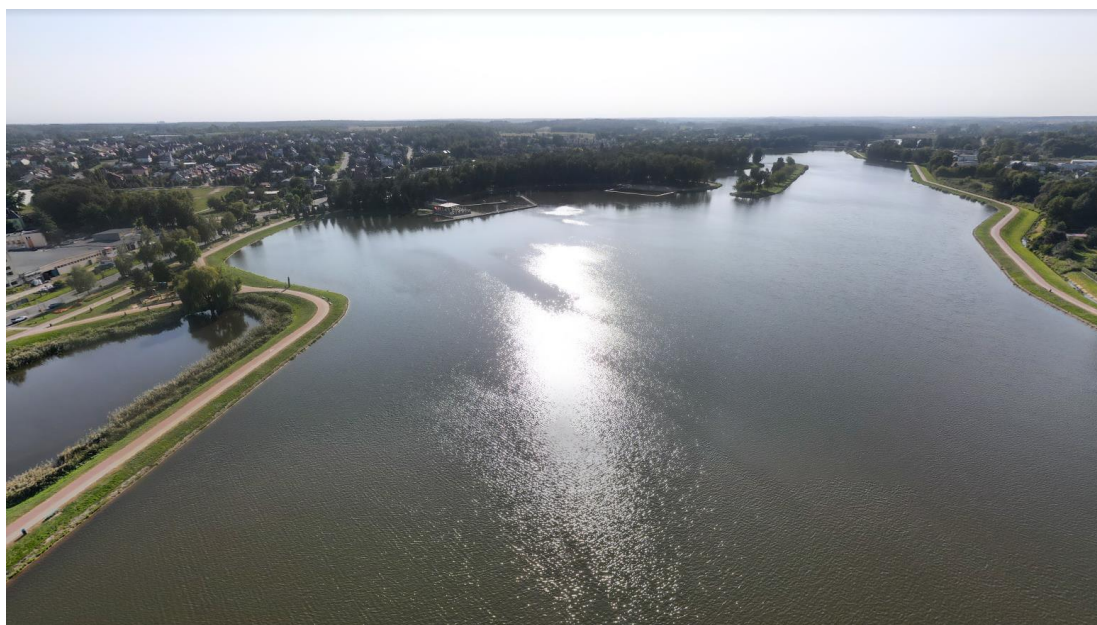


<b>EKSPERTYZA TECHNICZNA</b>	
Nazwa przedsięwzięcia	Ekspertyza techniczna zbiornika wodnego Dolna w Rawie Mazowieckiej
Dane lokalizacyjne	Jednostka ewidencyjna: 1013011 gmina Rawa Mazowiecka - miasto Obręb: 101301_1.0008 gmina Rawa Mazowiecka Działki o nr ewid.: 355, 356, 360, 357, 359/14, 359/15, 359/17, 359/14, 359/13, 359/16, 333/8,
Dane Inwestora	Miasto Rawa Mazowiecka Plac Piłsudskiego 5 96-200 Rawa Mazowiecka

**Egzemplarz nr ...**



Zakres opracowania	pełniona funkcja projektowa	imię i nazwisko, specjalność numer uprawnień budowlanych	data	podpis
Branża hydrotechniczna	<b>Projektant</b> spec. uprawnień	mgr inż. <b>Anita Banaś</b> inżynierska hydrotechniczna do proj. bez ograniczeń SWK/0079/PBH/19	11.2022	
	<b>Asystent projektanta</b> nr. uprawnień	mgr inż. <b>Ewa Kwiecień</b>		
Jednostka projektowa		<div><div><b>OZE</b> instytut</div></div> <div><b>Instytut OZE Sp. z o. o.</b> ul. Skrajna 41a, 25-650 Kielce, NIP: 959-185-89-42, tel. 41 301 00 23, e-mail: biuro@instytutoze.pl</div>		

*Kielce, listopad 2022 r.*

<b>1</b>	<b>Spis treści</b>	
<b>2</b>	<b>Wstęp</b>	<b>3</b>
2.1	Podstawa opracowania	3
2.2	Podstawowe dane opracowania	3
2.3	Przedmiot i zakres opracowania	3
2.4	Wykorzystane materiały	3
<b>3</b>	<b>Charakterystyka techniczna obiektu</b>	<b>4</b>
3.1	Zapora czołowa zbiornika Dolna	4
3.2	Budowla przelewowo-upustowa zbiornika Dolna	5
3.3	Ujęcie energetyczne zbiornika Dolna	5
3.4	Zapora boczna lewa zbiornika Dolna	6
3.5	Rów opaskowy	6
3.6	Zapora boczna prawa zbiornika Dolna	7
<b>4</b>	<b>Zalecenia wynikające z oceny stanu technicznego z 02.2022 r.</b>	<b>8</b>
4.1	Zapora czołowa zbiornika Dolna	8
4.2	Budowla przelewowo-upustowa zbiornika Dolna	8
4.3	Ujęcie energetyczne zbiornika Dolna	8
4.4	Zapora boczna lewa zbiornika Dolna	9
4.5	Rów opaskowy	9
4.6	Zapora boczna prawa zbiornika Dolna	9
<b>5</b>	<b>Ekspertyza stanu technicznego z okresu wrzesień – listopad 2022 r.</b>	<b>10</b>
5.1	Zagęszczenie korpusu zapory czołowej	10
	Nieprawidłowe zagęszczenie korpusu i pustki w obrębie rurociągu napływowego na MEW	11
5.2	Rozluźnienia gruntu w obrębie sztolni głównej budowli upustowej	11
5.3	Zagęszczenie korpusu zapory bocznej lewej	12
5.4	Rów opaskowy z rurociągiem	12
5.5	Zagęszczenie korpusu zapory bocznej prawej	13
5.6	System kontrolno-pomiarowy składający się z reperów i piezometrów	13
<b>6</b>	<b>Koncepcja techniczna rozwiązań naprawczych</b>	<b>13</b>
6.1	Zagęszczenie korpusu zapory czołowej	13
	Nieszczelności w obrębie rurociągu napływowego na MEW	14
6.2	Rozluźnienia gruntu w obrębie sztolni głównej budowli upustowej	17
6.3	Zagęszczenie korpusu zapory bocznej lewej	19
6.4	Rów opaskowy z rurociągiem	22
6.5	Prace w zakresie korpusu zapory bocznej prawej	23
6.6	Odtworzenie systemu kontrolno-pomiarowego skradającego się z reperów i piezometrów	24
<b>7</b>	<b>Spis załączników</b>	<b>32</b>

## **2 Wstęp**

### **2.1 Podstawa opracowania**

Podstawę opracowania stanowi Umowa z dnia 30.08.2022 r. pomiędzy Miastem Rawa Mazowiecka z siedzibą przy ul. Plac Piłsudskiego 5, 96-200 Rawa Mazowiecka, a Instytutem OZE Sp. z o.o. z siedzibą w Kielcach przy ul. Skrajnej 41a.

### **2.2 Podstawowe dane opracowania**

Nazwa opracowania:

**„Ekspertryza techniczna zbiornika wodnego Dolna w Rawie Mazowieckiej”**

Właściciel obiektu:

Miasto Rawa Mazowiecka  
ul. Plac Piłsudskiego 5  
96-200 Rawa Mazowiecka

Jednostka wykonująca ekspertryzę:

Instytut OZE Sp. z o.o.  
ul. Skrajna 41a  
25-650 Kielce

### **2.3 Przedmiot i zakres opracowania**

Przedmiotem niniejszego opracowania jest ustalenie rozwiązań projektowych zidentyfikowanych nieprawidłowości. Potrzeba ta wynika z „Protokołu z kontroli okresowej pięcioletniej – obiektu budowlanego hydrotechnicznego Zbiornik wodny Dolna wykonanej w dniu 24.02.2022 r.”

Opracowanie zawiera:

- charakterystykę techniczną obiektu,
- analizę wykonanych dodatkowych badań,
- analizę materiałów archiwalnych dot. Oceny stanu technicznego,
- propozycję rozwiązań naprawczych.

### **2.4 Wykorzystane materiały**

- Decyzja nakazująca usunięcie stwierdzonych nieprawidłowości nr 37/I/2022 z dnia 26.08.2022 r. wydana przez Łódzkiego Wojewódzkiego Inspektora Nadzoru Budowlanego znak: WIK.7713.327.2022.GKA
- Inspekcja kamerą CCTV w rurociągach u podnóża pory czołowej, listopad 2022 r.
- Opinia geotechniczna dla potrzeb ekspertryzy stanu technicznego zbiornika DOLNA w Rawie Mazowieckiej, GEOSERVICE, październik 2022 r.
- Wizja terenowa wraz z wykonaną dokumentacją fotograficzną.
- Ustawa z dnia 20 lipca 2017 r. Prawo wodne (Dz. U. 2017 poz. 1566 z późniejszymi zmianami).
- Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane (Dz.U.1994 Nr 89 poz. 414 z późniejszymi zmianami).

- Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 20 kwietnia 2007 roku w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budowle hydrotechniczne i ich usytuowanie (Dz. U. 2007 nr 86, poz. 579) z późniejszymi zmianami.
- Dane przestrzenne udostępnione na stronie internetowej [www.geoportal.gov.pl](http://www.geoportal.gov.pl).
- Decyzja pozwolenia wodnoprawnego wydana przez Starostę Rawskiego pismem znak: OS.II.6223-2-4/02/03 z dnia 15.07.2003 r.
- Decyzja pozwolenia wodnoprawnego wydana przez Marszałka Województwa Łódzkiego pismem znak: RO.VI-AP-62132/2/08 z dnia 11.08.2008 r.
- Protokołu z kontroli okresowej pięcioletniej – obiektu budowlanego hydrotechnicznego Zbiornik wodny Dolna wykonanej w dniu 24.02.2022 r.
- Protokołu z kontroli okresowej rocznej – obiektu budowlanego hydrotechnicznego Zbiornik wodny Dolna wykonanej w dniu 24.02.2022 r.
- Projekt budowlany i wykonawczy – Remont nawierzchni drogi eksploatacyjnej zbiornika wodnego Dolna w Rawie Mazowieckiej. Grudzień 2019 r, Jednostka Projektowa: Projekty i Nadzory Drogowe Jan Zawadzki.
- Projekt wykonawczy urządzeń pomiarowo kontrolnych zapór ziemnych zbiornika wodnego DOLNA w Rawie Mazowieckiej, Biuro Hydrotechniczne Janusz Tobolczyk, lipiec 2008 r.
- Przedmiar robót do projektu wykonawczego urządzeń pomiarowo kontrolnych zapór ziemnych zbiornika wodnego DOLNA w Rawie Mazowieckiej, Biuro Hydrotechniczne Janusz Tobolczyk, lipiec 2008 r.
- Zestawienie rzędnych reperów kontrolnych, piezometrów i luster wody, Zbiornik wodny „TATAR-DOLNA” w Rawie Mazowieckiej, pomiary wykonane przez geodetę uprawnionego Krystynę Olszacką w dn. 27.04.2021 r.
- Projekt budowlany „Zbiornik Tatar-Dolna” Połączenie zbiorników TATAR i DOLNA na rzece Rawce w Rawie Mazowieckiej w jeden zbiornik, Biuro Hydrotechniczne Janusz Tobolczyk, KOWALEWSKI Jerzy Kowalewski, grudzień 2019 r.

