PRACE ORYGINALNE

Przegląd Naukowy – Inżynieria i Kształtowanie Środowiska nr 56, 2012: 3–11
(Prz. Nauk. Inż. Kszt. Środ. 56, 2012)
Scientific Review – Engineering and Environmental Sciences No 56, 2012: 3–11
(Sci. Rev. Eng. Env. Sci. 56, 2012)

Daniel GEBLER, Szymon JUSIK

Katedra Ekologii i Ochrony Środowiska, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu
Department of Ecology and Environmental Protection, Poznań University of Life Sciences

Syntetyczne wskaźniki hydromorfologiczne w metodzie RHS jako element wspierający ocenę stanu ekologicznego rzek wyżynnych i górskich
Synthetic hydromorphological indices in RHS method an aid to assess the ecological status of upland and mountain rivers

Słowa kluczowe: rzeki, siedlisko, ramowa dyrektywa wodna, makrofity
Key words: river, habitat, Water Framework Directive, macrophytes

Wprowadzenie

Ocena rzek na podstawie elementów biologicznych została wprowadzona do praktyki monitoringu środowiska w 2000 roku w wyniku przyjęcia w krajach Unii Europejskiej ramowej dyrektywy wodnej (Dyrektywa… 2000). Ten sam dokument wprowadził badania hydromorfologiczne jako wspierające biologiczną ocenę stanu ekologicznego wód. Podkreślono w ten sposób ważną rolę siedliska w odniesieniu do organizmów żyjących w wodach.

Ramowa dyrektywa wodna nie jest jedynym aktem prawnym Unii Europejskiej, który podkreśla znaczenie środowiska abiotycznego w odniesieniu do żywych organizmów. W 1992 roku w celu ochrony siedlisk dzikiej flory i fauny została przyjęta tzw. dyrektywa siedliskowa (Dyrektywa… 1992). W dokumencie tym położono szczególny nacisk na ochronę habitatu, bo tylko takie podejście umożliwi skuteczną ochronę całych ekosystemów. Wydaje się, że znaczenie biotopu, jako nieożywionej części ekosystemu, nie było wcześniej w pełni doceniane w ochronie przyrody. Obecnie prowadzony jest monitoring siedlisk przyrodniczych i gatunków, w którym znaczącą rolę odgrywa ocena parametrów abiotycznych ekosystemów.

Każda z metod biologicznej oceny rzek stosowanych w monitoringu uwzględnia pewne parametry hydromorfologiczne (Bis 2006, Picińska-Fałtynowicz 2006, Szoszkiewicz i in. 2010). Ograniczają się one jednak w większo-

ści do określana wymiarów koryta oraz charakterystyki podstawowych parametrów, takich jak: przepływy, substrat dna, antropogeniczne przekształcenia morfologii koryta i zacienienie. W celu kompleksowej charakterystyki hydromorfologii rzek wraz z doliną powstało na świecie wiele metod. Za najbardziej dopracowane uważa się niemiecki system Länderarbeitsgemeinschaft Wasser – LAWA-vor-Ort (Schneider i in. 2003), francuski Systčme d'Evaluation de la Qualité du Milieu Physique – SEQ-MP (Outil d'évaluation... 1996) oraz brytyjski River Habitat Survey – RHS (River Habitat... 2003). Tylko ekosystemowe podejście do oceny wód, obejmujące szereg elementów biotycznych i abiotycznych, pozwoli na prawidłowe poznanie procesów zachodzących w systemach fluwialnych (Erba i in. 2006).

Precyzyjna ocena siedliska rzecznego wydaje się dość skomplikowana. Rzeka jest systemem bardzo dynamicznym. Ciągle zachodzą w niej procesy erozji, transportu i akumulacji rumowiska, przez co zmieniają się warunki do bytowania organizmów wodnych. Powoduje to, że ekosystem rzeczny może być bardzo heterogenny. Obok siebie mogą występować siedliska o różnej głębokości, prędkości przepływu oraz różnorodnym materiale dna. Organizmy wodne wykorzystują tę różnorodność mikrosiedlisk, znajdując odpowiednie warunki do swojego bytowania (Orr i in. 2008).

