




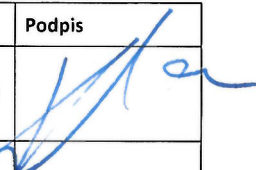





Numer dokumentu:		<b>P-SWIN-EPG-B-TUN-GEO-REP-0001</b>	
Zamawiający:			
Gmina Miasto Świnoujście ul. Wojska Polskiego 1/5 72-600 Świnoujście			
Inwestor zastępczy:			
Generalna Dyrekcja Dróg Krajowych i Autostrad oddział w Szczecinie al. Bohaterów Warszawy 33 70-340 Szczecin			
Konsultant:			
Sweco Consulting Sp. z o. o. ul Franklina Roosevelta 22, 60-829 Poznań  Sweco GmbH Karl-Ferdinand-Braun-Straße 9, 28359 Brema  Lafrentz Polska Sp. z o.o. ul. Kamiennogórska 22, 60-179 Poznań			
Wykonawca:			
Tunel Świnoujście s.c. ul. Hołubcowa 123, 02-854 Warszawa		 <b>TUNEL ŚWINOUJŚCIE</b>	
Jednostka projektowa:			
Europrojekt Gdańsk S.A. ul. Nadwiślańska 55, 80-680 Gdańsk  SWS Engineering S.p.A. Via della Stazione, 27, I-38123 Trento(TN) Włochy			
Nazwa inwestycji:			
<b>„USPRAWNIENIE POŁĄCZENIA KOMUNIKACYJNEGO POMIĘDZY WYSPAMI UZNAM I WOLIN W ŚWINOUJŚCIU – BUDOWA TUNELU POD ŚWINĄ”</b>			
Numer kontraktu: <b>WIM/WPF/106/2018</b>		Numer projektu: <b>POIS.04.02.00-00-0021/16-00</b>	
Stadium: <b>PROJEKT BUDOWLANY</b>			
Obiekt: <b>TUNEL POD ŚWINĄ</b>			
Tytuł: <b>Tom 3.2.2 - Projekt Geotechniczny</b>			
Branża: <b>GEOLOGIA</b>			
Data i miejsce opracowania: Świnoujście, 15 Lipiec 2019	Kategoria robot budowlanych: IV, XXVIII	Egz. nr: <b>6</b>	

## ZESPÓŁ AUTORSKI:


### Główny Projektant:

Zakres opracowania	Imię i nazwisko	Nr uprawnień	Data	Podpis
Główny Projektant	mgr inż. Rafał Klein	POM/0189/POOD/07 Spec. drogowa	15.07.2019	
Główny Projektant	mgr inż. Tomasz Kołakowski	7/2001 spec. Konstr.-bud.	15.07.2019	

### Projektant:

Zakres opracowania	Imię i nazwisko	Nr uprawnień	Data	Podpis
Projekt Geotechniczny	Marcin Blockus	POM/0133/POOK/12 spec. Konstr.-bud.	15.07.2019	
Projekt Geotechniczny	Paolo Cucino	MAZ/TR/0031/18 Spec. mostowa	15.07.2019	

### Sprawdzający:

Zakres opracowania	Imię i nazwisko	Nr uprawnień	Data	Podpis
Projekt Geotechniczny	Magdalena Fik-Piaskowska	POM/0085/POOK/06 spec. Konstr.-bud.	15.07.2019	

„USPRAWNIENIE POŁĄCZENIA KOMUNIKACYJNEGO POMIĘDZY WYSPAMI UZNAM I WOLIN W ŚWINOUJŚCIU –  
BUDOWA TUNELU POD ŚWINĄ”

## LOKALIZACJA INWESTYCJI:

Województwo: zachodniopomorskie

Gmina Miasto: Świnoujście

Obręb: Świnoujście 10 (0010); Warszów 14 (0014); Ognica 13 (0013)

## DZIAŁKI PASA DROGOWEGO:

Obręb Świnoujście 10

Działki: 190/4; 348/1; 258/18 (~~258/11~~); 258/16 (~~258/8~~); 258/22 (~~258/12~~); 258/9; 258/10; 258/20 (~~258/13~~); 257/14 (~~257/11~~); 257/17 (~~257/6~~); 257/23 (~~257/12~~); 257/25 (~~257/13~~); 257/30 (~~257/10~~); 257/27 (~~257/9~~); 257/33 (~~257/2~~); 213/66 (~~213/32~~); 257/20 (~~257/8~~);

Obręb Warszów 14

Działki: 139; 145/5 (~~145/1~~); 136/8 (~~136/5~~); 135; 136/6 (~~136/1~~); 137; 136/3; 126; 127; 128; 138/6 (~~138/1~~); 130; 138/3 (~~138/2~~); 138/4 (~~138/2~~); 129; 133/2; 133/1; 159/5 (~~159/2~~); 153; 154; 199/5; 112; 111; 151/1 (~~151~~); 149; 150/3 (~~150/2~~); 149/1 (~~149~~); 104/2 (104/3); 133/3; 104/1; 150/1; 260; 199/6 (~~199/1~~); 163/1 (~~163~~); 160/1 (~~160~~); 150/3 (~~150/2~~); 159/6 (~~159/2~~);

## DZIAŁKI OBJĘTE OBOWIĄZKIEM BUDOWY:

Obręb Świnoujście 10:

208/12; 208/1; 257/34 (~~257/2~~); 213/67 (~~213/32~~); 257/22 (~~257/8~~); 257/16 (~~257/11~~); 257/19 (~~257/6~~); 257/28 (~~257/9~~); 257/21 (~~257/8~~); 208/11; 213/43; 213/42; 213/27; 213/26; 213/18; 213/21; 213/30; 213/52; 213/20; 213/25; 213/19; 213/15; 213/11; 213/24; 213/16; 213/49; 231/46; 213/65; 419/15; 213/61; 213/59; 213/63; 213/60; 213/64; 213/62; 213/46; 213/312

Obręb Ognica 13 działki: 1/1; 3/2

Obręb Warszów 14

Działki: 1/15; 1/17; 194/1; 186/1; 186/2; 190, 192; 191; 144; 145/4; 145/3; 145/6 (~~145/1~~); 8/1; 119; 146/1; 147; 162/1; 282; 158/1; 158/2; 159/3; 159/4; 159/7 (~~159/2~~); 159/8 (~~159/2~~); 163/2 (~~163~~); 160/2 (~~160~~); 199/7 (~~199/1~~); 214/1; 199/2; 214/2; 214/1; 215; 217; 218; 220; 197/3; 197/4 216/1; 220/4; 218; 216/2; 216/1

„USPRAWNIENIE POŁĄCZENIA KOMUNIKACYJNEGO POMIĘDZY WYSPAMI UZNAM I WOLIN W ŚWINOUJŚCIU –  
BUDOWA TUNELU POD ŚWINĄ”

Numer dokumentu : P-SWIN-EPG-B-TUN-GEO-REP-0001

Tytuł : Tom 3.2.2 - Projekt Geotechniczny

Strona: 3

<b>Projekt Budowlany - zawartość opracowania</b>	
Tom 1	<i>Projekt Zagospodarowania Terenu</i>
Tom 2.1	<i>Budynki</i>
Tom 2.2	<i>Tunel</i>
Tom 2.3	<i>Drogi</i>
Tom 2.4	<i>Przebudowa sieci wodociągowej i kanalizacji sanitarnej wraz z przyłączami</i>
Tom 2.5	<i>Przebudowa sieci gazowej wysokiego ciśnienia</i>
Tom 2.6	<i>Przebudowa sieci gazowej średniego ciśnienia</i>
Tom 2.7	<i>Budowa systemu odwodnienia dla układu drogowego</i>
Tom 2.8	<i>Kolizje elektroenergetyczne nN/sN</i>
Tom 2.9	<i>Przebudowa i budowa oświetlenia</i>
Tom 2.10	<i>Przebudowa kolizji WN 110kV - linia kablowo-napowietrzna 110kV</i>
Tom 2.11	<i>Przebudowa kolizji WN 110kV - linia kablowa 110kV</i>
Tom 2.12	<i>Przebudowa sieci telekomunikacyjnych</i>
Tom 2.13	<i>Gospodarka zielenią</i>
Tom 3.1	<i>Informacja dotycząca bezpieczeństwa i ochrony zdrowia</i>
Tom 3.2	<i>Dokumentacja geotechniczna</i>
Tom 3.2.1	<i>Opinia geotechniczna</i>
<b>Tom 3.2.2</b>	<b>Projekt Geotechniczny</b>
Tom 3.2.3	<i>Dokumentacja badań podłoża gruntowego</i>

„USPRAWNIENIE POŁĄCZENIA KOMUNIKACYJNEGO POMIĘDZY WYSPAMI UZNAM I WOLIN W ŚWINOUJŚCIU –  
BUDOWA TUNELU POD ŚWINĄ”

## SPIS ZAWARTOŚCI PROJEKTU GEOTECHNICZNEGO

Część Opisowa		
L.p.	Nazwa	Strona
I.	Oświadczenie projektantów i sprawdzających	6
II.	Protokół uzgodnień międzybranżowych	6
III.	Uprawnienia i zaświadczenia do przynależności do Izby Inżynierów Budownictwa projektantów i sprawdzających	7
IV.	Opis techniczny	18

„USPRAWNIENIE POŁĄCZENIA KOMUNIKACYJNEGO POMIĘDZY WYSPAMI UZNAM I WOLIN W ŚWINOUJŚCIU –  
BUDOWA TUNELU POD ŚWINĄ”

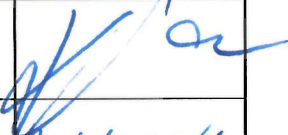

## I. OŚWIADCZENIE PROJEKTANTA

Oświadczam, że zgodnie z art. 20 ust. 4 Ustawy z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo Budowlane (tekst jednolity: Dz. U. z 2006 r. Nr 156, poz. 1118, z późniejszymi zmianami), opracowana dokumentacja projektowa jest kompletna i została wykonana zgodnie z obowiązującymi przepisami oraz zasadami wiedzy technicznej.

Stanowisko	Imię i Nazwisko	Nr Uprawnień	Data	Podpis
Główny Projektant	mgr inż. Rafał Klein	POM/0189/POOD/07 Spec. drogowa	15.07.2019	
Główny Projektant	mgr inż. Tomasz Kołakowski	7/2001 spec. Konstr.-bud.	15.07.2019	
Projekt Geotechniczny	Marcin Blockus	POM/0133/POOK/12 spec. Konstr.-bud.	15.07.2019	
Projekt Geotechniczny	Paolo Cucino	MAZ/TR/0031/18 Spec. mostowa	15.07.2019	
Projekt Geotechniczny	Magdalena Fik-Piaskowska	POM/0085/POOK/06 spec. Konstr.-bud.	15.07.2019	

## II. PROTOKÓŁ UZGODNIEŃ MIĘDZYBRANŻOWYCH

Oświadczam, że opracowana dokumentacja projektowa została skoordynowana oraz uzgodniona międzybranżowo.

