

MAGDALENA KACZORKIEWICZ, DAMIAN BAKAJ, TOMASZ HEESE

Katedra Biologii Środowiskowej
Politechnika Koszalińska

MOŻLIWOŚCI RETENCJI ZWIĄZKÓW BIOGENNYCH NA PRZYKŁADZIE RENATURYZOWANEGO DOLNEGO ODCINKA RZEKI PYSZNICY (DORZECZE PARSETY, POLSKA PÓŁNOCNA)

Streszczenie. Rzeka Pysznicza jest prawostronnym dopływem rzeki Parsęty. Renaturyzacja polegała na podpiętrzeniu rzeki w km 1+075 za pomocą narzutu kamiennego tworzącego bystrze o długości 150 m i skierowaniu części wód na polder. Powstały polder jest wyposażony w budowlę wlotową i mniej więcej poniżej 900 m – w zrzutową. Otrzymano w wyniku tych działań zalew o powierzchni od 14,7 ha do 24,3 ha. Badaniami objęto wody wpływające do mokradła i uchodzące z niego. W pobranych próbach analizowano właściwości fizyczno-chemiczne wód ze szczególnym uwzględnieniem substancji biogennej. Badania prowadzono w cyklu miesięcznym od kwietnia do października 2006 roku. Wyniki wskazują na duży potencjał retencyjny w stosunku do związków fosforu i azotu. Zaobserwowano także różnice sezonowe wynikające z poziomu wegetacji. Mokradło Pyszka powstało w wyniku realizacji programu „Zintegrowany system zarządzania terenami podmokłymi dorzecza Parsęty” we współpracy ze Związkiem Miast i Gmin Dorzecza Parsęty.

Słowa kluczowe: mokradło Pyszka, retencja, biogeny

Wstęp

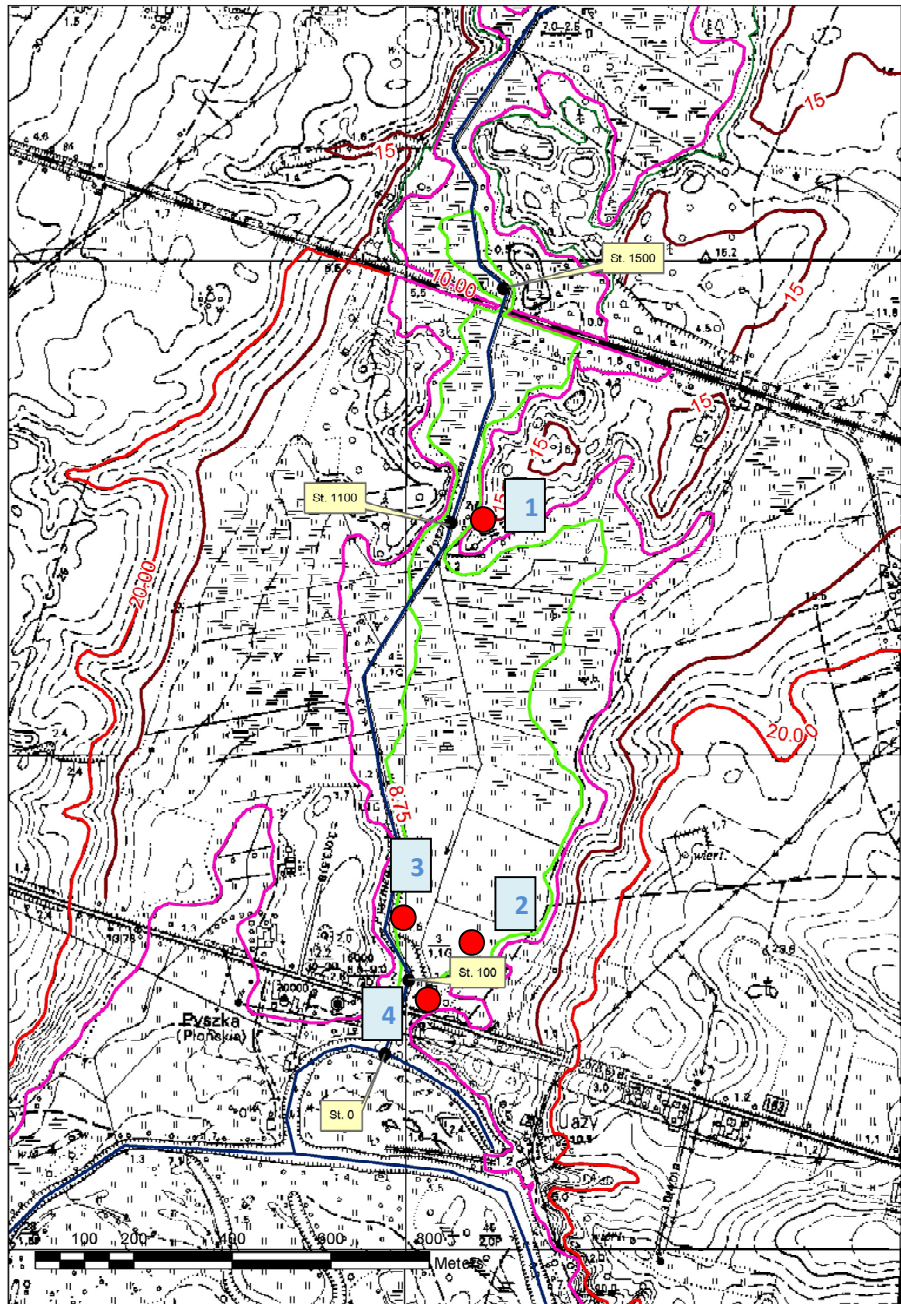
Mokradła są ważnymi biogeochemicznymi i ekologicznymi buforami pomiędzy lądem a wodami płynącymi (NAIRN i MITSCH 2000, SPIELES i MITSCH 2000). Cechują się dużą produktywnością, dlatego są nazywane biologicznymi „supermarketami” ze względu na swą rolę w utrzymywaniu łańcucha pokarmowego. Dostarczają źródła pożywienia zarówno dla środowiska wodnego, jak i lądowego (MITSCH 1995). Bez mokradeł „nerek krajobrazu”, ekosystemy wodne utraciłyby zdolność utrzymywania biogeochemicznej równowagi, różnorodność biologiczną i dobrą jakość wody (MITSCH 1995).

