



**PRÓBA OCENY CZYNNIKÓW  
HYDROMETEOROLOGICZNYCH WPLYWAJĄCYCH  
NA WIELKOŚĆ WYDZIELAJĄCEGO SIĘ POSUSZU NA  
OBSZARZE LASU ŁĘGOWEGO UROCZYSKA WARTA**

*Antoni T. Miler*

*Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu*

***ATTEMPT OF ESTIMATION OF HYDROMETEOROLOGICAL  
FACTORS INFLUENCING ON DEADWOOD QUANTITY ON AREA  
THE UROCZYSKO WARTA FLOODPLAIN FOREST***

***Streszczenie***

Uroczysko Warta stanowi jedno z najważniejszych skupisk lasów łęgowych w Polsce. Wybudowanie zbiornika Jeziorsko przyczyniło się do zmiany reżimu rzeki Warty (ograniczenie powierzchni zalewów i ich częstotliwości), co w konsekwencji wpływa destrukcyjnie na lasy łęgowe uroczyska. 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. W niniejszej pracy przedstawiono wpływ czynników klimatycznych oraz stanów wód powierzchniowych w starorzeczach i gruntowych na terenie uroczyska na wielkość wydzielającego się posuszu.

**Słowa kluczowe:** las łągowy, posusz, mała retencja wodna, starorzecze, Uroczysko Warta

### *Abstract*

*The Uroczysko Warta is one of most important concentrations of floodplain forest in Poland. Building of the Jeziorsko reservoir contributed to change of the Warta River regime (limitation of surface overflows, their frequencies), what in consequence negatively influencing on floodplain forest areas. 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. In paper a influences of climatic factors and levels of surface water in oxbow and ground water on deadwood quantity are presented.*

**Key words:** *floodplain forest, deadwood, small water retention, oxbow lake, The Uroczysko Warta*

## WPROWADZENIE

Posusz to drzewa martwe lub zamierające w drzewostanie na skutek opowania przez szkodniki, zbytniego zagęszczenia, zmian abiotycznych w środowisku, w szczególności wpływu czynników klimatycznych (opadowo-termicznych).

Uroczysko Warta stanowi jedno z najważniejszych skupisk tych siedlisk (Danielewicz 1993). Wybudowanie w środkowym biegu rzeki Warty zbiornika Jeziorsko przyczyniło się do zmiany reżimu rzeki (ograniczenie powierzchni zalewów i ich częstotliwości) (Miler 2015). Jednym z najważniejszych czynników warunkujących występowanie i prawidłowe funkcjonowanie lasów łągowych jest ich okresowe zalewanie wezbranymi wodami. Brak zalewów prowadzi do degradacji siedlisk łągowych – ich grądowienia, a w przypadku starorzeczy następuje przyspieszenie procesu zarastania i łądowienia (Cieśla 2009, Kurowski 2007). Ochrona siedlisk łągowego, pomimo ogólnych metod i strategii, wymaga rozwiązań dostosowanych do danych warunków fizyczno-geograficznych (Rohe i in. 2006, Syrbe i in. 2007). W większości przypadków stosuje się bierne metody ochrony (nieingerowanie w ekosystem), niemniej zawsze ważny jest monitoring zarówno zmian klimatycznych jak i związanych z antropopresją (Haase i Gläser 2009, Kramer 2008).

Dla złagodzenia skutków negatywnego wpływu zbiornika Jeziorsko, wykonano urządzenia powstrzymujące odpływ wody z Uroczyska Warta (przepusty z klapami zwrotnymi, jaz na rzece Lutyni, zastawki). Te zabiegi to techniczne, czynne formy zwiększania tzw. małej retencji wodnej (Kamiński i in. 2010, 2011).

Celem pracy jest przedstawienie zmian wydzielanego posuszu na obszarze *Uroczyska Warta* w latach 2006-2012, jako skutku zmienności opadów atmosferycznych, temperatur powietrza oraz stanów wód gruntowych.

