

## PROJEKT TECHNICZNY BRANŻA HYDROTECHNICZNA

dla zadania pn.: „Rozbudowa zbiornika retencyjnego „Krynica”  
w miejscowości Lipie”

### Kategorie obiektów budowlanych XXIV

Lokalizacja obiektów objętych inwestycją:	Jednostka ewidencyjna 180905_5 Lipie, obręb Lipie 0007, dz. ew. nr: 5/7, 5/9, 5/30
Inwestor:	Gmina Narol ul. Rynek 1 37-610 Narol
Jednostka projektowa:	AXIS USŁUGI PROJEKTOWE Sp. z o.o. Sulisławice 144 27-670 Łoniów

	Imię i Nazwisko	Uprawnienia	Podpis
Projektant	mgr inż. Kamil Krupa	MAP/0108/PWBH/15 specjalność: inżynierska hydrotechniczna	
Sprawdzający	mgr inż. Mateusz Turek	SWK/POOK/0033/12 specjalność: konstrukcyjno-budowlana	
Asystent	inż. Konrad Solpa	-----	

26 luty 2024 r.

### ZAWARTOŚĆ OPRACOWANIA

- Oświadczenia Projektantów
- Uprawnienia zawodowe
- Opis techniczny
- Część rysunkowa

## Spis zawartości projektu:

CZĘŚĆ FORMALNO-PRAWNA .....	2
Oświadczenie Projektanta .....	3
Oświadczenie Sprawdzającego Projekt .....	3
Uprawnienia zawodowe .....	4
I. CZĘŚĆ OPISOWA .....	8
1. Podstawa opracowania .....	8
1.1. Materiały użyte do opracowania dokumentacji .....	8
2. Stan istniejących konstrukcji .....	8
3. Projektowane rozwiązania techniczne .....	8
3.1. Rozbudowa czaszy zbiornika .....	9
3.1.1. Roboty ziemne .....	9
3.1.2. Umocnienia przeciwoerozyjne .....	9
3.2. Drogi technologiczne .....	10
3.3. Obliczenia statyczno-wytrzymałościowe .....	10
3.3.1. Metoda analizy stateczności .....	10
3.3.2. Przekrój obliczeniowy .....	12
4. Technologia wykonania robót .....	15
4.1. Kolejność realizacji robót .....	15
4.2. Uwagi i zalecenia dodatkowe .....	15
II. CZĘŚĆ RYSUNKOWA .....	16
N_01 – Profil podłużny zbiornika skala: 1:100/500 .....	17
N_02 – Niwelety dróg technologicznych skala: 1:100/200 .....	18
PP_01 – Przekroje poprzeczne zbiornika – rozbudowa lewego brzegu skala: 1:100/100 .....	19
PP_02 – Przekroje poprzeczne zbiornika – rozbudowa lewego prawego skala: 1:100/100 .....	20
S_01 – Szczegóły konstrukcyjne skala: 1:50 .....	21

## **CZĘŚĆ FORMALNO-PRAWNA**

**Inwestor:**  
**Gmina Narol**  
**ul. Rynek 1**  
**37-610 Narol**

**Adres:**  
**Jednostka ewidencyjna 180905\_5 Lipie,**  
**obręb Lipie 0007, dz. ew. nr: 5/7, 5/9, 5/30**

## Oświadczenie Projektanta

Kamil Krupa

(imię i nazwisko)

MAP/0108/PWBH/15

.....  
(nr uprawnień)

MAP/BH/0265/15

.....  
(nr członkowski izby zawodowej)

26-02-2024 r.

Zgodnie z art. 20 Ustawy z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane (tekst jedn. Dz. U. z 2023 r. poz. 682 z póź. zm.) niniejszym oświadczam, że projekt zagospodarowania terenu wraz z projektem architektoniczno-budowlanym dla zadania pn.: „Rozbudowa zbiornika retencyjnego „Krynica” w miejscowości Lipie” sporządzony w dniu: 26-02-2024 r. dla Gminy Narol został wykonany zgodnie z obowiązującymi przepisami oraz zasadami wiedzy technicznej.

.....  
(podpis)

## Oświadczenie Sprawdzającego Projekt

Mateusz Turek

(imię i nazwisko)

SWK/POOK/0033/12

.....  
(nr uprawnień)

SWK/BO/0123/12

.....  
(nr członkowski izby zawodowej)

26-02-2024 r.

