

## Ocena małej retencji wodnej w Puszczy Zielonka i jej otulinie

*Daniel Liberacki, Piotr Stachowski  
Uniwersytet Przyrodniczy, Poznań*

### 1. Wstęp

Woda jest jednym z najważniejszych zasobów naturalnych warunkujących istnienie życia na Ziemi. Ilość i jakość zasobów wodnych oraz ich dystrybucja w czasie i przestrzeni są podstawowymi czynnikami determinującymi funkcjonowanie ekosystemów oraz są zasadniczym warunkiem trwałego rozwoju społeczno-gospodarczego.

Polska zalicza się do krajów o bardzo małych zasobach wodnych, trzykrotnie mniejszych od średniej europejskiej, a w przeliczeniu na mieszkańca (1600 m<sup>3</sup>/rok) znajduje się na przedostatnim miejscu w Europie. Dla porównania we Francji i Włoszech wielkość ta wynosi 3 tys. m<sup>3</sup>/rok, a na Węgrzech prawie 5 tys. m<sup>3</sup>/rok. Obszary o niewystarczających zasobach wód obejmują na dzień dzisiejszy około 60% powierzchni kraju (**Kowalczyk i in.** 1997a). Największymi niedoborami wody charakteryzuje się obszar Wielkopolski (**Kędziora** 1995, **Kowalczyk i in.** 1997a).

Relatywnie małe zasoby wodne Polski oraz zróżnicowanie ich rozkładu i jakości to podstawowe przesłanki wskazujące na konieczność ochrony ich ilości i jakości istniejących zasobów wodnych oraz nasilenia działań w celu wykorzystania potencjalnych możliwości retencjonowania wody na obszarach rolniczych i leśnych. Retencjonowanie wody powierzchniowej w małych zlewniach rolniczych może przyczynić się do złagodzenia przepływów wezbraniowych, zwiększać zasoby wody gruntowej, poprawiać strukturę bilansu wodnego tych zlewni, a w rezultacie wpływać pozytywnie na zasoby wodne kraju.

Jednym ze sposobów zwiększenia odnawialnych zasobów wodnych i poprawy ich jakości jest rozwijanie małej retencji wodnej. Pod tym pojęciem najczęściej rozumie się szereg kompleksowych działań w zakresie gospodarki

wodnej zwiększających ilość i dostępność oraz poprawiających jakość zasobów wodnych na skutek spowolnienia obiegu wody, substancji rozpuszczonych i zawieszin w małych zlewniach rzecznych. Mała retencja to również zatrzymywanie lub spowalnianie spływu wód w obrębie małych zlewni przy jednoczesnym zachowaniu i wspieraniu rozwoju krajobrazu naturalnego. Celem retencji jest poprawa bilansu wodnego zlewni rzecznych poprzez zmniejszenie odpływu wód, jak również poprawa jakości środowiska oraz zaspokojenie potrzeb gospodarczych (przeciwdziałanie powodzi). Efektami pośrednimi będzie renaturyzacja niektórych siedlisk np. torfowisk przez ich nawodnienie oraz zwiększenie bioróżnorodności, ograniczanie zjawiska erozji wodnej i przeciwdziałanie pożarom lasów. Obejmuje wszelkie działania techniczne i nietechniczne, zmierzające do poprawy struktury bilansu wodnego zlewni przez zwiększenie ich zdolności retencyjnych (Mioduszewski 2003). Mała retencja wodna to zatrzymanie, przy zastosowaniu rozmaitych zabiegów, jak największej ilości wody w jej powierzchniowym i przypowierzchniowym obiegu, czyli powstrzymanie jej bezproduktywnego odpływu. W zabiegach tych ważną rolę odgrywają zalesienia, zadrzewienia, roślinne pasy ochronne oraz ochrona oczek wodnych i mokradeł. Ważnym czynnikiem prowadzącym do optymalnego wykorzystania przestrzeni rolniczej jest odbudowa małej retencji na terenach, na których ingerencja człowieka w środowisko zachwiała naturalną równowagę zasobów wodnych oraz tworzenie nowych zbiorników retencyjnych na terenach, gdzie wymagane jest zwiększenie zasobów wodnych i gospodarcze wykorzystanie zmagazynowanej w ten sposób wody. Rozwój małej retencji jest istotnym elementem w ochronie środowiska jak i w ochronie jakości zasobów wodnych. Obok zaspokajania celów gospodarczych równie ważnym argumentem przemawiającym za rozwojem retencji jest potrzeba poprawy stanu środowiska przyrodniczego. Mała retencja nie oznacza zatrzymania wód jedynie poprzez budowę zbiorników i stopni wodnych, lecz także za pomocą zalesiania, zabiegów agrotechnicznych i fitomelioracyjnych dla zwiększenia retencji gruntowej. Obecnie, gdy niedobór wody staje się jedną z barier rozwoju, priorytetowym zadaniem dla służb melioracyjnych powinny być działania uwzględniające budowę i rozbudowę urządzeń do retencjonowania wody oraz do opóźniania odpływu wód ze zlewni rolniczych. W ostatnich dziesięcioleciach zaburzona została zdolność do naturalnego retencjonowania wody, z krajobrazu zniknęło wiele naturalnych cieków, oczek wodnych i zadrzewień śródpolnych, zlikwidowano 80% stawów i piętrzeń młyńskich. Spośród nietechnicznych metod kształtowania zasobów wodnych zlewni największe znaczenie mają działania z zakresu retencji krajobrazowej (siedliskowej). Odpowiednie kształtowanie krajobrazu ma na celu zwiększanie ilości retencjonowanych wód opadowych i wydłużanie czasu ich pozostawania w obrębie zlewni, a także poprawianie jakości wód. Najbardziej skutecznym sposobem poprawy bilansu wodnego zlewni jest zwiększanie jej

lesistości oraz właściwa gospodarka na terenach leśnych. Lasy pozytywnie wpływają na kształtowanie reżimu hydrologicznego cieków, zmniejszają ekstremum stabilizując odpływ oraz spowalniają spływy wód.



**Rys. 1.** Obiekt małej retencji wodnej

**Fig. 1.** Small water retention object

Intensyfikacja rozwoju małej retencji w Polsce nastąpiła po podpisaniu porozumienia między ministrem rolnictwa i gospodarki żywnościowej oraz ministrem ochrony środowiska, zasobów naturalnych i leśnictwa, z dnia 21.12.1995 roku dotyczącego współpracy w tym zakresie. W porozumieniu określono podstawowe kierunki współpracy i formy działania w zakresie programowania, finansowania i realizacji przedsięwzięć małej retencji wodnej na

obszarze kraju. Realizacja obiektów małej retencji w Polsce opiera się obecnie na programach opracowanych w latach 1996-1998. Ich realizację planowaną na 19 lat (do 2015) rozpoczęto w 1997. W jej wyniku zakładano zwiększenie zasobów retencionowania wody w Polsce o 1,14 mld m<sup>3</sup> (60 mln m<sup>3</sup> /rok). W latach 1998-2005 wykonano i oddano do użytku 2191 obiektów małej retencji wodnej. Uzyskany średnioroczny przyrost zmagazynowanej wody wynoszący nieco ponad 14 mln m<sup>3</sup>, stanowi zaledwie 23% planu zawartego w programach do 2015 roku (**Mrozik i Przybyła** 2007). Do roku 2005 w Polsce całkowitą retencję powiększono o prawie 126 mln m<sup>3</sup>. Największy przyrost pojemności uzyskano w wyniku podpiętrzania jezior (około 54 mln m<sup>3</sup>), mniejsze przyrosty dotyczą zbiorników wodnych (około 46 mln m<sup>3</sup>) oraz stawów rybnych (16 mln m<sup>3</sup>). Łącznie w latach 1997-2005 na realizację obiektów małej retencji w kraju przeznaczono około 467 mln zł, co odpowiada średnim rocznym nakładom około 52 mln zł (**Kowalewski** 2004). W tym kontekście znamienne są straty poniesione w rolnictwie na skutek suszy, jaka wystąpiła w okresie wegetacyjnym 2006 r. w wyniku, której straty szacowane wyniosły 6,1 mld zł (**Kowalewski i Mioduszeowski** 2007). Zdecydowanie najwięcej inwestycji zrealizowano w dwóch województwach: dolnośląskim 533 i wielkopolskim 488, co stanowiło razem 46% ogółu obiektów w kraju. W województwie wielkopolskim zanotowano także największy przyrost retencionowanej wody – 30,9 mln m<sup>3</sup>, co stanowi ponad ¼ ogółu. W strukturze przyrostu retencionowanej wody w Polsce dominuje piętrzenie jezior (43%). Ta forma małej retencji wodnej okazuje się także najtańszym rozwiązaniem (0,22 zł/m<sup>3</sup>), podczas gdy uzyskanie w małej retencji 1 m<sup>3</sup> wody w latach 1998-2005 kosztowało średnio 3,75 zł. W Narodowym Programie Rozwoju na lata 2007-2013, który pozwoli wykorzystać środki finansowe oferowane przez Unię Europejską z zakresu ochrony środowiska (ok. 5,5 mld euro), realizację obiektów małej retencji przewiduje się w priorytecie „Zarządzanie zasobami i przeciwdziałanie zagrożeniom środowiska”, w kwocie 545 mln euro pochodzącą z Funduszu Spójności, do realizacji przez Wojewódzkie Zarządy Melioracji i Urzędzeń Wodnych, Regionalne Zarządy Gospodarki Wodnej oraz PGL Lasy Państwowe.