### **3 Charakterystyka techniczna obiektu**

Zbiornik Dolna utworzony został w latach 1980 - 1989 przy pomocy piętrzenia zlokalizowanego na korycie rzeki Rawki. Zapora czołowa zbiornika całkowicie przegradza dolinę Rawki. Poniżej zapory teren doliny rzecznej zajmują miejskie tereny zielone, a na obrzeżach zabudowa jednorodzinna. Górą zbiornik Dolna bezpośrednio graniczy ze zbiornikiem Tatar. Zbiornik służy rekreacji, wędkarstwu oraz piętrzy wody na potrzeby małej elektrowni wodnej. W skład obiektu wchodzi czasza główna oraz przyległe stawy buforowe - rybackie.

W skład zbiornika wchodzi: zapora czołowa, budowla przelewowo-upustowa, ujęcie energetyczne, elektrownia wodna, dolne koryto rzeki, kanał odpływowy elektrowni (Młynówki), zapora boczna lewa, rów opaskowy, zapora boczna prawa, staw nr 1, 2, 3, 4 i 5.

#### **3.1 Zapora czołowa zbiornika Dolna**

Zapora ziemna jednorodna wykonana z zagęszczonych piasków ze złóż poza zbiornikiem. Uszczelnienie i umocnienie zapory stanowi:

- ekran z płyt żelbetowych gładkich zakończonych przy koronie podwójnym łamaczem fal,
- w dnie zbiornika na szerokości  $\geq 20$  m od podstawy skarpy zapory – fartuch z folii,
- w koronie zapory – nawierzchnia drogowa, asfaltowa szerokości 4,8 m w krawężnikach,
- skarpy dolnej – porost traw,
- zabezpieczenie przeciwifiltracyjne stanowi drenaż rurowy z sączków ceramicznych o średnicy 20 cm w obsypce filtracyjnej w podstawie dolnej skarpy zapory.

Zapora charakteryzuje się następującymi parametrami:

- normalny poziom piętrzenia 140,0 m n.p.m.,
- rzędna korony na szerokości zbiornika głównego 141,5 m n.p.m.,
- wzniesienie korony nad NPP 1,5 m,
- wysokość piętrzenia 5,5 m,
- maksymalna wysokość nasypu 5,5 m,
- długość z podjazdami 506 m,
- szerokość korony 7,0 m,
- nachylenie skarpy odwodnej 1:2,
- nachylenie skarpy odpowietrznej 1:2.

### **3.2 Budowla przelewowo-upustowa zbiornika Dolna**

Budowla żelbetowa monolityczna z betonu hydrotechnicznego składająca się ze studni upustów dennych, sekcji przelewów z przelewem stałym o rozwiniętej koronie, przewodu odpływowego i niecki wypadowej.

Budowla charakteryzuje się następującymi parametrami:

- przepływ obliczeniowy 44,4 m<sup>3</sup>/s,
- przepływ kontrolny 55,4 m<sup>3</sup>/s,
- rzędna NPP 140,0 m n.p.m.,
- długość przelewu stałego 73,3 m,
- średnica upustów dennych 2x1,4 m,
- wysokość piętrzenia 5,5 m,
- wysokość stopnia 1,0 m.

Zamknięcie upustów – zasuwę wodociągowe płaskie o średnicy 1400 mm, główne z napędem elektrycznym natomiast awaryjne z napędem ręcznym. Upust wody biologicznej ma średnicę 300 mm włączany jest automatycznie przy wyłączeniu elektrowni poniżej NPP.

### **3.3 Ujęcie energetyczne zbiornika Dolna**

Budowla żelbetowa monolityczna posiadająca następujące parametry:

- rzędna normalnego piętrzenia 140,0 m n.p.m.,
- rzędna progu wlotu ujęcia 137,5 m n.p.m.,
- maksymalna wysokość piętrzenia 3,5 m n.p.m.,



- światło wlotu 1,5 m,
- średnica przewodu odprowadzenia 1,2 m,
- przepływ normalny 2,4 m<sup>3</sup>/s,
- przepływ maksymalny 3,2 m<sup>3</sup>/s,
- zamknięcie główne – motylowe o średnicy 1200 mm z napędem elektrycznym, sterowanym ręcznie i automatycznie w przypadku zaniku napięcia na odbiorze elektrowni lub wyłączenia ręcznego hydrozespołu.

### **3.4 Zapora boczna lewa zbiornika Dolna**

Zapora ziemna wykonana z gruntów miejscowych z dna zbiornika w tym organicznych i ziemi roślinnej, obudowana gruntem piaszczystym ze złóż poza zbiornikiem. Zapora nie posiada elementów uszczelnienia. Posiada natomiast następujące umocnienia:

- skarpa odwodna na odcinku hm 0+26 do 5+69 na długości 543 m u podnóża posiada umocnienia siatkowo-kamienne, a powyżej trawiaste,
- skarpa odwodna na odcinku hm 5+69 do 13+46 na długości 777 m u podnóża posiada naturalny porost trzin powyżej natomiast umocnienie trawiaste,
- korona na odcinku hm 0+26 do 13+46 na długości 1320 m nawierzchnia szerokości 3,5 m z kostki betonowej w obrzeżach chodnikowych pobocza trawiaste.

Zapora charakteryzuje się następującymi parametrami:

- rzędna korony na szerokości zbiornika głównego 141,2 m n.p.m.,
- wzniesienie korony nad NPP 1,2 m,
- wysokość piętrzenia (ponad dno rowu opaskowego) 2,35 m,
- maksymalna wysokość nasypu 3,55 m,
- długość 1368 m,
- szerokość korony 5,0 m,
- nachylenie skarpy odwodnej, umocnionej trwale 1:2,5,
- nachylenie skarpy odwodnej, trawiastej 1:5,
- nachylenie skarpy odpowietrznej 1:2,
- drenaż rowem opaskowym.

### **3.5 Rów opaskowy**

Rów opaskowy pełni przede wszystkim funkcję drenażu zapory. Stanowi jednocześnie główny element ochrony terenów lewego brzegu zbiornika przed oddziaływaniem piętrzenia. Odprowadza jednocześnie wody opadowe i odwadnia przyległy do zapory teren zabudowany. Ponadto stanowi odpływ stawów wędkarskich nr 4 i 5.

Rów charakteryzuje się następującymi parametrami:

- powierzchnia zlewni terenowej 1,66 km<sup>2</sup>,
- przepływ miarodajny z opadu burzowego 2% - 3,53 m<sup>3</sup>/s,
- koryto trapezowe umocnione płytami betonowymi w części perforowanymi na podsypce filtracyjnej, długość 1004 m, szerokość dna 1,0 m, nachylenie skarp 1:2, spadek podłużny 0,5 ‰,
- rurociąg betonowy długość 166 m, średnica 0,5 m, spadek podłużny 1,0 ‰,

- przepust betonowy rurowy, typ P-9s pod nasypem podjazdu zapory czołowej światło 2x1,0 m, długość 50 m, stopień na wlocie o wysokości 0,40 m.

### **3.6 Zapora boczna prawa zbiornika Dolna**

Zapora ziemna powstała z rozbudowy istniejącej grobli stawów gruntem miejscowym z dna zbiornika i z rozbiórki likwidowanych grobli. Zapora oddziela zbiornik od stawów buforowych nr 1 i 2 oraz stawu nr 3. Zapora jest obustronnie zatopiona. Jej głównym zadaniem jest oddzielenie wód zbiornika od wód stawów buforowych, do których mogą spływać zanieczyszczone wody z przyległego terenu.

Zapora posiada następujące umocnienia:

- skarpa odwodna na odcinku hm 0+28 do 3+43 na długości 315 m u podstawy posiada umocnienie siatkowo-kamienne powyżej natomiast trawiaste,
- skarpa odwodna od strony stawów 1 i 2 na całej długości u podstawy umocniona jest naturalnym porostem trzin, powyżej natomiast umocniona jest trawami,
- korona na odcinku hm 0+28 do 3+43 na długości 315 m i szerokości 3,5 m nawierzchnia z kostki betonowej w obrzeżach chodnikowych pobocza trawiaste.

Zapora charakteryzuje się następującymi parametrami:

- odcinek przy stawach nr 1 i 2:
  - rzędna korony na szerokości zbiornika głównego 141,2 m n.p.m.,
  - wzniesienie korony nad NPP 1,2 m,
  - maksymalna wysokość piętrzenia (ponad dno stawu) 2,0 m,
  - maksymalna wysokość nasypu 3,2 m,
  - długość liczona od osi zapory czołowej 343 m,
  - szerokość korony 6,25 m,
  - nachylenie skarpy od zbiornika 1:5,
  - nachylenie skarpy od stawów 1:3
- odcinek przy stawie nr 3:
  - długość 50 m,
  - rzędna maksymalnego piętrzenia od strony stawu 140,5 m n.p.m.,
  - pozostałe parametry zgodne z odcinkiem powyżej.

## **4 Zalecenia wynikające z oceny stanu technicznego z 02.2022 r.**

Poniższe zalecenia zostały wskazane po przeprowadzonej kontroli dn. 24.02.2022 r. na podstawie, której opracowano „Okresową pięcioletnią ocenę stanu technicznego budowli hydrotechnicznej zbiornika wodnego Tatar i Dolna w Rawie Mazowieckiej” Kielce, marzec 2022 r.

### **4.1 Zapora czołowa zbiornika Dolna**

*Ocena stanu technicznego – stan nieodpowiedni*

*Ocena stanu bezpieczeństwa – stan zagrażający bezpieczeństwu*

#### **Zalecenia:**

**Natychmiastowe uzupełnienie i zagęszczenie gruntu w obrębie ujęcia MEW na głębokości istniejącego rurociagu.**

- Wypełnić ubytki i spękania ekranu i falochronu zapory.
- Wypełnić spękania w nawierzchni korony zapory.
- Oczyszczyć ścieki i schody skarpowe porastających mchów i roślinności oraz zlikwidować występujące lokalnie ubytki betonu.
- Wykonać krawężniki przy schodach skarpowych oraz uzupełnić ubytki w gruncie darnią trawiastą.
- Odtworzyć system pomiarowy reperów i piezometrów.
- Konserwacja bariery ochronnej na koronie zapory.
- Dokonywać regularnych wykoszeń roślinności i utrzymywać skarpe w stanie niezarośniętym.

### **4.2 Budowla przelewowo-upustowa zbiornika Dolna**

*Ocena stanu technicznego – stan dobry.*

*Ocena stanu bezpieczeństwa – stan niezagrożający bezpieczeństwu.*

#### **Zalecenia:**

- Zasuwy i napędy należy poddawać stałej kontroli i okresowego rozruchu.
- Wypełnić ubytki i spękania powierzchni betonowych od strony wody dolnej części wylotowej budowli.
- Oczyszczyć i zabezpieczyć antykolizyjnie elementy stalowe od strony wody dolnej części wylotowej budowli.
- Przeprowadzić ocenę techniczną sterowania i napędów elektrycznych.

### **4.3 Ujęcie energetyczne zbiornika Dolna**

*Ocena stanu technicznego – stan dobry.*

*Ocena stanu bezpieczeństwa – stan niezagrożający bezpieczeństwu.*

#### **Zalecenia:**

- Sprawdzenie zamknięć sprzężonych ze stanem ruchu elektrowni w ramach oceny stanu technicznego MEW (odrębny przegląd zasilania i urządzeń energetycznych).



