlewni Opatówki. IUNG Puławy, 1982, **R(167)**.
6. Józefaciuk A., Józefaciuk Cz.: Zarys morfogenetycznej klasyfikacji gleb. Pam. Puł., 1992, **101** (supl.): 50-71.
7. Józefaciuk A., Józefaciuk Cz.: Erozja agroekosystemów. IUNG Puławy, 1995.
8. Józefaciuk A., Józefaciuk Cz.: Ochrona gruntów przed erozją. IUNG Puławy, 1999.
9. Józefaciuk Cz., Józefaciuk A.: Gęstość sieci wąwozowej w fizjograficznych krainach Polski. Pam. Puł., 1992, **101** (supl.): 5-23.
10. Józefaciuk Cz., Józefaciuk A.: Struktura zagrożenia erozją wodną fizjograficznych krain Polski. Pam. Puł., 1992, **101** (supl.): 23-50.
11. Józefaciuk Cz., Józefaciuk A.: Erozja i melioracje przeciwerozyjne. IUNG Puławy, 1996.
12. Komentarz do instrukcji w sprawie inwentaryzacji gruntów zagrożonych erozją. IUNG Puławy, 1975.
13. Kondracki J.: Typologia i regionalizacja środowiska przyrodniczego. W: Geografia Polski. Środowisko przyrodnicze. PWN Warszawa, 1991.
14. Maruszczak H.: Denudacja chemiczna. W: Geografia Polski, Środowisko przyrodnicze. PWN Warszawa, 1991.
15. Reniger A.: Próba oceny nasilenia i zasięgów potencjalnej erozji gleb w Polsce. Roczn. Nauk Rol., 1950, t. 54.
16. Ustawa z dnia 27 marca 2003 r. o planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym (Dz. U. z 2003 r. Nr 80, poz. 717).
17. Wawer R., Nowocien E.: Erozja wodna aktualna w Polsce wg województw w oparciu o CORINE CL 2000. Inż. Ekol., 2007, **18**: 105-108.

18. W o j t a n o w i c z I.: Procesy eoliczne. Geografia Polski – środowisko przyrodnicze. PWN Warszawa, 1991, 427-430.
19. Ż u k o w s k i B.: Prawne podstawy ochrony i rekultywacji gruntów. W: Ochrona i rekultywacja gruntów w gminie. PTIE, Warszawa, 1999.
20. Ż u k o w s k i B.: Źródła finansowania ochrony rekultywacji gruntów. W: Ochrona i rekultywacja gruntów w gminie. PTIE, Warszawa, 1999.

Adres do korespondencji:

dr Eugeniusz Nowocien
Zakład Gleboznawstwa Erozji i Ochrony Gruntów
IUNG-PIB
ul. Czartoryskich 8
24-100 Puławy
tel. (081) 886-34-21, w. 308
e-mail: nowocien@iung.pulawy.pl

Jerzy Karg, Zdzisław Bernacki

*Stacja Badawcza Zakładu Badań Środowiska Rolniczego i Leśnego PAN
w Turwi*

ZADRZEWIENIA ŚRÓDPOLNE W KRAJOBRAZIE ROLNICZYM

Wstęp

W opracowaniu wykorzystano najnowsze wyniki interdyscyplinarnych badań prowadzonych od półwiecza przez Zakład Badań Środowiska Rolniczego i Leśnego PAN w Poznaniu. Badania dotyczące ekologicznych aspektów funkcjonowania krajobrazu rolniczego prowadzono na poligonie badawczym Zakładu w okolicach Turwi, w południowo-zachodniej Wielkopolsce.

Krajobraz okolic Turwi ma charakter unikatowy w skali kontynentu i znaczne konotacje historyczne, zatem konieczne wydaje się krótkie wprowadzenie o historii i stanie obecnym zadrzewień śródpolnych oraz zakresie badań. W związku z tym przedstawiono krótki rys historyczny terenu badań, a także rolę zadrzewień śródpolnych w podnoszeniu różnorodności biologicznej w krajobrazie rolniczym. Szerzej omówiono problematykę związaną z lokowaniem nowych zadrzewień w krajobrazie, ich projektowaniem, ochroną i pielęgnacją.

Rys historyczny

Krajobraz rolniczy wokół Turwi został ukształtowany na wzór angielski w latach 20. XIX wieku przez generała Dezyderego Chłapowskiego. Jednoczesne wprowadzenie nowatorskich (w owych czasach) w tej części kontynentu metod i technik rolniczych zaowocowało w niedługim czasie znacznym wzrostem dochodu gospodarstwa, a nowy typ krajobrazu stał się wzorem nie tylko dla sąsiednich właścicieli ziemskich, lecz również znalazł naśladowców wśród rolników z dalszych okolic, a nawet spoza granic Wielkiego Księstwa Poznańskiego. Turew zyskała szybko znaczenie jako ośrodek propagujący nowoczesny model rolnictwa. Zainicjowana przez Chłapowskiego idea kształtowania krajobrazu rolniczego jako urozmaiconej mozaiki pól i łąk wpisanej w gęstą sieć zadrzewień i zakrzewień, a także wypracowany przezeń wzorek wysokiej kultury rolnej (praca organiczna i tzw. „dobra robota”) przez kolejne pokolenia i zmieniających się właścicieli, owocowały wysoką wydajnością i jakością plonów, a Turew jeszcze w latach 30. ubiegłego wieku była wymieniana w wydawnictwach rolniczych jako wzorcowe, przodujące gospodarstwo w Wielkopolsce. Wysoka ranga

gospodarstw rolniczych wokół Turwi utrzymała się również po II wojnie, pomimo tego, że były to już gospodarstwa zarządzane przez państwo lub pseudospółdzielcze oraz zaistnienia wielu negatywnych zmian w krajobrazie i agrotechnice. Część zadrzewień śródpolnych funkcjonujących w krajobrazie od czasów Chłapowskiego została zlikwidowana, a w większości wprowadzono gospodarkę typowo leśną (zręby zupełne), zbudowano nowe sieci melioracyjne, których jedynym celem było odprowadzenie wody (głębokie rowy, podziemne kolektory), zaniedbując dawne systemy (rowy z jazami i zastawkami pozwalającymi na regulację poziomu wód), z których część funkcjonowała znakomicie od dziesiątków lat. Powiększono arealy pól, a nawet strukturę zasiewów często uzależniano od „odgórnych” dyrektyw.

Na początku lat 50. ubiegłego wieku utworzono w Turwi placówkę badawczą o nazwie Stacja Badania Zadrzewień PAN, w której rozpoczęto intensywne prace badawcze, skupiając się przede wszystkim na ocenach wpływu zadrzewień śródpolnych na przyległe uprawy rolne, rozszerzone następnie o badania biologiczne. Te ostatnie między innymi dotyczyły groźnego w tym czasie szkodnika – stonki ziemniaczanej (ekologia tego gatunku, efektywność naturalnych wrogów – ptaków itp.). Czynione były również próby introdukcji pochodzącego z kontynentu amerykańskiego pluskwiaka (*Perillus bioculatus*) naturalnego wroga stonki, które jednak nie powiodły się. Pluskwiak ten nie przeżywał mroźnych zim, jakie w tym czasie panowały w Turwi. Dokonano pełnej inwentaryzacji wszystkich zadrzewień, ich waloryzacji oraz do roku 1963 (data przedwczesnej śmierci profesora Wilusza – pierwszego kierownika Stacji) posadzono dwa duże zadrzewienia (1 i 2 km długości) w całości złożone z topoli, gatunku wówczas będącego „na fali”, chętnie wprowadzanego, nawet w formie plantacji leśnych.

W roku 1968 kierownikiem placówki w Turwi zostaje prof. Lech Ryszkowski, który w ciągu następnych trzech dziesięcioleci tworzy prężny, świetnie rozwijający się ośrodek ekologii krajobrazu rolniczego, szybko zyskujący rangę jednego z wiodących w świecie w idei nowoczesnej myśli ekologicznej. Rychło Stacja w Turwi okazuje się za mała i w roku 1975 powstaje Zakład Badań Środowiska Rolniczego i Leśnego PAN z siedzibą w Poznaniu, a Turwa pozostaje jego głównym poligonem badawczym. Obecnie Zakład liczy (wraz ze Stacją w Turwi) 76 pracowników, prowadzi szeroką współpracę międzynarodową, uczestniczy w wielu międzynarodowych projektach badawczych i jest znaną w świecie placówką w dziedzinie ekologii krajobrazu.

Badania w skali krajobrazu rozpoczęte w latach siedemdziesiątych ubiegłego wieku dotyczyły dwu podstawowych procesów decydujących o funkcjonowaniu przyrody, a mianowicie przepływu energii (podporządkowanego prawom termodynamiki) i obiegu materii w ekosystemach, składowych krajobrazu. W badania włączyło się szereg naukowców z takich dziedzin, jak: agrofizyka, klimatologia, chemia i biochemia, gleboznawstwo, hydrologia i hydrobiologia, wszystkich działów nauk biologicznych, rolniczych i leśnych, a także architektura i urbanistyka, socjologia oraz prawo i ekonomia. Efektem tych programów badawczych było zebranie olbrzymiej ilości danych, które pozwoliły na holistyczne ujęcie problematyki i w efekcie stworzenie

modelu optymalnego ukształtowania krajobrazu rolniczego. W trakcie ich realizacji, między innymi, oceniono znaczenie zadrzewień śródpolnych jako barier hamujących erozję eoliczną i ich rolę w procesie obiegu wody w krajobrazie i przechwytywaniu związków biogenych, a więc ograniczaniu zanieczyszczeń obszarowych.

W badaniach biologicznych szczególną uwagę zwrócono na różnorodność biologiczną krajobrazu rolniczego, przepływ energii przez populacje różnych gatunków zwierząt, rolę zadrzewień w podnoszeniu bogactwa gatunkowego i procesów regulacji biocenotycznej. W badaniach nad bogactwem flory i mykoflory stwierdzono występowanie ponad 800 gatunków roślin naczyniowych i ponad 600 gatunków grzybów (tab. 1), w tym grzybów entomopatogenicznych, określając rolę tych ostatnich w procesach regulujących zagęszczenie niektórych owadów (tab. 2). Prowadzone przez kilka dziesięcioleci badania nad entomo- i awifauną pozwoliły uchwycić długookresowe zmiany zachodzące w zgrupowaniach tych zwierząt w kontekście zmian krajobrazowych i klimatycznych. Szczegółowe badania populacji niektórych gatunków (stonka ziemniaczana, nornik europejski, płazy i inne) dostarczyły wiele nowych danych dotyczących bilansu energetycznego, przeżywalności populacji i migracji (12).

Obecnie w Zakładzie prowadzone są badania nad rolą zadrzewień śródpolnych jako korytarzy ekologicznych, umożliwiających kontakty pomiędzy rozproszonymi w krajobrazie populacjami poszczególnych gatunków (motyle, gryzonie) i wpływem różnych systemów uprawy roli (konwencjonalny, bezorkowy, siew bezpośredni) na entomofaunę naziemną i naroślinną oraz glebową, relacjami pomiędzy zgrupowaniami owadów a ptakami owadożernymi (gąsiorek). Prowadzone są również badania nad wpływem globalnych zmian klimatycznych i zmian zachodzących w rolnictwie na entomofaunę (owady epigeionu, owady szkodniki roślin zbożowych, np. *Thysanoptera*). Wiele z tych badań było i jest prowadzonych w ramach odrębnych projektów badawczych, często w ścisłej współpracy z placówkami zagranicznymi.

W roku 1992 z inicjatywy Zakładu powołany zostaje Park Krajobrazowy im. D. Chłapowskiego. Park obejmuje obszar 17 tys. ha wokół Turwi wraz z historycznym

Tabela 1

Liczba gatunków dziko rosnących roślin naczyniowych w różnych ekosystemach krajobrazu rolniczego okolic Turwi

Ekosystemy	Rośliny naczyniowe		
	ogółem	w tym	
		kenofity	archofity
Wody z otaczającymi je szuwarami	209	3	6
Łąki	316	4	16
Lasy i zadrzewienia	266	13	15
Przydroża	216	21	41
Pola	92	19	39
Park w Turwi	308	23	34
Cały krajobraz	805	62	78

Źródło: Goldyn-Przybysławska H. i Arczyńska-Chudy E., 1998.

Tabela 2

Występowanie grzybów entomopatogenicznych w krajobrazie rolniczym

Środowisko	Liczba gatunków
Łąki i uprawy wieloletnie	34
Ekotony zbiorników wodnych	33
Ekotony zadrzewień	32
Pola uprawne	21
Miedze i przydroża	15

Źródło: Bałazy S. i in., 1994 (1).

systemem starych zadrzewień. W ten sposób zadrzewienia uzyskały dodatkowy status ochronny, a jednocześnie otworzyła się możliwość działań zmierzających do rekonstrukcji sieci, rewitalizacji istniejących, a nawet rozbudowy całego systemu przy wykorzystaniu doświadczeń Zakładu z zakresu inżynierii krajobrazowej. Głównym celem przyświecającym idei utworzenia parku krajobrazowego było jednak stworzenie optymalnego krajobrazu rolniczego funkcjonującego zgodnie z zasadami zrównoważonego rozwoju, który jednocześnie byłby poligonem dla badań dotyczących ekologii krajobrazu, a także pełnił rolę edukacyjną, propagując nowoczesne sposoby gospodarowania na obszarach wiejskich. Tę ostatnią rolę z powodzeniem pełni Zakład, działając w ścisłym porozumieniu z władzami Parku Krajobrazowego.

W Parku powstało w ciągu ostatniego 15-lecia około 40 km bieżących nowych zadrzewień, uzupełniających starą sieć z czasów Chłapowskiego, kilka hektarów zadrzewień obszarowych (remizy) i drobnych zbiorników śródpolnych.

Rola zadrzewień w podnoszeniu różnorodności biologicznej krajobrazu rolniczego

Znaczna część badań, szczególnie z ostatnich lat, dotyczy ciągle nie do końca poznanej dziedziny wiedzy o biocenozach wchodzących w skład mozaiki ekosystemów tworzących krajobraz rolniczy, a więc pól uprawnych, zadrzewień, łąk, terenów zabagnionych, drobnych oczek śródpolnych i całej reszty powierzchni gruntów, często zwanej nieużytkami. Te niezwykle żmudne i z konieczności długoterminowe badania (często trwające dziesięciolecia) dotyczą relacji pomiędzy różnymi grupami roślin i zwierząt, a środowiskiem i relacji pomiędzy nimi. W tego typu badaniach nicią przewodnią są procesy podstawowe dziejące się w całej biosferze i determinujące jej istnienie, a więc proces przepływu energii i krążenia materii. Takie spojrzenie na biocenozy pozwala ocenić rzeczywistą rolę jaką w ekosystemie (czy krajobrazie) pełnią poszczególne gatunki (lub ich zgrupowania) i jakie jest ich miejsce w niezwykle skomplikowanej (liczącej dziesiątki tysięcy gatunków i miliony osobników) sieci wzajemnych zależności i powiązań.

Aktualnie prowadzone badania obejmują większość grup roślin, grzybów (łącznie z grzybami entomopatogenicznymi) i zwierząt, a jednym z wiodących zagadnień jest

ocena znaczenia struktury krajobrazu rolniczego dla różnorodności biologicznej. Krajobraz rolniczy bogaty w różnego rodzaju środowiska ostojowe (głównie zadrzewienia) stwarza szansę na bytowanie w nim znacznej liczby gatunków. Bogactwo środowisk i wynikające stąd bogactwo flory przekłada się bezpośrednio na dużą różnorodność pozostałych elementów przyrody ożywionej. Grupą najliczniej reprezentowaną są bezkręgowce, a wśród nich owady. Szacuje się, że na Ziemi żyje co najmniej 1,5 miliona gatunków owadów, przy czym część z nich nigdy nie zostanie odkryta i opisana, ponieważ zbyt szybko wymierają (najczęściej w wyniku działalności człowieka). Od wielu lat sygnalizowany jest wyraźny trend stałego spadku liczby gatunków (roślin, grzybów i zwierząt), który jest często nazywany „szóstym wymieraniem”, nawiązując w ten sposób do wielkich wymierań, które pięciokrotnie miały miejsce w historii naszej planety (najlepiej znane jest spektakularne wymarcie gadów jurajskich). Za obecne „wymieranie” odpowiedzialny jest jednak człowiek, zbyt brutalnie ingerujący w środowisko naturalne. W zrównoważonym krajobrazie rolniczym mimo intensywnej towarowej gospodarki rolnej utrzymuje się znaczne bogactwo flory i fauny. Liczba gatunków niektórych grup zwierząt nawet wzrosła w czasie ubiegłych 30-40 lat. Na przykład należą do nich ptaki i owady, a płazy po gwałtownym załamaniu w latach 80-90. ubiegłego wieku (trend światowy) odbudowały wielkość populacji poszczególnych gatunków, których liczba również wzrosła (obecnie 12 gatunków, co stanowi niemal 70% herpetofauny Polski).

Zmiany globalne klimatu powodują pojawianie się u nas gatunków nowych, przybywających z południa kontynentu. Głównie są to owady i ptaki. Niektóre z nich wobec braku naturalnych wrogów mogą przekraczać poziom szkodliwości. Szeroko znanym przykładem może tu być inwazja motyla – szrotówka kasztanowcowiaczka – atakującego od kilku lat kasztanowce. Należy się również spodziewać pojawu nowych gatunków, szkodników upraw rolnych.

Badania nad rolą zadrzewień w utrzymywaniu bogactwa i różnorodności fauny wykazały ich podstawowe znaczenie jako ostoji o półnaturalnym charakterze. W zadrzewieniach zarówno bezkręgowce, jak i wiele kręgowców znajduje kryjówki, miejsca dogodne do rozrodu, zimowania i często tu tylko dostępny specyficzny pokarm. W przypadku owadów ilość osobników i liczba gatunków zimujących w zadrzewieniach jest wielokrotnie większa niż na przyległych polach uprawnych (tab. 3). W zadrzewieniach zimuje szczególnie dużo gatunków drapieżnych i pasożytniczych, czyli tych, które latem są odpowiedzialne za utrzymanie równowagi biocenotycznej na uprawach rolnych. Ich liczebność jest zazwyczaj większa w partiach uprawy przyległej do zadrzewienia (tzw. strefa ekotonowa) niż na otwartym polu. Jak ważny jest proces regulacji biocenotycznej ilustrują wyniki badań prowadzonych na uprawie pszenicy w dwóch typach krajobrazu urozmaiconego (okolice Turwi) i uproszczonego (pozbawionego zadrzewień i innych refugialnych środowisk). W pierwszym przypadku stwierdzono bardzo silną korelację (zależność) pomiędzy biomasą gatunków drapieżnych i pasożytniczych a biomasą ich potencjalnych ofiar (gatunki roślinożerne – czyli potencjalne lub rzeczywiste szkodniki). W drugim przypadku (otwarte, duże pola) takiej korelacji w ogóle nie było. Oznacza to, że w pierwszym przypadku zwiększenie bio-

Tabela 3

Owady zimujące w nowym zadrzewieniu śródpolnym (w glebie i w ściółce) i na przyległych uprawach rolnych

Rok	Wnętrze zadrzewienia			Strefa ekotonowa (0,5-10 m od zadrzewienia)			Otwarte pole (50-100 m od zadrzewienia)		
	zagęszczenie (osób · m ⁻²)	biomasa (mg s.m. · m ⁻²)	liczba rodzin	zagęszczenie (osób · m ⁻²)	biomasa (mg s.m. · m ⁻²)	liczba rodzin	zagęszczenie (osób · m ⁻²)	biomasa (mg s.m. · m ⁻²)	liczba rodzin
1994/1995	173,2	448,7	6	40,3	42,8	3	12,5	17,5	1
1995/1996	221,7	732,5	8	27,5	205,3	3	5,5	47,1	1
1996/1997	69,6	285,1	14	27,8	179,0	6	5,6	37,4	1
1997/1998	445,9	1069,1	26	66,5	180,9	4	13,8	26,9	3
Średnio (1994-1998)	227,6	633,8	-	40,5	152,0	-	9,3	32,2	-

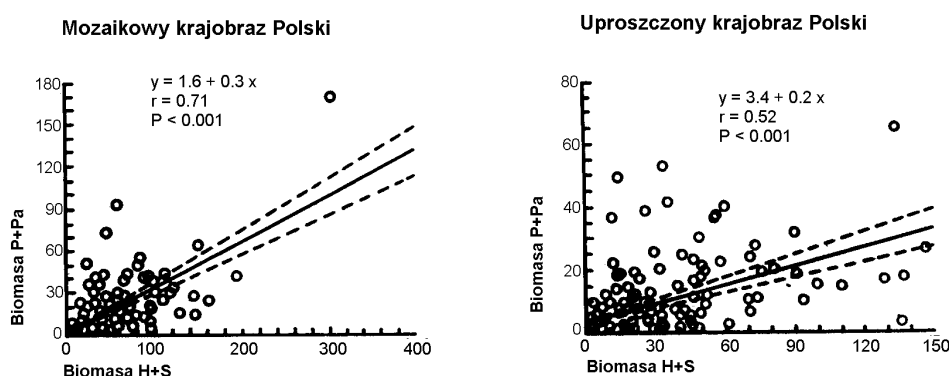
Źródło: Opracowanie własne.

masy (liczby) gatunków roślinożernych powodował wzrost biomasy ich wrogów i na odwrót, zmniejszenie biomasy ofiar pociągało za sobą również spadek biomasy drapieżników i pasożytów. Na polu pszenicy utrzymywała się więc subtelna, chwiejna równowaga, a poziom liczebności szkodników był stosunkowo niski. W drugim przypadku reakcja taka nie zachodziła, drapieżników było bardzo mało, a fitofagi rozwijały się bez skrzepowania (rys. 1). Oczywiście jest, że im większa będzie różnorodność gatunkowa biocenozy, na co wpływa struktura krajobrazu, tym efektywniejsze będą procesy regulacyjne, a równowaga trwalsza.

W zadrzewieniach śródpolnych gniazduje znaczna liczba gatunków ptaków, zajmując różne, właściwe im miejsca. Część buduje gniazda na ziemi wśród roślinności zielnej (np. trznadel, skowronek), część wykorzystuje niższe partie drzew i krzewów (gąsiorek), a część gnieździ się w dziuplach drzew (sikory, wróble). Wszystkie one w okresie wychowu piskląt potrzebują dużo pokarmu, głównie owadów (nawet wróble karmią swe młode pokarmem owadzi). Pokarm ten jest dostępny przede wszystkim na przyległych polach, a są nim głównie duże gatunki fitofagiczne. Na przykład, w pokarmie dzierzby gąsiorka znaczny udział mają pasikoniki, pluskwiki i chrząszcze, będące w większości potencjalnymi szkodnikami roślin uprawnych. Zależność liczby par lęgowych ptaków od ilości zadrzewień jest wprost proporcjonalna.

Dzięki zadrzewieniom może egzystować wiele gatunków zagrożonych wyginięciem, ginących i bardzo rzadkich. Wśród owadów jest wiele takich przykładów (pachnica), a wśród ptaków wymienić można ortolana czy potrzęsca.

Wszelkie liniowe formy zadrzewień śródpolnych (zadrzewienia pasmowe, alejowe, nawet jednorzędowe nasadzenia wzdłuż dróg) pełnią w krajobrazie bardzo istotną rolę korytarzy ekologicznych. Dzięki nim znacznie ułatwione są kontakty pomiędzy osobnikami należącymi do różnych populacji, często znacznie oddalonych od siebie. Szczególnie w przypadku gatunków rzadkich, żyjących na rozproszonych stanowi-



Rys. 1. Korelacja pomiędzy biomasą drapieżników (P) i pasożytów (Pa) a fitofagów (H) i saprofitów (S) w mozaikowym i uproszczonym krajobrazie Polski

Źródło: Opracowanie własne.

skach, ma to ogromne znaczenie dla utrzymywania całej tzw. metapopulacji. W krajobrazie rolniczym dotyczy to przede wszystkim gatunków związanych ze środowiskiem leśnym, z natury rzeczy podlegającym silnej fragmentacji. Planując sieć zadrzewień należy więc brać również pod uwagę ich rolę korytarzową i projektować je tak, aby były łącznikami pomiędzy różnymi rozszanymi w krajobrazie wyspami środowiskowymi, czy to leśnymi lub trawiastymi, albo wodnymi i wodno-błotnymi. Stare zadrzewienia, a szczególnie stare parki dworskie obfitujące w drzewa dziuplaste, martwe lub próchniejące, stanowią jedyną enklawę umożliwiającą utrzymywanie się populacji gatunków o specyficznych wymaganiach (np. owady próchnojady, czy ptaki gniazdujące w dziuplach).

W urozmaiconym krajobrazie rolniczym w agroekosystemach, szczególnie tych, w których prowadzona jest optymalna gospodarka (płodozmianowa, z właściwym systemem uprawy, zminimalizowaną chemizacją itp.) wysoką różnorodność i zagęszczenie osiąga wiele grup organizmów glebowych. Większość z nich pełni bardzo ważną rolę w procesach mineralizacji materii organicznej i humifikacji. Część ma również istotny wpływ na kształtowanie warunków fizykochemicznych gleby (dżdżownice) poprzez poprawę aeracji, wpływ na wilgotność i strukturę gleby oraz produkcję tzw. koprolitów, czyli gleby, która przeszła przez przewód pokarmowy dżdżownicy i została wydalona. Koprolity wybitnie wzbogacają glebę w związki łatwo przyswajalne przez rośliny. Podobną rolę pełnią wazonkowce (znacznie mniejsze od dżdżownic pierścienice, ale za to dużo liczniejsze). Obie te grupy zwierząt uczestniczą przede wszystkim w procesach mineralizacji materii organicznej, a właściwie we wstępnej jej fazie polegającej na przygotowaniu substratu (rozdrobieniu martwych tkanek roślinnych) dla mikroorganizmów glebowych (bakterie, grzyby, promieniowce) odpowiedzialnych za mineralizację. Do tej grupy zwierząt glebowych zaliczyć należy również wiele gatunków stawonogów, głównie owadów, a właściwie ich saprofagicznych larw żyjących w glebie. Jest to największa grupa wśród owadów i należą do niej głównie gatunki z rzędu muchówek (*Tipulidae*, *Bibionidae*, *Chironomidae*, *Cypselidae*, *Phoridae* i wiele innych) i chrząszczy. Niektóre osiągają bardzo duże zagęszczenia, nawet do kilkuset osobników na metrze kwadratowym, przez co mogą istotnie wpływać na jakość gleby i produkcję humusu.

Nowo wprowadzane zadrzewienia śródpolne

Projektując nowe zadrzewienia należy rozważyć bardzo wiele elementów począwszy od podstawowych, jak usytuowanie w terenie (w przypadku zadrzewienia liniowego, a tych wprowadza się najczęściej) i zorientowanie w stosunku do przeważających kierunków wiatru (w Polsce będzie to zwykle orientacja południkowa). Podstawową sprawą jest również właściwy dobór gatunków drzew i krzewów zgodny z warunkami siedliskowymi, odpowiednie ich zmieszanie (tworzenie tzw. biogrup), a w zadrzewieniach liniowych (pasmowych) ich szerokość, długość i przewidziana wysokość, a nawet kształt przyszłej linii wyznaczany przez wierzchołki koron drzew. Jest to ważny element w zadrzewieniach, których główną funkcją będzie redukcja prędkości wiatru,

znacznie efektywniejsza, gdy linia koron ma kształt nieregularny. W zadrzewieniu nie powinny się znaleźć gatunki obce, egzotyczne, a co najwyżej (jako niewielka domieszka) można wprowadzać te, które są już zadomowione od lat (dąb czerwony, kasztanowiec, robinia, trójglicznia itp.). Ważne, aby jako domieszki użyć gatunków miodo- i owocodajnych, a unikać (ze względów fitosanitarnych) takich, jak: trzmielina, szalkak, kalina, czeremcha itp. Zwłaszcza w pierwszych latach po posadzeniu zadrzewienia wskazane jest prowadzenie prac pielęgnacyjnych (2, 19, 26, 27, 29).

Najistotniejszym działaniem w pierwszych 3-4 latach formowania się zadrzewienia jest jego ochrona. Dotyczy ona przede wszystkim ochrony przed zgryzaniem pędów i korowaniem pni przez sarny, a także w mniejszym stopniu przez zające. Często obserwowane w młodych zadrzewieniach masowe występowanie różnych gatunków potencjalnie szkodliwych owadów nie wymaga zazwyczaj stosowania zabiegów ochronnych.

Badania nad rolą zadrzewień w kształtowaniu flory i fauny krajobrazu rolniczego są prowadzone w okolicach Turwi od wielu lat (1, 5-8, 11, 13, 14, 17, 22). Badania te dotyczyły jednak zadrzewień już istniejących, zwykle kilkudziesięcioletnich lub całego urozmaiconego krajobrazu rolniczego. Nowe wprowadzone do krajobrazu zadrzewienia stwarzają wyjątkową możliwość prowadzenia badań w trakcie ich rozwoju (9, 10, 15, 23-25, 28). Późną jesienią i zimą 1993 roku w okolicach Turwi rozpoczęto sadzenie pasowych zadrzewień śródpolnych. Do końca 1998 roku ich całkowita długość liczyła już około 40 km bieżących (9).

Problemy związane z ochroną młodych zadrzewień, a także efekty wynikające z wprowadzania ich do krajobrazu rolniczego szczegółowo przedstawiono poniżej, opierając się na badaniach przeprowadzonych w okolicach Turwi w latach 1993–1998. Badane zadrzewienie (o przebiegu północ-południe) liczy 340 m długości, 17,5 m szerokości i zajmuje powierzchnię około 0,6 ha. Drzewa posadzono w wieźbie 1,5 x 1,5 w jedenastu rzędach, przy czym oba rzędy zewnętrzne dodatkowo zagęszczono, wprowadzając szybko rosnącą topolę dla wyraźnego wyznaczenia granic zadrzewienia. W zadrzewieniu wprowadzono 13 gatunków drzew tworzących w jego strukturze przestrzennej tzw. biogrupy. Łącznie posadzono 3093 drzewa. Były to następujące gatunki: dąb (*Quercus petraea* i *Q. robur*), modrzew (*Larix decidua*), topola (*Populus nigra*), świerk (*Picea abies*), buk (*Fagus sylvatica*), wiąz (*Ulmus* sp.), brzoza (*Betula pendula*), jarząb (*Sorbus aucuparia* i *S. intermedia*), lipa (*Tilia cordata*), sosna (*Pinus sylvestris*), klon jawor (*Acer pseudoplatanus*), jesion (*Fraxinus excelsior*) i olcha (*Alnus glutinosa*). Zadrzewienie nie było chronione przed szkodnikami, z wyjątkiem ochrony chemicznej zastosowanej zaraz po posadzeniu (pokrycie wszystkich drzewek środkiem odstraszającym zwierzyne). Prace pielęgnacyjne ograniczono do wykaszania runa w pierwszym roku po posadzeniu.

Oceny udatności nasadzenia dokonywano corocznie w okresie od jesieni do wiosny. W pierwszym roku zwracano uwagę głównie na efektywność przyjęć sadzonek. W latach następnych szczegółowo oceniano stan wszystkich drzewek, notując ilość wypadów, rodzaj uszkodzeń oraz kondycję drzewek w skali czterostopniowej: bardzo dobra, dobra, zła i bardzo zła.

Od pierwszego roku istnienia zadrzewienia oceniano florę, stosując metodę zdjęć fitosocjologicznych i liczenie gatunków roślin zielnych wzdłuż transektów wyznaczonych wewnątrz zadrzewienia. Oceniano również ilość samosiewów drzew i krzewów, a także ilość pojawiających się gatunków grzybów kapeluszowych. Oceny bezkręgowców (owady i pająki) dokonano stosując metodę biocenometru (21), próbek glebowych i próbek ściółki (owady zimujące). Stosowana była również metoda pułapek Barbera (owady naziemne), a także metoda czerpaka entomologicznego (jakościowa ocena owadów naroślinnych). Ocenę licznie występujących owadów, związanych z poszczególnymi gatunkami drzew, prowadzono szacując ich całkowitą ilość na wszystkich drzewkach. Również szacunkowo oceniano masowo występujące gatunki związane z określonymi gatunkami z runa zadrzewienia. Ponadto przeprowadzono hodowlę najliczniej występujących gatunków (larwy, poczwarki) w celu określenia ich stopnia spasożytności. Ptaki gniazdujące w zadrzewieniu oceniano metodą kartograficzną (18), a drobne ssaki (gryzonie) metodą odłowów i znakowania oraz metodą tzw. standardu minimum (4). W przypadku większości owadów oraz drobnych gryzoni ocena obejmowała nie tylko zadrzewienie, lecz również przyległe doń pola uprawne.

Udatność nasadzeń

Do obsadzenia zadrzewienia użyto 13 gatunków drzew krajowych (właściwie 12, ponieważ olcha reprezentowana jest tylko przez jedno drzewko). Gatunkami wiodącymi były dąb (24,6%) i modrzew (18,8%). Udział topoli wynosił 12,3%, świerku 10,7%, buka 7,8%, wiązu, brzozy i jarzębów po około 5%, a pozostałych gatunków (lipa, sosna, jawor i jesion) od 2-3%. Po pięciu latach struktura gatunkowa uległa znacznej zmianie. Gatunkami dominującymi w 1998 r. były modrzew (29,9%) i świerk (25,0%). Duży udział mają również brzoza (11,1%), sosna (9,4%), topola (8,2%) i wiąz (6,1%). Pozostałe gatunki stanowią w zadrzewieniu od 0,3 (jawor) do 4,3% (lipa).

W czasie kontroli udatności przeprowadzonej pod koniec pierwszego roku istnienia zadrzewienia (późna jesień 1994 r. i wiosna 1995 r.) stwierdzono niemal pełną udatność. Ogromna większość sadzonek wszystkich gatunków przyjęła się bardzo dobrze (co prawdopodobnie wynikało z łagodnej zimy 1993/94) i w pierwszym roku życia osiągnęła znaczne przyrosty (nawet ponad 50 cm), co było prawdopodobnie efektem bardzo dobrze przygotowanej gleby, tak jak pod uprawę rolną, a nie leśną.

W drugim roku, po dobrym przetrwaniu kolejnej łagodnej zimy, większość drzewek (topola, modrzew, jawor, wiąz, jarząb, brzoza) osiągnęła rozmiary atrakcyjne dla sarny – najgroźniejszego szkodnika młodych drzewek. Wiosną 1995 r. niemal wszystkie topole i 60-90% drzewek innych (wymienionych wyżej) gatunków zostało mniej lub bardziej uszkodzonych przez sarny (rogacze) poprzez tzw. „czemchanie”. W tym okresie, również w następnych latach, drzewka pozostałych gatunków (dąb, buk, jesion, jawor) były przez sarny objadane z młodych pędów. W przypadku dębu i buka zdecydowana większość drzewek (niemal 100%) nie mogło z tego powodu wykształcić

pędu wiodącego. Przyjęły one formy krzaczaste, nie przekraczające na ogół wysokości 50 cm. Szybko rosnące gatunki, takie jak: topola, modrzew i brzoza, a nawet sosna, wiąz, lipa i świerk, wykazały znaczną odporność na niszczenie łyka przez sarny, szybko zaleczając rany. Po trzech latach większość drzewek tych gatunków (które kaleczone były każdego lata) wyszła już z okresu zagrożenia przez sarny z nadspodziewanie małymi stratami. Rzeczywiste wypadki, odnoszone do wyjściowej liczby 3093 posadzonych drzewek, po dwóch latach wyniosły 696 drzewek (22,5%), a po pięciu latach 1147 drzewek (37,0%); (tab. 4). Jeśli jednak za rzeczywistą udatność uznać tylko drzewka będące w dobrej i bardzo dobrej kondycji, wykluczając z analizy skarłowaciałe dęby, jesiony, buki i jawory, wówczas udatność w piątym roku istnienia zadrzewienia wynosi jedną trzecią stanu wyjściowego (33,0%). W dobrym stanie do końca 1998 roku przetrwało zaledwie 3,5% dębów i 3,9% jaworów, ale aż 92,3% sosen, 77,3% świerków, 75,3% brzoź, 52,6% modrzewi i 41,5% lip. Największe straty ponoszone były w pierwszych dwóch latach istnienia zadrzewienia. W latach następnych straty były mniejsze, ale np. w przypadku buka nie doszukano się już w 1998 roku ani jednego osobnika, który mógłby być zaliczony do kategorii drzewka w kondycji dobrej. Niektóre gatunki (np. modrzew) poprawiały swą kondycję z roku na rok. Ponieważ drzewka sadzone były w gęstej wieźbie, nawet tak znaczne ubytki nie wpłynęły negatywnie na rozwój całego zadrzewienia. W wieku pięciu lat zadrzewienie jest już zauważalne w krajobrazie i zaczyna pełnić funkcje wiatrochronu, co szczególnie uwidacznia się zimą, podczas opadów śniegu, który jest efektywnie przechwytywany przez zadrzewienie. Wyraźnie wyodrębniają się biogrupy, a skarłowaciałe dęby, buki i jawory wzmacniają warstwę runa. Po pięciu latach zadrzewienie wzbogaciło się również samoistnie, poprzez samosiewy, o 120 drzew i krzewów należących do 12 gatunków (brzoza, dąb, topola, wierzba, sosna, dereń, śnieguliczka, porzeczka czarna, czeremcha amerykańska, róża i inne). Pierwsze samosiewy (wierzba, brzoza) zaobserwowano już w drugim roku istnienia zadrzewienia. Pierwszy samosiew sosny pojawił się w czwartym roku. Obecnie (w 14 lat po posadzeniu) zadrzewienie jest już całkowicie ukształtowane i pełni wszystkie zasadnicze funkcje w krajobrazie.

Potencjalne szkodniki owadzie

Wśród gatunków zwierząt zagrażających młodym zadrzewieniom dominują sarny, których populacja w okolicach Turwi jest stosunkowo duża. Prawie nie obserwuje się żerów zajęcy (niska liczebność populacji i niemal bezśnieżne zimy) i drobnych gryzoni (nornica w młodych zadrzewieniach nie występuje).

Niektóre gatunki drzew (topola, lipa, wiąz, brzoza) atakowane są przez wiele gatunków owadów, potencjalnych szkodników, żerujących na młodych drzewkach, które mogą osiągać duże liczebności nie powodując jednak poważniejszych szkód (tab. 5). Szerzej omówiono tylko niektóre gatunki drzew.

