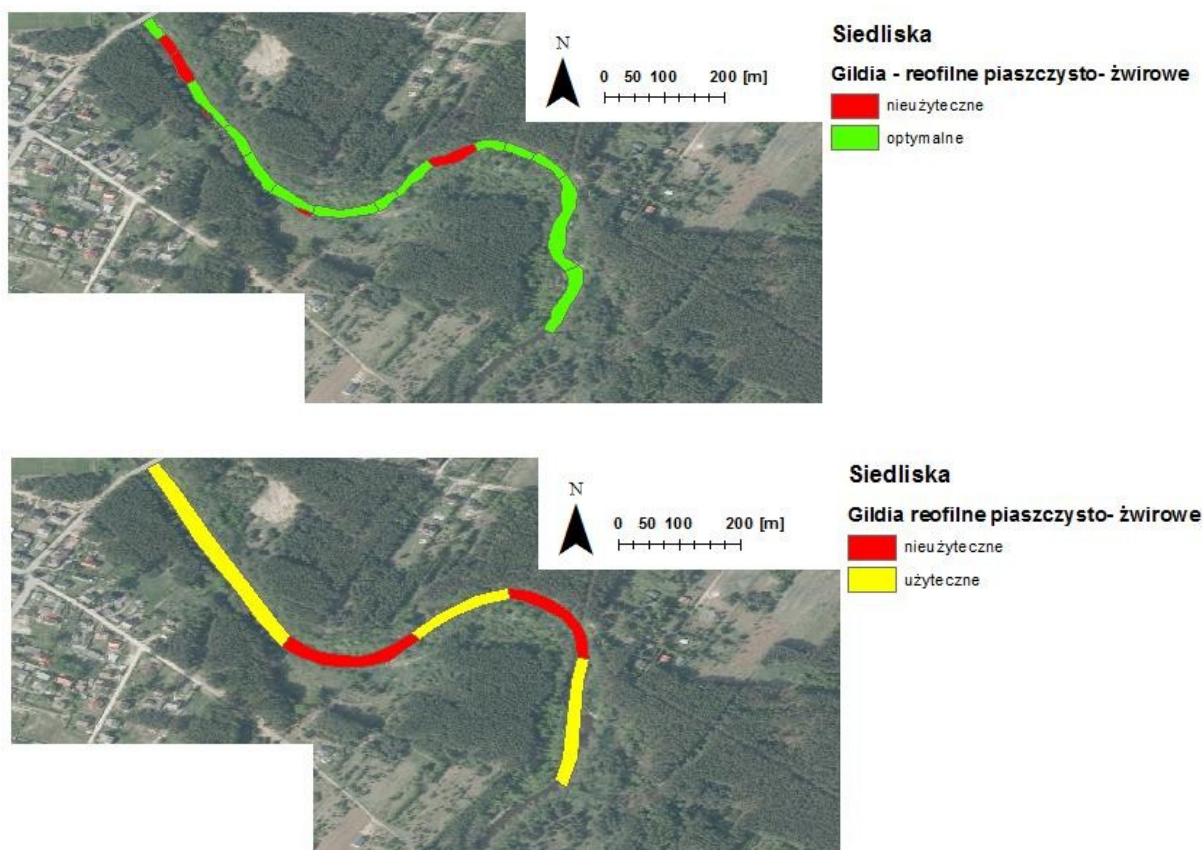


Spółeczna kontrola zarządzania ekosystemami rzecznymi w Polsce

Kwantyfikacja zmian siedlisk ichtiofauny w wyniku prac utrzymaniowych na rzekach



Autorzy:
Dr hab. inż. Piotr Parasiewicz
Katarzyna Suska
Katarzyna Celejewska

Marzec 2015

Wstęp

Praktyka prac utrzymaniowych stosowana obecnie na polskich rzekach nie zawsze odpowiada normom Unii Europejskiej takim jak Ramowa Dyrektywa Wodna. Nie prowadzi się badań wpływu na środowisko czy szczegółowej dokumentacji oddziaływań hydrologicznych. Wiele kilometrów polskich rzek zostało poddane pogłębieniom i regulacjom, co doprowadziło do zniszczenia ekosystemów wodnych, bezpośrednio wpływając na stan bytującej w nich ichtiofauny oraz stan społeczny i gospodarczy państwa. Instytucje prowadzące prace utrzymaniowe zapewniają o neutralności swoich działań, jednak wbrew zapewnieniom z roku na rok liczba zniszczonych ekosystemów wodnych wzrasta. Najgroźniejszą, bo długotrwałą w skutkach, formą regulacji rzek jest zmiana struktury dna i w konsekwencji habitatów ichtiofauny. Częste są próby naprawienia takich zmian przez działania renaturyzacyjne. Ich skuteczność jest jednakże rzadko dokumentowana.

W tym projekcie dokonano oceny oddziaływania konserwacji rzek na środowisko wodne przy wykorzystaniu metody symulacji siedlisk *Mesohabitat Simulation system (MesoHABSIM)*, opracowaną w Stanach Zjednoczonych (Parasiewicz P., 2008a; 2008b). Jest to skuteczne narzędzie do ilościowego szacowania potencjalnych zmian zachodzących w siedliskach ichtiofauny w rzekach.

Wykorzystując model *MesoHABSIM* przeprowadzono ocenę warunków bliskich naturze i po przeprowadzeniu prac utrzymaniowych oraz dokonano symulacji prac utrzymaniowych i renaturyzacyjnych na wybranych rzekach. Pozwoliło to na ocenę konsekwencji tych działań z punktu widzenia ochrony zasobów wodnych przez podsumowanie ilości użytecznych siedlisk ryb.

Metodyka

Przeprowadzone badania miały na celu zebranie i opracowanie danych hydromorfologicznych rzek Jeziora, Świder i Wilga, opracowanie kryteriów wyboru siedliska przez gatunki ryb (zebrane w zestawienie gildii) i obliczenie jakości oraz ilości tych siedlisk. Na rzece Wilga zmierzono dwa odcinki w Garwolinie. Na jednym z nich prace utrzymaniowe zostały niedawno zakończone. Na drugim odcinku prace dopiero zaczęto i w momencie pomiarów usunięto już część roślinności przybrzeżnej i rozpoczęto pogłębianie. Odcinki na rzece Świder (w Otwocku) i Jeziorce (w Piasecznie) nie były poddawane pracom utrzymaniowym i zostały zaklasyfikowane jako bliskie naturze.