#### **4.4 Zapora boczna lewa zbiornika Dolna**

*Ocena stanu technicznego – stan nieodpowiedni.*

*Ocena stanu bezpieczeństwa – stan zagrażający bezpieczeństwu.*

**Zalecenia:**

**Natychmiastowe uzupełnienie i zagęszczenie gruntu do głębokości występowania gruntu o prawidłowych parametrach zagęszczenia.**

- Naprawić nawierzchnię kostki brukowej z otworzeniem konstrukcji i dogęszczeniem podłoża przy krawężniku w miejscach osiadań i widocznego zapadliska.
- Uzupełnić drobne ubytki kamienia w umocnieniach skarpy odwodnej.
- Odtworzyć konstrukcję stanowisk wędkarskich.
- Uzupełnić ubytki gruntu na skarpie odpowietrznej.
- Odtworzyć system pomiarowy reperów i piezometrów ze względu na widoczne rozluźnienie powierzchni gruntu na skarpie odpowietrznej co wymaga wzmożonej kontroli.
- Dokonywać regularnych wykoszeń roślinności i utrzymywać skarpy w stanie niezarośniętym.

#### **4.5 Rów opaskowy**

*Ocena stanu technicznego – stan nieodpowiedni.*

*Ocena stanu bezpieczeństwa – stan mogący zagrażać bezpieczeństwu.*

**Zalecenia:**

- Odtworzyć kanał rurowy wraz z wylotem do rowu otwartego.
- Oczyszczyć, odmulić i otworzyć umocnienia rowu otwartego w miejscu wylotu kanału rurowego.
- Uzupełnić ubytki i spękania powierzchni betonowych w umocnieniach skarp.
- Oczyszczyć i zabezpieczyć antykorozyjnie elementy stalowe kładek.
- Oczyszczyć, uzupełnić ubytki i spękania elementów betonowych kładek.
- Naprawić nawierzchnię kostki brukowej z otworzeniem konstrukcji i dogęszczeniem podłoża przy kładce.
- Dokonywać regularnych wykoszeń roślinności i utrzymywać skarpy w stanie niezarośniętym.

#### **4.6 Zapora boczna prawa zbiornika Dolna**

*Ocena stanu technicznego – stan dobry.*

*Ocena stanu bezpieczeństwa – stan niezagrożący bezpieczeństwu.*

**Zalecenia:**

- Naprawić nawierzchnię kostki brukowej z otworzeniem konstrukcji i dogęszczeniem podłoża przy krawężniku w miejscu widocznego zapadliska.

- Uzupełnić drobne ubytki kamienia w umocnieniach skarpy odwodnej.
- Oczyszczyć i uzupełnić umocnienia konstrukcji betonowej.
- Otworzyć narzut kamienny z ułożeniem geowłókniny u podnóża skarpy odwodnej.
- Odtworzyć system pomiarowy reperów i piezometrów.
- Dokonywać regularnych wykoszeń roślinności i utrzymywać skarpe w stanie niezarośniętym.

## **5 Ekspertyza stanu technicznego z okresu wrzesień – listopad 2022 r.**

W ramach opracowania w październiku i listopadzie 2022 r. wykonano wizje terenowe przedmiotowych obiektów hydrotechnicznych. W czasie wizji dokonano dodatkowych oględzin konstrukcji obiektów, wykonano dodatkowe badania zagęszczenia zapór ziemnych oraz inspekcję CCTV kanałów drenażowych oraz rurociągu napływowego na MEW. Oględziny skupione były na zidentyfikowanych nieprawidłowościach oznaczonych w Decyzji Nadzoru Budowlanego w Łodzi.

### **5.1 Zagęszczenie korpusu zapory czołowej**

W ramach pięcioletniej oceny stanu technicznego z 2022 r., w marcu 2022 r. wykonano badania gruntu, mające na celu rozpoznanie warunków gruntowo-wodnych i zagęszczenia korpusu zapory czołowej, które zostały uwzględnione w rocznej i pięcioletniej ocenie stanu technicznego zbiornika DOLNA.

Badania terenowe zostały rozszerzone w październiku 2022 r. na potrzeby wyznaczenia odcinków o złym zagęszczeniu kwalifikującym się do wykonania działań naprawczych. Dokumentacja została załączona do niniejszego opracowania.

W tym celu wykonano na zaporze czołowej 3 odwierty geologiczne (X1-X3) rozpoznawcze układy warstw geologicznych oraz 13 dodatkowych sondowań (S1-S12, S34-S35). Wykonane odwierty potwierdziły wykonanie zapory czołowej głównie z piasków.

W obrębie wykonanych nawierceń wyodrębniono 3 warstwy geotechniczne:

- **Warstwa I** – grunty w stanie luźnym, gdzie stopień zagęszczenia  $ID \leq 0,34$ .  
Grunty te nie spełniają parametrów zagęszczenia dla wałów istniejących, gdzie  $ID \geq 0,50$ . Grunty w stanie luźnym w odniesieniu do zapory czołowej stwierdzono w punktach: 4,7,13, 34 i 35.
- **Warstwa II** – grunty w stanie średnio zagęszczonym, gdzie stopień zagęszczenia  $0,34 < ID < 0,50$ .  
Grunty te nie spełniają parametrów zagęszczenia dla wałów istniejących, gdzie  $ID \geq 0,50$ . Grunty w stanie luźnym w odniesieniu do zapory czołowej stwierdzono w punktach: 3,7,8,10,11,13 i 35.
- **Warstwa III** – grunty w stanie średnio zagęszczonym i zagęszczonym, gdzie stopień zagęszczenia  $ID \geq 0,50$ .  
Grunty w stanie luźnym stwierdzono w punktach: 5,6 i 12.

Nasypy istniejące z gruntów nieorganicznych powinny spełniać wymagania określone w normie PN-B-12095:1997, gdzie  $ID \geq 0,50$ .

Dla wykonanych badań można stwierdzić, że rozluźnienia gruntu występują głównie przy warstwie przypowierzchniowej do głębokości średnio 1,5 m p.p.t., nie są one jednak w bezpośrednim oddziaływaniu zwierciadła wody przy NPP i stan średniozagęszczony nie zagraża bezpośrednio stabilności wału zapory czołowej w tej warstwie.

Przez występujące przypowierzchniowo rozluźnienia nawierzchnia w kilku miejscach osiada i tworzą się niewielkie pęknięcia.

Powyższe rozluźnienia obecnie nie zagrażają bezpośrednio stabilności korpusu zapory czołowej, gdyż jest to na głębokości powyżej rzędnej NPP zbiornika głównego.

Rozluźnienia należy zlikwidować przed planowanym połączeniem zbiornika DOLNA i TATAR.

### **Nieprawidłowe zagęszczenie korpusu i pustki w obrębie rurociągu napływowego na MEW**

Wykonane badania geotechniczne zapory czołowej wykazały, że w obrębie ujęcia MEW (sondowanie nr 3 oraz 35) zagęszczenie gruntu wynosi od  $ID=0,34$  do  $ID=0,53$ . Długość rurociągu ujęcia energetycznego wynosi ok. 20 m.

Sondowanie S3 wykonano w ok. 10-tym metrze jego długości licząc od wlotu ujęcia. Na głębokości posadowienia rurociągu napływowego do MEW 3,8 m – 5,6 m p.p.t. wykazano pustki, które nastąpiły poprzez wypłukanie gruntu w grobli. Natomiast na głębokości 5,6-8,0 m p.p.t. Występuje nieprawidłowe zagęszczenie  $ID=0,34$  i  $0,46$ .

Nieszczelności w obrębie rurociągu występują na całej jego długości. Świadczy o tym sondowanie S35 wykonane w odległości ok. 18,0 m już u podnóża zapory czołowej, gdzie nadal na głębokości posadowienia rurociągu ujęcia energetycznego występuje pustka na poziomie 1,2 – 2,8 m p.p.t, a kolejne 60 cm ma zagęszczenie w granicy  $ID=0,34$ .

Wykazane nieprawidłowości oznaczono na podstawie wymagań normy PN-B-12095:1997, gdzie  $ID \geq 0,50$ .

Na podstawie wizji kamerą CCTV stwierdza się brak możliwości prawidłowego zdefiniowania nieszczelności na rurociągu. Rura jest w środku porośnięta glonami.

Ekran żelbetowy na skarpie odwodnej zbiornika w rejonie ujęcia energetycznego posiada pęknięcia, co może powodować migrację wód zbiornika przez korpus zapory i wypłukiwanie gruntu wzdłuż rurociągu.

Aby oszacować skalę nieprawidłowości na rurociągu należy wykonać czyszczenie rurociągu na całej długości i obwodzie, wykonanie inspekcji pod kątem pęknięć i dziur. Takie prace możliwe będą po wykonaniu prawidłowego zamknięcia ujęcia, z podwójnym zamknięciem, oraz upuszczenie wody ze zbiornika do minimalnego możliwego poziomu, aby zapewnić bezpieczeństwo pracowników, co na chwile obecną nie było możliwe.

## **5.2 Rozluźnienia gruntu w obrębie sztolni głównej budowli upustowej**

Wykonane badania geotechniczne zapory czołowej wykazały, że w obrębie głównej budowli upustowej (sondowanie nr 7 i 8 oraz odwiert X2) zagęszczenie gruntu wynosi od  $ID=0,34$  do  $ID=0,7$  m. Rozluźnienia, czyli grunty niespełniające wymagań ww. normy występują w obrębie gł. budowli upustowej warstwą na głębokości od 1,8-6,0 m dla sondowania S7 oraz na głębokości od 3,8-6,0 m dla sondowania S8.

Rozluźnienia te występują na długości ok. 5,0 m wzdłuż sztolni, pasem ok. 20,0 m. Nie jest to bezpośrednie wypłukiwanie przez wodę prowadzoną sztolnią.

### 5.3 Zagęszczenie korpusu zapory bocznej lewej

Zapory boczne zbiornika, zgodnie z dokumentacją archiwalną, zostały wykonane jako odkład z miejscowych gruntów dolinowych z czaszy zbiornika, zawierających namuły, torfy, piaski organiczne. W wyniku przeprowadzonych, w ramach realizacji inwestycji sondowań, wyznaczono wskaźnik zagęszczenia gruntu, natomiast dla gruntów niespoistych należy określić stopień zagęszczenia  $I_s$ . W tym celu dla sondowań s13-s33 stopień zagęszczenia wyznaczono korzystając z zamieszczonego poniżej empirycznego wzoru opracowanego przez Stanisława Pisarczyka:

$$I_s = 0.855 + 0.165 \cdot I_D$$

gdzie:

$I_s$  – stopień zagęszczenia [-]

$I_D$  – wskaźnik zagęszczenia [-]

Według normy PN-B-12095:1997 dla nasypów istniejących z gruntów spoistych o zawartości frakcji > 2mm w zakresie 10-50 % przyjmuje się że  $I_s \geq 0,92$ .

Wykonane badania geotechniczne zapory bocznej lewej (sondowanie nr 13-33 oraz odwiert X4) wykazały, że w jej obrębie zagęszczenie gruntu oscyluje w zakresie od ok.  $I_s=0,855$  do  $I_s=0,97$ . Słaby stan zagęszczenia i postępująca mineralizacja gruntów z zawartością części organicznych, z których zbudowana jest zaporę jest główną przyczyną złego stanu chodnika. Praktycznie w każdym z wykonanych sondowań na zaporze lewej występuje warstwa gruntów o zagęszczeniu mniejszym niż wymagany wg normy stopień zagęszczenia (poniżej 0,92). Przez występujące przypowierzchniowo rozluźnienia chodnik osiada i tworzą się w nim zapadliska. Przy zejściu się zapory lewej z zaporą czołową występuje w sondowaniu s13 pustka na głębokości 3,0-4,0 m ppt. Widoczne są w tym odcinku wysięki na skarpie odpowietrznej zbiornika w kierunku rowu opaskowego, tymczasowo łatanę przez zarządcę obiektu dosypanym powierzchniowo gruntem z zagęszczeniem, co nie daje rezultatu.