Naturalne mokradła od dawna były wykorzystywane do oczyszczania ścieków, co zaowocowało konstruowaniem różnego rodzaju oczyszczalni korzeniowych (OSMULSKA-MRÓZ 1995). Podobnie można ograniczać zanieczyszczenia rzek, kanałów, a nawet jezior poprzez konstruowanie sztucznych mokradeł (LOWE i IN. 1992). Zwykle dogodne warunki topograficzne do konstrukcji mokradeł znajdują się w dolinach rzecznych. Tutaj można stosować wiele różnorodnych metod od ponownego uczynienia odciętych starorzeczy po podtopienia czy zalanie większych obszarów doliny rzecznej (ŻELAZO i POPEK 2002). Każdorazowo uzyskiwano jeden z najważniejszych efektów, tj. retencję związków biogenych (MITSCH 1995, MOUSTAFA i IN. 1996). W przypadku renaturyzowanego mokradła Pyszka powstały zalew był efektem podniesienia dna rzeki. Mokradło jest zlokalizowane nad rzeką Pysznicą, prawostronnym dopływem Parsęty (PRZEDRZYMIRSKA i HEESE 2004). Prace renaturyzacyjne zrealizowano dzięki programowi pt. „Zintegrowany system zarządzania terenami podmokłymi dorzecza Parsęty” na zlecenie Związku Miast i Gmin Dorzecza Parsęty. Założono osiągnięcie dzięki renaturyzacji trzech najważniejszych celów: retencji związków biogenych wynoszonych ze zlewni rolniczej, zwiększenie bioróżnorodności oraz poprawę retencji wody. Celem pracy było określenie efektów zatrzymania związków biogenych w obszarze mokradła w drugim roku jego funkcjonowania.

Material i metody

W celu zbadania retencji związków biogenych w obszarze renaturyzowanego mokradła Pyszka wyznaczono cztery punkty pomiarowe. Stanowisko 1. zostało wyznaczone na rzece Pyszniczy w kilometrze 1+115. Jest to najbardziej wysunięty w górę rzeki punkt pomiarowy. Wyniki badań w tym punkcie pozwoliły określić zawartość biogenów w wodach rzeki pozostających poza wpływem renaturyzowanego obiektu. Stanowisko 2. zlokalizowano na polderze zalewowym, tuż przed ujściem wód z mokradła do rzeki Pyszniczy. Usytuowanie punktu pozwoliło na ocenę zmian jakości wód migrujących przez obszar podmokły. Kolejne stanowisko, 3., zostało umiejscowione na rzece Pyszniczy powyżej ujścia wód z mokradła do starego koryta rzeczno i taka lokalizacja pozwoliła na ocenę zmian stężeń badanych związków zachodzących w wodach rzecznych pozostających częściowo pod wpływem zasilania wodami podziemnymi z samego podpiętrzonego mokradła. Ostatnie stanowisko, 4., jest usytuowane na rzece Pyszniczy w kilometrze 0+100, gdzie następowało pełne wymieszanie wód uchodzących z mokradła i starego koryta rzeczno (rys. 1).

Badania fizyczno-chemiczne przeprowadzono raz w miesiącu od kwietnia do października 2006 roku. Temperaturę, stężenie tlenu, zawartość procentową tlenu, odczyn, przewodność oraz TDS mierzono bezpośrednio na miejscu za pomocą odpowiednio – tlenomierza, pehametru i konduktometru. Analizy chemiczne dotyczą następujących parametrów: fosfor ogólny i fosforanowy, azot ogólny, azot azotanowy, azotynowy i amonowy oraz BZT₅. Badania wykonano zgodnie z polskimi normami.



