



## **MAŁA RETENCJA WODNA W POLSKICH LASACH NIZINNYCH**

*Antoni T. Miler*

*Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu*

### ***SMALL WATER RETENTION IN POLISH LOWLAND FOREST***

#### ***Streszczenie***

Las jest formą naturalnego zbiornika retencyjnego i przez to może być postrzegany jako filar małej retencji wodnej. Prognozowane niekorzystne zmiany klimatyczne (wzrost temperatur powietrza, malenie sum opadów atmosferycznych, zwiększenie częstotliwości ekstremalnych zjawisk pogodowych) wymuszają konieczność kompensacji tych niekorzystnych zjawisk poprzez m.in. techniczne i nietechniczne zabiegi zwiększające małą retencję wodną w lasach. Budowa urządzeń małej retencji ma uzasadnienie zarówno przyrodnicze (m.in. zapewnia bioróżnorodność w ekosystemach leśnych) jak i przede wszystkim ekonomiczne. Wskaźnikowy koszt retencionowania 1 m<sup>3</sup> wody w obiektach małej retencji jest zwykle o rząd mniejszy niż w wielkich zbiornikach retencyjnych. Pozwolenie na budowę obiektów małej retencji wymagane jest dla piętrzeń przekraczających 1,0 m lub każdej inwestycji zlokalizowanej na obszarach chronionych. Niejednokrotnie przedraża to koszty inwestycji. Zatem pragmatycznie jest budowanie małych obiektów np. w układach kaskadowych. Budowa obiektów piętrzących i spowalniających odpływ wody ze zlewni niejednokrotnie pozwala na zachowanie cennych przyrodniczo siedlisk oraz może być istotnym elementem w strategii ochrony obszarów Natura 2000 (np. ekosystemów leśnych o bagiennym, wilgotnym lub łągowym charakterze). Obecnie realizowane są dwa kompleksowe projekty dotyczące małej retencji w lasach (Zwiększanie możliwości retencyjnych oraz przeciwdziałanie powodzi i suszy w ekosystemach leśnych na terenach nizinnych, Przeciwdziałanie erozji wodnej na terenach gór-

skich i utrzymanie potoków górskich w dobrym stanie). W obu projektach bierze udział około 250 nadleśnictw, a koszty realizacji przedsięwzięcia szacowane są na około 350 mln zł. Obydwa projekty mają być realizowane do 2013 roku. Realizacja zaplanowanych zadań dotyczących małej retencji wodnej napotyka jednak na różne trudności. W krajowych programach małej retencji wodnej do 2015 roku realizowano około 25% zaplanowanych przyrostów retencji wodnej (średnio rocznie). Ocena ilościowa małej retencji wodnej jest niejednokrotnie trudna. W niniejszej pracy podano jak ocenić ilościowo małą retencję wodną wynikającą z zabudowy cieków w małej zlewni leśnej Pojezierza Krajeńskiego. Lasy łęgowe należą do najbogatszych i bardzo urokliwych ekosystemów leśnych. Regulacja rzek i ochrona przeciwpowodziowa przyczynia się niestety do ich degradacji. W Polsce jedynie 0,2% całkowitej powierzchni zajmują lasy łęgowe. Uroczysko Warta stanowi jedno z najważniejszych skupisk tych siedlisk. Wybudowanie w środkowym biegu rzeki Warty zbiornika Jeziorsko przyczyniło się do zmiany reżimu rzeki (ograniczenie powierzchni zalewów i ich częstotliwości). Wydaje się, iż zastosowanie prostych systemów melioracyjnych – zastawek, progów, przepustów z klapami zwrotnymi, może spowodować odtworzenie korzystnych warunków hydrologicznych. Wystąpi wtedy zwiększenie pojemności retencyjnej starorzeczy, a wody gruntowe będą się utrzymywały na wyższym poziomie przez dłuższy okres. Planowana budowa licznych zastawek na ciekach oraz podpiętrzeń zbiorników wodnych to najtańsze metody zwiększania zasobów wodnych w zlewniach. Budowa tych urządzeń technicznych bez wątpienia przyczyni się też do ochrony bardzo wartościowych biotopów mokradłowych, pełniących głównie funkcje ochronną i rekreacyjną.

