

**„Ekspertyza przesiaków na placu przepompowni Opoka-Borów na rz.  
Sanna w m. Opoka gm. Annopol”**

Zamawiający:	<b>Państwowe Gospodarstwo Wodne Wody Polskie ul. Żelazna 59A 00-848 Warszawa</b>
Wykonawca:	<b>AXIS Usługi Projektowe Kamil Krupa Sulisławice 144 27-670 Łonów</b>

	<b>Imię i Nazwisko</b>	<b>Uprawnienia</b>	<b>Podpis</b>
Opracował:	mgr inż. Kamil Krupa	MAP/0108/PWBH/15 spec. inż. hydrotechniczna	

**24 listopad 2021 r.**

## **ZAWARTOŚĆ OPRACOWANIA**

**I. CZĘŚĆ FORMALNA**

**II. CZĘŚĆ OPISOWA**

**III. CZĘŚĆ RYSUNKOWA**

**IV. OPINIA GEOTECHNICZNA**

## Spis treści

I. CZĘŚĆ FORMALNA.....	4
Uprawnienia zawodowe.....	4
Oświadczenie autora ekspertyzy.....	6
II. CZĘŚĆ OPISOWA.....	7
1. Opis przedmiotu opracowania.....	7
1.1. Podstawa opracowania.....	7
1.2. Podstawy merytoryczne opracowania.....	7
1.3. Cel i zakres opracowania.....	8
2. Stan istniejący jazu.....	8
2.1. Lokalizacja obiektu.....	8
2.2. Historia obiektu.....	9
2.2.1. Zarządcy obiektu.....	9
2.2.2. Ocena kompletności dokumentacji.....	9
2.3. Przeprowadzone okresowe przeglądy obiektu.....	10
2.4. Opis zjawiska.....	10
3. Inwentaryzacja, pomiary, badania, obliczenia, analiza zjawiska oraz przyczyn powstania.....	11
3.1. Pomiary terenowe i inwentaryzacja uszkodzeń.....	11
3.1.1. Wykonane odkrywki.....	11
3.1.2. Inwentaryzacja uszkodzeń.....	13
3.3. Warunki gruntowe.....	15
3.4. Obliczenia kontrolne.....	15
3.4.1. Analiza stateczności konstrukcji.....	15
3.4.2. Podsumowanie przeprowadzonych analiz obliczeniowych.....	19
4. Wnioski z pomiarów, oględzin i badań obejmujących ocenę stanu technicznego budowli.....	19
4.1. Identyfikacja uszkodzeń, oraz przyczyny ich powstania.....	19
5. Zalecenia i wskazanie robót niezbędnych do usunięcia zlokalizowanych nieprawidłowości dla przywrócenia funkcjonalności obiektu.....	20
III. CZĘŚĆ RYSUNKOWA.....	21

## I. CZĘŚĆ FORMALNA

### Uprawnienia zawodowe



MAP OIIB/KK/0054-0128/15

Kraków, dnia 26 czerwca 2015 r.

#### DECYZJA

Na podstawie art. 24 ust. 1 pkt 2 ustawy z dnia 15 grudnia 2000 r. o samorządach zawodowych architektów oraz inżynierów budownictwa (Dz. U. z 2014 r., poz. 1946), art. 12 ust. 2 i ust. 3, ust. 4c pkt 3, art. 14 ust. 1 pkt 3 lit. d ustawy z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane (Dz. U. z 2013 r., poz. 1409 z późn. zm.), § 10 i § 13 ust. 10 rozporządzenia Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 11 września 2014 r. w sprawie samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie (Dz. U. z 2014 r. poz. 1278), po ustaleniu, że zostały spełnione warunki w zakresie przygotowania zawodowego oraz po złożeniu egzaminu na uprawnienia budowlane z wynikiem pozytywnym

**Pan Kamil Sebastian Krupa**  
magister inżynier  
kierunek: Budownictwo  
ur. dnia 20.03.1987 r. w Staszowie  
otrzymuje

#### UPRAWNIENIA BUDOWLANE

numer ewidencyjny MAP/0108/PWBH/15

do projektowania i kierowania robotami budowlanymi  
w specjalności inżynierskiej hydrotechnicznej  
bez ograniczeń.

#### UZASADNIENIE

W związku z uwzględnieniem w całości żądania strony, na podstawie art. 107 § 4 K.p.a. odstępuje się od uzasadnienia decyzji. Zakres nadanych uprawnień budowlanych wskazano na odwrocie decyzji.

#### Pouczenie

Od niniejszej decyzji służy odwołanie do Krajowej Komisji Kwalifikacyjnej Polskiej Izby Inżynierów Budownictwa w Warszawie, za pośrednictwem Okręgowej Komisji Kwalifikacyjnej Małopolskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa w Krakowie w terminie 14 dni od daty jej doręczenia.

1. Przewodniczący Okręgowej Komisji Kwalifikacyjnej  
dr inż. Zygmunt Rawicki
2. Członek Składu Orzekającego  
mgr inż. arch. Elżbieta Gabrys
3. Członek Składu Orzekającego  
mgr inż. Tadeusz Sulkowski

#### Otrzymuje

1. Pan Kamil Krupa  
Wigzownica Duża 90  
28-200 Staszów
2. Główny Inspektor Nadzoru Budowlanego
3. a/a

Skład Orzekający  
Okręgowej Komisji Kwalifikacyjnej:

.....  
.....  
.....



#### Szczegółowy zakres uprawnień

do projektowania i kierowania robotami budowlanymi  
w specjalności inżynierskiej hydrotechnicznej  
bez ograniczeń

I. Na mocy art. 12 ust. 1 pkt 1 - 5, art. 13 ust. 3 i 4 ustawy - Prawo budowlane (tekst jednolity: Dz. U. z 2013 r., poz. 1409 z późn. zm.), w zakresie objętym wyżej wymienioną specjalnością, niniejsze uprawnienia stanowią podstawę do:

- 1) projektowania, sprawdzania projektów architektoniczno-budowlanych i sprawowania nadzoru autorskiego,
- 2) kierowania budową lub innymi robotami budowlanymi,
- 3) kierowania wytwarzaniem konstrukcyjnych elementów budowlanych oraz nadzoru i kontroli technicznej wytwarzania tych elementów,
- 4) wykonywania nadzoru inwestorskiego,
- 5) sprawowania kontroli technicznej utrzymania obiektów budowlanych.

II. Na mocy § 13 ust. 10 Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 11 września 2014 r. w sprawie samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie (Dz. U. z 2014 r. poz. 1278), niniejsze uprawnienia uprawniają do:

projektowania obiektu budowlanego i kierowania robotami budowlanymi w zakresie morskich budowli hydrotechnicznych oraz budowli hydrotechnicznych tymczasowych i stałych, w rozumieniu przepisów w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać morskie budowle hydrotechniczne i ich usytuowanie.

Zgodnie z § 10 w/w rozporządzenia uprawnienia budowlane do projektowania w odpowiedniej specjalności uprawniają do sporządzania projektu zagospodarowania działki lub terenu, w zakresie danej specjalności.

