



Efekty realizacji programu małej retencji w lasach na przykładzie dwóch nadleśnictw obszarów nizinnych

*Daniel Liberacki, Mariusz Korytowski, Paweł Kozaczyk,
Piotr Stachowski, Rafał Stasik
Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu*

1. Wstęp

W ostatnich latach obserwuje się znaczne ograniczenie i tak już ubogich zasobów wodnych Polski, a także niskie wskaźniki ich wykorzystania w stosunku do rozwiniętych państw Europy (Nyc i inni 2009). Istnieje więc pilna potrzeba stałej racjonalności zużycia wody i doskonalenia metod jej pozyskiwania (Mioduszeński i in. 2005). Zasoby wodne należą do głównych czynników decydujących o stabilnym rozwoju ekosystemów leśnych. Podstawowym źródłem zasilania w wodę są opady atmosferyczne, które charakteryzują się dużą zmiennością czasową, zarówno w ciągu roku, jak i w okresach wieloletnich. Zmiany warunków wodnych mogą występować cyklicznie i kierunkowo, prowadząc do np. przesuszania terenu lub jego zabagnienia (Pierzgalski 2007). Prognozy zmian klimatu, zawarte w Raportach IPCC z 2007 i 2013 roku, wskazują na niepokojącą tendencję wzrostu temperatury powietrza wraz z niekorzystnym rozkładem opadów atmosferycznych, stwarzającą zagrożenie dla ekosystemów leśnych.

Wzrost ten powoduje zwiększenie transpiracji roślin oraz parowania z powierzchni gleby i małych zbiorników wodnych. Zjawisko to jest odczuwalne szczególnie w okresie wegetacji, na co w istotnym stopniu wpływają cieplejsze zimy, podczas których następuje wcześniejsze topnienie śniegu, co zmniejsza zapasy wody już na początku sezonu wegetacyjnego (Tyszcza 2007). Skutkiem tego jest np. obniżenie się poziomu wód grunto-

wych, zarastanie mokradeł roślinnością drzewiastą, ekspansja obcych gatunków roślin i zwierząt. Próbuje się temu zjawisku zaradzić, poprzez realizację różnych programów tzw. małej retencji wodnej, którą można określić jako wszelkie działania mające na celu wydłużenie drogi i czasu obiegu wody w zlewniach, zahamowanie spadku poziomu wód gruntowych, powiększenie zapasów wody dostępnej w ekosystemach. Skutkiem spowolnienia odpływu wód ze zlewni leśnych jest zachowanie cennych przyrodniczo siedlisk o charakterze bagiennym, wilgotnym lub łągowym. Może to być również istotnym elementem strategii ochrony obszarów Natura 2000 ekosystemów leśnych (Miler 2015, Stachowski i inni 2015).

W wyniku zatrzymania wody w lesie poprawia się kondycja drzew rosnących w pobliżu zbiorników wodnych, szczególnie gatunków liściastych, które najbardziej dotyka problem zbyt małej ilości opadów (Banasik i in. 2013, Korytowski i Szafranski 2012, Stasik i in. 2008, 2011). Jak podkreśla Mioduszecki (2003), poprawa bilansu wodnego metodami małej retencji jest działaniem proekologicznym, niezagrażającym środowisku przyrodniczemu. Sprzyjają temu obecnie prowadzone działania z zakresu melioracji. Są one ukierunkowane na wykorzystywanie odwadniająco-nawadniających systemów dwustronnego działania, zachowanie istniejących torfowisk i naturalnych oczek wodnych, ochrona oraz renaturyzacja niewielkich cieków wodnych (Mrozik i Przybyła 2007, Liberacki i Stachowski 2008, Stachowski in. 2015). Zasadność realizacji obiektów i urządzeń małej retencji wodnej wiąże się także ze stosunkowo niewielkimi kosztami. Koszt magazynowania 1 m³ wody w obiektach małej retencji waha się od 2 do 5 zł, podczas gdy w wielkich zbiornikach retencyjnych kształtuje się na poziomie od 15 do 40 zł.