Zgodnie z art. 20 Ustawy z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane (tekst jedn. Dz. U. z 2023 r. poz. 682 z póź. zm.) niniejszym oświadczam, że projekt zagospodarowania terenu wraz z projektem architektoniczno-budowlanym dla zadania pn.: „Rozbudowa zbiornika retencyjnego „Krynica” w miejscowości Lipie” sporządzony w dniu: 26-02-2024 r. dla Gminy Narol został wykonany zgodnie z obowiązującymi przepisami oraz zasadami wiedzy technicznej.

.....  
(podpis)

## 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. Zygmont Rawicki
2. Członek Składu Orzekającego  
mgr inż. arch. Elżbieta Gabrys
3. Członek Składu Orzekającego  
mgr inż. Tadeusz Sulkowski

### Otrzymują:

1. Pan Kamil Krupa  
Wiązownica 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. Zygmont 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-2SG-2S2-KKB \*

Pan Kamil Sebastian Krupa o numerze ewidencyjnym MAP/BH/0265/15

adres zamieszkania \_\_\_\_\_

jest członkiem Małopolskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa i posiada wymagane ubezpieczenie od odpowiedzialności cywilnej.

Niniejsze zaświadczenie jest ważne od 2023-08-01 do 2024-07-31.

Zaświadczenie zostało wygenerowane elektronicznie i opatrzone bezpiecznym podpisem elektronicznym weryfikowanym przy pomocy ważnego kwalifikowanego certyfikatu w dniu 2023-07-18 roku przez:

Mirosław Boryczko, Przewodniczący Rady Małopolskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa.

Zgodnie z art. 78<sup>1</sup> K.c.

§ 1. Do zachowania elektronicznej formy czynności prawnej wystarcza złożenie oświadczenia woli w postaci elektronicznej i opatrzenie go kwalifikowanym podpisem elektronicznym.

§ 2. Oświadczenie woli złożone w formie elektronicznej jest równoważne z oświadczeniem woli złożonym w formie pisemnej.

\* 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.





ŚWIĘTOKRZYSKA  
OKRĘGOWA  
IZBA  
INŻYNIERÓW  
BUDOWNICTWA

Okręgowa Komisja Kwalifikacyjna  
sygn. akt SK-0054-0011(2)/12

Kielce dnia 04 lipca 2012 r.

## DECYZJA

Na podstawie art. 24 ust. 1 pkt 2 ustawy z dnia 15 grudnia 2000r. o samorządach zawodowych architektów, inżynierów budownictwa oraz urbanistów (*Dz.U. z 2001r., Nr 5, poz. 42 z późn. zm.*) i art. 12 ust. 1 pkt 1 i 5, art. 12 ust. 3, art. 13 ust. 1 pkt 1 i ust. 4, art. 14 ust. 1 pkt 2 ustawy z dnia 7 lipca 1994r. Prawo budowlane (*tekst jednolity: Dz.U. z 2010r., Nr 243, poz. 1623 z późn. zm.*) oraz § 11 ust. 1 pkt 1, § 15 i § 17 ust. 1 pkt 1 rozporządzenia Ministra Transportu i Budownictwa z dnia 28 kwietnia 2006r. w sprawie samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie (*Dz.U. z 2006r., Nr 83, poz. 578 z późn. zm.*), art. 104 ustawy z dnia 14 czerwca 1960r. Kodeks postępowania administracyjnego (*tekst jednolity: Dz.U. z 2000r., Nr 98, poz. 1071 z późn. zm.*)

Okręgowa Komisja Kwalifikacyjna  
Świętokrzyskiej Izby Inżynierów Budownictwa  
nadaje Panu

Mateuszowi Andrzejowi Turek  
magistrowi inżynierowi budownictwa  
urodzonemu dnia 21 czerwca 1984 roku w Staszowie

**UPRAWNIENIA BUDOWLANE**  
**nr ewidencyjny SWK/POOK/0033/12**  
**do projektowania bez ograniczeń**  
**w specjalności konstrukcyjno-budowlanej**

## Szczegółowy zakres nadanych uprawnień budowlanych

I. Na mocy art. 12 ust. 1 pkt 1 i 5, art. 13 ust. 4 ustawy - Prawo budowlane, w zakresie objętym wyżej wymienioną specjalnością, niniejsze uprawnienia stanowią podstawę do:

- projektowania, sprawdzania projektów architektoniczno-budowlanych i sprawowania nadzoru autorskiego,
- sprawowania kontroli technicznej utrzymania obiektów budowlanych.