Nieprawidłowości w zagęszczeniu zapory lewej występują na odcinku 1 km, badany został odcinek do wysokości początku otwartego rowu opaskowego. Nieprawidłowości sięgają w najgorszych wariantach do ok. 4,0 m.

### 5.4 Rów opaskowy z rurociągiem

Rów opaskowy zlokalizowany jest po lewej stronie zbiornika Dolna. Składa się z dwóch odcinków koryta otwartego oraz z kanału rurowego o średnicy 500 mm i długości ok. 167,0 m.

Kanał rurowy od stawu buforowego nr 4 do wylotu do koryta otwartego jest w stanie technicznym nieodpowiednim. W dwóch miejscach powierzchniowo widoczne są zapadliska i przerwanie ciągłości rurociągu, jest to w odległości ok. 68,0-95,0 m (ok. 27,0 m) od mnicha spustowego ze stawu buforowego. Powstały rozlewiska wody, jedno z nich odgrodzone stalowym ogrodzeniem. Rozlewisko stanowi zagrożenie dla osób postronnych. Widoczny jest wysięk świadczący o pęknięciu rurociągu, woda spływa grawitacyjnie fragmentami rurociągu oraz gruntem w kierunku koryta otwartego.

Odcinek rowu otwartego posiada koryto w kształcie trapezowym. Skarpy u podnóża umocnione płytami betonowymi, powyżej darnią. Podczas przeprowadzonej kontroli zaobserwowano miejscowe ubytki i spękania umocnień betonowych.

Początkowy odcinek rowu otwartego w miejscu wylotu kanału rurowego wymaga odmulenia, oczyszczenia i wykoszenia roślinności trawiastej.

Wylot rurociągu zniszczony, przyczółek betonowy przechylony z odłamaniami i pęknięciami, widoczne przesunięcie konstrukcji, odsłonięcie rury.

Pierwsze 500,00 m rowu opaskowego, licząc od strony stawu buforowego nr 4, to koryto zamulone, z widocznymi nanosami ziemi, na których korzeni się roślinność trawiasta oraz zatrzymują się gałęzie i liście.

Na rowie opaskowym w końcowym jego odcinku przy zaporze czołowej zlokalizowane są dwie kładki betonowe. Widoczne są spękania i ubytki w podkładzie betonowym. Balustrady ochronne wymagają oczyszczenia i usunięcia korozji elementów stalowych. W obrębie kładki przy ujściu rowu opaskowego do Rawki widoczne zapadlisko i klawiszowanie kostki brukowej ułożonej na dojściu do betonowej kładki. We władaniu Inwestora znajdują się tylko 2 kładki na rowie opaskowym w rejonie zapory czołowej.

Na rowie opaskowym wzdłuż zapory bocznej lewej znajdują się prywatne przejścia – komunikacja prywatnych nieruchomości z zaporą zbiornika.

## **5.5 Zagęszczenie korpusu zapory bocznej prawej**

W rejonie zapory bocznej prawej zidentyfikowano jedynie miejscowo rozklawiszowanie i zapadanie się kostki brukowej, na wysokości stawu buforowego nr 2 i placu zabaw na przypowierzchniowej głębokości. Nie zidentyfikowano braku odpowiedniego zagęszczenia korpusu zapory prawej.

Lokalizacja zapadliska:

Y: 585369,36      X: 432873,34

## **5.6 System kontrolno-pomiarowy składający się z reperów i piezometrów**

Podczas przeprowadzonej wizji terenowej nie odnaleziono żadnego piezometru oraz repera. W kwietniu 2021 Geodeta uprawniony Pani Krystyna Olszacka wykonała dla Zamawiającego Zestawienie rzędnych reperów kontrolnych, piezometrów i luster wody. Z 32 piezometrów wskazanych w dokumentacji archiwalnej, zinwentaryzowano jedynie 6. Pozostałych nie odnaleziono. Natomiast z 23 wskazanych w dokumentacji archiwalnych reperów zinwentaryzowano 6. Pozostałych reperów nie odnaleziono.

W związku z powyższym w chwili obecnej nie można przeprowadzić aktualnych i wiarygodnych badań odzwierciedlających zmiany stanu budowli. Stwierdza się, że obiekt nie posiada wystarczającej sieci kontrolno-pomiarowej.

# **6 Koncepcja techniczna rozwiązań naprawczych**

## **6.1 Zagęszczenie korpusu zapory czołowej**



Zgodnie z wykonanymi badaniami, rozluźnienia korpusu zapory czołowej występują na głębokości do ok. 1,5 m pod poziom aktualnej rzędnej korony.

Na chwilę obecną zaobserwowane rozluźnienie wierzchniej warstwy zapory czołowej sięga na głębokość powyżej zasięgu rzędnej NPP zbiornika, nie ma zatem bezpośredniego zagrożenia w stateczności zapory czołowej z tego powodu.

Należy mieć na względzie obserwację stanu rozluźnienia w miejscach wykonanych już sondowań, czy ulega ono pogorszeniu. Może to mieć wpływ na ciągłość nawierzchni asfaltowej zapory czołowej zbiornika. Aktualnie zaporę nie służy do celów komunikacji publicznej, jest ciągiem zamkniętym, dostępnym dla rowerów i pieszych, jedynie służby porządkowe zarządcy obiektu oraz właściciele infrastruktury technicznej występującej w zaporze pojazdami lekkimi, co zmniejsza ryzyko pęknięcia asfaltu.

W kolejnych latach należy jednak powziąć remont zapory poprzez jej dogęszczenie w wierzchniej warstwie do głębokości 1,5 m, z zagęszczaniem gruntu z odkładu co 30 cm do odpowiedniego wskaźnika zagęszczenia  $ID \geq 0,95$  dla nowego nasypu oraz wymianę nawierzchni na nową z odpowiednią podbudową. W chwili obecnej znajdują się w podbudowie płyty betonowe, które mogą być już wyeksploatowane – miejscowo rozklawiszowane między sobą i popękane, co powodować będzie pęknięcie nawierzchni. Planowaną nową nawierzchnię drogową należy wykonać przy udziale projektanta z branży drogowej, z wykonaniem nowej nawierzchni do planowanego obciążenia.

### **Nieszczelności w obrębie rurociągu napływowego na MEW**

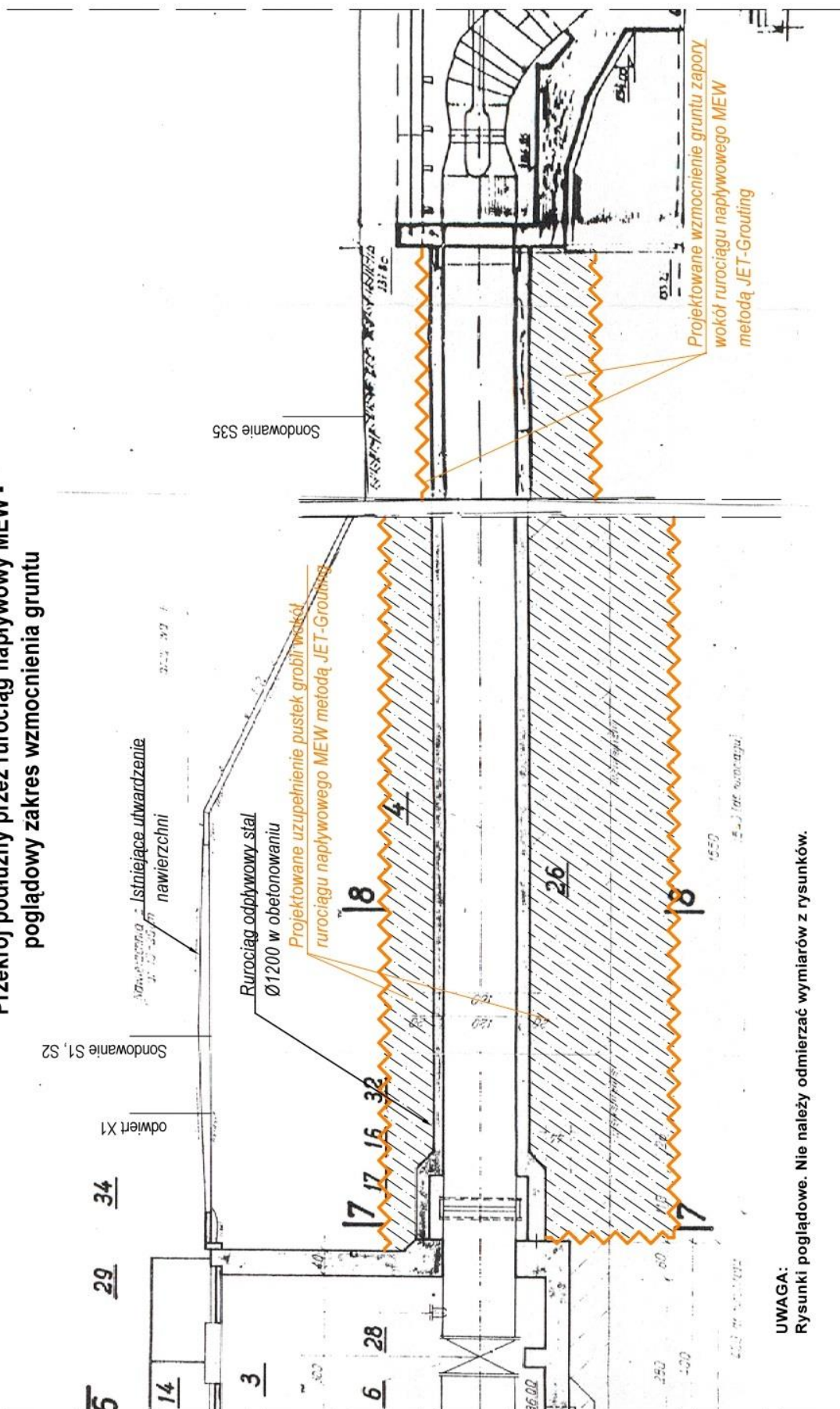
Zaobserwowany problem należy wyeliminować w pierwszej kolejności.

Prawdopodobną przyczyną występowania pustek w korpusie zapory oraz poniżej niej, na całej długości rurociągu energetycznego, jest nieszczelność samego rurociągu oraz pęknięcia ekranu betonowego w rejonie ujęcia. W celu usunięcia nieszczelności w obrębie rurociągu należy wzmocnić grunt – wypełnić pustki zaczynem w obrębie rurociągu MEW metodą Jet-Grouting na całej jego długości – ok. 22,0 m. Przy wykonaniu iniekcji zapewnić należy wytrzymałość na ściskanie jednoosiowe  $RW \geq 1,0$  MPa. Wzmocnienie wykonać na całej długości rurociągu tj. na dł. ok. 22 m i szerokości ok. 5,0 m od osi rurociągu. Szczegółowe zalecenia techniczne wykonania po stronie Wykonawcy iniekcji. Po wykonaniu iniekcji w miejscu zaczynu odstępuje się od kontroli zagęszczenia, ze względu na wypełnienie cementowe.

Przy najbliższej możliwej sposobności obniżenia zwierciadła wody w zbiorniku lub najlepiej całkowitemu jego opróżnieniu konieczna jest inspekcja rurociągu z jego oczyszczeniem. Proponowane rozwiązanie jest rozwiązaniem doraźnym likwidującym pustki i rozluźnienia gruntu wokół rurociągu, nie likwidującym zmniejszenia sprawności rurociągu napływowego MEW.



