

Edward PIERZGALSKI

Regulacja stosunków wodnych w dolinach małych rzek nizinnych

1. Wprowadzenie

Historia zagospodarowywania dla produkcji rolnej terenów dolinowych małych rzek nizinnych liczy w Polsce kilkaset lat. Znaczne powiększanie powierzchni gruntów rolnych następowało już od XIV wieku. Jednakże skutki ingerencji człowieka w zlewni rzecznej, a zwłaszcza skutki redukcji powierzchni leśnych były łagodzone funkcjonowaniem urządzeń tzw. małej retencji (stawy rybne, młyny, kuźnice), które wyrównywały przepływy w rzekach i hamowały ubytki wody ze zlewni.

W ostatnich kilkudziesięciu latach zarówno produkcyjna, jak i energetyczna rola tych urządzeń znacznie zmalała. Intensyfikacja produkcji roślinnej, hodowli zwierząt oraz rozwój rybołówstwa morskiego spowodowały zmniejszenie ekonomicznej efektywności stawów rybnych. Także powszechna dostępność do relatywnie taniej energii cieplnej i elektrycznej zmniejszyła znaczenie niskoenergetycznych urządzeń wodnych.

Spowodowało to stopniowe ograniczanie powierzchni stawowej oraz niszczenie i likwidację urządzeń piętrzących, co wpłynęło na zmiany obiegu wody w zlewni potęgując naturalne w naszych warunkach klimatycznych okresowe nadmiary wody z falami powodziowymi włącznie, a także okresowe niedobory wodne.

Podstawowym warunkiem zagospodarowania rolniczego dolin lub intensyfikacji produkcji rolnej na obszarach dolinowych jest regulacja stosunków wodnych ze względu na istniejącą rozbieżność między naturalnym cyklem hydrologicznym rzeki i warunkami wodnymi na terenach przyległych do rzeki a wymogami wodnymi w cyklu rozwojowym roślin oraz wymogami prac agrotechnicznych.

Jest oczywiste, że działania w zakresie regulacji stosunków wodnych zapoczątkowują szereg niekorzystnych dla środowiska przyrodniczego procesów. Z drugiej zaś strony, duże znaczenie gospodarcze terenów dolinowych nie pozwala na całkowite wyłączenie ich z użytkowania rolniczego. Dlatego też efekty inwestycji melioracyjnych uwzględniających tylko produkcyjny cel melioracji są z reguły

pozytywnie oceniane przez rolników i negatywnie przez przyrodników. Od kilkudziesięciu lat toczy się spór między przyrodnikami a technikami o celowość i koncepcje melioracji dolin rzecznych.

Obecna przyspieszona degradacja środowiska naturalnego, niekorzystne trendy klimatyczne oraz "uspołecznienie" problematyki środowiskowej sprawiły, że nastąpiło przekonanie o konieczności ekologizacji rozwiązań melioracyjnych. Poniżej przedstawiono niektóre zagadnienia związane z regulacją czynnika wodnego w aspekcie minimalizacji ich negatywnych skutków. Ponieważ większość obszarów dolinowych wymagających melioracji zajmują użytki zielone, podjęte zagadnienia dotyczą głównie tego sposobu użytkowania.

2. Cele i zasady regulacji stosunków wodnych

Dominujące znaczenie czynnika wodnego w produkcji rolniczej na użytkach zielonych sprawia, że ten właśnie czynnik bierze się pod uwagę przy analizie potrzeb melioracji, które określa się przez porównanie stanu istniejącego z warunkami optymalnymi, tzn. takimi, przy których w glebie znajduje się dostateczna ilość powietrza, a ilość wody dostępnej dla roślin nie ogranicza transpiracji roślin i pobierania składników pokarmowych przez ich korzenie. Oczywiście wymagania stawiane urządzeniom melioracyjnym muszą być adekwatne do założonego poziomu gospodarki rolniczej. Wzajemne zależności między czynnikami wzrostu roślin oraz ich duża czasowo-przestrzenna zmienność uniemożliwiają ściśle, pod względem ilościowym, określenie optymalnego uwilgotnienia gleby. Przyjmuje się jedynie, że w okresie wegetacyjnym urządzenia melioracyjne powinny zapewnić utrzymanie wilgotności gleby w strefie korzeniowej w przedziale:

$$\theta_{\min} < \theta < \theta_{\max}$$

gdzie:

θ_{\min} - minimalna wilgotność dopuszczalna,

θ_{\max} - maksymalna wilgotność dopuszczalna.

