

WPŁYW DZIAŁALNOŚCI BOBRA EUROPEJSKIEGO *CASTOR FIBER L.* NA ZMIANY STOSUNKÓW WODNYCH NA POLESIU ZACHODNIM

ŁUKASZ OMELCZUK¹, MARCIN KOZIEŁ²

¹Studenckie Koło Naukowe Geografów UMCS im. Adama Malickiego, ²Zakład Ochrony Środowiska, Wydział Nauk o Ziemi i Gospodarki Przestrzennej Uniwersytetu Marii Curie-Skłodowskiej, al. Kraśnicka 2d, 20-718 Lublin

Abstract: Beavers are one of the few species that, due to their engineering capabilities, can make significant changes in the natural environment. These animals contribute to changes in water conditions in a catchment area by raising dams on watercourses. Beavers slow down the drainage of water to surface and underground retention.

The main aim of the study was the inventory of changes in the water conditions caused by the activity of beavers in the area of the Polesie Zachodnie region. It presents the results of field observations carried out at six sites in Mosty and Żuków villages. The observations were conducted from October 2015 to June 2016. In these places numerous beaver ponds were found, which were then measured in QGIS 2.14 programme. Other changes in the hydrography of this area have also been identified – the formation of a new watercourse or the initiation of meander formation. In addition to the obvious changes in vegetation resulting from the feeding habits of animals, vegetation has been observed following changes in water conditions (e.g. the emergence of new wetland species).

Keyword: European beaver *Castor fiber L.*, Polesie Zachodnie, water conditions

WPROWADZENIE

Bóbr europejski dzięki swoim zdolnościom inżynierskim potrafi, jako jeden z nielicznych gatunków przekształcać środowisko, w którym żyje. Zwierzęta te, często nazywane „inżynierami środowiska”, potrafią modyfikować rzeźbę terenu oraz szatę roślinną. Jednak przede wszystkim ich działania mają wpływ na stosunki wodne. Budując tamy na ciekach, kopiąc nory i kanały, przyczyniają się do zmniejszenia odpływu wód ze zlewni. Dzięki temu zwiększa się retencja wód zarówno powierzchniowa, jak i podziemna. Zmiany stosunków wodnych wywołane działalnością bobrów znajdują również odzwierciedlenie w transformacji szaty roślinnej strefy oddziaływania stawów bobrowych (Bereszyński 1991; Jones i in. 1997; Dzieciółowski 1996; Rosell i in. 2005; Boczoń i in. 2009; Cywicka, Brzuski 2008; Czarnecka 2010; Czech 2010; Derwich, Mróz 2008; Grygoruk 2008; Stopka 2011).

Populacja bobra na terenie Polski na przestrzeni wieków podlegała licznym zmianom. Do połowy XX w. gatunek ten niemal całkowicie wyginął. Po II wojnie

światowej zachowały się tylko trzy stanowiska w północno-wschodniej Polsce. W 1958 r. liczebność populacji bobra oszacowano jedynie na 130 osobników (Dzięciołowski 1996). Obecnie dzięki działaniom ochronnym, m.in. reintrodukcji, polska populacja bobra przekroczyła 100 000 osobników (GUS, 2015). Na Polesiu Zachodnim w latach 90. XX w. prowadzono reintrodukcje w Poleskim Parku Narodowym oraz Sobiborskim Parku Krajobrazowym (Dzięciołowski 1996). Z tych miejsc bóbr rozprzestrzenił się na cały region, co doprowadziło do przekształcenia stosunków wodnych tego obszaru. Bóbr jest postrzegany jako szkodnik, jednak na obszarach o deficytach wody, takich jak Polesie Zachodnie, jego działalność może odgrywać pozytywną rolę.

Głównym celem pracy była inwentaryzacja zmian stosunków wodnych wywołanych działalnością bobrów na wybranych stanowiskach na Polesiu Zachodnim. Zbadano łącznie sześć stanowisk położonych w dwóch miejscowościach – Mosty i Żuków. Na stanowiskach badawczych stwierdzono powstanie licznych stawów bobrowych. Za pomocą programu QGIS 2.14 zmierzono ich powierzchnię. Rezultatem działalności gryzoni były również zarejestrowane zmiany sieci wodnej badanego obszaru, a następstwem tego przekształcenie szaty roślinnej, polegające na zwiększeniu udziału gatunków wilgociolubnych.

