

MAŁA RETENCJA W LASACH ELEMENTEM KSZTAŁTOWANIA I OCHRONY ZASOBÓW WODNYCH

Waldemar Mioduszeński

Abstrakt

Zmienność sezonowa i przestrzenna zasobów wodnych, zagrożenia dla działalności człowieka wynikające z cyklicznie występujących ekstremalnych zjawisk przyrodniczych, jakimi są powodzie i susze, jest przyczyną podejmowania szeregu działań dla ograniczenia negatywnych skutków tych zjawisk. Coraz szersze zastosowanie w ochronie i kształtowaniu zasobów wodnych znajduje „mała retencja”, jako działanie nienaruszające walorów przyrodniczych rzek i dolin rzecznych. W zakres małej retencji wchodzi działania techniczne i nietechniczne, przyczyniające się do zwiększenia potencjalnej zdolności retencyjnej niewielkich zlewni. Podstawowym technicznym elementem małej retencji są wszelkiego typu naturalne i sztuczne zbiorniki wodne, piętrzenia na ciekach itp., powodujące zahamowanie szybkiego odpływu wód opadowych i roztopowych. Znaczne spowolnienie odpływu wody uzyskać można poprzez odbudowę obszarów wodno-błotnych oraz renowację cieków. Szczególnie predysponowane do realizacji programów małej retencji są obszary leśne. Prawdopodobnie realizowana mała retencja może przyczynić się do wzbogacenia walorów przyrodniczych ekosystemów leśnych.

SMALL RETENTION IN FORESTS AS AN ELEMENT OF IMPROVING AND PROTECTION OF WATER RESOURCES

Abstract

Poland has poor water resources. What is more, they are unevenly distributed in space and time. Some human activity has decreased water resources in many cases and increased in the frequency of extreme phenomena such as floods and draughts. Developing of rural areas depends on quality and quantity of water resources. And on the other hand the proper water management in rural areas can help to minimize increase the water resources and the negative effect of agriculture on natural flora and fauna and it allows increasing the biological diversity. The water management should be adjusted to the type of agricultural landscape.

One of the methods to improve water conditions is increasing of the retention abilities of small basins. The studies and approximate calculations carried out show that treatment consisting in the increase of swampy areas, number of water pools

and small water reservoirs, damming up of eroded rivers and canals, improvement of the soil structure, regulation of outflows from drainage systems, etc. can significantly increase water resources in river basins. The proper water management can allow supplying water with good quality, both for the natural environment and for the agricultural and communal needs.

Wstęp

Kilkukrotnie podejmowano w Polsce akcje dla poprawy struktury bilansu wodnego pod hasłem „rozwój małej retencji”. Podkreślano głównie konieczność zwiększenia zasobów wodnych dla potrzeb rolnictwa, ale również zwracano uwagę na stan środowiska przyrodniczego i możliwości ochrony przeciwpowodziowej. Pierwszą większą akcją propagowania małej retencji (głównie budowę małych zbiorników) prowadzono na przełomie lat 60. i 70. ubiegłego stulecia (Dziwioński 1971, Radczuk 2002). Pod koniec lat 70. Rząd PRL podjął uchwałę, w której zalecano odbudowę małych zbiorników i piętrzeń na rzekach. Z tego samego okresu pochodzi Uchwała w sprawie popierania rozwoju małej energetyki wodnej. Brak jest danych do oceny skuteczności tych działań. Faktem jest, że w latach 70. i 80. odbudowano kilkadziesiąt piętrzeń i zbiorników wodnych, a część ich wykorzystana jest do produkcji energii elektrycznej. Nie zawsze te inwestycje były przyjazne dla środowiska przyrodniczego.

W roku 1995 podjęto kolejny krok dla poprawy struktury bilansu wodnego małych zlewni. Podpisane zostało porozumienie pomiędzy Ministrem Rolnictwa i Gospodarki Żywnościowej a Ministrem Ochrony Środowiska, Zasobów Naturalnych i Leśnictwa RP dotyczące współpracy w zakresie programu rozwoju małej retencji.

W roku 2002 powtórnie zaakcentowano potrzebę rozwoju małej retencji podpisując porozumienie „*w sprawie współpracy na rzecz zwiększenia rozwoju małej retencji wodnej oraz upowszechniania i wdrażania proekologicznych metod retencjonowania wody*”. Porozumienie to podpisali: Minister Rolnictwa i Rozwoju Wsi, Minister Środowiska, Prezes Agencji Restrukturyzacji i Modernizacji Rolnictwa oraz Prezes Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej. Opracowane zostały wojewódzkie programy rozwoju małej retencji obejmujące głównie obszary wiejskie. Ocenia się, że inwestycje realizowane w ramach tych programów powodowały zwiększenie retencji wodnej w kraju średnio o około 15 mln m³ rocznie, przy planowanej w wojewódzkich programach na około 60 mln m³ rocznie (Kowalewski 2007). Dość aktywne działania w zakresie małej retencji zostały podjęte przez Lasy Państwowe i organizacje ekologiczne. Wybudowano dużą liczbę niewielkich piętrzeń na rowach i ciekach oraz zbiorników wodnych służących głównie poprawie stanu ekologicznego siedlisk leśnych i mokradłowych. Brak jest jednak pełnych danych dla oceny wzrostu objętości retencyjnej.

Warto tu wspomnieć, że również w innych krajach podejmowane są próby dla poprawy bilansu wodnego metodami małej retencji. W 1985 r. Prezydent Stanów Zjednoczonych zainicjował program pod hasłem „stop dla zmniejszenia powierzchni obszarów mokradłowych” (no net loss of wetlands). W ramach tego programu

wybudowano głównie na terenach rolniczych m.in. kilkadziesiąt tysięcy małych zbiorników wodnych o łącznej powierzchni ponad 4 mln hektarów (Mioduszewski 1993).

W ostatnim okresie podkreśla się konieczność szerszego uwzględnienia problematyki ekologicznej w gospodarce wodnej. Uważa się (UNECE 1993), że nie jest możliwe zarządzanie zasobami wodnymi bez uwzględnienia całego spektrum zagadnień związanych z użytkowaniem zlewni, jakością gleby i powietrza, stanu świata roślinnego i zwierzęcego oraz obecnością człowieka. Również Ramowa Dyrektywa Wodna wyraźnie ukierunkowana jest na zintegrowaną gospodarkę wodną i nastawiona na ochronę walorów przyrodniczych ekosystemów wodnych i od wód zależnych.

