

OKREŚLENIE TYPÓW SIEDLISK W ASPEKCIE HYDRAULICZNYM METODĄ MEM NA WYBRANYM ODCINKU RZECI WISŁOKI

Alicja Michalik, Michalina Kotowicz-Mańko, Karol Plesiński
Uniwersytet Rolniczy w Krakowie

Streszczenie. Rzeka o bogatej naturalnej ichtiofaunie stanowi wymienną wartość i dlatego, zgodnie z zapisem Dyrektywy Siedliskowej, należy podejmować środki mające na celu zachowanie lub odtworzenie właściwego stanu ochrony siedlisk przyrodniczych.

Przedmiotem badań było określenie typów siedlisk w aspekcie hydraulicznym dla ryb występujących na badanym odcinku rzeki Wisłoki (km 57+723÷57+526) w oparciu o istniejące i zmienione warunki hydrauliczne. Do oceny typów siedlisk wykorzystano Mesohabitat Evaluation Model, który umożliwia klasyfikację danego obszaru według sześciu siedlisk odpowiadających różnym warunkom przepływu.

Dla realizacji założonego celu wykonano szereg prac, które obejmowały pomiary przekrojów poprzecznych, spadku i reżimu wody w cieku oraz prace kameralne: opracowanie wyników pomiarów, obliczenia hydrologiczne, uruchomienie modelu w istniejących warunkach hydraulicznych i po wprowadzeniu ziaren ponadwymiarowych.

W istniejących warunkach hydraulicznych stwierdzono obecność pięciu typów siedlisk na badanym odcinku. Nowa morfologia koryta różnicuje ich przestrzenny rozkład. Spowodowane jest to rozbięciem strefy dużych prędkości na mniejsze obszary, pomiędzy którymi tworzą się siedliska spokojnego przepływu i zastoiska. Dla gatunków ryb występujących w obrębie badanego obszaru zmiany te są korzystne.

Słowa kluczowe: siedlisko, MEM, modelowanie numeryczne, CCHE2D, rzeka

WSTĘP

Doliny rzeczne w stanie naturalnym są bogatym siedliskiem dla wielu gatunków ryb. Ich występowanie w naturalnym środowisku warunkują położenie, fizjografia terenu oraz czynniki abiotyczne i biotyczne [Wiśniewolski i in. 2009]. Również ludzka działalność

Adres do korespondencji – Corresponding authors: prof. dr hab. inż. Alicja Michalik, mgr inż. Michalina Kotowicz-Mańko, dr inż. Karol Plesiński, Katedra Inżynierii Wodnej i Geotechniki, Wydział Inżynierii Środowiska i Geodezji, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie, al. Mickiewicza 24/28, 30-059 Kraków, e-mail: k.plesinski@ur.krakow.pl.

wpływa różnicująco na warunki siedliskowe ichtiofauny, powodując nieraz powolne zanikanie gatunków ryb o specyficznych wymaganiach lub też zmniejszanie ich populacji, jak to miało miejsce w Wisłoce na przestrzeni ostatnich lat.

W celu dążenia do ochrony sprzyjających warunków do bytowania organizmów należy zacząć od oceny występujących w badanym odcinku rzeki typów siedlisk. Jedną z metod, opisaną w niniejszej pracy, oceny typów siedlisk w aspekcie hydraulicznym jest Mesohabitat Evaluation Model [Hauer i in. 2008]. Model ten, wykorzystując dane prędkości wody, lokalnych napęnień oraz naprężeń stycznych na dnie cieku, klasyfikuje dany obszar do jednego z sześciu wyróżnionych przez autora siedlisk. Typy siedlisk odpowiadają różnym warunkom przepływu, od wartkiego nurtu do płytkiej wody i zastojów [Bartnik i Książek 2009]. Wartości lokalne zmiennych hydraulicznych, takich jak: prędkość, napęnienie i naprężenie na potrzeby niniejszej pracy zostały określone na podstawie modelowania numerycznego.

CEL BADAŃ

Celem badań było określenie typów siedlisk w aspekcie hydraulicznym dla ryb występujących na badanym odcinku rzeki Wisłoki (km 57+723÷57+526) w oparciu o istniejące i zmienione warunki hydrauliczne.

Do oceny typów siedlisk wykorzystano Mesohabitat Evaluation Model [Hauer i in. 2008], który umożliwia klasyfikację danego obszaru według sześciu siedlisk odpowiadających różnym warunkom przepływu. Dla realizacji założonego celu wykonano szereg prac, które obejmowały pomiary przekrojów poprzecznych, spadku i reżimu wody w cieku oraz prace kameralne: opracowanie wyników pomiarów, obliczenia hydrologiczne, uruchomienie modelu w istniejących warunkach hydraulicznych i po wprowadzeniu ziaren ponadwymiarowych.

OPIS OBSZARU BADAŃ

Opis obiektu badań. Wisłoka jest prawobrzeżnym dopływem Wisły o długości 163,6 km i powierzchni zlewni 4110,2 km² [Jelonek i Sobieszczyk 2006]. Rzeka przepływa przez dwa województwa: w górnym biegu przez małopolskie, a w środkowym i dolnym przez podkarpackie. Odcinek objęty badaniem znajduje się w miejscowości Dębica, poniżej stopnia wodnego w km 57+723 ÷ 57+526 biegu rzeki Wisłoki (ryc. 1).

Wisłoka ma reżim właściwy dla rzek karpackich, charakteryzuje się więc znacznymi zasobami wodnymi, dużą zmiennością stanów wody, znacznym potencjałem powodziowym, aktywnością procesów erozyjnych [Trafas i Trafas 2001]. Przepływ średni roczny wynosi (przy ujściu) 34,5 m³ · s⁻¹, średnie roczne spływy jednostkowe są na ogół niższe od 6 dm³ · s⁻¹ · km⁻². Najwyższy przepływ notowany jest w marcu i w kwietniu, najniższy zaś we wrześniu [Trafas i Trafas 2001].

