

Wpływ wielkości zalewów na zachowanie lasów łęgowych

**Małgorzata Gregorczyk¹, Bogdan Jaroszewicz², Tomasz Okruszko³,
Stefan Ignar³**

¹ Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej

² Białowieża Stacja Geobotaniczna, Instytut Botaniki

Wydział Biologii, Uniwersytet Warszawski

³ Wydział Budownictwa i Inżynierii Środowiska, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego
ul. Nowoursynowska 159, 02-776 Warszawa
e-mail: t.okruszko@levis.sggw.pl

Słowa kluczowe: zalew, tolerancja zalewu, siedlisko, łągi wierzbowe,
topolowe, olszowe i jesionowe

Wstęp

Funkcjonowanie ekosystemów siedlisk nadrzecznych zależy w znacznej mierze od zachowania zmienności warunków hydrologicznych, w których one powstały, w tym przede wszystkim poziomu zalewów powierzchniowych wodami rzeczными oraz poziomu wód gruntowych. Wody zalewowe dostarczają osadów rzecznych, na których wyrastają siewki gatunków wchodzących w skład lasów nadrzecznych, jak wierzbki (*Salix* spp.) czy topole (*Populus* spp.) oraz pozwalają na ich rozwój utrzymując wysoką wilgotność gleb. Na dalszym etapie powolny odpływ wód umożliwia głębsze ukorzenie młodych drzewek. Dodatkowo wody zalewowe stanowią istotny element zaburzenia, pozwalający na utrzymanie siedlisk typowych dla dolin rzecznych poprzez hamowanie i przerywanie procesu naturalnej sukcesji [4].

Rosnące zainteresowanie podniesieniem walorów ekologicznych terenów położonych w dolinach zalewowych wytworzyło potrzebę lepszego zrozumienia wpływu warunków hydrologicznych na poszczególne siedliska. O ile kluczowa rola wód powierzchniowych w utworzeniu i zachowaniu siedlisk nadrzecznych jest oczywista [3, 14, 17], o tyle wciąż brakuje ilościowych danych, które określałyby konkretne parametry hydrologiczne (m.in. czas trwania, okres wystąpienia i głębokość zalewu), pozwalające na ich uformowanie i zachowanie w niezmiennym stanie.

Celem pracy jest systematyczny przegląd dostępnej literatury określającej liczbowe charakterystyki reżimu hydrologicznego dolin zalewowych w odniesieniu do roz-

kładu przestrzennego trzech niżowych podtypów priorytetowego siedliska europejskiej sieci obszarów chronionych Natura 2000, oznaczonego symbolem 91E0: łągi wierzbowe, topolowe, olszowe i jesionowe (*Salicetum albae*, *Populetum albae*, *Alnetion glutinoso-incanae*, olsy źródłiskowe), obejmującego nadrzeczne lasy wierzby białej i kruchej, topoli białej i czarnej oraz nadrzeczne olszynki olszy szarej, lasy olszowe i jesionowe. Artykuł niniejszy powinien wspomóc ukierunkowanie dalszych badań nad siedliskiem, umożliwiających bardziej szczegółowe określenie przedziałów jego tolerancji na zmiany warunków hydrologicznych.

Opis siedliska 91E0

Spośród siedmiu wyróżnionych podtypów siedliska 91E0, trzy związane są bezpośrednio z nizinnymi dolinami rzecznyymi [8]. Są to niżowe łągi wierzbowe i łągi topolowe charakterystyczne dla dolin dużych rzek oraz łągi olszowo-jesionowe występujące w dolinach mniejszych rzek. Z uwagi na ograniczony zasób literatury związanej bezpośrednio z siedliskiem 91E0, swój przegląd oparliśmy na gatunkach drzew reprezentatywnych dla drzewostanów poszczególnych podtypów. I tak, jako gatunki drzew dominujące na siedliskach łągowych w Europie wymienia się zwykle wierzbę białą *Salix alba*, wierzbę kruchą *Salix fragilis*, topolę białą *Populus alba*, topolę czarną *Populus nigra*, topolę szarą *Populus × canescens*, olchę czarną *Alnus glutinosa* oraz jesioną wyniosłego *Fraxinus excelsior* (tab. 1).

