

Andrzej Boczon¹✉, Michał Wróbel¹, Valentyn Syniaiev²

Wpływ stawów bobrowych na zasoby wodne zlewni na przykładzie badań w Nadleśnictwie Browsk

The impact of beaver ponds on water resources in the catchment area in the Browsk Forest District – a case study

Abstract. The aim of the research was to estimate changes in the water resources in a river valley after the construction of reservoirs in the framework of the small-scale water retention program and dams on watercourses by beavers. A comparison of beaver ponds and reservoirs was made to show their effectiveness in increasing water resources. The research was conducted on watercourses running through the territory of the Browsk Forest District in the Białowieża Primeval Forest. Measurements of the depth of groundwater levels were carried out on study plots established in 2004 being under the impact of artificial dams and those made by beavers. The measurement results enabled determination of the volume of stored water and raising the groundwater level on the land adjoining the flooded areas. The research confirmed that beaver ponds created as a result of expanding the existing man-made hydrotechnical structures have markedly larger area and store more water. On the other hand, the advantage of man-made reservoirs is that they are being constructed for a specific purpose so that their impact on the environment can be planned. In areas where the population of beavers is high, water retention caused by them should be sufficient in those sections of watercourses where water flows all year long. The human activity aimed to increase water retention should take place in those fragments of watercourses where water flows seasonally, especially in headwater areas.

Key words: European beaver, small-scale retention, Białowieża Primeval Forest

1. Wstęp

Obecnie na terenach leśnych wykonuje się wiele prac o charakterze inżynierijno-technicznym oddziałujących na warunki wodne. Ich celem jest realizacja zadań takich jak: ochrona i renaturyzacja terenów mokradłowych, przywrócenie funkcji ekologicznych terenów wcześniej odwodnionych, ochrona siedlisk, ochrona lub zwiększanie różnorodności biologicznej. Zadania te realizuje się przez budowę nowych zbiorników wodnych, czy to przepływowych, czy też stagnujących, budowę urządzeń piętrzących na ciekach i rowach melioracyjnych lub też

zakopywanie rowów. Równoległe do takich działań wykonywanych przez człowieka, na terenie całego kraju obserwuje się aktywność bobra europejskiego *Castor fiber*, która przez wiele osób jest postrzegana jako pozytywna i uznana za wystarczającą do spełnienia określonych powyżej celów.

W ostatnich latach warunki klimatyczne Puszczy Białowieskiej mogą zagrażać trwałości siedlisk bagiennych. Zmniejszenie się ilości opadów, zwiększenie temperatury półroczy zimowych i duża częstotliwość posusz wpływają na obniżanie poziomu wód gruntowych (Boczon 2002, 2006, Boczon 2008), a także na występowanie

¹ Instytut Badawczy Leśnictwa, Sękocin Stary, ul. Braci Leśnej 3, 05-090 Raszyn, Poland;

✉ Fax +48 22 7150539; e-mail A.Boczon@ibles.waw.pl

² Ukrainian Research Institute of Forestry & Forest Melioration, Pushkinska St. 86, 61024 Kharkiv, Ukraine

nie susz hydrologicznych (Ciepielowski et Kaznowska 2008). Zmiany klimatu będą oddziaływać na trwałość siedlisk uzależnionych od wody. Już obecnie obserwuje się zmiany roślinności siedlisk bagiennych (Czerepko et al. 2005a, 2005b, 2007).

W siedliskach nadrzecznych można przeciwdziałać skutkom niedoboru wody poprzez zatrzymanie odpływającej wody powierzchniowej. W Puszczy Białowieskiej, w pierwszych latach obecnego wieku, Północnopodlaskie Towarzystwo Ochrony Ptaków (PTOP) wykonało przetamowania na kilku ciekach w celu stworzenia warunków do zachowania cennych i naturalnych zbiorowisk roślinności leśnej na glebach hydrogenicznych i zwiększenia biologicznej różnorodności. Od połowy lat dziewięćdziesiątych XX w. obserwuje się także stałe zwiększanie populacji bobra europejskiego, który zasiedlił już praktycznie wszystkie cieki w Puszczy.

2. Cel i zakres badań

Celem pracy była ocena zmian zasobów wodnych w dolinie rzecznej powstających w wyniku budowy sztucznych zbiorników małej retencji oraz przetamowań budowanych przez bobry na ciekach.

Badania przeprowadzono na ciekach płynących w Puszczy Białowieskiej. Na założonych w 2004 roku obiektach badawczych prowadzone są pomiary położenia wód powierzchniowych i gruntowych. Powierzchnie badawcze znajdują się pod bezpośrednim wpływem sztucznych spiętrzeń i działalności bobrów. Na podstawie badań określono ilość zretencjonowanej wody w glebie oraz podniesienie poziomu wody gruntowej na terenie przyległym do rozlewisk.

3. Metodyka badań

Badania prowadzono w północnej części Puszczy Białowieskiej, w Nadleśnictwie Browsk, na trzech powierzchniach, na których wykonano prace w różnym zakresie:

- na powierzchni nr 1 i 2 wykonano pomiary poziomu wód w cieku w górę i w dół od piętrzeń, pomiary poziomu wody gruntowej w rejonie oddziaływania zbiornika, pomiar topografii terenu;
- na powierzchni nr 3 wykonano pomiary poziomu wody gruntowej i pomiar topografii terenu.