Rys. 1. Rozmieszczenie punktów poboru prób na rzece Pysznicy i mokradle Pyszka
Fig. 1. Distribution of sampling points on Pysznica River and Pyszka wetland

Wyniki

Wykonane badania wód będących pod wpływem renaturyzowanego mokradła pozwoliły na ocenę retencji związków biogennych w badanym środowisku. Parametry fizyczne i biologiczne otrzymanych wyników zaprezentowano w tabeli 1. Wody zatrzymywane w mokradle odznaczały się w najcieplejszych miesiącach (czerwiec, lipiec) wyraźnie podwyższoną temperaturą. Miało to prawdopodobnie wpływ na intensywność rozkładu gromadzonej materii organicznej i silny spadek tlenu rozpuszczonego w stosunku do wód rzecznych. Zaobserwowano w tym czasie w wodach mokradła zwiększone wartości BZT₅. Pozostałe parametry praktycznie były zbliżone.

W tabeli 2 zamieszczono wyniki badań stężeń związków fosforu i azotu. Badano zarówno formy mineralne, jak i organiczne. Na przestrzeni całego okresu badawczego odnotowano różnice pomiędzy stężeniem fosforanów na kolejno badanych stanowiskach. Największe różnice odnotowano pomiędzy stanowiskiem 1., znajdującym się powyżej mokradła, a stanowiskiem 2. – wód spływających z samego mokradła. Wody pobierane z mokradła cechowały się mniejszymi wartościami tego parametru. Najbardziej było to zauważalne w czerwcu, kiedy odnotowano redukcję o blisko 1,5 mg PO₄ w 1 dm³. Stężenia fosforanów w wodzie pobieranej ze stanowiska 3. były na ogół podobne do stężeń wody pobieranej ze stanowiska 1. Wody w punkcie 4. cechowały się na ogół większą zawartością badanego parametru niż w punkcie 2, ale mniejszym niż w punktach 1. i 3. Wyniki wskazują na duży potencjał retencyjny w obszarze analizowanego mokradła. Stężenie fosforu ogólnego (rys. 2), podobnie jak fosforanów, pozwala na stwierdzenie retencji tej formy fosforu. Na ogół obserwowano mniejsze stężenia fosforu ogólnego na stanowisku 2. niż na stanowisku 1.

Zawartość azotu azotanowego (tab. 2) od czerwca do października na stanowisku 2. była znacznie mniejsza niż na stanowisku 1. i klasyfikowała się na poziomie od 0,2 do 0,7 mg NO₃ w 1 dm³. W pozostałych miesiącach stężenie tego pierwiastka na stanowisku 2. było większe niż na pozostałych i wynosiło 0,8 mg NO₃ w 1 dm³. Widoczna jest redukcja stężenia azotu azotanowego na stanowisku 2. w stosunku do stężenia na stanowisku 1. w całym okresie badawczym poza kwietniem i wrześniem. Redukcja ta wynosi ponad 70%. Stężenie azotu amonowego we wszystkich próbkach wody kształtowało się na poziomie poniżej 0,05 mg NH₄ w 1 dm³. Najmniejsze wartości (poniżej 0,005 mg NH₄ w 1 dm³) odnotowano w sierpniu, wrześniu i październiku na wszystkich stanowiskach badawczych. Największą wartość – 0,04 mg NH₄ w 1 dm³ badanego składnika – oznaczono w maju na stanowisku 1. Stężenie azotu ogólnego jest mniejsze na stanowisku 2. niż na stanowisku 1. w maju, czerwcu, lipcu i wrześniu (rys. 3), a większe – jedynie w kwietniu, sierpniu i październiku. Zróżnicowanie to jest trudne do interpretacji i prawdopodobnie wynika ze zmian w intensywności rozwoju planktonu w otwartej części mokradła.

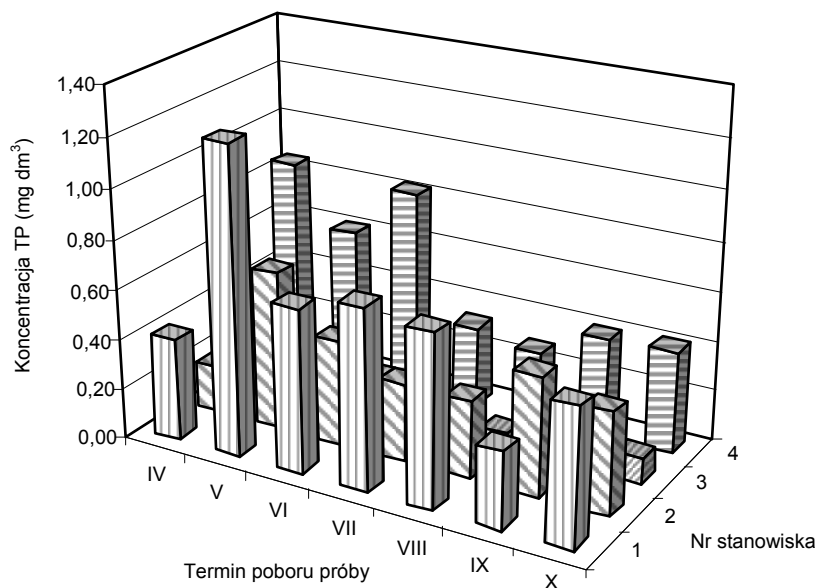
Kaczorkiewicz M., Bakaj D., Heese T., 2009. Możliwości retencji związków biogennych na przykładzie renaturyzowanego dolnego odcinka rzeki Pysznicy (dorzecze Parsęty, Polska Północna). Nauka Przyr. Technol. 3, 3, #85.

