

PRZEMYSŁAW FRANKOWSKI¹, JANINA ZBIERSKA²

¹Afirma Sp. z o.o. w Poznaniu

²Katedra Ekologii i Ochrony Środowiska
Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu

OCENA JAKOŚCI WODY I POTENCJAŁU EKOLOGICZNEGO MAŁYCH ZBIORNIKÓW WODNYCH ODBUDOWANYCH W KRAJOBRAZIE ROLNICZYM WIELKOPOLSKI

ASSESSMENT OF WATER QUALITY AND ECOLOGIC POTENTIAL
OF SMALL WATER RESERVOIRS
REBUILT IN AGRICULTURAL LANDSCAPE OF WIELKOPOLSKA

Streszczenie. W pracy przedstawiono ocenę jakości wód i potencjału ekologicznego odtworzonych małych, polodowcowych zbiorników śródpolnych, odbudowanych w latach 1999-2000 w pobliżu wsi Nienawiszcz, na terenie gminy Rogoźno w Wielkopolsce. Oceny dokonano na podstawie badań i analiz wykonanych w latach 2010-2012, obejmujących wybrane elementy biologiczne i fizyczno-chemiczne jakości wody oraz roślinność wodną i otaczającą zbiorniki. Woda w odtworzonych zbiornikach spełniała wymagania jakościowe dla hodowli ryb oraz dla celów kąpielowych. Wykazano, że jakość wody i potencjał ekologiczny zbiorników można określić jako dobre lub zadowalające. Odbudowane zbiorniki śródpolne pozytywnie wpłynęły na zwiększenie różnorodności w krajobrazie rolniczym i wraz z otaczającą je roślinnością stanowią bufor dla spływających z pól składników biogennych.

Słowa kluczowe: jakość wód, potencjał ekologiczny, zbiorniki śródpolne, strefy buforowe

Wstęp

Małe zbiorniki wodne, a także łąki, miedze, kanały, bagna i zadrzewienia, stanowią ważny element obiegu materii w przyrodzie (Kraska i Kaniecki, 1995). Rolnictwo, rozwijające się na terenie Wielkopolski przez setki lat, doprowadziło do uproszczenia struktury ekosystemów i krajobrazu oraz zubożenia różnorodności gatunków flory i fauny (Ryszkowski, 1981). Odpowiednio ukształtowane elementy krajobrazu rolnicze-

go (w tym m.in. małe zbiorniki śródpolne i zadrzewienia) ograniczają migrację składników biogennych i zanieczyszczeń do wód powierzchniowych i w głąb profilu glebowego (Bałazy i Ryszkowski, 1992; Koc i in., 2001; Skwierawski i Szyperek, 2002). Związki te akumulują się w zbiornikach śródpolnych i są w większości wbudowywane w tkanki organizmów wodnych i bagiennych (Bałazy i Ryszkowski, 1992; Sobczyńska-Wójcik, 2010; Szoszkiewicz i in., 2010). Z tych względów w odtworzonych przez człowieka zbiornikach często występuje bardzo słaba jakość wód (Sobczyńska-Wójcik, 2010). Część z tych związków jest także magazynowana w osadach dennych, które mogą zostać później wykorzystane jako nawóz, jeżeli nie zawierają metali ciężkich (Ryszkowski i in., red., 2003). Według Mioduszeńskiego (2003) zlewnia, której 40% powierzchni zajmują mokradła oraz zbiorniki wodne, zatrzymuje ponad 90% zanieczyszczeń obszarowych pochodzenia rolniczego.

Dotychczasowe badania przedstawiane w literaturze, związane z małymi zbiornikami wodnymi, koncentrowały się na zbiornikach naturalnych i dotyczyły głównie jakości wody (Koc i in., 2001; Koc i Skwierawski, 2004; Skwierawski i Szyperek, 2002), rzadziej osadów dennych (Podlasińska, 2012; Siwek, 2011), nie były natomiast badane sztuczne, małe zbiorniki śródpolne, ani w odniesieniu do jakości wody, ani potencjału ekologicznego.

Z punktu widzenia ochrony przyrody i kształtowania krajobrazu przywracanie ekosystemów wodnych w miejscach ich naturalnego występowania jest jedną z najkorzystniejszych form rekultywacji (Puchalski, 1996; Sobczyńska-Wójcik, 2010). Między innymi z tego powodu przystąpiono do zrealizowania inwestycji będącej przedmiotem badań. Celem inwestycji było także zatrzymanie wody w krajobrazie rolniczym oraz zwiększenie retencji i różnorodności biologicznej (Frankowski i Zbierska, 2014).

Celem badań przedstawionych w pracy była ocena jakości wody oraz możliwości zapewnienia dobrego potencjału ekologicznego małych zbiorników wodnych odbudowanych w krajobrazie rolniczym.

Material i metody

Badaniami objęto dwa zbiorniki wodne położone w pobliżu wsi Nienawiszcz, na terenie gminy Rogoźno w Wielkopolsce. Badania prowadzone w latach 2010-2012 obejmowały:

- pobranie z każdego zbiornika dziewięciu próbek wody w roku hydrologicznym 2011 (raz w miesiącu) i pięciu próbek w roku hydrologicznym 2012 (raz na dwa miesiące, z wyjątkiem okresu zimowego, kiedy zbiorniki zamrzęły);
- wykonanie analiz wody – wybranych wskaźników biologicznych (chlorofil „a”, fitobentos) i fizyczno-chemicznych (tlen rozpuszczony, BZT₅, przewodność, jon amonowy, azotany, azotyny, azot ogólny, fosforany, fosfor ogólny, miedź, cynk);
- wykonanie pomiaru przejrzystości wody krążkiem Secchiego (jednorazowo we wrześniu 2011 roku oraz czterokrotnie w 2012 roku);
- wykonanie we wrześniu 2011 roku inwentaryzacji makrofitów występujących w zbiornikach;

- pobranie we wrześniu 2012 roku próbek fitobentosu okrzemkowego rozwijającego się na makrofitach (epifitonu) i przeanalizowane ich zgodnie z metodyką opracowaną przez Picińską-Fałtynowicz i Błachutę (2010);
- ocenę jakości wód pod kątem bytowania ryb zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Środowiska... (2002);
- ocenę jakości wód pod kątem przydatności do kąpielii zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Zdrowia... (2011);
- ocenę potencjału ekologicznego zgodnie z zaleceniami Ramowej Dyrektywy Wodnej UE (Dyrektywa..., 2000) oraz Rozporządzeniem Ministra Środowiska... (2011).

