

Piotr Parasiewicz, Mikołaj Adamczyk

Zakład Rybactwa Rzecznego w Żabieńcu, Instytut Rybactwa Śródlądowego w Olsztynie

## MesoHABSIM symulacyjny model siedlisk ichtiofauny rzecznej, uwzględniający ochronę jej zasobów oraz potrzeby gospodarki rybackiej

### Wstęp

Podjęmowane współcześnie zabiegi renaturyzacji rzek służą zarówno ochronie siedlisk i ichtiofauny, jak również racjonalnie prowadzonej gospodarce rybackiej. Dlatego też poszukiwane są modele, które pozwolą prognozować ilościowe zmiany w zespołach ryb i ich siedliskach. Umożliwią one też określenie i symulację biologicznych reakcji na przekształcenia środowiska w skali zlewni. Bez tego typu narzędzi wysiłek włożony w renaturyzację ekosystemów rzecznych ograniczony jest często do działań zastępczych bądź minimalizujących niekorzystne oddziaływanie, z reguły bez wcześniejszego rozpoznania ich efektów. W celu stworzenia tego rodzaju narzędzi powstały komputerowe modele symulacyjne siedlisk (Parasiewicz i Dunbar 2001, Tharme 1996).

Modele opisujące związki pomiędzy fauną i florą oraz środowiskiem abiotycznym pozwalają na ilościową ocenę zmian dostępności siedlisk oraz określenie warunków korzystnych dla organizmów wodnych (Parasiewicz i Dunbar 2001). Mogą być one dzięki temu skutecznym narzędziem zarządzania ekosystemami rzek i gospodarki rybackiej. Modele te opierają się na połączeniu numerycznego modelu środowiska fizycznego (np. geometrii koryta, hydrauliki) z probabilistycznymi funkcjami preferencji użytkowej (w odniesieniu do wymagań ryb), pozwalając oszacować powierzchnię siedlisk dostępną dla różnych gatunków ryb przy zróżnicowanych warunkach przepływu. Pierwsze modele tego typu powstały w latach siedemdziesiątych w Stanach Zjednoczonych i stały się jednymi z najbardziej zaawansowanych i dokładnych narzędzi planowania przepływów ekologicznych (biologicznych), zapewniających stałą dostępność różnorodnych siedlisk niezbędnych do utrzymania występujących w rzece organizmów. Modele takie często spotykały się jednak z krytyką ze względu na ograniczenia spowodowane lokalną skalą badań, a w konsekwencji wysokimi kosztami zastosowania (Williams 1996).

*Mesohabitat Simulation System (MesoHABSIM)* to nowy system modelowania siedlisk rzecznych, który idzie w ślady – *Instream Flow Incremental Methodology* i *Physi-*

*cal Habitat Simulation Model (PHABSIM)* – metod opracowanych w celu badania biologicznych reakcji na zmiany środowiskowe (Bovee i in. 1998). MesoHABSIM umożliwia prowadzenie badań i prognozowanie w odniesieniu do systemów rzecznych w skali zlewni. Niniejszy artykuł opisuje założenia i rozwój metody *MesoHABSIM*, przedstawiony w wielu publikacjach na przestrzeni ostatnich 10 lat oraz prezentuje przykładowe wyniki pierwszego zastosowania tej metody w Polsce, na rzece Wisłocze.

### Materiał i metody

#### Rzeczony rozwój metody MesoHABSIM

System MesoHABSIM rozwinięto i przetestowano w latach 2000-2010 na Uniwersytecie Cornell, na Uniwersytecie Massachusetts oraz w Rushing Rivers Institute. Pierwsza publikacja zaprezentowała ogólne zasady nowego podejścia do problemu funkcjonowania ekosystemów rzecznych (Parasiewicz 2001). Następne dwa artykuły rozwijają koncepcję i prezentują sposób zastosowania modelu w planowaniu gospodarki rzecznej (Parasiewicz 2007a i 2007b). Kolejne publikacje wykazały stosowalność modelu MesoHABSIM w praktyce (Parasiewicz 2008a i 2008b).