Wzrastająca rola lasów w ochronie biotycznych i abiotycznych elementów środowiska zmusza administrację leśną do podejmowania działań mających na celu odpowiednie kształtowanie i ochronę zasobów glebowych i wodnych, a także przedsięwzięć o charakterze edukacji przyrodniczo-leśnej (Pierzgalski 2009).

W 1997 roku na zlecenie Dyrekcji Generalnej Lasów Państwowych zostały opracowane Zasady planowania i realizacji małej retencji w Lasach Państwowych. Dla zachowania trwałości lasów i wzmagania ich funkcji wodochronnych w połowie lat 90, w ramach programu małej retencji, rozpoczęto w Lasach Państwowych budowę nowych oraz odtwarzanie starych zbiorników wodnych. W wyniku jego realizacji w Lasach Państwowych w

latach 1998–2005 wybudowano 2216 budowli piętrzących i retencjonujących wodę w tym 1124 zbiorniki. Obecnie zakończyły się prace zaplanowane w ramach dwóch kompleksowych projektów dofinansowanych w ramach unijnego Programu Operacyjnego „Infrastruktura i Środowisko” dotyczących małej retencji w lasach: „Zwiększanie możliwości retencyjnych oraz przeciwdziałanie powodzi i suszy w ekosystemach leśnych na terenach nizinnych” „Przeciwdziałanie erozji wodnej na terenach górskich i utrzymanie potoków górskich w dobrym stanie” Uczestniczy w tych projektach ponad połowa nadleśnictw w Polsce (CKPŚ 2009).

Także w aktualnie obowiązujących instrukcjach - Zasadach hodowli lasu (2012) wskazuje się na możliwość zwiększenia retencji w lasach między innymi poprzez poprawę funkcjonalności, odtworzenie lub budowę nowych urządzeń melioracyjnych służących utrzymaniu optymalnego poziomu wody lub spowolnieniu jej spływu oraz budowę obiektów tak zwanej małej retencji, wskazując równocześnie, że niektóre z nich mogą wymagać sporządzenia raportu oddziaływania na środowisko.

2. Materiały i metody

Celem pracy była ocena wpływu wykonanych obiektów małej retencji na ciekach leśnych na ilość wody retencjonowanej w przyległych siedliskach. Badania prowadzono na terenie leśnictwa Osiecinny wchodzącego w skład Nadleśnictwa Włocławek oraz na obszarze Nadleśnictwa Dąbrowa. Analizowane zlewnie o powierzchni 6,2 km² i 7,2 km² położone są w centralnej części Niżu Polskiego, w południowej i północno-wschodniej części województwa kujawsko-pomorskiego, na obszarach szczególnie deficytowych w wodę. Według regionalizacji przyrodniczo-leśnej (Zielony i Kliczkowska 2012) lasy omawianych Nadleśnictw należą do III Krainy Wielkopolsko-Pomorskiej i dwóch dzielnic: Borów Tucholskich i Pojezierza Chełmińsko-Dobrzyńskiego.

Podstawowe badania i obserwacje terenowe obejmowały: pomiary stanów wody w ciekach w charakterystycznych przekrojach badawczych omawianych zlewni oraz pomiary stanów wód gruntowych, w studzienkach zlokalizowanych w miejscach reprezentatywnych dla poszczególnych typów siedliskowych lasu. Ponadto wykonano odkrywki glebowe i pobrano próbki do analiz laboratoryjnych, celem obliczenia uwilgotnienia wierzchnich warstw gleb. Określenia objętości retencjonowanej wody dokonano na

podstawie wzorów zawartych w: *„Podręczniku Wdrażenia Projektu, wytycznych do realizacji obiektów małej retencji, zwiększenie możliwości retencyjnych oraz przeciwdziałanie powodzi i suszy w ekosystemach leśnych na terenach nizinnych* (2011), stanowiącego załącznik do Zarządzenia nr 85 Dyrektora Generalnego Lasów Państwowych (2009).

