

# **OPERAT WODNOPRAWNY**

**na rekultywację Jeziora Świętego w Obrze**

**Zamawiający:**

**Gmina Wolsztyn,**

**ul. Rynek 1, 64-200 Wolsztyn**

Opracowali:

dr hab. inż. Renata Tandyrak

dr inż. Michał Łopata

Olsztyn, grudzień 2018 r.

# **I CZEŚĆ OPISOWA**

OPIS PLANOWANEGO PRZEDSIĘWZIĘCIA W JĘZYKU NIETECHNICZNYM.....	3
<b>1 WSTĘP .....</b>	<b>6</b>
<b>1.1. Cel opracowania .....</b>	<b>6</b>
<b>1.2. Podstawa opracowania.....</b>	<b>6</b>
1.2.2. Podstawa prawna .....	6
1.2.3. Wykorzystane materiały: .....	7
<b>1.3. Cel i zakres zamierzonego korzystania z wód.....</b>	<b>8</b>
<b>1.4. Cel i rodzaj planowanych do wykonania urządzeń wodnych i robót .....</b>	<b>9</b>
<b>1.5. Rodzaj i zasięgu oddziaływania zamierzonego korzystania z wód lub planowanych do wykonania urządzeń wodnych .....</b>	<b>9</b>
<b>1.6. Rodzaj urządzeń pomiarowych .....</b>	<b>10</b>
<b>1.7. Stan prawny nieruchomości .....</b>	<b>10</b>
<b>1.8. Obowiązki ubiegającego się o wydanie pozwolenia w stosunku do osób trzecich ....</b>	<b>10</b>
<b>2. CHARAKTERYSTYKA WÓD OBJĘTYCH POZWOLENIEM WODNOPRAWNYM .....</b>	<b>11</b>
2.1. Charakterystyka morfometryczna Jeziora Świętego i warunki hydrologiczno-zlewniowe .....	11
2.2. Stan troficzny Jeziora Świętego .....	13
2.3. Warunki hydrochemiczne w dopływie Pintus. ....	13
2.4. Warunki termiczno – tlenowe w jeziorze Świętym. ....	14
2.5. Zasobność w pierwiastki biogenne.....	16
2.6. Eutrofizacja Jeziora Świętego .....	17
<b>3. REKULTYWACJA JEZIORA ŚWIĘTEGO W OBRZE .....</b>	<b>19</b>
3.1. Założenia działań ochronnych – przekierowania części wód dopływu z pominięciem jeziora 19	
3.2. Rozwiązania techniczne w zakresie regulacji przepływu wód rowem Pintus.....	20
3.3. Założenia działań rekultywacyjnych w obrębie misy Jeziora Świętego .....	21
3.4. Rozwiązania techniczne w zakresie rekultywacji Jeziora Świętego .....	26
3.4.1. Analiza uwarunkowań pracy rurociągów do rekultywacji Jeziora Świętego...26	
3.4.2. Zastawka piętrząca na dopływie i rurociąg nalewczy – rozwiązania projektowe. ....	30
3.4.3. Zastawka piętrząca na odpływie i rurociąg odpływowy – rozwiązania projektowe .....	35
3.4.4. Aplikacja koagulantów celem inaktywacji fosforu w wodach jeziora .....	37

<b>4. USTALENIA WYNIKAJĄCE Z PLANU GOSPODAROWANIA WODAMI NA OBSZARZE DORZECZA I WARUNKÓW KORZYSTANIA Z WÓD REGIONU WODNEGO .....</b>	<b>41</b>
<b>5. USTALENIA WYNIKAJĄCE Z PLANU ZARZĄDZANIA RYZYKIEM POWODZIOWYM I PLANU PRZECIWDZIAŁANIA SKUTKOM SUSZY .....</b>	<b>43</b>
<b>6. USTALENIA WYNIKAJĄCE Z KRAJOWEGO PROGRAMU OCZYSZCZANIA ŚCIEKÓW KOMUNALNYCH .....</b>	<b>44</b>
<b>7. PRZEWIDYWANY WPŁYW PLANOWANEGO KORZYSTANIA Z WÓD NA WODY POWIERZCHNIOWE, W SZCZEGÓLNOŚCI NA STAN TYCH WÓD I REALIZACJĘ CELÓW ŚRODOWISKOWYCH DLA NICH OKREŚLONYCH. ....</b>	<b>45</b>
<b>8. PLANOWANY OKRES ROZRUCHU, SPOSÓB POSTĘPOWANIA W WYPADKU ROZRUCHU, AWARII LUB USZKODZENIA. ....</b>	<b>46</b>
<b>9. INFORMACJE O FORMACH OCHRONY PRZYRODY WYSTĘPUJĄCYCH W ZASIĘGU ODDZIAŁYWANIA ZAMIERZONEGO KORZYSTANIA Z WÓD. ....</b>	<b>46</b>
<b>10. MONITORING JEZIORA ŚWIĘTEGO .....</b>	<b>47</b>
10.1. Badania kontrolne podczas wprowadzania koagulantu .....	47
10.2. Monitoring jakości wód Jeziora Świętego .....	47
<b>11. ZALECENIA .....</b>	<b>49</b>
<b>12. PROPONOWANY HARMONOGRAM REKULTYWACJI .....</b>	<b>50</b>
<b>13. ZAKRES WNIOSKU O UDZIELENIE ZGODY WODNOPRAWNEJ .....</b>	<b>51</b>
<b>14. WYKAZ ZAINTERESOWANYCH STRON .....</b>	<b>53</b>

## **II CZEŚĆ GRAFICZNA**

Rys. 1. Zasięg oddziaływania zamierzonego przedsięwzięcia.

Rys. 2. Zastawka piętrząca na dopływie rowu Pintus do Jeziora Świętego.

Rys. 3. Profil podłużny rurociągu nalewczego.

Rys. 4. Zastawka piętrząca na odpływie rowu Pintus z Jeziora Świętego.

Rys. 5. Profil podłużny rurociągu odpływowego.

Rys. 6. Lokalizacja zastawki piętrzącej na dopływie rowu Pintus do Jeziora Świętego.

Rys. 7. Lokalizacja zastawki piętrzącej na odpływie rowu Pintus z Jeziora Świętego.

Rys. 8. Schemat kurtyny podwodnej.

Rys. 9. Mapa obszaru prac rekultywacyjnych z zaznaczeniem: miejsca rozładunku i składowania środków chemicznych, obszarów jeziora wytypowanych do zastosowania koagulantu oraz stanowisk poboru próbek wody.

## OPIS PLANOWANEGO PRZEDSIĘWZIĘCIA W JĘZYKU NIETECHNICZNYM

Przedsięwzięciem opisywanym w niniejszym operacie jest poprawa jakości wód Jeziora Świętego w Obrze poprzez zastosowanie zabiegów kompleksowej rekultywacji technicznej i biologicznej, polegających na: natlenianiu jeziora, odprowadzaniu przeżyźnionych wód naddennych, inaktywacji fosforu oraz regulacji struktury ichtiofauny.

Proces eutrofizacji jezior powodowany nadmiernym ładunkiem zanieczyszczeń spływających ze zlewni, zwłaszcza soli fosforu i azotu, prowadzi do wzrostu produktywności ekosystemu wodnego do poziomu umożliwiającego masowy rozwój fitoplanktonu (zakwity glonów). Do niekorzystnych objawów przeżyźnienia zbiorników należy zaliczyć przebudowę struktury fitocenoz jezior, charakteryzującą się wzrostem udziału inwazyjnych i silnie toksycznych sinic. Nadmierny przyrost materii organicznej (rozwój planktonu) prowadzi zazwyczaj do zaburzeń układów tlenowych. Niekiedy dochodzi nawet do odtlenienia środowiska wodnego na skutek zużycia tlenu na rozkład tych organizmów po ich obumarciu. Pojawienie się ubytków tlenowych w wodzie nad osadami dennymi w okresach stagnacji wód (lato, zima) prowadzi do obniżenia potencjału oksydoredukcyjnego na granicy faz woda-dno, a w konsekwencji do uwalniania azotu i fosforu z osadów dennych do wody. W takiej sytuacji osady denne przestają być pułapką dla substancji biogennych, a stają się ich źródłem. Dotyczy to przede wszystkim fosforu, który jest najważniejszym czynnikiem powodującym eutrofizację.

Kolejne negatywne zjawiska związane ze wzrostem żyzności zbiornika to: zmiana barwy, smaku i zapachu oraz mała przezroczystość, przetlenienie w powierzchniowych a zanik tlenu w przydennych warstwach wody, pojawienie się siarkowodoru.

Wraz ze wzrostem poziomu eutrofizacji obserwuje się ilościowe i jakościowe zmiany flory i fauny, a w szczególności ichtiofauny. Znaczne pogorszenie warunków tarła prowadzi do zasadniczych zmian składu i stosunków dominacji w zespołach ryb. Skrajnymi przypadkami zmniejszania się nie tylko składu gatunkowego, ale i ogólnej liczebności ryb jest ich masowe śnięcie, będące konsekwencją braku tlenu rozpuszczonego w wodzie. Zbiorniki wodne stają się również mniej atrakcyjne pod względem rekreacyjnym dla turystów i mieszkańców.

Planowane przedsięwzięcie ma na celu kompleksowe działania rekultywacyjne zmierzające do poprawy jakości wód, obniżenia trofii i polepszenia warunków tlenowych Jeziora Świętego, a w konsekwencji poprawę walorów użytkowych.

Jezioro Święte jest zbiornikiem o zaawansowanej trofii, wynikającej zarówno z zasilania wewnętrznego biogenami z osadów dennych, jak i z dostarczania ich ze zlewni, przede wszystkim za pośrednictwem dopływu powierzchniowego Pintus. Kompleksowe działania rekultywacyjne będą się więc koncentrowały na wyeliminowaniu tych źródeł substancji biogennych. W tym celu nastąpi okresowe przekierowanie wód głównego dopływu (Pintusa) do tego samego odbiornika, ale z pominięciem misy jeziornej. Posłuży do tego zastawka regulująca kierunki przepływu wody w obrębie węzła rowów melioracyjnych Pintus/Kalinka.

Okresowo natomiast (podczas letniej stratyfikacji wód) Jezioro Święte będzie poddane rekultywacji metodą selektywnego odprowadzania wód naddennych. Metoda ta, możliwa do zastosowania w zbiornikach stratyfikowanych, przepływowych, charakteryzujących się dodatnim bilansem wód, polega na wyprowadzaniu rurowciągiem ułożonym na dnie zbiornika

odtlenionych i bogatych w biogeny wód hypolimnionu zamiast mniej obciążonych warstw powierzchniowych.

Dopływ Pintusa, zamiast wprowadzać wody powierzchniowo, zostanie skierowany rurociągiem nalewczym na dno północnej części jeziora. Dla wymuszenia przepływu wody w tym rurociągu niezbędne będzie uzyskanie odpowiedniego piętrzenia wody na wlocie rowu do jeziora poprzez zastosowanie zastawki piętrzącej. Z kolei zastawka piętrząca na odpływie z Jeziora Świętego wymusi przepływ wód naddennych z głęboczka południowego rurociągiem odpływowym. Aby uniemożliwić mieszanie się ze sobą wód naddennych obu głęboczków, między północną i południową częścią jeziora zostanie ułożona kurtyna podwodna z geomembrany PCV.

Komplementarną do selektywnego odprowadzania wód metodą inaktywacji będzie inaktywacja fosforu. Jest to zabieg polegający na strąceniu fosforu z toni wodnej i trwałym zablokowaniu go w osadach dennych jeziora. W ten sposób zmniejsza się ilość podstawowego pierwiastka biogenego w obiegu wody, co uniemożliwia rozwój fitoplanktonu, a mniejsza ilość zawiesiny poprawia przezroczystość wód.

Inaktywacja fosforu zostanie przeprowadzona przy użyciu koagulantu żelazowego PIX 111 – chlorek żelaza i glinowego PAX 18. Koagulant zostanie wprowadzony do jeziora metodą powierzchniową z jednostek pływających wyposażonych w systemy dozujące. Planowana jest czterokrotna aplikacja koagulantów (preparatów strącających fosfor i oczyszczających wodę), w terminach wiosennych i jesiennych. Ze względu na zmienną wartościowość żelaza, koagulant oparty na tym składniku wykazuje dużą skuteczność w warunkach tlenowych, toteż zostanie zastosowany w płytszych częściach zbiornika, w obszarze wody natlenionej. W takich warunkach żelazo(III) wiąże fosfor, natomiast w sytuacji braku tlenu, w warunkach redukcyjnych następuje niszczenie koloidów żelazowo-fosforowych i ponowne uwalnianie wcześniej zaabsorbowanych fosforanów do wody. Dlatego w obszarze wody odtlenionej do inaktywacji zostanie zastosowany glin. Istotną zaletą koagulantu tego typu jest jego niewrażliwość na warunki tlenowe panujące w wodzie i skuteczność działania nawet w przypadku odtlenienia wód naddennych, występującego powszechnie w warstwach naddennych silnie zeutrofizowanych zbiornikach wodnych. Glin skutecznie wiąże fosfor zarówno w warunkach utleniających jak i redukcyjnych, przy wartościach pH bliskich 7 (technologicznie optymalne pH mieści się w zakresie 5,5-6,5, środowiskowo 6,5-8,5) przeważają trwale i bezpieczne dla środowiska, nierozpuszczalne wodorotlenki  $\text{Al}(\text{OH})_3$ .

Wprowadzanie substancji chemicznych do wód, zgodnie z przepisami Prawa Wodnego, wymaga uzyskania pozytywnej decyzji wodnoprawnej. Pozwolenie wodnoprawne wydaje właściwy miejscowo dyrektor regionalnego zarządu gospodarki wodnej Państwowego Gospodarstwa Wodnego Wody Polskie.

# **1 WSTĘP**

## **1.1. Cel opracowania**

Niniejszy operat wodnoprawny stanowi podstawę do wydania przez Państwowe Gospodarstwo Wodne Wody Polskie – regionalny zarząd gospodarki wodnej w Poznaniu, zgody na budowę niezbędnej infrastruktury i podjęcie działań technicznych związanych z kompleksowym programem rekultywacji Jeziora Świętego w Obrze.

Operat określa sposoby i terminy przeprowadzania prac związanych z:

- gospodarowaniem wodą na cieku Pintus i Jeziorze Świętym,
- budową zastawek i rurociągów sterujących dopływem i odpływem wód rowu Pintus
- zabiegami dawkowania środków chemicznych,

jak również warunki techniczne tych zadań i ich skutki oraz metody i sposób monitoringu środowiskowego.

## **1.2. Podstawa opracowania**

### **1.2.1. Podstawa formalna, oznaczenie zakładu ubiegającego się o wydanie pozwolenia, jego siedziby i adresu.**

Operat wodnoprawny na rekultywację Jeziora Świętego w Obrze został zlecony przez Gminę Wolsztyn z siedzibą ul. Rynek 1, 64-200 Wolsztyn, która jest jednocześnie Wnioskodawcą w procedowaniu przedmiotowej zgody wodnoprawnej.

### **1.2.2. Podstawa prawna**

Zgodę wodnoprawną obowiązany jest uzyskać każdy podmiot korzystający z wód, jeżeli zakres tego korzystania przekracza tzw. korzystanie powszechne lub zwykłe. Jest to wymagane przepisami ustawy z dnia 20 lipca 2017 roku – Prawo wodne (tekst ujednolicony: Dz. U. 2017, Poz. 1566, późn. zm.). Zakres zamierzonych prac, opisanych w niniejszym operacie odnosi się w szczególności do:

- art. 33 ust. 2,
- art. 35 ust. 3, pkt 2
- art. 50
- art. 51 ust. 1, 2
- art. 388 ust. 1 pkt 1
- art. 389 pkt. 1, 2, 4, 6
- art. 400 pkt 1, 6, 8

### 1.2.3. Wykorzystane materiały:

- literatura branżowa:

1. Carlson R.E., 1977. A trophic state index for lakes. *Limnol. Oceanogr.* 22(2): 361–369.
2. Cooke G. D., E. B. Welch, S. A. Peterson, P. R. Newroth, 1993. Restoration and management of lakes and reservoirs. Lewis Pub. (CRC Press Inc.). Boca Raton FL.
3. Dunalska, J. A. 2011. Total organic carbon as a new index for monitoring trophic states in lakes. *Oceanological and Hydrobiological Studies* 40(2): 112-115.
4. Faraś – Ostrowska B., Lange W., 1998. Przezroczystość wody jako miara nasilenia eutrofizacji jezior. *Bad. Limnol.* 1: 181–191.
5. Gawrońska H., K. Lossow, J. Grochowska, 2005. Rekultywacja Jeziora Długiego w Olsztynie. Monografia. Olsztyn.
6. Gawrońska H., Łopata M., Jaworska B., 2007. The effectiveness of the phosphorus inactivation method in reducing the trophy of lakes of different morphometrical and hydrological features. *Limnological Review*, 7(1): 27-34.
7. Gawrońska H., Łopata M., Wiśniewski G., Jaworska B., 2010. Rekultywacja Jezior Domowych w Szczytnie metodą inaktywacji fosforu. Sprawozdanie z badań. Katedra Inżynierii Ochrony Środowiska UWM w Olsztynie. Maszynopis.
8. Gawrońska H., Brzozowska R., Grochowska J., Lossow K., 2001. Effectiveness of PAX and PIX coagulants in phosphorus reduction in a lake – laboratory experiments. *Limnological Review* 1: 73–82.
9. Grochowska J., Czerniawski R., Łopata M., Tandyrak R., Parszuto K., Augustyniak R., Płachta A., 2018. Dokumentacja z opracowaniem do zadania naukowo-technicznego „Eutrofizacja Jeziora Świętego w Obrze: stan ekologiczny, zagrożenia, możliwości ochrony i rekultywacji”. Maszynopis.
10. Kratzer C.R., Brezonik P.L., 1981. A Carlson – type trophic state index for nitrogen in Florida Lakes. *Water. Research. Bull.* 17: 713–715.
11. Kuehl L.C., Troelstrup Jr. N.H., 2011. Relationships between net primary production, water transparency, chlorophyll a, and total phosphorus in Oak Lake, Brooking County, South Dakota. *Proceedings of the South Dakota Academy of Science* 92: 67–78.
12. Łopata M., Augustyniak R., Grochowska J., Parszuto K., Tandyrak R. Selected aspects of lake restorations in Poland. Rozdział w monografii Wyd. Springer. Przyjęte do druku.
13. Łopata M., Gawrońska H., 2012. Możliwości rekultywacji jezior o różnych cechach morfometrycznych za pomocą koagulantów glinowych i żelazowych. *Technologia Wody* 18: 44-45.
14. Łopata M., Gawrońska H., Wiśniewski G., Jaworska B., 2013. Restoration of two shallow, urban lakes using the phosphorus inactivation method - preliminary results. *Water Science and Technology* 68 (10): 2127-2135.
15. Łopata M., Gawrońska H., 2006. Effectiveness of the polymictic Lake Głęboćek in Tuchola restoration by the phosphorus inactivation method. *Pol. J. Nat. Sci.*, 21(2): 859-870.
16. Łopata M., Wiśniewski G., 2014. Raport z budowy systemu natleniania hypolimnionu Jeziora Łąjskiego wodami dopływu powierzchniowego. UWM w Olsztynie. Maszynopis.
17. Lossow K., Gawrońska H., Mientki C., Łopata M., Wiśniewski G., 2005. Jeziora Olsztyna

- stan troficzny, zagrożenia. Monografia. Wyd. SPW „Edycja”. Olsztyn, ss. 164.
  - 18.OECD. 1982. Eutrophication of water, monitoring, assessment and control. Paris. ss. 150.
  - 19.Olszewski P., 1959. Usuwanie hypolimnionu jezior. Wyniki pierwszego roku eksperymentu na Jeziorze Kortowskim. Zesz. Nauk. WSR Olszt., 9 (81): 331-339.
  - 20.Vollenveider R.A., 1968. Scientific fundamentals of the eutrophication of lakes and flowing waters, with particular reference of nitrogen and phosphorus as factors in eutrophication. OECD, Directorate for Sci. Affairs. Paris, DAS/CSI/68, 27: 1-182.
  - 21.Vollenveider R.A., 1976. Advances in defining critical loading levels for phosphorus in lake eutrophication. Mem. Ist. Ital. Idrobiol., 33: 53-83.
  - 22.Zdanowski B., 1982. Nitrogen, phosphorus contents and lake eutrophication. Polskie Archiwum Hydrobiologii 29(3-4), 541–597.
- wypisy z rejestru gruntów (w załącznikach)
  - dokumentacja pomiarów geodezyjnych (w załącznikach)

### **1.3. Cel i zakres zamierzonego korzystania z wód.**

Celem opracowania jest udokumentowanie wniosku Zamawiającego do dyrektora regionalnego zarządu gospodarki wodnej w Poznaniu Państwowego Gospodarstwa Wodnego Wody Polskie o udzielenie pozwolenia wodnoprawnego na rekultywację Jeziora Świętego w Obrze.