Na powierzchni nr 1 porównano zmiany poziomu zwierciadła wody w studniach umiejscowionych w cieku i w odległości około 15 m od cieku w okresie powstania tamy bobrowej tj. 1.02.–30.09.2005, i w okresie

opuszczania tamy przez bobry 1.02.–30.09.2008. Badano istotność różnic średniego położenia wód gruntowych między okresem bez piętrzenia bobrowego i z piętrzeniem bobrów. Na powierzchni nr 2 do porównania wybrano rok 2005 jako okres bez wpływu budowli bobrowej i rok 2007 jako okres z jej wpływem na poziom wód. Na powierzchni nr 3 analizie poddano różnice położenia zwierciadła wody w cieku między okresem 1.03.2004–30.04.2005 – przed wykonaniem piętrzenia, i 1.03.2007–30.04.2008, po wykonaniu piętrzenia.

Pomiary poziomu wód wykonywane były w sposób automatyczny co 6 godzin za pomocą elektronicznych limnigrafów firmy Dataflow Systems Pty Ltd. Zmiany położenia wód zostały przedstawione na tle dobowych opadów atmosferycznych na stacji Instytutu Meteorologii i Gospodarki Wodnej w Białowieży.

Przy użyciu oprogramowania statystycznego Statistica 8.0 przeprowadzono badanie istotności różnic między poziomem wody gruntowej przed i po piętrzeniu. Za pomocą testu Shapiro-Wilka przeprowadzono badanie zgodności rozkładu poziomu wód gruntowych z rozkładem normalnym. Poziom wody we wszystkich punktach pomiaru charakteryzował się rozkładem odbiegającym od rozkładu normalnego, dlatego do określenia istotności różnic skorzystano z testu nieparametrycznego dla prób niezależnych – testu *U* Manna-Whitneya.

Topografia terenu została określona za pomocą tachimetru laserowego Topcon. Pomiary umożliwiły zobrazowanie powierzchni terenu oraz wyznaczenie zasięgu zalewów przy różnym poziomie wody w cieku. Objętość wody magazynowanej w powstałych zbiornikach określono za pomocą programu komputerowego Surfer 8. Program ten wykorzystuje trzy różne metody obliczeń, z których wyników zostaje wyciągnięta średnia arytmetyczna, która jest finalną wartością szukanej objętości. Dokładny opis metod zawarty jest w podręczniku użytkownika programu Surfer 8 (SURFER 8. User's guide. Golden Software Inc. 2002).

4. Opis powierzchni badawczych

Powierzchnia nr 1 położona jest w pododdziale 182C. Przez oddział ten przepływa wąską doliną ciek Łutownia, na którym w roku 2001 zostało wybudowane przetamowanie w postaci bystrotoku w celu stworzenia korzystnych warunków do bytowania ptaków puszczańskich korzystających z wody (szczególnie wodnika), a także zwiększenia retencji wodnej. W lecie 2005 roku na wymienionym cieku bobry wybudowały tamę, korzystając z istniejącego przepustu na nasypie kolejki wąskotorowej (ryc 1). Powstały zalew objął dolinę między nasypem kolejowym a nasypem drogowym. Na obszarze tym dominuje ols jesionowy.

Powierzchnia nr 2 znajduje się w pododdziale 82C i obejmuje fragment doliny cieką Braszcza znajdujący się na północ od leśnej drogi asfaltowej, przecinającej pododdział z zachodu na wschód. W roku 2001 została wykonana w tym obiekcie tama, w odległości około 5 metrów od mostu drogowego (ryc. 1). Jesienią 2006 r. tama ta została znacznie podwyższona przez bobry. W dolinie występują olsy jesionowe i lasy wilgotne otoczone lasami mieszanymi wilgotnymi. Przed powstaniem przetamowań drzewostan w pododdziale 82C budowany był przez olszę czarną – w dolinie cieką, oraz sosnę, świerk i dąb na terenach wyżej położonych.

Powierzchnia nr 3 zlokalizowana jest w pododdziale 53C, z tym, że charakterystyczny dla tego obiektu układ glebowo-siedliskowo-drzewostanowy występuje także w pododdziale 53D, wzdłuż którego wschodniej krawędzi przebiega granica państwa. Omawiany teren stanowi górną część zlewni cieką Braszcza, w której widoczne są jeszcze fragmenty koryta. Teren ten można traktować jako źródło cieką. Na zachodnim skraju oddziału przebiega droga z południa na północ, przechodząca przez dolinę cieką nasypem z przepustem (ryc. 1). W 2005 roku na cieką tym wykonano w celach badawczych niewielką tamę. Teren w pododdziałach 53C i 53 D jest płaski, przez co koryto cieką jest tylko miejscami widoczne, a w wielu miejscach przechodzi w szerokie rozlewiska charakterystyczne dla olsu typowego. Prawie całą powierzchnię obu pododdziałów zajmują siedliska wilgotne i bagienne, wśród których dominują ols i ols jesionowy. Duże znaczenie mają także las wilgotny i las mieszany wilgotny. Jedynie w południowo-zachodniej części pododdziału 53C znajduje się wywyższenie z glebami bielocowo-rdzawymi (RDb), na których wytworzył się bór mieszany świeży. Drzewostany w omawianych pododdziałach są budowane głów-

nie przez olszę czarną, na niewielkich powierzchniach można także spotkać drzewostany jesionowe, brzoźowe i świerkowe.

