

Gospodarowanie wodą w krajobrazie wyżynnym

*Andrzej Mazur, Magdalena Patro, Roman Rybicki, Tadeusz Węgorzek,
Tomasz Zubala*

*Katedra Melioracji i Budownictwa Rolniczego, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie,
ul. Leszczyńskiego 7, 20-069 Lublin,
e-mail: tadeusz.wegorek@up.lublin.pl*

Słowa kluczowe: retencja mikrozelewni, linie okresowego spływu, ścieki opadowe, zadrzewienia

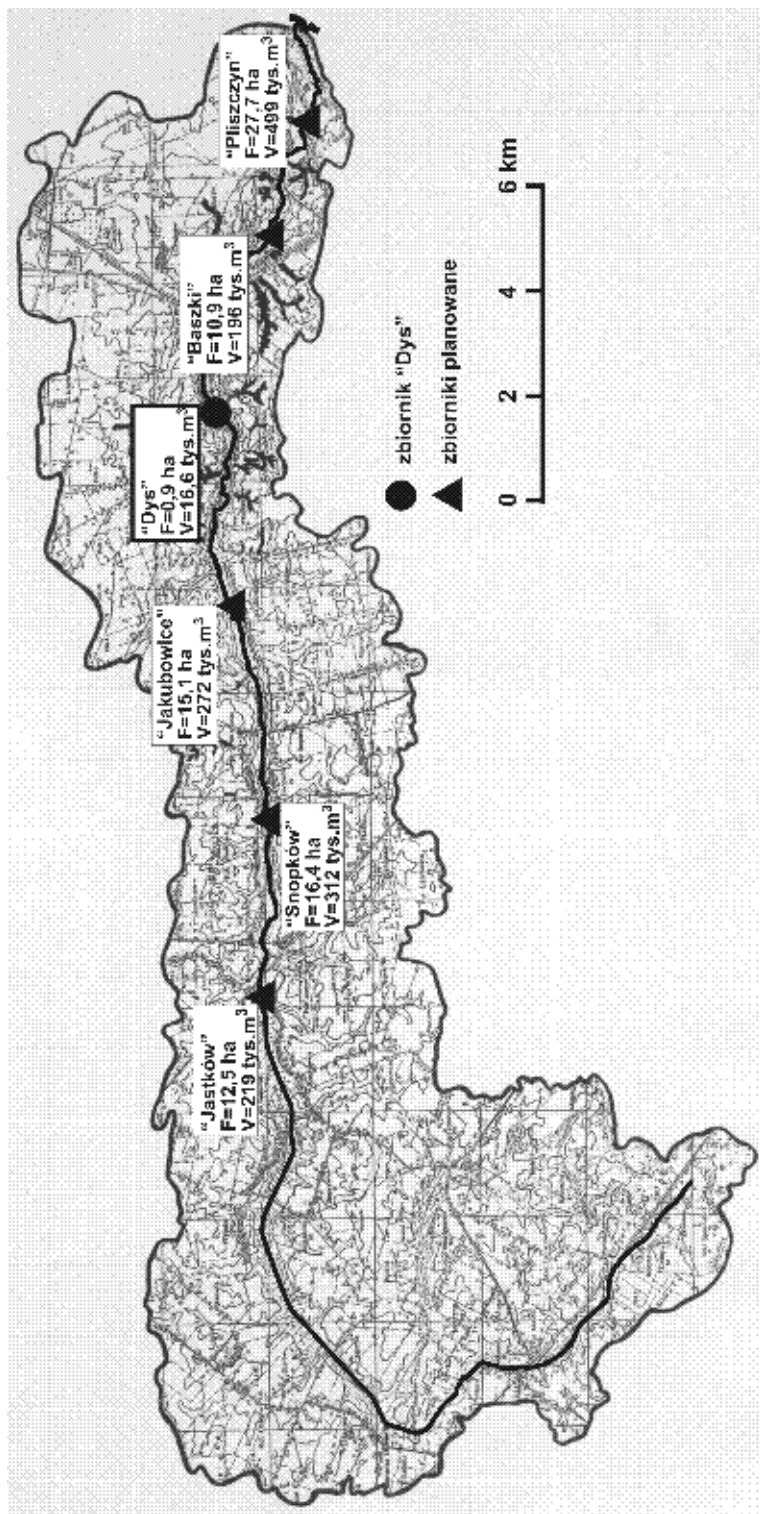
Wstęp

Pas wyżyn rozciąga się równoleżnikowo w południowo-środkowej i południowo-wschodniej Polsce. Jest to głównie prowincja fizyczno-geograficzna Wyżyny Polskie (36,4 tys. km²: Wyżyna Śląsko-Krakowska, Wyżyna Małopolska, Wyżyna Lubelsko-Lwowska) oraz mały skrawek zachodniej części Wyżyn Ukrainskich (1,6 tys. km² Wyżyny Wołyńsko-Podolskiej). Wyżyny łącznie zajmują 12% powierzchni kraju [6]. Warunki geomorfologiczne, specyfika opadów atmosferycznych, dominacja użytkowania rolniczego bez barier, korytarzy i zbiorników (w znaczeniu Koncepcji Terytorialnych Systemów Stabilności Ekologicznej), powodują przyspieszenie odpływu, zanieczyszczenie wód, degradację gleb.

Celem pracy jest wykazanie efektywności działań w ochronie jakości i zwiększaniu retencji wód powierzchniowych w mikrozelewniach rolniczych i zurbanizowanych przez stosowanie prostych rozwiązań konstrukcyjnych typu przegrody ziemne, zadrzewienia, oczyszczalnie ścieków opadowych – na podstawie wyników badań skuteczności takich obiektów na Wyżynie Lubelskiej.