#### **Zakres zamierzonego korzystania z wód:**

- odcięcie nadmiaru zanieczyszczeń z obszaru zlewni poprzez okresowe przekierowywanie wód głównego dopływu z pominięciem misy jeziornej,
- natlenienie wód naddennych północnej części Jeziora Świętego wodą dopływu ujętą w rurociąg nalewczy o wylocie podwodnym skierowanym w rejon głęboczka.
- selektywne odprowadzanie najbardziej zanieczyszczonych i odtlenionych wód naddennych z głęboczka południowej części jeziora do odpływu poprzez wymuszony piętrzeniem przepływ rurociągiem odpływowym.
- inaktywacja nadmiaru fosforu w toni wodnej i ograniczenie wtórnego uwalniania tego pierwiastka z osadów dennych do wody poprzez zastosowanie koagulantów.

Efektem podjętych kompleksowych działań będzie poprawa jakości wody w Jeziorze Świętym. Działania te są zgodne z zapisami Ramowej Dyrektywy Wodnej (2000/60/WE) obligującej kraje członkowskie UE do osiągnięcia dobrego stanu wód naturalnych.



#### **1.4. Cel i rodzaj planowanych do wykonania urządzeń wodnych i robót**

Zakres zamierzonego korzystania z wód wymaga:

- budowy trzech urządzeń wodnych – zastawek na rowie Pintus, to jest:
  - zastawki regulującej kierunki przepływu wody w obrębie węzła rowów melioracyjnych Pintus/Kalinka,
  - zastawki piętrzącej wody w rowie Pintus usytuowanej przy wlocie rowu do Jeziora Świętego w Obrze, której celem jest uzyskanie niezbędnego piętrzenia do wymuszenia przepływu wody w rurociągu nalewczym kierującym wody dopływu na dno północnej części jeziora,
  - zastawki piętrzącej wody rowu Pintus na odpływie z Jeziora Świętego w Obrze, której celem jest uzyskanie odpowiedniego piętrzenia do wymuszenia przepływu wody w rurociągu odpływowym kierującym wody naddenne z południowej części jeziora do odpływu.
- ułożenia na dnie jeziora dwóch rurociągów DN 400 do selektywnego przepływu wód rowu Pintus przez Jezioro Święte w Obrze
- ułożenia na dnie jeziora w części centralnej kurtyny podwodnej z geomembrany PVC o długości 95m uniemożliwiającej mieszanie się ze sobą wód naddennych północnej i południowej części jeziora.
- czterokrotnej aplikacji preparatów oczyszczających wodę, których zadaniem jest wiązanie (inaktywacja) fosforu w toni wodnej, a po ich sedymentacji na dno dalsze powstrzymywanie wtórnego uwalniania się zanieczyszczeń biogenych z dna do wody.

W dalszych rozdziałach operatu przedstawiono techniczną stronę zagadnień związanych z opisanym powyżej zakresem korzystania z wód, opisy i lokalizacje urządzeń wodnych, przedstawiono niezbędne obliczenia hydrologiczne, hydrauliczne oraz obliczenia dotyczące zapotrzebowania na preparaty oczyszczające wodę, jak również wskazano zalecenia dotyczące kierunków gospodarki rybackiej na przedmiotowym akwenie.

#### **1.5. Rodzaj i zasięgu oddziaływania zamierzonego korzystania z wód lub planowanych do wykonania urządzeń wodnych**

Planowane działania mają charakter stricte pro-środowiskowy i nie skutkują żadnym negatywnym oddziaływaniem na tereny przyległe. W wyniku podjętych działań nastąpi poprawa jakości wody Jeziora Świętego w Obrze, poprawa natlenienia wody, oraz ograniczenie poziomu eutrofizacji wskutek sukcesywnej redukcji ilości biogenów. Wszystkie

rozwiązania hydrotechniczne polegają na sterowaniu ilością i kierunkiem przepływu wód niewykraczającym poza naturalną amplitudę zmienności ich stanów i przepływów. Wymagane piętrzenia do pracy rurociągów są niewielkie (0,1-0,2m) i mieszczą się w zakresie naturalnie zmieniających się warunków napełnienia misy jeziornej w cyklu roku hydrologicznego. Nie przewiduje się zmiany stosunków hydrologicznych w zlewni.

#### **1.6. Rodzaj urządzeń pomiarowych**

Zgodnie z wymogami ustawy Prawo wodne, wskazane budowle piętrzące winny być zaopatrzone w znaki wodne, oznaczające maksymalną dozwoloną wysokość piętrzenia. Z tego względu należy wbudować znak wodne, wg normy PN-75/8943-8, na jednym z przyczółków opisywanych zastawek na rzędnej:

- zastawka na wlocie rowu Pintus, piętrzenie na potrzeby rurociągu nalewczego: 57,50 m n.p.m.
- zastawka na wylocie rowu Pintus, piętrzenie na potrzeby rurociągu odpływowego: 57,25m n.p.m.

#### **1.7. Stan prawny nieruchomości**

Wszystkie nieruchomości objęte zasięgiem oddziaływania przedsięwzięcia stanowią własność Skarbu Państwa.

Jezioro Świąte – działka 1529 obręb ewidencyjny 302903\_5.0013, Obrze – stanowi własność Skarbu Państwa. Trwały zarząd sprawuje Marszałek Województwa Wielkopolskiego.

Działki 646, 1531 i 1469 obręb ewidencyjny 302903\_5.0013, Obrze (grunty pod rowami) stanowią własność Skarbu Państwa.

Użytkownikiem Rybackim jeziora Świątego w Obrze jest: Polski Związek Wędkarski Okręg Zielona Góra, ul. B. Głowackiego 9, 65-301 Zielona Góra.

#### **1.8. Obowiązki ubiegającego się o wydanie pozwolenia w stosunku do osób trzecich**

Opisywane przedsięwzięcia nie skutkują negatywnym oddziaływaniem ani na środowisko ani na interes osób trzecich. Będą prowadzone tylko i wyłącznie na terenie należącym do Skarbu Państwa. W wyniku tej działalności nie ulegają także zmianie stosunki wodne na terenach przyległych. Planowane zabiegi nie będą miały również wpływu na stosunki hydrologiczne Jeziora Świątego. Zastosowanie procesów oczyszczających wodę nie

skutkuje naruszeniem praw osób trzecich, w tym prawa własności. Wnioskodawca planuje działania w porozumieniu z Użytkownikiem Rybackim Jeziora Świętego w Obrze.

Wnioskodawca zobowiązany jest należycie zabezpieczyć poprawne funkcjonowanie urządzeń wodnych poprzez systematyczną kontrolę ich stanu, oraz, w szczególności w wypadku zastawki na odpływie – zabezpieczyć elementy regulujące przepływ przed ingerencją osób trzecich.

Z uwagi na specyfikę prac objętych pozwoleniem wodnoprawnym należy zabezpieczyć teren w okolicach Jeziora Świętego na okres składowania i przeładunku koagulantu. Uzgodniono z Zamawiającym, że miejscem tym będzie działka nr 699/8, obręb Obra, będąca własnością Gminy Wolsztyn. Teren ten na czas składowania i przeładunku koagulantu (kilkanaście dni podczas każdego etapu rekultywacji) musi być należycie zabezpieczony przed ingerencją osób trzecich poprzez oznakowanie i ogrodzenie.

## **2. CHARAKTERYSTYKA WÓD OBJĘTYCH POZWOLENIEM WODNOPRAWNYM**

### **2.1. Charakterystyka morfometryczna Jeziora Świętego i warunki hydrologiczno-zlewniowe**

Jezioro Święte jest akwenem niewielkim o powierzchni 23,3 ha (IRS 1959), ale dość głęboki (głębokość maksymalna 15,3 m wg innych źródeł – 16,9 m (Jańczak i in. 1997), głębokość średnia – 8,9 m). Jezioro ma kształt wydłużony w kierunku N – S. Ukształtowanie misy jeziora wskazuje na rynnowe pochodzenie zagłębienia, brzegi są wyniesione, zadrzewione, co w powiązaniu z dominującym kierunkiem wiatrów (z zachodu) utrudnia procesy mieszania wód.

#### Szczegółowe parametry morfometryczne (IRS 1959):

Powierzchnia zwierciadła wody (P)	23,3 ha
Głębokość maksymalna (Hmaks.)	15,3 m
Głębokość średnia (Hśr)	8,9 m
Głębokość względna (Hwzgl)	0,0317
Wskaźnik głębokościowy (Wg)	0,58
Objętość (V)	2.064,0 tys. m <sup>3</sup>
Długość maksymalna (Dmaks)	1082 m
Szerokość maksymalna (Smaks)	257 m
Wskaźnik wydłużenia ( $\lambda$ )	4,2
Długość linii brzegowej (L)	2660 m
Rozwój linii brzegowej (K)	1,56

Zlewnia bezpośrednia (1,53 km<sup>2</sup>) Jeziora Świętego otacza zbiornik równomiernie zarówno od zachodu, jak i wschodu. Zlewnia pośrednia rozciąga się w kierunku północno-wschodnim i północnym. Ze względu na połączenie jeziora rowem z Jeziorem Berzyńskim, w zasadzie za zlewnię całkowitą można przyjąć otoczenie jezior Wolsztyńskiego i Berzyńskiego oraz tereny odwadniane powyżej przez rzekę Dojcę, jako główną oś hydrologiczną rozpatrywanego obszaru. Jednak w rzeczywistości zanieczyszczenia trafiające do tych wód tylko w części mogą być transportowane do Jeziora Świętego. Jezioro Berzyńskie bowiem posiada dwa odpływy powierzchniowe – wspomniany rów Pintus oraz Dojcę – oba ciekі zasilają finalnie Północny Kanał Obry. Zjawisko to, zwane bifurkacją powierzchniową, jest stosunkowo rzadko spotykane w skali kraju, lecz dla dolin obrzańskich – dość powszechne. Dodatkowo układ hydrologiczny uzupełnia rów „Kalinka”, który w okresach utrzymywania się wyższego poziomu lustra wody w Jeziorze Berzyńskim również odprowadza jej nadmiar do Północnego Kanału Obry.

Ze względu na liczne modyfikacje kierunków spływu wód w ostatnich latach oraz funkcjonujące systemy melioracyjne wspomagane pracą pompowni, nie da się jednoznacznie wskazać powierzchni obecnego zasilania Jeziora Świętego spływem powierzchniowym. Biorąc pod uwagę podjęte czynności na rzecz likwidacji odpływu wód z Jeziora Berzyńskiego rowem Pintus, można przyjąć, że współcześnie ukształtowana linia wododziałowa wyznaczająca realny zasięg zlewni Jeziora Świętego biegnie wzdłuż zachodnich obrzeży Jeziora Berzyńskiego. Zasięg tej zlewni (około 6 km<sup>2</sup>) obejmuje obszar rozciągający się między miejscowościami Niałek Wielki i Powodowo. Linia wododziałowa biegnie – licząc od punktu wpływu wód rowu Pintus do Jeziora Świętego – ku północy, obejmując tereny zalesienia wraz z małym zbiornikiem wodnym, przebiegając przez wylesione fragmenty zajęte przez dawny zakład wytwórczy, dalej mija od wschodniej strony Rów Kielkowski, biegnie po szczytach lokalnych wzniesień mijając Zimne Kąty i zbliża się od południowo-wschodniej strony do Powodowa, przebiega przez tę miejscowość ku północnemu zachodowi, dalej na leśnych wzniesieniach na północ od linii kolejowej skręca w kierunku zachodnim i podąża na południowy wschód ku miejscowości Niałek Wielki, a stamtąd równolegle do zachodnich brzegów Jeziora Berzyńskiego podąża na południowy zachód osiągając koryto rowu Pintus, po czym skręca na zachód i podążając po szczytach wzniesień wzdłuż prawego brzegu kanału osiąga punkt zamknięcia w przekroju na dopływie Pintusa do Jeziora Świętego.

## **2.2. Stan troficzny Jeziora Świętego**

Opis jakości zbiornika przedstawiono na podstawie aktualnych wyników badań wykonanych w Katedrze Inżynierii Ochrony Wód UWM w Olsztynie z roku jeziernego 2017.

Wykazano, że Jezioro Święte jest zbiornikiem eutroficznym. Potwierdziły to najczęściej stosowane wskaźniki trofii jakimi są letnie pomiary stężeń biogenów (całkowity azot i fosfor), chlorofilu i widzialności krążka Secchiego (Nürnberg 2001, OECD 1982) i wskaźniki stanu troficznego TSI (ang. Trophic State Index) (Carlson 1977, Kratzer i Brezonik 1981).

Trofia (żywność zbiornika) warunkowana jest ilością dostępnych biogenów (zwłaszcza fosforu) będących substratem pożywkowym dla rozwijającego się fitoplanktonu. Zakwity glonów w okresie wegetacyjnym ograniczają przezroczystość wód, co przejawia się w zmniejszeniu widzialności krążka Secchiego i znajduje swoje odzwierciedlenie w koncentracji chlorofilu *a*. Duża ilość glonów planktonowych obecnych w warstwach powierzchniowych produkuje znaczne ilości tlenu, doprowadzając do ich przesylenia znacznie ponad 100%. Z kolei w głębszych partiach wód, gdzie nie dociera światło słoneczne, przeważają procesy rozkładu nagromadzonej materii organicznej (głównie martwych szczątków organizmów planktonowych) i tlen jest szybko wyczerpywany. W jeziorach przeżyźnionych, w okresie wegetacyjnym, stwierdza się więc na ogół nierównomierny rozkład zawartości tlenu w słupie wody i w skrajnych przypadkach, w warstwie beztlenowej, powstawanie toksycznego siarkowodoru. Taka sytuacja ma miejsce w Jeziorze Świętym.

Źródłami biogenów dla jeziora są zlewnia i - w określonych warunkach - osady dennie. Badania wykazały, że w alimentacji biogenami Jeziora Świętego oba te źródła mają istotne znaczenie. Największą rolę odgrywa punktowy dopływ Pintusa, ale istnieją także warunki sprzyjające zasilaniu wewnętrznemu fosforem uwalnianym z osadów dennych.

