Zastosowanie makrofitowej metody oceny rzek w klasyfikacji rzek i potoków

Sebastian R. BIELAK

Intensywnie wdrażana w Polsce od kilku lat Dyrektywa Unii Europejskiej 2000/60/WE, zwana potocznie Ramową Dyrektywą Wodną (w skrócie RDW), wprowadziła całkiem nowy sposób przeprowadzania oceny jakości ekologicznej wód płynących przez porównanie stanu jednolitych części wód powierzchniowych (w skrócie JCWP) ze stanem referencyjnym, który w założeniu ma być najbliższy stanowi całkowicie naturalnemu. Klasyfikowane wody powierzchniowe traktuje się przede wszystkim jako składnik złożonego ekosystemu rzecznego, który jest środowiskiem życia ichtiofauny i roślinności wodnej, bezkręgowców oraz innych organizmów wodnych.

Działania, jakie powinny zostać podjęte, aby zrealizować zasadniczy cel RDW, którym jest osiągnięcie dobrego stanu wód w całej UE do 2015 r., uwzględniają również zidentyfikowanie antropogenicznych oddziaływań na wody powierzchniowe oraz ich skutki dla jakości ekologicznej ekosystemów rzecznych. O stanie wód decyduje ich aktualny stan ekologiczny (w przypadku cieków naturalnych) lub potencjał ekologiczny (w przypadku cieków sztucznych i silnie zmienionych) oraz stan chemiczny. Stan/potencjał ekologiczny odzwierciedla jakość struktury oraz prawidłowość funkcjonowania danego ekosystemu wodnego, dlatego jego podział na pięć odrębnych klas (od bardzo dobrego do złego) pozwala zidentyfikować te JCWP, które nie spełniają wymaganych standardów jakości ekologicznej.

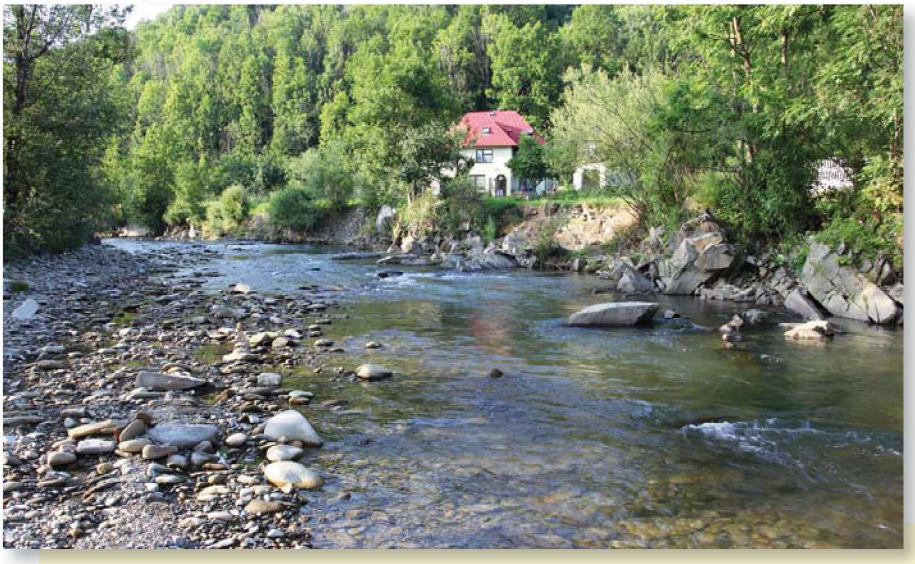
Zapisy RDW, dotyczące oceny i klasyfikacji jakości wód powierzchniowych, zostały przetransponowane do polskiego prawodawstwa w Rozporządzeniu Ministra Środowiska z 9 listopada 2011 r. w sprawie sposobu klasyfikacji stanu jednolitych części wód powierzchniowych oraz środowiskowych norm jakości dla substancji priorytetowych (DzU nr 257, poz. 1545) oraz Rozporządzenia Ministra Środowiska z 9 listopada 2011 r. w sprawie klasyfikacji stanu ekologicznego, potencjału ekologicznego i stanu chemicznego jednolitych części wód powierzchniowych (DzU nr 258, poz. 1549).