II. Na mocy § 15 i § 17 ust. 1 pkt 1 rozporządzenia Ministra Transportu i Budownictwa w sprawie samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie, niniejsze uprawnienia uprawniają do:

- sporządzania projektu zagospodarowania działki lub terenu, w zakresie objętym w/w specjalnością,
- sporządzania projektu architektoniczno-budowlanego obiektu budowlanego w odniesieniu do konstrukcji obiektu.

## Uzasadnienie

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

## Pouczenie

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

Skład Orzekający  
Okręgowej Komisji Kwalifikacyjnej

Przewodniczący Składu Orzekającego

mgr inż. Andrzej Pawelec

Członek Składu Orzekającego

dr inż. Stefan Szatkowski

Członek Składu Orzekającego

mgr inż. Edmund Piętażek

Otrzymują:

1. Pan Mateusz Andrzej Turek  
ul. Słowackiego 55  
28-200 Staszów
2. Główny Inspektor Nadzoru Budowlanego
3. Okręgowa Rada ŚOIIB
4. a/a





### Zaświadczenie

o numerze weryfikacyjnym:

SWK-DAG-W59-HGK \*

Pan Mateusz Andrzej Turek o numerze ewidencyjnym SWK/BO/0123/12

adres zamieszkania \_\_\_\_\_

jest członkiem Świętokrzyskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa i posiada wymagane ubezpieczenie od odpowiedzialności cywilnej.

Niniejsze zaświadczenie jest ważne od 2023-09-01 do 2024-08-31.

Zaświadczenie zostało wygenerowane elektronicznie i opatrzone bezpiecznym podpisem elektronicznym weryfikowanym przy pomocy ważnego kwalifikowanego certyfikatu w dniu 2023-07-07 roku przez:

Ewa Skiba, Przewodniczący Rady Świętokrzyskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa.

Zgodnie z art. 78<sup>1</sup> K.c.

§ 1. Do zachowania elektronicznej formy czynności prawnej wystarczy złożenie oświadczenia woli w postaci elektronicznej i opatrzenie go kwalifikowanym podpisem elektronicznym.

§ 2. Oświadczenie woli złożone w formie elektronicznej jest równoważne z oświadczeniem woli złożonym w formie pisemnej.

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



## I. CZĘŚĆ OPISOWA

### 1. Podstawa opracowania

Podstawą niniejszego opracowania jest umowa zawarta pomiędzy Gminą Narol, a firmą AXIS USŁUGI PROJEKTOWE Sp. z o.o. na opracowanie dokumentacji projektowej np.: „**Rozbudowa zbiornika retencyjnego „Krynica” w miejscowości Lipie**”.

#### 1.1. Materiały użyte do opracowania dokumentacji

Przy opracowywaniu dokumentacji wykorzystane zostały następujące opracowania i materiały:

- a. Ustawa z dnia 07.07.1994r. Prawo budowlane ( Dz.U.2023.682 z póź. zm.).
- b. Ustawa z dnia 20.07.2017r. Prawo Wodne (Dz.U.2023.1478 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.2007.86.579).
- d. Ustawa „Prawo Ochrony Środowiska” z dnia 27 kwietnia 2001 r. (Dz.U.2024.54 z póź. zm.).
- e. Istniejące opracowania i materiały kartograficzne:
  - mapy sytuacyjno-wysokościowe w skali 1: 500
- f. Przeprowadzone wizje lokalne.
- g. Oględziny stanu istniejącego.

### 2. Stan istniejących konstrukcji

Aktualnie zbiornik nie posiada umocnień przeciwoerozyjnych na skarpach, lokalnie doszło do ich uszkodzeń. Dno zbiornika wypełnione jest roślinnością – trzcinami, które należy usunąć w ramach prac budowlanych. Aktualna powierzchnia zbiornika wynosi 0.3ha.