1. Przewodniczący Okręgowej Komisji Kwalifikacyjnej  
dr inż. Zygmunt Rawicki
2. Członek Składu Orzekającego  
mgr inż. arch. Elżbieta Gabrys
3. Członek Składu Orzekającego  
mgr inż. Tadeusz Sulkowski

Skład Orzekający  
Okręgowej Komisji Kwalifikacyjnej:

.....  
.....  
.....







### Zaświadczenie

o numerze weryfikacyjnym:

MAP-MDM-U6W-MH4 \*

Pan Kamil Sebastian Krupa o numerze ewidencyjnym MAP/BH/0265/15  
adres zamieszkania Wiązownica Duża 90, 28-200 Staszów  
jest członkiem Małopolskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa i posiada wymagane  
ubezpieczenie od odpowiedzialności cywilnej.  
Niniejsze zaświadczenie jest ważne do dnia 2022-07-31.

Zaświadczenie zostało wygenerowane elektronicznie i opatrzone bezpiecznym podpisem elektronicznym  
weryfikowanym przy pomocy ważnego kwalifikowanego certyfikatu w dniu 2021-07-05 roku przez:

Mirostaw Boryczko, Przewodniczący Rady Małopolskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa.

(Zgodnie art. 5 ust 2 ustawy z dnia 18 września 2001 r. o podpisie elektronicznym (Dz. U. 2001 Nr 130 poz. 1450) dane w postaci  
elektronicznej opatrzone bezpiecznym podpisem elektronicznym weryfikowanym przy pomocy ważnego kwalifikowanego certyfikatu są  
równoważne pod względem skutków prawnych dokumentom opatrzonym podpisami własnoręcznymi.)

\* Weryfikację poprawności danych w niniejszym zaświadczeniu można sprawdzić za pomocą numeru weryfikacyjnego zaświadczenia na  
stronie Polskiej Izby Inżynierów Budownictwa [www.piib.org.pl](http://www.piib.org.pl) lub kontaktując się z biurem właściwej Okręgowej Izby Inżynierów  
Budownictwa.

 Podpis jest prawdziwy  
(Należy sprawdzić poprawność danych w niniejszym zaświadczeniu na stronie Polskiej Izby Inżynierów Budownictwa www.piib.org.pl lub kontaktując się z biurem właściwej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa.)

## Oświadczenie autora ekspertyzy

Kamil Krupa

(imię i nazwisko)

MAP/0108/PWBH/15

.....  
(nr uprawnień)

MAP/BH/0265/15

.....  
(nr członkowski izby zawodowej)

24-11-2021 r.

Zgodnie z art. 20 Ustawy z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane (tekst jednolity Dz. U. z 2020 r. poz. 1333 z późn. zm.) niniejszym oświadczam, że ekspertyza stanu technicznego pn.:

**„Ekspertyza przesiąków na placu przepompowni Opoka-Borów na rz. Sanna w m. Opoka gm. Annopol”** sporządzona w dniu: 24-11-2021 dla Państwowego Gospodarstwa Wodnego Wody Polskie została wykonana zgodnie z obowiązującymi przepisami oraz zasadami wiedzy technicznej.

.....  
(podpis)

## II. CZĘŚĆ OPISOWA

### 1. Opis przedmiotu opracowania

#### 1.1. Podstawa opracowania

Podstawą niniejszego opracowania jest umowa zawarta pomiędzy Państwowym Gospodarstwem Wodnym Wody Polskie, a firmą AXIS Usługi Projektowe Kamil Krupa nr: RZ.ROZ.2810.16.5.2021/236 z dnia 15.10.2021 r. na zadanie pn.: „**Opracowanie ocen stanu technicznego i stanu bezpieczeństwa budowli hydrotechnicznych oraz innych dokumentacji technicznych na terenie Zarządu Zlewni w Stalowej Woli**”

**Część 5: Ekspertyza przesiąków na placu przepompowni Opoka-Borów na rz. Sanna w m. Opoka gm. Annopol”**

#### 1.2. Podstawy merytoryczne opracowania

- a. Ustawa z dnia 07.07.1994r. Prawo budowlane (tekst jedn. Dz. U. z 2020 r. poz. 1333 z póź. zm.).
- b. Ustawa z dnia 20.07.2017r. Prawo Wodne (tekst jedn. Dz.U. 2021r. poz. 624, 784 z póź. zm.)
- c. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 20 kwietnia 2007 roku w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budowle hydrotechniczne i ich usytuowanie (tekst jedn. Dz.U. z 2007 r. Nr 86 poz. 579).
- d. Ustawa „Prawo Ochrony Środowiska” z dnia 27 kwietnia 2001 r. (tekst jedn. Dz.U. z 2019 r. poz. 1396 - z póź. zm.).
- e. Ochrona środowiska w budownictwie wodnym – A. Żbikowski, J. Żelazko, MOŚZNiL, Warszawa 1993 r.
- f. Mapa Podziału Hydrograficznego Polski - Zakład Hydrografii i Morfologii Koryt Rzecznych Instytutu Meteorologii i Gospodarki Wodnej w Warszawie.
- g. Zarys Geotechniki – Z. Wiłun, WKŁ 2010.
- h. Istniejące opracowania i materiały kartograficzne:
  - mapy sytuacyjno-wysokościowe w skali 1: 10 000; 1: 5 000, 1: 1 000.
- i. Przeprowadzone wizje lokalne.
- j. Inwentaryzacja stanu istniejącego z badaniami kameralnymi.
- k. Udostępniona przez Zarządcę ocena stanu technicznego z roku 2020.

### 1.3. Cel i zakres opracowania

Przedmiotem opracowania jest ekspertyza stanu technicznego i bezpieczeństwa wyjaśniająca przyczyny powstawania wysięków na placu przepompowni wód w m. Opoka. W zakresie opracowania należy przedstawić zalecenia działania które należy podjąć w celu likwidacji występującego zjawiska.