Wielkość przepływów charakterystycznych obliczono na podstawie wzorów empirycznych Iszkowskiego zmodyfikowanych przez Byczkowskiego (Gutry-Korycka i in. 2004). Retencję powierzchniową (powierzchnie zalewu), obliczono posługując się krzywymi powierzchni zalewu według Dziewońskiego (1973). Krzywe skonstruowano wyznaczając warstwy (izobaty) o odstępach 1m. Na mapę sytuacyjno-wysokościową w skali 1:2000, naniesiono warstwę o rzędnej odpowiadającej poziomowi piętrzenia wody. Przy zastosowaniu metody graficznej i programu AUTOCAD, obliczono powierzchnię zalewu, a przekroje poprzeczne i podłużne wyznaczone w charakterystycznych miejscach na mapie pozwoliły na obliczenie objętości retencjonowanej wody. Średnią głębokość obliczono dzieląc objętość retencyjną przez powierzchnię zalewową, odpowiadającą poszczególnym wysokościami piętrzenia. Powierzchnie zalewowe zostały przedstawione w formie graficznej. Dodatkowo w pracy wykorzystano udostępnione przez nadleśnictwa operaty wodno-prawne. Na podstawie powyższych dokumentów scharakteryzowano obiekty małej retencji, przedstawiono koszty wykonania powstałych zbiorników wodnych, a także całkowitą projektowaną wielkość retencjonowanej wody oraz oszacowano jednostkowy koszt retencjonowania 1 m³ wody. Do analizy hydrologicznej omawianych terenów, wykorzystano obserwacje meteorologiczne tj. pomiary sum opadów atmosferycznych i temperatur powietrza z wielolecia 1990-2009 r. ze stacji opadowej IMGW Toruń (www.tutiempo.net/en/).

3. Wyniki i dyskusja

Średnia roczna suma opadów atmosferycznych z wielolecia 1990-2009 wyniosła dla badanego obszaru 549 mm. W półroczu zimowym średnia z wielolecia suma opadów wyniosła 212 mm, zaś w letnim 352 mm, co stanowi 63% rocznej sumy opadu. Pod względem termicznym analizowany obszar należy do jednych z najcieplejszych w kraju. Średnia roczna temperatura powietrza z wielolecia wynosi +9,1°C. Średnia temperatura w półroczu zimowym wyniosła +2,7°C, natomiast w półroczu let-

nim 15,4°C. Lokalizacja analizowanych obiektów w strefie najniższych w Polsce sum opadów atmosferycznych i jednocześnie wysokie temperatury powietrza wskazują na występowanie okresowych niedoborów wody i niekorzystnie wpływają na zasoby wodne Nadleśnictw Dąbrowa i Włocławek. Potwierdzeniem tego może być fakt, że teren ten położony znajduje się na obszarze charakteryzującym się jednym z najniższych odpływów jednostkowych (Atlas... 1987). W tym kontekście realizacja projektów małej retencji na tym obszarze jest zadaniem celowym. Stąd też podjęto próbę odtworzenia starych i budowę nowych zbiorników wodnych.

Obiekty małej retencji w Nadleśnictwie Dąbrowa wykonano na rzece Krępa w listopadzie 2006 r. Inwestycja powstała na mocno zdegradowanych łąkach o niskiej klasie. Powstały cztery zastawki typu kaskadowego ze stałym przelewem, a także cztery zbiorniki wodne. Zastawki o konstrukcji drewnianej w układzie kaskadowym ze stałym piętrzeniem wykonano z dodatkowym umocnieniem całej budowli kamieniem i faszyną. Zastosowanie miejscowych, naturalnych materiałów (drewno, kamień faszyna, piasek) wpłynęło w istotny sposób na zmniejszenie kosztów inwestycji, a także ograniczenie do minimum negatywnego wpływu prowadzonych robót na środowisko leśne. Wysokość piętrzenia ustalono na 0,80-0,90 m, co pozwoliło uniknąć dodatkowej wycinki drzew. Największą pojemność retencyjną uzyskano przy zastawce Z-1 na zbiorniku 1. Przy piętrzeniu 0,9 m powierzchnia zalewowa wyniosła 3,29 ha, a powstały zbiornik pomieścił 18095 m³ wody (tab. 1).

