

Jednostka projektowa nr 1:

**SUPERCON Sp. z o. o.**  
ul. Broniewskiego 5/6; 59-900 Zgorzelec  
e-mail: [piotr.kniazuk@gmail.com](mailto:piotr.kniazuk@gmail.com); tel.: 889 902 715

## Projekt Wykonawczy

Nazwa zamierzenia budowlanego:

**Modernizacja muru oporowego przy ul. Modrzewiowej w Zgorzelcu**

Inwestor:

**Gmina Miejska Zgorzelec**  
**ul. Domańskiego 7**  
**59-900 Zgorzelec**

|                                            |                                                                                               |                    |                                                                                          |
|--------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|
| Adres obiektu budowlanego:                 | <b>ul. Modrzewiowa 50, 52, 54, 54a</b><br><b>59-900 Zgorzelec</b><br><b>woj. Dolnośląskie</b> | Nr działki, obręb: | Dz. Nr:<br>022502_1.0004.AR_4.85/29<br>022502_1.0004.AR_4.112/2<br>022502_1.0004.AR_3.52 |
| Kategoria obiektu budowlanego:             | <b>Kategoria VIII - inne budowle</b>                                                          | Data opracowania:  | 10.05.2023                                                                               |
| Sporządzający:                             | Specjalność :                                                                                 | Nr upr.:           | Podpis:                                                                                  |
| <b>mgr inż.</b><br><b>Piotr Kniazuk</b>    | <b>Konstrukcyjno - budowlana</b>                                                              | DOŚ/0006/PBKb/21   |                                                                                          |
| <b>mgr inż.</b><br><b>Tomasz Witek</b>     | Instalacyjna w zakresie sieci instalacji i urządzeń sanitarnych                               | 270/02/DUW         |                                                                                          |
| <b>mgr inż.</b><br><b>Maciej Kiszka</b>    | Instalacyjna w zakresie sieci instalacji i urządzeń elektrycznych i elektroenergetycznych     | 197/DOŚ/15         |                                                                                          |
| <b>mgr inż.</b><br><b>Wojciech Sawicki</b> | <b>Inżynieryjno-drogowa</b>                                                                   | DOŚ/0123/PWBD/17   |                                                                                          |

Spis zawartości opracowania:

- Opis techniczny
- Część rysunkowa
- Decyzja o wycince drzew i krzewów
- Decyzja Dolnośląskiego Wojewódzkiego Konserwatora Zabytków

## Spis treści

|       |                                                                        |    |
|-------|------------------------------------------------------------------------|----|
| 1.    | Podstawa opracowania .....                                             | 4  |
| 2.    | Zakres opracowania .....                                               | 4  |
| 3.    | Wytyczne Miejscowego Planu Zagospodarowania Przestrzennego .....       | 5  |
| 4.    | Informacja o ochronie konserwatorskiej.....                            | 7  |
| 5.    | Informacja o wpływie eksploatacji górniczej.....                       | 7  |
| 6.    | Posadowienie oraz kategoria geotechniczna .....                        | 7  |
| 7.    | Decyzja środowiskowa oraz oddziaływanie na środowisko.....             | 8  |
| 8.    | Zabezpieczenie pożarowe .....                                          | 8  |
| 9.    | Założenia do obliczeń statycznych oraz ich podstawowe wyniki.....      | 9  |
| 10.   | Szczegółowe rozwiązania konstrukcyjno-budowlane .....                  | 16 |
| 10.1. | Roboty rozbiórkowe i przygotowawcze.....                               | 16 |
| 10.2. | Roboty ziemne, palowe i iniekcji gruntowej .....                       | 19 |
| 10.3. | Roboty żelbetowe .....                                                 | 20 |
| 10.4. | Roboty iniekcji cementowej grawitacyjnej .....                         | 21 |
| 10.5. | Wykonanie sączków drenarskich .....                                    | 21 |
| 10.6. | Roboty pozostałe.....                                                  | 22 |
| 11.   | Szczegółowe rozwiązania w zakresie instalacji sanitarnych .....        | 22 |
|       | ZAŁOŻENIA PRZYJĘTE DO OBLICZEŃ INSTALACJI ORAZ PODSTAWOWE WYNIKI ..... | 22 |
| 12.   | Szczegółowe rozwiązania w zakresie instalacji elektrycznych .....      | 23 |
| 13.   | Szczegółowe rozwiązania w zakresie robót drogowych.....                | 23 |
| 13.1. | Roboty związane z budową chodnika.....                                 | 23 |
| 13.2. | Roboty związane z budową jezdni.....                                   | 24 |
| 14.   | Podział prac na etapy.....                                             | 25 |

*SPIS ZAŁĄCZNIKÓW GRAFICZNYCH:*

PZT01 – Plan zagospodarowania terenu

K01 – Widok z góry

K02 – Przekroje poprzeczne

K03 – Widok od frontu

K04 – Detale wykonawcze

K05 – Detale wykonawcze

K06 – Detal skrzydełek; Widok z góry

K07 – Detal skrzydełek; Przekrój S-S

*SPIS POZOSTAŁYCH ZAŁĄCZNIKÓW:*

Decyzja o wycince drzew i krzewów

Decyzja Dolnośląskiego Wojewódzkiego Konserwatora Zabytków

Opinia Geotechniczna

## 1. Podstawa opracowania

Dokumentację techniczną wykonano w oparciu o następujące materiały wyjściowe:

- Zlecenie od Inwestora – umowa nr WPRI.272.1.25.2022 z dnia 10.11.2022 wraz aneksem nr 1 z dnia 28.04.2023
- Wizję lokalną w terenie
- Ustalenia w trakcie realizacji zlecenia
- Ustawę Prawo Budowlane (Dz.U. 2023 poz. 682)
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz.U. 2022 poz. 1225)
- Decyzję Powiatowego Inspektora Nadzoru Budowlanego w Zgorzelcu nr 12/2023 z dnia 06.02.2023
- Postanowienie Powiatowego Inspektora Nadzoru Budowlanego w Zgorzelcu nr 81/2023 z dnia 22.09.2022
- Ekspertyzę techniczno-budowlaną opracowaną przez Supercon Sp. z o. o. (Autor – Piotr Kniaziuk) z dnia 30.12.2022
- Normy techniczne:
  - Eurokod: Podstawy projektowania konstrukcji (PN-EN 1990)
  - Eurokod 1: Oddziaływania na konstrukcje (PN-EN 1991)
  - Eurokod 2: Projektowanie konstrukcji z betonu (PN-EN 1992)
  - Eurokod 3: Projektowanie konstrukcji stalowych (PN-EN 1993)
  - Eurokod 5: Projektowanie konstrukcji drewnianych (PN-EN 1995)
  - Eurokod 6: Projektowanie konstrukcji murowych (PN-EN 1996)
  - Eurokod 7: Projektowanie geotechniczne (PN-EN 1997)

## 2. Zakres opracowania

W zakresie opracowania znajduje się opracowanie rozwiązań technicznych muru oporowego/ściany betonowej oporowej (nazwy używane zamiennie), znajdującego się przy ul. Modrzewiowej nr 50, 52, 54 i 54a. Rozwiązania techniczne mają na celu:

- Poprawę bezpieczeństwa konstrukcji oporowej
- Poprawę estetyki ściany oporowej
- Poprawę właściwości technicznych fragmentu drogi ul. Modrzewiowej
- Brak zmian w zakresie użytkowania sąsiednich nieruchomości

W zakresie opracowania znajdują się takie elementy i prace jak:

- Wykonanie nowego fartucha żelbetowego
- Wykonanie nowych i remont istniejących sączków drenarskich

