

**Barbara Wojtasik**

*HydroBiolLab, Firma Naukowo-Badawcza i Laboratorium Hydrobiologiczne,  
e-mail: hydrobiollab@wp.pl*

## **OCHRONA DROBNYCH ZBIORNIKÓW SŁODKOWODNYCH, NA PRZYKŁADZIE REKULTYWACJI NIEWIELKIEGO SIEDLISKA ŻAB**

### *PROTECTION OF SMALL FRESHWATER RESERVOIRS, ON THE EXAMPLE OF THE RECLAMATION OF A SMALL FROG HABITAT*

**Słowa kluczowe: rekultywacja, zbiorniki słodkowodne, stan ekologiczny, żaby, bentos**

*Key words: reclamation, freshwater reservoirs, ecological status, frogs, benthos*

**Abstract.** In 2015, a small water reservoir located in Bory Tucholskie near Lake Wdzydze (northern Poland) was restored. The reservoir was in a deepening state of lowering ecological conditions, as evidenced by the results of analyses of the grouping of meio- and macrozoobenthos. As a result of carried out reclamation works consisting in removing boughs lying in the reservoir, rubbish and ordering the area of the reservoir, as well as joining the divided small water holes, the ecological status improved, the biodiversity of meio- and macrozoobenthos increased. In addition, it was observed that the reservoir became a place for the development of frogs, there were numerous tadpoles.

### **WSTĘP**

Żaby, wszystkie rodzime gatunki, podlegają ochronie prawnej na terenie Polski [Jakubik 2019]. W związku z tym ich ochrona (wszystkich stadiów rozwojowych) jest istotna z uwagi na zachowanie bioróżnorodności gatunkowej i populacyjnej. Ochrona żab jest ważna, również z uwagi na zachowanie ich jako bazy pokarmowej dla innych zwierząt. Konsumentami żab są m.in. drapieżne ryby, jak szczupak oraz wiele gatunków ptaków. W szczególności jest to ważne na obszarach, gdzie żaby w różnych stadiach rozwojowych wchodzi w skład sieci troficznej. Dla prawidłowego funkcjonowania łańcucha pokarmowego w ekosystemach wodnych ważne jest zachowanie wszystkich jego elementów na różnych poziomach troficznych. W takim ekosystemie gospodarka zasobami naturalnymi, w tym rybactwo i wędkarstwo, może osiągnąć korzystniejsze efekty bez szkody dla środowiska naturalnego [Kurek i in. 2011]. Obecność płazów, w tym żab lub ich brak jest naturalnym wskaźnikiem stanu zniszczenia i skażenia środowiska, a także wskaźnikiem stanu ekologicznego. Płazy i gady są obecnie taksonami najbardziej narażonymi na wyginięcie, czego przyczyną są stosowane środki chemiczne

ochrony roślin, motoryzacja (giną na drogach), melioracje i zabudowa terenów przez co zmniejsza się liczba siedlisk [Tabasz 2016]. Jednak, aby osiągnąć efekt ekologiczny w ochronie siedliska żab, niezwykle istotne jest powiązanie procesu rekultywacji z analizami naukowymi mającymi na celu ocenę stanu ekologicznego podczas prowadzonych prac i po ich zakończeniu.

Celem przeprowadzonych analiz było określenie skuteczności rekultywacji i jej wpływu na bioróżnorodność analizowanych organizmów (meio- i makrozoobentos) oraz płazów.

## OPIS OBSZARU BADAŃ

### Sytuacja przed rekultywacją

Wytypowany do rekultywacji podmokły teren otoczony drzewami i krzewami znajdował się w Borsku na terenie obszaru Natura 2000 i Wdzydzkiego Parku Krajobrazowego w Borach Tucholskich. Od wiosny 2010 r. prowadzono systematyczne obserwacje podmokłego terenu i stwierdzono, że w kilku oddzielonych zagłębieniach stagnująca woda utrzymywała się przez cały sezon hydrologiczny, okres rozmarznięcia zbiornika wodnego [Bartoszewski 1998]. Nawet przy niewielkich opadach atmosferycznych (lato 2013 i 2014 r.) stagnująca woda pozostaje w zagłębieniach. Lustro wody pokryte było m.in. rzesą wodną. Zagłębienia z wodą oddzielone od siebie podmokłym i zarastającym terenem ulegały stopniowej, naturalnej degradacji poprzez procesy odkładania się materii organicznej (liście, gałęzie) i stopniowego zarastania (ryc. 1).

Na badanym terenie stwierdzono trzy gatunki żab: żabę moczarową (*Rana arvalis*), żabę trawną (*Rana temporaria*) i żabę jeziorkową (*Rana lessonae*). Żabę moczarową obserwowano w okresie wiosny w charakterystycznej szacie godowej (ryc. 2). Z uwagi na gęste zarośla i wysokie drzewa liściaste podmokły teren stanowiący siedlisko żab ulega stopniowej degradacji i zarastaniu. Istniejące zagłębienia z wodą w wyniku zachodzących procesów obecnie jest podzielone na kilka fragmentów. Analiza wyników badań przeprowadzonych w roku 2013 wskazywała na relatywnie wysoki poziom przewodnictwa elektrolitycznego wody nad osadem dennym (najwyższy spośród badanych okolicznych zbiorników) oraz dość niską bioróżnorodność bezkręgowców meio- i makrozoobentosowych, których zgrupowanie posiadało zachwianą równowagę taksonomiczną [Wojtasik 2013c]. Opisany teren stanowi jeden z obszarów, które mogą stanowić o ciągłości dróg migracji dla płazów, w tym żab pomiędzy rozległą, podmokłą łąką (Końskie Błota), a jeziorem Wdzydze. Z Końskich Błot wypływa kanał śródłukowy (obecnie zarastający i częściowo wysychający) łączący się z rzeczką płynącą od wzgórz w pobliżu linii brzegowej jeziora Wdzydze do Czarnej Wody. Przy czym rzeczka przechodzi pod drogą gminną (przepust pod drogą), co stanowi dogodną drogę migracji dla płazów. Migracja żab nie napotyka na przeszkody pomiędzy jeziorem



**Ryc. 1.** Podzielone na fragmenty zarastające źródło; połamane drzewa i liczne krzewy, styczeń 2015r.

*Źródło: Opracowanie własne.*

Wdzydze, a Końskimi Błotami. Może o tym świadczyć fakt, że nie zaobserwowano w tym rejonie żab rozjeżdżanych przez samochody. Istniejące ciekie wodne zapewniają dogodną i bezpieczną możliwość przemieszczania się żab w inne rejony.