**Słowa kluczowe:** mała retencja, zlewnia leśna, zabudowa cieków, lasy łęgowe

### *Summary*

*A forest is the form of natural storage reservoir and it by this can be perceived as mainstay of small water retention. The prognoses of unfavourable climatic changes (growth of air temperatures, diminishing of precipitations, frequency increase of extreme weather phenomena) causing a necessity of compensations these the unfavourable phenomena by a technical and un-technical undertakings to increase water storage in forests. The building of devices of small retention has reason both: natural (i.a. assure in forest ecosystems biodiversity) and economic aspects. Indicatory cost water storage 1 m<sup>3</sup> of water in objects of small retention is ten times smaller than in great storage reservoirs. Permission to building of objects of small retention is required for damming height 1,0 m*

*or for every investment situated on protected areas. More than once its very increased the costs of investment. Therefore building a small objects is pragmatic, e.g. a cascade systems reservoirs. The building of objects damming and slowing outflow from catchments is focused to protection of the valuable natural habitats and it can be use full in strategy of protection of areas – may be the essential element Nature 2000 (e.g. forest bogs ecosystems, moist or flood plain forest). In Poland at present two complex projects relating in forests small retention are realized (Enlarging retention possibilities as well as counteraction flood and drought in forest ecosystems on lowland regions, Counteraction of water erosion on mountain regions and maintenance mountain streams in good condition). In the both projects about 250 forest inspectorates takes part, and the costs of realization of undertaking be estimated on about 350 million PLN. The both projects have to be realized till 2013 year. The realization of planned tasks relating the small water retention runs with a different difficulties. In the national programmes of small water retention till 2015 year was realized about 25% of planned works only (average annually). The quantitative estimation of small water retention is more than once difficult. In the present work it was passed how to estimate quantity of small water retention as the result of using weirs in watercourse from in small forest catchments of the Krajeńskie Lake District. Flood plain forests are the richest and highly picturesque forest ecosystems. Unfortunately, river regulation and flood control contribute to their degradation. In Poland only 0.2% of total area is covered by flood plain forests. The Uroczysko Warta forest district constitutes one of the most important clusters of these sites. The construction of the Jeziorsko reservoir in the middle course of the Warta River has contributed to changes in the river regime (reduced flooding areas and decreased flooding frequency). It seems that the use of simple land improvement systems, i.e. gates, river bars and culverts with flap check valves, may result in the recreation of advantageous hydrological conditions. In such a case storage volume of oxbow lakes would be increased and ground water would be maintained at a higher level over longer periods of time. Planned building of numerous dams on water-courses and devices to dam up water on reservoirs are cheapest methods of enlarging of water supplies in catchments. Build of these technical devices no doubt will contribute also to protection very valuable marshland biotopes, fulfilling mostly functions protective and recreational.*

**Key words:** *small retention, forest catchment, watercourses bank development, flood plain forest*

## WPROWADZENIE – WODA DLA LASU, LAS DLA WODY

Warunkiem koniecznym trwałości lasu jest stały przyrost biomasy. Ilość biomasy jest proporcjonalna do ilości wytranspirowanej wody. Stąd wniosek, iż trwałość lasu zależy od właściwych stosunków wodnych. (Na parowanie transpiracyjne roślinność lasu zużywa 99% pobranej wody, a tylko 1% na budowę tkanek.)

Kluczową rolę wody w lesie dostrzegano od dawna. Przykładowo wśród uchwał I Polskiego Naukowego Zjazdu Leśniczego (1933) można znaleźć i takie „... przy opracowywaniu ogólnych planów z zakresu gospodarstwa wodnego kraju, oraz planów regulacji poszczególnych rzek i dzikich potoków, konieczne jest zasięganie fachowej opinii leśników polskich” (Miler 2013).

Lapidarnie ujmując las stanowi swoisty (niesterowalny) zbiornik retencyjny. Wynikające stąd stabilizacyjne oddziaływanie na odpływ ze zlewni jest powszechnie cytowane w literaturze. Lasy (kompleksy leśne) są podstawowym filarem tzw. małej retencji. Ten rodzaj retencji niejednokrotnie zawęży się tylko do roli małych zbiorników wodnych. Należy wskazać, iż mała retencja to wszystko to co przyczynia się do wydłużenia drogi i czasu obiegu wody w zlewni. Przykładowo intercepcja dla gatunków liściastych może dochodzić do 20%, a dla gatunków iglastych aż do 40% rocznych sum opadów atmosferycznych. Wartości bezwzględne składowych bilansu (opadu, parowania, odpływu) zależą oczywiście od regionu geograficznego. Można jednak wskazać na pewne prawidłowości, przykładowo: suma opadu w lesie jest o około 10% większa niż na polu, parowanie w lesie i na polu jest podobne, suma odpływu nie wykazuje związku z zalesieniem, las „spłaszcza” i „wydłuża” wezbrania (Miler 2009, 2013, Mioduszeński 2003).