Spółeczna kontrola zarządzania ekosystemami rzecznyymi w Polsce – projekt w ramach programu Obywatele dla Demokracji

W celu zbadania parametrów fizycznych w korycie rzeki przeprowadzono kartografię siedlisk na reprezentatywnych odcinkach wybranych rzek (500-1000m), które zostały w pierwszej kolejności podzielone jednostki hydromorfologiczne. Jednostki hydromorfologiczne w dalszej części pracy zostały umownie nazwane JHM. Wydzielone na tym obszarze JHM zostały zaklasyfikowane jako płanie (odcinek rzeki względnie szerszy, płytszy i o powolniejszym nurcie), rynny (występują najczęściej wzdłuż brzegu, niosą ze sobą główny nurt rzeki, przez co są najgłębszą jednostką hydromorfologiczną), bystrza (odcinki o płytszym dnie i szybszym nurcie), zastoiska (odcinek z wodą nie przemieszczającą się, zazwyczaj zablokowaną przez zwalony rumosz drzewny), kociołki (zawierania wody spowodowane jej spadkiem), plosa (głębszy odcinek rzeki o łagodnym nurcie). JHM nanoszono w programie ArcMap na digitalne ortofotomapy jako poligony. Dalsza część pracy polegała na podzieleniu poligonu na strefy hydrauliczne oraz wyznaczeniu siedmiu punktów pomiarowych dla każdego poligonu, zaznaczeniu ich na mapie zbiorowej i pomiarze głębokości oraz prędkości przepływu wody w każdym punkcie. Zanotowano również informacje o substracie dennym i występujących potencjalnych schronieniach ichtiofauny (wegetacja podwodna, wegetacja zwisająca, ocienienie, kamienie, podcięte brzegi, płycizny brzegowe, rumosz drzewny, umocnienie brzegów) - wszystkie te szczegółowe informacje miały na celu jak najdokładniejszy opis badanego fragmentu rzeki, aby zaprognozować na tym obszarze siedliska potencjalnego bytowania poszczególnych gildii ichtiofauny (rys.1 dla gildii Generaliści rzeki Jeziorki).

Dzięki uprzejmości Zakładu Rybactwa Rzecznego, Instytutu Rybactwa Śródlądowego im. S. Sakowicza uzyskano spis ichtiofauny najczęściej odławianej w badanych rzekach. Na podstawie znanych preferowanych warunków bytowania występujące gatunki ichtiofauny zostały zaklasyfikowane do grup ekologicznych (na podstawie Brylińska M., 2000). Klasyfikacja przedstawia się następująco: miętus *Lota lota*, śliz *Barbatula barbatula*, jelec *Leuciscus leuciscus*, kiełb krótkowąsy *Gobio gobio*, koza *Cobitis taenia* (gildia reofilne piaszczysto-żwirowe), cierniczek *Pungitius pungitius*, ciernik *Gasterosteus aculeatus*, jaź *Leuciscus idus*, szczupak *Esox lucius* (gildia związana z roślinnością), leszcz *Abramis brama*, krąp *Blicca bjoerkna* (gildia denno-piaszczysto-muliste), okoń *Perca fluviatilis*, płoć *Rutilus rutilus* (gildia generalistów), ukleja *Alburnus alburnus* (gildia toni wodnej), minóg strumieniowy *Lampetra planeri*, minóg ukraiński *Eudontomyzon mariae* (gildia minogi – larwy). Zestawienie informacji o warunkach siedliskowych dla poszczególnych gildii przedstawiono w tab.1.

Korzystając z zestawienia preferowanych warunków siedliskowych gildii i zebranych danych pomiarowych stworzono kryteria oceny użyteczności zmapowanych JHM jako siedlisk ryb. Kryteria te przedstawiają się jak następuje:

Spółeczna kontrola zarządzania ekosystemami rzecznyymi w Polsce – projekt w ramach programu Obywatele dla Demokracji

- aby został spełniony warunek odpowiedniej JHM to dany gatunek powinien występować w typie jednostki hydromorfologicznej przypisanej danemu poligonowi;
- aby został spełniony warunek sprzyjającego substratu dennego to przynajmniej połowa pomiarów (4 z 7) dokonanych w JHM musiało udokumentować opisany w tab. 1 substrat;
- aby spełnić warunek odpowiadającej głębokości to przynajmniej połowa pomiarów uzyskanych w JHM musiały zawierać się w zakresie ustalonym dla poszczególnych gatunków ichtiofauny w tab. 1;
- warunek prędkości przepływu spełniała również przynajmniej połowa pomiarów dokonanych w JHM mieszczące się w ustalonym zakresie;
- wprowadzono warunki krytyczne (ich niespełnienie oznacza automatycznie, że siedlisko jest nieużyteczne): kryjówek dla gildii związanej z roślinnością oraz substratu dennego dla gildii reofilnych piaszczysto-żwirowych, denno-piaszczysto-mulistych i minogów-larw;
- założono, że jeżeli mniej niż cztery z pięciu warunków głównych wymienionych powyżej (jednostka hydromorfologiczna, prędkość wody, głębokość, substrat denny, kryjówki) są spełnione to siedlisko jest nieużyteczne (w praktyce oznacza to, że najprawdopodobniej dana gildia tam nie występuje). Gdy spełnione są cztery warunki to siedlisko klasyfikowane jest jako użyteczne, czyli prawdopodobnie dana gildia tam występuje. Jeśli jest przyjęta maksymalna wartość spełnionych warunków (równa 5) to siedlisko jest optymalne. Oznacza to, że wszystkie warunki sprzyjają, by dana gildia występowała na poddanym analizie obszarze.

Tab.1: Warunki siedliskowe poszczególnych gildii.

NAZWA GILDII	GŁĘBOKOŚĆ [m]	PRĘDKOŚĆ WODY [m/s]	RODZAJ SUBSTRATU NA DNIE RZEKI	TYP JEDNOSTKI HYDROMORFOLOGICZNEJ	KRYJÓWKI
gildia reofilne piaszczysto – żwirowe	0,2-2,5	0,1-0,7	kamienie małe (2-6 cm) i średnie (6-20 cm), piasek, drobny żwir	płań, rynna, zastoisko	płycizny brzegowe, zanurzona roślinność, rumosz drzewny, podcięte brzegi
gildia związane z roślinnością	0,2 -2,0	0-0,5	piasek, muł, resztki roślinne	zastoiska, rynna, płań	zanurzona roślinność, rumosz drzewny, podcięte brzegi,
gildia denno-piaszczysto-mulista	0,2-4,0	0-0,5	piasek, muł	rynna, plosa, zastoisko	zanurzona roślinność, rumosz drzewny, podcięte brzegi
gildia general iści	0,2-2,0	0-0,5	piasek, muł, drobny żwir, resztki roślinne	rynna, plosa, płań, zastoisko	rumosz drzewny, zanurzona roślinność, podcięte brzegi
gildia toni wodnej	0,5-4,0	01-0,7	piasek, muł, drobny żwir	rynna, zastoisko, plosa	Brak
minogi – larwy	0,1-0,5	0,1-0,3	piasek, muł, odpady organiczne	zastoisko, plosa, płań, rynna	płycizna brzegowa

Wszystkie powyższe założenia wykorzystano w obliczeniach arkusza kalkulacyjnego Excel. W ten sposób uzyskano informację dla każdego JHM, które z warunków zostały spełnione oraz czy siedlisko kwalifikuje się jako nieużyteczne, użyteczne czy optymalne. Wyniki przedstawiono dla każdego odcinka w formie map jak na Rys 1.