Analizy fizyczno-chemiczne wody wykonano metodami standardowymi w akredytowanym laboratorium Aquanet S.A. w Poznaniu. Oceny potencjału ekologicznego zbiorników dokonano na podstawie wybranych wskaźników jakości wód (elementy biologiczne, fizyczno-chemiczne) i ich odniesienia do wartości granicznych określonych dla pięciu klas potencjału ekologicznego. Wyniki przedstawiono w tabelach odpowiednimi kolorami:

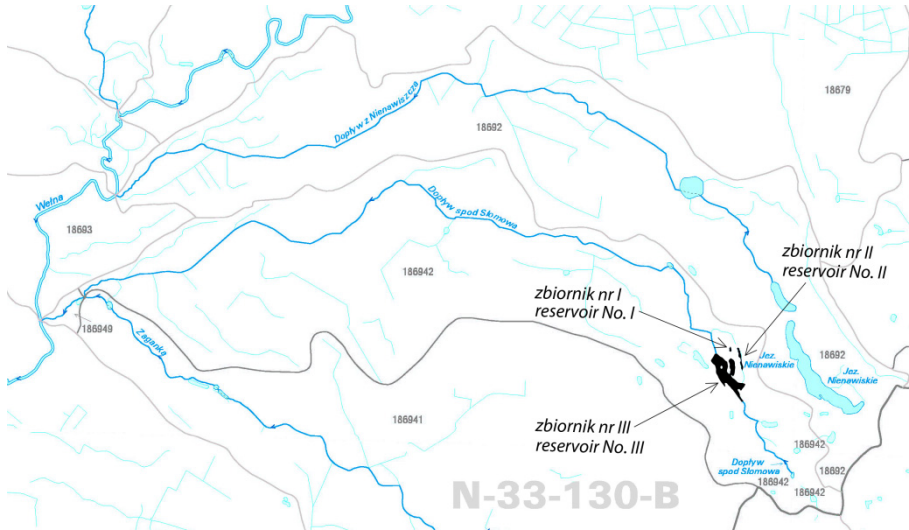
klasa potencjału ekologicznego	ocena potencjału ekologicznego
I	bardzo dobry
II	dobry
III	umiarkowany
IV	słaby
V	zły

Ramowa Dyrektywa Wodna (RDW) Unii Europejskiej (Dyrektywa..., 2000) wymaga zapewnienia przynajmniej dobrego stanu wód do 2015 roku. Przez pojęcie dobrego potencjału ekologicznego należy rozumieć niewielkie zmiany w składzie i liczebności elementów biologicznych zbiornika oraz nieznaczne naruszenie jego warunków morfologicznych i reżimu hydrologicznego (Szoszkievicz i in., 2010).

Charakterystyka obszaru badań

Odbudowane zbiorniki są położone koło wsi Nienawiszcz w gminie Rogoźno, w Wielkopolsce. Są zlokalizowane w zlewni Dopływu spod Słomowa uchodzącego do rzeki Wełny (rys. 1). Zlewnia ta ma charakter rolniczo-leśny, większe kompleksy leśne występują głównie w części źródłowej i środkowej. W zlewni bezpośredniej odbudowanych zbiorników wodnych występują głównie grunty orne (Frankowski i Zbierska, 2014), co może stwarzać ryzyko spływu składników biogenych.

Szczegółową charakterystykę hydromorfologiczną zbiorników oraz ich wpływ na poprawę małej retencji wodnej w krajobrazie rolniczym przedstawiono w pracy Frankowskiego i Zbierskiej (2014).



Rys. 1. Lokalizacja odbudowanych zbiorników wodnych (zbiorniki nr I i nr II) oraz odtworzonego jeziora polodowcowego (zbiornik nr III) na tle mapy podziału hydrograficznego Polski (Czarnecka, red., 2005)

Fig. 1. Localization of rebuilt water reservoirs (reservoirs No. I and No. II) and restored glacial lake (reservoir No. III) against the hydrographic map of Poland (Czarnecka, red., 2005)

Wyniki i dyskusja

Zbiorniki wodne usytuowane wśród pól uprawnych są narażone na stopniową degradację, a ich biocenozy – na drastyczne zubożenie, głównie na skutek spływu pestycydów i nawozów mineralnych (Symonides, 2010). Znaczący wpływ na to ma również ich niewielka powierzchnia i objętość wody w stosunku do powierzchni zlewni (Sobczyńska-Wójcik, 2010). Jakość wody w zbiornikach zależy głównie od jakości wody w zasilających go ciekach (Czamara i Wiatkowski, 2004; Sobczyńska-Wójcik, 2010) i spływach powierzchniowych. Nieodpowiednia jakość retencjonowanej wody może doprowadzić do eutrofizacji zbiorników lub wystąpieniu deficytu tlenowego i w konsekwencji – do rozwoju organizmów stwarzających niebezpieczeństwo dla kąpiących się ludzi (Szczykowska, 2009), bowiem składniki biogenne wnoszone w nadmiarze do środowiska wodnego powodują wzrost jego żyzności (Durkowski, 1997), stanowiąc zagrożenie dla ekosystemów wodnych. Proces eutrofizacji w znacznym stopniu stymulują azot i fosfor zawarte w spływach powierzchniowych z terenów wiejskich (Siwek, 2011; Sobczyńska-Wójcik, 2010). W związku z powyższym przy odbudowie śródpolnych zbiorników wodnych w krajobrazie rolniczym powinny być równocześnie tworzone bariery ochronne, zapobiegające migracji związków chemicznych z pól uprawnych.