## NATURALNE I ANTROPOGENICZNE CZYNNIKI WPLYWAJĄCE NA KLIMAT

Podstawowe elementy klimatu – temperatura powietrza i opad atmosferyczny ulegają naturalnym zmianom w czasie – wahania dobowe, sezonowe, roczne i wieloletnie, wywołane głównie ruchem obrotowym Ziemi, ruchem Ziemi wokół Słońca oraz wiekowymi zmianami aktywności Słońca.

W ostatnich 200 latach temperatura i opady dodatkowo ulegają także zmianom antropogenicznym, wynikającym ze wzrostu zawartości w atmosferze pyłów (absorpcja promieniowania słonecznego), jąder kondensacji pary wodnej i gazów szklarniowych (efekt cieplarniany atmosfery), czy też innych form działalności człowieka (melioracje, silna urbanizacja itd.).

Ciąg chronologiczny – szereg czasowy  $F(t)$  dla danego parametru można opisać następująco:

$$F(t) = A_0 + A \cdot t + \sum_{i=1}^{\infty} A_i \cdot \sin\left(\frac{2 \cdot \Pi}{T_i} \cdot t + \varphi_i\right) + \varepsilon(t) \quad (1)$$

gdzie:  $A_0$  – wartość stała,  $A$  – współczynnik trendu,  $t$  – czas,  $A_i$  – amplituda,  $T_i$  – okres,  $\varphi_i$  – przesunięcie fazowe,  $i$  – numer harmonicznej,  $\varepsilon(t)$  – składnik losowy.

Zmiany naturalne, mające charakter cykliczny, określa się wskazując na istotne wartości amplitud  $A_i$  – wskazując jednocześnie na odpowiednie cykliczności. Natomiast zmiany antropogeniczne bada się oceniając istotność współczynnika trendu  $A$ .

Mówiąc o efekt cieplarniany trzeba uwzględnić, że Słońce podgrzewa Ziemię tylko do  $-18$  °C, a efekt cieplarniany dodaje  $+33$  °C, co powoduje, iż średnia temperatura globalna wynosi  $+15$  °C. Zatem gdyby nie było efektu cieplarnianego na naszym globie nie byłoby życia. Z efektem cieplarnianym wiążą się zarówno pewne zagrożenia jak również dodatkowe korzyści (szanse). Zagrożenia te to: fale upałów, kosztowna klimatyzacja, intensywne opady, powodzie i osuwiska, susze w sezonie wegetacyjnym, wzrost poziomu morza, silne wiatry, brak śniegu (niekorzystny np. dla sportów zimowych). Z kolei szanse to: wyższa temperatura wody, mniejsza zachorowalność i śmiertelność zimą, oszczędność na opale (IPCC 2007).

Systematyczne meteorologiczne badania instrumentalne prowadzone są na świecie od około 150÷200 lat. Należy zatem z dużą ostrożnością podchodzić do prognoz zmian klimatycznych. Czy zatem jesteśmy w stanie kompensować (w jakim procencie) niekorzystne zmiany klimatyczne, a w konsekwencji niekorzystne zmiany stosunków wodnych np. w ekosystemach leśnych? Wydaje się, że obiektywnych jednoznacznych ocen dotychczas brak (Miler 2013).

## MAŁA RETENCJA WODNA W POLSCE JAKO PRIORYTET

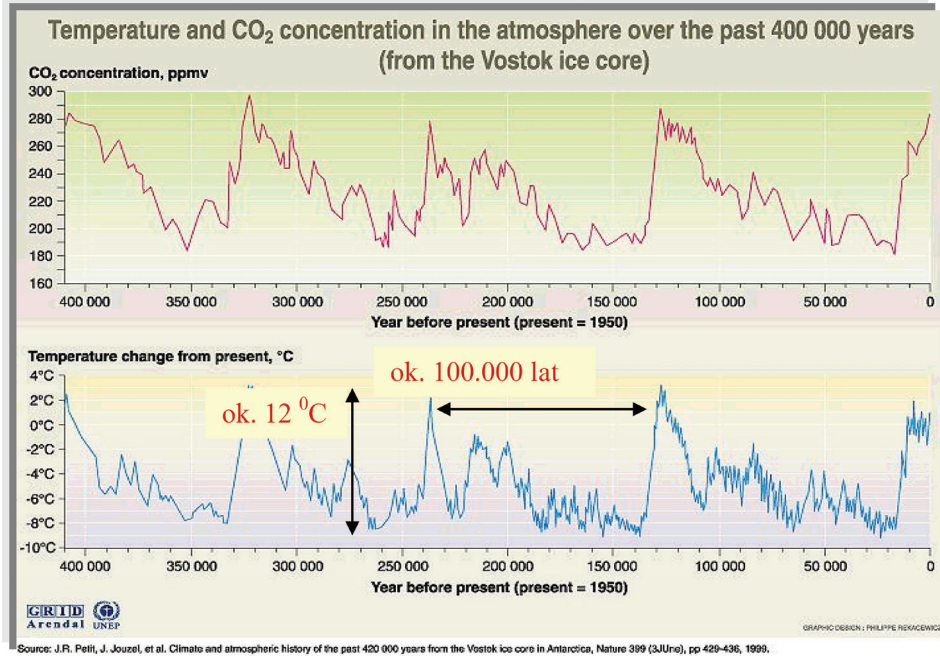
Zasoby wodne Polski są niewiele większe niż Egiptu, który uchodzi za kraj pustylny. W Europie jesteśmy pod względem zasobów wodnych na jednym z ostatnich miejsc.