- Wykonanie iniekcji gruntowej oraz cementowej zespalającej
- Wykonanie nowego cieku betonowego
- Wykonanie nowych warstw drogowych chodnika betonowego i jezdni asfaltowej
- Wykonanie palisady balastowej odciążającej ścianę oporową
- Wykonanie balustrady betonowej żelbetowej w koronie ściany oporowej
- Wykonanie skrzydełek żelbetowych

W zakresie opracowania nie znajdują min. się takie elementy jak:

- Wykonanie kanalizacji deszczowej danego odcinka ul. Modrzewiowej
- Wykonanie nowych instalacji elektrycznych i lamp oświetleniowych
- Zagospodarowanie terenu przyległego u podnóża ściany oporowej

Zakres opracowania został wskazany na załącznikach graficznych. Zakres opracowania obejmuje działki nr 85/29, 112/2, 52. Zakres opracowania obejmuje takie elementy zagospodarowania terenu jak:

- Mur oporowy
- Drogę ul. Modrzewiową przy nieruchomościach nr 50, 52, 54/54a do bramy wjazdowej
- Część skarpy ze skrzydełkami muru oporowego

### 3. Wytyczne Miejsowego Planu Zagospodarowania Przestrzennego

Przedmiotowa Inwestycja znajduje się w terenie, wg Miejskiego Planu Zagospodarowania Przestrzennego

- A44. KPJ – *ciągi pieszo jezdne... dla terenu: A44.KPJ szerokość ciągu pieszo-jezdnego w liniach rozgraniczających na minimum: 6 m;...*

*....przeznaczenie towarzyszące:*

- a) sieci i urządzenia infrastruktury technicznej;
- b) obiekty małej architektury;
- c) zieleń urządzona.

- A18.MW-U...

1) przeznaczenie podstawowe:

- a) zabudowa mieszkaniowa wielorodzinna;
- b) nieuciążliwe usługi komercyjne;

2) przeznaczenie uzupełniające:

- a) obiekty małej architektury;
- b) wewnętrzne ulice dojazdowe;
- c) miejsca postojowe oraz parkingi podziemne i wielopoziomowe;

d) sieci i urządzenia infrastruktury technicznej;

e) ciąg pieszy;

f) zieleń urządzone.

...

8) minimalny udział powierzchni biologicznie czynnej na działkach inwestycyjnych: 20%;

9) stosowanie dachów: dwu- i wielospadowych o nachyleniu w zakresie: 250 – 400, płaskich, na budynkach wpisanych do rejestru zabytków oraz znajdujących się w gminnej ewidencji zabytków - uwarunkowanych historycznie, o ile właściwy konserwator zabytków nie zezwoli na inne rozwiązanie oraz o dowolnym wyrazie architektonicznym w przypadkach uzasadnionych w nawiązaniu do zabudowy sąsiedniej;

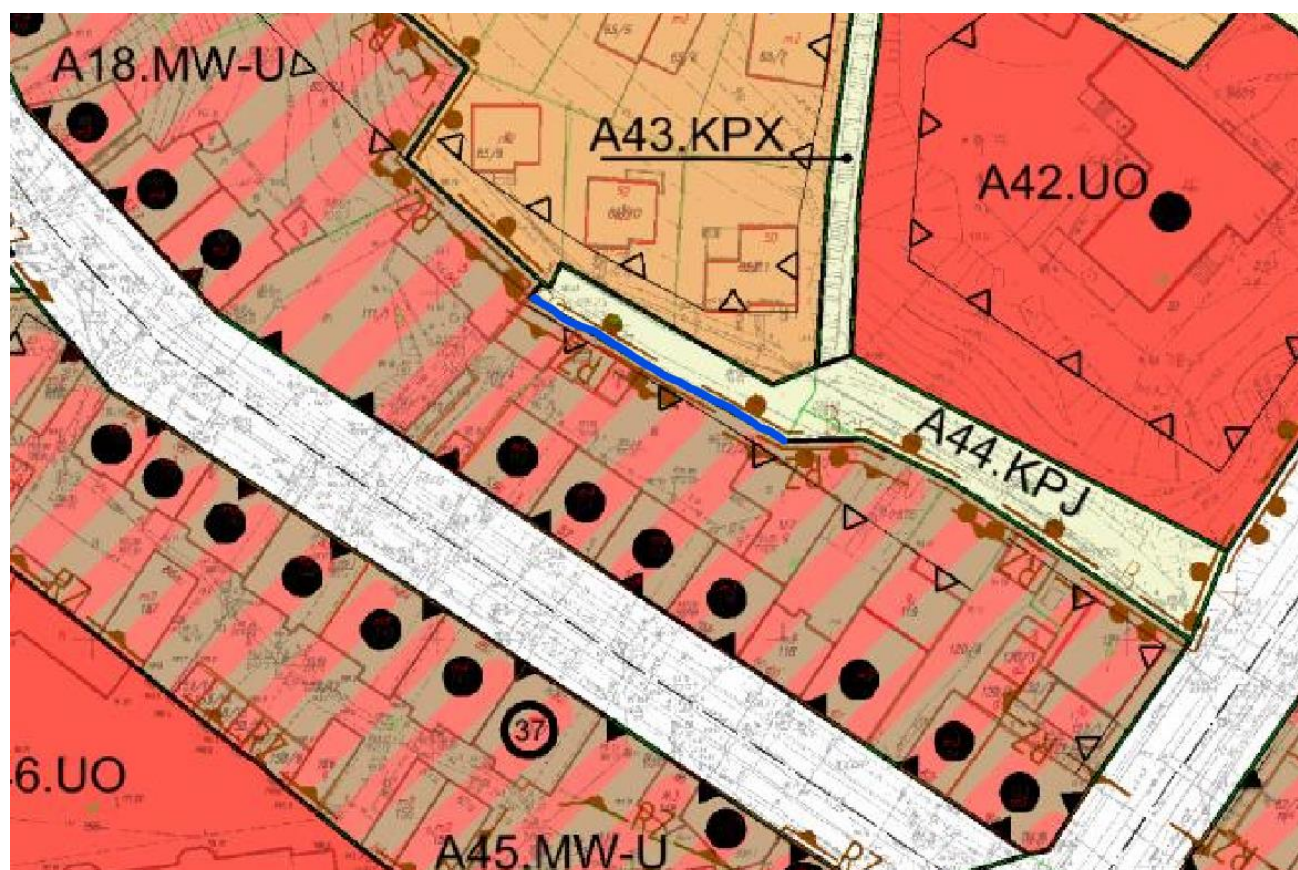
....

12) zakaz stosowania pokrycia elewacji w formie blachy o niskich walorach estetycznych;

13) zakaz stosowania ogrodzeń z prefabrykatów betonowych i niepowlekanej siatki drucianej;

14) stosowanie ogrodzeń o wysokości maksimum: 1,80 m, ażurowości minimum: 60% (rozliczanej w ramach jednej sekcji ogrodzenia), z zastrzeżeniem: niniejsze ustalenia nie mają zastosowania do ogrodzeń w formie żywopłotów;

15) zakaz lokalizowania wolno stojących i zespołów garażowych oraz zabudowy gospodarczej, z zastrzeżeniem: dopuszcza się zachowanie budynków garażowych do czasu utrzymania ich sprawności technicznej.



Na podstawie powyższej analizy przedmiotowa inwestycja nie narusza ustaleń Miejsowego Planu Zagospodarowania Przestrzennego.