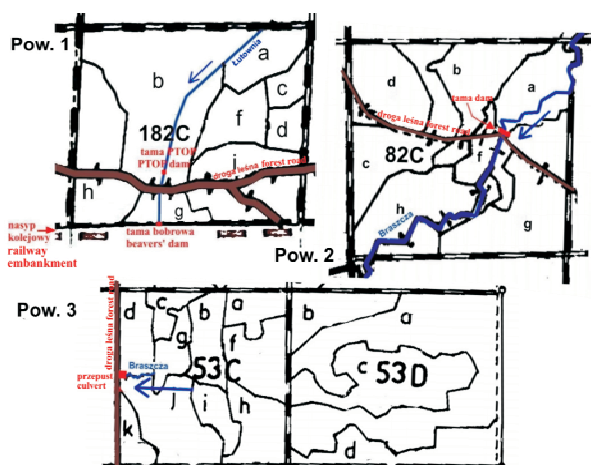
5. Wyniki

Stan wody w ciekach i położenie wody gruntowej

Na powierzchni nr 1 w badanym okresie 2005 r. najniższe położenie wody w cieką było w dniu 2 marca i wyniosło 159,57 m n.p.m., najwyższe zaś odnotowano 18 sierpnia i wyniosło 160,36 m n.p.m. (ryc. 2a). Rzędna terenu studni pomiarowej to 159,23 m n.p.m., więc pomiędzy 2 marca a 18 sierpnia głębokość wody wzrosła z 34 do 113 cm. Powodem tego znacznego wzrostu było pojawienie się w okresie wiosennym bobrów, które zaczęły bytowanie w pobliżu powierzchni badawczej. Podniesienie się zwierciadła wody nastąpiło również w odległości około 15 m od cieką. Tu najniższy poziom zwierciadła odnotowano 11 lutego, kiedy wynosił on 159,83 m n.p.m., najwyższy zaś miał miejsce, podobnie jak w cieką, 18 sierpnia i wynosił 160,21 m n.p.m. Maksymalna różnica poziomów w badanym okresie wyniosła dla cieką 79 cm, a w odległości 15 m od cieką – 38 cm. Średni poziom zwierciadła wody wyniósł odpowiednio 159,99 m n.p.m. w cieką i 159,98 m n.p.m. w odległości około 15 m od cieką.

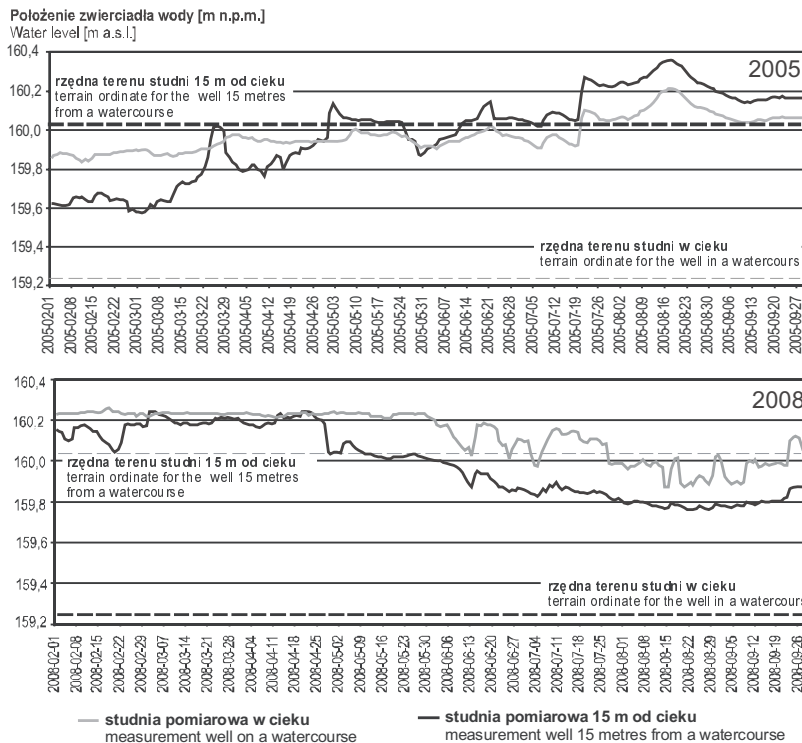
W okresie 1.02.2008–30.09.2008 położenie zwierciadła wód było wyższe niż w analogicznym okresie w roku 2005 (ryc. 2b). Woda w cieką osiągnęła maksymalny poziom – 160,23 m n.p.m., 4 marca, minimalny zaś – 159,76 m n.p.m. – 28 sierpnia. Maksymalna różnica głębokości wyniosła 47 cm i była mniejsza od różnicy w roku 2005 o 22 cm. W 2008 r. najwyższy poziom zwierciadła wody w odległości 15 m od cieką odnotowano 18 lutego, kiedy wyniósł on 160,26 m n.p.m., natomiast najniższy w dniu 20 sierpnia – 159,87 m n.p.m. Średni poziom wód w badanym okresie 2008 r. wyniósł odpowiednio: dla cieką – 159,99 m n.p.m. i w odległości 15 m od cieką – 160,13 m n.p.m. Porównując poziom zwierciadła wody w badanych okresach z lat 2005 i 2008 stwierdza się wpływ budowli wykonanej przez bobry, szczególnie w odniesieniu do minimalnych wartości położenia zwierciadła wody w cieką, gdzie w 2008 r. wartość ta była wyższa o 19 cm.