Jak podaje Klich [2004], w Wisłoce występują następujące gatunki ryb: ukleja, płoć, kleń, świnka, jelec, okoń, brzana, leszcz, krap, boleń, jaź, kielb, szczupak, certa, sandacz, miętus, brzanka, i rzadko: pstrąg potokowy, karp, sum, wzdregra. Według liczebności (od największej) na badanym odcinku można wymienić kolejno gatunki: świnka, ukleja,

Ryc. 1. Lokalizacja obszaru badań (źródło: <http://maps.geoportal.gov.pl>)Fig. 1. Localization of research area (source: <http://maps.geoportal.gov.pl>)

kleń. Ich warunki siedliskowe omówiono w tabeli 6. Ponieważ zauważono zmniejszenie występowania tych gatunków w Polsce [Klich 2004], należy podjąć stosowne działania mające na celu ochronę ich siedlisk. W ramach tych działań można wymienić: wykup terenów pod ochronę gatunków, budowę i rozbudowę obiektów w ogrodach zoologicznych i botanicznych, budowę ośrodków rehabilitacji zwierząt oraz ośrodków przetrzymywania gatunków, zarybianie rzek, odtwarzanie starorzeczy. Działanie, które przedstawiono w niniejszej pracy, zakłada odtworzenie siedlisk ryb reofilnych na uregulowanym odcinku rzeki przez umieszczenie głazów lub ich grup w dotąd jednorodnych hydromorfologicznie fragmentach cieku celem zwiększenia lub nawet przywrócenia różnorodności siedlisk i zróżnicowania prędkości wód.

Tabela 1. Warunki siedliskowe wybranych gatunków ryb [Brylińska 2000]

Table. 1. Habitat conditions of selected fish species [Brylińska 2000]

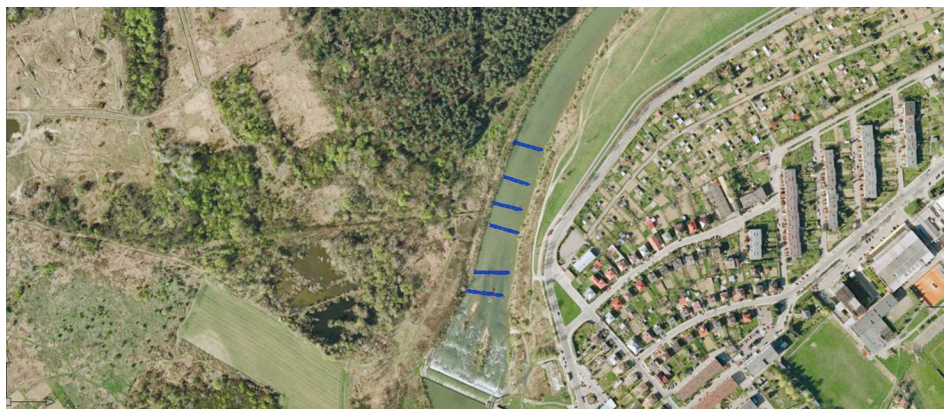
Gatunek Species	Opis siedliska – Description of habitat
Świnka	Występuje głównie w rzekach, zasiedla górne odcinki rzek górskich i podgórskich, wybierając strefy nurtu. W rzekach nizinnych spotyka się ją w rejonach szybkiego przepływu i większych spadków. Świnka preferuje środkowy i dolny bieg rzeki.
Ukleja	Występuje w rzekach (kraina brzozy i leszcza) i jeziorach. Przebywa w strefie przystani, pomostów i budowli wodnych. Ukleja to stadna, ruchliwa ryba powierzchniowa, żyjąca zarówno w strefie brzegowej, jak i otwartej wody. Wybiera miejsca spokojne, unikając wody zmałowanej, a także rejonów silnie porośniętych roślinnością.
Kleń	Kleń najczęściej przebywa w wodach szybko płynących o dnie żwirowym. Spotykany jest poniżej zatopionych głazów, w rozwidleniach nurtu podzielonego przeszkodami, w zakolach z wysokimi brzegami. Przebywa w strefie otwartej wody, reaguje ucieczką w głąbinę na każdy nawet najmniejszy ruch w polu swojego widzenia; wkrótce jednak ponownie pojawia się pod jej powierzchnią.

METODYKA BADAŃ

W ramach działań będących kontrakcją dla negatywnych skutków ingerencji człowieka w naturalne środowisko ryb realizuje się różne programy mające na celu między innymi odtworzenie ciągłości ekologicznej rzek oraz odtwarzanie naturalnych siedlisk ryb [Wiśniewolski i in. 2009]. W modelu Mesohabitat Evaluation Model [Hauer i in. 2008] tym wyodrębnia się sześć jednostek, klasyfikując je na podstawie średniego napęnienia, prędkości przepływu i naprężeń stycznych na dno.

Dla realizacji założonego celu wykonano szereg prac, które obejmowały prace terenowe, w tym pomiar prędkości przepływu i napęnień w cieku, pomiar profilu podłużnego dna i przekrojów poprzecznych oraz badanie składu granulometrycznego rumowiska, a także prace kameralne: opracowanie wyników pomiarów, obliczenia hydrologiczne, sporządzenie numerycznego modelu terenu oraz uruchomienie modelu w istniejących warunkach hydraulicznych, określenie typów siedlisk, wprowadzenie do modelu ziaren ponadwymiarowych oraz jego uruchomienie.

Pomiar przekrojów poprzecznych, układu zwierciadła wody oraz rzędnych dna w nurcie cieku wykonano w listopadzie 2011 oraz w marcu 2012 r. W pomiarach korzystano z zestawu pływającego składającego się z łodzi płaskodennej o utwardzonej podłodze oraz przyrządu umocowanego do katamaranu. Sondą ADCP wraz z integrowanym systemem GPS mierzono także lokalne napęnienia w korycie oraz rozkłady prędkości przepływu wody. Na rycinie 2 przedstawiono usytuowanie zmierzonych przekrojów poprzecznych na tle ortofotomapy, a w tabeli 2 zawarto ich opis.



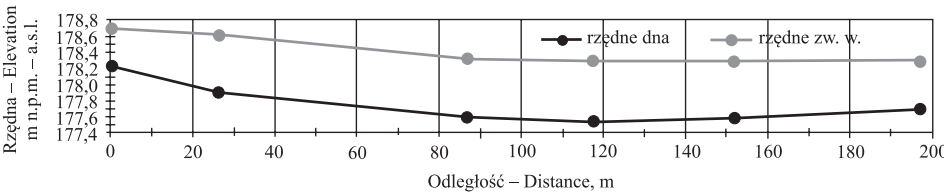
Ryc. 2. Usytuowanie przekrojów poprzecznych w badanym odcinku

Fig. 2. Arrangement of cross-sections in the research area

Tabela 2. Zestawienie danych hydrodynamicznych przekrojów poprzecznych na badanym odcinku
Table 2. The hydrodynamic data of cross-sections in the research area