## **METODYKA BADAŃ**

Na terenie Uroczyska Warta od 2009 roku wykonywane są pomiary stanów wód gruntowych (26 piezometrów) oraz obserwacje stanów wód powierzchniowych w 7-miu starorzeczach i na rzece Lutyni (Zieliński, Niemczyński 2008). W okresach wiosennych w latach: 2006, 2007, 2009, 2011 i 2012 pracownicy Nadleśnictwa Jarocin przeprowadzili inwentaryzację posuszu występującego na terenie byłych rezerwatów Lutynia (45,85 ha) i Czeszewo (26,37 ha), które obecnie wchodzi w skład rezerwatu Czeszewski Las. Dane meteorologiczne pozyskano ze stacji w Nowej Wsi Podgórnej oraz w Kórniku, natomiast dane hydrometryczne (stany wód gruntowych i powierzchniowych) udostępniło Nadleśnictwo Jarocin (Nadleśnictwo Jarocin 2009). Stany wód powierzchniowych obserwowano na standardowych łąkach, natomiast stany wód gruntowych mierzono automatycznie przy pomocy Diver'ów, a następnie opracowywano za pomocą oprogramowania Diver-Office 2008 (udostępnionego przez Nadleśnictwo Jarocin).

Określenie suchości wyrażone wskaźnikiem wilgotności, np. indeksem suchości De Martona jest przydatne lokalnie (American Meteorological Society

2006). Zaproponowany przez De Martonne'a (1925) indeks ma postać:

$$I_{DM} = P_r / (T_r + 10) \quad (1)$$

gdzie:  $P_r$  – opad roczny [mm],  $T_r$  – temperatura roczna [ $^{\circ}$ C] .

Dla miesięcy ów wskaźnik ma postać:

$$I_M = 12 \cdot P_m / (T_m + 10) \quad (2)$$

gdzie:  $P_m$  i  $T_m$  – to opad i temperatura dla danego miesiąca.

(Kiedy  $I_{DM} < 10$  to klimat jest suchy, a kiedy  $I_{DM} < 20$  to prawie suchy, etc., natomiast gdy  $I_M < 20$  to potrzebne są nawodnienia.)

W praktyce leśnej, częściej stosowany dla charakterystyki warunków termiczno-pluwialnych, dla okresu wegetacyjnego, jest współczynnik hydrotermiczny Sielianinowa  $k$ :

$$k = \frac{10 \cdot P}{\sum t_i} \quad (3)$$

gdzie:  $P$  – suma opadów [mm],  $t_i$  – średnia dobową temperaturą powietrza [ $^{\circ}$ C] (Molga 1986, Rozporządzenie... 2006).

W analizowanych okresach używano średniego, z obliczanych miesięcznych (tylko dla IV-X) wartości współczynnika hydrotermicznego.

## CHARAKTERYSTYKA OBSZARU BADAŃ

Uroczysko Warta położone jest na terasie zalewowej lewego brzegu rzeki Warty. Obszar ten należy do województwa wielkopolskiego, powiatu wrzesińskiego. Administrowany jest przez Nadleśnictwo Jarocin. Powierzchnia całego kompleksu wynosi 772,44 ha, z czego 634,99 ha to lasy. Pozostałą część stanowią śródleśne łąki, starorzecza i bagna. Gleby stanowią głównie mady rzeczne (82,2%), gleby rdzawe (9,3%), płowe (5,7%) i inne (2,8%). Uroczysko to kompleks grądów i łągów jesionowo – wiązowych z dużym udziałem starodrzewi położonych na najniższej tersie rzeki Warty, z zachowanymi starorzeczami i typową dla nich roślinnością. W uroczysku znajdują się także płaty szuwarów mózgowych, mannowych, kosańcowych i turzycowych, a także fragmenty łąk nawiązujących składem florystycznym do łąk selernicowatych typowych dla dolin wielkich rzek (Kamiński i in. 2010, 2011). Należy podkreślić, iż Uroczysko Warta stanowi najlepiej zachowany kompleks lasów łągowych w Wielkopolsce. Cechą charakterystyczną obiektu jest udział starych drzewostanów dębowych (VIII i IX klasa wieku) oraz duża ilość drzewostanów jesionowych (IV klasa wieku). Teren uroczyska jest bogaty również w stare i okazałe drzewa. W toku prac zinventaryzowano 77 drzew pomnikowych z których najliczniejszą grupę stanowi 39 dębów szypułkowych, a najgrubszy z nich posiada obwód 620 cm (Nadleśnictwo Jarocin 2009).