OBSZAR BADAŃ

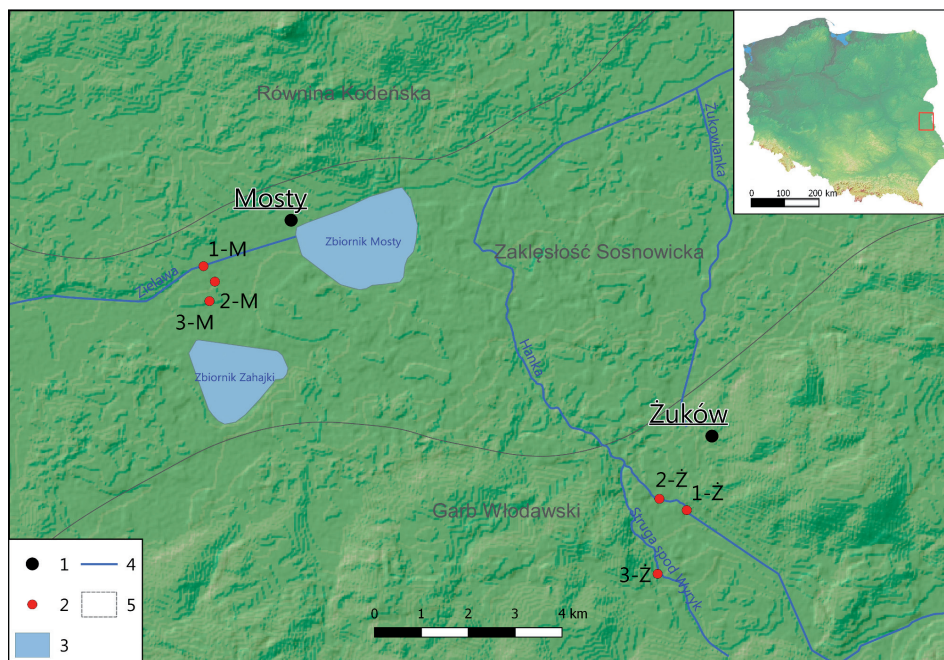
Polesie Zachodnie jest makroregionem fizycznogeograficznym położonym w lewym dorzeczu Bugu. Od północy i zachodu graniczy z Niziną Południowopodlaską, a od południa z Polesiem Wołyńskim. Polesie Zachodnie ma charakter równin denudacyjno-akumulacyjnych o wysokościach od około 130 m n.p.m. do 212 m. n.p.m. Obszar ten pokrywają wysoczyzny polodowcowe zbudowane ze zdenudowanych glin zwałowych oraz równiny akumulacyjne osadów wodnolodowcowych, jeziornych i zastoiskowych. Charakterystyczne dla opisywanej krainy są rozległe, podmokłe dna dolin i niecki pojezierne oraz równiny torfowiskowe (Mojski 1972; Kondracki 2002). W południowej jego części występują dość liczne jeziora o genezie tektoniczno-krasowej (Dobrowolski 1998).

Stosunki wodne Polesia Zachodniego są dość skomplikowane ze względu na uwarunkowania klimatyczne, które charakteryzują się dużą zmiennością z roku na rok (Michalczyk 2005) oraz przekształcenia antropogeniczne. Jeszcze do końca pierwszej połowy XX w. obszar ten wykazywał dużą „naturalność” stosunków wodnych – występowały tu rozległe obszary mokradeł stałych i okresowych, a gęstość sieci wodnej była niewielka. Później, w wyniku intensywnych melioracji, nastąpiły znaczące zmiany w stosunkach wodnych Polesia Zachodniego. Wykopanie rowów odwadniających oraz prostowanie koryt rzek przyczyniło się do zwiększenia odpływu wód z tego obszaru. Zauważono tendencję do obniżania się poziomu wód gruntowych, a co za tym idzie – zmniejszenia

retencji wód oraz powierzchni mokradeł. Mała zdolność retencyjna Polesia Zachodniego jest widoczna w zmianie sezonowej odpływu. Obserwuje się szybkie wyczerpywanie wiosennych zasobów wody oraz znaczne jej deficyty w okresie letnio-jesiennym (Michalczyk, Wilgat 1998; Michalczyk 2005).

