

Szymon KOBUS¹

ŚRODOWISKOWE SKUTKI ZWIĘKSZANIA MOŻLIWOŚCI RETENCYJNYCH W EKOSYSTEMACH LEŚNYCH*

ENVIRONMENTAL EFFECT OF WATER RETENTION IN WOODLANDS ECOSYSTEMS

Abstrakt: W pracy przedstawiono wstępne wyniki badań w małych zlewniach leśnych, na których przeprowadzono zabiegi regulacji stosunków wodnych poprzez podpiętrzanie odpływów melioracyjnych. Do badań oceny skutków przeprowadzenia zabiegów technicznych wytypowano trzy leśne zlewnie eksperymentalne położone na terenie Nadleśnictwa Spychowo, zróżnicowane pod względem warunków hydrologicznych (wielkość zasilania), fizjograficznych (rodzaj zlewni), glebowych, siedliskowych oraz rozwiązań technicznych i spodziewanego efektu zabiegów regulujących stosunki wodne (zróżnicowana wysokość spiętrzenia, zasięg oddziaływania, funkcja w danym siedlisku). Badania prowadzono od września 2010 r. do czerwca 2011 r. z wyłączeniem okresu zimowego. W ramach badań zostały określone właściwości fizyczne i fizykochemiczne wód gruntowych, a także zmiany stężeń wybranych składników tych wód. Ustalenie hydrogeologicznych i hydrologicznych efektów spiętrzenia wody odbyło się na podstawie cyklicznej kontroli położenia poziomu wód gruntowych w zasięgu oddziaływania piętrzeń. W pobranych próbkach wód gruntowych co miesiąc oznaczono stężenia azotu azotanowego(V), azotu azotanowego(III), azotu amonowego, ChZT, magnezu, chlorków, siarczanów, węglanów, suchej pozostałości i substancji popielnych. Stężenia większości analizowanych składników w wodach gruntowych uległy obniżeniu po wybudowaniu piętrzeń. Jedynie koncentracje mineralnych form azotu wykazały odwrotną tendencję we wszystkich obiektach.

Słowa kluczowe: mała retencja, wody gruntowe, jakość wód, spiętrzenia w lasach

Polska jest krajem o bardzo małych zasobach wodnych, lokujących ją na przedostatnim miejscu w Europie w przeliczeniu na mieszkańca [1]. Powszechnie wiadomo, że istnieje potrzeba zwiększenia retencyjności kraju [2], nie można jednak ograniczać działań jedynie do retencji zbiornikowej. Należy objąć działaniem wszystkie możliwe do realizacji rodzaje retencji w ich kompleksowym współdziałaniu, w tym retencję gruntową [3]. W ostatnich latach w wyniku wzrostu świadomości pogłębiania się negatywnego efektu odwadniania obszaru Polski wzrosło zainteresowanie małymi zlewniami i związaną z nimi małą retencją. Obecnie powszechnie prowadzone są działania na różnych poziomach państwowej struktury organizacyjnej zmierzające do zwiększenia retencyjności siedlisk leśnych. Program małej retencji w lasach jest zgodny z proekologiczną polityką zrównoważonego rozwoju kraju [4, 5]. Mała retencja to wszelkie działania inwestycyjne i nieinwestycyjne zwiększające zdolność do gromadzenia wody w różnych miejscach, w małych obiektach oddziałujących na środowisko lokalne, a także zwiększenie retencyjności gleb poprzez zabiegi z zakresu agromelioracji i fitomelioracji. Są to przedsięwzięcia techniczne i nietechniczne powodujące wzrost ilości, ale także poprawę jakości wody poprzez spowalnianie jej obiegu i związanego z tym obiegu składników chemicznych i odtworzenie wartości krajobrazowych [6, 7].

¹ Katedra Melioracji i Kształtowania Środowiska, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie, pl. Łódzki 2, 10-719 Olsztyn, tel. 89 523 43 07, email: szymon.kobus@uwm.edu.pl

*Praca była prezentowana podczas konferencji ECOpole'12, Zakopane, 10-13.10.2012

Celem pracy jest wstępna ocena skutków hydrologicznych i hydrochemicznych przeprowadzenia zabiegów technicznych regulujących stosunki wodne w małych zlewniach leśnych różniących się typem siedliskowym.