W dalszym toku pracy przeprowadzono symulacje typowych prac utrzymaniowych (np. rys.2) i renaturyzacyjnych (np. rys.3) na przykładzie rzek Jeziorka i Świder.

Prace utrzymaniowe rzeki to działania, które mają na celu zapewnienie wymaganego stanu koryta oraz brzegów rzeki oraz zachowanie i rozwijanie korzystnego oddziaływania wód na zasoby przyrody i na krajobraz sąsiadujący z rzeką (www.iigw.pl/slownik). Opisywane prace mają na celu uporządkować „geometrycznie” koryto, czyli ujednolicić profil podłużny, układ poziomy oraz przekroje poprzeczne koryta. Zmiany zaprowadzone w korycie mają doprowadzić do ustabilizowania koryta oraz ograniczenia jego erozji. W celu symulacji szerokiego zakresu prac utrzymaniowych na rzekach założono wystąpienie następujących działań:

- pogłębienie koryta oraz usunięcie substratu dennego (namułu z dna rzeki) do głębokości 0,3-0,5m;
- substrat denny – na całym odcinku poddanym pracom - piasek;
- usunięcie wszelkich przeszkód znajdujących się w korycie, np. kamieni, gałęzi, zwalonych pni, wysp. Celem tych działań jest zwiększenie przepustowości koryta;
- zwiększenie szerokości koryta;
- brzegi – karczowanie brzegów w odległości 2 m od koryta (na cele poszerzenia koryta rzeki);
- skarpy – umocnienie narzutem kamiennym skarp plosa na brzegach erodowanych. Narzuty kamienne są stosowane, gdy istnieje potrzeba wytworzenia korpusu zatopionego bądź częściowo występującego z brzegu lub dna koryta rzeczno. Należy wtedy kamień wyrównać do projektowanego profilu i wypełnić wolne przestrzenie (Wołoszyn J. i in., 1994).

Powyższe zmiany wprowadzono na uzyskane w terenie mapy odcinków w celu udokumentowania jakie zmiany w warunkach hydromorfologicznych oraz siedliskowych zaistnieją w korycie rzeki Jeziorka (tab.2) oraz Świder (tab.3).

Następnym krokiem było zbadanie skutków potencjalnej renaturyzacji obu cieków. Głównym założeniem symulacji renaturyzacji było przeprowadzenie takich działań w celu poprawy warunków stworzonych w pracach utrzymaniowych przez wykonawcę, który nie wiedział jak wyglądał badany odcinek przed robotami utrzymaniowymi. Rozumiane jest przez to, że wykonawca uznał rzekę „utrzymaną” za stan wyjściowy. Symulowana

renaturyzacja nie została przeprowadzona na podstawie map historycznych, ponieważ mapy przekazują w większości jedynie wiedzę na temat dawnego przebiegu koryta. Nie posiadają jednak informacji o przekrojach poprzecznych, profilu podłużnym rzeki, warunkach przepływu wody i rumowiska, substracie dennym i brzegowym oraz nie wiadomo czy stan z mapy był naturalny. Racjonalnie przyjęto więc pogląd, że renaturyzowanie rzeki zostanie przeprowadzone do stanu, który według obecnie stosowanych kryteriów oraz wyników porównań, oceniony zostanie jako zbliżony do naturalnego (Żelazo J., Popek Z., 2014). Założenia do prac renaturyzacyjnych obu rzek zostały przedstawione w tab.4 i 5.

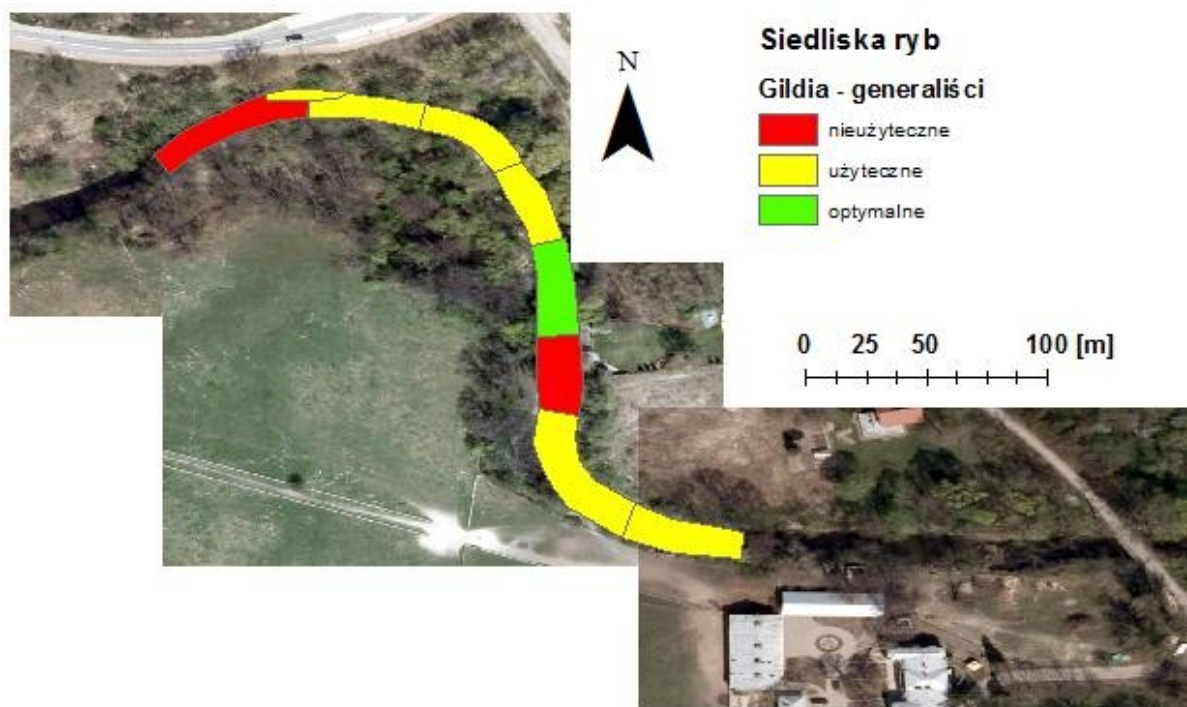


Rys.1: Rozkład siedlisk na rzece Jeziorce w warunkach naturalnych dla gildii generališci.