## 2. Stan istniejący jazu

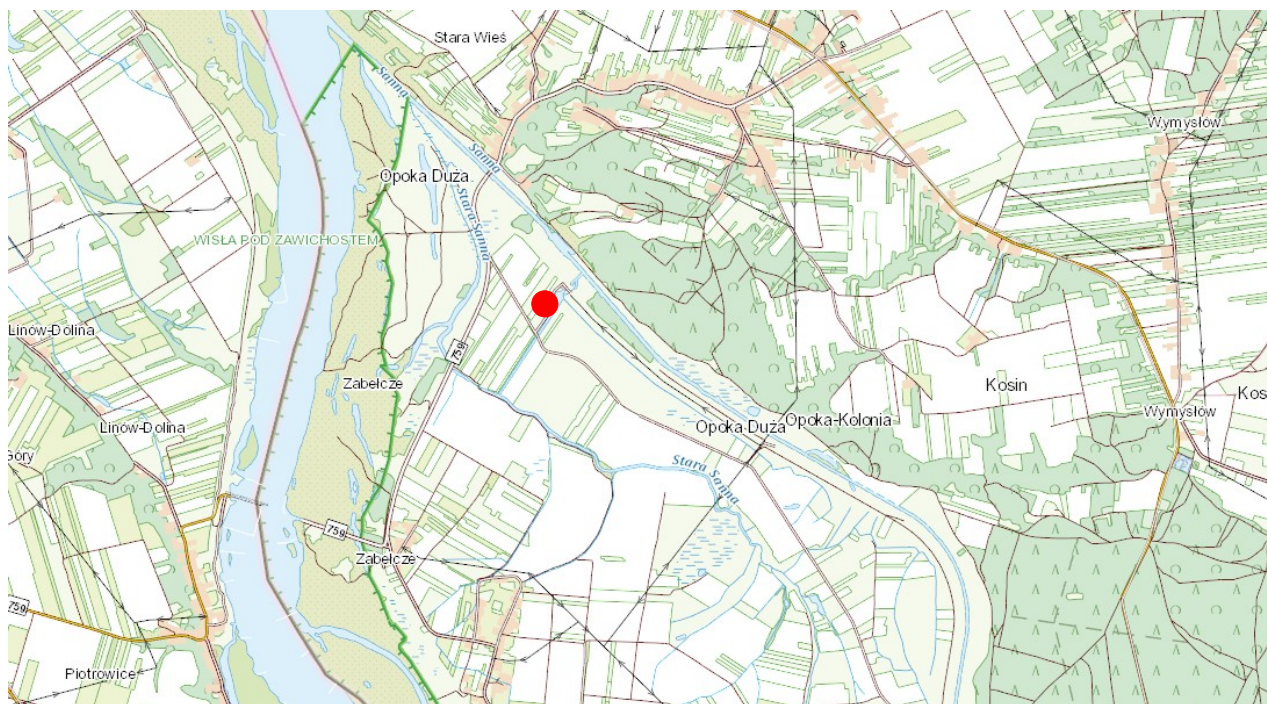
### 2.1. Lokalizacja obiektu

Obiekt zlokalizowany jest w miejscowości Opoka Duża, obręb Opoka, gmina Annopol, powiat kraśnicki, woj. lubelskie.

Budynek przepompowni wraz ze zbiornikiem wyrównawczym leży na działkach ewidencyjnych nr: 2160/2, 2162, 2163, 2282/6, 2164, 2159/2, 2158/2, 1332/3, 1336/1, 1335/1, 1335/2, 1334/2. Przepompownia stanowi element układu melioracyjnego, wchodzącego w skład kanału Opoka-Borów i odwadnia tereny między wałami rzeki Sanny i prawobrzeżnej Wisły. Wylot przepompowni zlokalizowany jest w km 2+300 cieku Sanna (wg. pomiary po regulacji cieku) i w 0+660 lewego wału rzeki Sanny.

**Poniższe zestawienie współrzędnych podano w geodezyjnym układzie odniesienia PL-ETRF2000.**

Lp.	wsp. X	wsp. Y	Opis
1	5635819.1283	7561061.6218	oś czerpni przepompowni



Rys. 1: Lokalizacja obiektu objętego ekspertyzą.

## 2.2 Historia obiektu

Według przekazanych materiałów budowę obiektu ukończono w roku 1982 i w tym roku oddano go do użytkowania. Poprzednim zarządcą obiektu był Wojewódzki Zarząd Melioracji i Urządzeń Wodnych w Lublinie, który pełnił funkcję administratora obiektu do 19 czerwca 2018 roku.

Aktualnym zarządcą obiektu jest Państwowe Gospodarstwo Wodne Wody Polskie Zarząd Zlewni w Stalowej Woli.

Nie przekazano kompletnej dokumentacji budowlanej ani powykonawczej obiektu, prowadzenie książki obiektu rozpoczęto 07.05.1999 r. Z zapisów w książce obiektu wynika, iż pomiędzy rokiem 1999 a 2007 przepompowania podlegała robotom modernizacyjnym, dokładny zakres robót nie jest znany. Remontowi podlegały budynek przepompowni, plac manewrowy, oświetlenie, pompy oraz układ zasilania, przebudowano służę wałową na kanale obiegowym, wykonując zamknięcie awaryjne w postaci zastawki.

### 2.2.1. Zarządcy obiektu

Poprzednim zarządcą obiektu był Lubelski Zarząd Melioracji i Urządzeń Wodnych, aktualnym zarządcą obiektu jest Państwowe Gospodarstwo Wodne Wody Polskie.

### 2.2.2. Ocena kompletności dokumentacji

Obiekt nie posiada dokumentacji projektowej. Brak pozwolenia wodnoprawnego i instrukcji gospodarowania wodą. Zarządca dysponuje jedynie książką obiektu założoną 29.01.1999 roku.

*Tab. 1 Wykaz przekazanej dokumentacji obiektu*

Lp.	Dokument	Stan
1	Projekt budowlany/wykonawczy	brak pierwotnej dokumentacji – przekazano dok. z 1999r.
2	Dokumentacja powykonawcza	brak
3	Książka obiektu	kompletna



### 2.3. Przeprowadzone okresowe przeglądy obiektu

W ramach ostatniej oceny pięcioletniej opracowanej 2 lipca 2020 r. nakazano między innymi opracowanie ekspertyzy ustalającej przyczyny powstających wysięków na terenie placu manewrowego przy budynku przepompowni.

Obiekt otrzymał następującą klasyfikację:

Ocena stanu technicznego – stan dobry

Końcowa ocena stanu bezpieczeństwa – stan niezagrożający bezpieczeństwu z uwagami.

### 2.4. Opis zjawiska

Przedmiotem opracowania jest ustalenie przyczyny powstawania zaobserwowanych przez obsługę techniczną obiektu wysięków na placu manewrowym przy budynku przepompowni. W ramach opracowywanej przez autora niniejszej ekspertyzy, oceny stanu technicznego w roku 2020 dla przedmiotowej przepompowni, obsługa obiektu zgłosiła występowanie wysięków na placu. Wysięki występowały w podstawie skarpy pomiędzy utwardzeniem placu przed budynkiem a chodnikiem – zjazdem do czerpni obiektu.

Zgodnie z zaleceniami zawartymi w ocenie stanu technicznego, zarządca obiektu prowadził obserwacje występującego zjawiska na przestrzeni ostatniego roku. Z ustaleń zarządcy wynika iż zjawisko to ma miejsce po wystąpieniu roztopów oraz intensywnych opadów deszczu. Wysięki nie posiadają korelacji z poziomem zwierciadła wody w zbiorniku wyrównawczym ani z poziomem zwierciadła wody w rzece Sanna.

Od momentu podpisania umowy z Zamawiającym na niniejszą ekspertyzę zjawisko nie wystąpiło, w związku z czym nie możliwe było jego zbadanie przez autora ekspertyzy.

Poniżej zamieszczono zdjęcie zjawiska z roku 2020.



Zdj. 1: Wysięki lipiec 2020 – widok na dojazd do czerpni.