Nr No	Położenie Localization	Napelnienie lokalne Local water depth			Szerokość koryta Channel width	Prędkość średnia Average velocity			Liczba Froude’a Froude’s number	
	km	h_{min} m	h_{max} m	h_{sr} , m	b , m	$v_{sr\ min}$ $m \cdot s^{-1}$	$v_{sr\ max}$ $m \cdot s^{-1}$	v_{sr} $m \cdot s^{-1}$	Fr_{min}	Fr_{max}
1	57+723	0,20	0,67	0,63	42	0,047	1,300	1,060	0,415	0,573
2	57+697	0,16	0,70	0,63	41	0,747	1,460	1,070	0,428	0,989
3	57+636	0,23	0,73	0,47	36	0,150	1,220	0,760	0,071	0,524
4	57+605	0,27	0,75	0,58	36	0,010	0,780	0,550	0,042	0,352
5	57+571	0,26	0,71	0,54	32	0,220	0,870	0,530	0,187	0,297
6	57+526	0,26	0,56	0,42	35	0,430	0,910	0,630	0,298	0,384

h_{min} – najniższa wartość napelnienia lokalnego – the lowest value of local water depth, m,
 h_{max} – najwyższa wartość napelnienia lokalnego – the highest value of local water depth, m,
 h_{sr} – średnia wartość napelnienia lokalnego – the avreage value of local water depth, m,
 $v_{sr\ min}$ – najniższa wartość prędkości – the lowest value of velocity, $m \cdot s^{-1}$,
 $v_{sr\ max}$ – najwyższa wartość prędkości – the highest value of velocity, $m \cdot s^{-1}$,
 v_{sr} – średnia wartość prędkości – the average value of velocity, $m \cdot s^{-1}$,
 Fr_{min} – najniższa wartość liczby Froude’a – the lowest value of Froude’s number, –,
 Fr_{max} – najwyższa wartość liczby Froude’a – the highest value of Froude’s number, –.



Ryc. 3. Profil podłużny cieku w linii nurtu
Fig. 3. Longitude profile in main stream

W tabeli 3. zestawiono wartości spadku zwierciadła wody na badanym odcinku rzeki Wiśłoki, maksymalnego spadku lokalnego na tym odcinku oraz spadek wyrównany.

Tabela 3. Spadek zwierciadła wody na badanym odcinku Wisłoki

Table 3. The drop of water level in the research area

Km	$L_{\text{odcinka}}, \text{ m}$	Rz. dna m n.p.m. m a.s.l.	Rz. zw. w. m n.p.m. m a.s.l.	$I_{\text{śr}}$	I_{max} zw.w. lokalny – local	I_{wyr}
57+723	197	178,23	178,69	0,00208	0,00477	0,00102
57+526		177,69	178,28			

L_{odcinka} – długość badanego odcinka rzeki – the length of research river, m,

Rz. dna – rzędna dna, m n.p.m. – bed elevation, m a.s.l.,

Rz. zw.w. – rzędna zwierciadła wody, m n.p.m. – the elevation of water level, m a.s.l.,

$I_{\text{śr}}$ – średni spadek zwierciadła wody na odcinku badawczym – the average drop of water level on the research sections, –,

I_{max} – maksymalny lokalny spadek zwierciadła wody – the local maximum drop of water level, –,

I_{wyr} – spadek dna rzecznoego – the drop of river bed, –.

Próby rumowiska rzecznoego (50–70 kg) pobrano w przekroju prostopadłym do nurtu rzeki w dwóch miejscach: w nurcie rzeki i na odsypisku (ryc. 4). Odbywało się to poprzez wbicie metalowej skrzyni w określonym miejscu łachy na głębokość, która odpowiada średnicy największych ziaren ($d_{\text{max}} = 0,119 \text{ m}$). Następnie z wykopu pobierano próbę. Każdą próbę przesiewano przez sita, wydzielając jej frakcje, które następnie ważono.



Ryc. 4. Miejsca poboru próby rumowiska

Fig. 4. Places of sampling a bed-load

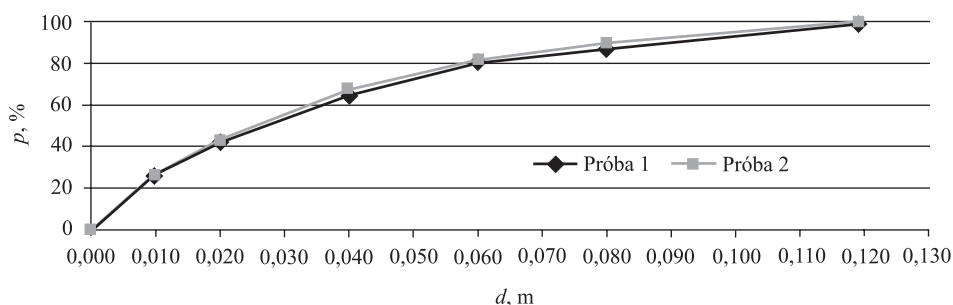
W zakresie prac na badanej łasze mierzono średnice geometryczne trzydziestu największych ziaren wzdłuż trzech wzajemnie prostopadłych osi (a – najdłuższa średnica, b – pośrednia średnica oraz c – najkrótsza średnica). Procentową zawartość poszczególnych frakcji w próbach zestawiono w tabeli 4.

Tabela 4. Dane granulometryczne

Table 4. Granulometric data

Średnica – Diameter	Próba 1 – Probe 1	Próba 2 – Probe 2
d , m	p , %	p , %
0,119	100,00	100,00
0,08	86,71	89,47
0,06	79,47	81,50
0,4	64,84	67,67
0,02	41,95	43,01
0,01	26,59	26,32
0	0	0

Uzyskane w ten sposób dane wprowadzono do algorytmów i wykreślono krzywe przesiewu dla obu prób (ryc. 5). Okazało się, że krzywe wyszły jednakowe dla obu prób.



Ryc. 5. Krzywe przesiewu rumowiska

Fig. 5. The grain-size distribution curve

Po wykreśleniu krzywej odczytano średnice charakterystyczne d_i , m, gdzie i oznacza procent zawartości w próbce, wraz z mniejszymi dla obu prób (tab. 5).