#### Założenia modelu

Celem rozwoju metody MesoHABSIM jest stworzenie systemu służącego efektywnej ocenie siedlisk gatunków ryb jako narzędzia planowania gospodarki rzecznej oraz instrumentu naukowo-badawczego operującego w skali zlewni. System ten powinien opierać się na danych o rozdzielczości odzwierciedlającej reakcje zwierząt na zmiany w środowisku zewnętrznym i ich efektywnej ekstrapolacji do skali umożliwiającej planowanie i zarządzanie. Dlatego też pierwszym krokiem w rozwoju tego systemu było zdefiniowanie odpowiedniej biologicznie skali pozwalającej na identyfikację siedlisk, które znacząco różnią się składem zespołów ichtiofauny. Wybrano tzw. skalę mezo opisującą powierzchnię siedliska użytkowaną przez zwierzęta na przestrzeni całego dnia (mezohabitaty) (Aadland 1993,

Lobb i Orth 1991). Kolejnym krokiem był wybór listy parametrów fizycznych (np. głębokość, prędkość wody), mających wpływ na zachowania ryb oraz zdefiniowanie wymaganej liczby punktów pomiarowych w obrębie siedliska. Zarówno określenie biologicznej skali, jak i zestawienie listy parametrów wykonano w oparciu o aktualną literaturę naukową. Wpływ różnych kombinacji parametrów na skład zespołu ichtiofauny oceniono na podstawie 500 obserwacji biologicznych (kartowanie siedlisk i odłowy ryb), przeprowadzonych na rzece Quinebaug w Massachusetts USA. Badania przeprowadzono metodą elektrołowów przy zastosowaniu rozstawianych pętli połowowych (*Prepositioned Electric Grids* – Bain i in. 1985), pozwalających na obserwację rozmieszczenia ryb w ich siedliskach (rys. 1). Do analizy zależności pomiędzy zagęszczeniem a charakterystyką siedliska zastosowano statystyczne metody wielokryterialne. Wykorzystano regresję logistyczną, którą przetestowano wcześniej w Austrii w trakcie badań habitatów rzecznych (ÖNORM 6232 1995). Regresja logistyczna jest uogólnionym modelem liniowym (GLM) używającym logitu jako funkcji wiążącej. Zwykle wartości zmiennej objaśnianej wskazują na wystąpienie, lub brak wystąpienia pewnego zdarzenia, które chcemy prognozować. Regresja logistyczna pozwala wówczas na obliczanie prawdopodobieństwa zdarzenia (tzw. prawdopodobieństwo sukcesu) (wikipedia). Jej zaletą jest, że zmienne niezależne mogą przyjmować różne formy (kategorie, liniowe) i mogą nawet być od siebie częściowo zależne. Służy ona tutaj kalkulacji prawdopodobieństw występowania poszczególnych gatunków, jako miary wartości użytkowej siedlisk. Powierzchnia siedlisk o dużych wartościach prawdopodobieństw występowania gatunków służy jako wskaźnik jakości środowiska rzeki przy zmiennych przepływach.

Równolegle stworzono system kartowania określonych jednostek siedliskowych (płosa, bystrza, zastoiska itp.),



Rys. 1. Pętla połowowa według Bain i in. (1985) jest rozkładana na ok. 20 minut przed elektrołowem, co pozwala rybom na powrót po zaburzeniach związanych z instalacją pętli.

który został wstępnie przetestowany na 30-kilometrowym odcinku rzeki Quinebaug. Wykorzystano dalmierze laserowe, GPS i elektroniczne protokoły terenowe. Model oceny siedlisk, skonstruowany w oparciu o zgromadzone dane dotyczące siedlisk i preferencji poszczególnych gatunków ryb, został poddany walidacji przez dodatkowe elektrołowy na tej samej rzece, służące weryfikacji przewidywań dotyczących występowania określonych gatunków ryb w badanych siedliskach. Przeprowadzono również analizy porównawcze pomiędzy nowo rozwiniętą techniką – MesoHABSIM a modelem PHABSIM (Parasiewicz i Walker 2007).

W kolejnych latach metodę MesoHABSIM dalej rozwijano w trakcie badań rzek w północno-wschodnich Stanach Zjednoczonych, wykorzystując innowacje technologiczne (komputery terenowe, drony, oprogramowanie ArcPAD) i opierając się na architekturze ARC GIS. Stworzono również oprogramowanie analityczne, pozwalające na efektywną obróbkę i zarządzanie zbiorami danych.

## Wyniki

### Zastosowanie metody MesoHABSIM w praktyce

Mezohabitaty są określane przez jednostki hydromorfologiczne (*Hydromorphological units – HMUs*), takie jak płosa czy bystrza, ich geomorfologię i hydrologię. Siedliska są kartowane przy różnych warunkach przepływu na wybranych, reprezentatywnych odcinkach. Oceny liczebności ryb w losowo wybranych siedliskach prowadzone są za pomocą elektrołowów lub obserwacji podwodnych, zaś bezkręgowców – metodą poboru próbek dna. Zebrane dane służą opracowaniu modeli matematycznych, które selekcjonują mezohabitaty preferencyjne, czyli częściej użytkowane przez ryby, a także inne organizmy. Pozwala to na ocenę dostępności siedlisk w zakresie badanych przepływów, z wykorzystaniem ich powierzchni użytkowej jako metryki pomiarowej.

