

Wpływ małych zbiorników wodnych na wybrane elementy środowiska leśnego

Krzysztof Czyżyk, Bolesław Porter

Abstrakt. Celem prac badawczych było określenie czy małe śródleśne zbiorniki wodne wpływają na otaczające środowisko przyrodnicze. Zbiorniki, w których gromadzona jest woda w zasadzie nie zwiększają poziomu wód gruntowych, nie mają wpływu na otaczające środowisko przyrodnicze. Zgodnie z tym założeniem przyjęto dwie hipotezy dotyczące wpływu wody na różnorodność biologiczną oraz przyrost drzew na grubość. Wpływ zgromadzonej w zbiorniku wody na otaczający ekosystem analizowano na podstawie uproszczonych zdjęć fitosocjologicznych (zbiorowiska roślinne, typ siedliskowy lasu, gleba i jej podtyp), masy i liczby odławianych drapieżnych chrząszczy z rodziny biegaczowate oraz przyrostu drzew na grubość. W wyniku badań stwierdzono, że woda gromadzona w zbiornikach wodnych wpływa na zwiększenie i urozmaicenie bazy pokarmowej chrząszczy oraz przyrost drzew na grubość.

Słowa kluczowe: mała retencja, biegaczowate, przyrost drzew na grubość

Abstract. The influence of small mid-forest water reservoirs on chosen elements of forest environment. The purpose of the research was to determine if small mid-forest water reservoirs influence the surrounding natural environment. The reservoirs in which water is stored do not really make the levels of ground waters higher and as such do not affect the surrounding natural environment. This assumption assumes two hypotheses about the impact of water on biodiversity and tree growth on the thickness. The influence of the reservoirs on the surrounding ecosystems was analyzed on basis of the simplified phytosociological releves (plant communities, site description, type and subtype of soil), the mass and the number of caught carabids, as well as the growth in the thickness of the trees.

As a result of the study found that water accumulated in water reservoirs influences the increase and diversification of the beetle's food resources and growth in the thickness of the trees.

Key words: small retention, carabids, the growth in the thickness of the trees

Wstęp

W latach 2007-2015 w Państwowym Gospodarstwie Leśnym Lasy Państwowe (PGL LP) były realizowane dwa programy w ramach III priorytetu Programu Operacyjnego Infrastruktura i Środowisko tj. „Zwiększanie możliwości retencyjnych oraz przeciwdziałanie powodzi i suszy w ekosystemach leśnych na terenach nizinnych” – mała retencja nizinna oraz „Przeciwdziałanie skutkom odpływu wód opadowych na terenach górskich. Zwiększenie retencji i utrzymanie potoków oraz związanej z nimi infrastruktury w dobrym stanie” – mała retencja góriska (tab. 1).

W odniesieniu do retencji nizinnej w PGL LP przyjęto pięć etapów przebiegu inwestycji (CKPŚ 2014a):

- etap I – weryfikacja uwarunkowań środowiskowych oraz projektowanie obiektów małej retencji,
- etap II – uzyskiwanie pozwoleń/decyzji na realizację przedsięwzięcia,
- etap III – budowa/rozbudowa,
- etap IV – oddanie do użytkowania,
- etap V – monitoring stanu technicznego obiektów oraz ocena skuteczności ich działania.

Tab. 1. Efekt programów małej retencji (źródło: <http://www.ckps.lasy.gov.pl>)

Table 1. Effect of small retention programs (source: <http://www.ckps.lasy.gov.pl>)

Wyszczególnienie/Specification	Mała retencja nizinna / Small lowland retention	Mała retencja góriska / Small mountain retention
Budżet projektu / Project budget [zł]	ok. 189 mln	ok. 185 mln
Liczba nadleśnictw / Number of Districts	175	55
Liczba regionalnych dyrekcji LP / Number of regional directors LP	17	4
Liczba wykonanych obiektów hydrotechnicznych / Number of hydraulic engineering works	3644	3553
Zmagazynowana woda / Stored water [m ³]	ponad 42 mln	ponad 1,5 mln

W opisie poinwestycyjnego monitoringu znajdują się tylko ogólne wskazówki do kontroli urządzeń hydrotechnicznych i lakoniczny zapis o “ocenie jego skuteczności w odniesieniu do zamierzonych efektów środowiskowych”, zaś ocena efektu ekologicznego została oparta jedynie na ilości zmagazynowanej wody liczonej w metrach sześciennych. W przypadku programu małej retencji górskiej, w nawiązaniu do monitoringu poinwestycyjnego, jest tylko zapis o monitorowaniu zmian stosunków wodnych. W obu podręcznikach brakuje natomiast konkretnej informacji jak należy badać wpływ zrealizowanej inwestycji na środowisko przyrodnicze (CKPŚ 2014b).