**Ryc. 2.** Żaba moczarowa w szacie godowej w zbiorniku wodnym, kwiecień 2013r.

*Źródło: Opracowanie własne.*

Zachodzące, obserwowane zmiany niewielkiego siedliska żab stanowiły podstawę do stwierdzenia, że przy braku działań mających na celu przywrócenie korzystnych warunków ekologicznych dla żab, występujące siedlisko ulegnie degradacji i zarastaniu, a w wyniku tych procesów zaniknie.



## MATERIAŁ I METODY

### Monitoring hydrologiczny i hydrobiologiczny

W celu określenia warunków hydrologicznych i hydrobiologicznych opisanego siedliska żab oraz zachodzących zmian podczas procesu rekultywacji i po jego zakończeniu wykonano analizy wybranych parametrów fizyczno-chemicznych: temperatura (T), przewodnictwo elektrolityczne (C), pH, natlenienie, zawartość substancji biogenicznych (azotyny i fosforany) oraz monitoring hydrobiologiczny oparty o ocenę stanu ekologicznego za pomocą zgrupowania meiobentosu [Wojtasik 2013a, c, Wojtasik i in. 2016] oraz wskaźnik BMWP-Pl oraz ocenę stanu ekologicznego za pomocą makrobezkręgowców wodnych. Analizy podstawowych parametrów hydrologicznych wody oraz makrozoobezkręgowców należą do standardu oceny jakości wód wg Ramowej Dyrektywy Wodnej (<http://www.rdw.org.pl/>).

### Analizy hydrologiczne

W celu określenia zróżnicowania warunków hydrologicznych w czasie prowadzonych prac rekultywacyjnych zmierzono podstawowe parametry fizyczno-chemiczne: temperaturę (T), przewodnictwo elektrolityczne (C) oraz pH (tab. 1), a także zawartość substancji biogenicznych w próbkach wody naddennej. Analizy substancji biogenicznych konsultowano merytorycznie z dr hab. Dorotą Burską, prof. UG z Instytutu Oceanografii Uniwersytetu Gdańskiego.

### Ocena stanu ekologicznego na podstawie analiz zgrupowania meiobentosu MeioEco

Zgrupowanie meiobentosu złożone jest z drobnych bezkręgowców wodnych o różnej przynależności systematycznej. Najczęściej przyjmowane kryterium podaje jako granice wymiarów maksymalnych 1 mm. Do meiobentosu słodkowodnego należą następujące różnej rangi jednostki systematyczne bezkręgowców: Turbellaria (Wirki), Rotifera (Wrotki), Nematoda (Nicienie), Oligochaeta (Skąposzczety), Conchostraca (Muszloraczki), Cladocera (Wioślarki), Copepoda (Widłonogi), Ostracoda (Małżoraczki), larwy Insecta mi.in. Diptera (Dwuskrzydłe), Trichoptera (Chruściki), Ephemeroptera (Jętki), Arachnida (Pajęczaki), Tardigrada (Niesporczaki), Gastropoda (Ślimaki) i Bivalvia (Małże). Wiele gatunków należących do tej grupy zwierząt znalazło zastosowanie jako biowskaźniki. Taksony meiobentosowe reagują na lokalne zmiany warunków środowiskowych poprzez tworzenie specyficznych, charakterystycznych zgrupowań dla określonego niewielkiego obszaru i z tej przyczyny stanowią dogodną grupę organizmów do analiz jakości środowiska wodnego [Wojtasik i in. 2009, Wojtasik 2010, 2013ab, Wojtasik, Wiśniewski 2014].

W celu analiz zgrupowania meiobentosu na stanowiskach zebrano serię próbek: przed pracami rekultywacyjnymi (11.04.2015), podczas prowadzonych prac rekultywacyjnych (25.04. i 17.05.2015 r.) oraz po zakończeniu rekultywacji (06.06. i 20.06.2015 r.) złożoną z trzech podpróbek do analiz ilościowych i jakościowych. Próbki zebrano czerpaczem rurowym o średnicy 2,5 cm z powierzchniowej warstwy osadu dennego (do 5 cm miąższości osadu) z trzech różnych miejsc źródłiska. Każdą podróbkę analizowano osobno z uwagi na konieczność określenia zróżnicowania warunków na obszarze źródłiska. Zebrane próby osadów zostały zakonserwowane 70% alkoholem etylowym. Próbki wybarwiono różem bengalskim (Rose Bengal sodium salt, Sigma R3877-5G) w celu identyfikacji żywych, w momencie pobrania próby, osobników meiobentosowych. Tak przygotowany materiał przed rozsortowaniem dokładnie przepłukano wodą wodociągową. Analizy organizmów meiobentosowych znajdujących się w badanych próbkach prowadzono przy wykorzystaniu mikroskopu stereoskopowego. Wyniki opracowano pod kątem liczby znalezionych głównych taksonów meiobentosowych ( $N_{\text{taxa}}$ ), gęstości występowania – liczba osobników przypadająca na  $10 \text{ cm}^2$  ( $N_{10}$ ) oraz równowagi w zgrupowaniu - parametr  $B_w$  [Wojtasik 2013ab, 2014, Wojtasik i in. 2016] opisany zależnością (1):

$$B_w = 1 - \sum_{\substack{i,j \in N \\ n_i \leq n_j \\ 0 \leq \dots \leq n_i \leq n_j \leq \dots \leq n_M \leq N \\ k=1;2;\dots;M-1}} \frac{(n_j - n_i)}{kN} \quad (1)$$

gdzie:

$N$  – liczba wszystkich osobników w próbie

$n_i, n_j$  - liczba osobników  $i$ -tego oraz  $j$ -tego taksonu

$0 \leq \dots \leq n_i \leq n_j \leq \dots \leq n_M \leq N$ , gdzie  $M$  – liczba taksonów w jednej próbie

taksony są uszeregowane w kolejności wynikającej z rosnącej liczby osobników w kolejnych grupach

w celu odróżnienia od  $N$  – liczba osobników, w tym przypadku ( $N$ ) oznacza liczby naturalne.

$k$  – określa numer grupy taksonów w następujący sposób:

$k = 1$  dla  $(n_M - n_{M-1})$

$k = 2$  dla  $(n_{M-1} - n_{M-2})$

.....