METODYKA BADAŃ

Badania przeprowadzono w miejscowościach Mosty i Żuków, położonych na obszarze mezoregionów Polesia Zachodniego, odpowiednio: Zakłęsłości Sosnowickiej i Garbu Włodawskiego. W obrębie zlewni rzeki Hanki (Hanny) (Żuków) i Zielawy (Mosty) wyznaczono po trzy stanowiska badawcze (ryc. 1). Od października 2015 r. do czerwca 2016 r. prowadzono inwentaryzację oraz obserwacje wpływu działalności bobrów na stosunki wodne. Wykonano dokumentację fotograficzną. W trakcie inwentaryzacji fotograficznej użyto łąy pomiarowej w celu zobrazowania rozmiarów i proporcji fotografowanych obiektów.



Ryc. 1. Lokalizacja stanowisk badawczych (PIG, USGS)

Objaśnienia: 1 – miejscowości, 2 – stanowiska badawcze, 3 – zbiornik wodny, 4 – rzeka, 5 – granica mezoregionu.

Fig. 1. Location of research sites (PIG, USGS)

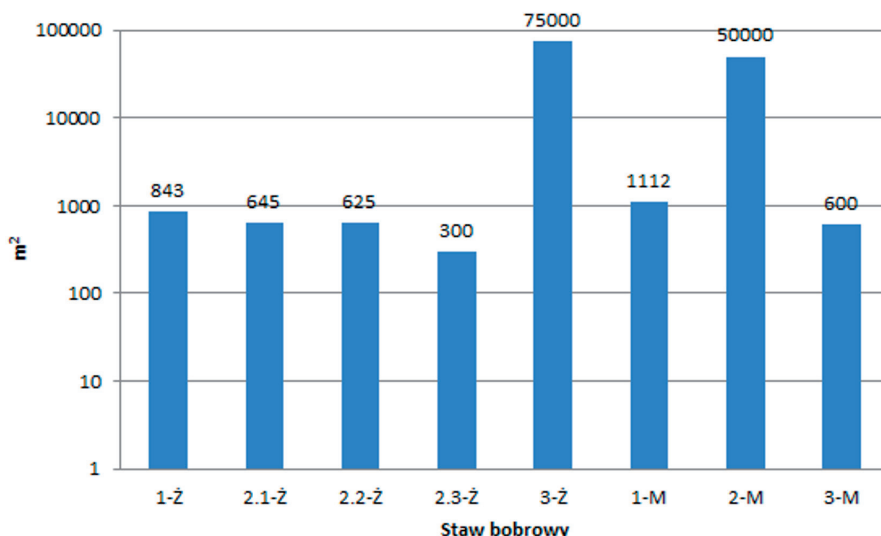
Explanations: 1 – villages, 2 – research sites, 3 – water reservoir, 4 – river, 5 – mesoregion boundary.

Przy użyciu programu QGIS 2.14 zmierzono powierzchnię stawów bobrowych na podstawie ortofotomapy z platformy Geoportal 2 z uwzględnieniem obserwacji terenowych podczas obejścia rozlewisk stworzonych przez bobry.

WYNIKI

Bobry, by zapewnić sobie optymalne warunki życia, budują tamy. Budowle te mają na celu spiętrzenie poziomu wody w cieku, a co za tym idzie – powstanie zbiornika wodnego (stawu bobrowego). W obszarze badawczym stwierdzono osiem stawów bobrowych o zróżnicowanej powierzchni i pojemności (ryc. 2). Ich parametry były uzależnione od morfologii cieku na danym stanowisku i topografii terenu. W miejscowości Mosty (stanowisko 1-M i 3-M) oraz Żuków (stanowisko 1-Ż i 2-Ż) ze względu na znaczne przekształcenie cieków na skutek melioracji płyną one w silnie przegłębionych korytach, co powoduje, że woda zatrzymywana przez tamy ulega jedynie spiętrzeniu. Powierzchnie stawów bobrowych są więc niewielkie (od 300 m² do 1100 m²), a woda, która je wypełnia, nie rozlewa się na przylegające tereny (fot. 1). Na stanowisku 2-Ż bobry wybudowały trzy tamy w układzie kaskadowym na 220 m odcinku rzeki Hanki. W wyniku spiętrzenia wód łączna powierzchnia tych stawów osiągnęła około 1600 m².