Stanowisko	Imię i Nazwisko	Nr Uprawnień	Data	Podpis
Główny Projektant	mgr inż. Rafał Klein	POM/0189/POOD/07 Spec. drogowa	15.07.2019	
Główny Projektant	mgr inż. Tomasz Kołakowski	7/2001 spec. Konstr.-bud.	15.07.2019	

„USPRAWNIENIE POŁĄCZENIA KOMUNIKACYJNEGO POMIĘDZY WYSPAMI UZNAM I WOLIN W ŚWINOUJŚCIU –  
BUDOWA TUNELU POD ŚWINĄ”

### III. Uprawnienia i zaświadczenia do przynależności do Izby Inżynierów Budownictwa projektantów i sprawdzających

POMORSKĄ OKRĘGOWA  
IZBA INŻYNIERÓW BUDOWNICTWA  
80-840 Gdańsk, ul. Świętojańska 43/44  
Tel. (0-58) 324-89-77  
Fax (0-58) 301-44-98

Gdańsk, dnia 18 grudnia 2007 r.

syg. akt 249/POM/OKR/07

#### DECYZJA

Na podstawie art. 24 ust.1 pkt 2 ustawy z dnia 15 grudnia 2000 r. o samorządach zawodowych architektów, inżynierów budownictwa oraz urbanistów /Dz.U. z 2001 r. Nr 5 poz. 42, ze zm./, art. 12 ust. 3, art.13 ust.1 pkt 1, art. 14 ust. 1 pkt 2a ustawy z dnia 07 lipca 1994 r. Prawo budowlane /tekst jednolity Dz. U. z 2006 r. Nr 156, poz. 1118/, § 6 pkt 1 i 2, § 11 ust. 1 pkt 1, § 15, § 18 ust. 1 pkt 1 i 2 rozporządzenia Ministra Transportu i Budownictwa z dnia 28 kwietnia 2006 r. w sprawie samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie /Dz. U. z 2006 r. Nr 83 poz. 578, ze zm./ oraz art. 104 Kodeksu postępowania administracyjnego /t.j. Dz.U. z 2000 r. Nr 98, poz.1071 ze zm./

Okręgowa Komisja Kwalifikacyjna  
stwierdza, że:

Pan **RAFAL KLEIN**  
magister inżynier  
urodzony dnia 31.01.1979 r w Gdyni

uzyskał  
**UPRAWNIENIA BUDOWLANE**  
numer ewidencyjny: **POM/0189/POOD/07**

do projektowania bez ograniczeń w specjalności drogowej

#### 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 Pomorskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa w terminie 14 dni od daty jej doręczenia.

Skład orzekający Okręgowej Komisji Kwalifikacyjnej:



**PRZEWODNICZĄCY**  
Okręgowej Komisji Kwalifikacyjnej

Ryszard Kolasa

**WICEPRZEWODNICZĄCY**  
Okręgowej Komisji Kwalifikacyjnej

Łeżek Niedostatkiewicz

**CZŁONEK**  
Okręgowej Komisji Kwalifikacyjnej

Ziemowit Suligowski

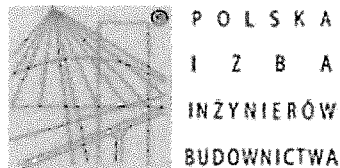
Otrzymują:  
1. Pan Rafał Klein  
80-299 Gdańsk, ul. Bałcerskiego 31  
2. Okręgowa Rada Izby  
3. Główny Inspektor Nadzoru Budowlanego  
4. a/a

„USPRAWNIENIE POŁĄCZENIA KOMUNIKACYJNEGO POMIĘDZY WYSPAMI UZNAM I WOLIN W ŚWINOUJŚCIU –  
BUDOWA TUNELU POD ŚWINĄ”

Numer dokumentu : P-SWIN-EPG-B-TUN-GEO-REP-0001

Tytuł : Tom 3.2.2 - Projekt Geotechniczny

Strona: 7



## Zaświadczenie

o numerze weryfikacyjnym:

POM-IQC-4K3-XNV \*

Pan Rafał Klein o numerze ewidencyjnym POM/BD/0045/08  
adres zamieszkania ul. Balcerskiego 31, 80-299 Gdańsk  
jest członkiem Pomorskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa i posiada wymagane  
ubezpieczenie od odpowiedzialności cywilnej.  
Niniejsze zaświadczenie jest ważne od 2019-02-01 do 2020-01-31.

Zaświadczenie zostało wygenerowane elektronicznie i opatrzone bezpiecznym podpisem elektronicznym  
weryfikowanym przy pomocy ważnego kwalifikowanego certyfikatu w dniu 2018-12-28 roku przez:

Franciszek Rogowicz, Przewodniczący Rady Pomorskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa.

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

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



„USPRAWNIENIE POŁĄCZENIA KOMUNIKACYJNEGO POMIĘDZY WYSPAMI UZNAM I WOLIN W ŚWINOUJŚCIU –  
BUDOWA TUNELU POD ŚWINĄ”

Numer dokumentu : P-SWIN-EPG-B-TUN-GEO-REP-0001

Tytuł : Tom 3.2.2 - Projekt Geotechniczny

Strona : 8



Bydgoszcz, dnia 31.12.2001 r.

WOJEWODA KUJAWSKO-POMORSKI

ABIT-II-7131-7/2001

Decyzja Nr 7/01

Na podstawie art. 13 ust. 1 pkt. 1 i art. 14 ust. 1 pkt. 2 ustawy z dnia 7 lipca 1994 r. - Prawo budowlane (tekst jednolity Dz. U. Nr 106 z 2000 r. poz. 1126) oraz § 9 ust. 1 rozporządzenia Ministra Gospodarki Przestrzennej i Budownictwa z dnia 30 grudnia 1994 r. w sprawie samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie (Dz. U. z 1995 r. Nr 8 poz. 38), po rozpatrzeniu wniosku p. Tomasza Kołakowskiego z dnia 21.09.01 r.

nadaję

**Panu Tomaszowi Kołakowskiemu**  
magister inżynier  
ur. dnia 13 lipca 1969 r. w Tucholi

**uprawnienia budowlane**

**do projektowania**  
**w specjalności konstrukcyjno-budowlanej**  
**bez ograniczeń**

#### Uzasadnienie

Komisja Egzaminacyjna, działająca na podstawie zarządzenia Nr 319/00 Wojewody Kujawsko-Pomorskiego z dnia 05.10.2000 r. w sprawie powołania komisji do oceny osób ubiegających się o stwierdzenie przygotowania zawodowego do pełnienia samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie - uprawnień budowlanych i ustalenia dla niej regulaminu działania, na podstawie złożonych dokumentów, że spełnione zostały warunki w zakresie przygotowania zawodowego niezbędnego do uzyskania uprawnień budowlanych oraz po złożeniu w dniu 01.12.01 r. egzaminu na uprawnienia budowlane, z wynikiem pozytywnym, nadała w/w uprawnienia.

Wobec powyższego orzekłem jak w sentencji.

Od niniejszej decyzji służy stronie odwołanie do Głównego Inspektora Nadzoru Budowlanego, za moim pośrednictwem w terminie 14 dni od dnia doręczenia decyzji.



Z up. Wojewody Kujawsko-Pomorskiego:

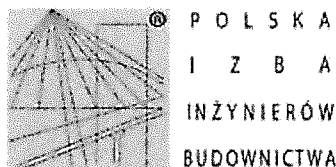
*Ryszard Kozłowski*  
Ryszard Kozłowski  
Dyrektor Wydziału  
Architektury, Budownictwa  
i Infrastruktury Technicznej

„USPRAWNIENIE POŁĄCZENIA KOMUNIKACYJNEGO POMIĘDZY WYSPAMI UZNAM I WOLIN W ŚWINOUJŚCIU –  
BUDOWA TUNELU POD ŚWINĄ”

Numer dokumentu : P-SWIN-EPG-B-TUN-GEO-REP-0001

Tytuł : Tom 3.2.2 - Projekt Geotechniczny

Strona: 9



### Zaświadczenie

o numerze weryfikacyjnym:

POM-R5Y-13J-IDZ \*

Pan Tomasz Kołakowski o numerze ewidencyjnym POM/BO/0319/16  
adres zamieszkania Ul. I.Gałczyńskiego 19, 83-000 Pruszcz Gdański  
jest członkiem Pomorskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa i posiada wymagane  
ubezpieczenie od odpowiedzialności cywilnej.

Niniejsze zaświadczenie jest ważne od 2018-09-01 do 2019-08-31.

Zaświadczenie zostało wygenerowane elektronicznie i opatrzone bezpiecznym podpisem elektronicznym  
weryfikowanym przy pomocy ważnego kwalifikowanego certyfikatu w dniu 2018-08-06 roku przez:

Franciszek Rogowicz, Przewodniczący Rady Pomorskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa.

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

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



„USPRAWNIENIE POŁĄCZENIA KOMUNIKACYJNEGO POMIĘDZY WYSPAMI UZNAM I WOLIN W ŚWINOUJŚCIU –  
BUDOWA TUNELU POD ŚWINĄ”

Numer dokumentu : P-SWIN-EPG-B-TUN-GEO-REP-0001

Tytuł : Tom 3.2.2 - Projekt Geotechniczny

Strona: **10**

POMORSKA OKRĘGOWA  
IZBA INŻYNIERÓW BUDOWNICTWA  
80 840 Gdańsk, ul. Rewolucyjna 43-44  
01 Tel. 58-324-62-77  
Fax 58-321-42-98

Gdańsk, 25 czerwca 2012 r.

syg. akt. 145/POM/OKK/12

## DECYZJA

Na podstawie art. 24 ust.1 pkt 2 ustawy z dnia 15 grudnia 2000 r. o samorządach zawodowych architektów, inżynierów budownictwa oraz urbanistów /Dz.U. z 2001 r. Nr 5 poz. 42, ze zm./, art. 12 ust. 3, art.13 ust.1 pkt 1, art. 14 ust. 1 pkt 2 ustawy z dnia 07 lipca 1994 r. Prawo budowlane /tekst jednolity Dz. U. z 2010 r. Nr 243, poz. 1623 ze zm./, § 6 pkt 1 i 2, § 11 ust.1 pkt 1, § 15, § 17 ust. 1 pkt 1 rozporządzenia Ministra Transportu i Budownictwa z dnia 28 kwietnia 2006 r. w sprawie samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie /Dz. U. z 2006 r. Nr 83 poz. 578, ze zm./ oraz art. 104 Kodeksu postępowania administracyjnego /t.j. Dz.U. z 2000 r. Nr 98, poz.1071 ze zm./

Okręgowa Komisja Kwalifikacyjna  
Pomorskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa  
świadczą, że:

Pan **MARCIN PAWEŁ BLOCKUS**  
doktor inżynier  
urodzony dnia 18.05.1974 r. w Gdańsku

uzyskał  
**UPRAWNIENIA BUDOWLANE**  
numer ewidencyjny: POM/0133/POOK/12

do projektowania bez ograniczeń  
w specjalności konstrukcyjno-budowlanej

## UZASADNIENIE

W związku z uwzględnieniem w całości zgłoszenia strony, na podstawie art. 107 § 4 K.p.a. odstępuje się od uzasadnienia decyzji. Szczegółowy zakres prac projektowych objętych uprawnieniami budowlanymi został określony na drugiej stronie decyzji i stanowi jej integralną część.

„USPRAWNIENIE POŁĄCZENIA KOMUNIKACYJNEGO POMIĘDZY WYSPAMI UZNAM I WOLIN W ŚWINOUJŚCIU –  
BUDOWA TUNELU POD ŚWINĄ”

**Pan Marcin Paweł Blockus upoważniony jest do:**

- I. Na podstawie art.12 ust.1 pkt 1, art. 13 ust. 4 ustawy Prawo budowlane, w specjalności konstrukcyjno-budowlanej, bez ograniczeń do:
  - a) projektowania, sprawdzania projektów architektoniczno-budowlanych i sprawowania nadzoru autorskiego,
  - b) sprawowania kontroli technicznej utrzymania obiektów budowlanych.
  
- II. Na podstawie § 15 i 17 ust. 1 pkt 1 rozporządzenia Ministra Transportu i Budownictwa z dnia 28 kwietnia 2006 r. w sprawie samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie /Dz. U. z 2006 r. Nr 83 poz. 578, ze zm./ uprawnienia niniejsze uprawniają do :
  - 1) sporządzania projektu zagospodarowania działki lub terenu, w zakresie specjalności niniejszych uprawnień,
  - 2) projektowania obiektu budowlanego w zakresie sporządzania projektu architektoniczno-budowlanego w odniesieniu do konstrukcji obiektu.