Materiał i metody badań

Do badań wytypowano trzy leśne zlewnie eksperymentalne położone na terenie Nadleśnictwa Spychowo, zróżnicowane pod względem warunków hydrologicznych (wielkość zasilania), fizjograficznych (rodzaj zlewni), glebowych, siedliskowych oraz rozwiązań technicznych i spodziewanym efekcie zabiegów regulujących stosunki wodne (zróżnicowana wysokość spiętrzenia, zasięg oddziaływania, funkcja w danym siedlisku). Badania prowadzono od września 2010 r. do czerwca 2011 r. z wyłączeniem listopada i grudnia 2010 oraz stycznia i lutego 2011 r. Obiekt pierwszy stanowi zlewnia odpływu z jeziora Ciche. Jest to niewielki dystroficzny zbiornik o powierzchni ok. 2 ha. Na odpływie wykonano pięć przetamowań piętrzących wodę odpływu z jeziora rozmieszczonych wzdłuż rowu, w odległości około 100 m od siebie. Spiętrzenia stanowią progi drewniane, przetamowania ziemne położone są na siedlisku olsu (Ol 2), zajmującym obniżenie terenowe o powierzchni około 5 ha. Obiekt drugi stanowi zlewnia zdegradowanego torfowiska o nazwie Występ, stanowiącego siedlisko boru bagiennego, przechodzącego w obniżenie na siedlisku olsu. Wzdłuż ciekli melioracyjnego wykonano cztery spiętrzenia w postaci progów drewnianych. Trzeci obiekt o nazwie Spaliny stanowi siedlisko BMŚW, przechodzącego w obniżenie na siedlisku olsu. Wykonano tam pięć piętrzeń w formie zastawek dębowych. W celu obserwacji i pobrania wód gruntowych zainstalowano kilka metrów powyżej każdego spiętrzenia piezometr, w zasięgu ich największego hydrologicznego oddziaływania, i na wybranych obiektach poniżej piętrzeń. Wszystkie spiętrzenia wykonano w styczniu 2011 r. w okresie trwałego zamarznięcia gruntu.

Tabela 1

Metody oznaczania składników jakości wód gruntowych

Table 1

Methods of groundwater quality analysis

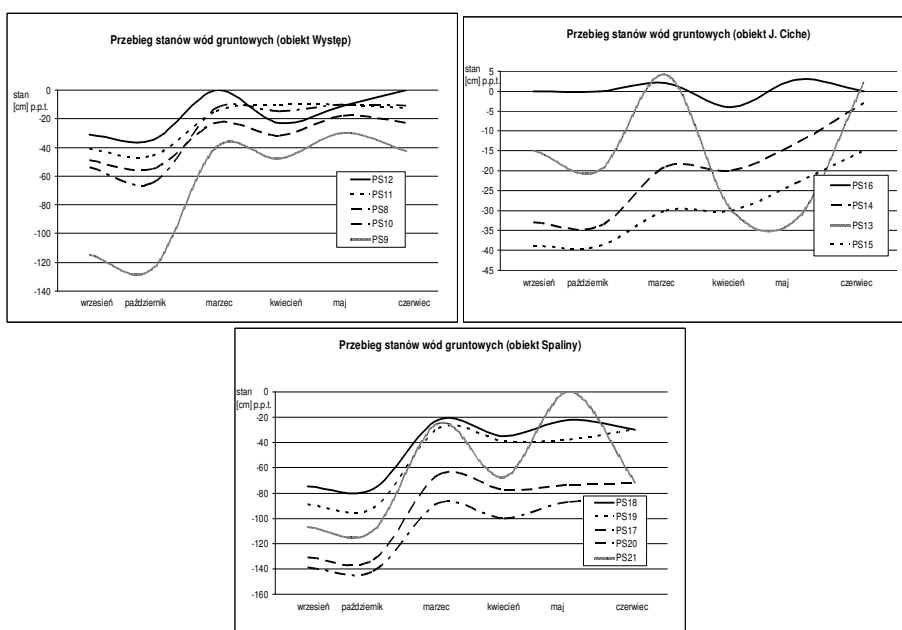
Lp.	Oznaczenie	Metoda
1	S. poz. sucha pozostałość	Metoda wagowa (po prażeniu w 105°C)
2	S. pop. substancje popielne	Metoda wagowa (po prażeniu w 550°C)
3	ChZT chemiczne zapotrzebowanie tlenu	Metoda dwuchomianowa
4	N-NO ₃ azot azotanowy(V)	Kolorymetrycznie z kw. fenolodwusulfanilowym
5	N-NO ₂ azot azotanowy(III)	Kolorymetrycznie z kwasem sulfanilowym
6	N-NH ₄ azot amonowy	Metoda Nesslera
7	Mg ²⁺ magnez	Metoda absorpcyjnej spektrometrii atomowej
8	Cl ⁻ chlorki	Metoda Mohra
9	SO ₄ ²⁻ siarczany	Nefelometrycznie
10	HCO ₃ ⁻ węglany	Metoda miareczkowa

Raz w miesiącu dokonywano pomiarów poziomów wód gruntowych w piezometrach przy użyciu sondy taśmowej. Na miejscu oznaczano niektóre właściwości wody sondą WTW MPP 350: tlen rozpuszczony [mg · dm⁻³], stężenie % tlenu, przewodnictwo elektrolityczne [μs · cm⁻¹], temperaturę [°C], odczyn pH. Wodę pobierano do plastikowych

baniaków i po przetransportowaniu do laboratorium Katedry Melioracji i Kształtowania Środowiska UWM w Olsztynie i przy użyciu powszechnie przyjętych metod oznaczano pozostałe składniki wody (tab. 1).