Rozkład opadów w badanych okresach przedstawiono na rycinie 3a i 3 b. Oba okresy obejmują cały rok kalendarzowy, a roczna suma opadów jest w obu przypadkach zbliżona i dla roku 2005 wynosi 631,4 mm, a dla roku 2007 – 693,6 mm. Porównując stan wód na powierzchni nr 1 w roku 2005 i przebieg opadów można zauważyć, że zwierciadło wody było mocno uzależnione



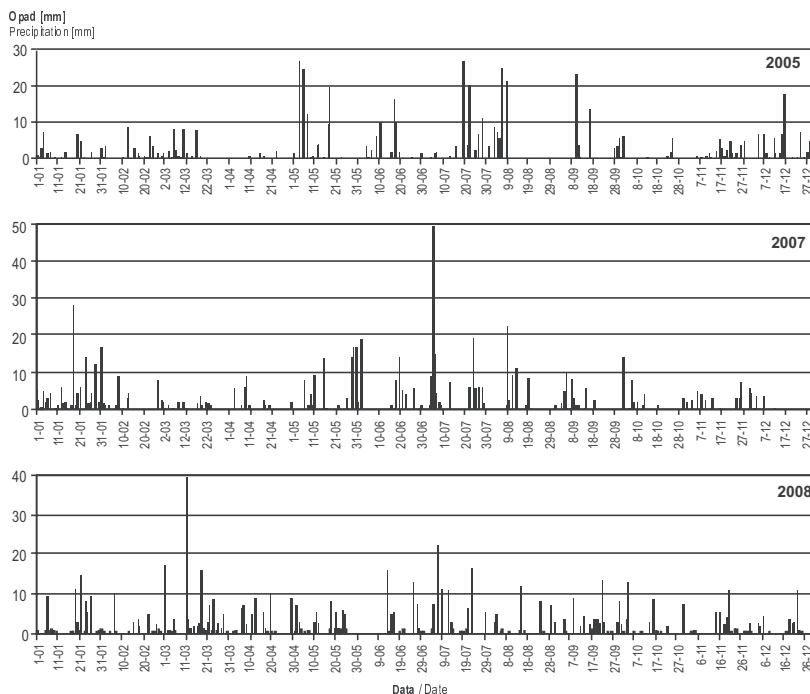
Rycina 1. Szkice sytuacyjne poszczególnych powierzchni badawczych

Figure 1. Location of study plots



Rycina 2. Położenie zwierciadła wody na powierzchni badawczej nr 1 w oddziale 182 w 2005 r. i 2008

Figure 2. Water table depth on plot no. 1, compartment 182 in 2005 and 2008



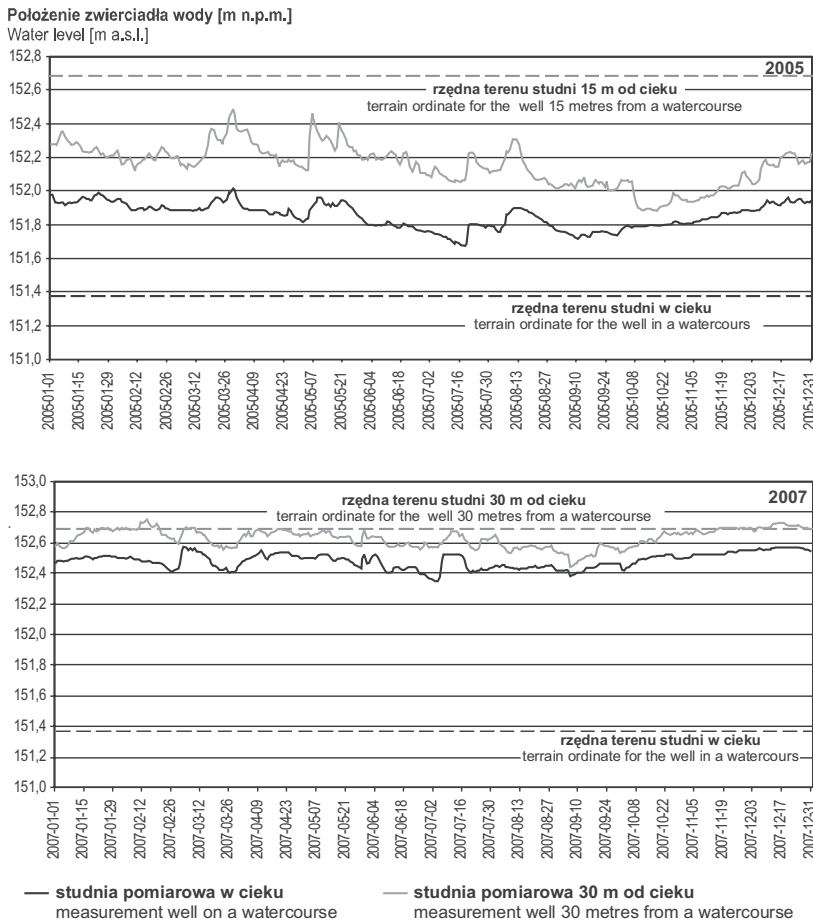
Rycina 3. Rozkład opadu atmosferycznego w latach 2005, 2007 i 2008 r. wg danych ze stacji meteorologicznej w Białowieży

Figure 3. Distribution of the atmospheric precipitation in 2005, 2007 and 2008, according to the data obtained from the Białowieża weather station

od opadów, co jest zjawiskiem normalnym. Sytuacja zmieniła się, gdy na cieku pojawiła się tama bobrowa.

Ogólny poziom wody podniósł się dzięki tamie, ale porównując dane dotyczące opadów i zmiany położenia wód, widzimy osłabienie wpływu opadów na zmiany wartości położenia zwierciadła wody. Przykładowo dla

dnia, w którym nastąpiły największe opady w roku 2007 (5 VII – 49,2 mm) zmiany poziomu wód wzrosły jedynie o około 15 cm w cieku i około 10 cm w odległości 30 m od cieku. Odnotowuje się więc wpływ tamy bobrowej na zmniejszenie amplitudy zmian położenia zwierciadła wody zarówno gruntowej, jak i powierzchniowej.