$k = M-1$  dla  $(n_2 - n_1)$

Przeprowadzono analizy  $N_{10}$  i  $N_{\text{taxa}}$  w celu stworzenia podstawowej charakterystyki stanu ekologicznego, przedstawionej na wykresie rozrzutu badanych wartości. Wyniki analiz 3D ( $N_{10}$ ,  $N_{\text{taxa}}$ ,  $B_w$ ) służą do określenia stanu ekologicznego osadów dennych.

## Ocena klasy czystości zbiornika wodnego na podstawie wskaźnika BMWP-PL

Wzorując się na brytyjskim systemie oceny jakości BMWP stworzono zmodyfikowany polski indeks biotyczny BMWP-PL, który stanowi metodę oceny klasy czystości wód, ich stanu ekologicznego, opartą na analizie wybranych grup makrobentosu. BMWP-PL opracowano z uwagi na potrzebę dostosowania polskich norm biomonitoringu do wymagań Unii Europejskiej i Ramowej Dyrektywy Wodnej. Oparty on został na brytyjskim indeksie biotycznym BMWP., mającym zastosowanie głównie w ocenie stanu rzek [Gorzel, Kornijow 2004, Kownacki, Soszka 2004, Czerniawska-Kusza i Szoszkiewicz 2007, Klimarczyk, Trawiński 2007].

W celu określenia klasy czystości zbiornika w oparciu o analizę makrobentosu zebrano próby z powierzchniowej warstwy osadów dennych z powierzchni 1 m<sup>2</sup>. Po przepłukaniu osadów z frakcji mulistych przeanalizowano próbki pod kątem obecności organizmów makrobentosowych. Próbek nie konserwowano, analizy wykonano w miejscu ich pobrania, a organizmy makrobentosowe po oznaczeniu wpuszczono z powrotem do źródła.

## WYNIKI I DYSKUSJA

### Prace rekultywacyjne

Prace rekultywacyjne przeprowadzone zostały w okresie od drugiej połowy kwietnia do początku czerwca 2015 roku. Do rekultywacji zastosowano niewielką koparkę oraz głównie pracę ręczną z uwagi na konieczność ochrony niezdegradowanych niewielkich fragmentów źródła i grząski, trudnodostępny teren z licznymi drzewami (głównie brzozy, olchy, sosny) i krzewami (jałowce, czarny bez, dzikie róże i maliny). Stan terenu podczas prac rekultywacyjnych przedstawiono na ryc. 3.

Przeprowadzona rekultywacja pozwoliła na połączenie fragmentów źródła w jednolity obszar wodny o maksymalnej głębokości do około 1 metra. Dno zbiornika jest zróżnicowane od piaszczystego z niewielką domieszką frakcji mulistych do bogatego w detrytus i materię organiczną. Zachowanie fragmentów bogatych w materię organiczną i odsłonięcie obszarów piaszczystych pozwala na zwiększenie różnorodności siedliskowej dla organizmów bentonicznych, które stanowią bazę pokarmową dla płazów, w tym występujących w zbiorniku żab. Po zakończeniu prac rekultywacyjnych obserwowana jest stabilizacja strefy brzegowej zbiornika poprzez stopniowe porastanie jej przez roślinność (m.in. trawy i mchy).

W ramach operacji uporządkowany został również teren otaczający zbiornik wodny, a mianowicie usunięte zostały zalegające połamane konary drzew i nadmierne zakrzaczenia powodujące przyspieszone zarastanie zbiornika. Zostały,





A.



B.



C.



D.

**Ryc. 3.** Prace rekultywacyjne: A. i B. zastosowanie minikoparki i prace ręczne, C. fragment zbiornika, D. zalegające połamane gałęzie  
*Źródło: Opracowanie własne.*



A.



B.



C.

**Ryc. 4.** Widok zbiornika wodnego po przeprowadzonej rekultywacji: A. maj 2015r., B. i C. czerwiec 2015r.  
*Źródło: Opracowanie własne.*

także usunięte śmieci, które jak okazało się podczas prowadzonych prac rekultywacyjnych znajdowały się pod powierzchnią osadu dennego w zbiorniku oraz pod ziemią porośniętą roślinnością. Kubatura usuniętych śmieci (m.in.: plastiki, resztki porcelany, szkło, opona, buty, blistry po lekach, baterie i inne) wynosiła około 16 m<sup>3</sup>. Wygląd zbiornika po rekultywacji przedstawiono na ryc. 4.

### Analiza podstawowych parametrów fizyczno-chemicznych wody

Analizy parametrów fizyczno-chemicznych oraz zbiorów próbek wody w celu analiz substancji biogenicznych wykonano w następujących terminach: przed pracami rekultywacyjnymi (11.04.2015), podczas prowadzonych prac rekultywacyjnych (25.04. i 17.05.2015 r.) oraz po zakończeniu rekultywacji (06.06. i 20.06.2015 r.). Wyniki przedstawiono w tabeli 1.

**Tab. 1.** Temperatura, przewodnictwo elektrolityczne i pH wody naddennej badanych stanowisk

| Parametr                                | Data / wynik pomiaru |            |            |            |            |
|---|----------------------|------------|------------|------------|------------|
|   | 11.04.2015           | 25.04.2015 | 17.05.2015 | 06.06.2015 | 20.06.2015 |
| T [°C]                                  | 11,0                 | 16,5       | 17,0       | 18,5       | 19,0       |
| C [μS/cm]                               | 284                  | 326        | 416        | 300        | 284        |
| pH                                      | 6,95                 | 6,96       | 6,98       | 7,06       | 7,05       |
| P-PO <sub>4</sub> [mg/dm <sup>3</sup> ] | 0,039                | 0,021      | 0,022      | 0,004      | 0,010      |
| N-NO <sub>2</sub> [mg/dm <sup>3</sup> ] | 0,006                | 0,002      | 0,004      | 0,001      | 0,003      |
| N-NH <sub>4</sub> [mg/dm <sup>3</sup> ] | 0,034                | 0,027      | 0,178      | 0,001      | < 0,001    |

Źródło: Opracowanie własne.

Wartości przewodnictwa elektrolitycznego wody wskazują na zmienność w trakcie prowadzonych prac rekultywacyjnych. Najwyższą wartość odnotowano dla okresu prowadzonych prac rekultywacyjnych. Następnie, po zakończonej rekultywacji, nastąpiła stopniowa stabilizacja warunków środowiskowych i przewodnictwo elektrolityczne osiągnęło tę samą wartość, jaka była przed prowadzeniem prac rekultywacyjnych. Wszystkie otrzymane wyniki przewodnictwa elektrolitycznego mieszczą się w granicy I klasy czystości wody.