Retencja wodna to zdolność do gromadzenia zasobów wodnych i przetrzymywania ich przez dłuższy czas w środowisku biotycznym i abiotycznym. W lesie mamy do czynienia m.in. z retencją szaty roślinnej, retencją glebową i gruntową, śnieżną, depresyjną, zbiorników i cieków wodnych.

W pewnym uproszczeniu pod pojęciem małej retencji rozumie się zdolność do gromadzenia wody w małych zbiornikach naturalnych i sztucznych oraz wody podpiętrzane w korytach niewielkich rzek i potoków, w kanałach i rowach.

Zasadność realizacji obiektów, urządzeń małej retencji wodnej wiąże się ze stosunkowo niewielkimi kosztami. Koszt retencjonowania  $1\text{m}^3$  wody

w obiektach małej retencji to 2÷5 zł, a w wielkich zbiornikach retencyjnych to aż 15÷40 zł.

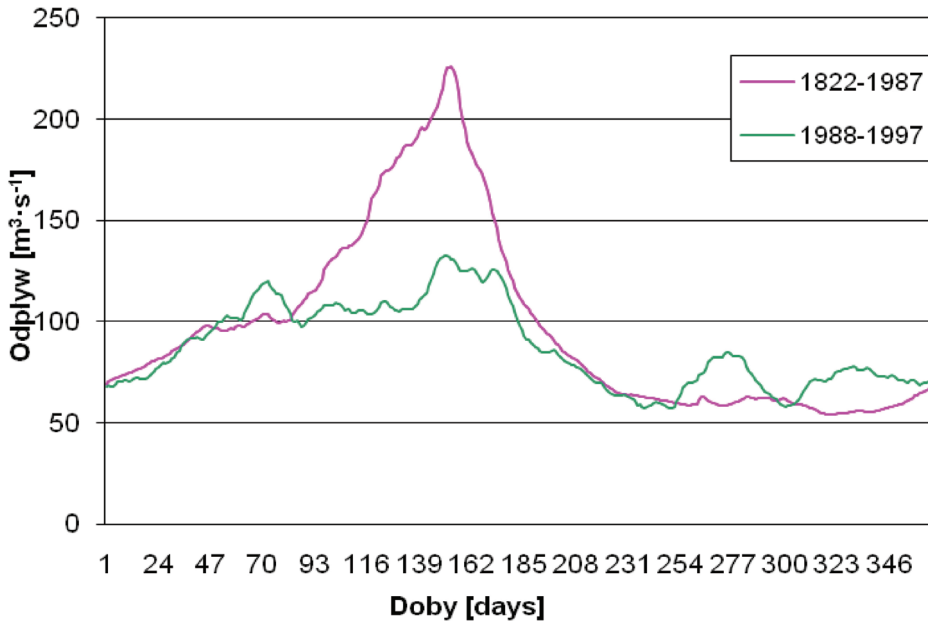


**Rysunek 1.** Przykładowe zmiany naturalne koncentracji CO<sub>2</sub> i temperatury powietrza w ostatnich 400 000 lat na Ziemi (Petit J.R., Jouzel J., et al. 1999, Nature 399)

Główne cele małej retencji wodnej w lasach to:

- poprawa uwilgotnienia siedlisk leśnych poprzez podniesienie lustra wody gruntowej na terenach bezpośrednio przyległych do zbiornika lub urządzenia piętrzącego,
- zmiana szybkiego (wybitnie niekorzystnego) odpływu wód powierzchniowych z terenu lasu na spowolniony odpływ gruntowy,
- urozmaicenie i wzbogacenie środowiska leśnego (m.in. tworzenie tzw. bioróżnorodności),
- woda dostępna dla zwierzyny leśnej, ptactwa, owadów i innej fauny,
- woda do ochrony przeciwpożarowej lasu,
- woda do celów gospodarczych np. deszczownie przy szkółkach leśnych,
- poprawa warunków dla rekreacji i wypoczynku ludności (Mioduszewski 2003, Prace zbiorowe ... 2008, 2009, Miler 2009, 2013).