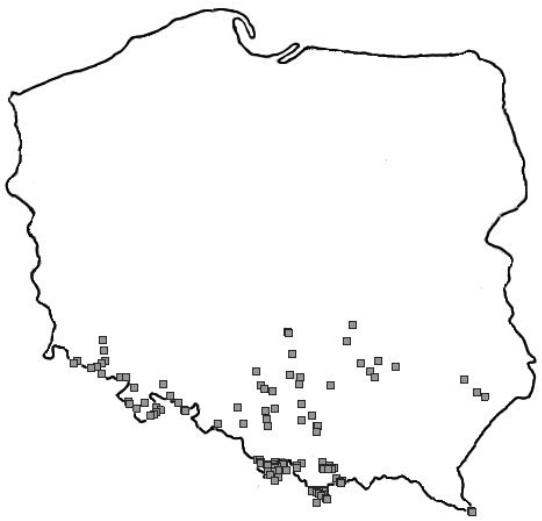
Liczbowe wskaźniki hydromorfologiczne, które są wypadkową wielu pojedynczych parametrów hydromorfologicznych, powinny odzwierciedlać tę różnorodność. Powinny one syntetyzować siedlisko w taki sposób, aby oddać wymagania poszczególnych organizmów, czy wykazać zależności między habitatem a wskaźnikami biologicznymi. Celem pracy jest określenie możliwości zastosowania syntetycznych wskaźników hydromorfologicznych w metodzie RHS jako parametrów wspierających ocenę stanu ekologicznego rzek wyżynnych i górskich.

Materiał i metody

Spośród wielu metod oceny stanu hydromorfologicznego jednym z najszerzej stosowanych w Europie jest system River Habitat Survey (RHS) – Raven i inni (1998). W systemie tym, poza inwentaryzacją i waloryzacją siedliska rzecznego, możliwe jest również obliczenie kilku syntetycznych wskaźników liczbowych, pozwalających w sposób kompleksowy scharakteryzować warunki hydromorfologiczne. Metoda ta wykorzystywana jest w Polsce do oceny stanu hydromorfologicznego rzek oraz w powiązaniu z różnymi elementami biologicznymi od ponad 15 lat (m.in. Jusik i Szoszkiewicz 2009a, Ławniczak i Gebler 2011, Szoszkiewicz i Gebler 2011).

Badaniami terenowymi do niniejszej pracy objęto 120 stanowisk zlokalizowanych w rzekach wyżynnych i górskich (rys. 1). W obrębie każdego stanowiska przeprowadzono badania hydromorfologii metodą RHS oraz roślin wodnych makrofitową metodą oceny rzek (MMOR) – Szoszkiewicz i inni (2010). Na podstawie danych terenowych obliczono najpopularniejsze wskaźniki hydromorfologiczne:

– Habitat Quality Assessment (HQA) – Raven i inni (1998),



RYSUNEK 1. Lokalizacja stanowisk badawczych (opracowano za pomocą google maps)
FIGURE 1. Distribution of surveyed sites (compiled using google maps)

- Habitat Modification Score (HMS) – Raven i inni (1998),
- River Habitat Quality (RHQ) – Tavzes i Urbanic (2009),
- River Habitat Modification (RHM) – Tavzes i Urbanic (2009),
- Polish Index of Habitat Modification (PIHM) – Szoszkiewicz i inni (2011).

Trzy z podanych wskaźników (HMS, RHM, PIHM) przedstawiają sumaryczny poziom antropogenicznych zmian w hydromorfologii cieków. Dwa pozostałe (HQA, RHQ) obrazują stopień naturalności rzeki i bazują na ilości oraz różnorodności naturalnych form i elementów hydromorfologicznych w obrębie stanowiska badawczego. Wskaźniki HQA i HMS zostały opracowane w Wielkiej Brytanii i były wykorzystywane głównie w celu określenia stanu hydromorfologicznego odcinków rzecznych. Wskaźniki RHQ i RHM powstały na podstawie słoweńskich badań w celu syntetycznego opisania siedliska dla makrozoobentosu. Polski wskaźnik PIHM został opracowany na podstawie wymagań siedliskowych makrofitów.

W odniesieniu do roślin wodnych obliczono trzy wskaźniki różnorodności biologicznej: liczbę gatunków (N), wskaźnik Shannona-Wienera (H′) oraz równomierności Pielou (J). Oceniono również stan ekologiczny zbadanych rzek za pomocą makrofitowego indeksu rzecznego (MIR) – Szoszkiewicz i inni (2010). Ponadto obliczono procentowy udział w pokryciu najważniejszych grup roślin wodnych (glonów, mszaków, helofitów, elodeidów, nymfeidów, pleustofitów).