Szeroko pojmowana mała retencja spełnia większość warunków stawianych ekologicznym metodom gospodarowania zasobami wodnymi zarówno w krajobrazie rolniczym, jak i na obszarach leśnych i zurbanizowanych.

Obszary leśne zarówno ze względu na swój charakter, jak i fakt, że zajmują prawie 30% powierzchni kraju, stanowią istotny element regulujący obieg wody w zlewni rzecznej. Zwiększenie zdolności retencyjnej obszarów leśnych może w istotny sposób przyczynić się do poprawy struktury bilansu wodnego. Stąd też uwzględnienie w programie „Infrastruktura i środowisko” problematyki zwiększenia możliwości retencyjnych w ekosystemach leśnych wydaje się być bardzo korzystnym działaniem, w aspekcie ograniczania negatywnych skutków powodzi i suszy.

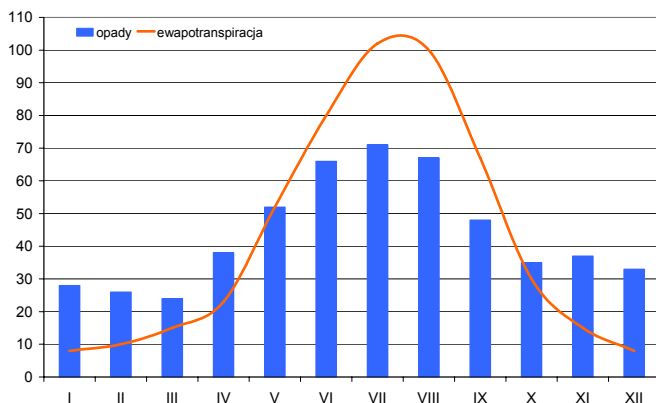
Przedstawienie problemu

Woda w środowisku przyrodniczym spełnia wiele funkcji. Jako środek produkcji decyduje o ilości i niezawodności plonów, jest podstawowym czynnikiem rozwoju gospodarczego i cywilizacyjnego. Jednocześnie kształtuje zróżnicowanie elementów biologicznych i jest niezbędna do zachowania walorów przyrodniczych. Zasoby wodne charakteryzują się dużą zmiennością sezonową i przestrzenną (Kowalczak et al. 1997). Występujące ekstremalne zjawiska, jakimi są powodzie i susze, powodują niekiedy duże straty w gospodarce i środowisku przyrodniczym.

W naszej strefie klimatycznej mamy korzystny rozkład opadów atmosferycznych. Największe opady występują latem, w okresie wegetacyjnym, tj. największego zapotrzebowania na wodę. Pomimo tego na znacznej części terytorium kraju (za wyjątkiem pasa przymorskiego i wysokich gór) obserwuje się wyraźny deficyt opadów (ryc. 1). Suma opadów miesięcznych jest wyraźnie mniejsza od wielkości ewapotranspiracji. Rośliny wykorzystują zapasy wody zgromadzone w okresie zimowym, a gdy tej wody zabraknie występuje zjawisko suszy. Z drugiej natomiast strony mamy do czynienia z szybkim odpływem wód wiosennych, powodujących wystąpienie szkód powodziowych.

Intensyfikacja rolnictwa i ujednoczenie siedlisk leśnych, budowa odwadniających systemów melioracyjnych, jak i działalność urbanizacyjna i związane z nią przekształcenia powierzchni, wg wielu autorów (Gutry-Korycka 1993, Mioduszewski 1997b, Hoffman et al. 2000) spowodowały przyśpieszenie obiegu wody i materii w zlewniach rzecznych, przyczyniając się do zwiększenia częstotliwości wy-

stępowania susz i powodzi. Inaczej mówiąc, na skutek różnych działań uległa zmniejszeniu naturalna zdolność retencyjna zlewni, a jednocześnie usprawnione zostały drogi odpływu, co powoduje, że wody opadowe i roztopowe odprowadzane są szybko do rzeki. Dlatego też celowe jest retencjonowanie i spowalnianie odpływu wód, zarówno z punktu widzenia ochrony przed powodzią, jak i przed suszą.



Ryc. 1. Rozkład opadów i ewapotranspiracji w roku
Fig. 1. Precipitation and evapotranspiration during a year

Przyśpieszenie obiegu wody wg niektórych autorów (Hoffman et al. 2000) powoduje zwiększenie ładunku związków biogennych dopływających do rzek i jezior. Przy powolnym odpływie wody ze zlewni azot i fosfor mogą być wykorzystywane przez roślinność, podczas gdy przy szybkim przepływie wody transportowane są do wód powierzchniowych, powodując ich zanieczyszczenie.

Gospodarka wodna w dotychczasowym ujęciu obejmuje głównie użytkowanie wód powierzchniowych (płynących i stojących) oraz wykorzystanie wód podziemnych. Bardziej kompleksowe ujęcie problemu wymaga zwrócenia uwagi na całość zasobów wodnych, które wynikają z wielkości opadów atmosferycznych jako jedyne źródła wody na kuli ziemskiej. Przy globalnych analizach bilansu wodnego różnicza się pojęcia wody niebieskiej i zielonej (ryc. 2).

Dla warunków Polski uproszczony bilans wodny jako średni z wielolecia można zapisać:

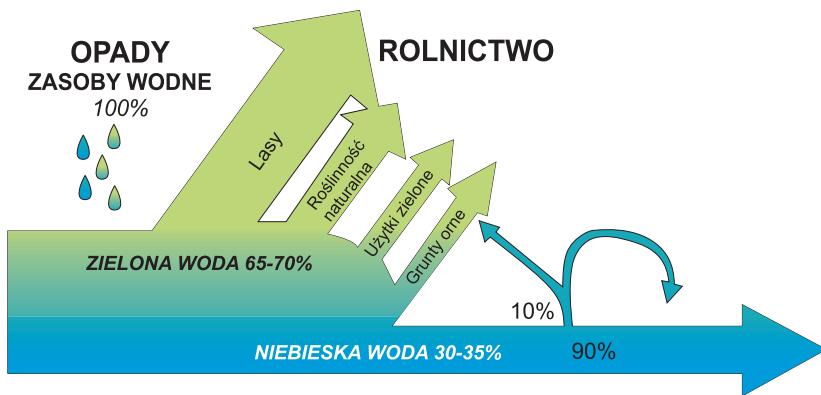
$$P = O + H$$

gdzie:

$P = 192,4$ mld m^3 (opad przyjmowany jako 100% zasobów wodnych),

$O = 58,4$ mld m^3 (odpływ rzeczny = woda niebieska, 30% zasobów wodnych),

$H = 133,8$ mld m^3 (ewapotranspiracja, parowanie = woda zielona, 70% zasobów wodnych).