Tabela 1. Parametry fizyczne na wszystkich stanowiskach w okresie badań
Table 1. Physical parameters from each station in research time

Parametr	Jednostka	IV 2006	V 2006	VI 2006	VII 2006	VIII 2006	IX 2006	X 2006
Stanowisko 1.								
Temperatura	°C	13,0	13,90	18,00	20,10	15,90	19,40	10,80
Tlen (O ₂)	mg/dm ³	9,50	10,50	9,60	7,00	4,60	7,40	4,50
	%	100,00	102,60	100,00	76,30	47,40	80,10	40,00
pH		7,40	7,30	7,50	7,70	7,70	7,70	7,45
Przewodność	μS/cm	458,0	524,0	559,0	602,0	635,0	518,0	489,0
TDS	mg/dm ³	321,0	367,0	391,0	421,0	445,0	363,0	342,0
BZT ₅ (O ₂)	mg/dm ³	1,5	0,8	3,5	2,4	2,2	3,6	2,5
Stanowisko 2.								
Temperatura	°C	12,30	14,20	23,90	23,70	18,40	18,00	11,70
Tlen (O ₂)	mg/dm ³	10,70	8,80	7,88	1,92	3,55	3,92	3,60
	%	102,60	98,00	92,00	22,20	38,00	41,10	32,80
pH		7,50	7,50	7,30	7,40	7,50	7,40	7,60
Przewodność	μS/cm	498,0	469,0	527,0	582,0	575,0	508,0	429,0
TDS	mg/dm ³	349,0	328,0	369,0	407,0	103,0	356,0	300,0
BZT ₅ (O ₂)	mg/dm ³	1,9	2,5	5,1	2,3	2,8	1,79	2,5
Stanowisko 3.								
Temperatura	°C	12,60	14,20	20,00	22,40	16,50	18,90	11,10
Tlen (O ₂)	mg/dm ³	9,90	9,70	9,50	9,80	7,90	5,80	5,10
	%	112,50	94,70	103,30	111,30	80,20	59,00	45,80
pH		7,10	7,40	7,60	7,90	7,80	7,60	7,60
Przewodność	μS/cm	529,0	532,0	499,0	579,0	614,0	475,0	463,0
TDS	mg/dm ³	370,0	372,0	349,0	405,0	430,0	333,0	324,0
BZT ₅ (O ₂)	mg/dm ³	1,4	2	3,3	2,8	1,7	1,5	2,8
Stanowisko 4.								
Temperatura	°C	12,40	14,10	20,80	22,80	16,80	18,20	11,00
Tlen (O ₂)	mg/dm ³	9,80	8,80	8,60	6,70	6,00	3,90	3,90
	%	111,30	86,10	95,00	76,60	61,90	39,50	34,40
pH		7,30	7,30	7,50	7,60	7,60	7,40	7,50
Przewodność	μS/cm	529,0	498,0	522,0	582,0	607,0	465,0	462,0
TDS	mg/dm ³	370,0	349,0	365,0	407,0	425,0	326,0	323,0
BZT ₅ (O ₂)	mg/dm ³	1,9	2,1	4,1	2,4	2,1	0,9	1,4

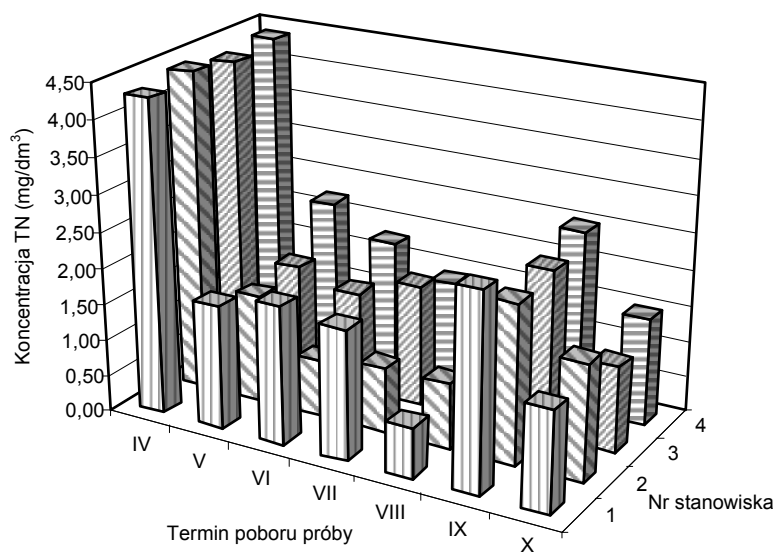
Tabela 2. Parametry chemiczne na wszystkich stanowiskach w okresie badań
 Table 2. Chemical parameters from each station in research time