Potrzeba retencionowania wody powierzchniowej na obszarze Wielkopolski wynika przede wszystkim z uwarunkowań klimatycznych oraz gospodarczych potrzeb wodnych rolnictwa i leśnictwa. Stan obecny obiektów małej retencji wodnej w Wielkopolsce na tle kraju przedstawiono w tabeli 1. Biorąc pod uwagę analizę warunków topograficznych i hydrologicznych zlewni opracowano program zwiększenia retencji wód powierzchniowych na terenie województwa.

Potwierdzono możliwości wykonania: 48 spiętrzeń jezior o łącznej powierzchni 3023 ha i pojemności 33,01 mln m<sup>3</sup>, 62 zbiorników sztucznych dolinowych o łącznej powierzchni 4868 ha i pojemności 83,21 mln m<sup>3</sup>, 230 budowli piętrzących i uzyskanie przez to retencji korytowej o wielkości 8,99 mln m<sup>3</sup>, 282 stawów wiejskich o łącznej pojemności 12,1 mln m<sup>3</sup>.

**Tabela 1.** Obiekty małej retencji wodnej (źródło *Ochrona Środowiska 2006*)  
**Table 1.** Small water retention objects

Region	Liczba obiektów	Pojemność (tys. m <sup>3</sup> )	Obiekty małej retencji					
			piętrzenie jezior		sztuczne zbiorniki wodne		stawy rybne	
			obiekty (szt.)	tys. m <sup>3</sup>	obiekty (szt.)	tys. m <sup>3</sup>	obiekty (szt.)	tys. m <sup>3</sup>
<b>Woj. Wielkopolskie</b>	5723	125941,9	37	64715	894	40528,1	975	54623
Polska	24104	385529,2	375	237316	2839	114887,2	5905	292447

Wykonanie do 2011 roku planowanych obiektów umożliwiłoby zwiększenie ilości retencjonowanej wody o 126,37 mln m<sup>3</sup>. Łącznie z już istniejącymi obiektami przy pomocy, których możliwe jest retencjonowanie 220,072 mln m<sup>3</sup>, wielkość retencji na terenie województwa wzrośnie do 346,442 mln m<sup>3</sup> wody. Objętość ta stanowić będzie około 9,16 % zasobów wody roku średniego i około 19 % zasobów wody roku suchego. Wykonanie ponadto do 2011 na terenie lasów: 182 zbiorników śródleśnych, 423 budowli piętrzących na ciekach, pozwoli na zmagazynowanie dodatkowo na obszarze Wielkopolski 2,52 mln m<sup>3</sup> wody powierzchniowej. Realizacja programu małej retencji przyczyni się do zwiększenia skromnych zasobów wody na terenach rolnych i leśnych o 128,9 mln m<sup>3</sup>, a więc o 57% w stosunku do stanu obecnego z 2005 roku. Od kilku lat w realizacji programów małej retencji aktywnie uczestniczą Lasy Państwowe. Na potrzeby małej retencji opracowano „Zasady planowania i realizacji małej retencji w Lasach Państwowych”. Finansowanie inwestycji poprawiających retencję w Lasach Państwowych odbywa się przy wykorzystaniu środków własnych LP oraz dotacji: Ekofunduszu, Wojewódzkich Funduszy Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej oraz środków Phare. W latach 1998-2001 w Lasach Państwowych odtworzono lub wybudowano nowe 743 zbiorniki retencyjne o łącznej powierzchni 930 ha i kubaturze retencjonowanej wody 5,4mln m<sup>3</sup>. Odtworzono ponad 400 budowli piętrzących (jazy, zastawki, progi) na ciekach i rowach, zwiększając tym samym retencję korytową (Wisniewski 2006). Natomiast w latach 2008-2013 w 184 nadleśnictwach planuje się zrealizować 1111 projektów małej retencji za ponad 160 mln zł, co pozwoli zwiększyć objętość retencjonowanej wody o ok. 90 mln m<sup>3</sup>. Najwięcej zadań przewidziano w Regionalnej Dyrekcji Lasów Państwowych w Poznaniu, gdzie planuje się wykonanie 220 zadań o wartości ok. 11,8 mln zł, co pozwoli zwiększyć objętość zmagazynowanej wody o 1,1 mln m<sup>3</sup>.

Stabilny rozwój ekosystemów leśnych możliwy jest jedynie przy relatywnie małych zmianach warunków wodnych, a zagrożeniem dla lasu są zmiany przekraczające zdolność tolerancji drzew na brak lub nadmiar wody. Najbardziej zależne od zmian warunków wodnych są lasy na siedliskach wilgotnych i bagiennych, których udział w Lasach Państwowych wynosi łącznie 14,1% (Pierzgałski 2007). Obecnie za największe zagrożenie uważa się przesuszenie siedlisk. Występujące w lasach okresowe nadmiary i niedobory wody mogą być łagodzone za pomocą urządzeń technicznych, posiadających zdolność dwustronnego regulowania stosunków wodnych. Preferowane powinny być urządzenia piętrzące okresowo (zastawki, przepusty z piętrzeniem, spowalnicze odpływu na przepustach), ze względu na cykliczność zjawiska meteorologicznych, zarówno w krótkich, jak i dłuższych przedziałach czasowych. Stałe podpiętrzenia należy stosować w siedliskach bagiennych oraz w siedliskach wilgotnych, w których wystąpiło znaczne obniżenie wody gruntowej.

## 2. Cel, zakres i metodyka

Celem pracy była ocena małej retencji wodnej w ekosystemie leśnym Puszczy Zielonka i jej otulinie. W pracy oceniono zagospodarowanie retencyjne do 2005 r. i przedstawiono planowany rozwój małej retencji do roku 2011 na obszarze Puszczy Zielonka oraz w jej otulinie. Przedstawiono dotychczasowe efekty wykonanych inwestycji w trzech typach retencji (korytovej, jeziornej oraz mokradeł i bagien) oraz objętość zretencionowanej wody. Dokonano również analizy wieloletnich wyników badań i obserwacji terenowych zmian stanów wód gruntowych w zlewni leśnej cieką Hutka, położonej w centralnej części Puszczy Zielonka, prowadzonych przez Katedrę Melioracji, Kształtowania Środowiska i Geodezji Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu.