**Przekrój podłużny przez rurociąg napływowy MEW -  
poglądowy zakres wzmocnienia gruntu**



**UWAGA:**  
Rysunki poglądowe. Nie należy odmierzać wymiarów z rysunków.

**RYSUNEK 1 – WZMOCNIENIE GRUNTU W OBRĘBIE RUROCIĄGU NAPŁYWOWEGO MEW**

Rozprowadzenie iniektu należy monitorować pod kątem wpływania do pobliskiej infrastruktury – drenażu zapory czołowej. W przypadku widocznego wprowadzenia zaczynu do rur drenażu, należy go przepłukiwać i usuwać zanim zaczyn stężeje.

Dodatkowo w ramach już wykonanej mobilizacji sprzętu i prac w rejonie ekranu zapory czołowej należy wykonać likwidację nielicznych spękań i ubytków ekranu betonowego i falochronu od strony odwodnej poprzez uzupełnienie ubytków betonu, likwidację korozji betonu, zabezpieczenie oczyszczonej powierzchni betonowej odpowiednimi preparatami ochronnymi - mrozoodporne i wodoodporne. Zlikwidować pęknięcie w ekranie betonowym odwodnym zapory przy ujęciu MEW.

## **6.2 Rozluźnienia gruntu w obrębie sztolni głównej budowli upustowej**

Zaobserwowana sytuacja z rozluźnieniem gruntu w rejonie sztolni odpływowej na dzień dzisiejszy nie stwarza bezpośredniego zagrożenia w bezpieczeństwie zapory czołowej zbiornika. Problem jednak może się powiększać. Należy poprzez odbudowę sieci piezometrycznej i reperowej oraz ponowne sondowania w miejscach wykonanych badań monitorować poziom wód gruntowych oraz osiadanie i wypłukiwanie gruntu.

Prace naprawcze należy wykonać przez planowanym połączeniem zbiorników DOLNA i TATAR.

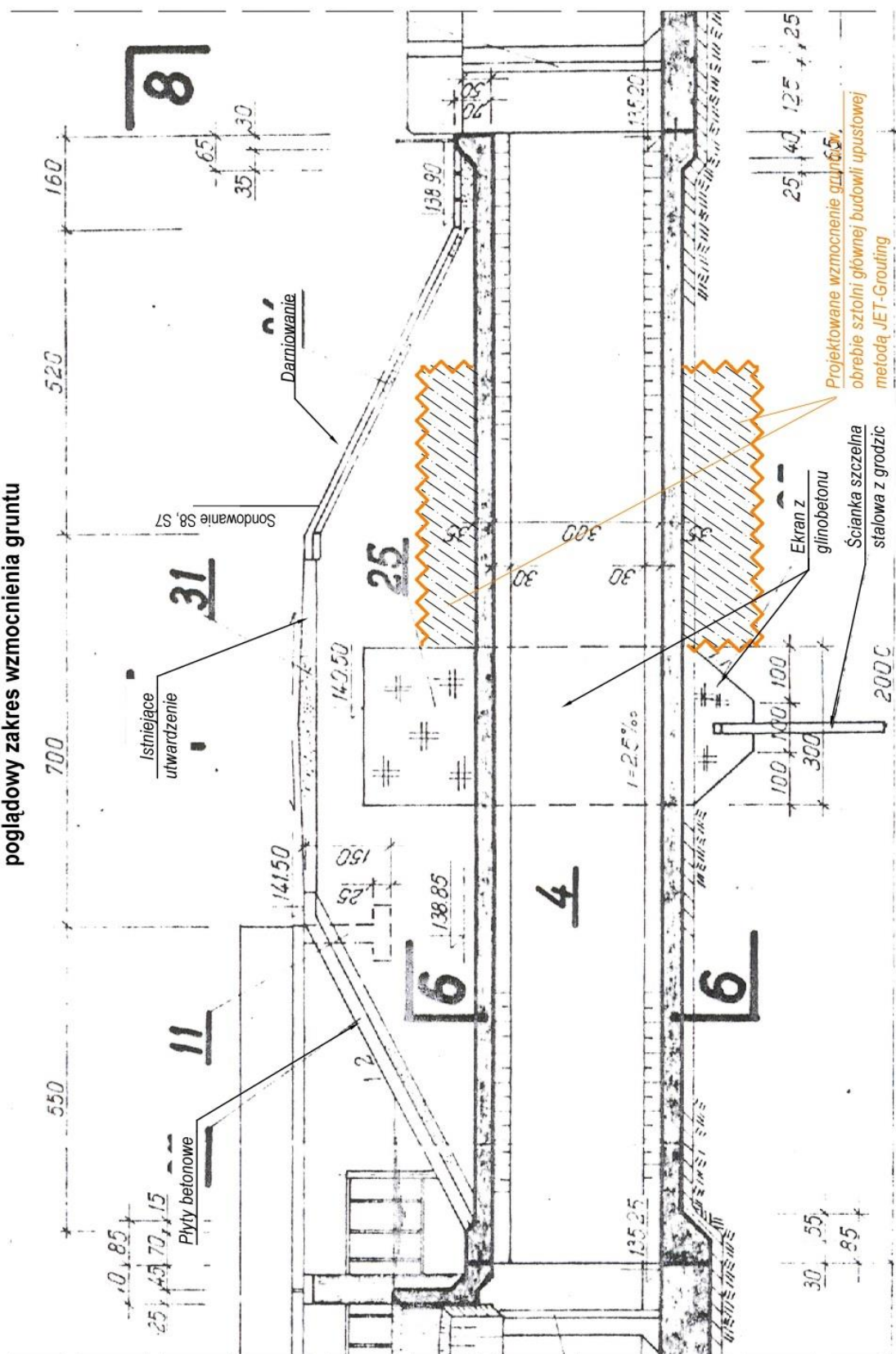
W celu usunięcia nieszczelności powstałej w obrębie sztolni głównej budowli upustowej należy wzmocnić grunt w jej obrębie metodą Jet-Grouting. Wykonanie iniekcji wykonać na odc. ok. 20 m od osi sztolni odpływowej oraz na długości wzdłuż sztolni ok. 5-6,0 m. Faktyczny zakres iniekcji zostanie określony podczas realizacji iniekcji. Zapewnić należy wytrzymałość na ściskanie jednoosiowe  $RW \geq 1,0$  MPa. Po wykonaniu iniekcji w miejscu zaczynu odstępuje się od kontroli zagęszczenia, ze względu na wypełnienie cementowe.

Proponowane rozwiązanie ma zlikwidować pustki oraz nieszczelności i brak zagęszczenia w rejonie sztolni odpływowej. Zgodnie z dokumentacją archiwalną w rdzeniu korpusu zapory czołowej sztolnia otoczona jest ekranem z glinobetonu, a w jego dnie wykonano ściankę szczelną z grodzic stalowych dług. ok. 3,0 m. Planowaną iniekcję należy rozpocząć od ekranu w kierunku wylotu sztolni.

W trakcie prowadzenia prac należy monitorować rozchodzenie się iniektu, zwłaszcza w rejonie istniejącej infrastruktury oraz drenażu zapory czołowej ze studzienkami. W przypadku widocznego wprowadzenia zaczynu do rur drenażu, należy go przepłukiwać i usuwać zanim zaczyn stężeje.

Szczegółowe zalecenia techniczne po stronie Wykonawcy iniekcji.

Przekrój podłużny przez budowlę upustową zbiornika -  
poglądowy zakres wzmocnienia gruntu



UWAGA:  
Rysunki poglądowe. Nie należy odmierzać wymiarów z rysunków.

RYSUNEK 2 WZMOCNIENIE GRUNTU W OBRĘBIE BUDOWLI UPUSTOWEJ ZBIORNIKA



### 6.3 Zagęszczenie korpusu zapory bocznej lewej

Zaobserwowany problem należy wyeliminować, w pierwszej kolejności w rejonie przejścia falochronu w umocnienie siatkowo kamienne skarpy odwodnej, odcinek ok. 140,0 m od końca nawierzchni asfaltowej w kierunku zbiornika Tatar:



Kolejne odcinki zapory bocznej lewej likwidować sukcesywnie w kolejnych miesiącach. Prace muszą być wykonane przed planowanym połączeniem zbiorników Tatar i Dolna.

W związku z nieprawidłowym zagęszczeniem wykazanym z analizy sondowań i odwiertów dogęszczenie zapory czołowej wykonać poprzez wykorzystanie technologii zagęszczenia impulsowego IC/RIC. Dogęszczenie gruntu wykonać do współczynnika spełniającego wymogi Normy PN-B-12095:1997. Dodatkowo należy wykonać ściankę szczelną, która wydłuży drogę filtracji i zapobiegnie wypłukiwaniu cząstek korpusu zapory w kierunku skarpy odpowietrznej. Zagęszczanie wykonywać z kontrolą stopnia zagęszczenia  $I_s$  min. 0,92, zgodnie z normą  $\geq 0,92$ , zgodnie ze wzorem Pisarczyka.

Wybrana metoda zagęszczenia impulsowego może mieć wpływ na obecną w korpusie zapory infrastrukturę techniczną, m.in. oświetlenie oraz istniejące umocnienia skarpy odwodnej zbiornika. Alternatywą na wykonanie prawidłowego zagęszczenia korpusu zapory jest jej rozebranie i usypanie z prawidłowo zagęszczonego gruntu niespoistego, co jest rozwiązaniem dużo mniej ekonomicznym i wyłączającym obiekt z eksploatacji na dłuższy okres. Zagęszczenie impulsowe wykonane po realizacji przesłony przeciwfiltracyjnej będzie miało wpływ na jej szczelność, może powodować jej przerwanie. Należałoby zachować bezpieczną odległość między pasem zagęszczanym impulsowo a przebiegiem przesłony przeciwfiltracyjnej.

Zagęszczanie impulsowe wykonać z powierzchni terenu na z góry określonej przez wykonawcę robót siatce punktów z wykorzystaniem specjalistycznego sprzętu – koparki na podwoziu gąsienicowym wyposażonej w młot hydrauliczny o wadze 5 -12 ton, który z dużą

częstotliwością opuszcza się na specjalnie skonstruowaną stalową stopę o średnicy 1,5 m, przekazując z góry określoną energię w głąb gruntu. Szczegółowe zalecenia techniczne po stronie Wykonawcy robót.

Przed planowanymi robotami należy usunąć umocnienie korony zapory (chodnik) na długości planowanych robót – 1000 m oraz szer. 4,0 m.

Zakres robót obejmować powinien mobilizację sprzętu, zagęszczanie (3 przejścia na całej powierzchni), badanie drgań na budynkach, projekt, sondowania kontrolne. Powierzchnia przyjęta do wzmocnienia do 4000m<sup>2</sup> (4m x 1000m).

Zagęszczenie należy wykonać z kontrolowaniem stopnia zagęszczenia

W związku aktualnie występującą wzmogoną filtracją wynikającą z analizy sondowań i odwiertów, doszczelnienie zapory bocznej lewej wykonać poprzez wykonanie pionowej przesłony przeciwfiltracyjnej na odcinku ok. 1000 m. Przesłonę należy zastosować w osi zapory bocznej lewej w przypadku przesłony typu trenczmix, lub w bliskiej odległości skraja korony zapory od strony skarpy odwodnej.