Z uwagi na rolniczy charakter zlewni bezpośredniej zbiorników wodnych, dla zapewnienia ich ochrony przed zanieczyszczeniami, już na etapie ich odbudowy zrealizo-

wano działania mające na celu ograniczenie przenikania do nich zanieczyszczeń z terenów przyległych, obejmujące odpowiednie wyprofilowanie brzegów i zagospodarowanie strefy buforowej. W ramach ochrony różnorodności szaty roślinnej i biologicznej odbudowy zbiorników zastosowano sposoby wzbogacania wartości przyrodniczych takie, jak: urozmaicona linia brzegowa z zatoczkami, obsianie skarp mieszanką traw w celu ich zadarnienia, pozostawienie niektórych zadrzewień i zakrzewień, dodatkowe nasadzenia dębów, modrzewi, buków i świerków, które mają stanowić umocnienie brzegów i ograniczać erozję wodną i wietrzną, a także tworzyć strefę buforową dla składników nawozowych spływających z otaczających pól. Najmniejsze ilości związków biogenych są bowiem wymywane z obszarów pokrytych lasem i trwałymi użytkami zielonymi (Zbierska i in., 2002).

Zmiany dokonane w 2012 roku w Rozporządzeniu Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi... (2012) w sprawie minimalnych norm wprowadziły wymóg utrzymania stref buforowych wzdłuż cieków i zbiorników wodnych, w których zakazuje się stosowania nawozów. W przypadku zbiorników wodnych o powierzchni do 50 ha strefa ta powinna mieć: minimum 10 m – w przypadku stosowania gnojowicy oraz 5 m – w przypadku pozostałych nawozów.

Ograniczenie dopływu pierwiastków biogenych jest niezwykle ważnym działaniem mającym na celu zapobieganie pogarszaniu się stanu czystości wód (Kowalik, 2003). Wyniki badań wskazują, że już 6-metrowy pas roślinności trawiastej i turzycowisk zmniejsza zawartość azotu w wodzie o 47%, a pas szerokości 20 m redukuje zawartość azotu prawie w 100% (Wysocka-Czubaszek i Banaszuk, 2003). Przybrzeżny pas zadrzewień o szerokości około 20 m może zredukować spływający z pól ładunek biogenów aż o 70-80% (Andrzejewski i Weigle, 2003). Skuteczność filtracyjna niektórych zbiorowisk roślinnych nie odbiega od efektywności technologicznych procesów oczyszczania zanieczyszczeń (Szmeja, 2007).

Odbudowane zbiorniki zostały zarybione (m.in. karpem (*Cyprinus carpio*), linem (*Tinca tinca*), węgorzem (*Anguilla anguilla*), szczupakiem (*Esox lucius*), karasiem (*Carassius carassius*), amurem (*Ctenopharyngodon idella*) i płocią (*Rutilus rutilus*)), co uzasadnia konieczność kontroli jakości wody.

Wyniki analiz fizyczno-chemicznych (tab. 1-4) wskazują na odpowiednią dla hodowli ryb jakość wód w obydwu zbiornikach. Niepokojąca jest jedynie zawartość azotynów. Stężenie tych jonów nie przekracza rzędu dziesiątych części miligramu w 1 l (z wyjątkiem znacznego wzrostu w zbiorniku nr II w okresie od stycznia do maja 2011 r.), co według Elbanowskiej i in. (1999), przy jednoczesnym wzroście zawartości amoniaku i azotanów, świadczyłoby o zanieczyszczeniu wody.

Na podstawie badań fizyczno-chemicznych, zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Środowiska... (2008), określono także klasę jakości wód w zbiornikach. Otrzymane wyniki są niejednoznaczne, gdyż część elementów, takich jak fosfor ogólny, pH, przewodność elektryczna właściwa, jon amonowy, BZT₅ i temperatura odpowiadają I klasie jakości wody, natomiast azot Kjeldahla, ChZT_{Cr}, tlen rozpuszczony, ogólny węgiel organiczny oraz utlenialność z KMnO₄ wskazują na V klasę. Jakość wody pod kątem przydatności jako kąpielisko według Rozporządzenia Ministra Zdrowia... (2011) określono jako doskonałą.

Tabela 1. Stężenia składników i wartości wskaźników jakości wody w zbiorniku nr I w roku hydrologicznym 2011 – analiza na potrzeby hodowli ryb

Table 1. Concentrations of components and the water quality indices values in reservoir No. I in the hydrological year 2011 – the analysis for the purposes of fish farming

Składnik lub wskaźnik Component or index	15.11. 2010	12.01. 2011	4.04. 2011	9.05. 2011	14.07. 2011	24.08. 2011	14.09. 2011	Jakość wody do hodowli ryb Water quality for fish	
								łososiowatych salmonid	karpiowatych carp
Fosfor ogólny (mg/l) Total phosphorus (mg/l)	0,06	0,04	0,02	0,03	0,04	0,07	0,07	Odpowiednia Appropriate	Odpowiednia Appropriate
pH	7,8	7,6	7,9	7,9	8,0	7,8	7,8	Odpowiednia Appropriate	Odpowiednia Appropriate
Jon amonowy (mg/l) Ammonium ion (mg/l)	< 0,20	0,32	0,68	< 0,20	0,20	< 0,20	< 0,20	Odpowiednia Appropriate	Odpowiednia Appropriate
Azotyny (mg/l) Nitrites (mg/l)	0,01	0,08	0,096	0,089	0,077	0,012	0,007	Nieodpowiednia Inappropriate	Nieodpowiednia Inappropriate
Miedź rozpuszczona (mg/l) Dissolved copper (mg/l)	< 0,003	< 0,003	0,004	< 0,003	0,004	0,009	< 0,003	Odpowiednia Appropriate	Odpowiednia Appropriate
Cynk (mg/l) Zinc (mg/l)	< 0,005	< 0,005	0,05	< 0,005	0,017	0,029	0,01	Odpowiednia Appropriate	Odpowiednia Appropriate
Tlen rozpuszczony (mg/l) Dissolved oxygen (mg/l)	11,1	7,0	7,7	10,2	4,9	5,2	5,2	Odpowiednia Appropriate	Odpowiednia Appropriate
BZT ₅ (mg/l) BOD ₅ (mg/l)	4,2	3,0	8,1	6,6	4,0	9,7	3,8	Nieodpowiednia Inappropriate	Odpowiednia Appropriate
Temperatura (°C) Temperature (°C)	6,9	0,8	11,0	20,0	18,0	23,0	22,0		

Podstawowym elementem oceny stanu i potencjału ekologicznego ekosystemów wodnych jest określenie typu jednolitych części wód powierzchniowych z uwzględnieniem podziału na ekoregiony. Zgodnie z kryteriami zawartymi w Rozporządzeniu Ministra Środowiska... (2009) zbiorniki w miejscowości Nienawiszcz należy zaliczyć do położonych na Niżu Środkowopolskim, o dużej zawartości wapnia, o dużym wpływie zlewni, niestratyfikowanych. W związku z powyższym mają zastosowanie wartości graniczne wskaźników jakości wód odnoszące się do jednolitych części wód powierzchniowych, w tym jezior lub innych zbiorników naturalnych wyznaczonych jako jednolite części wód silnie zmienione, oraz sztucznych zbiorników wodnych.