Topola. Najgroźniejszy dla młodych drzewek topolowych był motyl przeziernik topolowiec (*Parantherene tabaniformis*). Gatunek ten, uważany za rzadki, wystąpił licznie w drugim roku po założeniu zadrzewienia, składając jaja w zranienia pni topoli

Tabela 4

Udatność nasadzeń w zadrzewieniu „Wyskoć”

Gatunek	Liczba posadzonych drzewek (zima 1993/94)	Drzewa w dobrej i bardzo dobrej kondycji (szt.)			Drzewa w złej i bardzo złej kondycji (szt.)			Łącznie drzewa w dobrej i złej kondycji (szt.)			Wypady (szt.)			
		1996	1997	1998	1996	1997	1998	1996	1997	1998	1996	1997	1998	1996-98
Dąb (<i>Quercus petraea</i> + <i>Q. robur</i>)	760	109	42	27	444	468	384	553	510	411	207	43	99	349
Modrzew (<i>Larix decidua</i>)	580	224	286	305	142	58	39	366	344	344	214	22	0	236
Topola (<i>Populus nigra</i>)	380	96	85	84	170	133	46	266	218	130	114	48	88	250
Świerk (<i>Picea abies</i>)	330	208	254	255	76	24	7	284	278	262	46	6	16	68
Buk (<i>Fagus sylvatica</i>)	242	101	54	0	70	104	142	171	158	142	71	13	16	100
Wiąz (<i>Ulmus</i> sp.)	161	82	91	62	77	68	85	159	159	147	2	0	12	14
Brzoza (<i>Betula pendula</i>)	150	120	118	113	22	15	10	142	133	123	8	9	10	27
Jarząb (<i>Sorbus aucuparia</i> + <i>S. intermedia</i>)	136	10	23	31	108	80	71	118	103	102	18	15	1	34
Lipa (<i>Tilia cordata</i>)	106	45	43	44	58	59	53	103	102	97	3	1	5	9
Sosna (<i>Pinus sylvestris</i>)	104	93	93	96	7	3	0	100	96	96	4	4	0	8
Klon (<i>Acer pseudoplatanus</i>)	77	26	20	3	46	45	39	72	65	42	5	7	23	35
Jesion (<i>Fraxinus excelsior</i>)	66	10	2	1	52	51	48	62	53	49	4	9	4	17
Olcha (<i>Alnus glutinosa</i>)	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0
Razem	3093	1124	1111	1021	1273	1109	925	2397	2220	1946	696	177	274	1147

Źródło: Opracowanie własne.

Tabela 5

Najważniejsze gatunki potencjalnych szkodników młodych drzewek

Gatunek drzewa	Gatunek szkodnika	Zagęszczenie szkodnika (osobn./1 drzewo)	Stwierdzone pasożyty	Redukcja przez pasożyty (%)
Topola	<i>Parantherene tabaniformis</i>	0,6	nie stwierdzono	-
	<i>Trichiocampus viminalis</i>	40,0	nie stwierdzono	-
	<i>Laothoe populi</i>	1,0	<i>Microplitis</i> sp., <i>Tachinidae</i>	50,0
Brzoza	<i>Cimbex femorata</i>	7,5	<i>Ichneumonidae</i> , <i>Tachinidae</i>	30,0
	<i>Trichiosoma lucorum</i>	0,1	<i>Ichneumonidae</i>	83,0
Wiąz	<i>Trichiocampus ulmi</i>	250,0	<i>Ichneumonidae</i>	73,6
			<i>Pachyneuron</i> sp.	10,9
			<i>Tachinidae</i>	1,5
Lipa	<i>Caliroa annulipes</i>	250,0	<i>Ichneumonidae</i>	3,5

Źródło: Opracowanie własne.

spowodowane przez sarny. Był więc, w pewnym sensie, szkodnikiem wtórnym. Larwy przeziernika żerujące wewnątrz pni dodatkowo je osłabiały. W efekcie ponad 50% drzewek, które zaleczyły rany spowodowane wycieraniem łyka przez sarny uległo złamaniu pod wpływem jesiennych wiatrów. W następnych latach przeziernik topolowiec w zadrzewieniu już nie występował.

W pierwszych trzech latach (do 1997 r.) topole atakowane były również przez wiele gatunków motyli i błonkówek żerujących na liściach. Najliczniej (1996 i 1997 r.) wystąpił gatunek błonkówki *Trichiocampus viminalis* z rodziny *Tenthredinidae*. Jest to znany szkodnik topoli, powodujący często gołożery (3, 16). Pomimo dużej liczebności larw (średnio 50 osobników na 1 drzewo) nie dochodziło do gołożerów i widocznego osłabienia zaatakowanych drzewek. W prowadzonych hodowlach nie stwierdzono żadnych pasożytów, które ograniczałyby liczebność tego gatunku. Szybko rosnące drzewka topoli przestały być atrakcyjne dla *Trichiocampus viminalis* w czwartym roku po posadzeniu i występowania tego gatunku w następnych latach już nie stwierdzono.

Poza przeziernikiem topolowcem na topolach notowano jeszcze występowanie ponad 10 innych gatunków motyli, z których do najliczniejszych należał zawisak topolowiec (*Laothoe populi*). Zagęszczenie jego gąsienic w szczycie występowania (1996 i 1997 r.) nie przekraczało jednak 1-2 osobników na drzewko. Około 50% gąsienic było zaatakowane przez pasożyty (*Tachinidae* i *Microplitis* sp.). Na najmłodszych drzewkach (1-2 rok po posadzeniu) żerowała również rynnica topolowa (*Chrysomela populi*), która jednak nigdy nie występowała masowo i nie doprowadzała do poważniejszych ubytków liści.

Brzoza. W drugim i trzecim roku po posadzeniu na drzewkach spotykano dwa pospolite gatunki błonkówek żerujących na młodych brzozach. Najliczniej wystąpił bryzgun brzozowiec (*Cimbex femorata*), którego larwy osiągały zagęszczenie 7-10 osobników na drzewko. Gatunek ten nie wyrządzał żadnych szkód. Larwy bryzguna atako-

wane były przez pasożyty – muchówki (z rodziny *Tachinidae*) i gąsieniczki (*Ichneumonidae*). Redukcja gąsienic bryzguna powodowana przez pasożyty wynosiła około 30%. Drugim gatunkiem, znacznie mniej liczny, był podobny do poprzedniego – *Trichiosoma lucorum*. Jego zagęszczenie nie przekraczało liczby 0,1 osobników na drzewko, a redukcja powodowana głównie przez *Ichneumonidae* sięgała 80%.

Z brzozy korzystało jeszcze wiele innych gatunków owadów (mszyce, skoczki, pluskwiaki różnoskrzydłe i chrząszcze). Nie osiągały one zazwyczaj wysokiej liczebności i nie wpływały na prawidłowy rozwój drzewek. Bez znaczenia był dość liczny pojaw tutkarzy (*Byctiscus betulae*) zanotowany w trzecim roku rozwoju drzewek, kiedy to stwierdzono nawet po kilkaset larw na jednym drzewku. Pewne szkody poczyniły natomiast szerszenie (*Vespa crabro*), które w latach 1996 i 1997 bardzo licznie nagryzały łyko pędów brzozowych, spijając sok. Część drzewek (ok. 5%) straciła w ten sposób pędy główne.

Wiąz. Na młodych drzewkach wiązów (trzeci rok po posadzeniu) masowo żerowały larwy błonkówki *Trichiocampus ulmi* (*Tenthredinidae*), doprowadzając do znacznego zredukowania aparatu asymilacyjnego. Larwy tego gatunku (200-300 na jedno drzewko) wygryzają miękisz blaszki liściowej, pozostawiając tylko grubsze nerwy. Żer osiąga maksimum jesienią i prawdopodobnie dlatego nie wpływa negatywnie na wzrost drzewek. Poza tym bardzo duża redukcja tego gatunku przez pasożyty spowodowała, że w roku następnym występował on już w niewielkich ilościach. Śmiertelność larw *T. ulmi* wynosiła 98%, w tym 73,6% larw spasożytowanych było przez bleskotki z rodzaju *Pachyneuron*, 10,9% przez gąsieniczniki (*Ichneumonidae*) i 1,5% przez muchówki (*Tachinidae*).

Lipa. Również lipy w trzecim roku po posadzeniu narażone były na masowe żerowanie innego gatunku błonkówki *Caliroa annulipes* (*Tenthredinidae*). Ich zagęszczenie było podobnie duże jak poprzedniego gatunku, a żerujące larwy szkieletowały niemal wszystkie liście. Zniszczenie przez *C. annulipes* aparatu asymilacyjnego nie spowodowało jednak widocznych negatywnych zmian w rozwoju drzewek. W przeciwieństwie do *T. ulmi* przeżywalność larw *C. annulipes* była bardzo wysoka (ponad 96%).

Na pozostałych gatunkach drzew tworzących zadrzewienie nie notowano masowych pojawów owadów, chociaż występowało wiele gatunków potencjalnych szkodników, jak na przykład osnuja (*Acantholyda erythrocephala*) na sośnie, czy susówka (*Haltica quercetorum*) na dębie.

Z powyższego krótkiego przeglądu wynika, że groźny dla zadrzewień jest tylko jeden gatunek – sarna, praktycznie eliminująca z zadrzewień niektóre gatunki drzew. Wszystkie owady uważane za szkodliwe, pomimo często masowych pojawów, nie mają istotnego wpływu na rozwój zadrzewienia. Istotne szkody może natomiast poczynić w zadrzewieniu sam człowiek, z jednej strony poprzez niewłaściwie prowadzone zabiegi pielęgnacyjne (przypadkowe ścinanie drzewek podczas wykaszania runa za pomocą kosy), z drugiej zaś strony poprzez kradzież niektórych gatunków. Na przykład świerk w czwartym roku życia staje się już atrakcyjny jako choinka i wymaga specjalnej ochrony (głównie poprzez oszpecanie drzewek).

Zadrzewienie jako nowy element w strukturze krajobrazu rolniczego

Sukcesja wtórna roślinności runa w nowo wprowadzonym zadrzewieniu przebiega według mniej więcej klasycznych wzorów. W pierwszym roku cała powierzchnia zadrzewienia została zdominowana przez jednoroczne gatunki typowych chwastów polnych (zbiorowisko z *Echinochloa crus-galli* i *Chenopodium album*). W drugim roku pojawiły się rośliny wieloletnie (i wytworzyło się zbiorowisko z *Erigeron canadensis*) oraz trawy (*Agropyron repens*). W trzecim roku dominowało zdecydowanie przymiotno kanadyjskie (*E. canadensis*). W latach następnych (4 i 5 rok) dominowały już gatunki wieloletnie, np. osty (*Cirsium arvense*) i trawy. Powstały zbiorowiska *Lolio-Plantaginetum*, *Echinochloo-Setarietum* i *Agropyro-Convolvuletum*. W trakcie rozwoju zadrzewienia notowano stały wzrost liczby gatunków runa (tab. 6).

W trzecim roku zanotowano występowanie już jedenastu gatunków grzybów kapeluszowych, w tym jadalnych: maślak – *Suillus luteus* i opieńka miodowa – *Armillaria mellea*. Gatunkiem dominującym wśród grzybów była lakówka (*Laccaria proxima*). W tym samym roku pojawiają się mchy i porosty. Warstwa ściółki (w piątym roku) osiągnęła w niektórych miejscach grubość kilku centymetrów. Licznie zaczęła się obsiewać brzoza.

W zależności od fazy sukcesji roślinnej pojawiały się, a następnie zanikały gatunki bezkręgowców związane z określoną rośliną żywicielską lub charakterem runa. Do takich gatunków należy motyl niedźwiedziówka rumienica (*Phragmatobia fuliginosa*) bardzo liczny w trzecim roku istnienia zadrzewienia. Jego gąsienice żerowały głównie na mniszku. Zagęszczenie gąsienic oceniono wówczas na około 1-3 osobników/m². Były one redukowane przez pasożyty z rodzaju *Apanteles* (*Braconidae*) – 34,7% całej populacji gąsienic i *Tachinidae* (1,6%). W następnych latach motyl ten występował już tylko sporadycznie. W tym samym okresie rozwoju zadrzewienia bardzo liczne były również pająki. Niektóre gatunki z rodziny osnuwikowatych (*Linyphiidae*) osiągnęły zagęszczenie 3-4 osobników na 1 m². Pojawił się również dość licznie, rzadki i chroniony w Polsce, tygrzyk paskowany (*Argiope bruennichi*).

W piątym roku (1998) w płatach ostrożenia polnego (*C. arvense*) bardzo licznie występowała muchówka (*Urophora cardui*) tworząca wyrośla na łodygach ostów. Zagęszczenie wyrośli (w każdym po kilka larw muchówki) wynosiło jesienią około 3-4/1 m². Larwy *U. cardui* zimujące w wyroślach były atakowane przez trzy gatunki bleskotek z rodzin: *Torymidae*, *Pteromalidae* i *Eurytomidae*. Całkowita redukcja

Tabela 6

liczba gatunków roślin zielnych w zadrzewieniu „Wyskoć” w trakcie jego rozwoju

Rok	1994	1995	1996	1997	1998
Wiosna	18	27	38	35	38
Lato	31	35	46	48	46

Źródło: Bernacki Z. (dane niepublikowane).

populacji larw muchówek przez te pasożyty wynosiła 66,9% (*Eurytomidae* – 62,5%, *Pteromalidae* – 3,4%, *Torymidae* – 1,0%).

Nowe zadrzewienie bardzo szybko zaczęło pełnić funkcję ostoi dla dużej grupy gatunków owadów (głównie drapieżnych i pasożytniczych), które już pierwszej zimy korzystały z niego jako miejsca dogodnego do hibernacji. Również w kolejnych sezonach wegetacyjnych w zadrzewieniu i w jego strefie ekotonowej grupowała się znacznie bogatsza niż na przyległych polach fauna owadów naziemnych i naroślinnych (9). Zagęszczenie i biomasa owadów w zadrzewieniu i strefie ekotonowej były zazwyczaj 3-5 razy większe niż na otwartym polu. Niemal dwukrotnie większe było również bogactwo taksonomiczne mierzone liczbą rodzin owadów (tab. 7). Bogactwo owadów naziemnych i naroślinnych zadrzewienia (bez fauny nadrzewnej) wyraża się liczbą około 80 stwierdzonych rodzin, wśród których najliczniej występowały muchówki, chrząszcze, błonkówki i pluskwiaki. Reprezentowane są niemal wszystkie rzędy owadów. Stwierdzono obecność kilku gatunków rzadkich w Polsce. Należy do nich pasożytujący na larwach os chrząszcz *Metoecus paradoxus*. Osy ziemne założyły w zadrzewieniu pierwsze gniazda już w drugim roku jego istnienia.

Wśród kręgowców grupą dominującą zasiedlającą zadrzewienie w sposób trwały były drobne gryzonie. Łącznie stwierdzono występowanie siedmiu gatunków z najliczniejszym nornikiem (*Microtus arvalis*) i myszą polną (*Apodemus agrarius*). Zagęszczenie gryzoni w 1998 roku wynosiło w okresie szczytowym 484 osobników na ha, czyli w całym zadrzewieniu żyło około 290 osobników (Łęcki, dane niepublikowane). Tak duże zagęszczenia gryzoni są rzadko notowane w środowiskach zadrzewień (20). Poza gryzoniami spotykane są również ryjówki (*Sorex araneus*).

W trzecim roku (1996) pojawiły się w zadrzewieniu pierwsze gniazdujące ptaki (makolągwa – *Carduelis cannabina*). W następnych latach lista gatunków gniazdujących wzrasta do sześciu (pliszka żółta – *Motacilla flava*, trznadel – *Emberiza citrinella*, potrzęsacz – *Miliaria calandra*, cierniówka – *Sylvia communis*, skowronek – *Alauda arvensis* i gąsiorek – *Lanius collurio*); (Kujawa, dane niepublikowane). Zimą wiele gatunków drobnych ptaków migrujących korzysta z osłony i zasobów pokarmowych jakie daje zadrzewienie. Na przykład, każdej zimy w zadrzewieniu poluje na gryzonie dzierzba srokosz (*Lanius excubitor*).

Dla większych ssaków zadrzewienie pełni przede wszystkim funkcję korytarza ekologicznego (lis, kuna) i stwarza możliwości ukrycia się (zając, sarna). Niektóre duże ssaki poszukują tu również specyficznego pokarmu. Na przykład, sarny korzystają z młodych pędów drzewek, a dziki poszukują larw i poczwarek dużych owadów zimujących w glebie. Sporadycznie w zadrzewieniu spotykane są płazy (żaby brunatne).

Tabela 7

Owady narosłimne (runo) i naziemne w nowym zadrzewieniu śródpolnym i na przyległych uprawach rolnych (zboża)

Rok	Wnętrze zadrzewienia			Strefa ekotonowa (0,5-10 m od zadrzewienia)			Otwarte pole (50-100 m od zadrzewienia)		
	zagęszczenie (osób · m ⁻²)	biomasa (mg s.m. · m ⁻²)	liczba rodzin	zagęszczenie (osób · m ⁻²)	biomasa (mg s.m. · m ⁻²)	liczba rodzin	zagęszczenie (osób · m ⁻²)	biomasa (mg s.m. · m ⁻²)	liczba rodzin
1994	60,8	55,4	53	40,3	42,8	41	12,5	17,6	27
1995	100,0	91,4	54	81,2	43,3	47	27,2	21,2	38
1996	38,8	84,7	52	25,0	38,6	38	10,7	19,5	23
1997	33,2	27,6	36	44,5	32,0	38	35,7	22,5	30
1998	63,1	128,2	73	37,7	77,4	52	20,9	37,8	39
Średnio (1994-1998)	59,0	77,5	54	45,7	46,8	43	23,4	23,7	31

Źródło: Opracowanie własne.

Literatura

1. Bałazy S., Ratyńska H., Szwed W.: The use of geobotanical methods for the evaluation of anthropogenic transformation in agricultural landscape. In: Functional appraisal of agricultural landscape in Europe, 1994, 225-244.
2. Budzyński O.: Zakładanie zadrzewień. Wydział Ochrony Środowiska Urzędu Wojewódzkiego w Toruniu, 1996, ss. 220.
3. Enslin E.: Die Blatt-und Holzwespen. In: Die Insecten Mitteleuropas insbesondere Deutschlands. Band III. Stuttgart. Franck'sche verlagshandlung, 1914, 97-213.
4. Grodzinski W., Pucek Z., Ryszkowski L.: Estimation of rodent numbers by means of prebaiting and intensive removal. Acta Theriol., 1966, **11(10)**: 297-314.
5. Gromadzki M.: Breeding communities of birds in mid-field afforested areas. Ecol. Pol. 1970, **18**: 307-350.
6. Karg J.: Nowe stanowiska kilku rzadkich w Polsce gatunków *Xiphydriidae* i *Siricidae* (Hymenoptera). Pol. Pismo Entomol., 1970, **(40)1**: 3-6.
7. Karg J.: Density and variation of aeroentomofauna in agricultural landscape. Pol. Ecol. Stud., 1980, **6(2)**: 329-340.
8. Karg J.: Insect community response to the shelterbelt-field ecotone. In: Functional appraisal of agricultural landscape in Europe. EUROMAB and INTECOL Seminar 1992. Eds. L. Ryszkowski and S. Bałazy. Research Center for Agricultural and Forest Environment, Pol. Acad. Sci., Poznań, 1994, 165-172.
9. Karg J.: Wpływ nowo wprowadzonych zadrzewień śródpolnych na wzbogacenie zespołów owadów krajobrazu rolniczego. Mat. Konf. nauk. „Dobre praktyki w produkcji rolniczej”. IUNG Puławy, 1998, t. I, 211-217.
10. Karg J.: Importance of midfield shelterbelts for over-wintering entomofauna (Turew area, West Poland). Pol. J. Ecol., 2004, **52(4)**: 421-431.
11. Karg J., Trojan P.: Fluctuations in numbers and reduction of the Colorado beetle (*Leptinotarsa decemlineata* Say) in natural conditions. Ecol. Pol., 1968, **A, 16(5)**: 147-169.
12. Karg J., Mazur T.: Participation of amphibians in the natural reduction of the Colorado beetle (*Leptinotarsa decemlineata* Say). Ecol. Pol., 1969, **A, 17(31)**: 515-532.
13. Karg J., Dąbrowska-Prot E.: Ecological analysis of entomofauna hatching and living in rye and potato fields. Bull. de l'Acad. Pol. des Sci., 1974, **CI II, 22(6)**: 393-398.
14. Karg J., Szeflińska D.: Relacje drapieżca - ofiara w strefie ekotonu zadrzewienie - pole uprawne. W: Ekologiczne procesy na obszarach intensywnego rolnictwa. Red. L. Ryszkowski i S. Bałazy, Zakład Badań Środowiska Rolniczego i Leśnego PAN. Poznań, 1996, 45-52.
15. Karg J., Kajak A., Ryszkowski L.: Impact of young shelterbelts on organic matter content and development of microbial and faunal communities of adjacent fields. Pol. J. Ecol., 2003, **51(3)**: 283-290.
16. Kratochvíl J.: Kličvřeny ČSR. II. Praha, ČAV, 1957, pp 744.
17. Kujawa K.: Relationships between the structure of mid-field woods and their breeding bird communities. Acta Orn., 1997, **32**: 175-184.
18. Kujawa K.: Awifauna legowa nowo posadzonych zadrzewień pasowych w Parku Krajobrazowym im. D. Chłapowskiego. Biul. Parków Krajobraz. Wielkop., 1997, **2(4)**: 58-63.
19. Latoś A.: Zadrzewienia. ODR, Płock, 1995, ss. 16.
20. Piłacińska B.: Wyspy środowiskowe jako miejsca przebywania gryzoni. W: Ekologia wysp leśnych. Red. J. Banaszak, WSP Bydgoszcz, 1998, 307-313.
21. Ryszkowski L., Karg J.: Variability in biomass of epigeic insect in the agricultural landscape. Ecol. Pol., 1977, **25(3)**: 501-517.
22. Ryszkowski L., Karg J., Kujawa K., Gołdyn H., Arczyńska-Chudy E.: Influence of landscape mosaic structure on diversity of wild plant and animal communities in agricultural landscape of Poland. In: Landscape ecology in agroecosystems management. Ryszkowski L. (ed.). CRC Press, Boca Raton, New York, Washington DC, 2002, 185-217.

23. Ryszkowski L., Karg J., Bernacki Z.: Biocenotic function of the mid-field woodlots in west Poland: Study area and research assumptions. *Pol. J. Ecol.*, 2003, **51(3)**: 269-281.
24. Ryszkowski L., Karg J.: Management and Protection of Biodiversity in Agricultural Landscapes. In: Report of the workshop convened by the German Federal Agency for Nature Conservation. Ways to promote the ideas behind the CBD's Ecosystem Approach in Central and Eastern Europe. Eds.: H. Korn, R. Schliep, J. Stadler, 2005, 97-106.
25. Ryszkowski L., Karg J.: The influence of agricultural landscape diversity on biological diversity: In: Multifunctional land use. Eds.: Ü. Mander, H. Wiegiering, K. Helming. Springer, Berlin - Heidelberg - New York, 2007, 125-141.
26. Tałałaj Z.: Wpływ zadrzewień na plonowanie roślin rolniczych. W: Znaczenie zadrzewień w krajobrazie rolniczym oraz aktualne problemy ich rozwoju w przyrodniczo-gospodarczych warunkach Polski. Płock, 1997, 72-90.
27. Węgorzek T.: Znaczenie zadrzewień w przeciwdziałaniu wodnej i wietrznej erozji gleby. W: Znaczenie zadrzewień w krajobrazie rolniczym oraz aktualne problemy ich rozwoju w przyrodniczo-gospodarczych warunkach Polski. Płock, 1997, 28-39.
28. Wołak M., Karg J.: Pająki zimujące w zadrzewieniach śródpolnych. W: Wyspy środowiskowe. Bioróżnorodność i próby typologii. Red. J. Banaszak, Wyd. Akademii Bydgoskiej im. K. Wielkiego, Bydgoszcz, 2002, 169-179.
29. Zajaczkowski K. (red.), Tałałaj Z., Węgorzek T., Zajaczkowska B.: Dobór drzew i krzewów do zadrzewień na obszarach wiejskich. IBL Warszawa, 2001, ss. 78.

Adres do korespondencji:

prof. dr hab. Jerzy Karg
Stacja Badawcza Zakładu Badań Środowiska Rolniczego i Leśnego PAN
ul. Szkolna 4
Turew
64-000 Kościan
tel./fax. (065) 513 42 53
e-mail: turew@poczta.onet.pl

Zdzisław Bernacki, Jerzy Karg

*Stacja Badawcza Zakładu Badań Środowiska Rolniczego i Leśnego PAN
w Turwi*

ZADRZEWIENIA ŚRÓDPOLNE JAKO BARIERY ANTYEROZYJNE I BIOGEOCHEMICZNE

Zagrożenie gleb erozją w Polsce

Erozja wietrzna i wodna gleby stanowi poważny problem na terenach użytkowanych rolniczo. Zarówno deflacja, jak i akumulacja eoliczna cząstek gleby niszczą strukturę powierzchni użytków rolnych. Na obszarze Polski zagrożone erozją jest około 28% obszarów użytkowanych przez rolnictwo (16), zaś erozją wietrzną zagrożone jest 11% obszaru kraju (14). W wyniku erozji wietrznej znaczne ilości materiału glebowego przemieszczane są w powietrzu. P o d s i a d ł o w s k i (17) szacuje, że w Wielkopolsce wraz z erozją wietrzną transportowane jest rocznie 150 kg deflatu na każdy metr szerokości pola, co może w istotny sposób wpływać na właściwości gleby. Erozja, obok utrudnienia uprawy i obniżania żyzności gleb, powoduje zmywanie oraz zwiewanie substancji organicznej, a także składników mineralnych (głównie azotu i fosforu) przyspieszających eutrofizację zbiorników wodnych.

Efekt wiatrochronny zadrzewień i poprawa bilansu wodnego

Istotne znaczenie dla ograniczenia erozji wietrznej ma zmniejszenie prędkości wiatru zachodzące dzięki obecności w krajobrazie zadrzewień śródpolnych. Wieloletnie badania prowadzone w Zakładzie Badań Środowiska Rolniczego i Leśnego PAN wykazały, że po przejściu przez zadrzewienie prędkość wiatru spada do 60% prędkości początkowej (21). Efekt ten występuje jeszcze w odległości ośmiu wysokości zadrzewienia, czyli – biorąc pod uwagę przeciętną wysokość w pełni rozwiniętego zadrzewienia – ok. 200 od zadrzewienia. Zadrzewienia prowadzone w celu powstrzymania erozji wietrznej powinny być przewiewne, tak aby strugi powietrza przechodzące przez zadrzewienie i ponad koronami spotkały się w pewnej odległości za zadrzewieniem.

Uważa się, że podstawowa rola zadrzewienia, tj. ograniczanie erozji wietrznej jest w pełni realizowana dopiero, gdy osiągnie ono wysokość około 10 m, czyli po 10-15 latach od jego założenia (10). Młode zadrzewienie śródpolne w okolicy Turwi (Wielkopolska) zaczęło pełnić funkcję bariery przeciwwietrznej już w wieku trzech lat, prze-

chwytyjąc znaczne ilości zwiewanych z pól cząstek gleby. Z roku na rok jego efektywność w ograniczaniu erozji wietrznej wzrastała. Już w drugim roku po posadzeniu w zadrzewieniu kumulowany był śnieg zwiewany z przyległych pól uprawnych. Efekt kumulacji śniegu zaobserwowany w styczniu 1995 r. był jeszcze niewielki. Pokrywa śnieżna w zadrzewieniu wynosiła około 100 mm, podczas gdy na polach nie przekraczała 10 mm. W pięć lat po posadzeniu (grudzień 1998 r.) zadrzewienie akumulowało już w swym wnętrzu i w strefie styku z polami znaczne ilości śniegu. Pokrywa śnieżna we wnętrzu zadrzewienia wynosiła średnio 800 mm, co odpowiada 87,2 mm wody, podczas gdy na otwartych polach wartości te wahały się od 40 mm (4,4 mm wody) do 80 mm (8,7 mm wody); (tab. 1). Suma opadów w grudniu 1998 r. wynosiła w rejonie zadrzewienia 17 mm. Akumulacja wody przekraczała więc pięciokrotnie miesięczną wielkość opadów. Są to istotne wartości, szczególnie w warunkach Wielkopolski cierpiącej od dawna na znaczne niedobory wody.

Tabela 1

Akumulacja śniegu w zadrzewieniu „Wyskoć” (grudzień 1998)

Parametr	Odległość od zadrzewienia – strona dowietrzna (m)					Wnętrze zadrzewienia	Odległość od zadrzewienia – strona zawietrzna (m)				
	100	50	10	2	0,5		0,5	2	10	50	100
Grubość pokrywy śnieżnej (mm)	40	150	280	500	500	800	300	200	100	100	80
Woda (mm)	4,4	16,3	30,5	54,5	54,5	87,2	32,7	21,8	10,9	10,9	8,7

Źródło: Opracowanie własne.

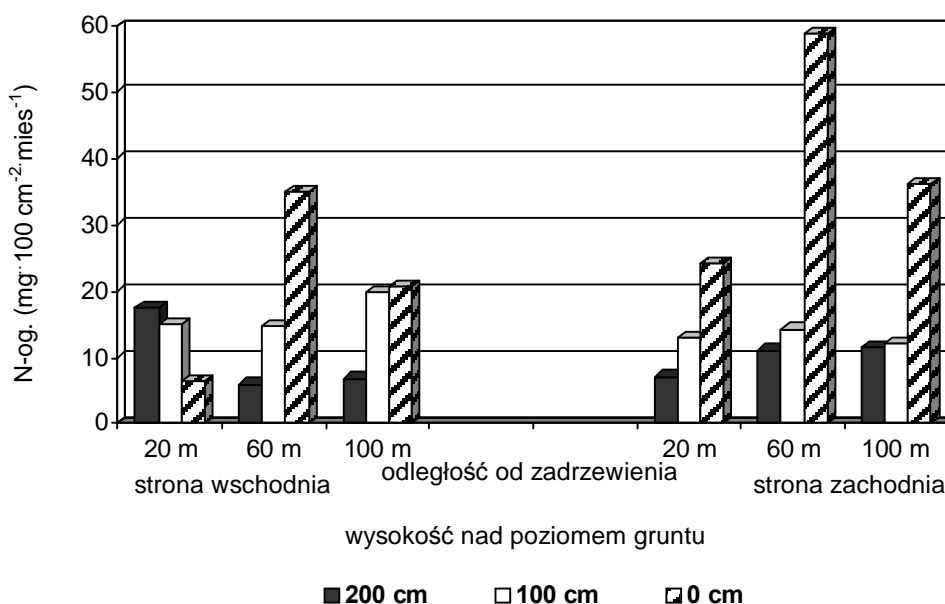
Antyerozyjne funkcje zadrzewień

Badania erozji prowadzono na dwóch polach uprawnych położonych w sąsiedztwie zadrzewień śródpolnych w okolicy Turwi. Pole [A] położone było w miejscowości Rogaczewo w sąsiedztwie ok. 160-letniego zadrzewienia robiniowego, o szerokości 30 m, zaś pole [B] w okolicy wsi Wyskoć, sąsiadowało z 14-letnim wielogatunkowym zadrzewieniem o szerokości 18 m. Transport deflatu oraz azotu i fosforu w powietrzu oceniano za pomocą deflometrów (18) rozmieszczonych w sąsiedztwie badanych zadrzewień: w odległości 20, 60, 100 m od starszego zadrzewienia oraz 10, 30 i 50 m od młodszego, po stronie dowietrznej i zawietrznej. Chwytnice umieszczone były przy powierzchni gleby oraz na wysokości 1 i 2 m. Największe natężenie eolicznego transportu materiału glebowego, wielkości od 100 do 1000 mg/chwytnic notowano w przyziemnej warstwie powietrza – 5 cm nad gruntem. W wyższych warstwach rejestrowano wartości od 1 do 10 mg. Najniższe wartości transportu eolicznego zanotowano najbliżej zadrzewień. Różnice między natężeniem transportu eolicznego po wschodniej i zachodniej stronie zadrzewień były niewielkie i nieistotne. Na stanowisku Wyskoć, które jest osłonięte lasem od wpływu wiatrów z sektora południowego zanotowano niższe wartości transportu eolicznego niż na stanowisku Rogaczewo (26).

Z analiz granulometrycznych wynika, że niezależnie do różnic wyjściowego materiału (erodowanej gleby) transport eoliczny doprowadza do szybkiej jego homogenizacji granulometrycznej. W większości przypadków jest to prawie wyłącznie frakcja grubopylasta, o średniej średnicy ziarna od 0,03 do 0,04 mm (26).

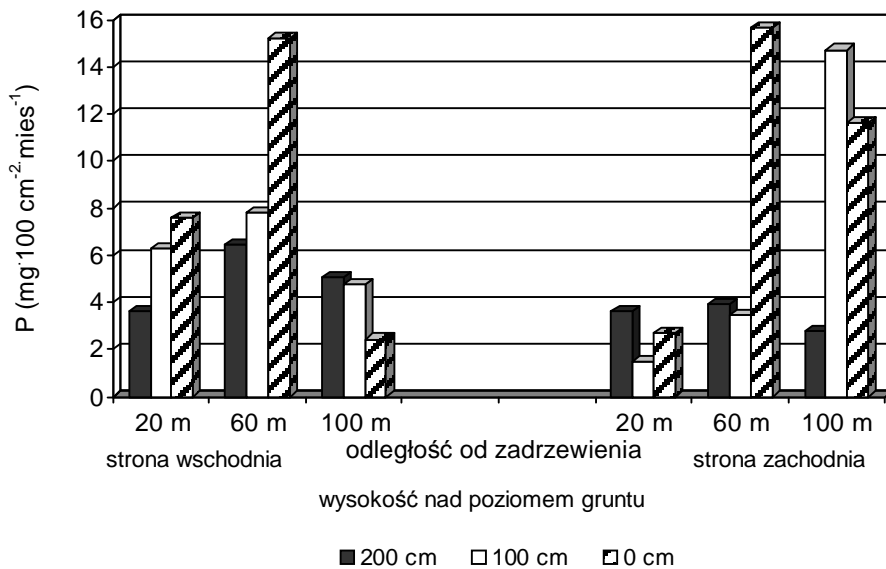
W wyniku erozji wietrznej w powietrzu transportowane są również znaczne ilości azotu i fosforu. Ilość azotu transportowana w powietrzu w sąsiedztwie obu zadrzewień w okresie X 2006–V 2007 przy powierzchni gleby wynosiła przeciętnie do $60 \text{ mg} \cdot 100 \text{ cm}^{-2}$ przekroju strumienia powietrza w ciągu miesiąca (rys. 1, 2), a w okresie silniejszych wiatrów przekraczała $80 \text{ mg} \cdot 100 \text{ cm}^{-2}$. Na większych wysokościach z reguły nie przekraczała $20 \text{ mg} \cdot 100 \text{ cm}^{-2}$. Ilość fosforu transportowana w wyniku erozji wietrznej na polu [A] była większa niż na polu [B], wynosiła tam przeciętnie ok. $16 \text{ mg} \cdot 100 \text{ cm}^{-2}$ strumienia powietrza (rys. 3). Na polu [B] wynosiła $6 \text{ mg} \cdot 100 \text{ cm}^{-2}$ (rys. 4).

Zarówno przy starszym, jak i przy młodszym zadrzewieniu ilość azotu przenoszona przez wiatr po stronie dowietrznej (zachodniej) była większa niż po stronie zawietrznej, w przypadku fosforu zależność ta była mniej wyraźna. W sąsiedztwie starszego (dojrzałego) zadrzewienia znaczący spadek koncentracji biogenów przenoszonych przez wiatr następował w odległości 20 m od zadrzewienia, po stronie dowietrznej. Po zawietrznej koncentracja azotu i fosforu w powietrzu była bardziej wyrównana. Wyniki te wskazują na zatrzymywanie znacznych ilości biogenów po stronie dowietrznej w odległości ok. 20 m od skraju zadrzewienia.



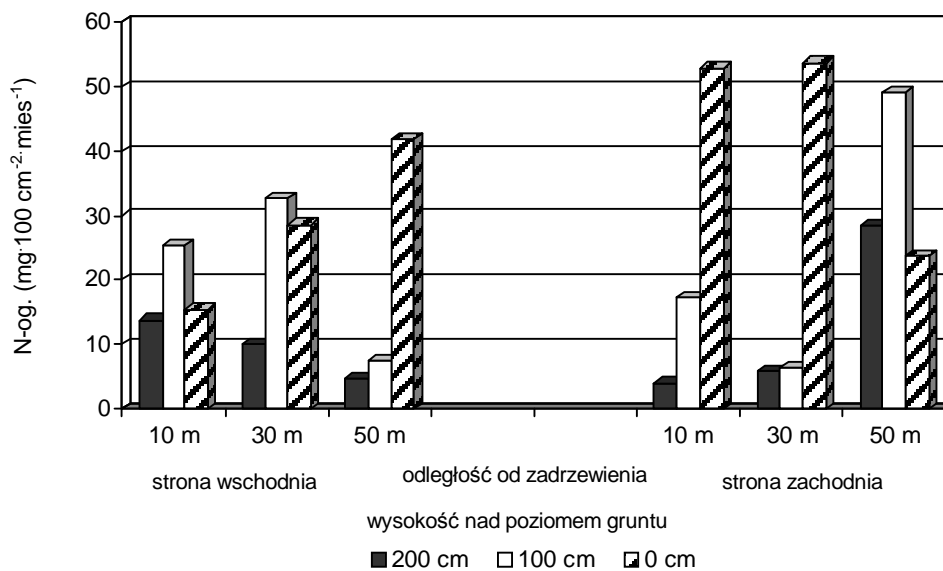
Rys. 1. Ilość azotu transportowana w wyniku erozji w sąsiedztwie 160-letniego zadrzewienia robiniowego

Źródło: Opracowanie własne.



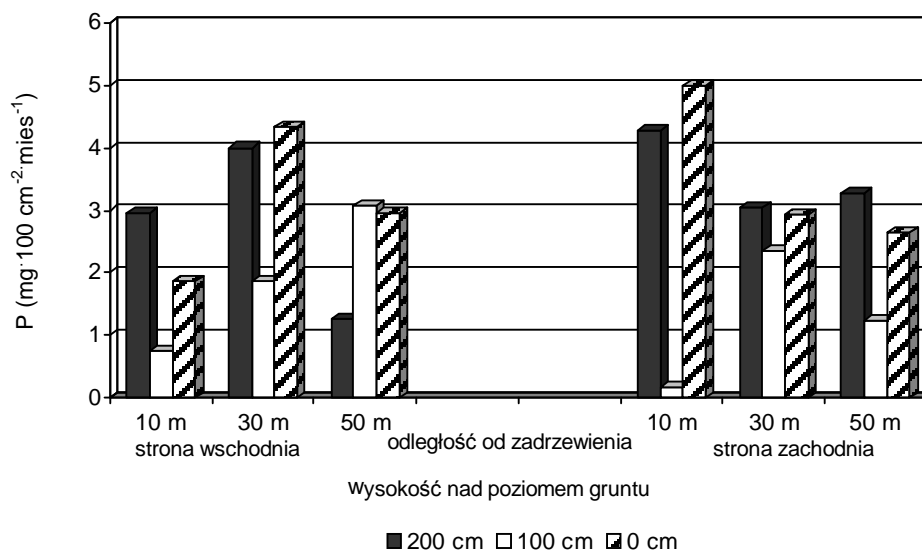
Rys. 2. Ilość fosforu transportowana w wyniku erozji w sąsiedztwie 160-letniego zadrzewienia robiniowego

Źródło: Opracowanie własne.



Rys. 3. Ilość azotu transportowana w wyniku erozji w sąsiedztwie 14-letniego zadrzewienia o zróżnicowanym składzie gatunkowym

Źródło: Opracowanie własne.