### 3. Projektowane rozwiązania techniczne

Niniejsza dokumentacja projektowa dotyczy rozbudowy czaszy zbiornika, wykonane zostaną roboty ziemne oraz umocnieniowe. Wykonane zostanie poszerzenie czaszy zbiornika lewobrzeżna skarpa do 10m zaś prawobrzeżna od 12m do 19m. W ramach prac powierzchnia zbiornika zwiększy się z 0.35ha do 0.46ha. Oczyszczona zostanie czasza zbiornika z nagromadzonej roślinności w szczególności trzcin. Strefa brzegowa zostanie urozmaicona, tak aby imitowała skarpy naturalnych zbiorników wodnych. Profilowaniu poddana zostanie linia brzegowa, w celu naprawy powstałych uszkodzeń erozyjnych. Nowo wykonane skarpy będą miały łagodne nachylenia od 1:2.0 do 1:3.0. Skarpy w rejonie mnicha oraz od strony drogi publicznej zostaną umocnione przeciwoerozyjnie narzutem kamiennym na geowłókninie. Po wykonaniu prac skarpy oraz teren przekształcony w trakcie prac zostaną obsiane mieszkankami traw jako

umocnienie przeciwoerozyjne. Roboty ziemne należy wykonać zgodnie z normą PN-B 12095. Warstwy nasypowe należy zagęścić do osiągnięcia  $IS > 0.98$ .

Poziom maksymalnego zwierciadła wody w zbiorniku nie ulega zmianie w stosunku do stanu istniejącego.

Na potrzeby obsługi technicznej wykonane zostaną dwie drogi o nawierzchni z kruszyw łamanych o szerokości 3.0m, drogi te będą zlokalizowane w miejscu istniejących dróg o nawierzchni gruntowej. Zjazd z drogi publicznej nie będzie przebudowywany.

Poniżej zestawiono parametry techniczne urządzeń wodnych.

### **Klasa budowli: pozaklasowa**

(zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 20 kwietnia 2007 roku w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budowle hydrotechniczne i ich usytuowanie)

### **Geometria zbiornika:**

- powierzchnia czaszy zbiornika po rozbudowie 4 600 m<sup>2</sup>
- średnia głębokość zbiornika 1.2m
- powierzchnia lustra wody 3 660 m<sup>2</sup>
- objętość wody przy MaxZW do 3 672 m<sup>3</sup>
- nachylenie skarp prawobrzeżnych 1:2.0/1:3.0
- nachylenie skarp lewobrzeżnych 1:3.0/1:2.0

### **Charakterystyczne rzędne**

- rzędna maksymalnego poziomu zwierciadła wody - 274.10 m n.p.m.
- rzędne górnej krawędzi skarpy prawobrzeżnej – 274.6-275.8m n.p.m.
- rzędne górnej krawędzi skarpy lewobrzeżnej – 274.8-275.4 m n.p.m.
- rzędna dna zbiornika - 272.90-273.54-m n.p.m.

## **3.1. Rozbudowa czaszy zbiornika**

### **3.1.1. Roboty ziemne**

Roboty ziemne należy wykonać zgodnie z normą PN-B 12095. Odtwarzane korpusy ziemne, zasypywane odkrywki należy zagęścić do osiągnięcia  $Is > 0.98$ . W miejscach rozluźnienia skarp wykonać dodatkowe narzuty kamienne, alternatywnie przy nieznacznych wysiękach wód gruntowych wykonać dogęszczenie skarpy metodą schodkowania.

### **3.1.2. Umocnienia przeciwoerozyjne**

Projektuje się wykonanie umocnienia przeciwoerozyjnego z narzutu kamiennego. Narzut należy klinować, do jego wykonania użyć kamienia hydrotechnicznego zgodnie z normą PN-EN 13383-1, frakcja kamienia 100-300mm, układana na geowłókninie.

### **Do wykonania narzutu kamiennego należy użyć:**

- kamienia hydrotechnicznego , wg PN-EN 13383-1 gr. 35cm,

- frakcji kamienia 100-300mm,
- geowłókna 250g/m<sup>2</sup>, minimum 19/19kN/m
- odporność na przebicie statyczne geowłókniny CBR > 2.8kN.
- palisady z drewna iglastego/liściastego  $\phi$ 10cm.

### 3.2. Drogi technologiczne

W ramach zadania wykonane zostaną drogi technologiczne z kruszyw łamanych o szerokości 3.0m. Droga na lewym brzegu o długości 86.50m oraz droga na prawym brzegu długości 39.0m. Drogi te są niezbędne ze względu na obsługę techniczną zbiornika.

#### Parametry techniczne dróg:

- nawierzchnia z kruszyw łamanych 0-63mm gr. 20cm,
- geowłókna 250g/m<sup>2</sup>, minimum 19/19kN/m,
- odporność na przebicie statyczne geowłókniny CBR > 2.8kN.