Ryc. 2. Rozdział wód opadowych na wody niebieskie i wody zielone
Fig. 2. Distribution of precipitation on green and blue water

Odływ rzeczny jest w Polsce stosunkowo mały i w przeliczeniu na jednego mieszkańca oceniany na około $1600 \text{ m}^3 \cdot \text{rok}^{-1} \cdot \text{M}^{-1}$. Tą częścią zasobów, nazywanych „wodą niebieską”, jest zainteresowana głównie gospodarka wodna. Jednak większość zasobów jest wykorzystywana przez roślinność jako „woda zielona” (rys. 2).

Orientacyjne obliczenia pozwalają na rozdzielenie wód zielonych na następujących użytkowników (Mioduszeowski 2008):

- uprawy rolne: 65 mld m^3 (49% wody zielonej),
- lasy: 50 mld m^3 (37%),
- pozostałe: 18,8 mld m^3 (14%).

Niektórzy specjaliści (Falkenmark, Lannerstad 2005) wyrażają obawy co do możliwości zaspokojenia przyszłych potrzeb wodnych rolnictwa (woda zielona i niebieska do nawodnień) w wyniku wzrostu produkcji żywności niezbędnego dla wyżywienia zwiększającej się liczby ludności i poprawy kaloryczności pożywienia. Podobne obawy mogą być kierowane również pod adresem gospodarki leśnej, gdy jej zasadniczym zadaniem byłoby zwiększenie produkcji drewna.

Wyprodukowanie „masy organicznej” wymaga dużej ilości wody zielonej, i tak np.:

- wyprodukowanie 1 m^3 drewna – 1600 m^3 wody
- wyprodukowanie 1 tony zboża – 900 m^3 wody
- wyprodukowanie 100 litrów biopaliwa – 20 000 m^3 wody
- wyżywienie jednego człowieka w roku, przy diecie 3000 kcal – 1300 m^3 wody
- zużycie na potrzeby komunalne w roku dla jednego człowieka (pobór zazwyczaj wód niebieskich) – 70 m^3 wody.

Ilość wody niezbędnej dla wyprodukowania drewna obliczono wychodząc ze średniego przyrostu drewna ($3,74 \text{ m}^3/\text{rok}$) pomnożonego przez ewapotranspirację lasu.

Perspektywiczne zaspokojenie potrzeb wodnych, rozumianych jako sumaryczne zużycie wody zielonej i niebieskiej pobieranej do ewentualnych nawodnień, przy

jednoczesnym zachowaniu wysokich walorów przyrodniczych krajobrazu rolniczego i ekosystemów leśnych, wymusza poszukiwanie nowych, bardziej przyjaznych przyrodzie metod gospodarowania wodą. Wyrazem tych poglądów jest Ramowa Dyrektywa Wodna UE (Dyrektywa... 2000), w której przedstawiono założenia polityki wodnej państw Unii Europejskiej. Celem Dyrektywy jest „ustalenie ram dla działań na rzecz ochrony śródlądowych wód powierzchniowych... oraz wód podziemnych”, polegających m.in. na:

- zapobieganiu dalszemu pogorszeniu się ekosystemów wodnych oraz ochronie i poprawie stanu tych ekosystemów wodnych, a także, w odniesieniu do potrzeb wodnych, stanu ekosystemów lądowych i terenów podmokłych bezpośrednio zależnych od ekosystemów wodnych;
- propagowaniu zrównoważonego korzystania z wody opartego na długoterminowej ochronie dostępnych zasobów wodnych.

Z przedstawionych wyżej tez wynika oczywisty wniosek o konieczności i celowości zwiększenia (odtworzenia) zdolności retencyjnej zlewni rzecznych, co może spowodować, że wody w okresach ich nadmiaru będą zatrzymywane na terenie zlewni (w miejscu ich powstawania), a następnie w okresach posusznych (bezopadowych) będą zasilaly cieki. Odbudowa retencji wodnej zlewni wydaje się być z wszystkich innych metod poprawy struktury bilansu wodnego metodą najbardziej przyjazną środowisku przyrodniczemu i spełniającą warunki zrównoważonego rozwoju (Glenn 1993, Ciepielowski 1995, Mioduszewski 1999, Kowalewski 2004). Należy jednak zwrócić uwagę, że obecny stan zagospodarowania zlewni i dolin rzecznych oraz duża gęstość zaludnienia uniemożliwiają pełną odbudowę zdolności retencyjnych zlewni oraz ograniczenie skutków zjawisk ekstremalnych poprzez dostosowanie się do nich człowieka (np. wysiedlenie ludzi z terenów zagrożonych powodzią, odtworzenie obszarów bagiennych użytkowanych rolniczo lub zabudowanych, zwiększenie retencji tam, gdzie może to powodować podtopienia budowli itp.). Bez względu jednak na sposób i intensywność gospodarczego użytkowania terenu, w tym rolniczego i na obszarach leśnych, w każdym przypadku należy dążyć do zahamowania szybkiego odpływu wód roztopowych i opadowych, co jest równoznaczne z odbudową naturalnej retencyjności zlewni rzecznej.

Formy i metody małej retencji

Pomimo dość długiej historii, pojęcie „mała retencja” nie jest do końca zdefiniowane. W bardzo szerokim ujęciu można przyjąć, że są to wszelkie działania techniczne i nietechniczne zmierzające do poprawy struktury bilansu wodnego zlewni poprzez zwiększenie ich zdolności retencyjnych. Przy powyższej definicji możliwe jest wyróżnienie takich form retencji jak: krajobrazowa (siedliskowa), glebowa, powierzchniowa i podziemna (Mioduszewski 1997). Mamy tu do czynienia z tzw. retencją niesterowalną, automatycznie działającą, o pojemności trudnej do określenia. Zwiększenie retencji krajobrazowej, glebowej, wód powierzchniowych i podziemnych wpływa na zmianę obiegu wody w zlewni, jednak tego procesu nie

można regulować na bieżąco. Przez zwiększenie retencji niesteroidalnej zwiększa się jedynie potencjalną możliwość gromadzenia wód w okresach jej nadmiaru i dłuższego przetrzymania w glebie, gruncie lub na powierzchni terenu (Mioduszewski 1997).