Krzywe zależności powierzchni siedliska i przepływu przedstawiają zmiany względnej powierzchni użytkowej siedlisk gatunków ryb oraz całych zespołów ichtiofauny w zależności od przepływu (rys. 2). Pozwalają one na ustalenie powierzchni siedlisk przy wybranym przepływie. Takie krzywe mogą być opracowywane dla dowolnej wielkości odcinków rzecznych. Daje to możliwość określenia siedliskowej użyteczności struktur morfologicznych poszczególnych odcinków, jak również całej rzeki. Jest to istotna informacja w planowaniu racjonalnej gospodarki rybackiej.

### Wstępne testowanie modelu MesoHABSIM na rzece Wisłóce

Miejszem prowadzenia badań terenowych był 30-kilometrowy odcinek Wisłóki od jazu w miejscowości Mokrzec

Wzór arkusza kartografii siedlisk dla metody MesoHABSIM

do miejscowości Pustków. Wisłoka, o długości 173,12 km położona jest w południowo-wschodniej Polsce, powierzchnia jej zlewni wynosi 4110,2 km<sup>2</sup> (Czarnecka 2005). Rzeka bierze swój początek w Beskidzie Niskim, dalej przepływając m.in. przez Pogórze Jasielskie, Strzyżowskie, kończąc na Kotlinie Sandomierskiej. Wisłoka uchodzi do Wisły na 226,9 km jej biegu, w okolicy wsi Ostrówek. Badany odcinek znajduje się w dolnym biegu rzeki, podzielonym kilkoma jazami i częściowo przekształconym – szczególnie na wysokości Dębicy.

Prace terenowe zostały poprzedzone analizą materiałów źródłowych, m.in. analizą zdjęć satelitarnych wybranego fragmentu rzeki. Pierwszym etapem prac terenowych było przeprowadzenie kartowania jednostek hydromorfologicznych (HMU) – siedlisk, przy znanym i określonym na podstawie serii pomiarów przepływu, na wytypowanych wcześniej odcinkach. W każdej wyróżnionej w terenie jednostce hydromorfologicznej zebrano dane geolokacyjne, wykonano pomiary prędkości wody, określano głębokość, wielkość substratu na dnie rzeki oraz szereg dalszych parametrów charakteryzujących siedlisko (tab. 1).

Na podstawie protokołów terenowych i szkiców istniejących habitatów przygotowano mapy jednostek hydromorfologicznych odcinków Wisłoki. Na bazie dostępnej literatury (Brylińska 2000, Kolman 2007) zgromadzono infor-

**Arkusz kartografii siedlisk**

Data: \_\_\_\_\_ Godzina: \_\_\_\_\_ Nazwisko: \_\_\_\_\_  
Rzeka/Odcinek/Miejscowość: \_\_\_\_\_

**Habitat:**

**Typ jednostki hydromorfologicznej:**

rafa (rapid) kaskada (cascade) bystrze (riffle) bystrzyna (ruffle)  
wartka rynna (fast run) rynna (run) plań (glide) kociołek (plunge pool)  
odnoga (side arm) płoś (pool) zastoisko (backwater)

**Spadek:**  niski  średni  wysoki

**Substrat:** wybierz występujące w znacznych ilościach:

- Megalithal (>40cm, duże kamienie)
- Macrolithal (20-40cm, ręka – głowa)
- Mesolithal (6-20cm, piasek – ręka)
- Microlithal (2-6cm, kurzejajo – piasek)
- Akał (drobny żwir)
- Psammal (piasek)
- Detritus (odpady organiczne)
- Xylal (gałęzie i korzenie)
- Sapropel (osad organiczny)
- Phytal (resztki roślinne, pływające maty)
- Debris (np. muszle)
- Pelal (muł, glina)

**Kryjówki ryb (jest = haczyk, dużo = wypełnij pole):**

- Wegetacja podwodna
- Płytczna lewy brzeg
- Podcięte brzegi
- Ocienienie
- Głazy
- Płytczna prawy brzeg
- Zwałki drzewne
- Kamienie nasypowe
- Wegetacja zwisająca

