

# GT PROJEKT

Sp. z o.o. & Co Spółka komandytowa  
ul. Parkowa 4, Swadzim k. Poznania  
62 – 080 Tarnowo Podgórne  
tel. (061) 625 22 22, fax. (061) 639 47 80  
www.gtprojekt.pl, e-mail: info@gtprojekt.pl

KRS 0000249629 Regon: 300231530 NIP 779-22-76-312 Bank Handlowy w Warszawie S.A. 68 1030 0019 0109 8503 0011 8941

## PROJEKT WYKONAWCZY

### ZABEZPIECZENIE I USZCZELNIENIE NASYPU DROGOWEGO DROGI WOJEWÓDZKIEJ NR 181 W MIEJSCOWOŚCI DRAWSKI MŁYN

DZIAŁKI NR: 791 792/3 792/4  
MIEJSCOWOŚĆ: DRAWSKI MŁYN  
GMINA: DRAWSKO  
POWIAT: CZARNKOWSKO – TRZCIANECKI  
WOJEWÓDZTWO: WIELKOPOLSKIE

ZLECIENIODAWCA: **WOJEWÓDZTWO WIELKOPOLSKIE**  
AL. NIEPODLEGŁOŚCI 34, 61 – 714 POZNAŃ  
**WIELKOPOLSKI ZARZĄD DRÓG WOJEWÓDZKICH**  
UL. WILCZAK 51, 61 – 623 POZNAŃ

PROJEKTOWALI:

SPRAWDZIŁ:

MGR INŻ. PAWEŁ ŁĘCKI  
upr. bud. 370/PW/91 & 361/PW/94; cert. PKG 0144/99

MGR INŻ. ŁUKASZ WIECZOREK  
upr. bud. WKP/0175/POOK/05; cert. PKG 0251/15

MGR INŻ. JACEK NAWRACAŁA

MGR INŻ. MIŁOSZ JUST

## ZAWARTOŚĆ OPRACOWANIA:

### CZĘŚĆ TEKSTOWA:

1.	PODSTAWA I ZAKRES OPRACOWANIA.	3
1.1.	WSTĘP. PODSTAWA FORMALNA I CEL OPRACOWANIA.	3
1.2.	ZAKRES PROJEKTU.	3
1.3.	PODSTAWA PRAWNA OPRACOWANIA.	3
1.4.	PODSTAWA MERYTORYCZNA OPRACOWANIA.	4
2.	PROJEKTOWANA INWESTYCJA.	5
2.1.	LOKALIZACJA I TEREN PROJEKTOWANEJ INWESTYCJI.	5
2.2.	OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA PROJEKTOWANEJ INWESTYCJI.	5
3.	WARUNKI GRUNTOWO – WODNE.	6
3.1.	GEOMORFOLOGIA. BUDOWA GEOLOGICZNA.	6
3.2.	NASYP DROGOWY.	6
3.3.	WARUNKI GEOTECHNICZNE.	7
3.4.	WARUNKI HYDROGEOLOGICZNE.	8
3.5.	ANALIZA FILTRACJI WODY PRZEZ KORPUS DROGI.	9
3.6.	KATEGORIA GEOTECHNICZNA INWESTYCJI.	9
4.	PRZESŁONA PRZECIWFILTRACYJNA.	10
4.1.	WARUNKI GEOTECHNICZNE W MIEJSCU PLANOWANEJ PRZESŁONY.	10
4.2.	WYNIKI ANALIZ OBLICZENIOWYCH.	10
4.3.	PRZESŁONA - ŚCIANKA Z PROFILI POLIWINYLOWYCH .	10
4.4.	TECHNOLOGIA – PRZESŁONA Z GRODZIC Z POLICHLORKU WINYLU	12
4.5.	USZCZELNIENIE REJONU PRZEPUSTÓW - INIEKCJA NISKOCIŚNIENIOWA.	13
4.6.	TECHNOLOGIA I KOLEJNOŚĆ ROBÓT.	13
5.	UWAGI I WYMAGANIA DODATKOWE.	15

### RYSUNKI:

8606B_01_REV.01	LOKALIZACJA PRZESŁONY PRZECIWFILTRACYJNEJ NA MAPIE (ŹRÓDŁO: WWW.WZDW.PL/DROGI/MAPA-DROG-WOJEWODZKICH)	1 : 500
8606B_02_REV.01	LOKALIZACJA PRZESŁONY PRZECIWFILTRACYJNEJ DW 181 KM 21+110 – 21+210	1 : 500
8606B_03_REV.01	PRZEKRÓJ PODŁUŻNY DW 181 KM 21+110 – 21+210	1 : 100 / 1 : 300
8606B_04_REV.01	UOGÓLNIONY PRZEKRÓJ POPRZECZNY DW 181 KM 21+110 – 21+210	1 : 200
8606B_05_REV.01	PRZEKROJE CHARAKTERYSTYCZNE DW 181 KM 21+110 – 21+210	1 : 100
8606B_06_REV.01	DETALE ŚCIANKI SZCZELNEJ	1 : 25

## 1. PODSTAWA I ZAKRES OPRACOWANIA.

### 1.1. WSTĘP. PODSTAWA FORMALNA I CEL OPRACOWANIA.

Niniejszy projekt wykonawczy, zwany dalej Projektem, opracowano w przedsiębiorstwie **GT PROJEKT** Sp. z o.o. & Co., Spółka Komandytowa, z siedzibą: Swadzim, ul. Parkowa 4, 62 – 080 Tarnowo Podgórne, zwanym dalej Projektantem, na zlecenie Inwestora, **WIELKOPOLSKIEGO ZARZĄDU DRÓG WOJEWÓDZKICH W POZNANIU**, z siedzibą: 61-623 Poznań, ul. Wilczak 51; **REJONU DRÓG WOJEWÓDZKICH W CZARNKOWIE**, z siedzibą: 64-700 Czarnków, ul. Gdyńska 56. (zwanego dalej Zleceniodawcą), zgodnie z umową nr 110/5.CZ/20.

