

STEFAN PIETRZAK
Instytut Technologiczno-Przyrodniczy w Falentach

ŚRÓDPOLNE OCZKA WODNE JAKO PUŁAPKI BIOGENÓW¹

1. Wstęp

Mianem śródpolnych oczek wodnych określa się małe akweny o powierzchni do 1 ha, występujące w krajobrazie rolniczym. Ich głębokość z reguły nie przekracza 1 m, ale dochodzi niekiedy również do 3 m. Spotyka się je na terenie całego kraju, najwięcej jednak na zajmującym ok. 30% jego powierzchni obszarze młodo glacialnym (ukształtowanym przez lądolód skandynawski podczas ostatniego zlodowacenia) obejmującym północną Wielkopolskę, Kujawy, Pojezierze Pomorskie i Pojezierze Mazurskie. Śródpolne oczka wodne nie zostały, jak dotychczas zinwentaryzowane, i nie jest znana dokładnie ogólna ich liczba. Wiadomo w tym zakresie, że na pojezierzu mazurskim znajduje się ok. 84 000 małych zbiorników wodnych (< 1 ha), a na pojezierzach zachodniopomorskim i kaszubskim jest ich odpowiednio, około 36 500 i 8 400 sztuk [SolarSKI, Nowicki 1990; Choiński 1999; Drwał, Lange 1985 za: Skwierawski 2010]. W całym kraju może ich być kilkaset tysięcy. Należy jednak zaznaczyć, że z roku na rok liczba śródpolnych oczek wodnych zmniejsza się na skutek osuszania, zarastania i dewastacji. Szacuje się, że tempo ich zanikania kształtuje się na poziomie 1,1% w skali roku [Karg, Karlik 1993 za: Symonides 2010]. Jest to bardzo niekorzystna tendencja, bowiem śródpolne oczka wodne rozumiane, jako system złożony z wody, osadów oraz roślinności strefy toni wodnej i strefy przybrzeżnej [na podstawie: Koc, Szyperek 2004] spełniają wiele pożytecznych funkcji. Jedną z nich, jest funkcja pułapki substancji biogenych migrujących wraz z wodą spływającą z pól uprawnych. Wypełniając ją, oczka wodne ograniczają

¹ Pracę zrealizowano w ramach działania nr 1.3 Programu Wieloletniego ITP 2011–2015 pt.: Monitoring skuteczności ograniczania emisji zanieczyszczeń z gospodarstw domowych i źródeł rolniczych do wód powierzchniowych i gruntowych.

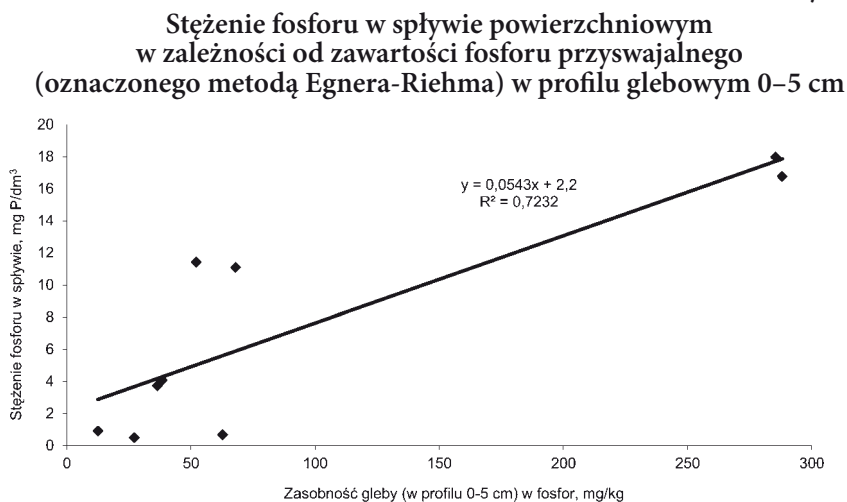
m.in. przedostawanie się związków azotu i fosforu do cieków i większych zbiorników wodnych (np. jezior) i pełnią przez to ważną rolę w ich ochronie.

Celem pracy jest zaprezentowanie roli i znaczenia śródpolnych oczek wodnych oraz podobnych im małych akwenów w ochronie jakości innych rodzajów wód powierzchniowych.