Tabela 1. Podstawowe charakterystyki zbiorników oraz uzyskana ilość zretencjonowanej wody

Table 1. The basic water reservoir characteristics, as well as obtained water retention capacity

| Zbiornik Reservoir | Wysokość piętrzenia Height of damming h_p | Rzędna piętrzenia Damming altitude p | Światło przelewu Notch width b | Powierzchnia zalewowa Flowed surfa- ce F_{zal} | Średnia głębokość Average depth t | Wielkość retencji Retention capacity V_{zb} |
|-----------------------|---|--|--|--|---|---|
| | m | m n.p.m. | m | ha | m | m³ |
| Z - 1 | 0,90 | 120,20 | 1,40 | 3,29 | 0,57 | 18095 |
| Z - 2 | 0,98 | 119,20 | 1,40 | 0,81 | 0,55 | 4466 |
| Z - 3 | 0,46 | 117,45 | 1,40 | 0,18 | 0,50 | 2610 |
| Z - 4 | 0,80 | 116,00 | 1,40 | 1,44 | 0,78 | 11232 |
| Σ: | | | | | | 36403 |

Najmniejszą powierzchnię zalewową wynoszącą 0,18 ha uzyskano na zastawce Z-3, przy wysokości piętrzenia 0,46 m. Powstały w ten sposób zbiornik ziemny magazynuje 2610 m³ wody. Łącznie ilość retencjonowanej wody wszystkich powstałych zbiorników wodnych na cieku Krępa wyniosła 36403 m³.

Całkowity koszt wykonania zadania pt. „Mała retencja wodna na rzece Krępie” wyniósł 347208 zł. Obliczony na podstawie kosztorysu inwestorskiego średni koszt zretencjonowania jednego metra sześciennego wody wyniósł 9,54 zł/m³.

Wartość ta na poszczególnych zbiornikach była różna i zmieniała się od 6,72 zł/m³ (dla zbiorników 1 i 2), 8,98zł/m³ (dla zbiornika 4) do 36,30 zł/m³ (dla zbiornika 3). Wysoki koszt 1m³ retencjonowanej wody w zbiorniku nr 3, w porównaniu do pozostałych był związany z dużą ilością wykonywanych prac ziemnych na tym zbiorniku. Wykonanie obiektów małej retencji w Nadleśnictwie Włocławek, na obszarze leśnictwa Osięciny obejmowało wybudowanie na rowie melioracyjnym zastawki z zamknięciem szandorowym o regulowanej wysokości piętrzenia. W zależności od wysokości piętrzenia od 0,14 do 0,46m, uzyskano zwiększenie retencji powierzchniowej w ilości od 1,4 do 14,5 tys. m³, przy wzroście powierzchni zalewowej od 10,3 do 31,7 tys. m² (tab. 2).