Na podstawie wcześniejszych obserwacji, potwierdzonych badaniami podłoża gruntowego, udokumentowanymi w opinii geotechnicznej, opracowanej w marcu 2020 r., stwierdzono filtrację wody pochodzącej ze sztucznego zbiornika przez korpus drogowy. W celu ograniczenia filtracji przez korpus drogowy oraz zlikwidowania wysięków wody ze skarpy po północnej stronie drogi niezbędne jest wykonanie przesłony przeciwnfiltracyjnej.

Celem opracowania jest zaprojektowanie uszczelnienia nasypu drogowego, na którym poprowadzono Drogę Wojewódzką nr 181, celem zapobieżenia filtracji wody przez korpus oraz zapobieżenia wysięków wody z północnej skarpy tego korpusu.

### 1.2. ZAKRES PROJEKTU.

Niniejszy Projekt obejmuje swym zakresem przesłonę przeciwnfiltracyjną, uszczelniającą nasyp drogowy. Zaprojektowano uszczelnienie nasypu przez wykonanie przesłony – ścianki z profili poliwinylowych, a w rejonach, w sąsiedztwie istniejącego „nowego” przepustu (zlokalizowanego w km  $\approx 21+140$ ) oraz „starego” – zlikwidowanego przepustu (w km  $\approx 21+168$ ) przez wykonanie przesłony – iniekcji niskociśnieniowej.

Niniejszy Projekt zawiera wyniki obliczeń (analiz numerycznych), opis techniczny oraz część rysunkową.

### 1.3. PODSTAWA PRAWNA OPRACOWANIA.

Projekt opracowano w oparciu o ustawy, rozporządzenia, wytyczne i normy, związane z geologią, budownictwem i geotechniką, w tym, nie wyłączając innych, wyszczególnione poniżej:

- [N1] Rozporządzenie Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25. kwietnia 2012 r. w sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadowienia obiektów budowlanych (Dz.U. z 2012 poz. 463).
- [N2] Polska Norma: Eurokod 7 - PN-EN 1997-1-2008 - Projektowanie geotechniczne. Część 1 - Zasady ogólne.
- [N3] Polska Norma: Eurokod 7 - PN-EN 1997-2-2007 - Projektowanie geotechniczne. Część 2 - Badania podłoża gruntowego.
- [N4] Polska Norma: Eurokod 3 - PN-EN 1993-5-2009 - Projektowanie konstrukcji stalowych. Część 5: palowanie i ścianki szczelne.
- [N5] Polska Norma: PN-EN 12063:2001 – Wykonawstwo specjalnych robót geotechnicznych, Ścianki szczelne.

#### 1.4. PODSTAWA MERYTORYCZNA OPRACOWANIA.

Podstawę merytoryczną opracowania Projektu stanowią:

- [1] Archiwalne dokumentacje geologiczne i geotechniczne oraz dokumentacje projektowe:
  - [1.1] „Opinia geotechniczna z dokumentacją badań podłoża gruntowego [przepust drogowy przy DW 181 w km 21+557]” Przedsiębiorstwo „Geowell” Usługi geologiczne i Ochrony Środowiska – Michał Skrzypczak, Październik 2019 r.
  - [1.2] ”Opinia geotechniczna dokumentacja badań podłoża gruntowego dla określenia geotechnicznych warunków posadowienia nasypu drogowego drogi wojewódzkiego nr 181 w km (około) 21+480 ÷ 21+610, w miejscowości Drawski Młyn”, (nr archiwalny 8606A/2020), GT Projekt, marzec 2020 r.
- [2] Wizje lokalne terenu inwestycji, przeprowadzone w styczniu i w marcu 2020 r.
- [3] Ustalenia i informacje przekazane przez Zleceniodawcę.
- [4] Dane zawarte na stronach www. m.in.:
  - [4.1] [www.wzdw.pl](http://www.wzdw.pl)  
dostęp: 2020-04-20; 8:30
  - [4.2] [www.pl.wikipedia.org/wiki/Droga\\_wojewodzka\\_nr\\_178](http://www.pl.wikipedia.org/wiki/Droga_wojewodzka_nr_178)  
dostęp: 2020-03-10; 9:30
  - [4.3] [www.pl.wikipedia.org/wiki/Drawski\\_Mlyn](http://www.pl.wikipedia.org/wiki/Drawski_Mlyn)  
dostęp: 2020-03-10; 9:50
- [5] Korekty i uzupełnienia wprowadzono przez Projektanta po opracowaniu pierwotnej, roboczej wersji projektu wykonawczego (edycja: kwiecień 2020 r.), dotyczące sposobu wykonania przesłony przeciwfiltracyjnej w rejonie starego, zlikwidowanego przepustu, w km ≈21+168.