Zgodnie z Ramową Dyrektywą Wodną Unii Europejskiej (2000/60/WE) z 23 października 2000 r. oraz z Ustawą z dnia 18 lipca 2001r. Prawo Wodne (Dz.U. 2001 Nr 115 poz. 1229), gospodarka wodna w lasach powinna być zintegrowana z gospodarką wodną w całej zlewni. (Prace zbiorowe ... 2004, 2008, 2009).



**Rysunek 2.** Przebiegi czasowe w okresach lat hydrologicznych: 1822-1987 i 1988-1997 (uśrednione dla poszczególnych dni roku) przepływów rzeki Warty w przekroju Poznań (oprac. A.T. Miler)

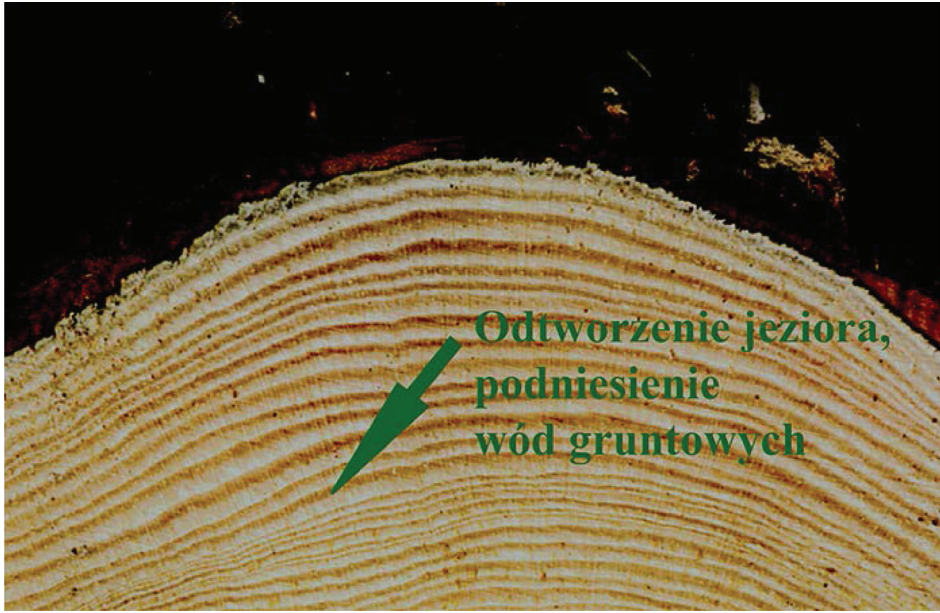
## **ZABIEGI NIETECHNICZNE ZWIĘKSZAJĄCE MAŁĄ RETENCJĘ WODNĄ**

Małą retencję wodną tworzy się głównie poprzez zabiegi techniczne związane z podpiętrzaniem cieków, zbiorników wodnych etc., można także tworzyć ową małą retencję poprzez:

- fitomelioracyjne zabiegi pielęgnacyjne przywracające procesy glebowe,
- zwiększanie miąższości czynnej warstwy gleb, któremu sprzyja m.in. nawożenie,
- polepszenie warunków rozwoju grzybów mykoryzowych rozkładających ściółkę i wytwarzających warstwę próchniczną,



- przebudowę drzewostanów,
- niedopuszczenie do nadmiernego rozwoju mchów, które zakwaszają glebę i utrudniają do niej dostęp powietrza (Praca zbiorowa ... 2008).



**Rysunek 3.** Przykładowe przekroje z przyrostami radialnymi; Nadleśnictwo Kaliska (fot. K. Frydel)

### MAŁA RETENCJA WODNA W LASACH

W 1997 roku na zlecenie Dyrekcji Generalnej Lasów Państwowych zostały opracowane *Zasady planowania i realizacji małej retencji w Lasach Państwowych*.

W znowelizowanych w 2002 roku *Zasadach hodowli lasu* zaleca się, aby nadleśnictwa odczuwające braki wody opracowały programy rozwoju małej retencji wodnej.

Zatem aby zachować trwałość lasów, ich ciągłość i mieć możliwość korzystania ze wszystkich pełnionych przez nie funkcji, w połowie lat 90., w ramach programu małej retencji, rozpoczęto w Lasach Państwowych budowę nowych oraz odtwarzanie starych zbiorników wodnych.