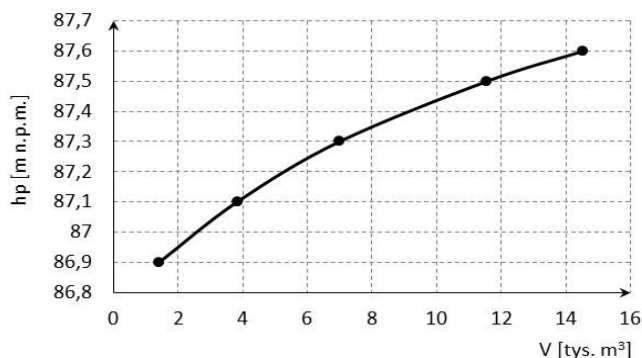
Tabela 2. Uzyskane powierzchnie zalewu w Leśnictwie Osięciny w zależności od wysokości piętrzenia

Table 2. Flooded area obtained in Osięciny Forest District depending on damming altitude

| Rzędna piętrzenia Damming altitude (m n.p.m) | Średnia głębokość Average depth [m] | Powierzchnia zalewowa Flood area [m ²] |
|--|---|--|
| 87,60 | 0,46 | 31 317 |
| 87,50 | 0,42 | 27 344 |
| 87,30 | 0,38 | 18 251 |
| 87,10 | 0,28 | 13 652 |
| 86,90 | 0,14 | 10 359 |

Zwiększając piętrzenie na zastawce o 0,28 m w stosunku do minimalnej rzędnej piętrzenia (86,90 m n.p.m), uzyskano zwiększenie o 33% powierzchni zalewowej oraz 2,5-krotny wzrost objętości magazynu-

nowanej wody. Zwiększając piętrzenie na zastawce do 0,38 m uzyskano wzrost powierzchni zalewowej o 66% przy 5-krotnym wzroście objętości retencjonowanej wody. Przy maksymalnym piętrzeniu 0,46 m powierzchnia zalewowa wzrasta 3-krotnie do poziomu 31 317 m² (rys. 3), natomiast ilość zmagazynowanej wody wzrasta 10-krotnie i wynosi 14518 m³ (rys. 1.)



Rys. 1. Objętość retencjonowanej wody (V) w zależności od wysokości piętrzenia (hp)

Fig. 1. Volume of water retention (V) against the height of water damming (hp)

Ponadto piętrzenie wód wpłynęło na spowolnienie odpływu. Takie działania zapobiegają nadmiernemu przesuszeniu i sprzyjają utrzymaniu wysokich stanów wód gruntowych. Według Grzelaka (2011) ich obniżanie się na siedliskach łęgowych prowadzi do grądowienia tych siedlisk, co wymaga wprowadzenia czynnych sposobów ich ochrony.

4. Podsumowanie

Tezy zawarte w raportach IPCC z 2007 i 2013 roku, wskazujące na niekorzystne zmiany klimatyczne są m.in. podstawą do traktowania obiektów małej retencji w polskich lasach jako zadania priorytetowego. Realizacja przedsięwzięć w postaci budowy obiektów małej retencji w Nadleśnictwach Dąbrowa i Włocławek, spowodowała powstanie sztucznych zalewów, retencjonujących znaczną ilość wody, która dotychczas swobodnie odpływała z badanych siedlisk leśnych. W analizowanych obiektach w Leśnictwie Osiecinie w Nadleśnictwie Włocławek, uzyskano przyrost retencji wodnej, powierzchniowej i gruntowej w ilości od 1,4 do

14,5 tys. m³ przy wzniesieniu powierzchni zalewowej od 10,3 do 31,7 tys. m². W drugim analizowanym nadleśnictwie – Dąbrowa, powstała powierzchnia zalewowa o wielkości od 1800 m² do 32900 m², a powstałe zbiorniki retencyjne magazynują wodę w ilości od 2610 m³ do 18095 m³. Regulacja poziomu piętrzenia w okresach roztopów i wezbrań pozwoli na efektywne przetrzymanie wody, a w okresach często występujących deficytów wodnych odpowiednio jej wykorzystanie.

Badania wykazały, że wybudowanie urządzeń piętrzących bliższych naturze, wykonanych z materiałów naturalnych, może być tania alternatywą retencjonowania wody, w porównaniu z budową zbiorników retencyjnych, które wymagają także znacznych kosztów eksploatacyjnych (Idczak i Mrozik 2014).