Hydrauliczna sygnatura <sup>1</sup>	% pow.
plytko powoli	
plytko plynie	
plytko bystro	
brodzenie powoli	
brodzenie plynie	
brodzenie bystro	
głęboko powoli	
głęboko plynie	
głęboko bystro	

Głębokość [cm]	V [cm/s]	Rodzaj substratu

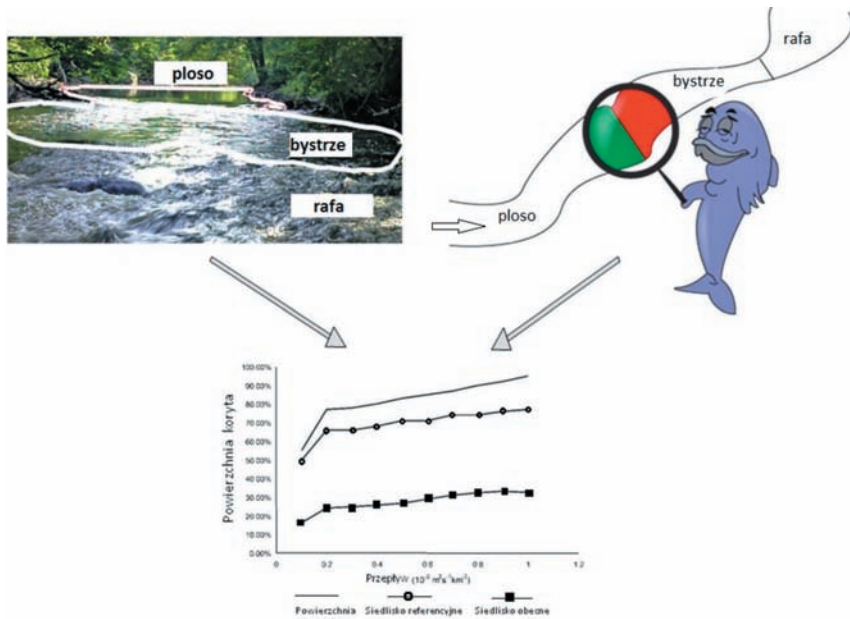
Tereny przyległe:

<sup>1</sup> plytko do 0,5 m, brodzenie do 1 m, głęboko >1 m; powoli do 25 cm/s, plynie 25 – 50 cm/s, bystro > 50 cm/s.

macje dotyczące warunków tarliskowych dla wybranych gatunków ryb występujących w rzece lub mogących potencjalnie w niej występować i odbywać tarło (tab. 2).

Następnie parametry tarlisk wybranych gatunków ryb zostały wprowadzone do programu Sim-Stream (www.Sim-Stream.org), który zestawiał je ze sparametryzowanymi jednostkami hydromorfologicznymi (rys. 3). Wynikiem tego procesu jest mapa siedlisk, na której wyróżniono ich trzy typy: nieużyteczne, użyteczne i optymalne (rys. 4). Dla fragmentu rzeki Wisłoki wykonano kilka takich ewaluacji w odniesieniu do wybranych gatunków ryb – szczególnie cennych, objętych ochroną, reintrodukowanych lub zagrożonych.

Niniejsza publikacja przedstawia pierwszy etap prac na rzece Wisłocie, jako przykład możliwości wykorzystania metody MesoHABSIM do celów rewitalizacji rzek. Cała opisana powyżej procedura będzie powtórzona w oparciu o kartowanie jednostek hydromorfologicznych przy innych warunkach przepływu w rzece. Efektem końcowym będzie mapa wybranych odcinków Wisłoki z zaznaczeniem siedlisk dla danego gatunku, które w procesie modelowania (przy zmiennych warunkach przepływu) okażą się najbardziej stabilne. Wyniki tych badań mogą być wykorzystane np. w celu znalezienia lokalizacji najbardziej nadających się do odtworzenia i powiększenia tarlisk, działania planowanego na Wisłocie, oraz do ilościowej oceny ich efektywności. Ponadto model znajduje