Planowane kolejne programy na lata 2016-2022 związane z retencjonowaniem zasobów wodnych tj. „Kompleksowy projekt adaptacji lasów i leśnictwa do zmian klimatu – mała retencja oraz przeciwdziałanie erozji wodnej na terenach nizinnych” i „Kompleksowy projekt

adaptacji lasów i leśnictwa do zmian klimatu – mała retencja oraz przeciwdziałanie erozji wodnej na terenach górskich” będą realizowane w oparciu o dwa nowe podręczniki (CKPŚ 2016a i 2016b) pod tym samym tytułem “Podręcznik wdrażania projektu. Wytyczne do realizacji zadań i obiektów małej retencji i przeciwdziałania erozji wodnej:

1. Kompleksowy projekt adaptacji lasów i leśnictwa do zmian klimatu – mała retencja oraz przeciwdziałanie erozji wodnej na terenach nizinnych.
2. Kompleksowy projekt adaptacji lasów i leśnictwa do zmian klimatu – mała retencja oraz przeciwdziałanie erozji wodnej na terenach górskich.

Monitoringowi przyrodniczemu został poświęcony cały rozdział, uwzględniający techniczno-przyrodniczy oraz monitoring przyrodniczy. Monitoring techniczno-przyrodniczy, tak jak w podręcznika z 2014 roku odnosi się do stanu technicznego infrastruktury hydrotechnicznej i możliwych powodowanych przez nie potencjalnych niepożądanych zmian w środowisku. Natomiast monitoring przyrodniczy ma za zadanie wychwycenie zarówno stanu początkowego zasobów przyrodniczych w miejscu i otoczeniu planowanej inwestycji, jak i uchwycenie zachodzących zmian w czasie, spowodowanych działalnością obiektów hydrotechnicznych. Realizowany będzie w dwóch podtypach:

- monitoring przed i po – polegający na opisie stanu pierwotnego i analizie zachodzących zmian przyrodniczych po zrealizowaniu inwestycji,
- monitoring szczegółowy – polegający na szczegółowej analizie odnoszącej się do rodzaju i celu wykonanej inwestycji, w tym:
- wpływ działań dotyczących wykonania zbiorników małej retencji oraz przywracania funkcji obszarom mokradłowym na uwodnienie siedlisk oraz wybrane gatunki występujące na siedliskach zależnych od wody,
- wpływ działań przeciwerozojnych i udrożnieniowych realizowanych bezpośrednio na ciekach, na stan wód w zlewni, organizmy wodne oraz warunki migracji organizmów wodnych,
- wpływ działań przeciwerozojnych wykonywanych na szlakach zrywkowych, powierzchni dróg leśnych i ciekach okresowych na stan gleb oraz siedlisk przyrodniczych,
- wpływ działań przeciwerozojnych wykonywanych na szlakach zrywkowych, powierzchni dróg leśnych i ciekach okresowych na stan wód w zlewni oraz organizmy wodne.

Wraz z kolejnymi projektami realizowanymi w PGL LP dotyczącymi retencjonowania zasobów wodnych, metodyka monitoringu przyrodniczego przed- i poinwestycyjnego staje się coraz bogatsza. Pierwsze projekty realizowane przed 2007 rokiem, samodzielnie i w własnym zakresie przez nadleśnictwa, opierały się o skąpe informacje zawarte w Zarządzeniu nr 11 (1995) i nr 11A (1999) Dyrektora Generalnego Lasów Państwowych, Polityki Leśnej Państwa (1997), Zasad Hodowli Lasu (1988, 2003), porozumienia pomiędzy Ministrem Rolnictwa i Gospodarki Żywnościowej a Ministrem Ochrony Środowiska, Zasobów Naturalnych i Leśnictwa (1995) oraz Zasad planowania i realizacji małej retencji w Lasach Państwowych (1997). Mimo to udało się PGL LP wykonać 1124 zbiorniki retencyjne i 2200 różnego typu budowli piętrzących oraz magazynujących około 8,4 mln m³ wody (Mioduszewski i Pierzgałski 2007, Zabrocka-Kostrubiec 2008).

W literaturze przedmiotu odczuwalny jest brak informacji o wpływie na środowisko leśne wybudowanych obiektów retencjonujących zasoby wodne przed 2007 rokiem. Powodem

może być indywidualny charakter każdego zadania, brak wymogu monitorowania zachodzących zmian a także znaczny koszt prowadzenia prac badawczych.

W pracy przedstawiono wyniki badań dotyczące wpływu małych śródleśnych zbiorników wodnych na otaczające środowisko przyrodnicze.

Cel i zakres pracy

Celem prac badawczych było określenie czy małe zbiorniki wodne wpływają na otaczające środowisko przyrodnicze. Zbiorniki, w których gromadzona jest woda w zasadzie nie zwiększają poziomu wód gruntowych, nie mają wpływu na otaczające środowisko przyrodnicze. Zgodnie z tym założeniem przyjęto następujące hipotezy:

1. Wraz z odległością od krawędzi zbiornika wodnego nie zmienia się środowisko przyrodnicze dna lasu, w związku z czym dostęp do bazy pokarmowej jest zbliżony, w konsekwencji nie powoduje to żadnych zmian w różnorodności oraz przestrzennym rozmieszczeniu zwierząt występujących w lokalnym ekosystemie.
2. Gromadzona woda w małym śródleśnym zbiorniku nie podnosi poziomu zwierciadła wód podziemnych, a co za tym idzie, nie poszerza obszaru, w którym korzenie drzew mają ułatwiony dostęp do wód gruntowych, co mogłoby ujawnić się w postaci zwiększonego przyrostu drzew na grubość.