2. Spływ powierzchniowy jako źródło biogenów

Śródpolne oczko wodne w granicach mikrozelewni, w której jest położone, stanowi, „centrum akumulacji biogenów, ograniczając w ten sposób ich przedostawanie się do innych typów wód powierzchniowych (cieków, jezior)” [Koc i in. 2001 za: Skwierawski 2010]. Do oczka wodnego biogeny transportowane są przede wszystkim wraz ze spływem powierzchniowym. Spływ powstaje w wyniku opadów deszczu o dużym natężeniu lub szybkiego topnienia pokrywy śnieżnej, w warunkach wystąpienia na danym obszarze opadu efektywnego (część opadu całkowitego, która nie została zatrzymana w glebie. Jego chemizm kształtuje się pod wpływem różnych czynników obejmujących m.in. : rodzaj zabiegów uprawowych, dawki stosowanych nawozów mineralnych i naturalnych, zasobność gleby w składniki pokarmowe, rodzaj pokrywy roślinnej oraz uwarunkowania pogodowe. W szczególności stwierdzono, że poziom stężenia fosforu fosforanowego ($P-PO_4$) w spływie zależy ściśle od zawartości fosforu przyswajalnego dla roślin w górnej warstwie gleby, na której on się formuje [Hansen i in. 2012; Pietrzak i in. 2013; Schierer i in. 2007; Schindler i in. 2002; Sharpley i in. 1985]. Zależność ta ma charakter liniowy, jak na rysunku 1.

Rysunek 1



Źródło: Pietrzak i in. [2013].

Poziomy stężenie składników biogenych w spływie w zależności od uwarunkowań formowania się jego składu, wahają się w szerokich granicach [Cho J-Y. 2003; Elrashidil i in. 2005; Komiskey i in. 2011; Lentz, Lehrs 2010; Smith i in. 2001; Thayer 2011]. Przykładowo, badania składu chemicznego wody spływającej z pola uprawnego w województwie zachodniopomorskim (fotografia 1) wykazały, że znajdowało się w niej w zależności od cyklu pomiarowego od 0,49 do 17,97 mg·dm⁻³ fosforu fosforanowego, od 0,25 do 5,06 azotu amonowego mg·dm⁻³ i od 0,46 do 19,87 mg·dm⁻³ azotu azotanowego (średnio: 7,46 mg P-PO₄·dm⁻³; 1,01 mg N-NO₃·dm⁻³; 11,62 mg N-NH₄·dm⁻³) [Pietrzak i in. 2013].

Fotografia 1

Pole uprawne usytuowane na stoku, graniczące u podstawy z oczkiem wodnym w gminie Stare Czarnowo w woj. zachodniopomorskim



Źródło: A. Brysiewicz

Zanieczyszczenia docierające do oczka wodnego w spływie, a także za pośrednictwem innych nośników są w nim retencjonowane i w swoisty sposób unieszkodliwiane. Unieszkodliwianie to występuje w wyniku zespołu fizycznych, chemicznych oraz biologicznych procesów charakterystycznych dla mokradeł [Bergier i in. 2004; Helman, Grubba 1998 za: Górski, 2009], w szczególności takich, jak:

- sedymentacja i filtracja zanieczyszczeń mechanicznych (szczątki roślin, piasek, muł itp.),
- rozkład biologiczny materii organicznej przez tlenowe oraz beztlenowe bakterie,
- mikrobiologiczne przemiany związków azotowych (nityfikacja, denityfikacja),
- pobieranie związków azotu i fosforu przez rośliny,
- chemiczne wiązanie fosforu z mineralnymi składnikami podłoża (sorpcja).

Obecność zanieczyszczeń docierających do śródpolnych oczek znajduje odzwierciedlenie m.in. w stanie czystości ich wody.

3. Ocena jakości wody śródpolnych oczek ze względu na stężenia składników biogenych

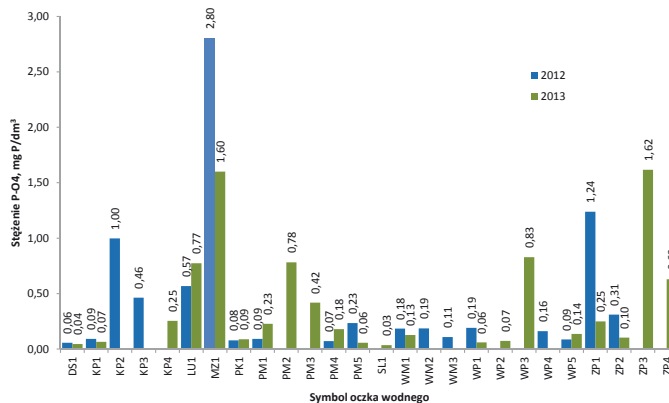
Badania jakości wody w małych akwenach otoczonych polami, przeprowadzone w latach 2012–13 w różnych regionach kraju wykazały, że zawierały one