### 3.3. Obliczenia statyczno-wytrzymałościowe

#### 3.3.1. Metoda analizy stateczności

Algorytm oceny stateczności metodą redukcji „c- $\phi$ ”, 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 ( $c/SF$ ,  $\tan \phi/SF$ ), 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 poprzestaje się na  $\Delta SF = 0.01$ .

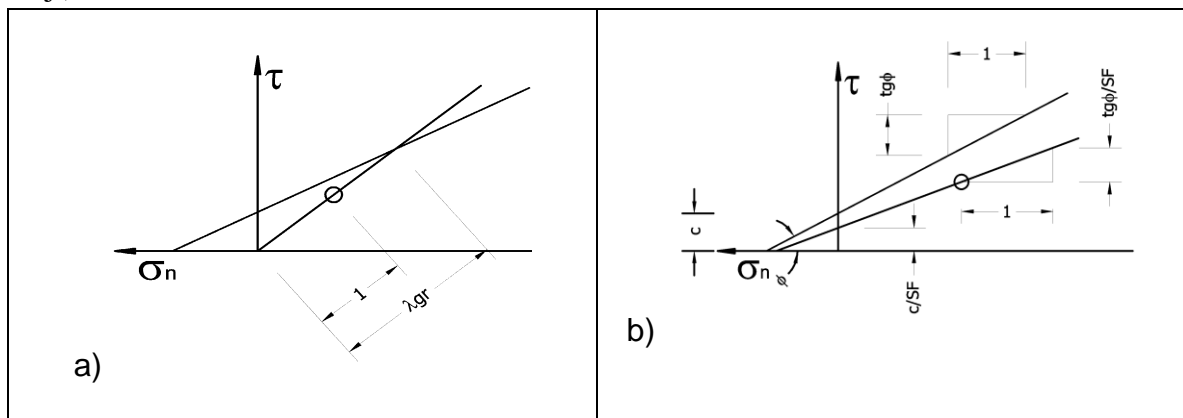
Deformacja towarzysząca stanowi niezrównoważonemu stanowi ilustrację formy utraty stateczności sprężysto - plastycznej (same wartości przemieszczeń nie posiadają w tym przypadku znaczenia fizycznego), pozwalającą na określenie powierzchni poślizgu. W metodzie redukcji  $c-\phi$ , inaczej niż w tradycyjnych 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):

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

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 korpusu wału) podejście takie zawodzi całkowicie. Jest to spowodowane faktem iż w takiej sytuacji ścieżka naprężeń w płaszczyźnie  $\tau$ - $\sigma_n$  ma przebieg