Tabela 5. Zestawienie średnic charakterystycznych rumowiska dennego
Table 5. The characteristic diameter of bed material

Średnica – Diameter	Próba 1 – Probe 1	Próba 2 – Probe 2
d_{10}	0,004 m	0,004 m
d_{50}	0,027 m	0,026 m
d_{90}	0,090 m	0,082 m
$d_{\max}$	0,119 m	0,119 m

Obliczenia hydrologiczne. W przekrojach wodowskazowych Łabuzie i Pustków przepływy charakterystyczne uzyskano z oddziału Instytutu Meteorologii i Gospodarki Wodnej w Krakowie. Wartości przepływów maksymalnych prawdopodobnych pochodziły z opracowania „Monografia powodzi maj–czerwiec 2010 r. Dorzecze Wisły” przygotowanego przez IMGW. Do obliczania przepływów w przekrojach pomiędzy wodowskazami zastosowano metodę przenoszenia informacji hydrologicznej z wykorzystaniem ekstrapolacji i interpolacji [Byczkowski 1999].

Sporządzenie numerycznego modelu terenu i uruchomienie modelu. Numeryczny model terenu wykonano za pomocą programu CCHE2D. Program ten jest obsługiwany przez National Center for Computational Hydroscience and Engineering – jednostkę badawczą Uniwersytetu Missisipi. CCHE2D jest systemem modelowania, który umożliwia wykonywanie obliczeń w warunkach przepływu ustalonego i nieustalonego, a także obliczeń transportu rumowiska (zarówno unoszonego, jak i wleczonego). Można również za jego pomocą określić zmiany w konfiguracji dna cieku wskutek odkładania się wyerodowanego i transportowanego materiału. Program ten składa się z grupy dwuwymiarowych modeli procesów korytowych typu 2DH (uśredniające wielkości hydrauliczne na głębokości), które są zintegrowane i wspierane przez aplikację Graphical User Interface. Model zjawisk zachodzących na odcinku cieku stanowi matematyczny zapis kombinacji warunków istniejących (np. początkowy poziom zwierciadła wody, współczynniki szorstkości), warunków przepływu oraz wpływu zadanego przepływu na badany obiekt.

Symulację przeprowadzono dla ustalonych warunków przepływu. Po stworzeniu siatki terenu wprowadzono do programu następujące dane: wielkość przepływu – $Q = 7,37 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, wlot i wylot wody do modelowego cieku, krok czasowy obliczeń – ustalono na 0,5 s, czas symulacji – ustalono na 3600 s. Po wprowadzeniu danych uruchomiono symulację. Można było ją zakończyć po zadanym czasie, ponieważ naprężenia styczne, prędkość i przepływ ustabilizowały się.

Metoda wyznaczania siedlisk MEM (Mesohabitat Evolution Model). W metodzie tej wykorzystuje się reżim przepływu i wody, głębokość oraz naprężenia styczne w dnie. Hauer i in. [2008] dokonali podziału siedlisk na sześć typów (tab. 6). W celu realizacji podziału wprowadzono parametr MH :

$$MH = (Kd + Kv) \cdot K\tau$$

gdzie:

K_d – kod dla napęnlennia,

K_v – kod dla prędkości,

K_τ – kod dla naprężeń.

Jeśli parametr *MH* przyjmuje wartość 0, to siedlisko dzieli się wówczas na dwie kategorie (SW i BW) w zależności od kodu napęnlennia.

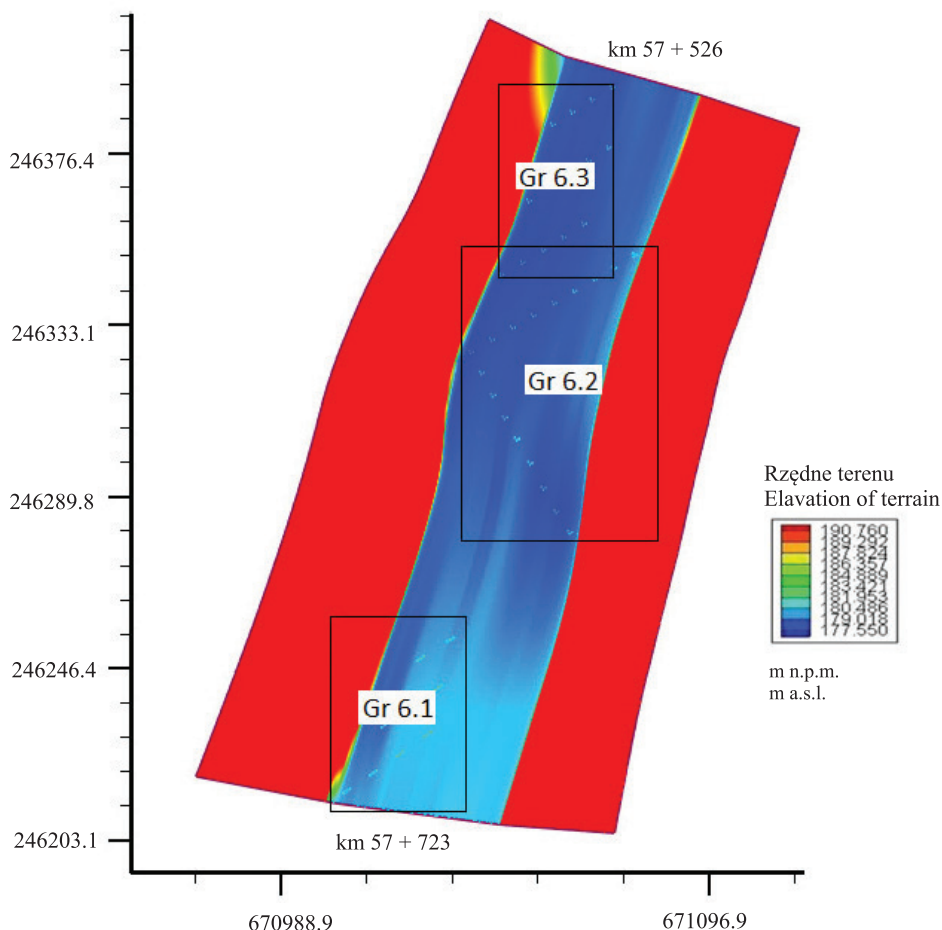
W celu skalibrowania wartości rzędnych oraz położenia zwierciadła wody z pomiarów terenowych z wyliczonymi przez program CCHE2D, porównano dane pochodzące z modelu z danymi pochodzącymi z pomiarów terenowych. Było to możliwe poprzez nałożenie na siebie wykresów przekrojów z zaznaczonym lustrem wody (w obu przypadkach). Nie zauważono różnic w wartościach rzędnych pochodzących z pomiarów terenowych oraz tych z modelu. Stwierdzono więc, że model został wykonany poprawnie i odzwierciedla warunki rzeczywiste.