Rycina 4. Położenie zwierciadła wody na powierzchni badawczej nr 2 w oddziale 82 w latach 2005 i 2007

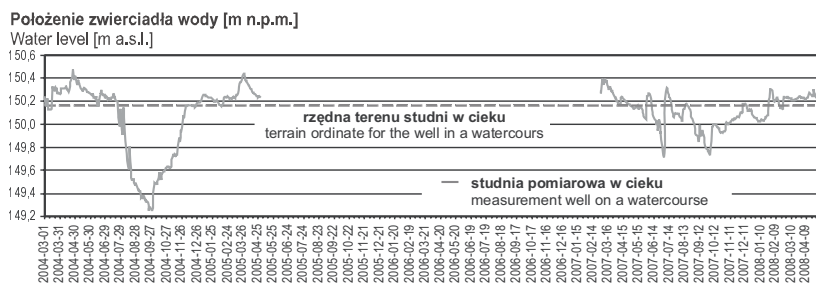
Figure 4. Water table depth on plot no. 2, compartment 82 in 2005 and 2007

W roku 2005 na powierzchni nr 2 średni roczny poziom zwierciadła wody w ciek wynosił 151,85 m n.p.m. Minimalną rzędną położenia wody odnotowano 19 lipca, kiedy wyniosła ona 151,69 m n.p.m., maksymalną zaś – 152,02 m n.p.m., zarejestrowano 29 marca. Druga ze studni badawczych oddalona była o około 30 m od ciek. W całym roku 2005 poziom zwierciadła w tej studni był pod powierzchnią terenu. Minimalną wartość położenia wody odnotowano 18 października, kiedy wyniosła ona 151,88 m n.p.m. Maksymalna była w tym samym dniu, co maksymalna wartość położenia wody w ciek, czyli 30 marca i wyniosła 152,46 m n.p.m. W całym okresie badawczym średnia wartość położenia zwierciadła wody gruntowej osiągnęła rzędną 152,15 m n.p.m. (ryc. 4). Z przebiegu zmian położenia zwierciadła wody widać, że w 2005 r. amplitudy zmian były mniejsze w ciek niż w odległości 30 m od ciek.

W drugim okresie poddanym analizie, czyli w roku 2007, można zauważyć znaczny wpływ na poziom zwierciadła wody budowli wykonanej przez bobry (ryc. 4). Widać, że podniesienie poziomu wody spowodowało okresowe pojawienie się wody na powierzchni w odległości około 30 m od ciek. Jednocześnie wzrosły

minimalna i maksymalna wartości położenia zwierciadła wody. Maksymalna rzędna położenia zwierciadła wyniosła 152,74 m n.p.m. w dniu 15 lutego, a minimalną, która wyniosła 152,45 m n.p.m., odnotowano 7 października. Jak widać, wybudowana tama bobrowa ograniczyła amplitudę zmian położenia zwierciadła wody. W roku 2005 różnica między maksymalną a minimalną rzędną położenia zwierciadła wody w odległości 30 m od ciek wyniosła 57,9 cm, a w roku 2007 – 29 cm. Średnia wartość położenia wody wyniosła w 2007 roku 152,63 m n.p.m. Różnice średniego stanu wód gruntowych, zarówno w okresie przed, jak i po spiętrzeniu przez bobry, są statystycznie istotne w ciek jak i w odległości 30 metrów od niego.

Znacznemu podniesieniu uległo również zwierciadło wody w ciek. Minimalna rzędna położenia poziomu wody – 152,36 m n.p.m., w dniu 4 lipca – była ponad 60 cm wyższa niż przed budowlą bobrową. Maksymalną wartość rzędnej – 152,57 m n.p.m. odnotowano 5 marca. Średnia poziomu wody w ciek wyniosła w tym okresie 152,49 m n.p.m. i była większa od tej z roku 2005 o ponad 63 cm.



Rycina 5. Położenie zwierciadła wody na powierzchni badawczej nr 3 w oddziale 53 w latach 2004–2008.

Figure 5. Water table depth on plot no. 3, compartment 53, in 2004–2008.

Rozkład opadów w czasie przeprowadzanych badań przedstawiają rysunki 3a i 3c. Suma opadów w okresie II–IX wynosiła 455,6 mm w roku 2005, a 518,6 mm w roku 2008. Porównując dane opadowe z wynikami pomiarów zmian położenia zwierciadła wody w roku 2005 zauważamy, że w pierwszej części okresu badawczego poziom wody uzależniony jest od wielkości i częstości opadów. Przykładowo opad z 4 i 5 maja, który osiągnął wielkość ponad 50 mm, wpłynął na zmianę położenia zwierciadła wody w cieku o około 20 cm, przy nieznacznej zmianie zwierciadła w odległości 15 m od cieku.

Jesienią 2005 r., kiedy osiedliły się bobry, zmiany położenia zwierciadła wody pomimo znacznych opadów nie były duże. Podobna sytuacja miała miejsce w 2008 r., kiedy odnotowano duży wpływ tamy bobrowej. Obfite opady deszczu nie wpłynęły na znaczące zmiany poziomu zwierciadła wody. W dniu 11 marca odnotowano opad o wysokości 39 mm, a znaczących zmian w położeniu zwierciadła wody ani w cieku, ani też w odległości 15 m od cieku nie stwierdzono.