średnio od 0,03 do 2,80 mg·dm⁻³ fosforu fosforanowego (P-PO₄) od 0,39 do 9,20 mg·dm⁻³ azotu mineralnego (N-NO₃ + N-NH₄) (Rysunki 2 i 3.). Wśród ocenianych w 2012 i 2013 r. śródpolnych oczek, odpowiednio (w zależności od roku), w co najmniej 66,7 i 71,4% z nich występowały wody eutroficzne ze względu na przekroczenie przyjętych wartości granicznych wskaźników eutrofizacji wód stojących dla fosforu i azotu², tj. znajdowało się w nich więcej niż 0,1 mg P_{og}·dm⁻³ bądź 1,5 mg N_{og}·dm⁻³ [źródło: badania własne].

Powyższe wskazuje, że koncentracja składników biogennych w wodzie śródpolnych oczek może być bardzo zróżnicowana. To zróżnicowanie jest zrozumiałe zważywszy, że śródpolne akwenty wraz z otaczającym je gruntami tworzą zintegrowane układy o indywidualnym charakterze, w związku z czym skład chemiczny ich wód każdorazowo kształtuje odrębny zespół czynników. Zarazem duży odsetek oczek, w których stwierdzono, że występują warunki do rozwoju procesu eutrofizacji, pośrednio świadczy, że w powszechnym wymiarze skutecznie wypełniają one funkcje ochronne jako bariery przechwytyjące biogeny (bariery geochemiczne).

Rysunek 2

Średnie stężenie fosforu fosforanowego w wodzie ze śródpolnych oczek wodnych

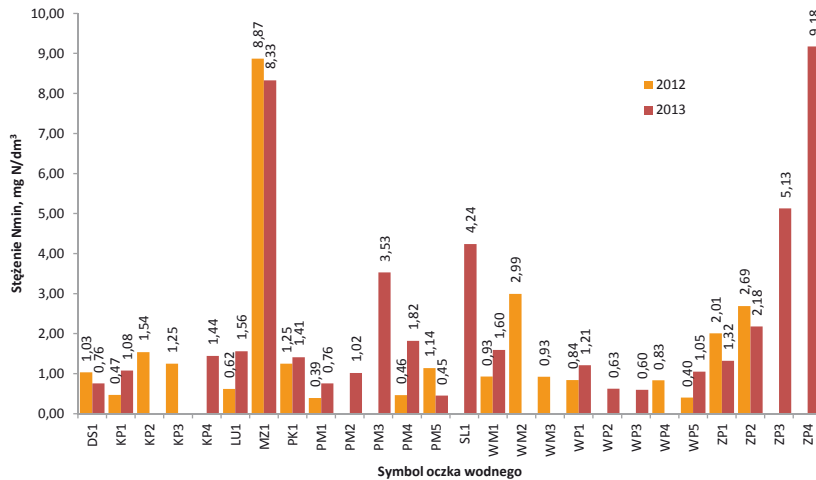


Objaśnienia: // średnie stężenia określono na podstawie wyników analiz próbek wody z oczek wodnych, pobranych czterokrotnie w odstępach miesięcznych w danym roku, w okresie wegetacyjnym; /ii/ litery w symbolu oczka oznaczają skrót nazwy województwa, w którym jest ono zlokalizowane: DS – dolnośląskie, KP - kujawsko-pomorskie, LU – lubelskie, MZ - mazowieckie, PK –podkarpackie, PM – pomorskie, SL – śląskie, WM - warmińsko-mazurskie, WP – wielkopolskie, ZP – zachodniopomorskie; /iii/ liczby w symbolu oczka oznaczają kolejny nadany mu numer danym województwie.

Źródło: Opracowanie własne.