**Pouczenie**

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

**Skład orzekający Okręgowej Komisji Kwalifikacyjnej:**



**PRZEWODNICZĄCY**  
Okręgowej Komisji Kwalifikacyjnej

*[Signature]*  
dr inż. Leszek Niedostatkiewicz

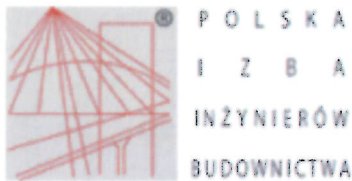
**WICEPRZEWODNICZĄCY**  
Okręgowej Komisji Kwalifikacyjnej

*[Signature]*  
mgr inż. Zbigniew Drewnowski

**CZŁONEK**  
Okręgowej Komisji Kwalifikacyjnej

*[Signature]*  
dr inż. Marek Wesolowski

Otrzymują:  
1. Pan Marcin Paweł Blockus  
80-008 Gdansk, ul. Batalionów Chłopskich 2  
2. Okręgowa Rada Izby  
3. Główny Inspektor Nadzoru Budowlanego  
4. za



### Zaświadczenie

o numerze weryfikacyjnym:

**POM-TQ8-ZHW-SGT \***

Pan Marcin Paweł Blockus o numerze ewidencyjnym POM/BO/0270/12  
adres zamieszkania ul. Batalionów Chłopskich 2/1, 80-008 Gdańsk  
jest członkiem Pomorskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa i posiada wymagane  
ubezpieczenie od odpowiedzialności cywilnej.  
Niniejsze zaświadczenie jest ważne od 2018-08-01 do 2019-07-31.

Zaświadczenie zostało wygenerowane elektronicznie i opatrzone bezpiecznym podpisem elektronicznym  
weryfikowanym przy pomocy ważnego kwalifikowanego certyfikatu w dniu 2018-07-06 roku przez:

Franciszek Rogowicz, Przewodniczący Rady Pomorskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa.

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

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

„USPRAWNIENIE POŁĄCZENIA KOMUNIKACYJNEGO POMIĘDZY WYSPAMI UZNAM I WOLIN W ŚWINOUJŚCIU –  
BUDOWA TUNELU POD ŚWINĄ”

Numer dokumentu : P-SWIN-EPG-B-TUN-GEO-REP-0001

Tytuł : Tom 3.2.2 - Projekt Geotechniczny

Strona: **13**

Warszawa, dnia 1 lipca 2019 r.

### Zaświadczenie

Pan PAOLO CUCINO  
Obywatel Włoch  
Zamieszkały :  
Via Bigolana 19  
38057 Pergine Valsugana, Włochy

uzyskał tymczasowy wpis

na listę Mazowieckiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa

pod numerem ewidencyjnym *MAZ/TR/0021/19*

w celu wykonywania samodzielnej funkcji technicznej w budownictwie jako projektant w specjalności mostowej przy projekcie pn „Usprawnienie połączenia komunikacyjnego pomiędzy wyspami Uznam i Wolin w Świnoujściu - budowa tunelu pod rzeką Świną”.

Pan PAOLO CUCINO oświadczył, że posiada wymagane uprawnienia oraz **ubezpieczenie** od odpowiedzialności cywilnej obowiązujące na terenie Polski.

Zaświadczenie jest ważne do realizacji zadań wynikających z umowy zawartej pomiędzy zamawiającym Gminą Miasto Świnoujście a powołaną spółką "Tunel Świnoujście s.c.", której członkami są: PORR S.A. z siedzibą w Warszawie, Porr Bau GmbH z siedzibą w Wiedniu, Gulermak Agir Sanayi Insaat ve Taahhut A.S. z siedzibą w Ankarze, oraz Energopol –Szczecin S.A. z siedzibą w Szczecinie oraz podwykonawcą spółki – SWS Engineering S p.A. z siedzibą w Trento.

Niniejsze zaświadczenie jest ważne  
od 1 lipca 2019 r. do 25 maja 2020 r.

  
MAZOWIECKA OKRĘGOWA  
IZBA INŻYNIERÓW BUDOWNICTWA  
Przewodniczący Okręgowej Rady  
Roman Lulis  
(podpis wydającego zaświadczenie)

Biurowo ul. 1 Sierpnia 36B, 02-134 Warszawa, tel. 22 868 35 35, 22 868 35 50, fax 22 868 35 49, www.maz.pib.org.pl, e-mail: biuro@maz.pib.org.pl, NIP 525-22-58-203  
Dział Członkowski, tel. 22 878 04 11, Dział Szkoleń, tel. 22 828 34 10, Komisja Kwalifikacyjna, tel. 22 878 04 03, 22 878 04 04

**„USPRAWNIENIE POŁĄCZENIA KOMUNIKACYJNEGO POMIĘDZY WYSPAMI UZNAM I WOLIN W ŚWINOUJŚCIU –  
BUDOWA TUNELU POD ŚWINĄ”**

Numer dokumentu : P-SWIN-EPG-B-TUN-GEO-REP-0001

Tytuł : Tom 3.2.2 - Projekt Geotechniczny

Strona: **14**

Warszawa, dnia 1 lipca 2019 r.

**UCHWAŁA NR 316/R/2019**

**RADY MAZOWIECKIEJ OKRĘGOWEJ IZBY  
INŻYNIERÓW BUDOWNICTWA  
z dnia 1 lipca 2019 r.**

w sprawie tymczasowego wpisu na listę członków  
Mazowieckiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa

Rada Mazowieckiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa działając na podstawie art. 20a ust. 8 ustawy z dnia 15 grudnia 2000 r. o samorządach zawodowych architektów oraz inżynierów budownictwa, Dz. U. 2019 r., poz. 1117 (dalej: Ustawa) po rozpatrzeniu wniosku o zamiarze tymczasowego wykonywania samodzielnej funkcji technicznej w budownictwie Pana PAOLO CUCINO na terytorium Rzeczypospolitej Polskiej, złożonego zgodnie z art. 20a ust. 4 i 6 Ustawy niniejszym postanawia:

**dokonać  
tymczasowego wpisu na listę członków  
Mazowieckiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa**

**pod numerem MAZ/TR/0021/19  
Pana PAOLO CUCINO  
ur. 19.10.1973 r. w Trento  
Obywatela Włoch**

w celu wykonywania samodzielnej funkcji technicznej w budownictwie jako projektant w specjalności mostowej przy projekcie pn: „Usprawnienie połączenia komunikacyjnego pomiędzy wyspami Uznam i Wolin w Świnoujściu - budowa tunelu pod Świną”.

Tymczasowe członkostwo w Mazowieckiej Okręgowej Izbie Inżynierów Budownictwa trwa do dnia **25 maja 2020 r.**

Zgodnie z art. 107 § 4 ustawy z dnia 14 czerwca 1960 r. – Kodeks postępowania administracyjnego (Dz. U. z 2018 r. poz. 2096) - odstępuje się od uzasadnienia niniejszej uchwały.

**Pouczenie:**

Od niniejszej uchwały przysługuje Panu odwołanie do Krajowej Rady Polskiej Izby Inżynierów Budownictwa, ul. Mazowiecka 6/8, 00-048 Warszawa, w terminie 30 dni od dnia jej doręczenia, za pośrednictwem Rady Mazowieckiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa.

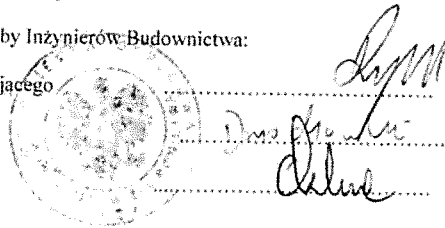
Na podstawie niniejszej uchwały zostanie wydane zaświadczenie będące podstawą do wykonywania tymczasowo samodzielnych funkcji w budownictwie na terytorium Polski.

Skład Orzekający Rady Mazowieckiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa:

Radosław Cichocki – przewodniczący składu orzekającego

Piotr Dmochowski – członek składu orzekającego

Daniel Opoka – członek składu orzekającego



Otrzymują:

1. Pełnomocnik Pana PAOLO CUCINO – Pani Ewa Fajkowska
2. KR PHB
3. a/a

POMORSKA OKRĘGOWA  
IZBA INŻYNIERÓW BUDOWNICTWA  
80-240 Gdańsk, ul. Świętojańska C.44  
tel. (0-58) 324-89-77  
fax (0-58) 301-44-98

Gdańsk, dnia 17 lipca 2006 r.

syg. akt 79/POM/OKK/06

## DECYZJA

Na podstawie art. 24 ust.1 pkt 2 ustawy z dnia 15 grudnia 2000 r. o samorządach zawodowych architektów, inżynierów budownictwa oraz urbanistów /Dz.U. z 2001 r. Nr 5 poz. 42, ze zm./, art. 12 ust. 3, art.13 ust.1 pkt 1, art. 14 ust. 1 pkt 2 ustawy z dnia 07 lipca 1994 r. Prawo budowlane /tekst jednolity Dz. U. z 2003 r. Nr 207, poz. 2016 ze zm./, § 28 ust. 1 rozporządzenia Ministra Transportu i Budownictwa z dnia 28 kwietnia 2006 r. w sprawie samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie /Dz. U. z 2006 r. Nr 83 poz. 578/, w związku z § 3 ust. 1, § 12 pkt 1 i § 17 ust. 1 pkt 1 rozporządzenia Ministra Infrastruktury z dnia 18 maja 2005 r. w sprawie samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie /Dz. U. z 2005 r. Nr 96 poz. 817/ oraz art. 104 Kodeksu postępowania administracyjnego /t.j. Dz.U. z 2000 r. Nr 98, poz.1071/ ze zm./

Okręgowa Komisja Kwalifikacyjna  
stwierdza, że:

Pani **MAGDALENA FIK**  
magister inżynier  
urodzona dnia 06.01.1977 r w Gdyni

uzyskała  
**UPRAWNIENIA BUDOWLANE**  
numer ewidencyjny: **POM/0085/POOK/06**

do projektowania bez ograniczeń w specjalności  
konstrukcyjno-budowlanej

### 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 Pomorskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa w terminie 14 dni od daty jej doręczenia.

Skład orzekający Okręgowej Komisji Kwalifikacyjnej:

**PRZEWODNICZĄCY**  
Okręgowej Komisji Kwalifikacyjnej

Ryszard Kolasa

**WICEPRZEWODNICZĄCY**  
Okręgowej Komisji Kwalifikacyjnej

Leszek Niedostatkiewicz

**CZŁONEK**  
Okręgowej Komisji Kwalifikacyjnej

Ziemowit Suligowski



### Otrzymują:

1. Pani Magdalena Fik  
81-425 Gdynia, ul. Harcerska 2/5
2. Okręgowa Rada Izby
3. Główny Inspektor Nadzoru Budowlanego
4. a/a

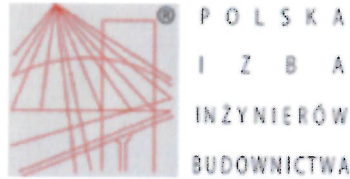
„USPRAWNIENIE POŁĄCZENIA KOMUNIKACYJNEGO POMIĘDZY WYSPAMI UZNAM I WOLIN W ŚWINOUJŚCIU –  
BUDOWA TUNELU POD ŚWINĄ”

Numer dokumentu : P-SWIN-EPG-B-TUN-GEO-REP-0001

Tytuł : Tom 3.2.2 - Projekt Geotechniczny

Strona: 16





### Zaświadczenie

o numerze weryfikacyjnym:

**POM-JQ7-JHQ-X8G \***

Pani Magdalena Fik-Piaskowska o numerze ewidencyjnym POM/BO/0351/06  
adres zamieszkania ul. Harcerska 2/5, 81-425 Gdynia  
jest członkiem Pomorskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa i posiada wymagane  
ubezpieczenie od odpowiedzialności cywilnej.  
Niniejsze zaświadczenie jest ważne od 2018-09-01 do 2019-08-31.

Zaświadczenie zostało wygenerowane elektronicznie i opatrzone bezpiecznym podpisem elektronicznym  
weryfikowanym przy pomocy ważnego kwalifikowanego certyfikatu w dniu 2018-09-07 roku przez:

Franciszek Rogowicz, Przewodniczący Rady Pomorskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa.