Rys.2: Rozkład siedlisk na rzece Jeziorce w warunkach po symulowanych pracach hydrotechnicznych dla gildii generališci.

Spółeczna kontrola zarządzania ekosystemami rzecznyymi w Polsce – projekt w ramach programu Obywatele dla Demokracji



Rys.3: Rozkład siedlisk na rzece Jeziorce w warunkach po symulowanych pracach renaturyzacyjnych dla gildii generalis ci.

Tab.2: Założenia zakresów parametrów dla prac utrzymaniowych na rzece Jeziorce.

Parametry	Jeziorca	
głębokość [m]	0,3-0,9	0,5-1,3
szerokość [m]	14-16	
prędkość (średnia)[m/s]	0,25-0,35	0,2-0,3
substrat denny	piasek	
jednostka hydromorfologiczna	rynna	płoso
kryjówki	-	kamienie nasypowe

Tab.3: Założenia zakresów parametrów dla prac utrzymaniowych na rzece Świder.

Parametry	Świder	
głębokość [m]	0,5-1,0	0,7-1,3
szerokość [m]	15-18	
prędkość (średnia)[m/s]	0,3-0,4	0,25-0,35
substrat denny	piasek	
jednostka hydromorfologiczna	rynna	płoso
kryjówki	-	kamienie nasypowe

Tab.4: Założenia zakresów parametrów dla prac renaturyzacyjnych na rzece Jeziorce.

Parametry	Jeziorca					
głębokość [m]	0,1-0,4	0,5-0,8	0,5-1,0	0,5-1,3	0,2-0,5	0,05-0,5
szerokość [m]	14-16					
prędkość (średnia) [m/s]	0,2-0,5	0,25-0,35	0,3-0,7	0,15-0,25	0,15-0,4	0
substrat	piasek				kamienie średnie	muł
jednostka hydromorfologiczna	płać	rynna	wartka rynna	płoso	bystrze	zastoisko
kryjówki	wegetacja podwodna, ocienienie	ocienienie				

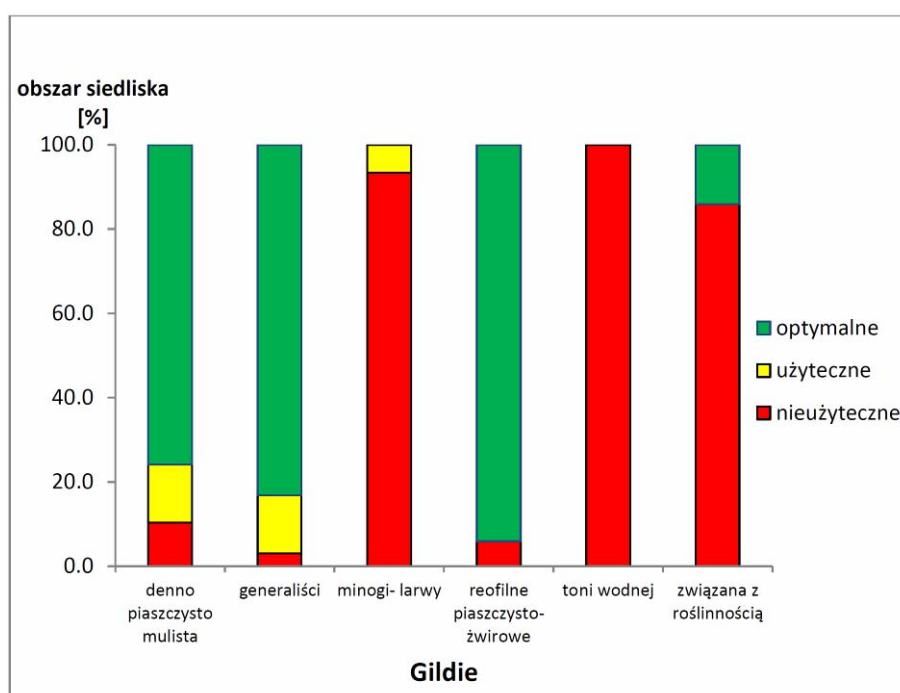
Tab.5: Założenia zakresów parametrów dla prac renaturyzacyjnych na rzece Świder.

parametry	Świder				
głębokość [m]	0,6-0,9	0,5-1,1	0,5-1,5	0,2-0,5	0,05-0,5
szerokość [m]	15-18				
prędkość (średnia) [m/s]	0,25-0,35	0,3-0,7	0,1-0,2	0,15-0,4	0
substrat	piasek			kamienie średnie	muł
jednostka hydromorfologiczna	rynna	wartka rynna	płoso	bystrze	zastoisko
kryjówki	ocienienie				

Wyniki

a) Jezioro naturalne (rys.4):

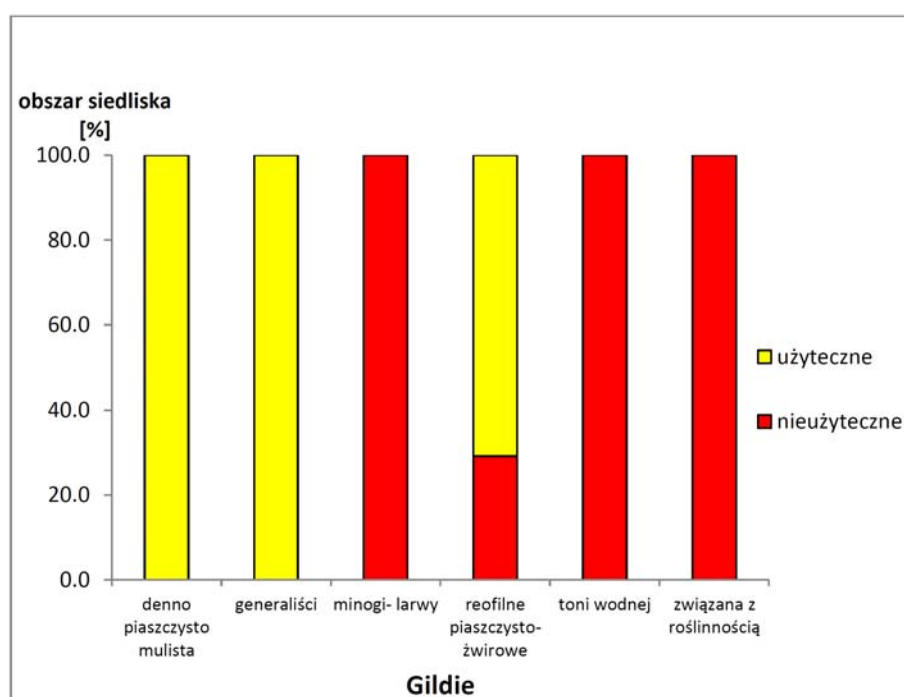
W warunkach naturalnych gildie denno-piaszczysto-muliste oraz generaliści są zbliżone rozkładem ilościowym poszczególnych siedlisk. Dla każdej z tych gildii przeważają siedliska optymalne. Gildie minog-larwy oraz związane z roślinnością mają zbliżony rozkład ilościowy siedlisk nieużytecznych. Siedliska dla gildii toni wodnej nie występują. Gildia reofilna piaszczysto-żwirowa natomiast posiada w niemal 95% siedliska optymalne. Resztę badanego obszaru stanowią siedliska nieużyteczne.