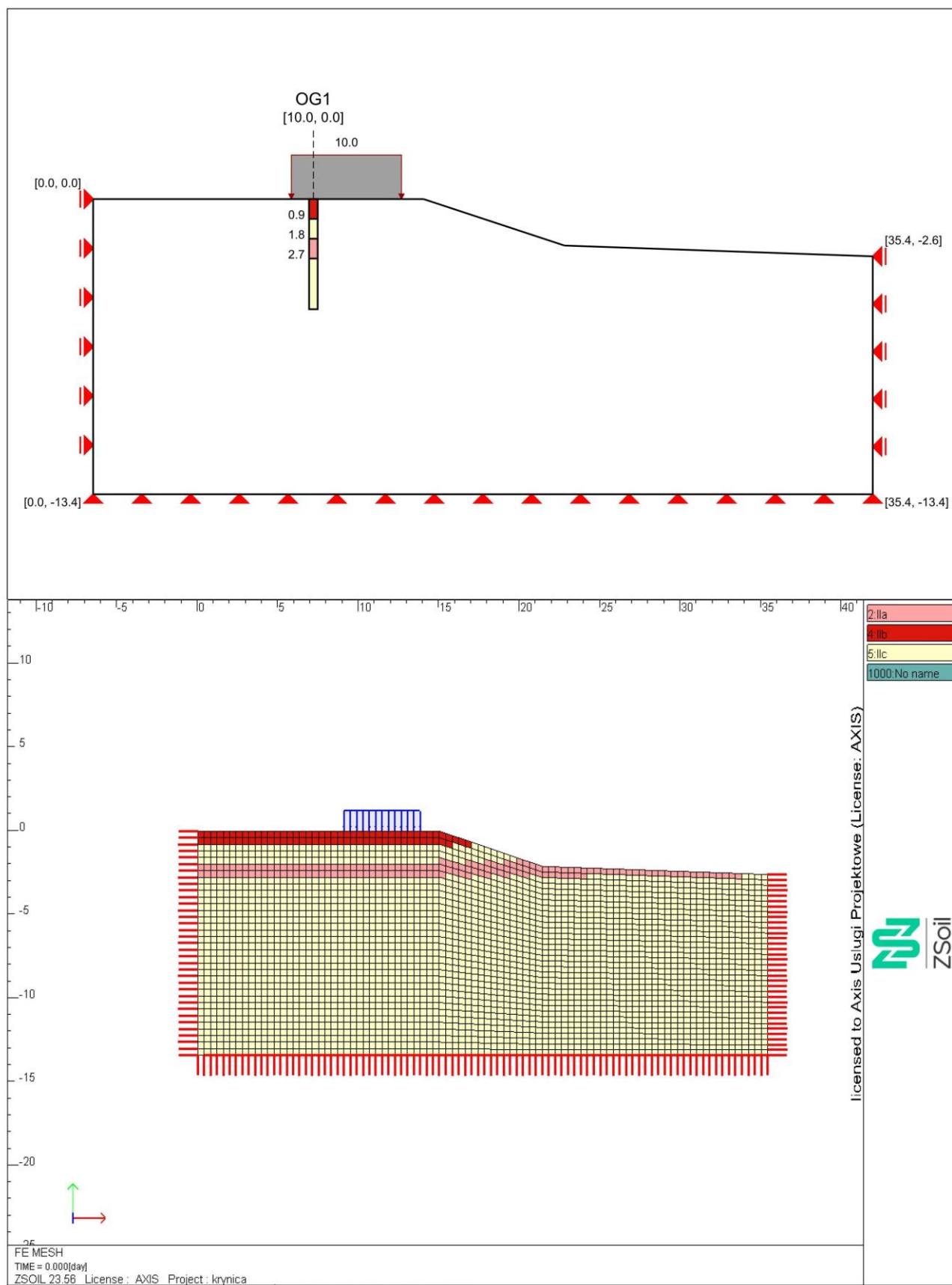
liniowy i nie przecina powierzchni granicznej lub przecina ją dopiero dla bardzo wysokich mnożników obciążenia  $\lambda_{gr}$  (co prowadzi do błędnego wniosku o znacznym zapasie stateczności analizowanej konstrukcji).



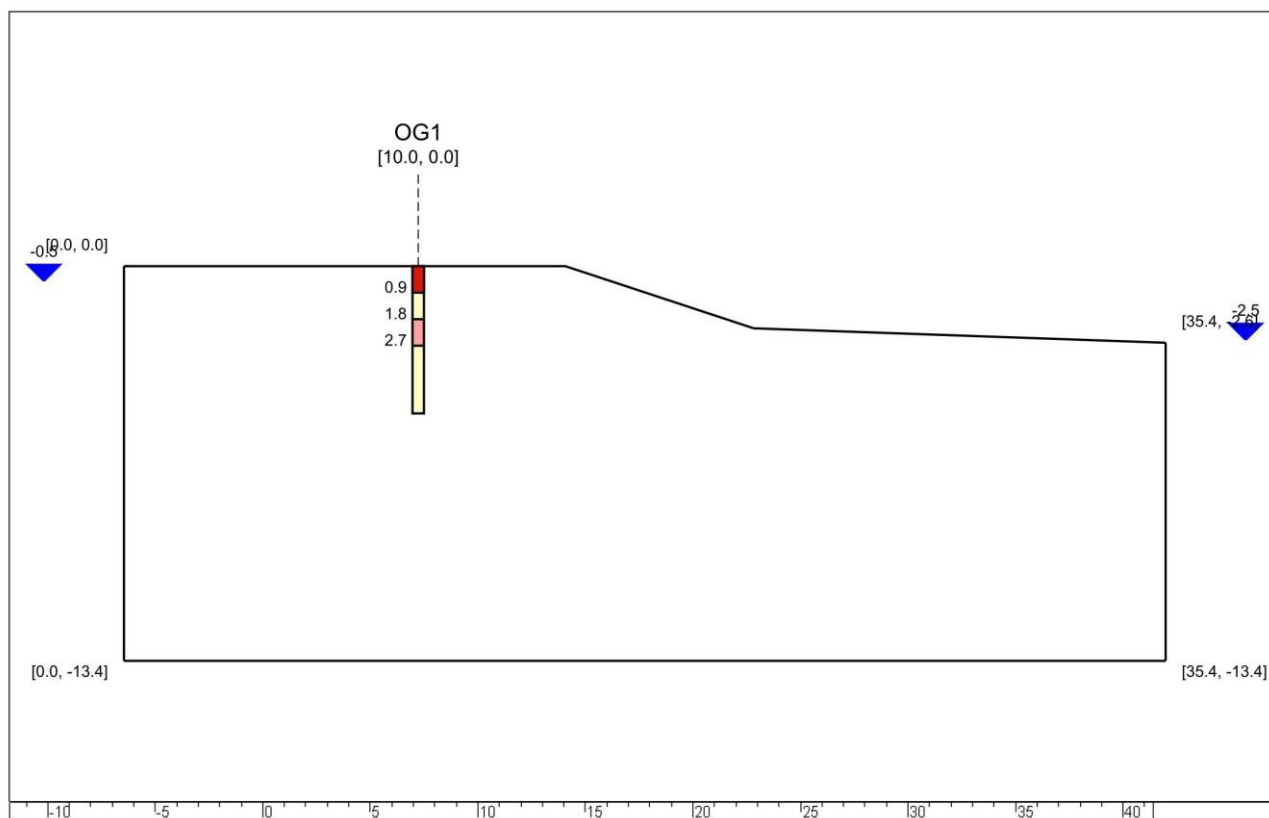
Rys. 2.1 Sytuacja w wybranym punkcie ośrodka gruntowego przy różnych sposobach oceny stateczności: a) przez zwiększanie obciążenia b) metoda  $c-\phi$  redukcji