Z punktu widzenia gospodarki wodnej można wyróżnić następujące sposoby poprawy retencyjności zlewni:

- działania na obszarze zlewni poprzez właściwe jej zagospodarowanie i użytkowanie,
- działania w korycie i dolinie rzeki poprzez budowę małych zbiorników wodnych i urządzeń piętrzących, hamowanie (regulowanie) odpływu wód powierzchniowych.

Do pierwszej grupy działań zalicza się zwiększenie pojemności retencyjnej gleb poprzez prawidłowe użytkowanie rolnicze i leśne, prace przeciwoerozyjne, zalesienia, zwiększenie udziału mokradeł w powierzchni zlewni itp. Wielu autorów (Glenn 1993, Mioduszewski 1999, Tognetti 2000, Lahmer et al. 2001) podkreśla duże znaczenie sposobu zagospodarowania i użytkowania zlewni na ilość i jakość zasobów wodnych. Do drugiej natomiast grupy zalicza się wszystkie prace związane z budownictwem wodnym i melioracyjnym i wielu specjalistów ogranicza pojęcie małej retencji jedynie do tej grupy działań. Obejmują one budowę małych zbiorników, odtwarzanie oczek wodnych, piętrzenia na ciekach naturalnych, kanałach i rowach itp.

Wyróżnia się wiele szczegółowych metod, które mogą być wykorzystane do poprawy struktury bilansu wodnego w małych zlewniach. Można je pogrupować w różny sposób. Z punktu widzenia stosowanych „technik” i przynależności do różnych działów gospodarki wyróżnia się metody techniczne, planistyczne i zależne od sposobu użytkowania.

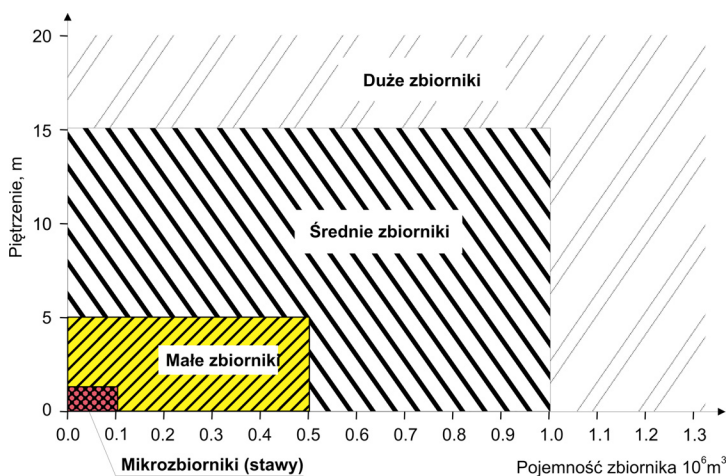
Metody techniczne – do tej grupy zaliczyć można większość prac z zakresu hydrotechniki i melioracji, których celem jest zahamowanie odpływu wód powierzchniowych. Obejmuje to m.in. budowę małych zbiorników wodnych, podpiętrzanie jezior, piętrzenia na ciekach, rowach i kanałach, retencjonowanie wód drenarskich, stosowanie prawidłowych metod odprowadzania wód deszczowych z powierzchni uszczelnionych (dachy, place, ulice) umożliwiających wsiąkanie wody na przyległych obszarach nieuszczelnionych, renaturyzację małych cieków i odtwarzanie dolin zalewowych.

Metody planistyczne – istotną rolę w gospodarowaniu wodą może odgrywać prawidłowe kształtowanie ładu przestrzennego zlewni. Chodzi tu o tworzenie takiego układu przestrzennego, w którym nie będzie występował szybki odpływ wód opadowych i roztopowych. Do takich działań można m.in. zaliczyć kształtowanie odpowiedniego układu pól ornych, użytków zielonych i lasów, tworzenie roślinnych pasów ochronnych (krzewy, drzewa), odtwarzanie możliwie licznych użytków ekologicznych, w tym oczek wodnych, mokradeł itp.

Metody zależne od sposobu użytkowania – stosowanie odpowiednich metod użytkowania gruntów zlewni może przyczynić się do poprawy zarówno jakości jak

i ilości wody. Podstawowe działania w tym zakresie to poprawa struktury gleb rolnych i leśnych, zabiegi przeciwoerozyjne, utrzymanie odpowiednich zbiorowisk leśnych, zapobieganie tworzeniu się uprzywilejowanych dróg spływu wód podczas prac leśnych, zachowanie obszarów infiltracyjnych w terenach zurbanizowanych.

Największe kontrowersje w aspekcie oddziaływania małej retencji na środowisko przyrodnicze budzą zbiorniki wodne. Brak jest oficjalnej klasyfikacji zbiorników. Dlatego też niekiedy nawet zbiorniki o pojemności do 5 mln m³ zaliczane są do małych (Dziewoński 1971). Rzeczywiście takie zbiorniki mogą wywierać niekorzystne oddziaływanie na walory ekologiczne doliny rzecznej i powinny być wyposażone w przepławki. Proponuje się przyjęcie klasyfikacji zbiorników jak na rycinie 3, a do małej retencji zaliczyć wszystkie mikrozbiorniki oraz te małe, które nie wywierają ujemnego wpływu na środowisko.