## 2. PROJEKTOWANA INWESTYCJA.

### 2.1. LOKALIZACJA I TEREN PROJEKTOWANEJ INWESTYCJI.

Wg zapisów dokumentacji [1.2]: Dokumentowany teren – analizowany odcinek drogi wojewódzkiej DW181 położony jest na lewym brzegu Noteci, około 1,2 km od koryta rzeki, w dolinie cieku noszącego nazwę „Struga”, bezpośrednio na wschód od linii kolejowej Poznań - Krzyż - Szczecin, w pobliżu Drawskiego Młyna. Teren inwestycji stanowi fragment równiny sandrowej wyniesionej około 6 ÷ 14 m ponad poziom doliny Noteci, przeciętej głęboką doliną Strugi. Rzędne terenu w obrębie równiny sandrowej wynoszą w granicach około 40 ÷ 46 m n.p.m.

Analizowany fragment drogi wojewódzkiej DW 181 przecina głęboką dolinę cieku - Strugi. Po południowo wschodniej stronie nasypu znajduje się sztuczny zbiornik wodny (staw: Staw przy Drodze), jeden z trzech, pozostałe dwa to: Staw Zalew i Staw Żydowski). Niweleta drogi na analizowanym odcinku poprowadzona jest na rzędnych od około 41,8 m n.p.m. (w części wschodniej), poprzez około 39,7÷39,9 m n.p.m. (obniżenie – najniższy punkt, w rejonie przepustu), do około 41,5 m n.p.m. (w części południowo zachodniej). Droga poprowadzona jest na wysokim nasypie o wysokości sięgającej około 5 m (licząc w stosunku do dna doliny po stronie północno zachodniej).

Analizowany odcinek stanowi groblę piętrzącą wody Strugi i tworzącą sztuczny zbiornik wody. Zgodnie z informacjami otrzymanymi od Zleceniodawcy w roku 2019 roku, na analizowanym odcinku drogi zaobserwowano wysięki wody w północno wschodniej skarpie nasypu drogowego.

Zaobserwowane wysięki wody były powodem wykonania wstępnych badań podłoża gruntowego w październiku 2019 r. [1.1] oraz badań uzupełniających w marcu 2020 r. [1.2].

### 2.2. OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA PROJEKTOWANEJ INWESTYCJI.

Projektuje się wykonanie przesłony przeciwfiltracyjnej, uszczelniającej, której celem będzie ograniczenie przepływu wody, infiltrującej nasyp drogowy, na którym znajduje się droga wojewódzka DW nr 181. Odcinek, którego dotyczy przedmiot opracowania przecina dolinę cieku – Strugi, na którym po wykonaniu grobli, spiętrzone wody i utworzono sztuczne zbiorniki (stawy).

Projektuje się wykonanie przesłony na odcinku długości 110 m, od km 21+100 do 21+210. Przesłonę projektuje się wykonać jako ściankę z profili poliwinylowych, a w bezpośrednim sąsiedztwie istniejącego cieku i przepustu (w km ≈41+140), na długości około 6 m, oraz w sąsiedztwie starego, zlikwidowanego (zabetonowanego) przepustu (w km ≈41+168) w technologii wgłębnej iniekcji niskociśnieniowej.

### 3. WARUNKI GRUNTOWO – WODNE.

Opis warunków gruntowo - wodnych przytoczono za dokumentacjami geotechnicznymi, przede wszystkim, dokumentacją geotechniczną [1.2].

#### 3.1. GEOMORFOLOGIA. BUDOWA GEOLOGICZNA.

W podłożu analizowanego odcinka drogi DW 181 stwierdzono występowanie utworów czwartorzędowych, plejstoceńskich, związanych z akumulacyjną działalnością lądolodów w okresach glacialnych przekrytych holocenijskimi osadami akumulacji bagienno-rzecznej. Korpus drogi budują grunty antropogeniczne (nasypy).

Najstarszymi osadami, stwierdzonymi w podłożu, są osady morenowe zlodowacenia środkowopolskiego (osady PAKIETU III): gliny morenowe z pojedynczymi soczewkami piasków śródglinowych. Strop tych glin stwierdzono we wszystkich punktach badawczych, na głębokościach od około 2 do około 10 m p.p.t., tj. na rzędnych od około 28,5 do około 38,5 m n.p.m., przy czym zalega najgłębiej w środkowej części analizowanego terenu, pośrodku doliny.

W dolinie strumienia, na glinach morenowych występuje miększy pokład rodzimych osadów holocenijskich, akumulacji bagienno – rzecznej (osady PAKIETU II): torfów i namułów oraz pospółek, żwirów, piasków, piasków próchnicznych i mułków. Być może spągowe partie osadów klastycznych są starsze, plejstoceńskie (wodnolodowcowe lub postglacialne), lecz jednoznaczne określenie genezy tych osadów jest bardzo trudne i nie ma wpływu na określenie geotechnicznych warunków posadowienia analizowanego nasypu drogowego. Całkowita miąższość osadów tego pakietu, w punktach wierceń i sondowań, jest bardzo zróżnicowana: od około 1 ÷ 2 m na prawym brzegu cieku i około 3 m na lewym do około 8 m w środkowej części doliny. Na tych rodzimych, zarówno mineralnych jak i organicznych osadach uformowano nasyp traktu – obecnej drogi wojewódzkiej DW 181, opisany poniżej, w rozdziale 3.2.