Parametr	Jednostka	IV 2006	V 2006	VI 2006	VII 2006	VIII 2006	IX 2006	X 2006
Stanowisko 1.								
PO ₄	mg/dm ³	0,87	1,421	1,11	1,713	1,127	0,943	1,055
N-NO ₃	mg/dm ³	0,178	0,099	0,179	0,136	0,16	0,163	0,156
N-NO ₂	mg/dm ³	0,021	0,033	0,051	0,071	0,059	0,051	0,048
NH ₄	mg/dm ³	0,016	0,04	0,005	0,011	0,02	0,003	0,03
N _{min}	mg/dm ³	0,211	0,163	0,234	0,216	0,235	0,217	0,228
Chlorofil	µg/dm ³	1	2	2	3	1	1	1
Stanowisko 2.								
PO ₄	mg/dm ³	0,34	0,667	0,176	0,71	0,529	0,863	0,65
N-NO ₃	mg/dm ³	0,175	0,14	0,059	0,049	0,153	0,138	0,127
N-NO ₂	mg/dm ³	0,029	0,026	0,015	0,011	0,008	0,088	0,118
NH ₄	mg/dm ³	0,009	0,011	0,005	0,018	0,002	0,003	0,003
N _{min}	mg/dm ³	0,211	0,174	0,077	0,074	0,162	0,228	0,248
Chlorofil	µg/dm ³	2	4	6	5	9	3	2
Stanowisko 3.								
PO ₄	mg/dm ³	0,755	1,218	1,028	1,45	0,93	0,981	0,957
N-NO ₃	mg/dm ³	0,176	0,105	0,178	0,123	0,162	0,164	0,14
N-NO ₂	mg/dm ³	0,028	0,03	0,039	0,045	0,035	0,065	0,054
NH ₄	mg/dm ³	0,011	0,015	0,017	0,017	0,02	0,003	0,003
N _{min}	mg/dm ³	0,212	0,146	0,23	0,182	0,212	0,231	0,197
Chlorofil	µg/dm ³	1	2	2	2	1	1	1
Stanowisko 4.								
PO ₄	mg/dm ³	0,657	0,974	0,956	0,769	0,625	0,988	0,85
N-NO ₃	mg/dm ³	0,176	0,12	0,171	0,111	0,156	0,148	0,133
N-NO ₂	mg/dm ³	0,029	0,023	0,032	0,032	0,02	0,077	0,025
NH ₄	mg/dm ³	0,01	0,012	0,013	0,018	0,006	0,003	0,003
N _{min}	mg/dm ³	0,212	0,153	0,213	0,157	0,181	0,227	0,16
Chlorofil	µg/dm ³	2	2	3	4	2	1	1



Rys. 2. Zmiany stężenia fosforu ogólnego na wszystkich stanowiskach w okresie badań

Fig. 2. Variations in total phosphorus concentration from each station in research time



Rys. 3. Zmiany stężenia azotu ogólnego na wszystkich stanowiskach w okresie badań

Fig. 3. Variations in total nitrogen concentration from each station in research time

Dyskusja i wnioski

Poprawnie zrealizowana renaturyzacja obszarów wodno-błotnych polepsza produktywność ekologiczną na zdegradowanych gruntach, zachowuje różnorodność biologiczną i zmniejsza degradację ekosystemów (CHOI 2004). W literaturze możemy zastać i inne poglądy, gdzie przedstawia się renaturyzację jako część ogrodnictwa z dzikimi gatunkami w naturalnej mozaice krajobrazu (CHOI 2004 za ALLEN i HOEKSTR 1992).

Projekty renaturyzacyjne mają na celu zainicjowanie samoczynnych procesów naturalnych. Zapoczątkowane przez ludzi działania są dalej kontynuowane przez środowisko (ŻELAZO i POPEK 2002). W wyniku realizacji przedsięwzięć renaturyzacyjnych są osiąganymi wielorakie korzyści, m.in.: walory krajobrazowe, rekreacyjne i wypoczynkowe, wzrost bioróżnorodności, poprawa warunków hydrologicznych, a w szczególności retencja wody zmniejszająca ryzyko powodziowe. Udowodniono, że półnaturalne tereny zalewowe są w stanie retencjonować w czasie powodzi więcej wody niż sztuczne zbiorniki zaporowe (BLISKIE... 2004). Ważnym efektem działań renaturyzacyjnych jest także poprawa jakości wód. Badania instytutu Terenów Uprzemysłowionych dowiodły, że na terenach zalewowych dochodzi do znacznej redukcji BZT₅, wynoszącej od 12 do 47% (ŻELAZO i POPEK 2002).