Na podstawie badań fitobentosu okrzemkowego w zbiorniku nr I stwierdzono występowanie 17 taksonów, najwięcej z rodzaju *Gomphonema* (6). Do gatunków dominujących zaliczono *Achnathes minutissima* var. *minutissima*, którego liczebność stanowiła 73% liczebności względnej, oraz *Fragilaria ulna* var. *acus*, stanowiący 11% liczebności

Frankowski, P., Zbierska, J. (2015). Ocena jakości wody i potencjału ekologicznego małych zbiorników wodnych odbudowanych w krajobrazie rolniczym Wielkopolski. *Nauka Przyr. Technol.*, 9, 1, #7. DOI: 10.17306/J.NPT.2015.1.7

Tabela 2. Stężenia składników i wartości wskaźników jakości wody w zbiorniku nr I w roku hydrologicznym 2012 – analiza na potrzeby hodowli ryb

Table 2. Concentrations of components and the water quality indices values in reservoir No. I in the hydrological year 2012 – the analysis for the purposes of fish farming

Składnik lub wskaźnik Component or index	14.12. 2011	22.03. 2012	13.06. 2012	25.07. 2012	7.09. 2012	Jakość wody do hodowli ryb Water quality for fish	
						łososiowatych salmonid	karpioawatych carp
Fosfor ogólny (mg/l) Total phosphorus (mg/l)	< 0,02	0,20	0,074	0,60	0,12	Odpowiednia Appropriate	Odpowiednia Appropriate
pH	7,3	7,9	7,8	7,9	7,8	Odpowiednia Appropriate	Odpowiednia Appropriate
Jon amonowy (mg/l) Ammonium ion (mg/l)	< 0,20	< 0,20	< 0,20	0,29	< 0,20	Odpowiednia Appropriate	Odpowiednia Appropriate
Azotyny (mg/l) Nitrites (mg/l)	0,035	0,066	< 0,006	0,048	0,077	Nieodpowiednia Inappropriate	Nieodpowiednia Inappropriate
Miedź rozpuszczona (mg/l) Dissolved copper (mg/l)	< 0,003	–	–	–	–	Odpowiednia Appropriate	Odpowiednia Appropriate
Cynk (mg/l) Zinc (mg/l)	< 0,005	–	–	–	–	Odpowiednia Appropriate	Odpowiednia Appropriate
Tlen rozpuszczony (mg/l) Dissolved oxygen (mg/l)	6,3	11,8	7,6	8,1	5,3	Odpowiednia Appropriate	Odpowiednia Appropriate
BZT ₅ (mg/l) BOD ₅ (mg/l)	4,1	4,8	7,0	5,3	5,9	Nieodpowiednia Inappropriate	Odpowiednia Appropriate
Temperatura (°C) Temperature (°C)	10,0	21,1	24,0	–	17,7		

względnej. Stwierdzono występowanie dwóch gatunków, o statusie gatunku wymierającego: *Brachysira vitrea* oraz *Gomphonema vibrio* (Siemińska i in., 2006). Ponadto stwierdzono obecność *Cymbella cistula* – gatunku o statusie I, tj. o nieokreślonym zagrożeniu, oraz *Eunotia arcus* – o statusie V, tj. gatunku narażonego (Siemińska i in., 2006). W fitobentosie zbiornika nr II stwierdzono obecność 11 taksonów, najwięcej z rodzaju *Gomphonema* (3) oraz *Cymbella* (3). Gatunkiem dominującym był *Achnathes minutissima* var. *minutissima*, stanowiący 89,3% liczebności względnej. Stwierdzono także występowanie gatunku *Cymbella cistula*, który ma status gatunku o nieokreślonym zagrożeniu. Małe zbiorniki wodne są zwykle bardzo bogate pod względem liczby taksonów i zagęszczenia oraz biomasy występujących w nich zwierząt (Kraska i Kaniecki, 1995). Glony są odpowiedzialne za większą część fotosyntezy w zbiornikach wodnych i są wskaźnikiem czystości i żyzności wody (Andrzejewski i Weigle, 2003). Na podstawie wskaźnika multimetrycznego IO stwierdzono bardzo dobry potencjał ekologiczny analizowanych zbiorników, jednakże uzyskane wyniki należy interpretować z dużą ostrożnością, gdyż metodycznie wskaźnik ten został opracowany dla jezior o powierzchni powyżej 50 ha.

Inwentaryzacja makrofitów występujących w zbiornikach wykazała, że ich skład gatunkowy jest ubogi, ograniczony wyłącznie do roślin wynurzonych. Wokół zbiornika

Tabela 3. Stężenia składników i wartości wskaźników jakości wody w zbiorniku nr II w roku hydrologicznym 2011 – analiza na potrzeby hodowli ryb

Table 3. Concentrations of components and the water quality indices values in reservoir No. II in the hydrological year 2011 – the analysis for the purposes of fish farming