## 4. Informacja o ochronie konserwatorskiej

Istniejąca inwestycja znajduje się w strefie ochrony A oraz strefie ochrony B konserwatorskiej. Fragment istniejącego muru oporowego znajduje się w przestrzeni wpisanej do rejestru zabytków pod numerem A/1803/448 decyzją z dnia 08.12.1958.

## 5. Informacja o wpływie eksploatacji górniczej

Obiekt jest nie położony na terenie górniczym.

Obiekt jest położony poza obszarem górniczym.

Obiekt jest położony poza terenem zakładu górniczego.

## 6. Posadowienie oraz kategoria geotechniczna

Ponieważ:

Warstwy gruntowe, w projektowanym poziomie posadowienia, są jednorodne genetycznie i litologicznie, zalegają poziomo, nie obejmują gruntów organicznych i słabonośnych i nasypów niekontrolowanych,

oraz

zwierciadło wody znajduje się poniżej projektowanego poziomu posadowienia

a także

nie stwierdzono występowania niekorzystnych zjawisk geologicznych na podstawie analizy danych archiwalnych.

### **Warunki gruntowe kwalifikuje się, jako proste.**

Zgodnie z treścią Rozporządzenia Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25 kwietnia 2012 roku w sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadawiania obiektów budowlanych:

Z uwagi na to, że obiekt nie jest obiektem zaliczanym do I kategorii geotechnicznej, będącym niewielkim obiektem budowlanym, o statycznie wyznaczalnym schemacie obliczeniowym w prostych warunkach gruntowych, w przypadku których możliwe jest zapewnienie minimalnych wymagań na podstawie doświadczeń i jakościowych badań geotechnicznych, taki jak:

- 1 lub 2-kondygnacyjne budynki mieszkalne i gospodarcze,
- ściany oporowe i rozparcia wykopów, jeżeli różnica poziomów nie przekracza 2,0 m,
- wykopy do głębokości 1,2 m i nasypy budowlane do wysokości 3,0 m wykonywane w szczególności przy budowie dróg, pracach drenażowych oraz układaniu rurociągów;

oraz nie jest obiektem zaliczanym bezpośrednio do III kategorii geotechnicznej takich jak:

- obiekty budowlane posadawiane w skomplikowanych warunkach gruntowych,
- nietypowe obiekty budowlane niezależnie od stopnia skomplikowania warunków gruntowych, których wykonanie lub użytkowanie może stwarzać poważne zagrożenie dla użytkowników, takie jak: obiekty energetyki, rafinerie, zakłady chemiczne etc.
- obiekty budowlane zaliczane do inwestycji mogących zawsze znacząco oddziaływać na środowisko



- budynki wysokościowe projektowane w istniejącej zabudowie miejskiej,
- obiekty wysokie, których głębokość posadawiania bezpośredniego przekracza 5,0 m lub które zawierają więcej niż jedną kondygnację zagłębioną w gruncie,
- tunele w twardych i niespękanych skałach, w warunkach niewymagających specjalnej szczelności,
- obiekty infrastruktury krytycznej,
- obiekty zabytkowe i monumentalne.

dany obiekt kwalifikuje się do:

## **II kategorii geotechnicznej.**

I strefa przemarzania gruntu - głębokość przemarzania 0,8 m.

## **7. Decyzja środowiskowa oraz oddziaływanie na środowisko**

Zgodnie z wyszczególnionymi aktami prawnymi:

[1] Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 10 września 2019 r. w sprawie przedsięwzięć mogących znacząco oddziaływać na środowisko – Dz. U. 2019, poz. 1839 z późn. zm.

[2] Ustawa z dnia 3 października 2008 r. o udostępnianiu informacji o środowisku i jego ochronie, udziale społeczeństwa w ochronie środowiska oraz o ocenach oddziaływania na środowisko (UOOŚ) – Dz. U. 2020, poz. 283, z późn. zm.

[3] Ustawa z dnia 27 kwietnia 2001 r. – Prawo ochrony środowiska (POŚ) – Dz.U. 2020 poz. 1219 z późn. zm.,

Inwestycja nie należy do inwestycji mogących znacząco lub potencjalnie oddziaływać na środowisko.

Informacja jest zgodna z obowiązującym miejscowym planem zagospodarowania przestrzennego.

## **8. Zabezpieczenie pożarowe**

Obiekt budowlany jest budową zewnętrzną wobec której nie stawia się wymagań pożarowych.



## 9. Założenia do obliczeń statycznych oraz ich podstawowe wyniki

Dokonano sprawdzenia stanu granicznego nośności ściany oporowej wg EC-9 (PN\_EN 1997-1), w następującym zakresie:

- Utrata ogólnej stateczności (EQU)
- Zniszczenie przez przewrócenie ściany (EQU)
- Przesunięcie się podstawy ściany (EQU)
- Zniszczenie elementu konstrukcyjnego zginanie + ścinanie (STR)

Z uwagi na występowanie podłoża skalnego nie bieżę się pod uwagę następujących sposobów zniszczeń:

- Zniszczenie podłoża
- Przebicie hydrauliczne
- Przemieszczenie konstrukcji oporowej
- Przenikanie cząstek gruntu przez ścianę lub pod nią
- Wyczerpanie nośności podłoża podstawy

[illegible]

Podstawowe wyniki obliczeń sił wewnętrznych (EQU):

$$e_1 = 17,22 \text{ kPa}$$

$$e_{1.2} = 40,53 \text{ kPa}$$

$$e_2 = 61,58 \text{ kPa}$$

$$e_{2.3} = 21,55 \text{ kPa}$$

$$e_3 = 27,28 \text{ kPa}$$

$$E_1 = 7,83 \text{ kN/mb}$$

$$E_2 = 57,18 \text{ kN/mb}$$

$$E_3 = 24,41 \text{ kN/mb}$$

Moment wywracający:

$$M_w = 431,54 \text{ kNm/mb}$$

Podstawowe wyniki obliczeń sił wewnętrznych (STR):

$$e_1 = 15,82 \text{ kPa}$$

$$e_{1.2} = 42,36 \text{ kPa}$$

$$e_2 = 66,17 \text{ kPa}$$

$$e_{2.3} = 19,41 \text{ kPa}$$

$$e_3 = 24,39 \text{ kPa}$$

$$E_1 = 7,19 \text{ kN/mb}$$

$$E_2 = 60,77 \text{ kN/mb}$$

$$E_3 = 21,90 \text{ kN/mb}$$

Moment wywracający:

$$M_w = 440,90 \text{ kNm/mb}$$

Ciążar ściany betonowej

$$G_1 = 137,28 \text{ kN}$$

Ciążar ściany murowanej

$$G_2 = 127,66 \text{ kN}$$

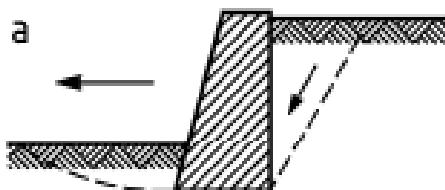
Ciążar balastu z gruntocementu:

$$G_3 = 83,4 \text{ kN}$$

Moment utrzymujący (EQU)

$$M_u = 538,77 \text{ kNm/mb}$$

Sprawdzenie warunku na obrót (EQU):



$$M_w/M_u = 431,54/538,77 = 0,801$$

Stateczność na obrót **jest zapewniona**.