Biologiczne podstawy klasyfikacji wód

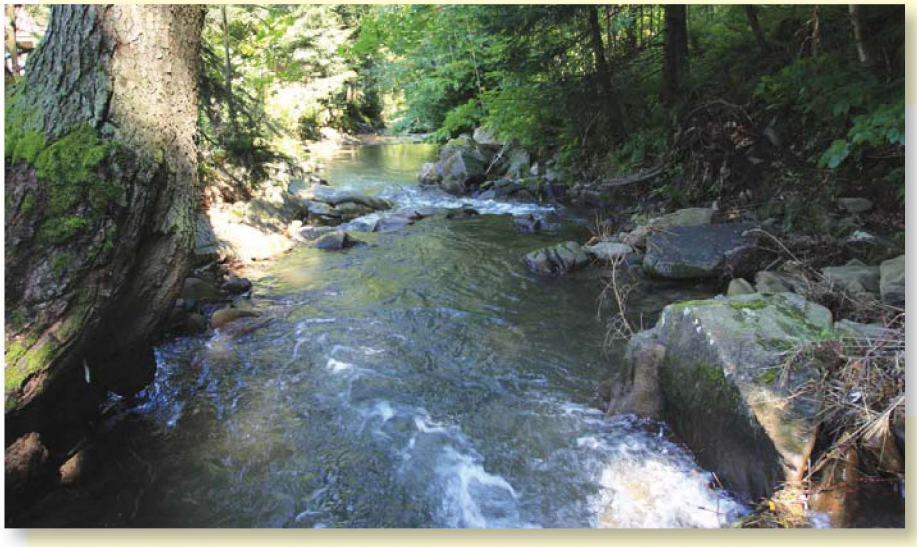
Z przepisów tych wynika, że w ocenie stanu/potencjału ekologicznego JCWP wykorzystuje się głównie biologiczne elementy jakości, takie jak:

- skład i liczebność flory wodnej (makrofity i fitobentos),
- skład, liczebność i struktura wiekowa ichtiofauny,
- skład i liczebność makrobezkręgowców bentosowych,
- skład i liczebność fitoplanktonu (w przypadku jezior).

Jako element wspierający klasyfikację biologiczną wykorzystuje się również oce-



Rzeka Skawica poniżej wsi Zawoja



Potok Czatożanka – przykład cieku zbliżonego do naturalnego, o bardzo dobrym stanie ekologicznym

nę stanu hydromorfologicznego oraz ocenę stanu fizykochemicznego badanej JCWP. Niniejszy artykuł dotyczy oceny stanu biocenoz rzecznych, opartej na makrofitach będących podstawowym elementem klasyfikacji biologicznej. Zastosowanie roślinności wodnej jako biowskaźnika jakości ekologicznej środowiska rzecznego dotyczy stanowisk w dorzeczu górnej Wisły i zostało uzupełnione oceną elementów abiotycznych (morfologicznych) tegoż środowiska. Użycie makrofitów do analizy biocenozy wypełnia w pewnym zakresie lukę w ścisłym powiązaniu jakości biotopu z jakością biocenozy wód płynących. Ponieważ makrofity reagują na zmiany składu fizykochemicznego wody w znacznie dłuższym przedziale czasowym niż większość pozostałych organizmów wodnych, wydaje się, że to właśnie one są optymalnym bioindykatorem w biologicznej ocenie jakości wód powierzchniowych.

Połączenie badań makrofitowych z hydromorfologicznymi wskazało na interpretacyjną lukę w powiązaniu czynników abiotycznych z biotycznymi w generalnej klasyfikacji ekologicznej stanu wód powierzchniowych. Pełna ocena hydromorfologiczna poszczególnych jednolitych części wód powierzchniowych, przeprowadzona w oparciu o metodę *River Habitat Survey*, została szczegółowo opisana w artykule opublikowanym w AURZE nr 1/2013 i 2/2013. Uzyskane wyniki badań pozwoliły na ciekawe spostrzeżenia powiązania stanu fizykochemicznego, hydromorfologicznego i biologicznego badanych cieków w kontekście obecności i różnorodności gatunkowej makrofitów.