O jakości wód w rzekach decyduje wiele czynników (ALLAN 1998). Na przykład temperaturę wody kształtują: temperatura powietrza, nasłonecznienie, siła wiatru, prędkość i turbulencja przepływu wody, jak również głębokość, zacienienie brzegów, odległość od źródła rzeki, a także dopływy, w tym również ścieki (DOJLIDO 1995). Badania przeprowadzone w rejonie renaturyzowanego mokradła Pyszka wykazały sezonowe zmiany temperatury wody. Temperatura była ściśle związana z warunkami pogodowymi. W dwóch miesiącach badań zaobserwowano bardzo wyraźne różnice w temperaturze na poszczególnych stanowiskach. Wody wypływające z mokradła były nawet o 6°C cieplejsze (stanowisko 2.) od wód dopływających do mokradła (stanowisko 1.). Było to spowodowane mniejszą prędkością przepływu wody przez mokradło niż rzekę Pysznicę. Na wzrost temperatury miała również wpływ większa powierzchnia mokradła w stosunku do powierzchni koryta rzecznego.

Temperatura wody ma duży wpływ na rozpuszczalność tlenu. Wraz ze wzrostem temperatury rozpuszczalność tlenu maleje (DOJLIDO 1995). Szczególnie dobrze jest to widoczne w wynikach badań z okresu letniego, kiedy to na stanowisku 2., o temperaturze najwyższej w stosunku do pozostałych stanowisk, stężenie tlenu było najmniejsze. W lipcu i sierpniu odnotowano znaczny wzrost wartości tego parametru na około 1-kilometrowym odcinku rzeki Pyszniczy między punktami pomiarowymi 1. i 3. Może to być przyczyną zwiększenia turbulencji przepływu, spowodowane burzliwym przelewaniem się wody – przy niższych jej stanach – przez próg piętrzący. Zwiększone wartości BZT₅ odnotowane w czerwcu były spowodowane przeprowadzanymi w tym czasie pracami melioracyjnymi, które przyczyniły się do wzburzenia osadów dennych, bogatych w substancje organiczne. Ich uwolnienie wpłynęło na wzrost stężeń nutrientów w wodach (DOJLIDO 1995, KAJAK 1998).

W wodach rzeki Pyszniczy stwierdzono duże stężenia fosforanów; w sezonie letnim wartości badanego pierwiastka wynosiły ponad 1,4 mg PO₄ w 1 dm³ na stanowisku 1. Według klasyfikacji jakości wód (z 2004 roku) wynik ten kwalifikuje rzekę do piątej klasy czystości. Taki stan może być spowodowany dopływem zanieczyszczeń ze zlewni

oraz małą produkcją pierwotną (KUBIAK i IN. 2004) Dopływy zanieczyszczeń do Pysznicy potwierdzono w badaniach Wojewódzkiego Inspektoratu Ochrony Środowiska w Koszalinie (SPRAWOZDANIE... 2006).

Na terenach podmokłych następuje zmniejszanie się ilości fosforu, o czym decyduje kilka procesów: adsorpcja na szczątkach organicznych, strącanie i tworzenie się nierozpuszczalnych związków z żelazem, wapniem i magnezem (MONBET 2007, RYDIN i WELCH 1998, FRANKOWSKI i IN. 2002), pobór przez makrofity (BOSTAN i IN. 2000, ZHOU i IN. 2001) oraz przez biofilm tworzący się na zanurzonych częściach roślin. Retencja fosforanów w obszarze mokradła Pyszka jest uzależniona od procesów produkcji pierwotnej, zachodzących intensywniej na obszarze mokradła niż w wodach rzeki (KACZMARCZYK 2004).

Na badanym obszarze fosfor ogólny jest kumulowany podobnie jak fosforany. W kwietniu i czerwcu odnotowano znaczne zmiany tego parametru wzdłuż rzeki Pysznicy. W tym okresie stężenie rosło na stanowisku 1. i 3., co zaszkodziło większym stężeniem na stanowisku 4. Retencja fosforu ogólnego na mokradle w tym okresie nie była na tyle silna, by wpłynąć na jakość wód rzecznych. Taka sytuacja miała jednak miejsce w: maju, lipcu i sierpniu, kiedy to mokradło wpłynęło na poprawę jakości wód rzecznych.

Azot, jako pierwiastek decydujący o produkcji pierwotnej w wodach powierzchniowych, występuje w nich w formie organicznej (rozpuszczonej oraz cząstek zawieszonych), gazowych cząsteczek N_2 oraz w formie jonów rozpuszczonych: NO_3^- , NO_2^- , NH_4^+ . Łatwo rozpuszczalne sole azotanowe i amonowe dopływają ze zlewni w formie rozpuszczonej. Azot organiczny dopływa głównie w wyniku erozji gleby, ale również w postaci substancji organicznej rozpuszczonej (KAJAK 1998).