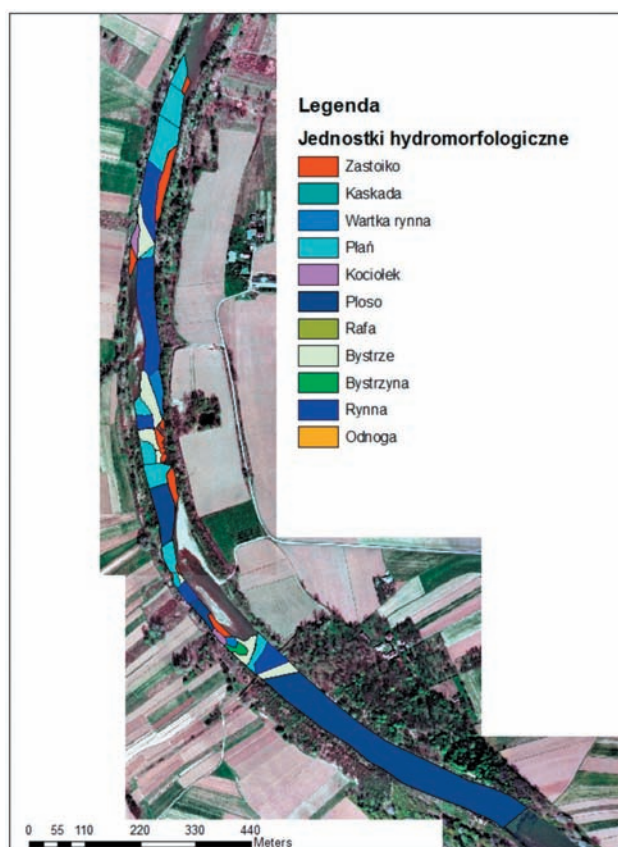


Rys. 2. Schemat modelu MesoHABSIM. Mezohabitaty są mapowane w rzece przy kilku wielkościach przepływu (z lewej) i waloryzowane filtrami siedliskowymi (czyli prawdopodobieństwem wystąpienia gatunku) pochodzącymi z biologicznych obserwacji (po prawej). Obszary siedlisk użytecznych dla gatunków ryb lub ich zespołów są przedstawione jako zespołowe i generyczne krzywe zależności (na dole).

Zestawienie informacji dotyczących warunków tarlowych dla wybranych gatunków występujących lub mogących potencjalnie występować w Wiśtoce

Nazwa gatunku	Okres tarła	Głębokość (m)	Prędkość wody ( $m s^{-1}$ )	Rodzaj substratu na dnie rzeki*
Boleń <i>Aspius aspius</i> (L.)	III - V	0,2 - 2,8	>1	Mesolithal Microlithal Akal
Brzanka <i>Barbus peloponensis</i> (Valenciennes 1842)	V - VI	0,2 - 0,5	0,4 - 1,3	Mesolithal Microlithal
Brzana <i>Barbus barbus</i> (L.)	V - VII	0,2 - 0,5	0,8 - 1,1	Mesolithal Microlithal
Certa <i>Vimba vimba</i> (L.)	połowa V - do końca VI	0,2 - 0,5 (maks. 0,8 m)	0,4 - 1,3	Mesolithal Microlithal
Jesiotr ostronosy <i>Acipenser oxyrinchus</i> (Mitchill 1815)	V - VII	>2	1 - 2	Macrolithal Mesolithal
Lipień <i>Thymallus thymallus</i> (L.)	IV	0,3 - 0,5	0,3 - 0,75	Microlithal Akal
Łosoś <i>Salmo salar</i> (L.)	X - I	0,25 - 0,55	0,3 - 0,6	Mesolithal Microlithal
Pstrąg potokowy <i>Salmo trutta fario</i> (L.)	koniec IX, może trwać nawet do I	0,15 - 0,5	0,15 - 0,5	Mesolithal Microlithal
Troć wędrowną <i>Salmo trutta trutta</i> (L.)	IX - XII	0,15 - 0,5	0,15 - 0,5	Mesolithal Microlithal
Świnka <i>Chondrostoma nasus</i> (L.)	druga połowa IV - do końca V	0,2 - 0,8	0,7 - 1,1	Mesolithal Microlithal Akal

\* objaśnienia nazw – patrz tabela 1



Rys. 3. Mapa jednostek hydromorfologicznych wybranego odcinka Wiśtocy.