Sprawdzenie warunku na przesuw (EQU):

Wartość siły pionowej (przemnożonej przez współczynnik 0,9):

$$G = 313,50 \text{ kN/mb}$$

Wartość siły poziomej

$$E = 89,42 \text{ kN/mb}$$

Nośność podłoża na przesuw (przy współczynniku tarcia 0,5 beton/skała):

$$V_{Rd} = 156,75 \text{ kN/mb}$$

Sprawdzenie warunku na przesuw:

$$E / V_{Rd} < 1,1$$

$$89,42 / 156,75 = 0,57 < 1,1$$

Stateczność na przesuw **jest zapewniona**.

Sprawdzenie wytrzymałości betonu na ścinanie (STR):

Sprawdza się nośność betonu na ścinanie w miejscu wierzchu warstwy skalnej, w tym miejscu ściana betonowa ma grubość 79 cm.

Siła ścinająca

$$V = 89,86 \text{ kN/mb}$$

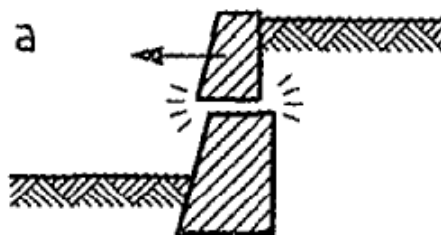
Nośność przekroju na ścinanie (przy  $\tau_{rd} = 0,073 \text{ MPa}$ ):

$$V_{Rd1A} = 100,56 \text{ kN}$$

Nośność przekroju projektowanego fartucha żelbetowego, na ścinanie (przy  $\tau_{rd} = 0,34 \text{ MPa}$ ):

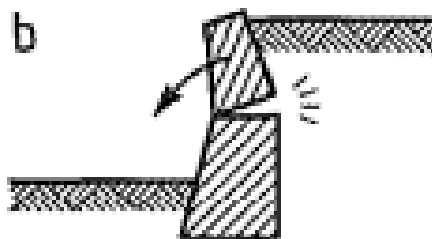
$$V_{Rd1B} = 59,02 \text{ kN}$$

Sprawdzenie nośności przekroju (STR):



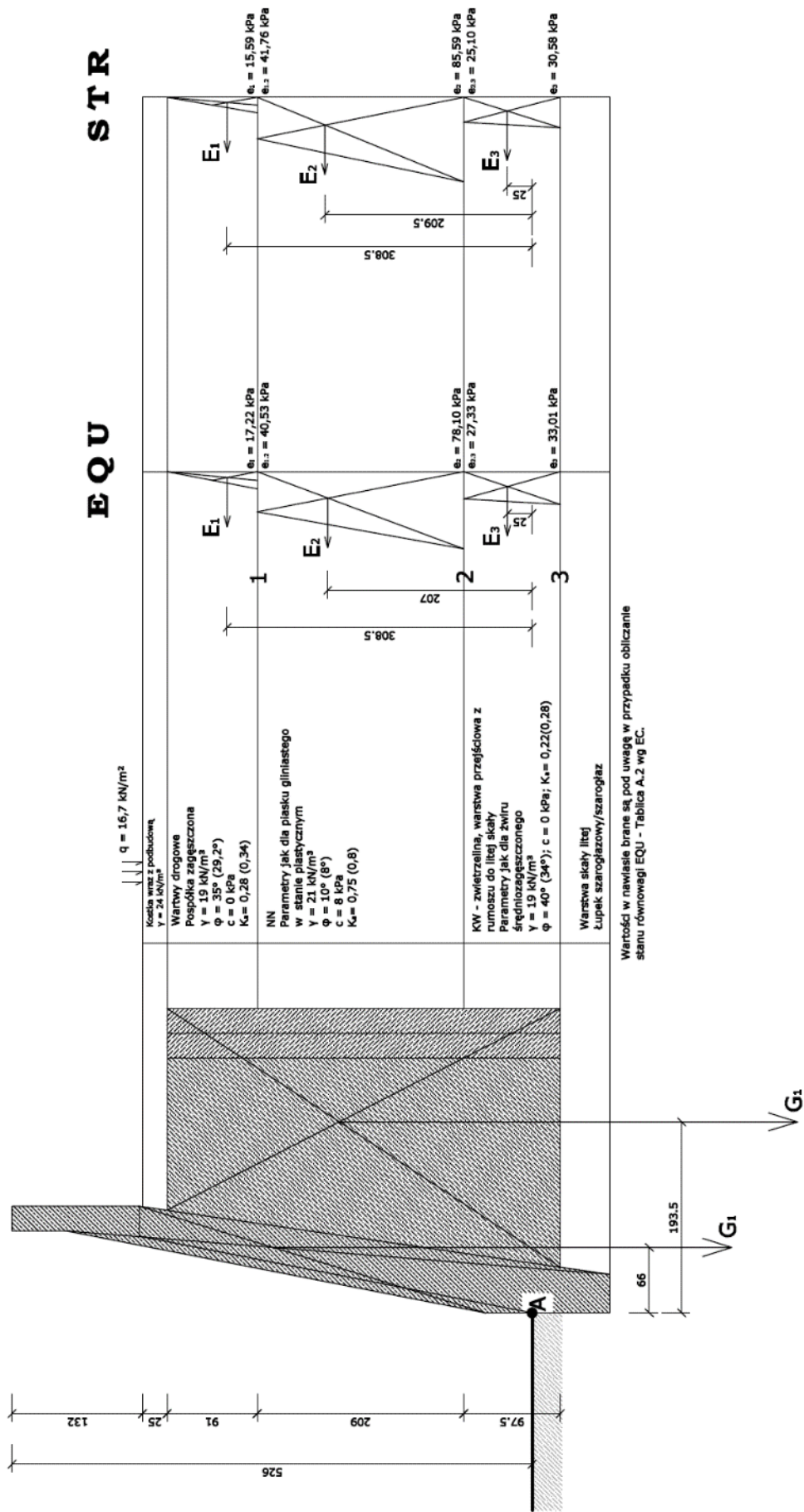
$$V = 89,86 \text{ kN/mb} < 159,58 \text{ kN} = V_{Rd1A} + V_{Rd1B}$$

Nośność przekroju ściany oporowej na ścinanie w poziomie wierzchu warstwy skalnej, przy spełnieniu powyższych założeń, **jest zapewniona**.



Zniszczenie ściany poprzez moment zginający w środku ściany jest niemożliwe z uwagi na odwrotny moment zginający stabilizujący ją od samej góry – parcie gruntu nie jest w stanie przewyciężyć ciężaru/przeciwwagi z gruntocementu.

Sekcja nr 1 - model obliczeniowy, wraz z przyjętymi parametrami gruntu:



Podstawowe wyniki obliczeń sił wewnętrznych (EQU):

$$e_1 = 17,22 \text{ kPa}$$

$$e_{1.2} = 40,53 \text{ kPa}$$

$$e_2 = 78,10 \text{ kPa}$$

$$e_{2.3} = 27,33 \text{ kPa}$$

$$e_3 = 33,01 \text{ kPa}$$

$$E_1 = 7,83 \text{ kN/mb}$$

$$E_2 = 123,96 \text{ kN/mb}$$

$$E_3 = 29,41 \text{ kN/mb}$$

Podstawowe wyniki obliczeń sił wewnętrznych (STR):

$$e_1 = 15,59 \text{ kPa}$$

$$e_{1.2} = 41,76 \text{ kPa}$$

$$e_2 = 85,29 \text{ kPa}$$

$$e_{2.3} = 25,10 \text{ kPa}$$

$$e_3 = 30,58 \text{ kPa}$$

$$E_1 = 7,09 \text{ kN/mb}$$

$$E_2 = 133,08 \text{ kN/mb}$$

$$E_3 = 27,14 \text{ kN/mb}$$

Moment zginający:

$$M_{sd} = 326,28 \text{ kNm/mb}$$

Ciężar ściany betonowej

$$G_1 = 63,84 \text{ kN}$$

Ciężar balastu z gruntocementu:

$$G_3 = 185,2 \text{ kN}$$

Moment utrzymujący (EQU)

$$M_u = 40,49 \text{ kNm/mb}$$

**Sprawdzenie wytrzymałości betonu na zginanie – nie jest wymagane – moment ciężar balastu niweluje działanie momentu zginającego wywołanego przez parcie gruntu.**

**Sprawdzenie wytrzymałości betonu na ścinanie:**

Sprawdza się nośność betonu na ścinanie w miejscu wierzchu warstwy skalnej, w tym miejscu ściana betonowa ma grubość 50 cm.