Babia Góra i zlewnia Skawicy

Jako obszar badawczy wybrano zlewnię rzeki Skawicy (lewy dopływ Skawy o długości 24 km) położoną w Małopolsce, w granicach gmin Zawoja oraz Maków Podhalański. Zlewnia o powierzchni 147 km^2 należy do regionu wodnego Górnej Wisły i wchodzi w skład Scalonych Części Wód Powierzchniowych nr GW0109. Cała zlewnia położona jest w ekoregionie Karpaty, natomiast jej część znajduje się w granicach Babiogórskiego Parku Narodowego. Obszar badawczy cechuje się zabudową rozproszoną, w jego granicach znajduje się kilkanaście dużych wsi, m. in. Zawoja, Skawica oraz Białka, a cały teren zamieszkuje ok. 10 tys. ludzi, żyjących m.in. z turystyki.

Według klasyfikacji abiotycznej cieków Polski wszystkie cieki należące do zlewni Skawicy to potoki fliszowe, czyli typ nr 12 charakterystyczny dla krajobrazu wyżynnego, jednak biorąc pod uwagę fakt, że spadki wymienionych cieków sięgają ponad 5‰, należy je traktować jako cieki typowo górskie. Według „Planu gospodarowania wodami na obszarze dorzecza Wisły" Skawica jest silnie zmienioną JCWP nr PLRW2000122134499.

Badania przeprowadzono w lipcu – sierpniu 2011 r. na 20 stanowiskach pomiarowych, obejmujących 17 cieków, z czego 20% potoków znajdowało się w granicach parku narodowego. Stanowiska zostały dobrane w taki sposób, aby były reprezentatywne dla danego cieku, tzn. aby ich ilość oraz lokalizacja odzwierciedlały długość cieku i różny stopień przekształceń antropogenicznych koryta oraz doliny rzecznej, występujących wzdłuż biegu cieku. W związku z powyższym w cieku głównym zlewni zlokalizowano 4 stanowiska pomiarowe, natomiast w pozostałych ciekach (dopływach Skawicy) po jednym.

Makrofitowa metoda oceny rzek

Do biologicznej oceny analizowanych JCWP została wykorzystana makrofitowa metoda oceny rzek (w skrócie MMOR), która pozwala na określenie stopnia degradacji wód płynących przede wszystkim w odniesieniu do ich trofii (żyzności), wykorzystując do tego celu 153 gatunki roślin wskaźnikowych, w tym: glony makroskopowe, mchy, wątrobowce, rośliny naczyniowe oraz paprotniki. Metoda ta jest powszechnie stosowana w Polsce do oceny jakości wód powierzchniowych zgodnej z wymaganiami RDW, w tym zarówno cieków nizinnych, wyżynnych jak i też górskich.

Badania terenowe opierały się na opisie stanowisk pomiarowych, tj. reprezentatywnych dla danej JCWP odcinków o długości 100 m, który zawierał: ilościową oraz jakościową ocenę składu gatunkowego występujących w nim roślin wodnych, dokumentację fotograficzną, charakterystykę abiotyczną cieku oraz szkic terenu. Ocena jakościowa polegała na identyfikacji poszczególnych gatunków makrofitów natomiast ocena ilościowa polegała na zmierzeniu powierzchni, jaką zajmowały rośliny wodne. Opis stanowisk pomiarowych został wykonany według specjalnego formularza terenowego, stosowanego w metodzie MMOR, tzw. raptularza dla rzek wyżynnych i górskich.