Zbiorniki na rzekach

Na Wyżynie Lubelskiej w latach 1999–2009 wykonano jedynie 8 małych zbiorników retencyjnych o łącznej objętości 349,2 tys. m³ (powierzchnia 18,3 ha) oraz jeden duży zbiornik (Nielisz) o objętości 15,5 mln m³ (950 ha). W realizacji jest mały zbiornik w Wąwolnicy – 279 tys. m³; 2,4 ha. W najbliższym czasie planuje się wykonanie 6 zbiorników małej retencji o łącznej pojemności 2879,8 tys. m³ – 169,3 ha [30].



Rysunek 1. Zlewnia rzeki Ciemięgi z lokalizacją zbiornika „Dys” oraz zbiorników planowanych: F – powierzchnia, V – pojemność (opracowanie T. Zubala)

W latach 90. XX w. opracowano koncepcję zabudowy zbiornikowej doliny rzeki Ciemięgi (rys. 1) [27], w celu złagodzenia skutków leja depresji powstałego w związku z poborem wód podziemnych na zaopatrzenie aglomeracji lubelskiej [10]. Z sześciu planowanych obiektów, do użytku oddano jeden – (powierzchnia zalewu około 0,9 ha) w miejscowości Dys. Obserwacje prowadzone w latach 2004–2007 [36] potwierdziły konieczność zagospodarowania zlewni zbiornika w sposób ograniczający migrację składników biogenych i rumowiska [14]. Wody zasilające akwen charakteryzowały się przeważnie niezadowalającą jakością. Składnikami pogarszającymi ich jakość były przede wszystkim: PO_4^- , NO_2^- , BZT_5 , ChZT_{Cr} . Koncentracja fosforanów w rzece przekraczała niekiedy $1 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$, co w połączeniu z dużą zdolnością zbiornika do zatrzymywania niektórych związków azotu oraz zawiesiny zadecydowało o jego poważnym zagrożeniu procesami eutrofizacji. Postępująca akumulacja zanieczyszczeń (w tym osadów dennych) w krótkim czasie ograniczyła przydatność gospodarczą akwenu i uniemożliwiła jego dalszą eksploatację [36].

Skutki erozji w zlewniach rolniczych

Przyczyną złej jakości wód zasilających zbiorniki na ciekach wyżynnych są spływy w zlewni powodujące erozję gleb, transport zawiesin i substancji rozpuszczonych (w tym biogenów). Procesy erozji wodnej niekorzystnie wpływają na zmianę warunków przyrodniczych i gospodarczo-organizacyjnych, mają istotny wpływ nie tylko na jakość ale i na bilans wody w środowisku. Spływ powierzchniowy, powiększający deficyt wodny zlewni, jest procesem epizodycznym. O jego kształtowaniu się decydują warunki geologiczno-geomorfologiczne, meteorologiczne oraz agrotechnika i organizacja przestrzeni. Spływ następuje po przekroczeniu tzw. fazy detencji, po której równocześnie z infiltracją istnieje odpływ powierzchniowy.

Badania prowadzone na Wyżynie Lubelskiej wykazały, że dopiero opad rzędu $1 \text{ mm} \cdot \text{min}^{-1}$ i czasie trwania co najmniej 10 minut, może wywołać spływ powierzchniowy, a więc wielkość tę można uznać za progową dla opadu efektywnego [9]. Z badań Rejmana [21] wynika, że spływy powierzchniowe, jak i procesy erozyjne na stokach lessowych użytkowanych rolniczo przebiegają w sposób niezwykle dynamiczny i zróżnicowany. Współczynnik spływu (stosunek spływu powierzchniowego do wielkości opadu efektywnego) może wynosić od kilku aż do 50%, a zmienność ta wynika z erozyjności deszczów, warunków występujących w powierzchniowej warstwie gleby i rozwoju roślinności. Odpływ wody poza zlewnię kształtuje się przeważnie na poziomie od 1 do 10% opadu efektywnego, ale w warunkach sprzyjających może dochodzić nawet do 60%. Natomiast średnioroczny odpływ wody poza zlewnię wynosi od 0,9 do 2,1% średniorocznego opadu, z czego około 65% stanowi odpływ wody podczas wiosennego tajania śniegu [9].

W wyniku procesów denudacyjnych woda spływająca po powierzchni terenu i przemywająca profile glebowe zostaje zanieczyszczona zmieniając mętność oraz

barwę. Cząstki stałe materiału fluwialnego jak i rumowisko rozpuszczone w wodzie decydują o jej jakości i przydatności oraz przyspieszają proces eutrofizacji wód powierzchniowych. Badania erozyjne prowadzone na stokach lessowych uprawianych rolniczo pokazują, że pojedyncze opady efektywne uruchamiają do 60 tys. $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ materiału glebowego oraz 0,004–1,606 $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ azotu ogółem, 0,0002–0,524 $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ fosforu i 0,003–2,3 $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ potasu [21, 38]. Natomiast poza zlewnię średniorocznie odpływa 400–510 $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ materiału glebowego oraz 5–20 $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ azotu, fosforu około 0,5 $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ i potasu 2,5–17 $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ [9, 25, 38]. Ilość, jak i koncentracja materiału glebowego oraz rumowiska rozpuszczonego wykazują dużą zmienność i zależność od miejsca lokalizacji w rzeźbie stoku, wielkości spływu powierzchniowego i śródglebowego, erozyjności deszczu i czasu trwania opadu, rodzaju uprawianych roślin i faz ich rozwoju.

Zbiorniki małej retencji poza dolinami rzek

Rozwiązaniem korzystnym z punktu widzenia zwiększania zasobów wodnych zlewni i poprawy jakości wód, ochrony przed erozją, zwiększania różnorodności biologicznej i atrakcyjności krajobrazu, kształtowania warunków siedliskowych, jest tworzenie małych zbiorników poza dolinami rzek [3, 4, 5, 11, 13, 19, 33].