Minimalne głębokości projektowanej przesłony wyznaczono w miejscach sondowań wykonanych w październiku b.r., zgodnie z tabelą poniżej:

**TABELA 1 ZESTAWIENIE GŁĘBOKOŚCI MINIMALNEJ PRZESŁONY PRZECIWFILTRACYJNEJ**

	<b>nr sondy</b>	<b>głębokość sondowania [m]</b>	<b>odległości między otworami [m]</b>	<b><u>MINIMALNA</u> gl przesłony [m]</b>
<b>początek przesłony</b>	Początek kostki brukowej	-	-10.0	5.0
	13 +odwiert X3	4.3	0.0	5.0
	14	4.6	27.0	4.0
	15	5.4	30.0	5.5
	16	5.4	30.0	4.5
	sondowanie z 03.2022		50.0	3.0
	17	5.2	45.0	4.0
	18	4.6	40.0	5.0
	19	4.6	40.0	5.0
	21	3.8	82.0	4.0
	sondowanie z 03.2022		84.0	3.0
	23	4.8	40.0	4.0
	24	5.6	44.0	5.0
	25	5.0	40.0	4.0
	26	4.2	42.0	4.0
	27	4.8	40.0	5.0
	29	4.4	80.0	4.0
	31	3.8	85.0	3.5
	32	3.8	40.0	3.5
	sondowanie z 03.2022		30.0	3.0
	33	4.6	42.0	4.0
	+odległość 80 m od miejsca sondowania S33		80.0	5.0
<b>koniec przesłony</b>				



	<b>SUMA</b>	<b>1000.0 m</b>	
--	-------------	-----------------	--

**Przyjęto głębokość przesłony ok. 5,0 m.****TABELA 2 LOKALIZACJA ODWIERTÓW I WYKONANYCH SONDOWAŃ ZAPORY BOCZNEJ LEWEJ ZA POMOCĄ WSPÓŁRZĘDNYCH GEODEZYJNYCH UKŁADU 2000 STREFA VIII**

OPIS	Rzędna [m npm]	X	Y
S13	141,40	5736438.49	7447280.41
S14	140,95	5736413.29	7447262.94
S15	141,25	5736384.00	7447255.38
S16	141,11	5736354.44	7447247.25
S17	141,03	5736284.32	7447194.82
S18	141,07	5736261.71	7447161.10
S19	141,06	5736239.78	7447127.05
S21	141,09	5736211.17	7447049.47
S23	141,12	5736198.85	7446928.09
S24	141,14	5736195.78	7446883.86
S25	141,17	5736176.94	7446848.21
S26	141,08	5736155.42	7446811.81
S27	141,11	5736134.77	7446776.45
S29	141,12	5736102.97	7446700.14
S32	141,02	5736071.69	7446580.03
S33	141,19	5736053.25	7446509.15
odwiert X4 - 4,0 m	141,06	5736234.51	7447129.34

Proponuje się wykonanie przesłony przeciwfiltracyjnej metodą wykopu wąsko przestrzennego/wymiany gruntu na szerokości przesłony (min. 80% gruntu rodzimego zostanie wydobyte z trasy przesłony – szer. ok. 40-60 cm – i zastąpione zaczynem bentonitowo-cementowym).

**Parametry przesłony:**

- powierzchnia przesłony w przekroju podłużnym: ok. 5000 m<sup>2</sup>
- grubość min. 40 cm
- głębokość śr. 5,0 m
- wytrzymałość na ściskanie jednoosiowe  $R_W \geq 0,3 \text{ MPa}$
- współczynnik filtracji  $k \leq 1 \times 10^{-7} \text{ e}$

Po realizacji zagęszczenia i przesłony, kostkę planuje się ponownie wbudować po zakończeniu robót na podbudowie piaskowej na geowłókninie 200 g/m<sup>2</sup>.

Przed przystąpieniem do robót, w trakcie i po ich wykonaniu, Wykonawca powinien przystąpić do:

- przygotowania zaplecza technologicznego (plac z płyt betonowych 15mx6m wraz z dostępem do wody technologicznej i zapewnieniem dojazdu dla cementowozów [40 T])
- zapewnienie dojazdu dla transportu ciężkiego sprzętu, dźwigu oraz materiału [transport o masie 40 T] do zaplecza technologicznego [z zezwoleniami właścicieli dróg – jeśli wymagane],

- przygotowania, wytyczenia i niwelacji terenu do rzędnej stropu przesłony czy iniekcji (przygotowanie platformy roboczej szerokości min. 4m - po 2m od osi przesłony - pod wykonywaną przesłonę) oraz geodezyjnego wytyczenia samej przesłony [początek, koniec, oś],
- obsługi geodezyjnej w zakresie wykonania przedmiotowych robót w tym obsługi powykonawczej
- usunięcia wszelkich przeszkód i urządzeń podziemnych oraz nadziemnych mogących kolidować z przedmiotowymi robotami, tj. sieci branżowe, infrastruktura drogowa (w tym kostka brukowa/asfalt/beton, itp.), ewentualne niewypały i niewybuchy, drzewa oraz krzewy itp. [w przypadku braku możliwości przełożenia sieci branżowych zabezpieczyć je zgodnie z wytycznymi właścicieli czy dokumentacji projektowej zadania]
- pozyskania uzgodnienia z właścicielami wszelkiej infrastruktury na likwidację kolizji lub zabezpieczenie sieci,
- usunięcia wszelkich przeszkód antropogenicznych i nie antropogenicznych znajdujących się w strefie prowadzonych robót, które mogłyby uniemożliwić wykonanie przesłony, w tym usunięcia starych fundamentów, przełożenie instalacji podziemnych, itp.
- wykonania wszelkich innych robót ziemnych przed, w trakcie i po wykonaniu przesłony,
- wywozu/zagospodarowania urobku z drażenia przesłony [~80% gruntu zostanie wydobyte z trasy przesłony,
- wywozu/zagospodarowania urobku z prowadzonej iniekcji jet grouting,
- zapewnienia ciągłości wykonywania przesłony przeciwfiltracyjnej
- dokonania wszelkich uzgodnień formalnych – jeśli wymagane projektem i odrębnymi przepisami prawa, czy kontraktem

Alternatywą dla przesłony przeciwfiltracyjnej metodą wykopu wąsko przestrzennego może być zabicie grodzic winylowych traconych z uszczelnieniem prowadzonych skrajnie w koronie zapory od strony skarpy odwodnej. Podczas pograżania grodzic winylowych za pomocą wibromłota, osiągnąć można wstępne dogęszczenie wału w najbliższej okolicy ściany z grodzic, co może doprowadzić do zmniejszenia zakresu impulsowego zagęszczania w przyszłości.

Ponadto prace powinny być prowadzone w uwzględnieniu położenia instalacji i urządzeń podziemnych, które mogą znaleźć się w zasięgu prowadzonych robót. Wszelkie uzgodnienia co do organizacji prac ziemnych w sąsiedztwie różnego rodzaju sieci i instalacji podziemnych należy prowadzić z ich właścicielem lub administratorem. Prowadzenie robót ziemnych w pobliżu instalacji podziemnych, a także głębienie wykopów poszukiwawczych powinno odbywać się ręcznie.

#### **6.4 Rów opaskowy z rurociągiem**

Zaobserwowany problem należy wyeliminować w pierwszej kolejności.

W ramach planowanych robót należy wykonać odtworzenie załamane go rurociągu na długości ok. 35,0 m metodą wymiany rury w wykopie otwartym. Zastosować należy tożsamą z istniejącą rurę betonową DN 500. Należy w pierwszej kolejności zrealizować wykop do poziomu posadowienia starego rurociągu – głęb. ok. 2,5 m plus dodatkowe 30 cm na realizację podsypki. W wykopie należy wykonać podsypkę piaskową grub. ok. 30 cm z zagęszczeniem i

na niej ułożyć kręgi betonowe z dołączeniem do istniejącego rurociągu w miejscu zakończenia załamania. Następnie należy zasypać rurociąg warstwami z zagęszczeniem.

Przyczółek wylotu kanału zamkniętego do rowu opaskowego należy rozebrać i odtworzyć.

W kolejnych latach należy pamiętać o systematycznym odmulaniu rowu opaskowego z nanosów ziemi oraz wykaszaniu. Niektóre płyty betonowe osadzone na skarpach rowu należy poddać piaskowaniu. Pojedyncze płyty betonowe popękane należy wymienić na nowe.

Kładki betonowe na całej długości rowu opaskowego będące własnością Inwestora – od wylotu kanału zamkniętego do wlotu rowu opaskowego do rzeki Rawka należy w zakresie betonów poddać piaskowaniu, pokryć powłokami ochronnymi, elementy stalowe oczyścić oraz pomalować.

Nierówności pod kostką brukową w rejonie ostatniej kładki, przy wylocie budowli upustowej w ciągu ścieżki rowerowej należy usunąć poprzez rozebranie kostki, zagęszczenie ok. 15 m<sup>2</sup> gruntu z uzupełnieniem piaskiem i ponownym ułożeniem kostki.

## **6.5 Prace w zakresie korpusu zapory bocznej prawej**

Zaobserwowane w ocenie stanu technicznego z 2022 r. nieprawidłowości: lokalne zapadlisko kostki brukowej, ubytki kamienia w umocnieniu skarpy odwodnej zbiornika, rozklawiszowanie umocnienia z prefabrykatów, wystająca geowłóknina i ubytki narzutu kamiennego, nie stwarzają zagrożenia w bezpieczeństwie i stabilności obiektu.

W rejonie zapory bocznej prawej należy zlikwidować zapadlisko kostki brukowej na niewielkiej powierzchni w rejonie placu zabaw i stawu buforowego nr 2. Usunąć poprzez rozebranie kostki, zagęszczenie ok. 5 m<sup>2</sup> gruntu z uzupełnieniem piaskiem i ponownym ułożeniem kostki.

Na wysokości stawu buforowego nr 2 i nr 1 należy wykonać uzupełnienie kamieniem hydrotechnicznym umocnienia kamiennego skarpy zbiornika Dolna, kamień hydrotechniczny 150-350 mm.

W rejonie stawu buforowego nr 1 należy wykonać remont umocnienia skarpy odwodnej zbiornika poprzez rozbiórkę prefabrykatów betonowych, ponowne ułożenie kamienia hydrotechnicznego na geowłókninie oraz prefabrykatów w zasięgu poziomu wody NPP zbiornika, zamocowanie ich w gruncie w linii prostej. Odcinek aż do początku falochronu.

## 6.6 Odtworzenie systemu kontrolno-pomiarowego skradającego się z reperów i piezometrów

Zaobserwowany problem braku sieci pomiarowej należy wyeliminować w pierwszej kolejności.

Odtworzenie sieci jest niezwykle istotne z punktu widzenia regularnej cotygodniowej kontroli poziomu wód gruntowych w przekrojach pomiarowych. Konieczne jest założenie dziennika pomiarowego i prowadzenie kontroli w przynajmniej 1 cyklu hydrologicznym oraz na stałe na potrzeby prowadzenia stałego monitoringu na obiekcie w ramach kontroli stanu technicznego zapór ziemnych.

Ze względu na występowanie lustra wody w zaporze bocznej prawej po jej obu stronach, nie ma do czynienia z widocznym spadkiem zwierciadła wód gruntowych, zatem nie ma potrzeby instalowania w zaporze bocznej prawej piezometrów.