Tabela 1. Gatunki drzew dominujące w drzewostanach podlegających zalewom niżowych podtypów siedliska 91E0 związanych z dolinami dużych i średnich rzek [8, 12]

Podtyp siedliska		Gatunki dominujące w drzewostanie		
*91E0-1	łąg wierzbowy wraz z wiklinami nadrzecznyymi	<i>Salicetum albae</i> wraz z <i>Salicetum triandro-viminalis</i>	wierzba biała	<i>Salix alba</i>
			wierzba krucha	<i>Salix fragilis</i>
*91E0-2	łąg topolowy	<i>Populetum albae</i>	topola biała (białodrzew)	<i>Populus alba</i>
			topola czarna (sokora)	<i>Populus nigra</i>
			topola szara	<i>Populus × canescens</i>
*91E0-3	niżowy łąg olszowo-jesionowy	<i>Fraxino-Alnetum</i>	olcha czarna	<i>Alnus glutinosa</i>
			jesion wyniosły	<i>Fraxinus excelsior</i>

Omawiane siedliska należą do najbardziej wrażliwych elementów środowiska przyrodniczego, których układ siedliskowy kształtowany jest przede wszystkim przez wody powierzchniowe [11]. Ich zachowanie jest zatem uzależnione od utrzymania warunków hydrologicznych, w których powstały. Konkretnie wartości liczbowe określające owe warunki nie są jednak znane. Najwięcej danych odnaleźć można w analizach odporności poszczególnych gatunków drzew drzewostanów łągowych na stres związany z zalaniem. Wskazują one przede wszystkim maksymalne wartości czasu trwania, częstotliwości wystąpienia i głębokości zalewów.

Warunki hydrologiczne

Tolerancja zalewu

Tolerancja poszczególnych gatunków na zalanie jest definiowana najczęściej jako odporność na warunki beztlenowe [6, 7]. Odporność na zalanie jest rozumiana jako odpowiedź wzrostu, stopień zniszczenia i przetrwania w zależności od specyficznych warunków zalania, przy czym najczęściej określone są czas trwania, częstotliwość wystąpienia i głębokość zalewu. Czas trwania zalewu charakteryzowany jest zarówno jako całkowity okres zalewu (całkowita liczba dni z zalewem w ciągu roku), jak i średni okres zalewu (średnia liczba dni z zalewem w roku). Częstotliwość wystąpienia zalewu jest interpretowana dwojako. Dla opisowych charakterystyk stanowi ona liczbę zjawisk zalania w określonym czasie (najczęściej średnio w roku) [21], w przypadku zaś budowania modeli heurystycznych często bywa ona definiowana jako okres od wystąpienia ostatniego zalewu (TLC – *time since last flood*) [6, 7, 20]. Głębokość zalewu wyrażana w metrach, bądź centymetrach, stanowi uśrednioną wartość różnych zalewów w roku występujących na tym samym (analizowanym) obszarze. Dodatkowo w niektórych badaniach [np. 9] autorzy brali pod uwagę prędkość przepływu wód zalewowych. Wyniki badań prezentowane przez poszczególnych autorów wskazują najczęściej na krytyczne charakterystyki zalewu, które mają dominujący wpływ na zdolności przetrwania drzew.

Kompleksowe analizy – modele logiczne

Vreugdenhil i in. [21] badając młode drzewka (< 150 cm wysokości), m.in. jesion wyniosłego, wierzby kruchej i topoli czarnej, wykorzystując funkcję logistyczną średniego okresu zalania, mierzonego w dniach, określili ilościowo wpływ głębokości, czasu trwania i częstotliwości zalewu na zdolności przetrwania badanych gatunków. Badania przeprowadzono dla całego roku (styczeń–grudzień) oraz dla okresu wegetacyjnego. Wyniki liczbowe wskazują na możliwość podziału badanych gatunków na dwie grupy.

Pierwszą tworzą gatunki liściaste o twardym drewnie, takie jak jesion wyniosły, których częstość występowania zmniejsza się wraz z wydłużaniem czasu trwania zalewu, zwłaszcza, gdy występuje on w okresie wegetacyjnym. Dla drzew z tej grupy istotny jest przede wszystkim całkowity czas trwania zalewu w roku (łączna ilość dni zalewu).