Badania wielkości i możliwości retencionowania odpływów z małych rolniczych zlewni zboczowych prowadzono w dorzeczu Ciemiegi (tab. 1) w latach hydrologicznych 2001/02–2002/03 [35]. Stwierdzono, że odpływy z pojedynczych zlewni mogą rocznie wynosić 46 tys. $\text{m}^3 \cdot \text{km}^{-2}$, przy czym zdecydowanie większa część odpływu powierzchniowego przypada na półroczu zimowe (80–98% rocznego odpływu). W pierwszym roku badań suma opadów atmosferycznych zbliżona była do średniej z wielolecia – wyniosła 541,6 mm. Natomiast drugi rok charakteryzował się wyjątkowo dużym niedoborem opadów – zaledwie 422,2 mm (tab. 1). W efekcie w miesiącach letnich wystąpiło zjawisko suszy hydrologicznej. Wyniki pomiaru przepływów wskazują, że o rytmie odpływu ze zlewni decyduje przede wszystkim charakter zasilania. Jego źródłem jest opad deszczowy, który szczególnie w chłodnej porze roku poprzez spływ powierzchniowy bierze natychmiastowy udział w odpływie oraz opad śnieżny, który zasila odpływ w okresie roztopów. W ciepłym półroczu dochodzi do stopniowego zmniejszania się odpływu. Opady letnie, dzięki wysokim temperaturom powietrza oraz wegetacji roślin zużywane są w większej części na procesy ewapotranspiracji. W lipcu i sierpniu pojawiają się dłuższe okresy z całkowitym zanikiem odpływu. Korzystne warunki do lokalizacji małych zbiorników występują w podtapianych ujściowych odcinkach badanych zlewni, w których od wielu lat nie prowadzi się konserwacji urządzeń melioracyjnych. Wykonanie w takich miejscach piętrzenia około 1 m dałoby możliwość retencionowania dodatkowo 4–6 tys. m^3 wody, przy powierzchni rozlewiska 0,5–1 ha [37].

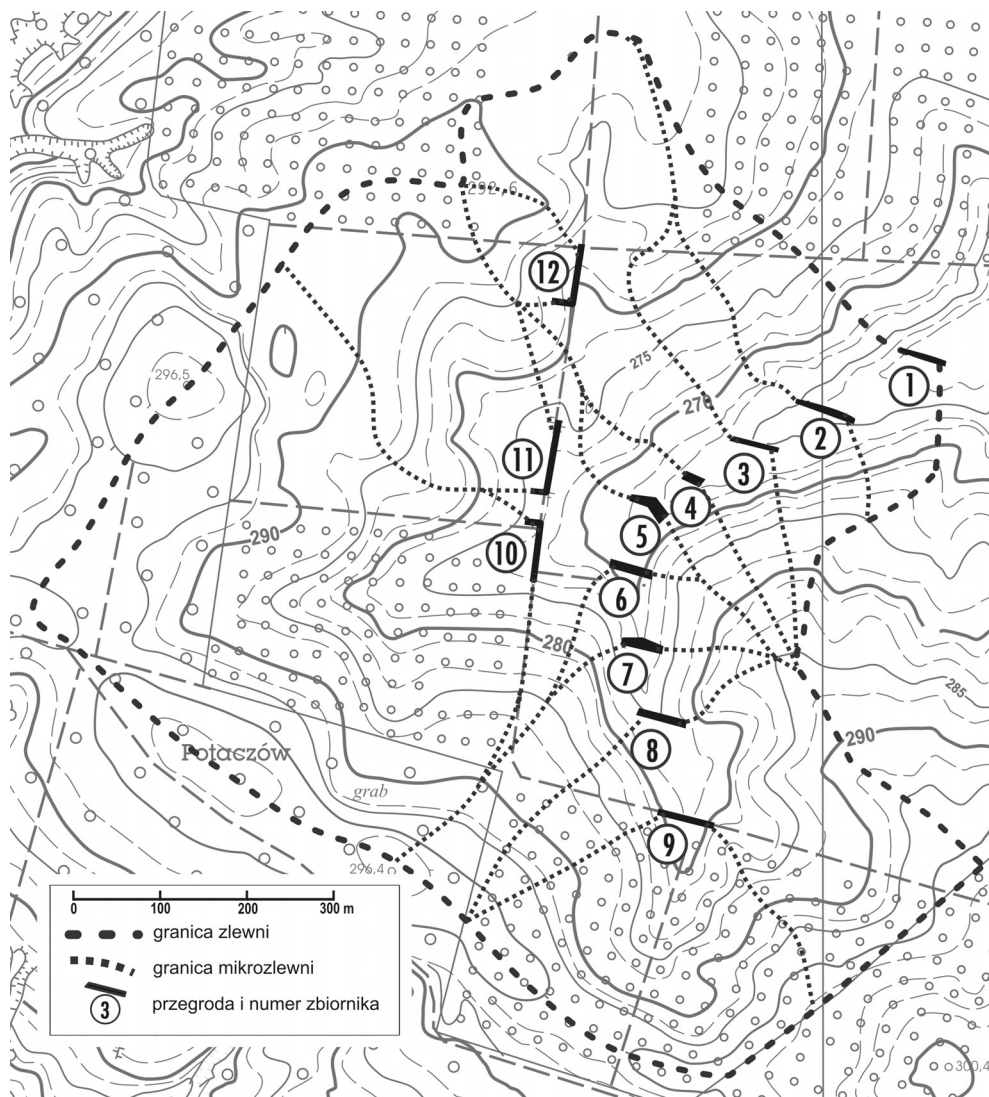
Tabela 1. Sumy opadów atmosferycznych oraz wielkości okresowych wskaźników odpływu powierzchniowego w zlewniach w dolinie Ciemięgi