W celu odtworzenia systemu pomiarowego reperów i piezometrów, zakłada się budowę 32 piezometrów poziomu filtracji i 16 reperów wysokości. Lokalizacja rozmieszczenia elementów sieci oraz konstrukcję w przedstawiono w części graficznej i tabelarycznej. Parametry urządzeń podano w zestawieniu:

**TABELA 3 ZESTAWIENIE PIEZOMETRÓW ZAPORY CZOŁOWEJ**

PRZEKRÓJ PKC Nr	Pz nr			Rzędne			Normalna Rzędna filtracji
	KORONA	PODSKARP.	TEREN	Rt	Rz	Lc	NRf
				[m npm]	[m npm]	[m]	[m npm]
1	1			141.5	137	4.5	137.77
		2		138.5	136.00	2.5	136.79
			3	138	136.00	2	136.40
2	4			141.5	137.00	4.5	137.00
		5		137.5	135.50	2	136.67
			6	137.4	135.40	2	136.30
3	7			141.5	137.00	4.5	138.06
		8		139	136.00	3	137.83
			9	137.6	135.60	2	137.07
4	10			141.5	137.00	4.5	137.43
		11		139	136.00	3	137.43
			12	137.5	135.50	2	137.07
5	13			141.5	137.00	4.5	138.04
		14		138.5	136.00	2.5	137.88
			15	137.5	135.50	2	137.17
6	16			141.5	137.00	4.5	138.00
		17		139	136.50	2.5	137.68
			18	139	137.00	2	136.96
7	19			141.5	137.00	4.5	138.94
		20		139	137.00	2	138.94

**TABELA 4 ZESTAWIENIE PIEZOMETRÓW ZAPORY BOCZNEJ LEWEJ**

PRZEKRÓJ PKC Nr	Pz nr			Rzędne			Normalna Rzędna filtracji
	KORONA	PODSKARP.	TEREN	Rt	Rz	Lc	NRf
				[m npm]	[m npm]	[m]	[m npm]
1	21		-	141.2	137.2	4	138.88
		22	-	139.6	137.1	2.5	138.42
2	23		-	141.2	137.2	4	139.09
		24	-	139.2	137.2	2	138.55
3	25		-	141.2	137.2	4	139.09
		26	-	139.2	137.2	2	138.55
4	27		-	141.2	137.2	4	139.16
		28	-	139.4	137.4	2	138.70
5	29		-	141.2	137.2	4	139.17
		30	-	139.5	137.5	2	138.76
6	31		-	141.2	137.2	4	139.17
		32	-	139.5	137.5	2	138.76

**TABELA 5 ZESTAWIENIE PIEZOMETRÓW ZAPORY BOCZNEJ LEWEJ**

Rz nr	Rzędne		gl. Zap.
	Rt	Rz	Lc
	[m npm]	[m npm]	[m]
Zapora czołowa 1-7	141.5	140.5	1
Zapora boczna lewa 11-16	141.2	140.2	1
Zapora boczna prawa 21-23	141.2	140.2	1

**TABELA 6 LOKALIZACJA PIEZOMETRÓW W UKŁADZIE WSPÓLRZĘDNYCH 2000 STREFA VII**

Nr	Opis	Współrzedne geodezyjne w układzie 2000 strefa VII	
		X	Y
1	Zapora czołowa	5736435.78	7447354.23
2	Zapora czołowa	5736442.79	7447358.00
3	Zapora czołowa	5736454.03	7447363.35
4	Zapora czołowa	5736391.48	7447436.99
5	Zapora czołowa	5736398.55	7447440.44
6	Zapora czołowa	5736410.47	7447447.09
7	Zapora czołowa	5736361.64	7447473.30
8	Zapora czołowa	5736367.34	7447479.10
9	Zapora czołowa	5736377.35	7447488.22
10	Zapora czołowa	5736346.28	7447485.89
11	Zapora czołowa	5736352.22	7447493.15
12	Zapora czołowa	5736361.63	7447503.33
13	Zapora czołowa	5736329.19	7447499.95
14	Zapora czołowa	5736333.39	7447506.83
15	Zapora czołowa	5736341.32	7447519.16
16	Zapora czołowa	5736297.08	7447518.44

<b>17</b>	Zapora czołowa	5736301.00	7447526.11
<b>18</b>	Zapora czołowa	5736302.66	7447534.76
<b>19</b>	Zapora czołowa	5736226.92	7447546.27
<b>20</b>	Zapora czołowa	5736229.42	7447552.23
<b>21</b>	Zapora boczna lewa	5736424.21	7447267.50
<b>22</b>	Zapora boczna lewa	5736427.22	7447263.15
<b>23</b>	Zapora boczna lewa	5736291.09	7447207.63
<b>24</b>	Zapora boczna lewa	5736295.26	7447204.08
<b>25</b>	Zapora boczna lewa	5736205.38	7447023.75
<b>26</b>	Zapora boczna lewa	5736210.26	7447022.49
<b>27</b>	Zapora boczna lewa	5736165.6	7446828.49
<b>28</b>	Zapora boczna lewa	5736168.13	7446826.35
<b>29</b>	Zapora boczna lewa	5736091.2	7446651.67
<b>30</b>	Zapora boczna lewa	5736094.89	7446649.99
<b>31</b>	Zapora boczna lewa	5736052.77	7446509.15
<b>32</b>	Zapora boczna lewa	5736057.94	7446507.25

**TABELA 7 LOKALIZACJA REPERÓW W UKŁADZIE WSPÓŁRZĘDNYCH 2000 STREFA VII**

<b>Nr reperu na PZT</b>	<b>Opis</b>	<b>Współrzędne geodezyjne w układzie 2000 strefa VII</b>	
		<b>X</b>	<b>Y</b>
1	<b>Zapora czołowa</b>	5736434.85	7447351.74
2	<b>Zapora czołowa</b>	5736391.97	7447435.24
3	<b>Zapora czołowa</b>	5736362.12	7447471.75
4	<b>Zapora czołowa</b>	5736346.43	7447484.89
5	<b>Zapora czołowa</b>	5736329.18	7447498.99
6	<b>Zapora czołowa</b>	5736297.19	7447517.28
7	<b>Zapora czołowa</b>	5736227.81	7447545.59
8	<b>Zapora boczna lewa</b>	5736420.69	7447272.68
9	<b>Zapora boczna lewa</b>	5736286.54	7447210.22
10	<b>Zapora boczna lewa</b>	5736199.63	7447024.69
11	<b>Zapora boczna lewa</b>	5736160.53	7446830.46
12	<b>Zapora boczna lewa</b>	5736085.74	7446652.54
13	<b>Zapora boczna lewa</b>	5736048.13	7446510.63
14	<b>Zapora boczna prawa</b>	5736231.72	7447502.23
15	<b>Zapora boczna prawa</b>	5736137.87	7447393.66
16	<b>Zapora boczna prawa</b>	5736045.39	7447312.54

#### • **Konstrukcja piezometru**

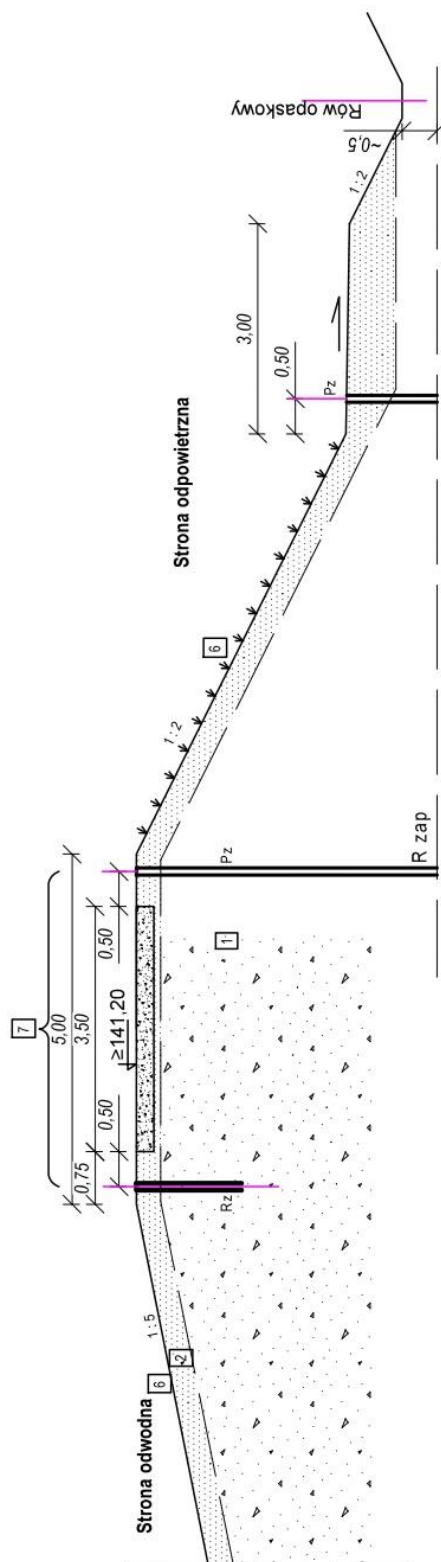
Montaż piezometru należy wykonać przy obniżonym piętrzeniu min. do 139,99 m npm. w rurze obsadowej o średnicy >150 zapuszczonej wierceniem. Po wykonaniu zasypki filtracyjnej i jednocześnie zasypki górnej części otworu piasku, należy wyjąć rurę obsadową. Zasypkę piaskiem należy zagęścić do stanu nasypu zapory. Stosować siatkę filtracyjną jak dla obsypki tj. o splocie rypowym  $Nr \geq 8$ .



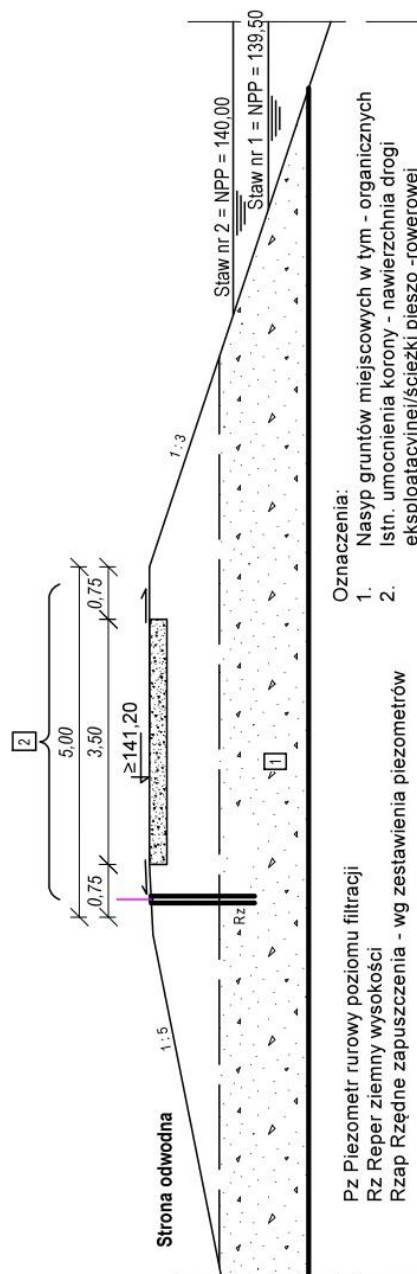
- **Konstrukcja reperu ziemnego**

Repery należy instalować w gruncie nasypu w otworach po wyciągniętych rurach penetrujących o średnicy  $> 100$  mm zapuszczanych wbiciem lub wibrowaniem. Na rysunku poniżej wskazano zasady wbudowania. Należy bezwzględnie przestrzegać osadzenia skrzynki ochronnej w pierścieniu odciążającym zdylatowanym od trzonu reperu.