Większość analizowanych parametrów nie spełniała założeń normalności rozkładu, dlatego przed przystąpieniem do ich statystycznej analizy przeprowadzono transformację danych (Jones i in. 2002). Za pomocą różnych funkcji matematycznych otrzymano rozkłady

TABELA 1. Rodzaje transformacji danych
TABLE 1. Type of data transformations

Wskaźnik Index		Transformacja danych Data transformation
HQA	Habitat Quality Assessment	x^2
HMS	Habitat Modification Score	$\ln(x + 1)$
PIHM	Polish Index of Habitat Modification	$\ln(x + 1)$
RHQ	River Habitat Quality	x^2
RHM	River Habitat Modification	$\ln(x + 1)$
MIR	Makrofitowy indeks rzeczny	x^2
N	Liczba gatunków	$\ln(x + 1)$
H′	Wskaźnik Shannona-Wienera	$\ln(x + 1)$
J	Wskaźnik równomierności Pielou	$\ln(x + 1)$

zbliżone do normalnych. Wyboru najlepszej funkcji (tab. 1) dla poszczególnych wskaźników dokonano na podstawie przekształcenia Boxa-Coxa, testu W Shapiro-Wilka oraz analizy rozkładu danych na histogramach.

Wyniki

Analizowane odcinki cieków są silnie zróżnicowane pod względem hydromorfologii (habitatu) i botanicznym, tworząc pełen gradient zmienności (tab. 2). Znajdują się wśród nich zarówno stanowiska bardzo naturalne (na co wskazują duże wartości wskaźników HQA i RHM) i nieprzekształcone (dla których HMS, RHM, PIHM są równe 0), jak i stanowiska o niewielkiej naturalności i silnie przekształcone. Także pod względem stanu ekologicznego analizowane stanowiska reprezentują pełen gradient – od złego (MIR = 11,1) do bardzo dobrego (MIR = 92,9). Liczba gatunków makrofitów jest również bardzo

TABELA 2. Zestawienie podstawowych statystyk obliczonych wskaźników
TABLE 2. Summary of basic statistics of the calculated indices

Wskaźnik Index	Średnia Mean	Mediana Median	Minimum Minimum	Maksimum Maximum	Odchylenia standardowe Standard deviation
HQA	49	52	11	78	13
RHQ	316	322	98	483	72
HMS	26	9	0	120	33
RHM	39	15	0	245	51
PIHM	21	8	0	95	26
MIR	59,3	60,0	11,1	92,9	20,3
N	13	11	2	52	8
H′	0,43	0,36	0,01	2,07	0,38
J	0,17	0,15	0,01	0,53	0,12

zróżnicowana – od stanowisk, gdzie zacienienie mocno ograniczało ich rozwój (N = 2), do odcinków, w których roślinność znalazła optymalne warunki do swojego rozwoju (N = 52).

Połączenie badań hydromorfologicznych i makrofitowych pozwoliło na przeanalizowanie zależności i powiązań między stanem ekologicznym i wskaźnikami bioróżnorodności (tab. 3) oraz udziałem grup roślin (tab. 4) a syntetycznymi wskaźnikami hydromorfologicznymi.

Przeprowadzone analizy wykazały istotny związek większości analizowanych parametrów hydromorfologicznych z niektórymi wskaźnikami makrofitowymi. Najsilniej ze wskaźnikami odpowiadającymi za siedlisko korelował MIR. Zaobserwowano tutaj ujemną zależność między tym wskaźnikiem a trzema wskaźnikami przekształcenia siedliska. Największą wartość współczynnik korelacji przyjął dla HMS (r = = –0,59), nieco tylko mniejszą dla PIHM (r = –0,58), a znacznie mniejszą dla RHM (r = –0,49). Z dwóch wskaźników naturalności silniej z MIR korelował HQA (r = 0,58), natomiast dla RHQ współczynnik korelacji osiągnął zdecydowanie mniejszą wartość (r = 0,42).