Rok	Opad [mm]	Zlewnia 1 (4,5 km ²)			Zlewnia 2 (2,3 km ²)		
		przepływ średni [dm ³ · s ⁻¹]	Q _{sr}	odpływ V [tys. m ³ · km ⁻²]	przepływ średni [dm ³ · s ⁻¹]	Q _{sr}	odpływ V [tys. m ³ · m ⁻²]
2001/2002	XI–IV	204,1	10,7	37,0	5,0	33,9	
	V–X	337,5	2,5	9,0	0,3	2,1	
	XI–X	541,6	6,6	46,0	2,6	36,0	
2002/2003	XI–IV	130,1	8,2	28,5	3,9	26,4	
	V–X	292,1	1,6	5,8	0,06	0,4	
	XI–X	422,2	4,9	34,3	2,0	26,8	

Jednym ze sposobów ograniczania odpływu wody i gleby ze zlewni rolniczych jest zastosowanie przegród ziemnych w liniach okresowego spływu. Kompleksowa zabudowa zlewni użytkowanej rolniczo i sadowniczo z zastosowaniem przegród ziemnych została wprowadzona przez Rubaja [22] w Olszance na Działach Grabowieckich – w zlewni o powierzchni 73,41 ha zainstalowano 12 przegród. Przegrody usytuowano zgodnie z kierunkiem uprawy pól (nie stanowią przeszkody przy wykonywaniu zabiegów agrotechnicznych), lub trasą dróg rolniczych, dlatego najczęściej bieżą nie prostopadle do den dolin (linii koncentracji spływu wód). Powyżej przegród (o wysokości około 1 m, z koroną w poziomie) powstały zbiorniki retencjonujące spływy z mikrozelewni o bardzo zróżnicowanych wielkościach, kształtach i urzeźbieniu (rys. 2).

W latach 2001/2002–2003/2004 prowadzone były badania skuteczności przegród w ograniczaniu erozji wodnej oraz zdolności retencyjnych w stosunku do materiału glebowego i wody [16, 17, 18]. System zabudowy linii okresowych spływów wykazał dużą skuteczność w ograniczaniu odpływu wyerodowanego materiału glebowego poza zlewnię, powodował przerywanie ciągłości i koncentracji spływu wody. Przegrody umożliwiły także retencjonowanie wód w powstałym (powyżej przegród) systemie „kaskadowych” zbiorników.

Namuly gromadzące się w zbiornikach były okresowo usuwane i odkładane na skarpach odpowietrznych i koronach przegród. W związku z tym, wysokości przegród – piętrzeń były zmienne i wynosiły od 0,5 do 2,1 m (w okresie badań). Pojemności maksymalne poszczególnych zbiorników także ulegały zmianom – od 102 do 740 m³, przy czym np. pojemności zbiorników 2, 3 oraz 5 (rys. 2) w trzyletnim okresie badań zmieniały się o ponad 100% (tab. 2). Powierzchnia wszystkich zbiorników przy wypełnieniu wodą do poziomu koron przegród wynosiła 0,7–0,8 ha, co stanowiło około 1% całkowitej powierzchni zlewni. Łączna (zmienna) pojemność zbiorników odpowiadała ilości wody jaką na powierzchnię zlewni dostarczał opad wielkości 3,5–4,8 mm. W wypadku kolmatacji zbiorników materiałem glebowym transportowanym ze spływem z mikrozelewni, ich zdolności retencjonowania wody



Rysunek 2. Lokalizacja przegród ziemnych w zlewni w Olszance [17]

były ograniczane. Zmniejszenie przez namuły łącznej objętości zbiorników wynosiło od 6% w 2004 r. do 36% w roku 2003. Z reguły, najintensywniej zamulane były zbiorniki 1–5 (jako położone najniżej, „zasilane” prawdopodobnie były zawiesiną nie zretencjonowaną w zbiornikach położonych wyżej), natomiast zbiorniki 9 i 10 praktycznie utrzymywały pełną pojemność (93–100%), z racji pokrycia ich zlewni przez sady w pełnym zadarnieniu (rys. 2, tab. 2) [17].

Tabela 2. Zdolności retencyjne zbiorników powstałych powyżej przegród ziemnych w zlewni w Olszance na koniec okresów wegetacyjnych: V_{\max} – maksymalna pojemność zbiornika; V_n – wielkość zakolmatowania; $V_{\max} - V_n$ – zdolność retencjonowania wody

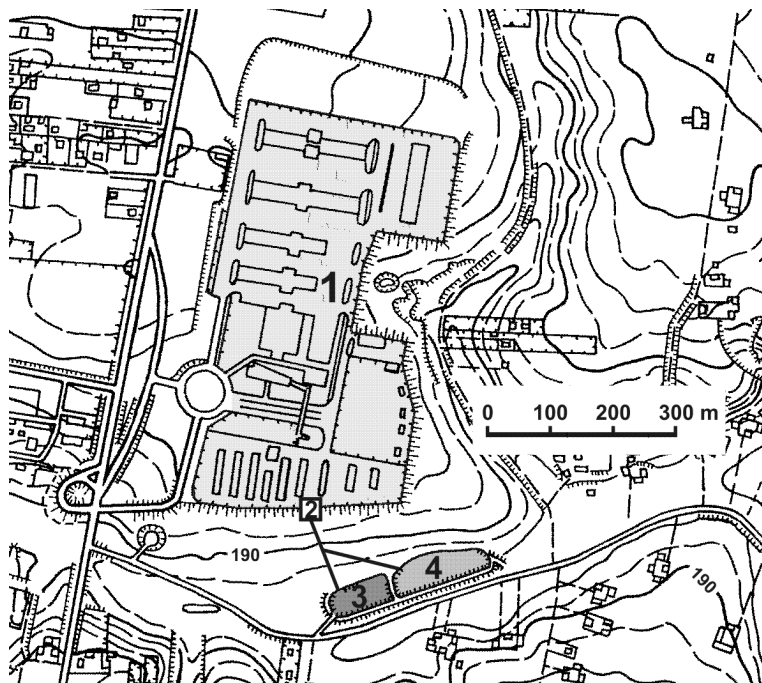
Zbiornik	Okres wegetacyjny 2002 r.				Okres wegetacyjny 2003 r.				Okres wegetacyjny 2004 r.			
	V_{\max}	V_n	$V_{\max} - V_n$		V_{\max}	V_n	$V_{\max} - V_n$		V_{\max}	V_n	$V_{\max} - V_n$	
	[m ³]	[m ³]	[m ³]	% V_{\max}	[m ³]	[m ³]	[m ³]	% V_{\max}	[m ³]	[m ³]	[m ³]	% V_{\max}
1	259	151	108	42	384	85	299	78	300	53	247	82
2	210	98	112	53	102	93	9	9	214	52	162	76
3	154	105	49	32	210	203	7	3	335	16	319	95
4	166	84	82	49	144	123	21	15	114	19	95	83
5	136	50	86	63	276	206	70	25	290	15	275	95
6	325	66	259	80	386	196	190	49	228	11	217	95
7	337	81	256	76	517	164	353	68	375	14	361	96
8	313	79	234	75	426	167	259	61	382	—	382	100
9	273	10	263	96	264	13	251	95	251	—	251	100
10	553	20	533	96	523	36	487	93	511	—	511	100
11	n.o.	n.o.	n.o.	n.o.	406	84	322	79	299	31	268	90
12	740	137	603	82	684	189	495	72	447	—	447	100
Suma	3466*	881*	2585	75	4322	1559	2763	64	3746	211	3535	94