Tabela 6. Typy siedlisk wg Hauera i in. [2008]

Table 6. Types of habitat according to Hauer et al. [2008]

Lp.	Wartość liczbowa <i>MH</i> <i>MH</i> value	Opis słowny – Description	Oznaczenie Designation
1	19–20	wartki nurt, umiarkowana prędkość przepływu, duże gradienty prędkości	RF
2	10–18	jednostajny szybki przepływ wody	FR
3	5–9	dobrze wykształcona linia nurtu, dno płaskie przechodzące do spadku ujemnego	RN
4	2–4	duże napęnlennie, spokojny przepływ wody (przemiały pomiędzy płosami)	PO
5	0	niewielkie napęnlennie, mała prędkość przepływu wody	SW
6	0	płytkie miejsca przy brzegach w strefie cofkowej (zastoiska)	BW

Wprowadzenie ziaren ponadwymiarowych do modelu. Ziarna ponadwymiarowe zostały wprowadzone zgodnie z metodyką podaną w Guide... [2010]. Ponieważ badany odcinek jest zróżnicowany morfodynamicznie i występuje tu zbystrzenie, głazy w korycie zostały ułożone grupowo w łącznej liczbie 120 sztuk (ryc. 6). Odległości pomiędzy grupami ziaren wynoszą 5 m. Rycina przedstawia konfigurację cieku, gdzie kolory oznaczają wysokość nad poziomem morza. Kolorem niebieskim (pas środkowy) oznaczono miejsca położone najniżej, kolorem czerwonym (skrajne pasy) obszary najwyższe. Każdy jasny punkt oznacza jeden głaz. Grupy ziaren ułożono w linii prostej w celu zmiany układu linii nurtu, a na całej szerokości koryta w celu zmiany hydraulicznych warunków przepływu na szerokości.



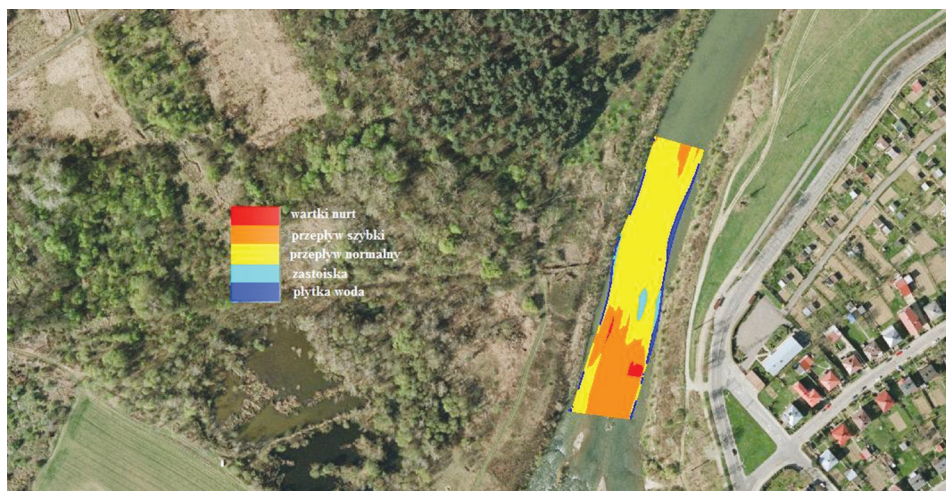
Ryc. 6. Schemat ułożenia głazów na badanym odcinku

Fig. 6. Location of boulders on the research region

WYNIKI BADAŃ WRAZ Z DYSKUSJĄ

Zastosowana metodyka pozwoliła na zobrazowanie przestrzennego rozkładu i powierzchni siedlisk w korycie Wisłoki dla przyjętych docelowych grup ryb, co przedstawiono na rycinach. Ryc. 7 prezentuje rozkład przestrzenny typów siedlisk w istniejących warunkach hydraulicznych. Przestrzenny rozkład siedlisk uzyskany z modelu po wprowadzeniu ziaren ponadwymiarowych obrazuje ryc. 8.

W tabeli 7 zestawiono powierzchnię poszczególnych typów siedlisk występujących na badanym odcinku rzeki, według MEM. Obliczono także przyrost powierzchni poszczególnych typów siedlisk po wprowadzeniu głazów do modelu, co również można dostrzec w poniższej tabeli.



Ryc. 7. Typy siedlisk w istniejących warunkach hydraulicznych

Fig. 7. Types of habitat in during existing hydraulic conditions



Ryc. 8. Typy siedlisk w zmienionych warunkach hydraulicznych

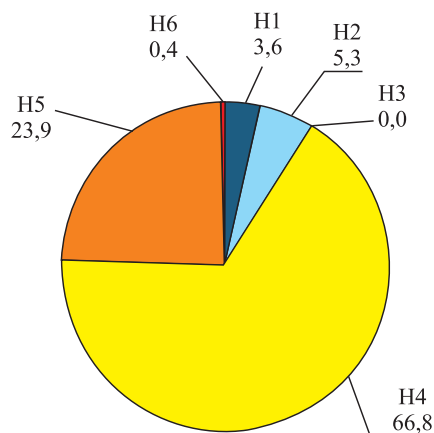
Fig. 8. Types of habitat in during the changes hydraulic conditions

Tabela 7. Powierzchnie siedlisk przed i po włożeniu głazów do modelu

Table 7. The area of habitats before and after inserted the boulders into the model

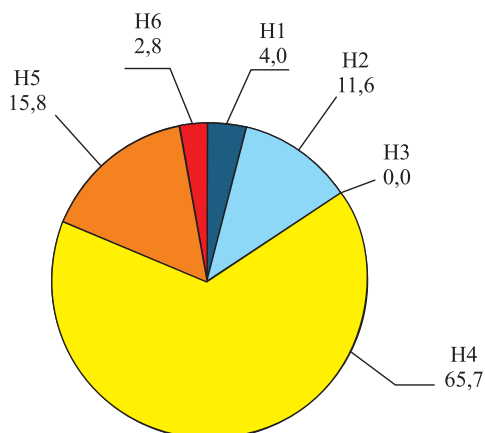
Warunki hydrauliczne Hydraulic conditions	Powierzchnia siedlisk – Area the habitats, m ²					
	H1	H2	H3	H4	H5	H6
Istniejące – Existing	279	405	0	5151	1830	25
Po wprowadzeniu głazów After insered the boulders	313	899	0	5082	1221	215
Przyrost powierzchni – Increase of area	34	494	0	-69	-609	190

Następnie sporządzono wykresy przedstawiające udział poszczególnych typów siedlisk w łącznej ich powierzchni. Ryc. 9 przedstawia rozkład rodzajów siedlisk w istniejących warunkach hydraulicznych cieku, natomiast ryc. 10 – w zmienionych warunkach, po wprowadzeniu do modelu ziaren ponadwymiarowych.