Wartości pH wykazują niewielki zakres zmienności, aczkolwiek następuje stopniowy wzrost wartości tego parametru, co może świadczyć o poprawie warunków środowiskowych. Zbadane wartości pH wskazują na I klasę jakości wody wg Rozporządzenia Ministra Środowiska dotyczącego oceny jakości wód (Dz. U. 11.10.2019, poz. 2149). Podczas prowadzonych pomiarów temperatura wody mieściła się w zakresie I klasy jakości.

Zawartość substancji biogenicznych ulegała zmienności w trakcie prowadzonych prac rekultywacyjnych. Zawartość fosforanów i azotynów była wyższa przed przystąpieniem do prac rekultywacyjnych, następnie stopniowo



malą. Natomiast zawartość amoniaku wzrosła w trakcie prac rekultywacyjnych, co może mieć bezpośredni związek z mechanicznym poruszeniem podłoża i uwolnieniem substancji z osadów do wody. Po zakończeniu prac rekultywacyjnych zawartość amoniaku w wodzie spadła, poniżej wartości sprzed prac rekultywacyjnych. Świadczyć to może o zachodzących procesach produkcji pierwotnej.

Analizowane parametry wody naddennej, poza pH, w pierwszych trzech terminach odpowiadają wartościom granicznym dla I klasy jakości wód powierzchniowych (C, zawartość tlenu rozpuszczonego, zawartość badanych substancji biogenicznych). Uwzględniając wartości pH: dla trzech pierwszych terminów badań klasa jakości wody jest poniżej drugiej (przed przeprowadzeniem rekultywacji i w trakcie prac rekultywacyjnych), dla dwóch końcowych terminów badań (po zakończeniu rekultywacji) nastąpiła poprawa jakości wody i odpowiadała w I klasie jakości wód powierzchniowych.

### **Analiza zgrupowania meiobentosu**

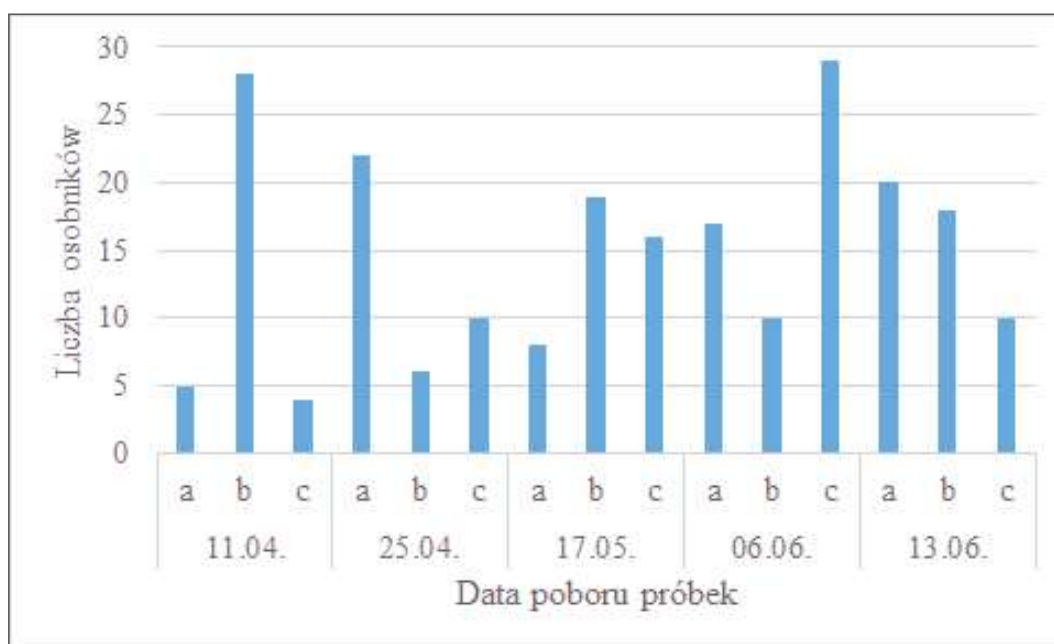
Skład zgrupowania meiobentosu przeanalizowano dla próbek zebranych przed pracami rekultywacyjnymi (11.04.2015), podczas prowadzonych prac rekultywacyjnych (25.04. i 17.05.2015 r.) oraz po zakończeniu rekultywacji (06.06. i 20.06.2015 r.). Próbki (a, b, c) pobierano za każdym razem z tych samych stanowisk. Uzyskane wyniki dotyczące analiz zgrupowania meiobentosu przedstawiono w tabelach 2 i 3. W tabeli 2 i na ryc. 5 podano stwierdzone liczby osobników głównych taksonów meiobentosowych w trzech podpróbkach dla każdego stanowiska. Przed przeprowadzeniem rekultywacji oraz w trakcie jej trwania zgrupowanie meiobentosu bardzo nierównomiernie zasiedlało zbiornik. Wskazuje to na zróżnicowane obszary o innych warunkach siedliskowych: korzystniejszych (liczniejsze zgrupowanie, aczkolwiek z dominacją Nematoda) i bardzo niekorzystnych warunkach środowiskowych (niska liczebność i różnorodność zgrupowania). Po przeprowadzonych pracach rekultywacyjnych uzyskano większą bioróżnorodność meiobentosu oraz relatywnie podobną liczebność osobników w prodóbkach w porównaniu z sytuacją początkową.

W badanym materiale stwierdzono obecność 9 głównych grup taksonów meiobentosowych. Przy czym dla jednej podpróbki maksymalna liczba taksonów wynosiła 9 (20.06.2015), a minimalna dwa taksony (11.04.2015). Średnia liczba taksonów w poszczególnych terminach badań wzrosła z 3,3 (11.04.2015) do 6,7 (20.06.2015). Wzrost liczby taksonów meiobentosowych wskazuje na poprawiające się warunki siedliskowe. Porównując uzyskane wyniki z danymi z roku 2013 (Wojtasik 2013), gdy stwierdzono występowanie tylko 4 taksonów na tym samym stanowisku (podobnie jak w 2015 roku przed przystąpieniem do prac rekultywacyjnych), należy stwierdzić, że przeprowadzone prace rekultywacyjne wpłynęły istotnie na poprawę warunków środowiskowych zbiornika wodnego.