Podstawowym wynikiem przeprowadzonej charakterystyki makrofitowej było uzyskanie konkretnej wartości liczbowej tzw. makrofitowego indeksu rzecznego (w skrócie MIR), która odniesiona do wartości referencyjnych dla danego typu abiotycznego rzeki lub potoku pozwoliła na ocenę stanu/potencjału ekologicznego w rozumieniu RDW. Zasady klasyfikacji cieków w oparciu o wskaźnik MIR są identyczne dla wszystkich typów rzek w Polsce, a jedyna różnica przejawia się w różnych wartościach granicznych poszczególnych klas stanu/potencjału ekologicznego. Indeks MIR wyliczono wg następującego wzoru:

$$\mathrm{MIR} = \frac{\Sigma(L_i \cdot W_i \cdot P_i)}{\Sigma(W_i \cdot P_i)} \cdot 10$$

gdzie:

L_i – liczba wartości wskaźnikowej danego gatunku makrofitu. Wyraża ona średni poziom trofii środowiska wodnego, w którym występuje dany takson i waha się w przedziale o 1 do 10. Niskie wartości wskaźnikowe oznaczają, że dany gatunek preferuje wody eutroficzne, natomiast wysokie wartości wskazują na wody oligotroficzne;

W_i – współczynnik wagowy danego gatunku makrofitu, który jest miarą jego tolerancji ekologicznej. Współczynnik ten przyjmuje wartości od 1 dla gatunków o szerokim zakresie tolerancji na zmiany w środowisku (eurytopowych) do 3 dla gatunków o wąskim zakresie tolerancji (stenotopowych);

Potok Gołyńka – przykład cieku zdegradowanego, o słabym stanie ekologicznym, którego dno było zdominowane przez glony z rodzaju *Cladophora*

Gatunki mchów, które najczęściej występowały w badanych ciekach: brzeżnik strumieniowy (*Platyhypnidium riparioides*) (A), krótkosz strumieniowy (*Brachythecium rivulare*) (B), zdrojek pospolity (*Fontinalis antipyretica*) (C) oraz moczarnik błotny (*Hygrohypnum luridum*) (D)

P_i – współczynnik pokrycia dna przez dany gatunek makrofitu, wg 9–stopniowej skali.

Charakterystyka makrofitowa zlewni Skawicy

Wyniki badań pozwoliły stwierdzić, że dominującymi grupami roślin wodnych w zlewni Skawicy są mchy oraz glony makroskopowe, co jest zjawiskiem normalnym dla terenów górskich. Jednakże uwidoczniły się wyraźne różnice między ciekami w granicach Babiogórskiego Parku Narodowego, a pozostałymi ciekami zlewni, na terenach mniej lub bardziej zurbanizowanych. Różnice te dotyczyły i składu gatunkowego występującej w korytach rzecznych roślinności wodnej, i odmiennych warunków siedliskowych, reprezentowanych bardzo zróżnicowanym stanem hydromorfologicznym.

W ciekach poza granicami obszaru chronionego występowały głównie makrofity preferujące wody mezotroficzne, np. brzeżnik strumieniowy *(Platyhypnidium riparioides)*, zdrojek pospolity *(Fontinalis antipyretica)*, wstężnica *(Ulothrix sp.)* czy formidium *(Phormidium sp.)*, a także makrofity preferujące wody eutroficzne, np. gałęzatka *(Cladophora sp.)*, stigeoklonium *(Stigeoclonium sp.)* i mozga trzcinowata *(Phalaris arundinacea)*. Tego typu makrofity dobrze znoszą przekształcenia hydromorfologiczne siedlisk rzecznych, przy czym na szczególną uwagę zasługuje gałęzatka.

Glon ten, poza obszarem parku narodowego, nie tylko był obecny we wszystkich odcinkach badawczych, ale na wielu z nich był gatunkiem dominującym, pokrywającym ponad 75% powierzchni stanowisk. Powierzchnia, jaką na danym stanowisku pomiarowym zajmowała gałęzatka, była wprost proporcjonalna do stopnia przekształceń antropogenicznych koryta rzecznego. Znaczący udział gałęzatki wśród makrofitów występujących w zlewni Skawicy koreluje ze słabym wynikiem oceny stanu hydromorfologicznego większości znajdujących się tu cieków, co nie powinno dziwić, gdyż rodzaj *Cladophora* występuje szczególnie często w miejscach silnie przekształconych morfologicznie. Reasumując, w części zlewni poza parkiem narodowym kluczową rolę wśród makrofitów odgrywały gatunki eurytopowe, preferujące wody mezo lub eutroficzne.