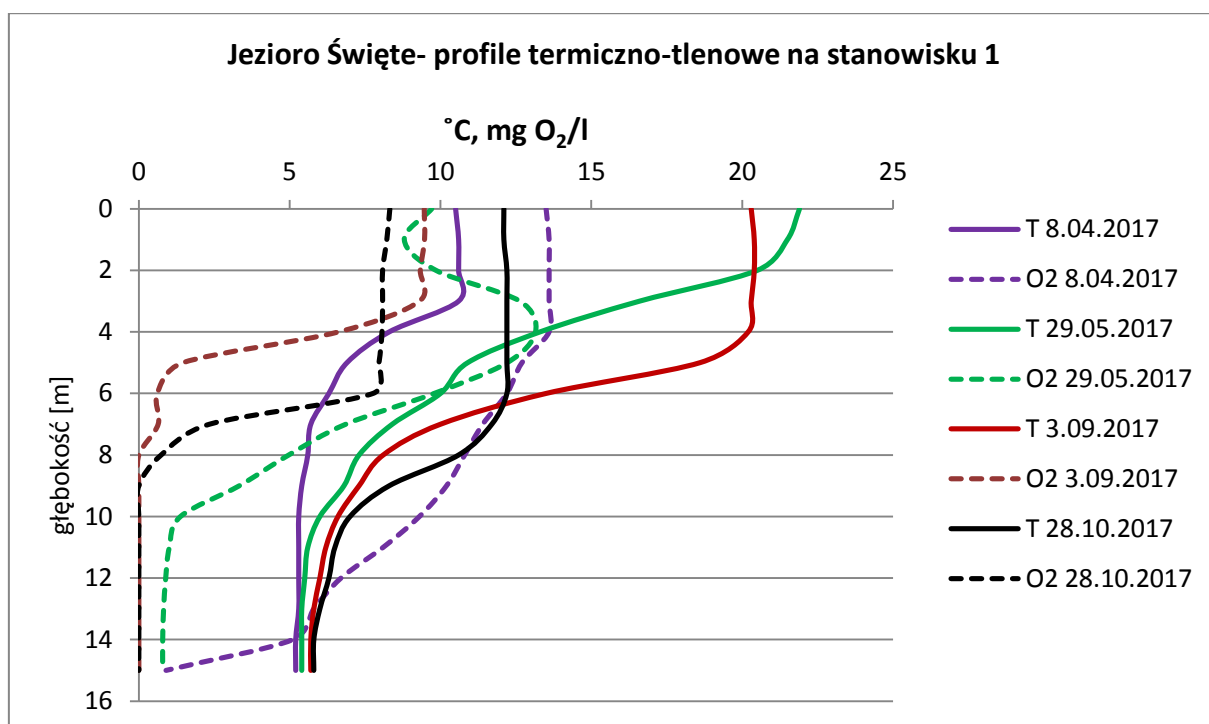
## **2.3. Warunki hydrochemiczne w dopływie Pintus.**

Prędkość chwilową i parametry hydrochemiczne wód dopływających rowem Pintus badano w cyklu rocznym, przeciętnie raz w miesiącu. Przepływ wód zmieniał się w szerokim zakresie, od 1,86 do 101,8 l/s (średnio 39 l/s), a wnoszone wody charakteryzowały się deficytem tlenu (natlenienie wynosiło od 40,1 do 85 % O<sub>2</sub>). O ich mineralnym zanieczyszczeniu świadczyła wysoka przewodność elektrolityczna (śr. 885 μS/cm), która wynikała przede wszystkim z zawartości wapnia (śr. 155,2 mg/l), magnezu (śr. 20,8 mg/l) i chlorków (śr. 57,7 mg/l). Zanieczyszczenie materią organiczną przejawiało się w zapotrzebowaniu wody na tlen do jej rozkładu, określono jako BZT<sub>5</sub> (śr. 4,2 mg O<sub>2</sub>/l) i

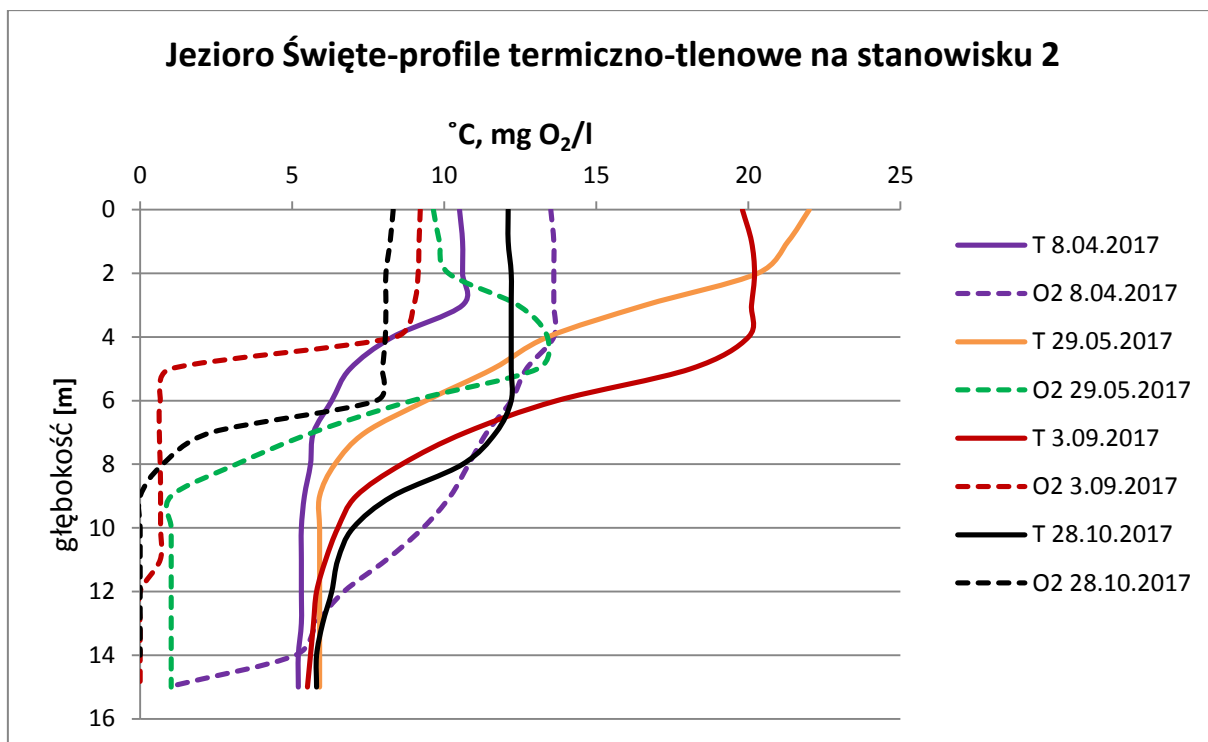
utlenialność (śr. 16,4 mg O<sub>2</sub>/l). Obciążenie jeziora biogenami z tego źródła było znaczne: śr. 3,75 mg N/l, głównie w formie organicznej i śr. 0,215 mg P/l, również z przewagą formy organicznej. Wyliczono, że roczny ładunek fosforu niesiony rowem Pintus wynosił 282,7 kg, azotu zaś 4908 kg. Ładunek dopuszczalny dla tego zbiornika, wyliczony wg. kryteriów Vollenweidera (1968, 1976), dla fosforu wynosi 29,6 kg/rok (krytyczny 59,2 kg/rok), dla azotu zaś odpowiednio 474 i 947 kg/rok. Oznacza to, że pomijając inne źródła zanieczyszczeń, jak spływ powierzchniowy, rekreacja i źródła atmosferyczne, sam Pintus powoduje wielokrotne przekroczenie tych ładunków.

#### 2.4. Warunki termiczno – tlenowe w jeziorze Świętym.

Badania hydrochemiczne prowadzono na dwóch stanowiskach pomiarowych usytuowanych w południowej (st. 1) i północnej (st. 2) części jeziora, na głęboczkach, które odpowiadają odpowiednio dopływowi i odpływowi rowu Pintus. Różnice w profilach termiczno-tlenowych między stanowiskami były nieznaczne (ryc. 1 i 2).



Ryc. 1 Profile termiczno-tlenowe na st. 1 (południowa część jeziora).



Ryc. 2 Profile termiczno-tlenowe na st. 2 (północna część jeziora).

Badania wykazały, że Jezioro Świąte jest zbiornikiem dimiktycznym, stratyfikowanym termicznie. Już na początku kwietnia obserwowano początki uwarstwienia termicznego z tworzącym się epilimnionem ogrzanym do 10,5-10,6 °C. Wskazuje to na krótkotrwałą i niepełną cyrkulację wód w okresie wiosennym. Badania wykonane w maju, czerwcu i lipcu potwierdziły letnią stagnację wód, z typowym dla tego okresu uwarstwieniem. W maju epilimnion obejmował swym zasięgiem wody do głębokości 2 m i pogłębiał się do 4 m w lipcu i na początku września. Niżej znajdowała się termoklina o miąższości 3 m w maju i lipcu, we wrześniu zaś, przy pogłębionym epilimnionie, o miąższości 4 m. Termicznie izolowany hypolimnion, na obu stanowiskach znajdujący się poniżej 8- 9 m głębokości był wyrównany termicznie, z temperaturą w najgłębszej partii wód wynoszącą 5,4-5,8 °C.

W październiku stwierdzono cyrkulację oziębiającą, z pogłębionym do 7-8 m epilimnionem (12,1-12,2°C) i temperaturą wód w najgłębszych partiach nie wykazującą zmiany w stosunku do pomiarów letnich. Nie uchwycono pełnej cyrkulacji jesiennej.

Profilom termicznym odpowiadały układy tlenowe. Wykazano, że cyrkulacje nie uzupełniły ubytków tlenu z okresu zimy i lata. Podczas wiosennego mieszania wód Jeziora Świątego powierzchniowe warstwy były natlenione do 13,6 mgO<sub>2</sub>/l (co odpowiadało 121,1-122,3 %O<sub>2</sub>). Poniżej 6 m głębokości, w dolnym metalimnionie jeziora, występował już deficyt tlenu, początkowo niewielki, ale wzrastający wraz z głębokością jeziora. Nad dnem, na obu stanowiskach badawczych, woda zawierała jedynie ślady obecności tlenu (0,9 mg/l,

7,2% O<sub>2</sub>). W miarę utrwalania stagnacji letniej dysproporcja w pionowym rozmieszczeniu tlenu w jeziorze powiększała się: obserwowano przetlenienie wód epilimnionu, zwłaszcza w lipcu (do 127,5% O<sub>2</sub>, co odpowiadało 11,3 mgO<sub>2</sub>/l). Deficyt tlenu na obu stanowiskach badawczych występował już na głębokości 6 m w lipcu i 4 m we wrześniu i doprowadzał do odtlenienia wód w warstwach najgłębszych. Powiększał się też zasięg warstwy odtlenionej i w szczytowym jej okresie warunki beztlenowe występowały poniżej 6 m głębokości.

Stwierdzono również obecność toksycznego siarkowodoru. Próbkę pobrane z głębokości 15 m zawierały ten gaz w stężeniach 8,52 mg HS<sup>-</sup>/l i 9,70 mg HS<sup>-</sup>/l (odpowiednio we wrześniu i październiku). Późnym latem lub wczesną jesienią, przy wietrznej pogodzie może dochodzić do głębszego przemieszania wód powierzchniowych z naddennymi, a tym samym siarka uwolniona do strefy trofogenicznej daje podstawę do namnażania się bakterii siarkowych. Taka sytuacja zdarza się w jeziorach zeutrofizowanych, kiedy to ładunek wewnętrzny siarki pochodzi od siarkowodoru zalegającego w warstwach naddennych zbiornika. Zaistnienie tego zjawiska w Jeziorze Świętym jest jednym z symptomów jego zaawansowanej trofii. Potwierdza to kumulatywny charakter jeziora w stosunku do napływających ze zlewni zanieczyszczeń.

Warunki beztlenowe w warstwie naddennej wskazują na możliwość nawożenia wewnętrznego z osadów dennych, co potwierdzono wynikami badań osadów dennych, wód nadosadowych i międzyosadowych (interstycjalnych) Jeziora Świętego w układzie przestrzennym, na stanowiskach głębokowodnych odpowiadających głęboczkom i płytkowodnym.

## **2.5. Zasobność w pierwiastki biogenne.**

Podstawowymi pierwiastkami biogennymi dla środowiska wodnego są sole fosforu i azotu. Od ich ilości i dostępności zależy tempo eutrofizacji, a w konsekwencji - jakość wody w jeziorze. Pod tym względem Jezioro Święte należy do zbiorników żyznych. Ogólna ilość fosforu w wodzie wahała się od 0,0083-0,275 mg w warstwie przypowierzchniowej do 0,331-0,848 mg/l w naddennej, podczas gdy za górną granicę eutrofii przyjmuje się wartość 0,1 mg/l. Wysokie były również zawartości azotu ogólnego, odpowiednio 0,89 – 1,26 mg/l i 1,89 – 5,71 mg/l odpowiednio w warstwie powierzchniowej i naddennej. Te koncentracje można uznać za przeciętne i charakterystyczne dla jezior umiarkowanie zanieczyszczonych. Zarówno w warstwach wód powierzchniowych jak i głębokich dominowały organiczne formy obu biogenów, wbudowane w biomasę planktonu, natomiast formy mineralne miały mniejszy



udział w ich ogólnej zawartości. Wskazuje to na wysoki stopień zaawansowania procesów produkcji pierwotnej w jeziorze. Przy ocieplającym się klimacie koncentracja TN lub TP jest lepszym wskaźnikiem dominacji sinic niż TN/TP. Iloraz ten wahał się od 9 do 11, co przy relatywnie wysokiej temperaturze wody i jej lekko alkalicznym odczynie sugeruje możliwość pojawiania się niepożądanych ekologicznych gatunków glonów.

Wykazano, że osady dennego jeziora przestały akumulować fosfor i azot. W beztlenowych warunkach, spotykanych przez większą część roku w profundalu Jeziora Świętego, dochodzi do nadmiernego obniżenia potencjału oksydacyjno-redukcyjnego w interfazie woda-osad denny. W tych warunkach oba pierwiastki biogenne uwalniają się do wód międzyosadowych i dalej do wody jeziornej, podczas krótkich okresów cyrkulacji wód (wiosna i jesień) ta uwolniona z dna materia trafia zaś do warstw powierzchniowych stymulując eutrofizację zbiornika.

Stężenia fosforu ogólnego w wodach nadosadowych były znacznie niższe niż w międzyosadowych. Na stanowiskach głębokich zmieniały się w zakresie od 0,226 – 0,466 mg P/l w lipcu do 0,450 – 0,708 mg P/l we wrześniu, a w fosforze ogólnym zdecydowanie przeważały fosforany. Świadczy to o zasilaniu wewnętrznym jeziora z tego źródła. Na pozostałych stanowiskach stężenia fosforu ogólnego były niższe i bardziej wyrównane, z przewagą formy organicznej. Podobnie stężenia azotu ogólnego na stanowiskach głębokowodnych wahały się od 2,64 do 4,56 mg/l z przewagą azotu amonowego (56-81% w azocie ogólnym). Na stanowiskach płytszych dominowała forma organiczna.

## 2.6. Eutrofizacja Jeziora Świętego

Jezioro Święte jest zbiornikiem o zaawansowanej trofii. Eutroficzny charakter wód Jeziora Świętego potwierdza międzynarodowa klasyfikacja OECD (1982).

Tabela 1. Klasyfikacja trofii wód Jeziora Świętego

Parametr	oligotrofia	mezotrofia	eutrofia	hypertrofia	JEZIORO ŚWIĘTE		TROFIA
					St. 1	St. 2	
Fosfor ogólny [µg P/dm <sup>3</sup> ]	<10	10-35	35-100	>100	98	111	EUTROFIA HYPERTROFIA
Chlorofil „a” [µg /dm <sup>3</sup> ]	<2,5	2,5-8,0	8-25	>25	9	5	MEZOTROFIA
Przezroczystość [m]	>6	6-3	3-1,5	<1,5	1,75	1,7	EUTROFIA

Średnie wiosenne stężenie fosforu ogólnego w Jeziorze Świętym wynosiło  $232 \text{ mg m}^{-3}$ . Według kryteriów Zdanowskiego (1982) (Tab. 1) jezioro jest politroficzne o V stopniu trofii.

Także analiza skali punktowej TSI wykazała, że Jezioro Święte należy zaliczyć do zbiorników eutroficznych. Częstkowe TSI były na stanowisku 2 były nieco wyższe niż na stanowisku 1, ale zależności między nimi były takie same. Częstkowe TSI mieściły się w przedziale charakterystycznym dla eutrofii, najwyższe wartości, z górnego zakresu eutrofii, przyjmował wskaźnik oparty na fosforze  $\text{TSI}(\text{TP})$ . Taka sytuacja wynika z faktu, że fosfor nie jest w całości wykorzystywany w procesie produkcji pierwotnej  $\text{TSI}(\text{SD}) > \text{TSI}(\text{Chl})$  a sugeruje, że przezroczystość wody mogła być zmniejszana przez obecność małych glonów.

Widzialność krążka Secchiego była relatywnie niska, typowa dla zbiorników o zaawansowanej trofii (Faraś-Ostrowska i Lange 1998). Trudność interpretacyjna  $\text{TSI}(\text{SD})$  wynika z faktu, że niska przejrzystość wód mogła być spowodowana rozpuszczoną materią organiczną, lub czynnikami abiotycznymi (Kuehl i Troelstrup 2011).

Tabela 2. Wartości indeksów troficznych TSI Carlsona (1977) oraz Kratzera i Brezonika (1981) dla Jeziora Świętego (Oligotrofia  $\text{TSI} < 40$  Mezotrofia  $\text{TSI} 40\text{--}50$ , Eutrofia  $\text{TSI} 50\text{--}70$  Hypertrofia  $\text{TSI} > 70$ )

INDEKS	STANOWISKO 1	STANOWISKO 2
$\text{TSI}_{\text{TP}}$	68	70
$\text{TSI}_{\text{TN}}$	53	56
$\text{TSI}_{\text{SD}}$	54	54
$\text{TSI}_{\text{Chl}}$	42	48

Widzialności krążka Secchiego na st. 2 w maju i lipcu była nieco niższa, niż na st. 1. W maju przezroczystość wód była największa (3,00 – 3,15 m), w pozostałym okresie zmieniała się od 1,5 do 2 m. Na poziom produkcji pierwotnej w wodach epilimnionu wskazywał podwyższony odczyn wód (pH w sezonie wegetacji powyżej 8,3 – 8,4). Stężenia chlorofilu a (2,78 – 6,14  $\mu\text{g/l}$ ) i sestonu (1,20 – 5,20  $\text{mg/l}$ ) w powierzchniowej warstwie wód jeziora były relatywnie niskie. Badania wykazały przewagę materii organicznej trudno rozkładalnej ( $\text{ChZT\_Mn} > \text{BZT}_5$ ). W powierzchniowej warstwie wód  $\text{BZT}_5$  zmieniało się od 2,7 do 5,2  $\text{mg O}_2/\text{l}$ , dnem osiągało wartości sięgające 18,9  $\text{mg O}_2/\text{l}$  w szczytowym okresie

stagnacji letniej. Utlenialność wahała się w przedziale 12,5 – 18,6 mg O<sub>2</sub>/l w warstwie powierzchniowej do 12,5 – 27,4 mg O<sub>2</sub>/l nad dnem.

Wody jeziora charakteryzowały się przeciętnymi właściwościami buforującymi z alkalicznością w granicach 2,8 – 5,1 mval/l oraz twardością ogólną 5,8 – 7,1 mval/l i zawartością wapnia od 55,7 do 107,1 mg/l.

Eutroficzny charakter wód jeziora Świętego potwierdziły też wyniki monitoringu biologicznego, wskazując na dominację gatunków charakterystycznych dla wód żyznych, odpowiadających umiarkowanemu lub słabemu stanowi ekologicznemu.

### 3. REKULTYWACJA JEZIORA ŚWIĘTEGO W OBRZE

#### 3.1. Założenia działań ochronnych – przekierowania części wód dopływu z pominięciem jeziora

Dopływ ładunku biogenów do Jeziora Świętego był przedmiotem niedawnych szczegółowych badań (Raport UWM w Olsztynie 2018). Zebrano dane wskazujące, że głównym źródłem fosforu i azotu zasilającym Jezioro Święte jest dopływ powierzchniowy (rów Pintus) odwadniający obszar zlewni pośredniej (tabela 3 – przywołana poniżej).

Tabela 3. Zestawienie ładunków P i N z poszczególnych źródeł dla Jeziora Świętego.