Między innymi w ramach realizacji małej retencji w Lasach Państwowych w latach 1998–2005 wybudowano 2.216 budowli piętrzących w tym 1.124 zbiorniki.



W 2006 r. postanowiono połączyć rozproszone działania nadleśnictw i ubiegać się o dofinansowanie w ramach unijnego Programu Operacyjnego „Infrastruktura i Środowisko” – wniosek do Funduszu Spójności. Obecnie kończą się prace zaplanowane w ramach dwóch kompleksowych projektów 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).

## **PRZYKŁADOWE ROZWIĄZANIA DOTYCZĄCE MAŁEJ RETENCJI WODNEJ W LASACH**

### **Nadleśnictwo Lipka (ocena ilościowa małej retencji wodnej)**

Ocena ilościowa małej retencji wodnej nie jest zazwyczaj tak oczywista jak ocena jakościowa. Opisano poniżej przykład oceny ilościowej, tzn. jak zabudowa cieku kaskadą zastawek wpływa na zmianę odpływu w małej zlewni leśnej. Najwyraźniej można ocenić taką zmianę odpływu poprzez analizę obserwowanych wezbrań przed i po zabudowie cieku. W celu efektywnej analizy wezbrań zaproponowano do ich opisu model Nasha. Opady efektywne dla poszczególnych wezbrań obliczono na podstawie objętości fal wezbraniowych.

Analizowana zlewnia leśna cieku 17-86-1 leży na Pojezierzu Krajeńskim, na terenie Nadleśnictwa Lipka. Powierzchnia zlewni wynosi 182,26 ha, z czego 174,02 ha (95%) to tereny leśne, pozostałe 5% stanowią grunty orne i łąki. Badaną zlewnię można uważać za reprezentatywną dla Nadleśnictwa Lipka, bowiem odpowiednio podobne są dominujące typy siedliskowe lasu (bory świeże – Bśw, bory mieszane świeże BMśw) oraz dominujące gleby (gleby rdzawe).

W 2004, w ramach projektu dotyczącego ochrony siedlisk hydrogenicznych w dorzeczu Gwdy, dokonano zabudowy cieku 17-86-1 poprzez wybudowanie na nim sześciu urządzeń piętrzących – zastawek stałych, o wysokości piętrzenia 0,5-0,8 m.

Poddano więc analizie 14 zaobserwowanych fal wezbraniowych, 6 „przed” i 8 „po” zabudowie cieku. Każdą falę wezbraniową opisano dwu-zbiornikowym modelem Nasha ( $N=2$ ). Przyjęcie stałej liczby zbiorników  $N=2$  podyktowane jest trzema faktami:

- parametr  $N$  powinien być stały dla danej zlewni,
- dla małych zlewni nizinnych  $N < 3$ ,
- obliczenia np. dla  $N=1$  i  $N=3$  dawały mniejszą zgodność odpływów wezbraniowych pomierzonych i symulowanych.

Dobór hydrogramów symulowanych sprowadzał się zatem do synchronizacji wezbraniowych odpływów symulowanych z pomierzonymi poprzez znalezienie optymalnej wartości stałej czasowej (inercji)  $T$ . Tą stałą czasową można utożsamiać z retencyjnością (bezwładnością) zlewni.

Średnia wartość stałej czasowej  $T$  dla fal wezbraniowych przed zabudową badanego cieką wynosiła 2,75 godz. – natomiast po zabudowie 4,13 godz. Oznacza to, iż stała czasowa związana z inercją zlewni, wzrosła o około 50%. W konsekwencji można postawić hipotezę, iż czas przebywania wód wezbraniowych w zlewni na skutek zabudowy cieką 6-cioma zastawkami został istotnie wydłużony.

Wydaje się zatem zasadne zastosowanie w programach tzw. małej retencji w lasach wykonywania zabudowy cieków systemami małych, prostych zastawek (Miler 2013).

### **Nadleśnictwo Jarocin (ochrona lasów łęgowych)**

Lasy łęgowe należą do najbogatszych ekosystemów lasów liściastych w Polsce. Według mapy potencjalnej roślinności lasy łęgowe mogą zajmować prawie 9% powierzchni kraju, lecz w strukturze siedlisk lasów Polski typy siedliskowe odpowiadające zbiorowiskom łęgowym stanowią zaledwie 0,7% powierzchni, w tym las łęgowy 0,2%. Do najważniejszych czynników warunkujących występowanie i prawidłowe funkcjonowanie lasów łęgowych, oraz ekosystemów związanych ze starorzeczami, których naturalnym miejscem występowania są doliny rzeczne jest ich okresowe zalewanie. Brak zalewów prowadzi do degradacji siedlisk łęgowych – ich grądowienia, a w przypadku starorzeczy następuje przyspieszenie procesu zarastania i ładowienia. Najbardziej niekorzystne czynniki wpływające na te ekosystemy to: ograniczanie stref zalewów poprzez budowę wałów przeciwpowodziowych oraz zmianę reżimu hydrologicznego wód rzecznych poprzez budowanie dużych zbiorników retencyjnych.