n.o. – nie oznaczono, * bez zbiornika 11.

Retencjonowanie ścieków opadowych

Kształtując zasoby wodne i ich znaczenie w funkcjonowaniu krajobrazu należy zwrócić większą uwagę na konieczność racjonalnego postępowania ze ściekami opadowymi – retencjonowania i oczyszczania oraz stworzenia warunków do ich infiltracji i zasilania zbiorników wód podziemnych.

Przykładowym rozwiązaniem może być oczyszczalnia ścieków opadowych w Elizówce koło Lublina (rys. 3). Obiekt zbiera spływy z 20 ha uszczelnionej powierzchni giełdy rolno-ogrodniczej. Ścieki po przepłynięciu przez komorę sita łukowego trafiają kolejno do dwóch zbiorników, z których pierwszy pełni rolę szczelnego osadnika (powierzchnia 0,43 ha, pojemność 3900 m³), a drugi zbiornika infiltracyjnego (powierzchnia 0,6 ha, pojemność 5600 m³). Urządzenia zaprojektowano na deszcz miarodajny $p = 50\%$, czas trwania opadu 10–120 minut i jednorazową objętość ścieków odpływającą z terenu giełdy 1242–2839 m³. Obiekt charakteryzuje wysoka skuteczność oczyszczania ścieków – w roku hydrologicznym 2001/2002 przeciętna efektywność usuwania zawiesiny wyniosła 92%, a wartość przewodności elektrolitycznej zmniejszała się średnio o 62%. Zadowolający był również stopień eliminacji składników biogenych. Przykładowo, koncentracja mineralnych związków azotu zmniejszała się o 40–54% [34]. W początkowym okresie funkcjonowania oczyszczalni w zbiornikach zamontowane były studzienki z pompami zatopionymi,



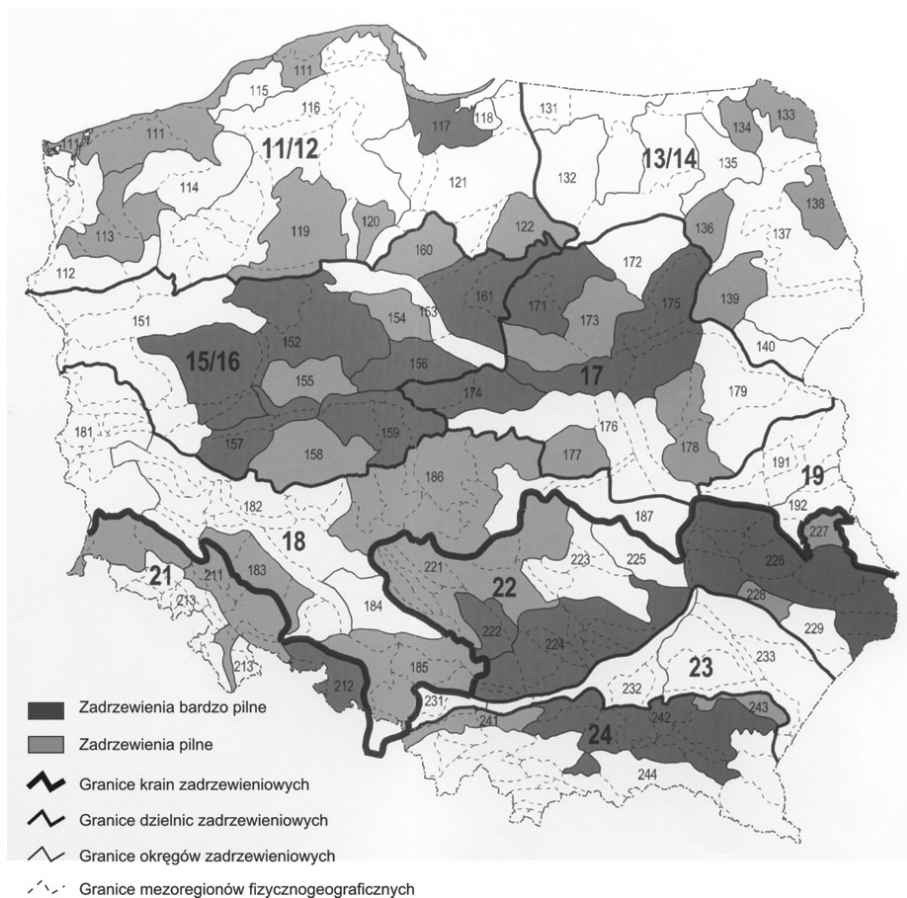
Rysunek 3. Oczyszczalnia ścieków opadowych w Elizówce: 1 – giełda rolno-ogrodnicza, 2 – sito łukowe, 3 – osadnik, 4 – zbiornik infiltracyjny (opracowanie T. Zubala)

które umożliwiały transport oczyszczonych ścieków z powrotem na teren giełdy, gdzie wykorzystywano je do zmywania nawierzchni ulic i placów targowych. Stworzenie swobodnego obiegu wód opadowych pozwoliło na oszczędność wody wodociągowej, co ma szczególne znaczenie w obszarze pogłębiającego się deficytu wodnego, jednak powtarzające się kradzieże uniemożliwiły eksploatację przepompowni.