Składnik lub wskaźnik Component or index	15.11. 2010	12.01. 2011	4.04. 2011	9.05. 2011	14.07. 2011	24.08. 2011	14.09. 2011	Jakość wody do hodowli ryb Water quality for fish	
								Iososiowatych salmonid	karpowatych carp
Fosfor ogólny (mg/l) Total phosphorus (mg/l)	0,07	0,04	0,02	0,08	0,06	0,11	0,17	Odpowiednia Appropriate	Odpowiednia Appropriate
pH	7,7	7,5	7,7	8,4	8,6	8,5	8,2	Odpowiednia Appropriate	Odpowiednia Appropriate
Jon amonowy (mg/l) Ammonium ion (mg/l)	0,41	0,87	0,27	< 0,20	< 0,20	< 0,20	< 0,20	Odpowiednia Appropriate	Odpowiednia Appropriate
Azotyny (mg/l) Nitrites (mg/l)	0,085	0,64	0,22	0,16	0,009	0,043	0,04	Nieodpowiednia Inappropriate	Nieodpowiednia Inappropriate
Miedź rozpuszczona (mg/l) Dissolved copper (mg/l)	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	0,006	< 0,003	Odpowiednia Appropriate	Odpowiednia Appropriate
Cynk (mg/l) Zinc (mg/l)	0,015	0,007	0,016	< 0,005	< 0,005	0,019	< 0,005	Odpowiednia Appropriate	Odpowiednia Appropriate
Tlen rozpuszczony (mg/l) Dissolved oxygen (mg/l)	7,4	4,8	5,8	15,9	7,2	12,0	8,8	Odpowiednia Appropriate	Odpowiednia Appropriate
BZT ₅ (mg/l) BOD ₅ (mg/l)	5,0	3,0	5,4	11,0	14,0	9,3	8,8	Nieodpowiednia Inappropriate	Odpowiednia Appropriate
Temperatura (°C) Temperature (°C)	6,8	1,4	11,0	20,0	18,0	23,0	22,0		

nr I, od strony północnej, występują pojedyncze kępy roślin wynurzonych, w tym turzycyca brzegowa (*Carex riparia*), turzycyca prosowa (*Carex paniculata*), trzcina pospolita (*Phragmites australis*) oraz kosaciec żółty (*Iris pseudacorus*). Nie występują tam natomiast rośliny zanurzone. Po zachodniej stronie zbiornika nr I występuje zwarty płat pałki wąskolistnej (*Typha angustifolia*) oraz turzycyca brzegowa (*Carex riparia*) i trzcina pospolita (*Phragmites australis*). Brzeg południowy na całej długości porasta pas szuwaru trzcinowego o szerokości 1,5-3 m oraz w małych płatach pałka wąskolistna i turzycyca brzegowa. W zbiorniku nr II stwierdzono występowanie dużo większej liczby gatunków makrofitów, w tym znaczącą dominację turzycy brzegowej. Trzcina pospolita (*Phragmites australis*) występuje po stronie zachodniej w pasie szuwaru o szerokości 20-40 cm i po stronie południowej w pasie o szerokości 30-60 cm. Od strony zachodniej, w pasie szuwaru o szerokości 20-40 cm, występuje sitowie leśne (*Scirpus silvaticus*). Ponadto w zbiorniku nr II występują pojedynczo: turzycyca prosowa (*Carex paniculata*),

Frankowski, P., Zbierska, J. (2015). Ocena jakości wody i potencjału ekologicznego małych zbiorników wodnych odbudowanych w krajobrazie rolniczym Wielkopolski. *Nauka Przyr. Technol.*, 9, 1, #7. DOI: 10.17306/J.NPT.2015.1.7

Tabela 4. Stężenia składników i wartości wskaźników jakości wody w zbiorniku nr II w roku hydrologicznym 2012 – analiza na potrzeby hodowli ryb

Table 4. Concentrations of components and the water quality indices values in reservoir No. II in the hydrological year 2012 – the analysis for the purposes of fish farming

Składnik lub wskaźnik Component or index	14.12. 2011	22.03. 2012	13.06. 2012	25.07. 2012	7.09. 2012	Jakość wody do hodowli ryb Water quality for fish	
						łososiowatych salmonid	karpioawatych carp
Fosfor ogólny (mg/l) Total phosphorus (mg/l)	0,05	0,19	0,096	0,72	0,15	Odpowiednia Appropriate	Odpowiednia Appropriate
pH	7,9	8,2	8,4	8,7	7,9	Odpowiednia Appropriate	Odpowiednia Appropriate
Jon amonowy (mg/l) Ammonium ion (mg/l)	0,24	< 0,20	< 0,20	< 0,20	< 0,20	Odpowiednia Appropriate	Odpowiednia Appropriate
Azotyny (mg/l) Nitrites (mg/l)	0,049	0,096	0,008	0,033	0,012	Nieodpowiednia Inappropriate	Nieodpowiednia Inappropriate
Miedź rozpuszczona (mg/l) Dissolved copper (mg/l)	< 0,003	–	–	–	–	Odpowiednia Appropriate	Odpowiednia Appropriate
Cynk (mg/l) Zinc (mg/l)	0,005	–	–	–	–	Odpowiednia Appropriate	Odpowiednia Appropriate
Tlen rozpuszczony (mg/l) Dissolved oxygen (mg/l)	7,1	11,0	15,6	21	6,9	Odpowiednia Appropriate	Odpowiednia Appropriate
BZT ₅ (mg/l) BOD ₅ (mg/l)	5,8	5,4	9,0	11,0	5,7	Nieodpowiednia Inappropriate	Odpowiednia Appropriate
Temperatura (°C) Temperature (°C)	11,6	20,5	24,0	–	17,9		

mozga trzcinowa (*Phalaris arundinacea*), kosaciec żółty (*Iris pseudacorus*), skrzyp błotny (*Equisetum palustre*), turzycza błotna (*Carex acutiformis*), sit skupiony (*Juncus conglomeratus*), przytulica błotna (*Galium palustre*) i rdest ziemnowodny (*Persicaria amphibia*). Makrofity są bardzo dobrym wskaźnikiem potencjału ekologicznego ekosystemów wodnych, ponieważ ukazują aktualne oraz przeszłe warunki panujące w zbiornikach. Dzięki bioindykacji, czyli ocenie stanu roślinności i jej reakcji na zanieczyszczenia, można w miarę łatwo uchwycić wpływ różnych czynników zewnętrznych, jednak w największym stopniu czynników troficznych (Szoszkievicz i in., 2010). Z uwagi na słabe wykształcenie strefy szuwarowej i zbiorowisk oraz uproszony skład gatunkowy makrofitów w badanych zbiornikach nie było możliwe obliczenie multimetrycznego wskaźnika makrofitowego ESMI, opracowanego na potrzeby oceny stanu/potencjału ekologicznego jezior (Ciecierska i in., 2006).