Rys. 4: Ilość [%] i jakość gildii dla Jezioro w warunkach naturalnych.

b) Jezioro po symulacji prac utrzymaniowych (rys.5):

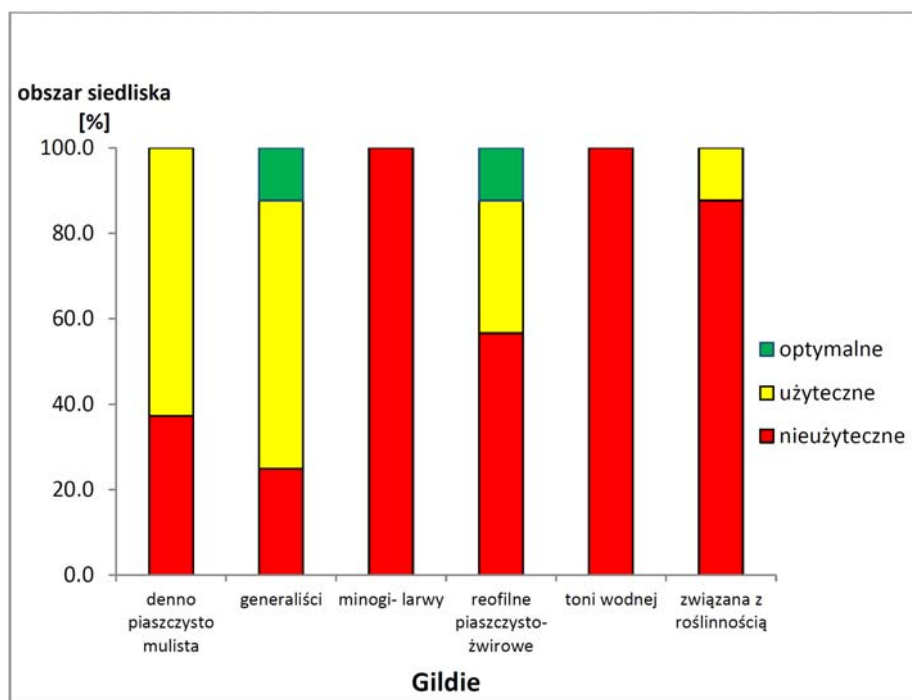
Jedynie dla gildii toni wodnej polepszyły się warunki siedliskowe. Wszystkie gildie utraciły siedliska optymalne. Prace utrzymaniowe doprowadziły na całym odcinku dla gildii denno- piaszczysto-mulistych oraz generalistów do powstania siedlisk użytecznych, zaś dla gildii minogów- larw oraz związanej z roślinnością – siedlisk nieużytecznych.



Rys. 5: Ilość [%] i jakość gildii dla Jezioro w warunkach po symulowanych pracach hydrotechnicznych.

c) Jezioro po symulacji prac renaturyzacyjnych (rys.6):

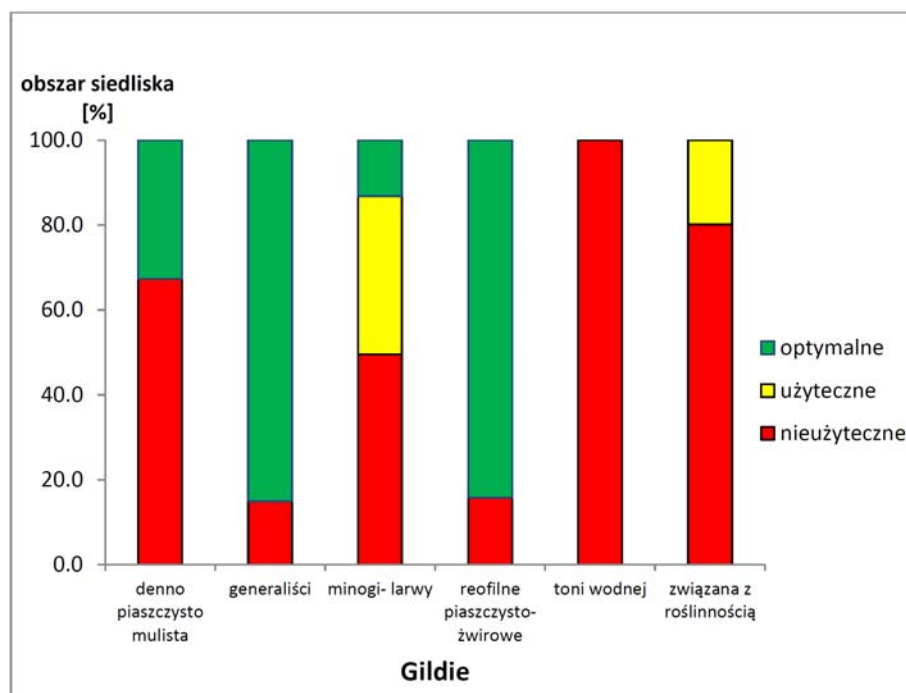
Symulowane prace renaturyzacyjne przywróciły siedliska optymalne dla gildii generalistów oraz gildii reofilnej piaszczysto-żwirowej. Doprowadziły jednak również do powstania siedlisk nieużytecznych. Siedliska dla gildii minogi-larwy oraz toni wodnej w dalszym ciągu pozostają na całej długości nieużyteczne.