Ryc. 9. Udział typów siedlisk, %, w istniejących warunkach

Fig. 9. The part of habitat types, %, in during existing conditions



Ryc. 10. Udział typów siedlisk, %, w zmienionych warunkach

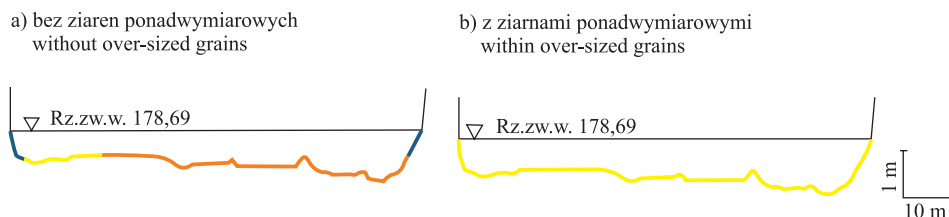
Fig. 10. The part of habitat types, %, in changes conditions

Sporządzono wykresy przedstawiające schematyczne rozmieszczenie danych typów siedlisk w przekrojach poprzecznych w istniejących oraz w zmienionych warunkach hydraulicznych, co przedstawiają poniższe ryciny. Po lewej stronie znajdują się wykresy z siedliskami w warunkach istniejących, po prawej w warunkach powstałych po wprowadzeniu głazów do modelu. Zastosowany rodzaj linii odpowiada kolejno typom siedlisk, zgodnie z legendą (ryc. 11):



Ryc. 11. Legenda dotycząca typów siedlisk na badawczym odcinku

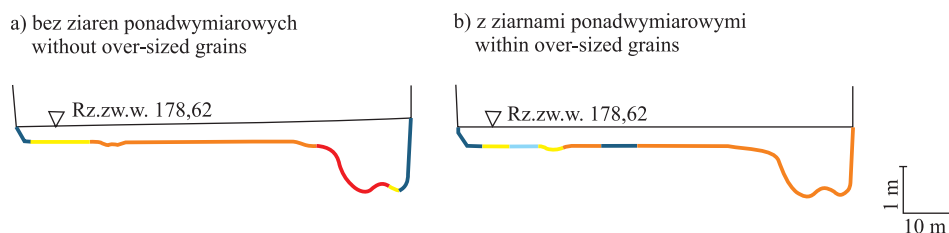
Fig. 11. Legend of habitat types in research region



Ryc. 12. Rozmieszczenie typów siedlisk w przekroju nr 1: a) istniejące, b) zmienione warunki hydrauliczne

Fig. 12. The arrangement of habitat types in cross-section no 1: a) existing, b) changes hydraulic conditions

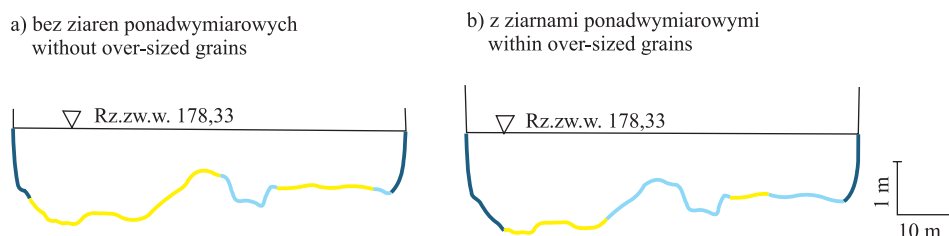
W przekroju 1 w warunkach istniejących występują 3 typy siedlisk w klasyfikacji MEM: płytka woda, przepływ normalny oraz przepływ szybki, wśród których ostatni z wymienionych ma największy udział. Po wprowadzeniu głazów do modelu w całym badanym przekroju istnieje jeden typ siedliska określany jako przepływ normalny.



Ryc. 13. Rozmieszczenie typów siedlisk w przekroju nr 2: a) istniejące, b) zmienione warunki hydrauliczne

Fig. 13. The arrangement of habitat types in cross-section no 2: a) existing, b) changes hydraulic conditions

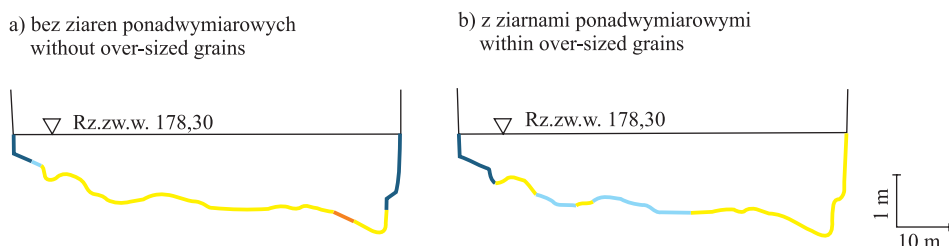
W przekroju 2 w warunkach istniejących występują 4 typy siedlisk w klasyfikacji MEM: płytka woda, przepływ normalny, przepływ szybki oraz wartki nurt, wśród których przepływ szybki ma największy udział. Po wprowadzeniu głazów do modelu w całym badanym przekroju zmienia się udział poszczególnych typów siedlisk na przekroju, znika siedlisko określane mianem wartkiego nurtu. Pojawia się natomiast nowe siedlisko – zastoisko. Największy udział ma nadal strefa szybkiego przepływu.



Ryc. 14. Rozmieszczenie typów siedlisk w przekroju nr 3: a) istniejące, b) zmienione warunki hydrauliczne

Fig. 14. The arrangement of habitat types in cross-section no 3: a) existing, b) changes hydraulic conditions

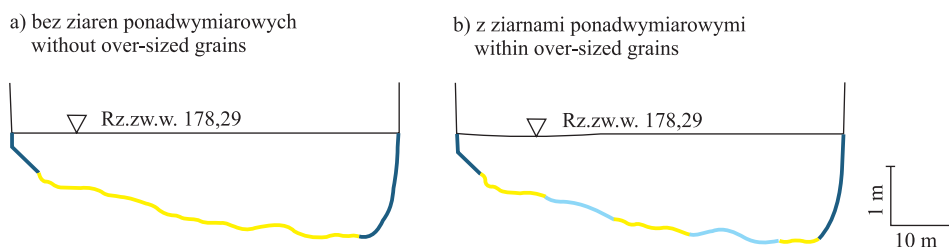
W przekroju 3 w warunkach istniejących występują 3 typy siedlisk w klasyfikacji MEM: płytka woda, przepływ normalny oraz zastoiska. Po wprowadzeniu głazów do modelu, w całym badanym przekroju zmienia się udział poszczególnych typów siedlisk. W przybrzeżnej części przekroju zaobserwowano strefę, w której nie występuje żadne siedlisko. Pojawia się natomiast sekwencyjny układ siedlisk normalnego przepływu i zastoisk, które mają największy udział w powierzchni siedlisk w danym przekroju.