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

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

„USPRAWNIENIE POŁĄCZENIA KOMUNIKACYJNEGO POMIĘDZY WYSPAMI UZNAM I WOLIN W ŚWINOUJŚCIU –  
BUDOWA TUNELU POD ŚWINĄ”

Numer dokumentu : P-SWIN-EPG-B-TUN-GEO-REP-0001

Tytuł : Tom 3.2.2 - Projekt Geotechniczny

Strona: **17**

## IV. OPIS TECHNICZNY

### SPIS TREŚCI

<b>1</b>	<b>LISTA DOKUMENTÓW .....</b>	<b>21</b>
1.1	DOKUMENTY PRZETARGOWE .....	21
1.2	DOKUMENTY POWIĄZANE .....	21
1.3	REFERENCJE ZEWNĘTRZNE .....	21
1.3.1	Wykaz norm i standardów .....	21
1.3.2	Bibliografia .....	21
<b>2</b>	<b>WSTĘP .....</b>	<b>23</b>
<b>3</b>	<b>KRÓTKA CHARAKTERYSTYKA ŚRODOWISKA GEOGRAFICZNEGO I PLANOWANEJ INWESTYCJI.....</b>	<b>24</b>
3.1.1	Opis lokalizacji inwestycji .....	24
3.2	OPIS PROJEKTOWANEGO TUNELU WRAZ Z KOMORAMI STARTOWĄ I ODBIORCZĄ.....	25
<b>4</b>	<b>OPIS WARUNKÓW GRUNTOWO-WODNYCH .....</b>	<b>27</b>
4.1	OPIS BUDOWY GEOLOGICZNEJ.....	27
4.2	OPIS WARUNKÓW HYDROGEOLOGICZNYCH.....	28
<b>5</b>	<b>PROJEKT GEOTECHNICZNY .....</b>	<b>30</b>
5.1	PROGNOZĘ ZMIAN WŁAŚCIWOŚCI PODŁOŻA GRUNTOWEGO W CZASIE .....	31
5.2	OKREŚLENIE OBLICZENIOWYCH PARAMETRÓW GEOTECHNICZNYCH .....	32
5.3	OKREŚLENIE CZĘŚCIOWYCH WSPÓŁCZYNNIKÓW BEZPIECZEŃSTWA DO OBLICZEŃ GEOTECHNICZNYCH .....	35
5.3.1	Wartości obliczeniowe (uni en 1997) .....	35
5.3.2	Stan graniczny nośności (uls).....	36
5.3.3	Analiza wyporu (upl).....	38
5.3.4	Stan graniczny użyteczności (sls).....	39
5.4	OKREŚLENIE ODDZIAŁYWAŃ OD GRUNTU .....	40
5.5	PRZYJĘCIE MODELU OBLICZENIOWEGO PODŁOŻA GRUNTOWEGO, A W PROSTYCH PRZYPADKACH PROJEKTOWEGO PRZEKROJU GEOTECHNICZNEGO .....	42
5.6	OBLICZENIE NOŚNOŚCI I OSIADANIA PODŁOŻA GRUNTOWEGO ORAZ OGÓLNEJ STATECZNOŚCI.....	43
5.6.1	Schematy statyczne .....	43
5.6.2	Modele obliczeniowe .....	47
5.6.3	Fazy obliczeniowe .....	51
5.6.4	Stateczność na wypór .....	54
5.6.5	Oszacowanie ciśnienia na czole tunelu TBM .....	55
5.6.6	Analiza osiadań wywołanych przez TBM .....	57
5.7	USTALENIE DANYCH NIEZBĘDNYCH DO ZAPROJEKTOWANIA FUNDAMENTÓW.....	60
5.8	SPECYFIKACJĘ BADAŃ NIEZBĘDNYCH DO ZAPEWNIENIA WYMAGANEJ JAKOŚCI ROBÓT ZIEMNYCH I SPECJALISTYCZNYCH ROBÓT GEOTECHNICZNYCH .....	61

5.9	OKREŚLENIE SZKODLIWOŚCI ODDZIAŁYWAŃ WÓD GRUNTOWYCH NA OBIEKT BUDOWLANY I SPOSOBÓW PRZECIWDZIAŁANIA TYM ZAGROŻENIOM.....	62
5.10	OKREŚLENIE ZAKRESU NIEZBĘDNEGO MONITOROWANIA WYBUDOWANEGO OBIEKTU BUDOWLANEGO, OBIEKTÓW SĄSIADUJĄCYCH I OTACZAJĄCEGO GRUNTU, NIEZBĘDNEGO DO ROZPOZNANIA ZAGROŻEŃ MOGĄCYCH WYSTĄPIĆ W TRAKCIE ROBÓT BUDOWLANYCH LUB W ICH WYNIKU ORAZ W CZASIE UŻYTKOWANIA OBIEKTU BUDOWLANEGO .....	63
6	<b>ZAŁĄCZNIKI</b> .....	BŁĄD! NIE ZDEFINIOWANO ZAKŁADKI.

## TABELE

<i>Tabela 1: Trasa tunelu</i> .....	32
<i>Tabela 2: Parametry geotechniczne [8]</i> .....	34
<i>Tabela 3: współczynniki częściowe, Tabela A.3, EC7</i> .....	37
<i>Tabela 4: Współczynniki częściowe do parametrów geotechnicznych , Tabela A.4, EC7</i> .....	38
<i>Tabela 5: Współczynniki częściowe do oporu/nośności Tabela A.5, EC7</i> .....	38
<i>Tabela 6: Współczynniki częściowe do oddziaływań dla weryfikacji UPL , Tabela A.15, EC7</i> .....	39
<i>Tabela 7: Współczynniki częściowe dla parametrów gruntu i nośności , Tabela A.16, EC7</i> .....	39
<i>Tabela 8: Przekroje obliczeniowe</i> .....	43
<i>Tabela 9: Charakterystyczne przemieszczenia poziome ścian szczelinowych</i> .....	53
<i>Tabela 10: Lista obiektów wewnątrz geotechnicznej strefy wpływu</i> .....	66

## RYСУNKI

<i>Rys. 3.1: Lokalizacja planowanej inwestycji.</i> .....	24
<i>Rys. 4.1: Fragment przekroju geologicznego pozyskanego z Mapy Geologicznej Polski w skali 1:50 000, arkusz Świnoujście-Międzyzdroje</i> .....	27
<i>Rys. 5.1: Jednoosiowa wytrzymałość na ściskanie w porównaniu z głębokością do iniekcji strumieniowej w gruncie piaszczystej [14][15]</i> .....	31
<i>Rys. 5.2: Wyniki obliczeń ciśnienia na przodku TBM (VL_ground= VL na powierzchni, VL_tunnel = VL na poziomie tunelu, VL_face=VL przed czołem, VL_shield = VL wzdłuż tarczy TBM, VL backfill = VL na obwodzie ogona j, VL_tail = VL z powodu skurczu, VL_EE = VL spowodowane przez WA)</i> .....	41
<i>Rys. 5.3: Krytyczne przekroje do weryfikacji przez projektującego – ITA [10]</i> .....	42
<i>Rys. 5.4: Schemat statyczny wanny wykonanej w wykopie zabezpieczonym</i> .....	43
<i>Rys. 5.5: Schemat statyczny wanny wykonanej w wykopie otwartym ze ścianami</i> .....	44
<i>Rys. 5.6: Schemat statyczny wanny wykonanej w wykopie otwartym ze ścianami</i> .....	44
<i>Rys. 5.7: Schemat statyczny wanny wykonanej w wykopie otwartym ze ściankami</i> .....	45
<i>Rys. 5.8: Schemat statyczny wanny wykonanej w wykopie otwartym ze ścianami</i> .....	45
<i>Rys. 5.9: Schemat statyczny komory startowej (etap docelowy)</i> .....	46
<i>Rys. 5.10: Schemat statyczny komory odbiorczej (etap docelowy)</i> .....	46
<i>Rys. 5.11: Model obliczeniowy wanien S1-S7</i> .....	47
<i>Rys. 5.12: Model obliczeniowy wanien S8-S23</i> .....	47
<i>Rys. 5.13: Model obliczeniowy wanien S24-S26 (komora startowa – cz.1)</i> .....	48

Rys. 5.14: Model obliczeniowy wanien S27-S28 (komora startowa – cz.2) .....	48
Rys. 5.15: Model obliczeniowy wanien R32-R33 (komora odbiorcza) .....	49
Rys. 5.16: Model obliczeniowy wanien R18-R31 (stan docelowy) .....	49
Rys. 5.17: Model obliczeniowy wanien R9-R17 (stan docelowy) .....	50
Rys. 5.18: Model obliczeniowy wanien R1-R8 (stan docelowy) .....	50
Rys. 5.19: Sprawdzenie wyporu schemat statyczny.....	54
Rys. 5.20: Możliwe ciśnienia robocze w koronie tunelu dla maszyny tarczowej .....	56
Rys. 5.21: Wyniki obliczeń ciśnienia czołowego TBM ( $P_{max\_TBM}$ = dopuszczalne ciśnienie robocze TBM, $P_{Bup}$ = ciśnienie wyparcia, $P_{stab}$ = minimalne ciśnienie czołowe, $P_{TBM}$ = ciśnienie robocze z obliczeń, $P_w$ = ciśnienie wody).....	56
Rys. 5.22: Powiększenie rozkładu ciśnienia TBM po stronie Wolina, w kolorze czerwonym obszar budynku B5-B6-B7 .....	57
Rys. 5.23: Schemat przemieszczenia gruntu z powodu wykopów w warunkach terenowych .....	57
Rys. 5.24: Schemat ewolucji osiadań i wzdłuż tarczy TBM .....	58
Rys. 5.25: Wyniki obliczeń ciśnienia na przodku TBM ( $VL_{ground}$ = VL na powierzchni, $VL_{tunnel}$ = VL na poziomie tunelu, $VL_{face}$ = VL przed czołem, $VL_{shield}$ = VL wzdłuż tarczy TBM, $VL_{backfill}$ = VL na obwodzie ogona, $VL_{tail}$ = VL z powodu skurczu, $VL_{EE}$ = VL spowodowane przez WA) .....	58
Rys. 5.26: Przewidywane maksymalne osiadanie i parametr K wzdłuż trasy.....	59
Rys. 5.27: Współczynniki nośności.....	60
Rys. 5.28: Schemat objaśniający ciśnienia wody i zawiesiny .....	62

**„USPRAWNIENIE POŁĄCZENIA KOMUNIKACYJNEGO POMIĘDZY WYSPAMI UZNAM I WOLIN W ŚWINOUJŚCIU –  
BUDOWA TUNELU POD ŚWINĄ”**

# 1 LISTA DOKUMENTÓW

## 1.1 DOKUMENTY PRZETARGOWE

Raporty i rysunki z dokumentów przetargowych związane z opracowaniem:

- [1] TOM III - PFU - ROZDZIAŁ III - WARUNKI WYKONANIA I ODBIORU ROBÓT BUDOWLANYCH
- [2] TOM III - PFU - ROZDZIAŁ V.1.c - DOKUMENTACJA GEOLOGICZNO – INŻYNIERSKA
- [3] TOM III - PFU - ROZDZIAŁ V.1.d - DOKUMENTACJA HYDROGEOLOGICZNA
- [4] TOM III - PFU - ROZDZIAŁ V.3 - Projekt geotechniczny
- [5] TOM III - PFU - ROZDZIAŁ V.4 - DOKUMENTACJA BADAŃ PODŁOŻA GRUNTOWEGO
- [6] TOM III - PFU - Załącznik nr 7 - INWENTARYZACJA ISTNIEJACEGO STANU ZAGOSPODAROWANIA

## 1.2 DOKUMENTY POWIĄZANE

- [7] Projekt budowlany
- [8] Raport z uzupełniających badań geotechnicznych, Świnoujście, czerwiec 2019

## 1.3 REFERENCJE ZEWNĘTRZNE

Wewnętrzne raporty i rysunki związane z opracowaniem:

### 1.3.1 WYKAZ NORM I STANDARDÓW

- [9] DAUB, 2016. Recommendations for Face Support Pressure Calculations for Shield Tunnelling in Soft Ground.
- [10] PN-EN 1997-1: 2008 Eurokod 7: Projektowanie geotechniczne. Część 1: Zasady ogólne
- [11] PN-EN 1997-2: 2009 Eurokod 7: Projektowanie geotechniczne. Część 2: Rozpoznanie i badanie podłoża gruntowego.
- [12] ITA WG2, 2000. Guidelines for the Design of Shield Tunnel Lining, TUST, 15(3): 303-331.
- [13] Rozporządzenie Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25 kwietnia 2012 r. w sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadawiania obiektów budowlanych (Dz.U. z 2012 r. poz. 463)

### 1.3.2 BIBLIOGRAFIA

- [14] Arroyo M., Gens A., Alonso E., Modoni G., and Croce P. 2007. Informes Sobre Tratamientos de Jet Grouting. ADIF LAV Madrid-Barcelona-Francia, Tramo Torrasa-Sants. Report of the Universidad Politecnica de Catalunya: 110 p [in Spanish].