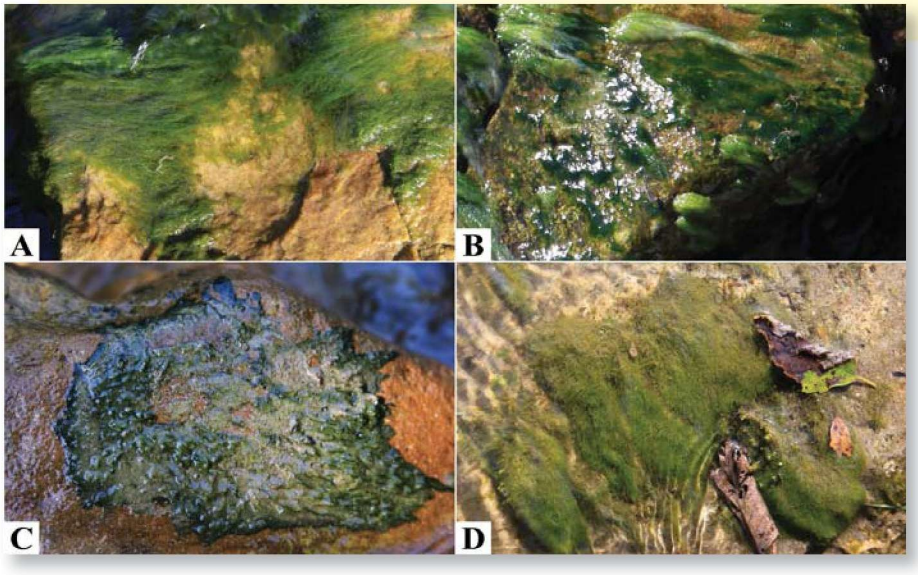
W ciekach położonych w granicach Babiogórskiego Parku Narodowego również stwierdzono gatunki preferujące wody mezotroficzne, jednak duży udział miały gatunki charakterystyczne dla wód oligotroficznych oraz naturalnych, nieprzekształconych siedlisk, np. żebrowiec paprociowaty *(Cratoneuron filicinum)*, wargowiec *(Chiloscyphus sp.)* oraz krótkosz strumieniowy *(Brachythecium rivulare)*. Ich obecność była dodatkowym potwierdzeniem znacznie lepszych warunków hydromorfologicznych panujących w ciekach w granicach parku narodowego.

Inwazyjne gatunki roślin

W trakcie badań terenowych prowadzonych w zlewni Skawicy zaobserwowano obecność kilku obcych gatunków roślin, takich jak: rdestowiec japoński *(Reynoutria japonica)*, niecierpek himalajski *(Impatiens glandulifera)* oraz niecierpek drobnokwiatowy *(Impatiens parviflora)*. Gatunki te występowały w 60% badanych cieków, w tym zarówno w korytach rzecznych, jak i też na terenach nadrzecznych, przy czym prym wiodły tutaj Skawica oraz Skawica Sołtysia, w których znaleziono wszystkie trzy wymienione gatunki roślin.

Na niektórych stanowiskach gatunki inwazyjne zajmowały znaczne powierzchnie, tj. od kilku do kilkunastu arów. Obcych gatunków roślin nie stwierdzono w żadnym potoku w granicach Babiogórskiego Parku Narodowego. Rdestowiec japoński oraz niecierpek himalajski zostały ujęte w Rozporządzeniu Ministra Środowiska z 9 września 2011 r. w sprawie listy roślin i zwierząt gatunków obcych, które w przypadku uwolnienia do środowiska przyrodniczego mogą zagrozić gatunkom rodzimym lub siedliskom przyrodniczym (DzU nr 210, poz. 1260).