źródło	fosfor		azot	
	kg/rok	udział	kg/rok	udział
<b>Zlewnia pośrednia</b>	<b>282,65</b>	<b>77,7%</b>	<b>4907,92</b>	<b>74,8%</b>
Zlewnia bezpośrednia	62,48	17,2%	1365,85	20,8%
Zanęty wędkarskie	8,37	2,3%	24,30	0,4%
Kąpiący się	0,1875	0,1%	4,5	0,1%
Źródła atmosferyczne	10,2	2,8%	257,6	3,9%
<b>RAZEM</b>	<b>363,88</b>	<b>100</b>	<b>6560,13</b>	<b>100</b>

W układzie bilansowym, uwzględniającym wyprowadzenie części ładunku poza jezioro wraz z wodami odpływu i dla warunków przeciętnego roku hydrologicznego oraz współczesnego poziomu zanieczyszczenia cieku Pintus w przywoływanym Raporcie wyliczono, że jezioro akumuluje ponad 130 kg fosforu i 4940 kg azotu rocznie. Przekierowanie wód z rowu Pintus poza ekosystem Jeziora Świętego przyczyni się więc do wyraźnego zmniejszenia ładunku zanieczyszczeń. Zgodnie z przyjętą koncepcją prac rekultywacyjnych zaproponowano pozostawienie jednej czwartej przepływu rocznego a przekierowanie 3/4 wód niesionych rowem Pintus do rowu Kalinka. Warunki terenowe

umożliwiają takie rozwiązanie przy nieznacznych nakładach, bez potrzeby prowadzenia zaawansowanych prac ziemnych. Jednocześnie ilość wody proponowanej do przekierowania (średniorocznie około 30l/s) jest relatywnie niewielka w stosunku do wymiarów i zdolności przepustowej rowu Kalinka. Docelowo woda trafiać będzie do tego samego odbiornika (Północny Kanał Obry), co sprawi, że stosunki wodne tego obszaru pozostaną niezmienione, tym bardziej, że przy wysokich przepływach w zlewni pompowni „Krutla” nadmiar wód już obecnie przedostaje się do systemu rowów melioracyjnych kierujących wodę ku południowi i na wschód – do Dojcy lub bezpośrednio do Północnego Kanału Obry rowem Kalinka.

### **3.2. Rozwiązania techniczne w zakresie regulacji przepływu wód rowem Pintus**

Aby uzyskać zakładany rozrząd wód poniżej rowu odpływowego pompowni „Krutla” należy wyposażyć rów Pintus w odpowiednią zastawkę z możliwością regulacji przepływu. Zaproponowano zastosowanie lekkiej konstrukcji zastawki drewnianej o świetle 1,0 m z możliwością piętrzenia wód rowu do rzędnej 58,50 m n.p.m. Lokalizacja zastawki wskazana jest na rys 1.

Zastawka piętrząca będzie ścianką szczelną z brusów z drewna dębowego o wymiarach 10x20cm i długości 2-3m. Szerokość zastawki w planie – około 7,0 m. Brusy ścianki należy zamocować w kleszczach za pomocą śrub Ø20 mm – co IV-ty brus.

W ściance wyprowadzić prostokątne okno przelewowe o świetle  $b = 1\text{ m}$  i wysokości progu 57,40 m n.p.m., zamykane szandorami drewnianymi o wysokości jednostkowej 10 cm tworzącymi przelew na rzędnej 58,50 m n.p.m. Belki powinny być zakładane w prowadnicach wykonanych ze stalowych kształtowników. Zastosowanie regulacji szandorami pozwala na sprawne otwieranie zastawki w okresach przewidzianych do kierowania wody rowem Pintus do jeziora Świętego, jak również na odmulenie i oczyszczenie górnego odcinka rowu w razie potrzeby. Elementy drewniane zastawki powinny być co najmniej dwukrotnie impregnowane. Ze względu na pracę ścianki szczelnej w warunkach podmokłych, przygotowane brusy do wbijania powinny być w stanie wilgotnym, zapewni to osiową pracę ścianki, bez wyboczeń. Części odkryte narażone na niszczenie powinny być impregnowane co 3 lata. Dopuszcza się realizację zastawki w innej, zbliżonej konstrukcji, z zachowaniem podanego światła okna przelewowego i wskazanych rzędnych.

**Przy zakładanej redukcji ilości wody na dopływie do Jeziora Świętego uzyska się ograniczenie ładunku zewnętrznego na poziomie 208 kg P i 3610 kg N. Oznacza to zmniejszenie obecnego poziomu wzbogacania jeziora w zanieczyszczenia biogenne o około 55-60%.**

### 3.3. Założenia działań rekultywacyjnych w obrębie misy Jeziora Świętego

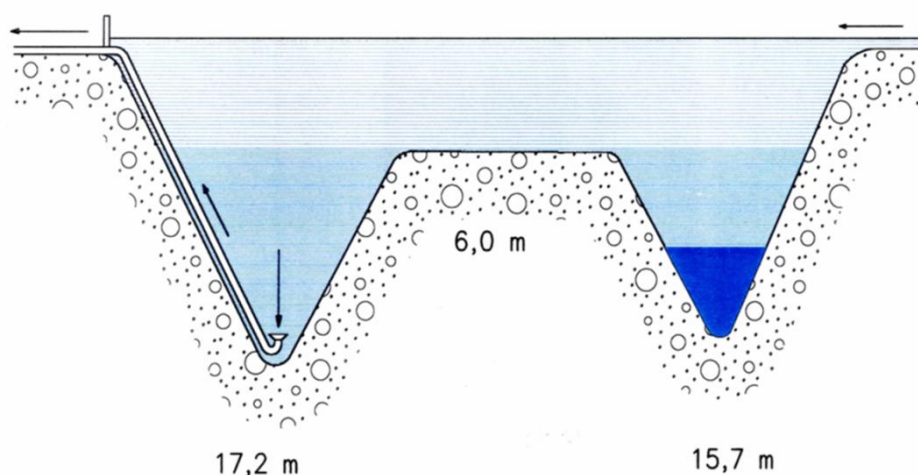
Dla dalszego ograniczenia trofii wód Jeziora Świętego zostały zaproponowane kolejne działania: selektywne doprowadzanie i odprowadzanie wód rurowymi oraz inaktywację fosforu.

#### Metoda selektywnego doprowadzania/odprowadzania wody systemem rurowym

Rurociągiem nalewczym wody rowu Pintus będą kierowane na dno jeziora w północnej części, zapewniając jej dotlenianie, zaś od strony południowej niezależny rurowód będzie odprowadzał silnie przeżyźnione, najbardziej zanieczyszczone wody południowego głęboczek do odpływu.

#### Zasada metody

Metoda rekultywacji jezior poprzez sterowanie selektywnym odpływem wody jest znana w literaturze już od ponad 50 lat, choć wciąż niewiele jest przykładów praktycznego jej zastosowania. Polska jest krajem gdzie po raz pierwszy zastosowano te rozwiązania - na Jeziorze Kortowskim (pow. 90 ha, głęb. maks. 17 m) w Olsztynie (Olszewski 1961). Od roku 1956 z inicjatywy prof. Przemysława Olszewskiego przegrodzono jazem naturalny odpływ z tego jeziora, co umożliwiło spiętrzenie wody o około 0,5 m i odprowadzanie przeżyźnionych wód hypolimnionu poprzez ułożony na osadach dennych rurowód. **Było to pierwsze wdrożenie metody rekultywacyjnej w skali technicznej na świecie (ryc. 3).**



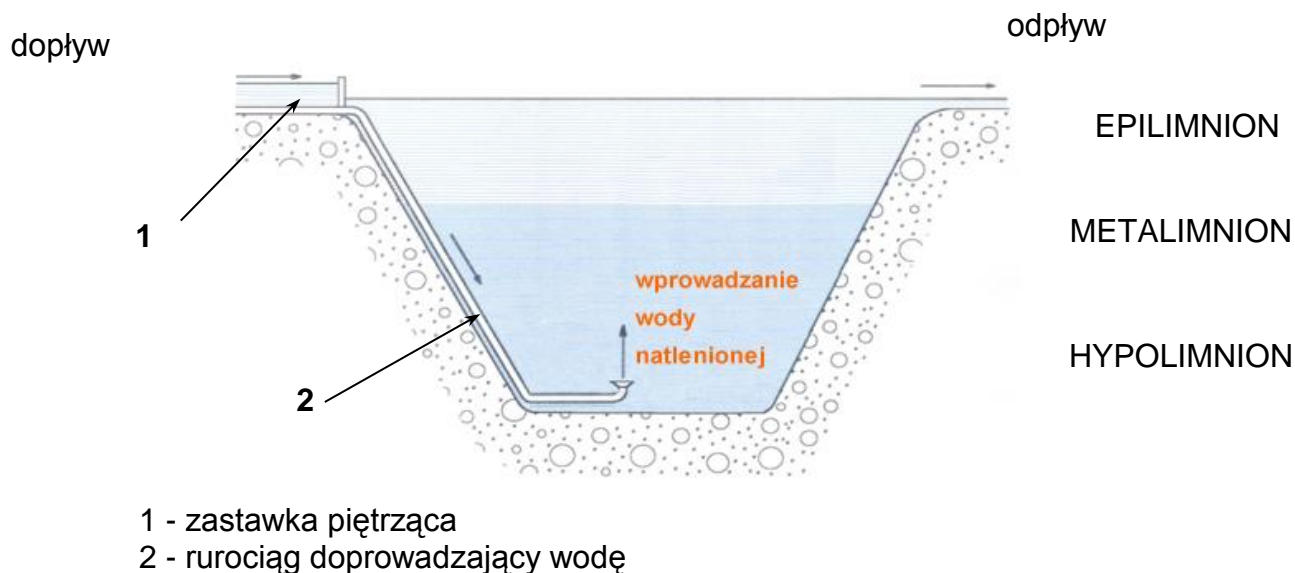
Ryc. 3. Schemat funkcjonowania rurowodu Olszewskiego (Jezioro Kortowskie, za Lossowem i in. 2005)

Rekultywację metodą selektywnego usuwania wód zastosowano na kilkudziesięciu jeziorach Ameryki Północnej i Europy, w tym obecnie na pięciu jeziorach w Polsce (Łopata i in. 2018). Sposoby wyprowadzania wód naddennych mogą być różne, lecz najczęściej

stosowane jest wyprowadzanie wód do odpływu metodą Olszewskiego (nazywaną również metodą kortowską), a więc na zasadach syfonu, rzadziej poprzez urządzenie lewarowe. W obu przypadkach eliminuje to niemal całkowicie koszty eksploatacyjne, co jest ogromną zaletą przy wieloletnich programach naprawy ekosystemów jeziornych. Ważnym aspektem pracy rurociągu jest skrócenie okresu beztlenowego w hypolimnionie – wskutek zmniejszenia stabilności uwarstwień termicznych wody latem i przyspieszenia jesiennej cyrkulacji.

Pozytywne efekty zastosowania tej metody polegają na sukcesywnym zmniejszaniu puli biogenów i materii organicznej zgromadzonej w misie jeziora. Naturalnym odpływem powierzchniowym odprowadzane byłoby znacznie mniej tych związków, niż to następuje wymuszonym wyprowadzeniem wód naddennych.

Zgodnie z koncepcją rekultywacji Jeziora Świętego (Raport UWM w Olsztynie 2018) zaproponowano zastosowanie **dodatkowego drugiego, niezależnego rurociągu od strony północnej**, na wlocie Pintusa do Jeziora Świętego (ryc. 4). Wprowadzanie wód dopływu powierzchniowego do głęboczek jeziora celem jego natlenienia jest techniką opracowaną niedawno przez zespół naukowców z UWM w Olsztynie. Jest to w istocie innowacyjna technika natleniania przydennych części jeziora.



Ryc. 4. Schemat działania proponowanej metody natleniania hypolimnionu wodami dopływu powierzchniowego (Łopata, Wiśniewski 2014)

W Polsce od niedawna funkcjonuje taka instalacja, opracowana i wykonana przy nadzorze merytorycznym Katedry Inżynierii Ochrony Wód UWM w Olsztynie. Zasila ona w natlenioną wodę hypolimnion Jeziora Łąjskiego (47 ha, Pojezierze Olsztyńskie). Wydajność



cieku ujętego zastawką w rurociągu (średnica 600 mm) wynosi średnio 70l/s, a piętrzenie konieczne do uzyskania takiego przepływu w rurociągu (około 300m) nie przekracza 20cm. Zdjęcia z realizacji tego projektu zamieszczono poniżej (fot 1 i 2).

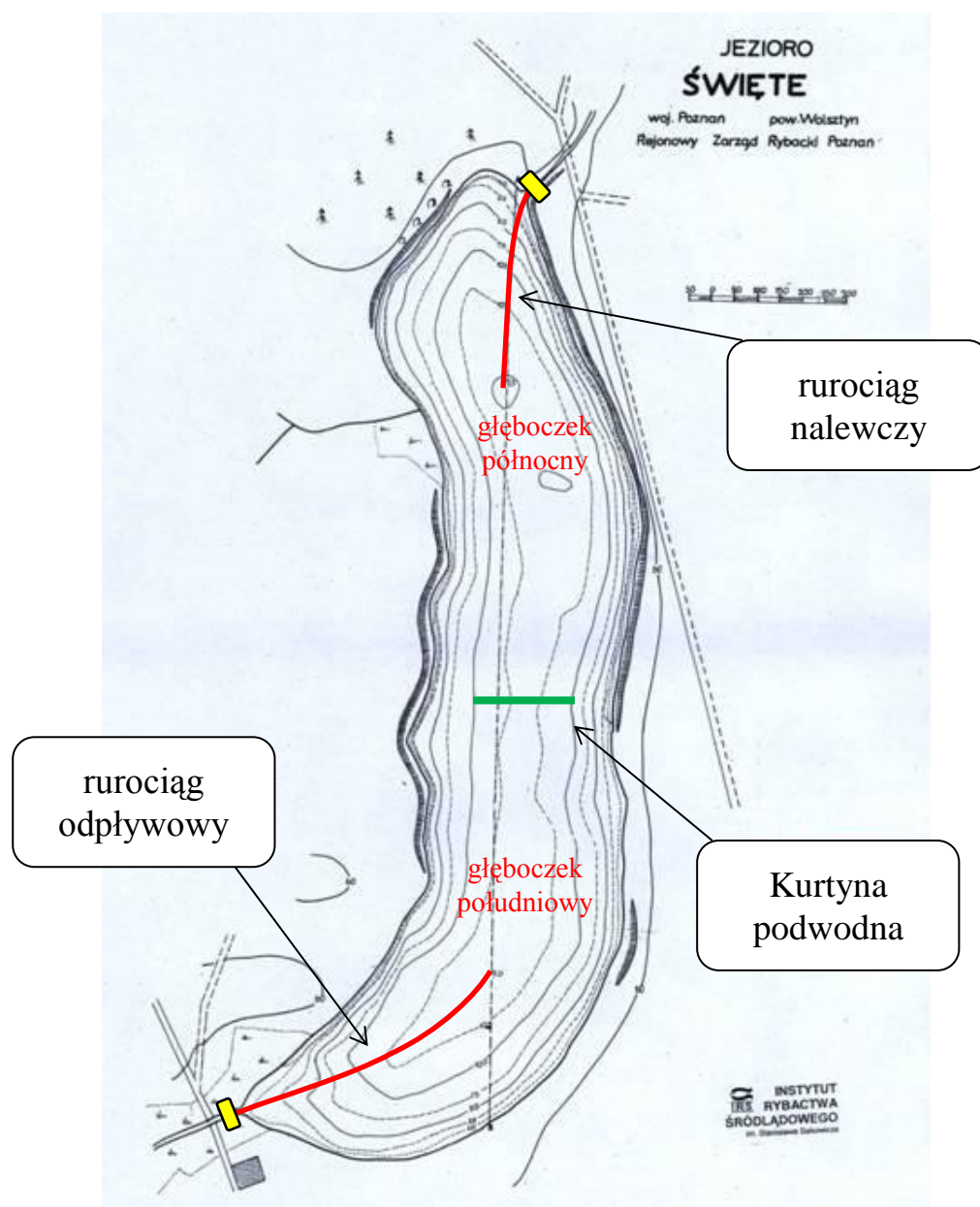


Fot. 3. Widok na zastawkę na cieku kierującą wody dopływu powierzchniowego na dno Jeziora Łajskiego - zdjęcie z etapu budowy, (fot. M. Łopata)



Fot. 4. Budowa rurociągu nalewczego zapewniającego natlenianie Jeziora Łajskiego – etap zatapiania (fot. G. Wiśniewski)

Efektem połączenia obu technik bazujących na rurowciągach będzie system sekwencyjnego oddziaływania wód cieku Pintus na Jezioro Świąte. Rurowciąg północny, nalewczycy doprowadzi wody dopływu w okolice północnego głęboczka jeziora, natleniając tym samym tę część misy jeziornej. Z kolei rurowciąg południowy będzie odsysał najbardziej zanieczyszczone, odtlenione i zasiarczone wody naddenne z okolic głęboczka południowego. Procesy te nie powinny nawzajem się ograniczać, zatem w tym wariantcie przewidziano także umieszczenie na dnie **pionowej kurtyny** zapobiegającej mieszaniu się wód naddennych obu części jeziora (ryc. 5)



Ryc. 5. Schemat usytuowania rurowciągów do natleniania Jeziora Świątego i selektywnego odprowadzania wód rowem Pintus (opracowanie: Raport UWM w Olsztynie 2018)



**Metoda inaktywacji fosforu** polega na zmniejszeniu dostępności tego pierwiastka dla producentów pierwotnych (głównie glonów planktonowych i sinic) za pomocą koagulantów. Dzieje się to wskutek strącenia związków fosforu z kolumny wody (bezpośrednio po zabiegu), ale przede wszystkim powstrzymania uwalniania tego pierwiastka z osadów dennych w dłuższym horyzoncie czasowym, wskutek zwiększenia ich zdolności sorpcyjnych. Wprowadzony do jeziora koagulant osiada na dnie w postaci kłaczków, tworząc barierę zapobiegającą wydzielaniu się fosforu z osadów do wody. Skuteczność metody uwarunkowana jest więc utrzymaniem powierzchniowej warstwy osadów jeziornych w stanie względnie nienaruszonym.

Do inaktywacji fosforu używane są najczęściej **sole glinu** lub **żelaza**. Sole tych metali ulegając hydrolizie powodują powstawanie trudno rozpuszczalnych osadów wodorotlenków o wysokich zdolnościach sorpcyjnych w stosunku do fosforu. O wyborze koagulantu decyduje przede wszystkim jego zdolność do stabilizacji usuwanych zanieczyszczeń oraz pewność tworzenia trwałych, trudno rozpuszczalnych kłaczków, podatnych na sedimentację.