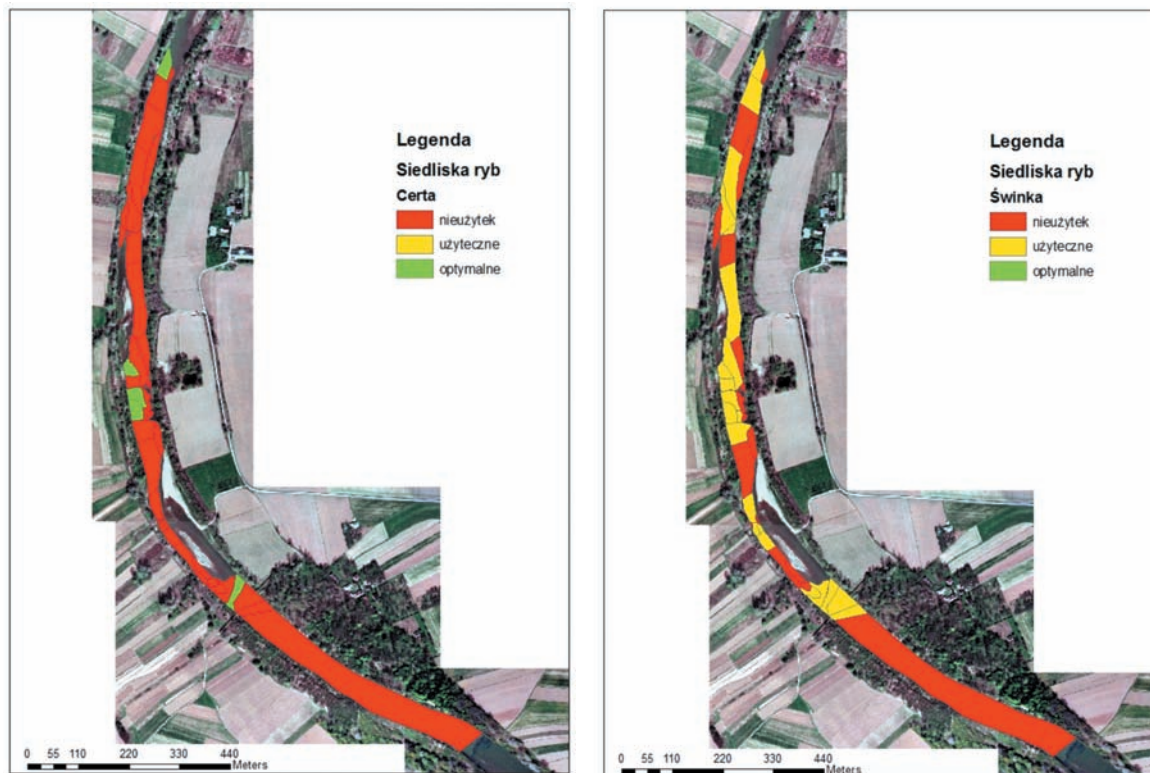
zastosowanie do ustalenia zakresów ekologicznych przepływów w odniesieniu do ich obecnej zmienności oraz do wyboru optymalnych działań renaturyzacyjnych.

## Dyskusja

Metoda MesoHABSIM rozszerza wcześniejszą metodę PHABSIM o możliwość modelowania siedlisk rzecznych zajmowanych przez zespoły ryb w skali zlewni (Parasiewicz i Dunbar 2007). Jej pojawienie się wzbudziło znaczne zainteresowanie fachowców zajmujących się gospodarowa-

niem zasobami ryb w północno-wschodniej części Stanów Zjednoczonych. W ciągu pierwszych pięciu lat rozwoju model ten znalazł zastosowanie jako część stanowej polityki sterowania przepływami rzek w tym rejonie USA (NH DES 2010). MesoHABSIM uznano za ważny krok w zastosowaniu modeli środowiska fizycznego w kontekście gospodarowania rzekami. Jest upowszechniany i coraz częściej korzystają z niego zespoły badawcze, znajdując również jego praktyczne zastosowania. MesoHABSIM przekształcił technikę zbioru i analizy danych poprzez zmianę rozdzielczości z mikro- na mezoskalę. Przez skalę mikro rozumie się rozdzielczość do przestrzeni zajmowanej przez organizm w chwili obserwacji (tzn. praktycznie kilku metrów). Najmniejszą jednostką w mezoskali jest natomiast przestrzeń zajmowana przez organizm w okresie dziennym. W zależności od wielkości rzeki wielkość takich jednostek w odniesieniu do ryb waha się zwykle od kilku do kilkuset metrów biegu rzeki (Harby i in. 2004).

Podsumowując, dziesięć lat rozwoju i aplikacji metody MesoHABSIM dowiodło użyteczności modelu w gospodarowaniu rzekami i ich renaturyzacji (Parasiewicz i in. 2013). Model sprawdził się jako narzędzie oceny i ochrony warunków siedliskowych ryb, z jednoczesnym wskazaniem przyczyn i skutków negatywnego oddziaływania w zlewni rzeki. Model stosowano bez większych trudności na małych i dużych rzekach. Może być on używany jako narzędzie do oceny stanu ekologicznego, jak również do zarządzania przepływem oraz do planowania renaturyzacji rzek (<http://mesohabsim.org/projects/RiversForMesoHABSIM.htm>). Wyjątkowym atutem metody MesoHABSIM jest możliwość oceny środowisk o złożonej i zróżnicowanej strukturze morfologicznej, np. rzek roztokowych (anastomozujących) czy małych potoków górskich, gdzie precyzyjne zbieranie danych w skali mikro jest bardzo uciążliwe. Zastosowanie tego modelu znajduje zastosowanie w rozwiązywaniu problemów związanych z energetyką wodną, zaopatrzeniem w wodę czy kwestii regulacji rzek.