**Tab. 2.** Liczba osobników głównych grup meiobentosowych w zbadanych podpróbkach i na stanowiskach litoralu

| Takson      | Data / nr podpróbki / liczba osobników |    |   |        |   |    |        |    |    |        |    |    |        |    |    |
|-------------|--|----|---|--------|---|----|--------|----|----|--------|----|----|--------|----|----|
|             | 11.04.                                 |    |   | 25.04. |   |    | 17.05. |    |    | 06.06. |    |    | 13.06. |    |    |
|             | a                                      | b  | c | a      | b | c  | a      | b  | c  | a      | b  | c  | a      | b  | c  |
| Turbellaria |  |    |   |        |   |    |        |    | 2  |        |    | 1  | 1      | 2  |    |
| Rotifera    |  |    |   | 5      | 2 | 1  | 5      | 3  | 1  | 4      |    |    | 1      | 2  | 1  |
| Nematoda    | 3                                      | 15 | 3 | 1      |   |    |        | 2  | 2  | 1      | 1  | 3  | 4      |    | 2  |
| Oligochaeta |  | 1  |   |        |   |    |        | 3  | 2  |        |    | 2  | 2      | 1  | 1  |
| Cladocera   |  |    |   |        |   |    | 2      | 2  |    |        |    | 6  | 3      | 2  |    |
| Copepoda    |  | 6  |   | 2      | 1 | 1  |        |    | 2  | 4      |    | 1  | 1      | 8  |    |
| Ostracoda   | 1                                      | 5  | 1 | 14     | 3 | 8  | 1      | 3  | 6  |        | 2  | 1  | 1      | 2  |    |
| Diptera     | 1                                      | 1  |   |        |   |    |        | 6  | 1  | 8      | 7  | 15 | 6      | 1  | 6  |
| Acarina     |  |    |   |        |   |    |        |    |    |        |    |    | 1      |    |    |
| SUMA N      | 5                                      | 28 | 4 | 22     | 6 | 10 | 8      | 19 | 16 | 17     | 10 | 29 | 20     | 18 | 10 |

Źródło: Opracowanie własne.



**Ryc. 5.** Zróżnicowanie liczebności osobników meiobentosowych w podpróbkach kolejnych serii badawczych

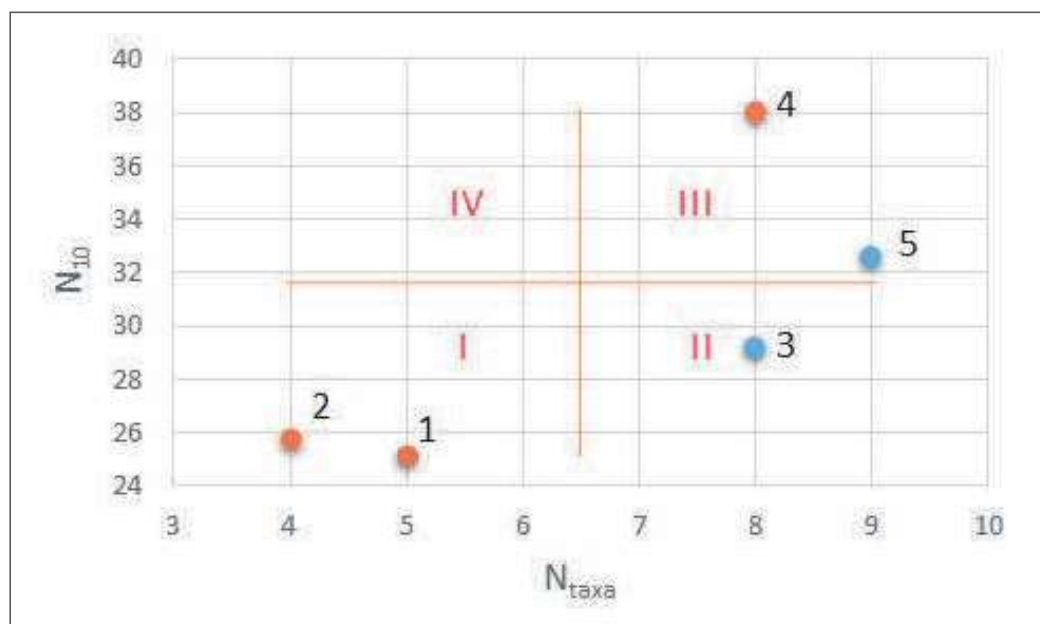
Źródło: Opracowanie własne.

Wartości średnie obliczone dla wartości minimalnych i maksymalnych parametrów  $N_{10}$ ,  $N_{\text{taxa}}$  i  $B_w$  dla poszczególnych terminów poboru prób wynoszą odpowiednio:  $N_{10}$   $\bar{s}r = 31,57$ ,  $N_{\text{taxa}}$   $\bar{s}r = 6,5$ ,  $B_w$   $\bar{s}r = 0,713$ . Na rycinie 6 przedstawiono analizę 2D parametrów  $N_{10}$  i  $N_{\text{taxa}}$  z uwzględnieniem parametru  $B_w$  (terminy poboru prób, w których zgrupowanie meiobentosu było w równowadze zaznaczono innym kolorem).

**Tab. 3.** Sumaryczna liczba osobników głównych grup meiobentosowych na stanowiskach poboru prób oraz wartości wskaźników  $N_{10}$ ,  $N_{\text{taxa}}$  (maksymalna liczba taksonów dla danego stanowiska) i  $B_w$  obliczone dla poszczególnych terminów poboru prób

| Takson            | Data (nr serii próbek) / liczba osobników |            |            |            |            |
|-------------------|---|------------|------------|------------|------------|
|                   | 11.04. (1)                                | 25.04. (2) | 17.05. (3) | 06.06. (4) | 20.06. (5) |
| Turbellaria       |   |            | 2          | 1          | 3          |
| Rotifera          |   | 8          | 9          | 4          | 4          |
| Nematoda          | 21  | 1          | 4          | 5          | 6          |
| Oligochaeta       | 1   |            | 5          | 2          | 4          |
| Cladocera         |   |            | 4          | 6          | 5          |
| Copepoda          | 6   | 4          | 2          | 5          | 9          |
| Ostracoda         | 7   | 25         | 10         | 3          | 3          |
| Diptera           | 2   |            | 7          | 30         | 13         |
| Acarina           |   |            |            |            | 1          |
| SUMA N            | 37  | 38         | 43         | 56         | 48         |
| $N_{10}$          | 25,12                                     | 25,8       | 29,19      | 38,02      | 32,59      |
| $N_{\text{taxa}}$ | 5   | 4          | 8          | 8          | 9          |
| $B_w$             | 0,574                                     | 0,501      | 0,925      | 0,548      | 0,866      |

Źródło: Opracowanie własne.