Efektywność usuwania fosforanów z wody uzależniona jest głównie od stosunku metalu do fosforu oraz odczynu wód. W przypadku stosowania koagulantów na bazie glinu stechiometryczny stosunek wagowy  $\text{Al} : \text{P}$  wynosi  $0,87 : 1$ . Jednakże w tym przypadku ważnym parametrem jest odczyn wody. Determinuje on rodzaj produktów hydrolizy oraz ich rozpuszczalność. W środowisku kwaśnym ( $\text{pH} < 4$ ) występuje on w formie rozpuszczonej gdzie dominują toksyczne jony  $\text{Al}^{3+}$ , a wraz ze wzrostem odczynu tworzą się kompleksy  $\text{Al}(\text{OH})_2^+$  i  $\text{Al}(\text{OH})^{2+}$ . Przy wartościach  $\text{pH}$  bliskich 7 (technologicznie optymalne  $\text{pH}$  mieści się w zakresie 5,5-6,5, środowiskowo 6,5-8,0) przeważają trwałe i bezpieczne dla środowiska, nierozpuszczalne wodorotlenki  $\text{Al}(\text{OH})_3$ . Amfoteryczny charakter glinu sprawia, że przy  $\text{pH}$  powyżej 8 tworzony jest ponownie potencjalnie toksyczny rozpuszczalny jon glinowy (Cooke et al. 1993, Graczyk 1992). Z tego typu sytuacją ( $\text{pH} > 8$ ) mamy do czynienia przez większą część roku w zbiornikach silnie zdegradowanych z intensywnym zakwitem fitoplanktonu. Stosowanie wówczas koagulantów glinowych jest niezwykle utrudnione i wymaga szczególnej ostrożności. Samo przeprowadzenie inaktywacji możliwe jest tylko w krótkim, odpowiednio wybranym okresie czasu w ciągu roku. Jednakże istotną zaletą tego typu koagulantów jest ich niewrażliwość na warunki tlenowe panujące w wodzie i skuteczność nawet w przypadku całkowitego odtlenienia wód naddennych, występującego powszechnie w silnie zeutrofizowanych zbiornikach wodnych.

Przy usuwaniu fosforu z wody przez koagulant żelazowy stechiometryczny stosunek wagowy  $\text{Fe} : \text{P}$  wynosi  $1,8 : 1$  dla żelaza (III) i  $2,7 : 1$  dla Fe (II), a optymalne  $\text{pH}$  mieści się w

zakresie, odpowiednio: 4,5-5 i około 8. Pierwiastek ten w żadnej ze swoich form, nawet w stosunkowo wysokich stężeniach, nie jest toksyczny dla środowiska, tak jak glin. Związki żelaza wykazują jednak zdolność do redukcji w warunkach beztlenowych (przy niskim potencjale oksydoredukcyjnym), co powoduje niszczenie koloidów żelazowo-fosforowych i ponowne uwalnianie wcześniej zaabsorbowanych fosforanów do wody. Oznacza to, że w zazwyczaj panujących nad osadami dennymi jezior warunkach beztlenowych fosfor zostanie ponownie wprowadzony do wody, co niweczy zamierzone efekty rekultywacji. Zatem użycie koagulantów żelazowych ogranicza się do przypadków, kiedy w wodzie nadosadowej nie ma niebezpieczeństwa wystąpienia warunków anoksycznych: w płytkich, dobrze natlenionych częściach jezior lub w profundalu jezior napowietrzanych.

Korzystną techniką w obrębie metody inaktywacji fosforu jest **połączenie użycia obu typów opisanych preparatów**, tak aby koagulant żelazowy był aplikowany nad fragmentami jeziora o dobrych warunkach tlenowych, zaś koagulant glinowy był kierowany do toni wodnej centralnych, najgłębszych fragmentów jeziora i po sedymentacji tworzył barierę dla uwalniania fosforu z odtlenionych osadów profundalowych.

W przypadku Jeziora Świętego, rozkład profili termiczno-tlenowych w ciągu roku w powiązaniu z danymi o morfometrii jeziora wskazuje, że możliwy do zastosowania areał dla koagulantu żelazowego wynosi: 7,9 ha naturalnie natlenionych stref litoralowych co odpowiada objętości kolumny wody około 296 tysięcy m<sup>3</sup> oraz 6,5ha w obrębie płoza północnego (około 600 tys. m<sup>3</sup>) gdzie planuje się natlenianie wodami kierowanymi rurociągiem nalewczym. Pozostała część jeziora (8,9 ha w centrum płoza południowego) jest predysponowana do aplikacji koagulantów opartych na związkach glinu.

### **3.4. Rozwiązania techniczne w zakresie rekultywacji Jeziora Świętego**

#### **3.4.1. Analiza uwarunkowań pracy rurociągów do rekultywacji Jeziora Świętego.**

Do prawidłowego funkcjonowania rurociągów potrzebne są odpowiednie piętrzenia wód górnych. Wówczas uzyskuje się niezbędną różnicę ciśnień hydrostatycznych umożliwiającą pokonanie oporów ruchu wody wewnątrz rurociągu oraz na wlocie i wylocie. Relacja pomiędzy wysokością nadpiętrzenia, spadkiem hydraulicznym, współczynnikami oporów hydraulicznych a długością i średnicą rurociągu jest możliwa od wyliczenia powszechnie używanymi w hydraulice płynów i inżynierii środowiska metodami (wzory Chezy, Colebrooka-White'a, Manninga).

Biorąc pod uwagę warunki morfometryczne misy Jeziora Świętego rurociąg odpływowy powinien mieć długość około 340m, zaś rurociąg nalewczy – 230m. Jest to zdecydowanie korzystna dla proponowanej metody sytuacja terenowa, ponieważ główne strefy głęboczków jeziora są położone bardzo blisko wlotu i wylotu rowu Pintus. Zatem rurociągi mogą być relatywnie bardzo krótkie. Wysokości piętrzenia, jakie będą wymagane dla zastosowania tej metody nie są znaczne. Przy założeniu uzyskania przepływu przez rurociągi rzędu 30-50 l/s wymagane piętrzenia dla średnic 0,4m będą wynosić **około 0,1 - 0,25m**.

Kluczowym dla prawidłowej oceny możliwości pracy hydraulicznej rurociągów jest oszacowanie rzeczywistych zasobów wody dyspozycyjnej w okresach przewidywanego ich eksploataowania. W tym celu posłużono się danymi o pracy pompowni „Krutla”. Przyjmując rzeczywisty przepływ jednostkowy ( $0,0923 \text{ m}^3/\text{s}$ ) wymuszany pracą pompowni oraz średnioroczną ilość roboczogodzin pracy pomp za lata 2012-2017 (3955 h/rok) uzyskano średni przepływ jednostkowy na poziomie 41,7 l/s. Daje to w przybliżeniu jednostkowy współczynnik odpływu ze zlewni  $\lambda=6,9 \text{ l/s}$  z jednego kilometra kwadratowego rocznie. Jest to wartość porównywalna do danych hydrologicznych na poziomie regionalnym (współczynnik  $\lambda$  dla środkowej Polski wynosi  $5,4 \text{ l/s km}^{-1}$ , zaś jego regionalna wartość dla terenu objętego opracowaniem wynosi  $4\text{-}5 \text{ l/s km}^{-1}$  – Gutry-Korycka i in. 2014) i wskazuje na prawidłowe założenia metodyczne do dalszych analiz. Analiza rozkładu czasu pracy pomp w poszczególnych miesiącach dostarczyła cennych danych o zmienności odpływu ze zlewni. Średni procent przepływu rocznego prezentuje tabela poniżej. Umieszczono w niej także wyliczenia jednostkowych przepływów miesięcznych w odniesieniu do przyjętego na poziomie 41,7 l/s przepływu średniorocznego.

Tabela 4. Zmienność sezonowa przepływów na cieku Pintus poniżej przepompowni melioracyjnej „Krutla”

miesiąc	% przepływu rocznego	średni jednostkowy przepływ miesięczny	dobowa dyspozycyjna objętość wód	miesięczna dyspozycyjna objętość wód
		l/s	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>
styczeń	9,5%	48	4 162	129 023
luty	7,7%	39	3 352	93 862
marzec	15,1%	76	6 595	204 442
kwiecień	12,2%	62	5 347	160 414
maj	9,4%	48	4 134	128 144
czerwiec	5,7%	29	2 476	74 292
lipiec	4,9%	25	2 138	66 267
sierpień	6,8%	35	2 985	92 549
wrzesień	8,7%	44	3 802	114 063
październik	5,7%	29	2 483	76 969
listopad	7,8%	40	3 437	103 109
grudzień	6,6%	33	2 872	89 034

Przyjmuje się, że funkcjonowanie rurociągu odprowadzającego wodę powinno być na tyle efektywne, aby przynajmniej 2-3 razy w sezonie odprowadzić kubaturę wody równą objętości przynależnego hypolimnionu (minimum jednokrotnie aby efekt środowiskowy był zauważalny i uzasadniał podjęcie inwestycji).

W wyniku przegrodzenia kurtyną podwodną, na obu częściach jeziora wytworzą się 2 odrębne hypolimniony, o podobnej objętości. Analiza kształtu misy jeziornej dokonana na podstawie karty morfometrycznej zbiornika (IRŚ 1959, nr PO-5/5-89/59) wskazuje, że obecnie hypolimnion jeziora przeciętnie sięgający od 10 m głębokości do dna posiada

objętość około 278 500 m<sup>3</sup>. Zatem połowa tej kubatury (w przybliżeniu 140 tys. m<sup>3</sup>) powinna być brana pod uwagę dla każdego rurociągu jako minimalna objętość przepływu w skali roku.

Najkorzystniejszym okresem pracy rurociągów będą miesiące letnie, pomiędzy czerwcem a październikiem. Należało dostosować ilość wody kierowanej rowem Pintus z pompowni tak, aby z jednej strony uzyskać minimalne założone przepływy w skali sezonu letniego, z drugiej zaś ograniczyć nadmiarowy, niepotrzebny dopływ wody do jeziora.

Poniżej podano propozycję gospodarowania wodą w obrębie przedmiotowego systemu – przy założeniu przepływów średnich i uwzględnieniu wzrostu przepływu wody poniżej jeziora wskutek dopływu podziemnego (Raport UWM w Olsztynie 2018).

Tabela 5.

dopływ					odpływ			
miesiąc	l/s	m <sup>3</sup> /d	m <sup>3</sup> /mc		miesiąc	l/s	m <sup>3</sup> /d	m <sup>3</sup> /mc
VI	29	2 476	74 292		VI	23	1 987	59 616
VII	25	2 138	66 267		VII	31	2 683	83 166
VIII	35	2 985	92 549		VIII	43	3 747	116 150
IX	44	3 802	114 063		IX	55	4 772	143 148
X	16	1 382	42 854		X	36	3 116	96 597
suma (m <sup>3</sup> )			390 025		suma (m <sup>3</sup> )			498 677

Z powyższych zestawień wynika, że rurociąg nalewczy powinien zapewnić przepływ na poziomie **44 l/s** zaś odpływowy – **55 l/s** (maksymalne średnie przepływy w skali miesiąca).

Tabela oczywiście odzwierciedla wartości uśrednione dla okresów miesięcznych i to w założeniu warunków przeciętnie wilgotnego roku hydrologicznego. W rzeczywistości należy spodziewać się większych wahań spowodowanych czynnikami naturalnymi. Zatem przewidziano wyposażenie zastawek rurociągów w przelewy ulgi i regulację szandorami, co pozwala optymalizować gospodarowanie wodą rowu Pintus przy przepływach istotnie odbiegających od prezentowanych średnich.

Czerwiec i październik to miesiące, w których proponuje się sterować przepływem wody w rurociągach ograniczając naturalny przepływ Pintusa. Wynika to z faktu, że warto

uzyskać dodatkową optymalizację pracy rurociągów poprzez wykorzystywanie naturalnej zdolności retencyjnej jeziora. Przez czerwiec wody dopływu powinny piętrzyć wodę w jeziorze o 0,15m (34 950 m<sup>3</sup>), to jest od rzędnej 57,10 m n.p.m do rzędnej 57,25 m n.p.m. Stan ten będzie utrzymywany przez miesiące letnie, a w październiku ta dodatkowa objętość będzie wyprowadzana rurociągiem odpływowym.

### **3.4.2. Zastawka piętrząca na dopływie i rurociąg nalewczy – rozwiązania projektowe.**

#### **Zastawka**

Na potrzeby pracy rurociągu zaprojektowano niewielką zastawkę piętrzącą (rys. 2 i 6 części graficznej operatu), w konstrukcji umożliwiającej wpięcie rurociągu nalewczego. Płyta zastawki umożliwia okresowe oczyszczanie systemu z namulów. Przewidziano kratę zabezpieczającą wlot rurociągu przed wnikaniem obcych przedmiotów. Wlot rurociągu będzie dodatkowo wyposażony w zasuwkę z desek szandorowych umożliwiających blokadę przepływu w razie potrzeb (np. podczas prac konserwacyjnych). Wysokość piętrzenia wymagana do pokonania oporów wewnątrz rurociągu, przy zakładanym przepływie wynosi około 0,11m (obliczenia hydrauliczne poniżej). Dla zakładanej rzędnej zwierciadła wody w jeziorze w okresie letnim 57,25 m n.p.m oznacza to wznios zwierciadła wody górnej do rzędnej 57,36 m n.p.m. Warunki terenowe pozwalają na uzyskanie stałego piętrzenia na zastawce do poziomu 57,50 m n.p.m. bez naruszenia stosunków wodnych i szkody dla gruntów sąsiednich i taką przyjęto jako dozwolony poziom piętrzenia na obiekcie.

#### **Rurociąg**

Zaproponowano wykonanie rurociągu nalewczego z tworzyw sztucznych w postaci wzmocnionych rur systemowych kanalizacji zewnętrznej typu InCor (SN8) DN400 na odcinku początkowym (21mb), narażonym na uszkodzenia (ruchy pokrywy lodowej, zwierzęta, osoby trzecie), zaś w dalszym biegu rur (211mb) o tej samej średnicy, lecz gładkich, i cienkościennych typu PVC-U. Zmiana jest podyktowana potrzebą jak najefektywniejszego wychładzania się stosunkowo cieplej latem wody niesionej Pintusem kierowanej do rurociągu przed wypływem w okolicach dna jeziora. Im mniejsza różnica temperatur wody podawanej rurociągiem i naturalnie chłodnych wód naddennych jeziora, tym jest to korzystniejsze w procesie natleniania głębozka. Jeszcze korzystniejsze byłoby użycie

do uformowania rurociągu cienkościennej geomembrany HDPE o grubości ścianki 1,5-2,0mm i rozwiązania te należy traktować jako zamienne.

Przed pracami wykonawczymi należy precyzyjnie oznaczyć boją rejon głęboczka (współrzędne wskazane na rys. 1 i w zestawieniu na końcu części opisowej operatu).

Na etapie układania rurociągu należy przewidzieć jego liniowe dociążenie uniemożliwiające przesuwanie się pod wpływem sił naturalnych. Zaproponowane rozwiązanie to kątowniki stalowe mocowane taśmą stalową co 3 mb. Takie rozwiązanie jednocześnie wzmacnia i usztywnia konstrukcję rurociągu jak również zabezpiecza przed niekontrolowanym rozpięciem się rur. Dopuszczalne jest dociążenie w inny sposób rurociągu, jednak należy zadbać, aby obciążniki nie pracowały punktowo, co mogłoby skutkować przeprężeniami i uszkodzeniem rurociągu.

Bezpośrednio pod wylotem ostatniej sekcji rurociągu należy zakotwiczyć w dnie płytę wypadową, chroniącą dno jeziora przed rozmyciem strugami wypływającej wody. Dla przewidywanego przepływu w rurociągu i jego średnicy należy wykonać płytę o minimalnych wymiarach 2x3,5m. Materiałem może być tworzywo sztuczne lub drewno, przy zachowaniu ciężaru właściwego uniemożliwiającego wypłynięcie płyty (np. ramiak stalowy).

Wodowanie rurociągu należy wykonać z lodu lub z powierzchni wody, przy użyciu platform w minimalnie 10 punktach podwieszenia rozmieszczonych równomiernie. Opuszczanie rurociągu wykonać za pomocą lin, równomiernie na wszystkich punktach. Wymaga to współpracy przynajmniej 10 przeszkolonych operatorów. Podczas prac wykonawczych należy zapewnić nadzór limnologa dysponującego doświadczeniem w tego typu przedsięwzięciach.

### **Obliczenia hydrauliki rurociągu nalewczego**

Obliczenia hydrauliczne przewodów kanalizacyjnych polegają najczęściej na sprawdzeniu prędkości przepływu i napełnienia w kanale przy znanym lub założonym spadku dna kanału i przepływie.

Rurociąg do przekierowywania wód z rowu Pintus na dno Jeziora Świętego zaprojektowano na podstawie wielkości wymaganych przepływów wody, przyjętej wysokości piętrzenia wody w cieku na zastawce, stopnia napełnienia oraz prędkości przepływu wody w rurociągu z uwzględnieniem strat hydraulicznych. Jako przepływ obliczeniowy przyjęto 44 l/s

Do obliczeń przepływów w rurociągach norma zaleca stosowanie dwóch równań: *Colebrooka-White'a* oraz *Manninga* (PN-EN 752-4:2001. *Zewnętrzne systemy kanalizacyjne. Obliczenia hydrauliczne i oddziaływanie na środowisko.*)

1. Do obliczenia natężenia przepływu (Q) stosuje się równanie ogólne:

$$Q = \frac{\pi \times D^2 \times v}{4}$$

gdzie:

Q - natężenie przepływu [m<sup>3</sup>/s],

v - prędkość średnia strumienia w przekroju poprzecznym przewodu [m/s],

D - średnica wewnętrzna rury [m],

2. Dla rur o przekroju kołowym przy ich całkowitym napełnieniu, prędkość przepływu (v) jest wyrażona wzorem Colebrooka-White'a:

$$v = -2\sqrt{2gDJ_E} \times \log_{10} \left( \frac{k}{3,71D} + \frac{2,51\gamma}{D\sqrt{2gDJ_E}} \right)$$

gdzie:

v - prędkość średnia strumienia w przekroju poprzecznym przewodu [m/s],

g - przyspieszenie ziemskie [9,80665 m/s<sup>2</sup>],

D - średnica wewnętrzna rury [m],

J<sub>E</sub> - spadek hydrauliczny [m/m],

k - współczynnik chropowatości rury [m],

γ - kinematyczny współczynnik lepkości cieczy (dla wody o temp 10°C wynosi 1,308·10<sup>-6</sup> m<sup>2</sup>/s).