### 3. Inwentaryzacja, pomiary, badania, obliczenia, analiza zjawiska oraz przyczyn powstania

Zgodnie z opisem przedmiotu zamówienia na potrzeby niniejszej ekspertyzy przeanalizowano posiadaną przez Zamawiającego dokumentację archiwalną oraz wykonano pomiary i badania terenowe w zakres których wchodziły: pomiary sytuacyjno-wysokościowe, wykonanie odkrywek oraz badania geologiczne.

#### 3.1. Pomiary terenowe i inwentaryzacja uszkodzeń

Na potrzeby opracowania niniejszej ekspertyzy prowadzono badania kameralne w dniach 23-24 listopada 2021 roku. Warunki pogodowe: temperatura powietrza od +1 do +5°C, pogoda z przelotnymi opadami deszczu ze śniegiem.

Przeprowadzono inwentaryzację terenową, dokonując pomiaru geodezyjnego przy pomocy odbiornika GPS-RTK. Wyniki pomiarów geodezyjnych przedstawiono w płaskim układzie odniesienia 2000.7, współrzędne wysokościowe w układzie Kronsztad 86. Zgodnie z wymogami Zamawiającego wykonano badania geotechniczne oraz odkrywki miejsca z zakładaną lokalizacją sieci drenarskiej.

##### 3.1.1. Wykonane odkrywki

Na podstawie analizy archiwalnej dokumentacji fotograficznej, oraz szczątkowej dokumentacji projektowej obiektu, wytypowano w terenie prawdopodobną lokalizację sieci drenarskiej – wstępnie zakładano że to jest przyczyna wysięku.

Wykonano dwie odkrywki na skarpie pomiędzy dojazdem do czerpni przepompowni a placem manewrowym przed budynkiem.

Ponieważ wysięki koncentrowały się w widocznym na Zdj. 1 załamaniu spadku chodnika, zakładano że przyczyna wysięku zlokalizowana będzie powyżej tego miejsca, co potwierdzały zawilgoceńia kostki brukowej. Kolejnej odkrywki dokonano w linii prawdopodobnego przebiegu przyłącza do studni/zbiorników podziemnych zlokalizowanych na terenie przepompowni.



Zdj. 3: Lokalizacja odkrywki nr 1.



Zdj. 2: Dno odkrywki nr 1 – rodzime gliny.





Zdj. 4: Profil odkrywki nr 1.



Zdj. 6: Przewarstwienie z gruntów niespoistych.



Zdj. 5: Grunty antropogeniczne w odkrywce nr 2 - wkładki z gruntów niespoistych.



Odkrywki przerwano na głębokości około 2m poniżej górnego placu, z uwagi na fakt iż dokonano odkrywki gruntów rodzimych, które stanowiły gliny twardoplastyczne, oraz nie wystąpiło zwierciadło wody gruntowej, zrezygnowano z dalszego głębenia otworu. Dno wykonanych odkrywek odpowiadało poziomowi zwierciadła wody w studniach, w związku z tym gdyby w tym miejscu występował drenaż to powinno dojść do wysięków wody. Ponadto struktura gruntów wskazywała na to iż nie prowadzono wcześniej prac na tej głębokości.

### 3.1.2. Inwentaryzacja uszkodzeń.

W trakcie prac terenowych zlokalizowano dwie studnie odwodnieniowe z czasu budowy obiektu. Jena studnia znajduje się na lewym brzegu w pobliżu czerpni drugą studnię zlokalizowano na wprost czerpni przepompowni w czaszy zbiornika wyrównawczego poniżej zwierciadła wody w zbiorniku. Wykonano pomiar głębokości studni zlokalizowanej na lewym brzegu jej głębokość wynosi na dzień pomiaru 10.3m. Studnie po zakończeniu budowy nie zostały zaślepione, ze względu na brak dokumentacji archiwalnej nie jest znana lokalizacja pozostałych studni, ze względów technicznych wykonane były jeszcze minimum 4 takie studnie odwadniające wykop w trakcie budowy.

Na terenie przepompowni w pobliżu występujących wysięków znajdują się dwa włazy przekrywane studnie z kręgów betonowych. Ich funkcje nie są znane podobnie jak konstrukcja. Prawdopodobnie jedna z nich stanowi zbiornik na nieczystości zaś druga mogła mieć połączenie z tymczasowym systemem odwodnienia terenu. Z uwagi na różnicę poziomów zwierciadeł wód S1 od strony chodnika stanowi zbiornik na nieczystości z pomieszczeń socjalnych budynku. Studnia S2 miała zwierciadło wody na poziomie odpowiadającym studni odwodnieniowej na prawym brzegu zbiornika, w związku z czym przypuszczać należy iż studnia ta stanowiła element odwodnienia tymczasowego z czasów budowy obiektu.

Krawężniki zwieńczające utwardzenie placu przed budynkiem przepompowni na linii górnej skarpy są poklawiszowane. Dodatkowo powstały lokalne zaniżenia kostki.

W trakcie prac odkrywkowych ustalono iż kostka brukowa na dojeździe do czerpni wykonana została na płytach drogowych. Krawężnik i płyty drogowe z kolei ułożone zostały na warstwie podsypki piaskowo-żwirowej – co udało się ustalić w trakcie wykonywania odkrywek.

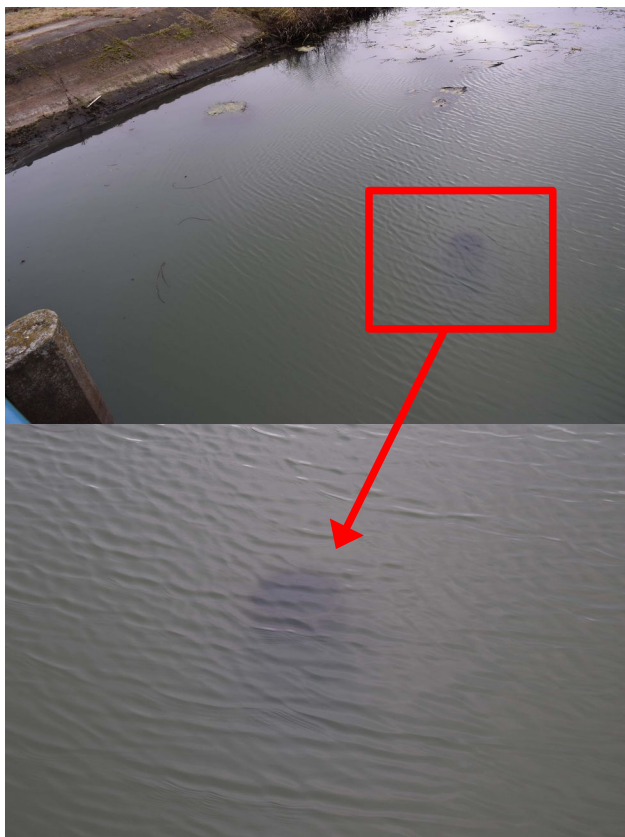


Zdj. 7: Studnia na prawym brzegu zbiornika wyrównawczego.



Zdj. 8: Studnia na prawym brzegu zbiornika wyrównawczego - lokalizacja.