#### 3.2. NASYP DROGOWY.

Według dokumentacji [1.2]: Analizowany nasyp ma długość około 130 m. Nasyp być może uformowano przed około pięciuset laty, tworząc groblę piętrzącą wody cieku w celu budowy młyna wodnego. Być może już od samego początku istnienia nasypu w jego koronie przebiegał trakt, łączącym Krzyż z Czarnkowem. Nasyp zaznaczony jest już na mapie pruskiej z końca XIX wieku.

Ponieważ nasyp został zbudowany w celu spiętrzenia wód cieku i, być może, poprowadzenia traktu (drogi) winien być określony mianem „nasypu budowlanego”, jednak z uwagi na rodzaj i, zwłaszcza, stan materiału użytego do budowy należałoby go określić mianem „nasypu niekontrolowanego”.

Nasyp ten zbudowany jest w przewadze z różnoziarnistych materiałów niespoistych (od piasków drobnych, poprzez średnie i grube do pospółek i żwirów), lokalnie z domieszką humusu (pochodzących prawdopodobnie z pobliskiego sandru). Stan gruntów budujących nasypy jest zróżnicowany: od bardzo luźnych i luźnych do luźnych na pograniczu średniozagęszczonych i zagęszczonych i, lokalnie, zagęszczonych.

### 3.3. WARUNKI GEOTECHNICZNE.

Na podstawie analizy budowy geologicznej podłoża gruntowego, w podłożu wydzielono pakiety gruntów o zróżnicowanej genezie. Natomiast w obrębie pakietów wyróżniono warstwy różniące się rodzajem (litologią) oraz stanem (konsystencją lub zagęszczeniem).

**Pakiet I** - pakiet nasypów antropogenicznych, budujących nasyp drogowy;

<b>IA</b>	-	<b>nN [PdH, Ps Ź C H]</b>	$R_f \approx 0,4 \div 2,2 \%$
IA1	-	bardzo luźne	$q_c \approx 1,2 \text{ MPa}$
IA2	-	luźne	$q_c \approx 2,2 \text{ MPa}$
IA3	-	luźne / średniozagęszczone	$q_c \approx 3,7 \text{ MPa}$
IA5	-	średniozagęszczone	$q_c \approx 12,7 \text{ MPa}$
<b>IB</b>	-	<b>nN [Pd Ps Po+K]</b>	$R_f \approx 0,5 \div 1,5 \%$
IB1	-	bardzo luźne	$q_c \approx 1,3 \text{ MPa}$
IB2	-	luźne	$q_c \approx 2,4 \text{ MPa}$
IB3	-	luźne / średniozagęszczone	$q_c \approx 4,5 \text{ MPa}$

**Pakiet II** - pakiet holocenijskich osadów akumulacji bagienno – rzecznej: torfów i namułów, piasków próchniczych oraz pospółek, żwirów, piasków, a także mułków; w obrębie pakietu wyróżniono następujące warstwy:

<b>IIA</b>	-	<b>torfy, namuły, gytie</b>	$R_f \approx 3,0 \div 9,0 \%$
IIA1	-	twardoplastyczne	$q_c \approx 0,5 \text{ MPa}$
IIA2	-	twardoplastyczne / półzwarte	$q_c \approx 1,0 \text{ MPa}$
IIA3	-	twardoplastyczne / półzwarte	$q_c \approx 1,5 \text{ MPa}$
<b>IIB</b>	-	<b>piaski próchnicze Ps/Pd+H Ps/Pr+H</b>	$R_f \approx 0,6 \div 1,8 \%$
IIB1	-	bardzo luźne	$q_c \approx 1,2 \text{ MPa}$
IIB2	-	luźne	$q_c \approx 2,5 \text{ MPa}$
IIB3	-	luźne / średniozagęszczone	$q_c \approx 4,3 \text{ MPa}$
<b>IIC</b>	-	<b>piaski i pospółki Pr/Pr Pr/Po Po +K+Ź</b>	$R_f \approx 0,3 \div 1,6 \%$
IIC1	-	bardzo luźne	$q_c \approx 1,8 \text{ MPa}$
IIC2	-	luźne	$q_c \approx 3,2 \text{ MPa}$
IIC4	-	średniozagęszczone	$q_c \approx 6,6 \text{ MPa}$
IIC6	-	średniozagęszczone / zagęszczone	$q_c \approx 17,4 \text{ MPa}$
<b>IID</b>	-	<b>mułki „C” Pg Pg/Gp Pg//Pd</b>	$R_f \approx 1,2 \div 2,7 \%$
IID3	-	plastyczne	$q_c \approx 0,9 \text{ MPa}$
IID4	-	twardoplastyczne / plastyczne	$q_c \approx 1,4 \text{ MPa}$

**Pakiet III** - pakiet spoistych osadów plejstocénskich, związanych z akumulacją lądolodu w czasie zlodowacenia środkowopolskiego; (dla gruntów spoistych przyjęto symbol konsolidacji „A”), w obrębie pakietu wyróżniono następujące warstwy:

IIIa	-	gliny zwałowe	Pg	Pg/Gp	Gp	$R_f \approx 2,2 \div 4,5 \%$
IIIa4	-	twardoplastyczne / plastyczne				$q_c \approx 1,3 \text{ MPa}$
IIIa5	-	twardoplastyczne				$q_c \approx 2,6 \text{ MPa}$
IIIa6	-	twardoplastyczne / półzwarte				$q_c \approx 3,5 \text{ MPa}$
IIIa7	-	półzwarte				$q_c \approx 5,2 \text{ MPa}$

### 3.4. WARUNKI HYDROGEOLOGICZNE.

W podłożu gruntowym analizowanego odcinka drogi DW 181 stwierdzono występowanie wód gruntowych jednego, czwartorzędowego poziomu wodonośnego, występujących w postaci zwierciadła swobodnego i / lub napiętego w rzecznych piaskach, przy czym warstwami napinającymi lustro wody są osady organiczne oraz mułki.