3. Dla przewodów o przekroju kołowym przy napełnieniu całkowitym prędkość przepływu (v) może być również obliczana równaniem Manninga:

$$v = KR_h^{\frac{2}{3}} J_E^{\frac{1}{2}}$$

gdzie:

K - współczynnik Manninga [m<sup>1/3</sup>/s],

R<sub>h</sub> - promień hydrauliczny [m],

J<sub>E</sub> - spadek hydrauliczny [m/m]

4. Przybliżony współczynnik Manninga można obliczyć ze wzoru:

$$K = 4\sqrt{g\left(\frac{32}{D}\right)^{\frac{1}{6}} \times \log_{10}\left(\frac{3.7}{k}\right)}$$

gdzie:

g - przyspieszenie ziemskie [m/s<sup>2</sup>],

9,80665 m/s<sup>2</sup>

D - średnica wewnętrzna rury [m],

0,495 m



k - współczynnik chropowatości rury [m].      0,00040 m

Stosowane wartości współczynnika (K) wahają się w zakresie od 70-90 m<sup>1/3</sup>/s.

Współczynnik chropowatości (k) uwzględnia straty hydrauliczne w zależności od materiału rury, przerw na połączeniach i osadu na wewnętrznej powierzchni rury. Straty hydrauliczne występują także na złączach i łukach. Należy zatem uwzględnić straty miejscowe przez przyjęcie wyższej wartości współczynnika chropowatości rury.

Powszechnie używa się wartości współczynnika (k) z zakresu 0,03-3 mm.

Dla nowych rur z tworzyw sztucznych przyjmuje się współczynnik  $k = 0,1$ . Wartość ta nie uwzględnia jednak oporów hydraulicznych połączeń rur i łuków. Zalecany współczynnik (k) dla kanału deszczowego z rur InCor przyjmuje wartość 0,40 mm.

Wartości możliwego do uzyskania przepływu wody w rurociągu (Q) obliczone za pomocą w/w wzorów dla projektowanego rurociągu i zastawki piętrzącej o następujących parametrach:

- wysokość piętrzenia wody w cieku: 0,11 m,
- długość całkowita rurociągu: 232 m
- średnica wewnętrzna rurociągu (DN 400): 0,4 m

wynoszą:

- na podstawie równania *Colebrooka-White'a*: 49,5 l/s
- na podstawie równania *Manninga*: 40,3 l/s  
(z zastosowaniem obliczonego współczynnika K)
- na podstawie równania *Manninga*: 43,6 l/s  
(z zastosowaniem współczynnika miejscowych oporów hydraulicznych  $\zeta$ )
- na podstawie równania *Manninga*: 45,0 l/s  
(z zastosowaniem współczynnika  $\zeta$  oraz uwzględnieniem podparcia-zatopienia wypływu)

Średni (ze wszystkich metod) przepływ wody w rurociągu możliwy do uzyskania dla założonych parametrów rurociągu i zastawki wynosi: **44,6 l/s i odpowiada przepływowi obliczeniowemu.**

Na podstawie zamieszczonych obliczeń można stwierdzić, że dla średnicy rurociągu DN400 oraz jego długości 232m wymagane piętrzenie do osiągnięcia przepływu obliczeniowego wynosi **0,11m**. W okresach, w których przepływ ten będzie większy niż 44 l/s wysokość piętrzenia będzie samoczynnie wzrastać. W hipotetycznej sytuacji osiągnięcia przepływu krytycznego (dla projektowanego układu wynosi on około 68 l/s) piętrzenie na

zastawce osiągnie górną dozwoloną rzędną (57,50 m n.p.m) i dalszy nadmiar wody będzie przelewał się przez najwyższe szandory zastawki i dopływał do jeziora w tradycyjny sposób - powierzchniowo.

### Zasięg cofki

Każda budowla wodna ustawiona w korycie ciek, powoduje spiętrzenie wody, które przenosi się w górę strumienia tworząc tzw. krzywą spiętrzenia. W pewnej odległości powierzchnia swobodna łączy się łagodnie z powierzchnią wody niespiętrzonej wyznaczając tzw. zasięg cofki, który jest miarą oddziaływania budowli na stosunki hydrologiczne ciek.

Zasięg cofki w praktyce określa się najczęściej metodami obliczeniowymi Tolkmidta (dla przekrojów poprzecznych koryt zbliżonych do paraboli) lub Rühlmanna (dla przekrojów poprzecznych koryt zbliżonych do prostokątnych). Ze względu na kształt koryta ciek Pintus, do dalszych obliczeń przyjęto metodę Tolkmidta (Jarosz, 1995).

$$\frac{JL}{h} = f\left(\frac{h + z_2}{h}\right) - f\left(\frac{h + z_1}{h}\right)$$

gdzie:

J – spadek hydrauliczny

L – odległość od początku piętrzenia do badanego przekroju

$z_2$  – wysokość piętrzenia przy budowli

$z_1$  – spiętrzenie w badanym przekroju

h – głębokość wody w korycie ciek przed spiętrzeniem

Jeżeli piętrzenie przy końcu cofki jest mniejsze od 2 cm, to zasięg piętrzenia można obliczyć ze wzoru:

$$L = \frac{h}{J} f \frac{h + z_2}{h} \quad [\text{m}]$$

Dane do obliczeń:

$$z_2 = 0,11 \text{ m}$$

$$h = 0,1625 \text{ m}$$

$$J = 0,000981$$

$$\text{Dla } \frac{h + z_2}{h} = \frac{0,11 + 0,1625}{0,1625} = 1,677, \text{ wartość funkcji } f \frac{h + z_2}{h} \text{ odczytana z}$$

tablic wynosi 1,6025

Zasięg cofki:

$$L = \frac{0,1625}{0,000981} \times 1,6025 = 265,4[\text{m}]$$

Zasięg cofki generowany piętrzeniem wód przez zastawkę będzie wynosić około **265m**.

### **3.4.3. Zastawka piętrząca na odpływie i rurociąg odpływowy – rozwiązania projektowe**

#### **Zastawka**

Na potrzeby pracy rurociągu odpływowego zaprojektowano zastawkę piętrzącą (rys. 4 i 7 części graficznej operatu). Zastawka ma wydzielone 3 strefy funkcjonalne – komorę centralną w konstrukcji umożliwiającej wpięcie rurociągu odpływowego i dławienie jego wydatku zasuwą śrubową (w prowadnicach poniżej części ruchomej zasuwę umieścić szandory stałe do rzędnej 57,00 m n.p.m), komorę z wydzielonym progiem stałym na proponowanej górnej dozwolonej rzędnej piętrzenia (57,25 m n.p.m) oraz komorę z progiem stałym wyznaczającym minimalny poziom piętrzenia (57,00 m n.p.m) i regulacją piętrzenia szandorami. Projektowana zastawka będzie posadowiona w miejscu istniejącej obecnie ale dysfunkcyjnej zastawki piętrzącej wkomponowanej w przepust pod mostkiem na rowie Pintus (lokalizacja wskazana na rys. 7.)

Dla zakładanej rzędnej zwierciadła wody w jeziorze w okresie letnim 57,25 m n.p.m i obserwowanego obecnie poziomu wody dolnej (poniżej obecnie istniejącej zastawki w rowie Pintus 56,86 m n.p.m.) dyspozycyjne piętrzenie wynosi około 0,4m.

#### **Rurociąg**

Podobnie jak w wypadku rurociągu nalewczego, zaproponowano wykonanie rurociągu odpływowego z tworzyw sztucznych w postaci wzmocnionych rur systemowych kanalizacji zewnętrznej typu InCor (SN8) DN400 na odcinku początkowym (33mb), narażonym na uszkodzenia (ruchy pokrywy lodowej, zwierzęta, osoby trzecie), zaś w dalszym biegu rur (309mb) o tej samej średnicy, lecz gładkich typu PVC-U, ewentualnie rur wykonanych z geomembrany HDPE o grubości ścianki minimum 2,0mm.

Przed pracami wykonawczymi należy precyzyjnie oznaczyć boją rejon głęboczka południowego (współrzędne wskazane na rys. 1 i w zestawieniu na końcu części opisowej operatu).

Na etapie układania ruociągu należy przewidzieć jego liniowe dociążenie uniemożliwiające przesuwanie się pod wpływem sił naturalnych. Zaproponowane rozwiązanie to kątowniki stalowe mocowane taśmą stalową co 3 mb. Takie rozwiązanie jednocześnie wzmacnia i usztywnia konstrukcję ruociągu jak również zabezpiecza przed niekontrolowanym rozpięciem się rur. Dopuszczalne jest dociążenie w inny sposób ruociągu, jednak należy zadbać, aby obciążniki nie pracowały punktowo, co mogłoby skutkować przeprężeniami i uszkodzeniem ruociągu.

Bezpośrednio pod końcem ostatniej sekcji ruociągu należy zakotwiczyć w dnie płytę podpierającą, chroniącą czerpnię ruociągu przed zapadaniem się w osad denną. Dla przewidywanej konstrukcji ruociągu należy wykonać płytę o minimalnych wymiarach 2,5x2,5m. Materiałem może być tworzywo sztuczne lub drewno, przy zachowaniu ciężaru właściwego uniemożliwiającego wypłynięcie płyty (np. ramiak stalowy). Czerpnia ruociągu musi być skierowana pionowo ku górze, posiadać średnicę otworu minimum 0,4m oraz osłonę w postaci tarczy deflektora, chroniącą wlot ruociągu przed przedostawaniem się przypadkowych przedmiotów oraz uniemożliwiającą punktowe zasysanie wody z wyżej położonych warstw jeziora.

Wodowanie ruociągu należy wykonać z lodu lub z powierzchni wody, przy użyciu platform w minimalnie 15 punktach podwieszenia rozmieszczonych równomiernie. Opuszczanie ruociągu wykonać za pomocą lin, równomiernie na wszystkich punktach. Wymaga to współpracy przynajmniej 15 przeszkolonych operatorów. Podczas prac wykonawczych należy zapewnić nadzór limnologa dysponującego doświadczeniem w tego typu przedsięwzięciach.

### **Obliczenia hydrauliki ruociągu odpływowego**

Obliczenia hydrauliki ruociągu odpływowego wykonano metodami analogicznymi do wskazanych w rozdziale 3.4.2. Syntetyczne zestawienie wyników obliczeń przepływu w ruociągu w zależności od piętrzenia zawiera tabela 6.

Tabela 6. Zestawienie obliczeń wydatku rurociągu odpływowego w zależności od wysokości piętrzenia na zastawce usytuowanej na odpływie rowu Pintus z Jeziora Świętego

wysokość piętrzenia [m]	rzędna wody dolnej [m n.p.m.]	przepływ [l/s]
0,10	57,15	35
0,15	57,10	43
0,20	57,05	50
0,25	57,00	55
0,30	56,95	61
0,35	56,90	66
0,40	56,85	70

Na podstawie zamieszczonych obliczeń można stwierdzić, że dla średnicy rurociągu DN400 oraz jego długości 342m wymagane piętrzenie do osiągnięcia pożądanego przepływu obliczeniowego w okresie letnim mieści się w zakresie różnicy rzędnych pomiędzy projektowaną rzędną wody górnej i rzeczywistą rzędną wody dolnej.

Z uwagi na pożądany środowiskowo względnie stały w okresie letnim stan napełnienia misy jeziornej (do maksymalnej dozwolonej rzędnej piętrzenia 57,25m n.p.m.) przewiduje się konieczność dławienia przepływu na wylocie rurociągu za pomocą zaprojektowanej zasuwki na komorze centralnej. Korektę tę należy wykonywać cyklicznie, przynajmniej raz w miesiącu w okresie pracy rurociągu odpływowego (VI-X).

#### **3.4.4. Aplikacja koagulantów celem inaktywacji fosforu w wodach jeziora**

##### **Stosowane dawki i harmonogram prac**

Zgodnie z wytycznymi koncepcji rekultywacji Jeziora Świętego w Obrze sformułowanymi przez zespół naukowy Katedry Inżynierii Ochrony Wód UWM w Olsztynie (Raport UWM w Olsztynie 2018), opartymi na wynikach analiz frakcji fosforu w osadach dennych przedmiotowego akwenu przyjęto, że zapotrzebowanie osadów profundalnych na glin potrzebny do związania fosforu mineralnego wynosi około  $28\text{g/m}^2$ . Z kolei dla osadów predysponowanych do użycia koagulantu żelazowego, zapotrzebowanie to wynosi około  $50\text{g/m}^2$ .

#### dawka koagulantu glinowego

Przy powierzchni odpowiadającej arealowi osadów dennych w obrębie stref odtlenionych w okresach stagnacji wód (osady profundalne, południowa część jeziora – 8,9 ha), oraz przy zapotrzebowaniu tych osadów na niezbędną ilość czynnika wiążącego fosfor (około 28g/m<sup>2</sup>, Raport UWM w Olsztynie 2018), ilość glinu wyniesie około 2484 kg.

Zapotrzebowanie na związanie nadmiaru fosforu z toni wodnej jeziora wyliczone na podstawie optymalnego stosunku glinu do fosforu zaproponowanego przez Gawrońską i in. (1999), przy danej objętości strefy południowej daje dodatkowo 2764 kg Al.

Daje to łączną wartość  $2484 + 2764 = 5248$  kg

Dla preparatu typu PAX 18 ( $9 \pm 0,02$  % Al) daje to  $5248/0,09 = 58\,311$  kg produktu handlowego.

#### dawka koagulantu żelazowego

Zapotrzebowanie osadów sublitoralowych i profundalnych północnej części jeziora na żelazo: 49,9 g/m<sup>2</sup> (7217 kg Fe).

Zapotrzebowanie na żelazo w celu związania fosforu w toni wodnej w strefie przybrzeżnej 2 347 kg Fe.

Łączna ilość żelaza reaktywnego  $7\,217 + 2\,347 = 9\,564$  kg.

Dla preparatu typu PIX 111 ( $13,4 \pm 0,6$  % Fe) daje to  $9564/0,134 = 71\,370$  kg produktu handlowego.

Należy dokonać podziału tej ilości koagulantu na minimum 4 dawki, zgodne z cyklem roku jeziorowego. Okres prowadzenia działań rekultywacyjnych (2 lata) powinien objąć w każdym etapie sezon cyrkulacji wiosennej lub jesiennej wód jeziornych:

I rok aplikacji – wiosenna i jesienna dawka koagulantu (III-IV i X-XI)

II rok aplikacji - wiosenna i jesienna dawka koagulantu (III-IV i X-XI)

Przyjmując w każdym z czterech etapów aplikacji dawkę równą jednej czwartej wymaganej, sumaryczna ilość koagulantu wyniesie każdorazowo około 32 ton.

Ilości te będą adekwatne z punktu widzenia zachowania bezpieczeństwa ekologicznego. W każdym z czterech etapów ilość użytego preparatu w przeliczeniu na objętość wody wyniesie poniżej 15 ml/m<sup>3</sup> wody. Jest to dawka bezpieczna środowiskowo, adekwatna do przeciętnie używanych ilości koagulantu w procesach uzdatniania wody.

## **Opis sposobu dozowania środków chemicznych**

Koagulant należy rozprawdzać metodą powierzchniową, z pokładu jednostek pływających. System dozujący środki chemiczne musi umożliwiać regulację intensywności ich podawania. Należy dążyć do jak najbardziej równomiernego rozprawdzenia koagulantu na całej powierzchni wyznaczonego akwenu i bezwzględnie unikać niekontrolowanych zrzutów użytego środka podczas postoju lub manewrów pomocniczych jednostek pływających. Koagulant należy podawać tuż pod powierzchnię wody stosując rozwiązania techniczne uniemożliwiające napowietrzenie formujących się kłaczków i ich flotację. Wyklucza to użycie ciśnieniowych metod podawania koagulantu.

Proponowaną ilość koagulantów żelazowego i glinowego dla jednego etapu rekultywacji należy podzielić na dawki dobowe tak, aby nie przekroczyć pojemności ekologicznej jezior. Z doświadczeń krajowych wynika, że nie powinny być one większe niż około 15 g PIX m<sup>3</sup> na dobę oraz 1-1,5 g Al m<sup>3</sup> na dobę.

Trasowanie kursu łodzi należy wykonać tak, aby każdego dnia wprowadzać równomierną dawkę koagulantu na wytypowany do aplikacji obszar. Zaleca się do tego celu używać pozycjonowania jednostek poprzez system nawigacji satelitarnej umożliwiającą kontrolę zasięgu podawania koagulantu w czasie rzeczywistym.

Chlorek żelaza oraz chlorek poliglinu są substancjami silnie kwaśnymi, należy więc przestrzegać warunków BHP właściwych dla pracy z substancjami agresywnymi. W szczególności dotyczy to używania odzieży ochronnej oraz urządzeń do transportu i rozprawdzenia koagulantów wykonanych z materiałów odpornych na korozję chemiczną.

Miejsce rozładunku i składowania koagulantu (rys. 9.) oraz urządzenia dozujące muszą być należycie zabezpieczone przed ingerencją osób trzecich.

Prawidłowe wykonanie zabiegu inaktywacji fosforu wymaga dużego doświadczenia i dyscypliny pracy oraz odpowiedniego zaplecza technicznego. Wykonawstwo prac należy powierzyć zespołowi odpowiednio wykwalifikowanych osób oraz bezwzględnie zapewnić nadzór merytoryczny doświadczonego limnologa. W trakcie aplikacji koagulantu trzeba realizować również monitoring wykonawczy w zakresie podanym w pkt. 10.1 niniejszego operatu.