Bardzo niekorzystne są warunki hydrologiczne, których powodem są niskie opady atmosferyczne oraz wysokie parowanie terenowe. Średnia suma opadów z lat 1951–2000 na posterunku opadowym w Nowej Wsi Podgórnej, położonym najbliższej rozpatrywanego obszaru wynosi 546 mm. Zmienność opadów rocznych w poszczególnych latach może być bardzo duża: raz na 10 lat sumy opadów mogą spadać poniżej 400 mm (Kowalczak i in. 2006). Bardzo duży wpływ na przepływy Warty ma sztuczny zbiornik Jeziorsko, położony w środkowej części biegu rzeki, o pojemności całkowitej 203 mln m<sup>3</sup>, oddany do użytku w 1987 roku (Miler 2015). Na obszarze uroczyska zachowało się 10 starorzeczy Warty oraz kilka zarośniętych rynien po dawnych starorzeczach. Starorzeczka ze względu na dużą liczebność oraz warunki hydrogeologiczne obszaru uroczyska mogą korzystnie regulować warunki wodne w glebach lasów łęgowych w przypadku zapewnienia dodatkowego zasilania wodą i zwiększenia stanów retencji tych obiektów. Źródłem zapewniającym dodatkowe stany retencji starorzeczy może być zatrzymanie odpływu zalewowych wód w okresach wezbrań Warty oraz przerzutu wody z rzeki Lutyni. Poprzez dofinansowanie z fundacji Eko-Fundusz „Kompleksowa ochrona różnorodności biologicznej uroczyska Warta w Żerkowsko-Czeszewskim Parku Krajobrazowym” m.in. w latach 2004-2005 wybudowano: próg piętrzący wody rzeki Lutyni, 4 przepusty z klapą zwrotną, 2 zastawki szandorowe (Kamiński i in. 2010, 2011).

We wschodniej części uroczyska położony jest rezerwat przyrody Czeszewski Las o powierzchni 222,62 ha. Obiekt leży w granicach Żerkowsko-Czeszewskiego Parku Krajobrazowego (Nadleśnictwo Jarocin 2009). W okresach wczesnowiosennych, przed 1987 rokiem część rezerwatu była regularnie zalewana wodami rzeki Warty i częściowo rzeki Lutyni.

## WYNIKI BADAŃ

W tabeli 1 zestawiono wyniki pięciu inwentaryzacji posuszu, zarówno stojącego jak i leżącego, obejmującego wszystkie gatunki (Js, Db, Lp, Gb, Brz, Wz) w rezerwach Lutynia i Czeszewo, przeprowadzanych przez pracowników Nadleśnictwa Jarocin.