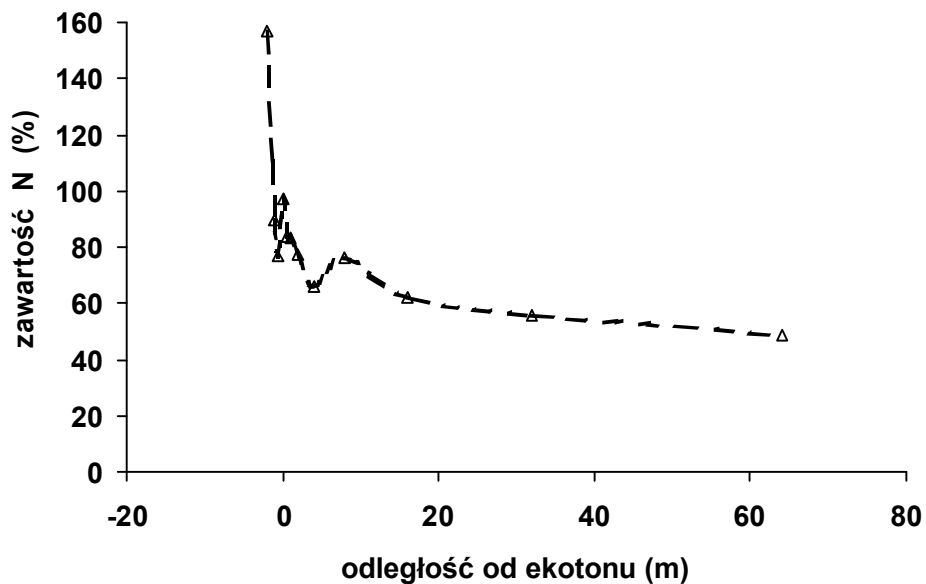
Rys. 4. Ilość fosforu transportowana w wyniku erozji w sąsiedztwie 14-letniego zadrzewienia o zróżnicowanym składzie gatunkowym

Źródło: Opracowanie własne.

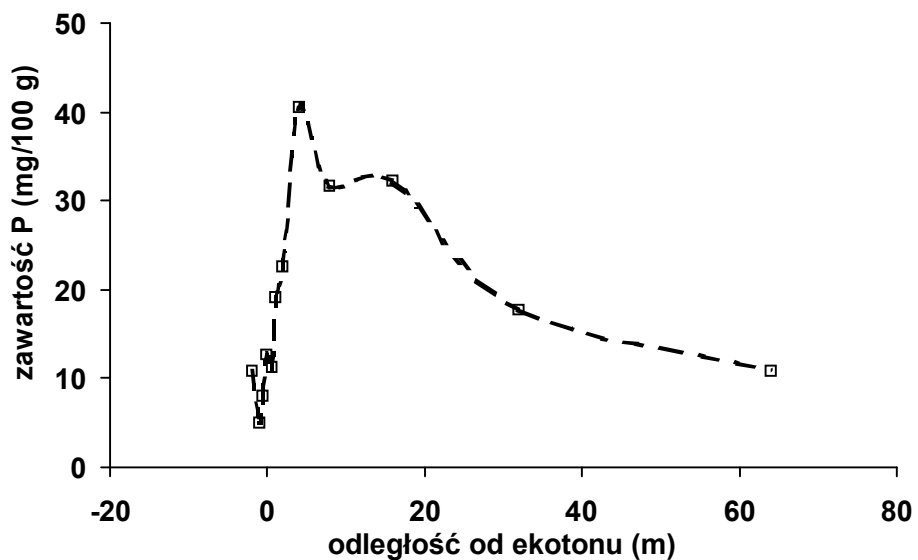
Oceny transportu eolicznego zostały potwierdzone przez badania gleby. W celu oceny kumulacji przenoszonych przez wiatr biogenów wykonano profil glebowy o długości 80 m, poprowadzony od zadrzewienia w głąb pola uprawnego po stronie dowieznej. Koncentrację badanych pierwiastków w glebie oceniano na głębokości 5 cm. Przebieg zmian zawartości obu badanych pierwiastków na polu był podobny, maksimum występowało w odległości 10-20 m od zadrzewienia. Zależność ta była bardziej wyraźna w przypadku mniej mobilnego fosforu; stwierdzono czterokrotny wzrost jego zawartości w glebie (rys. 5). W przypadku azotu obraz ten był zacierany na skutek dominacji w strukturze zadrzewienia robinii, wiążącej azot atmosferyczny. Mimo tego zauważalny był również wzrost jego zawartości w odległości 10-20 m od zadrzewienia, wynoszący ok. 25% (rys. 6).

Zadrzewienia stanowią również barierę ograniczającą spływ powierzchniowy, a zatem przeciwdziałają erozji wodnej. Według Węgorka (32) najbardziej efektywne są w tym przypadku zadrzewienia pasowe z runem wykształconym w postaci darni, poprowadzone wzdłuż warstwic oraz zadrzewienia powierzchniowe w miejscach szczególnie narażonych na erozję. Tak założone zadrzewienia, dzięki usytuowaniu na kierunku spływu wód gruntowych, pełnią równocześnie funkcję barier biogeochemicznych.

Ekosystemy o trwałej pokrywie roślinnej, w tym i zadrzewienia śródpolne, uważane są za podstawowe bariery biogeochemiczne (3, 23). W badaniach prowadzonych nad migracją pierwiastków biogenych wykazano, że w krajobrazie rolniczym ekosystemy o trwałej pokrywie roślinnej stanowią barierę ograniczającą przepływ zanieczyszczeń (3, 19, 22). Efektem jest między innymi: spadek stężenia azotu, fosforu



Rys. 5. Zmiany zawartości azotu w glebie pola w sąsiedztwie 160-letniego zadrzewienia robinowego
Źródło: Opracowanie własne.



Rys. 6. Zmiany zawartości fosforu w glebie pola w sąsiedztwie 160-letniego zadrzewienia robinowego
Źródło: Opracowanie własne.

i innych pierwiastków w wodach gruntowych w miarę wzrostu stopnia zalesienia zlewni (8) oraz spadek stężenia azotanów po przejściu przez zadrzewienie (2, 20).

Pobieranie mineralnych form azotu i fosforu przez roślinność zadrzewienia jest szczególnie wydajne, gdy składa się ono z kilku gatunków drzew (19). Ważnym mechanizmem umożliwiającym redukcję zawartości związków azotu jest denitryfikacja (12, 29), co umożliwia funkcjonowanie barier biogeochemicznych także w okresie zimowym, gdy zmniejsza się pobieranie biogenów przez roślinność (9). Mechanizm ten występuje również w zadrzewieniach (23), co tłumaczy szczególnie wysoka ich efektywność w ograniczaniu stężenia mineralnych form azotu. R y s z k o w s k i i Ż y c z y Ń s k a - B a ł o n i a k (24) notowali 4-krotny spadek koncentracji azotu azotanowego w wodzie gruntowej po przepłynięciu pod 50 m pasem zadrzewienia, a B a r t o s z e w i c z (2) nawet 14-krotny. Redukcja zawartości fosforu przez zadrzewienie jest mniej intensywna; B a r t o s z e w i c z (2) zanotowała jedynie 3-krotny spadek jego koncentracji po przejściu przez zadrzewienie.

Barierowa rola zadrzewień może być ograniczana na skutek zachodzących w nich procesów rozkładu ściółki i uwalniania znacznych ilości substancji biogenych (4, 6, 7, 13, 27). Czynniki decydującymi o tempie rozkładu ściółki są przede wszystkim ilość opadów w sezonie wegetacyjnym i temperatura (6) oraz jej skład chemiczny (1, 5, 7, 11, 15, 25, 28, 30, 31). W starym drzewostanie grądowym, gdzie masa nagromadzonej ściółki przekraczała $500 \text{ g sm} \cdot \text{m}^2$, B e r n a c k i (7) notował uwalnianie w procesie rozkładu znacznych ilości azotu dochodzących do $100 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$. Dla zapewnienia prawidłowego funkcjonowania zadrzewień jako barier biogeochemicznych należałoby zatem nie dopuszczać do nagromadzania się w nich dużych ilości ściółki (7).

Wnioski

1. W wyniku erozji wietrznej przemieszczane są znaczne ilości materiału glebowego, zwłaszcza frakcji grubopylastej oraz azotu i fosforu.
2. Transport materiału glebowego jest najintensywniejszy w przygruntowej warstwie powietrza, natomiast transport azotu i fosforu zachodzi także na większych wysokościach.
3. Zadrzewienia śródpolne ograniczając prędkość wiatru, a co za tym idzie erozję, pozwalają zatrzymać znaczne ilości azotu i fosforu w glebie pól uprawnych.
4. W wyniku pobierania znacznych ilości biogenów z wód gruntowych, a także niedopuszczania do wywiewania ich z gleby i wynoszenia ze spływem powierzchniowym, zadrzewienia ograniczają eutrofizację wód.

Literatura

1. A e r t s R., d e ' C a l u v e H.: Nutritional and plant controls on leaf litter decomposition of *Carex* species. *Ecology*, 1997, **78**: 244-260.
2. B a r t o s z e w i c z A.: Chemizm wód gruntowych zlewni użytkowanej rolniczo w warunkach glebowo klimatycznych równiny kościańskiej. Bariery biogeochemiczne. W: Obieg wody i ba-

- riery biogeochemiczne w krajobrazie rolniczym. Red. L. Ryszkowski, J. Marcinek, A. Kędziora, Wyd. UAM Poznań, 1990, 127-142.
3. Bartoszewicz A., Ryszkowski L.: Influence of the shelterbelts and meadows on the chemistry of ground water. In: Dynamics of agricultural landscape. Eds. L. Ryszkowski, N. R. French, A. Kędziora. PWRiL Poznań, 1996, 98-109.
 4. Berendse F., Bobbink R., Rouwenhorst G.A.: Comparative study on nutrient cycling in wet heathland ecosystem II: litter decomposition and nutrient mineralization. *Oecologia*, 1989, **78**: 338-348.
 5. Berg B., Muller M., Wessen B.: Decomposition of red clover (*Trifolium pratense*) roots. *Soil Biol. Biochem.*, 1987, **19**: 589-594.
 6. Bernacki Z.: Nitrogen and phosphorus leasing during the decomposition of broadleaf forest litter. *Pol. J. Soil Sci.*, 2003, **36**: 21-29.
 7. Bernacki Z.: Uwalnianie azotu i fosforu ze ściółki leśnej: jako czynnik ograniczający efektywność barier biogeochemicznych. *Działalność naukowa – wybrane zagadnienia*. 2003, **16**: 120-122.
 8. Borowiec S., Skrzyński T., Kucharska T.: Migracja składników mineralnych z gleb Niziny Szczecińskiej. *Zesz. Szczec. Tow. Nauk.*, 1978, **47**: 49-55.
 9. Bowden W.B.: The biogeochemistry of nitrogen and freshwater wetlands. *Biogeo-chemistry*, 1987, **4**: 313-348.
 10. Budzyński O.: Zakładanie zadrzewień. Wydział Ochrony Środowiska Urzędu Woj. w Toruniu, 1996, ss. 220.
 11. Dorodnikov M.V., Kuznetsova T.V.C.: N mineralization rate of grey forest soil under different ecosystems. *Abstr. Proc. X Intern. Conf. MS and Ph.D. Students on the Basic Sciences „Lomonosov – 2003”*, 35-36.
 12. Duff J.H., Triska F.J.: Denitrification in sediments from hyporheic zone adjacent to a small forested stream. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 1990, **47**: 1140-1147.
 13. Johanson M.B., Berry B., Meentmayer V.: Litter mass loss rates in late stages of decomposition in a climatic transect of pine forest: long term decomposition in a Scotch pine forest IX. *Can. J. Bot.*, 1995, **73**: 1509-1521.
 14. Liro A. (red.): Strategia wdrażania krajowej sieci ekologicznej ECONET-POLSKA. Fundacja IUCN Poland, Warszawa, 1998.
 15. Melillo J.M., Aber J.D., Muratore J.E.: Nitrogen and lignin control of hardwood leaf litter decomposition dynamics. *Ecology*, 1982, **63**: 621-626.
 16. Ochrona Środowiska. Informacje i opracowania statystyczne. GUS Warszawa, 2001.
 17. Podsiadłowski S.: Natężenie erozji eolicznej w wybranych zwiewniach Wielkopolski w okresie 1986–1990. W: *Erozja gleb i jej zapobieganie*. AR Lublin, 1991.
 18. Podsiadłowski S., Stach A.: Wind erosion in the Wielkopolska region of West Poland. *Local Land & Soil News, The Bulletin of the European Land and Soil Alliance (ELSA)*, Osnabrück, 2004, **10/11**: II/III/04, 35-37.
 19. Prusinkiewicz Z., Pokojska U., Józefowicz-Kotlarz J., Kwiatkowska A.: Studies on the functioning of the biogeochemical barriers. In: Dynamics of agricultural landscape. Eds.: L. Ryszkowski, N. R. French, A. Kędziora, PWRiL Poznań, 1996, 110-119.
 20. Rasmussen M., Reenberg A., Bartholdy J.: Nitrogen fluxes from agricultural landscape – comparison on watershed level. In: *Functional appraisal of agricultural landscape in Europe*. Eds.: L. Ryszkowski, S. Bałazy, Research Center of Agricultural and Forest Environment PAS, Poznań, 1994, 19-30.
 21. Ryszkowski L.: Przegląd badań wykonanych w Turwi na temat wpływu zadrzewień na środowisko przyległych pól. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.*, 1975, **166**: 71-82.
 22. Ryszkowski L., Bartoszewicz A.: Impact of agricultural landscape structure on cycling of inorganic nutrients. In: *Ecology of arable land*. Eds.: M. Clarholm, L. Bergstrom, Kluwer Academic Publ., 1980, 241-246.

23. Ryszkowski L., Bartoszewicz A., Marcinek J.: Bariery biogeochemiczne. W: Obieg wody i bariery biogeochemiczne w krajobrazie rolniczym. Red. L. Ryszkowski, J. Marcinek, A. Kędziora, UAM Poznań, 1990, 127-142.
24. Ryszkowski L., Życzynska-Bałoniak I.: Ograniczanie zanieczyszczeń obszarowych przez bariery biogeochemiczne. W: Kształtowanie środowiska rolniczego na przykładzie Parku Krajobrazowego im. Gen. D. Chłapowskiego. Red. L. Ryszkowski, S. Bałazy, ZBSRiL PAN, Poznań, 1998, 67-80.
25. Schlesinger W. H., Hasey M. M.: Decomposition of chaparral shrub foliage: Losses of organic amid inorganic constituents from deciduous and evergreen leaves. *Ecology*, 1981, **62**: 762-774.
26. Stach A.: Sprawozdanie za rok 2006 z realizacji zadania, w ramach projektu badawczego KBN 3PO4F012 24 (niepubl.).
27. Swift M. J., Heal O. W., Anderson J. M.: Decomposition in terrestrial ecosystems. University of California Press, Berkeley, California, USA, 1979.
28. Taylor B. R., Parkinson D., Parsons W. F. J.: Nitrogen and lignin content as predictors of litter decay rates, microcosm test. *Ecology*, 1989, **70**: 97-104.
29. Triska J. F., Duff J. H., Avanzino J. R.: Patterns of hydrological exchange and nutrient transformation in hyporheic zone of gravel-bottom stream: examining terrestrial – aquatic linkages. *Fresh. Biol.*, 1993, **29**: 259-274.
30. Van Vuuren M. M. I., Aerts R., Berendse F., De Visser W.: Species and site differences in the decomposition of litters and roots from wet heathlands. *Can. J. Bot.*, 1993, **71**: 167-173.
31. Vitousek P. M., Turner D. R., Parton W. J., Sanford R. L.: Litter decomposition on the Mauna Los environmental matrix, Hawaii: patterns, mechanisms, and models. *Ecology*, 1994, **75**: 418-429.
32. Węgorzek T.: Znaczenie zadrzewień w przeciwdziałaniu wodnej i wietrznej erozji gleby. W: Znaczenie zadrzewień w krajobrazie rolniczym oraz aktualne problemy ich rozwoju w przyrodniczo-gospodarczych warunkach Polski. Płock, 1997, 28-39.

Adres do korespondencji:

dr Zdzisław Bernacki
Stacja Badawcza Zakładu Badań Środowiska Rolniczego i Leśnego PAN
ul. Szkolna 4
Turew
64-000 Kościan
tel./fax. (065) 513 42 53
e-mail: zdzislaw57@poczta.onet.pl

Bogusław Podolski

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

AGROTECHNIKA PRZECIWEROZYJNA*

Wstęp

Tereny erodowane, w tym zwłaszcza ekosystemy rolnicze, cechują się zachwianą równowagą biologiczną, prowadzącą do negatywnych i najczęściej trwałych zmian warunków ekologicznych i techniczno-organizacyjnych. W wyniku erozyjnego degradowania gleb, deformowania rzeźby terenu, zakłócenia stosunków wodnych, pogarszania warunków wzrostu roślin uprawnych, a także niszczenia urządzeń technicznych obniżają się homeostatyczne zdolności ekosystemów, zapewniające trwałość i możliwość samoregeneracji krajobrazu (5, 7). Degradacja czy dewastacja ekosystemu określa stan uwstecznienia jego aktywności biologicznej, a w konsekwencji produktywności. Następuje pogorszenie właściwości fizycznych, chemicznych i biologicznych gleby. Przyczyny mogą być różnorodnej natury: skrajne zakwaszenie bądź alkaliczacja, zasolenie, odpróchnicowanie, przesuszenie lub podtapianie, skażenie biologiczne bądź chemiczne, zanieczyszczenie odpadami komunalnymi, mechaniczne przemodelowanie rzeźby terenu poprzez nadmierne zagęszczenie pokrywy glebowej (kompakcji), wreszcie erozja wietrzna i wodna (11, 12).

Elementami decydującymi o występowaniu i nasileniu zjawisk erozji są:

- ukształtowanie terenu,
- budowa geologiczna,
- pokrywa glebowa z jej retencyjnością,
- pokrycie gleby użytkami (lasy, użytki rolne, inne),
- rozkład opadów atmosferycznych.

Ukształtowanie terenu. Warunkiem wystąpienia erozji wodnej jest stoczystość terenu wywołująca spływy powierzchniowe wód. Im większe zróżnicowanie rzeźby, tym silniejsze procesy erozji. Stąd procesy erozji wodnej najsilniej występują na terenach wyżynnych i górskich, a najsłabiej w terenach nizinnych, które z kolei są bardziej narażone na procesy erozji eolicznej.

Budowa geologiczna. Wierzchnia warstwa litosfery zbudowana z luźnych skał osadowych składających się głównie z frakcji piasku drobnoziarnistego i pyłu jest naj-

* Opracowanie wykonano w ramach zadania 1.4 w programie wieloletnim IUNG - PIB

bardziej erodowana. Znacznie mniej podatne na zmywy są frakcje iłowe, z racji znacznej pojemności wodnej. Szczególnie narażone na zmywy są płytkie gleby położone na twardych, trudno wietrzejących skałach metamorficznych lub osadowych chemicznych, jak np. wapienie dewońskie i trzeciorzędowe. Cienka warstwa gleby tworząca się niekiedy bardzo długo może być zmyta w stosunkowo krótkim czasie (1, 8).

Pokrywa glebowa. Im większe zdolności retencyjne gleby, tym większa jej odporność na procesy erozyjne. Najbardziej podatne na spłukiwanie są utwory pyłowe (lessy) oraz piaski luźne drobnoziarniste. Gliny i ily tworzące wodoodporne agregaty glebowe są znacznie mniej erodowane.

Pokrycie gleby użytkami. Przed procesami erozyjnymi najskuteczniej chroni roślinność leśna, tworząca „płaszcz ochronny”. Ochronne działanie zbiorowisk leśnych polega na: wiązaniu gleby przez gęsty system korzeniowy, dużej intercepcji opadów, tj. rozpraszaniu i zatrzymywaniu części opadu w koronach drzew (intercepcja waha się w granicach od 10% dla intensywnych i dużych opadów do nawet 100% dla opadów małych, średnio wynosi ona 20-30%), równomiernym rozkładzie pokrywy śnieżnej oraz równomiernym i opóźnionym tajaniu śniegu, akumulacji materiału wynoszonego z wyższych partii terenu. Lokalizacja przestrzenna lasów w obrębie zlewni ma mniejsze znaczenie. Najważniejsze, by było ich jak najwięcej.

Druga co do skuteczności ochrony przeciwezyyjnej jest pokrywa trawiasta, chroniąca jednak glebę około 10 razy mniej niż las. Ochronna funkcja łąk i muraw wynika ze zdolności wiązania gruntu przez silnie rozwinięty system korzeniowy i osłaniania jego powierzchni przez gęstą masę łodyg i liści. Ponadto roślinność trawiasta spełnia ogromną rolę w procesie glebotwórczym. Najślabiej chronią glebę rośliny zbożowe i okopowe, od 50 do 100 razy słabiej niż pokrywa leśna.

Rozkład opadów atmosferycznych. Ilość, intensywność i rozkład w czasie opadów atmosferycznych ma kapitalne znaczenie dla procesów erozyjnych. Długotrwałe bądź intensywne opady powodują duże spływy powierzchniowe, tym większe, im większa jest podatność poszczególnych gatunków gleb na zmywy, co zależy zwłaszcza od pojemności infiltracyjnej gruntu (3, 6).

Charakterystyka melioracji przeciwezyyjnych

Główne cele melioracji przeciwezyyjnych, to (wg Józefaciuków, 6):

- ograniczenie występowania i zmniejszenie nasilenia procesów erozyjnych;
- zachowanie potencjału produkcyjnego gleb i niedopuszczenie do jego niekorzystnych przemian;
- wydłużenie obiegu wody w krajobrazie i przeciwdziałanie deformacyjnym zmianom hydrografii i hydrologii cieków rzecznych;
- poprawienie ekotechnicznych warunków użytkowania ziemi, włącznie z rekultywacją gruntów zdewastowanych.

Natomiast podstawowymi zabiegami przeciwezyijnymi są:

- rozmieszczanie przestrzenne użytków produkcyjnych i ochronnych stosownie do rzeźby terenu;

- wprowadzanie układu działek i pól umożliwiającego poprzecznostokową (warstwicową) uprawę roli;
- stosowanie agrotechniki przeciwoerozyjnej;
- planowanie dróg rolniczych z uwzględnieniem rzeźby terenu i ściśle skoordynowane z układem działek i pól oraz umacnianie erodowanych odcinków dróg;
- rekultywacja i zagospodarowanie nieużytków erozyjnych (np. wąwozów, stromych zboczy) oraz likwidowanie trudnej mikrorzeźby terenu;
- stosowanie urządzeń do rozpraszania i odprowadzania powierzchniowych spływów wody.

Podstawowe zabiegi przeciwoerozyjne (wg Józefaciuków, 6)

Poprzecznostokowa uprawa roli, orka i inne zabiegi agrotechniczne, zwłaszcza siew i sadzenie roślin, zostały uznane za podstawowy zabieg agrotechniki przeciwoerozyjnej. Taki sposób uprawy bezsprzecznie ogranicza powierzchniowe spływy wody i gleby. Szczególne znaczenie ma orka. Przy jej dobrym wyskibieniu tworzy się wiele miniaturowych zagłębień, zwiększających wsiąkanie wody do gruntu. Przyjęto, że poprzecznostokowa uprawa roli na zboczach o nachyleniu do 10° zmniejsza nasilenie erozji o 1 stopień.

Płodozmiany przeciwoerozyjne. Dla przykładu podano poniżej płodozmiany proponowane przez N i e w i a d o m s k i e g o (10) dla wyżyn lessowych (I) i dla pojizrzy (II):

I	II
1. okopowe ⁺⁺	1. ziemniaki wczesne ⁺⁺ , siew mieszanki
2. jęczmień z wsiewką	2. lucerna z trawami
3. koniczyna	3. lucerna z trawami
4. pszenica ozima, poplon ozimy	4. lucerna z trawami
5. mieszanka strączkowych	5. jare kłosowe
6. żyto	6. ozime, poplon ozimy

Jak z powyższego wynika, płodozmiany mają różne znaczenie przeciwoerozyjne. W płodozmianie drugim w okresie roztopów zimowo-wiosennych prawie wszystkie pola są pokryte roślinnością, a w pierwszym tylko połowa.

Biorąc pod uwagę zasady stosowania płodozmianów przeciwoerozyjnych i wyniki badań nad funkcją ochronną gatunków uprawnych założono, że płodozmiany przeciwoerozyjne zmniejszają nasilenie erozji o 2 stopnie.

Poprzecznostokowy układ pól jest uznawany za podstawowy zabieg przeciwoerozyjny, przy czym im pola są węższe, tym ich funkcja ochronna większa. Podłużny spadek pól poprzecznostokowych w zasadzie nie powinien przekraczać 2°-3°. Spadki większe niż 3° są dopuszczalne, ale tylko na krótkich odcinkach, aby nie doprowadzić do nadmiernej koncentracji powierzchniowych spływów wody. Poprzecznostokowy układ pól w miarę upływu lat coraz lepiej spełnia funkcję przeciwoerozyjną – granice

przekształcają się w skarpy, a poprzeczny spadek poszczególnych pól zmniejsza się. Przyjęto, że układ taki zmniejsza nasilenie erozji o 2 stopnie.

Skośnostokowy układ pól przez wielu badaczy jest uważany za układ pośredni pomiędzy poprzeczno- a wzdłużstokowym. Taki układ prowadzi niekiedy do koncentracji spływu wód powierzchniowych i zwiększenia szkód erozyjnych. Z tych względów nie przypisuje się mu żadnej funkcji ochronnej i traktowany jest tak, jak układ wzdłużstokowy.

Poprzecznostokowe tarasy na gruntach ornych. Tarasy takie zarówno ukształtowane od razu, jak i naorywane zmniejszają spadek poprzeczny pól i skracają długość zboczy. Ograniczenie nasilenia erozji zależy od szerokości ław tarasów i ich spadku w stosunku do pierwotnego nachylenia zbocza i oczywiście od prawidłowego umocnienia skarp. Przyjęto, że prawidłowo ukształtowane i umocnione tarasy na gruntach ornych zmniejszają nasilenie erozji o 3 stopnie.

Sady w poprzecznostokowych pasach darni. Są to takie sady, w których w rzędach drzew utrzymuje się ugór traktowany herbicydami, a międzyrzędzia są zadarnione. Zabezpieczają one dobrze glebę przed erozją pod warunkiem, że rzędy drzew przebiegają dokładnie w poziomie. Na zboczach o urozmaiconej rzeźbie terenu wprowadzenie idealnie poprzecznostokowego układu rzędów drzew jest bardzo trudne, a niekiedy wręcz niemożliwe. Dotyczy to zwłaszcza gospodarstw wielkoobszarowych, w których rzędy o niepełnej długości znacznie utrudniają wykonywanie mechanicznych zabiegów pielęgnacyjnych. Natomiast wprowadzenie rzędów o układzie skośnostokowym nie gwarantuje dostatecznej ochrony przeciwoerozyjnej. Należy zaznaczyć, że w takich sadach gleba jest zbita, a współczynnik spływu wód powierzchniowych stosunkowo wysoki. Z przeprowadzonych obserwacji wynika, że sady w poprzecznostokowych pasach darni zmniejszają nasilenie erozji średnio o 2 stopnie.

Sady na tarasach zostały uznane w wielu krajach za jeden z najbardziej racjonalnych sposobów zagospodarowania stromych zboczy. W Polsce takie sady założono w kilku obiektach, przeważnie o charakterze doświadczalnym. Uśredniając wyniki uzyskane z badań i obserwacji przyjęto, że sady na tarasach zmniejszają nasilenie erozji o 3 stopnie.

Sady w darni w terenach wyżynnych o okresowych niedoborach wody są zakładane raczej sporadycznie, chociaż skutecznie przeciwdziałają erozji. Trawy stanowią zbyt dużą konkurencję dla drzew owocowych, co powoduje wyraźny spadek plonu owoców. Przyjęto, że sady w darni zmniejszają nasilenie erozji średnio o 3 stopnie.

Trwale użytki zielone mają duże znaczenie ochronne, chociaż zróżnicowane zależnie od zwarcia darni (stopnia pokrycia powierzchni gruntu), a także od rozwoju systemu korzeniowego i ilości biomasy przypadającej na jednostkę powierzchni. Pastwiska w porównaniu z łąkami kośnymi słabiej zabezpieczają przed erozją, zwłaszcza niepielegnowane i nadmiernie eksploatowane, z odkrytymi płacami powierzchni i tzw. ścieżkami (tarasami) bydłocymi pozbawionymi darni. Współczynnik spływu wody na zdegradowanych pastwiskach jest zwykle duży, może być nawet większy niż na gruntach ornych, co wynika z ubicia powierzchni i małej przepuszczalności gleby. Pastwi-

ska właściwie pielęgnowane i o uregulowanym wypasie dobrze chronią glebę przed erozją. Nie spotyka się na nich powierzchni pozbawionych darni, trawa (przynajmniej okresowo) jest dobrze wyrosnięta, a współczynnik spływu wody znacznie mniejszy w porównaniu z pastwiskami nadmiernie eksploatowanymi.

Najlepsze właściwości przeciwoerozyjne mają łąki kośne, na których nie następuje przemieszczanie gleby przez zwierzęta, nie jest ona również silnie ubita, a współczynnik spływu wody jest stosunkowo niewielki. Dlatego przyjęto, że nasilenie erozji zmniejszają odpowiednio:

- pastwiska nadmiernie eksploatowane i niepielęgnowane o 2 stopnie,
- pastwiska właściwie pielęgnowane i użytkowane o 3 stopnie,
- łąki kośne o 4 stopnie.

Każdy z wymienionych zabiegów wykazuje określone działanie ochronne, lecz najlepsze efekty uzyskuje się przy ich kompleksowym stosowaniu.

Dodatni wpływ zabiegów przeciwoerozyjnych przejawia się między innymi w zmniejszaniu nakładów na następujące prace i zabiegi (4):

- usuwanie namulów i renowację dróg oraz szlaków komunikacyjnych, urządzeń melioracyjnych i wodnych, budynków itp.;
- oczyszczanie z namulów szlaków wodnych oraz utrzymywanie w odpowiednim stanie czystości wód pitnych i przemysłowych;
- ochrona terenów zabudowanych (osiedli, obiektów przemysłowych i innych) przed zamulaniem i uszkodzaniem przez erozję;
- ochrona powietrza przed zanieczyszczeniem pyłem glebowym;
- utrzymywanie walorów chronionego krajobrazu.

Zabiegi przeciwoerozyjne pod względem okresu działania można podzielić na **trwałe (wieloletnie) i okresowe (sezonowe)**. Do działań trwałych należą przede wszystkim zabiegi o charakterze urządzeniowym, takie jak transformacja użytków, układ pól i dróg, zabudowa wawozów, urządzenia techniczne (tarasowanie zboczy, umacnianie dróg i cieków stałych, budowa grobli itp.), a do działań okresowych należą agrotechnika przeciwoerozyjna, rowy odprowadzające okresowe spływy powierzchniowe i inne.

Melioracje przeciwoerozyjne mają wybitnie regionalny charakter i im bardziej są dostosowane do przyrodniczych i gospodarczych warunków danego obszaru, tym większa ich skuteczność ochronna i efektywność ekonomiczna.

Zagospodarowanie rozłogu gruntów z uwzględnieniem agrotechniki przeciwoerozyjnej

W celu osiągnięcia zadowalających efektów stosowania agrotechniki przeciwoerozyjnej niezbędne jest przyjęcie poniższych kryteriów zagospodarowania rozłogu gruntów:

1. Zagospodarowanie rozłogu gruntów powinno być dostosowane do warunków fizjograficznych, z uwzględnieniem wymagań ochrony środowiska oraz ochrony agroekosystemów. Podstawą planowania rozłogu gruntów jest właściwe usytuowanie pól w rzeźbie terenu.

2. W dolinach i obniżeniach terenu, na gruntach o poziomie wody 40-60 cm powinny być zlokalizowane łąki, a przy poziomie wody 60-80 cm można prowadzić użytkowanie przemienne, pastwiskowo-kośne. Na gruntach ornych poziom wody grunтовой nie powinien być wyższy niż 100 cm.

3. Grunty położone na stokach o nachyleniu powyżej 20% (12°) powinny być trwale zadarnione lub zalesione.

4. Na gruntach o nachyleniu 10-20% (6°-12°) można prowadzić gospodarke połową, ale przy regularnym stosowaniu zabiegów przeciwerozryjnych.

5. Grunty położone na zboczach o nachyleniu do 10% (do 6°), zwłaszcza na długich stokach, są słabiej zagrożone przez erozję wodną, ale wskazany jest tutaj specjalny sposób uprawy. Wszystkie zabiegi uprawowe powinny być prowadzone poprzecznie do spadku (wzdłuż warstwic), a jeżeli nie jest to możliwe pola uprawne na długich zboczach należy przedzielać uprawami wieloletnich roślin motylkowatych. Dla poprawienia fizycznych i wodnych właściwości gleb powinny być stosowane orki pogłębione, kretowanie, orki bezodkładnicowe z pozostawieniem ścierniska, bruzdy chłonne, natomiast należy unikać podorywek.

6. Część gruntów w gospodarstwie może być, z różnych przyczyn, okresowo wyłączona z użytkowania rolniczego, to znaczy ugorowana lub odłogowana. Ugory i odłogi powinny mieć jednak trwałą okrywe roślinną, najlepiej trawiastą, która co najmniej raz w roku powinna być koszona, a biomasa pozostawiana w formie mulczu. Koszenie jednak nie może odbywać się w okresach lęgowych ptactwa.

7. Rozłóg użytków zielonych należy podzielić na kwatery o wielkości dostosowanej do zaplanowanego systemu użytkowania, najlepiej pastwiskowo-kośnego. Rozłóg gruntów ornych dzieli się na pola, o podobnej, w miarę możliwości, powierzchni.

8. Drogi spływu wód opadowych powinny być trwale zadarnione, a ruń trawiastą należy kosić co najmniej dwukrotnie w okresie wegetacji.

Na gruntach podatnych na erozję wodną należy prowadzić określony sposób gospodarowania i stosować specjalne zabiegi przeciwerozryjne:

1. Erozję można w znacznym stopniu ograniczyć stosując płodozmiany przeciwerozryjne, w których skład powinny wchodzić rośliny motylkowate i ich mieszanki z trawami oraz rośliny ozime, tworząc tzw. „zielone pola”. W grupie roślin ozimych szczególnie polecane są: rzepak, żyto i pszenżyto, które tworzą zwartą okrywe już w okresie jesiennym.

2. Po wcześnie zebranych przedplonie, po którym następuje roślina jara, należy przewidzieć uprawę poplonów ścierniskowych lub ozimych będą osłaniały glebę. Rośliny poplonowe najlepiej pozostawić nieprzyorane na okres zimy, w formie mulczu.

3. Nieobsiane powierzchnie gleb ornych zaleca się przykrywać na okres jesienno-zimowy wszystkimi dostępnymi w gospodarstwie odpadowymi materiałami użyźniającymi, takimi jak słoma, łęty i liście. Materiały te spełniają również funkcje mulczu i chronią glebę przed niszczeniem przez krople deszczu, zatrzymują śnieg i ograniczają zmywy wiosenne gleby.

4. Na gruntach ornych położonych na zboczach wszystkie zabiegi uprawowe powinny być dokonywane w kierunku poprzecznym do nachylenia stoku. Orkę najlepiej wykonać pługiem obracalnym lub uchylnym, odkładając skiby w górę stoku. Przy uprawie gleby położonej na zboczach korzystne jest zastąpienie uprawy płużnej przez uprawę bezorkową. Do uprawy gleby stosuje się wówczas kultywator z szerokimi łapami (gruber), a do uprawy przedsięwnej bierne zestawy uprawowe, składające się z brony lub kultywatora i wału strunowego lub pierścieniowego.

5. Na glebach zagrożonych erozją w stopniu silnym jako dodatkowy zabieg przeciwoerozyjny poleca się głęboszowanie. Zabieg ten polega na dokonywaniu głębokich nacięć w glebie i spulchnianiu podglebia, co zwiększa pojemność wodną gleby i ułatwia wsiąkanie wody do głębszych jej warstw. Głęboszowanie wykonuje się specjalnym narzędziem – głęboszem – do którego wymagane są ciągniki o dużej mocy. Zabieg ten jest kosztowny, ale jego wykonanie wystarcza na okres do 3-4 lat.

Elementy agrotechniki przeciwoerozyjnej i przeciwdziałającej zagęszczeniu gleby przedstawiono w tabeli 1.

Zabiegi agrotechniczne zapobiegające erozji wietrznej

Szkodliwość erozji wietrznej polega na zwiewaniu wierzchniej warstwy gleby, mechanicznym niszczeniu roślin i odsłanianiu ich systemu korzeniowego oraz zanieczyszczeniu wód i powietrza wywiewanym materiałem glebowym. Cząstki gleby niosą bowiem pozostałości środków ochrony roślin i inne zanieczyszczenia. Do najskuteczniejszych zabiegów agrotechnicznych ograniczających erozję wietrzną zalicza się:

1. zakładanie i pielęgnowanie śródpolnych pasów zadrzewień i zakrzaczeń,
2. stałe utrzymywanie gleby pod pokrywą roślinną (rośliny wieloletnie, „zielone pola”),
3. przykrywanie pól na okres wczesnej wiosny materiałami mulczującymi,
4. przeznaczanie gleb pod rośliny późnego siewu lub sadzenia (kukurydza, ziemniak),
5. zalesianie lub zakrzaczanie wydm i gruntów zwydmionych na terenie gospodarstwa,
6. stosowanie uprawy bezorkowej (bez odwracania gleby) na gruntach szczególnie zagrożonych przez erozję wietrzną, a tam gdzie to umożliwia wyposażenie techniczne gospodarstwa wykonywanie również siewów bezpośrednich. Należy natomiast unikać stosowania narzędzi aktywnych, np. glebogryzarki.

Większość zabiegów agrotechnicznych chroniących glebę przed erozją wodną zapobiega również erozji wietrznej.

Ochrona gruntów rolnych

Degradacja fizyczna gleb polega na utracie określonej masy w wyniku procesów erozji wodnej i wietrznej oraz na pogorszeniu właściwości powietrzno-wodnych (zaskorupianie, zbitość, rozmywanie się gleby). Szczególnie groźna, bo nieodwracalna, jest strata masy gleby, częściowo tylko wyrównywana w procesie tworzenia gleby.

Tabela 1

Podstawowe elementy agrotechniki przeciwoerozyjnej i przeciwdziałającej zagęszczeniu gleby

Podstawowe zabiegi ogólne	Dodatkowe zabiegi	Zmianowanie	Specjalne zagospodarowanie zboczy
<p>1. Regulujące zagęszczenie gleby:</p> <ul style="list-style-type: none"> • wykonywanie uprawy przy optymalnej wilgotności gleby; • zmniejszenie liczby przejazdów – agregatowanie narzędzi; • stosowanie spulchniaczy śladów; <p>2. Ograniczające wpływ powierzchniowy:</p> <ul style="list-style-type: none"> • poprzecznostokowa uprawa roli i siew; • unikanie nadmiernego rozpylenia gleby; • okresowe spulchnianie podglebia (głęboszowanie) 	<p>Poprawiające trwałość struktury gleby:</p> <ul style="list-style-type: none"> • nawożenie organiczne i wapnowanie; • preferowanie bezorkowej uprawy roli – narzędzia spulchniające (grubery, brony obrotowe,) bez odwracania roli, z okresowym spulchnianiem podglebia; • mulczowanie powierzchni gleby resztkami poźniowymi i międzyplonami 	<p>Dążenie do ciągłego utrzymania gleby pod okrywami roślinnymi:</p> <ul style="list-style-type: none"> • zwiększenie udziału międzyplonów; • mulczowanie gleby międzyplonami z roślin jarych; • uprawa międzyplonów ozimych na zielony nawóz pod rośliny jare późnego siewu; • zwiększenie udziału w zasiewach roślin pastewnych wieloletnich; • ograniczenie udziału w zasiewach roślin wysiewanych w szerokie rzędy; • wysiewanie traw w międzyrzędzia kukurydzy 	<p>Urządzanie terenów erodowanych:</p> <ul style="list-style-type: none"> • dostosowanie sposobu użytkowania do spadku terenu (g.o., u.z.), zadrzewienia; • odpowiednie rozmieszczenie dróg; • zmniejszenie wielkości pól i poprzecznostokowy ich układ; • przemienne rozmieszczenie upraw sprzyjających i ograniczających nasilenie erozji; • ewentualne tworzenie tarasów

Źródło: Fotyma M., Kuś J., 1997 (2).