Warunki hydrogeologiczne analizowanego terenu są ściśle powiązane z ciekim – Strugą przeciętą groblą, piętrzącą wody w sztucznym zbiorniku (stawie).

Przy spiętrzeniu wód Strugi woda w stawie stabilizuje się na rzędnej około 38,5 m n.p.m. W trakcie badań, w lutym 2020 r. woda ze stawu została spuszczone i występowała tylko na dnie, na poziomie około 2,4 m niższym, na rzędnej około 36,1 m n.p.m.

W trakcie badań archiwalnych [1.1], w październiku 2019 r. pomierzono lustro wody gruntowej w środkowej części grobli, od strony napływu (od strony stawu, punkty 1A, 2A, 3A) na rzędnych około 37,9 m n.p.m.

W lutym 2020 r. pomierzono lustro wody gruntowej w środkowej części grobli, od strony napływu (od strony stawu, w rejonie przepustu, punkty 02, 03) na rzędnych około 36,3 m n.p.m., w środkowej części nasypu (punkt 06) na rzędnej około 35,4 m n.p.m., a po stronie północno zachodniej (punkt 07) na rzędnej około 33,7 m n.p.m.

Woda w cieku, po północnej stronie grobli, za przepustem, wypływa w korycie, na rzędnej około 34,5 m n.p.m. Na długości około 15 ÷ 20 m spadek wynosi:

- przy spiętrzeniu wody: około 4,0 m, tj. około 20% ÷ 25%;
- przy wodzie spuszczonej ze stawu: około 1,6 m, tj. około 8% ÷ 11%;

Wyniki badań podłoża gruntowego wskazują, że grobla – a obecnie nasyp drogowy została uformowana – usypana bezpośrednio na osadach bagienno-rzecznych, w dużej mierze: osadach organicznych. Głębokości zalegania oraz wahania poziomu wody gruntowej w podłożu i w bezpośrednim sąsiedztwie analizowanego nasypu drogowego są bezpośrednio powiązane ze stanem wód w stawie; wahania są w głównej mierze uzależnione od stopnia wypełnienia, tj. od poziomu wody w tym stawie.



### 3.5. ANALIZA FILTRACJI WODY PRZEZ KORPUS DROGI.

Analiza budowy geologicznej, warunków hydrogeologicznych, a na ich podstawie: analiza przepływu wody przez korpus drogi (przez groblę) wskazuje, że zarówno przy niskich jak i przy wysokich stanach wody w stawie (przy jej spiętrzeniu) woda infiltruje od strony zbiornika (stawu), przepływa przez przepuszczalne warstwy korpusu drogowego i powoduje powstanie wysięków po północnej stronie korpusu.

Pod korpusem zalega ciągły pokład (skonsolidowanych przez wieloletnie zaleganie gruntów budujących nasyp) słaboprzepuszczalnych gruntów organicznych, podścielonych gruboziarnistymi, wodoprzepuszczalnymi osadami piaszczystymi. Jednak z uwagi na głębokość zalegania tych gruboziarnistych osadów (vide: przekrój poprzeczny korpusu, rysunek 8606B\_04) przepływ wody w tych osadach (a nie poprzez korpus drogi) nie jest przyczyną degradacji nasypu drogowego i nie przyczynia się do powstawania wysięków.

Dlatego przesłona przeciwfiltracyjna winna zostać wykonana w przypowierzchniowych warstwach wodoprzepuszczalnych i celem odcięcia przepływu wody przez korpus drogowy winna zostać wprowadzona w warstwy słaboprzepuszczalnych gruntów organicznych.

### 3.6. KATEGORIA GEOTECHNICZNA INWESTYCJI.

Podłoże gruntowe projektowanej inwestycji charakteryzuje się skomplikowanymi warunkami gruntowymi - z uwagi na infiltrację wody przez nasyp drogowy, co może prowadzić do zjawisk osuwiskowych, oraz z uwagi na usytuowanie terenu Inwestycji w dolinie cieku wodnego. W związku z określeniem warunków gruntowych, jako skomplikowane, dla analizowanej Inwestycji należy przyjąć trzecią kategorię geotechniczną – zgodnie z [N\_01].

## **4. PRZESŁONA PRZECIWFILTRACYJNA.**

### **4.1. WARUNKI GEOTECHNICZNE W MIEJSCU PLANOWANEJ PRZESŁONY.**

Nasyp, w który ma być wbudowana przesłona uformowany został około pięćset lat temu, tworząc groblę piętrzącą wody cieku w celu budowy młyna wodnego. Zbudowany jest ze zróżnicowanych w stanie nasypów niekontrolowanych (od bardzo luźnych do lokalnie zagęszczonych). Nasyp uformowany został na holocenijskich osadach akumulacji bagienno-rzecznej obejmującej torfy, namuły, piaski próchnicze, pospółki, żwiry, piaski, oraz mułki. Osady holocenijskie podścielone są spoistymi osadami plejstocenijskimi związanymi z akumulacją lądolodu w czasie zlodowacenia środkowopolskiego.