„USPRAWNIENIE POŁĄCZENIA KOMUNIKACYJNEGO POMIĘDZY WYSPAMI UZNAM I WOLIN W ŚWINOUJŚCIU –  
BUDOWA TUNELU POD ŚWINĄ”

- [15]Brinkgreve R.B.J., Post, M., 2013. On the use of finite element models for geotechnical design. TUHH Hamburg, PLAXIS publications.
- [16]Croce P., Flora, A., Modoni, G., 2014, Jet Grouting, Technology, Design and Control. CRC Press, Taylor and Francis Group
- [17]Frank R. C., Bauduin R., Driscoll M., Kavvas N., Krebs Ovesen T. Orr, Schuppener B., 2004. Designers' Guide to EN 1997-1, Eurocode 7: Geotechnical design Part 1: General rules, London: Thomas Telford.

„USPRAWNIENIE POŁĄCZENIA KOMUNIKACYJNEGO POMIĘDZY WYSPAMI UZNAM I WOLIN W ŚWINOUJŚCIU –  
BUDOWA TUNELU POD ŚWINĄ”

Numer dokumentu : P-SWIN-EPG-B-TUN-GEO-REP-0001

Tytuł : Tom 3.2.2 - Projekt Geotechniczny

Strona: **22**

## 2 WSTĘP

Niniejszy „Projekt geotechniczny” dotyczy warunków gruntowych projektowanego tunelu pod cieśniną Świną w Świnoujściu.

Podstawą prawną opracowania jest Rozporządzenie Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25 kwietnia 2012 r. w sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadowienia obiektów budowlanych (Dz. U. 2012, poz. 463) [13].

Projektowany tunel łączący wyspę Uznam z wyspą Wolin zastąpić ma dwie funkcjonujące w mieście przeprawy promowe. Pierwsze badania geologiczne związane z budową tunelu przeprowadzone zostały już w 1939 roku.

Pod koniec XX w. rozpatrywano budowę mostu wysokowodnego lub tunelu w rejonie przeprawy promowej Karsibór. Gdy ponownie wrócono do studiów na ten temat rozważano trzy lokalizacje. Po przeanalizowaniu wyników prac studialnych oraz konsultacji społecznych wybrano tunel w I wariantcie trasy. Projektowany tunel ma być wiercony przy pomocy maszyny TBM ze zjazdem i wyjazdem maszyny w wannie żelbetowej. Długość projektowanego tunelu wykonanego maszyną TBM to około 1.5 km.

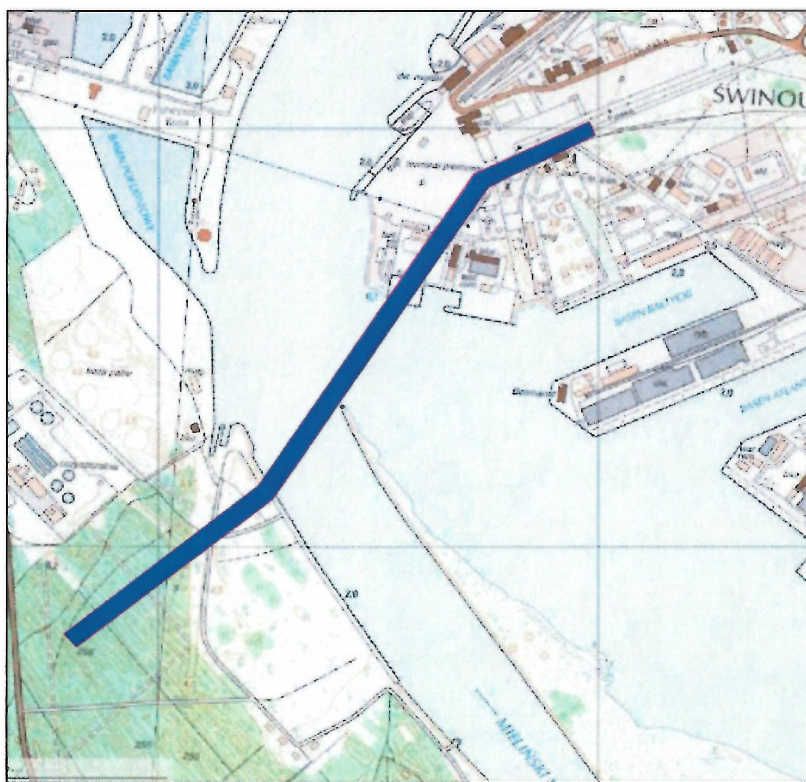
„USPRAWNIENIE POŁĄCZENIA KOMUNIKACYJNEGO POMIĘDZY WYSPAMI UZNAM I WOLIN W ŚWINOUJŚCIU –  
BUDOWA TUNELU POD ŚWINĄ”

### 3 KRÓTKA CHARAKTERYSTYKA ŚRODOWISKA GEOGRAFICZNEGO I PLANOWANEJ INWESTYCJI

#### 3.1.1 OPIS LOKALIZACJI INWESTYCJI

Trasa planowanej inwestycji znajduje się w Świnoujściu (gmina i powiat Świnoujście, woj. zachodniopomorskie), w obrębie tarasu zalewowego rzeki Świny (tzw. Brama Świny).

Projektowany tunel drążony w technologii TBM łączyć będzie wyspę Uznam z wyspą Wolin, a przebiegać on będzie od południowego zachodu ku północnemu wschodowi. Trasa tunelu pokazana jest na Mapie lokalizacyjnej i dokumentacyjnej (zał.1 i zał.2)



*Rys. 3.1: Lokalizacja planowanej inwestycji.*

Tunel w swoim najniższym położeniu osiągnie rzędną -38,0 m n. p. m. Niweletę tunelu zrzucono na przekrój geologiczno-inżynierski (zał.3)

Pod względem geomorfologicznym badany teren jest fragmentem nadbudowanej wydmy mierzei, tzw. Bramy Świny. W miejscach badań teren wyniesiony jest do rzędnych 1,8 – 5,8 m. n.p.m. Geograficznie teren należy do mezoregionu Uznam i Wolin stanowiącego część Pobrzeża Szczecińskiego.

Teren przeznaczony pod inwestycję jest terenem zróżnicowanym w zakresie zagospodarowania. W części południowo zachodniej obszar ten stanowi las będący własnością Lasów Państwowych leżący w gestii Miasta Świnoujście. Następnie inwestycja przebiega przez tereny nieużytków i placów składowych zarządzanych przez firmę Poltramp Yard S.A.. Od strony północno wschodniej inwestycja przebiega przez bazę materiałów firmy Energopol Szczecin S.A., a następnie przez tereny bazy promowej Świnoujście. Teren inwestycji w wielu miejscach jest silnie uzbrojony. Na terenie inwestycji przebiegają sieci teletechniczne, gazowe, energetyczne, wodociągowe i kanalizacyjne. Szczególną uwagę należy zwrócić



na kabel sieci energetycznej wysokiego napięcia przebiegający na głębokości ~24,0 m. p.p.t. pod rzeką Świną, równoległe do projektowanego tunelu.

### 3.2 OPIS PROJEKTOWANEGO TUNELU WRAZ Z KOMORAMI STARTOWĄ I ODBIORCZĄ

W ramach inwestycji projektuje się (zgodnie z opisem Projektu budowlanego [7]):

- Wanny żelbetowe na wyspie Uznam na odcinku 0+460,00-0+650,00 dostosowane do terenu przyległego oraz przeszkody w formie ulicy Karsiborskiej,
- Tunel wykonany metodą odkrywkową na wyspie Uznam (w tym komora startowa) na odcinku 0+650,00-0+848,51 dostosowany do terenu przylegającego,
- Tunel drążony wykonywanego metodą TBM jako układ wzajemnie połączonych pierścieni o konstrukcji żelbetowej. Na odcinku 0+848,51-2+332,29 został dostosowany do przeszkody, którą jest cieśnina Świna.
- Tunel wykonany metodą odkrywkową na wyspie Wolin (w tym komora wyjściowa) na odcinku 2+332,29-2+430,00 dostosowany do terenu przylegającego,
- Wanny żelbetowe na wyspie Wolin na odcinku 2+430,00-2+745,00 dostosowane do terenu przyległego oraz przeszkody w formie wyjazdu z terminala promowego,

Konstrukcje odcinków dojazdowych do tunelu można podzielić na następujące odcinki o odrębnej konstrukcji:

- Segmenty wykonywane w postaci ramy otwartej wykonanej w wykopie otwartym. Konstrukcja wanny żelbetowej projektowana jako wodoszczelna, otwarta rama z płytą fundamentową i ze sztywnym połączeniem między ścianami a płytą. Segmenty wanny zdylatowane w odstępach co około 12 m. W pierwszym kroku wykonanie tymczasowej obudowy wykopu. Następnie wykonanie przesłony poziomej zabezpieczającej wykop przed napływem wody od spodu. W osuszonej komorze wykonać warstwę wyrównawczą pod przyszłą konstrukcję, a następnie konstrukcję wanny wraz z izolacjami.
- Segmenty wykonywane w postaci ramy otwartej wykonanej metodą odkrywkową i ścian w postaci ścian szczelinowych z ścianą osłonową. Konstrukcja wanny żelbetowej projektowana jako wodoszczelna, otwarta rama z płytą fundamentową połączona z wspornikowymi ścianami szczelinowymi oraz ścianami wewnętrznymi. Segmenty wanny zdylatowane w odstępach co około 12 m. Jako pierwsze wykonywane ściany szczelinowe, rozparte tymczasowymi rozporami u góry i kotwioną poziomą przesłoną na dole. Rozparte ściany szczelinowe będą zabezpieczeniem wykopu oraz będą stanowiły wraz z ścianami wewnętrznymi docelowe ściany wanny. Kolejnym krokiem jest wykonanie wykopu wraz z pompowaniem wody. Na nierównej powierzchni korka projektuje się warstwę wyrównawczą pod przyszłą konstrukcję. W tak przygotowanym wykopie wykonane będą pozostałe elementy wanny zaczynając od wykonania izolacji przeciw wodnej na której należy wykonać płytę denną, a następnie ściany wewnętrzne.
- Segmenty w postaci ramy zamkniętej, w górnej części ścian szczelinowych projektowane są rozpory w rozstawie co około 2,5m. Konstrukcja wanny żelbetowej projektowana jako wodoszczelna, zamknięta rama z płytą fundamentową połączona z ścianami szczelinowymi i ścianami wewnętrznymi które stanowią pionowe ściany wanny oraz z ryglami w górnej części konstrukcji. Segmenty wanny zdylatowane w odstępach od 10,8 do 17,6 m. Jako pierwsze należy wykonać ściany szczelinowe, które będą zabezpieczeniem wykopu. Następnie wykonać kotwioną przesłoną poziomą zabezpieczającą przed działaniem wyporu wody. W kolejnym kroku należy wykonać rozpory, przed ich wykonaniem należy wykonać wykop wraz z pompowaniem wody poniżej poziomu rozpór. Po osiągnięciu przez beton rozpór pełnej wytrzymałości należy kontynuować wykop do poziomu płyty dennej. Na nierównej powierzchni przesłony poziomej należy wykonać warstwę wyrównawczą pod przyszłą konstrukcję. W tak przygotowanym wykopie należy wykonać pozostałe elementy wanny zaczynając od wykonania warstwy izolacji

„USPRAWNIENIE POŁĄCZENIA KOMUNIKACYJNEGO POMIĘDZY WYSPAMI UZNAM I WOLIN W ŚWINOUJŚCIU –  
BUDOWA TUNELU POD ŚWINĄ”

przeciw wodnej, na której należy wykonać płytę denną. Po wykonaniu płyty dennej należy wykonać ściany wewnętrzne.