Na powierzchni nr 3 w okresie sprzed piętrzenia, czyli od 1.03.2004 do 30.04.2005 roku, widać było duże różnice w okresie pozimowych topnień śniegu i letnich niedoborów wody. Różnica między maksymalną a mini-

malną rzędną położenia zwierciadła wody w tym okresie wynosiła ponad 120 cm, a średnia wartość położenia wody – 150,06 m n.p.m. Maksymalną wartość zwierciadła wody osiągnęło 26 kwietnia i wyniosła ona 150,47 m n.p.m. Minimalne położenie było 21 października, a jego wartość wynosiła 149,25 m n.p.m (ryc. 5).

W okresie badawczym 1.03.2007–30.04.2008 różnica między największą a najmniejszą wartością położenia zwierciadła wody stanowiła 68 cm, czyli prawie dwukrotnie mniej niż przed budową urządzenia piętrzącego. Minimalną wartość rzędnej położenia wody – 149,72 m n.p.m., odnotowano 3 lipca (ryc. 8), maksymalną – 150,40 m n.p.m., 4 marca. Ponadto, po wybudowaniu urządzenia piętrzącego, skrócił się okres położenia zwierciadła wody pod powierzchnią terenu.

Test *U* Manna-Whitneya dla prób niezależnych wykazał, że zmiany położenia wody spowodowane piętrzeniem były statystycznie istotne we wszystkich punktach pomiarowych przy poziomie istotności mniejszym od 0,001 (tabela 1).

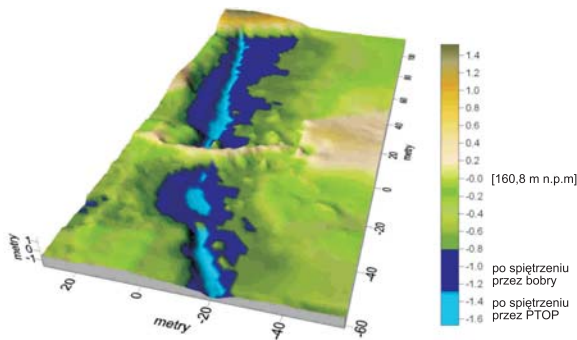
Tabela 1. Wartości testu rang *U* Manna-Whitneya przy porównaniu zmian poziomów wód na powierzchniach badawczych

Table 1. Mann Whitney *U* Test values while comparing changes in water levels on the study plots

		Test <i>U</i> Manna-Whitneya / Mann-Whitney <i>U</i> Test						
	Miejsce pomiaru Place of measurement	suma rang sum of ranks		<i>Z</i>	poziom <i>p</i> <i>p</i> level	<i>Z</i> popr <i>Z</i> corrected value	ważnych significant	
		1	2				1	2
Pow. 1 Plot 1	pomiar w cieku measurement in the watercourse	66804	200011	-23,3795	0,001	-23,3796	365	365
	15 m od cieku 15 metres from the watercourse	66795	200020	-23,3827	0,001	-23,3827	365	365
Pow. 2 Plot 2	pomiar w cieku measurement in the watercourse	1770	5251	-9,36783	0,001	-9,36831	59	59
	30 m od cieku 30 metres from the watercourse	5251	1770	9,367833	0,001	9,367833	59	59
Pow. 3 Plot 3		195837	167541	3,939141	0,001	3,939142	426	426

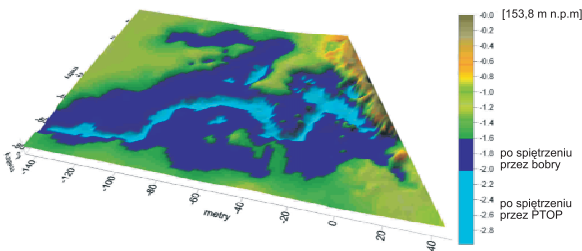
Objętość retencjonowanej wody przy różnym poziomie wody w cieku

Wykonane pomiary tachymetryczne wykazały, że w roku 2005 na powierzchni nr 1 w oddz. 182, przy rzędnej równej 159,5 m n.p.m., poziom zwierciadła wody w cieku był minimalny. Dla tego poziomu wody obliczono objętość wody, która w tym przypadku gromadziła się jedynie w korycie cieku. Dla badanego odcinka cieku



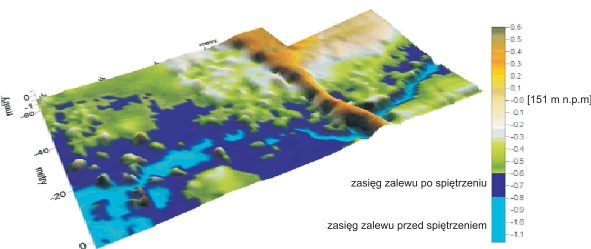
Rycina 6. Obszar zalewu w oddziale 182 przy rzędnej zwierciadła wody 159,5 m n.p.m.

Figure 6. Flooded area in compartment 182 with water table ordinate 159.5 m a.s.l. (light blue designates flooded area after dam construction by PTOB, dark blue – flooded area after dam construction by beavers).



Rycina 7. Obszar zalewu w oddziale 82 przy rzędnej zwierciadła wody 151,75 m n.p.m.

Figure 7. Flooded area in compartment 82 with water table ordinate 151.75 m a.s.l. (designations as in figure 3)



Rycina 8. Obszar zalewu w oddziale 53 przy rzędnej zwierciadła wody 150,2 m n.p.m.