Siła ścinająca

$$V = 167,31 \text{ kN/mb}$$

Nośność przekroju istniejącej ściany, na ścinanie (przy  $\tau_{rd} = 0,073 \text{ MPa}$ ):

$$V_{Rd1,A} = 63,64 \text{ kN}$$

Siła tarcia balastu cemento-gruntowego ( współczynnik tarcia 0,5):

$$V = 92,6 \text{ kN}$$



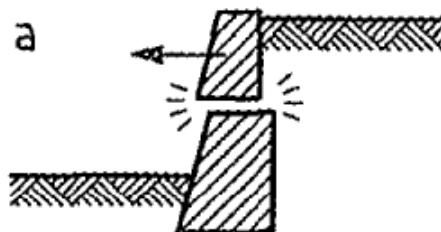
Nośność przekroju projektowanego fartucha żelbetowego, na ścinanie (przy  $\tau_{rd} = 0,34 \text{ MPa}$ ):

$$V_{Rd1B} = 59,02 \text{ kN}$$

Siła ścinająca po redukcji:

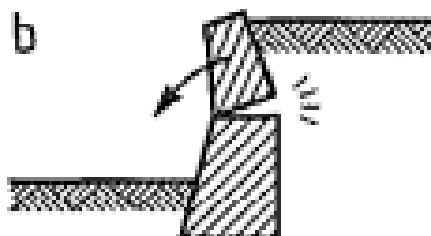
$$V = 74,71 \text{ kN/mb}$$

Sprawdzenie nośności przekroju (STR):



$$V = 74,71 \text{ kN/mb} < 122,66 \text{ kN} = V_{Rd1A} + V_{Rd1B}$$

Nośność przekroju ściany oporowej na ścinanie w poziomie wierzchu warstwy skalnej, przy spełnieniu powyższych założeń, **jest zapewniona**.



Zniszczenie ściany poprzez moment zginający w środku ściany jest niemożliwe z uwagi na odwrotny moment zginający stabilizujący ją od samej góry – parcie gruntu nie jest w stanie przewyciężyć ciężaru/przeciwwagi z gruntocementu.

## 10. Szczegółowe rozwiązania konstrukcyjno-budowlane

### 10.1. Roboty rozbiórkowe i przygotowawcze

Przed rozpoczęciem głównych prac inwestycyjnych należy dokonać zabezpieczenia terenu budowy. Należy wykonać pełne ogrodzenie, umożliwiając jednocześnie możliwość przejazdu samochodów osobowych mieszkańcom ul. Modrzewiowej nr 50, 52, 54. Przed rozpoczęciem prac rozbiórkowych należy wykonać także zadaszenie ochronne w koronie muru zabezpieczającego użytkowników nieruchomości u podnóża muru oporowego.

Przed rozpoczęciem prac głównych należy wykonać następujące prace rozbiórkowe:

- Skucie istniejącego tynku
- Rozbiórkę istniejącej balustrady stalowej oraz pozostałych urządzeń/wysięgników stalowych
- Rozbiórkę istniejącej czapy betonowej
- Demontaż istniejących rur stalowych ciepłowniczych – po odkopaniu i potwierdzeniu nieczynności

Projektuje się ponadto wycinkę drzew i krzewów znajdujących się w okolicy ściany oporowej. Wycince podlega:

- 5 zbiorów krzaków o powierzchni od 1 do 9 m<sup>2</sup>





- 5 drzew o obwodzie 30-40 cm



- 1 drzewo o obwodzie 180 cm



Po wycince drzew należy dokonać karczowania pni. Nie można zostawić, pni ani korzeni w przestrzeni za ścianą oporową z uwagi na powstające w ten sposób pustki, kawerny oraz możliwe gnienie części organicznych. W trakcie wycinki największego drzewa – Klonu o obwodzie 180 cm – należy zwiększyć ostrożność z uwagi na sąsiadujący u podnóża budynek. Drzewo może w trakcie nieumiejętnej wycinki ulec przewróceniu i uszkodzić sąsiadujący obiekt budowlany. Przed rozpoczęciem wycinki największego drzewa należy uzgodnić projekt zabezpieczenia z Inspektorem Nadzoru Inwestorskiego.

## 10.2. Roboty ziemne, palowe i iniekcji gruntowej

Projektuje się wykonanie balastu gruntowego w postaci łącznej konstrukcji z pali fundamentowych typu Jet-Grouting, oraz iniekcji gruntowej. Projektowane rozwiązanie polega na wykonaniu palisady fundamentowej z pali o średnicy 50 cm, w odległości projektowanej 1,75 m od krawędzi istniejącej ściany oporowej. Projektowana palisada, wykonana w technologii Jet-grouting, powinna być wykonana w istniejącym nasypie niebudowlanym aż do warstwy skalnej. Iniekcje w formie pali, należy wykonać do poziomu 0,5 m poniżej wyczuwalnego stropu warstwy skalnej. Średnica pali powinna dobrać w granicach 50 cm  $\pm$  10 cm. Projektuje się rozstaw 40 cm dla kolumn o średnicy 50 cm.



Ponieważ kolumny będą wykonywane w warstwie nasypu niebudowlanego należy, przed rozpoczęciem robót palowych wykonać pobór próbek gruntu do badania oraz wykonania próbnych receptur wytrzymałościowych, które mają na celu wyznaczenie optymalnej ilości iniektu cementowego oraz współczynnika w/c. Istniejący nasyp niebudowlany stanowi zmienną mieszaninę gruntów piaszczystych, spoistych oraz niewielkiej ilości gruntów organicznych. Projektuje się wytrzymałość gruntocementu, powstałego na skutek iniekcji, w zakresie 0,5-1,0 MPa.

Przed kolejnym etapem robót, należy upewnić się że palisada uzyskała swoją średnią wytrzymałość min. 0,5 MPa, aby w trakcie kolejnych prac jej nie uszkodzić.