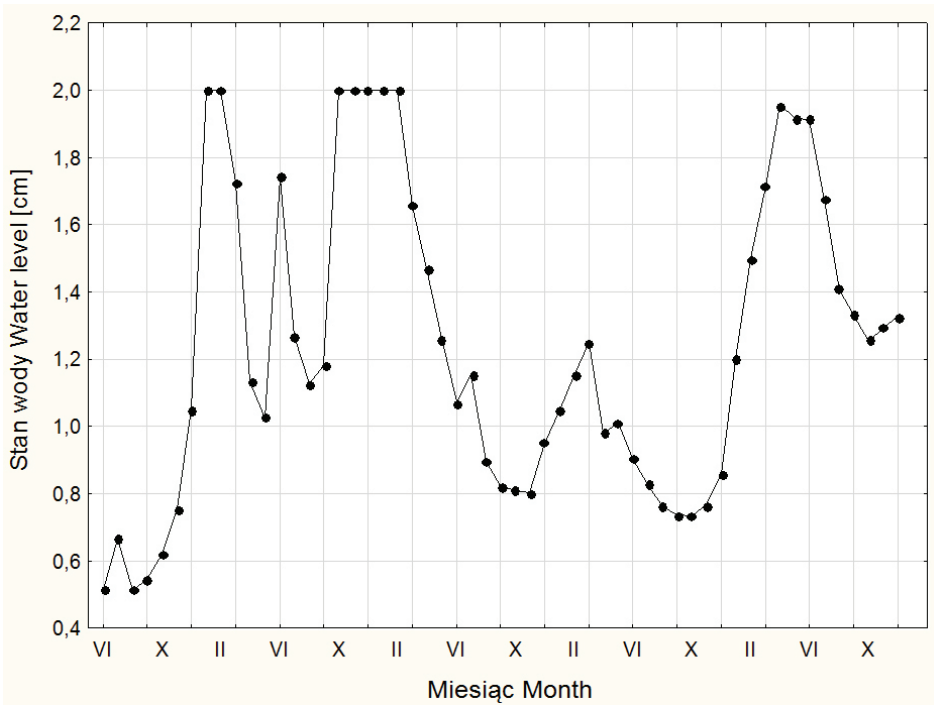
Na podstawie odczytów z lat wodowskazowych prowadzonych przez pracowników Nadleśnictwa Jarocin obliczono średnie miesięczne stany wód powierzchniowych w starorzeczach – rysunek 1.

Przykładowy wynik pomiarów stanów wód gruntowych (piezometr P9) przedstawiono na rysunku 2. Natomiast w tabeli 2 zestawiono ilość wydzielonego posuszu na tle indeksu suchości De Martonne’a, współczynnika hydrotermicznego Sielianinowa, średniego stanu wody w starorzeczach oraz średniego stanu wód gruntowych.

**Tabela 1.** Wyniki inwentaryzacji posuszu w rezerwach *Lutynia* i *Czeszewo* w latach 2006-2012

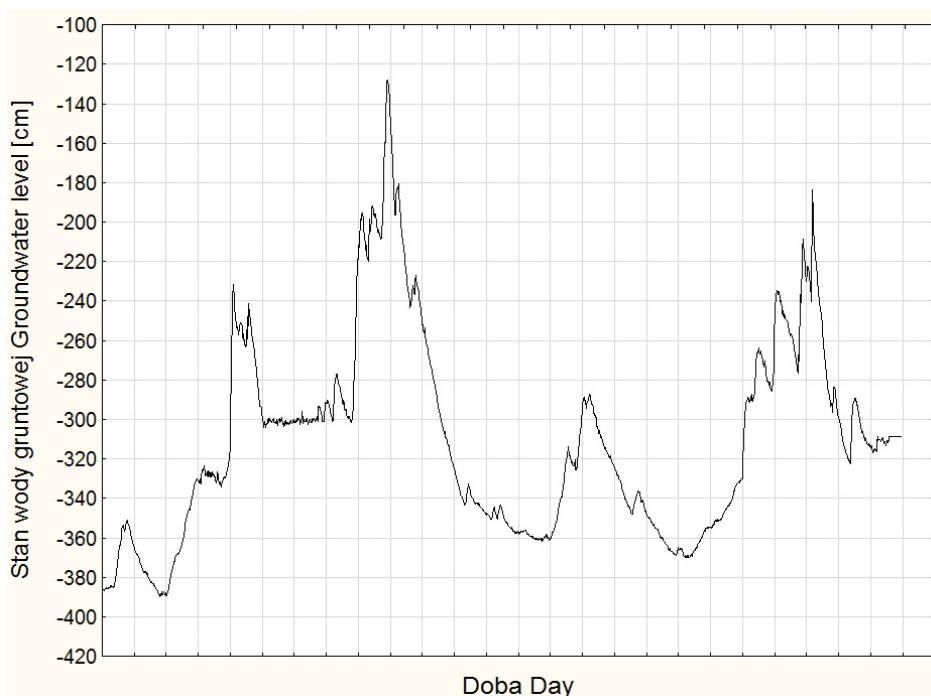
**Table 1.** Inventory results of deadwood quantity in the *Lutynia* and the *Czeszewo* reservations in period 2006-2012