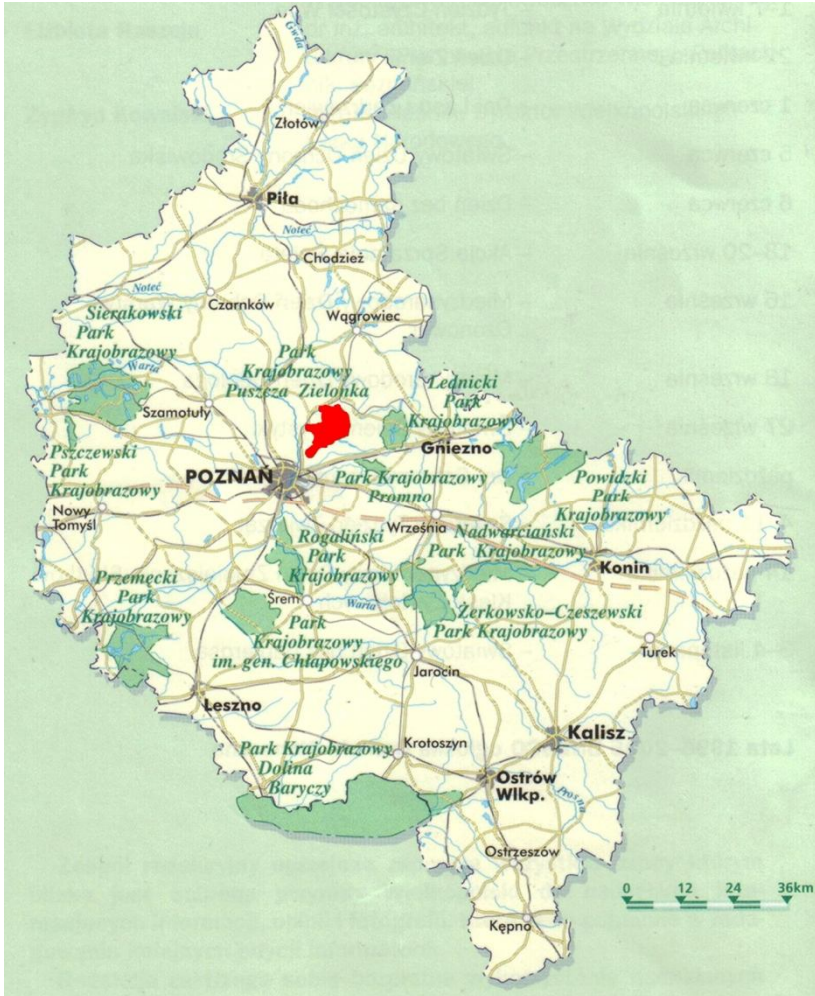
Na terenie badanej zlewni, typowej dla obszaru Puszczy Zielonka, wykonywano pomiary stanów wody gruntowej w studzienkach w charakterystycznych dla badanej zlewni profilach glebowych.

W pracy wykorzystano dane z „Programu Małej Retencji Wodnej na terenie Regionalnej Dyrekcji Lasów Państwowych w Poznaniu oraz na terenie Województwa Wielkopolskiego, plan Urządzania Lasu Nadleśnictwa Doświadczalnego Zielonka.

## 3. Charakterystyka fizyczno-geograficzna Puszczy Zielonka

Puszcza Zielonka leży na północny wschód od Poznania i jest jednym z największych zwartych kompleksów leśnych zagospodarowanej rolniczo centralnej Wielkopolski, w obszarze ograniczonym miejscowościami: Poznań, Murowana Goślina, Skoki, Kiszkowo, Pobiedziska (rys. 2). Zajmuje po-

wierzchnię blisko 15 tys. ha. Zarządzeniem Wojewody Poznańskiego z 20 września 1993 r. na powierzchni 11999,61 ha utworzono Park Krajobrazowy, w celu zachowania, ochrony i odnowy największego i najbardziej zbliżonego do naturalnego kompleksu leśnego środkowej Wielkopolski, o dużych wartościach przyrodniczych, i krajobrazowych.



Rys. 2. Położenie Parku Krajobrazowego „Puszcza Zielonka” wśród innych Parków Krajobrazowych Województwa Wielkopolskiego

Fig. 2. Location of the „Zielonka Forest” Scenic Park amongst other scenic parks in the „Wielkopolska” province

Dla właściwego zabezpieczenia ochrony terenu wokół Parku wyznaczono otulinę o powierzchni 10969,47 ha. Park włączony został w skład sieci Econet, w której pełnić ma rolę obszaru węzłowego o charakterze krajowym oraz zaliczono do obszarów rezerwowych projektowanej sieci Natura 2000.

Specyficzną cechą parku jest bardzo wysoki udział terenów leśnych w jego powierzchni 9406,54 ha (78,39%). Lasy charakteryzują się dobrze zachowanymi i urozmaiconymi zbiorowiskami leśnymi. Można tu wyróżnić 12 typów siedliskowych lasu. Dominują siedliska lasu mieszanego świeżego (54%) i boru mieszanego świeżego (30%). Przez tereny Puszczy przebiegają wschodnie granice naturalnego występowania buka, klona, jawora i brekinii. Grunty orne zajmują 1013,16 ha (8,44%), inne użytki zielone 350,45 ha (2,92%), a wody - 435,44 ha (3,63%).

Puszcza Zielonka leży w Krainie III Wielkopolsko-Pomorskiej, w Dzielnicy 7 Niziny Wielkopolsko-Kujawskiej, w mezoregionie 7b Pojezierza Wielkopolskiego (**Trampler i in.1990**). Najwyższym wzniesieniem jest Dziewiczka Góra (143 m n.p.m.), położona w południowo-zachodniej części Parku. W najdłuższej z rynien przebiegającej od Pobiedzisk po Murowaną Goślinę i leży 14 jezior. Inne malownicze rynny to: doliny rzek Trojanki i Dzwonówki. Najniżej położony punkt w Parku (62 m n.p.m.) znajduje się w dolinie niewielkiego strumienia koło Murowanej Gośliny.

Przez tereny Puszczy przepływają niewielkie ciek wodne, m.in. Trojanka i Owińska Struga stanowiące dopływy Warty; Dzwonówka – dopływ Małej Wełny, oraz kanał Wronczyński – dopływ Głównej. Środkowa, najwyżej wyniesiona część terenów leśnych jest bezodpływowa. Na obszarze parku znajduje się 27 jezior. Większość, to śródlądne jeziora występujące zwykle w rynach subglacjalnych, przeważnie przepływowe, całkowicie otoczone lasami o zarośniętych i często zabagnionych brzegach.

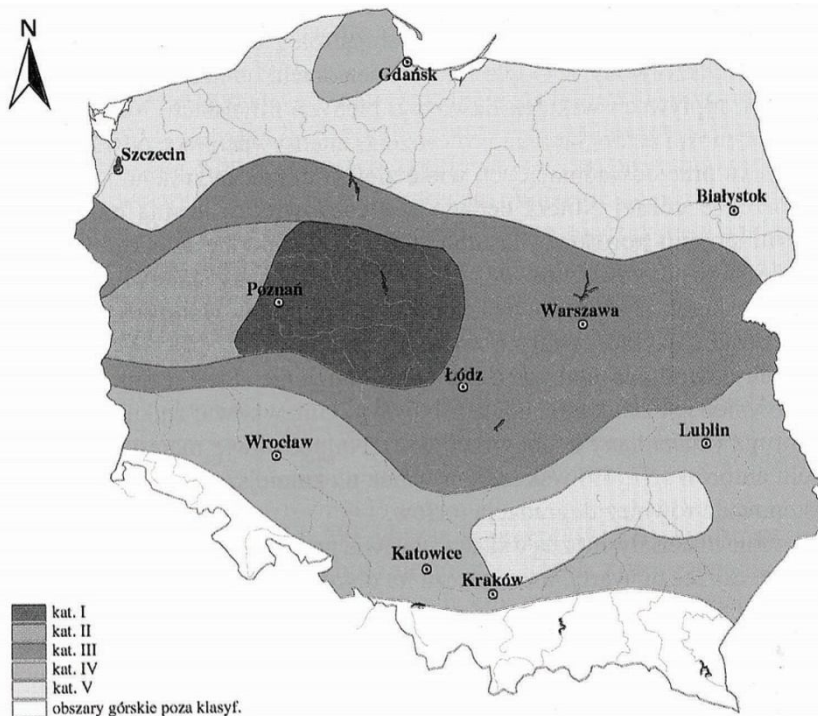
Na szczególną uwagę zasługuje flora Puszczy. W runie leśnym występuje reliktowy żywiec dziewięciolistny, lilia złotogłów, wawrzynek wilczelyko, czerniec gronkowy, a na polanach i niezalesionych stokach wzniesień występują rośliny ciepłolubne np.: dziewięcił bełtodygowy, oman wierzbolistny i kosmaty, sasanka łąkowa. Z rzadkich roślin wodnych i torfowiskowych występują tu m.in. grzybienie białe, grązel żółty, rosiczki, jaskier wielki, kłóc wiechowata.