Weryfikację pierwszej hipotezy przeprowadzono na podstawie badań dotyczących liczebności oraz średniej biomasy osobniczej (SBO) drapieżnych chrząszczy z rodziny biegaczowate (Carabidae Col.). Zmiana ich liczby, wielkości i wagi jest istotnie powiązana z czynnikami zewnętrznymi, głównie z bogactwem bazy pokarmowej, a skład gatunkowy i SBO świadczą o zasobności środowiska (Leśniak 1963, 1971, 1981, 1997, Szyszko 1997, Larsen i Jensen 2000). Chrząszcze te występują we wszystkich typach siedliskowych lasu, a ich życie i rozwój związane są przede wszystkim z wierzchnią warstwą gleby i roślinnością dna lasu (Burakowski i in. 1973 i 1974, Bogdanowicz i in. 2004).

Drugą hipotezę weryfikowano w oparciu o analizę przyrostu drzew na grubość. Zostały wykonane wywierty dordzeniowe w sośnie zwyczajnej, świerku pospolitym i modrzewiu europejskim. Badanie dendrochronologiczne zmian szerokości słoju przyrostowych w latach przed i po odtworzeniu zbiorników wodnych może być podstawą do określenia wpływu zmian stosunków wodnych na dostępność korzeni drzew do podziemnych zasobów wodnych. Przyrost grubości drzew jest częstym wskaźnikiem zmian zachodzących w ekosystemach, spowodowanych różnymi przyczynami, stosowało go wielu badaczy, m.in. Zielski i Krąpiec (2009), Pierzgałski i in. (2012).

Obszar badań i obiekty

Badania prowadzono w kompleksie leśnym na terenie Nadleśnictwa Maskulińskie (RDLP Białystok), w leśnictwie Baranowo. Według podziału fizyczno-geograficznego Kondrackiego (2001) mezoregion Krainy Wielkich Jezior Mazurskich oraz Równina Mazurska. Według Romera (1949) klimat Krainy Wielkich Dolin, w klimatycznej Krainie Pojeziernej.

Średnie wieloletnie roczne temperatury i średnie roczne wysokości opadów atmosferycznych w latach 1981-2012 zawierają się w przedziale 7,8-11,3°C i 586-678 mm (IMGW 2013).

Do badań terenowych zostały wytypowane cztery zbiorniki retencyjne (zbiornik 1 i 2 w wydzieleniu nr 258, zbiornik 3 i 4 w wydzieleniu 256), odtworzone w ramach programu „Ochrona i regeneracja siedlisk żółwia błotnego oraz innych zagrożonych gatunków zwierząt” w 2006 roku, w tym roku zaczopowano również rowy którymi była wyprowadzana woda (ryc. 1). Teren ten stanowi fragment Obszaru Specjalnej Ochrony siedlisk Mazurska Ostoja Żółwia Baranowo (PLH 280055).



Zbiornik 1 / Reservoir 1



Zbiornik 2 / Reservoir 2



Zbiornik 3 / Reservoir 3



Zbiornik 4 / Reservoir 4

Ryc. 1. Odtworzone małe zbiorniki wodne

Fig. 1. Recreated small water reservoirs

Metodyka

Na transektach o długości 105 metrów i szerokości 10 metrów, wytyczonych zgodnie z głównymi kierunkami geograficznymi od krawędzi odtworzonych zbiorników wodnych, w odległości 5, 25, 50 i 100 metrów rozmieszczono pułapki żywołowne na biegaczowate (Szyszko 1973, 2002). Odłów prowadzono co dwa dni (GDOŚ 2012) po dwóch nocnych zerowaniach, począwszy od 15 lipca 2012 i 2013 roku do czasu schwytania 50 osobników, po czym pułapki były deinstalowane. Chrząszcze po zważeniu i oznaczeniu kluczem Kulta

(1947) i Hůrka (1996) były wypuszczane w odległości 10 metrów od brzegu transektu. Odłowu nie prowadzono w miejscach niedostępnych (na bagnach) (Czyżyk 2015).

Jesienią 2013 roku z 56 drzew panujących i górujących rosnących na transektach, na wysokości 130 cm od powierzchni gruntu, pobrano świdrem Presslera po dwa wywierty dordzenio-we. Zapisano również współrzędne geograficzne badanego drzewa, gatunek, grubość w miejscu wywiertów i odległość od krawędzi zbiornika wodnego. Po wysuszeniu próbek $\frac{1}{3}$ grubości została zeszlifowana w celu wyraźniejszego ukazania przekroju poprzecznego, po zeskanowaniu przeprowadzono ogólną analizę dendrochronologiczną programem komputerowym CoRecorder firmy Cybis Elektronik & Data AB (z dokładnością do 0,01 mm), zaś szczegółową w programie STATISTICA (data analysis software system) wersja 12, StatSoft, Inc. (2014).