**Ryc. 6.** Analiza 2D rozrzutu parametrów  $N_{10}$  i  $N_{\text{taxa}}$  (wartości obliczone na podstawie danych z tabeli 3), kolorem pomarańczowym zaznaczono serie prób o wartościach  $B_w$  niższych od wartości średniej, niebieskim o wartościach parametru  $B_w$  wyższych lub równych wartości średniej obliczonej dla wartości maksymalnej i minimalnej spośród uzyskanych danych dla serii prób

Źródło: Opracowanie własne.

Analizę wyników rozrzutu 2D przeprowadzono w oparciu o schemat zmian trofii i reakcji meiobentosu na zmiany środowiskowe (Wojtasik 2010, 2013abc). Z uwagi na fazę zaniku zbiornika (stopniowe zarastanie) należy przyjąć, że obszar I



obejmuje przypadki z zaawansowaną degradacją, obszar II zawiera przypadki dobrym stanie ekologicznym i fazie rozwoju, obszar III reprezentują przypadki o dobrze rozwiniętej trofii, natomiast obszar IV zawiera przypadki w początkowej i postępującej fazie degradacji.

Najkorzystniejsze w analizowanym materiale warunki ekologiczne stwierdzono dla ostatniej serii próbek. Według analizy rozrzutu (ryc. 5), seria nr 1 i 2 (przed rekultywacją i w początkowym okresie rekultywacji) znajdują się w obszarze I wskazującym na zaawansowaną degradację (niskie wartości parametrów  $N_{10}$  i  $N_{\text{taxa}}$  oraz brak równowagi taksonomicznej – niska wartość parametru  $B_w$ ). Kolejna seria nr 3 znajduje się w obszarze II, co wskazuje na rozwój zgrupowania, (wzrosła liczba taksonów przy nieznacznym wzroście liczebności, zgrupowanie osiągnęło równowagę taksonomiczną). Następną serią próbek nr 4 znajduje się w obszarze III, seria nr 5 znajduje się w obszarze III, co w przedstawionej skali względnej świadczy o rozwiniętej trofii dla badanych przypadków. W sposób znaczący wzrosła liczba osobników meiobentosowych, przy braku wzrostu liczby taksonów w porównaniu z serią nr 3, ponadto nastąpiło zachwianie równowagi taksonomicznej (niska względna wartość parametru  $B_w$ ). Zjawisko to miało związek z dużą liczbą odnotowanych w tym czasie larw Diptera, Chironomidae. W kolejnej serii prób wartość gęstości występowania zmalała, wzrosła liczba taksonów do 9 i zgrupowanie ponownie osiągnęło równowagę. Przeanalizowany przebieg zdarzeń wskazuje na stabilizację warunków i ich zdecydowaną poprawę w stosunku do sytuacji sprzed rekultywacji. Porównując uzyskane wyniki (ryc. 6) z wartościami uzyskanymi dla próbek z 2013 r. ( $N_{10} = 27,2$ ,  $N_{\text{taxa}} = 4$ ,  $B_w = 0,58$  - brak równowagi taksonomicznej), należy stwierdzić, że parametry te wskazują na I obszar czyli degradację zbiornika. Sytuacja sprzed rekultywacji (11.04.2015) w porównaniu z rokiem 2013 wskazuje, że sumaryczna liczba taksonów pozostała ta sama przy zachwianej równowadze taksonomicznej, zmalała gęstość zasiedlenia, co wskazuje na postępujący proces degradacji w okresie 2 lat. Natomiast przeprowadzenie rekultywacji w szybkim czasie pozwoliło na osiągnięcie istotnej poprawy stanu ekologicznego.

## **Wskaźnik BMWP-PL**

Analiza zebranego materiału pod kątem obecności taksonów makrobentosowych wykazała duże zróżnicowanie w czasie prowadzonych badań (tabela 4).

Sumaryczna wartość punktów wskaźnika BMWP-PL wynosiła najmniej w dwóch pierwszych terminach analiz (przed rekultywacją) 19 pt. BMWP-PL, co powoduje, że należy zaliczyć zbiornik do IV klasy jakości. Liczba taksonów wzrosła do 11 w ostatnim terminie badań (20.06.2015 r.), wartość punktowa wynosiła 48, co powoduje przesunięcie w klasyfikacji do II klasy jakości wód. Należy jednak zaznaczyć, że w tym systemie oceny jakości wód wynik analiz jest ściśle zależny od terminu prowadzonych badań, ponieważ wiele z grup taksonów diagnostycznych występuje sezonowo. Natomiast interesujące jest stwierdzenie

**Tab. 4.** Stwierdzone występowanie grup systematycznych makrobentosu w kolejnych seriach badań

| Takson                     | Data (seria prób) / obecność osobnika (punktacja) |        |        |        |        |
|----------------------------|---|--------|--------|--------|--------|
|                            | 11.04.  | 25.04. | 17.05. | 06.06. | 20.06. |
| Skąposzczety (Oligochaeta) | + (2)   | + (2)  | + (2)  | + (2)  | + (2)  |
| Muchówki (Chironomidae)    | + (3)   | + (3)  | + (3)  | + (3)  | + (3)  |
| Muchówki (Culicidae)       | + (2)   | + (2)  | + (2)  | + (2)  | + (2)  |
| Chrząszcze (Dytiscidae)    | + (5)   | + (5)  | + (5)  | + (5)  | + (5)  |
| Ślimaki (Planorbidae)      | + (4)   | + (4)  | + (4)  | + (4)  | + (4)  |
| Ślimaki (Lymnaeidae)       | + (3)   | + (3)  | + (3)  | + (3)  | + (3)  |
| Chrząszcze (Hydrophilidae) |   |        | + (6)  | + (6)  | + (6)  |
| Pluskwiaki Corixidae       |   |        | + (5)  | + (5)  | + (5)  |
| Pluskwiaki Naucoridae      |   |        |        | + (5)  | + (5)  |
| Ważki Platycnemidae        |   |        |        | + (6)  | + (6)  |
| Ważki Gomphidae            |   |        |        |        | + (7)  |
| Liczba taksonów            | 6   | 6      | 8      | 10     | 11     |
| Suma punktów BMWP-PL       | 19  | 19     | 30     | 41     | 48     |

Źródło: Opracowanie własne.

występowania larw owadów (larwa pływaka żółto-brzeżka i ważki różnoskrzydłej), ponieważ jest to wskaźnikiem poprawy warunków ekologicznych i prawdopodobnie stałego, a nie przypadkowego zasiedlenia zbiornika.