Drugą stanowią gatunki liściaste o miękkim drewnie, a więc m.in. wierzba biała i topola czarna, których obecność wzrasta wraz z dłuższym czasem trwania zalewu, a zjawisko to jest potęgowane, gdy zalewy występują w okresie wegetacyjnym. Dla grupy tej (szczególnie dla wierzby) średni czas trwania zalewu (średnia liczba dni z występującym zalewem w roku) okazał się parametrem kluczowym warunkującym ich występowanie. Dla topoli czarnej istotniejsza od czasu trwania zalewu okazała się częstotliwość zalewu (liczba wystąpień zalewu w roku), a zwłaszcza średnia głębo-

Tabela 2. Sumaryczne zestawienie danych liczbowych określających wpływ wybranych charakterystyk

Źródło	Parametr	Uwagi
Kramer i in. 2008 [9]	czas trwania zalewu (dni)	liczba dni zalewu powodująca zniszczenie 50% drzew (martwych lub zniszczonych)
	głębokość zalewu (cm)	głębokość zalewu powodująca zniszczenie 50% drzew (martwych lub zniszczonych)
Siebel, 1998 [16, 17]	czas trwania zalewu częściowego wiosennego (tygodnie)	liczba tygodni w których 50% jednorocznych sadzonek zmarło
	czas trwania zalewu całkowitego wiosennego (tygodnie)	* nie osiągnięto ww. liczby, ale wszystkie ww. sadzonki zostały poważnie zniszczone
	czas trwania zalewu całkowitego letniego (tygodnie)	** nie zaobserwowano śmierci, bądź poważnych zniszczeń sadzonek
Späth, 1988 [19]	wysokość zalewu (m)	
	czas trwania zalewu żywotny	% sezonu wegetacyjnego
	czas trwania zalewu krytyczny	
Späth, 2002 [18]	czas trwania zalewu - brak zniszczeń (dni)	
	czas trwania zalewu - zniszczenie łodyg/ pni/ korzeni (dni)	
	czas trwania zalewu – zniszczenie drzew (dni)	
Vreugdenhil et al., 2006 [21]	minimalny czas trwania zalewu w ciągu roku dający 5% prawdopodobieństwa wystąpienia młodych drzewek (wysokość w cm) danego gatunku (dni)	średnia z 10 lat
	maksymalny czas trwania zalewu w ciągu roku dający 5% prawdopodobieństw wystąpienia młodych drzewek (wysokość w cm) danego gatunku (dni)	

kość zalewu (głębokość zalewu w centymetrach uśredniona dla wszystkich zalewów w roku).

Podobne analizy wykonane tym razem dla dojrzałych drzew zostały opublikowane przez Kramera i in. [9]. Analizując dane zebrane po powodzi na Renie w 1999 roku, dla każdego z badanych gatunków określili oni liczbę drzew, przypisując jednocześnie poszczególne drzewa do jednej z pięciu kategorii zniszczenia (od braku zniszczeń po śmierć drzewa). Ani wierzba biała, ani topola czarna nie uległy żadnym zniszczeniom. Dla pozostałych gatunków objętych analizą starano się określić, wykorzystując funkcję logistyczną całkowitego okresu zalania, statystyczną zależność pomiędzy prędkością, czasem trwania i głębokością zalewu a przeżywalnością drzew. I tak np. analiza wykonana dla jesionu wyniosłego wykazała, że największy wpływ na zniszczenia i straty miała głębokość zalewu.