Największe stawy bobrowe znajdowały się w Mostach na stanowisku 2-M oraz w Żukowie na stanowisku 3-Ż. Powstały na dopływach Hanki i Ziela- wy, których koryta były znacznie płytsze, co już przy stosunkowo niewielkim



Ryc. 2. Powierzchnie badanych stawów bobrowych

Fig. 2. Areas of tested beaver ponds



Fot. 1. Staw bobrowy na rzece Zielawie w Mostach

Photo 1. Beaver pond on the Zielawa river in Mosty

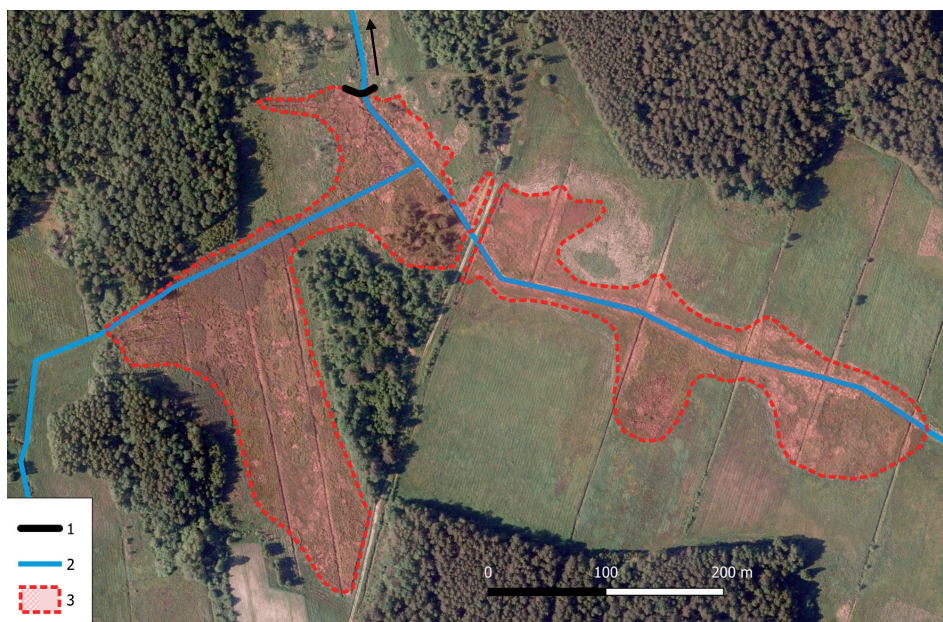
spiętrzeniu pozwalało na rozlanie się wody. Staw bobrowy na stanowisku 2-M miał powierzchnię około 50 000 m² przy głębokości nieprzekraczającej 35 cm (fot. 2). Największy ze zbadanych stawów znajduje się w Żukowie (stanowisko 3-Ż). Jego powierzchnia wynosiła 75 000 m² (ryc. 3). Tak dużym rozmiarom sprzyjało położenie w nieregularnej niecce, którą bobry przegrodziły w przewężeniu tamą.

Z obserwacji w terenie wynikają pewne prawidłowości zachodzące w miejscu oddziaływania bobrów. Wybudowane przez bobry tamy przyczyniały się do spowolnienia ruchu wody, a co za tym idzie – jej odpływu ze zlewni. W okresie późnozimowym i wczesnowiosennym, czyli w terminach występowania wezbrań, zaobserwowano, że po osiągnięciu maksimum retencyjnego przez stawy nadmiar wód prowadzonych przez ciek przelewał się przez korony tam na całej ich długości (fot. 3). Wraz ze zmniejszaniem się zasobów wodnych zmieniał się charakter przepływu wód w miejscach posadowienia tam. Został ograniczony do kilku miejsc w koronie tamy, tzw. kanałów ulgi (fot. 4). Na podstawie obserwacji przeprowadzonych w czerwcu stwierdzono, że w okresie znacznego już zmniejszenia zasobów wodnych przepływ przez tamy praktycznie ustaje (fot. 5). Można przypuszczać, że w tym okresie większą rolę odgrywa odpływ podziemny.

Wywołane działalnością bobrów zmiany w stosunkach wodnych, zaobserwowane na Polesiu Zachodnim, dotyczą także układu sieci hydrograficznej. Na stanowisku 2-Ż wskutek podniesienia poziomu wody w rzece Hance oraz w rowie doprowadzającym wystąpiło rzadko opisywane w literaturze zjawisko hydro-geomorfologiczne. Gdy rów melioracyjny osiągnął maksimum pojemności



Fot. 2. Widok na staw bobrowy w Mostach (stanowisko 2-M)
Photo 2. View of the beaver pond in Mosty village (site 2-M)



Ryc. 3. Plan stawu bobrowego w Żukowie (stanowisko 3-Ż) (Google Maps)
Objaśnienia: 1 – tama, 2 – dopływ Hanki, 3 – staw bobrowy.