Zdaniem wielu autorów minimalne dopuszczalne uwilgotnienie gleby nie powinno być mniejsze od 65 - 75% polowej pojemności wodnej (PPW). Natomiast dobre plony uzyskuje się wówczas, gdy wilgotność jest utrzymana w granicach 80% PPW.

Maksymalna wilgotność dopuszczalna jest związana z minimalnym napowietrzeniem warstwy korzeniowej, której miąższość dla traw wynosi około 30 cm. Zbyt mała ilość tlenu wpływa niekorzystnie na rośliny, bezpośrednio ograniczając respirację korzeni, co w następstwie zakłóca pobór wody i składników pokarmowych. Brak tlenu oddziałuje także pośrednio na rozwój roślin poprzez liczne zmiany wywołane w środowisku glebowym, jak np. zmiany odczynu gleby, potencjału redoks, stanu flory glebowej, zmniejszenie dostępności składników

pokarmowych, wystąpienie w glebie związków toksycznych itp. Dłużej utrzymujący się stan nadmiernego uwilgotnienia powoduje kierunkowe zmiany w siedlisku. Pogarszają się warunki termiczne, ulega zmianie układ florystyczny użytków. Trawy szlachetne wypadają, zwiększa się udział roślin hydrofilnych, w tym chwastów i turzyc. W zależności od czasu niedotlenienia mogą wystąpić glejowe i bagienne procesy glebotwórcze.

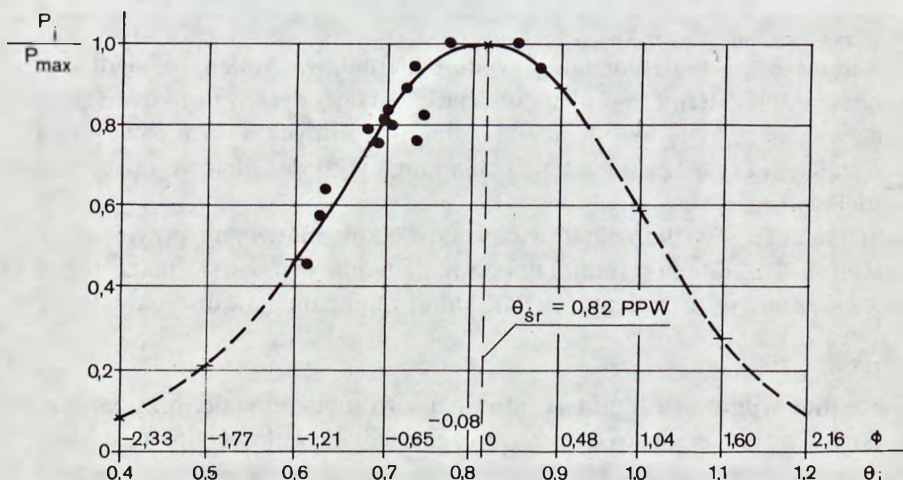
Minimalna ilość powietrza dla traw w warstwie korzeniowej nie powinna być mniejsza od 6–8%. Granicę minimalnego natlenienia wyraża się także przez wskaźnik natężenia dyfuzji tlenu (ODR), której minimalną wartość określa się jako:

$$20 \cdot 10^8 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{min}^{-1}$$