Ważnym aspektem w ochronie siedlisk obszarów dolin rzecznych jest ich ochrona czynna. W przypadku „Uroczyska Warta” w wyniku zmian w naturalnym reżimie hydrologicznym Warty nastąpiło ograniczenie powierzchni zalewu i ich częstotliwości głównie m. in. poprzez budowę zbiornika Jeziorsko. Wydaje się iż, dobre rezultaty może przynieść zastosowanie prostych systemów melioracyjnych dzięki, którym możliwe będzie odtworzenie korzystnych warunków hydrologicznych, a także zwiększenie pojemności retencyjnej starorzeczy. Wody gruntowe na terenach przyległych będą się wtedy utrzymywały na wyższym poziomie przez dłuższy okres.

Syntetycznie ujmując, koncepcja ochrony lasów łęgowych Uroczyska Warta, będąca polega ma na zasilaniu buforowym starorzeczy w okresach wysokich wód w rzekach Warcie i Lutyni. Starorzeczca ze względu na stosunkowo dużą ilość oraz warunki hydrogeologiczne obszaru uroczyska mogą korzystnie

regulować warunki wodne w glebach lasów łęgowych w przypadku zapewnienia dodatkowego zasilania w wodę i zwiększenia stanów retencji tych obiektów. Źródłem zapewniającym dodatkowe stany retencji starorzeczy może być zatrzymanie odpływu zalewowych wód w okresach wezbrań Warty oraz przerzut wody z rzeki Lutyni. Taki sposób zapewnienia dodatkowej retencji nawiązuje do naturalnych procesów hydrologicznych zachodzących w ekosystemach dolinnych lasów łęgowych, ponieważ zasilająca je woda nie stagnuje a przemieszcza się w gruncie.

Uroczysko Warta jest kompleksem leśnym zlokalizowanym na terasie zalewowej lewego brzegu rzeki Warty, pomiędzy 332 a 337,5 km jej biegu oraz ujściowym odcinku rzeki Lutyni (0 do 3,2 km). Administracyjnie cały obszar położony jest na terenie województwa wielkopolskiego. Obszar administrowany jest przez Nadleśnictwo Jarocin. Powierzchnia całego tego kompleksu wynosi 772,44 ha, z czego 634,99 ha to lasy; pozostałą część stanowią łąki, starorzeczka i bagna. Gleby stanowią głównie mady rzeczne (82,2%), gleby rdzawe (9,3%), płowe (5,7%). Gleby rdzawe i płowe wykształciły się w obszarach występujących poza zasięgiem zalewów. W małych ilościach występują także gleby: gruntowo-glejowe, gleby brunatne, gleby murszowe, gleby opadowo-glejowe, gleby mułowe, czarne ziemie leśne i gleby słabo wykształcone.

Warunki klimatyczne panujące na analizowanym obszarze jak i całej zlewni Warty z punktu widzenia hydrologicznego nie są korzystne. Wynika to z dwóch powodów: relatywnie niskich opadów w porównaniu z regionami sąsiednimi oraz wysokiego parowania terenowego. Średnia suma opadów atmosferycznych z lat 1951–2000 na posterunku opadowym w Nowej Wsi Podgórznej, położonym najbliżej rozpatrywanego obszaru wynosi 546 mm. Zmienność opadów rocznych w poszczególnych latach może być bardzo duża: raz na 10 lat sumy opadów mogą spadać do około 380 mm, widoczna jest cykliczność wieloletnia występowania lat wilgotnych i posusznych.

W celu ratowania uroczyska Warta i jej walorów przyrodniczych wybudowano system budowli polepszających warunki wodne wnętrza uroczyska. W latach 2004 – 2005 w ramach realizacji projektu dofinansowanego przez fundację EkoFundusz „Kompleksowa ochrona różnorodności biologicznej uroczyska Warta w Żerkowsko-Czeszewskim Parku Krajobrazowym” wybudowano: prógi piętrzące wody rzeki Lutyni, przepusty z klapami zwrotnymi pozwalające wpłynąć wezbranym i podpiętrżonym wodom Warty do starorzeczy i odcinające ich powrót oraz zastawki szandorowe pozwalające ręcznie sterować poziomami wody w starorzeczach.