Spośród wskaźników hydromorfologicznych tylko RHQ korelował ze wszystkimi wskaźnikami makrofitowymi, jednak korelacje te nie były zbyt wysokie. Zaskakujący jest brak związku pozostałych indeksów hydromorfologicznych ze wskaźnikami różnorodności biologicznej makrofitów.

TABELA 3. Wyniki korelacji parametrycznych Pearsona między wskaźnikami hydromorfologicznymi a indeksami makrofitowymi ($p < 0,05$; N = 121)
TABLE 3. Result of parametric Pearson correlations between hydromorphological indices and macrophyte metric ($p < 0,05$; N = 121)

Wskaźnik/Index	MIR	N	H′	J
HQA	0,51			
RHQ	0,42	0,20	0,25	0,23
HMS	–0,59	0,25		
RHM	–0,49			
PIHM	–0,58	0,24		

TABELA 4. Wyniki korelacji nieparametrycznych Spearmana między wskaźnikami hydromorfologicznymi a grupami roślin ($p < 0,05$; N = 121)
TABEL 4. Result of non-parametric Spearman correlation between hydromorphological indices and groups of plants ($p < 0,05$; N = 121)

Wskaźnik/Index	Glony Algae	Mszaki Bryophyte	Helofity Emergent	Elodeidy Submerge	Nymfeidy Nympheids	Pleustofity Floating
HQA	–0,19	0,42	–0,30			
RHQ		0,43				
HMS	0,34	–0,33	0,39	0,20		
RHM	0,34	–0,29	0,35			
PIHM	0,33	–0,29	0,35	0,21		

Wykonane analizy wykazały istnienie zależności między syntetycznymi wskaźnikami charakteryzującymi habitat a udziałem poszczególnych grup roślin. Zależność ta jest najbardziej wyraźna w przypadku mszaków, w dalszej kolejności w przypadku roślin wynurzonych (helofitów) i glonów wytwarzających makroskopowe plechy (tab. 4).

Wszystkie wskaźniki przekształcenia siedliska (HMS, RHM, PIHM) korelowały ujemnie z udziałem mszaków, natomiast wskaźniki naturalności (HQA, RHQ) – dodatnio. Odwrotną sytuację odnotowano w stosunku do glonów i helofitów, gdzie przekształcenia wpływały pozytywnie na ich rozwój. Nie zaobserwowano zależności między wskaźnikami hydromorfologicznymi a grupami nymfeidów i pleustofitów. Grupy te mają niewielkie znaczenie w ciekach wyżynnych i górskich, zasiedlając przede wszystkim zbiorniki wodne oraz wolno płynące rzeki nizinne.

Dyskusja

W metodach bioindykacji rzek opartych na makrofitach mszaki są jedną z najważniejszych grup roślin. Wynika to z faktu, iż w większości są one organizmami stenotopowymi względem wielu parametrów środowiska. Dzięki temu w ciekach wyżynnych i górskich, gdzie mszaki stanowią większość biomasy roślin, możliwa jest bardzo precyzyjna ocena stanu ekologicznego (Holmes i in. 1999, Szoszkiewicz i in. 2010).

Mszaki wodne, poza nielicznymi wyjątkami, są bardzo wrażliwe na wszelkie formy antropopresji. Ta cecha jest wykorzystywana w wielu biologicznych metodach oceny jakości wody, gdzie większość gatunków wątrobowców i mchów jest wskaźnikami bardzo dobrego lub dobrego stanu ekologicznego (Haury i in. 2002, Meilinger i in. 2005). Ponadto są one najbardziej charakterystyczną grupą dla wód naturalnych, nieprzekształconych hydromorfologicznie. Wskazują na to istotne dodatnie korelacje z hydromorfologicznymi wskaźnikami naturalności (HQA, RHQ) oraz ujemne z indeksami przekształcenia (HMS, RHM, PIHM). Mchy i wątrobowce wymagają kamienistego materiału dna lub obecności powalonych drzew, zanurzonych korzeni oraz rumoszu drzewnego w korycie i tego typu elementy morfologiczne znajdują się licznie w górskich i wyżynnych ciekach o dużej naturalności (Jusik i in. 2010). Posiadają one wiele przystosowań do bytowania w wartko płynących ciekach z dynamicznie przemieszczającym się rumowiskiem wleczonym, na przykład: wytwarzają drobne, krótkie łodyżki, wytrzymałe na zginanie, rozciąganie i skręcanie, z łatwością zakorzeniają się chwytnikami na skalistym i kamienistym podłożu oraz tolerują niską (5–10°C) temperaturę wody i silne zacienienie. Ponadto mają ogromną zdolność do rozmnażania się wegetatywnego i regenerowania po mechanicznym uszkodzeniu (Steinman i Boston 1993, Janauer i Dokulil 2006).