Minimalna wilgotność dopuszczalna oznacza uwilgotnienie, przy którym istnieje możliwość pobierania wody przez korzenie jedynie w ilości odpowiadającej minimalnym potrzebom roślin. Minimalne uwilgotnienie jest wielkością zmienną zależną od gatunku i fazy rozwojowej roślin, przebiegu pogody, fizycznych właściwości gleby oraz stężenia roztworu glebowego. Czynniki te kształtują zdolność roślin do poboru wody oraz dostępność wody glebowej dla roślin. Wartość minimalnego uwilgotnienia określa się przy uwzględnieniu wzajemnych relacji zachodzących w dynamicznym systemie gleba- woda-roślina-atmosfera. Ilościowe ujęcie zawartości wody glebowej jest niewystarczające, gdyż o możliwości przepływu wody w glebie i jej pobieraniu przez korzenie decyduje nie tylko ilość wody, lecz jej stan energetyczny. Poszczególne rodzaje wód w glebie (grawitacyjna, kapilarna, higroskopowa) nie różnią się bowiem wyglądem, lecz siłą, z jaką są zatrzymywane w glebie. Podczas wysychania gleby woda staje się coraz trudniej dostępna dla roślin wskutek wyrównywania się potencjałów wody w glebie i w roślinie. Jako wilgotność minimalną dopuszczalną przyjmuje się wilgotność, której odpowiada wartość ciśnienia ssącego gleby wyrażonego w pF równego 2,7 w glebach organicznych oraz 3–3,2 w glebach mineralnych. Efekty utrzymania uwilgotnienia gleby w określonych granicach ilustruje ryc. 1.

Miarodajne wskaźniki warunków wodnych, jakimi są uwilgotnienie gleby, ciśnienie ssące lub ODR są zastępowane w praktyce wskaźnikiem łatwiejszym do określenia, czyli głębokością położenia zwierciadła wody. Analogicznie do wilgotności gleby wyróżnia się graniczne stany wód gruntowych (górną i dolną). Ustalenie dopuszczalnych stanów odbywa się na podstawie oceny warunków środowiskowych, tzn. typu i intensywności zasilania, rodzaju gleb i ich właściwości wodnych. W tabeli 1 podano przyjmowane obecnie dla różnych gleb i siedlisk graniczne położenie wody gruntowej.

Wyżej wypisane kryteria regulacji stosunków wodnych uwzględniają jedynie cel produkcyjny. Przy wyznaczaniu niezbędnego obniżenia wody gruntowej konieczne jest wzięcie pod uwagę ważnego dla użytkownika kryterium technologicznego, tzn. stworzenia warunków umożliwiających wykonanie prac



Ryc. 1. Zależność plonu względnego traw (P_i/P_{max}) od wilgotności gleby θ , wyrażonej w częściach polowej pojemności wodnej (wg Mosiej 1985)

Fig.1. Dependence of the relative grass yield (P_i/P_{max}) on the soil humidity θ , expressed in parts of a field water capacity (after Mosiej 1985)

agrotechnicznych. Wysoki stan wód gruntowych uniemożliwia, utrudnia lub opóźnia wejście rolnika na obiekt. Z tego względu występuje dążność do odwodnień intensywniejszych, niż wynikałoby to z potrzeby regulowania warunków rozwojowych roślin. Takie podejście jest w wyraźnej sprzeczności nie tylko z potrzebami wodnymi roślin, ale także z wymogami ochrony gleb organicznych. Przy podanych w tab. 1 granicznych położeniach wody gruntowej murszenie gleb torfowo-murszowych jest zminimalizowane. Przekroczenie tych wielkości wzmaga procesy degradacyjne gleb zapoczątkowane odwodnieniem torfowisk.

Tabela 1. Graniczne stany wody gruntowej na użytkach zielonych (w metrach od powierzchni terenu) wg Pierzgałskiego (1990)

Table 1. Extremal levels of ground water table in grasslands (below soil surface, in m; after Pierzgałski 1990)

Stan zwierciadła wody gruntowej Level of groundwater table	Gleby mineralne Mineral soils			Gleby torfowo-murszowe kompleksy wilgotnościowo-glebowe Turf-marshy soils of various types				
	lekkie light	średnie medium	ciężkie heavy	A	AB	B	BC	C
Górny dopuszczalny Uppermost acceptable	0.35	0.50	0.60	0.35	0.35	0.35	0.30	0.25
Dolny dopuszczalny Lowest acceptable	0.45	0.70	0.90	1.10	1.10	0.95	0.85	0.55
Średni (optymalny) Optimum	0.40	0.55	0.70	0.80	0.80	0.70	0.50	0.35

Spełnienie powyższych kryteriów uzyskuje się za pomocą szczegółowej sieci melioracyjnej, której zadaniem jest:

- regulować poziom wody gruntowej, tzn. jego obniżenie, podtrzymanie lub podwyższenie, w zależności od aktualnych potrzeb;
- ułatwiać spływ wód powierzchniowych, występujących na obiekcie wskutek wiosennych roztopów, zalewów naturalnych lub opadów nawałnych;
- przechwycić i odprowadzić bezpośrednio do odbiornika wody powierzchniowe i gruntowe dopływające do meliorowanego obszaru.