Badanie przezroczystości wody krążkiem Secchiego (tab. 5) oraz analizy próbek wody wykonane w okresie od 18.11.2010 roku do 7.12.2012 roku pozwoliły uchwycić zmiany jakości wody zachodzące w tych zbiornikach w różnych porach roku oraz dokonać fizyczno-chemicznej oceny jakości wody zbiorników. Otrzymane wyniki analiz i oceny potencjału ekologicznego są niejednoznaczne (tab. 6, 7). Jeden z obligatoryjnych wskaźników biologicznych – Multimetryczny Indeks Okrzemkowy (IO) – wskazuje na

Tabela 5. Przejrzystość wody w zbiornikach (cm)
Table 5. Water clarity in reservoirs (cm)

Data pomiaru Survey date	Zbiornik nr I Reservoir No. I	Zbiornik nr II Reservoir No. II
8.09.2011	100	65
22.03.2012	62	97
13.06.2012	44	45
25.07.2012	71	56
7.09.2012	100	77

Tabela 6. Wskaźniki jakości wody i ocena potencjału ekologicznego zbiornika nr I
Table 6. Water quality indices and assessment of ecological potential of reservoir No. I

Wskaźnik Index	Wartości średnie Mean values		Klasa potencjału ekologicznego Class of ecological potential		Ocena potencjału ekologicznego Assessment of ecological potential	
	2011	2012	2011	2012	2011	2012
1	2	3	4	5	6	7
Elementy biologiczne – Biological elements						
Chlorofil „a” (µg/dm ³) Chlorophyll “a” (µg/dm ³)	25,94	31,16	III		Umiarkowany Moderate	
Multimetryczny Indeks Okrzemkowy (IO) Multimetric Diatom Index	Oszacowane Estimated		I		Bardzo dobry Very good	
Elementy hydromorfologiczne – Hydromorphological elements						
Reżim hydrologiczny Hydrological regime	Niezakłócone Without interference		I		Dobry Good	
Warunki morfologiczne Morphological conditions	Zbliżone do natural- nych Close to natural		I		Dobry Good	
Elementy fizyczne – Physical elements						
Przezroczystość wody (m) Water clarity (m)	1	0,69	I-II		Co najmniej dobry At least good	
Warunki tlenowe – Oxygen terms						
Tlen rozpuszczony (mg/dm ³) Dissolved oxygen (mg/dm ³)	6,15	8,76	I-II		Co najmniej dobry At least good	
Zasolenie – Salinity						
Przewodność w 25°C (µS) Conductivity in 25°C (µS)	1 026,4	923	III-V		Poniżej dobrego Below good	

Frankowski, P., Zbierska, J. (2015). Ocena jakości wody i potencjału ekologicznego małych zbiorników wodnych odbudowanych w krajobrazie rolniczym Wielkopolski. Nauka Przyr. Technol., 9, 1, #7. DOI: 10.17306/J.NPT.2015.1.7

Tabela 6 – cd. / Table 6 – cont.

1	2	3	4	5	6	7
Wskaźniki biogenne – Nutrient ratios						
Azot ogólny (mg/dm ³) Total nitrogen (mg/dm ³)	2,37	2,27	I-II		Co najmniej dobry At least good	
Fosfor ogólny (mg/dm ³) Total phosphorus (mg/dm ³)	0,04	0,20	I-II	III-IV	Co najmniej dobry At least good	Poniżej dobrego Below good

Tabela 7. Wskaźniki jakości wody i ocena potencjału ekologicznego zbiornika nr II
Table 7. Water quality indices and assessment of ecological potential of reservoir No. II

Wskaźnik Index	Wartości średnie Mean values		Klasa potencjału ekologicznego Class of ecological potential		Ocena potencjału ekologicznego Assessment of ecological potential	
	2011	2012	2011	2012	2011	2012
1	2	3	4	5	6	7
Elementy biologiczne – Biological elements						
Chlorofil „a” (µg/dm ³) Chlorophyll “a” (µg/dm ³)	91,98	100,3	V		Zły Bad	
Multimetryczny Indeks Okrzemkowy (IO) Multimetric Diatom Index	Oszacowane Estimated		I		Bardzo dobry Very good	
Elementy hydromorfologiczne – Hydromorphological elements						
Reżim hydrologiczny Hydrological regime	Zbliżone do natural- nych Close to natural		I		Dobry Good	
Warunki morfologiczne Morphological conditions	Zbliżone do natural- nych Close to natural		I		Dobry Good	
Elementy fizyczne – Physical elements						
Przezroczystość wody (m) Water clarity (m)	0,65	0,68	I-II		Co najmniej dobry At least good	
Warunki tlenowe – Oxygen terms						
Tlen rozpuszczony (mg/dm ³) Dissolved oxygen (mg/dm ³)	8,12	12,82	I-II		Co najmniej dobry At least good	
Zasolenie – Salinity						
Przewodność w 25°C (µS) Conductivity in 25°C (µS)	550,6	506,8	I-II		Co najmniej dobry At least good	

Tabela 7 – cd. / Table 7 – cont.

1	2	3	4	5	6	7
Wskaźniki biogenne – Nutrient ratios						
Azot ogólny (mg/dm ³) Total nitrogen (mg/dm ³)	2,85	2,43	III-IV	I-II	Poniżej dobrego Below good	Co najmniej dobry At least good
Fosfor ogólny (mg/dm ³) Total phosphorus (mg/dm ³)	0,07	0,23	I-II	III-IV	Co najmniej dobry At least good	Poniżej dobrego Below good

bardzo dobry potencjał ekologiczny, jednak wskaźnik fitoplanktonowy (chlorofil „a”) wskazuje na stan umiarkowany (zbiornik nr I) lub zły (zbiornik nr II), a uproszczona struktura makrofitów (obecność tylko roślin wynurzonych) może być spowodowana krótkim okresem istnienia zbiorników oraz presją ryb, zwłaszcza amura. Należałoby to uwzględnić w przyszłości w analizach monitorujących te zbiorniki. Przezroczystość wody (wspierający wskaźnik fizyczno-chemiczny) oraz warunki tlenowe (tlen rozpuszczony) wskazują na stan co najmniej dobry. Wskaźniki zasolenia są poniżej stanu dobrego w przypadku zbiornika nr I i co najmniej dobre w zbiorniku nr II. Stężenia azotu w 2011 roku wskazywało na potencjał co najmniej dobry zbiornika nr I oraz poniżej dobrego w przypadku zbiornika nr II. W roku 2012 wskaźnik ten w zbiorniku nr II poprawił się – wskazywał już na stan co najmniej dobry. Stężenie fosforu wskazywało na stan co najmniej dobry obu zbiorników w 2011 roku, lecz w 2012 roku na stan poniżej dobrego. Jednak wartości średnie nieznacznie tylko przekraczają wartości graniczne dla potencjału dobrego. Wskazuje to na możliwość wykształcenia się w tych zbiornikach struktur biocenoz zbliżonych do naturalnych i osiągnięcia w przyszłości potencjału dobrego. Elementy hydromorfologiczne, wspierające elementy biologiczne, są niezakłócone lub zbliżone do naturalnych w obydwóch zbiornikach (I klasa potencjału).