W czerwcu i lipcu stwierdzono wyraźne zmniejszenie stężenia azotu ogólnego w wodach odpływających z mokradła Pyszka w stosunku do zawartości azotu w wodach dopływających. Azotany mogą być pobierane przez rozwijające się w obszarze mokradła makrofity i fitoplankton. Azotany stanowią około 90% azotu docierającego do wód powierzchniowych na terenach rolniczych (KAJAK 1998). Mniej zauważalne zmniejszenie stężeń azotu ogólnego w maju i wrześniu było prawdopodobnie spowodowane mniejszą aktywnością bakterii rozkładających materię organiczną (ALLAN 1998, DOBROWOLSKI i LEWANDOWSKI 1998, HEESE 2006). W kwietniu nie odnotowano większych różnic w stężeniu azotu ogólnego pomiędzy wodami wpływającymi do mokradła a wypływającymi z niego. We wszystkich punktach pomiarowych stwierdzono podobne stężenia tego parametru.

O korzystnym wpływie mokradła Pyszka na poprawę jakości wód rzeki Pysznicy mówi praca ZDOLIŃSKIEGO i IN. (2009), gdzie wykorzystano wskaźniki organizmów makrobentosowych. Autorzy na podstawie tych wskaźników wykazali pozytywny wpływ renaturyzowanego obszaru na wody rzeczne, prowadzący do poprawy ich jakości oraz wzrostu bioróżnorodności organizmów bentosowych na odcinku wypływającym z mokradła.

Wyniki badań fizyczno-chemicznych wód mokradła Pyszka oraz rzeki Pysznicy potwierdzają wpływ mokradła na zatrzymywanie biogenów i zmniejszenie ich odpływu ze zlewni, co założono w badaniach projektowych (PRZEDRZYMIRSKA i HEESE 2004). W badanym obszarze następuje retencjonowanie substancji biogennych, przyczyniające się do poprawy jakości wód rzecznych.

Literatura

- ALLAN D.J., 1998. *Ekologia wód płynących*. Wyd. Nauk. PWN, Warszawa.
- BARTOSIEWICZ A., BOGUSKI A., DĄBROWSKA B., PUCHALSKI W., 2002. Roślinność, metabolizm osadów dennych i warunki troficzne na terenie przyszłego odtwarzanego mokradła w dolinie rzeki Pysznicy. W: *Bliskie naturze kształtowanie dolin rzecznych*. Red. J. Pawelec. Wyd. Ucz. PK, Koszalin: 106-108.
- BOSTAN V., DOMINIK J., BOSTINA M., PARDOS M., 2000. Lakes and reservoirs. *Res. Manag.* 5: 105-110.
- CHOI Y.D., 2004. Theories for ecological restoration in changing environment: toward 'futuristic' restoration. *Ecol. Res.* 19: 75-81.
- DOBROWOLSKI K., LEWANDOWSKI K., 1998. *Ochrona środowisk wodnych i błotnych w Polsce*. Ofic. Wyd. Instytutu Ekologii PAN, Warszawa.
- DOJLIDO R., 1995. *Chemia wód powierzchniowych*. Ekonomia i Środowisko, Warszawa.
- FRANKOWSKI L., BOLALEK J., SZOSTEK A., 2002. Phosphorus in bottom sediments of Pomerania Bay (Southern Baltic – Poland). *Estuarine Coastal Shelf Sci.* 54: 1027-1038.
- HEESE T., 2006. Raport na temat efektów ekologicznych dla zadania Renaturyzacja terenu podmokłego – mokradło Pyszka. Związek Miast i Gmin Dorzecza Parsęty, Karlino.
- KAJAK Z., 1998. *Hydrobiologia – limnologia*. Ekosystemy wód śródlądowych. Wyd. Nauk. PWN, Warszawa.
- KACZMARCZYK A., 2004. Phosphorus removal from domestic wastewater in horizontal subsurface flow constructed wetland after 8 years of operation – a case study. *J. Environ. Eng. Landsc. Manag.* 12, 4: 126-131.
- KUBIAK J., TÓRZ A., MACHULA S., 2004. Chemizm wód rzeki Płoni w latach 1998-1999. W: *Bliskie naturze kształtowanie dolin rzecznych*. Red. T. Heese, W. Puchalski. Wyd. Ucz. PK, Koszalin: 171-179.
- LOWE E., BATTOE L., STITES D., COVENEY M., 1992. Particulate phosphorus removal via wetland filtration: an examination of potential for hypertrophic lake restoration. *Environ. Manag.* 16: 67-75.
- MITSCH W.J., 1995. Restoration of our lakes and rivers with wetlands – an important application of ecological engineering. *Water Sci. Technol.* 31: 167-177.
- MONBET PH., BRUNKILL G.L., ZAGORSKI I., PFITZER J., 2007. Phosphorus speciation in the sediment and mass balance for the central region of the Great Barrier Reef continental shelf (Australia). *Geochim. Cosmochim. Acta* 71: 2762-2779.
- MOUSTAFA M.Z., CHIMNEY M.J., FONTAINE T.D., SHIH S., DAVIS S., 1996. The response of freshwater wetland to long-term "low level" nutrient loads – marsh efficiency. *Ecol. Eng.* 7: 15-33.
- NAIRN R.W., MITSCH W.J., 2000. Phosphorus removal in created wetland ponds receiving river overflow. *Ecol. Eng.* 14: 107-126.
- OSMULSKA-MRÓZ B., 1995. *Lokalne systemy unieszkodliwiania ścieków*. Poradnik. IOŚ, Warszawa.
- PRZEDRZYMIRSKA J., HEESE T., 2004. Pyszka swamp – pilot study on restoration of lowland Polish river. W: *Fifth International Symposium on Ecohydraulics*. Madrid, Spain, 12-17 September 2004. Madrid: 557-562.
- ROZPORZĄDZENIE Ministra Środowiska z dnia 11 lutego 2004 r. w sprawie klasyfikacji dla prezentowania stanu wód powierzchniowych i podziemnych, sposobu prowadzenia monitoringu oraz sposobu interpretacji wyników i prezentacji stanu tych wód. 2004. *Dz. U.* nr 32, poz. 284.
- RYDIN E., WELCH E.B., 1998. Aluminum dose required to inactivate phosphate in lake sediments. *Water Res.* 32, 10: 2969-2979.