Po wykonaniu palowania w formie kolumn jet-grouting, należy wykonać iniekcję przestrzeni gruntowej pomiędzy palisadą jet-grouting a istniejącą ścianą betonowo - murowaną. W czasie wykonywania iniekcji, należy zachować szczególną ostrożność, ponieważ można natrafić na kawałki gruzu, kamieni, korzeni oraz pustki w gruncie – tzw. kawerny. Ciśnienie, skład iniektu oraz jego ilość, należy dopasować na etapie badań laboratoryjnych przed rozpoczęciem prac, analogicznie jak w przypadku wykonywania palisady. W trakcie prac należy zwrócić uwagę aby nie uszkodzić istniejącej infrastruktury technicznej, zwłaszcza przewodów telekomunikacyjnych oraz przewodów zasilania lamp oświetleniowych. Należy także zwrócić uwagę na rozstaw prętów zbrojeniowych łączących poszczególne sekcje wzmocnienia oraz sączków drenarskich. Z uwagi na możliwe kolizje sączków drenarskich i zbrojenia oraz głowicy/sztycy iniekcyjnej proponuje się:

- Wykonać osadzenie prętów zbrojarskich zaraz po wykonaniu palisady (na mokro), tego samego dnia
- Wykonać iniekcję gruntową z pominięciem miejsc, gdzie występują pręty zbrojarskie
- Wykonać sączki drenarskie, górnego rzędu w etapie pomiędzy wykonywaniem palisady jet-grouting a iniekcją gruntową

- Omijać miejsca występowania sączków drenarskich oraz zbrojenia na etapie wykonywania iniekcji gruntowej uzupełniającej – wykonać zastrzyk w miejscu maksymalnie technologicznie zbliżonym do lokalizacji prętów oraz sączków drenarskich
- Wykonać przebicie przez palisadę sączków drenarskich po wykonaniu palisady oraz iniekcji gruntowej, w terminie późniejszym, w trakcie odkopania palisady oraz wykonywania fartucha drenarskiego.

Z uwagi na istniejącą infrastrukturę techniczną, należy przewody elektryczne, teletechniczne oraz studnie kablowe zabezpieczyć obsypką piaskową oraz folią PE – tak aby nie połączyć ich z iniektem cementowym. Rozpoczęcie prac palowych oraz iniekcji gruntowej, jest możliwe dopiero po odsłonięciu istniejącej infrastruktury i zabezpieczeniu jej przed przylgnięciem do zaczynu cementowego. Należy także odsłonić istniejące przewody aby ich nie uszkodzić w trakcie prac palowych.

### 10.3. Roboty żelbetowe

Projektuje się roboty polegające na wykonaniu nowego fartucha żelbetowego, skrzydełek żelbetowych oraz ścianki żelbetowej pełniącej rolę balustrady. Ściankę żelbetową monolityczną oraz fartuch żelbetowy należy wykonać z betonu C30/37 o klasie ekspozycji min. XF3. Należy stosować otulinę zewnętrzną min. 30 mm. Elementy betonowe monolityczne powinny zostać wykonane w formie betonu architektonicznego. Jako obszar referencyjny należy wykonać w pierwszej kolejności skrzydełko muru oporowego do oceny jakości i wyglądu.

Wymagania odnośnie jakości powierzchni betonu:

- Klasa betonu architektonicznego – SB3
- Tekstura T2 - Powierzchnie zamknięte o dużym stopniu jednolitości. Dopuszczalny wypływ zaczynu w obszarze kontaktu deskowań do ok. 10mm szerokości i 5mm głębokości. Dopuszczalne odbicie ram konstrukcyjnych. Dozwolone klawiszowanie płyt szalunkowych do ok. 5mm.
- Klasa porowatości P3 - Suma powierzchni porów o średnicy  $2 \div 15 \text{ mm}$  - do  $1500 \text{ mm}^2$ , przy czym nie dopuszcza powstawania porów o powierzchni powyżej  $15 \text{ mm}^2$
- Klasa jednolitości koloru FT2 - Dozwolone są powierzchnie o umiarkowanej różnicy w odcieniach. Zanieczyszczenia powierzchniowe oraz ślady rdzy są niedozwolone. Niedopuszczalne jest stosowanie różnych technik obróbki powierzchni oraz zmian w surowcach do produkcji mieszanki betonowej.

Należy zastosować wygładzenia ściany oporowej betonowej niwelujące istniejące „zęby i uskoki” między sekcjami. Między sekcjami 1 i 2 z uwagi na dużą różnicę nie wykona się gładkiego przejścia – należy wykonać dylatację. Między pozostałymi sekcjami, należy wykonać gładkie przejścia i dylatacje.

Do zbrojenia należy użyć stali zbrojeniowej B500B. Zbrojenie fartucha betonowego powinno zostać wykonane z siatki zbrojeniowej wykonanej z pręta #10 oraz oczku  $150 \times 150 \text{ mm}$ . Siatki zbrojeniowe należy układać z zakładem 30 cm na siebie. Zakłady powinny być wykonane na mijankę. Zbrojenie powierzchniowe powinno zostać wykonane jako zespolone z resztą konstrukcji żelbetowej. Należy wykonać mocowanie zbrojenia nowego do istniejącej ściany za pomocą prętów zbrojeniowych wklejanych o średnicy #12 i zagiętych w formie haka. Pręty należy wkleić w ścianę za pomocą kotew chemicznych szybkowiązujących. Nośność charakterystyczna kotwy chemicznej na wrywanie dla pręta zbrojeniowego #12 powinna wynosić min. 10 kN.

Z istniejącej ściany oporowej, w koronie, należy wypuścić pręty startowe kotwione j.w. Ścianę balustrady oraz fartuch należy wykonać zgodnie z rysunkami zbrojarskimi. Widoczne krawędzie należy fazować tzw. ćwierćwałkami o fazie  $15 \times 15 \text{ mm}$ . W ścianie należy wykonać dylatacje na pełną głębokość fartucha oraz ścianki

żelbetowej balustrady. Dylatację należy wykonać na grubość 1,5-2 cm, poprzez wstawkę styropianową lub drewnianą wykonaną przed betonowaniem. Dylatację należy uzupełnić masą plastyczną poliuretanową w kolorze szarym w sposób wysoce estetyczny. W dylatacji nie należy przerywać zbrojenia przechodzącego przez nią prostopadle.

#### 10.4. Roboty iniekcji cementowej grawitacyjnej

Projektowane roboty iniekcji cementowej grawitacyjnej mają na celu wypełnienie szczelin i pęknięć pomiędzy ścianą betonową a starym murem kamiennym. Pęknięcia i pustki powstały na skutek niewłaściwego i szybkiego wykonania ściany betonowej. Pustki powstały na skutek przesunięć konstrukcji, a także wskutek niszczonego działania korzeni roślin. Iniekcję cementową należy wykonać od strony ściany frontowej (ul. Daszyńskiego). Iniekcję cementową należy wykonać dopiero po wykonaniu i związaniu iniekcji gruntowej oraz palisady jet-grouting od stronu naziomu (ul. Modrzewiowej). Iniekcja cementowa grawitacyjna powinna zostać wykonana z iniektu o wytrzymałości charakterystycznej min. 25 MPa (po 28 dniach). Iniekcja ma za zadanie sklejenie dwóch części ścian – murowanej starej oraz nowej (wykonanej w latach 90-tych) betonowej.

Iniekcję należy wykonać w siatce otworów 1,0 x 1,0 m. Otwory iniekcji, należy wykonać do przewiercenia się przez betonową część ściany tj. od 0,2 do ok. 1,0 m, umożliwiając wejście iniektowi w szczelinę między ścianami.

Przed przystąpieniem do robót iniekcyjnych należy wykonać projekt technologii, opisujący zastosowany materiał, rozmieszczenie otworów, głębokość otworów, czas iniekcji, rozmieszczenie pojemników wlewowych. Projekt technologii powinien być zatwierdzony przez Inspektora nadzoru.

Po wykonaniu i związaniu iniekcji, należy wykonać 3 odwierty próbne, w miejscach wskazanych przez Inspektora, celem weryfikacji poprawności wykonania iniekcji.