Cechą charakterystyczną sieci melioracyjnej w siedliskach dolinowych składającej się najczęściej z rowów lub rowów połączonych z rurociągami drenarskimi jest jej podwójna funkcja eksploatacyjna. Te same urządzenia służą w pewnych okresach (wiosna, mokre lato) do obniżania, a w posusznych porach do podwyższania poziomu wody gruntowej. Inną cechą tej sieci jest możliwość jej eksploatacji przy różnym stopniu intensyfikacji gospodarki wodnej.

Aby szczegółowa sieć mogła prawidłowo funkcjonować, konieczne jest zapewnienie właściwego odbiornika wód z obiektu oraz umożliwienie poboru wody do nawodnień. Funkcje te spełniają cieki wodne lub rzeki zaliczane do urządzeń melioracji podstawowej. Prawidłowe powiązanie sieci podstawowej ze szczegółową jest ważnym ogniwem systemu melioracyjnego i pociąga z reguły konieczność wykonania prac wchodzących w zakres regulacji rzek. Naturalny roczny cykl hydrologiczny rzeki jest bowiem odwrotny do potrzeb przyległych do rzeki użytków. Wiosną lub w innych okresach roku, kiedy występuje potrzeba odwodnienia, w rzekach dominują wysokie stany wód, natomiast w okresach posusznych przepływy są często niewystarczające do realizacji nawodnień. Regulacja rzek, stanowiąca bardzo poważną ingerencję w naturalne środowisko, jest problemem złożonym, gdyż splata ze sobą wiele przeciwstawnych wymagań ochrony środowiska, gospodarczych i technicznych.

Dotychczasowe zasady regulacji rzek podlegają obecnie zaostrożonej weryfikacji. W celu maksymalnego uwzględnienia wymogów przyrodniczych coraz częściej postuluje się przy wyborze koncepcji regulacji rzeki rozważenie:

- możliwości zagospodarowania doliny w taki sposób, aby regulacja rzeki nie była konieczna, lub jej zakres był znacznie ograniczony. Wymaga to znacznego zwiększenia możliwości retencyjnych doliny, rozprowadzenia części wód po terasie zalewowej itd.

- zastosowania polderowego użytkowania doliny. Powiązanie w tym przypadku systemu melioracyjnego z rzeką poprzez przepompownie uniezależnia funkcjonowanie urządzeń sieci szczegółowej od stanu wody w rzece. Koncepcja ta jest szczególnie zalecana w przypadku dolin bagiennych, w których proces osiadania gleb organicznych powoduje konieczność (przy grawitacyjnym odpływie wód z terenu meliorowanego) obniżania co pewien okres dna rzeki. Koncepcja

rozwiązań polderowych nie jest jednakże pozbawiona wad, m.in. wskutek obwałowania likwidowane są zalewy powodziowe i tym samym przerwany zostaje naturalny proces glebotwórczy.

3. Niektóre problemy melioracji na terenach dolinowych

Melioracje użytków zielonych położonych w dolinach rzecznych należą do grupy inwestycji wywierających największy wpływ na środowisko przyrodnicze (Kok 1992). Wykonanie i eksploatacja systemu melioracyjnego zmienia bowiem naturalne funkcje rzeki i doliny, inicjując szereg procesów w środowisku. Dotychczasowemu podejściu do melioracji terenów dolinowych zarzuca się (Minajew 1986, Ilnicki i Łoś 1989):

- zbyt duże obniżenie poziomu wód gruntowych na terenach przyległych, spowodowane koniecznością obniżenia poziomu wód w rzece i w dolinie, powodujące degradację gleb organicznych (zahamowanie procesu glebotwórczego i zapoczątkowanie procesu murszenia);

- niszczenie zróżnicowanych biotopów rzecznych i dolinowych, drastyczne zmniejszenie liczby gatunków zwierząt i roślin na skutek ujednoczenia spadku podłużnego i przekroju poprzecznego, prostowania koryta, likwidacji meandrów i starorzeczy;

- brak synchronizacji i powiązania dolinowego systemu melioracyjnego z infrastrukturą techniczną obszaru stanowiącego całościowy system gospodarczy i tym samym brak kompleksowego spojrzenia na całokształt problematyki zagospodarowania przestrzeni produkcyjnej rolnictwa, w której czynnik wodny stanowi jeden z elementów.