Biorąc pod uwagę łącznie wszystkie wskaźniki jakości wody w zbiornikach, można określić potencjał ekologiczny zbiornika nr I jako co najmniej dobry, a zbiornika nr II jako poniżej dobrego. Jedyńm wskaźnikiem wyraźnie zmniejszającym potencjał odbudowanych zbiorników jest chlorofil „a”, wskazujący na stan umiarkowany zbiornika nr I oraz słaby w przypadku zbiornika nr II.

Wnioski

1. Odbudowane zbiorniki wodne w okolicy wsi Nienawiszcz pozytywnie wpłynęły na bioróżnorodność i urozmaicenie krajobrazu. Makrofity występujące w zbiornikach i otaczająca je roślinność pozytywnie wpłynęły na jakość wody, stanowiąc bufor dla spływających z pól składników biogenych.

2. Jakość wody w odbudowanych zbiornikach wymaga stałej kontroli, m.in. z powodu ich zarybienia. Przeprowadzone badania wykazały odpowiednią jakość wody pod kątem potrzeb hodowli ryb. Woda w zbiornikach spełnia również wymagania jakościowe z punktu widzenia przydatności do kąpiel.

3. Odbudowane śródpolne zbiorniki są przykładem możliwości utrzymania dobrego potencjału ekologicznego w zbiornikach antropogenicznych. W odbudowanych zbiornikach wymagana jest stała kontrola z uwagi na dużą presję z otaczających je pól uprawnych.

4. Odbudowa zbiorników w okolicy wsi Nienawiszcz dobrze wpisuje się w cele Ramowej Dyrektywy Wodnej, która zakłada m.in. osiągnięcie do roku 2015 co najmniej dobrego potencjału ekologicznego wód silnie zmienionych lub sztucznych.

Literatura

- Andrzejewski, R., Weigle, A. (2003). *Różnorodność biologiczna Polski*. Warszawa: Narodowa Fundacja Ochrony Środowiska.
- Bałaży, S., Ryszkowski, L. (1992). Strukturalne i funkcjonalne charakterystyki krajobrazu rolniczego. W: L. Ryszkowski, S. Bałaży (red.), *Wybrane problemy ekologii krajobrazu. Materiały konferencyjne* (s. 105–119). Poznań: Zakład Badań Środowiska Rolniczego i Leśnego PAN.
- Ciecierska, H., Kolada, A., Soszka, H., Gołub, M. (2006). *Opracowanie podstaw metodycznych dla monitoringu biologicznego wód powierzchniowych w zakresie makrofitów i pilotowe ich zastosowanie dla części wód reprezentujących wybrane kategorie i typy. Etap II. Tom II – Jeziora. Maszynopis*. Warszawa: Instytut Ochrony Środowiska.
- Czamara, W., Wiatkowski, M. (2004). Dopyływ głównych substancji biogenych do zbiornika wodnego w Mściwojowie. *Zesz. Nauk. AR Wroc.*, 502, Inż. Środ., 13, 43–50.
- Czarnecka, H. (red.). (2005). *Atlas podziału hydrograficznego Polski*. Warszawa: IMGW.
- Durkowski, T. (1997). Zasoby wodne a jakość wody w rolnictwie. *Zesz. Eduk. IMUZ Falenty*, 3, 17–38.
- Dyrektywa 2000/60/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 23 października 2000 r. ustalająca ramy wspólnotowego działania w dziedzinie polityki wodnej. (2000). *Dz.U. UE*, L, 327, 1–73.
- Elbanowska, H., Zerbe, J., Siepak, J. (1999). *Fizyczno-chemiczne badania wód*. Poznań: Wyd. Nauk. UAM.
- Frankowski, P., Zbierska, J. (2014). Możliwości odbudowy zbiorników wodnych w krajobrazie rolniczym Wielkopolski. *Nauka Przyr. Technol.*, 8, 4, #56.
- Koc, J., Cymes, I., Skwierawski, A., Szyperek, U. (2001). Znaczenie ochrony małych zbiorników wodnych w krajobrazie rolniczym. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.*, 476, 397–407.
- Koc, J., Skwierawski, A. (2004). Uwarunkowania jakości wody małych zbiorników na obszarach wiejskich. *Zesz. Probl. Post. Nauk. Roln.*, 499, 121–128.
- Kowalik, P. (2003). Dyrektywa Wodna Unii Europejskiej a rolnictwo. *Gaz Woda Tech. Sanit.*, 10, 342–345.
- Kraska, M., Kaniecki, A. (1995). Mała retencja wodna w Wielkopolsce i jej uwarunkowania przyrodnicze. W: L. Tomiałojć (red.), *Ekologiczne aspekty melioracji wodnych* (s. 123–139). Kraków: Instytut Ochrony Przyrody PAN.
- Mioduszewski, W. (2003). *Mała retencja: ochrona zasobów wodnych i środowiska naturalnego. Poradnik*. Falenty: Wyd. IMUZ.
- Picińska-Fałtynowicz, J., Błachuta, J. (2010). *Zasady poboru i opracowania prób fitobentosu okrzemkowego z rzek i jezior. Wytyczne metodyczne do przeprowadzenia oceny stanu ekologicznego jednolitych części wód rzek i jezior oraz potencjału ekologicznego sztucznych i silnie zmienionych jednolitych części wód płynących Polski na podstawie badań fitobentosu. Przewodnik metodyczny*. Wrocław: IMGW.