- Segmenty w postaci żelbetowej ramy zamkniętej. Konstrukcja żelbetowego tunelu projektowana jako wodoszczelna, zamknięta rama z płytą fundamentową połączona ze ścianami szczelinowymi oraz wewnętrznymi ścianami które stanowią pionowe ściany tunelu i z płytą stropową w górnej części tunelu. Segmenty tunelu zdylatowane w odstępach co około 12 - 17m. Jako pierwsze wykonać ściany szczelinowe, które będą zabezpieczeniem wykopu. Następnie projektuje się wykonanie przesłony poziomej i odpowiednie zabezpieczenie jej przed działaniem wyporu wody. W kolejnym kroku wykonanie górnego stropu, a wcześniej wykonanie wykopu wraz z pompowaniem wody poniżej poziomu stropu. Po osiągnięciu przez beton stropu pełnej wytrzymałości należy kontynuować wykop do poziomu płyty dennej. Na nierównej powierzchni przesłony poziomej wykonać warstwę wyrównawczą pod przyszłą konstrukcję. W tak przygotowanym wykopie wykonać pozostałe elementy tunelu zaczynając od wykonania warstwy izolacji przeciwwodnej, na której należy wykonać płytę denną. Po wykonaniu płyty dennej wykonać ściany wewnętrzne.
- Konstrukcja szybu startowego i odbiorczego wykonanego metodą pod stropową jest w postaci zamkniętej ramy, na etapie przejściowym przewiduje się w stropie górnym pozostawienie otworów w stropie, który będzie służył do montażu i demontażu maszyny drążącej. Konstrukcja żelbetowego szybu startowego jest projektowana jako wodoszczelna, zamknięta rama z płytą fundamentową połączoną ze ścianami szczelinowymi i ścianami wewnętrznymi, które stanowią pionowe ściany szybu oraz z płytą stropową w górnej części ścian szczelinowych. Jako pierwsze należy wykonać ściany szczelinowe, które będą zabezpieczeniem wykopu. Następnie należy wykonać przesłonę poziomą i zabezpieczyć ją przed działaniem wyporu wody. W kolejnym kroku należy wykonać górny strop, ale przed jego wykonaniem należy wykonać wykop wraz z pompowaniem wody poniżej poziomu stropu. Po osiągnięciu przez beton stropu pełnej wytrzymałości należy kontynuować wykop do poziomu płyty dennej, w trakcie wykonywania wykopu należy zamontować tymczasową konstrukcję rozpierającą ściany szczelinowe. Konstrukcję tą należy rozebrać po wykonaniu płyty dennej. Przed wykonaniem płyty dennej należy wykonać na nierównej powierzchni przesłony poziomej warstwę wyrównawczą oraz ułożyć warstwę izolacji przeciwwodnej. W tak przygotowanej konstrukcji należy przeprowadzać prace związane z obsługą budowy odcinka wykonywanego metodą drążeniową. Po demontażu maszyny TBM w szybach można przystąpić do wykonywania następnych elementów konstrukcji takich jak wypełnienie otworów technologicznych w stropach, ściany wewnętrzne, konstrukcja jezdni klatki schodowej i konstrukcja centrali wentylacyjnej. Jako ostatnie należy przeprowadzić prace związane z wyposażeniem szybu startowego i odbiorczego.

Szczegółowe zalecenia odnośnie wykonywania poszczególnych elementów konstrukcyjnych tunelu, obciążenia, schematy statyczne, obliczenia komór i wanien wjazdowych podano w Projekcie Budowlanym [7].

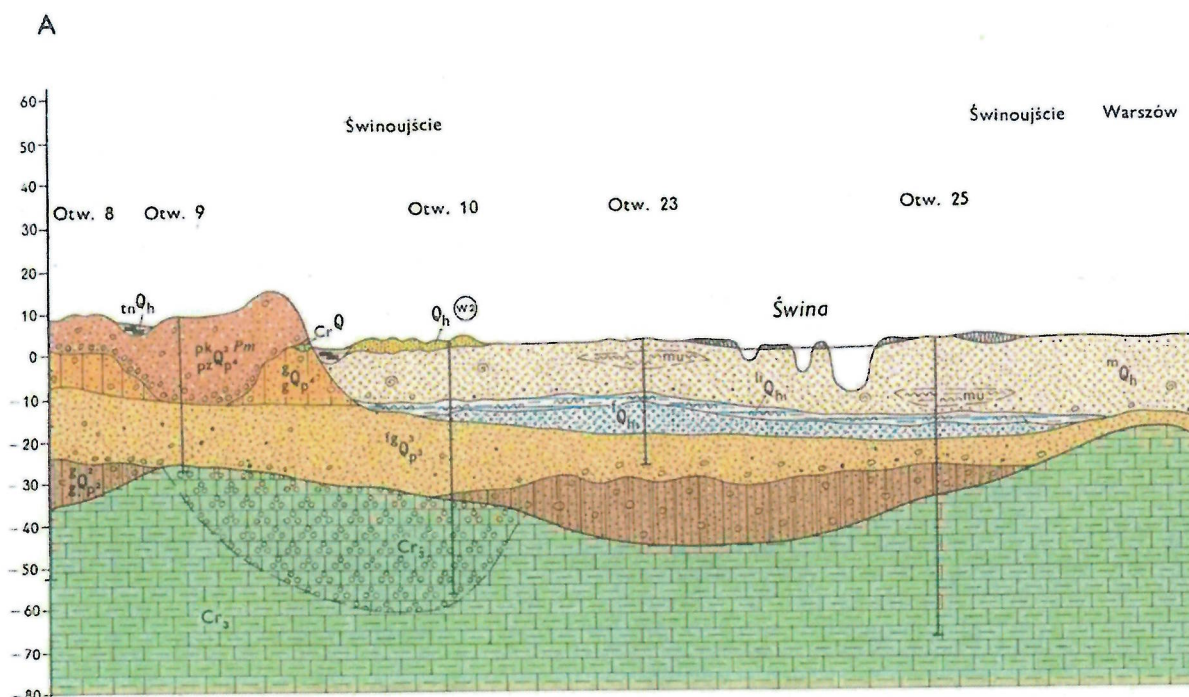
„USPRAWNIENIE POŁĄCZENIA KOMUNIKACYJNEGO POMIĘDZY WYPAMI UZNAM I WOLIN W ŚWINOUJŚCIU –  
BUDOWA TUNELU POD ŚWINĄ”

## 4 OPIS WARUNKÓW GRUNTOWO-WODNYCH

### 4.1 OPIS BUDOWY GEOLOGICZNEJ

Na podstawie profili wierceń wykonanych w ramach Raportu z uzupełniających badań geotechnicznych [8] oraz udostępnionych materiałów archiwalnych, w analizowanym podłożu zostały stwierdzone następująca budowa geologiczna.

Podłoże projektowanej inwestycji budują czwartorzędowe utwory wieku holocenijskiego oraz plejstocenijskiego, które zalegają na mezozoicznych osadach wieku kredowego. Najstarszą rozpoznaną serią jest seria kredy piszącej pochodząca z epoki górnej kredy. Została ona stwierdzona na rzędnych w przedziale od ok. -32,0 m n.p.m. do ok. -36,0 m n.p.m. Według przekroju z Mapy Geologicznej Polski w skali 1:50 000, arkusz Świnoujście – Międzyzdroje skały górnej kredy (kreda pisząca oraz margle) zalegają co najmniej do rzędnej wynoszącej -70,0 m n.p.m.



Rys. 4.1: Fragment przekroju geologicznego pozyskanego z Mapy Geologicznej Polski w skali 1:50 000, arkusz Świnoujście-Międzyzdroje

Na osadach kredowych zalegają głównie plejstocenijskie gliny zwałowe zlodowacenia południowopolskiego (stadiów górny) wykształcone w postaci glin piaszczystych (lokalnie z kamieniami), pyłów oraz piasków gliniastych (lokalnie ze żwirami). Jedynie bezpośrednio na utworach kredowych zalegają plejstocenijskie piaski drobne zlodowacenia środkowopolskiego (stadiów północno-mazowiecki) oraz plejstocenijskie piaski lodowcowe zlodowacenia północnopolskiego (stadiów górny). Należy zwrócić uwagę, że w punkcie PG3 [8] gliny zwałowe osiągają dużo mniejsze miąższości niż w pozostałych otworach (zarówno aktualnych jak i archiwalnych) i stanowią przewarstwienia w piaskach. Strop glin zwałowych został stwierdzony na rzędnych wynoszących od ok. -29,0 m n.p.m. do ok. -35,0 m n.p.m. Bezpośrednio na plejstocenijskich glinach zalegają plejstocenijskie piaski wodnolodowcowe różnej granulacji oraz lokalnie żwiry i żwiry z kamieniami (głównie w części spągowej). W obrębie wodnolodowcowych piasków lokalnie występują również wkładki plejstocenijskich glin zwałowych zlodowacenia środkowopolskiego. Strop utworów wieku plejstocenijskiego znajduje się w przedziale rzędnych od ok. -10,5 m n.p.m. do ok. -19 m n.p.m.

„USPRAWNIENIE POŁĄCZENIA KOMUNIKACYJNEGO POMIĘDZY WYSPAMI UZNAM I WOLIN W ŚWINOUJŚCIU – BUDOWA TUNELU POD ŚWINĄ”

Utwory niespoiste występowały w stanie od średnio zagęszczonego do bardzo zagęszczonego, natomiast utwory spoiste występowały w stanie twardoplastycznym i półzwardym.

Na utworach plejstocenijskich zalegają holocenijskie utwory niespoiste reprezentowane przez drobne piaski akumulacji morskiej oraz piaski średnie, żwiry i pospółki akumulacji rzecznej. W obrębie utworów niespoistych stwierdzono występowanie utworów organicznych wykształconych w postaci namulów oraz utworów spoistych wykształconych w postaci glin próchnicznych oraz glin pylastych. Od powierzchni terenu zalegają piaski eoliczne, gleba oraz grunty antropogeniczne występujące w postaci nasypów niekontrolowanych składających się głównie z utworów niespoistych (piaski drobne próchniczne). W otworze PG6[8] od powierzchni stwierdzono występowanie gleby.

Utwory niespoiste występowały w stanie od luźnego do bardzo zagęszczonego, natomiast utwory spoiste/organiczne w stanie od miękoplastycznego do twardoplastycznego.

Należy zwrócić uwagę na zróżnicowaną głębokość zalegania granicy między utworami holocenijskimi oraz plejstocenijskimi. Przy podziale utworów niespoistych na dwie różne serie kierowano się podziałem wyznaczonym w dokumentacjach archiwalnych oraz cechami, które mogą wskazywać na prawidłowość tego podziału. Głównym kryterium było występowanie części organicznych w gruncie, co z reguły charakteryzuje utwory wieku holocenijskiego. Nadmieniamy jednak, że granica widoczna na przekroju geotechnicznym jest orientacyjna. Ze względu na charakter inwestycji nie jest to jednak istotnym problemem.

Szczegółowy obraz budowy geologicznej zaprezentowano na przekroju geotechnicznym dołączonym do niniejszego opracowania (zał.3)

Na podstawie przeprowadzonych badań nie stwierdzono istotnych różnic w budowie geologicznej w stosunku do materiałów, które zostały udostępnione przez Inwestora.

## 4.2 OPIS WARUNKÓW HYDROGEOLOGICZNYCH

Warunki hydrogeologiczne obszaru objętego niniejszą inwestycją są ściśle związane z budową geologiczną terenu oraz istniejącą siecią hydrograficzną. Najważniejszymi dla omawianego terenu elementami hydrograficznymi są rzeka (cieśnina) Świna oraz Morze Bałtyckie. Rejon przeprowadzonych badań należy do jednostki hydrograficznej I Region Szczeciński, rejon Bramy Świny.