Odwodnienie obszarów bagiennych, a następnie ich zagospodarowanie niewątpliwie zapoczątkowuje bardzo duże zmiany środowiskowe. Przede wszystkim ulega zmianie kierunek procesu glebotwórczego, z procesu torfowego na proces murszenia. Poza tym rolnicze wykorzystanie zmeliorowanych gleb organicznych powoduje zawsze uproszczenie naturalnych układów ekologicznych, wskutek zamiany zróżnicowanych siedlisk botanicznych na bardziej monokulturowe.

Ekosystem sztuczny, jakim jest zagospodarowane torfowisko, jest mniej stabilny i bardziej wrażliwy na warunki zewnętrzne ze względu na małe zróżnicowanie składu florystycznego i faunistycznego. Jeżeli więc w naturalnych warunkach produkcja biomasy jest mniej więcej stabilna w poszczególnych latach (zawsze warunki dla kilku gatunków z kilkudziesięciu były optymalne), to po odwodnieniu i po zubożeniu różnorodności składu do kilku gatunków, konieczne jest bardzo precyzyjne regulowanie warunków siedliskowych.

Nicodwracalną degradację zmeliorowanych torfowisk wskutek mineralizacji

masy torfowej można zminimalizować poprzez:

- użytkowanie ograniczone jedynie do łąkowego i pastwiskowego;
- precyzyjną regulację stosunków wodnych, nie dopuszczającą do przesuszenia wierzchniej warstwy gleby.

Nawodnienia na zmeliorowanych terenach bagiennych pełnią więc, obok funkcji produkcyjnej, ważną rolę ekologiczną, hamując proces murszenia gleb organicznych. Produkcyjny aspekt nawodnień nie jest w tym przypadku najważniejszy.

Obniżeniu wód gruntowych na obszarze przyległym do obiektu meliorowanego (np. wskutek pogłębienia dna rzeki) można zapobiec m.in. poprzez:

- budowę systemów polderowych (są to jednak rozwiązania znacznie droższe od systemów grawitacyjnych);
- uzbrojenie rzeki w budowle piętrzące, pozwalające na dostosowaną do potrzeb regulację poziomu wód;
- zastosowanie na sieci szczegółowych urządzeń do kontrolowanego odpływu wody.

Słuszny w wielu przypadkach jest zarzut o braku synchronizacji inwestycji melioracyjnych z ogólnym rozwojem danego regionu. Dotychczasowy system typowania obiektów do melioracji wyraźnie preferował inwestycje przecobrazeniowe. Były to inwestycje często oderwane od potrzeb konkretnego użytkownika. Programy melioracji (podobnie jak i mechanizacji rolnictwa, komasacji, chemizacji) miały charakter autonomiczny.

Obecnie polityka melioracyjna powinna zmierzać ku zaspokojeniu potrzeb użytkownika - rolnika. Techniczne urządzenia melioracyjne powinny być umiejętnie wkomponowane w istniejącą infrastrukturę, przy uwzględnieniu istniejących lub zakładanych czynników technologicznych, ekologicznych i własnościowych. Należy jednak jednoznacznie stwierdzić, że melioracje powodują zmianę stanu równowagi przyrodniczej, a celem zabiegów jest osiągnięcie nowego korzystnego i stabilnego stanu równowagi ekologicznej na obszarach użytkowanych rolniczo.

Oceniając skuteczność przeprowadzonych zabiegów melioracyjnych według kryterium technicznego można stwierdzić, że na zdecydowanej większości zmeliorowanych, a prawidłowo eksploatowanych obiektów osiągnięto stany postulowane: przewidywany poziom zwierciadła wody lub pożądaną wilgotność gleby. Mniej jednoznaczna jest natomiast ocena inwestycji melioracyjnych pod względem efektywności ekonomicznej. Na niektórych obiektach nie osiągnięto oczekiwanych efektów inwestycyjnych, co związane było m.in. z brakiem dostatecznych nakładów na infrastrukturę obszarów zmeliorowanych.