W czerwcu 2013 roku, w pobliżu pułapek żywołonnych zostały wykonane uproszczone zdjęcia fitosocjologiczne metodą Braun-Blanqueta (1951), zawierające charakterystykę zbiorowisk roślinnych i typ siedliskowy lasu (Matuszkiewicz 2012), oraz odwierty doglebo-we w celu określenia typu, podtypu i gatunku gleby (Brożek i Zwyczaj 2003).

Danym typu nominalnego przyporządkowano rangi w skali porządkowej, które zakodowano następująco:

1. Zbiorowiska roślinne (od najuboższego do najbogatszego): 1 – *Tilio-Carpinetum-typicum*, 2 – *Larix-impatiens*, 3 – *Picea-mpatiens*, 4 – *Pinussylvestris-Rubus sp.*, 5 – *Quercus robur-Rubus*, 6 – *Ribesonigri-Alnetum*.
2. Typ siedliskowy lasu (od najmniej do najbardziej wilgotnego): 1 – LMśw, 2 – Lśw, 3 – LMw, 4 – Lw.
3. Gleba (od najmniej do najbardziej żyznej): 1 – RDBr, 2 – Gw, 3 – BRwy, 4 – CZbr, Czwy i Tn.

Dla prób niezależnych stosowano testy t-Studenta, a w przypadku rangi w skali porządkowej – test U Manna-Whitney’a. Przyrost drzew na grubość badano stosując jednoczynnikową analizę ANOVA.

Ze stacji w Mikołajkach uzyskano następujące dane pogodowe i klimatyczne (IMiGW-PIB 2013):

- średnie temperatury dobowe, średnią dobową wilgotność względną, zachmurzenie ogólne oraz sumy dobowe opadów w podziale godzinowym dla lipca i sierpnia 2012 i 2013 roku,
- miesięczne sumy opadów atmosferycznych oraz średnie miesięczne temperatury powietrza za lata 1999-2013.

W pracy pominięto dane zawarte w przyrodniczej inwentaryzacji przedinwestycyjnej (Ryś 2006), gdyż zawierały jedynie opis zbiorowisk roślinnych bezpośrednio graniczących ze zbiornikiem oraz dane z Planu Urządzenia Lasu nadleśnictwa na lata 2005-2014 i 2015-2024 z powodu nadmiernej generalizacji (PUL 2004 i 2014).

Wyniki

W badanym okresie odłowiono łącznie 5169 drapieżnych chrząszczy z rodziny biegaczowate (*Carabidae Col.*) o sumarycznej masie 1347,43 gram. Największą średnią masą odznaczyły się osobniki schwyte w 2012 roku w odległości 100 metrów (0,280 mg), zaś najmniejszą w 2013 roku w odległości 5 m od krawędzi zbiornika (0,246 mg) – tab. 2.

Tab. 2. Wyniki odłowu chrząszczy
Table 2. Results of catching beetles

Wyszczególnienie / Specification		Rok / Year	Odległość pułapki od zbiornika [m] / Distance trap from reservoir [m]			
			5	25	50	100
Zbiornik 1 / Reservoir 1	Liczba złapanych chrząszczy [szt.] / Number of beetles caught [pcs.]	2012	157	187	162	154
	Masa [g] / Mass [g]		39,85	47,8	43,86	43,16
	Liczba złapanych chrząszczy [szt.] / Number of beetles caught [pcs.]	2013	183	164	174	163
	Masa [g] / Mass [g]		46,76	38,78	38,41	43,26
Zbiornik 2 / Reservoir 2	Liczba złapanych chrząszczy [szt.] / Number of beetles caught [pcs.]	2012	161	230	180	160
	Masa [g] / Mass [g]		38,75	59,9	50,75	44,83
	Liczba złapanych chrząszczy [szt.] / Number of beetles caught [pcs.]	2013	154	214	168	157
	Masa [g] / Mass [g]		35,09	51,78	41,45	37,38
Zbiornik 3 / Reservoir 3	Liczba złapanych chrząszczy [szt.] / Number of beetles caught [pcs.]	2012	155	162	167	168
	Masa [g] / Mass [g]		40	43,23	48,88	51,2
	Liczba złapanych chrząszczy [szt.] / Number of beetles caught [pcs.]	2013	173	176	162	166
	Masa [g] / Mass [g]		42,61	47,85	46,85	44,19
Zbiornik 4 / Reservoir 4	Liczba złapanych chrząszczy [szt.] / Number of beetles caught [pcs.]	2012	154	158	111	102
	Masa [g] / Mass [g]		38,5	43,24	22,64	24,59
	Liczba złapanych chrząszczy [szt.] / Number of beetles caught [pcs.]	2013	154	178	107	108
	Masa [g] / Mass [g]		38,97	46,14	33,58	33,15
Razem / Sum	Liczba złapanych chrząszczy [szt.] / Number of beetles caught [pcs.]	2012	627	737	620	584
	Masa [g] / Mass [g]		157,1	194,17	166,13	163,78
	Liczba złapanych chrząszczy [szt.] / Number of beetles caught [pcs.]	2013	664	732	611	594
	Masa [g] / Mass [g]		163,43	184,55	160,29	157,98
SBO / MIB 2013		2012	250,56	263,46	267,95	280,45
		246,13	252,12	262,34	265,96	

Największe zróżnicowanie gatunkowe odnotowano w odległości do 5 m (przeciętnie od 4 do 6 gatunków), zaś najmniejsze w odległości 50 i 100 m (przeciętnie od 3 do 4 gatunków). Przeprowadzony test statystyczny ANOVA rang Kruskala-Wallisa wykazał, że na liczbę odłowionych gatunków miała wpływ odległość pułapki od lustra wody ($p < 0,05$).