Najbardziej charakterystycznymi makrofitami w ekosystemach wodnych zdegradowanych hydromorfologicznie są glony makroskopowe. Posiadają one krótkie cykle życiowe oraz przytwierdzają się do podłoża (także litych umocnień) za pomocą ryzoidów lub unoszą się swobodnie w toni wodnej. Powoduje to, iż z łatwością przystosowują się do prze-

kształceń morfologicznych ekosystemów wodnych i zajmują nisze ekologiczne zwalniane przez inne grupy makrofitów. Potwierdzają to dodatnie korelacje tej grupy organizmów ze wszystkimi wskaźnikami modyfikacji rzeki (HMS, RHM, PIHM). Ponadto glony makroskopowe pobierają pierwiastki biogenne szybciej i w większej ilości niż makrofity naczyniowe (Whitton i Kelly 1995).

Przeprowadzone analizy nie wykazały znaczących różnić między wskaźnikami RHQ i HQA w odniesieniu do mszaków. Spośród wskaźników modyfikacji siedliska największe zależności w stosunku do tej grupy roślin wykazał HMS. Tymczasem słoweńskie wskaźniki hydromorfologiczne zostały stworzone na podstawie badań makrozoobentosu w alpejskich rzekach, a ich składowe wskazują, że w porównaniu ze wskaźnikami brytyjskimi powinny one również lepiej opisywać siedlisko mszaków (Tavzes i Urbanic 2009). Natomiast wskaźnik RHQ korelował (zależności niewysokie choć istotne statystycznie) ze wszystkimi wskaźnikami makrofitowymi. Zaskakująco słabo wypadł tutaj wskaźnik PIHM, który powstał na podstawie wymagań siedliskowych makrofitów.

Spośród analizowanych indeksów makrofitowych najwyższe korelacje ze wskaźnikami hydromorfologicznymi wykazał makrofitowy indeks rzeczny (MIR). Wskaźnik ten wskazuje na stan ekologiczny cieków, zwłaszcza w odniesieniu do ich zanieczyszczenia związkami biogennymi – głównie fosforem (Szoszkiewicz i in. 2010). Dlatego zaobserwowane zależności mogą wynikać z łącznego oddziaływania degradacji hydromorfologicznej i troficznej na makrofity. Wiele odcinków cieków uwzględnionych w niniejszej pracy, silnie przekształconych morfologicznie, było jednocześnie silnie zeutrofizowanych. Były to głównie umocnione odcinki cieków na obszarach zurbanizowanych. Potwierdzenie zależności między wskaźnikiem MIR a hydromorfologicznymi wskaźnikami presji wymaga dalszych badań.

W rzekach nizinnych zależność między stopniem przekształceń morfologicznych a wskaźnikami różnorodności gatunkowej jest nieliniowa i przypomina krzywą Gaussa. Największa bioróżnorodność występuje przy umiarkowanym poziomie przekształcenia, mniejsza natomiast – przy słabej oraz bardzo silnej degradacji morfologicznej (Jusik i Szoszkiewicz 2009b). Tego typu zależności nie udało się zaobserwować w ciekach wyżynnych i górskich.

Wnioski

1. Z przeprowadzonych analiz wynika, że syntetyczne wskaźniki hydromorfologiczne w metodzie RHS mogą być stosowane jako parametry wspierające ocenę stanu ekologicznego rzek wyżynnych i górskich.

2. Występowanie roślinności wodnej jest silnie determinowane przez stan hydromorfologiczny cieków. Przekształcenia rzek (określone na podstawie wskaźników HMS, RHM i PIHM) wpływają ograniczająco na rozwój mszaków oraz mają dodatni wpływ na rozwój glonów. Odwrotną zależność obserwuje się w przypadku wskaźników naturalności cieków (HQA, RHQ).

3. Tylko jeden ze wskaźników – słoweński RHQ, był skorelowany ze wszystkimi analizowanymi indeksami różnorodności biologicznej.