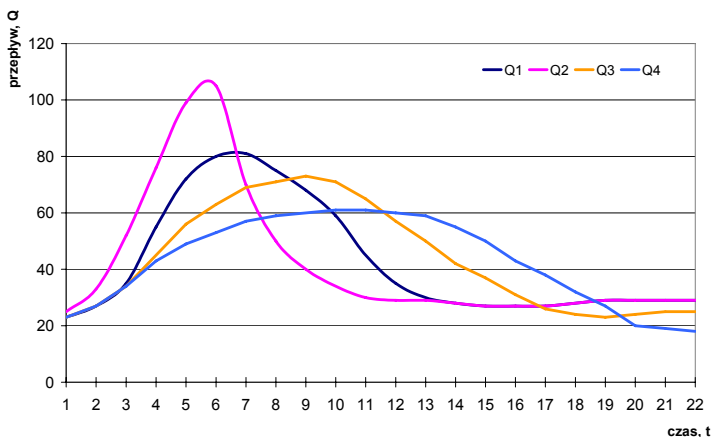
Ryc. 3. Klasyfikacja zbiorników wodnych
Fig. 3. Classification of small water reservoirs

Analiza wybranych form retencji

Ze wszystkich metod przedstawionych wyżej największą uwagę przywiązuje się dzisiaj do wszelkiego typu mokradel oraz lasów jako regulatorów obiegu wody w zlewni. Mieszczą się tu również niewielkie zbiorniki, jak np. oczka wodne oraz odwodnione i użytkowane rolniczo doliny rzeczne. Podkreśla się duży wpływ sposobu użytkowania zlewni i jakości gleb na obieg wody.

Duży wachlarz różnorodnych form i metod małej retencji utrudnia jednoznaczną ocenę ich wpływu na strukturę bilansu wodnego. W wielu przypadkach znany lub akceptowany jest kierunek i zakres wpływu niektórych działań na obieg wody. Natomiast brak jest dostatecznej wiedzy dla ilościowej oceny tych zjawisk.

Kształt hydrogramu wód wezbraniowych w dużym stopniu zależy od zdolności retencyjnej zlewni. Na rycinie 4 podano schemat hydrogramu dla zlewni o różnym użytkowaniu. Im mniejsza zdolność retencyjna zlewni tym większe natężenie przepływu maksymalnego i szybszy jego czas pojawiania się. Realizacja obiektów małej retencji powoduje spłaszczenie fali powodziowej i opóźnienie pojawienia się przepływu maksymalnego (ryc. 4). Należy zwrócić uwagę, że po całkowitym wypełnieniu pojemności retencyjnej, np. po wyjątkowo dużych opadach atmosferycznych, dalszy odpływ ze zlewni odbywa się swobodnie, a natężenie przepływu może być we wszystkich rodzajach zlewni podobne. Oddziaływanie małej retencji na przepływy minimalne nie jest jednoznaczne (ryc. 4). W wyniku realizacji urządzeń piętrzących następuje podwyższenie poziomu wód gruntowych, a tym samym woda staje się łatwiej dostępna dla roślin. Może to powodować zwiększenie ewapotranspiracji (większy pobór wody zielonej), prowadzące do obniżenia przepływu w rzece (zmniejszenie zasobów wody niebieskiej). Nie można ewentualnego zmniejszenia natężenia przepływu uważać za wodę straconą. Jest to bowiem woda wykorzystana przez rośliny w procesie transpiracji, przyczyniająca się do ograniczania niekorzystnych skutków suszy.



Ryc. 4. Przykładowy hydrogram wezbrania; Q1 – zlewnia rolnicza, Q2 – zlewnia zurbanizowana, Q3 – zlewnia leśna, Q4 – zlewnia leśna z „małą retencją”
Fig. 4. The example of discharge hydrogram; Q1 – agricultural basin, Q2 – urbanization basin, Q3 – forest basin, Q4 – forest basin with small scale retention developed

Poniżej przedstawione zostaną generalne uwagi dotyczące wpływu wybranych działań na strukturę bilansu wodnego.

Małe zbiorniki wodne

Zazwyczaj są to zbiorniki kopane lub zaporowe, powstałe poprzez przegrodzenie cieków zaporą z budowlą upustową. Do retencjonowania wód mogą być wyko-

rzystywane również naturalne ciek i rowy i kanały (zbiorniki liniowe). Przy bardzo małych zbiornikach (mikrozbiornikach) zaleca się budowę urządzenia piętrzącego ze stałym progiem.

Małe sztuczne zbiorniki są efektywnym sposobem zabezpieczenia przeciwpowodziowego, ale głównie w małych zlewniach. Przy większych zlewniach (ponad 100 km²) efektywne ograniczenie fali wezbraniowej wymagałoby budowy dużej liczby zbiorników.

Małe zbiorniki przeciwpowodziowe są najbardziej efektywne, gdy mamy do czynienia z dużym chwilowym przepływem, ale o krótkim czasie trwania, a więc małą pojemnością fali wezbraniowej. Przepływy o takim charakterze mają miejsce na małych potokach górskich oraz na ciekach w granicach obszarów zurbanizowanych, szczególnie przy występowaniu opadów nawalnych. Małe zbiorniki przeciwpowodziowe powinny być urządzeniami działającymi samoczynnie. Trudno jest tu bowiem zapewnić ręczną regulację odpływu wody, np. w oparciu o bieżące prognozy przepływu wody. Wynika to zarówno z kosztów, jak i faktu, że powódzie na małych ciekach pojawiają się bardzo szybko i zazwyczaj nie ma czasu na zorganizowanie specjalnych działań.

Obliczenia hydrologiczne wód wielkich w małych zlewniach obarczone są zazwyczaj dużymi błędami. Brak jest bowiem bezpośrednich pomiarów przepływu i do obliczeń wykorzystuje się często proste wzory empiryczne. Dlatego też koniecznym jest przy każdym zbiorniku zaporowym i mieszanym kopano-zaporowym instalowanie budowli upustowej na wody wielkie o bardzo dużej przepustowości.

Małe zbiorniki przeciwpowodziowe mogą pełnić również inne funkcje, jak np. rekreacyjne, zaopatrzenia w wodę, ochrony jakości wody, ekologiczne, przeciwpowodziowe itp. Niezbędne jest wówczas wydzielenie rezerwy przeciwpowodziowej z całkowitej pojemności zbiornika.

Mokradła

W ostatnich latach mocno zmienił się pogląd na obszary o dużym uwilgotnieniu. Ramowa Dyrektywa Wodna jako główny cel gospodarki wodnej stawia ochronę ekosystemów od wód zależnych. Jeszcze w początkach ubiegłego stulecia pogląd na korzyści płynące z obszarów bagiennych był zupełnie inny.