Fig. 3. The plan of the beaver pond in Żuków village (site 3-Ż) (Google Maps)
Explanations: 1 – dam, 2 – tributary of the Hanka river, 3 – beaver pond.



Fot. 3. Odpływ wody przez koronę tamy (luty 2016)
Photo 3. Water outflow through the crown of the dam (February 2016)



Fot. 4. Odpływ wody przez kanały ulgi (kwiecień 2016)
Photo 4. Water outflow through the relief channels (April 2016)



Fot. 5. Brak odpływu wody ze stawu bobrowego (czerwiec 2016)

Photo 5. Lack of water outflow from the beaver pond (June 2016)

nastąpiło przelanie nadmiaru wody przez najniżej położony punkt (fot. 6). Wypływająca woda uformowała około 135-metrowy ciek, który płynął równoległe do biegu Hanki (ryc. 4). Nowy ciek kończył swój bieg, uchodząc do rowu położonego w dole biegu rzeki (fot. 7). Uchwycono moment inicjalny powstawania nowego ciek; obserwowano erozję wgłębną stopniowo formującą niewielkie koryto. Ciek po raz pierwszy zaobserwowano w lutym 2016 r. Ze względu na brak pomiarów hydrometrycznych można jedynie przypuszczać, że był to okres maksymalnego przepływu. W czerwcu 2016 r. stwierdzono niewielki przepływ wody ograniczany przez rozwijającą się roślinność.

Innym przejawem przekształcenia sieci hydrograficznej jest formowanie się zakola, które powstało na tym samym stanowisku (2-Ż). Po opuszczeniu przez bobry jednej z tam uległa ona jednostronnej degradacji. Doprowadziło to do skierowania nurtu rzeki w kierunku lewego brzegu, a to przyczyniło się do nasilenia jego niszczenia. W wyniku erodowania zaobserwowano początek kształtowania się meandru w skanalizowanej rzece (fot. 8). Można przypuszczać, że gdyby nie obecność korzeni hamujących erozję, proces ten przebiegałby znacznie dynamiczniej.

Wpływ bobrów na stosunki wodne ma swoje odbicie także w zmianie składu gatunkowego szaty roślinnej. Najczęstszym czynnikiem wywołującym reakcję szaty roślinnej jest zmiana warunków wilgotnościowych siedliska. Podniesienie



Fot. 6. „Źródło” nowego ciek
Photo 6. “Source” of the new watercourse



Ryc. 4. Plan nowego ciek w Żukowie (Google Maps)
Objaśnienia: 1 – tama bobrowa, 2 – rzeka Hanka, 3 – rów doprowadzający, 4 – nowy ciek.

Fig. 4. New watercourse plan in Żuków village (Google Maps)
Explanations: 1 – beaver dam, 2 – the Hanka river, 3 – ditch, 4 – new watercourse.



Fot. 7. Miejsce ujścia nowego ciek
Photo 7. Place of the new watercourse mouth



Fot. 8. Miejsce tworzenia się zakola
Objaśnienie: 1 – brzeg rzeki przed uformowaniem się zakola.
Photo 8. Place of formation the bend of the river
Explanation: 1 – the river bank before formation of the bend.

poziomu wód gruntowych w sąsiedztwie stawów bobrowych spowodowało zamieranie drzew nieprzystosowanych do warunków anaerobowych (fot. 9). W miejsca o zwiększonej wilgotności wkraczają gatunki wilgociolubne, np. sit *Juncus*, manna mielec *Glyceria maxima*, wiązówka błotna *Filipendula ulmaria* (fot. 10) i wiele innych.



Fot. 9. Obumarłe drzewa – efekt spiętrzenia wody przez bobry
Photo 9. Dead trees – the effect of water overflowing caused by beavers

Obszar zwiększonej retencji wody w eko-tonach stawów bobrowych był obserwowany również w przypadku sąsiedztwa pól uprawnych. Podniesiony poziom wód gruntowych w okresach normalnych warunków hydrologicznych często doprowadzał do wymakania upraw. Rolnicy winą za poniesione straty obarczają bobry. W 2015 r. stało się jednak inaczej. Bobry okazały się ich sprzymierzeńcami. Rolnicy zauważyli pozytywny aspekt działalności bobrów. Susza spowodowała obniżenie poziomu wód gruntowych, co przełożyło się na plonowanie uprawianych zbóż. Porównując plony z pól położonych w pobliżu stawów bobrowych z polami położonymi z dala od miejsc działalności bobrów, stwierdzono większe plony zbóż na terenach zlokalizowanych w pobliżu stawów