Bogatą faunę lasów reprezentują: jelenie, daniela, sarny, wędrujące łosie i dziki, zające, lisy, borsuki, kuny oraz żyjące w wodach wydry i bobry. Tereny Puszczy odznaczają się dużymi walorami ornitologicznymi. Stwierdzono tu występowanie 134 lęgowych gatunków ptaków. Na uwagę zasługują m.in.: bocian czarny, żuraw, kania ruda, dzięcioł średni, siniaka, orzeł bielik, lerka oraz rzadka dla Wielkopolski muchówka mała.



W Parku Krajobrazowym jest 5 rezerwatów: „Jezioro Czarne” chroni fragment głębokiej rynny polodowcowej z zarastającym J. Czarnym i przyległym torfowiskiem przejściowym; „Klasztorne Modrzewie” koło Dąbrówki Kościelnej – obejmuje najstarszy w Wielkopolsce prawie 200-letni drzewostan modrzewiowo-sosnowy z domieszką dębów, buków i brzoź; „Las Mieszany” w Nadleśnictwie Łopuchówko chroni drzewostan dębowo-sosnowy rodzimego pochodzenia w wieku blisko 200 lat, z udziałem młodszych buków i grabów; „Żywiec Dziewięciolistny” chroni reliktywne stanowisko żywca dziewięciolistnego z fragmentem grądu i podmokłych łąk; „Jezioro Pławno” celem rezerwatu jest ochrona rzadkich gatunków roślinności wodnej i torfowiskowej w rynnach jezior: Pławno i Kociołek (Głębocek), torfowisku i fragmentach łąk.

Teren Puszczy Zielonka jest stosunkowo bogaty w wody powierzchniowe i znajdują się w I kategorii potrzeb małej retencji w Polsce oraz II strefie potrzeb w zlewni rzeki Warty (rys. 3 i 4).



**Rys. 3.** Hierarchia potrzeb obszarowych małej retencji w Polsce (Kowalczak i in. 1997a)  
**Fig. 3.** Hierarchy of the small retention area needs in Poland (Kowalczak i in. 1997a)

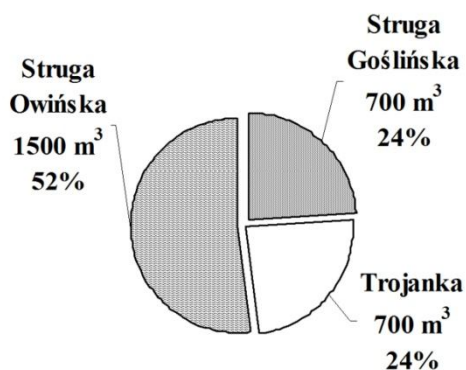


**Rys. 4.** Hierarchia potrzeb obszarowych małej retencji w zlewni Warty (Kowalczak 2001)  
**Fig. 4.** Hierarchy of the small retention area in the catchment of Warta river

Przeprowadzona inwentaryzacja sieci cieków naturalnych i sztucznych (o szerokości  $>2$  m) wykazała, że na terenach zalesionych Puszczy sumaryczna ich długość wynosi około 37,16 km, co kształtuje wskaźnik gęstości sieci cieków na poziomie  $0,40 \text{ km} \cdot \text{km}^{-2}$  (Grajewski 2004). Głównym ciekim odprowadzającym wody powierzchniowe jest rzeka Trojanka o długości około 20 km i łącznej powierzchni zlewni 147,6 km. Dopływami Trojanki są: Kanał Goślinka (lewy dopływ Trojanki), Kanał Kąty (prawy dopływ Trojanki), Kanał Wojnowski (prawy dopływ Trojanki). W rynnicy polodowcowej w części centralnej Parku Krajobrazowego Puszcza Zielonka znajdują się trzy jeziora połączone rowem – Czarne, Pławno, Kamińsko, tworząc zlewnię bezodpływową. Na terenie Puszczy znajduje się około 36 jezior o powierzchni ponad 1ha, a całkowita powierzchnia jezior i stawów to około 422 ha (bez licznie występujących tutaj oczek wodnych). Średni odpływ jednostkowy dla Puszczy jest trzykrotnie mniejszy niż przeciętny dla Wielkopolski i wynosi jedynie około  $1 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$  (Miler i in. 2001).

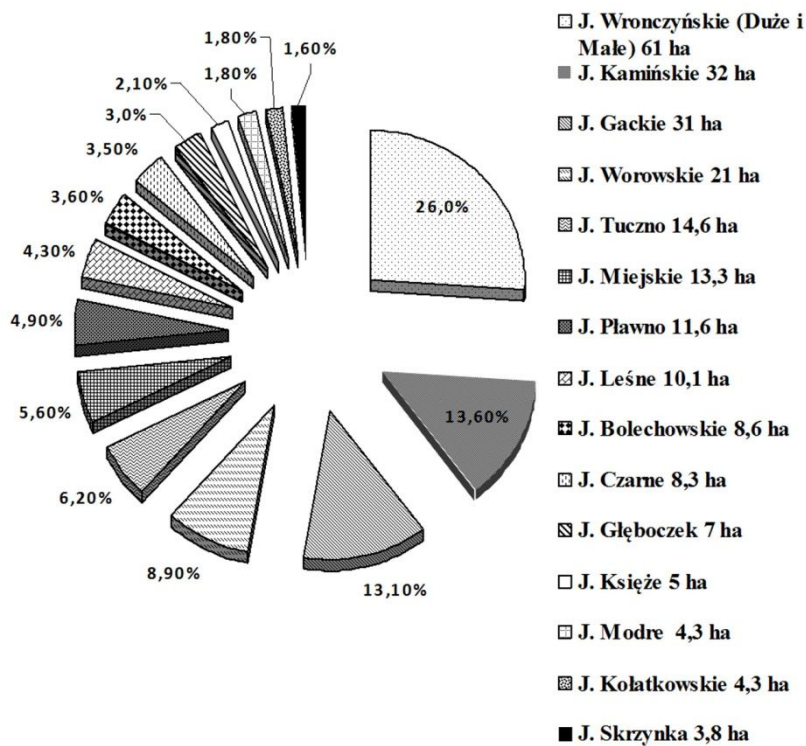
#### 4. Stan obecny oraz perspektywy rozwoju zagospodarowania retencyjnego w Puszczy Zielonka i jej otulinie