Warunki hydrogeologiczne związane są ściśle z ciekim – Strugą, przeciętym groblą, piętrzącą wody w sztucznym zbiorniku (stawie). Różnoziarniste piaski, budujące nasyp drogowy, charakteryzujące się wysokimi współczynnikami filtracji, umożliwiają przepływ wody, czemu towarzyszą wysięki w skarpie północnej.

### **4.2. WYNIKI ANALIZ OBLICZENIOWYCH.**

Przeprowadzona analiza obliczeniowa wykazała, że projektowane rozwiązanie w formie „zawieszanej” ścianki szczelnej zabezpieczy wodoprzepuszczalne warstwy nasypu przed lateralnym przepływem wody. Wydłużona ścieżka filtracji wyeliminuje wysączenie wody gruntowej w skarpie północnej nasypu - grobli.

Zmiana poziomu wody gruntowej wywołuje zmianę naprężeń w ośrodku gruntowym, czemu towarzyszyć może osiadanie nasypu (wraz z obniżaniem lustra wody) lub wypiętrzanie nasypu (wraz z wzrostem lustra wody). Przeprowadzona analiza wykazała, że obniżenie wody w zbiorniku z 38,5 do 36,1 m może wywoływać osiadanie korony nasypu o kilkanaście mm. Analizowany nasyp już wielokrotnie doświadczał wahań wody gruntowej, jednakże po wykonaniu przesłony przeciwnofiltracyjnej strefa odwodniona nasypu osiadzie trwale o wartość około 20 mm, co wobec ujednolicenia osiadań jest wartością dopuszczalną.

Wykonano obliczenia stateczności skarp nasypu. Analiza wykazała niskie współczynniki bezpieczeństwa niezależnie od fazy obliczeń. Analiza wykazała jednak, że skarpa zachowuje warunki stateczności, a wykonanie przesłony zwiększa współczynnik bezpieczeństwa.

### **4.3. PRZESŁONA - ŚCIANKA Z PROFILI POLIWINYLOWYCH .**

Projektuje się wykonanie przesłony przeciwnofiltracyjnej w formie ścianki szczelnej, z profili z polichlorku winylu spiętej systemowym oczepem. Materiał syntetyczny gwarantuje wodoszczelność oraz jest niewrażliwy na korozję i agresywność chemiczną podłoża gruntowego.

Projektuje się wykonanie przesłony od rzędnej 39,50 m n.p.m. do głębokości około 3÷6 m, która ma stanowić wodoszczelny ekran dla warstw nasypowych, piasków, piasków próchnicznych, pospółek i żwirów, o zróżnicowanym stanie zagęszczenia, oraz stropowych partii zalegających niżej słaboprzepuszczalnych gruntów organicznych - torfów oraz namułów.

Pogrążanie grodzic należy przeprowadzić do momentu zagłębienia minimum 1,0 m w słaboprzepuszczalnych gruntach organicznych. W przypadku stwierdzenia występowania warstw torfów i namułów małej miąższości należy pogrążyć ściankę do stropowych partii glin morenowych. Wprowadzenie ścianki w gliny, charakteryzujące się niskim wskaźnikiem wodoprzepuszczalności, również skutecznie uszczelni przedmiotowy nasyp drogowy.

Ściankę szczelną projektuje się z grodzic winylowych GW-610/9,0 o następujących właściwościach fizyko-mechanicznych:

	Jednostka	Wartość
Szerokość przekroju	mm	606
Wysokość przekroju	mm	230
Grubość ścianki	mm	9
Wskaźnik przekroju	cm <sup>3</sup> /m	1076,8
Moment bezwładności	cm <sup>4</sup> /m	12766
Dopuszczalny moment (Wskaźnik bezpieczeństwa = 2)	kNm/m	23,7
Maksymalny dopuszczalny moment	kNm/m	47,4
Gęstość	kg/m <sup>3</sup>	1400÷1480
Wytrzymałość na rozciąganie	MPa	≥ 44
Moduł sprężystości przy rozciąganiu	MPa	≥ 2600
Moduł sprężystości przy zginaniu	MPa	≥ 2600
Wytrzymałość na zginanie (przed i po starzeniu cieplnym)	MPa	≥ 65

Grodzice winylowe powinny mieć Aprobata Techniczną wydaną przez certyfikowany ośrodek badawczy.

W celu zabezpieczenia wierzchu grodzic, spięcia ścianki, zapobieżenia klawiszowaniu i usztywnieniu ustroju stosuje się oczep systemowy, o szerokości powyżej 290 mm.

Zakres prac oraz lokalizacja przesłony przedstawione zostały na rysunkach 8606B\_01, 8606B\_02 oraz 8606B\_03. Rysunki 8606B\_01 oraz 8606B\_02 przedstawiają lokalizację przesłony. Rysunek 8606B\_03 obrazuje przekrój podłużny z zaznaczonym zakresem prac dla przesłony

w formie ścianki szczelnej oraz przesłony z iniektu niskociśnieniowego w rejonie przepustu (patrz: rozdział 4.5). Długość przesłony w formie ścianki szczelnej wynosi 100 m (w tym dwa „płytkie” odcinki po 6 m – w rejonie istniejącego, „nowego”, oraz zlikwidowanego, zabetonowanego – „starego” przepustu. Grodzice należy zagłębić zgodnie z przedstawionym schematem na rysunku 8606B\_04 (Uogólniony przekrój geotechniczny) niniejszego projektu. Szczegóły konstrukcyjne oraz usytuowanie ścianki wobec drogi DW 181 oraz przyległego chodnika zostały przedstawione na przekrojach charakterystycznych, opracowanych (rysunek 8606B\_05) dla km 21+130, 21+160, 21+185.