² Wartości granicznych wskaźników eutrofizacji wód stojących dla fosforu i azotu dla wód stojących podane są Rozporządzeniu MŚ z dnia 23 grudnia 2002 r. w sprawie kryteriów wyznaczania wód wrażliwych na zanieczyszczenie związkami azotu ze źródeł rolniczych [Rozporządzenie ... 2002]. Ścisłe ujmując, rozporządzenie to określa wartości graniczne dla fosforu ogólnego i azotu ogólnego. W ramach dokonanej oceny przyjęto, że jeśli stężenia fosforu fosforanowego i azotu mineralnego w próbkach wody pobranych z oczek wodnych były większe od wartości granicznych dla fosforu ogólnego i azotu ogólnego, to tym bardziej koncentracja P_{og} i N_{og}, była w nich większa od ustanowionych w tym zakresie w rozporządzeniu norm

Rysunek 3

Średnie stężenie azotu mineralnego ($N-NO_3 + N-NH_4$) w wodzie ze śródpolnych oczek wodnych³

Źródło: Opracowanie własne.

4. Znaczenie śródpolnych oczek wodnych w świetle doświadczeń innych krajów

W okresie ostatnich stuleci, w wyniku różnych czynników naturalnych i antropogenicznych (w tym zwłaszcza, w następstwie melioracji i regulacji dolin rzecznych oraz intensyfikacji rolnictwa) w Europie gwałtownie zmniejszyła się liczba małych zbiorników wodnych⁴ w krajobrazie rolniczym. Ocenia się, że w XX w. w różnych krajach europejskich ubyło od 40 do 90% tego rodzaju akwenów [Oertli i in. 2002 za: Ożgo 2010]. Po latach destrukcyjnego podejścia i niedoceniaenia zmienił się jednak stosunek do nich. Aktualnie, małe zbiorniki wodne, ze względu na ich wielofunkcyjne znaczenie (w tym, z uwagi na ważną rolę, jaką spełniają w ochronie jakości zasobów wodnych), cieszą się dużym zainteresowaniem nauki i praktyki. Jednym z praktycznych objawów tego zainteresowania są podejmowane na szeroką skalę w niektórych krajach (szczególnie skandynawskich) przedsięwzięcia, w wyniku których powstają na obszarach rolniczych glebowo-roślinne obiekty inżynierskie symulujące funkcje środowiskowe spełniane przez naturalne systemy wodno-błotne, zwane w jęz. angielskim „constructed wetlands”

³ Objaśnienia: jak do rys. 2.

⁴ Termin „małe zbiorniki wodne” oznacza tu nieduże akweny o powierzchni takiej, jak typowe śródpolne oczka wodne, ale również większe od nich.

(fotografia 2), co się tłumaczy jako „sztuczne mokradła”⁵. Dobrym przykładem w tym zakresie jest Szwecja, w której pomiędzy 1990 a 2010 rokiem wybudowano kilka tysięcy sztucznych mokradeł, o łącznej powierzchni 7800 hektarów [Strand, Weisner 2013]. Nadmienić należy, że w kraju tym, rolnicy podejmujący się budowy sztucznych mokradeł mogą otrzymać dotacje pokrywające do 90% koszty inwestycji (standardowo ustalono jej wysokość na poziomie 26 800 €·ha⁻¹ mokradła), a ponadto mogą otrzymywać dotacje na ich utrzymanie [Owenius, van der Nat 2011].

Fotografia 2

Przykład sztucznego mokradła w Haavisto w Finlandii



Źródło: S. Pietrzak

W krajach skandynawskich, sztuczne mokradła są budowane przede wszystkim w celu zatrzymywania składników biogennych spłukiwanych z pól uprawnych, a ponadto ze względu na przynoszone przez nie dodatkowe korzyści, takie jak: poprawa różnorodności biologicznej, zwiększenie zasobów wody, wzbogacenie walorów krajobrazu, stworzenie/poprawa możliwości prowadzenia nawodnień, produkcja biomasy roślinnej. Jeśli chodzi o zdolność do retencjonowania składników nawozowych przez sztuczne mokradła, to jest ona zróżnicowana – czasami bardzo duża, z dużymi wahaniami w ciągu sezonu i w poszczególnych latach, w zależności od wielu czynników. Przyjmuje się ogólnie, że sztuczne mokradła zatrzymują 20–90% azotu i 25–100% fosforu wprowadzanych do nich ze spływem. Na podstawie obecnej wiedzy i doświadczeń ze sztucznymi mokradłami w warunkach rolnictwa intensywnego uznaje się, że mogą one retencjonować azot i fosfor odpowiednio w ilości 250–500 kg N·ha⁻¹·rok⁻¹ i 5–10 kg P·ha⁻¹·rok⁻¹ [Owenius, van der Nat 2008].