Encyklopedia rolnictwa z 1899 r. tak charakteryzuje obszary o dużym uwilgotnieniu: *Bagna wpływają wiele na oziębienie powietrza, przez co opóźniają dojrzewanie i zbiór uprawianych w sąsiedztwie ich roślin. Pary mgliste tworzące się na bagnach, przyczyniają się najczęściej do gnicia kartofli. Roje kąsających owadów, wylęgających się w błotnistych położeniach, nadzwyczaj są dokuczliwe dla zwierząt i ludzi. Te wszystkie powyżej wymienione niedogodności i wiele innych mniej znaczących, a brak zupełny pożytku, przemawiają dobitnie za usunięciem błot i bagien.*

Rola bagien w ochronie przeciwpowodziowej jest bardzo często upraszczana lub też nieprawidłowo interpretowana.

Mówiąc o zdolności retencjonowania wody przez bagna należy wyraźnie różnić:

- pojemność retencyjną gleby bagiennej, to jest zdolność gromadzenia wody w porach gleb;
- pojemność retencyjną samego bagna, to jest zdolność gromadzenia wody na powierzchni obszaru bagiennego;
- pojemność retencyjną obszarów wysoczyznowych, która powstaje na skutek hamowania odpływu wód podziemnych tworzącym się torfowiskiem na wychodniach warstw wodonośnych.

Bagna odwodnione posiadają większą potencjalną pojemność retencyjną gleby w stosunku do bagien nieodwodnionych. Woda opadowa może być retencjonowana w porach glebowych pomiędzy powierzchnią terenu a zwierciadłem wód gruntowych. Im wyższy jest poziom wód gruntowych, tym mniejsza jest pojemność retencyjna gleby rozumiana jako objętość, która może być wypełniona dopływającą wodą. W bagnach naturalnych, gdzie poziom wód gruntowych układa się na powierzchni terenu, wielkość retencji glebowej jest praktycznie równa zero. W związku z tym każda kropla wody, która spadnie na powierzchnię takiego bagna, teoretycznie może odpłynąć swobodnie do rzeki. Wcale to nie oznacza, że odwodnienie obszarów bagiennych zmniejsza wielkość fali wezbraniowej (powodziowej). Naturalne bagna porośnięte kępami turzyc, krzewami, charakteryzują się dużymi oporami hydraulicznymi. Ponadto są to zazwyczaj obszary o małych spadkach terenu. Dlatego też wody roztopowe lub pochodzące z wylewów rzeki bardzo wolno odpływają po powierzchni bagna. Bagienne doliny rzek pełnią więc rolę zbiorników retencjonujących wodę. Woda, która rozlała się na powierzchni bagna wolno spływa do rzeki, a tym samym następuje spłaszczenie fali wezbraniowej na odcinku rzeki leżącym poniżej obszaru bagiennego. Zjawisko to jest wyraźnie widoczne w szerokiej (ponad 10 km) dolinie dolnej Biebrzy. Woda utrzymuje się tu niekiedy na powierzchni terenu w przeciagu kilku miesięcy. Kropla wody spływa swobodnie, ale bardzo wolno.

Wykonanie rowów odwadniających znacznie przyspiesza odpływ wody z powierzchni bagna. Likwidowana jest duża pojemność retencyjna wynikająca z utrzymywania się wody na powierzchni terenu, która nie jest rekompensowana retencją glebową tworzącą się na skutek obniżenia wód gruntowych. Retencja glebowa jest bowiem dużo mniejsza od retencji powierzchniowej nieodwodnionego bagna.

Reasumując należy podkreślić, że spłaszczenie fali powodziowej w zlewni z dużą powierzchnią mokradeł wynika z faktu retencjonowania wody na powierzchni bagien, a nie w porach glebowych. Największy wpływ na regulację przepływu w rzece odgrywają bagna o rozległej, płaskiej powierzchni, charakteryzującej się dużą szorstkością hydrauliczną.

Nieco inaczej oddziałują bagna tworzące się u podnóża wysoczyzny. Hamując odpływ wody z warstwy wodonośnej znacznie wzbogacają zasoby wód podziemnych. Odwodnienie tych mokradeł prowadzić może do obniżenia wód gruntowych na dużej powierzchni i zwiększenia zagrożeń powodziowych (Mioduszewski 1997).

Lasy

Obszary leśne, podobnie jak bagna, charakteryzują się dużą możliwością retencjonowania wód opadowych. Istnieje bogata literatura poświęcona ocenie wpływu lasu na strukturę bilansu wodnego zlewni rzecznych. Dominuje przekonanie, że lasy regulują obieg wody retencjonując w okresach opadowych i zwiększając zasilanie rzek w okresach bezopadowych.

Pozytywna rola lasu na ograniczenie wielkości wezbrań opadowych i roztopowych w obszarach o dużymi deniwelacjach terenu i na glebach słaboprzepuszczalnych nie budzi wątpliwości, choć niekiedy trudno jest wykazać ten wpływ w postaci oceny natężeń przepływów w rzekach. Wydaje się, że mamy do czynienia z inną sytuacją, gdy są zalesiane obszary równinne o piaszczystych glebach. W tym przypadku następować może obniżenie infiltracji efektywnej, to jest zmniejszenie zasilania warstw wodonośnych, a tym samym zmniejszenie zasobów wód podziemnych. Wynika to z faktu, że transpiracja lasów jest większa w porównaniu do innych siedlisk. Z drugiej jednak strony niektórzy autorzy (Kędziora et al. 2004) uważają, że zwiększenie powierzchni leśnych powoduje wzrost opadów atmosferycznych nawet do 30%. Spowalnianie odpływu wody z obszarów leśnych poprzez inwestycje małej retencji może w istotny sposób przyczynić się do zwiększenia zasilania warstw wodonośnych.