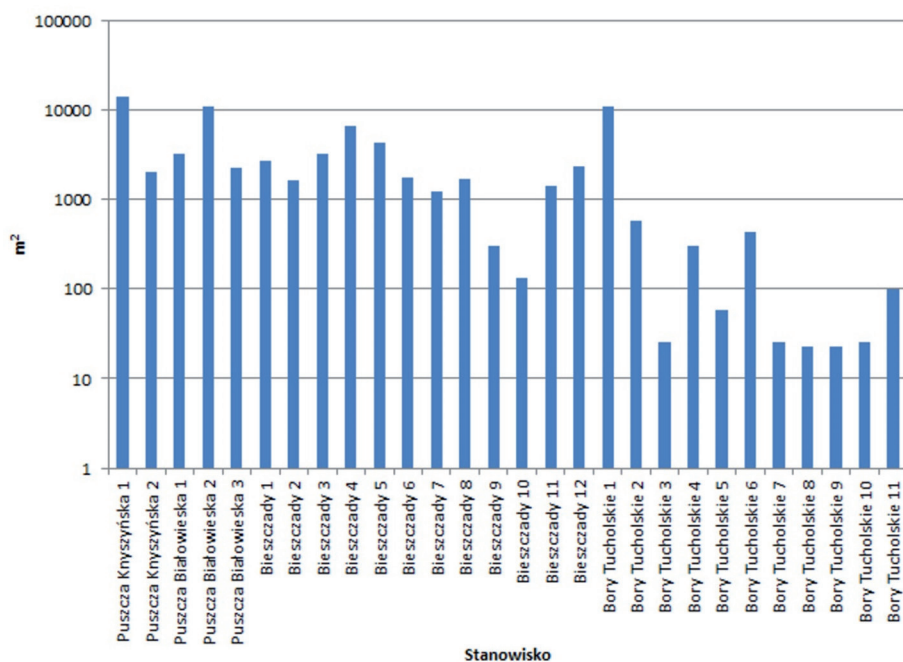
Fot. 10. Wiązówka błotna
Filipendula ulmaria
Photo 10. Meadowsweet
Filipendula ulmaria

(relacja ustna). Podniesiony poziom wód gruntowych w sąsiedztwie stawu zapewnił odpowiednie warunki wilgotnościowe dla rozwoju zbóż w okresie suszy.

DYSKUSJA

Budowa przez bobry tam na ciekach powoduje powstanie stawów bobrowych zarówno o małych, jak i bardzo dużych akwenach. Powierzchnie zalewów w innych regionach kraju: Borach Tucholskich, Bieszczadach, Puszczy Białowieskiej i Knyszyńskiej, są mniejsze niż na Polesiu Zachodnim i maksymalnie osiągają około 14 000 m² (ryc. 5) (Boczoń i in. 2009; Derwich, Mróz 2008; Grygoruk 2008; Rurek i in. 2013; Stopka 2011).

Powierzchnia nowo powstałego stawu bobrowego w niektórych przypadkach może być nawet 20 razy większa niż pierwotna powierzchnia lustra wody (Boczoń i in. 2009; Derwich, Mróz 2008). Ma ona bezpośrednie przełożenie na



Ryc. 5. Powierzchnie stawów bobrowych w innych regionach Polski;

Bieszczady 1–6 stanowią sumę powierzchni stawów

(Boczoń i in. 2009; Derwich, Mróz 2008; Grygoruk 2008; Rurek i in. 2013; Stopka 2011)

Fig. 5. Areas of beaver ponds in other regions in Poland;

Bieszczady 1–6 are the sum of the area of the ponds

(Boczoń i in. 2009; Derwich, Mróz 2008; Grygoruk 2008; Rurek i in. 2013; Stopka 2011)

możliwości retencyjne zlewni. Przypuszcza się, że powstanie stawu bobrowego o powierzchni 1,25 ha może przyczynić się do zmniejszenia odpływu z małych zlewni o 8% (Rosell i in. 2005). Należy zwrócić uwagę na fakt, że w ciągu roku powierzchnia stawów bobrowych zmienia się, co zaobserwował Grygoruk (2008). Powierzchnia analizowanego przez niego stawu w latach 2006–2007 wynosiła od 2030 do 14 000 m², co daje różnicę 12 000 m². Pomiary powierzchni wykonane na Polesiu obrazują sytuację z kwietnia 2016 r., czyli okresu występujących nadwyżek wody. Może to tłumaczyć tak duże powierzchnie badanych stawów. Z tego względu jest konieczne przeprowadzenie dalszych badań nad zmianami powierzchni stawów bobrowych w cyklu rocznym i wieloletnim (Boczoń i in. 2009; Grygoruk 2008).