W świetle wysiłków podejmowanych w różnych krajach w celu rekonstrukcji obszarów użytkowanych rolniczo w małe zbiorniki wodne, bardziej wyrazistego

⁵ „Sztuczne mokradło” jest najczęściej zbiornikiem o niewielkiej powierzchni, ponieważ termin ten może być też rozumiany, jako „sztuczne oczko wodne”.

znaczenia nabiera fakt, że w Polsce ciągle zachowała się duża liczba śródpolnych oczek wodnych (w warunkach krajowych proces ich likwidacji, aczkolwiek dokładny, nie osiągnął takich rozmiarów, jak w wysoko rozwiniętych rolniczo krajach europejskich). Akweny te powinno się traktować, jako bardzo cenne elementy rolniczej przestrzeni produkcyjnej, i dążyć do utrzymania co najmniej ich obecnego stanu ilościowego.

5. Podsumowanie

Śródpolne oczka wodne wypełniają całą gamę funkcji ekologicznych, które dopiero od niedawna zaczęto doceniać. Jedną z tych funkcji jest zatrzymywanie różnych form azotu i fosforu, migrujących z agroekosystemów, przez co w pewnym stopniu zabezpieczają one przed zanieczyszczeniem tymi składnikami wody płynące i zgromadzone w większych zbiornikach. Ta swoista rola oczek wodnych, jako pułapki biogenów, jest szczególnie ważna w kontekście potrzeb związanych z procesem wdrażania w Polsce Dyrektywy Azotanowej, Ramowej Dyrektywy Wodnej i Konwencji Helsińskiej. Ze względu na powyższe, jak też ze względu na inne cenne walory (przyrodnicze i krajobrazowe) tych małych akwenów, powinny one zostać objęte programem ochrony. Jest to istotne, bowiem postępuje proces ich likwidacji. Nie można dopuścić do jego dalszego pogłębienia. Pouczające w tym zakresie jest, że w krajach, w których naturalne rezerwuary wodne o małej powierzchni w znacznym stopniu zostały zlikwidowane, przywraca się je obecnie (przy zaangażowaniu dużych nakładów finansowych) w formie sztucznie wybudowanych zbiorników.

LITERATURA

1. Bergier T., Czech A., Czupryński P., Łopata A., Wachniew P., Wojtal J. (2004): *Roślinne oczyszczalnie ścieków: przewodnik dla gmin*. Kraków. Natural Systems. ISBN 83-920509-0-8 ss. 32.
2. Cho J-Y., (2003): Seasonal runoff estimation of N and P in a paddy field of Central Korea. *Nutrient Cycling in Agroecosystems* 65 s. 43–52.
3. Elrashidil M. A., Mays M. D., Fares A., Seybold C. A., Harder J. L., Peaslee S. D., Van-Nestel P. (2005): Loss of nitrate-nitrogen by runoff and leaching for agricultural watersheds. *Soil Science* Vol. 170, No. 12 s. 969-984.
4. Górski D. (2009): Wykorzystanie sztucznie tworzonych mokradel do ograniczenia ilości rumowiska w odpływie rzeczonym. *Przegląd Naukowy. Inżynieria i Kształtowanie Środowiska Rocznik XVIII 2009 Zeszyt 2 (44)* s. 30-37. Dostępny w internecie: iks_pn.sggw.pl/z44/art4.pdf