Prowadzone na terenie Puszczy wieloletnie badania terenowe Katedry Melioracji, Kształtowania Środowiska i Geodezji UP w Poznaniu w latach hydrologicznych o różnej sumie i rozkładzie opadów atmosferycznych, wskazują na duże zdolności retencyjne tego kompleksu leśnego. Na terenie Puszczy Zielonka wyróżnia się trzy zasadnicze typy retencji: korytową, jeziorną oraz retencję mokradeł bagien. Retencja korytowa związana jest z występowaniem na ciekach budowli piętrzących: jazy, zastawki i mnichy. Ich zadaniem jest magazynowanie wody w okresach posusznych i oddawanie w okresach nadmiaru wody. Wysokość piętrzenia na tych ciekach zbliżona jest do naturalnych wahań zwierciadła wody i wynosi średnio od 0,5 do 1,0 m. Ilość wody, jaką można zmagazynować dzięki tym urządzeniom wynosi ok. 2900 m<sup>3</sup> (rys. 5). Retencja jeziorna związana jest z występowaniem na terenie Puszczy jezior, stawów i zbiorników śródlęśnych. Największym jeziorem jest J. Duże Wronczyńskie o powierzchni 39,9 ha, a najmniejszym J. Skrzyńka o powierzchni 1,8 ha. Łączna powierzchnia osiemnastu jezior na obszarze Puszczy wynosi 235,9 ha (rys. 6). Natomiast powierzchnia stawów i zbiorników śródlęśnych waha się od 0,13 ha do 6,26 ha. Przy łącznej powierzchni 21,79 ha pojemność tych zbiorników wynosi 295800 m<sup>3</sup> (rys. 7.). Łączna powierzchnia trzeciej formy retencji bagien i mokradeł na terenie Puszczy Zielonka wynosi 139,65 ha. Na obszarze Puszczy występują w dużej ilości, lecz są bardzo rozproszone, a największe mają zróżnicowaną powierzchnię, która waha się od 5,96 ha (mokradło Łopuchówko) do 52,8 ha (m. Potasie) (rys. 8). Dla tej powierzchni przy średnim opadzie atmosferycznym z wielolecia dla tego terenu wynoszącym 537 mm, pojemność retencyjna mokradeł i bagien wynosi 249724 m<sup>3</sup>. Natomiast w latach mokrych (np. 1986/1987), pod względem sumy opadów (654 mm), ilość wody zmagazynowanej jest większa o 54410 m<sup>3</sup> i wynosi już 304134 m<sup>3</sup>. W latach suchych (np. 1988/1989) o sumie opadów 342 mm, pojemność retencyjna bagien i mokradeł wynosi zaledwie 159042 m<sup>3</sup>. Z zależności pomiędzy pojemnością retencyjną mokradeł i bagien, a sumami opadów wynika, że mniejsza od średniej z wielolecia suma opadów w latach od 1988/89 do 1991/92, spowodowała spadek tej formy retencji w Puszczy Zielonka.



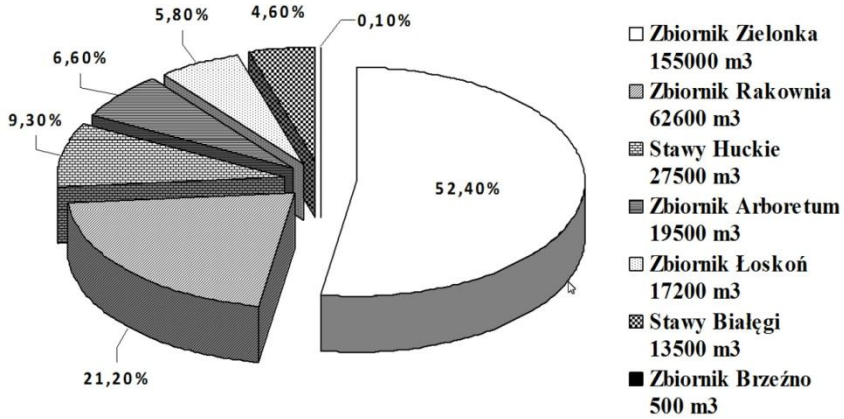
Rys. 5. Retencja korytowa w Puszczy Zielonka i jej otulinie

Fig. 5. River channel retention in the “Zielomka Forest” and its environment



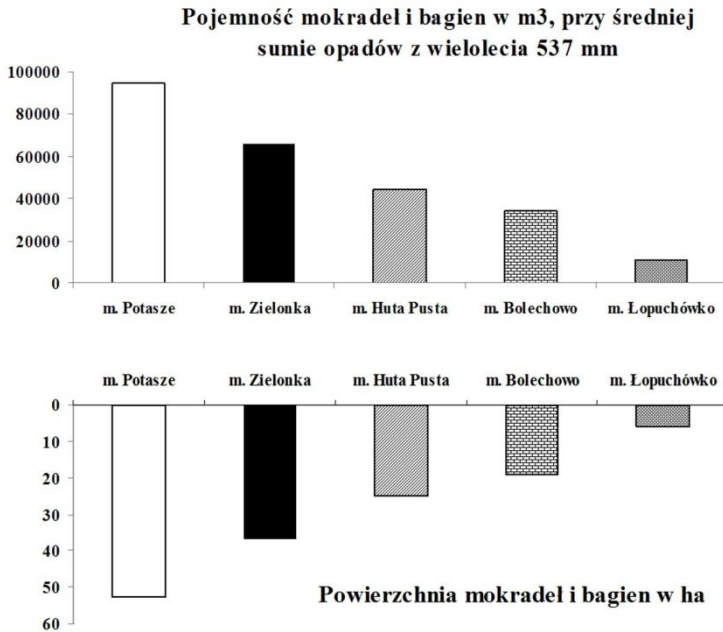
Rys. 6. Retencja jeziorna na terenie Puszczy Zielonka i jej otulinie

Fig. 6. Lake retention in the “Zielomka Forest” and its environment



Rys. 7. Pojemność istniejących zbiorników i stawów na obszarze Puszczy Zielonka i jej otulinie

Fig. 7. Capacity of existing reservoirs and ponds in the “Zielonka Forest” and its environment



Rys. 8. Retencja bagien i mokradel w Puszczy Zielonka i jej otulinie

Fig. 8. Marsh and bog retention in the “Zielonka Forest” and its environment

W Studium Zagospodarowania Puszczy Zielonki na lata 2005-2011 przewidziano budowę: zastawek, przepustów, jazu, dwóch zbiorników retencyjnych o powierzchni od 3 do 7 ha o łącznej pojemności 20000 m<sup>3</sup>. Dzięki tym inwestycjom retencja korytowa zwiększy się o 47700 m<sup>3</sup>, a w sumie do 2011 roku planuje zwiększenie retencji w Puszczy o 67700 m<sup>3</sup> w stosunku do stanu istniejącego (tab. 2). Teren Puszczy Zielonka sprzyja planom zwiększenia retencji, gdyż wyróżnia się odśrodkowym układem sieci hydrograficznej. Najwyżej wyniesione wewnątrz Puszczy jest praktycznie bezodpływowe. Bezodpływowy jest cały ciąg jezior: Czarne, Pławno, Kamińskie oraz Miejskie (Anders 1997). Niestety, w wyniku przeprowadzenia prac hydrotechnicznych większość cieków została praktycznie zmieniona w rowy melioracyjne i włączona w naturalny system odwadniający przez sztucznie wykopane rowy (Grajewski 2004). Chociaż w większości przypadków nie są one konserwowane, to wpływają znacząco na kształtowanie się poziomu wód gruntowych w granicach ich zasięgu. Z racji silnego związku pomiędzy warunkami hydrologicznymi a składem gatunkowym roślinności, istnieje realne niebezpieczeństwo, że drenująca działalność systemu melioracyjnego może inicjować procesy fitosocjologiczne, zmierzające do degradacji naturalnych siedlisk bagiennych. Skłoniło to autorów artykułu do zajęcia się problemem retencji na tym terenie po zabiegach włączenia w naturalny system odwadniający sztucznie wykopanych rowów melioracyjnych.

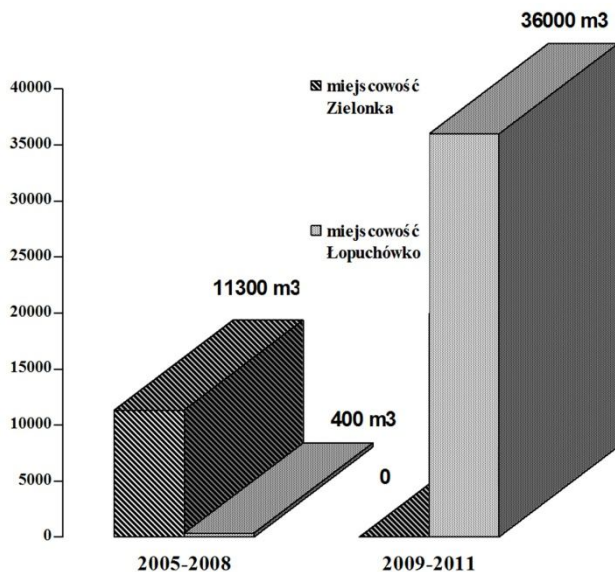
**Tabela 2.** Zestawienie projektowanych budowli piętrzących na obszarze Puszczy Zielonka i jej otulinie do 2011 roku

**Table 2.** List of project of dam structures in the "Zielonka Forest" area and its environment up to 2011

Rodzaj obiektu małej retencji	Miejscowość	Retencja korytowa [m <sup>3</sup> ]
jaz	Zielonka	18000
przepust z zastawką	Rakownia	8400
zastawka	Kąty	6400
zastawka	Uchorowo	3700
zastawka	Potasze	2900
zastawka	Łopuchowo	2700
stopnie	Łoskoń	4100
jaz	Łopuchówko	600
przepust	Zielonka	500
zastawka	Tuczno	400

Tym bardziej, że teren Puszczy wskazuje na duże zdolności retencyjne tego kompleksu leśnego, pomimo znacznych różnic w miesięcznych sumach opadów atmosferycznych. Do analizy dotychczasowych efektów wykonania inwestycji małej retencji w Puszczy, skłoniły autorów również pojawiające się środki finansowe umożliwiające ich realizację.