Retencja stawu bobrowego zmienia się sezonowo i jest uzależniona od sytuacji hydrologicznej. W okresach wilgotnych w stawie zgromadzona zostaje woda wezbrania, a jej nadwyżka przelewa się przez koronę tamy. W okresach deficytu wody (susze) staw zostaje częściowo opróżniony w wyniku odpływu podziemnego, powierzchniowego oraz parowania. Jednocześnie na skutek spiętrzenia wody zmniejsza się siła drenująca cieką, a zatem także dopływ podziemny do stawu. Równocześnie poniżej stawu bobrowego wskutek obniżenia poziomu wód drenaż może zostać zwiększony (Boczoń i in. 2009; Grygoruk 2008). Jak zauważono, aktywność bobrów w rzece wyraźnie wpływa na zmniejszenie wahań poziomu wód. Z badań przeprowadzonych w Puszczy Białowieskiej wynika, że amplitudy zwierciadła wody w ciekach zasiedlonych przez bobry oraz wód podziemnych w ekotonie stawu (30 m od cieką) mogą zostać zmniejszone nawet o 60%. Widoczne jest również osłabienie wpływu opadów atmosferycznych na stany wód (Boczoń i in. 2009; Grygoruk 2008).

Zatrzymana w stawach bobrowych woda zmniejsza niekorzystne skutki wezbrań oraz susz. Nadmiar wody podczas wezbrań zostaje zatrzymany w małych rzekach, co spowalnia odpływ wód do większych rzek, czego skutkiem jest obniżenie kulminacji wezbrań. W okresach suszy woda retencionowana w stawach jest stopniowo oddawana do systemu, utrzymując stosunkowo wysoki poziom wód gruntowych w sąsiedztwie stawu. Powoduje to zmniejszenie skutków suszy w obszarach sąsiadujących ze stawem (Boczoń i in. 2009; Cywicka, Brzuski 2008; Derwich, Mróz 2008; Grygoruk 2008; Rosell i in. 2005).

Dotychczas tylko raz w literaturze polskiej opisano przypadek powstania nowego cieką na skutek działalności bobrów. Takie zjawisko zaobserwowano w Bieszczadach w dolinie górnegą Sanu (rzeką Biłunkowe Łużanki). Woda wypływająca ze stawu bobrowego formowała mały ciek – dopływ potoku (Stopka 2011).

PODSUMOWANIE

Przeprowadzone badania pozwoliły na zinventaryzowanie zmian stosunków wodnych wywołanych działalnością bobrów na Polesiu Zachodnim. Pomimo krótkiego okresu obserwacji (październik 2015–czerwiec 2016) zauważono ich pozytywny wpływ na obieg wody w obszarze badań. Bobry przyczyniły się do powstania zbiorników wodnych o stosunkowo dużej powierzchni sięgającej 7,5 ha. Dzięki temu został spowolniony odpływ powierzchniowy na rzecz odpływu podziemnego. Jest to zjawisko korzystane zważywszy na to, że stosunki wodne Polesia Zachodniego uległy znacznemu pogorszeniu w wyniku przeprowadzonych melioracji, w większości pozostawionych bez nadzoru. Bobry przez swoją działalność tworzą sieć zbiorników małej retencji, które zwiększają pojemność retencyjną małych zlewni, a co za tym idzie – także regionu. Skutki wzrostu retencji wody zauważono również w transformacji szaty roślinnej oraz zmniejszaniu skutków suszy.

Bobry ingerując w obieg wody, przyczyniły się na tym obszarze także do przekształcenia sieci hydrograficznej. Na jednym ze stanowisk doprowadziły do utworzenia nowego ciek. W wyniku ich działalności następuje przyspieszenie procesu renaturalizacji uregulowanych cieków m.in. przez powstanie zakola. Rzeki meandrujące znacznie wolniej odprowadzają wody ze swoich zlewni.

Polesie Zachodnie jest optymalnym miejscem do prowadzenia badań nad wpływem działalności bobrów na stosunki wodne. Kolejnym krokiem powinno być wykonanie dokładnych pomiarów przepływów rzek, zmienności sezonowej powierzchni stawów oraz retencji w strefie ekotonu stawów.