### 3.3.2. Przekrój obliczeniowy

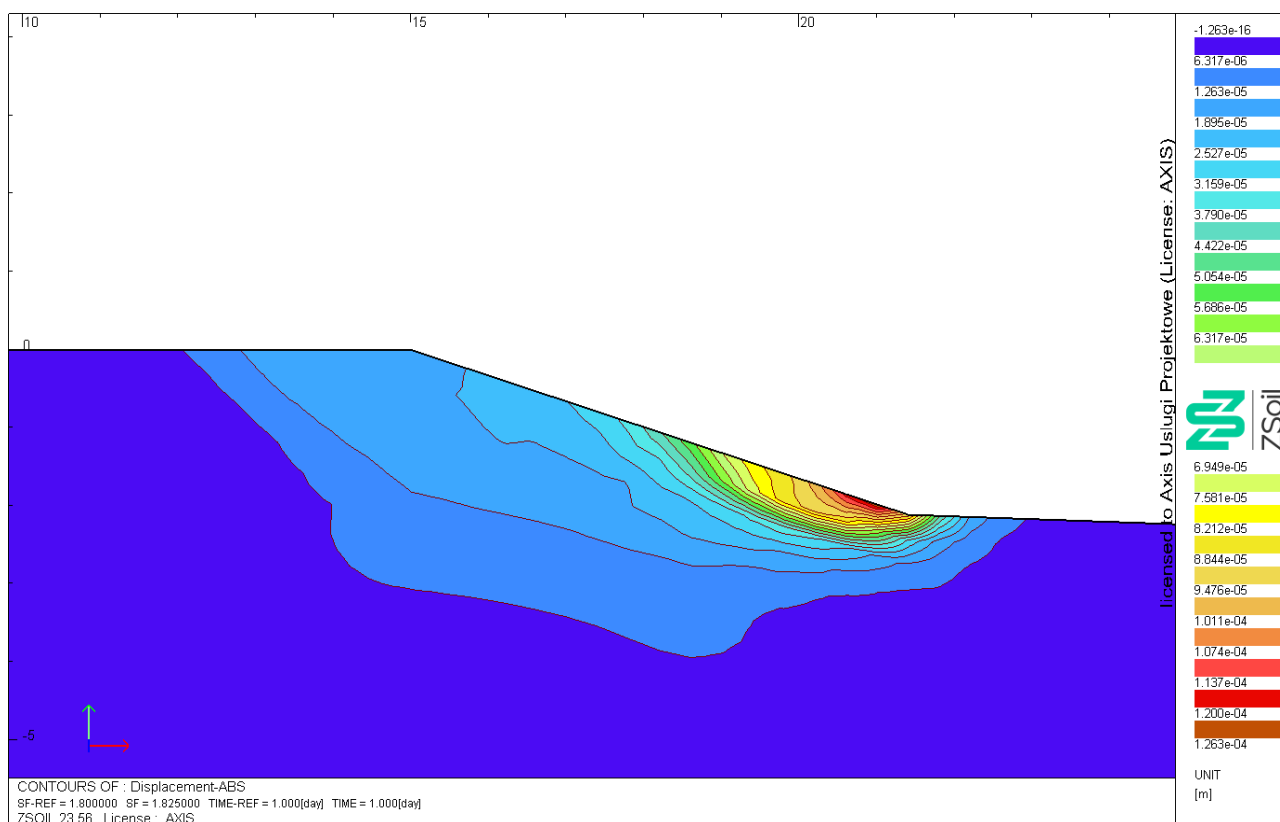
Ocenę stateczności przeprowadzono dla projektowanej rozbudowy prawego brzegu zbiornika, obliczenia wykonano dla najbardziej niekorzystnego układu obciążeń: dla obciążonej skarpy z obniżonym zwierciadłem wody w czaszy zbiornika (tymczasowy układ obciążeń występujący w trakcie realizacji prac). Parametry materiałów przyjęto na podstawie przeprowadzonych badań geotechnicznych podłoża. W analizie wykorzystano model sprężysto-idealnie plastyczny Mohra-Coulomba. Poniżej przedstawiono schemat statyczny i wyniki analizy.