Kaczorkiewicz M., Bakaj D., Heese T., 2009. Możliwości retencji związków biogenych na przykładzie renaturyzowanego dolnego odcinka rzeki Pysznicy (dorzecze Parsęty, Polska Północna). *Nauka Przyr. Technol.* 3, 3, #85.

SPIELES D.J., MITSCH W.J., 2000. The effects of season and hydrologic and chemical loading on nitrate retention in constructed wetlands: a comparison of low- and high-nutrient riverine systems. *Ecol. Eng.* 14: 77-91.

SPRAWOZDANIE z badań nr 2006. 2006. Maszynopis. WIOŚ, Koszalin.

ZDOLIŃSKI P., GÓRAJEK A., LAMPART-KALUŻNIACKA M., 2009. Zastosowanie makrobentosowych indeksów biotycznych do oceny renaturyzacji na przykładzie rzeki Pysznicy (dorzecze Parsęty, Polska Północna). *Nauka Przyr. Technol.* 3, 3, #109.

ZHOU Q., GIBSON CH. E., ZHU Y., 2001. Evaluation of phosphorus bioavailability in sediments of three contrasting lakes in China and the UK. *Chemosphere* 42: 221-225.

ŻELAZO J., POPEK Z., 2002. Podstawy renaturyzacji rzek. Wyd. SGGW, Warszawa.

POSSIBILITY OF NUTRIENT RETENTION BASED ON RESTORATION OF THE PYSZNICA DOWNSTREAM SECTION (THE PARSETA BASIN, NORTH POLAND)

Summary. Pysznica River is one of the right-sided affluent of the Parsęta River. In our present study selected area of Pysznica was rearranged. Particularly, restoration process in which 14.7-24.3 ha polder area along 150 m river bank using artificial enrockment was created, was performed. Within this artificial wetland, the number of physicochemical parameters including total phosphorus, phosphate, total nitrogen, nitrate, nitrite, ammonia nitrogen, temperature, dissolved oxygen, pH, conductance of electrolytes were measured. Experimental data have been collected from April to October 2006, in one month step. Our experiment has revealed that such a restoration process strongly affects water retention. This subsequently changes the concentration of biogenic substances that were traced. The research described in this paper was supported by a national project called "Zintegrowany system zarządzania terenami podmokłymi dorzecza Parsęty" (Integrated system the Parsęta wetland areas management) and conducted by Koszalin University of Technology in cooperation with "Union of Polish Towns and Communes of the Parsęta Basin".

Key words: the Pyszka wetland, retention, nutrients

Adres do korespondencji – Corresponding address:

Magdalena Kaczorkiewicz, Katedra Biologii Środowiskowej, Politechnika Koszalińska, ul. Śniadeckich 2, 75-453 Koszalin, Poland, e-mail: magdalena.kaczorkiewicz@wbiis.tu.koszalin.pl

Zaakceptowano do druku – Accepted for print:

10.07.2009

Do cytowania – For citation:

Kaczorkiewicz M., Bakaj D., Heese T., 2009. Możliwości retencji związków biogenych na przykładzie renaturyzowanego dolnego odcinka rzeki Pysznicy (dorzecze Parsęty, Polska Północna). *Nauka Przyr. Technol.* 3, 3, #85.