Test t-Studenta dla prób niezależnych potwierdził istotny statystycznie wpływ zbiorowiska roślinnego i typu siedliskowego lasu na masę odławianych osobników ($p < 0,05$), analiza

wykazała słabą korelację (odpowiednio $r = -0,22$ i $r = -0,21$), a jej ujemny wynik może świadczyć, że wraz ze wzrostem bogactwa zbiorowisk roślinnych i uwilgotnienia roślinie masa drapieżnych chrząszczy.

W celu określenia wpływu warunków pogodowych na odłów biegaczowatych przeprowadzono test t-Studenta dla prób niezależnych, uwzględniający liczbę i masę schwytanych osobników, dobowy opad atmosferyczny, średnie temperatury dobowe, średnie dobowe wilgotności względne i zachmurzenie ogólne. Analiza nie potwierdziła istotnego statystycznie wpływu warunków pogodowych na odłów owadów.

Analizę przyrostu drzew na grubość rozpoczęto od zbadania wpływu miesięcznych sum opadów i średnich miesięcznych temperatur powietrza. Badanie prowadzono w czterech przedziałach czasowych:

- pięciomiesięczny – od kwietnia do września roku poprzedzającego przyrost,
- dwunastomiesięczny – od kwietnia roku poprzedzającego do marca roku, w którym formował się przyrost,
- osiemnastomiesięczny – od kwietnia roku poprzedzającego do września roku, w którym uformował się przyrost,
- pięciomiesięczny – od kwietnia do września roku, w którym uformował się przyrost.

Test t-Studenta dla prób niezależnych nie potwierdził istotnego wpływu badanych warunków klimatycznych na przyrost drzew na grubość ($p > 0,05$).

W kolejnym kroku porównano przyrost poszczególnych gatunków drzew na grubość, siedem lat przed (2000-2006) oraz siedem lat po (2007-2013) zrealizowaniu obiektów małej retencji leśnej. We wszystkich przypadkach średnie przyrosty drzew po wykonaniu zbiorników wodnych były wyższe w porównaniu ze średnimi przyrostami grubości tych drzew przed wykonaniem zbiorników, przy czym przeprowadzona jednoczynnikowa analiza wariancji ANOVA nie potwierdziła tych różnic jako istotnych statystycznie ($p > 0,05$). Największe średnie wartości przyrostu osiągał świerk pospolity, zarówno przed ($4,9 \div 6,0$ mm), jak i po wykonaniu zbiorników wodnych ($5,5 \div 6,6$ mm). Modrzew europejski osiągał przyrost od 3,5 do 4,1 mm przed inwestycją i od 3,8 do 4,5 mm po wykonaniu zbiorników. Najniższym średnim przyrostem charakteryzowała się sosna zwyczajna: przed od 2,6 do 3,1 mm oraz po od 2,8 do 3,4 mm.

Przy rozpatrywaniu przyrostów analizowanych gatunków drzew na grubość w zależności od odległości od krawędzi zbiornika, świerk pospolity oraz modrzew europejski charakteryzowały się wzrostem sumarycznego siedmioletniego przyrostu. Przez siedem lat średni przyrost wzrósł u świerka z 30 do 34 mm przy krawędzi i z 50 do 56 mm w odległości 63 metrów od zbiornika, a u modrzewia odpowiednio z 19 do 22 mm przy krawędzi zbiornika i z 34 do 36 mm w odległości 62 metrów od zbiornika. Zbliżone wyniki uzyskiwali Pierzgałski i in. (2012) oraz Wilczyński (2013), którzy spostrzegli dodatni przyrost grubości drzew w przypadku zwiększenia dostępnych korzeniom drzew zasobów wodnych.

Odmienne zareagowała sosna, która przed otworzeniem zbiorników na całej długości transektu przyrastała równomiernie (średnio 20 mm w 7 lat), zaś w latach poinwestycyjnych przyrosty drzew były mniejsze w odległości do 20 m od krawędzi zbiornika (średni 7-letni przyrost wyniósł 18 mm), a im dalej od tego punktu granicznego, tym przyrost był większy (średni 7-letni przyrost wyniósł 30 mm).

Podsumowanie i wnioski

Jak już wspomniano, celem prac badawczych była próba określenia, czy małe zbiorniki wodne utworzone jesienią 2006 roku wpływają na otaczające środowisko przyrodnicze. Pierwsza hipoteza została zweryfikowana negatywnie, gdyż zmieniało się środowisko przyrodnicze, a co za tym idzie, dostęp do bazy pokarmowej był zróżnicowany, co wpłynęło zarówno na liczbę schwytych gatunków chrząszczy oraz ich średnią biomasę osobniczą.