Data	Rezerwat <i>Lutynia</i>		Rezerwat <i>Czeszewo</i>		Średnia ważona [m <sup>3</sup> /ha]
	[m <sup>3</sup> ]	[m <sup>3</sup> /ha]	[m <sup>3</sup> ]	[m <sup>3</sup> /ha]	
11-12.04.2006	1260	27,4	315	11,9	21,7
23-25.04.2007	1934	42,2	596	22,6	35,0
14-15.04.2009	2273	49,6	1034	39,2	45,8
25-27.05.2011	2481	54,1	1536	58,2	55,6
08.05.2012	3243	70,7	1868	70,8	70,7



**Rysunek 1.** Średnie miesięczne stany wód w starorzeczach w okresie VI.2009-XII.2013

**Figure 1.** Monthly mean of water levels in oxbow lakes in period VI.2009-XII.2013



**Rysunek 2.** Średnie dobowe stany wody gruntowej w piezometrze P9 w okresie VI.2009-XII2013

**Figure 2.** Day mean of ground water in piezometer P9 in period VI.2009-XII.2013

**Tabela 2.** Ilość wydzielonego posuszu (M) na tle indeksu suchości De Martonne'a (IM), współczynnika hydrotermicznego Sielianinowa (k), średniego stanu wody w starorzeczach (H) oraz średniego stanu wód gruntowych (H)

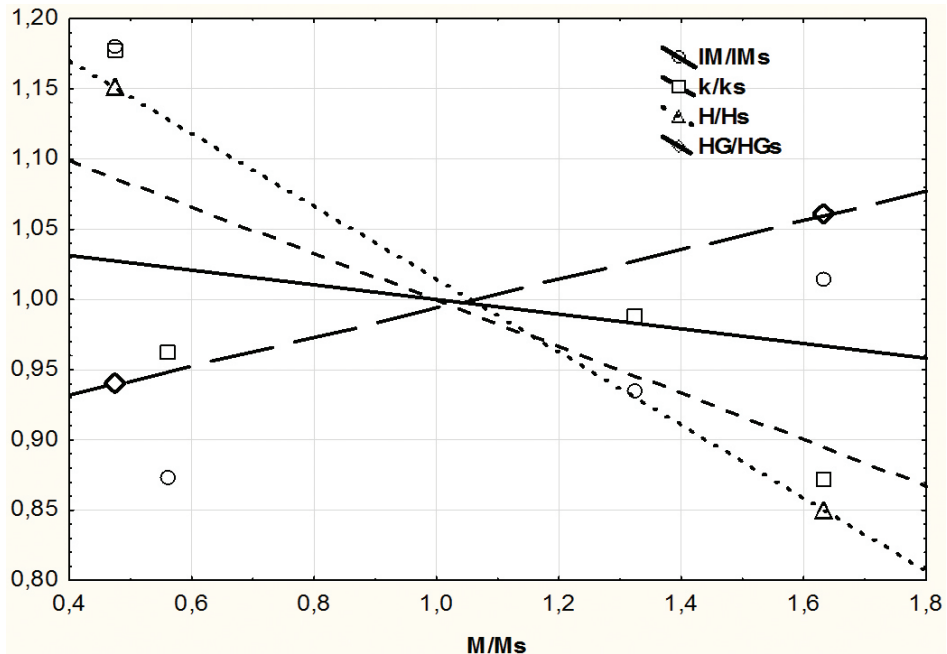
**Table 2.** Deadwood quantity (M) vs. De Martonne's index of dryness (IM), Sielianinow's hydrothermal coefficient (k), mean water level in oxbow lakes (H) and mean level of ground waters (HG)

