

Paulina Brzeska-Roszczyk

## UWARUNKOWANIA ŚRODOWISKOWE STRUKTURY PRZESTRZENNEJ ROŚLINNOŚCI WODNEJ W ZALEWIE WIŚLANYM

Rozprawa doktorska wykonana  
pod kierunkiem  
prof. dr. hab. Mariusza Pełechatego

### Streszczenie

Zalew Wiślany, płytki akwen o powierzchni 838 km<sup>2</sup> i przestrzennie zróżnicowanym zasoleniu, należy do obszarów cennych przyrodniczo, dlatego też zaliczony został w 2007 roku do sieci Natura 2000, zgodnie z Dyrektywą Ptasią i Dyrektywą Siedliskową. Mimo to roślinność wodna, stanowiąca jeden z kluczowych elementów jego biocenozy, badana była bardzo rzadko, przeważnie w odstępach dwudziestoletnich. Od lat 70. XX w. obserwuje się tendencję ustępowania roślinności z Zalewu Wiślanego, zwłaszcza gatunków rdestnic i roślin o liściach pływających, w stosunku do lat poprzednich. Przyczyn tych zmian upatruje się głównie w stopniu żyzności akwenu (eutrofizacji), czego efektem jest wzrost zawiesin w toni wodnej i zmiana struktury osadów.

Roślinność wodna odgrywa ważną rolę w kształtowaniu trofii zbiornika, wpływa na nią pośrednio lub bezpośrednio. Wpleciona jest w sieć wzajemnych zależności pomiędzy środowiskiem abiotycznym a innymi organizmami. Rozpoznanie przyczyn, stopnia i charakteru zmian, jakie zaszły w strukturze przestrzennej roślinności Zalewu Wiślanego w ciągu ostatnich dekad, ważna jest dla zrozumienia mechanizmów występujących w ekosystemie, a tym samym jego ochrony. Przeprowadzono, więc w ramach niniejszej pracy, badania terenowe i kameralne, których celem była identyfikacja czynników warunkujących strukturę przestrzenną roślinności wodnej: zanurzonej i o liściach pływających, w Zalewie Wiślanym.

Badania środowiskowe (wody, osadów, roślin wodnych) przeprowadzono w lipcu 2011 roku w 14. profilach rozmieszczonych w polskiej części Zalewu Wiślanego. W profilach zbadano łącznie 65 stanowisk: 48 w rejonie występowania roślin i 17 w strefie wolnej od roślinności.

Na każdym stanowisku w rejonie występowania roślin pobierano próbę jakościową (kotwiczka) i ilościową (chwytaczem Bernatowicza) roślin, próbę wody (batometrem), próbę osadu (czerpaczem Żmudzińskiego) oraz wykonywano pomiary zasolenia, przewodnictwa elektrolitycznego i temperatury wody (sondą CTD). Ponadto, mierzono przezroczystość wody i wysokość roślin (krążkiem Secchiego) oraz szacowano pokrycie dna makrofitami z pokładu

jednostki pływającej. Na stanowiskach w rejonie pozbawionym roślin pobierano próby wody i osadu przy użyciu tych samych metod, nie pobierano prób biologicznych. Łącznie zebrano: 65 próbek wody, 65 próbek osadu, 38 próbek jakościowych i 34 próbki ilościowe roślin. Wykonano 132 pomiary parametrów fizycznych wody i zebrano dokumentację środowiskową liczącą 1075 zdjęć i 15 filmów.

Badania wykazały, że parametry fizyczno-chemiczne wody były typowe dla okresu wegetacyjnego w Zalewie Wiślanym. Wody cechowała niska przezroczystość (mediana 0,6 m), wysoka temperatura (mediana 20,3 °C) i dobre natlenienie (mediana 9,7 mg·l<sup>-1</sup>). Zasolenie wody było niskie (mediana 1,2 PSU), klasyfikujące Zalew Wiślany do akwenów miksooligohalinowych. Stężenia form jonowych azotu i fosforu generalnie oscylowały na niskim poziomie (mediany: N-NO<sub>3</sub> – 0,015 mg·l<sup>-1</sup>, N-NO<sub>2</sub> – 0,010 mg·l<sup>-1</sup>, N-NH<sub>4</sub> – 0,048 mg·l<sup>-1</sup>, P-PO<sub>4</sub> – 0,013 mg·l<sup>-1</sup>), podczas gdy stężenia azotu ogólnego, azotu organicznego i fosforu ogólnego na wysokim poziomie (mediany odpowiednio 1,3 mg·l<sup>-1</sup>, 1,2 mg·l<sup>-1</sup>, 0,12 mg·l<sup>-1</sup>). Stan troficzny akwenu określono, jako eutroficzny (na podstawie wskaźnika TSI(TP)), a nawet hipertroficzny (na podstawie wskaźnika TSI(SD)). Część zachodnia Zalewu, w porównaniu z częścią wschodnią, charakteryzowała się większą widzialnością krążka Secchiego (o 125%) oraz niższym zasoleniem (o 110%), przewodnictwem elektrolitycznym (o 110%), stężeniem jonów azotynowych (o 100%) i tlenu (o 10%).