zalewów na gatunki drzew tworzących niżowe drzewostany, podlegające zalewom

Podtyp

*91E0-1 łąg wierzbowy wraz z wiklinami nadrzeczny <i>Salicetum albae</i> wraz z <i>Salicetum triandro-viminalis</i>		*91E0-2 łąg topolowy <i>Populetum albae</i>			*91E0 niżowy łąg olszowo-jesionowy <i>Fraxino-Alnetum</i>	
wierzba biała <i>Salix alba</i>	wierzba krucha <i>Salix fragilis</i>	topola biała (białodrzew) <i>Populus alba</i>	topola czarna (sokora) <i>Populus nigra</i>	topola szara <i>Populus x canescens</i>	olcha czarna <i>Alnus glutinosa</i>	jesion wyniosły <i>Fraxinus excelsior</i>
brak śmiertelności zarówno na obszarach zalanych jak i w przypadku braku zalewu		brak śmiertelności zarówno na obszarach zalanych jak i w przypadku braku zalewu			czas trwania zalewu jest nieistotny – 50% drzewostanu przetrwa każdy zalew	
					175	110
**15			**11		**17	**12
**15			13		12,5–18	9–10
**9			9		*15	2,5
3,5						1,5 m
około 95%						około 12%
około 99%						około 40%
					9-38/20	
					11-38/25	
					18-46/35	
28			108			
						17, 3

Kolejny przykład modelowania wpływu stresu wywołanego zalaniem na drzewa przy zastosowaniu logiki rozmytej zaproponowali Glenc i in. [6]. Analizując wpływ czasu trwania, głębokości i częstotliwości (rozumianej jako okres od ostatniego zalewu) zalewów na ograniczenie wzrostu określanego jako optymalny dla drzew Europy Centralnej wyróżnili oni pięć klas tolerancji zalania. Dane wprowadzone do zaproponowanego przez nich modelu FSR (Flooding Stress Response) pochodziły z wiedzy eksperckiej, która obejmowała ilościowe i jakościowe dane dotyczące badanych gatunków. Model jako wskaźnik przyjmuje przyrost pędów na długość. I tak najbardziej odporne na zalanie okazały się oba gatunki wierzby oraz olcha czarna (piąta klasa – bardzo wysoka odporność). Do klasy czwartej (wysoka odporność) zakwalifikowała się topola czarna. Najniżej wśród interesujących nas gatunków (wciąż jednak dość wysoko w ogólnej klasyfikacji) znalazły się jesion wyniosły i topola biała (klasa 3 – odporność pośrednia).

Głębokość zalewu

Margio i in. [10], dokonując przeglądu literatury dotyczącej jesionu wyniosłego wykazują, że jest on odporny na częściowe zalanie, jednak znacznie bardziej wrażliwy na całkowite zalanie, przy czym wrażliwość ta w obu przypadkach jest większa w czasie zalewów późnowiosennych i letnich. Badania Spätha [19] na terenach wezbrania letniego na rzece Ren w 1987 roku pozwoliły na określenie maksymalnego poziomu zalewu tego gatunku na 1,5 m. Jednocześnie wskazują one wierzbę białą jako najbardziej tolerancyjny gatunek znoszący zalew do 3,5 m.

Siebel [16], powołując się na wyniki badań przeprowadzonych na rzece Ren, wskazuje na tolerancję jesionu wyniosłego, olchy czarnej, topoli czarnej oraz wierzby białej na zalanie, uwzględniając zarówno częściowy, jak i całkowity zalew. Podobnie jak w badaniach Glenc i in. [6], najbardziej odporne na oba typy zalewu okazały się olcha czarna oraz wierzba biała. Kolejno sklasyfikowane zostały jesion wyniosły oraz topola czarna.

Czas trwania zalewu

Badania Spätha [18, 19] przeprowadzone na rzece Ren w okresie wegetacyjnym wskazują na żywotne i krytyczne zakresy (przy których odnotowywano śmierć drzew) czasu trwania zalewu dla wybranych gatunków drzew. Procentowy udział czasu trwania zalewu w okresie wegetacyjnym pozwalający na przetrwanie sięga niemal 100% dla wierzby białej, dla olchy czarnej wynosi ponad 60%, dla jesionu wyniosłego zaś jest to już tylko 15–20%.

Sumaryczne zestawienie danych liczbowych określających wpływ wybranych charakterystyk zalewów na gatunki drzew budujących niżowe drzewostany łąkowe, podlegające zalewom – podtypów siedliska 91E0 związanych z dolinami dużych i średnich rzek przedstawiono w tabeli 2.