Uważa się, że strata masy gleby w ilości 1 tony z ha na rok w wyniku procesów erozyjnych może w przeciągu 50-100 lat doprowadzić do całkowitej degradacji profilu glebowego. Degradacja chemiczna polega na stratach składników pokarmowych roślin, nagromadzeniu się substancji szkodliwych oraz na zakwaszaniu i zasoleniu gleby. Procesy te prowadzą do zmniejszania żyzności gleby, czyli ograniczania jej zdolności do wydawania dużych i dobrej jakości plonów o pożądanych cechach jakościowych. W warunkach glebowo-klimatycznych Polski szczególnie nasilony i groźny jest proces zakwaszania gleb, natomiast proces ich zasolenia nie odgrywa większej roli. Degradacja biologiczna obejmuje procesy zmniejszania się zawartości substancji organicznej (węgla organicznego) oraz niekorzystne zmiany w składzie mikroflory i mikrofauny glebowej. W składzie mikroflory i mikrofauny zaczynają przeważać mikroorganizmy szkodliwe dla roślin nad mikroorganizmami pożytecznymi (np. bakteriami wią-

zającymi azot z powietrza). Wszystkie opisane procesy degradacji prowadzą do zmniejszenia się żyzności gleby. Zmniejsza się również środowiskowa rola gleby, polegająca na magazynowaniu wody i składników mineralnych oraz na zapobieganiu ujemnym skutkom nagromadzenia się substancji szkodliwych dla roślin, zwierząt i ludzi. Ochrona gleby jest szczególnym obowiązkiem rolnika, dla którego stanowi ona warsztat pracy i podstawę utrzymania. Ochrona gleb wymaga jednak świadomości ekologicznej i prawnej całego społeczeństwa. Urządzanie obszarów wiejskich i zarządzanie tą przestrzenią w skali makro, jak i na poziomie pojedynczego pola musi być podporządkowane zasadom rozwoju zrównoważonego, zawartym w Kodeksie Dobrej Praktyki Rolniczej (9), które informując co jest dozwolone lub zabronione zapobiegają popełnianiu błędów i kształtują właściwą postawę rolników wobec obowiązującego prawa oraz uczą, jak ograniczać ujemne oddziaływanie rolnictwa na środowisko.

Podsumowanie

Agrotechnika przeciwoerozyjna jest niezbędnym czynnikiem zagospodarowania rolniczej przestrzeni produkcyjnej, jej kształtowania, zwiększania produktywności pól, ochrony gruntów przed erozyjną degradacją i dewastacją. Zabiegi agrotechniki przeciwoerozyjnej stanowią najtańszy sposób kształtowania i utrzymywania optymalnego bilansu wodnego rolniczej przestrzeni produkcyjnej. Podstawą do uzyskania takiego efektu jest jak najpełniejsze i utrzymujące się w jak najdłuższym czasie pokrycie powierzchni gleby zwartą roślinnością.

Zabiegi agrotechniki przeciwoerozyjnej należy stosować na gruntach z erozją umiarkowaną lub jako zabieg dopełniający na gruntach bardziej erodowanych (począwszy od erozji średniej). Podstawowym zabiegiem jest poprzecznostokowa orka jesienna, zmniejszająca kilkakrotnie nasilenie erozji i równocześnie zwiększająca zapasy wody w glebie, przyczyniając się w efekcie końcowym do zwiększenia plonów. Równolegle z uprawą poprzecznostokową należy stosować poprzecznostokowy układ siewu i sadzenia.

Termin siewu, zwłaszcza ozimin, powinien być możliwie wczesny, ponieważ wtedy zapewnia dobre ukorzenie i rozkrzewienie roślin, a przez to lepszą przeciwoerozyjną ochronę gleby. Nawożenie gleb w terenach erodowanych powinno być zróżnicowane na poszczególnych elementach rzeźby, ze względu na wyraźne odrębności siedliskowe. Szczególnie wskazane są tam nawozy naturalne.

Odpowiedni dobór i następstwo roślin w płodozmianie stanowi kolejne podstawowe ogniwo w systemie agrotechniki przeciwoerozyjnej. Największe właściwości przeciwoerozyjne mają trawy i ich mieszanki z roślinami motylkowatymi oraz wieloletnie rośliny motylkowate. Gatunki jednoroczne charakteryzują się mniejszymi zdolnościami ochronnymi, przy czym ozime – żyto i rzepak, a następnie pszenica i jęczmień lepiej chronią glebę przed erozją niż zboża jare. Zmianowanie roślin w terenach podlegających erozji wodnej powinno być różne na poszczególnych elementach stoku. Na wierzchołkach można stosować płodozmiany dowolne, na zboczach płodozmiany z prze-

wagę gatunków glebochronnych, na podnóżach płodozmiany intensywne, z dwuletnią uprawą roślin dobrze chroniących glebę, a w dolinach płodozmiany z nasileniem upraw na zieloną masę.

Niezbędnymi zabiegami agrotechniki przeciwoerozyjnej są te, które regulują zagęszczenie podglebia, tj. głęboszowanie, stosowanie spulchniaczy śladów, agregatowanie narzędzi zmniejszające liczbę przejazdów do niezbędnego minimum. Jednymi z najefektywniejszych sposobów ochrony gruntów ornych zmniejszających procesy erozji gleb jest bezorkowa uprawa roli oraz mulczowanie powierzchni gleby resztkami poźniwnymi.

Literatura

1. E m b l e t o n a C., T h o r n e s a J.: Geomorfologia dynamiczna. PWN Warszawa, 1985.
2. F o t y m a M., K u ś J.: Oddziaływanie rolnictwa na środowisko glebowe. Mat. Konf. Nauk. „Ochrona i wykorzystanie rolniczej przestrzeni produkcyjnej Polski”. IUNG Puławy, 1997, **K (12/1)**: 155-171.
3. G i l E.: Monitoring obiegu wody i spłukiwania na stoku. Bibl. Monit. Środ., Warszawa, 1994.
4. J ó z e f a c i u k A., J ó z e f a c i u k C z.: Ochrona gruntów przed erozją. Poradnik dla władz administracyjnych i samorządowych. IUNG Puławy, 1999.
5. J ó z e f a c i u k A., J ó z e f a c i u k C z.: Mechanizm i wskazówki metodyczne badania procesów erozji. Bibl. Monit. Środ., Warszawa, 1996.
6. J ó z e f a c i u k C z., J ó z e f a c i u k A.: Erozja i melioracje przeciwoerozyjne. Bibl. Monit. Środ., Warszawa, 1996.
7. J ó z e f a c i u k A., J ó z e f a c i u k C z.: Ochrona gruntów przed erozją. Bibl. Monit. Środ., Warszawa, 1996.
8. K l i m a s z e w s k i M.: Geomorfologia. PWN Warszawa, 1978.
9. Kodeks Dobrej Praktyki Rolniczej. Red. I. Duer, M. Fotyma, A. Madej. MRiRW – MŚ, Warszawa, 2002.
10. N i e w i a d o m s k i W.: System gospodarki w zlewni mazurskiej w świetle 10-letnich (1954–1964) badań Wyższej Szkoły Rolniczej w Olsztynie. Zesz. Nauk. WSR Olsztyn, 1964, **17(2)**: 323.
11. Z a c h a r D.: Soil erosion. Developments in soil science 10. Elsevier, Amsterdam, Oxford, New York, 1982.
12. Z i e m n i c k i S.: Ochrona gleb przed erozją. PWRiL Warszawa, 1978.

Adres do korespondencji:

dr Bogusław Podolski
Zakład Gleboznawstwa Erozji i Ochrony Gruntów
IUNG-PIB
ul. Czartoryskich 8
24-100 Puławy
tel.: (081) 886-34-21, w. 330
e-mail: bpodol@iung.pulawy.pl

Franciszek Woch

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

URZĄDZENIOWE METODY ZMNIEJSZANIA ZAGROŻENIA EROZYJNEGO GLEB*

Wstęp

Wydaje się właściwe, aby rozważania na temat urządzeniowych metod ochrony przeciwerozyjnej gleb na obszarach wiejskich rozpocząć od zdefiniowania podstawowych pojęć, gdyż w różnych opracowaniach są one różnie określane. Najodpowiedniejsze będą definicje najczęściej stosowane lub tzw. encyklopedyczne.

Obszary wiejskie – jest to całość terenów pozamiejskich kraju z wyłączeniem uprzemysłowionych terenów poza granicami miasta (3).

Rozwój obszarów wiejskich – to przemiany dokonujące się na obszarach wiejskich w sposób kompleksowy, zmierzające do poprawy stanu istniejącego (42). Polega on na umiejętnym wkomponowywaniu w wiejską przestrzeń coraz to nowszych funkcji pozarolniczych, tj. na różnicowaniu gospodarki wiejskiej, a więc odejściu od monofunkcyjności (produkcja surowców rolniczych) na rzecz tworzenia nowych funkcji pozarolniczych (34).

Przemiany strukturalne na obszarach wiejskich – to całokształt dokonujących się przemian na obszarach wiejskich ze stanu istniejącego na nowy, obejmujący elementy o zasadniczym znaczeniu dla tych obszarów. Przeobrażenia te zmieniają układ i wzajemne relacje elementów je charakteryzujących (struktura użytkowania gruntów, krajobraz, system zabudowy wsi, struktura agrarna, ukształtowanie rozłogów gruntów, zagadnienia demograficzne, stan uzbrojenia w wiejską infrastrukturę komunalną itp.) stanowiących wzajemnie powiązaną całość (34).

Scalanie gruntów – jest to zespół działań projektowych i technicznych, których celem jest tworzenie korzystniejszych warunków gospodarowania w rolnictwie przez poprawę struktury obszarowej gospodarstw rolnych, racjonalne kształtowanie rozłogów gruntów (powierzchni uprawianych gruntów), dostosowanie granic nieruchomości do systemu urządzeń melioracji wodnych, dróg oraz rzeźby terenu (3, 31).

* Opracowanie wykonano w ramach zadania 1.4 w programie wieloletnim IUNG - PIB

Granica rolno-leśna – stanowi ją linia zamykająca kontur gruntowy, określający aktualny lub perspektywiczny sposób rolniczego lub leśnego użytkowania gruntów (39, 40).

Urządzanie obszarów wiejskich – jest to zespół planowanych zabiegów (technicznych i organizacyjnych) uwzględniający uwarunkowania przyrodnicze, ekonomiczne, prawne i społeczne, mające na celu dostosowanie struktury przestrzennej obszaru do potrzeb racjonalnej organizacji rolniczej przestrzeni produkcyjnej (3). W ramach prac urzędniowych oprócz scalania gruntów realizowane są takie zabiegi, jak: utwardzanie dróg, melioracje wodne i przeciwoerozyjne, korekta granicy rolno-leśnej, budowa wodociągów, kanalizowanie, telefonizowanie, gazyfikowanie gospodarstw itp. W Polsce prace te na szeroką skalę są rozpoczynane, natomiast w krajach Europy Zachodniej (głównie w Austrii, Niemczech, Szwajcarii) są prowadzone od kilkudziesięciu lat w oparciu o ustawowe unormowania prawne (28, 34).

Melioracje przeciwoerozyjne (kompleksowe) – jest to całokształt ekotechnicznych zabiegów przeciwdziałających erozji na gruntach ornych, przyczyniających się do rekultywacji i zagospodarowania poerozyjnych nieużytków oraz ochrony i kształtowania krajobrazu (2).

Wejście Polski do struktur Unii Europejskiej oraz zmiany systemowe w naszym kraju spowodowały przemiany strukturalne zarówno w miastach, jak też na obszarach wiejskich. Obszary wiejskie w coraz większym zakresie pełnią inne pozarolnicze funkcje, takie jak: usługowa, mieszkaniowa, ekologiczna czy rekreacyjna. Obserwowany jest proces, powszechnie występujący w tzw. „starych krajach Unii”, przemieszczania się społeczeństw (bardziej zamożnych) z miast na przyległe do miast tereny wiejskie. Zaczynają się więc zatracać różnice w zewnętrznym wyglądzie obszarów miejskich i wiejskich, jak też w zainwestowaniu i uzbrojeniu w infrastrukturę techniczną (komunalną). Zmiany strukturalne z prawnego i technicznego punktu widzenia są możliwe w wersji realizacji każdego czynnika odrębnie, lecz kompleksowo na szeroką skalę tylko w procesie urządzania obszarów wiejskich, czego dowiedziono w „starych krajach Unii” przy ich dokonywaniu od lat 70. ubiegłego stulecia (28, 32, 34). W procesie tym, na bazie procesu scalania gruntów, dokonywana jest kompleksowa przebudowa – restrukturyzacja – objętego postępowaniem obszaru, którego głównym zadaniem jest ustalenie i wprowadzenie do realizacji docelowego, często innego sposobu wykorzystania terenu (m.in. zalesianie części gruntów rolniczych).

Zakresy prac wykonywanych w procesie urzędniowym mogą być różne: od klasycznego scalania gruntów aż po kompleksowy rozwój danego obszaru dokonywany na bazie procesu scaleniowego (tab. 1). Dodać tu należy, że tempo przemian strukturalnych na obszarach wiejskich będzie corocznie wzrastało, gdyż oczekuje tego społeczność wiejska, przeznaczane są na ten cel dość duże unijne środki finansowe oraz wprowadzane w Polsce, dyrektywami unijnymi, reguły tego postępowania.

Ponieważ rzeźba terenu oraz związana z nią erozja gleb wpływa bezpośrednio niekorzystnie na kształtowanie rozłogu gruntów oraz jakość gleb (37), powinna być uwzględniana w procesie urządzania obszarów wiejskich. Niestety, mimo istniejących

unormowań prawnych w Polsce nie stosowano dotychczas na szeroką skalę żadnych przedsięwzięć ograniczających procesy erozyjne (35).

Celem opracowania było przedstawienie metod ochrony gleb przed erozją wskazanych i zarazem możliwych przy realizacji procesu urządzeniowego.

Metodyka badań

W opracowaniu wykorzystano metody ochrony gleb przed erozją podawane w literaturze dotyczącej erozji gleb oraz zarządzania obszarów wiejskich. Ważne źródło informacji stanowiły również wyniki badań własnych autora. Zakres analizy jest wyznaczony dostępnością oraz stopniem ich aktualności.

Zakres prac urządzeniowych oraz ich skutki ekologiczne przedstawiono na podstawie badań własnych na obszarze wybranych gmin: Wąwolnica, Mircze i Steżyca w woj. lubelskim oraz gminy Koronowo w woj. kujawsko-pomorskim, których wyniki są zawarte w cytowanych publikacjach.

W niniejszej publikacji wykorzystano wyniki badań IUNG w latach 1991–2000, które prowadzono w ramach:

- działalności statutowej realizując temat badawczy 4.6 „Opracowanie zasad kompleksowego zarządzania terenów urzeźbionych” (1991–2000),
- projektu badawczego zamawianego przez wojewodę lubelskiego (PBZ-018-05) pt. „Kompleksowy program aktywizacji i rozwoju gminy leżącej w obszarze chronionym na przykładzie gminy Wąwolnica w woj. lubelskim” (1996–1998),
- projektu PHARE (P9312-05-05) zamawianego przez Ministra Rolnictwa i Gospodarki Żywnościowej pt. „Poprawa systemu scaleń gruntów w Polsce” (1997–1998) oraz obecnie realizowanego zadania 1.4 „Analiza zmian w gospodarowaniu ziemią oraz ocena przekształceń strukturalnych na obszarach wiejskich” w wieloletnim programie IUNG-PIB.

Wyniki badań

Podstawowym elementem badań jest analiza danych zawartych w tabelach 1 i 2. Dają one odpowiedź na pytanie jakie elementy wchodzą w zakres zarządzania obszarów wiejskich oraz które z nich oddziałują pozytywnie bądź negatywnie na nasilenie procesu erozji gleb. Z danych zawartych w tabeli 1 wynika, że analizą szczegółową należy objąć przedsięwzięcia urządzeniowe przewidziane w kompleksowym (rozszerzonym) scalaniu gruntów. Zawierają one te elementy, które całościowo kształtują przestrzeń wiejską. Są to:

- scalanie gruntów – tworzenie działek gruntów użytkowanych rolniczo bądź leśnie, większych, o odpowiednich kształtach i bliżej siedlisk;
- rozmieszczanie dróg rolniczych, głównie odpowiednie ich wkomponowanie w rzeźbę terenu, wraz ze sposobem ich utwardzenia i przeciwoerozyjnego zabezpieczenia;

Tabela 1

Porównanie prac wykonywanych przy różnym zakresie realizacji urzędzenia obszarów wiejskich

Wyszczególnienie zakresu prac	Scalanie gruntów	Kompleksowe scalanie gruntów	Urządzenie obszaru wiejskiego	Rozwój obszaru wiejskiego*
Scalanie gruntów	++	++	++	++
Rozmieszczenie dróg rolniczych	++	++	++	++
Utwardzanie dróg osiedlowych i rolniczych		+	++	++
Transformacja użytków, głównie korekta granicy rolno-leśnej		++	++	++
Melioracje wodne z rekonstrukcją luster wody		+	++	++
Melioracje przeciwerozyjne i rekultywacja terenu	+	++	++	++
Rozmieszczenie terenów budowlanych		++	++	++
Zaopatrzenie gospodarstw w wodę			++	++
Kanalizowanie i oczyszczanie ścieków			++	++
Utylizacja nieczystości stałych			++	++
Telefonizacja instytucji i gospodarstw			++	++
Gazyfikacja instytucji i gospodarstw			++	++
Rozwój lokalnego przemysłu rolno-spożywczego			++	++
Turystyka i wypoczynek			++	++
Ochrona środowiska (przyrody)		+	++	++
Renowacja zabytków			+	++
Odnowienie wsi (zabudowań, terenów)				++

++ zadania realizowane w pełnym zakresie

+ zadania realizowane częściowo

* zakres zadań realizowany w procesie rozwoju obszarów wiejskich w większości krajów Unii Europejskiej

Źródło: Woch F., 2006 (34).

- transformacja (konwersja) użytkowania gruntów, głównie korekta przebiegu granicy rolno-leśnej oraz zmiana gruntów ornych na użytki zielone lub odwrotnie;
- melioracje wodne z rekonstrukcją luster wody;
- melioracje przeciwerozyjne, uwzględniające inne elementy niż zawarte w tym zestawieniu, łącznie z rekultywacją zdewastowanego terenu;
- rozmieszczanie terenów budowlanych, uwzględniające tereny pod wszelkie inwestycje lokalizowane na terenach wiejskich;
- ochrona środowiska i przyrody, uwzględniająca zadania związane z lokalizacją przestrzenną przedsięwzięć z tego zakresu.

Realizacja powyższych przedsięwzięć pozwala na kompleksowe zagospodarowanie przestrzeni wiejskiej, w tym rolniczej, oraz na uwzględnienie problematyki ochrony przeciwerozyjnej gleb w pełnym zakresie. Dane podane w tabeli 2 zawierają klasyfikację poszczególnych elementów kompleksowego scalania, zawartych w instrukcji scaleniowej (5) pod względem ich wpływu na środowisko. Można je podzielić na trzy grupy:

Tabela 2

Określenie przewidywanego oddziaływania na środowisko analizowanych przedsięwzięć możliwych do realizacji w procesie scaleniowym

Lp.	Rodzaj przedsięwzięcia	Wpływ na środowisko				
		bardzo korzystny	korzystny	obojętny	niekorzystny	bardzo niekorzystny
1.	Zwiększenie powierzchni działek			Xa)	Xa)	Xa)
2.	Zmiany w układzie komunikacyjnym		Xa)	Xa)	Xa)	
3.	Zmiany granic wsi lub gminy			X		
4.	Ustalenie obszarów wyłączonych ze scalenia			X		
5.	Propozycja zmian – zalesianie gruntów	XXb)	XXb)			
6.	Tworzenie pasów wiatrochronnych		XX			
7.	Tworzenie zabezpieczeń przeciwe-rozyjnych	XX	XX			
8.	Utrzymanie i ochrona zadrzewień przeciwdziałających zjawiskom erozji	XX	XX			
9.	Zmniejszenie w/w zadrzewień bądź wylesianie terenu				XXb)	XXb)
10.	Korekta przebiegu istniejących kanałów i rowów melioracyjnych		X	X	X	
11.	Rekultywacja gruntu zdewastowanego	XX	XX			
12.	Realizacja ciągów pieszych i przejść		XX	X		
13.	Lokalizacja gruntów wielkoobszarowych				XXa)	Xa)
14.	Urządzenie dróg transportu rolnego		X	X	X	
15.	Lokalizacja terenów budowlanych		X	X	X	
16.	Lokalizacja terenów ekologicznych	XX	XX			
17.	Propozycja zmian – zadarnienie gruntu	XX	XX			
18.	Lokalizacja zbiorników wodnych z przyległymi terenami ekologicznymi bądź rekreacyjnymi	XX	XX			

X – istotne oddziaływanie danego czynnika pozytywne bądź negatywne

XX – bardzo duże oddziaływanie danego czynnika pozytywne bądź negatywne

a) w przypadku prowadzenia scalenia bez uwzględnienia pozostałych zabiegów zawartych w punktach 3-12 i 14-16

b) za działanie korzystne uznaje się też takie, w którym powierzchnia przewidziana do zalesienia jest większa co najmniej 5-krotnie od powierzchni przewidzianej do wylesienia w ramach kształtowania granicy rolno-leśnej

Źródło: Instrukcja scaleniowa, § 37 (5).

- pierwsza – zawierająca działania wpływające niekorzystnie, są to: zwiększanie powierzchni działek, zmniejszanie zadrzewień bądź wylesianie terenu oraz lokalizacja gruntów gospodarstw wielkoobszarowych z bardzo dużymi działkami;

- druga – zawierająca działania wpływające korzystnie na środowisko; są to: lokalizacja terenów pod zalesienie lub zadarnienie gruntów, tworzenie pasów wiatrochronnych i zabezpieczeń przeciwoerozyjnych, utrzymanie i ochrona zadrzewień przeciwdziałających zjawiskom erozji, rekultywacja gruntu zdewastowanego oraz lokalizacja zbiorników wodnych i terenów ekologicznych bądź rekreacyjnych. Są to działania kompensujące przedsięwzięcia niekorzystnie wpływające na środowisko. Dodać tu należy, że w procesie scaleniowym jest przewidywana przestrzenna lokalizacja powyższych przedsięwzięć (5), zaś ich realizacja następuje w odrębnym postępowaniu – zagospodarowaniu poscaleniowym. Natomiast w procesie urzędzeniowym obie części stanowią jedną całość projektowo-wykonawczą.
- trzecia – zawierająca przedsięwzięcia o niewielkim wpływie na środowisko; są to: lokalizacja terenów budowlanych, urządzenie dróg transportu rolnego, ciągów pieszych i przejść. Lokalizację dróg transportu rolnego można zaliczyć do działań o niewielkim wpływie na środowisko, w tym na erozję gleb, jednak pod warunkiem, że będą uwzględnione zasady przeciwoerozyjnej ochrony gleb.

Uwzględniając powyższe, do uszczegółowionych analiz przewidziano następującą grupę zagadnień urzędzeniowych mających istotny wpływ na nasilenie procesu erozyjnego:

1. rozmieszczenie działek,
2. rozmieszczenie dróg rolniczych,
3. transformacja (konwersja) sposobu użytkowania gruntów,
4. melioracje wodne,
5. ochrona środowiska i przyrody.

Rozmieszczenie działek rolniczych

Bardzo ważnym elementem do uwzględnienia w procesie urzędzeniowym (scaleniowym) jest rozmiar, kształt i układ projektowanych działek. Powszechnie wiadomo, że powiększenie działek wpływa stymulująco na nasilenie procesu erozyjnego (18). Propozycje ograniczeń rozmiarów oraz układu działek na terenach o różnym nasileniu procesów erozyjnych zawiera tabela 3, a propozycje ograniczeń powierzchniowych przedstawiono na rysunku 1. Rozmiary zaprojektowanych w procesie urzędzeniowym działek, nieprzekraczające zawartych w niej wartości granicznych oraz ich układ, nie powinny nasilić procesów erozyjnych. Przedstawione w tabeli 3 propozycje rozmiarów działek są wynikiem korekty autora propozycji rozmiarów przedstawionych przez J ó z e f a c i u k a i K o b y ł e c k i e g o (11). Cytowani autorzy zaproponowali bardziej zaostrome kryteria, których przestrzeganie wymagałoby nie scalania gruntów, a parcelacji istniejących małych działek (średnio 0,5-0,6 ha) na jeszcze mniejsze.

Bardzo ważnym zagadnieniem jest właściwe wkomponowanie projektowanych działek w rzeźbę terenu. Podstawową regułą sugerowaną przez autorytety z dziedziny erozji gleb (J ó z e f a c i u k o w i e (7-11), Z i e m n i c k i (43), K o r e l e s k i

Tabela 3

Układy i wymiary działek na scalanych terenach wyżynnych

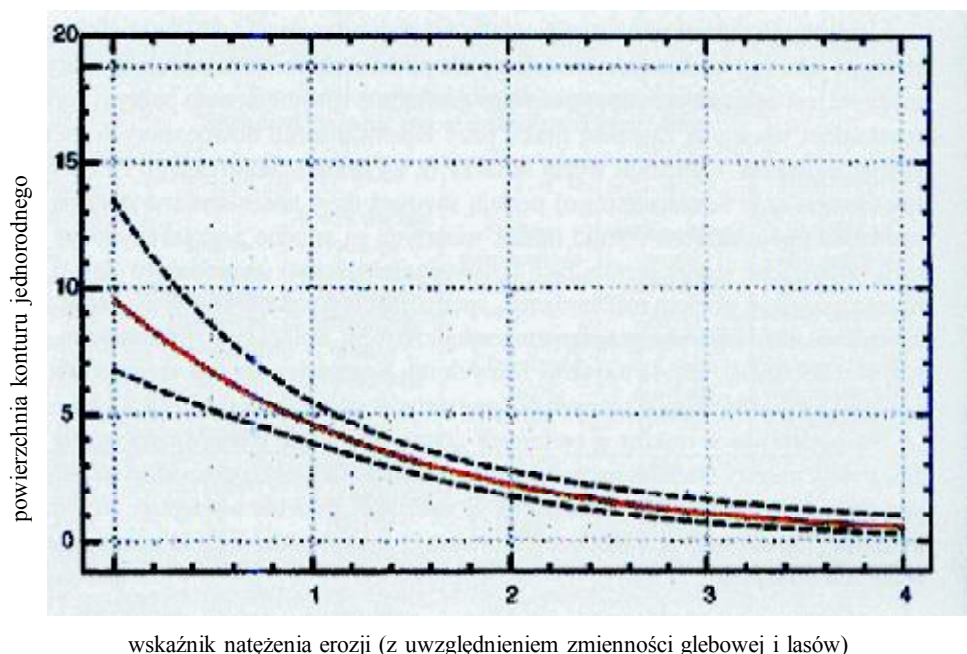
Układ działek	Rozmiary działek według stopni erozji lub nachylenia terenu*				
	słaba (do 3°)	umiarkowana (3-6°)	średnia (6-10°)	silna (10-15°)	bardzo silna (pow. 15°)
Poprzecznostokowy	bez ograniczenia długości i szerokości	bez ograniczenia długości i szerokości	bez ograniczenia długości, szerokość do 70 m	bez ograniczenia długości, szerokość do 50 m	bez ograniczenia długości, szerokość do 25 m
Poprzecznostokowy	jak wyżej	jak wyżej	bez ograniczenia długości, szerokość do 60 m	bez ograniczenia długości, szerokość do 40 m	niewskazany
Skośnostokowy	jak wyżej	długość do 200 m, szerokość bez ograniczenia	długość do 100 m, szerokość do 50 m	niewskazany	niedopuszczalny
Wzdłużstokowy	jak wyżej	długość do 150 m, szerokość bez ograniczenia	niewskazany	niedopuszczalny	niedopuszczalny

* w warunkach małej zmienności gleb układ i wymiary działek można projektować z uwzględnieniem stopnia nachylenia terenu

Źródło: Woch F., 2002 (33) na podstawie opracowania Cz. Józefaciuka i A. Kobyłeckiego (11) oraz Cz. i A. Józefaciuków (10).

(17)) do praktycznego zastosowania, to poprzecznostokowy układ działek o szerokości uzależnionej od nachylenia terenu; im nachylenie większe, tym mniejsza ich szerokość. Praktyka dokonała częściowej weryfikacji wyników badań odnośnie poprzecznostokowych działek, tzw. pól wstęgowych. Zakładane w latach 60. i 70. ubiegłego stulecia pilotażowo pola wstęgowe nie spełniły oczekiwań autorów i rolników. Obecnie znaczna ich część jest w stanie odłogowania. Są tego dwie podstawowe przyczyny:

- pierwsza, to bardzo wąskie pola wstęgowe zakładane w okresie mechanizacji konnej prac polowych nie są przystosowane do powszechnej obecnie mechanizacji ciągnikowej i kombajnowej. Szerokość działek nie odpowiada krotności szerokości podstawowego sprzętu do uprawy i zbioru, co podraża znacznie koszty produkcji. Ponadto mimo starasowania tych działek na niektórych odcinkach spadki poprzeczne mogą być większe od dopuszczalnych, przewidzianych Rozporządzeniem Ministra Rolnictwa dotyczącym pracy na skłonach (do 12° dla pracy ciągnikiem lub do 10° dla pracy kombajnem, 26). Praca sprzętem mechanicznym na tych działkach stwarza zagrożenie bezpieczeństwa dla osób pracujących.
- druga, to negatywny skutek wprowadzania roślinności drzewiastej lub krzewiastej na miedzach. Ich ujemne oddziaływanie na średnią odległość odpo-



wskaźnik natężenia erozji (z uwzględnieniem zmienności glebowej i lasów)

Rys. 1. Wpływ natężenia erozji gleb (z uwzględnieniem zmienności glebowej i lasów) na wielkość jednorodnych kompleksów glebowo-uprawowych

Źródło: Woch F., 2002 (33).

wiadającą wysokości drzew lub krzewów jest przyczyną ujemnych efektów ekonomicznych produkcji (33, 39).

Innym bardzo istotnym problemem w postępowaniu urządzeniowo-rolnym jest kierunek sytuowania działek względem rzeźby terenu. Powszechnie zalecana reguła, to wymóg poprzecznostokowego układu działek i pól (11, 43). Na zastosowanie tej reguły jako powszechnej często nie godzą się właściciele gruntów. Przy skupionym lub liniowym systemie zabudowy szerokość większości działek jest zbyt mała (nie przekracza 50 m), niepozwalająca na uprawę poprzecznostokową, a projektowanie tuż za zabudowaniami takiego układu działek podważa zasady sprawiedliwości społecznej, gdyż wówczas jeden rolnik będzie miał grunty tuż za zabudowaniami własnymi i sąsiada, zaś inny w znacznej od nich odległości. Podobna sytuacja występuje wzdłuż lasów, szczególnie zlokalizowanych na terenach o dużym nachyleniu. Z powodu negatywnego oddziaływania lasów na uprawy rolnicze w strefie przyleśnej rolnicy nie godzą się na propozycje otrzymania działki na stoku wzdłuż lasu.

Optymalnym rozwiązaniem możliwym do zaakceptowania przez ludzi nauki i praktyki są takie oddziaływani, jak: skracanie długości pól wzdłużstokowych na obszarach do 12° oraz zmiana sposobu użytkowania z gruntów ornych na użytek zielony lub leśny o spadkach większych.

Rozmieszczenie dróg rolniczych

Rozwój gospodarczy spowodował wzrost motoryzacji, w tym również wykorzystywanej do prac polowych. Obecnie konna mechanizacja prac polowych jest w zániku na rzecz powszechnie stosowanej mechanizacji ciągnikowej, z powszechnym wykorzystaniem kombajnów do zbioru ziemiopłodów. Stwarza to konieczność lokalizacji i budowy nowych dróg publicznych i rolniczych oraz modernizacji już istniejących, wykorzystywanych w rolnictwie. Szczególnie dotyczy to obszarów o zróżnicowanej rzeźbie, gdzie sieć dróg rolniczych oprócz zaspokajania potrzeb komunikacyjnych powinna stanowić estetyczny komponent otaczającego krajobrazu i stanowić jeden z elementów melioracji przeciwoerozyjnych (4, 8, 22, 23, 42).

Z przeprowadzonych przez N o w o c i e n i a (42) badań wynika, że stosowany dotychczas nieformalny (brak ustawy o drogach rolniczych) podział funkcjonalny dróg do obsługi gospodarstw rolniczych jest właściwy i powinien być usankcjonowany prawnie. Aktualnie większość sieci dróg rolniczych zapewnia poprawną komunikację pomiędzy rozłogiem gruntów uprawnych a siedliskiem. Jest ona podzielona pod względem funkcji na drogi rolnicze: główne, zbiorcze i polowe – technologiczne. Główne drogi rolnicze zbierające transport z dróg polowych i zbiorczych są przeważnie połączone z drogami publicznymi, gminnymi i osiedlowymi. W wielu przypadkach funkcję dróg głównych pełnią drogi gminne i osiedlowe. Zbiorcze drogi rolnicze tworzą sieć zapewniającą połączenia dróg bezpośredniej obsługi pól z drogami głównymi i osiedlowymi. Drogi zbiorcze mogą pełnić także funkcje dróg głównych. Polowe drogi rolnicze służą do bezpośredniej obsługi działek i pól uprawnych wynikającej z technologii produkcji rolniczej.

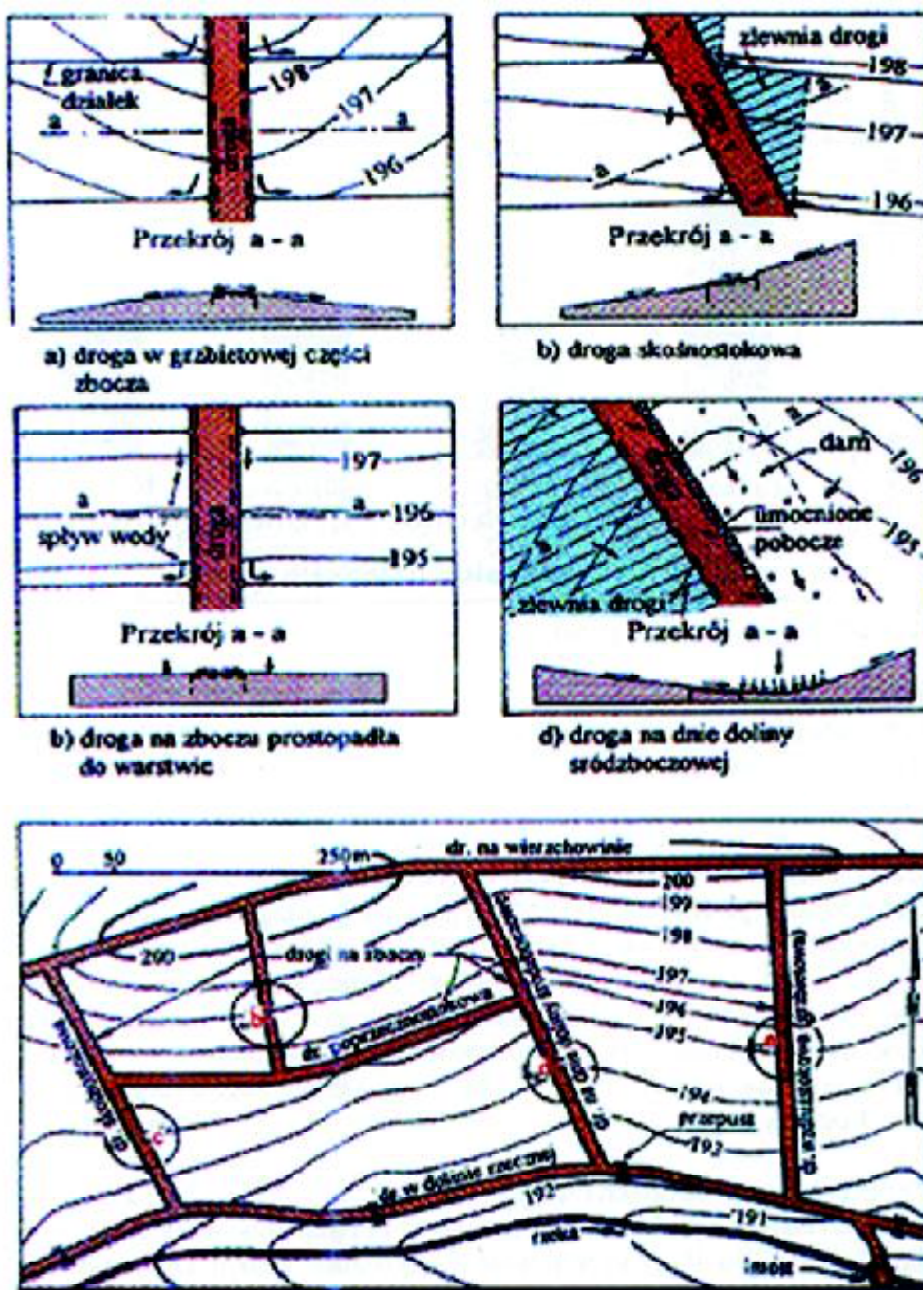
Wyniki badań IUNG (42) pozwalają stwierdzić, że na stokach o nachyleniu do 6% istniejące drogi nie wymagają korekty przebiegu ze względu na nachylenie terenu; mogą też być dowolnie projektowane w procesie urządzeniowym (scaleniowym), ale przy spadku niwelety powyżej 4% powinny już być utwardzane, z wykonaniem specjalnie umocnionych urządzeń do odprowadzania wody ze spływów powierzchniowych, gdyż przy nawierzchni gruntowej mogą przekształcać się w wąwozy.

Przy nachyleniach 6-14% drogi nowo projektowane wymagają już odpowiedniej lokalizacji; należy je sytuować w grzbietowej części zbocza lub na lokalnych wododziałach o mniejszej koncentracji wód powierzchniowych (rys. 2). Na tak zlokalizowanych drogach nie stwierdzano zniszczeń powodowanych przez procesy erozyjne.

Szczegółowe kryteria kształtowania dróg w terenach urzeźbionych zawierają opracowania K u k i e ł k i i N o w o c i e n i a (19, 22, 23).

Transformacja użytkowania gruntów

Z ekologicznego punktu widzenia można wyodrębnić, jako główne, trzy kategorie użytków gruntowych: orne (polowe), zadarnione (łąki i pastwiska) i zadrzewione (leśne). Stanowią one mozaikę uwarunkowaną rzeźbą terenu, rodzajem gleb i ich uwilgotnieniem oraz potrzebami gospodarczymi. W krajobrazie każdy użytek powinien



Rys. 2. Propozycje lokalizacji dróg w rzeźbie terenu
 Źródło: Nowocien E., 1997 (23).