Na omawianym obszarze występują dwa piętra wodonośne: piętro kredowe oraz czwartorzędowe. Według dokumentacji archiwalnych w obszarze mierzejowo-deltowym występuje jeden poziom wodonośny plejstocenijsko-holocenijski, który dzieli się na trzy warstwy wodonośne: dolną (plejstocenijską), piaszczysto-żwirową o dobrej przepuszczalności, środkową (plejstocenijsko-holocenijską) półprzepuszczalną oraz górną (holocenijską), piaszczystą, dobrze przepuszczalną. Jednak w trakcie prowadzenia prac terenowych, jak i na etapie analizy i interpretacji ich wyników stwierdzono występowanie tylko dwóch warstw wodonośnych, mianowicie występującej w obrębie piasków zalegających pod i między plejstocenijskimi glinami oraz występującej nad tymi glinami. Lokalne przewarstwienia gruntami spoistymi lub organicznymi nie posiadają wystarczającego zasięgu, aby mogły odizolować wody prowadzone przez piaski poniżej oraz powyżej ich poziomu. Powodują one jedynie lokalne napięcie zwierciadła wód podziemnych.

W trakcie prowadzenia prac terenowych stwierdzono, że woda podziemna wykazywała zarówno charakter zwierciadła swobodnego, jak i napiętego. Warstwę napinającą stanowiły grunty spoiste oraz grunty organiczne.

Ze względu na technologię wiercenia (użycie płuczki przy rdzeniowaniu glin oraz utworów kredowych) zmierzenie poziomu ustabilizowanego zwierciadła wody dla warstwy wodonośnej znajdującej się pod i w obrębie glin plejstocenijskich możliwe było tylko w otworze PG6[8] (dzięki zastosowaniu technologii SONIC) i wniósł on 9,45 m p.p.t., co odpowiada rzędnej wynoszącej -7,13 m n.p.m. Poziom lokalnie napiętego przez namuły oraz grunty spoiste zwierciadła wody podziemnej generalnie stabilizuje się w poziomie swobodnego zwierciadła wody, co wskazuje na kontakt hydrauliczny między warstwami utworów niespoistych. W kilku otworach archiwalnych poziom

stabilizacji zwierciadła wody podziemnej nie został zmierzony. W otworze PG5 napięte zwierciadło wody stabilizuje się poniżej zwierciadła swobodnego, jednak może to być spowodowane zbyt krótkim czasem jego stabilizacji. W otworze PG1 natomiast napięte zwierciadło stabilizuje się nad zwierciadłem swobodnym. Swobodne zwierciadło wody występowało na rzędnych wynoszących od -0,02 m n.p.m. do 0,36 m n.p.m., tj. na średniej rzędnej wynoszącej ok. 0,17 m n.p.m.

Poziom wód podziemnych odnosi się do okresu prowadzenia badań terenowych, tj. kwiecień/maj 2019 r. Szczegółowy obraz warunków wodnych przedstawiono na przekroju geotechnicznym (zał.3). Zwraca się uwagę, że poziom wód gruntowych może ulegać okresowym wahaniom w zależności od poziomu wody w rzece, w Morzu Bałtyckim oraz coraz częściej występujących okresów bardzo suchych. Badania uzupełniające prowadzono w okresie suchym.

W ramach Raportu z uzupełniających badań geotechnicznych [8] wykonano analizę chemiczną wody podziemnej w ilości 8 sztuk. Próby wody pobrane zostały z archiwalnych piezometrów po uprzednim ich oczyszczeniu oraz z 4 otworów dodatkowych. Według raportu woda pobrana do badań nie wykazuje agresji w stosunku do betonu lub wykazuje słabą agresję (klasa ekspozycji betonu XA1). Prawdopodobieństwo korozji stali niestopowych i niskostopowych w wodzie w obszarze podwodnym oraz wystąpienia korozji stali niestopowych i niskostopowych w wodach przy granicy woda/powietrze jest bardzo niewielkie lub niewielkie.

## 5 PROJEKT GEOTECHNICZNY

Zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25 kwietnia 2012 roku w sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadawiania obiektów budowlanych (Dz. U. poz. 463):

*Projekt geotechniczny (por. §10 cytowanego wyżej Rozporządzenia), zgodnie z Polskimi Normami **PN-EN 1997-1** (Eurokod 7: Projektowanie geotechniczne – Część 1: Zasady ogólne) i **PN-EN 1997-2** (Eurokod 7: Projektowanie geotechniczne – Część 2: Rozpoznanie i badanie podłoża gruntowego) powinien zawierać:*

1. prognozę zmian właściwości podłoża gruntowego w czasie;
2. określenie obliczeniowych parametrów geotechnicznych;
3. określenie częściowych współczynników bezpieczeństwa do obliczeń geotechnicznych;
4. określenie oddziaływań od gruntu;
5. przyjęcie modelu obliczeniowego podłoża gruntowego, a w prostych przypadkach projektowego przekroju geotechnicznego;
6. obliczenie nośności i osiadania podłoża gruntowego oraz ogólnej stateczności;
7. ustalenie danych niezbędnych do zaprojektowania fundamentów;
8. specyfikację badań niezbędnych do zapewnienia wymaganej jakości robót ziemnych i specjalistycznych robót geotechnicznych;
9. określenie szkodliwości oddziaływań wód gruntowych na obiekt budowlany i sposobów przeciwdziałania tym zagrożeniom;
10. określenie zakresu niezbędnego monitorowania wybudowanego obiektu budowlanego, obiektów sąsiadujących i otaczającego gruntu, niezbędnego do rozpoznania zagrożeń mogących wystąpić w trakcie robót budowlanych lub w ich wyniku oraz w czasie użytkowania obiektu budowlanego.

Powyższe punkty zostały omówione w poniższych rozdziałach.

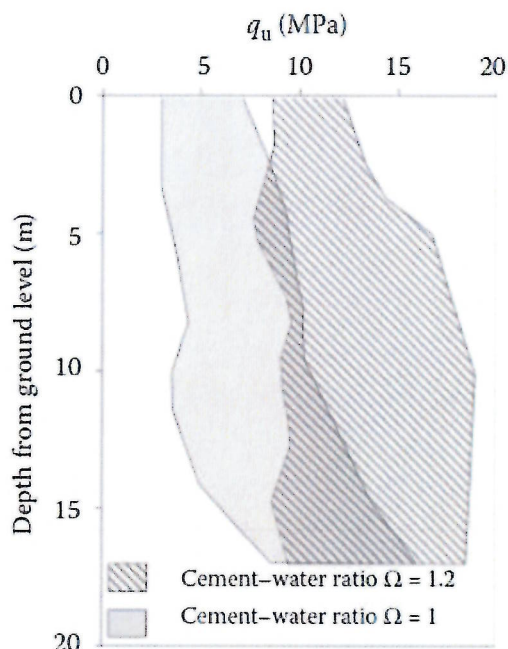
## 5.1 PROGNOZĘ ZMIAN WŁAŚCIWOŚCI PODŁOŻA GRUNTOWEGO W CZASIE

Ogólnie rzecz biorąc, właściwości gruntu zależne od czasu, pochodzące na przykład od zjawiska pęcznienia, są istotne dla prekonsolidowanych glin pod stałym obciążeniem (nasypy, tamy itp.). Przy projekcie tunelu wraz z komorami startową i odbiorczą oraz wannami wjazdowymi, pod Cieśniną Świną, biorąc pod uwagę model geologiczny określony w rozdziale 4, zjawiska te są nieistotne.

Przewidywanie zmienności właściwości gruntu w czasie zostało uwzględnione w następujących specjalnych pracach geotechnicznych:

- Proces iniekcji strumieniowej (jet-grouting)
- Proces zamrażania gruntu

Proces iniekcji strumieniowej: zakłada się, że właściwości mechaniczne wzmocnianego gruntu zmieniają się w czasie. Proces iniekcji strumieniowej został zasymulowany z polepszeniem wytrzymałości na ściskanie jednoosiowe w krótkim okresie, SGS uznany za równe 0,5 MPa, wartość zachowawcza dla gruntu piaszczystego, jak pokazano na Rys. 5.1: z badań Arroyo i in. [14][15] na kolumnach Jet-G na gruntach piaszczystych. Ta poprawa jest następnie pomijana w warunkach długoterminowych.



Rys. 5.1: Jednoosiowa wytrzymałość na ściskanie w porównaniu z głębokością do iniekcji strumieniowej w gruncie piaszczystej [14][15]

Podczas procesu zamrażania gruntu: zakłada się, że termiczno-fizyczne własności gruntu będą funkcjami czasu i temperatury. Działając w ich obrębie będą w stanie odtworzyć przejście ze stanu niezamrożonego do stanu zamrożonego.

Zarówno w przypadku tunelu jak i komór startowych i odbiorczych oraz wanien wjazdowych (ściany szczelinowe, przesłony wodoszczelne, stropy) podczas projektowanych prac nie nastąpi degradacja parametrów gruntowych.

## 5.2 OKREŚLENIE OBLICZENIOWYCH PARAMETRÓW GEOTECHNICZNYCH

Parametry geotechniczne szczegółowo podano w „Raporcie z uzupełniających badań geotechnicznych” [8].

Trasa tunelu wraz z komorami startową i odbiorczą oraz wannami wjazdowymi przecina drobny piasek i drobno - średni piasek ze żwirem po stronach Uznam i Wolin, natomiast poniżej cieśniny Świny główne złoża to droбноziarnisty piasek ze żwirem, prekonsolidowana glina piaszczysta ze żwirem i kredą.

Badania geotechniczne przedstawione w raporcie z badań [8] przeprowadzono w celu aktualizacji parametrów geotechnicznych przypisanych do każdej warstwy, przyjętych na etapie przygotowania dokumentacji przetargowej. Analiza danych potwierdza zgodność wartości parametrów geotechnicznych przyjętych w opracowaniach [2], [5] i [8].

Poniżej zostało przedstawione przypisanie warstw geotechnicznych do okresów geologicznych.

*Tabela 1: Trasa tunelu*

Warstwa	Geologia
I	Teren nasypowy (poch. ludzkie)
<b>HOLOCENE</b>	
II	Piasek drobny ( erozja wiatrowa)
III	Piasek drobny (pochodzenia morskiego)
IV	Organiczna glin pylasta
<b>PLEISTOCENE</b>	
V	Drobno-średni piasek i żwir
VI	Prekonsolidowana glina piaszczysta ze żwirem
<b>CRETACEOUS</b>	
VII	Kreda (Podłoże skalne)

Poniżej są wymienione i opisane główne warstwy geotechniczne przyjęte na etapie projektowania:

- **Warstwa I** → Teren nasypowy
- **Warstwa II** → Piasek (erozja wiatrowa)  
Warstwa II składa się z drobnego piasku o średniej i dużej przepuszczalności ( $k=10^{-5}$  m/s) w warunkach z odpływem.
- **Warstwa III** → Piasek drobny (pochodzenia morskiego)  
Warstwa III składa się z drobnego piasku o średnio-wysokiej przepuszczalności ( $k=10^{-5}$  m/s) która zachowa zdolność odwodnienia, jeśli zostanie poddana pracom przy wykopie tunelu.
- **Warstwa IV** → Organiczna glina pylasta  
Warstwa IV składa się z warstwy gliny NC / normalnie skonsolidowanej o małej miąższości, średniej przepuszczalności ( $k =10^{-6}$  m/s) i zachowuje się jako nieprzepuszczalna jeśli zostanie poddana wykopowi tunelowemu.
- **Warstwa V** → Drobny- średni piasek ze żwirem.  
Warstwa V składa się z piasku średniego o średnio-wysokiej przepuszczalności ( $k = 5 \cdot 10^{-5}$  m/s) i zachowuje zdolność odwodnienia, jeśli zostanie poddana wykopowi tunelowemu.
- **Warstwa VI** → Prekonsolidowana glina piaszczysta ze żwirem  
Warstwa VI składa się z silnie przekonsolidowanej warstwy gliny piaszczystej (OCR = 10) ze śladową ilością żwiru, zmiennej miąższości od 1 m do 5 m, niskiej przepuszczalności ( $k = 10^{-8}$  m/s) i zachowa się w sposób nie drenujący jeśli zostanie poddana pracom przy wykopie tunelu.
- **Warstwa VII** → Kreda (Podłoże skalne z okresu Plejstocenu)



Warstwa VII składa się z kredy plejstocenijskiej. Jest to podłoże skalne pochodzące z procesu lityfikacji warstwy V (jednostka przejścia identyfikuje się jako złożona z gliny i głązów kredy). Jest to wysoce spękany, średnio-niski UCS z wtórną przepuszczalnością powstającą wzdłuż linii połączeń ( $k = 10^{-8}$  m/s) przejawiająca zachowanie niedrenujące jeśli zostanie poddana wykopowi tunelowemu.