W rejonie przepustów należy wykonać uszczelnienie w postaci iniekcji niskociśnieniowej, ze względu na możliwość uszkodzenia przepustu przy wykonywaniu ścianki oraz brak możliwości wykonania ścianki poniżej przepustów. Należy zwrócić szczególną uwagę, aby zapewnić szczelność pomiędzy brusami winylowymi, a przesłoną iniekcyjną. Przekrój podłużny, wraz z zaznaczonymi fragmentem przesłony iniekcyjnej nad przepustami przedstawiony został na rysunku 8606B\_03.

#### 4.4. TECHNOLOGIA – PRZESŁONA Z GRODZIC Z POLICHLORKU WINYLU

Grodzice winylowe wykonywane są z twardego polichlorku winylu, modyfikowanego środkami ułatwiającymi przetwórstwo, modyfikatorami udarność, stabilizatorami termicznymi i UV oraz wypełniaczami mineralnymi. Są produkowane metodą wytłaczania jako profile monolityczne lub metodą współwytłaczania (koekstruzji) z rdzeniem wykonanym z materiału uzyskanego z recyklingu konstrukcyjnego PVC, powleczonego warstwą tworzywa pierwotnego. Dzięki zastosowaniu materiałów z recyklingu konstrukcyjnego PVC, który umożliwia ponowne przetwarzanie, grodzice winylowe są rozwiązaniem przyjaznym środowisku.

Grodzice przeznaczone są do budowy pionowych ścianek szczelnych. Zakończenia typu wpust/wypust umieszczone po przeciwnych stronach przekroju profilu tworzą szczelny zamek, umożliwiający łączenie kolejnych elementów, tworzenie zwartych, liniowych przegród o dowolnej rozpiętości. Materiał, z którego są wykonane grodzice nie wymaga konserwacji, nie koroduje, jest odporny na działanie czynników atmosferycznych, biologicznych jak i mechanicznych.

Montaż ścianek najczęściej odbywa się poprzez wbijanie grodzic wzdłuż uprzednio zainstalowanych wzorników przy wykorzystaniu lekkiego sprzętu o niewielkiej energii uderzeń. Przy wbijaniu długich elementów, w zwartym podłożu gruntowym stosowane są mandrele, czyli stalowe prowadnice o kształcie odzwierciedlającym wbijaną grodzicę winylową. Rodzaj i długość mandreli jest dostosowany do typu wbijanych grodzic.

#### 4.5. USZCZELNIENIE REJONU PRZEPUSTÓW - INIEKCJA NISKOCIŚNIENIOWA.

Projektuje się wykonanie doszczelnienie rejonu obydwóch przepustów. Projektuje się doszczelnienie w rejonie nowego przepustu (na długości około 6 m, od km  $\approx 21+137$  do km  $\approx 21+146$ ) poprzez wykonanie wgłębnej iniekcji niskociśnieniowej zaczynem cementowym, w przedziale głębokości od rzędnej 37,5 do około 34,5 m n.p.m. (około 18 m<sup>2</sup> przesłony przeciwnofiltracyjnej. Ponadto, projektuje się także doszczelnienie w rejonie starego, zabetonowanego przepustu (na długości około 6 m, od km  $\approx 21+165$  do km  $\approx 21+171$ ), również poprzez wykonanie wgłębnej iniekcji niskociśnieniowej zaczynem cementowym, w przedziale głębokości od rzędnej 37,5 do około 34,5 m n.p.m. (około 18 m<sup>2</sup> przesłony przeciwnofiltracyjnej).

Wykonanie iniekcji niskociśnieniowej (w analizowanym przypadku) wiązać się będzie z koniecznością wykonania, dla każdego z przepustów po około 16÷20 odwiertów o niewielkiej (do około 70 mm) średnicy (odwierty co około 30÷40 cm), do głębokości około 5 m. Łącznie do wykonania: około 32÷40 odwiertów, przy czym ostateczną liczbę odwiertów – punktów iniekcji określi wykonawca, na podstawie własnych doświadczeń i możliwości sprzętowych.

Projektuje się wykonanie iniekcji zaczynem cementowym.

Należy zaznaczyć, że przy realizacji prac w pobliżu istniejących fundamentów (a w analizowanym przypadku: przy istniejącym przepuscie), iniekcja niskociśnieniowa jest mniej inwazyjne (w stosunku do iniekcji wysokociśnieniowej jet-grouting) i przez to bezpieczniejsze dla istniejącej konstrukcji. Iniekcja niskociśnieniowa opiera się na mieszanii rodzimego gruntu z zaczynem cementowym wtłaczanym strumieniowo pod niewielkim ciśnieniem, nie przekraczającym około 4 MPa. Naturalna struktura gruntu jest modyfikowana przez iniekt wypływający z dysz iniekcyjnych. Grunt mieszany jest z zaczynem wiążącym w sposób jednorodny w strefie oddziaływania strumienia iniektu. Rezultatem iniekcji strumieniowej jest uformowanie regularnej, walcowej strefy cementowogruntovej o średnicy kilkudziesięciu centymetrów. Dodatkowo filtracyjno-konsolidujący charakter tej iniekcji powoduje nasączenie otoczenia kolumny zaczynem cementowym i w efekcie zeskalenie gruntu. Średnice kolumn iniekcyjnych wahają się w granicach do około 50 cm w zależności od rodzaju ośrodka gruntowego oraz charakterystyki zaczynu wiążącego.