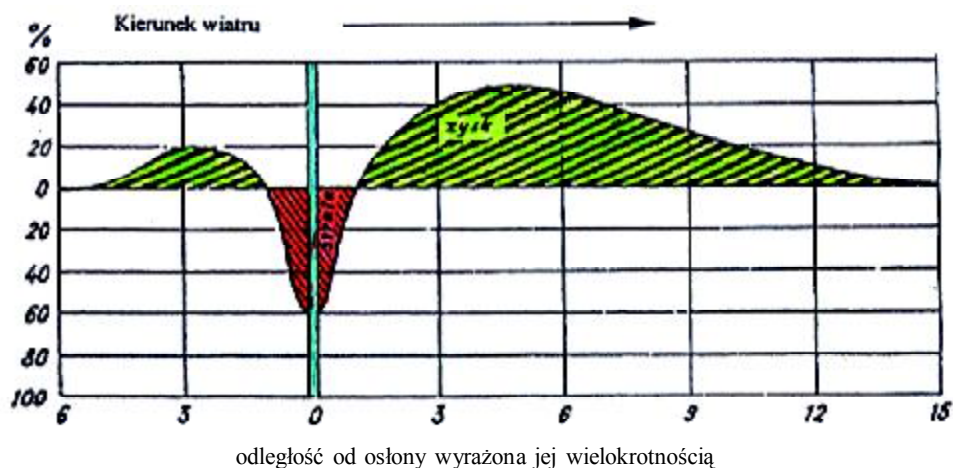
zajmować właściwe sobie miejsce (1). Zadaniem procesu transformowania (konwersji) użytkowania gruntów jest dostosowanie docelowego sposobu ich użytkowania do aktualnych i perspektywicznych uwarunkowań.

Wpływ lasów i zadrzewień na uprawy rolnicze oraz kształtowanie rozłogów gruntów

Istotne znaczenie posiadają relacje między użytkami. Nauka uważa, że lasy i zadrzewienia oddziałują korzystnie zarówno na mikroklimat, jak i na plonowanie roślin (30, 33). Powszechnie znany jest również korzystny wpływ zadrzewień i zalesień na stan ekologiczny agrocenoz (20, 30). Natomiast opinie rolników wskazują na istotnie negatywny wpływ sąsiedztwa lasów i zadrzewień, a nawet pojedynczych drzew, na plonowanie roślin uprawnych.

Korzystny wpływ lasów i zadrzewień na produkcję rolną nie został dotychczas jednoznacznie wyjaśniony, natomiast wpływ ujemny wyrażony obniżką plonów roślin uprawianych w bezpośrednim sąsiedztwie lasów i zadrzewień jest łatwo zauważalny. Ponieważ ogólne opinie na ten temat są mało przydatne do wykorzystania w pracach urządzeniowych, dlatego przeprowadzono w IUNG szczegółowe badania (25, 30). Pozwoliły one na dokonanie oceny bezpośredniego wpływu lasów lub zadrzewień na produkcję rolną, które wskazują jednoznacznie, że bezpośrednie sąsiedztwo drzew oddziałuje wyraźnie ujemnie na uprawy rolne (rys. 3). Plony upraw rolniczych tuż przy drzewach są bardzo niskie, następnie wzrastają wraz z przechodzeniem do odległości odpowiadającej kilkakrotnej wysokości drzew – zasłony – po stronie odwietrznej i wysokości kilkunastokrotnej po stronie zawietrznej.

Ocena skali zmienności plonu w zależności od zadrzewienia jest niezmiernie potrzebna dla wyznaczania granicy rolno-leśnej, która jest najczęściej kształtowana



Rys. 3. Ocena wpływu lasów i zadrzewień na produkcję rolną

Źródło: Tałałaj Z., 1997 (30).

w procesie kompleksowego scalania gruntów. Jej przebieg jest uwarunkowany wysokością bezwzględną drzew lub krzewów, nachyleniem terenu, warunkami glebowymi oraz wodnymi. Powinna ona być optymalnie dostosowana do warunków przyrodniczych, zwłaszcza rzeźby terenu i jakości gleb. Najczęściej przebiega ona bezładnie i luźno lub wcale nie nawiązuje do uwarunkowań naturalnych, tworząc niekorzystną dla rolnictwa szachownicę rolno-leśną. Szachownica rolno-leśna to nieprawidłowy układ w użytkowaniu gruntów, polegający na rozrzuceniu działek użytkowanych leśnie pomiędzy działki użytkowane rolniczo (fot. 1).

Szerokość strefy konfliktowej, tj. strefy konkurencji między roślinami leśnymi i rolnymi (zwanej również „efektem brzegu pola”), uzależniona jest od wielu czynników, w tym głównie od gatunku drzew, ich wysokości, ekspozycji lasów lub zadrzewień, przydatności rolniczej gleb, nachylenia terenu itp.

Rolnicy i geodeci doskonale wiedzą, że lasy i zadrzewienia będące w szachownicy z gruntami rolnymi oraz grunty nieposiadające uregulowanej granicy rolno-leśnej są podstawową przyczyną uniemożliwiającą tworzenie w procesie scaleniowym rozłóg gruntów uprawnych o optymalnych parametrach.

Wyniki badań P o d o l s k i e g o i W o c h a (25) wykazały, że istnieje istotny bezpośredni związek między oddaleniem upraw rolniczych od lasów (zadrzewień) a uzyskiwanymi na nich plonami. Plon zbóż uprawianych w bezpośrednim sąsiedztwie drzew wynosił 8-15% plonu średniego z łąnu (z wyłączeniem strefy bezpośredniego negatywnego oddziaływania drzew). Plonowanie roślin silnie wzrastało wraz ze zwiększeniem odległości do 1-1,5-krotnej wysokości drzew, po czym nieznacznie wzrastało lub wcale nie ulegało zmianie. Stwierdzono ponadto, że ujemny wpływ drzew zależał



Fot. 1. Przykład niekorzystnej dla rolnictwa szachownicy rolno-leśnej – fragment zdjęcia lotniczego
Źródło: Opracowanie własne.

od jakości i przydatności rolniczej gleb, gatunku uprawianego zboża, wysokości drzew oraz wystawy względem stron świata. Największe negatywne oddziaływanie drzew występowało na glebach najslabszych i dotyczyło odległości równej 1-2-krotnej (średnio 1,3-krotnej) wysokości drzew, w zależności od gatunku zboża i innych czynników. Najmniejszy ujemny wpływ drzew miał miejsce na glebach o dużej przydatności rolniczej i dotyczył pasa pola o szerokości równej 0,5-1-krotnej wysokości drzew (średnio 0,8). Większy zasięg ujemnego oddziaływania drzew stwierdzono w przypadku wystawy północnej (średnio ok. 1,3-krotna wysokość drzew), a wyraźnie mniejszy przy wystawie południowej (0,8-krotna wysokość drzew). Różnice te tłumaczy się różnym naswietleniem i dostępnością do składników pokarmowych. Nie bez znaczenia jest również nachylenie terenu. Stwierdzono, że nachylenie terenu w kierunku zadrzewień zwiększa strefę negatywnego oddziaływania drzew, szczególnie przy wystawie północnej, zaś nachylenie przeciwne zmniejsza ją, szczególnie przy wystawie południowej.

Ogólne zasady ustalania granicy rolno-leśnej

Wytyczne w sprawie ustalania granicy rolno-leśnej (wg 40)

W procesie urządzeniowym jest kształtowana również granica rolno-leśna. Projektowane są kontury gruntów przewidzianych do zalesienia w powiązaniu z istniejącymi lasami. Przy jej ustalaniu bierze się pod uwagę wartość bonitacyjną gleb określona w klasyfikacji gleboznawczej oraz granice naturalne i fizjograficzne.

Wielkość wyznaczonego konturu przeznaczonego do zalesienia nie powinna być mniejsza od 3 ha i oznacza się go symbolem KL – kompleks leśny. W skład kompleksu leśnego powinny wchodzić: śródpolne lasy, grunty leśne (w rozumieniu art. 3 ustawy o lasach – Dz. U. z 2005 r., nr 45, poz. 435) oraz użytki rolne klasy Rz-VI i R-VI zaliczane do 7 kompleksu przydatności rolniczej, a także grunty orne klasy R-V niedające możliwości prowadzenia na nich efektywnej gospodarki rolnej, zaliczane do 6 kompleksu przydatności rolniczej, pastwiska klas Ps-VIz i Ps-VI położone na terenach o niskim poziomie wód gruntowych, bezpośrednio przylegające do kompleksów leśnych. Ponadto do kompleksu leśnego mogą być włączone nieużytki nadające się do zalesienia bądź mogące w stanie niezalesionym stanowić uzupełniający składnik ekosystemu leśnego.

W uzasadnionych przypadkach do kompleksów leśnych mogą być również zaliczane:

- a) grunty rolne wyższych klas bonitacyjnych stanowiące enklawy i półenklawy:
 - w istniejących kompleksach leśnych – o powierzchni nie większej niż 2 ha w jednym konturze,
 - w nowo projektowanych zalesieniach – o powierzchni nie większej niż 10% całego kompleksu, gdy ich kształt i usytuowanie uzasadnia przeznaczenie ich do zalesienia;

- b) grunty rolne wyższych klas bonitacyjnych o powierzchni powyżej 2 ha, szczególnie w przypadkach, gdy po zalesieniu będą stanowiły ważny korytarz ekologiczny lub gdy wykazują się wyjątkowo niekorzystnym gospodarczo położeniem i kształtem;
- c) grunty w strefach źródliskowych rzek i potoków, położone nad zbiornikami wód podziemnych, na wododziałach, wzdłuż brzegów rzek oraz obrzeży jezior i zbiorników wodnych, jeśli nie są porośnięte cennymi przyrodniczo zbiorowiskami nieleśnymi;
- d) lotne piaski i wydmy piaszczyste, jeżeli nie pełnią ważnych funkcji ekologicznych i fizjograficznych, zwłaszcza w zakresie ochrony różnorodności biologicznej i krajobrazowej;
- e) strome stoki, zbocza, urwiska i zapadliska, jeśli w swej obecnej formie nie są cenne przyrodniczo lub krajobrazowo;
- f) tereny po wyeksploatowanym piasku, żwirze, torfie lub glinie, jeżeli nie mogą być wykorzystane w inny sposób (zagospodarowanie turystyczne) lub nie tworzą siedlisk dla zespołów sukcesji naturalnej;
- g) grunty położone na stokach o średnim nachyleniu powyżej 15% ($>9^\circ$), jeżeli jako grunty nieleśne nie pełnią ważnej roli w kompozycji krajobrazowej lub nie są siedliskiem rzadkich gatunków roślin lub zwierząt;
- h) grunty zdegradowane w rozumieniu ustawy o ochronie gruntów rolnych i leśnych (Dz. U. z 1995 r., nr 16, poz. 78, z późn. zm.).

Niezbędne kryteria uzupełniające opracowane w IUNG

Do zalesienia powinny być przewidziane również grunty orne:

- o nachyleniu przekraczającym 12° ($>20\%$) na gruntach słabych (VIz – V) i powyżej 20° ($>33\%$) na gruntach średnich oraz 25° ($>40\%$) na dobrych;
- w oddaleniu od siedlisk gospodarstw rolnych – powyżej 3 km przy gruntach bardzo słabych (kl. VI) i powyżej 5 km – przy słabych (kl. V).

Powyższe kryteria powinny być uwzględniane przy kwalifikowaniu gruntów do zalesiania w procesie planowania przestrzennego. Natomiast w dotychczasowym stanie użytkowania powinny pozostać tereny, które w planach zagospodarowania przestrzennego są przeznaczone pod budownictwo, rozwój infrastruktury, przemysł i składy, rozwój turystyki i wypoczynku oraz inne ważne cele społeczne.

Kryteria zalesiania gruntów według Cymermana (1)

Do zalesienia powinny być przewidziane grunty orne:

- obszary o słabych glebach (R-VIz i Psz-VI, niekiedy także klasy VI i V);
- wąwozy, skarpy, osuwiska, parowy itp;
- wierzchowiny wzgórz i pagórków, obszary wododziałów oraz stoki o spadkach ponad 30% ($>19^\circ$), niekiedy ponad 18% ($>11^\circ$);

- obsuwy stanowiące strefy izolacyjne wokół zakładów przemysłowych, wysypisk odpadów lub zbiorników wodnych.

Podstawowe warunki do spełnienia kryteriów przy zalesianiu gruntów wspieranym środkami unijnymi

Według Rozporządzenia Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 18 czerwca 2007 r. w sprawie szczegółowych warunków i trybu przyznawania pomocy finansowej w ramach działania „Zalesianie gruntów rolnych i oraz zalesiania gruntów innych niż rolne” objętej Programem Rozwoju Obszarów Wiejskich na lata 2007–2013 (Dz. U. z 2007 r. Nr 114, poz. 786) wsparcie finansowe jest uwarunkowane następująco:

- grunty rolne przeznaczone do zalesienia muszą być uwzględnione w miejscowym planie zagospodarowania przestrzennego lub ustaleniach studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego;
- stanowią własność lub współwłasność producenta rolnego lub członka rodziny;
- posiadają minimalną powierzchnię 0,5 ha i szerokość nie mniejszą niż 20 m, a przy wniosku minimum 3 producentów rolnych sąsiadujących ze sobą – łączna powierzchnia co najmniej 2 ha.

Przypadki uzasadniające możliwość wylesienia gruntów (wg 39)

Korekta granicy rolno-leśnej, szczególnie w niektórych (aczkolwiek sporadycznych) przypadkach wymaga wylesienia małych powierzchni leśnych; może to nastąpić w następujących przypadkach:

a) gruntów klasy I-IV – na śródpolnych gruntach płaskich lub o nachyleniu do 12° (<20%) o powierzchni do 0,05 ha w kształcie zbliżonym do kwadratu lub o powierzchni do 0,1 ha w formie bardzo wydłużonej figury, która uniemożliwia zaprojektowanie kształtnych działek rolnych, szczególnie w celu utworzenia przeciwoerozyjnego (poprzecznostokowego) układu pól. Dotyczy to drzew w wieku rębności lub zbliżonym do tego wieku oraz powierzchni zakrzewionych z bardzo małą ilością drzew lub powierzchni porośniętych gatunkami małowartościowymi, jak też rzędowych lub pasowych zadrzewień biegnących wzdłuż stoków;

b) gruntów klasy V – wylesienia mogą dotyczyć małych (do 0,1 ha) powierzchni leśnych, śródpolnych zakrzewionych lub z nieodpowiednim dla siedliska składem gatunkowym oraz na terenach urzeźbionych o nachyleniu do 12° (<20%) dla tworzenia poprzecznostokowego układu działek w ramach dokonywanych melioracji przeciwoerozyjnych.

W zakresie porządkowania terenów leśnych i zadrzewionych nie ma idealnych rozwiązań uniwersalnych. Zmienne ukształtowanie terenu i związane z nim duże zróżnicowanie warunków siedliskowych na małych powierzchniach sprawia, że prawie każdy obiekt należy traktować nieco odmiennie. Uwzględniając powyższe wskaźniki należy kierować się rozwagą i dużą ostrożnością.

Dla kształtowania krajobrazu na obszarach wiejskich oraz w celach biocenotycznych i mikroklimatycznych zalecane jest wprowadzanie również zadrzewień. Według C y m e r m a n a (1) najbardziej odpowiednim miejscem jest teren:

- przy zbiornikach wodnych retencyjnych;
- przy trasach komunikacyjnych i ciekach wodnych;
- przy obszarach zabudowanych;
- w formie pasów na terenach zagrożonych erozją;
- stanowiący dna dolin.

Zamiana gruntów ornych na użytki zielone

Według P r o Ń c z u k a (za Cymermanem, 1) obszary łąkowe, ze względu na potrzeby wodne, powinny być położone najniżej. Znoszą one zalewy i spływy wody mulistej, jednocześnie oczyszczają ją z zawiesin i związków chemicznych. Innym właściwym miejscem dla roślinności trawiastej są gleby nadmiernie zwarte, trudne do obróbki mechanicznej, a także na skłonach i przy zbiornikach wodnych. Miejscem odpowiednim dla gruntów ornych są obszary położone wyżej łąk, w miarę płaskie lub o lekkim spadzie w kierunku upraw łąkowych. Miejscem lasu w fizjocenozach kulturowych są wododziały, zbocza górskie, obszary zrujnowane przemysłem, gleby wadliwe dla rolnictwa (marginalne). Las rośnie dobrze i na glebach lepszych, ale głód ziemi spycha las do warunków najgorszych.

Do trwałego zadarnienia należy przeznaczać obszary:

- leżące na stokach o spadkach; według W o c h a powyżej $10-17^\circ$ ($>17-27\%$); (39), szczególnie w bezpośrednim sąsiedztwie siedlisk, a według C y m e r m a n a (1) powyżej 10 lub 12% ($>6-7^\circ$);
- na glebach zbyt zwężłych (powyżej 50% części spławialnych) lub luźnych (poniżej 10% części spławialnych) i spadkach do 30% ($<18^\circ$); (1);
- obszary leżące wokół zbiorników wodnych (pas szerokości 15-100 m);
- tereny bezodpływowych dolin.

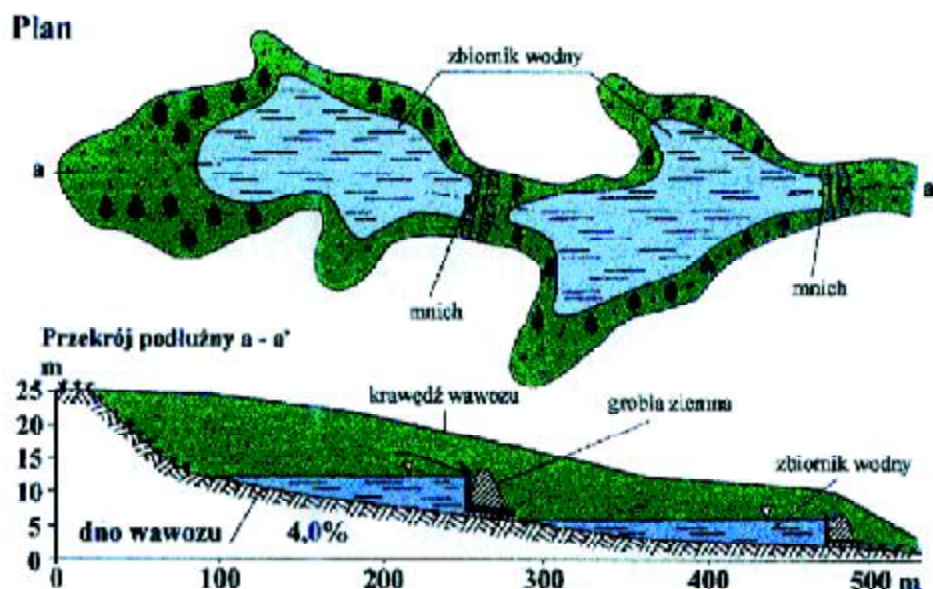
Melioracje wodne

Melioracje wodne stanowią podstawowy element prac urządzeniowych. Uwzględniając mechanizm prowadzenia tych prac, po przyjęciu przez uczestników projektu urządzeniowego i uzyskaniu wymaganych uzgodnień rozpoczyna się faza wykonawcza, według kolejności i terminów przewidzianych harmonogramem. Całość prac należy rozpocząć od melioracji wodnych. Wynika to stąd, że wykonana w tym procesie sieć rowów melioracyjnych, zbiorników wodnych i innych budowli stanowi zestaw niezmienników, do których należy nawiązać w procesie urządzeniowym. Ponadto melioracje wodne zmieniają wartość użytków rolnych, stąd oszacowanie wartości gruntów dla celów scaleniowych powinno być nie przed, a po zakończeniu procesu melioracyjnego.

Zakres prac melioracyjnych wykonywanych w procesie urządzeniowym jest szeroki, gdyż oprócz klasycznych melioracji wodnych wykonywana jest sieć zbiorników wodnych, najczęściej wielofunkcyjnych, z których jedną z głównych jest funkcja przeciwoerozyjna. W dolinach rzek (na ich bazie) lokalizowane są zbiorniki wodne o głównych funkcjach innych niż przeciwoerozyjna, tj. rekreacyjna, mikroklimatyczna, gospodarcza, zaś w dnach wąwozów główną jest funkcja przeciwoerozyjna, w postaci zbiorników: retencyjnych, kolmatacyjnych lub retencyjno-kolmatacyjnych.

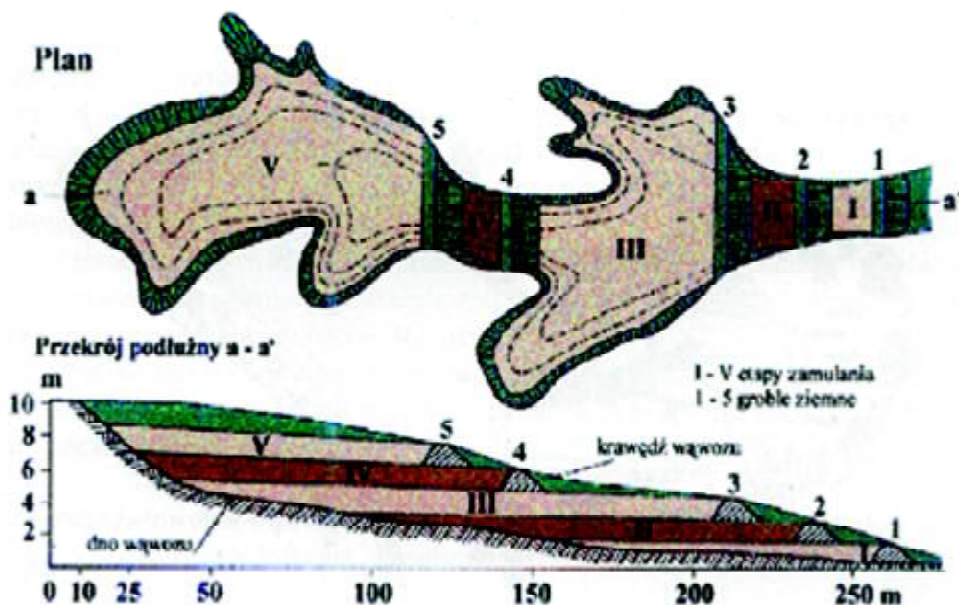
Zbiorniki retencyjne są to budowle hydrotechniczne retencionujące wody powierzchniowe, przeznaczone na cele gospodarcze. Te budowle są wskazane w dużych wąwozach dolinowych ze stałym przepływem wody lub o rozległych zlewniach (2). Zbiorniki wodne w wąwozach poprawiają lokalny mikroklimat, a zmagazynowana w nich woda może być wykorzystana m.in. do hodowli ryb, ptactwa wodnego, innych celów gospodarczych, jak również rekreacyjnych. Zbiorniki retencyjne uzyskuje się przez przegrodzenie wąwozu groblą ziemną z urządzeniem do odprowadzania nadmiaru wód powierzchniowych (8, rys. 4).

Zbiorniki kolmatacyjne (zamulające) są to budowle techniczne, najczęściej w formie przegród u wylotu wąwozu, zatrzymujące rumowisko skalne naniesione przez wody powierzchniowe ze zlewni wąwozu, powodujące celowe zamulanie (zakolmatowanie) wąwozu (2). Do likwidacji wąwozu wykorzystywana jest erozyjna energia wody. Główne cele stosowania tej metody, to zamulanie wąwozów oraz ochrona gruntów i obiektów poniżej wylotu przed zamulaniem (8, rys. 5).



Rys. 4. Schemat zabudowy wąwozu dolinowego zbiornikami retencyjnymi

Źródło: Józefaciukowie A. i Cz., 1999 (8).



Rys. 5. Schemat zabudowy wąwozu dolinowego zbiornikami kolmatacyjnymi
 Źródło: Józefaciukowie A. i Cz., 1999 (8).

Lokalizacja w/w zbiorników powinna być zamieszczona w miejscowym planie zagospodarowania przestrzennego i stanowić jeden z elementów procesu urządzeniowego.

Ochrona środowiska i przyrody

Ustawa z dnia 27 kwietnia prawo ochrony środowiska (Dz. U. z 2001 r., Nr 62, poz. 627, z późn. zm.) obejmuje całokształt zagadnień dotyczących szeroko rozumianego środowiska, a więc ogół elementów przyrodniczych, tj. powierzchnię ziemi, kopaliny, wody, powietrze, zwierzęta i rośliny oraz klimat i krajobraz. W ramach ochrony powierzchni ziemi uwzględniana jest (pośrednio) problematyka erozyjna. Z zapisu art. 101 ustawy wynika, że ochrona powierzchni polega m.in. na:

- a) zachowaniu wartości przyrodniczych,
- b) ograniczeniu zmian naturalnego ukształtowania,
- c) utrzymaniu jakości gleby lub doprowadzenie jej jakości do wymaganych standardów,
- d) zapobieganiu ruchom masowym ziem i ich skutkom.

W ustawie z dnia 16 kwietnia 2004 r. o ochronie przyrody (Dz. U. z 2004 r., Nr 92, poz. 880) wyróżniono następujące formy ochrony przyrody:

- a) parki narodowe,
- b) rezerваты przyrody,
- c) parki krajobrazowe,

- d) obszary chronionego krajobrazu,
- e) obszary Natura 2000,
- f) pomniki przyrody,
- g) stanowiska dokumentacyjne,
- h) użytki ekologiczne,
- i) zespoły przyrodniczo-krajobrazowe.

Wszystkie w/w formy ochrony muszą mieć lokalizację przestrzenną zarówno w terenie, jak i na mapach miejscowych planów zagospodarowania przestrzennego. Reguły ich tworzenia i ochrony wynikają z innych szczegółowych unormowań, stąd nie będą przedmiotem analizy w tym opracowaniu.

Uwzględniając funkcje ekologiczne w połączeniu z gospodarczymi, na obszarach objętych postępowaniem planistycznym tworzone są lokalne ekologiczne systemy obszarów chronionych (ESOCH) mające na celu:

- a) stworzenie właściwych warunków dla funkcjonowania przyrody,
- b) uaktywnienie procesów odpornościowych środowiska,
- c) zapewnienie związków funkcjonalnych pomiędzy ekosystemami zbliżonymi do naturalnych a otwartymi terenami rolnymi, współdziałającymi z systemem ekologicznym dla utrzymania stabilności krajobrazu,
- d) utrzymanie i stabilizację związków funkcjonalnych lokalnego systemu ekologicznego z regionalnym.

Wszystkie formy ochrony, jak też ESOCH powinny być uwzględnione w postępowaniu urządzeniowym, natomiast powierzchnie, na których się znajdują (z wyłączeniem zawartych w punktach c, d oraz i) powinny być wyłączone z postępowania scaleniowego, co znajduje potwierdzenie w analizie wielu planów.

Grunty te, odpowiadające cechami gruntom wymienionym powyżej, nie powinny być przeznaczone do zalesienia. W formie dotychczasowego użytkowania powinny pozostać również grunty o dużych walorach przyrodniczych, jak: wielogatunkowe półnaturalne łąki, torfowiska, bagna, drobne zakrzewienia i zadrzewienia, śródpolne remizy, a ponadto: mszary, oczka wodne, trzcinowiska, wrzosowiska, murawy napiaskowe i kserotermiczne, gołoborza i wychodnie skalne.

Do zalesień nie należy przeznaczać także stanowisk archeologicznych oraz bezpośredniego otoczenia obiektów zabytkowych, które według tradycji lub oryginalnych założeń przestrzennych były w przeszłości zlokalizowane w otwartym krajobrazie. Nie należy także lokalizować zalesień w miejscach tradycyjnie wykorzystywanych na otwarte zgromadzenia związane z kultem religijnym lub innymi masowymi zgromadzeniami ludności.

Zmiana sposobu użytkowania gruntów rolnych na użytki ekologiczne powinna być realizowana na etapie opracowywania planu zagospodarowania przestrzennego, wówczas powinny być ustalone ich granice oraz podstawowe kryteria ochrony.

Siedliska zlokalizowane w dolinach rzek i na terenach zabagnionych obniżen powinny pozostać w większości w dotychczasowej formie użytkowania, a przeznaczenie ich do zalesień powinno nastąpić wyłącznie po skonsultowaniu projektu ze służba-

mi ochrony przyrody i krajobrazu oraz z terytorialnie właściwym zarządem gospodarki wodnej.

W procesie urzędzeniowym przy transformacji sposobu użytkowania gruntów należy przestrzegać zasad zawartych w tabeli 4, gdyż z ekologicznego punktu widzenia ważne są sąsiedztwa poszczególnych ekosystemów (lub użytków gruntowych) i tworzone typy granic użytków (ekotonów). Z macierzy poprawności tworzonych ekotonów (tab. 4) wynika, że najbardziej korzystne jest sąsiedztwo różnych użytków z lasem i zadrzewieniami, a najmniej z gruntami użytkowymi rolniczo.

Wszystkie przedsięwzięcia z zakresu ochrony środowiska i przyrody o charakterze przestrzennym powinny być uwzględnione w procesie urzędzeniowym. Wpływają one korzystnie na środowisko, stąd posiadają charakter działań kompensujących.

Reasumując powyższe rozważania można stwierdzić, że realizacja przedsięwzięć według propozycji zawartych w niniejszym opracowaniu powinna w efekcie spowodować zmniejszenia zagrożenia erozyjnego o 1-2° w skali pięciostopniowej (6, 36).

Proponowany mechanizm realizacji ochrony gleb w procesie urzędzeniowym

Zaproponowana metodyka zmienia dotychczasowy sposób postępowania w zakresie przekształcania struktury przestrzennej gruntów z działań pojedynczych na wieloczynnikowe – zorganizowane i planowe, zsynchronizowane w czasie i przestrzeni. Przebudowa struktury przestrzennej gruntów na danym obiekcie (wsi) powinna rozpocząć się od opracowania projektu ogólnego urządzenia obszaru o zakresie komplek-

Tabela 4

Macierz poprawności tworzonych ekotonów

Rodzaj użytku gruntowego	Ls	Ł	Ps	R	Wj	Wrz	Tk	Tz	N	Lz
Ls – las	x	+++	+++	-	+++	+++	+++	+++	+++	x
Ł – łąka		x	+++	+++	++	+++	+-	+-	+++	+++
Ps – pastwisko			x	+++	+	++	+-	++	+++	+++
R – rola				x	---	--	-	+-	+	++
Wj – woda - jeziora					x	x	-	-	+++	++
Wrz – woda - rzeki						x	-	-	++	++
Tk – tereny komunikac.							x	+	-	+++
Tz – tereny zabudow.								x	-	+++
N – nieużytki									x	+++
Lz – zadrzewienia										x

Układy granic:

- +++ bardzo dobre
- ++ dobre
- + dopuszczalne
- nie zalecane
- złe
- bardzo złe

Źródło: Cymerman R., 1993 (1).

sowego scalania gruntów. W tym projekcie należy uwzględnić wszystkie działania z zakresu ochrony gleb przed erozją niezbędne do podjęcia w tym procesie.

Zakres i mechanizm postępowania zawierają opracowania J ó z e f a c i u k a i współp. (10-16, 41), K o r e l e s k i e g o (17), P i j a n o w s k i e g o (24), S t r z e m s k i e g o i współp. (29) oraz N o g i i P i j a n o w s k i e g o (21). Na tym etapie należy zwrócić szczególną uwagę na zgodność projektu z ustaleniami miejscowego planu zagospodarowania przestrzennego. Jeżeli zadania wykraczają poza zakres tego planu należy wprowadzić te zmiany do planu miejscowego. Projekt ogólny scalenia (założenia do projektu scalenia) i plan zagospodarowania przestrzennego należy opracowywać przy udziale zainteresowanej społeczności wiejskiej jako wnioskodawcy i zarazem recenzenta. Stanowią one podstawę do realizacji projektu szczegółowego, który po zatwierdzeniu przez uczestników postępowania urzędzeniowego zostaje przyjęty do realizacji z uwzględnieniem procedury przewidzianej w ustawie scaleniowej (31).

Podsumowanie

Obecnie w Polsce dokonywana jest zmiana mechanizmu przestrzennych przemian strukturalnych na obszarach wiejskich, głównie w procesie scaleniowym, z dotychczasowych dokonywanych jednoczynnikowo na kompleksowe (wieloczynnikowe). Mimo istniejących unormowań prawnych nie stosowano dotychczas w naszym kraju na szeroką skalę żadnych przedsięwzięć ograniczających procesy erozyjne.

W procesie urzędzeniowym na bazie scalenia gruntów realizowane są przedsięwzięcia korzystnie wpływające na środowisko, w tym zmniejszanie zagrożenia erozyjnego gleb (zalesianie gruntów, zadarnianie czy tworzenie obszarów ekologicznie cennych), jak też oddziałujące negatywnie (powiększanie działek połączone z likwidacją istniejących miedz). Realizacja kompleksowo wprowadzanych przedsięwzięć w procesie urzędzeniowym według propozycji zawartych w niniejszym opracowaniu (tab. 1) powinna spowodować zmniejszenie zagrożenia erozyjnego o 1-2 stopnie.

Literatura

1. C y m e r m a n R.: Ekologiczne uwarunkowania kształtowania obszarów wiejskich w pracach urzędzenioworolnych. Acta Acad. Agricult. Tech. Olst., Geodesia et Ruris Regulatio, 1993, **22**: 9-17.
2. Erozyja gleb i melioracje przeciwezyjne – terminologia. Polska Norma PrPN-R-04152, PKN, 1997.
3. Gospodarka ziemią w rolnictwie – terminologia. Polska Norma PN-R-04151. PKN, 1997.
4. H o p f e r A., K o b y ł e c k i A., Ż e b r o w s k i W.: Kształtowanie sieci dróg na terenach wiejskich. PWRiL Warszawa, 1980.
5. Instrukcja nr 1 Ministra Rolnictwa i Gospodarki Żywnościowej z dnia 24 marca 1983 r. o scalaniu gruntów.
6. J a d c z y s z y n J.: Ekologiczne i użytkowe następstwa scalania gruntów (na przykładzie obiektów Gorajce). Praca doktorska, IUNG Puławy, 1995, 1-81.
7. J ó z e f a c i u k A.: Podstawy kompleksowego zagospodarowania rolniczych terenów erodowanych na przykładzie badań w zlewni Opatówki. IUNG Puławy, 1982, **R 167**.

8. Józefaciuk A., Józefaciuk Cz.: Ochrona gruntów przed erozją. MOŚrZNiL - NFOŚrGW - IUNG Puławy, 1999, 1-109.
9. Józefaciuk A., Józefaciuk Cz.: Zagospodarowanie terenów erodowanych w południowo-wschodniej Polsce. W: Nowe tendencje w teorii i praktyce scalania gruntów w terenach wyżynnych, górzystych i górskich. Mat. szkol., IUNG Puławy, 1985, t. 2, 147-205.
10. Józefaciuk Cz., Józefaciuk A.: Specyfika urządzania wsi o gruntach zagrożonych erozją. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 1992, **401**: 219-229.
11. Józefaciuk Cz., Kobyłecki A.: Scalenia gruntów na terenach erodowanych. Mat. szkol., IUNG Puławy, 1975, **9**: 1-34.
12. Józefaciuk Cz., Kukiełka J.: Zasady przestrzennego rozmieszczania dróg rolniczych w terenach wyżynnych. IUNG Puławy, 1982.
13. Józefaciuk Cz., Woch F., Jadczyzyn J.: Specyfika scaleń w terenach wyżynnych. Zesz. Nauk. AR Kraków, 1991, **30(256)**: 15-21.
14. Józefaciuk Cz., Woch F., Nowocień E., Kochański S.: Koncepcja kompleksowego zagospodarowania terenów silnie urzeźbionych na przykładzie dwu wsi w gminie Wąwolnica, woj. Lublin. Prace Nauk. Polit. Warszawskiej, Geodezja, 1993, **32**: 37-46.
15. Józefaciuk Cz., Woch F., Tałała J., Nowocień E.: Koncepcja kompleksowego scalania silnie urzeźbionych gruntów wsi Żurawica, woj. zamojskie. Zesz. Nauk. AR Kraków, 1992, **35(271)**: 171-179.
16. Koncepcja kompleksowego zagospodarowania gruntów w procesie scaleniowym gminy Wąwolnica, woj. Lublin. Praca zespołowa pod kier. F. Wocha, w ramach projektu PBZ-018-05. Masz. powiel., IUNG Puławy, 1998, s. 137 + 7 map.
17. Koręleski K.: Erozja powierzchniowa i jej urządzenioworolne aspekty na przykładzie wsi górskich. Zesz. Nauk. AR Kraków, 1991, **256**: cz. II, 23-28.
18. Koręleski K.: Ochrona gruntów w pracach scaleniowych na przykładzie obiektów z terenu południowej Polski. Zesz. Nauk. ART Olsztyn, Geodezja i Urz. Rolne, 1987, 33-42.
19. Kukiełka J., Nowocień E.: Zasady kształtowania sieci dróg transportu rolnego w terenach urzeźbionych. W: Nowe tendencje w teorii i praktyce urządzania terenów południowo-wschodniej Polski. Mat. szkol., IUNG Puławy, 1989, 138-161.
20. Lekan Sz., Tałała J., Węgorzek T.: Ocena wpływu zadrzewień klimatyczno-melioracyjnych na Żuławach Gdańskich na plonowanie roślin rolniczych. IUNG Puławy. Maszynopis, 1993, 19.
21. Noga K., Pijanowski Z.: Sposób ujmowania i rozwiązywania zagadnień ochrony środowiska w pracach scaleniowych. Prace Nauk Polit. Warszawskiej, Geodezja, 1993, **32**: 81-89.
22. Nowocień E.: Dynamika rozwoju wawozów drogowych na obszarach lessowych. Pam. Puł., 1996, **107**: 73-84.
23. Nowocień E.: Specyfika planowania dróg rolniczych w terenach erodowanych. Zesz. Nauk. AR Wrocław, 1997, **312**: 209-216.
24. Pijanowski Z.: Omówienie wyników badań dotyczących wykonywania melioracji kompleksowych w terenach górskich na przykładzie wsi Trybsz, woj. Nowy Sącz. W: Nowe tendencje w teorii i praktyce urządzania terenów południowo-wschodniej Polski. Mat. szkol., IUNG Puławy, 1989, 32-48.
25. Podolski B., Woch F.: Wpływ bezpośredniego oddziaływania lasów i zadrzewień śródpolnych na plonowanie zbóż ozimych. Pam. Puł., 1999, **119**: 101-111.
26. Rozporządzenie Ministra Rolnictwa z dnia 5 lipca 1979 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy eksploatacji ciągników i maszyn rolniczych. Dz. U. 1979 r., nr 16, poz. 104.
27. Rozwój obszarów wiejskich w projekcie pilotażowym Wąwolnica - Zarzeka i Siedliska. Projekt PHARE P9312-05-05 pt.: „Poprawa systemu scaleń gruntów w Polsce” – przygotowanie do realizacji projektów rozwoju obszarów wiejskich w Polsce. MRiRW, FAPA Warszawa, 1997, s. 22 + 11 map.