Przedstawione w pracy obiekty małej retencji świadczą, że ich wykonanie z zachowaniem wymogów ochrony środowiska i prowadzenie na nich racjonalnej gospodarki wodnej, może przyczynić się do wzrostu retencji wodnej i ochrony siedlisk leśnych szczególnie wrażliwych na niedobory wody. Ponadto działania z zakresu małej retencji mogą wpływać pozytywnie na zwiększenie bioróżnorodności.

Literatura

1. Atlas Hydrologiczny Polski (1987). pod red. Stachy J. IMGW Warszawa: Wydawnictwa Geologiczne, 79 ss.
2. Banasik K., Hejduk L., Hejduk A., Kaznowska E., Banasik J., Byczkowski A. (2013). Wieloletnia zmienność odpływu z małej zlewni rzecznej w rejonie Puszczy Kozienickiej. *Sylvan* 157 (8), 578-586.
3. CKPŚ (2009): *Zwiększanie możliwości retencyjnych oraz przeciwdziałanie powodzi i suszy w ekosystemach leśnych na terenach nizinnych* (projekt programu), Warszawa.
4. Dziewoński Z. (1973). *Rolnicze zbiorniki retencyjne*. Wydawnictwo Naukowe Warszawa.
5. Grzelak, A. (2011). Przekształcenia roślinności łąkowej w rezerwatach przyrody Polski Środkowej. *Przegląd Przyrodniczy*, 22(3), 21-37.
6. Gutry-Korycka M., Sadurski A., Kundzewicz Z. (2004). Zasoby wodne a ich wykorzystanie. *Nauka*1/2014, s. 77-98.
7. Idczak, P., Mrozik, K. (2014). Ocena efektywności kosztowej rozwiązań kształtujących retencję zlewni rzecznej jako sposobu ograniczania zagro-

- zenia powodziowego. *Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu*, (367) 102-111.
8. Korytowski M., Szafrąński Cz. (2012) Zmiany stanów i zapasów wody w lesie mieszanym świeżym na obszarze Leśnego Kompleksu Promocyjnego Lasy Rychtałskie. *Annual Set the Environment Protection*, tom 14, 673-682.
 9. Liberacki D., Stachowski P. (2008). Ocena małej retencji wodnej w Puszczy Zielonce i jej otulinie. *Annual Set the Environment Protection*, tom 10, 657-678.
 10. Miler A. T. (2014) *Ocena stanu małej retencji wodnej oraz perspektywy jej rozbudowy na wybranych terenach leśnych w Wielkopolsce*, w monografii „Problemy gospodarowania wodą na terenach leśnych, zurbanizowanych i niezurbanizowanych”. Poznań: Wydawnictwo Naukowe Bogucki 31-40.
 11. Mioduszeński, W. (2003). *Mała retencja: Ochrona zasobów wodnych i środowiska naturalnego*. Wydawnictwo IMUZ, Falenty, 49 ss.
 12. Mioduszeński W., Nyc K., Żelazo J.,(2005). *Zasoby wodne w obszarach wiejskich*. Postępy Nauk Rolniczych PAN, nr 3, 3-19.
 13. Mrozik K., Przybyła Cz. (2007). Przestrzenne zróżnicowanie inwestycji małej retencji wodnej w Polsce w latach 1998-2005. *Wiadomości Melioracyjne i Łąkarskie nr 4*, 34-36.
 14. Nyc K., Pokładek R.(2009). *Eksploatacja systemów melioracyjnych podstawą racjonalnej gospodarki wodnej w środowisku przyrodniczo-rolniczym*. Monografia seria: Współczesne Problemy Inżynierii Środowiska. 87 ss.
 15. Pierzgalski E. (2007) Specyfika obiektów małej retencji w lasach. *Wiadomości Melioracyjne i Łąkarskie*, 3, s 120-124.
 16. Pierzgalski E. (2009). Wielofunkcyjna gospodarka leśna a zasoby wodne. *Wiadomości Melioracyjne i Łąkarskie*, 3, s 118-123.
 17. Stachowski P., Liberacki D., Fiedler M. (2015). Ocena zwiększenia retencji siedlisk leśnych objętych programem Natura 2000. *Nauka Przyroda Technologie, Tom 9, Zeszyt 2*, 30, 2015.
 18. Stasik R., Szafrąński Cz., Korytowski M., Liberacki D. (2008). Próba oceny możliwości zwiększenia retencji wody w glebach wybranych siedlisk leśnych. *ZPPNR*, 528, 251-257,.
 19. Stasik R., Szafrąński Cz., Korytowski M., Liberacki D. (2011). Kształtowanie się zasobów wodnych w małych zlewniach leśnych na obszarze Wielkopolski. *Rocznik Ochrona Środowiska, T 13, Annual Set of Environment Protection*, volume 13, 1679-1696
 20. Tyszka J. (2007) Zasoby wodne w lasach w zmieniających się warunkach klimatycznych. *Bibl. Leśniczego*, z 262, ss. 14.