Okres	M [m <sup>3</sup> /ha]	IM	k	H [cm]	HG p.p.t. [cm]
V.2006-IV.2007	13,3	30,5	1,10	b.d.	b.d.
V.2007-III.2009	10,8	28,5	1,07	b.d.	b.d.
IV.2009-V.2011	9,8	38,5	1,31	134	-298
VI.2011-IV.2012	15,1	33,1	0,97	99	-336

Dla ujednoczenia wyników, wartości wydzielonego posuszu (M) [ $\text{m}^3/\text{ha}$ ] (tab. 2) przeliczono na wartości przypadające na 1 rok, tj. na jednostki [ $\text{m}^3/\text{ha}/\text{rok}$ ].

Następnie obliczono wartości względne (odniesione do stosownych średnich) dla: ilości wydzielonego posuszu (M/Ms), indeksu suchości De Martonne'a (IM/IMs), współczynnika hydrotermicznego Sielianinowa (k/ks), średniego stanu wody w starorzeczach (H/Hs) oraz średniego stanu wód gruntowych (HG/HGs).

Relacje pomiędzy ilością wydzielanego posuszu a badanymi ww. wskaźnikami obrazuje rysunek 3. Ze względu na małą ilość danych można jedynie wskazywać na pewne trendy. Ilość wydzielanego posuszu rośnie wraz z maleniem indeksu suchości De Martonne'a, maleniem współczynnika hydrotermicznego Sielianinowa, maleniem stanu wód w starorzeczach oraz opadaniem (wzrostem głębokości) wód gruntowych.



**Rysunek 3.** Zależność wartości względnych – pomiędzy wydzielanym posuszem (M/Ms) a indeksem suchości De Martonne'a (IM/IMs), współczynnikiem hydrotermicznym Sielianinowa (k/ks), średnim stanem wody w starorzeczach (H/Hs) oraz średnim stanem wód gruntowych (HG/HGs)

**Figure 3.** Relation of relative values – between deadwood quantity (M/Ms) vs. De Martonne's index of dryness (IM/IMs), Sielianinow's hydrothermal coefficient (k/ks), mean water level in oxbow lakes (H/Hs) and mean level of ground waters (HG/HGs)



## PODSUMOWANIE I WNIOSKI

Ocena skuteczności przyjętej ochrony lasów łągowych Uroczyska Warta wymaga stałego wieloletniego monitoringu procesów zachodzących w ekosystemach leśnych, m.in. ilości wydzielającego się posuszu. Prezentowane w pracy wyniki obejmują 4,5-letni okres badawczy. Zatem należy traktować je jako mające charakter szacunkowy. W szczególności:

1. Zmienność stanów wód powierzchniowych w starorzeczach była stosunkowo duża (ok. 150 cm – średnio), natomiast zmienność wód gruntowych była bardzo duża (ok. 260 cm w piezometrze P9) w badanym okresie.
2. Związek wydzielanego posuszu wykazuje tendencję wzrostową wraz z maleniem indeksu suchości De Martonne'a, maleniem współczynnika hydrotermicznego Sielianinowa, maleniem stanu wód w starorzeczach oraz opadaniem wód gruntowych.

## LITERATURA

American Meteorological Society (2006). *Glossary of Meteorology*, <http://amsglossary.allenpress.com/glossary>, accessed 10 May 2006.