#### 4.6. TECHNOLOGIA I KOLEJNOŚĆ ROBÓT.

Realizację przesłony przeciwnofiltracyjnej należy wykonywać przy niskim poziomie wody w stawie (po „spuszczeniu” wody), tj. około 36,0 – 36,5 m n.p.m.

Realizacja robót przy niskim poziomie wody w stawie umożliwi wykonanie odpowiedniej platformy roboczej dla sprzętu specjalistycznego (dla wykonania przesłony w postaci ścianki szczelnej z profili poliwinylowych oraz dla wykonania iniekcji niskociśnieniowej) oraz znacząco zredukuje spadek hydrauliczny, a w konsekwencji – prędkość przepływu wody przez korpus drogi w trakcie wykonywania przesłony, co jest bardzo istotne zwłaszcza dla prawidłowego i skutecznego wykonania fragmentu przesłony w technologii iniekcyjnej.

### Projektowana kolejność robót:

- 1) Organizacja placu budowy.
- 2) Wygrodzenie terenu budowy (od km około 21+090 do km około 21+230).
- 3) Wytyczenie trasy przesłony; od km 21+110 do km 21+210.
- 4) Wykonanie przekopów próbnych (lokalizacja ewentualnych kolizji; przekopy należy wykonać w odległościach nie większych niż 20 m; minimum 6 przekopów).
- 5) Wyrównanie terenu – wykonanie platformy roboczej na rzędnej około 39,10 m n.p.m.
- 6) Wykonanie ścianki szczelnej; odcinek od km 21+110 do km  $\approx 21+137$ .
- 7) Wykonanie ścianki szczelnej; odcinek od km 21+ $\approx 143$  do km  $\approx 21+165$ .
- 8) Wykonanie ścianki szczelnej; odcinek od km  $\approx 21+171$  do km około 21+175.
- 9) Wykonanie iniekcji niskociśnieniowej, od km  $\approx 21+137$  do km  $\approx 21+143$ .
- 10) Wykonanie iniekcji niskociśnieniowej, od km  $\approx 21+165$  do km  $\approx 21+171$ .
- 11) Wykonanie „płytkiej” ścianki szczelnej, do głębokości 2 m (w przedziale rzędnych 39,5 ÷ 37,5 m n.p.m., ponad przepustami, wokół których wykonana została iniekcja niskociśnieniowa, na odcinkach: w km  $\approx 21+137$  ÷  $\approx 21+143$  oraz  $\approx 21+165$  ÷  $\approx 21+171$ ).
- 12) Wykonanie ścianki szczelnej; odcinek od km około 21+175 do km 21+210.
- 13) Wykonanie oczepu systemowego, zgodnie z zaleceniami producenta.
- 14) Wyrównanie terenu wzdłuż wykonanej przesłony i oczepu, na odcinku długości około 120 m, tj. od km 21+105 do km 21+215.
- 15) Ułożenie warstwy ziemi urodzajnej (obhumusowanie) i obsianie skarpy trawą.
- 16) Opracowanie dokumentacji powykonawczej (obejmującej geodezyjną dokumentację powykonawczą oraz dokumentację wykonanych robót).

## 5. UWAGI I WYMAGANIA DODATKOWE.

Przy wykonywaniu robót należy bezwzględnie wziąć pod uwagę poniższe wymagania:

1. Przesłonę przeciwfiltacyjną należy wprowadzić w grunty słaboprzepuszczalne, tu: w torfy na minimum 100 cm, lub w przypadku mniejszej niż 100 cm miąższości warstwy gruntów organicznych – w gliny morenowe na minimum 100 cm.
2. W przypadku zaobserwowania negatywnego wpływu pogrążania ścianki w nasypie drogowym należy niezwłocznie przerwać pracę, poinformować o sytuacji zespół projektowy.
3. Po wykonaniu prac skarpy należy powierzchniowo dogęścić wokół przesłony, dodatkowo w celu poprawy stateczności zaleca się obhumusowanie skarpy.
4. W przypadku stwierdzenia niezgodności warunków gruntowo - wodnych ze stwierdzonymi w dokumentacjach [1] należy przerwać roboty i niezwłocznie skontaktować się z autorami dokumentacji badań podłoża i autorami niniejszego projektu budowlanego.
5. Przy wykonywaniu robót należy bezwzględnie przestrzegać przepisów BHP.
6. Przy wykonywaniu robót specjalistycznych należy przestrzegać polskich norm oraz specyfikacji technicznych dla tych robót; prace należy wykonywać w kolejności określonej w projekcie.
7. Po wykonaniu robót należy opracować dokumentację powykonawczą, obejmującą opracowanie mapy powykonawczej.
8. Pytania odnośnie rozwiązań przedstawionych w niniejszym opracowaniu należy kierować na niżej podane adresy:

[jacek.nawracala@qtprojekt.pl](mailto:jacek.nawracala@qtprojekt.pl)

[milosz.just@qtprojekt.pl](mailto:milosz.just@qtprojekt.pl)

[info@qtprojekt.pl](mailto:info@qtprojekt.pl)

---