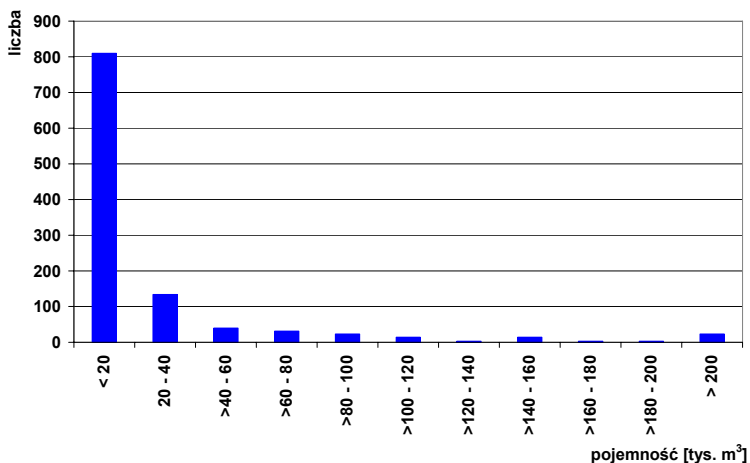
W ramach programu „Infrastruktura i środowisko” opracowany został projekt pt. „Zwiększenie możliwości retencyjnej oraz przeciwdziałanie powodzi i suszy w ekosystemach leśnych na terenach nizinnych”.

W ramach tego projektu planuje się realizację ponad 1000 zadań obejmujących:

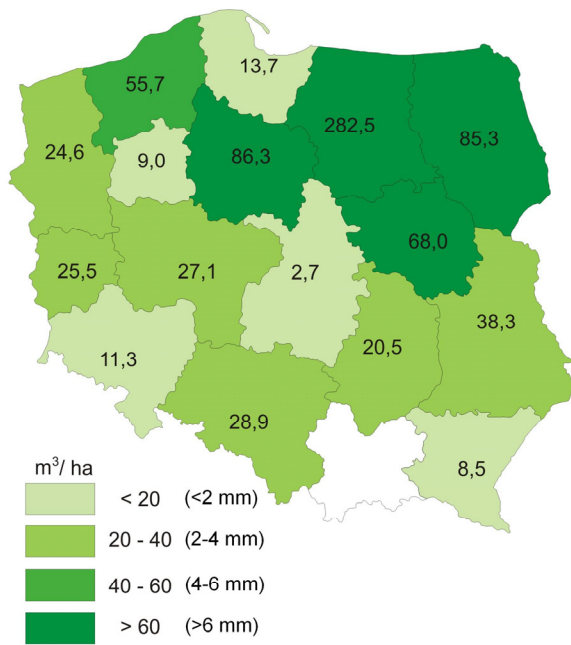
- renaturyzację obszarów wodno-błotnych poprzez podwyższenie poziomu wód gruntowych;
- budowę i odbudowę małych zbiorników wodnych, piętrzeń na ciekach itp.;
- przebudowę odwadniających systemów melioracyjnych, w aspekcie ograniczenia szybkiego odpływu wody.

Na rycinie 5 przedstawiono liczbę planowanych obiektów w zależności od planowanego zwiększenia pojemności retencyjnych. Natomiast na rycinie 6 podano objętość retencjonowanej wody w przeliczeniu na powierzchnię leśną poszczególnych RDLP.

Zwraca uwagę fakt, że planowane są głównie bardzo małe obiekty o pojemności retencyjnej poniżej 20 tys. m³ wody. Nie ma więc obaw, by znalazły się tu inwestycje mogące niekorzystnie oddziaływać na środowisko przyrodnicze. Pomimo stosunkowo małych objętości retencjonowanej wody w stosunku do powierzchni leśnej, retencja ta ma ogromne znaczenie, zarówno z punktu widzenia poprawy stosunków wodnych na obszarach leśnych i ograniczenia występowania susz i powodzi, jak również z uwagi na ochronę walorów przyrodniczych siedlisk leśnych, głównie mokradłowych.



Ryc. 5. Planowane pojemności małej retencji w lasach
Fig. 5. The volume of water retention planned in forests



Ryc. 6. Planowana objętość retencjonowanej wody w m³ na 1 hektar obszarów leśnych w RDLP w m³/ha (mm)

Fig. 6. The volume of water planned to gather in forest districts in m³ on hectar (mm)

Podsumowanie

Działania wchodzące w zakres małej retencji mogą w istotny sposób przyczynić się do ochrony jakości wód i poprawy struktury bilansu wodnego. Zwiększenie potencjalnych zdolności retencyjnych zlewni, które w wielu przypadkach zostały ograniczone na skutek działalności człowieka, jest ważnym elementem ochrony i kształtowania zasobów wodnych. Mała retencja spełnia pozytywną rolę w poprawie warunków gospodarowania na obszarach rolnych i leśnych oraz zurbanizowanych, jak również stanowi istotny element niezbędny dla zachowania i poprawy stanu środowiska przyrodniczego. Upowszechnianie małej retencji może stanowić dużą pomoc we wdrażaniu Ramowej Dyrektywy Wodnej Unii Europejskiej, a szczególnie w zakresie osiągnięcia dobrego stanu jakościowego i ekologicznego wód powierzchniowych.

Mała retencja jest ważnym elementem ochrony przeciwpowodziowej, ale w większości przypadków nie może być jedynym sposobem działań. Przy pomocy małej retencji nie da się zmniejszyć zagrożeń powodziowych w dolinach dużych rzek.

Z natury swej mała retencja oddziałuje jedynie na lokalne zasoby wodne, a tym samym jej wpływ na warunki hydrologiczne i stan środowiska przyrodniczego widoczny jest jedynie w małych zlewniach i zależy od rodzaju, liczby i rozmieszczenia podejmowanych działań.

Podstawowym elementem małej retencji są zbiorniki wodne i podpiętrzenia wody w ciekach oraz renaturyzacja obszarów mokradłowych. Zbiorniki i piętrzenia mogą pełnić różne funkcje gospodarcze, a równocześnie ograniczać wezbrania powodziowe, przyczyniać się do zwiększenia zasobów wód podziemnych i poprawiać jakość wód powierzchniowych. W planowaniu gospodarki wodnej na obszarach leśnych mała retencja powinna stanowić podstawową metodę regulowania obiegu wody w zlewni, w tym ochronę przed powodzią i suszą.

Problematyka wodna, w tym mała retencja, powinna być szerzej uwzględniana przy podejmowaniu wielu decyzji gospodarczych i planistycznych. Woda jest jednym z ważniejszych elementów decydujących o kierunkach i sposobie użytkowania dolin rzecznych oraz obszarów infiltracyjnych.

Uzyskanie wyraźnej poprawy stanu zasobów wodnych na obszarach leśnych wymaga działań powszechnych, składających się z wielu różnorodnych inicjatyw podejmowanych przez poszczególne nadleśnictwa.