#### 10.5. Wykonanie sączków drenarskich

Projektuje się wykonanie sączków z rur HDPE o średnicy 50 mm. Rury powinny być zainstalowane w rurze osłonowej HDPE, zabetonowanej o średnicy 70-80 mm. Grubość ścianek rur powinna wynosić min. 4 mm. Rury powinny być wykonane w kolorze szarym/popielatym aby nie kontrastowały z kolorem betonu. Rury powinny być wykonane ze spadkiem 2 st. w stronę zewnętrzną ściany oporowej (ul. Daszyńskiego). Rury powinny dochodzić do dna fartucha żwirowego, wykonanego z tyłu palisady. Z tyłu ściany oporowej powinien zostać zainstalowany fartuch drenarski wykonany w geowłókninie. Fartuch, o grubości min. 20 cm, powinien być wykonany do stropu warstwy skalnej. Do użycia fartucha powinno zostać zastosowana geowłóknina o gramaturze min. 300 g/m<sup>2</sup> oraz kruszywo żwirowe naturalne o frakcji 16-32 mm.

Projektowana kolejność wykonania systemu rur drenarskich:

- Wykonanie odwiertów od strony ul. Daszyńskiego w ścianie oporowej i osadzenie rur osłonowych fi 70-80 mm. Prace wykonać po wykonaniu palisady jet-grouting
- Wykonanie iniekcji gruntowej oraz cementowej grawitacyjnej, w sposób nie uszkadzający rur osłonowych
- Odkopanie palisady od strony ul. Modrzewiowej i przebicie lub przewiercenie się przez palisadę, montaż docelowych rur drenarskich o średnicy 50 mm.
- Wykonanie fartucha żwirowego w geowłókninie oraz zasypanie wykopu.

Sączki drenarskie, montowane w sekcjach 3-6, w poziomie 50 cm od terenu, należy wykonać tożsamo, jednak należy dokonać przebicia/przewiercenia istniejących sączków do warstwy skalnej za ścianą. Tył sączków należy wyposażyć w osłonę z geowłókniny.



Po wykonaniu sączków drenarskich, należy dokonać sprawdzenia ich drożności. Należy dokonać inspekcji kamerą szczelinową i sprawdzić wizualnie, czy dochodzą do fartucha żwirowego lub warstwy skalnej. Z przeprowadzonej kontroli sączków drenarskich należy sporządzić protokół z dokumentacją fotograficzną.

**Uwaga:**

**Kontrolę drożności sytemu drenarskiego należy powtarzać w przypadku każdych kontroli 5-letnich obiektu budowlanego. W przypadku stwierdzenia niedrożności, należy dokonać udrożnienia sączków drenarskich. Zaniechanie tej czynności, może spowodować powstawanie awarii obiektu budowlanego.**

## 10.6. Roboty pozostałe

Projektuje się roboty zabezpieczające istniejących instalacji podziemnych. Istniejące przewody teletechniczne oraz elektryczne, należy odkryć przed robotami palowymi oraz zabezpieczyć „owijką” z folii oraz obsypką z piasku frakcji 0-2 mm. Zabezpieczenie ma na celu zapobieżeniu zabetonowaniu istniejącej infrastruktury.

Projektuje się ponadto dostosowanie istniejącego ogrodzenia drewnianego, w sposób kontynuujący istniejącą linię ogrodzenia oraz łączący furtkę z końcem górnego skrzydełka ściany oporowej.

## 11. Szczegółowe rozwiązania w zakresie instalacji sanitarnych

Nie wprowadza się zmian w istniejącym sposobie odprowadzania wód opadowych i roztopowych z nawierzchni utwardzonych terenu objętego zakresem niniejszego projektu (spływ powierzchniowy wód opadowych i roztopowych w kierunku wschodnim ulicy Modrzewiowej). Projektuje się jedynie uporządkowanie istniejącego sposobu odprowadzania wód w postaci budowy cieku betonowego z krawężnikiem najazdowym oraz trzema rzędami kostki brukowej. Ciek należy wykonać ze spadkiem w kierunku wschodnim. Nawierzchnie drogowe jezdni oraz chodnika należy wykonać ze spadkiem w kierunku cieku. Sposób rozwiązań technicznych cieku betonowego j.w. przedstawiono w punkcie 13. niniejszego opisu oraz w części rysunkowej niniejszego projektu (lokalizację cieku przedstawiono na rysunku PZT 01).

### ZAŁOŻENIA PRZYJĘTE DO OBLICZEŃ INSTALACJI ORAZ PODSTAWOWE WYNIKI

Parametry deszczu obliczeniowego dla zlewni w zakresie opracowania:

Częstotliwość deszczu - 1 raz na 5 lat

Czas trwania deszczu – 15 min.

Natężenie miarodajne deszczu –  $173,6 \text{ dm}^3/\text{s} \cdot \text{ha}$

Do obliczeń przyjęto:  $200 \text{ dm}^3/\text{s} \cdot \text{ha}$

Metoda uproszczona:

Powierzchnia zlewni –  $0,034 \text{ ha}$

Współczynnik spływu dla powierzchni odwadnianej: 0,8

Powierzchnia zredukowana –  $0,027 \text{ ha}$

Przepływ obliczeniowy:  $Q = 5,4 \text{ l/s}$

Dla przepływu obliczeniowego  $Q=5,4 \text{ l/s}$  dobrano ciek o szerokości 0,30m, głębokości 0,03m i minimalnym spadku 0,5%.



## 12. Szczegółowe rozwiązania w zakresie instalacji elektrycznych

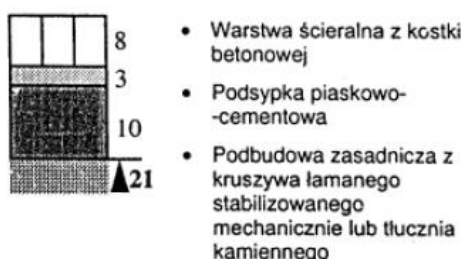
Planowane roboty budowlane będą prowadzone w pobliżu istniejącej sieci oświetlenia drogowego oraz kanalizacji teletechnicznej. Prace ziemne należy wykonać poprzez wykonanie wykopów kontrolnych. Przy zbliżeniu (tj. nie więcej niż 0,5m) projektowanej ściany żelbetowej z istniejącą siecią oświetlenia terenu, w celu zabezpieczenia kabla należy zastosować rurę dwudzielną (typu A110 PS, kolor niebieski). Odtwarzając trasę linii kablowej należy kabel wraz z osłoną z rury dwudzielnej ułożyć na warstwie piasku, następnie zasypać warstwą 25-35cm warstwą nasypu budowlanego, ułożyć folię ostrzegawczą z PCV. Kolejno warstwami zgodnie z technologią wykonywania projektowanych nawierzchni. W przypadku demontażu słupa oświetlenia (z oprawą parkową) należy przy ponownym osadzaniu fundamentu odpowiednio zagęścić grunt. Wysokość posadowienia dostosować do projektowanej nawierzchni z kostki betonowej ( $\pm 2\text{cm}$  w stosunku do powierzchni). W przypadku uszkodzenia warstwy hydroizolacyjnej fundamentów należy zastosować emulsję bitumiczną.

Szczególną uwagę należy zwrócić na kanalizację teletechniczną podczas prowadzenia prac ziemnych. Zabrania się najazdu maszynami lub pojazdami ciężkimi na studnie kanalizacji. Wysokość pokryw studni należy dostosować do powierzchni kostki betonowej.

## 13. Szczegółowe rozwiązania w zakresie robót drogowych

### 13.1. Roboty związane z budową chodnika

Przyjmuje się następujące minimalne parametry warstw drogowych dla chodnika jak dla nawierzchni jezdni i dróg klasy L i D w strefie zamieszkania – na chodniku przyjmuje się możliwość postoju pojazdów oraz manewrowania. Okazyjnie przewiduje się możliwość ruchu pojazdów kat. C – np. dojazd wozów strażackich.