4. Spośród wszystkich analizowanych wskaźników brytyjskie HQA i HMS wydają się być najbardziej przydatnymi parametrami wspierającymi ocenę stanu ekologicznego cieków. Wynika to z faktu, iż są one najsilniej skorelowane z różnorodnymi wskaźnikami makrofitowymi, a tym samym najlepiej charakteryzują wymagania siedliskowe tej grupy organizmów wodnych.

Literatura

BIS B. 2006: Protokół terenowy do poboru prób makro bez kręgowców wodnych dla celów monitoringu ekologicznego zgodnego z założeniami Ramowej Dyrektywy Wodnej. Główny Inspektorat Ochrony Środowiska, Warszawa.

Dyrektywa 2000/60/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 23 października 2000 r. ustanawiająca ramy wspólnotowego działania w dziedzinie polityki wodnej.

Dyrektywa Rady 92/43/EWG z dnia 21 maja 1992 r. w sprawie ochrony siedlisk przyrodniczych oraz dzikiej fauny i flory. Dz.Urz.WE L 206 z 22.07.1992 r. z późn, zm.

ERBA S., BUFFAGINI A., HOLMES N., O'HARE M., SCARLETT S., STENICO A. 2006: Preliminary testing of River Habitat Survey features for the aims of the WFD hydromorphological assessment: an overview from the STAR Project. *Hydrobiologia* 566: 281–296.

HAURY J., PELTRE M.C., TREMOLIERES M., BARBE J. 2002: A method involving macrophytes to assess water trophy and organic pollution: the Macrophyte Biological Index for Rivers (IBMR) – application to different types of rivers and pollutions. Proceedings of 11th EWRS International Symposium on Aquatic Weeds: 247–250.

HOLMES N.T.H., NEWMAN J.R., CHADD S., ROUEN K.J., SAINTL., DAWSON F.H. 1999: Mean Trophic Rank. A user's manual. R&D Technical Report E38. Environment Agency, Bristol.

JANAUER G., DOKULIL M. 2006: Macrophytes and Algae in Running Waters. Biological Monitoring of Rivers. Ed. G. Ziglio, M. Siligardi, G. Flaim. John Wiley & Sons, New York: 89–109.

JONES A., DUCK R., REED R., WEYERS J. 2002: Nauki o środowisku. Ćwiczenia praktyczne. Wydawnictwo PWN, Warszawa.

JUSIK S., SZOSZKIEWICZ K. 2009a: Zastosowanie systemu River Habitat Survey (RHS) w ocenie hydromorfologii wód płynących w Polsce. *Wiad. Mel. Łąk.* 3 (422): 106–110.

JUSIK S., SZOSZKIEWICZ K. 2009b: Różnorodność biologiczna roślin wodnych w warunkach zróżnicowanych przekształceń morfologicznych rzek nizinnych Polski Zachodniej. *Nauka Przyr. Technol*. 3 (3), #84: 1–11.

JUSIK S., STANISZEWSKI R., SZOSZKIEWICZ K., HRYC-JUSIK B. 2010: Zastosowanie makrofitów w ocenie stanu ekologicznego rzek wyżynnych Polski. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 547: 157–165.

ŁAWNICZAK A.E., GEBLER D. 2011: Wspierające elementy hydromorfologiczne. W: Ocena stanu ekologicznego wód zlewni rzeki Wel. Wytyczne do zintegrowanej oceny stanu ekologicznego rzek i jezior na potrzeby planów gospodarowania wodami w dorzeczu. Red. H. Soszka. Wydawnictwo IRŚ, Olsztyn: 127–139.

MEILINGER P., SCHNEIDER S., MELTZER A. 2005: The Reference Index Method for the Macrophyte-Based Assessment of Rivers – a Contribution to the Implementation of the European Water Framework Directive in Germany. *Internat. Rev. Hydrobiol*. 90 (3): 322–342.

ORR H.G., LARGE A.R.G., NEWSON M.D., WALSH C.L. 2008: A predictive typology for characterising hydromorphology. *Geomorphology* 100: 32–40.

Outil d'évaluation de la qualité du milieu physique – synthčse 1996. Metz, France.

PICIŃSKA-FAŁTYNOWICZ J. 2006: Zasady poboru i opracowania prób fitobentosu okrzemkowego z rzek i jezior. Przewodnik metodyczny. Główny Inspektorat Ochrony Środowiska, Warszawa.