Figure 7. Flooded area in compartment 53, with water table ordinate 150.2 m a.s.l. (dark blue – area after dam construction, light blue – before dam construction)

objętość zgromadzonej wody wyniosła około 21,1 m³, a powierzchnia lustra wody – około 296 m². Obliczenia wysokościowe terenu wykazały również, że w roku 2008 maksymalny poziom piętrzenia wykonanej przez bobry tamy wynosił około 60 cm. Objętość zgromadzonej wody zwiększyła się do około 779 m³, przy powierzchni lustra wody około 3 194 m² (rys. 6). Przeprowadzone obliczenia wykazały, że na powierzchni badawczej w oddziale 182 budowla piętrząca wykonana przez bobry jest w stanie zwiększyć ponad trzydziestokrotnie objętość gromadzonej wody, przy ponad dziesięciokrotnym zwiększeniu powierzchni zalewu.

W oddziale 82 na powierzchni nr 2 znajduje się obiekt o odmiennej charakterystyce niż poprzednio omawiany. Jest to zalew niewykraczający zbytnio poza koryto cieku. Budowla wykonana w 2001 r. utrzymywała poziom zwierciadła wody w okolicach minimum z 2005 r. (151,75 m n.p.m.). Obliczona dla takiego poziomu zwierciadła objętość wody zgromadzonej w zalewie wynosi około 400 m³, przy powierzchni zwierciadła około 2200 m². Po nadbudowaniu przez bobry budowli piętrzącej wykonanej przez człowieka, maksymalny poziom piętrzenia wzrósł o 45 cm do rzędnej 152,2 m n.p.m. Zobrazowanie powierzchni zalewu przedstawia rycina 7. Obliczenia dotyczące objętości i powierzchni powstałego zalewu wskazują, że jego objętość wzrosła prawie dziewięciokrotnie do około 3 450 m³, a powierzchnia przeszła pięciokrotnie do około 10 800 m².

Na powierzchni nr 3 przed wybudowaniem piętrzenia poziom zwierciadła wody znajdował się na rzędnej 150,2 m n.p.m., a woda już na początku obszaru źródłiska sphywała w utworzonym korycie. Objętość wody dla takiej wysokości zwierciadła wody wynosiła na badanym obszarze zaledwie około 13 m³, przy powierzchni lustra wody około 450 m².

Po wybudowaniu piętrzenia, które podniosło poziom wody o 20 cm, ilość zgromadzonej wody i powierzchnia jej zalegania na terenach źródłiskowych uległa zwiększeniu (ryc. 8). Podniesienie zwierciadła wody do rzędnej 150,4 m n.p.m. spowodowało wzrost objętości zgromadzonej wody do 265 m³, czyli o około 20 razy. Jednocześnie powierzchnia zalegania wody wzrosła do około 2280 m², co daje przeszło pięciokrotny wzrost.

6. Dyskusja

W Puszczy Białowieskiej działania mające na celu spowolnienie odpływu prowadzone są przez człowieka, a także przez bobry. Przytoczone przykłady wskazują, że bobry w korzystnych warunkach rozbudowują posadzone wcześniej przez człowieka urządzenia piętrzące, dzięki czemu uzyskują znacznie większe i głębsze stawy, gromadzące znacznie większe ilości wody. Pro-

wadzi to jednak do zamarcia drzewostanu (Boczoń et al. 2009), co nie miałyby miejsca, gdyby wysokość piętrzenia była na poziomie przetamowania wykonanego przez człowieka.

Początkowo niewielka populacja bobra w Puszczy Białowieskiej wyrządzała małe szkody w drzewostanach. Obecnie można stwierdzić, że liczebność populacji bobra na terenie Puszczy Białowieskiej jest na tyle duża, że na większości fragmentów cieków budowa przez człowieka urządzeń piętrzących nie jest konieczna, gdyż bobry w niedługim czasie wykonają przetamowania. Znaczne obszary Puszczy Białowieskiej będą jednak niedostępne dla działalności bobrów. Jest to spowodowane specyfiką cieków puszczańskich, które (jak wiele podobnych w lasach) mają na znacznej swej długości charakter okresowy, a ilość prowadzonych nimi wód ściśle zależy od wielkości przychodu wody z opadów, szczególnie z wiosennych roztopów. To powoduje, że w przypadku wczesnego topnienia śniegu (które w ostatnich latach zdarza się coraz częściej; Boczoń 2006) i przy małych opadach wiosennych długość cieków zmniejsza się nawet o połowę. Na terenach, na których nie ma dostatecznej ilości wody, bobry nie będą budowały tam. Ponieważ są to często niezwykle cenne przyrodniczo obszary źródłiskowe (jak np. powierzchnia nr 3), na takie obszary powinno się zwrócić szczególną uwagę, a działania człowieka powinny zmierzać do zapewnienia im dostatecznej ilości wody w celu ochrony ich unikatowości i różnorodności biologicznej. Aby takie działania można było podejmować, a także uzupełniać prace wykonywane przez bobry, należy opracować plan działań uwzględniający potrzeby wodne Puszczy, zinventaryzować obszary źródlisk, a także stopień okresowości poszczególnych cieków.