Sumarycznie przyjmuje się projektowe warstwy drogowe:

- Kostka brukowa betonowa szara – 8 cm
- Podsypka piaskowo-cementowa – 3 cm
- Podbudowa zasadnicza z kruszywa łamanego bazaltowego 0-31,5 mm – 15 cm - zagęszczona do  $I_s \geq 1,0$
- Warstwy gruntocementu

Chodnik projektuje z kostki betonowej brukowej grubości 8 cm prostokątnej o wymiarach 10x20x8 cm. Należy użyć kostki betonowej brukowej o następujących parametrach:

- Wytrzymałość na rozciąganie przy rozłupywaniu (charakterystyczna)  $\geq 3,6 \text{ MPa}$
- Nasiąkliwość Klasa 2 (B)
- Odporność na ścieranie Klasa 4 (I)
- Odporność na zamrażanie/rozmarzanie z udziałem soli odladzających Klasa 3 (D)

Do wykonania cieków betonowych należy użyć tożsamej kostki betonowej.

Między chodnikiem a ciekami należy użyć krawężników najazdowych betonowych:

- Wymiary 15x22x100
- Wytrzymałość na zginanie Klasa 2 (T)
- Nasiąkliwość Klasa 2 (B)
- Odporność na ścieranie Klasa 4 (I)
- Odporność na zamrażanie/rozmarzanie z udziałem soli odladzających Klasa 3 (D)

Na przygotowanym wcześniej nasypie należy wykonać podbudowę pod krawężniki i ciek przykrawężnikowy z pospółki o zagęszczeniu  $I_s = 1,0$ . Krawężnik i ciek należy obetonować wykonując opór betonowy z betonu klasy min. C12/15 o grubości 10 cm. W tak przygotowanym korycie, po stwardnieniu mieszanki betonowej należy wykonać podbudowę z kamienia łamanego bazaltowego o frakcji 0-31,5 i zagęszczeniu  $I_s = 1,0$ .

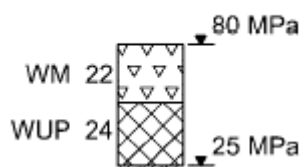
Na tak przygotowaną konstrukcję należy ułożyć kostkę betonową brukową z warstwą pośrednią z podsypki cementowo - piaskowej 1:3 o grubości 2-3 cm. Nawierzchnie chodnika należy po ułożeniu zagęścić za pomocą zagęszczarki płytowej z przekładką z tworzywa sztucznego. Do miałowania szczelin między kostką należy użyć piasku drobnoziarnistego białego płukanego 0-1 mm.

### 13.2. Roboty związane z budową jezdni

Do zaprojektowania warstw drogowych przyjmuje się kategorię ruchu KR1 – jest to droga niedostępna ogólnie, wygrodzona bramą wjazdową, przeznaczona do ruchu pojazdów głównie osobowych dla 3 nieruchomości (domów jednorodzinnych).

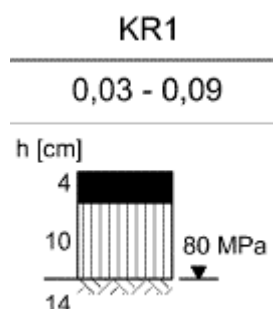
Przyjmuje się projektowane podłoże, pod nawierzchniami G4 o nośności min. 25 MPa.

Przyjmuje się typ 12 konstrukcji typowej wg GDDKiA dla KR1:



Przy założeniu że grubość warstwy środkowej WM 22 z pospółki niewysadzinowej o CBR>25%, będzie większa oraz zależała od głębokości wykopu.

Dla betonu asfaltowego warstw górnych przyjmuje się typ B konstrukcji dla KR1:



Przyjmuje się sumaryczne warstwy drogowe:

- Warstwa ścieralna z betonu asfaltowego – 4 cm
- Warstwa podbudowy zasadniczej z betonu asfaltowego – 10 cm
- Kruszywo kamienne bazaltowe uzupełniające 0-31,5 – 10 - 15 cm (zależne od spadku) zagęszczona do  $I_s \geq 1,0$
- Warstwa z pospółki niewysadzinowej o CBR>25% oraz  $k > 8 \text{ m/dobę}$  – zagęszczona do  $I_s \geq 1,0$
- Warstwa stabilizacji C3/4 – 24-25 cm

Dodatkowo projektuje się warstwę kamienia niesortowanego o grubości 10-15 cm mającą na celu wzmocnienie nawierzchni oraz wyrównanie różnic wysokości między ciekim betonowym oraz chodnikiem.

Dodatkowo w trakcie prac należy zachować spadek minimalny 2% nawierzchni drogowej do cieku betonowego przy krawężnikowego, oraz nawiązać się do wysokości przy bramach wjazdowych przy domach jednorodzinnych.

## 14. Podział prac na etapy

Projektuje się opcjonalny podział prac na etapy:

Etap 1 – możliwie niezwłocznie po zakończeniu etapu dokumentacji:

- Wycinka krzewów na koronie skarpy i drzew w rejonie skrzydełek muru oporowego
- Wykonanie palisady jet-grouting
- Wykonanie iniekcji gruntowej
- Wykonanie iniekcji grawitacyjnej cementowej od strony powietrza
- Wykonanie sączków drenarskich
- Wykonanie fartucha żwirowego
- Wykonanie skrzydełek muru oporowego
- Wykonanie dolnych warstw podbudowy wraz z tymczasowym odprowadzeniem wody deszczowej
- Wykonanie tymczasowej balustrady

Etap 2a – w ciągu 1 roku od rozpoczęcia robót rozbiórkowych istniejącej nawierzchni:

- Wykonanie warstw drogowych jezdni asfaltowej
- Wykonanie chodnika z kostki betonowej
- Wykonanie docelowego odprowadzenia wody deszczowej powierzchniowej.

Etap 2b - w ciągu max. 3 lat od wykonania dokumentacji:

- Wykonanie fartucha betonowego
- Wykonanie balustrady betonowej

Powyższy podział prac jest opcjonalny, tzn. możliwe jest wykonanie prac w kolejnych etapach, w przypadku dysponowania ograniczonymi zasobami. Możliwe jest także wykonanie przedmiotu inwestycji w jednym etapie – jeżeli Inwestor będzie dysponował odpowiednimi środkami.

Dodatkowe warunki podziału prac na etapy:

- Odprowadzenie wody deszczowej powierzchniowej, z terenu ulicy Modrzewiowej, powinno być wykonane w sposób skuteczny tak aby, nie wywołało parcia hydrostatycznego na ścianę oporową. Należy wykonać odwodnienie powierzchniowe w postaci koryta betonowego monolitycznego oraz odwodnienie podpowierzchniowe w postaci drenażu. Odprowadzenia wody deszczowej powierzchniowej, należy dokonać na dalszą część ul. Modrzewiowej. Odprowadzenia wody deszczowej podpowierzchniowej, należy wykonać na teren zielony chłonny Inwestora.
- Tymczasowa balustrada powinna zostać wykonana tak, aby spełniała wymagania nośności i posiadała wysokość min. 120 cm powyżej terenu. Balustrada powinna posiadać deklarację właściwości użytkowych oraz Europejską lub Krajową Ocenę Techniczną. Balustrada powinna być zamocowana w sposób stały do korony muru oporowego. Zamiennie można zastosować wykonanie ogrodzenia montowanego w warstwie gruntowej o wysokości min. 150 cm. Ogrodzenie powinno zapewniać bezpieczeństwo osób przebywających zarówno przy koronie oraz u podnóża muru oporowego.