28. S t r ö s s n e r G.: Rozwój wsi w Bawarii odpowiednikiem rozwoju wsi w Polsce? Prace Nauk. Polit. Warszawskiej, Geodezja, 1993, **32**: 11-17.
29. S t r z e m s k i M., O c z o ś Z., O r l i k T., W r z o c h o l S.: Uwzględnienie kryteriów i sposobów walki z erozją przy opracowaniu projektów scaleń. IUNG Puławy, maszynopis (symbol 413-27/71), 1973.
30. T a ł a ł a j Z.: Wpływ zadrzewień na plonowanie roślin rolniczych. W: Znaczenie zadrzewień w krajobrazie rolniczym oraz aktualne problemy ich rozwoju w przyrodniczo-gospodarczych warunkach Polski. Mat. Konf., Płock, 1997, 72-90.
31. Ustawa z dnia 26 marca 1982 r. o scalaniu i wymianie gruntów (znowelizowana w 1989 r.) Dz. U., 1989 r., nr 58, poz. 349.
32. W e i s s E., P i j a n o w s k i Z.: Instytucja scaleń gruntów w Republice Federalnej Niemiec. AR Kraków, 2005, 1-95.
33. W o c h F.: Optymalne parametry gospodarstw rodzinnych dla wyżynnych terenów Polski. Pam. Puł., 2001, **127**: 1-105.
34. W o c h F.: Perspektywy zmian strukturalnych na obszarach wiejskich. W: Kompleksowe scalanie gruntów rolnych i leśnych oraz jego wpływ na środowisko. Mat. szkol. IUNG-PIB Puławy, 2006, **93**: 5-22.
35. W o c h F.: Problem erozji gleb w realizowanych obecnie przemianach strukturalnych na obszarach wiejskich. Roczn. AR Poznań, Rolnictwo, 2006, **375(65)**: 243-253.
36. W o c h F.: Spodziewane efekty melioracji przeciwoerozyjnych w procesie kompleksowego scalania gruntów. Roczn. AR Poznań, Melioracje i Inżynieria Środowiska, 1994, **266(14)**: 357-363.
37. W o c h F.: Wpływ rzeźby terenu na rozłóg i jakość gruntów uprawnych oraz na wyniki produkcyjne gospodarstw. Pam. Puł., 1996, **108**: 71-84.
38. W o c h F.: Wytyczne do dokonywania oceny wpływu scaleń na środowisko (projekt). Maszynopis powielany, IUNG Puławy, 2004, 1-13.
39. W o c h F.: Wytyczne do projektowania granicy rolno-leśnej. Masz. powiel., IUNG Puławy, 1996, 1-35.
40. Wytyczne w sprawie ustalania granicy rolno-leśnej. Opracowanie Ministerstwa Rolnictwa i Rozwoju Wsi we współdziałaniu z Ministerstwem Środowiska. Masz. powiel., Warszawa, 2003, 1-12.
41. W o c h F., J ó z e f a c i u k C z.: Koncepcja kompleksowego scalania gruntów na obszarze chronionym o zróżnicowanej rzeźbie. Pam. Puł., 1999, **119**: 65-81.
42. W o c h F., N o w o c i e Ń E.: Dobra praktyka rolnicza elementem poprawnego kształtowania krajobrazu obszarów wiejskich. W: Upowszechnianie zasad dobrej praktyki rolniczej. Mat. szkol., IUNG Puławy, 2002, **82/02, cz. 1**, 99-126.
43. Z i e m n i c k i S.: Melioracje przeciwoerozyjne. PWRiL Warszawa, 1967.

Adres do korespondencji:

doc. dr hab. Franciszek Woch
Zakład Gleboznawstwa Erozji i Ochrony Gruntów
IUNG-PIB
ul. Czartoryskich 8
24-100 Puławy
tel.: (081) 886 34 21, w. 336
e-mail: franciszek.woch@iung.pulawy.pl

Franciszek Woch

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

**EKONOMICZNY ASPEKT OCHRONY GLEB PRZED EROZJĄ
W PROCESIE URZĄDZENIOWYM***

Wstęp

Problem erozji gleb jest dość dobrze rozeznany w aspekcie przyrodniczym, szczególnie odnośnie przyczyn i mechanizmu tego procesu, jak też w zakresie metod przeciwoerozyjnej ochrony gruntów. Nasilenie badań erozyjnych w Polsce miało miejsce w okresie lat 50. do 70. ubiegłego stulecia, stąd część proponowanych wówczas metod została zweryfikowana praktycznie na obiektach pilotażowo-wdrożeniowych. Ogólnie ujmując, pozytywnie zostały zweryfikowane biologiczne (przyrodnicze) metody ochrony gleb przed erozją, zaś metody techniczne (głównie techniczne metody przeciwoerozyjnego zagospodarowania wąwozów) zostały zweryfikowane negatywnie.

Z bliżej nieznanymi przyczynami, mimo istniejących w naszym kraju unormowań prawnych, żadna z metod technicznych nie jest obecnie stosowana na szeroką skalę (15). Należy przypuszczać, że jest to skutkiem negatywnej weryfikacji metod technicznych, jak też z powodu niekorzystnych relacji między kosztami niezbędnymi do poniesienia na wprowadzenie przeciwoerozyjnego zagospodarowania a korzyściami stąd wynikającymi. Przykładowo, inwestycja polegająca na technicznym zagospodarowaniu wąwozu nie da oczekiwanych rezultatów, jeżeli zarówno przed, jak i po zagospodarowaniu wąwóz będzie obszarem nieproduktywnym.

Celem opracowania było przedstawienie wyników badań dotyczących ekonomicznego aspektu ochrony gleb przed erozją w Polsce w warunkach realizacji Wspólnej Polityki Rolnej Unii Europejskiej.

Metodyka badań

W opracowaniu wykorzystano metody ochrony gleb przed erozją podawane w literaturze dotyczącej erozji gleb oraz urządzania obszarów wiejskich. Ważne źródło informacji stanowiły również wyniki badań własnych autora. Zakres analizy jest wyznaczony dostępnością oraz stopniem aktualności pozyskanych danych.

* Opracowanie wykonano w ramach zadania 1.4 w programie wieloletnim IUNG - PIB

Zakres prac urzędzeniowych oraz ich skutki ekologiczne przedstawiono na podstawie badań własnych na obszarze wybranych gmin: Wąwolnica, Mircze i Steżyca w woj. lubelskim oraz gminy Koronowo w woj. kujawsko-pomorskim, których wyniki są zawarte w publikacjach (5, 9, 12, 14, 16).

W niniejszym opracowaniu wykorzystano też wyniki badań IUNG prowadzonych w latach 1991–2000, w ramach:

- działalności statutowej realizując temat badawczy 4.6 „Opracowanie zasad kompleksowego zarządzania terenów urzeźbionych” (1991–2000),
- projektu badawczego zamawianego przez wojewodę lubelskiego (PBZ-018-05) pt. „Kompleksowy program aktywizacji i rozwoju gminy leżącej w obszarze chronionym na przykładzie gminy Wąwolnica, w woj. lubelskim” (1996–1998),
- projektu PHARE (P9312-05-05) zamawianego przez Ministra Rolnictwa i Gospodarki Żywnościowej pt. „Poprawa systemu scaleń gruntów w Polsce” (1997–1998),
- oraz obecnie realizowanego zadania 1.4 „Analiza zmian w gospodarowaniu ziemią oraz ocena przekształceń strukturalnych na obszarach wiejskich” w wieloletnim programie IUNG-PIB.

Poziom kosztów realizacji poszczególnych przedsięwzięć w ramach melioracji przeciwozyjnych ustalono na podstawie analiz kosztorysów utwardzania dróg oraz budowy zbiorników wodnych. Dokonano też analizy rozporządzeń dotyczących zalesiania gruntów w ramach działania PROW (11). W opracowaniu uwzględniono też ocenę poziomu dochodów rodzinnych gospodarstw rolnych przy różnych kierunkach gospodarowania, której dokonano na podstawie danych rachunkowych FADN (7).

Roczną stopę zwrotu poniesionych kosztów wybranych zadań uzyskano na podstawie danych z projektu PHARE, realizowanego na obszarze gmin Wąwolnica i Siedliska (9, 12).

W badaniach ekonomiczno-rolniczych stosowanych jest wiele metod oceny ekonomicznych skutków realizacji poszczególnych przedsięwzięć. W wyniku analizy ich przydatności postanowiono w niniejszym opracowaniu wykorzystać dwie metody oceny.

Współczynnik rzeczywistej efektywności inwestycji proponowany przez S u c h t ę (2):

$$\text{Erz} = \frac{\text{Krz}}{\text{Nrz} + \text{Srz}}$$

gdzie:

Erz – współczynnik rzeczywistej efektywności inwestycji, przybiera on wartości w przedziale od 0 do 1. Przykładowo wskaźnik 0,11 w praktycznej interpretacji informuje, że wzrost zysków brutto związany z faktycznym efektem danej inwestycji pokryje w ciągu jednego roku 11% wszystkich nakładów i strat wynikających z przeprowadzonego zabiegu.

Krz – wymierne korzyści inwestycji (zł),

Nrz – nakłady poniesione na realizację inwestycji (zł),

Srz – wymierne straty związane z przeprowadzeniem inwestycji (zł).

Procentowy wskaźnik rocznego zwrotu poniesionych nakładów (Erz) uzyskujemy dzieląc 100 przez liczbowy wskaźnik okresu zwrotu poniesionych nakładów (wyrażony w latach).

Innym, bardziej skomplikowanym, wskaźnikiem oceny efektywności inwestycji jest wskaźnik wewnętrznej stopy zwrotu (IRR). Interpretuje się go jako stopę procentową, przy której projekt inwestycyjny nie przynosi ani zysków ani strat, co oznacza iż aktualna wartość zysków równa się wartości inwestycji (9). Wskaźnikiem tym można posłużyć się w ocenie opłacalności inwestycji w zakresie rozwoju obszarów wiejskich, w tym z zakresu ochrony gleb przed erozją (3, 6, 12). Ustala się ją jako stopę dyskonta, która zrównoważy wartość zaktualizowaną oczekiwanych korzyści wynikających z projektu z wartością zaktualizowaną planowanych kosztów projektu. Obliczanie wskaźnika składa się z dwóch etapów. W pierwszym dochodzi się do wartości zaktualizowanej projektu (a) za pomocą następującego wzoru:

$$a = \frac{\text{suma poniesionych kosztów projektu}}{\text{przewidywany roczny wzrost dochodu wynikający z wdrożenia projektu}}$$

W kolejnym etapie, posługując się tablicą narastającej wartości, odszukujemy wewnętrzną stopę zwrotu (IRR) dla założonej użyteczności projektu inwestycyjnego. Aby projekt mógł być zaakceptowany wewnętrzna stopa zwrotu powinna być wyższa niż realna stopa procentowa. Stopę tę ustalamy jako różnicę aktualnej stopy procentowej kredytów inwestycyjnych i aktualnej stopy inflacji. Obrazuje ona rzeczywistą stopę zysku całego nakładu inwestycyjnego.

Wskaźnik ten nie ma w Polsce szerokiego zastosowania, zaś w wielu krajach Unii Europejskiej jest stosowany do oceny prac urządzeniowych (3), stąd został zastosowany na obiektach pilotażowych (9, 12), na których przy opracowaniach koncepcyjnych uwzględniono problematykę erozyjną.

Oceny efektywności poszczególnych przedsięwzięć mających bezpośredni związek z procesami erozyjnymi dokonano na bazie takich danych, jakie były możliwe do uzyskania w postaci ustalonych kosztów i efektów, szacunkowo lub na podstawie danych uzyskanych z literatury.

Wyniki badań

W analizach uwzględniono szeroko ujęte grupy zagadnień, które powinny być powszechnie realizowane w dokonujących się obecnie przemianach strukturalnych na obszarach wiejskich i mające wpływ na zmianę nasilenia procesów erozyjnych:

- 1) rozmieszczenie rolniczych działek i dróg,
- 2) transformacja (konwersja) sposobu użytkowania gruntów,
- 4) melioracje wodne,
- 5) ochrona środowiska i przyrody,

6) melioracje przeciwoerozyjne w procesie kompleksowego rozwoju obszarów wiejskich.

W analizach nie uwzględniono technicznych metod ochrony gleb przed erozją, gdyż wykracza to poza zakres opracowania. Ponadto część z nich, szczególnie niektóre techniczne metody zabezpieczania wąwozów przed erozją, została przez praktykę zweryfikowana negatywnie i nie mają praktycznego zastosowania.

Rozmieszczenie dróg rolniczych i działek

W procesie scalania gruntów jest projektowana sieć dróg obsługi pól oraz układ działek. Sieć dróg występuje na całości polskich obszarów wiejskich; została ukształtowana przed wieloma laty, stąd w procesie scaleniowym może być dokonywana jedynie korekta istniejącej sieci dróg i granic działek. Wyjątek stanowią obszary po byłych gospodarstwach wielkoobszarowych, na których sieć dróg należy tworzyć od nowa. Na obszarach płaskich i o małym zróżnicowaniu rzeźby terenu czynnik ten nie ma znaczącego wpływu na nasilenie procesów erozyjnych. Natomiast na obszarach o dużym zróżnicowaniu rzeźby terenu ma duże znaczenie. Obecna ich lokalizacja jedynie w niewielkim stopniu nawiązuje do istniejącej rzeźby terenu (4), a poprzecznostokowy układ działek występuje na kilku do kilkunastu procentach powierzchni gruntów orných położonych na działkach o dużym i zmiennym nachyleniu (4, 16), skutkiem czego są licznie występujące wąwozy drogowe.

Koszt prac scaleniowych w wersji scaleń klasycznych (komasacji gruntów) jest relatywnie niski, na poziomie kilku kwintali żyta w przeliczeniu na 1 ha, co odpowiadało kwocie 300-500 zł · ha⁻¹ (13, 17). Natomiast koszt scaleń rozszerzonych (kompleksowych) jest znacznie większy. Według aktualnych danych Ministerstwa Rolnictwa i Rozwoju Wsi jest on na poziomie 1200-1800 zł · ha⁻¹ w zależności od utrudnień w wykonywaniu prac geodezyjnych (planistycznych) oraz co najmniej 3000-3500 zł · ha⁻¹ na zagospodarowanie poscaleniowe. Na terenach trudnych, tj. o zróżnicowanej strukturze użytkowania, dużej zmienności przydatności rolniczej gleb i zróżnicowanym nachyleniu terenu, koszt prac projektowych jest większy o ok. 30% (ok. 500 zł · ha⁻¹) w porównaniu z kosztem projektowania dla terenów o małych utrudnieniach, natomiast o 1000-2000 zł · ha⁻¹ może wzrosnąć koszt zagospodarowania poscaleniowego.

Wyniki badań własnych pozwalają stwierdzić, że koszt klasycznych prac scaleniowych powinien zwrócić się w okresie do 2 lat, zaś scaleń kompleksowych w okresie ok. 10 lat (13). Uwzględniając powyższe można stwierdzić, że scalenie gruntów jest jedną z najbardziej efektywnych inwestycji, jak też działania zmierzające do zmniejszenia nasilenia erozji w tym procesie nie pociągają dużych dodatkowych kosztów, jednak pod warunkiem, że przeprowadzane są zgodnie z zasadami przeciwoerozyjnej ochrony gruntów. Nieprzestrzeganie tych zasad przyczynia się do spotęgowania natężenia erozji gleb (4, 16).

Z badań prowadzonych w IUNG wynika, że poprzecznostokowy układ dróg i działek nie jest możliwy na całej powierzchni gruntów użytkowanych rolniczo, będących na obszarach o dużym i zróżnicowanym nachyleniu terenu, a jedynie na około ich

połowie (16). Poważnym ograniczeniem są przyzwyczajenia rolników do istniejących układów pól, szczególnie w bezpośrednim sąsiedztwie zagród oraz zasady bezpieczeństwa pracy w rolnictwie, zabraniające eksploatacji ciągników kołowych na skłonach powyżej 12°, a kombajnów powyżej 10° (10).

Transformacja (konwersja) sposobu użytkowania gruntów

Transformacja sposobu użytkowania gruntów ornych na użytek zielony lub leśny jest zabiegiem urzędziowym najskuteczniej ograniczającym erozyjną degradację gruntów (16). Ta metoda powinna doprowadzić do zmniejszenia powierzchni o średnim do bardzo silnego natężenia erozji gleb o 30-60% (1-2 stopnie w 5° skali); (16). Najczęściej realizowany kierunek transformacji gruntów ornych, to ich zamiana na użytki zielone (zadarnienie) lub zalesienie.

Zamiana gruntów ornych na użytki zielone

Według P r o ó c z u k a (za Bajerowskim i Cymermanem, 1) obszary łąkowe ze względu na potrzeby wodne powinny być położone najniżej. Znoszą one zalewy i spływy wody mulistej, jednocześnie oczyszczają ją z zawiesin i związków chemicznych. Innym właściwym miejscem dla roślinności trawiastej są gleby nadmiernie związane, trudne do obróbki mechanicznej, a także na skłonach i przy zbiornikach wodnych. Miejscem odpowiednim dla gruntów ornych są obszary położone wyżej łąk, w miarę płaskie lub o lekkim spadku w kierunku upraw łąkowych. Miejscem lasu w fizjocenozach kulturowych są wododziały, zbocza górskie, obszary zrujnowane przemysłem, gleby wadliwe dla rolnictwa (marginalne). Las rośnie dobrze i na glebach lepszych, ale glód ziemi spycha las do warunków najgorszych.

Do trwałego zadarnienia powinny być przeznaczane obszary:

- leżące na stokach o spadku: według W o c h a powyżej 10-17° (18), szczególnie w bezpośrednim sąsiedztwie siedlisk, a według B a j e r o w s k i e g o i C y m e r m a n a (1) powyżej 10 lub 12%;
- na glebach zbyt związanych (powyżej 50% części spławialnych) lub luźnych (poniżej 10% części spławialnych) i spadkach do 30% (1);
- leżące wokół zbiorników wodnych (pas szerokości 15-100 m);
- tereny w bezodpływowych dolinach.

Na łączny koszt zmiany sposobu użytkowania z gruntu ornego na użytek zielony składają się trzy podstawowe składowe:

- Koszt zmiany w planie zagospodarowania przestrzennego. Zmian takich dokonuje się jedynie podczas aktualizacji planu zagospodarowania przestrzennego. Koszty z tym związane są relatywnie niewielkie, gdyż dotyczą wrysowania dodatkowo powierzchni przewidzianej do transformacji, można je oszacować na 100 zł w przeliczeniu na 1 ha.
- Koszt zmiany w ewidencji gruntów wraz z dokonaniem ponownej klasyfikacji gruntów, można je oszacować na poziomie 300 zł · ha⁻¹.

- Koszt uprawy gruntu oraz obsiania trawami. Dla gospodarstw będących w systemie FADN koszt bezpośredni uprawy wynosi $874 \text{ zł} \cdot \text{ha}^{-1}$ (7). Biorąc pod uwagę większe trudności uprawy (głównie na skłonach) należy je przyjąć na poziomie $1000 \text{ zł} \cdot \text{ha}^{-1}$.

Dochód rolniczy z użytków zielonych, na podstawie danych FADN, można oszacować na poziomie $850 \text{ zł} \cdot \text{ha}^{-1}$ (7). Uwzględniając powyższe dane współczynnik rzeczywistej efektywności tej inwestycji wynosi $\text{Erz} = 750 : (100 + 300 + 1000) = 0,54$. Oznacza to, że koszt tego przedsięwzięcia powinien zwrócić się po 2 latach.

Zamiana gruntów ornych na użytki leśne

Zalesianie gruntów rolnych, podobnie jak ich zadarnianie, stanowi bardzo skuteczną metodę ochrony przed erozją. Objęte są nim grunty o małej przydatności rolniczej (tzw. grunty marginalne) oraz te, które w okresie „głodu ziemi” zostały wylesione i zamienione na grunty orne. Kryteria typowania powierzchni pod gruntami ornymi do zalesiania zawierają różne opracowania (11, 18, 19). Jako podstawowe można uznać następujące zasady typowania; pod zalesienie powinny być przeznaczone głównie:

- grunty orne klasy Rz-VI i R-VI zaliczane do 7 kompleksu przydatności rolniczej;
- grunty orne klasy R-V nie dające możliwości prowadzenia na nich efektywnej gospodarki rolnej, zaliczane do 6 kompleksu przydatności rolniczej;
- pastwiska klas Ps-VIz i Ps-VI, położone na terenach o niskim poziomie wód gruntowych, bezpośrednio przylegające do kompleksów leśnych;
- nieużytki nadające się do zalesienia bądź mogące w stanie niezalesionym stanowić uzupełniający składnik ekosystemu leśnego oraz grunty wyższych klas bonitacyjnych będące w enklawach śródleśnych.

Jednostkowy, łączny koszt zalesiania gruntów szacowany jest na różnym poziomie, w zależności od autora i zakresu prac z nim związanych:

- Ministerstwo Ochrony Środowiska, Zasobów Naturalnych i Leśnictwa w krajowym programie zwiększenia lesistości ustaliło go na niskim poziomie – w granicach $1000\text{-}2000 \text{ zł} \cdot \text{ha}^{-1}$ (18),
- Woch (18) w wytycznych do projektowania granicy rolno-leśnej na poziomie $4000\text{-}6500 \text{ zł} \cdot \text{ha}^{-1}$,
- Minister Rolnictwa i Rozwoju Wsi w rozporządzeniu z dnia 18 czerwca 2007 r. w sprawie szczegółowych warunków i trybu przyznawania pomocy finansowej w ramach działania „Zalesianie gruntów rolnych...” (11) na poziomie od 4620 do $6260 \text{ zł} \cdot \text{ha}^{-1}$, w zależności od uwarunkowań terenowych i sposobu przygotowania sadzonek.

Do analizy przyjęto koszty zalesienia 1 ha gruntów na poziomie 5000 zł . Oprócz kosztów zalesienia niezbędne jest poniesienie kosztów na pielęgnację założonych upraw leśnych i ich ochronę przed zwierzyną. Powyższe rozporządzenie przewiduje rekompensatę przyznaną właścicielowi gruntów za prowadzenie prac pielęgnacyjnych w wysokości $970 \text{ zł} \cdot \text{ha}^{-1}$ na terenach o korzystnej konfiguracji i $1360 \text{ zł} \cdot \text{ha}^{-1}$ na

stokach o nachyleniu powyżej 12°. Można je uśrednić na poziomie 1150 zł · ha⁻¹, które w 5-letnim okresie obowiązkowej pielęgnacji wynoszą 5750 zł · ha⁻¹. Premię pielęgnacyjną za ochronę uprawy przed zwierzyną z zastosowaniem repelentów ustalono w na poziomie 190 zł · ha⁻¹ rocznie przez pięć najbliższych lat od momentu posadzenia, co łącznie daje 950 zł · ha⁻¹.

Koszty założenia i pielęgnacji uprawy leśnej są kosztami dla budżetu państwa, zaś dla rolnika – właściciela gruntów – są kosztami, które są rekompensowane w postaci wyżej przedstawionego wsparcia zalesiania i premii pielęgnacyjnej. Można więc (w dużym uproszczeniu) uznać, że rolnicy nie ponoszą kosztów zalesiania gruntów, ani pielęgnacji założonych upraw leśnych. Ponoszą oni tylko koszty robocizny i transportu niezbędnego przy zalesieniu i pielęgnacji.

Zalesianie gruntów rolnych wiąże się ze stratami rolników w postaci braku dochodu rolniczego z gruntów, które zalesiono. Utracony dochód można oszacować na podstawie danych polskiego FADN (7). Średnioroczny dochód z jednego hektara badanych gospodarstw w latach 2003–2005 wynosił 1268 zł. Wymierne straty związane z wyłączeniem gruntów z produkcji rolnej można oszacować na poziomie ok. 400 zł · ha⁻¹, gdyż do zalesiania przewidywane są grunty o małej przydatności rolniczej, głównie marginalne (11, 18, 19). Rolnicy jako rekompensatę za utracony dochód otrzymują tzw. premię zalesieniową w kwocie 1580 zł przez 15 lat po wykonaniu zalesienia, która jest znacznie większa niż utracone dochody z powierzchni gruntów zalesionych.

Na podstawie powyższych danych liczbowych trudno ustalić współczynnik rzeczywistej efektywności inwestycji (Erz), gdyż dla właścicieli gruntów, w zależności od tego czy do odpowiedniego wzoru podstawimy dane z uwzględnieniem dopłat unijnych, będzie on wówczas na poziomie maksymalnym (zbliżonym do 1), a w przypadku ich nieuwzględnienia będzie zbliżony do zera, gdyż pierwszych efektów ekonomicznych z terenów zalesionych można oczekiwać nie wcześniej, jak po 40-50 latach.

Melioracje wodne

W gospodarce wodnej rolnictwa istotną rolę odgrywają melioracje wodne, które są podstawą do prowadzenia optymalnej gospodarki rolnej i żywnościowej. Można w nich wyodrębnić podstawowe grupy zagadnień:

- ochronę przeciwpowodziową uwzględniającą zabezpieczenie (głównie przez obwałowanie) terenów przyległych do rzek przed ich zalewaniem,
- regulacje przeprowadzane na rzekach,
- budowę obiektów (zbiorników) małej retencji wodnej,
- melioracje szczegółowe przeprowadzane na użytkach zielonych i gruntach ornych dla poprawy stosunków wodnych.

W procesie urządzeniowym podejmowane są dwie ostatnie grupy zagadnień, które najpierw są uwzględniane w planach zagospodarowania przestrzennego.

Melioracje wodne stanowią podstawowy element urządzania obszarów wiejskich. Powinny być wykonywane jako pierwsze ze wszystkich innych zadań, gdyż sieć rowów melioracyjnych oraz lokalizacja zbiorników wodnych będzie stanowiła zestaw

niezmienników terenowych, do których należy się dostosować w procesie urządzeniowym dokonywanym na bazie scalania gruntów. Z analizy kosztów prac melioracyjnych dokonanych w ramach programu melioracji wodnych na obszarze województwa lubelskiego (8) wynika, że jest bardzo duże zróżnicowanie kosztów jednostkowych budowy zbiorników małej retencji, które wahały się od 7 do 500 tys. zł · ha⁻¹. Przeciętny koszt budowy zbiorników kształtował się na poziomie ok. 50 tys. zł · ha⁻¹.

Szczegółowe analizy na przykładzie gminy Wąwolnica (9) pozwalają stwierdzić, że współczynnik wewnętrznej stopy zwrotu (IRR) budowy zbiorników małej retencji powinien być na poziomie 3-5% w zależności od poniesionych kosztów oraz osiągniętych corocznych efektów. Ponieważ zbiorniki wodne małej retencji są budowane lub odtwarzane częściej ze względów innych niż ekonomiczne (przeciwpowodziowe, przeciwozryjne, mikroklimatyczne, przeciwpożarowe, ekologiczne), stąd do realizacji powinny być brane projekty również o mniejszym wskaźniku IRR.

Koszty melioracji szczegółowych ustalono na niższym poziomie, tj. 15-20 tys. zł · ha⁻¹; są one też znacznie mniej zróżnicowane niż koszty budowy zbiorników wodnych. Ponieważ wodne melioracje szczegółowe są wykonywane zarówno na gruntach ornych, jak i na użytkach zielonych (które są znacznie mniej podatne na erozję) i w większości dotyczą terenów nadmiernie uwilgotnionych o małym nachyleniu terenu, stąd trudno oczekiwać znacznego ich wpływu na nasilenie procesów erozyjnych. Z tego też względu nie podjęto próby oceny efektywności tego zadania.

Ochrona środowiska i przyrody

Na każdym obszarze poddanym procesowi przemian strukturalnych znajdują się elementy środowiska i przyrody, które powinny być szczególnie chronione. Dotyczy to m.in. małych oczek wodnych, pojedynczych drzew lub ich skupień stanowiących pomniki przyrody, stref ochronnych wód, zadrzewień śródpolnych i przydrożnych, stanowisk archeologicznych, muraw kserotermicznych i innych roślin wymagających szczególnej ochrony czy cennych krajobrazowo wąwozów. Powierzchnie pod nimi powinny być włączone do opracowania i uwzględnione w miejscowych planach zagospodarowania przestrzennego, a zadania następnie wykonane w procesie urządzeniowym, zgodnie z opracowanym projektem.

Nie dokonano analizy ekonomicznej realizacji powyższych przedsięwzięć z trzech powodów:

- mają charakter niewymierny, trudny do oceny ekonomicznej;
- nie dają bezpośrednich efektów ekonomicznych, gdyż celem ich jest tworzenie korzystnych skutków ekologicznych;
- występowania problemów natury metodologicznej, tj. braku metod oceny efektywności pośredniego oddziaływania w/w przedsięwzięć.

Melioracje przeciwoerozyjne w procesie kompleksowego rozwoju obszarów wiejskich

Program kompleksowej ochrony gleb przed erozją nie może być realizowany samoistnie, a jedynie jako istotna część całościowego programu urządzania (rozwoju) obszaru wiejskiego (8, 12). Jego analizę odnośnie zakresu prac oraz kosztów na przykładzie badanych obiektów przedstawiono w tabelach 1 i 2. Obrazują one szczegółowo rozpisane kalkulacje poszczególnych zabiegów wykonywanych w ramach kompleksowych prac urządzeniowych. W opracowaniu programowym (9, 12) przeanalizowano cztery warianty różnych zakresów prac w Wąwolnicy i Zarzece oraz trzy w Siedliskach, z których po dwa zamieszczono w tabelach 1 i 2, przedstawiając wariant z najbardziej rozbudowaną siecią dróg oraz wariant przyjęty do realizacji. W analizach przyjęto, że około 50% kosztów w każdym wariantcie związanych jest z rolnictwem. Obejmują one m.in. koszt budowy dróg obsługujących gospodarstwa rolne oraz scalenia gruntów i ich ochronę przed erozją. Wykorzystując w/w metodę ustalania kosztów i korzyści określono wewnętrzną stopę zwrotu (IRR) dla każdego

Tabela 1

Zakres prac oraz koszty realizacji programu urządzania wsi Wąwolnica i Zarzeka

Wyszczególnienie	Wariant obejmujący wszystkie elementy uwzględnione w projekcie				Wariant obejmujący elementy i zakres przyjęty do realizacji			
	ogólne koszty inwestycji (zł)	w tym koszty związane z rolnictwem (zł)	korzyści wynikające z modernizacji rolnictwa (zł)	IRR* (%)	ogólne koszty inwestycji (zł)	koszty związane z rolnictwem (zł)	korzyści wynikające z modernizacji rolnictwa (zł)	IRR* (%)
Drogi	7 429 985	6 500 000			4 899 139	3 900 000		
Drogi rowe- rowe	1 704 245				1 704 245			
Budowa zalewu	1 260 000				1 260 000			
Regulacja rzeki Bystrej	210 000				210 000			
Przeciwdzia- łanie erozji gleb	1 500 000	500 000			1 500 000	500 000		
Scalanie gruntów	922 500	700 000			922 500	700 000		
Ochrona krajobrazu i przyrody	756 902				678 230			
Infrastruktura komunalna	720 000				720 000			
Ogółem	14 503 632	7 700 000	397 794	2,9	11 894 114	5 100 000	407 794	6,9

* IRR – roczna wewnętrzna stopa zwrotu poniesionych kosztów
Źródło: Projekt planu rozwoju obszarów wiejskich..., 1998 (9).

Tabela 2

Zakres prac oraz koszty realizacji programu urządzania wsi Siedliska

Wyszczególnienie	Wariant obejmujący wszystkie elementy uwzględnione w projekcie			Wariant obejmujący elementy i zakres przyjęty do realizacji				
	ogólne koszty inwestycji (zł)	w tym koszty związane z rolnictwem (zł)	korzyści wynikające z modernizacji rolnictwa (zł)	IRR* (%)	ogólne koszty inwestycji (zł)	koszty związane z rolnictwem (zł)	korzyści wynikające z modernizacji rolnictwa (zł)	IRR* (%)
Drogi	5 154 645	3 500 000			4 764 722	3 200 000		
Melioracje								
Brochołka 2 zalew	98 898	50 000			98 898	50 000		
Rowy otwarte	609 926	600 000			218 957	200 000		
Scalanie gruntów	365 780	300 000			365 780	300 000		
Krajobraz/przyroda								
Nasadzenia przydrożne	37 062	10 000			37 062	10 000		
Brochołka 2	19 414				19 414			
Poprawa obsz. Krajobraz i ekol.	38 559	10 000			38 559	10 000		
Ogółem	6 324 284	4 470 000	252 300	3,8	5 543 442	3 770 000	250 800	5,2

* IRR – roczna wewnętrzna stopa zwrotu pomiesionych kosztów
 Źródło: Rozwój obszarów wiejskich... 1997 (12).

wariantu projektu. Najbardziej korzystny ze względu na efekt ekonomiczny był ten wariant, który uzyskiwał najwyższy wskaźnik IRR: w Wąwolnicy wyniósł on 6,9%, a w Siedliskach 5,2% (9, 12).

Wyniki zawarte w tabelach 1 i 2 dowodzą, że w procesie urządzenia przewidywane są różne działania, z których jedne powodują zwiększenie nasilenia procesu erozyjnego (powiększanie działek w procesie scaleniowym), inne zmniejszenie (przeciwdziałanie erozji gleb oraz ochrona krajobrazu i przyrody w Wąwolnicy i Zarzece oraz poprawa krajobrazu, zagadnienia ekologiczne i wprowadzenie zadrzewień na terenie Siedlisk). Największe środki są przeznaczane na budowę dróg rolniczych, a mniejsze na przeciwdziałanie erozji gleb: w Wąwolnicy i Zarzece erozji wodnej, a w Siedliskach erozji wietrznej.

Problemy natury metodycznej oraz brak odpowiednich danych nie pozwoliły na ustalenie korzyści wynikających z uwzględnionych pojedynczych elementów modernizacji rolnictwa, a jedynie jako całości przedsięwzięcia. Dla całości ustalono też roczną wewnętrzną stopę zwrotu poniesionych kosztów (IRR). Graniczną wartością przy uwzględnianiu przewidzianych do realizacji inwestycji jest różnica między aktualną stopą procentową kredytów inwestycyjnych i aktualną stopą inflacji.

Podsumowanie

Najmniej kosztownym przedsięwzięciem przeciwoerozyjnym w procesie urządzeniowym jest właściwie zaprojektowany poprzecznostokowy układ dróg i działek. Jest on jednak możliwy jedynie na około połowie powierzchni gruntów użytkowanych rolniczo, położonych na obszarach o dużym i zróżnicowanym nachyleniu. Poważnym ograniczeniem są przyzwyczajenia rolników do istniejących układów pól, szczególnie w bezpośrednim sąsiedztwie zagród oraz zasady bezpieczeństwa pracy w rolnictwie, zabraniające eksploatacji ciągników kołowych na skłonach powyżej 12°, a kombajnów powyżej 10°.

Najbardziej skutecznym zabiegiem przeciwoerozyjnym jest transformacja użytkowania gruntów ornyczych na użytki zielone lub leśne. Bardzo wysokim wskaźnikiem efektywności inwestycji cechuje się wprowadzanie użytków zielonych na tereny urzeźbione i ulegające procesom erozji, gdzie zwrot kosztów można uzyskać już po dwu latach od zakończenia inwestycji. Natomiast efektywność zalesiania gruntów jest bardzo niska ze względu na to, że wymierne efekty ekonomiczne można uzyskać dopiero po 40-50 latach. Uwzględniając jednak system pomocy na zalesianie gruntów w postaci rekompensat poniesionych kosztów i premii związanych z zalesianiem gruntów rolnych, rolnicy (właściciele gruntów) mogą uzyskiwać nawet większe efekty niż z ich rolniczego użytkowania, a wówczas zwrot kosztów można osiągnąć nawet po roku.

Literatura

1. Bajeroski T., Cymernan R.: Propozycja wyceny gruntów nieproduktywnych dla celów obrotu nieruchomościami. Zesz. Nauk. AR Kraków, Sesja Nauk., 1991, **255(30)**: 31-36.
2. Ekonomiczne aspekty wybranych zagadnień planowania przestrzennego i urządzania terenów wiejskich. Praca zbiorowa pod red. J. Suchty. Skrypt ART Olsztyn, 1984, 230.
3. Gozdalik U.: Analiza ekonomiczna projektu rozwoju obszarów wiejskich. Opracowanie w ramach projektu PHARE P9312-05-05 pt. „Poprawa systemu scalania gruntów w Polsce”. WBGiTR Lublin, 1998, 119-139.
4. Jadczyzyn J.: Ekologiczne i użytkowe następstwa scalania gruntów (na przykładzie obiektów Gorajce). Praca doktorska, IUNG Puławy, 1995, 1-81.
5. Józefaciuk Cz., Woch F., Kochański S., Jadczyzyn J.: Program rolniczego urzędzenia województwa lubelskiego. Masz. powiel., IUNG Puławy, WBGiTR Lublin, 1991, 1-45.
6. Kuśmierz - Gozdalik U.: Organizacyjno-produkcyjne i ekonomiczne aspekty zmian rolniczej przestrzeni produkcyjnej w drobnych gospodarstwach indywidualnych. Rozpr. Nauk., AR Lublin, 2000, **239**: 178.
7. Polski FADN – System zbierania i wykorzystywania danych rachunkowych z gospodarstw rolnych – www.fadn.pl z lat 2003–2005.
8. Program zrównoważonego rozwoju rolnictwa i obszarów wiejskich województwa lubelskiego. Opracowanie IUNG Puławy na zlecenie Zarządu Województwa Lubelskiego. Lublin, 2004, t. I i II, s. 193 i 289.
9. Projekt planu rozwoju obszarów wiejskich na przykładzie wsi Wąwolnica i Zarzeka, gm. Wąwolnica, woj. lubelskie. Opracowanie wykonane w ramach projektu PHARE P9312-05-05 pt.: „Poprawa systemu scaleń gruntów w Polsce” – przygotowanie do realizacji projektów rozwoju obszarów wiejskich w Polsce. WBGiTR Lublin, 1998, s. 140 + 10 map.
10. Rozporządzenie Ministra Rolnictwa z dnia 5 lipca 1979 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy eksploatacji ciągników i maszyn rolniczych. Dz. U. z 1979 r., nr 16, poz. 104.
11. Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 18 czerwca 2007 r. w sprawie szczególnych warunków i trybu przyznawania pomocy finansowej w ramach działania „Zalesianie gruntów rolnych oraz zalesianie gruntów innych niż rolne”, objętego Programem Rozwoju Obszarów Wiejskich na lata 2007–2013. Dz. U. z 2007 r., nr 114, poz. 786.
12. Rozwój obszarów wiejskich w projekcie pilotażowym Wąwolnica-Zarzeka i Siedliska. Projekt PHARE P9312-05-05 pt.: „Poprawa systemu scaleń gruntów w Polsce” – przygotowanie do realizacji projektów rozwoju obszarów wiejskich w Polsce. MRiRW, FAPA Warszawa, 1997, s. 22 + 11 map.
13. Woch F.: Ekonomiczny aspekt scalania gruntów. Prace urzędnioworolne w kraju - stan aktualny i perspektywy. Mat. szkol., IUNG Puławy, 1991, 60-72.
14. Woch F.: Optymalne parametry gospodarstw rodzinnych dla terenów wyżynnych terenów Polski. Pam. Puł., 2001, **127**: 1-105.
15. Woch F.: Problem erozji gleb w realizowanych obecnie przemianach strukturalnych na obszarach wiejskich. Rocz. AR Poznań, Rolnictwo, 2006, **375(65)**: 243-253.
16. Woch F.: Spodziewane efekty melioracji przeciwoerozyjnych w procesie kompleksowego scalania gruntów. Rocz. AR Poznań, Melioracje i Inżynieria Środowiska, 1994, **266(14)**: 357-363.
17. Woch F.: Sposób określania ekonomicznych efektów scalania gruntów. W: Nowe tendencje w teorii i praktyce urządzania terenów południowo-wschodniej Polski. Mat. szkol., IUNG Puławy, 1989, 162-172.
18. Woch F.: Wytyczne do projektowania granicy rolno-leśnej. Masz. powiel., IUNG Puławy, 1996, 1-35.
19. Wytyczne w sprawie ustalania granicy rolno-leśnej. Opracowanie Ministerstwa Rolnictwa i Rozwoju Wsi we współdziałaniu z Ministerstwem Środowiska. Masz. powiel., Warszawa, 2003, s. 12.