4. Podsumowanie

Melioracje użytków zielonych, szczególnie na glebach organicznych, należą do najtrudniejszych przedsięwzięć melioracyjnych ze względu na skutki jakie powodują w środowisku. W obecnej sytuacji gospodarczej nastąpi zapewne zaniechanie melioracji przeobrażeniowych w dolinach związanych z dużym zakresem regulacji rzek, jako najbardziej kontrowersyjnych pod względem ekologicznym i budzących największe wątpliwości ekonomiczne. W przyszłości powinny być natomiast preferowane przedsięwzięcia związane z modernizacją istniejących obiektów, przynoszące szybkie efekty ekonomiczne i nie degradujące jednocześnie środowiska. Dostępne środki w dużej części powinny być przeznaczone głównie na modernizację i eksploatację zmeliorowanych terenów dolinowych. W ramach modernizacji należy przewidzieć przedsięwzięcia uwzględniające wymagania ochrony środowiska. Do takich przedsięwzięć można zaliczyć przede wszystkim:

- uzupełnienie istniejących systemów odwadniających w urządzenia umożliwiające dwustronną regulację stosunków wodnych;
- projektowanie i organizację systemów z zamkniętym obiegiem wody w celu wprowadzenia z powrotem do obiegu biologicznego materii włączonej już do obiegu geologicznego;
- przerwanie procesu murszenia poprzez zatopienie części odwadnianych torfowisk i zdegradowanych wyrobisk torfowych w celu wytworzenia sprzyjających warunków dla procesu bagiennego;
- wprowadzenie zabiegów agromelioracyjnych, jak np. przeoranie na płytkich torfowiskach wierzchniej warstwy torfowej przykrywając ją glebą mineralną z podłoża;
- szersze stosowanie melioracji polderowych w celu utrzymania wysokiego poziomu wody w odbiorniku i w dolinie.

Niezależnie od powyższych zaleceń w każdym przypadku inwestycji melioracyjnej w dolinie rzeki należy rozważyć:

- alternatywną lokalizację inwestycji lub alternatywny sposób osiągnięcia zamierzonego celu gospodarczego;
- wariantowe koncepcje rozwiązań projektowych;
- możliwości złagodzenia skutków środowiskowych;
- alternatywne czasookresy realizacji inwestycji.

Literatura

- Ilnicki P., Łoś M. 1989: Ochrona środowiska w melioracjach. Biblioteka SITWM, Zesz. 1, Warszawa.
- Kok G. J. 1992: Environmental Impact Assessments. Land and Water Int. 73: 6-9.
- Minajev I. V. 1986. Ekologičeskoe soversenstvovanie meliorativnych sistem. Uradzaj, Minsk.
- Mosiej J. 1985: Dependence of the yields of cultivated field on the soil moisture level. Ann. Warsaw Agricult. Univ. Land Reclam. 21: 15-16.
- Pierzgalski E. 1990: Melioracje użytków zielonych - nawodnienia podsiąkowe. Wyd. SGGW-AR, Warszawa.

Regulations of the water conditions in small river valleys

From the agricultural point of view land reclamation works in Poland include organizational, agricultural and technical measures aiming at a permanent improvement of water conditions and in the soil profile in the catchment area.

The prime aim of reclamation systems in valleys of small rivers where grasslands predominate is flood control and maintainance of the ground water at a level suitable for growth of plants (productive criterion) as well for agrotechnical works (technological criterion).

For regulation of the ground water table, a network of open ditches connected with a buried pipeline system is often applied. In spring and after ample rainfall in summer this network enables excess water to flow into rivers or reservoirs. The same network is used during subsoil irrigation for moistening of the root layer of plants by capillary rise.

It should be stated that apart from positive agricultural results, the technical and agrotechnical activity in valleys (especially over-intensive drainage, too strict river flow management and soil and water contamination) caused degradation of the environmental conditions.

The main aim of the recent concepts of water regulation in river valleys is to minimize the negative influence of land reclamation on the natural environment through:

- supplementing the existing drainage network with hydraulic structures for ground water table control;
- water recycling in order to reintroduce water and mineral substances to the biological and geological cycle;
- inhibiting the organic soil degradation process by flooding some excessively drained and degraded areas;
- a more widespread usage of polder water management systems for maintaining high water level in the river and in its valley.