Szyszko (2002) w swoich badaniach stwierdził, że każde urozmaicenie roślinności dna lasu wpływa na wzrost liczby organizmów roślinożernych, a to skutkuje zwiększeniem bazy pokarmowej dla drapieżnych chrząszczy. Badacz zaobserwował jednocześnie, że im więcej jest gatunków, tym są one mniejsze, lecz zwiększa się ich liczebność. Badania terenowe potwierdziły tę tezę, gdyż największa liczba gatunków była odławiana w odległości 5 m od lustra wody, gdzie obszar charakteryzował się większym bogactwem flory i fauny, a czynnikiem oddziaływującym była ułatwiona dostępność do zasobów wodnych.

Największą masą osobniczą odznaczały się chrząszcze w strefie przejściowej, pomiędzy otwartą powierzchnią tuż przy zbiorniku a drzewostanami dojrzałymi (w odległości 25 m). Obszar ten stanowił doskonałe miejsce do żerowania, a urozmaicona baza pokarmowa przyczyniła się do wzrostu średniej biomasy osobniczej.

Druga hipoteza również została zweryfikowana negatywnie, gdyż gromadzona woda w małych śródleśnych zbiornikach wodnych ułatwiła dostęp korzeniom drzew do zwierciadła wód podziemnych. („poziomu” proszę usunąć). Analiza przyrostu drzew na grubość w oparciu o wykonane wywierty dordzeniowe potwierdziła wpływ zgromadzonej wody na zwiększenie przyrostu u świerka pospolitego i modrzewia europejskiego, u których to przyrost wzrósł i wzrastał wraz z odległością od krawędzi zbiornika ze zmniejszaniem się uwilgotnienia i żyzności siedlisk, wyniki te są zbieżne z obserwacjami Żurkowskiego (2003) oraz Pierzgałskiego i in. (2012). Ciekawą zależność zaobserwowano u sosny zwyczajnej, u której po odtworzeniu zbiornika w odległości ok. 20 m od jego krawędzi przyrost spadł, zaś od tego granicznego punktu odnotowano wzrost przyrostu grubości.

Dużą przeszkodę w analizie danych stanowiła wykonana ogólnikowo inwentaryzacja przyrodnicza przedinwestycyjna, do której nie można było się odnieść i porównać uzyskanych wyników z okresu przed- i poinwestycyjnego. Powodem był brak formalnego wymogu przeprowadzenia dokładnej inwentaryzacji m.in. zbiorowisk roślinnych, typu siedliskowego lasu, gleby i jej podtypu w obszarze do 100 m od krawędzi odtwarzanych zbiorników wodnych.

Na podstawie przeprowadzonych badań można przedstawić następujące wnioski:

1. Woda gromadzona w zbiornikach wodnych wpływa na zwiększenie i urozmaicenie bazy pokarmowej, co objawiło się w większej liczbie gatunków drapieżnych chrząszczy z rodziny biegaczowate (Carabidae Col.) w strefie przybrzegowej.
2. Największą średnią biomasą osobniczą wyróżniły się owady w odległości 25 metrów od zbiornika w strefie przejściowej pomiędzy otwartą powierzchnią tuż przy zbiorniku a drzewostanami dojrzałymi, gdzie dostrzeżono największą różnorodność przyrodniczą dna lasu.
3. Małe leśne zbiorniki wodne wpływają na średni przyrost drzew na grubość. Siedmioletni przyrost świerka pospolitego i modrzewia europejskiego był większy w okresie poinwestycyjnym i wzrastał wraz z odległością. U sosny zwyczajnej w odległości do 20 m przyrost zmniejszył się, zaś w dalszej odległości wzrósł.

4. Kolejne planowane badania powinny uwzględniać jak największą liczbę drzew, w tym również te niezajdujące się na transektach, gdyż kluczowa jest odległość od krawędzi zbiornika wodnego i dostęp korzeni do podziemnych zasobów wód gruntowych, a większy zasób materiału badawczego pozwoli na dokładniejsze poznanie zależności pomiędzy tworzonymi obiektami małej retencji a przyrostem drzew na grubość.
5. Magazynowana woda oddziałuje na pobliskie środowisko leśne, co uwidoczniło się przy odłowie chrząszczy i wywertach dordzeniowych. Istotnym parametrem, nieuwzględnionym jednak w niniejszej pracy ze względu na duży koszt zakupu urządzeń pomiarowych, mogłyby być zmiany poziomu zwierciadła wód gruntowych na przestrzeni poszczególnych miesięcy i lat, zapisywane przy pomocy automatycznych rejestratorów poziomu wody (loggerów).
6. Rzetelne i kompleksowe wykonanie inwentaryzacji przyrodniczej przedinwestycyjnej, powinno dotyczyć obszaru w odległości do 100 m od krawędzi planowanego zbiornika wodnego.
7. Należy pamiętać, że wykonane badania mają charakter miejscowy i nie można ich przekładać na inne powierzchnie. Celowe jest wykonanie podobnych badań w innych rejonach leśnych Polski, również na zbiornikach gromadzących zasoby wodne wskutek piętrzenia.