Adres do korespondencji:

doc. dr hab. Franciszek Woch
Zakład Gleboznawstwa Erozji i Ochrony Gruntów
IUNG-PIB
ul. Czartoryskich 8
24-100 Puławy
tel. (081) 886 34 21, w. 336
e-mail: franciszek.woch@iung.pulawy.pl

Szymon Szewrański

Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu

WYBRANE ZAGADNIENIA PRAWNEJ OCHRONY GLEB PRZED EROZJĄ

Ochrona gleb w ustawodawstwie Unii Europejskiej

Ochrona gleby jest realizowana w różnych politykach sektorowych Wspólnoty Europejskiej. Niewątpliwie najwięcej uwagi poświęcono tej kwestii w polityce ochrony środowiska, polityce wodnej oraz Wspólnej Polityce Rolnej. Kluczowe kwestie związane z realizacją koncepcji ochrony gleb zawarte są w takich dokumentach programowych, jak:

- Europejska Karta Gleb (Rada Europy, 1972),
- Światowa Karta Gleb (FAO-ONZ, 1981),
- Europejska Karta Ochrony i Zrównoważonego Zarządzania Glebami (Rada Europy, 2003),
- Rezolucja IUCN ws. Zrównoważonego Użytkowania Gleb (IUCN, 2000),
- Konwencja ONZ w sprawie zwalczania pustynnienia w krajach dotkniętych poważnymi suszami i/lub pustynnieniem (w szczególności Aneks 5 UNCCD),
- Dokumenty ONZ ws. Zrównoważonego Rozwoju (m.in. AGENDA 21).

Ramy regulacji prawnych uwzględniają kilka aspektów ochrony przeciwoerozyjnej i zrównoważonego użytkowania gleb w zakresie dbałości o potencjał produkcyjny, zachowanie bioróżnorodności, ochronę zdrowia człowieka, kształtowanie walorów krajobrazowych itp. Z punktu widzenia systemowego obejmują one wpływ czynników biofizycznych, związanych z użytkowaniem gruntów, wylesianiem, agrotechniką oraz socjoekonomicznych powodowanych strukturą własności gruntów, demografią, marketingiem, uwarunkowaniami instytucjonalnymi i politycznymi (4).

W dziedzinie ochrony środowiska, w ramach Szóstego Programu Działań pt. „Environment: Our Future, Our Choice 2001–2010”, zostały zdefiniowane główne zagadnienia obejmujące:

- środowiska naturalne i bioróżnorodność,
- środowisko i zdrowie,
- zasoby naturalne i odpady,
- zmiany klimatyczne, do których opracowano działania strategiczne o charakterze horyzontalnym, dotyczące między innymi ochrony gleb.

Komunikat Komisji z kwietnia 2002 roku „Towards a Thematic Strategy for Soil Protection” (1) wskazywał na konieczność harmonizacji działań w dziedzinie ochrony

gleby na poziomie całej UE. W kompleksowej strategii ochronnej zidentyfikowano 8 głównych czynników degradujących glebę, do których zaliczono: erozję, zanik materii organicznej, lokalne i rozległe skażenia, uszczelnianie, zagęszczenie, utrata różnorodności biologicznej, zasolenie i osuwiska.

We wrześniu 2006 roku Komisja zaproponowała Strategię Ochrony Gleb oraz Glebową Dyrektywę Ramową, czyli projekty zawarte w następujących dokumentach:

- Strategia tematyczna w dziedzinie ochrony gleby. Komunikat Komisji do Rady Parlamentu Europejskiego, Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego oraz Komitetu Regionów. KOM (2006) 231 wersja ostateczna (6),
- Ramowa dyrektywa ochrony gleb zmieniająca dyrektywę 2004/35/WE. Wniosek Parlamentu Europejskiego i Rady. KOM (2006) 232 wersja ostateczna (11).

Celem strategii tematycznej jest ochrona i zrównoważone użytkowanie zasobów glebowych, polegające na:

- zapobieganiu postępującej degradacji gleby,
- zachowywaniu podstawowych funkcji gleby,
- przywracaniu gleby zdegradowanej do odpowiedniego stanu, zgodnego z obecnym lub planowanym użytkowaniem.

Proponowana Ramowa Dyrektywa Glebowa ma zagwarantować kompleksowe podejście do ochrony zasobów glebowych (3). Od momentu przyjęcia nowej regulacji państwa członkowskie będą zobowiązane do podjęcia kompleksowych działań zapobiegających degradacji gleb. Dyrektywa glebowa, podobnie jak wszystkie dyrektywy, pozostawia swobodę, daje dowolność w sposobie realizacji zawartych w niej celów. W przypadku zagrożeń erozyjnych wyznaczonych na podstawie wspólnych kryteriów zostaną opracowane systemy działań ograniczających to zjawisko. Programy działań naprawczych powinny opierać się na instrumentarium wykorzystywanym przy wdrażaniu dyrektywy azotanowej czy opracowywaniu planu gospodarowania wodami w dorzeczach, w ramach ramowej dyrektywy wodnej. Programy działań będą upubliczniane i poddawane weryfikacji co najmniej raz na pięć lat. Prezentowane powyżej rozwiązania legislacyjne staną się częścią porządku prawnego dopiero za kilka lat.

W chwili obecnej kwestie ochrony przeciwoerozyjnej są regulowane pośrednio w ramach innych działań objętych Wspólną Polityką Rolną i regulacjami z zakresu ochrony środowiska bazującymi na dobrej praktyce rolniczej.

Zarządzanie środowiskiem w ramach aktualnie realizowanej Wspólnej Polityki Rolnej polega na przestrzeganiu zasady współzależności (cross-compliance); (8). Polityka ochrony gleb w ramach zasady współzależności polega na utrzymywaniu gleby w dobrej kulturze rolnej, co zapobiega procesom erozji, sprzyja utrzymywaniu – wzbogacaniu – substancji organicznej oraz właściwej struktury gleby.

Na konieczność ograniczania skutków środowiskowych powodowanych procesami degradacji gleb, głównie poprzez przemieszczanie cząstek gleby wraz ze składnikami mineralnymi i pozostałościami chemicznych środków ochrony roślin do wód powierzchniowych, wskazuje tzw. Dyrektywa Azotanowa oraz Ramowa Dyrektywa Wodna.

Ochrona gleb w ustawodawstwie polskim

W polskim ustawodawstwie zagadnienia ochrony gleb, w tym ochrony gleb przed erozją, mają odniesienie w kilku aktach prawnych.

Ustawa z dnia 27 kwietnia 2001 r. Prawo ochrony środowiska (POŚ); (Dz. U. Nr 62, poz. 627 z późn. zm.) jest podstawowym aktem prawnym polskiego systemu prawnej ochrony środowiska (5). Szczegółowe przepisy dotyczące ochrony powierzchni ziemi stanowią, iż ochrona ta polega na zapewnianiu jak najlepszej jej jakości oraz zapobieganiu ruchom masowym ziemi i ich skutkom. W praktyce sprowadza się to m.in. do racjonalnego gospodarowania zasobami glebowymi, dbania o wartości przyrodnicze i potencjał produkcyjny, a także ograniczania zmian naturalnego ukształtowania terenu i zachowania jego wartości kulturowych. Za niekorzystne przekształcenia terenu odpowiedzialny jest władający gruntami i na nim spoczywa obowiązek rekultywacji.

Ochronie ilościowej i jakościowej gruntów rolnych i leśnych w całości poświęcona jest ustawa z dnia 3 lutego 1995 r. o ochronie gruntów rolnych i leśnych (Dz. U. z 1995 r. Nr 16, poz. 78). Celem tej regulacji jest ograniczanie wyłączania gruntów z produkcji i przeznaczania na cele nierolnicze lub nieleśne oraz przeciwdziałanie procesom degradacji i dewastacji gruntów rolnych, powstających wskutek działalności nierolniczej i ruchów masowych ziemi. Podobnie jak w POŚ obowiązek przeciwdziałania degradacji gleb, w szczególności procesom erozyjnym, spoczywa na właścicielu gruntów. Na mocy tej ustawy starosta może wprowadzić administracyjny nakaz zalesienia, zadrzewienia, zakrzewienia gruntów lub ich trwałego zadarnienia ze względu na ochronę gleb przed erozją i ruchami masowymi ziemi. Właściciel gruntów jest zobowiązany do utrzymywania w stanie sprawności technicznej urządzeń przeciwoerozyjnych oraz urządzeń melioracji szczegółowych znajdujących się na jego terenie. Systemy przeciwoerozyjne należy, zgodnie z zapisem art. 73 ust. 2 pkt 2 ustawy Prawo wodne, traktować jako melioracje szczegółowe.

Ustawa z dnia 18 lipca 2001 r. Prawo wodne (Dz. U. z 2001 r. Nr 115, poz. 1229) reguluje kwestie kształtowania i ochrony zasobów wodnych, korzystanie z wód oraz zarządzanie zasobami wodnymi (9, 10). Do tej ustawy zostały wprowadzone zapisy dyrektywy azotanowej, która zobowiązuje do wyznaczania tzw. obszarów wrażliwych na zanieczyszczenie azotanami pochodzenia rolniczego, a następnie opracowania i wdrożenia odpowiednich programów naprawczych. Wydano rozporządzenia wykonawcze do wymienionej ustawy dotyczące:

- opracowania kryteriów wyznaczania wód narażonych na zanieczyszczenia związkami azotu (Dz. U. z 2002 r. Nr 241, poz. 2093),
- szczegółowych wymagań, jakim powinny odpowiadać programy działań mających na celu ograniczenie odpływu azotu ze źródeł rolniczych (Dz. U. z 2002 r. Nr 2, poz. 44).

Programy działań dla obszarów szczególnie narażonych na zanieczyszczenie azotanami są oparte na przestrzeganiu dobrej praktyki rolniczej, opracowanej w formie kodeksu i ich przestrzeganie jest obligatoryjne.

Kwestia ochrony gleb przed erozją uwzględniona jest również w ustawie z dnia 28 września 1991 r. o lasach (Dz. U. z 1991 r. Nr 101, poz. 444). Zapisy ustawy stanowią, iż zalesieniem mogą być objęte m.in. grunty nieprzydatne do produkcji rolnej, grunty nieużytkowane rolniczo położone na stromych stokach i zboczach, jak również urwiska i zapadliska. Ustawa o lasach wprowadza również pojęcie lasów ochronnych, spełniających szczególną funkcję w środowisku, polegającą na ochronie gleb przed zmywaniem lub wyjąłowieniem, powstrzymaniu usuwania się ziemi, obrywania się skał lub lawin, jak również ograniczanie, powstawanie lub rozprzestrzenianie się lotnych piasków.

Istotne z punktu widzenia profilaktyki przeciwozyjnej są zapisy zawarte w ustawie z dnia 16 kwietnia 2004 r. o ochronie przyrody (Dz. U. z 2004 r. Nr 92, poz. 880), która określa cele, zasady ochrony przyrody żywej i nieożywionej oraz krajobrazu, a dotyczące ochrony zadrzewień śródpolnych oraz niszczenia gleby lub zmiany przeznaczenia i użytkowania gruntów.

Zasada wzajemnej zgodności we Wspólnej Polityce Rolnej

Reforma Wspólnej Polityki Rolnej wdrażana od 2005 r. w „starych” państwach członkowskich UE, a w Polsce od 2009 r. wprowadza zasadę otrzymywania płatności bezpośrednich w powiązaniu z obowiązkiem spełniania minimalnych wymogów określonych przepisami prawa. Dotyczy ona między innymi użytkowania gruntów w sposób nie pogarszający ich jakości. Wymogi minimalne z zakresu użytkowania gruntów ujęte w zasadach wzajemnej zgodności (cross-compliance) sprowadzają się do przestrzegania dobrej kultury rolnej. Wymogi dobrej kultury rolnej, w aspekcie ochrony przeciwozyjnej, są zdefiniowane w rozporządzeniu Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi w sprawie minimalnych wymagań utrzymywania gruntów rolnych w dobrej kulturze (Dz. U. z 2004 r. Nr 65, poz. 600). Nie są to więc nowe przepisy, stworzone dla celów reformy Wspólnej Polityki Rolnej, lecz jedynie ich przestrzeganie od 1 stycznia 2009 r. będzie obowiązkowe. Nowym elementem w zmieniającej się polityce rolnej jest powiązanie płatności bezpośrednich z przestrzeganiem wielu przepisów prawnych. Każdy kraj członkowski UE opracowuje wykaz wymogów podstawowych w zakresie zarządzania oraz minimalnych standardów dobrej kultury rolnej, zgodnej z ochroną środowiska.

Przestrzeganie zasady wzajemnej zgodności będzie wymagane również przy działaniach realizowanych w ramach Planu Rozwoju Obszarów Wiejskich (ONW, Natura 2000, program rolnośrodowiskowy, pierwsze zalesianie lub grunty leśne, obszary związane z wdrażaniem ramowej Dyrektywy Wodnej). Natomiast nieprzestrzeganie przez rolników minimalnych wymagań, określonych w ramach wzajemnej zgodności, będzie skutkowało sankcjami w formie obniżenia lub pozbawienia płatności bezpośrednich, które mają być przyznane w danym roku.

Literatura

1. Communication from the Commission Towards a Thematic Strategy for Soil Protection. COM(2002) 179 final.
2. Dokument roboczy Komisji Europejskiej. The Water Framework Directive and tools within the Common Agricultural Policy to support its implementation. DG ENV.B.1/BB D(2002).
3. European Commission 2006. Soil protection – The story behind the strategy. Office for Official Publications of the European Communities. Luxembourg, pp. 28.
4. H a n n a m I., B o e r B.: Drafting legislation for sustainable soils: a guide. IUCN Environmental Policy and Law Paper, 2004, 52.
5. J e n d r o ś k a J., J e r z m a ń s k i J. (red.): Prawo ochrony środowiska dla praktyków. Wyd. Verlag Dashofer. Warszawa, 2006.
6. Komunikat Komisji do Rady, Parlamentu Europejskiego, Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego oraz Komitetu Regionów. Strategia tematyczna w dziedzinie ochrony gleby. KOM(2006)231, wersja ostateczna.
7. Ocena integracji ochrony środowiska z polityką rolną. UE. EEA Briefing 01/2006.
8. Praca zbiorowa: Przewodnik po krajowym programie rolnośrodowiskowym. Biblioteczka Krajowego Programu Rolnośrodowiskowego. MRiRW, Warszawa, 2003.
9. R o t k o J.: Prawo wodne. Komentarz. Towarzystwo Naukowe Prawa Ochrony Środowiska, Wrocław, 2002.
10. S z a c h u ł o w i c z J.: Nowe prawo wodne z komentarzem. Wyd. Prawnicze LexisNexis, 2003.
11. Wniosek dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady ustanawiającej ramy dla ochrony gleby oraz zmieniającej dyrektywę 2004/35/WE. KOM(2006) 232, wersja ostateczna.

Adres do korespondencji:

dr Szymon Szewrański
Uniwersytet Przyrodniczy
ul. Grunwaldzka 53
50-357 Wrocław
e-mail: sionek@interia.pl

Tadeusz Węgorek

Akademia Rolnicza w Lublinie

BIOLOGICZNE METODY ZMNIEJSZANIA ZAGROŻENIA GLEB EROZJĄ WODNĄ (FITOMELIORACJE)

Wstęp

Stosowanie roślinności w kształtowaniu środowiska, czyli fitomelioracje, to najbardziej naturalny sposób regulacji stosunków wodnych, w tym zwiększania retencji wodnej zlewni i zmniejszania spływu powierzchniowego. Poprzez ograniczanie spływów powierzchniowych roślinność – „narzędzie” fitomelioracji – zmniejsza zagrożenie erozyjne gleb. Rola roślinności w ograniczaniu spływu powierzchniowego i zmniejszaniu skutków erozji polega na:

- wytracaniu energii kropli deszczu oraz zatrzymywaniu części opadu na organach nadziemnych,
- zmniejszaniu prędkości spływającej wody przez zwiększenie szorstkości powierzchni terenu,
- zmniejszaniu podatności gleby na wymywanie przez wiązanie jej systemami korzeniowymi roślin.

Najskuteczniej funkcje przeciwerozyjne pełni roślinność wieloletnia, trwała, tj.: lasy, trwałe użytki zielone oraz zadarnienia i zadrzewienia (w tym zakrzaczenia).

Celem pracy było przedstawienie wybranych problemów związanych z zalesieniami i wprowadzaniem zadrzewień na grunty rolne zagrożone erozją wodną w warunkach wyżyn południowo-polskich.

LASY

Znaczenie w gospodarce wodnej i ochronie gleb

Wiodącą rolę w ochronie przed erozją mają lasy, które oprócz wytracania energii kropli deszczu, zatrzymywania części opadu, zmniejszania prędkości spływu wody i wiązania gleby systemami korzeniowymi, znaczne ilości wody retencjonują w ściółce i glebie (gleba nie ma podeszwy płuznej i posiada liczne, głębokie biopory) oraz ograniczają spływy roztopowe przez wydłużenie czasu tajania śniegu (1, 4, 17, 42). Między innymi dlatego obszary urzeźbione o zbyt małym udziale lasów w strukturze użytkowania gruntów, szczególnie na lessach (fot. 1), w stopniu silnym zagrożone są

erozją wodną (13, 61). Dodatkowo gleby lessowe zerodowane cechuje pogorszenie właściwości fizycznych i zmniejszenie zdolności retencyjnych (43, 50, 63).

Znaczenie ochronne lasu zależy jednak od wielu czynników, a między innymi, od:

- fazy rozwojowej (uprawa, młodnik, drągowina, żerdziowina, starodrzew);
- sposobu zagospodarowania (rębnie: zupełne, częściowe, gniazdowe, stopniowe, przerębowe);
- składu gatunkowego (jednogatunkowe, mieszane; ilość śniegu i wody z opadów zatrzymanej na częściach nadziemnych drzew zależy np. od gatunku drzewa);
- struktury pionowej (warstwy drzew, podszyt, runo);
- struktury poziomej (zwarcie: silne, pełne, umiarkowane, przerywane, luźne);
- stanu zdrowotnego – sanitarnego (np.: defoliacja, nadmierna ilość posuszu);
- infrastruktury (układ dróg, szlaków zrywkowych, tras turystycznych).

Bardzo duże znaczenie ma sposób zagospodarowania lasu rzutujący na strukturę pionową i poziomą, skład gatunkowy oraz wrażliwość na szkody powodowane czynnikami biotycznymi i abiotycznymi. Dlatego poprzez przebudowę drzewostanów monokulturowych dąży się do odtworzenia lasów o charakterze naturalnych (seminaturalnych) i przejścia na zagospodarowanie rębnią przerębową. Należy jednak zaznaczyć, że nie na wszystkich siedliskach możliwa jest hodowla drzewostanów zróżnicowanych gatunkowo, o rozbudowanej strukturze pionowej.

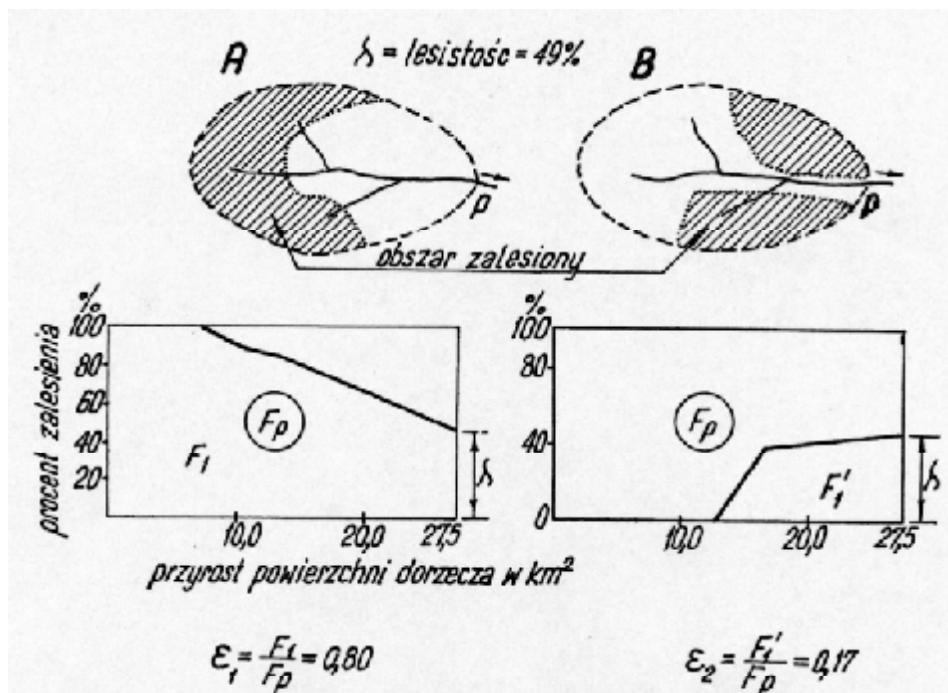
W lasach górskich szczególnego znaczenia nabiera właściwe usytuowanie w rzeźbie terenu oraz umocnienie dróg i szlaków zrywkowych. Obiekty te są głównym źródłem produktów erozji wodnej zalesionych zboczy górskich. W terenach górskich poważnym problemem w ograniczaniu erozji jest zabudowa potoków, z dążeniem do maksymalnego wykorzystania funkcji roślinności (obudowy biologicznej); (5, 33, 34).



Fot.* 1. Rzeźba erozyjna wylesionych terenów lessowych

* wszystkie fotografie zamieszczone w pracy zostały wykonane przez T. Węgorka

Oprócz roli lasów w ochronie przed erozją wynikającą z funkcji glebochronnej i wodochronnej roślinności olbrzymie znaczenie ma lesistość i rozmieszczenie lasów w zlewni. Wskaźnikami tych cech jest procentowy udział powierzchni leśnej w powierzchni zlewni λ (lesistość) oraz wskaźnik rozwinięcia lesistości Lambora ϵ . Skuteczność ochronna lasu jest tym większa im większa jest lesistość i im bardziej lasami pokryte są obszary wododziałów w górnych partiach zlewni; wskaźnik ϵ przybiera wtedy wartości większe, bliższe 1 (zakres wartości wskaźnika ϵ wynosi 0-1). Przy tej samej lesistości, ale lasach rozmieszczonych w dolinach – w dolnej części zlewni – wskaźnik ϵ jest bliższy 0. Sposób obliczania wskaźnika ϵ za pomocą diagramów rozwinięcia lesistości zlewni przedstawiono na rysunku 1. Przydatność wskaźnika rozwinięcia lesistości do określania cech hydrologicznych małych zlewni nizinnych potwierdziły badania przeprowadzone przez Instytut Badawczy Leśnictwa (51). Wpływ lesistości i rozmieszczenia lasów w zlewniach wąwozów na intensywność erozji i odpływ rumowiska został potwierdzony wynikami badań realizowanymi na Wyżynie Lubelskiej (21, 24, 29).



Rys. 1. Zależność wielkości wskaźnika rozwinięcia lesistości Lambora (ϵ) od rozmieszczenia lasów w zlewni oraz sposób obliczania wskaźnika ϵ

Źródło: Lambor J., za Ziemińskim S., 1975 (60).

Krajowy Program Zwiększania Lesistości

Lesistość Polski, a szczególnie obszarów Polski środkowej i regionów lessowych, jest zbyt mała z punktu widzenia gospodarki wodnej oraz ochrony i racjonalnego użytkowania gleb. Na terenach o glebach cennych dla rolnictwa lasy występują na gruntach zniszczonych przez erozję (fot. 2), tworząc często małe enklawy śródpolne (fot. 3).

Wyrazem polityki państwa w zakresie zwiększania lesistości jest między innymi umieszczenie tej problematyki w „Koncepcji polityki przestrzennego zagospodarowania kraju” oraz Krajowym Programie Zwiększania Lesistości (19). W dokumentach tych zwraca się uwagę na wielofunkcyjność lasów, a w tym na funkcje ekologiczne (ochronne) zapewniające stabilizację obiegu wody w przyrodzie oraz na zalesianie terenów zdegradowanych i marginalnych.

Zaktualizowany Krajowy Program Zwiększania Lesistości (KPZL); (19) – po doświadczeniach zdobytych w I etapie jego realizacji oraz po analizie kryteriów kwalifikowania gruntów do zalesienia określonych w ustawie o lasach i ustawie o przeznaczeniu gruntów rolnych do zalesienia, a także wytycznych wyznaczania granicy rolno-leśnej – precyzuje zasady transferu gruntów rolnych do sektora użytkowania leśnego, z zaznaczeniem, że do zalesienia powinny być przeznaczone przede wszystkim grunty orne, a w mniejszym stopniu użytki zielone:

- klasa bonitacyjna VIz – w całości;
- klasa VI – w całości, z wyjątkiem gruntów rokujących użytkowanie rolnicze;



Fot. 2. Las pokrywający rozległy wąwóz dolinowy



Fot. 3. Mały lasek śródpolny – zalesiony wąwóz zboczowy

- klasa V – częściowo, tj. grunty stanowiące śródleśne enklawy i półenklawy o powierzchni do 2 ha w jednym konturze lub o szerokości między brzegami lasu do 150 m, jeżeli odległość od tych gruntów do obecnych i perspektywicznych siedlisk gospodarstw rolnych wynosi ponad 5 km, a ich nachylenie przekracza 12° oraz inne w uzasadnionych lokalnie przypadkach;
- klasy IVb i IVa – w przypadkach sporadycznych, tj. enklawy i półenklawy o powierzchni do 0,5 ha lub o szerokości do 50 m, szczególnie z utrudnionym dojazdem, małe powierzchnie nieregularnych wcięć w głąb lasu (do 0,1 ha) oraz grunty o nachyleniu powyżej 20°;
- klasy I-III – jedynie wyjątkowo w przypadkach bardzo małych wydłużonych enklaw i półenklaw, położonych w uciążliwej szachownicy z gruntami leśnymi o szerokości między lasami do 30 m oraz grunty o nachyleniu powyżej 25°;
- inne grunty oraz nieużytki nadające się do zalesienia bądź mogące stanowić uzupełniający składnik ekosystemu leśnego, a w szczególności:
 - 1) skażone, zdegradowane i zagrożone erozją silną;
 - 2) położone przy źródłiskach rzek lub potoków, na wododziałach, wzdłuż brzegów rzek oraz na obrzeżach jezior i zbiorników wodnych;
 - 3) lotne piaski, wydmy piaszczyste;
 - 4) strome stoki, urwiska, zapadliska;
 - 5) hałdy i tereny po wyeksploatowanym piasku, żwirze, torfie i glinie;
 - 6) położone w odległości do 10 km od granic administracyjnych miast powyżej 100 tys. mieszkańców.

Analiza powyższych zapisów wskazuje, że potrzeby ochrony gleb przed erozją zostały potraktowane zbyt powierzchownie, a w zasadzie pominięte, szczególnie w stosunku do terenów lessowych, na których lesistość jest mała, a zagrożenie erozją

bardzo duże (na problem ten zwracali uwagę T a ł a ł a j i W ę g o r e k w pierwszym etapie realizacji KPZL); (41).

Specyfika terenów lessowych wynika z zawyżonej klasyfikacji bonitacyjnej gleb oraz z bardzo dużej podatności lessu na rozbryzg, splukiwanie i rozmyw (61). Analizując mapy ewidencyjne gruntów lessowych na tle rzeźby terenu zauważa się, że silnie zmywane stoki o nachyleniach w granicach 15-20% znajdują się w obrysach gleb ornyczych V i IV, a nawet III klasy. Biorąc pod uwagę nachylenie terenu, to według zaleceń agrotechnicznych dla terenów zagrożonych erozją, z uprawy płuźnej należy wyłączać stoki o nachyleniach już od 15% (26). Stoki takie, szczególnie krótkie, o wystawie dosłonecznej, ze względów przyrodniczo-gospodarczych nie rokują także nadziei na inny sposób rolniczego zagospodarowania, np. jako trwałe użytki zielone (13, 27), należy przeznaczyć do zalesienia bez względu na ich klasę bonitacyjną. Natomiast według zaktualizowanego KPZL (19) do zalesienia powinny być przeznaczane grunty klasy V dopiero przy nachyleniu ponad 12° (21%) i to wtedy, jeżeli spełnią określone warunki sąsiedztwa z lasami. W przypadku klas IVa i IVb do zalesienia mogą być przeznaczane grunty o nachyleniu ponad 20° (36%), a w przypadku klas I-III o nachyleniu dopiero powyżej 25°, to jest powyżej 47%. Takie kryteria nachyleń terenu wydają się zasadnymi w warunkach gór, pojezierzy Polski północnej i ewentualnie pogórzy, gdzie istnieją korzystne warunki wilgotnościowe (wielkość opadów), a gleby są mniej podatne na procesy erozyjne. W aktualnych warunkach klasyfikacji bonitacyjnej gleb, według której na terenach lessowych dominują gleby dobrej i bardzo dobrej jakości trudno byłoby wydzielić powierzchnie do zalesienia. Na zagadnienie jakości gleb na terenach lessowych zwracają uwagę T u r s k i i S ł o w i ń s k a - J u r k i e w i c z (44), oceniając udział gleb bardzo dobrych na około 3%, dobrych i średnich – 48%, a złych i bardzo złych wśród gruntów ornyczych na około 25%.

Oprócz zaleceń odnośnie kwalifikowania do zalesień gruntów poszczególnych klas bonitacyjnych w KPZL (19) wyodrębniona została grupa „inne grunty oraz nieużytki...”, wśród których wymienione są: zdegradowane i zagrożone erozją silną (poz. 1) strome stoki, zbocza, urwiska (poz. 4). W kontekście uwzględnienia nachylenia terenu (jest to wskaźnik zagrożenia erozją) jako kryterium przeznaczenia do zalesienia gruntów klas I–V zbędne jest i niepotrzebnie komplikujące przejrzystość kryteriów umieszczanie wymienionych rodzajów gruntów (zagrożone erozją silną, strome stoki) w grupie „inne grunty...”. Wydaje się, że zamiast podawać spadki graniczne przy klasach bonitacyjnych i dodatkowo jako zalecane do zalesienia wymieniać „zagrożone erozją silną” oraz „strome stoki”, należałoby dodać grupę: – grunty zagrożone erozją silną, niezależnie od klasy bonitacyjnej.

Odniesienie do problemu jakości gleb na obszarach wyżynnych, podgórskich i górskich o zróżnicowanej rzeźbie terenu znajduje się w znowelizowanym KPZL (19) przez stwierdzenie: „W tym przypadku nie jakość gruntu, lecz jego lokalizacja (usytuowanie stokowe, wysokościowe) stanowi głównie o kwalifikacji do zalesień”. Jednak konfrontując kryteria erozyjne (np. nachylenie terenu) przeznaczania grun-

tów rolnych do zalesienia podane w KPZL (19) z proponowanymi w literaturze erozyjnej oraz określonymi w ustawie o przeznaczeniu gruntów rolnych do zalesienia (nachylenie ponad 15%) należy stwierdzić, że te pierwsze nie spełniają wymogów zasad ochrony gleb przed erozją wodną.

Specyfika zalesień

Przyjmując graniczne nachylenie zboczy dla upraw polowych za 15% i zakładając przeznaczenie części gruntów ornych o większym nachyleniu na trwałe użytki zielone i ewentualnie na uprawy sadownicze (19), na terenach zagrożonych erozją wodną (szczególnie na obszarze wyżyn lessowych) istnieją znaczne rezerwy gruntów do zalesienia (10, 30, 36, 40, 48, 53). Potrzeba ich leśnego zagospodarowania wynika także z faktu, że szczególnie w rejonach oddalonych od większych miast obserwuje się powszechne ich odłogowanie i zarastanie chwastami oraz pionierskimi gatunkami drzew (fot. 4 i 5), a są to grunty o dobrych i bardzo dobrych warunkach do produkcji leśnej – potencjalnie siedliska lasów mieszanych i lasowe.

Zalesianie gruntów rolnych różni się zasadniczo od odnawiania (sadzenia młodego lasu na siedlisku leśnym po usuniętym drzewostanie) i jest początkiem długotrwałego procesu lasotwórczego. W glebie ornej istnieje podeszwa płużna utrudniająca lub uniemożliwiająca właściwy rozwój systemów korzeniowych drzew. Wierzchnia



Fot. 4. Porzucone grunty orne na lessowych stokach opanowują wieloletnie chwasty, a w najlepszym przypadku pionierskie drzewa i krzewy – tu głównie brzoza

warstwa (orna) jest z reguły znacznie zasobniejsza w substancję organiczną, a podorna zawiera jej znacznie mniej niż gleby leśne. Gleby rolne są bardziej eutroficzne; zawierają dość dużo, w porównaniu z leśnymi, związków azotu. Bardzo istotny z punktu widzenia tworzenia ekosystemu leśnego jest brak w glebach rolnych grzybów (np. ryzosferowych, antagonistycznych w stosunku do huby korzeni), fauny (np. krocionogów) i flory (roślin zielnych i krzewów), właściwych dla gleb kompleksów leśnych, które warunkują właściwy przebieg procesów fizjologicznych drzew, ochronę przed patogenami, przebieg procesów glebotwórczych. Przy zalesianiu odłogów rolnych (fot. 4 i 5) specjalnych zabiegów wymaga walka z chwastami, gryzoniami i likwidacja zapędraczenia.

Przygotowanie gleby pod zalesienie może być wykonane różnymi sposobami. P u c h n i a r s k i (35) do metod przynoszących najlepsze efekty zalicza: wyorywanie bruzd do głębokości 0,7 m w rozstawie 1,5 m ze spulchnieniem dna bruzdy pogłębiaczem; pełną orkę (rolniczą) ze spulchnieniem warstwy podornej pogłębiaczem (rozkruszanie podeszwy płuźnej); pełną orkę na głębokość 0,5-0,6 m (orka głęboka melioracyjna), której zaletą jest to, że niszczy podeszwę płuźną na całej powierzchni uprawy, ogranicza rozwój chwastów w początkowym okresie rozwoju upraw, ułatwia odpędzanie; przygotowanie gleby na placówkach – uprawa częściowa ręczna lub mechaniczna na kolistych powierzchniach o średnicy około 1,2 m. Należy zaznaczyć, że na powierzchniach stromych przygotowanie gleby może wymagać formowania tarasów wstęgowych o szerokości 0,3-0,5 m lub tarasów talerzowych (kolistych) o średnicy około 0,5 m wykonywanych często ręcznie i wymagających niekiedy dodatkowego zabezpieczenia kiszkami lub płótkami faszynowymi (39, 61).



Fot. 5. Trzcinnik (na pierwszym planie) i nawłóć (w głębi) to uciążliwe chwasty utrudniające założenie upraw leśnych i skutecznie opóźniające sukcesję nawet pionierskich gatunków drzew

Przygotowanie gleby na tarasach ułatwia przyjęcie sadzonek i umożliwia hodowlę wartościowych drzewostanów, nawet na bardzo stromych skarpach wąwozów (21); (fot. 6 i 7).

Ze względu na wielofunkcyjny charakter lasów na terenach zagrożonych erozją, ze szczególnym uwzględnieniem funkcji wodo- i glebochronnych, powinny one być lasami mieszanymi z dobrze rozwiniętymi warstwami krzewów i runa. Decydującymi czynnikami w doborze gatunków i ich udziale w zalesieniu są warunki glebowo-wodne, mikroklimatyczne i zasięgi występowania drzew. Dobór gatunków i formy zmieszania w zalesieniach gruntów rolnych są inne niż odnowień w lasach, między innymi w związku z odmiennością gleb i warunków mikroklimatycznych. Orientacyjny skład gatunkowy i udział gatunków zależnie od siedliska i krainy przyrodniczo-leśnej podano w tabeli 1. Według P u c h n i a r s k i e g o (35) optymalnymi formami zmieszania gatunków głównych w zalesieniach gruntów rolnych jest zmieszanie



Fot. 6. Strome zbocze wąwozu pokryte brzozą (piętro górne) oraz bukiem i grabem w piętrze dolnym drzew – drzewostan z sadzenia na tarasach wstęgowych

Tabela 1

Skład gatunkowy zalesień na gruntach rolnych w zależności od siedliska i krainy przyrodniczo-leśnej

Potencjalny typ siedliskowy lasu	Skład gatunkowy i udział gatunku w %	Kraina przyrodniczo-leśna*
Bór suchy (Bs) – najuboższe i skrajnie suche fragmenty gleb orných VIz klasy jakości rolniczej	So 80; Brz, Ol, Jrz i inne 20	I–VI
Bór świeży (Bśw) – gleby orne VI klasy	So 60-80; Brz 10-20; Dbbs, Bk, Lp, Gb i inne 10-20	I, IV, VI
	So 60-80; Św, Md 10-20, Brz, Db, Brz i inne 20-30	II, III, V, VIII
Bór mieszany świeży (BMśw) – gleby orne V klasy jakości rolniczej	So 40-50; Md 30; Bk, Db, Brz i inne 20-30	I, III, V
	So 50-60; Md 20; Św, Db, Lp i inne 30-40	II, V, VI, VII
	So 30-40; Md 30; Jd, Bk, Db, Kl i inne 30-40	VI–VIII
	So 40-50; Md 30; Db, Kl, Lp i inne 20-30	IV
Las mieszany świeży (LMśw) – gleby orne IV klasy jakości rolniczej	Bk, Db, Lp, Kl 40-50; So 20-30; Md 20-30	I, III, V, VI–VIII
	Db, Św, Lp, Kl 30-50; So 30-40; Md 20-30	II, IV, VIII
	Jd, Św, Db, Bk 50-60; Md 30-40; Kl, Lp i inne 10	VI–VII
Las świeży (Lśw) – gleby orne III klasy jakości rolniczej	Bk, Db 50-60; Md 30-40; Lp, Kl i inne 10	I, III, V, VIII
	Db, Św, Gp, Lp, Kl 50-60; Md 40-50	II, IV
	Bk, Jd, Db 50-60; Md 30-40; Kl, Lp i inne 10	V–VIII
	Bk, Jd, Św, Kl, Lp 50-60; Md 40-50	VI–VIII

* I. Kraina Bałtycka

II. Kraina Mazursko-Podlaska

III. Kraina Wielkopolsko-Pomorska

IV. Kraina Mazowiecko-Podlaska

V. Kraina Śląska

VI. Kraina Wyżyn Środkowopolskich

VII. Kraina Sudecka

VIII. Kraina Karpacka

Źródło: Puchniarski T. H., 2000 (35).

kępowe (powierzchnia kęp 5-10 arów) lub wielkokępowe (ponad 10 a), a dla gatunków domieszkowych i biocenotycznych grupowe (po 9-16 sztuk).