- Podlasińska, J. (2012). Zróżnicowanie i chemizm osadów małych zbiorników wodnych w krajobrazie młodoglacjalnym. Szczecin: Wyd. Uczel. ZUT.
- Puchalski, W. (1996). Perspektywy rekultywacji wód: unaturalnianie struktur czy optymalizacja funkcjonalna. *Przeł. Przyr.*, 7, 3–4, 187–189.
- Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 11 marca 2010 r. w sprawie minimalnych norm. (2010). *Dz.U.*, 39, poz. 211.
- Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 21 maja 2012 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie minimalnych norm. (2012). *Dz.U.*, poz. 746.
- Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 4 października 2002 r. w sprawie wymagań, jakim powinny odpowiadać wody śródlądowe będące środowiskiem życia ryb w warunkach naturalnych. (2002). *Dz.U.*, 176, poz. 1455.
- Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 20 sierpnia 2008 r. w sprawie sposobu klasyfikacji stanu jednolitych części wód powierzchniowych. (2008). *Dz.U.*, 162, poz. 1008.
- Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 22 lipca 2009 r. w sprawie klasyfikacji stanu ekologicznego, potencjału ekologicznego i stanu chemicznego jednolitych części wód powierzchniowych. (2009). *Dz.U.*, 122, poz. 1018.
- 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. (2011). *Dz.U.*, 257, poz. 1545.
- Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 8 kwietnia 2011 r. w sprawie prowadzenia nadzoru nad jakością wody w kąpielisku i miejscu wykorzystywanym do kąpeli. (2011). *Dz.U.*, 86, poz. 478.
- Ryszkowski, L. (1981). Wpływ intensyfikacji rolnictwa na faunę. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.*, 233, 3–38.
- Ryszkowski, L., Bałazy, S., Kędziora, A. (red.). (2003). *Kształtowanie i ochrona zasobów wodnych na obszarach wiejskich*. Poznań: Prodruk.
- Siemińska, J., Bąk, M., Dziedzic, J., Gąbka, M., Gregorowicz, P., Mrozińska, T., ..., Witkowski, A. (2006). Czerwona lista glonów w Polsce. W: Z. Mirek, K. Zarzycki, W. Wojewoda, Z. Szelaąg (red.), *Czerwona lista roślin i grzybów Polski* (s. 35–52). Kraków: Instytut Botaniki im. W. Szafera PAN.
- Siwek, H. (2011). Zachowanie się frakcji mineralnego fosforu w interfejsie osad – woda małych zbiorników wodnych na obszarach wiejskich. Szczecin: Wyd. Uczel. ZUT.
- Skwierawski, A., Szyperek, U. (2002). Wpływ rolnictwa na jakość wody w małych zbiornikach wodnych Pojezierza Olsztyńskiego. *Fragm. Agron.*, 19, 2(74), 236–243.
- Sobczyńska-Wójcik, K. (2010). Rola odtworzonych zbiorników wodnych w kształtowaniu zasobów i jakości wód powierzchniowych. W: J. Koc (red.), *Ochrona zasobów i jakości wody w krajobrazie wiejskim* (s. 197–222). Olsztyn: UWM.
- Symonides, E. (2010). Znaczenie powiązań ekologicznych w krajobrazie rolniczym. *Woda Środ. Obsz. Wiej.*, 10, 4(32), 249–263.
- Szczykowska, J. (2009). Occurrence of elements contaminating the low-retention reservoirs on agricultural areas. *Pol. J. Environ. Stud. Ser. Monogr.*, 3, 75–80.
- Szmeja, J. (2007). *Przewodnik do badań roślinności wodnej*. Gdańsk: Wyd. UG.
- Szozkiewicz, K., Zbierska, J., Jusik, Sz., Zgoła, T. (2010). Makrofitowa metoda oceny rzek – podręcznik metodyczny do oceny i klasyfikacji stanu ekologicznego wód płynących w oparciu o rośliny wodne. Poznań: Bogucki Wyd. Nauk.
- Wysocka-Czubaszek, A., Banaszuk, P. (2003). Migracja składników azotowych i bariery biochemiczne w zalewowych dolinach rzecznych na przykładzie Doliny Górnej Narwi. *Acta Agrophys.*, 2, 1, 349–354.

Frankowski, P., Zbierska, J. (2015). Ocena jakości wody i potencjału ekologicznego małych zbiorników wodnych odbudowanych w krajobrazie rolniczym Wielkopolski. *Nauka Przyr. Technol.*, 9, 1, #7. DOI: 10.17306/J.NPT.2015.1.7

Zbierska, J., Murat-Błażejewska, S., Szoszkiewicz, K., Ławniczak, A. (2002). Bilans biogenów w agrosystemach Wielkopolski w aspekcie ochrony jakości wód na przykładzie zlewni Samicy Stęszewskiej. Poznań: Wyd. AR.

ASSESSMENT OF WATER QUALITY AND ECOLOGIC POTENTIAL OF SMALL WATER RESERVOIRS REBUILT IN AGRICULTURAL LANDSCAPE OF WIELKOPOLSKA

Summary. The study presents assessment of water quality and ecologic potential of artificially reconstructed small, glacial mid-field water reservoirs, rebuilt in 1999-2000, near the village of Nienawiszcz in Rogoźno municipality in Wielkopolska. Assessment was based on research and analysis carried out in 2010-2012. The biological and physical-chemical elements of water, vegetation of aquatic belts and surrounding reservoirs were analysed. The water in the restored reservoirs meets quality requirements for the fish farming and for bathing purposes. Water quality and ecological potential of the reservoirs can be described as good or satisfactory. Rebuilt mid-field ponds had a positive impact on increasing diversity in the agricultural landscape and together with the surrounding vegetation are a buffer for the nutrients running down from fields.

Key words: water quality, ecologic potential, mid-field reservoirs, buffer zones

Adres do korespondencji – Corresponding address:

Przemysław Frankowski, ul. Podolska 10, 60-615 Poznań, Poland, e-mail: p_frankowski@afirma.com.pl

Zaakceptowano do opublikowania – Accepted for publication:

10.10.2014

Do cytowania – For citation:

Frankowski, P., Zbierska, J. (2015). Ocena jakości wody i potencjału ekologicznego małych zbiorników wodnych odbudowanych w krajobrazie rolniczym Wielkopolski. *Nauka Przyr. Technol.*, 9, 1, #7. DOI: 10.17306/J.NPT.2015.1.7