### Obserwacje występujących w zbiorniku płazów

W trakcie prowadzonych prac rekultywacyjnych i badawczych żab nie odławiano. Natomiast starano się zachować ich początkowo niewielkie siedliska w stanie nienaruszonym, do czasu uporządkowania pozostałego terenu, a następnie połączenia fragmentów źródłiska w całość. Podczas całego okresu obserwacji (od 11.04. do 20.06.) w obszarze zbiornika oraz jego otoczenia można było stwierdzić obecność żab (pojedyncze osobniki). Jednak po zakończeniu rekultywacji, podczas dwóch ostatnich terminów obserwacji, liczba stwierdzonych żab była wyższa (około 30 osobników). Stwierdzono występowanie tych samych gatunków żab, których obecność odnotowano przed rekultywacją: żabę moczarową (*Rana arvalis*), żabę trawną (*Rana temporaria*) i żabę jeziorkową (*Rana lessonae*), jednak ich liczba była wyższa. Ponadto stwierdzono występowanie żaby wodnej (*Pleophlax* kl. *esculentus*).

Dodatkowo zaobserwowano pojedynczego osobnika traszki (gatunku dotychczas nie udało się stwierdzić, prawdopodobnie traszka grzebieniasta, nie odłowiono osobnika). Ponadto zaobserwowano kijanki (20.06.2015 r.), co wskazuje na osiągnięcie dogodnych dla rozwoju żab warunków. Zasadlające zbiornik żaby przedstawiono na ryc. 7. W otoczeniu zbiornika stwierdzono występowanie młodych osobników ropuchy szarej i grzebiuszki zimnej.



A.



B.



C.



D.

**Ryc. 7.** Żaby zasiedlające zbiornik po rekultywacji: A. żaba jeziorkowa (*Rana lessonae*), B. i C. żaba wodna (*Pleophlax kl. esculentus*) i D. żaba moczarowa (*Rana arvalis*)

Źródło: Opracowanie własne.

## PODSUMOWANIE

W wyniku przeprowadzonej operacji pt. „Zachowanie różnorodności biologicznej obszaru Natura 2000 i Wdzydzkiego Parku Krajobrazowego poprzez wzmocnienie ochrony płazów, w szczególności żab” przeprowadzono skuteczną rekultywację zanikającego zbiornika wodnego. Zwiększono jego powierzchnię poprzez usunięcie zalegających śmieci oraz nadmiaru materii organicznej (fragmenty martwych drzew i krzewów). Osiągnięto poprawę stanu ekologicznego określoną na podstawie analiz podstawowych parametrów wody naddennej (pH, C, zawartość tlenu, azotynów, fosforanów, amoniaku), które po przeprowadzonej



rekultywacji wskazują na I klasę jakości wód powierzchniowych. Wyniki analiz biowskaźników: meio- i makrozoobentosu świadczą o wzroście bioróżnorodności i poprawie stanu ekologicznego zbiornika. Osiągnięto cel projektu, a mianowicie przywrócenie siedliska dla płazów, żab, które zasiedliły w sposób trwały zbiornik, które stał się miejsce ich rozrodu (obserwowane były stadia młodociane, kijanki). Stwierdzono również obecność traszki. Przedstawiony opis podjętych działań rekultywacyjnych wraz z monitoringiem środowiskowych może stanowić podstawę do opracowania procedur związanych z przywracaniem dobrego stanu ekologicznego drobnym, zaniedbanym, zdegradowanym zbiornikom wodnym. W sytuacji zagrożenia suszą stanowi to ważne zagadnienia zarówno dla nauki jak i gospodarki.

## PODZIĘKOWANIA

Projekt „Zachowanie różnorodności biologicznej obszaru Natura 2000 i Wdzydzkiego Parku Krajobrazowego poprzez wzmocnienie ochrony płazów, w szczególności żab” został zrealizowany w ramach operacji „Po Ryby 2007-2013”, Środka 4.1. Rozwój obszarów zależnych od rybactwa z wyłączeniem realizacji operacji polegających na funkcjonowaniu lokalnej grupy rybackiej (LGR) oraz nabywaniu umiejętności i aktywizacji lokalnych społeczności oraz Programu Operacyjnego „Zrównoważony rozwój sektora rybołówstwa i nadbrzeżnych obszarów rybackich 2007-2013”; nr umowy: 01139-6173-SW11-6173-SW1102463/13/15.

Autorka dziękuje za pomoc w zbiorze materiałów Jasiowi i Bogdanowi, a także składa podziękowania p. Wojciechowi Lubińskiemu i Jego współpracownikom za przeprowadzone prace rekultywacyjne, które pozwoliły zachować różnorodność zbiornika i osiągnąć zamierzony efekt ekologiczny. Podziękowania składam również p. dr hab. Dorocie Burskiej, prof. UG za konsultacje w kwestii analiz substancji biogenicznych.

## LITERATURA

- Bartoszewski S. 1998. Reżim odpływu rzek Ziemi Wedel Jarlsberga (Spitsbergen). Flow regime of rivers in Wedel Jarlsberg Land (Spitsbergen). Wydawnictwo UMCS, Lublin: 168 str.
- Czerniawska-Kusza I., Szoszkiewicz K. 2007. Biologiczna i hydromorfologiczna ocena wód płynących na przykładzie rzeki Mała Panew (Biological and hydromorphological assessment of running waters: an example of the Mała Panew River). Uniwersytet Opolski, Opole: 68 str.
- Gorzel M., Kornijow R. 2004. Biologiczne metody oceny jakości wód rzecznych. Kosmos. Problemy Nauk Biologicznych 53, 2: 183-191.