**Przekrój zapory bocznej lewej**  
- schemat rozmieszczenia piezometrów i reperów



**Przekrój zapory bocznej prawej**  
- schemat rozmieszczenia piezometrów i reperów

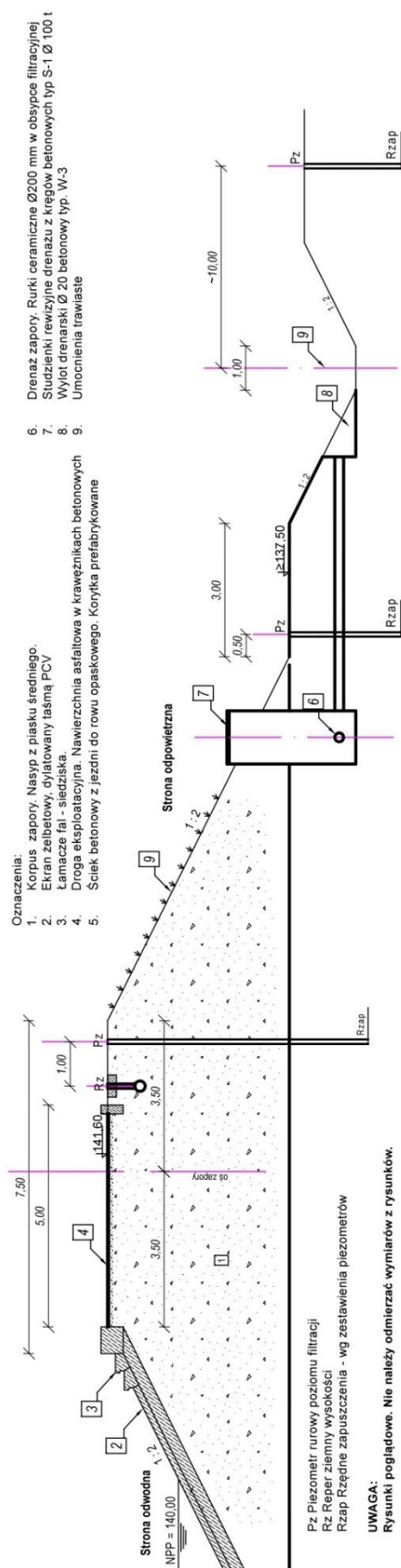


**UWAGA:**

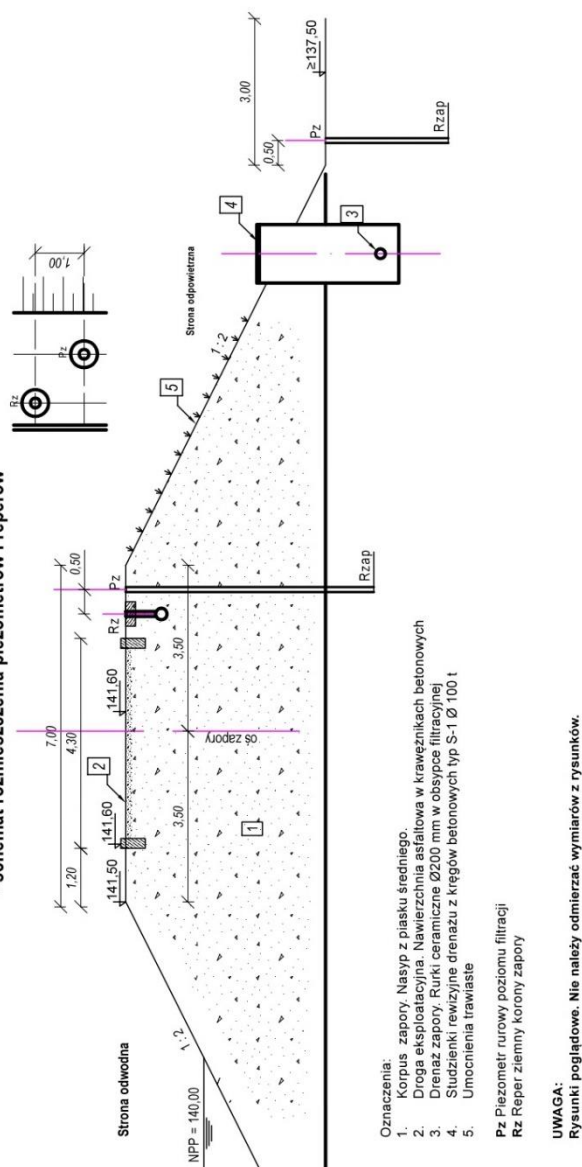
**Rysunki poglądowe. Nie należy odmierzać wymiarów z rysunków.**

**RYSUNEK 3 PRZEKRÓJ TYPOWY ZAPORY BOCZNEJ PRAWEJ I LEWEJ –  
LOKALIZACJA URZĄDZENIA POMIAROWO-KONTROLNEGO**

**Przekrój zapory czołowej – typ 1**  
- schemat rozmieszczenia piezometrów i reperów

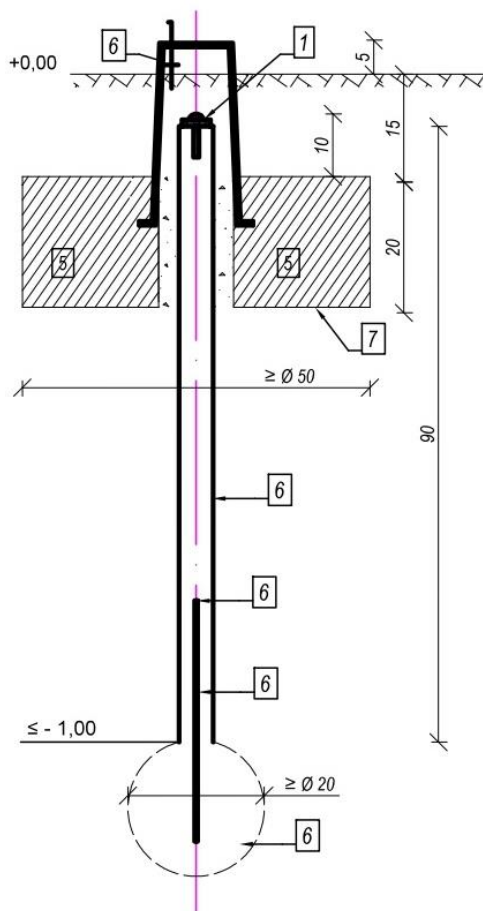


**Przekrój zapory czołowej – typ 2**  
- schemat rozmieszczenia piezometrów i reperów



**RYSUNEK 4 PRZEKROJE TYPOWE ZAPORY CZOŁOWEJ – LOKALIZACJA URZĄDZENIA POMIAROWO-KONTROLNEGO**

## REPER ZIEMNY



Rt - rzędna terenu  
Rz - rzędna zapuszczenia terenu  
Rw - rzędna zapuszczenia rury  
obsadowej i obsypki

### Opis elementu :

- 1 Głowica żeliwna reperu ziemnego do osadzenia w betonie
- 2 Rura Dz 105/5 stalowa L = 900 mm
- 3 Beton wypełniający i stopa B14
- 4 Pręt stali żebrowanej  $\varnothing \geq 10$  mm l  $\geq 40$  cm
- 5 Pierścień odciążający z betonu B14
- 6 Skrzynka uliczna żeliwna  $\varnothing \geq 150$  mm
- 7 Wypełnienie żwirem

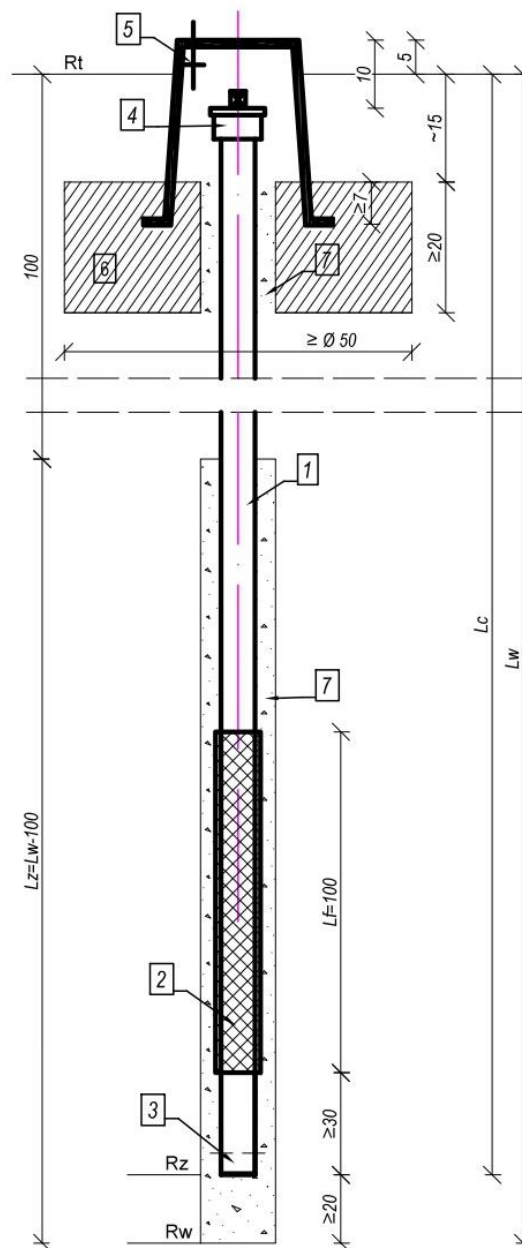
### Uwagi:

1. Trzon reperu z poz. 2 osadzić w otworze wykonanym w nasypie przez wbicie rury tej samej średnicy do poziomu  $\pm 1,00$  i wyciągnięcie.
2. Stopę i wypełnienie trzonu wykonać przy wbijaniu mieszanki przez rurę i w rurze prętem stalowym  $\varnothing \geq 16$  mm
3. Pręt poz. 4 reper poz. 1 osadzić przez wbicie w świeży beton odpowiednio podczas betonowania
4. Skrzynkę żeliwną 6 osadzić trwale w betonie pierścienia odciążającego 5

### UWAGA:

Rysunki poglądowe. Nie należy odmierzać wymiarów z rysunków.

## PIEZOMETR



### OZNACZENIA:

1. Rura stalowa ocynk  $\varnothing 50$  mm
2. Siatka filtracyjna na drucie dystansowym na odcinku perforowanym otworami  $\varnothing 20$  mm w rozstawie mijankowej 40 mm
3. Zaślepka wkręcana
4. Pokrywka nakręcana
5. Skrzynka uliczna żeliwna  $\varnothing \geq 150$  mm
6. Obudowa betonowa B14
7. Obsypka ze żwiru  $\varnothing \geq 150$  mm

### Dobór siatki:

- Piaski grube - splot rypсовy Nr 8  
Piaski średnie - splot rypсовy Nr 10  
Piaski drobne - splot rypсовy Nr 12  
Piaski pylaste - splot rypсовy Nr 20

RYСУNEK 5 RYSUNEK SZCZEGÓŁOWY REPERU ZIEMNEGO I PIEZOMETRU

**UWAGI:**

1. W związku z możliwym wystąpieniem kolizji z istniejącym uzbrojeniem sieci, podane współrzędne piezometrów i reperów są orientacyjne. Dopuszcza się przesunięcie urządzenia w sposób zapewniający bezpieczne zlokalizowanie go względem uzbrojenia max. 0,5 m w promieniu. Należy zachować przesunięcie całego przekroju, a nie jednego urządzenia z przekroju poprzecznego.
2. Przed przystąpieniem do realizacji prac budowlanych Wykonawca jest zobowiązany do zinwentaryzowania sieci i urządzeń podziemnych zapór zbiornika, mogących stworzyć kolizję z projektowaną siecią kontrolno-pomiarową.
3. Piezometry rzędu drugiego lokalizować 0,5 m od podnóża skarpy zapory.
4. Po wykonaniu robót oznaczyć trwale lokalizację urządzeń, ponownie wykonać inwentaryzację geodezyjną reperów i głowic piezometrów oraz pomiar poziomu wody w piezometrach

## **7 Spis załączników**

- Załącznik 1      Uprawnienia budowlane osób wykonujących ocenę oraz zaświadczenia o wpisie do izby inżynierów.
- Załącznik 2      Opinia geotechniczna – Geoservice, październik 2022 r.
- Załącznik 3      Arkusze map nr 0-6