Rys. 6: Ilość [%] i jakość gildii dla Jezioro w warunkach po symulowanej renaturyzacji.

d) Świder naturalny (rys.7):

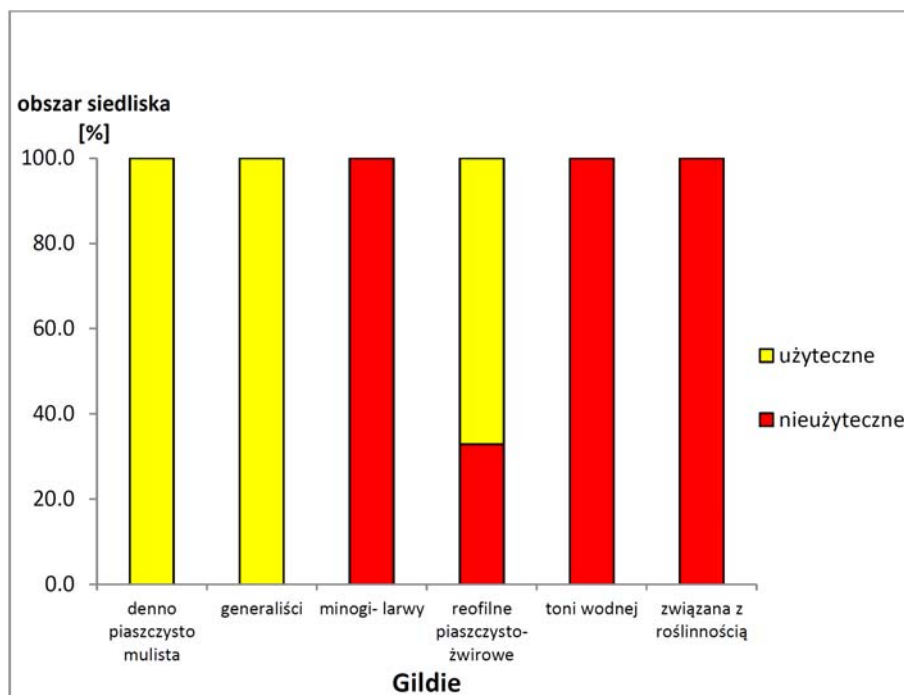
Gildie generaliści i reofilne piaszczysto-żwirowe mają zbliżony rozkład siedlisk (ok. 15% siedlisk nieużytecznych i ok. 85% optymalnych). Siedliska dla gildii toni wodnej nie występują. Minogi-larwy posiadają niemal połowę rozkładu siedlisk nieużytecznych i prawie 40% siedlisk użytecznych.



Rys. 7: Ilość [%] i jakość gildii dla Świdra w warunkach naturalnych.

e) Świder po symulacji prac utrzymaniowych (rys.8):

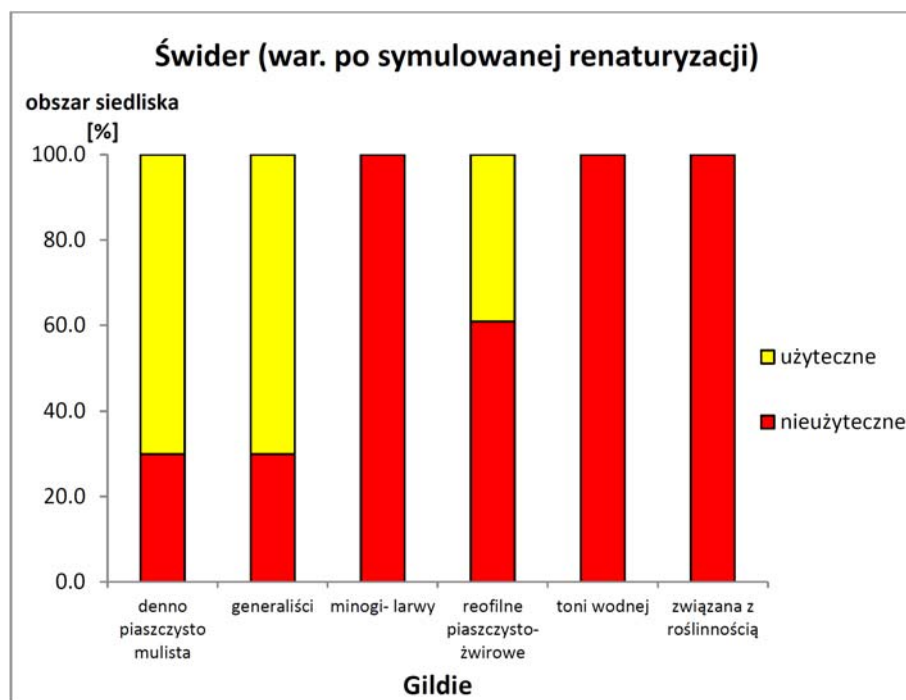
Symulowane prace utrzymaniowe doprowadziły do utraty wszystkich siedlisk optymalnych. Gildie denno-piaszczysto-muliste oraz generaliści w całości wykazują siedliska użyteczne, zaś minogi-larwy, toń wodna oraz związane z roślinnością nieużyteczne.



Rys. 8: Ilość [%] i jakość gildii dla Świdra w warunkach po symulowanych pracach hydrotechnicznych.

f) Świder po symulacji prac renaturyzacyjnych (rys.9):

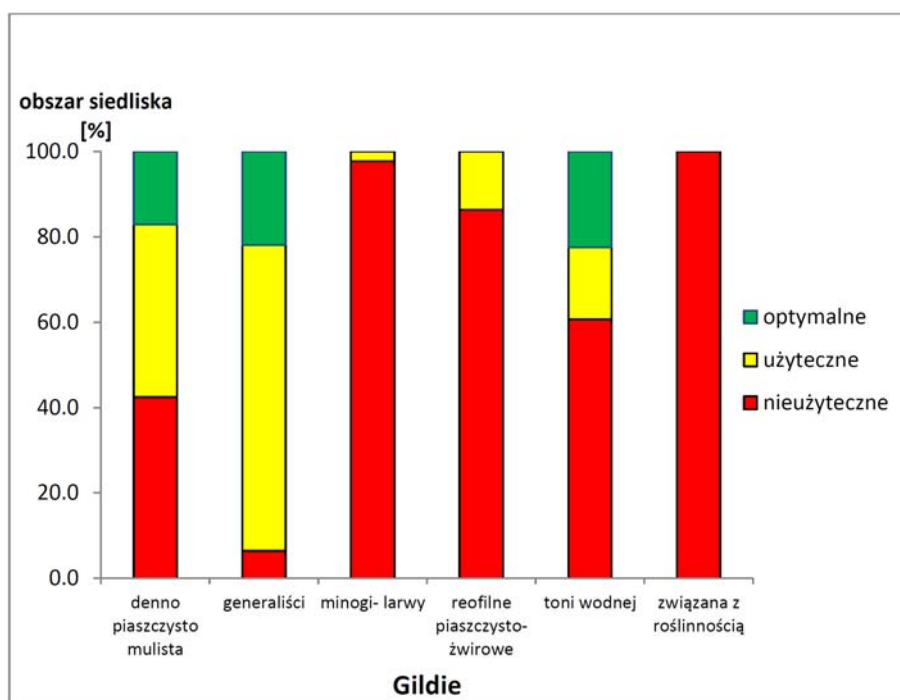
Prace renaturyzacyjne nie doprowadziły dla żadnej gildii do przywrócenia siedlisk optymalnych. Dodatkowo pojawiły się siedliska nieużyteczne w gildiach wcześniej w całości użytecznych.