*Zdj. 9: Studnia pozostawiona w czaszy zbiornika wyrównawczego.*



*Zdj. 10: Właz zbiornika na nieczystości.*



*Zdj. 11: Właz studni połączonej prawdopodobnie z odwodnieniem obiektu.*



*Zdj. 12: Lokalizacja włazów studni*

### 3.3. Warunki gruntowe

Według Szczegółowej mapy geologicznej Polski w skali 1 : 50 000, arkusz Annopol nr 820 teren badań pokryty jest holoceniowymi mułkami i glinami (madami) rzecznych tarasów zalewowych 0,5 – 3,5 m n.p. rzeki (Wisły). Lokalnie występują na tym obszarze holoceniowe namuły den dolinnych i zagłębień bezodpływowych. W trakcie wykonywania robót geotechnicznych nie przewiercono pokrywy czwartorzędowej. Wykonanymi odkrywkami do głębokości 2,00 m p.p.t. oraz otworami geotechnicznymi do głębokości 4,00 ÷ 8,00 m p.p.t. w podłożu stwierdzono występowanie gruntów:

- gruboziarnistych (niespoistych): piasek pylasty, piasek drobny;
- drobnoziarnistych (spoistych): glina próchniczna, glina, glina piaszczysta, glina pylasta.

Dokładne wyniki badań gruntu przedstawione zostały w opinii geotechnicznej – cz. IV opracowania. Z uwagi na występujące w podłożu grunty spoiste nie przeprowadzono badań sondą dynamiczną wg wymogów OPZ – badanie to nie ma zastosowania w przypadku gruntów spoistych.

Wykonano badania krzywej uziarnienia występującej w otworze OG1 warstwy gruntów niespoistych, na podstawie krzywej uziarnienia można stwierdzić iż jest to grunt silnie podatny na sufozję – piasek pylasty.

### 3.4. Obliczenia kontrolne

#### 3.4.1. Analiza stateczności konstrukcji

Zgodnie z opisem przedmiotu zamówienia w celu określenia stateczności obiektu wykonano obliczenia numeryczne przy wykorzystaniu metody MES (metody elementów skończonych) w programie ZSOIL\_PC 2018 v 18.11.

Algorytm oceny stateczności metodą redukcji „c-φ”, jest to uniwersalna metoda służąca do numerycznej analizy stateczności konstrukcji ziemnych i współpracujących z gruntem. Idea metody proporcjonalnej redukcji parametrów wytrzymałościowych jest obecnie wykorzystywana przez wiele programów (Z\_Soil, Hydrogeo, Plaxis). Została ona wprowadzona przez Zimmermana w pierwszej wersji systemu Z\_Soil z roku 1985. Poniżej zamieszcza się schemat postępowania tej metody:

A) rozwiązując (zdyskretyzowany przy użyciu MES) problem brzegowy statyki, wyznacza się rozkład naprężeń w analizowanym obiekcie na danym etapie jego budowy lub użytkowania wywołany: ciężarem własnym, innymi stałymi obciążeniami statycznymi, ciśnieniami porowymi. Spełnienie w tym przypadku warunków równowagi przy wykorzystaniu modelu sprężysto - plastycznego odpowiada osiągnięciu współczynnika bezpieczeństwa  $SF=1.0$ .

B) modyfikuje się wartość współczynnika bezpieczeństwa " $SF$ ", redukując kohezję  $c$  i tangens kąta tarcia wewnętrznego  $\phi$  dla wszystkich materiałów sprężysto-plastycznych występujących w przyjętym modelu, wg formuł (1)

$$\begin{aligned} SF^{(n)} &= SF^{(n-1)} + \Delta SF \\ (tg\phi)^{(n)} &= \frac{tg\phi^{(0)}}{SF^{(n)}} \\ c^{(n)} &= \frac{c^{(0)}}{SF^{(n)}} \end{aligned} \quad (1)$$

C) dokonuje się ponownej analizy sprężysto - plastycznej dla zmodyfikowanych parametrów, ale bez zmiany obciążeń. Nadwyżkę sił  $\Delta \mathbf{F}$ , roziterowywaną metodą Newtona-Raphsona, stanowią w tym przypadku różnica sił pomiędzy stanem wyjściowym n-1, w którym siły pochodzą od naprężeń określonych dla  $SF^{(n-1)}$  (przy których osiągnięto stan równowagi), a siłami określonymi dla zredukowanych (w stosunku do poprzednich) powierzchni granicznych.

$$\Delta \mathbf{F} = \mathbf{B}^T \boldsymbol{\sigma}(SF^{(n-1)}) - \mathbf{B}^T \boldsymbol{\sigma}(SF^{(n)}) \quad (2)$$

W stanie równowagi spełniona jest zależność

$$\mathbf{F}_{ext} = \mathbf{B}^T \boldsymbol{\sigma}(SF^{(n-1)}) \quad (3)$$

więc równanie (2) przyjmuje postać

$$\Delta \mathbf{F} = \mathbf{F}_{ext} - \mathbf{B}^T \boldsymbol{\sigma}(SF^{(n)}) \quad (4)$$

Jeżeli udaje się uzyskać stan równowagi statycznej na drodze zbieżnego procesu iteracyjnego, kontynuuje się redukcję wg B). Jeśli występuje rozbieżność procesu iteracyjnego (objawiająca się powstawaniem bardzo dużych deformacji, często o jakościowo innej formie niż te w stanie zrównoważonym), oznacza to, że przy aktualnie założonym współczynniku bezpieczeństwa konstrukcja nie jest stateczna. Siły czynne działające na obiekt nie mogą być wówczas zrównoważone naprężeniami pozostającymi wewnątrz powierzchni granicznych wynikających z aktualnych parametrów ( $c/SF$ ,  $tg\phi/SF$ ), i to w takim obszarze, że uaktywnia się mechanizm zniszczenia. Towarzyszy temu osobliwość globalnej macierzy sztywności modelu MES i analiza jest przerywana.

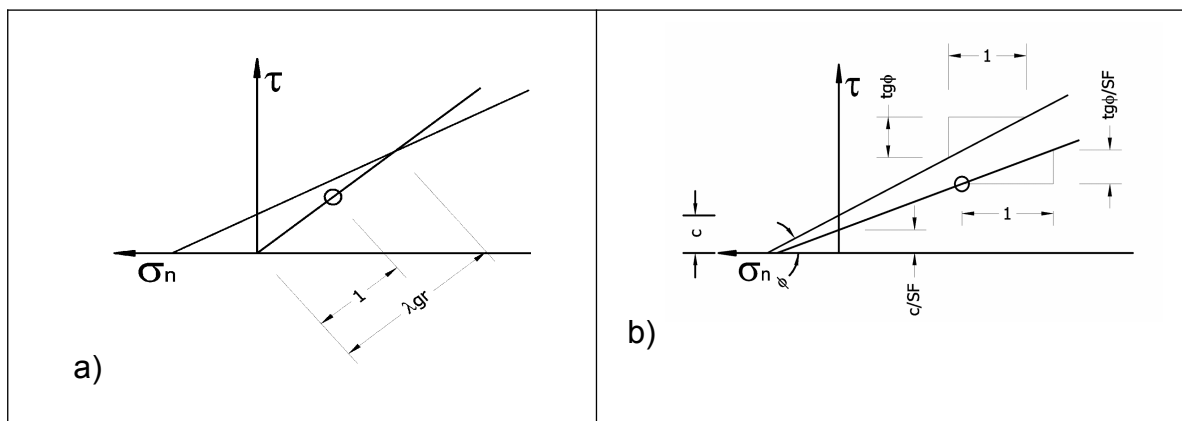
Jako wartość oszacowanego współczynnika bezpieczeństwa przyjmuje się ostatnią wartość współczynnika redukującego SF, przy której możliwe jest jeszcze uzyskanie stanu równowagi. Dokładność tego oszacowania może być dowolnie zwiększana poprzez zmniejszanie kroku  $\Delta SF$ . W praktyce jednak porzeka się na  $\Delta SF = 0.01$ .