21. Wytyczne do realizacji obiektów małej retencji w nadleśnictwach – część techniczna. Zwiększanie możliwości retencyjnych oraz przeciwdziałanie powodzi i suszy w ekosystemach leśnych na terenach nizinnych. (2008). *Warszawa: Centrum Koordynacji Projektów Środowiskowych.*
22. *Zasady Hodowli Lasu* (2012). Warszawa: Centrum Informacji Lasów Państwowych, 72 ss.
23. Zielony R., Kliczkowska A. (2012). *Regionalizacja przyrodniczo-leśna Polski 2010*. Warszawa: Centrum Informacyjne Lasów Państwowych, 356.

Effects of implementation of small retention programme on the example of two forest districts of lowland area

Abstract

Evaluation of the effects of small retention programme implementation was an aim of the paper. The research was carried out in two forest districts located in lowland area: Włocławek and Dąbrowa Forest District. They are located in the central part of the Polish Lowland in the southern and north-eastern part of Kujawy-Pomerania Province. Location of these objects in the zone of the lowest precipitation and also in the high air temperature have negative impact on the water resources. All of the activities which can protect the water resources as well as can increase the water retention should be priority.

Realization of the investment of small retention objects in recent years caused creation of artificial reservoirs collecting significant amount of water, which flowed away until now. Realization of small retention object at Osiećiny Forestry of Włocławek Forest District included building weir with regulated flashboard gate in the ditch. Meanwhile in the Dąbrowa Forest District at Krępa watercourse at degraded grasslands of low class in November 2006. Four cascading weir with constant overflow as well as four reservoirs were built. An increase of surface and subsurface retention capacity in Włocławek Forest Districts was from 14 to 14.5 th. m³, with an increase of flowed area from 10.3 th. m² to 31.7 th. m². Flowed area created in second analysed forest district – Dąbrowa, was from 1.8 th. m² to 32.9 th. m², and built reservoirs stored water of amount from 2.6 th. m³ to 18.1 th. m².

The building devices of small retention caused the water retention increase of about 36.4 th. m³ in total. Improvement of habitat conditions which are in particular sensitive to water shortage, which can appear frequently, was an additional profit of small retention programme implementation, besides the increase of water storage amount. The researches indicated that nature-friendly small water damming devices, constructed from natural materials can also be an

cheap alternative for water storage in comparison to constructing bigger water reservoirs, which also demanding high exploitation costs.

Small retention water devices presented in the paper allow to carrying out a rational water management with maintain of environmental needs. They also indicate possibility of water retention increase and protection of forest habitats which are particularly sensitive to water shortage. The more so all of the small retention activities can positively affect biodiversity of forest habitats.

Słowa kluczowe: zlewnie leśne, zbiorniki wodne, mała retencja

Keywords: forest catchment, water reservoir, small retention