Rys. 9: Ilość [%] i jakość gildii dla Świdra w warunkach po symulowanej renaturyzacji.

g) Wilga w trakcie przebudowy (rys.10):

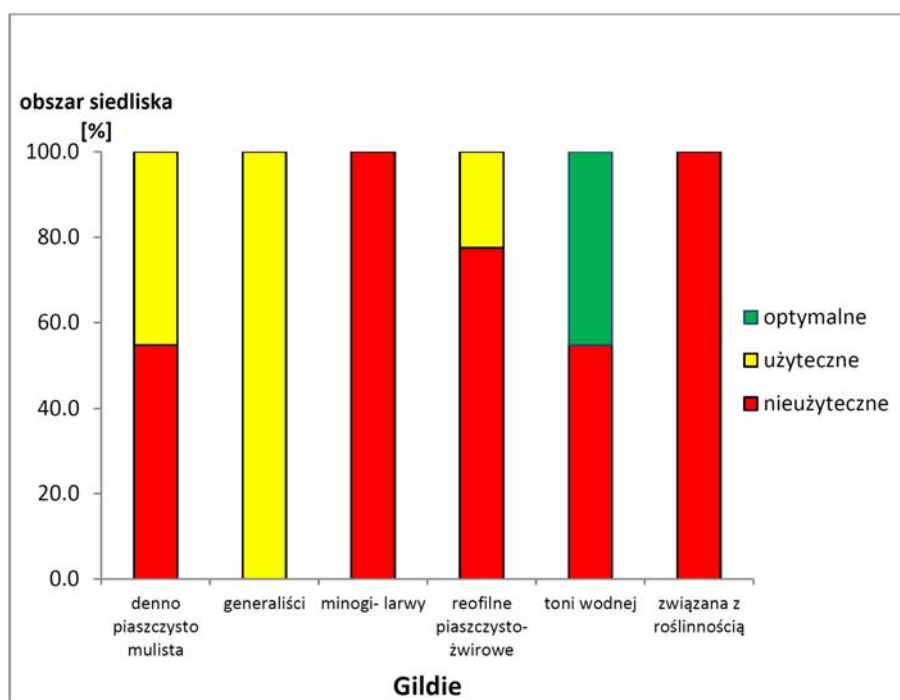
Gildie denno-piaszczysto-żwirowe oraz toni wodnej wykazują podobny rozkład siedlisk. Powierzchnia siedliska dla gildii związanej z roślinnością jest w całości nieużyteczna, zaś dla gildii minogi-larwy i reofilne piaszczysto-żwirowe niemal w całości. Generaliści prawie w $\frac{3}{4}$ posiadają siedliska użyteczne, niecałe 10% zajmują siedliska nieużyteczne.



Rys. 10: Ilość [%] i jakość gildii dla Wilgii w warunkach przebudowy.

h) Wilga po pracach utrzymaniowych (rys.11):

Siedliska dla gildii minogi-larwy oraz związane z roślinnością są nieużyteczne, zaś generaliści mają siedlisko w całości użyteczne. Identyczny rozkład ilościowy siedlisk przedstawiają gildie denno-piaszczysto-żwirowe oraz toni wodnej (jakościowo jednak pierwsza gildia posiada niemal 50% siedlisk użytecznych, zaś druga optymalnych). Ponad ¾ gildii reofilnej piaszczysto-żwirowej stanowią siedliska nieużyteczne.



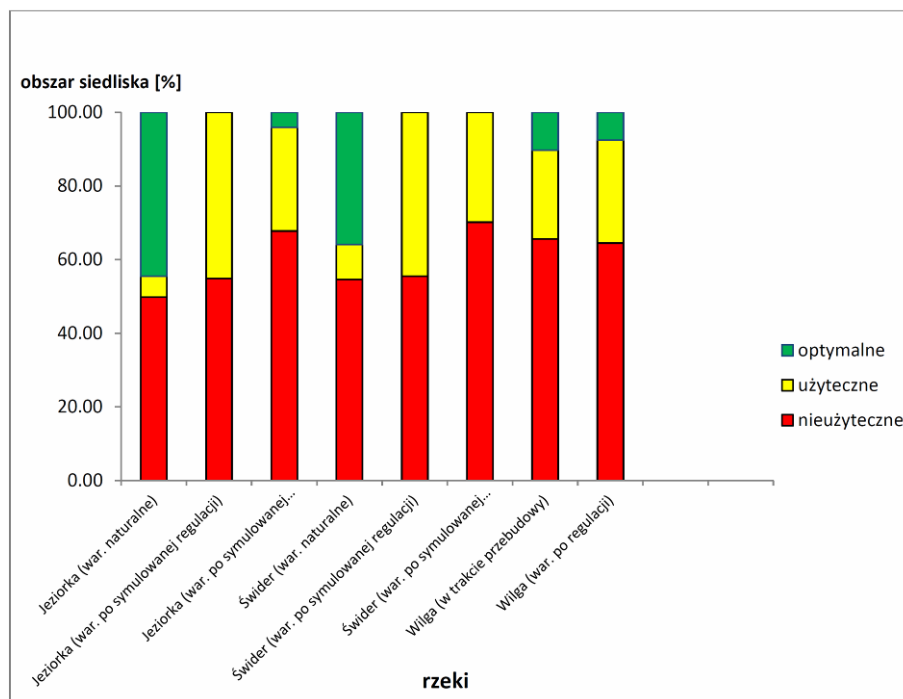
Rys. 11: Ilość [%] i jakość gildii dla Wilgii w warunkach po przeprowadzeniu prac utrzymaniowych.

Wnioski

Podsumowując prace utrzymaniowe (rys.12) doprowadziłyby w rzekach Jeziorka i Świder do utraty siedlisk optymalnych oraz wzrostu ilości siedlisk nieużytecznych. Wynika z tego, że prace utrzymaniowe dramatycznie pogorszyłyby ekosystem wodny pod względem warunków bytowych na korzyść warunków egzystencjalnych. Renaturyzacja na rzece Jeziorce przywróciłaby w niewielkiej liczbie siedliska optymalne, jednak zwiększyłaby się także ilość siedlisk nieużytecznych względem obu wcześniejszych stanów siedliskowych.