Deformacja towarzysząca stanowi niezrównoważonemu stanowi ilustrację formy utraty stateczności sprężysto - plastycznej (same wartości przemieszczeń nie posiadają w tym przypadku znaczenia fizycznego), pozwalającą na określenie powierzchni poślizgu. W metodzie redukcji  $c-\phi$ , inaczej niż w tradycyjnych metodach oceny stateczności, nie zakłada się z góry żadnej powierzchni poślizgu (to jest jej kształtu ani przebiegu) - jej postać (forma utraty stateczności) jest wynikiem analizy, co stanowi o obiektywności i uniwersalności omawianej metody. Należy zauważyć, że uzyskany współczynnik bezpieczeństwa jest mnożnikiem pojawiającym się pomiędzy sumami stycznych sił czynnych  $T_c$  a sił utrzymujących  $T_u$  (spełniających początkowy warunek graniczny), obliczanymi wzdłuż wyznaczonej numerycznie (a nie arbitralnej) powierzchni poślizgu  $\Gamma$ , co odpowiada normatywnemu rozumieniu warunku bezpieczeństwa. W stanie granicznym zachodzą bowiem relacje (5):

$$T_c = \int_{\Gamma} \tau \, d\Gamma = \int_{\Gamma} \left( \frac{c}{SF} + \frac{tg(\phi)}{SF} \sigma_n \right) d\Gamma = \frac{1}{SF} T_u \Rightarrow SF \cdot T_c = T_u \quad (5)$$

W przypadkach prostych opisywana metoda prowadzi do uzyskania wyników bardzo dobrze zgodnych z powszechnie akceptowanymi przybliżonymi metodami obliczeniowymi. Przykładem jest tu zagadnienie stateczności skarpy jednorodnej, w którym opisywaną metodą uzyskuje się współczynniki stateczności odbiegające do 3% od uzyskanych uproszczoną metodą Bishopa i nieco wyższe (do 6%) od uzyskanych metodą szwedzką (Felleniusa), przy jednocześnie zbliżonym przebiegu powierzchni poślizgu.

Teoretycznie możliwe jest ocenianie stateczności obiektu poprzez przyrostowe zwiększanie działających na niego obciążeń aż do utraty stateczności, przejawiającej się w analizie numerycznej brakiem możliwości uzyskania równowagi sprężysto - plastycznej i rozbieżnością procesu iteracyjnego. Podejście takie ma sens jedynie w sytuacji gdy głównym czynnikiem destabilizującym jest obciążenie zewnętrzne (co ma miejsce w przypadku fundamentów). Jednak, gdy decydującym obciążeniem jest ciężar gruntu i jego parcie (a taka sytuacja występuje w przypadku omawianej konstrukcji) podejście takie zawodzi całkowicie. Jest to spowodowane faktem iż w takiej sytuacji ścieżka naprężeń w płaszczyźnie  $\tau$ - $\sigma_n$  ma przebieg liniowy i nie przecina powierzchni granicznej lub przecina ją dopiero dla bardzo wysokich mnożników obciążenia  $\lambda_{gr}$  (co prowadzi do błędnego wniosku o znacznym zapasie stateczności analizowanej konstrukcji).