Rys. 4. Mapa potencjalnych siedlisk certy i świnki na wybranym odcinku rzeki Wiśtoki.

W porównaniu z innymi rozwiązaniami w skali mezo, model odznacza się wysokim poziomem rygoru naukowego, jak również elastycznością w jego użyciu. Jego zaletą jest nie tylko zmniejszenie nakładu pracy związanego z gromadzeniem danych, ale również otwarcie płaszczyzny do wielu – rzadkich dotąd – możliwości analitycznych. Stanowi on uzupełnienie modeli oceny siedlisk ryb w mikro- i makroskali, wypełniając lukę istniejącą na obszarze zarządzania gospodarką wodną w systemach zlewni rzecznych. Pozwala ponadto zrationalizować prowadzoną gospodarkę rybacką, szczególnie w odniesieniu do zarybień, poprzez jej dostosowanie do wymagań ichtiofauny i występujących warunków siedliskowych.

Pomimo tego, że MesoHABSIM został pierwotnie opracowany z myślą o elektrowniach wodnych, dotychczas znalazł zastosowanie do oceny zarządzania przepływem nie naruszającym poniżej komunalnych i przemysłowych punktów poboru wody, w aspekcie ochrony siedlisk i populacji ryb. Model pozwolił na sformułowanie kryteriów przepływu ekologicznego, niezbędnego dla zachowania ichtiofauny i bezkręgowców (np. małży). Funkcjonalność metody MesoHABSIM stała się podstawą do włączenia modelu jako narzędzia regulacji prawnej w ramach ustawy o jakości wody rzeki Souhegan i Lamprey w stanie New Hampshire, gdzie służy on jako instrument ustalania norm przepływów ekologicznych (NH DES 2010).

Metoda ta oferuje użyteczne narzędzie do planowania gospodarki rzecznej, co jest niezwykle istotne w implemen-

tacji prawodawstwa związanego z gospodarowaniem wodami, jak np. Europejskiej Ramowej Dyrektywy Wodnej (Komisja Europejska 2000) lub tzw. Dyrektywy Powodziowej (Komisja Europejska 2007). MesoHABSIM może wspomagać tworzenie bardziej efektywnego systemu zarządzania ekosystemami wodnymi, w tym ochrony ichtiofauny i prowadzenia racjonalnej gospodarki rybackiej. Wobec tego Instytut Rybactwa Śródlądowego w Olsztynie zaadaptował metodę MesoHABSIM i przy współpracy z Rushing Rivers Institute wdraża ją w Polsce.

## Literatura

- Aadland L.P. 1993 – Stream habitat types: their fish assemblages and relationship to flow – N. Am. J. Fish. Manage. 13:790-806.
- Austrian Standard ÖNORM 6232 1995 – Richtlinien für die oekologische Untersuchung und Bewertung von Fleissgewässern. P. 38. Oesterreichische Normungsinstitut, Vienna, Austria.
- Brylińska M. 2000 – Ryby słodkowodne Polski – Wydawnictwo Naukowe PWN Warszawa, ss. 521.
- Bain M.B., Finn J.T., Booke H.T. 1985 – A quantitative method for sampling riverine microhabitats by electrofishing – N. Am. J. Fish. Manage. 5: 489-493.
- Bovee K.D., Lamb B.L., Bartholow J.M., Stalnaker C.B., Taylor J., Henriksen J. 1998 – Stream habitat analysis using the Instream Flow Incremental Methodology. Information and Technical Report USGS/BRD-1998-0004 – US Geological Survey, Biological Resources Division: Fort Collins, CO; ss. 131.
- Czarniecka H. (Red.) 2005 – Atlas Podziału Hydrograficznego Polski. Cz. 1. mapy w skali 1:200 000. Cz. 2. Zastawienie zlewni – IMGW, Warszawa.
- Harby A., Baptist M., Dunbar M.J., Schmutz S. (Red.) 2004 – State-of-the-art in data sampling, modeling analysis and applications of river habitat modelling. COST Action 626 European Aquatic Modelling Network final report. Bruksela: 313 s.
- Kolman R. (Red.) 2007 – Restytucja jesiotra bałtyckiego – Wyd. IRS, Olsztyn, s. 53