Zadrzewienia śródpolne

Zadrzewienia pełnią szereg funkcji stymulujących korzystne procesy w otwartych krajobrazach rolniczych. Ich wpływ na zwiększenie retencji wodnej polega przede wszystkim na ograniczaniu parowania terenowego, akumulacji śniegu, ułatwianiu infiltracji, zwiększaniu zawartości substancji organicznej w glebie [24, 32].

Zadrzewienia liniowe właściwie rozmieszczone w terenie, w zimie pełnią istotną funkcję w ograniczaniu zwiewania śniegu z pozbawionych roślinności pól, a znaczne ilości śniegu zatrzymują na obszarze swych obrzeży. Badania wykonane po intensywnych opadach śniegu w czasie zmiennych kierunków wiatru, w sąsiedztwie zadrzewienia pasowego (o szerokości 7–9 m, odcinkami o różnym zwarcie), wykazały tworzenie się zasp o szerokości do kilkunastu metrów po obu stronach bariery. Kulminacja wysokości zasp miała miejsce w środku lub na obrzeżach zadrzewienia,



Rysunek 4. Regiony o najpilniejszych potrzebach zadrzewieniowych [32]

natomiast zapas wody w śniegu zawsze był największy w strefie obrzeży zadrzewienia, nie wykazując związku z miąższością zasp. W efekcie sumarycznego opadu atmosferycznego 53 mm (w czasie kształtowania się pokrywy śnieżnej – 7 tygodni, średnie dobowe temperatury powietrza od $-14,0$ do $1,2^{\circ}\text{C}$ – z reguły ujemne) i działalności transportowej wiatru oraz akumulacyjnej zadrzewienia, zasoby wody w zaspach osiągnęły z reguły około 75 mm, a w rejonie obrzeży zadrzewienia 100–140 mm [28].

Zadrzewienia wpływają korzystnie na jakość wód podziemnych, szczególnie w zakresie zmniejszania zagrożeń eutrofizacją. Badania Bartoszewicz [1] prowadzone na terenie Równiny Kościańskiej wykazały wyraźne (3–13-krotne) zmniejszenie zawartości azotanów w wodach gruntowych pod zadrzewieniami w stosunku do wód pod sąsiednimi polami uprawnymi. Szajdak i Jaskulska [26] stwierdzili, że w wodach gruntowych pod zadrzewieniami mniejsza jest także zawartość fosforu fosforanowego.

Na rysunku 4 przedstawiono istniejące potrzeby zadrzewieniowe w różnych regionach Polski [32]. W dzielnicach zadrzewieniowych na nizinach środkowo-

polskich są okręgi o pilnych oraz bardzo pilnych potrzebach zadrzewieniowych chroniących przed szkodliwymi wiatrami. W prowincji fizyczno geograficznej Wyżyny Polskie, znaczne części Wyżyn Małopolskiej i Śląsko-Krakowskiej oraz cała Wyżyna Lubelska, bardzo pilnie potrzebują wprowadzenia systemowych zadrzewień (rys. 4) ze względu na ochronę przed szkodliwymi wiatrami, ale przede wszystkim zadrzewień pełniących funkcje barier ograniczających spływy powierzchniowe – zwiększających retencję krajobrazową.

Struktura rolniczej przestrzeni produkcyjnej

W ochronie zasobów wodnych i glebowych na obszarach wyżynnych, duże znaczenie ma prawidłowe rozmieszczenie użytków, granic oraz kształt i wielkość pól [2, 7, 12, 20, 24, 29, 31]. Najlepsze efekty ochronne uzyskuje się przy warstwicowym przebiegu miedz i poprzecznostokowej uprawie roli, stanowiących w tym układzie bariery ograniczające spływ wody. O ile stosowanie tej reguły nie stwarza problemów w dużych gospodarstwach, gdzie w toku prac urządzeniowo-rolnych można wydzielić pola o takim układzie, to w przypadku małych gospodarstw występują trudności z jej upowszechnieniem.

Obszary wyżynne charakteryzują się względnie najgorszym rozłogiem gruntów rolnych – zdarzają się tu gospodarstwa o powierzchni do 5,0 ha, składające się z 8 i większej liczby działek. Szerokość większości działek przy takim rozdrobnieniu jest zbyt mała, aby była możliwa uprawa poprzecznostokowa, a scalenia z projektowaniem warstwicowego układu granic, przy skupionym lub liniowym systemie zabudowy podważałyby zasady sprawiedliwości społecznej (jeden rolnik miałby grunty przy zabudowaniach, inny zaś w znacznej od nich odległości). Utrudnienia w kształtowaniu optymalnego rozłogu gruntów potęgowane są dodatkowo rozproszeniem działek w terenie – średnie odległości gruntów od ośrodka gospodarczego są tu większe niż 3 km [29].

Na terenach wyżynnych pożądanym i koniecznym jest zwiększenie powierzchni lasów. Zwiększanie lesistości na obszarach z glebami o dużej przydatności rolniczej (np. tereny lessowe) powinno odbywać się przede wszystkim przez wyrównywanie granicy rolno-leśnej – szczególnie w sąsiedztwie zalesionych wąwozów i innych nieużytków poerozcyjnych [15, 23].