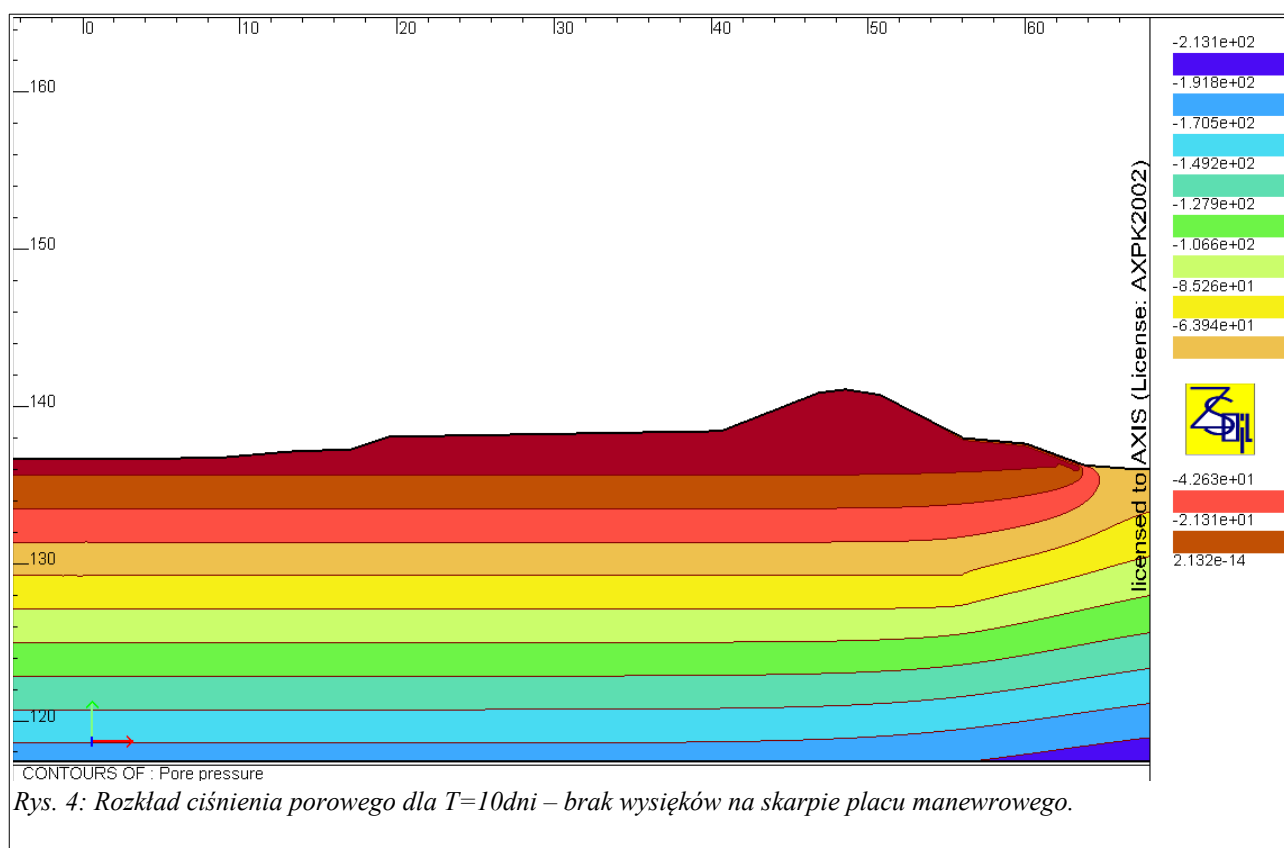
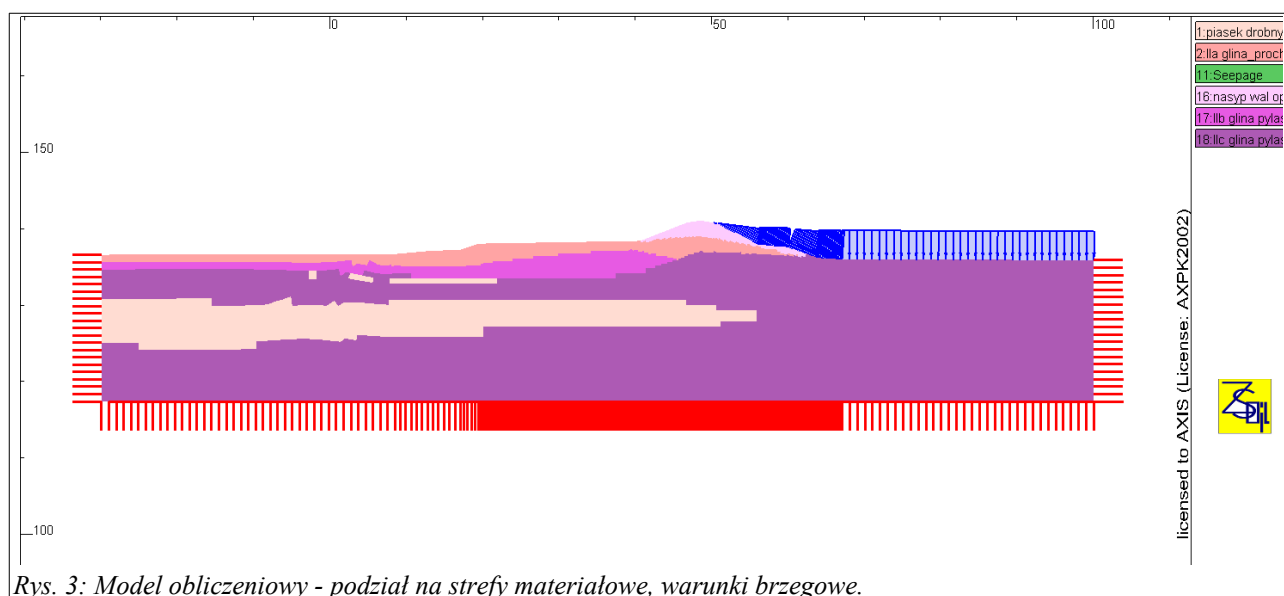


Rys. 2: Sytuacja w wybranym punkcie ośrodka gruntowego przy różnych sposobach oceny stateczności: a) przez zwiększanie obciążenia b) metoda  $c$ - $\phi$  redukcji

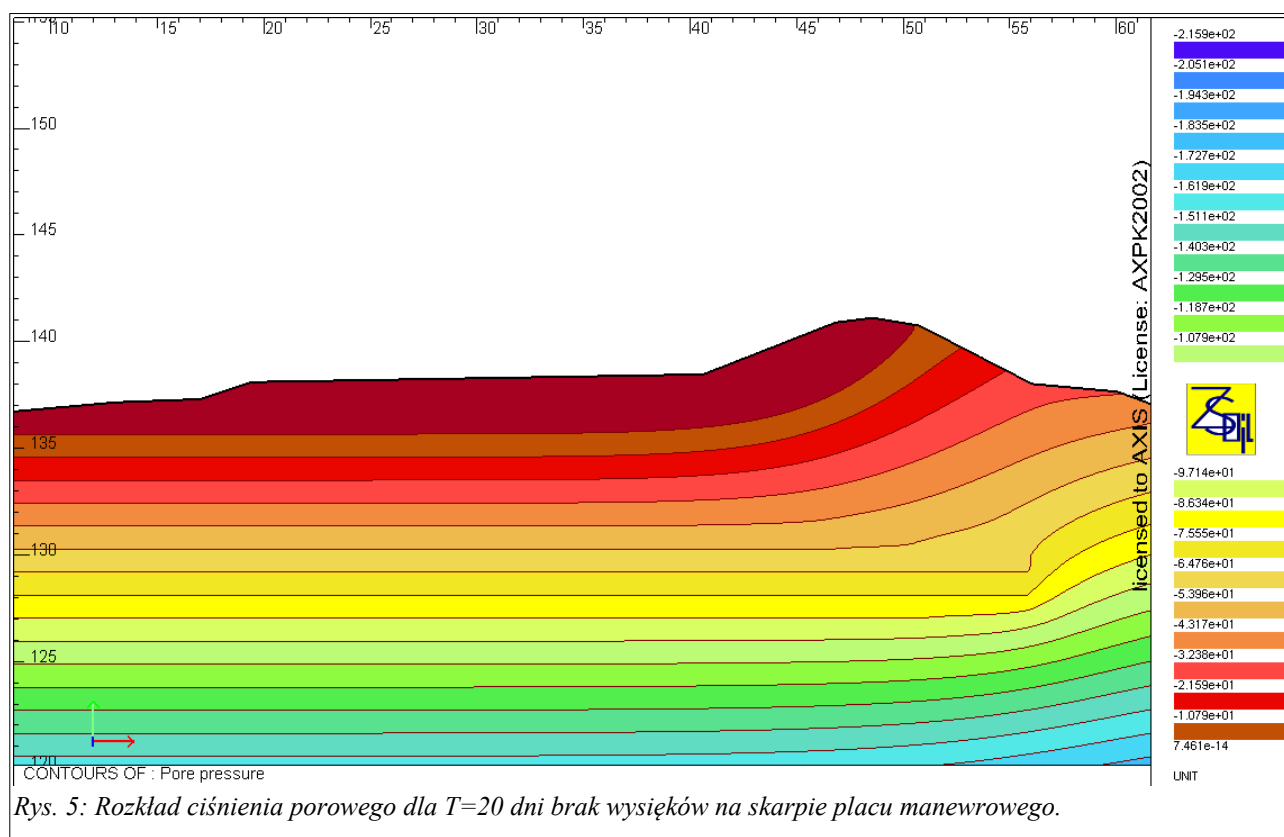
Obliczenia przeprowadzono stosując model konstytutywny Mohra-Coulomba, bazując na danych uzyskanych w wyniku przeprowadzonych badań i pomiarów terenowych. Wykonano obliczenia dla stanu ciśnienia nieustalonego przy maksymalnym poziomie zwierciadła wody dla wałów rzeki Sanna. Założono falę powodziową o 10 dniowym tempie podnoszenia od maksymalnego poziomu, 10 dniowe utrzymywanie się fali a następnie 10 dniowe opadanie.