RAVEN P.J., HOLMES N.T.H., DAWSON F.H., FOX P.J.A., EVERARD M., FOZZARD I.R., ROUEN K.J. 1998: River Habitat Quality

– The Physical Charakter of Rivers and Streams in the UK and Isle of Man, River Habitat Survey. Environment Agency. Bristol Scottish Environment Agency. Sterling Environment and Heritage Sernice, Belfast 2.
River Habitat Survey in Britain and Ireland. Field Survey Guidance Manual 2003. Environment Agency, Warrington.
SCHNEIDER P., NEITZEL P.L., SCHAFFRATH M., SCHLUMPRECHT H. 2003. Physicochemical assessment of the reference status in German surface waters: A contribution to the establishment of the EC Water Framework Directive 2000/60/EG in Germany. *Acta Hydrochimica et Hydrobiologica* 31: 49–63.
SZOSZKIEWICZ K., GEBLER D. 2011: Ocena warunków hydromorfologicznych rzek w Polsce w oparciu o metodę River Habitat Survey. *Ochrona Środowiska i Zasobów Naturalnych* 47: 70–81.
SZOSZKIEWICZ K., ZBIERSKA J., JUSIK S., ZGOŁA T. 2010: Makrofitowa metoda oceny rzek. Podręcznik metodyczny do oceny i klasyfikacji stanu ekologicznego wód płynących w oparciu o rośliny wodne. Bogucki Wydawnictwo Naukowe, Poznań.
SZOSZKIEWICZ K., ZGOŁA T., JUSIK S., HRYC-JUSIK B., DAWSON F.H., RAVEN P. 2011: Hydromorfologiczna ocena wód płynących. Podręcznik do badań terenowych według metody River Habitat Survey. Bogucki Wydawnictwo Naukowe, Poznań – Warrington.
STEINMAN A.D., BOSTON H.L. 1993. The ecological role of aquatic macrophytes in a woodland streams. *J. N. Am. Benthol. Soc*. 12: 17–26.
TAVZES B., URBANIC G. 2009: New indices for assessment of hydromorphological alteration of rivers and their evaluation with benthic invertebrate communities. Alpine case study. *Review of Hydrobiology* 2: 131–169.
WHITTON B.A., KELLY M.G. 1995. Use of algae and other plants for monitoring rivers. *Australian Journal of Ecology* 20: 45–56.

Streszczenie

Syntetyczne wskaźniki hydromorfologiczne w metodzie RHS jako element wspierający ocenę stanu ekologicznego rzek wyżynnych i górskich. Przyjęta w 2010 roku w krajach Unii Europejskiej ramowa dyrektywa wodna (RDW) ustanowiła badania hydromorfologiczne cieków jako wspierające biologiczną ocenę stanu ekologicznego wód. Celem pracy była próba wykazania zależności między różnymi wskaźnikami hydromorfologiczymi w sposób syntetyczny przedstawiającymi siedlisko a roślinnością wodną w rzekach wyżynnych i górskich. Przeprowadzone analizy wykazały istotny wpływ większości analizowanych parametrów hydromorfologicznych na wskaźniki związane z makrofitami. Przekształcenia rzek i mała naturalność siedlisk wpływały ograniczająco na rozwój makrofitów, natomiast sprzyjały rozwojowi glonów makroskopowych.

Summary

Synthetic hydromorphological indices in RHS method as an aid to assess the ecological status of upland and mountain rivers. Adopted in 2010 in the European Union Water Framework Directive (WFD) established a hydromorphological parameters as supporting the biological assessment of the ecological status of waters. The aim of this study was to show the relationships between various hydromorphological indices, which synthesize habitat, and water plants in upland and mountain rivers. Studies have shown a significant correlations between most of the analyzed hydromorphological parameters and indices associated with macrophytes. The river modifications and low naturalness of habitats limited the growth of macrophytes in rivers in hilly and mountainous areas, and had positive effect on the growth of macroscopic algae.

Authors' address:
Daniel Gebler, Szymon Jusik
Katedra Ekologii i Ochrony Środowiska
Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu
ul. Piątkowska 94c, 60-649 Poznań
Poland
e-mail: dgebler@up.poznan.pl
jusz@up.poznan.pl