Rys. 1 Schemat statyczny i model MES



Rys. 2 Układ zwierciadła wody i profil geotechniczny



Rys. 3 Postać utraty stateczności  $SF=1.8$

Zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 20 kwietnia 2007 roku w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budowle hydrotechniczne i ich usytuowanie, współczynnik bezpieczeństwa jest spełniony. Według §39.2 Rozporządzenia dla podstawowego układu obciążeń minimalny współczynnik pewności niezależnie od klasy budowli powinien wynosić 1.5. W przypadku dokładnego rozpoznania budowy podłoża w układzie warstw geotechnicznych współczynnik pewności może być obniżony do wartości 1.3. W analizowanym przypadku współczynnik stateczności  $SF=1.8$  w związku z czym przekroczył wartości minimalne spełniając wymagania stawiane przez rozporządzenie.

#### **4. Technologia wykonania robót**

Dojazd do miejsca realizacji robót możliwy jest po drogach publicznych. Uzgodnienie zajęcia pasa drogowego dokona Wykonawca robót według własnych potrzeb.

W trakcie prac konieczne jest wykonanie odwodnienia czaszy zbiornika na czas wykonywania umocnień przeciwoerozyjnych. Nadmiar mas ziemnych, pochodzących z robót ziemnych, należy przetransportować na miejsce wskazane przez Inwestora.

##### **4.1. Kolejność realizacji robót**

1. Wykonać odwodnienie czaszy zbiornika.
2. Wykonać roboty ziemne w obrębie czaszy zbiornika.
3. Wykonać umocnienia przeciwoerozyjne w czaszy zbiornika.
4. Wykonać drogi technologiczne.
5. Wykonać humusowanie z obsiewem uszkodzonych powierzchni zielonych.

##### **4.2. Uwagi i zalecenia dodatkowe**

- Budowa powinna posiadać ciągły kontakt z IMGW.
- Wykonawca winien na czas prowadzenia prac zgromadzić na terenie budowy sprzęt i materiały (między innymi worki, piasek, folię PVC gr. 0.5 mm i inne) w ilości niezbędnej dla zabezpieczenia terenu robót w przypadku wystąpienia wezbrania powodziowego.



## II. CZĘŚĆ RYSUNKOWA

### Spis rysunków:

- |  |                  |
|--|------------------|
| 1. N_01 – Profil podłużny zbiornika                                  | skala: 1:100/500 |
| 2. N_02 – Niwelety dróg technologicznych                             | skala: 1:100/200 |
| 3. PP_01 – Przekroje poprzeczne zbiornika – rozbudowa lewego brzegu  | skala: 1:100/100 |
| 4. PP_02 – Przekroje poprzeczne zbiornika – rozbudowa lewego prawego | skala: 1:100/100 |
| 5. S_01 – Szczegóły konstrukcyjne                                    | skala: 1:50      |

**N\_01 – Profil podłużny zbiornika skala: 1:100/500**

**N\_02 – Niwelety dróg technologicznych skala: 1:100/200**

**PP\_01 – Przekroje poprzeczne zbiornika – rozbudowa lewego brzegu skala: 1:100/100**

**PP\_02 – Przekroje poprzeczne zbiornika – rozbudowa lewego prawego skala: 1:100/100**

**S\_01 – Szczegóły konstrukcyjne skala: 1:50**