Podsumowanie i wnioski

Krajobrazy wyżynne Polski, szczególnie krajobrazy wyżyn lessowych cechuje silnie rozregulowany obieg wody i okresowo duże natężenie procesów erozji gleb. Retencja wodna jest ograniczona z powodu braku lub niewłaściwego usytuowania barier ograniczających spływy. Zbyt mała jest lesistość, a sieć zbiorników retencyjnych bardzo uboga. Rozbudowa systemu zbiorników wodnych w wielu przypadkach jest działaniem nieefektywnym z powodu zagrożenia ich funkcji wodochronnych akumulacją materiału wyerodowanego w zlewniach.

Warunkiem ochrony i kształtowania zasobów wodnych jest kompleksowe rozwiązanie problemu, z zachowaniem hierarchii potrzeb. Podstawą jest realizacja działań spowalniających odpływ wody w zlewni – zwiększenie retencji krajobrazowej zlewni:

- właściwe rozmieszczenie podstawowych sposobów użytkowania gruntów – orne, lasy, użytki zielone (zadarnienia);
- zwiększenie lesistości – powiększenie istniejących kompleksów leśnych (często silnie rozczłonkowanych) oraz tworzenie małych lasków (minimalna powierzchnia 0,1 ha) na stromych partiach zboczy i fragmentach powierzchni, które z różnych przyczyn nie są lub nie powinny być użytkowane rolniczo;
- budowa systemu zadrzewień stanowiących bariery przeciwwietrzne oraz ograniczających spływy powierzchniowe, będących jednocześnie korytarzami ekologicznymi;
- ochrona w formie użytków ekologicznych małych powierzchniowo zabagnień, zadarnień, oczek wodnych itp.;
- budowa systemu tras (korytarzy) bezpiecznego transportu rolniczego (drogi rolnicze) oraz transportu nadmiaru wód i rumowiska;
- zabudowa linii okresowego spływu systemami umożliwiającymi retencjonowanie wody i produktów erozji – np. systemem przegród ziemnych;
- budowa zbiorników małej retencji w dnach dolin zboczowych;
- budowa oczyszczalni ścieków opadowych z terenów uszczelnionych, z wyposażeniem w zbiorniki retencyjne ścieków oczyszczonych.

Zwiększenie retencji zlewni jest warunkiem tworzenia retencji zbiornikowej dolin rzecznych.

Należy podkreślić, że prawidłowa realizacja kompleksowych działań w zakresie ochrony i kształtowania zasobów wodnych obszarów wiejskich, szczególnie w warunkach drobnej własności indywidualnej musi być poprzedzona scaleniami gruntów.

Literatura

- [1] Bartoszewicz A. 2004. Wpływ zadrzewień śródpolnych na zwiększenie odporności środowiska wodnego agroekosystemów na degradację chemiczną. *Roczn. Glebozn.* 55(2): 17–28.
- [2] Hernik J. 2005. Model zarządzania przeciwerozyjną ochroną gleb. *Acta Agrophysica* 5(1): 31–38.
- [3] Józefaciuk Cz., Józefaciuk A. 1998. Erozja gleb i melioracje przeciwerozyjne w regionie wyżyn południowo-wschodniej Polski. Cz. III. Zagospodarowanie wąwozów. *Bibl. Fragm. Agronom.* 4A: 197–229.
- [4] Kaca E. 2007. Gospodarka wodna w rolnictwie w warunkach niedoboru wody. *Wiad. Melior. i Łąk.* 3: 129–132.
- [5] Koc J., Cymes I., Skwierawski A., Szyperek U. 2001. Znaczenie ochrony małych zbiorników w krajobrazie rolniczym. *Zesz. Prob. Post. Nauk Rol.* 476: 397–407.
- [6] Kondracki J. 1998. Geografia regionalna Polski. PWN, Warszawa: 440 ss.
- [7] Koreleski K. 1997. Ochrona gruntów przed erozją w gospodarce przestrzennej. *Rocz. AR w Poznaniu.* CCXCIV: 195–202.
- [8] Łabędzki L. 1997. Funkcje i efekty małej retencji wodnej na obszarach rolniczych w świetle programu małej retencji dla województwa bydgoskiego. Mat. konf. „Woda jako czynnik warunkujący wielofunkcyjny i zrównoważony rozwój wsi i rolnictwa”. Wyd. IMUZ, Falenty: 38–45.