Cieśla A. (2009): *Wpływ zabudowy hydrotechnicznej Odry na zróżnicowanie fitosocjologiczne siedlisk łągowych kompleksu leśnego*. *Leśne Prace Badawcze* 70 (2): 161-174.

Danielewicz W. (1993). *Lasy i zadrzewienia dolin rzecznych – znaczenie gospodarcze oraz rola w ochronie środowiska przyrodniczego*. *Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych* 412: 33-39.

Haase D., Gläser J. (2009). *Determinants of floodplain forest development illustrated by the example of the floodplain forest in the District of Leipzig*. *Forest Ecology and Management*, 258: 887-894.

Kamiński B., Miler A.T., Grajewski S., Okoński B., Schwartz K. (2010). *The concept for protection of flood plain forests in the Uroczysko Watra Forest District*. *Infrastructure and Ecology of Rural Areas*. Polish Academy of Sciences, Cracow Branch, Commission of Technical Rural Infrastructure, 11: 31-41.

Kamiński B., Miler A. T., Grajewski S., Okoński B., Schwartz K. (2011). *Floodplain Forest Technical and Monitoring Solutions for Protection of the Uroczysko Warta Floodplain Forest*. *Polish Journal of Environmental Studies*. Vol. 20, No. 5: 1193-1201.

Kowalczak P., Terlecki P., Hański A. (2006). *Opracowanie – ekspertyza dotycząca optymalnego rozwiązania zagadnienia uzupełniania i zatrzymywania wody w starorzeczach Uroczyska Warta na terenie Lasów Czeszewskich*. Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej, Oddział Poznań. (Maszynopis).

Kramer K., Vreugdenhil S. J., Van Der Werf D. C. (2008). *Effects of flooding on the recruitment, damage and mortality of riparian tree species: A field and simulation study on the Rhine floodplain*. Forest Ecology and Management, 255: 3893-3903.

Kurowski J. K. (2007). *Procesy syndynamiczne w zbiorowiskach leśnych wywołane odwodnieniem siedlisk*. Leśne Prace Badawcze 68 (2): 27-44.

Miler A.T. (2015). *Variability of the Warta River water discharge in the city of Poznań as influenced by the Jeziorsko reservoir*. Archives of Environmental Protection. Vol. 41, No. 3: 53-59.

Molga M. (1986). *Meteorologia rolnicza*. Państwowe Wydawnictwo Rolnicze i Leśne, Warszawa.

*Nadleśnictwo Jarocin – Uroczysko Warta*. (2009). Opracowanie pod red. K. Schwartz. (Maszynopis).

Rohde S., Hostmann M., Peter A., K.C. Ewald K. C. (2006). *Room for rivers: An integrative search strategy for floodplain restoration*. Landscape and Urban Planning, 78: 50-70.

Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 22 marca 2006 roku w sprawie szczegółowych zasad zabezpieczenia przeciwpożarowego lasów. 2006. Dz. U. nr 58, poz. 405.

Syrbe R.U, Bastian O., Röder M., James P. (2007). *A framework for monitoring landscape functions: The Saxon Academy Landscape Monitoring Approach (SALMA), exemplified by soil investigations in the Kleine Spree floodplain (Saxony, Germany)*. Landscape and Urban Planning, 79: 190–199.

Zieliński W., Niemczyński D. (2008). *Dokumentacja geologiczna z wykonania monitoringu lokalnego wód podziemnych i powierzchniowych dla istniejącego systemu retencji wód powierzchniowych w starorzeczach „Uroczyska Warta” na terenie Lasów Czeszewskich*. GEKO, geologia, ekologia, konsulting – Wrocław.

Prof. dr hab. inż. Antoni T. Miler  
Poznań University of Life Sciences, Department of Forest Engineering  
60-625 Poznań, ul. Wojska Polskiego 71C  
Tel. Kom. 660-942-792, Tel. 61 848-7366, E-mail: amiler@up.poznan.pl

Wpłynęło: 02.02.2016

Akceptowano do druku: 17.04.2016