Na terenie uroczyska Warta w 2008 roku wykonano system monitoringu wód powierzchniowych i podziemnych. Wykonano 26 wierceń o głębokości od 4 do 26 m p.p.t. W miejscach wierceń znajdują się piezometry, w których umieszczono na początku 2009 roku urządzenia automatycznie rejestrujące

stany wód podziemnych. System pomiarowy jest uzupełniony łatami wodowskazowymi na starorzeczach i rzece Lutyni.

Ocena skuteczności przyjętej koncepcji ochrony lasów łęgowych Uroczyska Warta wymaga stałego wieloletniego monitoringu procesów zachodzących w ekosystemach leśnych (m.in. wydzielania się posuszu, grądowienia, przyrostów rocznych najstarszych drzew).

Przykładowo zauważono, iż zmniejszanie się ilości dni napełnienia starorzeczy koreluje odwrotnie proporcjonalnie z masą wydzielających się drzew martwych.

Dotychczasowy stosunkowo krótki okres monitorowania wód gruntowych nie pozwala na ostateczną ocenę skuteczności buforowego napełniania wodą starorzeczy, z wykorzystaniem opisanego infrastruktury technicznej (Kamiński i in. 2011).



**Rysunek 4.** Przelew z kłapą zwrotną; Uroczysko Warta w Nadleśnictwie Jarocin (fot. A.T. Miler)

## PODSUMOWANIE

- Teza zawarta w Raporcie IPCC z 2007 roku, wskazująca na niekorzystne zmiany klimatyczne na naszym globie, jest m.in. podstawą do traktowania budowy obiektów, urządzeń małej retencji wodnej w polskich lasach jako zadań priorytetowych.
- Podstawą dla zasadności planowania budowy lub rozbudowy obiektów, urządzeń małej retencji wodnej w lasach jest istotny udział odpływu w bilansie wodnym.
- Do podjęcia decyzji o budowie lub rozbudowie obiektów, urządzeń małej retencji wodnej konieczne jest wykazanie istotnego ich wpływu na wzrost retencji. Tak jak np. wykazano to dla zlewni cieku 17-86-1 w Nadleśnictwie Lipka.
- Zasadne jest zastosowanie w programach małej retencji wodnej w lasach, szczególnie na terenach nizinnych, wykonywania zabudowy cieków systemami małych, prostych drewnianych zastawek.

## LITERATURA

- CKPŚ (2009) *Zwiększanie możliwości retencyjnych oraz przeciwdziałanie powodzi i suszy w ekosystemach leśnych na terenach nizinnych (projekt programu)*, Warszawa.
- Kamiński B., Miler A.T., Okoński B., Grajewski S., Schwartz K. (2011) *Floodplain Forest Technical and Monitoring Solutions for Protection of the Uroczysko Warta Floodplain Forest*. Pol. J. Environ. Stud. Vol. 20, No. 5, 1193-1201.
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) (2007) <http://www.ipcc.ch/>.
- Miler A.T. (2009) *Stan obecny małej retencji wodnej oraz perspektywy jej rozbudowy na przykładowych terenach leśnych w Wielkopolsce*. Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich, PAN Oddz. W Krakowie, Komisja Technicznej Infrastruktury Wsi. Nr 4, 231-237.
- Miler A.T. (2013) *Kompleksowa metodyka oceny stosunków wodnych w lasach*. Wydawnictwo Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu (Monografia).
- Mioduszewski W. (2003) *Mała retencja*. Ochrona zasobów wodnych i środowiska naturalnego. Poradnik. Falenty, wyd. IMUZ.
- Praca zbiorowa (2004) *Zasady gospodarowania wodą w lasach*. Warszawa. IBL.
- Praca zbiorowa (2008) *Wytyczne do realizacji obiektów małej retencji w Nadleśnictwach – Część techniczna. Zwiększanie możliwości retencyjnych oraz przeciwdziałanie powodzi i suszy w ekosystemach leśnych na terenach nizinnych*. Warszawa.

Praca zbiorowa (2009) *Zwiększanie możliwości retencyjnych oraz przeciwdziałanie powodzi i suszy w ekosystemach leśnych na terenach nizinnych (projekt programu)*.  
Koordynacja opracowania: CKPŚ. Zespoły autorskie pod kierownictwem:  
W. Mioduszewskiego i E. Pierzgałskiego. Warszawa.

Prof. dr hab. Antoni T. Miler  
Katedra Inżynierii Leśnej  
Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu  
amiler@up.poznan.pl

Wpłynęło: 7.02.2015

Akceptowano do druku: 15.10.2015