- [9] Mazur A., Pałys S. 2006. Erozja wodna gleb w rolniczej zlewni lessowej na Wyżynie Lubelskiej w latach 1987–2005. *Roczn. AR w Poznaniu* 375: 75–80.
- [10] Michalczyk Z. 1995. Stosunki wodne dorzecza Ciemięgi. Mat. konf. nauk. „Proekologiczne zagospodarowanie zlewni rzeki Ciemięgi”. Wyd. AR w Lublinie: 25–35.
- [11] Mioduszewski W. 2003. Mała retencja. Ochrona zasobów wodnych i środowiska naturalnego. Wyd. IMUZ, Falenty: 166 ss.
- [12] Noga K., Pijanowski Z. 1993. Sposób ujmowania i rozwiązywania zagadnień ochrony środowiska w pracach scaleninowych. *Prace Nauk. Politech. Warszawskiej, Geodezja* 32: 81–89.
- [13] Nyc K., Pokładek R. 2007. Celowość i kierunki rozwoju melioracji w Polsce. *Wiad. Melior. i Łqk.* 3: 101–105.
- [14] Orlik T., Węgorek T. 1995. Zagrożenie erozyjne w zlewni rzeki Ciemięgi i koncepcja przeciwdziałania. Mat. konf. nauk. „Proekologiczne zagospodarowanie zlewni rzeki Ciemięgi”. Wyd. AR Lublin: 51–63.
- [15] Orlik T., Węgorek T. 2000. Renaturyzacja gruntów porolnych na terenie Krzczonowskiego Parku Krajobrazowego. W: Renaturyzacja obiektów przyrodniczych – aspekty ekologiczne i gospodarcze. Z. Michalczyk (red.), Wyd. UMCS Lublin: 273–277.
- [16] Patro M. 2004. Jakość wód w małych zbiornikach wodnych w zlewni rolniczej. *Zesz. Nauk. AR we Wrocławiu, Inżynieria Środowiska XIII*, 502: 381–389.
- [17] Patro M. 2007. Przegrody ziemne linii ciekowej jako element kształtowania retencji i ochrony przed erozją. Praca doktorska (maszynopis), AR w Lublinie: 184 ss.
- [18] Patro M. 2008. Influence of in-field retention reservoirs on soil outflow from a catchment. *Ann. Warsaw Univ. of Life Sci. – SGGW, Land Reclam.* 39: 103–109.
- [19] Pierzgański E. 2007. Specyfika obiektów małej retencji w lasach. *Wiad. Melior. i Łqk.* 3: 120–124.
- [20] Rajda W. 2005. Woda w zagospodarowaniu przestrzennym obszarów wiejskich. *Post. Nauk Rol.* 3: 33–42.
- [21] Rejman J. 2006. Wpływ erozji wodnej i uprawowej na przekształcanie gleb i stoków lessowych. *Acta Agrophysica*. 136: 90 ss.
- [22] Rubaj J. 2004. Sposób zabezpieczania gruntów przed erozją wodną powierzchniową i wąwozową. Urządzenie do zabezpieczenia gruntów przed erozją wodną powierzchniową i wąwozową. Patent nr P.345788.
- [23] Rybicki R. 2006. Zagospodarowanie gruntów zagrożonych erozją w świetle rolnictwa zrównoważonego. *Inżynieria Roln.* 6(81): 55–61.
- [24] Ryszkowski L., Błazy S., Kędziora A. (red). 2003. Kształtowanie i ochrona zasobów wodnych na obszarach wiejskich. Wyd. Zakład Badań Środowiska Rolniczego i Leśnego PAN: 70 ss.
- [25] Stachowicz K. 1990. Zanieczyszczenia obszarowe ze zlewni rolniczych o różnym sposobie zagospodarowania i ukształtowania terenu. W: Zanieczyszczenia obszarowe w zlewniach rolniczych. Mat. Semin. 26, Falenty: 221–232.
- [26] Szajdak L., Jaskulska R. 2006. Rola zadrzewień śródpolnych w ograniczaniu migracji związków chemicznych wodą gruntową. *Roczn. AR w Poznaniu* 375: 187–192.
- [27] Szczepaniak Z., Olak P. 1995. Projekt budowy zbiorników wodnych w dolinie rzeki Ciemięgi. Mat. konf. nauk. „Proekologiczne zagospodarowanie zlewni rzeki Ciemięgi”. Wyd. AR Lublin: 65–83.
- [28] Węgorek T., Rybicki R. 2006. Wpływ budowy zadrzewienia śródpolnego na kształtowanie pokrywy śnieżnej. *Acta Agrophysica* 7(1): 265–273.
- [29] Woch F. 2007. Urzędzeniowe metody zmniejszania zagrożenia erozyjnego gleb. *Studia i Raporty IUNG-PIB*. 10: 79–101.
- [30] WZMiUW w Lublinie, 2009. Informacje i opracowania Wojewódzkiego Zarządu Melioracji i Urządzeń Wodnych w Lublinie.
- [31] Zajączkowski K. 1989. Zadrzewienia w przestrzennym planowaniu terenów wiejskich. *Zesz. Prob. Post. Nauk Rol.* 380: 133–141.
- [32] Zajączkowski K. 2005. Regionalizacja potrzeb zadrzewieniowych w Polsce. Prace Instytutu Badawczego Leśnictwa, Rozprawy i Monografie, 4: 127 ss.
- [33] Ziemiński S. 1978. Ochrona gleb przed erozją. PWRiL, Warszawa: 123 ss.
- [34] Zubala T. 2003. Oczyszczanie ścieków opadowych odpływających z giedły rolno-ogrodniczej. *Acta Scientiarum Polonorum – Formatio Circumiectus* 2(2): 81–91.
- [35] Zubala T. 2005. Możliwości zwiększenia retencji wodnej w małych lessowych zlewniach rolniczych. Praca doktorska (maszynopis), Akad. Roln. w Lublinie: 227 ss.
- [36] Zubala T. 2009. Oddziaływanie zbiornika zaporowego na jakość wód małej rzeki wyżynnej. Mat. 21 Zjazdu Hydrobiologów Polskich „21 wiek – czy zabraknie nam czystej wody?”, Wyd. UP w Lublinie: 86–87.

- [37] Zubala T., Pałys S. 2008. Przyrodniczo-gospodarcze warunki kształtowania retencji wodnej suchej doliny lessowej. *Zesz. Prob. Post. Nauk Rol.* 528: 341–347.
- [38] Żmuda R. 2006. Funkcjonowanie systemu transportu fluwialnego w małej zlewni zagrożonej erozją wodną gleb. *Zesz. Nauk. AR we Wrocławiu* 544: 165 ss.

Water management in the upland landscape

Key words: retention in micro-catchment, periodic flow lines, precipitation runoff, afforestations

Summary

Uplands occupy 12% area of Poland. Geomorphologic conditions, specificity of precipitations, domination of agricultural usage without barriers, passageways and reservoirs, cause accelerating of outflow, water contamination, soil degradation. Effectiveness of simple solutions in landscape open (ground dykes, afforestations) and urbanized (precipitation sewage treatment) was shown by citing the newest results of research on the techniques of increasing surface water retention in agricultural and urbanized micro-catchments. It should be emphasized that realization of effective water- and soil-protective systems on agricultural areas is determined by carrying out complex land consolidations.