Wyniki

Przeprowadzone badania wykazały znaczny wzrost poziomów wolnego zwierciadła wód gruntowych w wyniku budowy piętrzeń, sięgającego od 15 (PS14) do 85 cm (PS9, PS21), co widać w marcu po spiętrzeniu wód roztopowych (rys. 1). Najwyższe wahania zwierciadła w obrębie obiektu j. Ciche wystąpiły w pierwszym piezometrze zainstalowanym w pobliżu odpływu z jeziora, co odzwierciedlało zmienność stanów wody w jeziorze.



Rys. 1. Przebieg stanów wód gruntowych przed i po spiętrzeniu odpływów melioracyjnych

Fig. 1. Water level stages before and after the constructions of damns

W niżej położonych siedliskach wystąpiły bardziej wyrównane poziomy wód, co wskazuje na dużą retencyjność obszaru. Podobnie na obszarze torfowiska Występ, wyższe wahania poziomów wody obserwowano w górnej części zlewni, niżej wystąpił bardziej wyrównany odpływ.

W wyniku podniesienia poziomu wód gruntowych powyżej wszystkich obiektów strefa saturacji przesunęła się bliżej powierzchni terenu. Lepszy kontakt płytko zalegających wód gruntowych z powietrzem atmosferycznym spowodował podniesienie się w nich koncentracji tlenu rozpuszczonego (tab. 2).

Tabela 2

Zmiany stężeń wybranych składników jakości wód gruntowych przed (jesień)
i po (wiosna) wykonaniu przetamowań

Table 2

Changes in concentrations of selected components in the groundwater before (autumn) and after (spring) damming

Obiekt	Parametr	O ₂ [mg·dm ⁻³]	ChZT	EC [μs·cm ⁻¹]	SO ₄	Mg ²⁺	HCO ₃ ⁻
	Okres						
Występ	jesień	1,81	157	530	292	12,0	175,1
	wiosna	2,20	170	458	166	9,9	125,6
	lato	1,93	124	383	82	9,8	47,3
J. Ciche	jesień	1,84	214	360	17	4,7	96,9
	wiosna	1,80	173	292	64	6,1	135,0
	lato	1,85	141	370	66	5,1	126,1
Spaliny	jesień	0,44	206	518	175	8,9	94,6
	wiosna	0,48	85	465	88	8,8	95,9
	lato	0,42	146	425	184	4,1	99,4

Obiekt	Parametr	N-NO ₃	N-NO ₂	N-NH ₄	Cl ⁻	S. poz.	S. pop.
	Okres						
Występ	jesień	0,231	0,0057	1,330	19	663	408
	wiosna	0,250	0,0119	1,431	17	515	384
	lato	0,207	0,0079	1,001	11	501	276
J. Ciche	jesień	0,129	0,0093	2,634	8	726	601
	wiosna	0,145	0,0146	3,165	6	303	188
	lato	0,082	0,0059	1,652	5	252	141
Spaliny	jesień	0,156	0,0055	0,316	9	386	194
	wiosna	0,210	0,0092	0,401	13	272	172
	lato	0,096	0,0021	0,352	7	379	104

Bardziej wyraźnie dało się zaobserwować to w wodach, które przed piętrzeniem zalegały głębiej pod powierzchnią terenu (Występ, Spaliny). Natomiast na odpływie z jeziora Cichego pierwotnie wysoki poziom wody gruntowej nie uległ znacznemu podpiętrzeniu, wydłużył się jedynie czas jej retencji, co odpowiadało za bardziej wyrównany rozkład stężenia tlenu w poszczególnych okresach. Wyraźny efekt oddziaływania podniesienia zwierciadła wód gruntowych na spadek przewodnictwa elektrolitycznego wystąpił na wszystkich obiektach, co można tłumaczyć rozcieńczeniem składników rozpuszczonych wiosennymi wodami roztopowymi. Podobnie jak w przypadku tlenu, mniej wyraźny efekt zmiany składu jakościowego wody wystąpił na odpływie z j. Cichego. Istotny spadek koncentracji składników po piętrzeniu nastąpił w odniesieniu do suchej pozostałości i substancji popielnych na wszystkich obiektach. Największy spadek obserwowano w wodach na odpływie z jeziora Cichego, gdzie wiosenne stężenie s. poz. było ponad 2-krotnie niższe (303 mg · dm⁻³) od jesiennego (726 mg · dm⁻³), a stężenie subst. popielnych ponad 3-krotnie niższe (jesień 601 mg · dm⁻³, wiosna 188 mg · dm⁻³). W wodach gruntowych obiektów Występ i Spaliny następował systematyczny spadek koncentracji jonów magnezu po wybudowaniu piętrzeń. Odwrócona sytuacja występowała na spiętrzeniach odpływu z jeziora Cichego. Podobne zależności obserwowano w odniesieniu do jonów węglanowych. Jedynie w przypadku ob. Spaliny podniesienie wody gruntowej nie wykazało wyraźnego wpływu. Przemiany azotu w warunkach ograniczonych zasobów tlenowych mają zazwyczaj przebieg w kierunku redukcji. Reakcja