## **Wpływ preparatów na biocenozy**

Glin jest naturalnym makrokomponentem osadów dennych jezior, jego udział często przekracza 5 % suchej masy. Wprowadzenie koagulantu spowoduje niewielkie zwiększenie ilości tego pierwiastka w osadach dennych - dla osadów współczesnych obecna zawartość

$\text{Al}_2\text{O}_3$  waha się od 0,5 do 1,9%, zaś po wprowadzeniu wszystkich dawek koagulantu będzie to wartość wyższa maksymalnie o 20% stanu wyjściowego. Metoda inaktywacji fosforu przy użyciu koagulantów glinowych wymaga jednak zachowania szczególnej ostrożności. Zagrożenie może stwarzać pojawienie się dużych ilości glinu w formie rozpuszczonej - szczególnie w warunkach podwyższonego lub niskiego odczynu wód ( $>8,5$  i  $<6,0$  pH). Przy długotrwałej ekspozycji może wywoływać szereg niekorzystnych zmian u ryb takich jak dysfunkcja nabłonka skrzelowego, zaburzenia oddychania i osmoregulacji, zmiany w układzie krwionośnym, upośledzenie funkcji rozrodczych, wreszcie śmiertelność ryb (Jezierska 1993). Dla koagulantów żelazowych zagrożenie toksykologiczne jest o wiele mniejsze niż dla glinowych i jednocześnie zależy od innych mechanizmów. Żelazo jest składnikiem wód w jeziorach, który występuje powszechnie w ilościach od kilku tysięcznych do kilku dziesiątych miligrama na  $\text{dm}^3$ . W hypolimnionach jezior stratyfikowanych nierzadko zawartość ta przekracza kilka mg l<sup>-1</sup> i jest wynikiem naturalnych przemian fizykochemicznych warunkowanych zmiennym potencjałem oksydoredukcyjnym. W przypadku dawek koagulantu obliczonych dla jeziora Świętego ilość żelaza pozostającego w wodzie po zabiegu nie będzie istotnie różna od naturalnego tła geochemicznego. Dla współczesnych osadów dennych jeziora jego zawartość w osadzie jest niewielka i wynosi obecnie około od około 0,4 do 1,0 %  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ . Dodanie wyżej wymienionej puli koagulantu do wód jezior i jego wytrącenie na dnie spowoduje wzrost ilości żelaza zaledwie o kilkanaście % w stosunku do obecnej zawartości (tła geochemicznego).

Ewentualny mechanizm toksyczności preparatu PIX może dotyczyć negatywnych skutków dla biocenozy związanych z nadmiernym obniżeniem odczynu wody przez ten silnie kwaśny roztwór. Jednak liczne badania wskazują, że przy odpowiednim dobraniu dawki koagulantu oddziaływanie to można wykluczyć. Zastosowanie kwaśnych koagulantów może być jedynie utrudnione dla wód o słabych zdolnościach buforowych (zasadowość ogólna poniżej 1 - 1,5 mval/l). W przypadku Jeziora Świętego takie niebezpieczeństwo nie istnieje, ponieważ jego wody są silnie zbuforowane (zawartość wapnia przeciętnie 55-107 mg/l, zasadowość ogólna 3,0 - 5,1 mval/l)

Reasumując należy stwierdzić, że bezpieczeństwo i efektywność zabiegów inaktywacji fosforu są uzależnione od precyzji ich wykonania i dostosowania dawek koagulantu do zdolności buforowych i odczynu wody w okresie przeprowadzania inaktywacji fosforu. Prawdłowo wykonana operacja nie stwarza zagrożenia dla fauny zbiornika, Potwierdzają to opracowania podsumowujące efekty rekultywacji tą metodą jezior o różnych warunkach morfometrycznych i zlewniowych (Gawrońska i in. 2005, 2007, Łopata i



Gawrońska 2006) oraz współczesne krajowe badania laboratoryjne (dane Katedry Ichtiologii UWM w Olsztynie 2011, niepublikowane).

#### 4. USTALENIA WYNIKAJĄCE Z PLANU GOSPODAROWANIA WODAMI NA OBSZARZE DORZECZA I WARUNKÓW KORZYSTANIA Z WÓD REGIONU WODNEGO

Zgodnie z Planem gospodarowania wodami na obszarze dorzecza Odry\_(Dz. Ust. Z dn. 6 grudnia 2016, poz. 1969) Jezioro Święte i przepływający przez niego kanał Pintus nie zostały wyodrębnione w postaci JCWP. Najbliższą JCWP funkcjonalnie związaną z jeziorem jest Północny Kanał Obry do Kanału Dźwińskiego, z rowem Pintus zaś Dojca. Ich charakterystykę zestawiono w tab. 7.

Tabela 7. Charakterystyka JCWP

Opis	jezioro	dopływy jeziora
Nazwa JCWP	Północny Kanał Obry do Kanału Dźwińskiego	Dojca
Krajowy Kod JCWP	RW60000187833	RW600017187829
Kod UE	PLGW600059	PLGW600059
Kod SCWP (sztuczna?)	SW2016	SW2016
Obszar dorzecza	Odry	Odry
Region wodny	Warty	Warty
Kod dorzecza głównego	6000	6000
Status JCWP	SCW	SZCW
Typologia JCWP	0	17
Regionalny Zarząd Gospodarki Wodnej	RZGW Poznań	RZGW Poznań
Kod ekoregionu	14- Równiny Centralne 315 – Pojezierza Wielkopolskie	14- Równiny Centralne 315 – Pojezierza Wielkopolskie
Dominująca presja	rolnictwo i leśnictwo	rolnictwo i leśnictwo
Ocena stanu/potencjału ekologicznego	brak oceny	dobry
Ocena stanu chemicznego	dobry	dobry
Aktualny stan JCWP	zły	zły
Ocena ryzyka nieosiągnięcia celów środowiskowych	zagrożona	zagrożona
Derogacje (odstępstwa	Przedłużenie terminu	Przedłużenie terminu

osiągnięcia celów środowiskowych) na podst. RDW	osiągnięcia celu środowiskowego – brak możliwości technicznych	osiągnięcia celu środowiskowego – brak możliwości technicznych
Typ odstępstwa	0	0
Uzasadnienie odstępstwa	Brak możliwości technicznych. Zaplanowano działania podstawowe, obejmujące uporządkowanie gospodarki ściekowej. Z uwagi na czas niezbędny dla wdrożenia działań, a także okres niezbędny, aby przyniosły one wymierne efekty, dobry stan będzie mógł być osiągnięty do roku 2021	Brak możliwości technicznych. W zlewni JCWP występują presje: nierozpoznana, komunalna. Rozpoznanie przyczyn zapewni realizacja działań na poziomie krajowym.

Najważniejszym celem planowania w gospodarce wodnej jest zapewnienie zrównoważonego rozwoju dla obszaru dorzecza Odry, przy jednoczesnym zabezpieczeniu potrzeb dotyczących gospodarki wodnej. Jedną z priorytetowych kwestii w procesie planowania inwestycji związanych z gospodarką wodną jest implementacja założeń Ramowej Dyrektywy Wodnej 2000/60/WE (RDW) z dnia 23 października 2000 r. w celu zagwarantowania ochrony zasobów środowiska naturalnego, a także nie pogorszenie jego stanu.

Zapisy Planu gospodarowania wodami na obszarze dorzecza Odry identyfikują znaczące oddziaływania antropogeniczne na stan wód powierzchniowych. Główne presje wskazywane w Planie podzielono na następujące kategorie:

- punktowe źródła zanieczyszczeń (zrzuty ścieków komunalnych i przemysłowych, składowiska odpadów, przypadkowe skażenia środowiska gruntowo-wodnego)
- zanieczyszczenia rozproszone i obszarowe (zanieczyszczenia związkami azotu i fosforu ze źródeł rolniczych, zrzuty ścieków komunalnych z terenów nieobjętych kanalizacją),
- zmiany hydromorfologiczne.

**Wnioskowany zakres działań w wodach dopływu i w misie jeziora (nie wyodrębnionych w postaci JCWP) nie stoi więc w sprzeczności z założeniami Planu. Jest formą ograniczenia jednego z głównych zagrożeń wskazywanych w Planie prowadzących do eutrofizacji środowiska wodnego, a mianowicie zanieczyszczeń dopływających punktowo. Również sama wnioskowana rekultywacja Jeziora Świętego jest działaniem zmierzającym do osiągnięcia i utrzymania dobrego stanu ekologicznego wód, a zatem jest skierowana na realizację głównego celu środowiskowego stawianego w Planie.**

## **5. USTALENIA WYNIKAJĄCE Z PLANU ZARZĄDZANIA RYZYKIEM POWODZIOWYM I PLANU PRZECIWDZIAŁANIA SKUTKOM SUSZY**

Celem **planów zarządzania ryzykiem powodziowym** jest ograniczenie potencjalnych negatywnych skutków powodzi dla życia i zdrowia ludzi, środowiska, dziedzictwa kulturowego oraz działalności gospodarczej, poprzez realizację wybranych działań służących minimalizacji zidentyfikowanych zagrożeń. Działania te muszą prowadzić do obniżania strat powodziowych.

Głównym celem strategicznym zarządzania ryzykiem powodziowym jest zahamowanie wzrostu i ograniczenie istniejącego ryzyka powodziowego oraz poprawa systemu zarządzania ryzykiem powodziowym na obszarze dorzecza Odry.

Przeciwdziałanie powodzi jest tylko jednym z zadań gospodarki wodnej przypisywanych planowanym obiektom, obok zaopatrzenia w wodę, energetyki wodnej, rolnictwa i rekreacji. Dla województwa wielkopolskiego plany takie zostały opracowane w zakresie małej retencji, oceny stanu zabezpieczenia przeciwpowodziowego i ochrony przed powodzią.

Kluczowym dla regionu wodnego są pakiety działań nietechnicznych związanych m.in. ze zwiększeniem retencji naturalnej dolin rzek, utrzymanie oraz zwiększanie istniejącej zdolności retencyjnej zlewni oraz wyeliminowanie, unikanie wzrostu zagospodarowania na obszarach szczególnego zagrożenia powodzią oraz o niskim prawdopodobieństwie wystąpienia powodzi ( $p=0,2\%$ ).

Spśród działań ograniczających zasięg i skutki powodzi wymienić należy m. in. ochronę i zwiększanie naturalnej retencji oraz przywracanie naturalnych warunków przepływu. W efekcie uzyskuje się opóźnienie spływu powierzchniowego w zlewni, wzrost transpiracji i zmniejszenie spływu do odbiorników oraz zmniejszenie objętości wezbrań w odbiornikach głównych. Poprzez odtwarzanie systemów melioracyjnych zatrzymujących spływ wody, budowę zbiorników małej retencji zwiększa się ilość wód opadowych lub roztopowych zatrzymywaną w zlewni. Wskutek uszczelniania powierzchni terenu znacznemu zmniejszeniu uległa filtracja wód opadowych i roztopowych do wód podziemnych. Przeciwdziałać temu można poprzez spowalnianie spływu powierzchniowego wskutek wydłużenia drogi i spowolnienie spływu w cieku, odtworzenie naturalnych lub bliskich naturze struktur dna i brzegów, zróżnicowanie szerokości i głębokości koryta, nachylenia skarp, zróżnicowanie spadku dna, odtwarzanie starorzeczy i terenów

**W regionie wodnym Warty nie stwierdzono zlewni o bardzo wysokim i wysokim poziomie ryzyka powodziowego. Planowane przedsięwzięcie nie znajduje się na obszarze zagrożenia powodziowego.**

### **Ustalenia wynikające z planu przeciwdziałania skutkom suszy**

Celem działań przewidzianych do realizacji w ramach tego planu jest w głównej mierze: przeciwdziałanie występowania zjawiska suszy oraz minimalizacja wpływu skutków suszy na poszczególnych użytkowników wód, w tym na zaspokojenie potrzeb wodnych środowiska naturalnego. Działania przewidziane są do realizacji na obszarze poszczególnych regionów wodnych, w szczególności zaś na obszarach wyznaczonych jako narażone na występowanie skutków zjawiska suszy. Dla tych obszarów wskazano działania zarówno techniczne jak i nietechniczne oraz działania ekonomiczno-prawne zachęcające do oszczędnego gospodarowania zasobami wody.

Głównym zadaniem planów jest wspomaganie działań mających na celu łagodzenie skutków suszy. Plany przeciwdziałania skutkom suszy zgodnie z art. 184 ust. 1 oraz ust. 2 ustawy Prawo wodne zawierają:

- 1) analizę możliwości powiększenia dyspozycyjnych zasobów wodnych;
- 2) propozycje budowy, rozbudowy lub przebudowy urządzeń wodnych;
- 3) propozycje niezbędnych zmian w zakresie korzystania z zasobów wodnych oraz zmian naturalnej i sztucznej retencji;
- 4) katalog działań służących ograniczeniu skutków suszy

Diagnoza problematyki suszy w regionie wodnym Warty pozwoliła na zdefiniowanie głównych kierunków minimalizowania skutków suszy, tj.: wspomaganie naturalnej retencji, powiększenie i wykorzystanie dyspozycyjnych zasobów wodnych, wspomaganie zarządzania ryzykiem suszy, rozwój wiedzy.

**Planowane do realizacji w ramach niniejszego operatu działania, ze względu na swój charakter, nie będą miały wpływu na powstawanie zjawiska suszy, wręcz przeciwnie zakładają wykorzystanie zdolności retencyjnych Jeziora Świętego.**

## **6. USTALENIA WYNIKAJĄCE Z KRAJOWEGO PROGRAMU OCZYSZCZANIA ŚCIEKÓW KOMUNALNYCH**

Krajowy program oczyszczania ścieków komunalnych został zatwierdzony przez Radę Ministrów 16 grudnia 2003 r. od tego czasu jest regularnie aktualizowany. Obecna aktualizacja (AKPOŚK2017) zawiera wykaz aglomeracji oraz planowanych inwestycji w zakresie ich wyposażenia w systemy kanalizacji zbiorczej do dnia 31 grudnia 2015 oraz w

latach 2016 -2021.

Krajowy program oczyszczania ścieków komunalnych jest podstawowym instrumentem wdrożenia postanowień dyrektywy 91/271/EWG. Celem Programu, przez realizację ujętych w nim inwestycji, jest ograniczenie zrzutów niedostatecznie oczyszczanych ścieków, a co za tym idzie – ochrona środowiska wodnego przed ich niekorzystnymi skutkami. KPOŚK jest dokumentem strategicznym, w którym oszacowano potrzeby i określono działania na rzecz wyposażenia aglomeracji miejskich i wiejskich, o RLM większej od 2 000, w systemy kanalizacyjne i oczyszczalnie ścieków komunalnych oraz zapewnienie 75% redukcji azotu i fosforu w stosunku do ładunku dopływającego do oczyszczalni.

**Działania planowane do realizacji w ramach przedkładanego operatu nie mają bezpośredniego związku i odniesienia do zapisów Krajowego programu oczyszczania ścieków komunalnych.**

## **7. PRZEWIDYWANY WPLYW PLANOWANEGO KORZYSTANIA Z WÓD NA WODY POWIERZCHNIOWE, W SZCZEGÓLNOŚCI NA STAN TYCH WÓD I REALIZACJĘ CELÓW ŚRODOWISKOWYCH DLA NICH OKREŚLONYCH.**

Proponowany zakres robót i czynności składa się na kompleksowy program rekultywacji Jeziora Świętego w Obrze. Zatem planowane korzystanie z wód pozostaje w zgodności z celami środowiskowymi PGW, zmierzającymi do osiągnięcia dobrego stanu ekologicznego wód na obszarze dorzecza.

Jako cele środowiskowe dla wnioskowanych działań przyjęto dążenie do osiągnięcia dobrego stanu wód powierzchniowych Jeziora Świętego poprzez zastosowanie działań ochronnych i rekultywacyjnych. Przewidywany efekt ekologiczny dla Jeziora Świętego po przeprowadzeniu zabiegów ochronnych i rekultywacyjnych przedstawiono w poniższej tabeli:

Tabela 8. Przewidywany efekt ekologiczny przedsięwzięcia

Nazwa wskaźnika [jednostka]	przed realizacją*	po realizacji**
widzialność krążka Secchiego [m]	1,7	≥ 1,80
fosfor ogólny – powierzchnia [mg P/dm <sup>3</sup> ]	0,11	≤ 0,08
fosfor ogólny – nad dnem [mgP/dm <sup>3</sup> ]	0,75	≤ 0,50
Tlen nad dnem – płoso północne (% nasycenia)	0,0	>10

\* - wartości średnie za okres wegetacyjny z 2018 wg danych Katedry Inżynierii Ochrony Wód UWM w Olsztynie.

\*\* - wartości średnie za okres wegetacyjny

Wnioskowany zakres korzystania z wód nie powoduje degradacji środowiska wodnego ani pogorszenia warunków siedliskowych gatunków występujących na tym obszarze. Wręcz przeciwnie, jest to stricte działanie pro-środowiskowe, w pełni zgodne z zapisami Prawa Wodnego (Art. 51 ust. 1, 2 pkt. 2, 3, 4).

## **8. PLANOWANY OKRES ROZRUCHU, SPOSÓB POSTĘPOWANIA W WYPADKU ROZRUCHU, AWARII LUB USZKODZENIA.**

Budowę zastawek i układanie rurociągów zaplanowano na rok 2019 roku. Ze względu na prostą technologię oczyszczania nie jest wymagany okres rozruchu urządzeń. Będą one spełniać swoją rolę od momentu posadowienia. Możliwe do przewidzenia awarie to uszkodzenia elementów konstrukcyjnych lub regulacyjnych. Dlatego należy okresowo (1 raz w miesiącu) dokonywać kontroli w terenie i w razie potrzeby podjąć działania naprawcze.

Przeprowadzenie rekultywacji jeziora przy użyciu soli PIX i PAX (planowane na lata 2022, 2023) nie wymaga czynności rozruchowych. Ewentualne awarie zestawu dozującego należy zgłaszać kierownikowi robót przerywając prace aplikacyjne na czas naprawy. Prawidłowe dozowanie preparatu jest możliwe tylko po wyeliminowaniu ewentualnych uszkodzeń urządzeń dawkujących koagulant.

## **9. INFORMACJE O FORMACH OCHRONY PRZYRODY WYSTĘPUJĄCYCH W ZASIĘGU ODDZIAŁYWANIA ZAMIERZONEGO KORZYSTANIA Z WÓD.**

Teren przeznaczony do wykonania zamierzeń ochronnych i rekultywacyjnych znajduje się na obszarach mało cennych przyrodniczo, nie objętych formami ochrony przyrody. Zasięg zamierzonego oddziaływania przedsięwzięć będzie obejmował:

bezpośrednio:

- ☐ Odcinek ciekłu Pintus, na którym powstanie budowla piętrząca,
- ☐ Odcinek ciekłu Pintus wypływający z Jeziora Świętego, do którego selektywnie będą odprowadzane wody z hypolimnionu Jeziora Świętego
- ☐ Jezioro Święte, na którym planowane są główne zabiegi rekultywacyjne,

pośrednio:

□ cały ekosystem Jeziora Świętego, ciek Pintus wpływający i wypływający z jeziora oraz obszar przylegający do dopływu w zasięgu cofki.

Najbliższą formą ochrony przyrody znajdującą się poza obszarem oddziaływania przedsięwzięcia jest położony w odległości ok. 0,4 – 0,5 km od wschodniego brzegu rozległy (41700 ha) Obszar Chronionego Krajobrazu Pojezierze Sławskie, Pradolina Obry i Rynna Zbąszyńska. PL.ZIPOP.1393.OCHK.377

Na terenie Obszaru Chronionego Krajobrazu w odległości ok. 0,5 km w kierunku pd-wsch. od linii brzegowej jeziora znajduje się Pomnik Przyrody. W odległości ok. 3,2 km w kierunku północnym od kanału Pintus (dopływu do jeziora) zlokalizowano dwa inne Pomniki Przyrody.