Wieloletnie badania terenowe prowadzone w typowej dla tego terenu zlewni leśnej ciek Hutka, położonej w centralnej części Puszczy Zielonka, prowadzonych przez Katedrę Melioracji, Kształtowania Środowiska i Geodezji UP w Poznaniu, wykazały celowość piętrzenia wody w ciekach, pozwalające gromadzić rezerwy wody, które w naturalny sposób wpływają na podniesienie zwierciadła wód gruntowych. Piętrzenie wody w ciekach Puszczy pozwala również na ograniczenie, wstrzymanie odpływu, przez co nie dopuszcza się do nadmiernego obniżenia poziomu wody gruntowej. Sprzyjają temu warunki naturalne Puszczy, gdyż jak stwierdza **Miler (1998)** średni odpływ jednostkowy dla Puszczy jest trzykrotnie mniejszy niż przeciętny dla Wielkopolski i wynosi jedynie około  $1 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$ . Związane jest to faktem, że parowanie terenowe (transpiracja drzewostanów) stanowi główny składnik rozchodów w bilansie wodnym.



**Rys. 9.** Planowany wzrost retencji korytowej w Puszczy Zielonka i jej otulinie w latach 2005-2011

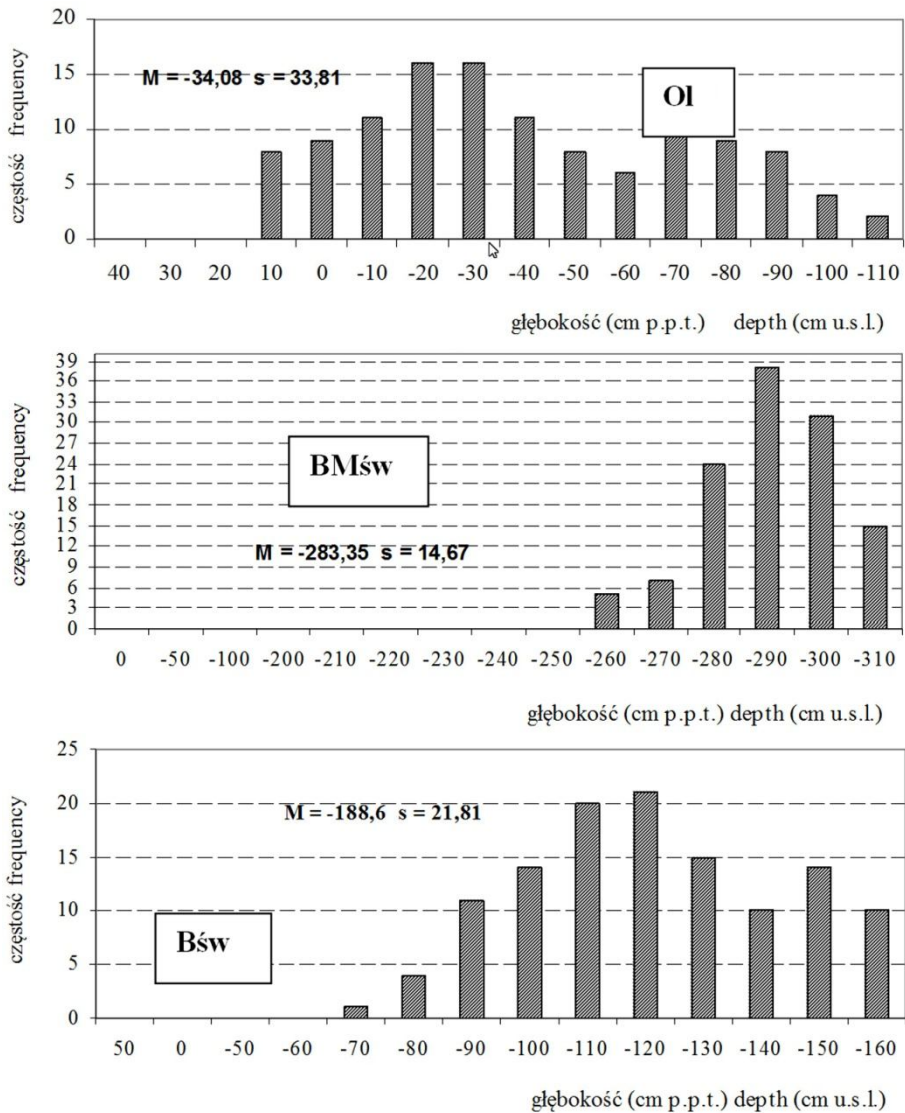
**Fig. 9.** Planned increase of river channel retention in the “Zielonka Forest” and its environment in the years 2005-2011

Na podstawie otrzymanych wyników badań w okresie pięciu lat hydrologicznych (1997/1998 – 2001/2002) stwierdzono, że najwyższe stany wody gruntowej wystąpiły w miejscach zajmowanych przez siedlisko olsów, nawet do 20 cm nad powierzchnia terenu. Stany te związane były z wystąpieniem dużej ilości zretencjonowanej wody w profilu glebowym badanej zlewni. Ta duża ilość zmagazynowanej wody w zlewni, zostaje częściowo wykorzystana dopiero w okresie późnej wiosny, poprzez zwiększone parowanie terenowe, wzrastającą temperaturę powietrza i zwiększone zapotrzebowanie w wodę przez roślinność.

Natomiast w okresach od lipca do września, po wyczerpaniu zasobów wód zretencjonowanych w analizowanych profilach glebowych oraz w zależności od warunków meteorologicznych, które wystąpiły w omawianych pięciu latach hydrologicznych, stany wody gruntowej osiągają wartości minimalne. Najniższe stany wody gruntowej odnotowano w roku hydrologicznym 1997/1998, który pod względem warunków meteorologicznych z opadem wynoszącym 557 mm można było zaliczyć do roku średniego. Minimalne stany zwierciadła wody gruntowej wyniosły odpowiednio, 70 cm poniżej powierzchni terenu dla siedliska olsów, 157 cm dla boru świeżego, oraz 287 cm dla siedliska boru mieszanego świeżego. Także pozostałe przeprowadzone badania dotyczące częstości występowania średnich miesięcznych wartości stanów wód gruntowych, dla opisanych typów siedliskowych lasu (Ol, Bśw, BMśw) analizowanej małej zlewni leśnej, potwierdzają znaczący wpływ warunków meteorologicznych na kształtowanie się poziomu wód gruntowych badanych profili glebowych. Wyniki prowadzonych obserwacji przedstawiono w postaci wykresu rozkładów częstości występowania średnich miesięcznych głębokości zalegania wód gruntowych na przestrzeni badanych lat hydrologicznych 1997/1998 – 2001/2002 (rys. 10).