Literatura

- Bogdanowicz W., Chudzicka E., Pilipiuk I. i Skibińska E. 2004. Fauna Polski – charakterystyka i wykaz gatunków. Muzeum i Instytut Zoologii PAN, Warszawa.
- Braun-Blanquet J. 1951. Pflanzensoziologie, Gründzunge der vegetationkunde. Wydawnictwo Springer, Wiedeń, Austria.
- Brożek S., Zwydak M. 2003. Atlas gleb leśnych Polski. Wydawnictwo CILP, Warszawa.
- Burakowski B., Mroczkowski M., Stefańska J. 1973. Katalog fauny Polski (Catalogus faunae Poloniae). Część XXIII, tom 2. Chrząszcze (Coleoptera). Biegaczowate (Carabidae), część 1. Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa.
- Burakowski B., Mroczkowski M., Stefańska J. 1974. Katalog fauny Polski (Catalogus faunae Poloniae). Część XXIII, tom 3. Chrząszcze (Coleoptera). Biegaczowate (Carabidae), część 2. Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa.
- CKPŚ 2014a. Podręcznik wdrażania projektu „Zwiększanie możliwości retencyjnych oraz przeciwdziałanie powodzi i suszy w ekosystemach leśnych na terenach nizinnych”, część II wytyczne do realizacji projektu, Warszawa.
- CKPŚ 2014b. Podręcznik wdrażania projektu „Przeciwdziałanie skutkom odpływu wód opadowych na terenach górskich. Zwiększenie retencji i utrzymanie potoków oraz związanej z nimi infrastruktury w dobrym stanie”, część II wytyczne do realizacji projektu, Warszawa.
- CKPŚ 2016a. Podręcznik wdrażania projektu. Wytyczne do realizacji zadań i obiektów małej retencji i przeciwdziałania erozji wodnej. Kompleksowy projekt adaptacji lasów i leśnictwa do zmian klimatu – mała retencja oraz przeciwdziałanie erozji wodnej na terenach nizinnych. Kompleksowy projekt adaptacji lasów i leśnictwa do zmian klimatu – mała retencja oraz przeciwdziałanie erozji wodnej na terenach górskich. Część I Zakres rzeczowy, Warszawa.

- CKPŚ 2016b. Podręcznik wdrażania projektu. Wytyczne do realizacji zadań i obiektów małej retencji i przeciwdziałania erozji wodnej. Kompleksowy projekt adaptacji lasów i leśnictwa do zmian klimatu – mała retencja oraz przeciwdziałanie erozji wodnej na terenach nizinnych. Kompleksowy projekt adaptacji lasów i leśnictwa do zmian klimatu – mała retencja oraz przeciwdziałanie erozji wodnej na terenach górskich. Część II Podręcznik procedur, Warszawa.
- Czyżyk K. 2015. Oddziaływanie małych śródleśnych zbiorników wodnych na wybrane elementy środowiska przyrodniczego. Praca doktorska na Wydziale Budownictwa i Inżynierii Środowiska. Maszynopis, SGGW w Warszawie.
- GDOŚ 2012. Zgoda Generalnego Dyrektora Ochrony Środowiska na odłów biegaczowatych, z terminem ważności do 15 września 2013 r. (znak nr DOP-oz.6401.01.71.2012.JRO)
- Guilford J. P. 1964. Podstawowe metody statystyczne w psychologii i pedagogice. Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa.
- Hůrka K. 1996. Carabidae of the Czech and Slovak Republics. Wydawnictwo Kabourek, Zlin, Czechy.
- Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej w Warszawie 2013. Wybrane dane meteorologiczne stacji pogodowej w Mikołajkach, udostępnione w formie elektronicznej na potrzeby wykonania pracy doktorskiej. IMiGW w Warszawie.
- Kondracki J. 2001. Geografia regionalna Polski. Wydawnictwo PWN, Warszawa.
- Kult K. 1947. Klíč k určování brouků čeledi Carabidae Československé republikys. Praga, Czechosłowacja.
- Larsen L. I., Jensen J. N. 2000. An overview of selected international and national plans for conservation and management of marine biological diversity. A report for the Danish National Forest and Nature Agency. International Council for the Exploration of the Sea, Kopenhaga, Dania.
- Leśniak A. 1963. Przyczynek do badań nad określeniem zależności Carabidae, Col. od wieku drzewostanu. Sylwan 6, Warszawa.
- Leśniak A. 1971. Badania składu i struktury zespołów biegaczowatych (Carabidae, Col.) w zależności od nasilenia występowania niektórych szkodników pierwotnych. Prace IBL, Warszawa.
- Leśniak A. 1981. Possibility of bioindication of antropogenic deformations of forest habitats on the basis of changes in invertebrate communities. Wydawnictwo SGGW, Warszawa.
- Leśniak A. 1997. Metody analizy zgrupowań biegaczowatych (Carabidae, Col.) w zooindykacji procesów ekologicznych. VI Sympozjum Ochrony Ekosystemów Leśnych. Fundacja „Rozwój SGGW”, Warszawa.
- Matuszkiewicz W. 2012. Przewodnik do oznaczania zbiorowisk roślinnych Polski. Wydawnictwo PWN, Warszawa.
- Mioduszewski W., Pierzgałski E. 2007. Koncepcja programowo-przestrzenna dla projektu „Zwiększanie możliwości retencyjnych oraz przeciwdziałanie powodzi i suszy w ekosystemach leśnych na terenach nizinnych”, CKPŚ, Warszawa.
- Porozumienie pomiędzy Ministrem Rolnictwa i Gospodarki Żywnościowej a Ministrem Ochrony Środowiska, Zasobów Naturalnych i Leśnictwa z dnia 21.12.1995 r. dotyczące współpracy w zakresie programu małej retencji. Maszynopis MOŚZNiL, Warszawa.
- Pierzgałski E., Tysza J., Wróbel M., Stolarek A., Janek M., Falencka-Jabłońska M., Szczyndera M., Kuczera J., Bruchwald A., Dmyterko E. 2012. Ocena wpływu obiektów małej