5. Hansen N.E., Vietor D.M., Munster C.L., White R.H., Provin T.L. (2012): Runoff and nutrient losses from constructed soils amended with compost [online]. *Applied and Environmental Soil Science*. Vol. 2012. Article ID 542873. [Dostęp: 9.07.2013]. Dostępny w Internecie: <http://www.hindawi.com/journals/aess/2012/542873/>
6. Koc J., Szyperek U. (2004): *Skuteczność barier biogeochemicznych w ograniczaniu spływu azotu w środowisku rolniczym*. *Annales UMCS, Sec. E*, 59, 1 s. 93-100.
7. Komiskey M.J., Stuntebeck T.D., Frame D.R., Madison F.W. (2011): Nutrients and sediment in frozen-ground runoff from no-till fields receiving liquid-dairy and solid-beef manures [online]. *Journal of Soil and Water Conservation*. Vol. 66. No. 5. Dostępny w Internecie: <http://www.jswconline.org/content/66/5/303.full.pdf+html>
8. Lentz R.D., Lehrsch G.A. (2010): Nutrients in runoff from a furrow-irrigated field after incorporating inorganic fertilizer or manure [online]. *Journal Environ Quality*. Vol. 39(4) s. 1402–1415. Dostępny w Internecie: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20830928>
9. Owenius S., van der Nat D. (2011): Measures for water protection and nutrient reduction. [online]. Rapport nr 2011-0314-A. WRS Uppsala AB 2011-05-26 pp. 57. Dostępny w Internecie: http://www.balticcompass.org/Measures%20for%20waterprotection_WP3.pdf
10. Ożgo M. (2010): Rola małych zbiorników wodnych w ochronie bioróżnorodności. *Parki Narodowe i Rezerваты Przyrody* 29(3) s. 117- 124.
11. Pietrzak S., Wesołowski P., Brysiewicz A., Dubil M. (2013): Chemizm polowego spływu powierzchniowego na tle uwarunkowań agrotechnicznych, w wybranym gospodarstwie w województwie zachodniopomorskim. *Woda Środ. Obsz. Wiej. (VII–IX): T. 13 Z. 3 (43)* s. 115-129.
12. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 23 grudnia 2002 r. w sprawie kryteriów wyznaczania wód wrażliwych na zanieczyszczenie związkami azotu ze źródeł rolniczych. *Dz. U.* 2002 Nr 241, poz. 2093.
13. Schierer R.A., Davis J.G., Zumbunnen J.R. (2007): Predicting phosphorus runoff from calcareous soils [online]. *Western Nutrient Management Conference*. 2007. Vol. 7. Salt Lake City, UT. Dostępny w Internecie: http://isnap.oregonstate.edu/WERA_103/2007_Proceedings/WNMC07.p130.Schierer.pdf
14. Schindler F.V., German D., Gelderman R. (2002): Establishing a relationship between soil test P and runoff P for a South Dakota soil using simulated rainfall. *Annual Report: 2002 USGS 104b Research Projects* [online]. [Dostęp: 9.07.2013]. Dostępny w Internecie: <http://www.sdstate.edu/abe/wri/research/upload/Establishing-a-Relationship-Between-Soil-Test-P-and-Runoff-P-for-a-South-Dakota-Soil-Using-Simulated-Rainfall-4.pdf>
15. Sharpley A.N., Smith S.J., Berg W.A., Williams J.R. (1985): *Nutrient runoff losses as predicted by annual and monthly soil sampling*. *Journal of Environmental Quality*. Vol. 14.No. 3 s. 354–360.
16. Skwierawski A. (2010): Funkcjonowanie małych zbiorników wodnych w różnych typach krajobrazu. W: *Ochrona zasobów i jakości wody w krajobrazie wiejskim* (red. Józef Koc). Olsztyn: UW-M. Monografie 1p, Rozdział 8 s. 175-195, ISBN: 978-83-929462-6-7.

17. Smith K.A., Jackson D.R., Pepper T.J. (2001): Nutrient losses by surface run-off following the application of organic manures to arable land. 1. Nitrogen [online]. Environmental Pollution. Vol. 112 (1). Dostępny w Internecie: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11202653>
18. Strand J.A., Weisner S.E.B. (2013): Effects of wetland construction on nitrogen transport and species richness in the agricultural landscape – experiences from Sweden. Ecological Engineering, Volume 56, ss. 14–25. Dostępny w Internecie: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0925857412004491>
19. Symonides E. (2010): Znaczenie powiązań ekologicznych w krajobrazie rolniczym. Woda Środ. Obsz. Wiej. t. 10 z. 4 (32) s. 249–263.
20. Thayer Ch. (2011): Nutrient Runoff Following Manure Application [online]. Biological Systems Engineering. Dissertations, Theses, and Student Research. Paper 17. Dostępny w Internecie: <http://digitalcommons.unl.edu/biosysengdiss/17>
21. Wprowadzenie i opis ogólny wykazu wód powierzchniowych przeznaczonych do bytowania ryb, skorupiaków i mięczaków oraz umożliwiających migrację ryb. Dostępny w Internecie: http://bip.rzgw.szczecin.pl/pliki/wykazy/nb_wstep.pdf

e-mail: s.pietrzak@itp.edu.pl