Symulowane prace renaturyzacyjne na rzece Świder nie przyniosłyby żadnych oczekiwanych rezultatów – stan ilościowy i jakościowy siedlisk pogorszył się. Ilość siedlisk użytecznych spadła z 44,52% (po symulacji prac utrzymaniowych) do 29,87% (po symulacji prac renaturyzacyjnych).

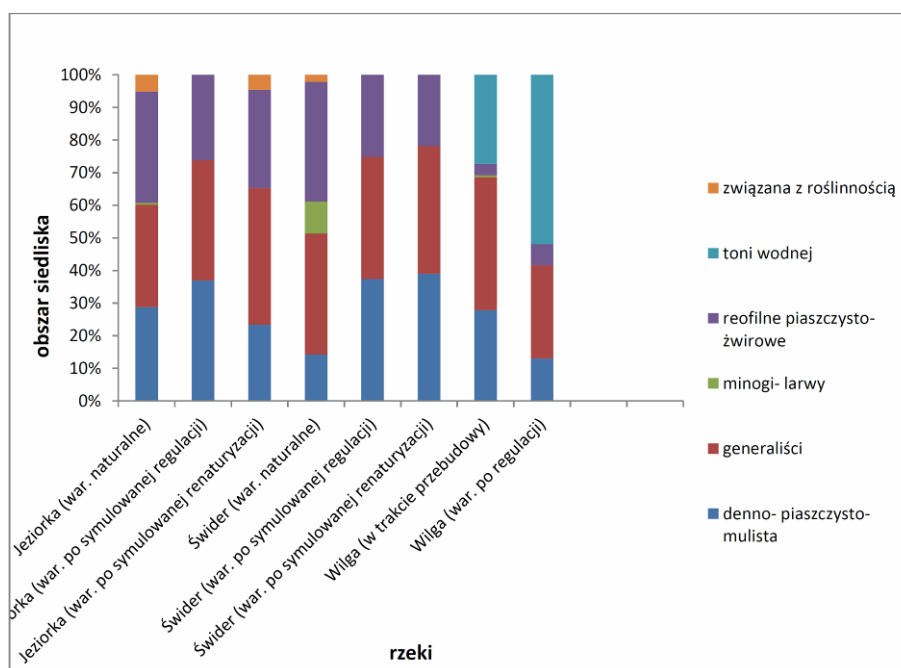
Zbliżona ilość i jakość siedlisk dla obu przypadków dla rzeki Wilgi znajduje uzasadnienie w tym, że obydwa badane odcinki zostały już poddane pracom utrzymaniowym. Pierwszy z odcinków w trakcie prowadzenia badań był poddany pracom usuwania zadrzewień przybrzeżnych oraz pracom w korycie rzeki. Na drugim odcinku prace te zostały już zakończone. Porównanie tych dwóch odcinków wskazuje, że już początkowe prace utrzymaniowe naruszają stabilność siedlisk.



Rys. 12: Ilość [%] i jakość siedlisk na badanych odcinkach rzek w warunkach naturalnych, po pracach utrzymaniowych oraz renaturyzacyjnych.

Wszelkie z zastosowanych prac doprowadziły również do przesunięć w składzie zespołu ryb (rys. 13). W warunkach naturalnych dla rzek Jeziorka i Świder wskazano pięć typów gildii. Prace utrzymaniowe doprowadziły do wyparcia dwóch gildii (związanej z roślinnością i minogi-larwy) oraz zmian liczebności pozostałych gildii. W Jeziorku prace renaturyzacyjne przywróciły gildię związaną z roślinnością. Dla Świdra prace renaturyzacyjne nie zmieniły typu występujących gildii ale również nie zmieniły w sposób istotny ich rozkładu ilościowego.

Gildia toni wodnej występuje jedynie w rzece Wildze. Spowodowane jest to tym, iż rzeka ta wykazuje inny typ abiotyczny (typ16) niż pozostałe rzeki (typ 19). Typ 16 opisuje potok nizinny lessowy lub gliniasty zaś typ 19 rzekę niziną piaszczysto-gliniastą. Powyższe różnice prowadzą do różnego składu ichtiofauny. W Wildze nastąpiły tylko zmiany ilościowe w siedliskach ryb, procentowy skład siedlisk gildii pozostał bez zmian w obydwu przypadkach. Najwyraźniej widać ilościową różnicę w gildii toni wodnej w wyniku pogłębienia rzeki (z 27,3% wzrosła do ponad 50%).



Rys. 13:Ilościowy udział [%] poszczególnych gildii na badanych odcinkach rzek w warunkach naturalnych, po pracach utrzymaniowych oraz renaturyzacyjnych.

Wyniki powyższych badań wskazują, że skutki przeprowadzanych prac hydrotechnicznych na rzekach nie powinny być bagatelizowane. Uzyskane wartości dowodzą, że każda interwencja w

ekosystem wodny prowadzi w mniejszym bądź większym stopniu do zmian składu siedlisk i w konsekwencji składu gatunkowego ryb. Prace utrzymaniowe prowadzą nie tylko do zmniejszenia ilości użytecznego siedliska ale także do zubożenia składu ichtiofauny. Zaskakujący jest ograniczony sukces prac renaturyzacyjnych w naszej symulacji. Nie oznacza to, że renaturyzacja jest bezpodstawna. Wiele badań na świecie udokumentowało sukces działań renaturyzacyjnych. Nasze wyniki wskazują na potrzebę bardziej precyzyjnego, ekologicznego planowania takich działań i rozważnego wyboru właściwych metod. Aby uniknąć skutków nieprecyzyjnych działań w korytach rzecznych potrzebne jest odpowiednio wczesne prowadzenie symulacji siedlisk ichtiofauny modelami siedliskowymi.

Bibliografia

Brylińska M., Ryby słodkowodne Polski, Warszawa 2000.

Parasiewicz P., Application of MesoHABSIM and target Fish community approaches for selecting restoration measures of the Quinebaug River, Connecticut and Massachusetts, USA 2008b.

Parasiewicz P., Habitat time-series analysis to define flow-augmentation strategy for the Quinebaug River, Connecticut and Massachusetts, USA 2008a.

Wołoszyn J., Czamara W., Eliasiewicz R., Krężel J., Regulacja rzek i potoków, Wrocław 1994.

www.iigw.pl/slownik, 25.01.2015.

Żelazo. J., Popek Z., Podstawy renaturyzacji rzek, Warszawa 2014.