- Komisja Europejska 2000 – Dyrektywa 2000/60/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 23 października 2000 r. ustanawiająca ramy wspólnotowego działania w dziedzinie polityki wodnej.
- Komisja Europejska 2007 – Dyrektywa 2007/60/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 23 października 2007 r. w sprawie oceny ryzyka powodziowego i zarządzania nim.
- Lobb M.D., Orth D.J. 1991 – Habitat use by an assemblage of fish in a large warmwater stream – *Trans. Am. Fish. Soc.* 120:65-78.
- NH DES 2010 – Methods for Estimating Instream Flow Requirements for Protection of Aquatic Life – New Hampshire Department of Environmental Services.  
(<http://des.nh.gov/organization/divisions/water/wmb/rivers/instream/>).
- Parasiewicz P. 2001 – MesoHABSIM - a concept for application of instream flow models in river restoration planning – *Fisheries* 29(9): 6-13.
- Parasiewicz P. 2007a – The MesoHABSIM Model Revisited – *River Res. Applic.* 23(8): 893-903.
- Parasiewicz P. 2007b – Developing a reference habitat template and ecological management scenarios using the MesoHABSIM model – *River Res. Applic.* 23(8): 924-932.
- Parasiewicz P. 2008a – Habitat time-series analysis to define flow-augmentation strategy for the Quinebaug River, Connecticut and Massachusetts, USA – *River Res. Applic.* 24: 439-452.
- Parasiewicz P. 2008b – Application of MesoHABSIM and target fish community approaches for selecting restoration measures of the Quinebaug River, Connecticut and Massachusetts, USA – *River Res. Applic.* 24: 459-471.
- Parasiewicz P., Dunbar M.J. 2001 – Physical habitat modelling for fish – a developing approach – *Archiv für Hydrobiologie. Suppl. (Large Rivers Vol. 12)*, 135/2-4: 239-268.
- Parasiewicz P., Walker J.D. 2007 – Comparing and testing results of three different micro and meso river habitat models – *River Res. Applic.* 23(8): 904-923.
- Parasiewicz P., Rogers J.N., Gortazar J., Vezza P., Wiśniewski W., Comglio C. 2013 – The MesoHABSIM Simulation Model – development and applications – W: *Ecohydraulics: an integrated approach* (Red.) Maddock I., Harby A., Kemp P., Wood P., Wiley-Blackwell: 109-124.
- Tharme R.E. 1996 – Review of international methodologies for the quantification of the instream flow requirements of rivers – Pretoria, South Africa: Department of Water Affairs and Forestry. ss: 116.
- Williams J.G. 1996 – Lost in space: confidence interval for idealized PHABSIM studies – *Trans. Am. Fish. Soc.* 125: 458-465.

*Przyjęto po recenzji 16.06.2014 r.*

## MESOHABSIM SIMULATION MODEL FOR RIPARIAN ICHTHYOFAUNA HABITATS IN CONSIDERATION OF STOCK CONSERVATION AND FISHERIES MANAGEMENT REQUIREMENTS

Piotr Parasiewicz, Mikołaj Adamczyk

**ABSTRACT.** MesoHABSIM is a method for assessing and simulating changes in riparian fish habitats that describes the dependence between aquatic fauna and the abiotic environment. It permits identifying hydromorphological variability along entire streams in a manner that is applicable to tasks that have a high degree of generalization such as assessing the ecological status of entire catchment basins. It is an important tool for planning stream restoration and for conserving riparian ecosystems from anthropogenic impacts stemming from hydroelectric power facilities, water uptakes, and the like. This method quantifies the surface of aquatic fauna habitats, which is used in the model as a measurement value in river basin management scenarios. The MesoHABSIM system was developed and tested in 2000-2010 in the USA at Cornell University, the *University of Massachusetts*, and at the Rushing Rivers Institute. To date, the MesoHABSIM model has been used for 26 rivers in five countries. During testing, the model was improved and adapted to the specifics of these rivers. Simultaneously, the first and second versions of support software, SimStream, and a variety of tools for interpreting and presenting results were developed. This paper also presents initial results of studies performed in Poland by IFI on a segment of the Wistoka River.

**Słowa kluczowe:** modeling, simulation, ecological flow, habitat studies, ichthyofauna, fisheries management, river restoration