LITERATURA

- Bereszyński A., 1991: *Środowiskotwórcza rola populacji zwierząt w ekosystemie na przykładzie bobra europejskiego (Castor fiber Linnaeus, 1758)*, Mat. dla Stud. Doktoranckich i Podyplomowych, 19, 99–113.
- Boczoń A., Wróbel M., Syniaiev V., 2009: *Wpływ stawów bobrowych na zasoby wodne zlewni na przykładzie badań w Nadleśnictwie Browek*, Leśn. Pr. Bad., 70, 4, 363–371.
- Cywicka D., Brzuski P., 2008: *Zmiany w retencji wody dokonywane przez bobry (Castor fiber L.) na rzekach i potokach górskich*, Stud. i Mat. Cent. Eduk. Przyr.-Leśn., 10, 2(18), 184–192.
- Czarnecka B., 2010: *Wpływ zmiany stosunków wodnych na walory przyrodnicze i rekreacyjne małej doliny rzecznej. Krajobrazy rekreacyjne – kształtowanie, wykorzystanie, transformacja*, Probl. Ekol. Krajobrazu, XXVII, 113–122.
- Czech A., 2010: *Bóbr – budowniczy i inżynier*, Fund. Wspierania Inic. Ekol., Kraków.
- Derwich A., Mróz I., 2008: *Bóbr europejski Castor fiber L. 1758 jako czynnik wspomagający renaturyzację siedlisk nad górnym Sanem*, Stud. i Mat. Cent. Eduk. Przyr.-Leśn., 10, 2(18), 173–183.
- Dobrowolski R., 1998: *Strukturalne uwarunkowania rozwoju współczesnej rzeźby krasowej na międzyrzeczu środkowego Wieprza i Bugu*, Wyd. UMCS, Lublin.
- Dzięciołowski R., 1996: *Bóbr*, Wyd. Łowiec Polski, Warszawa.

- Google Maps. Ortofotomapy: <<https://mapy.google.pl/>> [dostęp: 19.04.2017].
- Grygoruk M., 2008: *Metodyka szacowania objętości retencyjnej stawów bobrowych oraz ich oddziaływania na stosunki wodne zlewni leśnych*, Stud. i Mat. Cent. Eduk. Przyr.-Leśn., 10, 2(18), 162–172.
- Kondracki J., 2002: *Geografia regionalna Polski*, Wyd. Nauk. PWN, Warszawa.
- Michalczyk Z., 2005: *Analiza zmian stosunków wodnych na Pojezierzu Łęczyńsko-Włodawskim w latach 1951–2007 w oparciu o dane literaturowe oraz materiały zakładu hydrografii UMCS*, [w:] T. Chmielewski (red.), *Rezerwat Biosfery „Polesie Zachodnie”: walory, funkcjonowanie, perspektywy rozwoju*, Poleski Park Narodowy, Wojewoda Lubelski, Lublin–Urszulin, 87–100.
- Michalczyk Z., Wilgat T., 1998: *Stosunki wodne Lubelszczyzny*, Wyd. UMCS, Lublin.
- Mojski J., 1972: *Polesie Lubelskie*, [w:] R. Galon (red.), *Geomorfologia Polski, tom 2 – Niż Polski*, PWN, Warszawa, 362–373.
- Numeryczny Modelu Terenu (NMT): USGS, <<https://earthexplorer.usgs.gov/>> [dostęp: 14.04.2017].
- Ochrona środowiska*, 2015: GUS, Warszawa.
- Regiony fizycznogeograficzne Polski (Shapefile): PIG, <http://dm.pgi.gov.pl/dm/DownloadManager_v1.aspx> [dostęp: 14.04.2017].
- Rosell F., Bozsér O., Collen P., Parker H., 2005: *Ecological impact of beavers Castor fibre and Castor canadensis and their ability to modify ecosystems*, Mammal Rev., 35, 248–276.
- Rurek M., Krupa A., Hojan M., Giętkowski T., 2013: *Wpływ działalności bobrów na rzeźbę małych dolin na przykładzie doliny Gajdówki, południowe Bory Tucholskie, Polska*, Journ. of Health Sci., 3, 13, 257–266.
- Stopka R., 2011: *Geomorfologiczne skutki działalności bobra europejskiego Castor fiber w dolinie górnego Sanu*, Roczn. Bieszczadzkie, 19, 319–334.