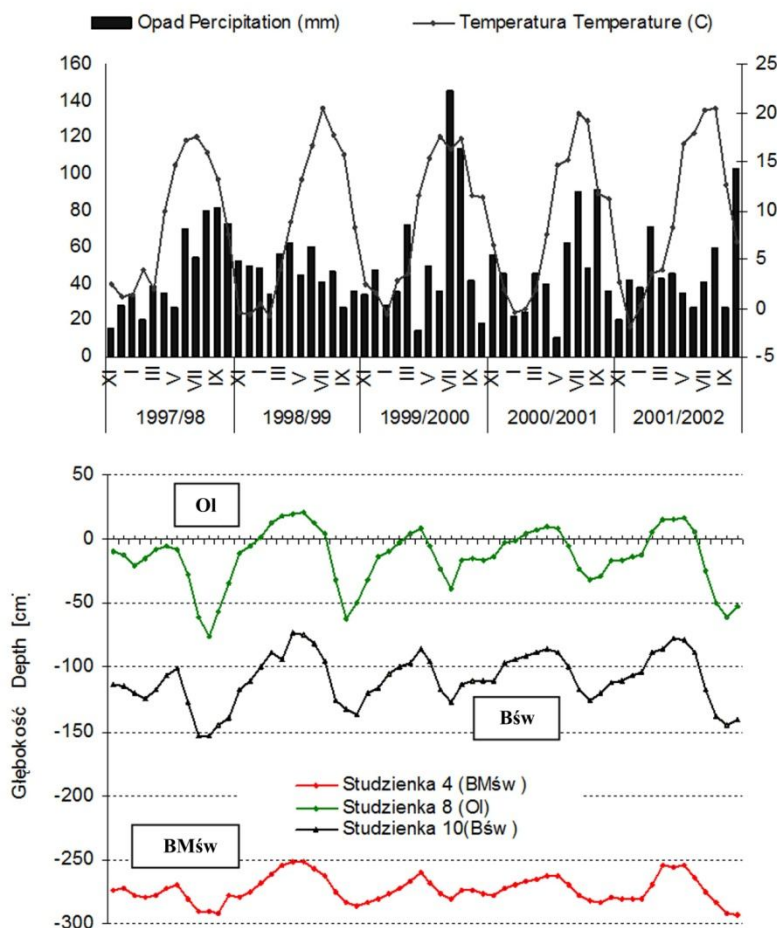
W wyniku prowadzonych badań stwierdzono, że najpłycej woda gruntowa występuje na obszarze zajmowanym przez siedlisko olsów. Najdłuższa częstość występowania zwierciadła wody gruntowej poniżej poziomu terenu uwidoczniła się w przedziale 0-10 cm i trwała aż 14 miesięcy, a w przedziałach 10-20 cm i 20-30 cm odpowiednio 9 i 7 miesięcy. Należy podkreślić, że zmienność wahań stanów wód gruntowych w tym siedlisku jest stosunkowo duża i jest ściśle związana z przebiegiem warunków meteorologicznych.





**Rys. 10.** Rozkład częstości średniej miesięcznej głębokości zalegania wód gruntowych w różnych siedliskach leśnych (olsów, borze świeżym i borze mieszanym świeżym): M – średnia, s – odchylenie standardowe

**Fig. 10.** Distribution of mean monthly frequency of ground water depth level in various forest habitats (alder swamp forest, moist coniferous forest and moist mixed coniferous forest): M – mean, s – standard deviation



**Rys. 11.** Przebieg średnich miesięcznych stanów wód gruntowych badanych profili glebowych (profil nr 4,8 i 10), w różnych typach siedliskowych lasu, zlewni Hutka na tle sum miesięcznych opadów atmosferycznych i średnich miesięcznych temperatur powietrza w latach hydrologicznych 1997/1998-2001/2002

**Fig. 11.** Time series of mean monthly ground water level in analysed soil profiles (profile no 4,8 and 10), in different forest habitats in the Hutka catchment against monthly sum of precipitation and mean air temperatures in hydrological years 1997/1998-2001/2002

Na obszarze analizowanej zlewni zajmowanym przez siedlisko boru świeżego woda gruntowa, w omawianych miesiącach najczęściej występowała w granicach przedziału od 80-90 cm oraz w przedziałach od 100-110 i 110-120 cm

poniżej powierzchni terenu. Częstość występowania zwierciadła wody gruntowej w każdym z tych przedziałów wyniosła po 14 miesięcy, co w sumie stanowi 75% całego okresy badawczego. Natomiast najgłębiej woda gruntowa występuje w siedlisku boru mieszanego świeżego (rys. 11). Najczęściej zwierciadło wody gruntowej zmieniało się w przedziale 270-280 cm poniżej powierzchni terenu. Stan, w którym woda znajdowała się w granicach tego przedziału trwał aż przez okres 27 miesięcy z pośród rozpatrywanych 60 miesięcy (5 lat badań), co stanowiło prawie połowę całego okresu badawczego. Można, zatem stwierdzić, że wpływ warunków meteorologicznych, a w szczególności opadów atmosferycznych na zmienność stanów wód gruntowych w tym siedlisku jest najmniejszy.

Uzyskane wyniki badań wskazują, że dynamika zmian poziomu wód gruntowych jest związana z typem siedliskowym lasu. Na kształtowanie się poziomu wód gruntowych znaczący wpływ wywiera przede wszystkim przebieg i rozkład opadów atmosferycznych. Kilkuletnie badania terenowe potwierdziły również, że budowa urządzeń piętrzących na ciekach, powodując załamanie spadku cieków znacznie wpływa na ograniczenie transportu rumowiska i redukcję zanieczyszczeń oraz eliminację z wody związku azotu i fosforu (Liberacki 2003).

#### **4. Podsumowanie**

Puszcza Zielonka jest jednym z największych zwartych kompleksów leśnych zagospodarowanej rolniczo centralnej Wielkopolski znajdujących się w bezpośrednim sąsiedztwie miasta Poznania. Jako obiekt przyrodniczym wyróżnia się charakterystycznym odśrodkowym układem hydrograficznym, z obszarami bezodpływowymi, które w wyniku przeprowadzenia prac hydrotechnicznych, między innymi poprzez sztucznie wykopane rowy melioracyjne, zostały włączone w naturalny system odwadniający. Ten stan rzeczy oraz pojawiające się dodatkowe środki finansowe umożliwiające realizację inwestycji z zakresu małej retencji wodnej, skłoniły autorów do przeanalizowania dotychczasowych efektów wykonania tego typu inwestycji na obszarze Puszczy i jej otulinie oraz planów na przyszłość.

Ocena stanu istniejącego zagospodarowania retencyjnego na terenie Puszczy Zielonka wykazała, że na jej obszarze znajduje się 15 obiektów małej retencji wodnej, w której można zmagazynować około 548424 m<sup>3</sup> wody. Przeprowadzona analiza wykazała istotny ubytek retencji na obszarze mokradeł i bagien, który związany był z pojawiającą się na tym obszarze mniejszą sumą opadów atmosferycznych. Dla łącznej powierzchni tej formy retencji na terenie Puszczy Zielonka i jej otulinie wynoszącej 139,65 ha, przy średnim opadzie atmosferycznym z wielolecia dla tego terenu wynoszącym 537 mm, pojemność retencyjna mokradeł i bagien wynosi 249724 m<sup>3</sup>. Natomiast w latach mokrych (np.

1986/1987), o sumie opadów wynoszącej 654 mm, ilość wody zmagazynowanej jest większa o 54410 m<sup>3</sup> i wynosi już 304134 m<sup>3</sup>. W latach suchych (np. 1988/1989) o sumie opadów 342 mm, pojemność retencyjna bagien i mokradeł wynosi zaledwie 159042 m<sup>3</sup>. W celu zwiększenia retencji wód powierzchniowych na tym terenie przewidziano do roku 2011 wykonanie między innymi dwóch zbiorników retencyjnych o powierzchni od 3 do 7 ha o łącznej pojemności 20000 m<sup>3</sup>.

Obszar Puszczy Zielonka i jej otuliny sprzyja planom zwiększenia retencji. Niestety, w wyniku przeprowadzenia prac hydrotechnicznych większość cieków została praktycznie zmieniona w rowy melioracyjne i włączona w naturalny system odwadniający przez sztucznie wykopane rowy. Chociaż w większości przypadków nie są one konserwowane, to wpływają znacząco na kształtowanie się poziomu wód gruntowych w granicach ich zasięgu. Z racji silnego związku pomiędzy warunkami hydrologicznymi a składem gatunkowym roślinności, istnieje realne niebezpieczeństwo, że drenująca działalność systemu melioracyjnego może inicjować procesy fitosocjologiczne, zmierzające do degradacji naturalnych siedlisk bagiennych. Wieloletnie badania terenowe autorów jak i innych badaczy na terenie Puszczy wykazały, że najintensywniej odwadnianymi siedliskami są dominujące na tym obszarze siedliska lasu wilgotnego oraz lasu mieszanego wilgotnego, w których wskaźnik gęstości cieków kształtował się na poziomie odpowiednio 20,8 oraz 10,7 km<sup>2</sup>.