Gatunki glonów makroskopowych, które najczęściej występowały w badanych ciekach: gałęzatka (*Cladophora sp.*) (A), wstężnica (*Ulothrix sp.*) (B), formidium (*Phormidium sp.*) (C) oraz woszeria (*Vaucheria sp.*) (D)



Wyniki oceny stanu/potencjału ekologicznego cieków należących do zlewni Skawicy

L. p.	Nazwa cieku	Odcinek badawczy	MIR	Stan/potencjał ekologiczny	Klasa jakości
1	Czatożanka	Zawoja (Czatoża)	65,6	Bardzo dobry	I
2	Gołyńka	Gołynia	25,2	Słaby	IV
3	Jaworzyna	Zawoja (Górna)	57,6	Bardzo dobry	I
4	Kalinka	Kalina Dolna	36,2	Umiarkowany	III
5	Potok Głęboki	Skawica (Sucha Góra)	38,9	Umiarkowany	III
6	Potok Jastrzębiec	Zawoja (Centrum)	39,5	Umiarkowany	III
7	Potok Mosorny	Zawoja (Petulowa)	65,0	Bardzo dobry	I
8	Potok Opaczny	Wełcza (Łabędzie)	40,4	Umiarkowany	III
9	Potok Roztoki	Skawica (Oblice)	47,8	Dobry	II
10	Potok Surmiaków	Zawoja (Centrum)	52,6	Dobry	II
11	Rotnia	Ficki (Górne)	46,0	Dobry	II
12	Skawica	Zawoja (Bębny Górne)	63,7	Maksymalny	I
13	Skawica	Zawoja (Centrum)	50,8	Dobry	II
14	Skawica	Zawoja (Dolna)	31,3	Słaby	IV
15	Skawica	Białka	16,2	Zły	V
16	Skawica Górna	Zawoja (Dolna)	51,3	Dobry	II
17	Skawica Sołtysia	Skawica (Centrum)	45,4	Dobry	II
18	Wełczówka	Wełcza (Solnisko)	61,1	Bardzo dobry	I
19	Potok Dejakowy	Babiogórski PN	59,2	Bardzo dobry	I
20	Potok Rybny	Babiogórski PN	60,6	Bardzo dobry	I

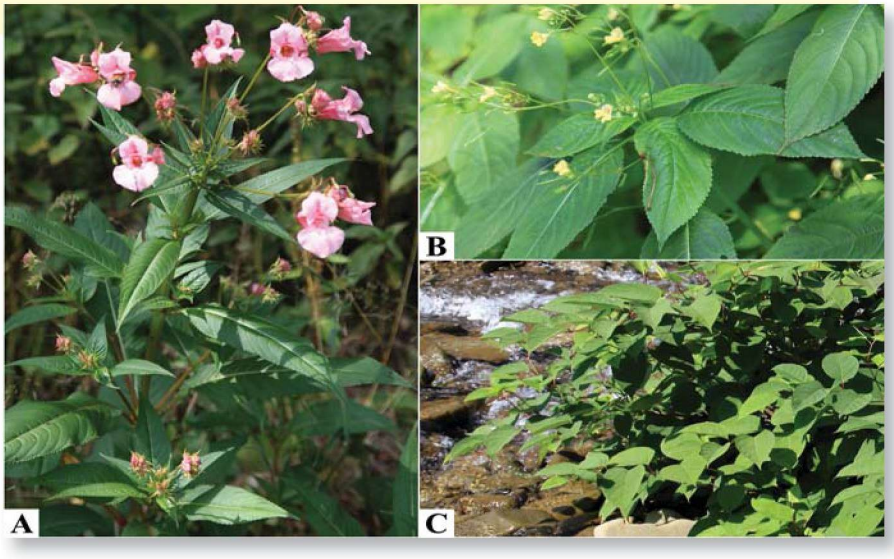
Ocena stanu ekologicznego zlewni Skawicy

Zastosowanie makrofitów jako wskaźnika żyzności wód płynących, a więc tak naprawdę wskaźnika poziomu zanieczyszczenia tych wód biogenami, pozwoliło na klasyfikację aktualnego stanu ekologicznego zlewni Skawicy, zgodnie z wymaganiami Ramowej Dyrektywy Wodnej. Wyniki oceny 17 zbadanych cieków rozkładały się następująco: stan bardzo dobry – 6 cieków, stan dobry – 5 cieków, stan umiarkowany – 4 cieki oraz stan słaby – 1 ciek (tabela). Ponadto Skawica, jako silnie zmieniona JCWP oraz główny ciek zlewni, charakteryzowała się na poszczególnych odcinkach zmiennym potencjałem ekologicznym – od maksymalnego aż po zły.