Analizowano wartości ciśnień porowych, prędkości przepływów filtracyjnych oraz wartości gradientu ciśnienia, obliczono współczynnik stateczności ogólnej.

Poniżej przedstawiono wyniki wykonanych analiz.







### 3.4.2. Podsumowanie przeprowadzonych analiz obliczeniowych

Z uwagi na konstrukcję wału oraz budowę geologiczną podłoża, zjawisko filtracji w trakcie fali wezbraniowej nie jest przyczyną powstających wysięków.

Jak potwierdziły analizy obliczeniowe wykonane metodą elementów skończonych MES, stateczność wału i skarpy na placu manewrowym jest zachowana i przekracza wartość minimalną wymaganą przez Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 20 kwietnia 2007 roku w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budowle hydrotechniczne i ich usytuowanie.

Z uwagi na głębokość zalegania warstwy piasków podatnych na sufozję i ukształtowanie terenu, nie ma ryzyka związanego z wystąpieniem sufozji w trakcie wezbrania, warstwa ta nie ma połączenia bezpośrednio z powierzchnią terenu ani nie przebiega pod obwałowaniem co wykazały wykonane badania jak i badania archiwalne gruntu.

## 4. Wnioski z pomiarów, oględzin i badań obejmujących ocenę stanu technicznego budowli

### 4.1. Identyfikacja uszkodzeń, oraz przyczyny ich powstania

#### Opis i przyczyny powstania wysięków:

Przeprowadzone badania geologiczne, odkrywki, oraz analizy obliczeniowe nie wskazały bezpośredniej przyczyny występującego wysięku. Grunty budujące podłoże placu manewrowego w zakresie gruntów rodzimych stanowią gliny. Występujące wkładki i przewarstwienia ze żwirów oraz piasków nie stanowią bezpośrednio przyczyny wysięków.

Zlokalizowane na terenie przepompowni studnie odwodnieniowe z czasów budowy obiektu mogłyby być bezpośrednią przyczyną zjawiska. Prawdopodobne jest zlokalizowanie kolejnej studni w rejonie wysięku jednak występowanie wysięków byłoby skorelowane z wysiękami na pozostałych studniach co według obserwacji prowadzonej przez zarządcę obiektu nie ma miejsca.

Wykonanymi odkrywkami nie udało się zlokalizować ewentualnej sieci drenarskiej która mogłaby powodować wysięki na placu manewrowym.

W związku z prowadzonymi przez Zarządcę obiektu obserwacjami oraz wykonanymi badaniami i obliczeniami jako przyczynę wysięku należy uważać konstrukcję utwardzenia placu.

Według prowadzonych obserwacji wysięki występują z nieznacznym opóźnieniem w stosunku do intensywnych opadów deszczu i nie mają powiązania ze zwierciadłem wody w rzece Sanna.

Wykonane odkrywki ujawniły iż górna część placu manewrowego stanowi mieszaninę gruntów spoistych ze żwirami, piaskami i rumoszem, grunty rodzime poniżej poziomu zejścia do czerpni stanowią nieprzepuszczalne gliny. Utwardzenie placu wykonano z kostki brukowej na podsypce piaskowej prawdopodobnie na płytach drogowych ułożonych na podsypce piaskowo-żwirowej jak ma to miejsce na zjeździe do czerpni. Warstwy podsypek stanowią warstwę transmisyjną opadów atmosferycznych, które infiltrują w antropogeniczny nasyp pod placem manewrowym, oraz przepływają w warstwie podsypki zgodnie ze spadkiem terenu. Największa koncentracja filtrującej wody ma miejsce w załamaniu terenu na lewym przyczółku czerpni, woda z uwagi na rodzime grunty nieprzepuszczalne nie ma możliwości na dalszą infiltrację w związku z czym dochodzi do wysięków. Czas trwania tego zjawiska nie jest znany z uwagi na poklawiszowane krawężniki na górnym placu manewrowym można przypuszczać iż zjawisko to występuje od czasu momentu wykonania utwardzenia.

## **5. Zalecenia i wskazanie robót niezbędnych do usunięcia zlokalizowanych nieprawidłowości dla przywrócenia funkcjonalności obiektu**

Wykonane analizy obliczeniowe wykazały iż zjawisko nie stanowi zagrożenia dla bezpieczeństwa obiektu ani wału przeciwpowodziowego.

Z uwagi na pogarszający się stan górnej części placu manewrowego, zaleca się wykonanie remontu tej części placu. Dla likwidacji wysięków należy wykonać odwodnienie liniowe w postaci ścieku przykrawężnikowego i drenażu opaskowego zlokalizowanego pod linią krawężnika, drenaż należy poprowadzić od schodów na górnej części placu schodów na zjeździe do czerpni. Odwodnienie wyprowadzić bezpośrednio do czaszy zbiornika wyrównawczego przepompowni. Dzięki temu rozwiązaniu woda infiltrująca pod placem manewrowym zostanie w sposób bezpieczny przekierowana do zbiornika co wpłynie pozytywnie zarówno na estetykę obiektu jak i na stateczność skarpy.



## Wykaz zdjęć

<i>Zdj. 1: Wysięki lipiec 2020 – widok na dojazd do czerpni.....</i>	<i>10</i>
<i>Zdj. 2: Dno odkrywki nr 1 – rodzime gliny.....</i>	<i>11</i>
<i>Zdj. 3: Lokalizacja odkrywki nr 1.....</i>	<i>11</i>
<i>Zdj. 4: Profil odkrywki nr 1.....</i>	<i>12</i>
<i>Zdj. 5: Grunty antropogeniczne w odkrywce nr 2 - wkładki z gruntów niespoistych.....</i>	<i>12</i>
<i>Zdj. 6: Przewarstwienie z gruntów niespoistych.....</i>	<i>12</i>
<i>Zdj. 7: Studnia na prawym brzegu zbiornika wyrównawczego.....</i>	<i>13</i>
<i>Zdj. 8: Studnia na prawym brzegu zbiornika wyrównawczego - lokalizacja.....</i>	<i>13</i>
<i>Zdj. 9: Studnia pozostawiona w czaszy zbiornika wyrównawczego.....</i>	<i>14</i>
<i>Zdj. 10: Właz zbiornika na nieczystości.....</i>	<i>14</i>
<i>Zdj. 11: Właz studni połączonej prawdopodobnie z odwodnieniem obiektu.....</i>	<i>14</i>
<i>Zdj. 12: Lokalizacja włazów studni.....</i>	<i>14</i>

## III. CZĘŚĆ RYSUNKOWA

### Spis rysunków:

1. Rys archiwalny nr 3 – zagospodarowanie terenu
2. MS\_01 – Lokalizacja wysięków i wykonanych badań na mapie sytuacyjno-wysokościowej skala 1:500
3. Przekroje poprzeczne wału i placu manewrowego przepompowni skala 1:100/200