- Jakubik M. 2019. Podstawy prawne gatunkowej ochrony zwierząt. Regionalna Dyrekcja Ochrony Środowiska w Olsztynie: 30 str.  
([http://olsztyn.rdos.gov.pl/files/aktualnosci/134413/1\\_Podstawy\\_prawne\\_ochrony\\_gatunkowej\\_zwierzat\\_news\\_image.pdf](http://olsztyn.rdos.gov.pl/files/aktualnosci/134413/1_Podstawy_prawne_ochrony_gatunkowej_zwierzat_news_image.pdf)).
- Klimarczyk P., Trawiński A. 2007. Ocena stanu rzek na podstawie makrobezkręgowców bentosowych. Indeks BMWP-PL. Zakład Ochrony Wód UAM  
(<http://www.staff.amu.edu.pl/zow/pobieranie/BMWP-PL.pdf>)
- Kownacki A., Soszka H. 2004. Wytyczne do oceny stanu rzek na podstawie makrobezkręgowców oraz do pobierania prób makrobezkręgowców w jeziorach, Warszawa  
(<http://www.wkn.h2.pl/ZZS/plilidopobrania/Wytyczne%20do%20oceny%20stanu%20rzek.pdf>).
- Kurek R.T., Rybacki M., Sołtysiak M. 2011. Poradnik ochrony płazów. Ochrona dziko żyjących zwierząt w projektowaniu inwestycji drogowych. Problemy i dobre praktyki. Stowarzyszenie Pracownia na rzecz Wszystkich Istot: 166  
(<https://korytarze.pl/upload/filemanager/Korytarze/Publikacje/Poradnik-ochrony-plazow-Kurek-Rybacki-Soltysiak-2011.pdf>).
- Tabasz G. 2016. Płazy i gady w gminie Zakliczyn. Znaczenie dla środowiska i człowieka oraz ochrona. Poradnik. „Karpackie Inicjatywy Lokalne”  
([https://ekopsychologia.pl/media/upload/article/0/104/file/5d54c9470d414b2fbb936e008d57755d\\_Dzie%20C5%84%20C5%BBaby%20-%20Poradnik%20web\\_final.pdf](https://ekopsychologia.pl/media/upload/article/0/104/file/5d54c9470d414b2fbb936e008d57755d_Dzie%20C5%84%20C5%BBaby%20-%20Poradnik%20web_final.pdf))
- Wojtasik B., Rodzik J., Stachyra P., Stolarska M. 2009. Variety of meiobenthic assemblages against the background of environment in selected freshwater reservoirs of Central Roztocze Region (SE Poland). *Teka Kom. Ochr. Kszt. Środ. Przyr.* – OL PAN, 6: 424-431.
- Wojtasik B. 2010. Meiobentos jako wskaźnik zmian środowiskowych w zbiornikach słodkowodnych [Meiobenthos as an environmental changeability conditions indicator in freshwater reservoirs]. [W:] R. Wiśniewski [red.] *Ochrona i rekultywacja jezior*. Salus Toruń: 185-203.
- Wojtasik B. 2013a. Zgrupowanie meiobentosu do zastosowania w ujednoliconym systemie oceny stanu ekologicznego zbiorników wodnych i rzek, w szczególności osadów dennych oraz do zastosowania w tworzeniu map stanu ekologicznego. Wniosek patentowy nr P406458, Urząd Patentowy RP.
- Wojtasik B. 2013b. Ocena-Diagnoza-Naprawa (ODN) – kompleksowa metoda ochrony zbiorników wodnych. [W:] R. Wiśniewski [Red.] *Ochrona i rekultywacja jezior*. Toruń: 239-248.
- Wojtasik B. 2013 c. Ecological conditio of small water reservoirs of Wdzydze Lanscape Park (northern Poland) based on meiobenthos assemblages analyzes. *TEKA Komisji Ochrony i Kształtowania Środowiska – OL PAN*, X: 504-514.
- Wojtasik B. 2014. Nowy wskaźnik równowagi taksonomicznej – formuła matematyczna i zastosowania. [w:] *Wody przejściowe, materiały XXI Ogólnopolskich Warsztatów Bentologicznych, streszczenia wystąpień*, Elbląg-Olsztyn: 34-36.
- Wojtasik B., Sosiński J., Pacyga P. 2016. MeioEco.com program do analiz stanu ekologicznego (<http://portal.meioeco.com>).
- Wojtasik B., Wiśniewski W. 2014. Kompleksowa procedura ochrony zbiorników wodnych: ocena stanu ekologicznego, diagnoza metod rekultywacji i naprawa (ODN). The comprehensive method for protecting water reservoirs: assessment of the ecological status, diagnosis of repair methods and remediation (ADR). [w:] J. Skowronek [red.] *Innowacyjne rozwiązania rewitalizacji terenów zdegradowanych*. Instytut Ekologii Terenów Uprzemysłowionych w Katowicach. Katowice: 80-90.

## STRESZCZENIE

Drobne zbiorniki wodne położone w różnych miejscach: śródleśne, polne, na łąkach stanowią cenne ostoje bioróżnorodności wielu gatunków zwierząt. Ponadto dają możliwość ciągłości zasiedlania dla wielu drobnych, nieznacznie przemieszczających się zwierząt. Stanowią miejsca odpoczynku ptaków wodnych, rozrodu dla płazów oraz wodopoje dla nawet dużych ssaków. Dbłość o te niewielkie zbiorniki, rekultywacja zaniedbanych i przywrócenie osuszonych jest szczególnie ważna z uwagi na konieczność przeciwdziałania suszy. Drobne zbiorniki wodne reagują niezwykle szybko na zmiany środowiskowe. W przypadku degradacji, w krótkim czasie następuje pogorszenie ich stanu ekologicznego. Jednak równie sprawnie można uzyskać poprawę stanu ekologicznego, której wyznacznikiem jest trwały wzrost bioróżnorodności, w tym organizmów wskaźnikowych jak meio- i makrozoobentos. W roku 2015 przeprowadzono rekultywację niewielkiego zbiornika wodnego położonego w Borach Tucholskich w okolicy jeziora Wdzydze (północna Polska), uzyskując w ciągu jednego sezonu hydrologicznego zdecydowaną poprawę stanu ekologicznego, zwiększenie bioróżnorodności meio- i makrozoobentosu oraz przywrócenie miejsca rozwoju żab.

## SUMMARY

Small water reservoirs located in various places: mid-forest, field, in meadows are valuable refuge for biodiversity of many animal species. In addition, they provide the possibility of continuous settlement for many small animals. They provide resting places for water birds, reproduction for amphibians and watering places even for large mammals. Care for these small reservoirs, reclamation of the neglected ones and the restoration of the drained is particularly important due to the need of counteracting drought. Small water reservoirs react extremely quickly to environmental changes. In the event of degradation, their ecological status deteriorates quickly. However, the improvement of the ecological status can be achieved equally well, which is determined by the sustainable increase in biodiversity, including indicator organisms such as meio- and macrozoobenthos. In 2015, a small water reservoir located in Bory Tucholskie near Lake Wdzydze (northern Poland) was carried out, obtaining, in one hydrological season, a significant improvement in the ecological condition, increasing the biodiversity of meio- and macrozoobenthos and restoring the place of frog development.