Zarysowując jedynie problem zalesień należy podkreślić specyfikę terenów erozyjnych – silną mozaikowatość siedlisk – szczególnie na terenach pociętych wązami (55). Sprawia to, że podane wyżej doboru i udziały (tab. 1) oraz formy zmieszania gatunków w ekstremalnych warunkach mikroklimatycznych oraz rzeźby terenu stają się bezużyteczne i może zachodzić konieczność sięgania po gatunki stosowane w zadrzewieniach.



Fot. 7. Drzewostan mieszany z modrzewiem, dębem, bukiem i lipą (z sadzenia) na skarpie wąwozu przygotowanej do zalesienia przez uformowanie tarasów wstęgowych

ZADRZEWIENIA

Spośród różnych form zadrzewień w ochronie przed erozją wodną zasadnicze znaczenie mają zadrzewienia pasowe i powierzchniowe (57). W ochronie małych powierzchni (np. skarp) funkcje zabezpieczenia przed erozją wodną mogą pełnić zadrzewienia w formie grupowej i kępowej, pokrywając całą powierzchnię chronioną.

Zadrzewienia pasowe (pasmowe), to co najmniej dwurzędowe pasy o szerokości do 20 m i długości co najmniej 5 razy większej niż szerokość, natomiast do formy powierzchniowej zalicza się zadrzewienia o powierzchni co najmniej 0,10 ha, niestano-

wiące zadrzewienia pasowego lub rzędowego. Forma grupowa, to zadrzewienia o powierzchni mniejszej niż 0,02 ha, a kępowa, to zadrzewienia o powierzchni 0,02-0,10 ha, przy czym nie tworzą one rzędu lub pasa (58). W literaturze pojęcie zadrzewienie (jako skupisko roślinności drzewiastej) jest definiowane i stosowane niejednoznacznie. W ustawie o ochronie przyrody z dnia 16 kwietnia 2004 r. zadrzewienie zdefiniowane jest jako: „drzewa i krzewy w granicach pasa drogowego, pojedyncze drzewa lub krzewy, albo ich skupiska nie będące lasem w rozumieniu art. 3 ustawy z dnia 28 września 1991 r. o lasach (Dz. U. z 2000 r. Nr 56, poz. 679, z późn. zm.) wraz z terenem, na którym występują i pozostałymi składnikami szaty roślinnej tego terenu, spełniające cele ochronne, produkcyjne lub społeczno-kulturowe”.

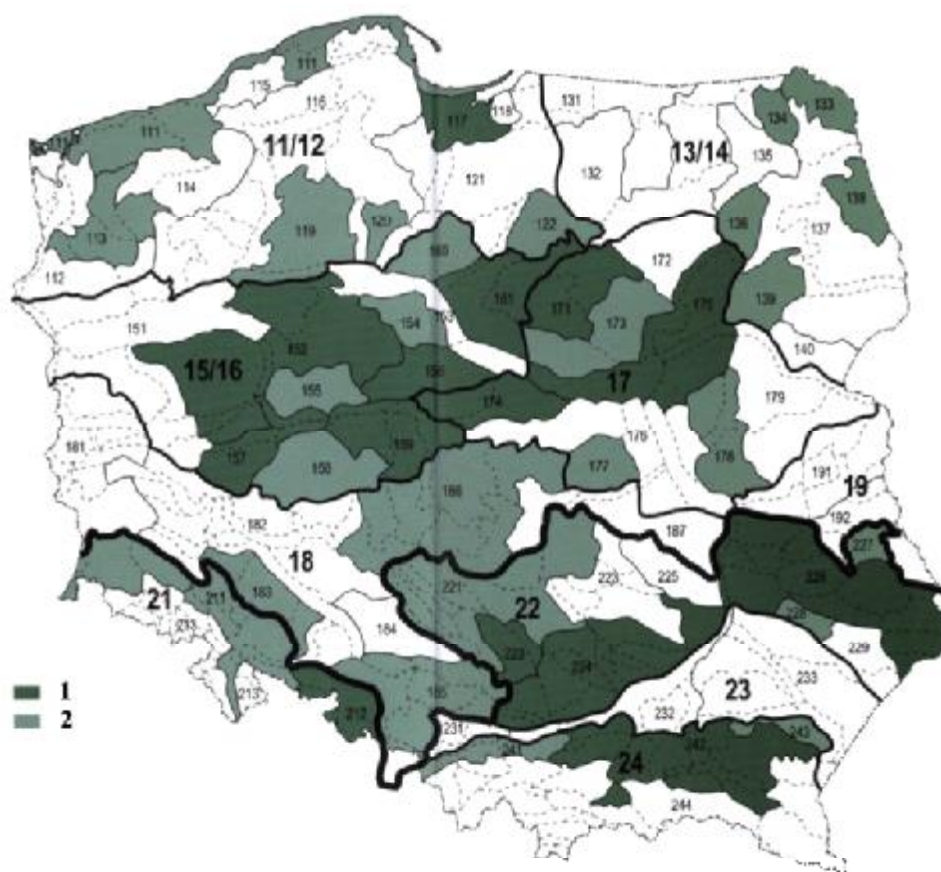
Wśród funkcji ochronnych (ekologicznych) należy wymienić: klimatyczne (np. przeciwwietrzne), wodochronne, glebochronne, biocenotyczne, a także obronne (utrudniające wstęp na jakiś obiekt). Funkcje produkcyjne, to produkcja drewna, ale także użytków nieдрzewnych, takich jak: owoce, surowce zielarskie, pożytki pszczele. Funkcje społeczno-kulturowe sprowadzają się do zaspokajania potrzeb człowieka w zakresie wypoczynku i doznań estetycznych. Według wielu autorów zadrzewienia w pełnieniu tych funkcji są z reguły wszechstronne (2, 3, 6, 8, 9, 15, 16, 25, 37, 38, 56). Jednak w szczególnych przypadkach funkcje zadrzewień mogą się wykluczać, np. niskie (zbudowane z krzewów) zadrzewienie chroniące przed erozją wodną będzie pełniło jednocześnie funkcje biocenotyczne, produkcji użytków nieдрzewnych, społeczno-kulturowe, ale nie będzie miało znaczenia w ochronie przed wiatrem, hałasem lub w produkcji drewna.

Rola zadrzewień i ich wszechstronność (często większa niż lasów) sprawiły, że w takich dokumentach, jak: polityka leśna państwa, II polityka ekologiczna państwa i krajowy program zwiększania lesistości, uznano je jako równorzędny z lasami i zalesieniami oraz wspierający zalesienia i lasy czynnik ochrony i użytkowania rolniczej przestrzeni produkcyjnej.

Według regionalizacji potrzeb zadrzewieniowych w Polsce opracowanej przez Zajączkowskiego (58) bardzo pilna potrzeba wprowadzenia zadrzewień występuje w Polsce centralnej oraz w pasie wyżyn południowo-polskich i pogórzy (rys. 2). Z obszarami tymi w znacznym stopniu pokrywają się regiony wymagające stosowania zadrzewień w celu przeciwdziałania erozji wodnej gleb (rys. 3), są to głównie obszary wyżyn o glebach lessowych i pyłowych, pogórza oraz góry. Zajączkowski (58) podaje, że potrzeby zadrzewień przeciwdziałających wodnej erozji gleb występują na obszarze 39,2 tys. km², tj. 12,5% powierzchni Polski.

Ze względu na podstawową funkcję zadrzewień chroniących gleby przed erozją wodną ich forma, struktura gatunkowa, budowa pionowa i rozmieszczenie w terenie zależą od: rodzaju chronionego obiektu (np.: skarpa, wąwóz, grunty orne), nachylenia i urzeźbienia powierzchni, właściwości i skali degradacji gleby, wystawy i innych czynników. Na terenach zagrożonych erozją zadrzewienia należy wprowadzać przede wszystkim:

- w wąwozy i na ich obrzeża;

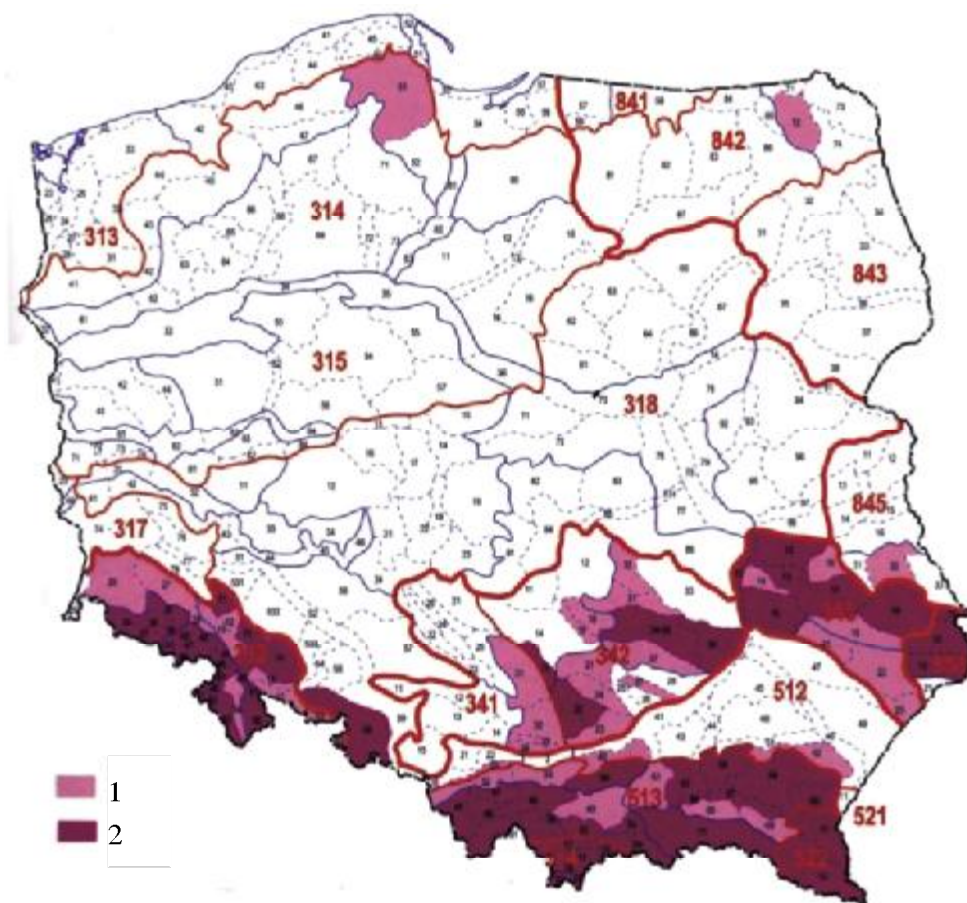


Rys. 2. Regiony o najpilniejszych potrzebach zadrzewieniowych: 1 – zadrzewienia bardzo pilne; 2 – zadrzewienia pilne

Źródło: Zajązkowski K., 2005 (58).

- na skarpy;
- w parowy drogowe i ich obrzeża;
- na zbocza użytkowane rolniczo, szczególnie w uprawie płuźnej;
- w innych miejscach nieprzydatnych rolnictwu, leśnictwu lub na inne cele.

Zadrzewienie zboczy może być realizowane na całych powierzchniach jeżeli uprawy rolnicze nie mogą być prowadzone ze względu na zbyt duże nachylenie, silne urzeźbienie, nieodpowiednie dla upraw rolniczych gleby, w przypadku kiedy powierzchnia ta nie zostanie przeznaczona pod zalesienie. Na zboczach użytkowanych rolniczo, szczególnie w warunkach upraw polowych, należy zakładać zadrzewienia pasowe w poprzek stoku. Zadrzewienia te powinny mieć szerokość nie mniejszą niż 5 m oraz dobrze wykształconą warstwę darni. Według Ziemiackiego (61) należy zakładać je w miejscu przejścia partii wierzchowinowej w zbocze (fot. 8). Taka lokalizacja sprawia, że następuje wyhamowanie prędkości spływu zanim dojdzie do



Rys. 3. Pilność potrzeb zadrzewień w celu przeciwdziałania wodnej erozji gleb:

1 – zadrzewienia pilne; 2 – zadrzewienia bardzo pilne

Źródło: Zajązkowski K., 2005 (58).

koncentracji strug wody, a zadrzewienie zbudowane z drzew dodatkowo pełni funkcję przeciwwietrzną i zapobiega zwiewaniu śniegu. Potwierdziły to badania prowadzone w rejonie zadrzewienia w Nowosiólkach koło Chełma (fot. 8); (23, 49, 61). Zależnie od spadku i długości zbocza może zachodzić konieczność zakładania wielu pasów przeciwoerozyjnych. Ziemicki (61) podaje, że odległości pomiędzy pasami zadrzewień na zboczu powinny wynosić 50-200 m. Przy zagęszczeniu zadrzewień co kilkadziesiąt metrów powinny być one konstruowane z krzewów w darni, gdyż w przypadku stosowania drzew z czasem dochodzi do obniżenia plonowania i konieczności zaniechania uprawy pól pomiędzy zadrzewieniami (14).

Miejscom, gdzie mogą być zakładane zadrzewienia śródpolne są skarpy licznie występujące na terenach zagrożonych erozją. Zależnie od parametrów skarp zadrzewienia można zakładać w formie pasowej, grupowej lub kępowej (fot. 9). Powinny



Fot. 8. Śródpolne zadrzewienie pasowe usytuowane poprzecznie w strefie przejścia partii wierzchwinowej w zbocze pełni funkcję ochrony przed erozją wodną, ale także bariery przeciwwietrznej



Fot. 9. Luźne zadrzewienia grupowe (w głębi) i kępowe (na pierwszym planie) na skarpie, z dobrze uformowanym zadarnieniem

to być zadrzewienia o luźnym zwarcie, umożliwiającym zadarnienie powierzchni. Zadrzewień, szczególnie z drzew, nie należy zakładać na skarpach tarasów zagospodarowanych rolniczo lub sadowniczo, z przyczyn, jak w przypadku zagęszczenia liniowych zadrzewień na zboczach.

W aktualnych uwarunkowaniach produkcji rolniczej zadrzewieniu powinny podlegać wąwozy wraz z pasem przyległego terenu, zamiast kosztownej i często nieefektywnej zabudowy technicznej, mającej na celu np. likwidację wąwozu (32). Wąwozy użytkowane w przeszłości jako pastwiska z przyczyn zaniechania wypasu i wypalania wiosennego (częstego niegdyś sposobu powstrzymania sukcesji i przyspieszenia odrostu traw i ziół) podlegają samoczynnemu zadrzewieniu. Stanowiska kserotermiczne porastają krzewami ciepłolubnymi i karłowatymi drzewami (fot. 10). W wielu przypadkach następuje degradacja cennych z ekologicznego punktu widzenia zbiorowisk ciepłolubnych przez zarastanie drzewami lekkonasiennymi (31, 47).

Zadrzewienie wąwozu (wymagające niekiedy wspomagania prostymi budowlami hydrotechnicznymi – faszynowymi, kamiennymi, ziemnymi) jest skutecznym sposobem zabezpieczenia i podniesienia produktywności terenu, pod warunkiem zlikwidowania skoncentrowanego dopływu wody. W przypadku, kiedy może dochodzić do okresowych przepływów wód wąwozem nie należy w dninie wprowadzać drzew, lecz utrzymywać zadarnienie (fot. 11); (13, 61).

Skuteczne umocnienie wąwozu uzyskuje się przez zadrzewienie (zalesienie) całej jego zlewni (24). W warunkach innego zagospodarowania (szczególnie rolniczego) terenów w sąsiedztwie wąwozu konieczne jest zadrzewienie pasa terenu wokół jego krawędzi. W literaturze podaje się, że szerokość zadrzewionego obrzeża wąwozu powinna wynosić co najmniej 5 m i dodatkowo pomiędzy zadrzewieniem a polem należy utrzymywać pas zadarnienia. Jednak doświadczenie wskazuje, że utrzy-



Fot. 10. Ciepłolubne zarośla w płytkim, rozległym wąwozie rozmytym na wapiennym zboczu o wystawie południowej



Fot. 11. Zadrzewienie (las) w wąwozie lessowym – dno porośnięte roślinnością zielną

manie pasa darni jest bardzo problematyczne i w praktyce takie zabezpieczenie nie jest stosowane.

Zakładanie, ochrona i hodowla zadrzewień

Pod względem przygotowania gleby pod zadrzewienia zakres i sposób wykonania prac nie różni się od wykonywanych przy zalesianiu. Z racji stanowisk przeznaczonych pod zadrzewienia znacznie częściej niż w zalesianiu terenów trudnych konieczne są prace ręczne, np. przy wykonywaniu tarasów talerzowych i wstęgowych, likwidacji zadarnienia i przekopywaniu talerzy (koliste powierzchnie pod jedną lub grupy sadzonek).

Prace pielęgnacyjne i ochrona nasadzeń są analogiczne jak w zalesieniach: niszczenie (ograniczanie) zachwaszczenia, poprawki i uzupełnienia, formowanie drzewek, kształtowanie składu gatunkowego upraw i młodników. Kolejnymi zabiegami koniecznymi w celu osiągnięcia właściwej budowy, pełnienia przypisanych funkcji oraz produkcyjnego użytkowania zadrzewień, są: czyszczenia, trzebieże, pozyskiwanie drzew dojrzałych (przy założonym wieku rębności). Specyfika funkcji przeciwerozyjnej zadrzewień sprawia, że powyższe zabiegi powinny być bardziej intensywne niż w lasach, a to chociażby z konieczności silniejszego prześwietlania drzewostanu celem utrzymania (odtworzenia) warstwy runa i właściwego zadarnienia. Jeżeli chodzi o długość cyklu produkcyjnego i wiek, w którym drzewa powinny być pozyski-

wane, to zależy on od gatunku drzewa i często powinien być krótszy niż w gospodarstwie leśnym ze względów np. na zbyt duże obciążenie skarp i zagrożenie wykrotami. W pozyskiwaniu drewna i odnawianiu zadrzewień niedopuszczalne powinno być stosowanie zrębów zupełnych (powodujących odsłonięcie znacznych powierzchni terenu). Zadrzewienia powinny być zagospodarowane sposobem przerębowym.

Ważnym zabiegiem pielęgnacyjnym zadrzewień śródpolnych jest formowanie ściany zadrzewienia (fot. 12). Rozrastanie się (rozprzestrzenianie się) zadrzewienia i zacienianie sąsiadujących upraw przez gałęzie jest efektem braku cięć formujących ścianę i między innymi przyczyną zmniejszenia plonów roślin uprawnych w sąsiedztwie zadrzewień. Szczególnie duże straty powierzchni uprawnych mogą wystąpić w sąsiedztwie zadrzewień liniowych zbudowanych z gatunków ekspansywnych, a straty powodowane zacienieniem występują w przypadku, gdy na skraju zadrzewienia są gatunki wykształcające szerokie korony.

Z racji wcześniej zarysowanych funkcji zadrzewień, ich sąsiedztwa z uprawami polowymi lub sadowniczymi oraz szerokiej gamy uwarunkowań siedliskowych, biocenotycznych i ochrony krajobrazu, bardzo ważny jest właściwy dobór gatunków drzew i krzewów. Dobory gatunków do zadrzewień terenów rolniczych, w tym zadrzewień przeciwerozyjnych, podane są w wielu opracowaniach specjalistycznych (5, 7, 25, 39, 46, 55, 57, 62). Na listach proponowanych gatunków występują różnice ilościowe i jakościowe, zależnie od przyjętego celu i zakresu opracowania oraz postępu w badaniach. Z reguły znajdują się na nich tzw. gatunki lasotwórcze, ale także znaczna liczba drzew charakterystycznych tylko dla zadrzewień, w tym gatunki introdukowane. W doborach roślin drzewiastych na tereny erodowane poczesne miejsce zajmują liczne gatunki krzewów, które są niezastąpione w zadrzewianiu stromych skarp, urwisk i innych miejsc o skrajnie niekorzystnych warunkach siedliskowych.

W pierwszych latach po posadzeniu drzewka i krzewy zagrożone są szkodami powodowanymi przez zwierzynę. Obecnie przy silnie zredukowanej populacji zająca głównym sprawcą szkód w zadrzewieniach śródpolnych jest sarna. Straty są skutkiem zgryzania pędów oraz odzierania kory przez rogacze w czasie wycierania poroża (fot. 13). Należy podkreślić, że stosowanie repelentów skutecznie zapobiega zgryzaniu przewodników i gałązek, natomiast nie odstrasza rogaczy czyszczących poroża. Własne doświadczenia w zadrzewieniach w Snopkowie koło Lublina (28) wykazały, że jedyną skuteczną ochroną przed rogaczami jest opalikowanie drzewek (fot. 14), natomiast osłony z folii komórkowej (także te smarowane repelentami) były wyłamywane i rozrywane porożami.

Ochrona przyrody i krajobrazu oraz racjonalne gospodarowanie przestrzenią

Na problemy ochrony przyrody w związku ze zwiększeniem lesistości kraju zwraca uwagę *W i t k o w s k i* (52). Potrzebę ochrony przyrody, zachowania bioróżnorodności podkreśla się w KPZL (19), wskazując, że „z programu zalesień należy bezwzględnie wykluczyć następujące kategorie użytkowania ziemi:



Fot. 12. Ściana zadrzewienia śródpolnego



Fot. 13. Modrzew zniszczony przez rogacze wycierające wiosną poroża



Fot. 14. Młode drzewka w zadrzewieniu śródpolnym zabezpieczone przed zwierzyną przez popalikowanie oraz za pomocą osłon z folii komórkowej

- grunty rolne i śródpolne nieużytki zaliczane do siedlisk priorytetowych w programie rolnośrodowiskowym (np. bagna, mszary, torfowiska, oczka wodne, solniska, trzcinowiska i inne siedliska okresowo podmokłe, murawy kserotermiczne, remizy, wrzosowiska, wydmy, gołoborza i wychodnie skalne), niechronione lub objęte ochroną prawną jako np. użytki ekologiczne,
- miejsca cenne z historycznego bądź archeologicznego punktu widzenia”;
dalej zaznacza się, że „kontrolowanych decyzji wymagać będą projekty zalesiania:
 - siedlisk zlokalizowanych w dolinach rzek i na terenie zabagnionych obniżzeń,
 - rolniczych polan (enklawy) puszczańskich o walorach przyrodniczych i kulturowych (np. na terenie Puszczy Białowieskiej),
 - obszarów o wybitnych walorach widokowych (obszary takie należy zaznaczyć w planach zagospodarowania przestrzennego gmin).”

Tereny erodowane ze względu na różnorodność form geomorfologicznych, mozaikowość siedlisk i form użytkowania powierzchni ziemi cechuje duża bioróżnorodność i bogactwo zróżnicowanych komponentów krajobrazu na stosunkowo niewielkiej przestrzeni. O walorach obszarów lessowych T u r s k i i in. (45) piszą: „Obszary lessowe są godne ochrony ze względu na unikalny krajobraz, który w przypadku harmonijnego powiązania z tworem człowieka daje gamę przeżyć estetycznych, nie mniej potrzebnych człowiekowi, jak prozaiczna wegetacja. Przykłady Kazimierza Dolnego czy Sandomierza są najlepszymi dowodami współtworzenia materialnych i estetycznych więzi człowieka z krajobrazem lessowym.”

Z tego względu przy planowaniu zalesień i zadrzewień terenów zagrożonych erozją konieczna jest wielka rozważa oraz objęcie ich ochroną (wyłączenie z zalesie

nia lub zadrzewienia fragmentów nieobjętych prawnymi formami ochrony przyrody, jak np.: murawy i zarośla kserotermiczne, odsłonięcia geologiczne, powierzchnie zadarnione wartościowe jako komponent krajobrazowy). W uzasadnionych przypadkach należy pozostawić np. zadarnione formy wąwozowe i objąć je ochroną czynną przez niedopuszczanie do sukcesji zbiorowisk drzewiastych (31). Na potrzebę ochrony przed zanikiem w krajobrazie erozyjnym efektów przekształceń antropogenicznych (np. tarasów naorywanych) jako zabytkowych systemów rolniczych zwracają uwagę Orlik i Węgorek (27) oraz Zubala i in. (64). Proces zaniku takich form w krajobrazie nasila się nie tylko w związku z celowym zalesieniem i zadrzewieniem, ale w znacznym stopniu przebiega samoczynnie z powodu zaniechania użytkowania takich powierzchni (fot. 15).



Fot. 15. Tarasy naorywane na zboczu lessowym – ginący element krajobrazu z powodu zarastania przez drzewa i krzewy

Podsumowanie

Problematyka fitomelioracji przez zalesianie i zadrzewianie terenów zagrożonych erozją wodną, to proces złożony ze względów przyrodniczych, gospodarczych i organizacyjnych. Zabezpieczając grunty przed erozją wodną metodami biologicznymi należy łączyć ze sobą jako współpracujące komponenty: lasy, zadrzewienia, użytki rolnicze i sadownicze (szczególnie trwałe użytki zielone i zadarnienia) – fotografia 16 (11, 20, 64). W pracach nad oceną zagrożenia erozyjnego oraz projektowaniem i realizacją urządzeń przeciwezyjnych, w tym zalesień i zadrzewień, należy w pełnym zakresie wykorzystywać instrumenty urządzeniowe o charakterze kompleksowym (18, 53, 54).



Fot. 16. Lasy, zadrzewienia i zadarnienia współpracując ze sobą skutecznie chronią przed wodną erozją gleb i pozwalają zachować walory rolniczych krajobrazów erozyjnych

Literatura

1. B a c S.: Rola lasu w bilansie wodnym Polski. *Fol. Forest. Polon.*, 1968, A, **14**: 5-65.
2. B a ł a z y S., R y s z k o w s k i L.: Znaczenie zadrzewień śródpolnych dla zrównoważonego rozwoju obszarów wiejskich. W: *Zalesienia w Europie – doświadczenia i zamierzenia* (red. S. Zajac i W. Gil.). IBL Warszawa, 2003, 65-76.
3. B a n a s z a k J., C i e r z n i a k T.: Znaczenie zadrzewień śródpolnych dla owadów zapylających. W: *Znaczenie zadrzewień w krajobrazie rolniczym oraz aktualne problemy ich rozwoju w przyrodniczo-gospodarczych warunkach Polski*. Wyd. UW Płock, 1997, 52-60.
4. B i a ł k i e w i c z F., B a b i Ń s k i S.: Znaczenie lasu w kształtowaniu retencji wodnej gleb i odpływie wód opadowych. *Sylwan*, 1981, **125(1)**: 1-9.
5. B o l e s t a S.: Zabudowa roślinna cieków wodnych. PWRiL Warszawa, 1964.
6. B r e s i Ń s k i W., C h l e w i Ń s k i A.: Rola zadrzewień śródpolnych dla zwierzyzny w nowoczesnym krajobrazie rolniczym. *Łow. Pol.*, 1980, **3**: 6-7.
7. B u r y - Z a l e s k a J., D u t k i e w i c z J., P i o t r o w s k i F.: Zadrzewienia rolnicze ze specjalnym uwzględnieniem terenów lessowych i rędzinowych. PWRiL Warszawa, 1960.
8. C i e ś l a k M.: Awifannistyczne wskazówki do kształtowania zadrzewień śródpolnych. *Ochr. Środow. Zasob. Natur.*, 1994, **8**: 27-40.
9. D e m b e k W., D o b r z y Ń s k a N., L i r o A.: Problemy zachowania różnorodności biologicznej na obszarach wiejskich w kontekście zmian wspólnej polityki rolnej. *Woda - Środow. - Obszary Wiejsk.*, 2004, 11.
10. F a t y g a J.: Kształtowanie granic rolno-leśnej i darniowo-polowej w Sudetach w systemie ochrony gleby przed erozją wodną. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.*, 2002, **487**: 67-77.
11. H e r n i k J.: Środowiskowe efekty ochrony i kształtowania użytków rolnych. *Zesz. Nauk AR Kraków, Inż. Środ.*, 2001, 382(21): 495-500.
12. J ó z e f a c i u k A., J ó z e f a c i u k C z.: Wpływ erozji wodnej na tworzenie się gruntów marginalnych i sposoby ich zagospodarowania. W: *Przyrodnicze i techniczne problemy ochrony i kształtowania środowiska rolniczego*. Wyd. AR Poznań, 1997, 63-69.
13. J ó z e f a c i u k A., J ó z e f a c i u k C z.: Ochrona gruntów przed erozją. Wyd. IUNG Puławy, 1999.
14. J ó z e f a c i u k C z., T a ł a ł a j Z., W ę g o r e k T.: Ochronno-produkcyjna funkcja zadrzewień pasowych na przykładzie obiektu Linów. *Pam. Puł.*, 1995, **106**: 173-182.
15. K a r g J.: Wpływ nowo wprowadzonych zadrzewień śródpolnych na wzbogacenie zespołu owadów krajobrazu rolniczego. W: *Dobre praktyki w produkcji rolniczej*. Wyd. IUNG Puławy, 1998, t. I, 211-218.

16. Karg J., Karlik B.: Zadrzewienia na obszarach wiejskich. Wyd. Zakł. Bad. Środ. Rol. i Leśn., PAN, Poznań, 1993.
17. Koc J., SolarSKI K.: Wpływ lasów na retencję i odpływ wód. Roczn. AR Poznań, 2004, Melior. Inż. Środ., **357(25)**: 247-255.
18. Koreleski K.: Wybrane zagadnienia przeciwoerozyjnej ochrony gleb w świetle wymogów zrównoważonego rozwoju. Acta Agroph., 2005, **5(1)**: 49-55.
19. Krajowy Program Zwiększania Lesistości. Ministerstwo Środowiska, Warszawa, 2003.
20. Lipski C., Kostuch R.: Kształtowanie krajobrazów terenów erodowanych. Acta Agroph., 2005, **5(2)**: 245-252.
21. Mazur Z., Mazurek T., Pałys S., Węgorek T.: Skuteczność biotechnicznej zabudowy wąwozów w Opoce Dużej. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 1985, **292**: 145-159.
22. Mazur Z., Pałys S., Grodzieński W., Mitrus W.: Erozja wodna w okresie spływów roztopowych 1987 r. w dwu zlewniach rolniczych i leśnej na Wyżynie Lubelskiej. Roczn. Nauk Rol., 1990, F, **82**: 81-89.
23. Mazur Z., Pałys S., Węgorek T.: Przeciwoerozyjna funkcja pól wstęgowych i zadrzewień pasowych na rędzinach. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 1985, **311**: 159-168.
24. Mazurek T., Węgorek T.: Wpływ użytkowania zlewni na procesy erozyjne w umocnionych wąwozach. Roczn. Glebozn., 1987, **38(1)**: 199-208.
25. Milewski J.: Zadrzewienia – bazą produkcyjną dzikich owoców dla przemysłu spożywczego. Sylwan, 1976, **9**: 9-20.
26. Orlik T.: Zagadnienia agrotechniki jako metody przeciwdziałania degradacji gleb na obszarach erodowanych. Bibl. Fragm. Agron., 1998, **4A**: 315-337.
27. Orlik T., Węgorek T.: Renaturyzacja gruntów porolnych na terenie Krzaczonowskiego Parku Krajobrazowego. W: Renaturyzacja obiektów przyrodniczych – aspekty ekologiczne i gospodarcze (red. Z. Michalczyk). Wyd. UMCS, 2000, 237-277.
28. Orlik T., Węgorek T., Zubala T.: Udatność i wzrost brzozy brodawkowatej, modrzewia europejskiego i robinii akacjowej w śródpolnych zadrzewieniach pasowych. Folia Univ. Agric. Stetin., Agricult., 2001, **217(87)**: 167-170.
29. Pałys S., Mazur Z.: Erozja wodna gleb w zlewni rolniczej i leśnej na Wyżynie Lubelskiej. Roczn. AR Poznań, 1994, **246**: 129-137.
30. Pałys S., Mitrus W.: Zmiany struktury użytkowania gruntów w terenach erodowanych. Zesz. Nauk. AR Kraków, Inż. Środ., 2001, **382(21)**: 381-387.
31. Pałys S., Węgorek T.: Wąwozy lessowe jako osobliwość okolic Sandomierza. W: Osobliwości przyrody Ziemi Sandomierskiej (red. T. Puszkar). Wyd. Diecez. Sandomierz, 1998, 21-29.
32. Patro M., Węgorek T.: Sposoby zagospodarowania wąwozów w warunkach zmian strukturalnych rolnictwa. Inż. Ekol., 2001, **5**: 109-116.
33. Pierzgałski E.: Rola lasów i zadrzewień w ograniczaniu zjawiska erozji wietrznej i wodnej. W: Rola lasów w gospodarce wodnej kraju i gospodarka wodą w lasach. Maszynopis. SITLiD, 2000, 1-14.
34. Prochal P., Maślanka K., Koreleski K.: Ochrona środowiska przed erozją wodną. Wyd. AR Kraków, 2005.
35. Puchniarski T. H.: Krajowy program zwiększania lesistości – zalesienia porolne. PWRiL Warszawa, 2000.
36. Rybicki R.: Koncepcja zwiększenia lesistości w zlewni rzeki Opatówki. Roczn. AR Poznań, Rol., 2006, **375(65)**: 155-161.
37. Ryszkowski L., Kędziora A., Bartoszewicz A.: Ograniczanie rozprzestrzeniania mineralnych form azotu w wodzie gruntowej przez zadrzewienie śródpolne. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 1998, **458**: 473-484.
38. Tałaj Z.: Ocena zadrzewienia części zbocza lessowego „Kębło” na Płaskowyżu Natęczowskim. Zesz. Nauk. AR Kraków, 1992, **273(35)**: 29-39.
39. Tałaj Z., Węgorek T.: Zadrzewienia fitomelioracyjne wyżynnych terenów erodowanych. Wyd. IUNG Puławy, 1996.

40. Tałałaj Z., Węgorek T.: Zagospodarowanie odłogów i nieużytków w procesie ustalania granicy rolno-leśnej na przykładzie wybranych gmin woj. przemyskiego. *Bibl. Fragm. Agron.*, 1998, **5**: 81-95.
41. Tałałaj Z., Węgorek T.: Problemy zalesień na wyżynach lessowych w świetle krajowego programu zwiększania lesistości. *Inż. Ekol.* 2001, **5**: 145-149.
42. Tysocka J.: Rola i miejsce lasu w kształtowaniu stosunków wodnych w zlewni rzecznej. *Sylwan*, 1995, **139(11)**: 67-79.
43. Turcki R., Paluszek J., Słowińska-Jurkiewicz A.: Wpływ rzeźby terenu na stopień zerodowania i właściwości fizyczne gleb lessowych. W: *Erozja gleb i jej zapobieganie*. Wyd. AR Lublin, 1991, 47-61.
44. Turcki R., Słowińska-Jurkiewicz A.: Gleby wytworzone z lessów. *LTN Lublin*, 1994.
45. Turcki R., Słowińska-Jurkiewicz A., Dębicki R., Rejman J., Paluszek J.: Rolnicze i ogólnoprzyrodnicze problemy urzeźbionych terenów lessowych. W: *Ochrona agroekosystemów zagrożonych erozją*. Wyd. IUNG Puławy, 1996, 91-113.
46. Węgorek T.: Dobór drzew i krzewów do zadrzewień przeciwoerozyjnych na wyżynnych terenach Lubelszczyzny. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.*, 1985, **311**: 125-152.
47. Węgorek T.: Zbiorowiska roślinności ciepłolubnej z udziałem drzew i krzewów na terenach erodowanych Wyżyny Lubelskiej i Roztocza. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.*, 1988, **357**: 135-152.
48. Węgorek T., Orlik T., Obroślak R., Popławski E., Grodzieński W., Patro M., Rybicki R., Zubala T.: Rewaloryzacja rolniczej przestrzeni produkcyjnej oraz zagospodarowanie gruntów nieprzydatnych rolnictwu przez zadrzewienia i zalesienia w erodowanych terenach Polski południowo-wschodniej. *Maszynopis*, 2002.
49. Węgorek T., Rybicki R.: Wpływ budowy zadrzewienia śródpolnego na kształtowanie się pokrywy śnieżnej. *Acta Agroph.*, 2006, **7(1)**: 265-273.
50. Widomski M., Sobczuk H.: Właściwości retencyjne gleb w środowisku dotkniętym erozją. *Monogr. Kom. Inż. Środ. PAN*, 2005, t. 2, **33**: 249-257.
51. Wiśniewski S.: Rozmieszczenie lasów w zlewni i kierunki jego optymalizacji w ramach krajowego programu zwiększania lesistości. W: *Rola lasów w gospodarce wodnej kraju i gospodarka wodą w lasach*. *Maszynopis. SITLiD*, 2000, 1-18.
52. Witkowski Z. J.: Ochrona przyrody a program zwiększenia lesistości Polski. *Sylwan*, 2001, **165(3)**: 15-26.
53. Woch F.: Kierunki i zakres zmian sposobu wykorzystania rolniczej przestrzeni produkcyjnej w procesie urzędzeniowym na przykładzie wybranych obiektów. W: *Ochrona i wykorzystanie rolniczej przestrzeni produkcyjnej Polski*. Wyd. IUNG Puławy, 1997, 143-152.
54. Woch F.: Kształtowanie środowiska rolniczego na obszarach urzeźbionych w Polsce, na tle wzorów unijnych. *Acta Agroph.*, 2005, **5(2)**: 471-480.
55. Wołk A., Pięta J.: Charakterystyka mikrosiedlisk w wąwozach lessowych z punktu widzenia ich przydatności do zalesienia. *Pam. Puł.*, 1976, **66**: 215-228.
56. Zajączkowski K.: Rola zadrzewień w kształtowaniu przyrodniczych warunków rolniczej przestrzeni produkcyjnej oraz akumulacji węgla z atmosfery. W: *Rolnictwo Polski i ochrona jakości wody* (red. B. Sapek). *Zesz. Eduk. IMUZ*, 2000, **6**: 72-84.
57. Zajączkowski K. (red.), Tałałaj Z., Węgorek T., Zajączkowska B.: Dobór drzew i krzewów do zadrzewień na obszarach wiejskich. Wyd. IBL Warszawa, 2001.
58. Zajączkowski K.: Regionalizacja potrzeb zadrzewieniowych w Polsce. *Prace Inst. Bad. Leśn., Rozpr. Monogr. IBL Warszawa*, 2005, 4.
59. Zareba R.: Ochrona zadrzewień śródpolnych przed zwierzyną. *Las Polski*, 1977, **6**: 15-16.
60. Ziemiński S.: Melioracje z elementami miernictwa. *PWRiL Warszawa*, 1975.
61. Ziemiński S.: Ochrona gleb przed erozją. *PWRiL Warszawa*, 1978.

62. Ziemiński S., Fijałkowski D., Mazur Z., Ziarkiewicz T., Pałys S., Repelewska-Pękałowa J., Kowal W., Węgorek T.: Opracowanie wytycznych projektowania zadrzewień przeciwerozojnych na terenach falistych byłego woj. lubelskiego i kieleckiego. Sprawozd. z badań, maszynopis, Kat. Melior. i Bud. Rol. AR w Lublinie, 1978.
63. Ziemiński S., Zadzki S.: Wpływ lasu i zadrzewień na właściwości lessowych utworów glebowych. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 1977, **193**: 237-250.
64. Zubala T., Węgorek T., Patro M.: Zmiany użytkowania gleb silnie urzeźbionej zlewni w aspekcie ochrony krajobrazu. Roczn. Glebozn., 2006, **57(3/4)**: 144-151.

Adres do korespondencji:

dr hab. Tadeusz Węgorek
Katedra Melioracji i Budownictwa Rolniczego
Akademia Rolnicza
ul. Leszczyńskiego 7
20-069 Lublin
tel./fax: 081-532 06 44
e-mail: tadeusz.wegorek@ar.lublin.pl