Uważa się, że planowany do realizacji projekt małej retencji na obszarach leśnych jest wyjątkowo cenna inicjatywą i powinien być finansowany z programu „Infrastruktura i środowisko”.

Działania w zakresie zwiększenia zdolności retencyjnych zlewni przynoszą szereg pozytywnych skutków, zarówno o charakterze ogólnospołecznym i przyrodniczym, jak i gospodarczym.

Do najważniejszych zalet małej retencji zaliczyć można:

- zmiana struktury odpływu rzecznego, obniżenie wielkości fal wezbraniowych, oraz w niektórych przypadkach zwiększenie przepływów niżówkowych;

- zaspokojenie potrzeb wodnych ekosystemów leśnych i mokradłowych oraz poprawa stanu środowiska przyrodniczego w wyniku podwyższenia poziomu wód gruntowych;
- zwiększenie zasilania warstw wodonośnych, co powoduje wzrost zasobów wód podziemnych;
- zaspokojenie niektórych celów gospodarczych, np. zbiorniki wodne mogą być wykorzystane jako ujęcia wód przeciwpożarowych, kąpieliska, ekstensywne stawy rybne, ujęcia wód do nawodnień, wodopoje dla dzikich zwierząt;
- poprawa walorów przyrodniczych, zwiększenie biologicznej różnorodności ekosystemu leśnego poprzez odtworzenie mokradeł, oczek wodnych, tworzenie enklaw dla naturalnej fauny i flory wodno-błotnej, tworzenie przyjaznego człowiekowi mikroklimatu;
- ochrona wód powierzchniowych przed zanieczyszczeniem, zatrzymywanie zawieszin, oczyszczanie wód deszczowych szczególnie ze związków biogenych (azotu i fosforu).

Literatura

- Ciepielowski A., Dąbkowski L. 1995. *Problemy małej retencji w lasach*. Sylwan. Rok CXXXIX, nr 11:17–20.
- Dyrektywa 2000/60/WF Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 23 października 2000 r. *ustanawiająca ramy wspólnotowego działania w dziedzinie polityki wodnej*.
- Dziewoński Z. 1971. *Gospodarka na zbiornikach wiejskich*. Gosp. Wod. z. 3.
- Falkenmark M., Lannerstad M. 2005. *Consumptive water use to feed humanity – curing a blind spot*. Hydrology and Earth System Sciences 9: 15–28.
- Geiger W., Dreiseitl H., 1999: *Nowe sposoby odprowadzania wód deszczowych*. Wyd. Proj. Przem-EKO. Bydgoszcz.
- Glenn O., (red). 1993. *Soil and Water Conservation Engineering*. John Wiley, New York: 1–360.
- Gutry-Korycka M. 1993. *Naturalne i antropogeniczne zmiany obiegu wody*. [w:] Przemiany stosunków wodnych w Polsce w wyniku procesów naturalnych i antropogenicznych (red. I. Dynowska), UJ. Kraków: 273–390.
- Gutry-Korycka M., Nowicka B., Soczyńska U. (red.) 2003. *Rola retencji zlewni w kształtowaniu wezbrań opadowych*. Uniwersytet Warszawski: 1–285.
- Hoffman M., Johnsson H., Gustafson A., Grimvall A. 2000. *Leaching of nitrogen in Swedish agriculture – a historical perspective*. Agricultural Ecosystems and Environmental 80: 277–290.
- Kowalczak P. 2007. *Konflikty o wodę*. Wydawnictwo Kurpisz S.A., Poznań.
- Kowalczak P., Farat R., Kępińska-Kasprzak M. 1997. *Hierarchia potrzeb obszarowych małej retencji*. Materiały Badawcze IMGW, Seria: Gospodarka wodna i ochrona wód 19, Warszawa.
- Kowalewski Z. 2004. *Realizacja programów małej retencji w Polsce*. Wrocław: Zeszyty Naukowe AR nr 502. Inżynieria Środowiska XII: 195–210.
- Lahmer W., Pflutzner B., Ströbl B., 2001. *Possible impact of land use changes on the water balance of semi-arid German river basins*. Konferencja „Sustainable use of land and water”. Brno: 131–142.

- Mioduszewski W. 1993. *Ochrona zasobów wodnych w krajobrazie rolniczym w Stanach Zjednoczonych*. Biuletyn Informacyjny – Melioracje Rolne 1/2.
- Mioduszewski W. 1997. *Mała retencja i polityka melioracyjna*. [w:] Użytkowanie a ochrona zasobów wód powierzchniowych w Polsce. Zeszyty Naukowe Nr 17. Kom. Nauk. Człowiek i Środowisko, PAN, Warszawa.
- Mioduszewski W. 1999. *Ochrona i kształtowanie zasobów wodnych w krajobrazie rolniczym*. Wyd. IMUZ, Falenty.
- Mioduszewski W. 2008. *Czy Polska jest krajem ubogim w wodę*. Gospodarka Wodna nr 5: 186–193.
- Palczyński M., Paluch J., Paruch A., Palikowski K., Wojtowicz J. 2002. *Hydrologiczne aspekty funkcjonowania opóźniaczy odpływu w małej zlewni leśnej*. Czasopismo Techniczne. Inżynieria Środowiska, z. 5ś: 85–95.
- Pierzgalski E., Tyszka J., Szymczak T. 2002. *Wpływ przyrostu lesistości i retencji zbiornikowej na zmniejszenie wezbrań w potokach górskich*. Czasopismo Techniczne. Inżynieria Środowiska, z. 5ś: 141–151.
- Radczyk L., Olearczyk D. 2002. *Małe zbiorniki retencyjne jako element poprawy bilansu wodnego zlewni użytkowanej rolniczo*. Zeszyty Naukowe AR w Krakowie, Inżynieria Środowiska, z. 23: 139–148.
- Tognetti S. 2000. *Land-Water Linkages in Rural Watersheds*. Synthesis report. FAO, Rzym.
- UNECE. 1993. *Protection of water Resources and Equatic Ecosystems*. Water Series No. 1 (ECE/ENWA/31). Genewa.

Waldemar Mioduszewski

Zakład Zasobów Wodnych

Instytut Melioracji i Użytków Zielonych w Falentach

w.mioduszewski@imuz.edu.pl