Wielkość zalewów powstających wskutek działalności bobrów zależy od ukształtowania powierzchni i charakteru doliny rzecznej. Teren Puszczy Białowieskiej charakteryzuje mało urozmaicona topografia terenu, a doliny rzeczne są szerokie, dzięki temu powstające stawy bobrowe mają dużą powierzchnię. Także w badaniach Grygoruka (2008) dotyczących stawu bobrowego w zlewni Krzemianki w Puszczy Knyszyńskiej pokazano, że przy zmianie wysokości piętrzenia o 70 cm powierzchnia zalewu i objętość zatrzymanej wody wzrosły wielokrotnie. Odmienna sytuacja powstaje w przypadku wąskich, głębokich dolin rzecznych. Tutaj wpływ zalewu na otoczenie jest ograniczony wysokimi skarpami oddzielającymi dolinę od terenów przyległych. Woda nie ma możliwości rozlania, co powoduje, że powierzchnie zalewu są niewielkie, a negatywny wpływ na drzewostan ogranicza się tylko do najbliższego sąsiedztwa cieku. Z sytuacją taką można się spotkać na terenach wyżynnych np. w Nadleśnictwie Tuszymia (Borowski, Boczoń, 2006). Cechą populacji

bobra europejskiego jest jego migrowanie, co prowadzi do zasiedlania kolejnych fragmentów cieków. Porzucanie siedlisk przez bobry powoduje, że zmiany które powstały w ich otoczeniu, mają charakter krótkookresowy i nieprzewidywalny.

Zbiorniki wodne budowane przez człowieka mają tę zaletę, że są realizowane w określonych celach, osiągniętych poprzez prawidłowe zaplanowanie i wykonanie. Można także przewidzieć stopień i sposób ich oddziaływania na środowisko i na etapie wykonania przeciwdziałać niekorzystnym zmianom lub konfliktom. Zarówno wielkość, jak i głębokość zbiornika mogą być ustalone tak, by były bezpieczne dla otoczenia, albo można dokładnie określić charakter i wielkość strat np. w drzewostanie. Zbiorniki takie dają możliwości uzyskania korzystnych dla środowiska efektów, podobnie jak stawy bobrowe, jednak w sposób znacznie bardziej bezpieczny i mniej konfliktogenny. Na terenach zarządzanych przez PGL Lasy Państwowe od wielu lat prowadzone są działania służące zatrzymaniu wody w lesie. W tym celu przeprowadza się m.in. prace na istniejących sieciach melioracyjnych i ciekach wodnych polegające na budowie urządzeń piętrzących, które zatrzymują wodę w korycie cieku (rowu) lub tworzy się większe zbiorniki, czy też buduje się zbiorniki bezprzepływowe.

7. Wnioski

Przeprowadzone prace terenowe i studia literaturowe pozwoliły na następujące stwierdzenia:

1. Rozbudowanie przez bobry istniejących budowli piętrzących może prowadzić do powstania niekontrolowanych wielkopowierzchniowych zalewów.

2. Zbiorniki wodne budowane przez człowieka mają tę przewagę, że są realizowane w określonych celach, dzięki czemu możliwe jest zaprojektowanie ich oddziaływania na otoczenie.

3. Na terenach z dużą populacją bobrów retencja wodna powodowana przez te zwierzęta powinna wystarczyć na odcinkach cieków, na których woda płynie cały rok, natomiast działalność człowieka w celu zwiększenia retencji powinna być prowadzona na okresowych fragmentach cieków, w szczególności na terenach źródłiskowych.

Literatura

- Boczoń A. 2002: Wody gruntowe w Puszczy Białowieskiej w suchym 2000 roku. *Sylwan*, 7: 93–105.
- Boczoń A. 2006: Charakterystyka warunków termiczno-pluwialnych w Puszczy Białowieskiej w latach 1950–2003. *Leśne Prace Badawcze*, 1: 57–72.

- Boczoń A. 2008: Położenie lustra wód gruntowych w północnej części Puszczy Białowieskiej w okresie po napełnieniu zbiornika "Siemianówka". *Leśne Prace Badawcze*, 69 (4): 355–363.
- Boczoń A., Wróbel M., Syniaiev V. 2009: The impact of beaver ponds on tree stand in a river valley. *Journal of Water and Land Development*, 13a, 313–327.
- Borowski Z., Boczoń A. 2006: Rola i znaczenie bobra w gospodarce leśnej; naturalne metody odtwarzania systemu małej retencji w lasach. [W:] Rykowski K.: Przyrodnicze i ekonomiczne efekty ekosystemowego podejścia w trwałym i zrównoważonym gospodarstwie leśnym na przykładzie Nadleśnictwa Tuszyna (RDLP Krosno). Maszynopis w Bibliotece IBL.
- Ciepielowski A., Kaznowska E. 2007: A Description of Hydrological Droughts in the Białowieża Primeval Forest in the Years 2003–2005. *Geographia Polonica*, 80 (2): 125–136.
- Czerepko J., Boczoń A., Sokołowski W. A. 2005a: Threats of natural forest wetlands in changing environment. [W:] Protection of soil and water resources in forestry areas (eds E. Pierzgałski, S. Niemtur et J. Czerepko), Warsaw, Forest Research Institute: 7–16.
- Czerepko J., Boczoń A., Nikitin A. 2005b: Threats of alder swamp forests in a changing environment. [W:] Anthropogenic influence on wetlands biodiversity and sustainable management of wetlands (ed. W. Kotowski), Warsaw, Warsaw Agricultural University Press, 21–33.
- Czerepko J., Boczoń A., Pierzgałski E., Sokołowski W.A., Wróbel M. 2007: Habitat diversity and spontaneous succession of forest wetlands in the Białowieża primeval forest. [W:] Wetlands: Monitoring, Modelling and Management (eds T. Okruszko et al.). London, Taylor & Francis Group: 37–43.
- Grygoruk M. 2008: Metodyka szacowania objętości retencyjnej stawów bobrowych oraz ich oddziaływania na stosunki wodne zlewni leśnych. *Studia i Materiały Centrum Edukacji Przyrodniczo-Leśnej*, 10, 2: (18): 162–172.