Planowane zwiększenie retencji w Puszczy w latach 2005-2011 o 67700 m<sup>3</sup> w stosunku do stanu istniejącego, powinno zostać zrealizowane w oparciu o budowę zastawek, jazów, czyli zwiększenie retencji korytovej o 47700 m<sup>3</sup>. Jednak główny kierunek inwestycyjny małej retencji wodnej na tym obszarze powinien być skierowany na piętrzenie jezior, gdyż to najtańsza forma małej retencji (0,22 zł/m<sup>3</sup>), podczas gdy uzyskanie w małej retencji 1 m<sup>3</sup> wody w latach 1998-2005 kosztowało średnio 3,75 zł. Sprzyjać temu także powinna dość bogata sieć jezior i stawów na terenie Puszczy (około 30 o powierzchni większej niż 1 ha) oraz ich niewielka głębokość, co przekłada się na małą zasobność wód. Piętrzeniu jezior na tym terenie sprzyja także ich położenie przepływowe, w rynnach subglacjalnych oraz niewielkie wahania stanów wód, rzędu kilkudziesięciu centymetrów w wieloletnim okresie. Kilkuletnie badania terenowe prowadzone w typowej dla tego terenu zlewni leśnej ciek Hutka, położonej w centralnej części Puszczy Zielonka, potwierdziły również, że pojawiające się niedobory wody, powodują znaczne obniżanie się zwierciadła wód w ciek, ich wysychanie oraz stopniowe wypływanie zbiorników wodnych w jego zlewni. Fakty te powinny być argumentem nad dalszym zwiększeniem retencyjności tego obszaru.

## Literatura

1. **Anders P.:** *Puszcza Zielonka*. Wielkopolska Bibl. Krajozn. 17. Poznań, 1997.
2. **Grajewski S.:** *Ocena zdolności retencyjnych siedlisk leśnych Parku Krajobrazowego Puszcza Zielonka*. Maszynopis rozprawy doktorskiej Katedry Inżynierii Leśnej AR w Poznaniu, ss. 78, 2004.
3. **Kędziora A.:** *Podstawy agrometeorologii*. Wyd. PWRiL Warszawa, ss. 263, 1995.
4. **Kowalczak P.:** *Hierarchia potrzeb obszarowych małej retencji w dorzeczu Warty*. Wyd. Nauk. IMGW. Warszawa, 2001.
5. **Kowalczyk P., Farat R., Kępińska-Kasprzak M., Mager P., Pietras W.:** *Hierarchia potrzeb obszarowych małej retencji w Polsce*. Wyd. Nauk. IMGW Warszawa, 1997.
6. **Kowalewski Z.:** *Realizacja programów rozwoju małej retencji w Polsce w latach 1997-2003*. Zesz. Nauk. AR Wrocław, Inż. Środ. XIII, nr 502, 195-210, 2004.
7. **Kowalewski Z., Mioduszewski W.:** *Program rozwoju małej retencji w kraju- wybrane aspekty realizacji w latach 1997-2005*. Mat. III Konf. Nauk. „Woda- Środowisko- Obszary Wiejskie. Wyd. IMUZ –Falenty, 14, 2007.
8. **Mioduszewski W.:** *Mała retencja. Ochrona zasobów wodnych środowiska naturalnego*. Poradnik MUZ Falenty, 49ss., 2003.
9. **Liberacki D.:** *Obieg wody i jej jakość w małej zlewni leśnej*. Zesz. Nauk. Wydz. Bud. I Inż. Środ. Nr 21, Kompleksowe i Szczegółowe Problemy Inżynierii Środowiska. Koszalin-Ustronie Morskie, s. 621-631, 2003.
10. **Miler A.:** *Wpływ wybranych parametrów fizjograficznych ze szczególnym uwzględnieniem zalesień na kształtowanie się potencjalnych zdolności retencyjnych w Wielkopolsce (część I)*. PTPN, Poznań, Prace Komisji Nauk Leśnych, t. 85, 11-28, 1998.
11. **Miler A., Okoński B., Grajewski S.:** *Rozwiązanie problemu gospodarki wodno-ściekowej na obszarze Parku Krajobrazowego Puszcza Zielonka i w jego otulinie*. Zesz. Nauk. AR Kraków, Inż. Środ. z. 21, nr 382, 315-321, 2001.
12. **Mrozik K., Przybyła Cz.:** *Przestrzenne zróżnicowanie inwestycji małej retencji wodnej w Polsce w latach 1998-2005*. Wiad. Melior. i Łąk. nr 4, 2007.
13. **Pierzgalski E.:** *Specyfika obiektów małej retencji w lasach*. Wiad. Mel. i Łąk. Nr 3, 120-124, 2007.
14. **Wiśniewski K.:** *Przykłady opracowanych programów i zrealizowanych projektów małej retencji*. IBL, maszynopis, ss. 10, 2006.
15. *Ochrona Środowiska*. 1998-2006. Informacje i opracowania statystyczne. GUS Warszawa, 2006.
16. **Trampler T., Kliczkowska A., Dmyterko E., Sierpińska A.:** *Regionalizacja przyrodniczo-leśna na podstawach ekologiczno-fizjograficznych*. PWRiL Warszawa, 1990.

## Estimation of Small Water Retention in the Area of "Zielonka Forest" and its Environment

### Abstract

The objective of this work is estimation of the small water retention in the forest eco-system of the "Zielonka Forest" located in the proximity of Poznań.

This paper presents retention management system in the area of the "Zielonka Forest" until 2005 and the projected development up to 2011. It also shows actual effects of investments made on the river channel retention, lake retention as well as marshes and bogs. Also, it details results of analysis over many years of investigations on the change of groundwater level in the forest catchment area of Hutka watercourse located in central part of "Zielonka Forest" which have been conducted by Department of Land Improvement, Environmental Development and Geodesy from University of Life Science in Poznań. The analysis of the actual retention management system in the area of "Zielonka Forest" showed that 15 structures of small water retention accumulated approximately 548 424 m<sup>3</sup> of water and proved that smaller water precipitation caused a decrease of retention in areas of marshy and bog ground. In order to increase the surface water retention in the area of "Zielonka Forest", it was decided to apply different hydrotechnical structures until year 2015 and construction of two retention reservoirs with a total capacity of 20 000 m<sup>3</sup>. As a result of these investments the river channel retention will increase by approximately 47 700 m<sup>3</sup> and it is planned to increase the retention in the forest to a total of about 67 700 m<sup>3</sup> compared to the current situation.

Field investigations conducted over many years in hydrological years with various sums and distribution of precipitation showed large retention capacities of this forest area. Analysis confirmed the usefulness of the dams on the streams which allow accumulation of water resources which naturally influence the increase of groundwater level and limit runoff in the areas of the most intensively drained forests, both wet as well as wet mixed. The natural conditions of "Zielonka Forest" favours such activities where an average unit runoff (about 1 l·s<sup>-1</sup>·km<sup>-2</sup>) is three times smaller than the average in Wielkopolska Region. The main direction of investments in small water retention in the "Zielonka Forest" should be concentrated on the most economic method of retention which is building dams on lakes.

Area of „Zielonka Forest” is favourable for plans of increasing retention. Unfortunately, as a result of hydrotechnical activities most of watercourses was practically changed into drainage ditches and included into the natural drainage system by human dug ditches. Although in most cases they are not maintained, but they influence significantly on shaping of groundwater levels in the range of their reach. Because of a very strong connection between hydrological conditions and flora species composition, there is a real danger, that drainage system may start phytosociological processes, which lead to degradation of natural marshy habitats.