na podpiętrzenie wód był wzrost zawartości azotu azotanowego(III) wiosną powyżej wszystkich obiektów. Bardzo podobne tendencje odnotowano w odniesieniu do pozostałych mineralnych form azotu. Największe średnie wartości azotu azotanowego(V) wystąpiły na obszarze torfowiska Występ wiosną ($0,25 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$). Spadek stężeń składnika następował wszędzie w okresie wegetacji. Najwyższe koncentracje azotu amonowego obserwowano w wodach odpływających z jeziora Cichego po spiętrzeniu ($1,165 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$). Latem stężenie tego składnika również ulegało wszędzie obniżeniu.

Wnioski

1. W wyniku budowy progów piętrzących wysokość zwierciadła wód gruntowych powyżej budowli uległa podniesieniu od 15 do 85 cm. W niżej położonych siedliskach wystąpiły mniejsze amplitudy wahań poziomów wody, co wskazuje na dużą retencyjność obszaru.
2. Stężenie tlenu w wodach gruntowych po piętrzeniu uległo podniesieniu w wyniku lepszego kontaktu strefy saturacyjnej z powietrzem atmosferycznym.
3. Stężenia większości analizowanych składników w wodach gruntowych uległy obniżeniu po wybudowaniu piętrzeń. Jedynie koncentracje mineralnych form azotu wykazały odwrotną tendencję we wszystkich obiektach.

Literatura

- [1] Liberacki D, Stachowski P. Ocena małej retencji wodnej w Puszczy Zielonka i jej otulinie. *Roczn Ochr Środow.* 2008;10: 657-678.
- [2] Przybyła C, Mrozik K. Realizacja inwestycji małej retencji w województwie wielkopolskim w latach 1998-2005. *Zesz Probl Post Nauk Roln.* 2008;528:449-456.
- [3] Radczuk L, Urbański I. Modelowe rozwiązania małej retencji. *Ekopartner.* 1997;6:11-13.
- [4] Ciepłowski A. Mała retencja (cz. I). *Ekopartner.* 2000;7/8:12.
- [5] Pierzgałski E. Specyfika obiektów małej retencji w lasach. *Wiad. Melior. i Łąk.* 2007;3:120-126.
- [6] Wiśniewska M. Metoda waloryzacji środowiska dla potrzeb wyboru lokalizacji obiektów małej retencji i oceny ich funkcji użytkowych. *Wiad Melior i Łąk.* 2003;2:14-15.
- [7] Mioduszewski W. Funkcje małej retencji w krajobrazie rolniczym. *Wiad Melior i Łąk.* 2010;2:66-71.

ENVIRONMENTAL EFFECT OF WATER RETENTION IN WOODLANDS ECOSYSTEMS

Department of Land Reclamation and Environmental Management
University of Warmia and Mazury in Olsztyn

Abstract: Recent years have witnessed increased awareness of the negative impacts of land drainage, which has spurred an interest in small-scale retention programs in small catchment basins in Poland. Actions taken as part of such programs at different administrative levels are aimed at improving the retention capacity of forest habitats. The effects of human-induced regulations of water conditions in small afforested catchments were studied in three experimental catchments located in the Forest Division of Spychowo, differing with respect to hydrological (water supply), physiographic (catchment type), soil and habitat conditions, as well as the applied technological solutions and their implications for water relations (damming level, range of impact, functions performed in a given habitat). The study was conducted from September 2010 to June 2011, excluding the winter season. The physical properties of soil and the ground's retention capacity in the area affected by the damming projects were determined. The hydrogeological and hydrological effects of water damming and quantitative changes in water resources were estimated based on groundwater level monitoring in the affected area. The ground water parameters were

determined according to the commonly accepted methods. The samples were tested for the following ingredients: nitrate nitrogen, nitrite nitrogen, ammonium nitrogen, magnesium, sulphates, carbonates, chlorides, COD, dry residue, ash substances. Concentrations of most of the analyzed elements in groundwater were reduced after the construction of damming. Only the concentrations of mineral nitrogen showed the opposite trend at all sites.

Keywords: water retention, ground water, water quality, forest hydrology