Przedstawiony w tabeli 2 przegląd charakterystyk hydrologicznych pokazuje, że zasób ilościowych danych charakteryzujących warunki hydrologiczne, umożliwiające wykształcenie się i utrzymanie łągu, jest niewystarczający do podejmowania działań z zakresu odtwarzania czy czynnej ochrony istniejących siedlisk łąkowych. Większość dostępnych analiz dotyczy bowiem pojedynczych gatunków drzew reprezentatywnych dla poszczególnych podtypów badanego siedliska i koncentruje się przede wszystkim na określeniu czasu trwania zalewu, wskazując jego górne granice, których przekroczenie prowadzi do zniszczenia lub śmierci drzew. Brakuje natomiast określenia warunków optymalnych lub identyfikacji minimalnych wielkości zalewów pozwalających na utrzymanie siedliska.

Podsumowanie

Lasy nadrzeczne należące do najbardziej wrażliwych elementów środowiska przyrodniczego, tworzą zazwyczaj drzewa i krzewy zależne od wysokiego poziomu wody (phyreatophytic), a w naszej strefie klimatycznej, zwłaszcza będące przedmiotem naszych badań, topole i wierzyby [15]. Ich układ siedliskowy kształtowany jest przede wszystkim przez wody powierzchniowe [20]. I tak w naszych warunkach klimatycznych, na niższych położeniach rzecznych występują najczęściej bardziej odporne na zalanie gatunki wierzb i topoli, nieco wyżej zaś (uznawany niejednokrotnie za dalszy etap sukcesji) jesion wzniosły [1, 2, 3, 16].

Przyjmując, że siedlisko 91E0, tak jak wszystkie siedliska charakterystyczne dla dolin rzecznych, zostało ukształtowane w warunkach określonych, powtarzalnych wzorców czasowego i przestrzennego zróżnicowania przepływów, podstawą jego utrzymania jest zachowanie tych schematów [5]. Ochrona siedliska powinna zaś mieć na celu zachowanie lub odtworzenie takiego reżimu, w jakim odpowiednie zbiorowisko się wykształciło [13].

Należy podkreślić, że siedlisko w rozumieniu Natura 2000, jest to obszar lądowy lub wodny, naturalny, półnaturalny lub antropogeniczny, wyodrębniony na podstawie cech geograficznych, abiotycznych i biotycznych, a nie tylko składu gatunkowego drzewostanu. Dlatego celowe jest podjęcie dalszych badań, które dążyłyby do kompleksowego określenia reżimu hydrologicznego, wymaganego do utrzymania niżowych podtypów siedliska 91E0, włączając w badania również charakterystykę roślin dna lasu. Badania te powinny zmierzać do określenia naturalnej dla każdego z podtypów siedliska łęgowego wartości, zarówno dolnej, jak i górnej, granicy częstotliwości występowania zalewów oraz ich wielkości względem obszaru siedliska jak i głębokości.

Podanie wzmiankowanych parametrów pozwoliłoby na bardziej precyzyjne określenie istotności oddziaływań projektowanych w zlewniach rzecznych inwestycji hydrotechnicznych na chronione siedliska w ramach programu Natura 2000.

Literatura

- [1] Blom C.W.P.M., Voesenek L.A.C.J. 1996. Flooding: The survival strategies of plants. *Trends in Ecology and Evolution* 11(7): 290–295.
- [2] Blom C.W.P.M. 1999. Adaptations to flooding stress: from plant community to molecule. *Plant Biology* 1(3): 261–273.
- [3] Brown A.G., Harper D., Peterken G.F. 1997. European floodplain forests: structure, functioning and management. *Global Ecology and Biogeography Letters* 6(3/4): 169–178.
- [4] Chapin D.M., Beschta R.L., Shen W.H. 2002. Relationship between flood frequencies and riparian plant communities in the upper Klamath Basin, Oregon. *Journal of the American Water Resources Association* 38(3): 603–617.
- [5] Chylarecki P., Kucharczyk M. 2004. Zasady gospodarowania na obszarach NATURA 2000 w dolinach rzecznych, Etap I. Część II, Przyrodnicze uwarunkowania wdrażania sieci Natura 2000 na obszarach dolin rzecznych. WWF Polska, Global Water Partnership Polska: 53 ss.