Zamierzone korzystanie z wód nie narusza celów ochronnych wszystkich wyżej wymienionych obszarów chronionych.

## **10. MONITORING JEZIORA ŚWIĘTEGO**

### **10.1. Badania kontrolne podczas wprowadzania koagulantu**

W okresie dawkowania koagulantów należy prowadzić badania umożliwiające precyzyjne dostosowanie prac wykonawczych do warunków środowiskowych panujących w akwenach (odczyn [pH], alkaliczność wody [mval/dm<sup>3</sup>]. Biorąc pod uwagę wielkość jeziora i sposób aplikacji koagulantów należy przewidzieć minimum 8 punktów pomiarowych: 6 w strefie brzegowej i 2 w centrum plosa (rys. 9).

### **10.2. Monitoring jakości wód Jeziora Świętego**

Ocena efektywności zabiegów rekultywacyjnych wymaga przeprowadzenia badań monitoringowych w cyklu rocznym. Poniżej przedstawiono harmonogram i zakres niezbędnych analiz, zgodnie z wytycznymi monitoringu operacyjnego ujętymi w Rozporządzeniu MŚ z dnia 19 lipca 2016 r. w sprawie form i sposobu prowadzenia monitoringu jednolitych części wód powierzchniowych i podziemnych (Dz. U. poz. 1178). W przypadku badań hydrochemicznych rozszerzono zakres monitoringu o badania dodatkowych komponentów biotopu Jeziora Świętego, zgodnie ze specyfiką prac rekultywacyjnych.

Badania hydrochemiczne należy przeprowadzać minimum czterokrotnie podczas każdego roku jeziorowego: w okresie wiosennej cyrkulacji wód, na początku stagnacji letniej (czerwiec), w szczycie stagnacji letniej (druga połowa sierpnia), podczas cyrkulacji jesiennej (październik/listopad). Próby powinny być pobierane w centralnej części jeziora, w obrębie głęboczek (rys. 1 części graficznej operatu).

Podczas badań każdorazowo na obu stanowiskach należy określić profil termiczno-tlenowy co 1 m głębokości [ $^{\circ}\text{C}$ ,  $\text{mg O}_2/\text{dm}^3$ ].

Parametry fizyczno-chemiczne powinny obejmować:

W wodzie powierzchniowej i naddennej: odczyn [pH], przewodnictwo elektrolityczne [ $\mu\text{S}/\text{cm}$ ], chlorki [ $\text{mg Cl}^-/\text{dm}^3$ ], żelazo  $\text{mg Fe}/\text{dm}^3$ , fosfor: mineralny, organiczny, ogólny [ $\text{mg P}/\text{dm}^3$ ], azot: amonowy, azotanowy, organiczny, ogólny [ $\text{mg N}/\text{dm}^3$ ], biochemiczne zapotrzebowanie tlenowe ( $\text{BZT}_5$ ) [ $\text{mg O}_2/\text{dm}^3$ ], chemiczne zapotrzebowanie tlenowe ( $\text{ChZT}_{\text{Mn/Cr}}$ ) [ $\text{mg O}_2/\text{dm}^3$ ], ogólny węgiel organiczny [ $\text{mg}/\text{dm}^3$ ], alkaliczność i twardość ogólna [ $\text{mval}/\text{dm}^3$ ]. Dodatkowo w wodzie powierzchniowej należy określić widzialność krążka Secchiego [m], seston [ $\text{mg}/\text{dm}^3$ ], zawartość chlorofilu „a” [ $\text{mg}/\text{m}^3$ ].

W warstwie osadów dennych (jeden raz do roku): makrokomponenty osadów [% suchej masy] - krzemionka, materia organiczna, węglany, wapń, magnez, glin, żelazo, mangan, azot, oraz formy (mineralna, organiczna i ogólna) i frakcje fosforu (P labilny, związany z glinem, żelazem, wapniem, rezydualny) [ $\text{mg P}/\text{g s.m.}$ ]. Badaniami należy objąć dwie kolejne warstwy osadów współczesnych o miąższości 0-5 i 5-10 cm.

W wodach nadosadowych i interstycjalnych: azot amonowy, organiczny i ogólny [ $\text{mg N}/\text{dm}^3$ ], fosfor mineralny, organiczny i ogólny [ $\text{mg P}/\text{dm}^3$ ]

Badania biologiczne powinny obejmować następujące biocenozy:

fitoplankton - 1 stanowisko, próba zlewana minimum 4 pobory w sezonie

zooplankton - 1 stanowisko, próba zlewana minimum 4 pobory w sezonie

bentos - 1 raz na rok, stanowiska litoralowe, sublitoralowe i profundalowe

ichtiofauna - odłowy kontrolne zgodne z cyklem prac biomanipulacyjnych

makrofity - minimum 6 transektów, badania w szczycie sezonu wegetacji



Ze względu na przepływowy charakter jeziora należy również objąć monitoringiem wody rowu Pintus na dopływie do jeziora. Badania należy prowadzić w cyklu hydrologicznym, minimum sześciokrotnie. Zakres badanych parametrów powinien objąć:

odczyn [pH], przewodnictwo elektrolityczne [ $\mu\text{S}/\text{cm}$ ], chlorki [ $\text{mg Cl}^-/\text{dm}^3$ ], żelazo  $\text{mg Fe}/\text{dm}^3$ , fosfor: mineralny, organiczny, ogólny [ $\text{mg P}/\text{dm}^3$ ], azot: amonowy, azotanowy, organiczny, ogólny [ $\text{mg N}/\text{dm}^3$ ], biochemiczne zapotrzebowanie tlenowe ( $\text{BZT}_5$ ) [ $\text{mg O}_2/\text{dm}^3$ ], chemiczne zapotrzebowanie tlenowe ( $\text{ChZT}_{-\text{Mn}/\text{Cr}}$ ) [ $\text{mg O}_2/\text{dm}^3$ ], ogólny węgiel organiczny [ $\text{mg}/\text{dm}^3$ ], twardość ogólna [ $\text{mval}/\text{dm}^3$ ], zawiesina ogólna [ $\text{mg}/\text{dm}^3$ ].

## 11. ZALECENIA

W związku z planowaną kompleksową rekultywacją Jeziora Świętego w Obrze należy:

- dokonać kontroli i w razie potrzeby niezbędnego remontu odcinków rowu Pintus, w szczególności w lokalizacjach przewidzianych pod budowę zastawek,
- zweryfikować stan rowu Kalinka, w szczególności jego początkowego odcinka łączącego się z rowem Pintus oraz drożności przepustów i w razie potrzeby dokonać odpowiednich remontów,
- zabezpieczyć możliwość dalszej współpracy między Wnioskodawcą – Gminą Wolsztyn, a Użytkownikiem Rybackim Jeziora Świętego w Obrze - PZW Okręg Zielona Góra w zakresie spójności interesów gospodarki rybacko-wędkarskiej i zaleceń dotyczących prac biomanipulacyjnych przewidzianych do realizacji w koncepcji rekultywacji Jeziora Świętego (Raport UWM w Olsztynie). Dokument ten definiuje potrzebę dokonywania zarybień ukierunkowanych na wzmocnienie populacji ryb drapieżnych w jeziorze (szczupak, sandacz, boleń) wskazując pożądany wymiar ilościowy zarybień, jak również formułuje zalecenia dokonywania odłowów regulacyjnych. Uzgodnień należy dokonać również pod kątem względów formalnych i przeanalizowania ewentualnych potrzeb uaktualnienia operatu rybackiego. Prawdopodobne jest, że politykę zarybieniową będzie trzeba na bieżąco korygować, w oparciu o wyniki odłowów kontrolnych, które powinny być realizowane corocznie przez okres kształtowania się struktury ichtiofauny – około 4-5 lat. Warto jednak również po tym okresie dbać o właściwy stan ichtiofauny w jeziorze, przede wszystkim utrzymując długofalową strategię ograniczania nadmiernego pogłowia ryb karpiowatych.

## 12. PROPONOWANY HARMONOGRAM REKULTYWACJI

Poniżej przedstawiono proponowany harmonogram 5-letniego programu rekultywacji Jeziora Świętego w Obrze.

2018r. - przygotowanie dokumentacji wodnoprawnej

2019r. - budowa zastawek na rowie Pintus

- ułożenie rurociągu nalewczego
- ułożenie rurociągu odpływowego
- ułożenie kurtyny podwodnej
- odłowy regulacyjne i zarybienia

2019/2020 - uruchomienie pracy rurociągów,

2020r. - prowadzenie wód rowu Pintus poza okresem VI-X do rowu Kalinka

- prowadzenie wód rowu Pintus w okresie VI-X przez Jezioro Święte
- natlenianie jeziora w okresie VI-X rurociągiem nalewczym, odprowadzanie wód naddennych rurociągiem odpływowym
- monitoring środowiskowy na potrzeby oceny efektów rekultywacji
- odłowy regulacyjne i zarybienia

2021r. - prowadzenie wód rowu Pintus poza okresem VI-X do rowu Kalinka

- prowadzenie wód rowu Pintus w okresie VI-X przez Jezioro Święte
- natlenianie jeziora w okresie VI-X rurociągiem nalewczym, odprowadzanie wód naddennych rurociągiem odpływowym
- monitoring środowiskowy na potrzeby oceny efektów rekultywacji
- odłowy regulacyjne i zarybienia

2022r. - prowadzenie wód rowu Pintus poza okresem VI-X do rowu Kalinka

- prowadzenie wód rowu Pintus w okresie VI-X przez Jezioro Święte
- natlenianie jeziora w okresie VI-X rurociągiem nalewczym, odprowadzanie wód naddennych rurociągiem odpływowym
- inaktywacja fosforu dawka 1-2 (wiosna-jesień)
- monitoring środowiskowy na potrzeby oceny efektów rekultywacji
- odłowy regulacyjne i zarybienia

2023r. - prowadzenie wód rowu Pintus poza okresem VI-X do rowu Kalinka

- prowadzenie wód rowu Pintus w okresie VI-X przez Jezioro Święte

- natlenianie jeziora w okresie VI-X rurowciągiem nalewczym, odprowadzanie wód naddennych rurowciągiem odpływowym
- inaktywacja fosforu dawka 3-4 (wiosna-jesień)
- monitoring środowiskowy na potrzeby oceny efektów rekultywacji
- odłowy regulacyjne i zarybienia

Rok 2024 można będzie potraktować jako rok kontrolny po zakończeniu programu rekultywacji. Jednak działanie rurowciągiów należy utrzymywać również w kolejnych latach. wskazane jest kontrolować stan jeziora poprzez całoroczny monitoring środowiskowy realizując go przynajmniej co drugi rok.

### **13. ZAKRES WNIOSKU O UDZIELENIE ZGODY WODNOPRAWNEJ**

Wnioskodawca winien wystąpić do właściwego miejscowo organu Państwowego Gospodarstwa Wodnego Wody Polskie o wydanie zgody wodnoprawnej na następujące działania:

- 1) budowę trzech zastawek na rowie Pintus:
  - a) zastawka regulacyjna na działce 1469 obręb ewidencyjny 302903\_5.0013, Obra w lokalizacji zdefiniowanej współrzędnymi N: 52°05'26,7", E: 16°03'44,4", PL-ETRF2000: 5774768 6367211, o świetle okna przelewowego 1,0m i możliwości zamknięcia szandorowego do rzędnej 58,50 m n.p.m.
  - b) zastawka piętrząca na dopływie do Jeziora Świętego, na działce 1531 obręb ewidencyjny 302903\_5.0013, Obra w lokalizacji zdefiniowanej współrzędnymi N: 52°05'24,4", E: 16°02'51,1", PL-ETRF2000: 5774725 6366194 wyposażona w przyłączy do rurowciągu nalewczego DN400, maksymalna rzędna piętrzenia 57,50 m n.p.m.
  - c) zastawka piętrząca na odpływie z Jeziora Świętego, na działce 646 obręb ewidencyjny 302903\_5.0013, Obra w lokalizacji zdefiniowanej współrzędnymi N: 52°04'53,3", E: 16°02'27,5", PL-ETRF2000: 5773776 6365719, wyposażona w przyłączy do rurowciągu odpływowego DN400 wraz z systemem regulacji przepływu zasuwa i szandorami, maksymalna rzędna piętrzenia 57,25 m n.p.m, minimalna rzędna piętrzenia 57,00 m n.p.m.

- 2) budowę na dnie Jeziora Świętego (działka 1529 obręb ewidencyjny 302903\_5.0013, Obra) dwóch rurowciągów do selektywnego przeprowadzania wód:
  - a) rurowciąg nalicwczy DN400 o dłuęości 232 m, współrzędne wlotu zgodne z lokalizacją zastawki piętrzącej na dopływie, współrzędne wylotu: N: 52°05'17,7", E: 16°02'48,0", PL-ETRF2000: 5774519 6366130.
  - b) rurowciąg odpływowy DN400 o dłuęości 342 m, współrzędne wlotu (czerpni) N: 52°04'56,6", E: 16°02'43,4", PL-ETRF2000: 5773869 6366024, współrzędne wylotu zgodne z lokalizacją zastawki piętrzącej na odpływie.
- 3) budowę na dnie Jeziora Świętego (działka 1529 obręb ewidencyjny 302903\_5.0013, Obra), w części centralnej, kurtyny podwodnej w postaci geomembrany PVC lub HDPE celem oddzielenia wód naddennych obu głęboczków jeziora. Zachodni kraniec kurtyny: N: 52°05'07,8", E: 16°02'44,8", PL-ETRF2000: 5774215 6366060, wschodni kraniec kurtyny N: 52°04'07,4", E: 16°02'49,7", PL-ETRF2000: 5774200 6366154.
- 4) coroczne przekierowywanie wód rowu Pintus do rowu Kalinka poprzez zamknięcie światła zastawki regulacyjnej w okresie I-V i XI-XII.
- 5) coroczne przekierowywanie wód rowu Pintus do Jeziora Świętego poprzez otwarcie światła zastawki regulacyjnej w okresie VI-X.
- 6) piętrzenie wód rowu Pintus na zastawce na dopływie do Jeziora Świętego na potrzeby pracy rurowciągu nalicwczego w okresie VI-X. Maksymalna rzędna piętrzenia 57,50 m.n.p.m.
- 7) piętrzenie wód rowu Pintus na zastawce na odpływie z Jeziora Świętego na potrzeby pracy rurowciągu odpływowego w okresie VI-X. Maksymalna rzędna piętrzenia 57,25 m.n.p.m. Minimalna rzędna piętrzenia 57,00 m n.p.m.

Obowiązek ustalenia okresu, na jaki wydaje się pozwolenie wodnoprawne, nie dotyczy pozwoleń wodnoprawnych na wykonanie urządzeń wodnych oraz pozwoleń wodnoprawnych na regulację wód.

8) aplikację do jeziora koagulantów w celu inaktywacji fosforu w terminach i dawkach:

Chlorek żelaza PIX 111 lub równoważny zapewniający łączną ilość żelaza  $\text{Fe}^{3+}$  równą 9 564 kg. Dla wskazanego koagulantu: 71 370 kg produktu handlowego (przy zawartości czynnika sorpcyjnego  $\text{Fe}^{3+}$  równej 13,4%), w podziale na 2 lata, 2 dawki każdego roku:

rok 2022 I dawka, okres III-V: 17 842,5 kg PIX.

rok 2022 II dawka, okres VII-XI: 17 842,5 kg PIX.

rok 2023 III dawka, okres III-V: 17 842,5 kg PIX.

rok 2023 IV dawka, okres VII-XI: 17 842,5 kg PIX.

Chlorek poliglinu PAX 18 lub równoważny zapewniający łączną ilość glinu  $\text{Al}^{3+}$  równą 5 248 kg. Dla wskazanego koagulantu: 58 311 kg produktu handlowego (przy zawartości czynnika sorpcyjnego  $\text{Al}^{3+}$  równej 9,0%), w podziale na 2 lata, 2 dawki każdego roku:

rok 2022 I dawka, okres III-V: 14 578 kg PAX.

rok 2022 II dawka, okres VII-XI: 14 578 kg PAX.

rok 2023 III dawka, okres III-V: 14 578 kg PAX.

rok 2023 IV dawka, okres VII-XI: 14 578 kg PAX.

Przeprowadzenie aplikacji koagulantów w jeziorze należy powierzyć wykonawcy posiadającemu odpowiednią wiedzę z zakresu limnologii i ekologii wód oraz doświadczenie w tego typu przedsięwzięciach i zapewnić nadzór limnologiczny. W trakcie prowadzenia rekultywacji jak również w okresach pomiędzy kolejnymi jej etapami należy zapewnić monitoring hydrochemiczny wód. Stanowiska poboru próbek wody wskazano na rys. 9.

#### **14. WYKAZ ZAINTERESOWANYCH STRON**

**Wnioskodawca** – Gmina Wolsztyn, z siedzibą ul Rynek 1, 64-200 Wolsztyn

Pozostałe strony postępowania:

PGW Wody Polskie, ul. Chlebowa 4/8; 61-003 Poznań

Polski Związek Wędkarski Okręg Zielona Góra, ul. B. Głowackiego 9, 65-301 Zielona Góra.

**Współrzędne geograficzne:**

zastawka regulacyjna

N: 52°05'26,7", E: 16°03'44,4", PL-ETRF2000: 5774768 6367211

zastawka na rowie Pintus - dopływ do Jeziora Świętego

N: 52°05'24,4", E: 16°02'51,1", PL-ETRF2000: 5774725 6366194

stanowisko poboru próbek wody do badań monitoringowych dopływu

N: 52°05'24,4", E: 16°02'51,1", PL-ETRF2000: 5774725 6366194

wylot rurociągu nalewczego

N: 52°05'17,7", E: 16°02'48,0", PL-ETRF2000: 5774519 6366130

stanowisko poboru próbek wody do badań monitoringowych jeziora – płośń północna

N: 52°05'17,7", E: 16°02'48,0", PL-ETRF2000: 5774519 6366130

stanowisko poboru próbek wody do badań monitoringowych jeziora – płośń południowa

N: 52°04'56,6", E: 16°02'43,4", PL-ETRF2000: 5773869 6366024

wlot (czerpnia) rurociągu odpływowego

N: 52°04'56,6", E: 16°02'43,4", PL-ETRF2000: 5773869 6366024

zastawka na rowie Pintus odpływ z Jeziora Świętego

N: 52°04'53,3", E: 16°02'27,5", PL-ETRF2000: 5773776 6365719

## Załączniki