- retencji w lasach nizinnych na zmiany w ekosystemach leśnych i ograniczenie zagrożenia suszą. IBL, Sękocin Stary.
- PUL (Plan Urządzenia Lasu) Nadleśnictwa Maskulińskie na okres 1.01.2005-31.12.2014, 2004. Nadleśnictwo Maskulińskie, Ruciane-Nida.
- PUL (Plan Urządzenia Lasu) Nadleśnictwa Maskulińskie na okres 1.01.2015-31.12.2024, 2014. Nadleśnictwo Maskulińskie, Ruciane-Nida.
- Romer E. 1949. Regiony klimatyczne Polski. Prace Wrocławskiego Towarzystwa Naukowego, Wrocław.
- Ryś A. 2006. Waloryzacja przyrodnicza obszaru objętego realizacją projektu "Ochrona i regeneracja siedlisk żółwia błotnego oraz innych zagrożonych gatunków zwierząt". Maszynopis, Ruciane-Nida.
- Szyszek J. 1973. Wpływ stosowania etylenoglikolu w cylindrach chwytnych na liczbę odławianych okazów i gatunków biegaczowatych (Col., Carabidae). Zeszyty Naukowe SGGW-AR, Warszawa.
- Szyszek J. 1997. Próba waloryzacji środowisk leśnych przy pomocy biegaczowatych (Carabidae, Col.). VI Sympozjum Ochrony Ekosystemów Leśnych. Fundacja „Rozwój SGGW”, Warszawa.
- Szyszek J. 2002. Możliwości wykorzystania biegaczowatych (Carabidae, Col.) do oceny zaawansowania procesów sukcesyjnych w środowisku leśnym – aspekty gospodarcze. Sylwan 146 (12), Warszawa.
- Wilczyński S. 2013. Przyczyny krótkookresowych reakcji przyrostowych sosen z różnych siedlisk. Sylwan 157 (9), Warszawa.
- Zabrocka-Kostrubiec U. 2008. Mała retencja w Lasach Państwowych – stan i perspektywy. SiM CEPL, Rogów, 18 (2): 55-63.
- Zarządzenie Nr 11 Dyrektora Generalnego Lasów Państwowych z dnia 14 lutego 1995 roku w sprawie doskonalenia gospodarki leśnej na podstawach ekologicznych (zn. spr. ZZ – 710 – 13/95). DGLP, Warszawa.
- Zarządzenie nr 11A Dyrektora Generalnego Lasów Państwowych z dnia 11 maja 1999 r. (zn. spr. ZG -7120-2/99). DGLP, Warszawa.
- Zasady Hodowli Lasu 1988. DGLP, Warszawa.
- Zasady Hodowli Lasu 2003. DGLP, Warszawa.
- Zasady planowania i realizacji małej retencji w Lasach Państwowych 1997. Biuro Studiów i Projektów Leśnictwa Biprolas na zlecenie Dyrekcji Generalnej Lasów Państwowych w Warszawie.
- Zielski A., Krąpiec M. 2009. Dendrochronologia. Wydawnictwo naukowe PWN, Warszawa.
- Żurskowiński M. 2003. Wzrost i struktura drzewostanów w strefie brzegowej jezior. Praca doktorska wykonana w Stacji Badawczej Rolnictwa Ekologicznego i Hodowli Zachowawczej Zwierząt PAN w Popielnie, obroniona na Wydziale Leśnym SGGW w Warszawie. Maszynopis SGGW, Warszawa.

<http://www.ckps.lasy.gov.pl/o-projektach-dla-lp#.WQjJJntSBaQ> (dostęp 2.5.2017 r.)

Krzysztof Czyżyk, Bolesław Porter

SGGW w Warszawie, Wydział Leśny
krzysztof_czyzyk@sggw.pl, boleslaw_porter@sggw.pl