Nietrudno zauważyć, że jakość ekologiczna tej rzeki ulegała stopniowej degradacji na odcinku od źródeł aż po ujście do Skawy, co oznacza, że dopływają do niej zanieczyszczenia z obszaru całej zlewni. Główną przyczyną takiego stanu rzeczy jest najprawdopodobniej nieprawidłowo prowadzona gospodarka wodno-ściekowa w zlewni, a nawet brak kanalizacji lub nielegalne zrzuty ścieków bytowych w niektórych jednostkach osadniczych. Obszarowy dopływ biogenów z terenów rolniczych ma tutaj niewielkie znaczenie, ponieważ takich terenów – położonych w zlewni Skawicy wzdłuż cieków – jest niewiele natomiast dominuje zabudowa wiejsko-miejska zlokalizowana w bezpośrednim sąsiedztwie koryt rzecznych.

Wyniki badań oznaczają, że 2/3 cieków w zlewni Skawicy spełnia wymagania określone w RDW oraz rozporządzeniach MŚ, zgodnie z którymi niewielkie zmiany w składzie oraz liczebności flory wodnej, stanowiącej biologiczny element jakości wód powierzchniowych, decydują o dobrym stanie ekologicznym JCWP. Aby osiągnąć do 2015 r. dobry stan ekologiczny wód powierzchniowych w całej zlewni Skawicy, konieczne jest uporządkowanie gospodarki wodno-ściekowej w tych zlewniach cząstkowych, w których cieki nie spełniają obecnie standardów jakości. ◆

Zidentyfikowane w zlewni Skawicy obce, inwazyjne gatunki roślin: niecierpek himalajski (*Impatiens glandulifera*) (A), niecierpek drobnokwiatowy (*Impatiens parviflora*) (B) oraz rdestowiec japoński (*Reynoutria japonica*) (C)



Literatura:

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

Plan gospodarowania wodami na obszarze dorzecza Wisły. Krajowy Zarząd Gospodarki Wodnej, Warszawa 2011..

P. Raven, N. Holmes, H. Dawson, A. Ławniczak, E. Bulánková, J. Topercer, I. Lewin, *River Habitat and Macrophyte Surveys in the High Tatra Mountains of Slovakia and Poland.* United Kingdom Environment Agency Report. Bristol, Great Britain, 2011.

Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 9 listopada 2011 r. w sprawie sposobu klasyfikacji stanu jednolitych części wód powierzchniowych oraz środowiskowych norm jakości dla substancji priorytetowych. DzU nr 257, poz. 1545.

Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 9 listopada 2011 r. w sprawie klasyfikacji stanu ekologicznego, potencjału ekologicznego i stanu chemicznego jednolitych części wód powierzchniowych. DzU nr 258, poz. 1549.

Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 9 września 2011 r. w sprawie listy roślin i zwierząt gatunków obcych, które w przypadku uwolnienia do środowiska przyrodniczego mogą zagrozić gatunkom rodzimym lub siedliskom przyrodniczym. DzU nr 210, poz. 1260.

K. Szoszkiewicz, S. Jusik, T. Zgoła, *Klucz do oznaczania makrofitów dla potrzeb oceny stanu ekologicznego wód powierzchniowych.* Biblioteka Monitoringu Środowiska, Warszawa. 2010.

K. Szoszkiewicz, J. Zbierska, S. Jusik, T. Zgoła, *Makrofitowa Metoda Oceny Rzek. Podręcznik metodyczny do oceny klasyfikacji stanu ekologicznego wód płynących w oparciu o rośliny wodne.* Wydawnictwo Naukowe Bogucki. Poznań 2010.

Dr inż. Sebastian R. Bielak – Instytut Inżynierii i Gospodarki Wodnej Politechniki Krakowskiej.