Osady, w strefie przybrzeżnej Zalewu Wiślanego (0,7±0,3 m), były zasobne w materię organiczną (mediana 1,4 % s.m.), głównie pochodzenia autochtonicznego (fitoplankton i makrofity). Wartości materii organicznej silnie korelowały z wartościami stężeń azotu ogólnego, azotu organicznego i fosforu organicznego, których mediany dla akwenu wyniosły odpowiednio: 502 mg·kg<sup>-1</sup>, 236 mg·kg<sup>-1</sup>, 297 mg·kg<sup>-1</sup>. Osady stanowiły główne źródło biogenów w Zalewie Wiślanym. Ponadto, cechowały je warunki redukcyjne (70,9±77,8 mV) i odczyn alkaliczny (pH 8,0±0,4). Mineralizacja materii organicznej była małointensywna, przede wszystkim na drodze amonifikacji. Stężenia form jonowych azotu i fosforu wyniosły (mediany): dla N-NO<sub>3</sub> – 105 mg·kg<sup>-1</sup>, N-NO<sub>2</sub> – 0,14 mg·kg<sup>-1</sup>, N-NH<sub>4</sub> – 189 mg·kg<sup>-1</sup>, P-PO<sub>4</sub> – 0,2 mg·kg<sup>-1</sup>. Parametry chemiczne osadów wykazywały duże zróżnicowanie przestrzenne w akwencie, przy czym największe obciążenie materią organiczną wystąpiło w części zachodniej akwenu, na najpłytszych stanowiskach.

W akwencie stwierdzono duże bogactwo gatunkowe makrofitów (łącznie 44 taksony: roślin nasiennych, zielenic, ramienic oraz jeden przedstawiciel krasnorostów). Po raz pierwszy odnotowano w akwencie gatunki rzadkie w skali kraju, tj. *Chara intermedia*, *Najas minor* i *Nitella capillaris*. Ponadto, stwierdzono *Chara connivens*, gatunek ramienicy uznany w Polsce za wymarły. Jedynym gatunkiem absolutnie stałym w akwencie była *Stuckenia*

*pectinata* (frekwencja 79%). Fitolitoral Zalewu wykazywał cechy fitolitoralu wielkojeziernego, który sięgał do głębokości 2,6 m. Pokrycie dna makrofitami zawierało się w zakresie od 0,1% (tj. kilka okazów) – w południowo-zachodniej części Zalewu do 100% w Zatoce Kąckiej, w Zatoce Elbląskiej i na jednym stanowisku w ujściu rzeki Szarpawa. Biomasa całkowita makrofitów Zalewu wyniosła  $194,2 \pm 417,4$  g s.m. $\cdot$ m<sup>-2</sup>, z dominacją *Cladophora* (32%) i *Chara contraria* (24%). Część zachodnia Zalewu, cechowała się wysokim zróżnicowaniem liczby taksonów w rejonach, dużym bogactwem gatunkowym i najwyższymi wartościami biomasy, w porównaniu do ubogiej lub wręcz pozbawionej makrofitów części wschodniej.

Zgodnie z teorią alternatywnych stanów stabilnych, Zatoce Elbląskiej przypisano stan czystowodny (z dominacją makrofitów), części wschodniej Zalewu – stan mętnowodny (z dominacją fitoplanktonu), a części zachodniej – stan przejściowy (o współdominacji makrofitów i fitoplanktonu).

Analizy statystyczne uzyskanych danych wykazały, że przezroczystość wody jest jednym z głównych determinantów struktury przestrzennej roślinności wodnej Zalewu, przy czym jest ona pochodną sprzężeń zwrotnych pomiędzy roślinnością wodną a środowiskiem oraz wynika z naturalnych predyspozycji zbiornika (duża powierzchnia „aktywnego dna”, silna eutrofizacja wtórna). Obok przezroczystości wody, równie istotny wpływ na roślinność wodną ma zasolenie (rosnące od zachodu – przy ujściach rzek, w kierunku wschodnim – ku Cieśninie Piławskiej). Wzrost zasolenia w akwenie pierwotnie wynika z działań hydrotechnicznych przeprowadzonych na początku XX w., a obecnie jest głównie skutkiem zmian klimatycznych. Parametry osadów dennych (N-NH<sub>4</sub>, N-NO<sub>2</sub>, N og, N org, materia organiczna) wskazane w niniejszej pracy, jako pozytywnie korelujące z cechami jakościowymi i ilościowymi makrofitów, wynikają z siedliskotwórczej roli makrofitów. Odzwierciedla to duża zawartość materii organicznej w miejscach, w których występowała roślinność wodna.

Niska przezroczystość wody, a także wzrost zasolenia najprawdopodobniej przyczyniły się do postępującego zanikania gatunków nymfeidów, elodeidów i ramienic, zwłaszcza w części wschodniej Zalewu (wzdłuż Mierzei Wiślanej: rejon Piasków i Siekierek) i południowego brzegu (rejony Fromborka, Tolkmicka i Suchacza), w stosunku do lat 70. XX wieku. Analizy danych archiwalnych wykazały, że całkowicie ustąpiły z Zalewu *Nymphaea candida*, *Potamogeton natans*, *Potamogeton obtusifolius*, *Stratiotes aloides*, *Ranunculus fluitans*, *Chara virgata*, *Chara vulgaris*. W świetle zmian klimatycznych w rejonie Bałtyckim (wzrost temperatury wody, wzrost częstotliwości występowania zjawisk sztormowych, podczas których wtłaczane są wody zasolone z Bałtyku do Zalewu), zdaje się być nieuniknionym dalsze ustępowanie makrofitów zanurzonych Zalewu Wiślanego, zwłaszcza w jego semi-stabilnym rejonie zachodnim.

Wyniki uzyskane w niniejszej pracy mogą stanowić punkt odniesienia do przyszłych badań nad zmiennością biocenozy akwenu, podstawę do weryfikacji planów ochrony, planów zagospodarowania przestrzennego akwenu (przeprowadzenia waloryzacji przyrodniczej i identyfikacji zagrożeń), a także podstawę predykcji oddziaływania na środowisko inwestycji w rejonie Zalewu (np. przekopu Mierzei Wiślanej).