Ryc. 15. Rozmieszczenie typów siedlisk w przekroju nr 4: a) istniejące, b) zmienione warunki hydrauliczne

Fig. 15. The arrangement of habitat types in cross-section no 4: a) existing, b) changes hydraulic conditions

W przekroju 4 w warunkach istniejących występują 4 typy siedlisk w klasyfikacji MEM: płytka woda, przepływ normalny, przepływ szybki oraz w bardzo niewielkiej części zastoiska. Po wprowadzeniu głazów do modelu w całym badanym przekroju zmienia się udział poszczególnych typów siedlisk. Znika strefa szybkiego przepływu oraz jedna z przybrzeżnych stref płytkiej wody. Wyraźnie zaznaczony jest sekwencyjny układ siedlisk normalnego przepływu i zastoisk.

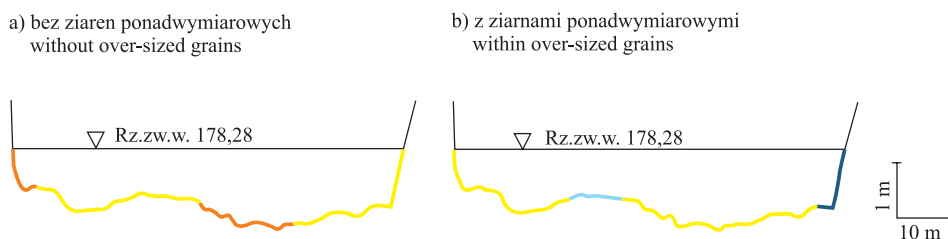


Ryc. 16. Rozmieszczenie typów siedlisk w przekroju nr 5: a) istniejące, b) zmienione warunki hydrauliczne

Fig. 16. The arrangement of habitat types in cross-section no 5: a) existing, b) changes hydraulic conditions

W przekroju 5 w warunkach istniejących występują tylko 2 typy siedlisk w klasyfikacji MEM: płytka woda oraz przepływ normalny, który ma wśród nich większy udział. Po wprowadzeniu głazów do modelu, w całym badanym przekroju zmienia się udział poszczególnych typów siedlisk oraz dochodzą strefy zastoiskowe. W przybrzeżnej

części przekroju pojawia się strefa, w której nie występuje żadne siedlisko. Również w tym przekroju wyraźnie zaznaczony jest sekwencyjny układ siedlisk normalnego przepływu i zastoisk.

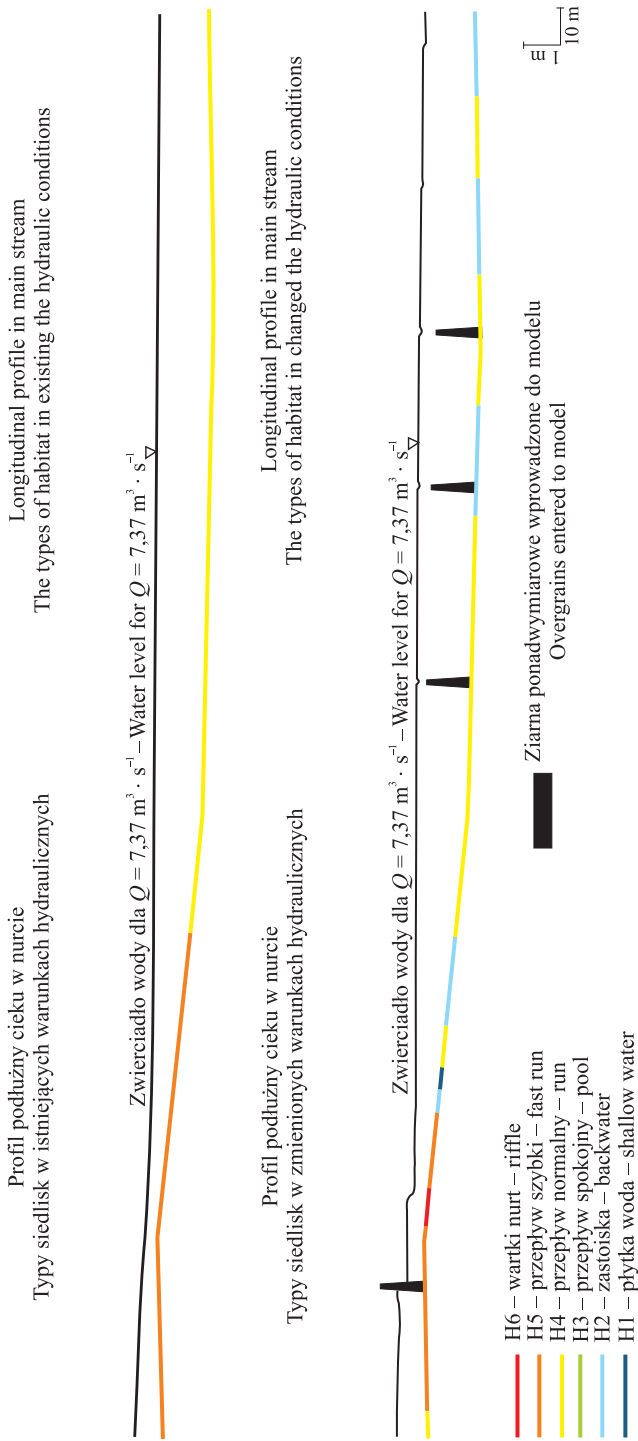


Ryc. 17. Rozmieszczenie typów siedlisk w przekroju nr 6: a) istniejące, b) zmienione warunki hydrauliczne

Fig. 17. The arrangement of habitat types in cross-section no 6: a) existing, b) changes hydraulic conditions

W przekroju 6 w warunkach istniejących występują 2 typy siedlisk w klasyfikacji MEM: przepływ normalny oraz przepływ szybki. Po wprowadzeniu głazów do modelu w całym badanym przekroju zmienia się udział poszczególnych typów siedlisk oraz znikają strefy szybkiego przepływu na rzecz zastoisk. W przybrzeżnej części przekroju pojawia się strefa, w której nie występuje żadne siedlisko. W przekroju tym przeważa strefa przepływu normalnego.