- [6] Glenz C., Iorgulescu I., Kienast F., Schlaepfer R. 2008. Modelling the impact of flooding stress on the growth performance of woody species using fuzzy logic. *Ecological Modelling* 218(1–2): 18–28.
- [7] Glenz C., Schlaepfer R., Iorgulescu I., Kienast F. 2006. Flooding tolerance of Central European tree and shrub species. *Forest Ecology and Management* 235(1–3): 1–13.
- [8] Herbich J. (red.) 2004. Lasy i bory. Poradnik ochrony siedlisk i gatunków Natura 2000 – poradnik metodyczny. Ministerstwo Środowiska. Tom 5: 344 ss.
- [9] Kramer K., Vreugdenhil S. J., Werf van der 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(11): 3893–3903.
- [10] Marigo G., Peltier J.-P., Girel J., Pautou G. 2000. Success in the demographic expansion of *Fraxinus excelsior* L. *Trees* 15: 1–13.
- [11] Matuszkiewicz J.M. 2008. Zespoły leśne Polski. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa: 358 ss.
- [12] Matuszkiewicz W. 2001. Przewodnik do oznaczania zbiorowisk roślinnych Polski. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa: 357 ss.
- [13] Pawlaczyk P. 2008. Monitoring gatunków i siedlisk przyrodniczych ze szczególnym uwzględnieniem specjalnych obszarów ochrony siedlisk Natura 2000. Metodyka monitoringu. Przewodniki metodyczne. 91E0 Łęgi wierzbowe, topolowe, olszowe i jesionowe (*Salicetum albae*, *Populetum albae*, **Alnenion glutinoso-incanae**, olsy źródłiskowe. GIOŚ: 16 ss.
- [14] Piegay H. 1997. Interactions between floodplain forests and overbank flows: data from three piedmont rivers of Southeastern France. Global ecology and biogeography letters. *Floodplain forests: Structure, Functioning and Management* 6(3/4): 187–196.
- [15] Rood S.B., Gourley C.R., Ammon E.M., Heki L.G., Klotz J.R., Morrison M.L., Mosley D., Scoppetone G.G., Swanson S., Wagner P.L. 2003. Flows for floodplain forests: A successful riparian restoration. *BioScience* 53(7): 647–656.
- [16] Siebel H.N. 1998. Floodplain forests restoration: Tree seedling establishment and tall herb interference in relation to flooding and shading. Thesis (dissertation), Wageningen.
- [17] Siebel H.N., Bouwma I.M. 1998. The Occurrence of herbs and woody juveniles in a hardwood floodplain forest in relation to flooding and light. *Journal of Vegetation Science* 9(5): 623–630.
- [18] Späth V. 2002. Hochwassertoleranz von Waldbäumen in der Rheinebene. *AFZ-der Wald* 15: 807–810.
- [19] Späth V. 1998. Hochwassertoleranz von Auenwaldbäumen. *Natur und Landschaft* 63(6): 312–314.
- [20] Townsend P.A. 2001. Relationship between vegetation patterns and hydroperiod on the Roanoke River floodplain, North Carolina. *Plant Ecology* 156: 43–58.
- [21] Vreugdenhil S.J., Kramer K., Pelsma T. 2006. Effects of flooding duration, frequency and depth on the presence of saplings of six woody species in north-west Europe. *Forest Ecology and Management* 236(1): 47–55.

Effect of flooding on the alluvial forests

Key words: flooding, flooding tolerance, habitat, alluvial forests with *Alnus glutinosa* and *Fraxinus excelsior*

Summary

Functioning of the riparian ecosystem habitats is highly dependent on the maintenance of the unstable hydrological conditions in which they were once established, of which the flooding depth is particularly important. Growing interest in improving ecological values of floodplain areas created a need to enhance our understanding of the impact of hydrological conditions on particular habitats. However, there is still lack of quantitative data on particular hydrological parameters (such as: duration, time of oc-

currence, and depth of inundation) that are responsible for creation and maintenance of riverine habitats in unchangeable condition. Therefore, the paper presents a systematic review of available literature that reports quantitative characteristics of hydrological regime of floodplains in relation to the spatial distribution of three lowland subtypes of Nature 2000 habitat: alluvial forests with *Alnus glutinosa* and *Fraxinus excelsior* (*Alno-Padion*, *Alnion incanae*, *Salicion albae*) (91E0). This article should help to direct further research on the habitat, that would enable more specific determination of scope of its tolerance to the change of hydrological conditions.