Rozkład poszczególnych typów siedlisk ukazano też w profilu podłużnym na ryc. 18. W profilu podłużnym poprowadzonym przez nurt cieku w istniejących warunkach hydraulicznych występują tylko 2 typy siedlisk w klasyfikacji MEM: przepływ szybki oraz normalny, których udział w całości kształtuje się na podobnym poziomie. Po zróżnicowaniu warunków hydraulicznych uzyskano dyferencjację typów siedlisk na całym odcinku. Pojawiły się 3 nowe typy siedlisk (płytko woda, wartki nurt oraz zastoiska), które zróżnicowały jednorodny siedliskowo dotąd fragment cieku.



Ryc. 18. Rozmieszczenie typów siedlisk w profilu podłużnym: a) w nurcie bez oraz b) z ziarnami ponadwymiarowymi
Fig. 18. The arrangement of habitat types in longitudinal profile: a) existing, b) changes hydraulic conditions

WNIOSKI

Na podstawie badań i analiz można sformułować następujące wnioski: rumowisko z obu pobranych prób ma taki sam skład granulometryczny, w istniejących warunkach hydraulicznych stwierdzono obecność 5 typów siedlisk na badanym odcinku, nowa morfologia koryta wpływa na strukturę siedlisk na badanym odcinku:

1. Na badanym odcinku, po wprowadzeniu ziaren ponadwymiarowych, za głazami wytworzyły się siedliska określone jako zastoisko. Suma powierzchni zajmowanej przez to siedlisko wzrosła o prawie 494 m². Zmniejszył się udział przepływu szybkiego (o 609 m²), a na większym obszarze wytworzyły się również siedliska wartkiego nurtu i płytkich wód.
2. Według zastosowanej metody MEM zmienia się przestrzenny rozkład siedlisk po wprowadzeniu głazów. Ich obecność różnicuje warunki przepływu, powoduje zwiększenie liczby różnych siedlisk na obszarach wcześniej jednorodnych. Zróżnicowanie przestrzennego rozkładu siedlisk spowodowane jest rozbiem strefy dużych prędkości na mniejsze obszary.
3. Korzystne jest również urozmaicenie przebiegu siedlisk na długości ciek. Po wprowadzeniu ziaren powstały sekwencje siedlisk szybkiego przepływu i zastoisk, co daje możliwość rozwoju większej liczbie gatunków.

Dla gatunków ryb występujących w obrębie badanego obszaru zmiany te są korzystne. Nowa morfologia koryta stwarza przyjazne warunki dla bytowania tych ryb, a także, dzięki zróżnicowaniu struktury i rozkładu siedlisk, stwarza możliwości dla rozwoju innych gatunków.

PIŚMIENNICTWO

- Bartnik, W., Książek, L. (2009). Wykorzystanie warunków hydraulicznych do oceny typów siedlisk w korycie rzecznym. *Nauka Przyr. Techn.*, 3(3), #89.
- Brylińska, M. (2000). *Ryby słodkowodne Polski*. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
- Byczkowski, A. (1999). *Hydrologia*. Wydawnictwo SGGW, Warszawa.
- Guide to Placement of Wood, Boulders and Gravel for Habitat Restoration (2010). Oregon Department of Forestry, Oregon.
- Hauer, C., Tritthart, M., Habersack, H. (2008). Computer-aided mesohabitat evaluation. Part I. Background, model concept, calibration and validation based on hydrodynamic numerical modeling. [W:] *Proceed. 4th International Conference on Fluvial Hydraulics – River Flow*. Vol. 3. Red. M.S. Altınakar, M.A. Kokpinar, Y. Darama, E.B. Yegen, N. Harmancioglu. Kubaba Congress Department and Travel Services, Ankara, 1967–1974.
- Jelonek, M., Sobieszczek, P. (2006). *Wojewódzki Program Ochrony i Rozwoju Zasobów Wodnych Województwa Podkarpackiego w Zakresie Przywrócenia Możliwości Migracji oraz Restytucji Ryb Dwuśrodowiskowych*. UM Województwa Podkarpackiego, Kraków.
- Klich, M. (2004). *Stan badań ichtiofauny rzeki Wisłoki – wstępne wyniki badań na odcinku od miejscowości Jaworze Górne do ujścia do Wisły z roku 2004*. Kraków.
- Trafas, K., Trafas, M. (2001). *Komentarz do mapy sozologicznej w skali 1: 50 000, arkusz M-34-67-D Dębica*. Rzeszów.
- Wiśniewolski, W., Ligęza, J., Prus, P., Buras, P., Szlakowski, J., Borzęcka, I. (2009). Znaczenie łączności rzeki ze starorzeczami dla składu ichtiofauny na przykładzie środkowej i dolnej Wisły. *Nauka Przyr. Technol.*, 3(3), #107

DETERMINATION OF MESOHABITATS TYPE IN HYDRAULIC ASPECT USING MEM-METHOD IN CHOSEN AREA IN WISŁOKA RIVER

Abstract. Natural abundance of fish in rivers is very valuable. So that, according to the Habitats Directive, there is a need to take activities to preserve or regenerate states conditions characteristic of natural habitats.

Main goal of this thesis was determination, in hydraulic aspect, types of habitats for fish living in examined part of Wisłoka River. Determination was based on actual and changed hydraulic conditions. To determine types of habitat Mesohabitat Evaluation Model was used. It made possible to classify study area according to six types of different flow conditions.

To achieve main goal plenty of surveys were done, for example cross sections stream's slope and regime were measured. Analysis of the results, hydrologic calculations and model test were also done.

Five types of habitats in actual hydraulic conditions, in measured part, were determined. Because of the new type of rivers bed morphology types of habitat had different spatial order. It is caused because of breaking high speed zones to smaller areas. Zones with calm flow and still water were created between them. Those changes had very positive impact on all fish species in examined area.

Key words: mesohabitat, MEM, numerical modeling, CCHE2D, river

Zaakceptowano do druku – Accepted for print: 10.06.2015

Do cytowań – For citation: Michalik, A., Kotowicz-Mańko, M., Plesiński, K. (2015). Określenie typów siedlisk w aspekcie hydraulicznym metodą MEM na wybranym odcinku rzeki Wisłoki. *Acta Sci. Pol., Formatio Circumiectionis*, 14(2), 137–154.