Parametry użyte w analizie pochodzą z następujących źródeł

- Parametry geotechniczne zawarte w dokumentacji [8], [2] i [5] dla warstw I, II, III, V, VI, VII;
- Parametry hydrogeologiczne z dokumentacji hydrogeologicznej [3];

Tabela 2: Parametry geotechniczne [8]

INGEO		TABELA CHARAKTERYSTYCZNYCH PARAMETRÓW GEOTECHNICZNYCH GRUNTÓW										Zał. nr 4																
SPRAWOZDANIE Z UZUPEŁNIAJĄCYCH BADAŃ GEOLOGICZNYCH, Tunel w Świnoujściu		CHARAKTERYSTYCZNE PARAMETRY GEOTECHNICZNE										SPR-30-2019																
OBJAŚNIENIA GEOLOGICZNE		wartości ustalono metodą A "na podstawie badań suszających" wartości ustalono metodą B (determinacjami koloidalną, limitarną)																										
STRATYGRAFIA	Opis litologiczno-genetyczny	Profil litologiczny	skr. warstwy geotechnicznej	symbol gruntu wg PN-80B-010480	składowanie geotechniczne	składowanie geotechniczne	metoda A, B lub C										Uwagi											
							składowanie geotechniczne	składowanie geotechniczne	składowanie geotechniczne	składowanie geotechniczne	składowanie geotechniczne	składowanie geotechniczne	składowanie geotechniczne	składowanie geotechniczne	składowanie geotechniczne	składowanie geotechniczne		składowanie geotechniczne	składowanie geotechniczne									
KENOZOIK CZWARTORZĘD HOLOCEN	Ciepły antropogeniczny	Najwyższe	[Symbol]	la	nN(Ps)+H+C	0,31	7	1,60	20-40	29,8	-	-	-	-	-	-	-	43,2	12,8	-	3,2	-	-					
				lb	nN(Ps)+H+C	0,47	6	1,65	20-40	32,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	58,5	34,8	-	8,7	-	-			
				lc	nN(Ps)+H+C	0,08	5	1,70	20-40	35,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	85,6	50,2	-	15,1	-	-			
	Ciepły wilgotny	Piaski drobne	[Symbol]	IIa	Pd	-	0,29	7	1,60	20-40	29,6	-	-	-	-	-	-	3,9	0,29	41,6	12,4	-	3,1	-	-			
							0,42	6	1,65	20-40	31,3	-	-	-	-	-	-	-	8,9	1,11	53,2	23,6	-	5,9	-	-		
	Ciepły wilgotny i suchy	Piaski drobne, średnie i grube	[Symbol]	IIIa	Pd,Ps,Pr +H +L	-	0,27	7	1,60	100-300	30,3	-	-	-	-	-	-	-	6,0	0,70	40,1	15,6	-	3,9	-	-		
							0,52	5	1,65	100-300	33,5	-	-	-	-	-	-	-	34,6	7,6	1,03	64,3	37,2	-	9,3	-	-	
							0,73	5	1,70	100-300	36,2	34,6	0,00	-	-	-	-	-	36,2	16,0	1,32	93,3	59,0	-	-	19,5	-	-
							0,93	nr	2,00	100-300	39,8	37,0	0,00	-	-	-	-	-	-	34,5	3,33	128,3	91,0	-	-	35,5	-	-
							0,73	nr	2,00	>480	40,4	-	-	-	-	-	-	-	-	32,9	3,36	200,0	-	-	-	19,5*	-	-
	Ciepły wilgotny i suchy	Ciepły wilgotny i suchy	[Symbol]	IIIc1	2, Pd, Pr +H +L	-	0,73	nr	2,00	>480	42,0	-	-	-	-	-	-	-	48,3	-	-	-	35,5*	-	-			
							0,93	nr	2,10	>480	42,0	-	-	-	-	-	-	-	-	74,2	5,69	245,0	-	-	30,5*	-	-	
PIEJSTOCEN	Ciepły wilgotny i suchy	Napięty i twardy	[Symbol]	IVa	Nm, Gr, Wp	C	>0,5	45,7	1,65	20-40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,9	-	1,9	-	6,92				
							6,42	24,3	1,90	20-40	-	32,0	0,00	-	-	-	-	-	2,89	0,47	17,0	-	-	-	-	1-2		
	Ciepły wilgotny i suchy	Piaski, piaski z domieszką żeluzi	[Symbol]	Va	Ps, Pd, Pr +2	-	0,80	nr	2,05	100-300	38,1	38,0	0,00	-	-	-	-	36,5	44,8	6,04	154,3	-	-	23,7	-			
							0,93	nr	2,05	100-300	38,6	38,4	0,00	-	-	-	-	-	36,6	66,3	4,77	166,5	-	-	39,8	-		
							0,86	nr	2,10	>480	41,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	220,0	-	-	-	23,7*	-	
							0,95	nr	2,10	>480	42,0	-	-	-	-	-	-	-	-	74,2	5,69	245,0	-	-	30,5*	-		
Ciepły wilgotny i suchy	Ciepły wilgotny i suchy	[Symbol]	VIa	Gp, Pg, Gpc	A	6,26	12,0	2,20	>200*	-	-	-	-	-	-	-	-	45,7	-	-	-	-	-					
						0,00	9,0	2,25	>200*	-	30,0	7,0	-	-	-	-	-	53,5	5,91	80,6	-	-	-	-				
Ciepły wilgotny i suchy	Ciepły wilgotny i suchy	[Symbol]	VIIa	Kr (SM)	-	-	28,7	1,45	20	Charakterystyka i parametry warstwy VII opisano w tabelce I w Zał.12-15										70,7	4,90	-	-	-	-	>100	CuCO <sub>3</sub> 95%	porowalność 1945,0%
						-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	>100	CuCO <sub>3</sub> 95%

\* - qc dla pospółek i żwirów przyjęto na podstawie tabeli dołączonej do dokumentacji geologiczno-geotechnicznej.  
 \*\* - wgk, LAC w przypadku natężenia na kamienie, glazy i otoczki w obrębie warstwy glin może znacząco wzrosnąć.  
 \*\*\* - podane w tabeli średnie wartości Modułu Menarda oraz napięcia granicznego zostały oszacowane jako średnie, przy czym dla niektórych warstw populacje wykrętu jest bardzo mała. Zaleca się aby wartości te traktować jako orientacyjne, natomiast analizować badania przegnieplone w sposób celowy dla poszczególnych lokalizacji badawczych.

UWAGI:  
 - W tabeli wykazano parametry charakterystyczne określone w dokumentacji geologiczno-geotechnicznej. Tabelę uzupełniono i skorygowano w oparciu o dane zgromadzone w ramach badań suszających.  
 - Podane parametry wytrzymałościowe oraz odkształtowanie (w tym Moduł Menarda) zostały obliczone jako wartości średnie. Z uwagi na małą populację danych wartości te mogą być obciążone błędem. Zaleca się aby projektant zapoznał się z całością raportu wraz z wnioskami włączając w to wnioski zawarte w poszczególnych załącznikach.  
 - W tabeli wykazano wartości parametrów pomierzonych qc przedstawione w materiałach archiwalnych.  
 - Podane w tabeli parametry stanowią wartości charakterystyczne.

### 5.3 OKREŚLENIE CZĘŚCIOWYCH WSPÓLCZYNNIKÓW BEZPIECZEŃSTWA DO OBLICZEŃ GEOTECHNICZNYCH

Przyjęto klasyfikację gruntów i opis wg Polskiej Normy PN-86/B-02480 – według opisu podanego w raporcie [8]

Badania gruntów i oznaczenia cech dodatkowo zgodnie z normami: PN-B-88/04481, EN ISO 17892-4 (2016), PN-EN ISO 17892-1:2009, PKN-CEN ISO/TS 17892-12, PN EN 12407: 2010, P 18-579 (AFNOR), PKN-CEN ISO/TS 17892-9:2009, PN-B-04481, PKN-CEN ISO/TS 17892-10 - według sposobów badań opisanych w raporcie[8].

Sposób zastosowania powyższych równań określa się za pomocą jednego z trzech podejść projektowych (podejście projektowe 1, 2 lub 3).

W przypadku zmechanizowanego tunelowania wybrano DA1, po to aby zastosować to samo podejście do obliczeń konstrukcyjnych i geotechnicznych.

Częściowe współczynniki obciążenia są stosowane zgodnie z metodą zaproponowaną przez Franka i in. [17] i polecane przez Brinkgreve i in. [15] do analizy geotechnicznej (EC7) [10] z PLAXIS, poprzez pomnożenie wypadkowych sił oddziaływających na konstrukcję (otrzymanych z charakterystycznymi wartościami właściwości gruntu) przez odpowiedni współczynnik częściowy dla skutków oddziaływań. Takie podejście jest często wskazywane jako EC7-DA1\* [17] [15].

#### 5.3.1 WARTOŚCI OBLICZENIOWE (UNI EN 1997)

##### WARTOŚCI OBLICZENIOWE OBCIĄŻEŃ

Wartość obliczeniowa oddziaływań ( $F_d$ ) pochodzi z określonych wartości, używając następującego równania:

$$F_d = \gamma_F \cdot F_{rep}$$

Gdzie:

$F_{rep} = \Psi \cdot F_k$  wartość obliczeniowa obciążenia ;

$F_k$  wartość charakterystyczna obciążenia ;

$\gamma_F$  współczynnik częściowy - uwzględnia możliwość niekorzystnych odchyłeń wartości działania w stosunku do przewidywanych;

$\Psi$  równa się 1,00 albo  $\Psi_0, \Psi_1, \Psi_2$

##### WARTOŚCI OBLICZENIOWE PARAMETRÓW GEOTECHNICZNYCH

Wartości obliczeniowe parametrów geotechnicznych ( $X_d$ ) przyjmują wartości od obciążeń charakterystycznych zgodnie z następującym równaniem

$$X_d = X_k / \gamma_M$$

Gdzie:

$X_k$  charakterystyczna wartość materiałowa

$\gamma_M$  współczynnik częściowy parametru gruntowego (własność materiału) .

##### WYTRZYMAŁOŚĆ OBLICZENIOWA

Wytrzymałość obliczeniowa  $R_d$  wyraża się następującym równaniem :

$$R_d = R_k / \gamma_{Rd}$$

Gdzie:

$R_k$  charakterystyczna wartość wytrzymałości

$\gamma_{Rd}$  współczynnik częściowy uwzględniający niepewność modelu obliczenia wytrzymałości

### 5.3.2 STAN GRANICZNY NOŚNOŚCI (ULS)

Zasadniczo, w przypadku tuneli, w stosownych okolicznościach należy sprawdzić, czy nie zostały przekroczone następujące stany graniczne:

- STR: zniszczenie wewnętrzne lub nadmierne odkształcenie konstrukcji lub elementów konstrukcyjnych, w których wytrzymałość materiałów konstrukcyjnych jest istotna dla zapewnienia nośności;
- GEO: uszkodzenie lub nadmierne odkształcenie podłoża gruntowego, w którym wytrzymałość gruntu lub skały jest istotna dla zapewnienia nośności;
- UPL: utrata równowagi konstrukcji lub gruntu w wyniku podniesienia przez ciśnienie wody (wypór, upłynnienie) lub inne działania pionowe.

#### OBLICZENIA KONSTRUKCYJNE (STR) I GEOTECHNICZNE (GEO)

Celem analizy strukturalnej (STR) i geotechnicznej (GEO) jest obliczenie skutków oddziaływań (odkształceń i naprężeń, takich jak moment zginający, ścinanie i siła normalna) w odniesionych do ich wartości projektowej zgodnie z kombinacjami obciążeń ( $E_d$ ) i sprawdzenie, czy te oddziaływania są mniejsze od wytrzymałości obliczeniowej ( $R_d$ ):

$$E_d < R_d$$

Gdzie:

$$E_d = E \{ \gamma_F \cdot F_{rep}; X_k / \gamma_M \} \quad \text{obciążenie siłą obliczeniową;}$$

$$R_d = R \{ \gamma_F \cdot F_{rep}; X_k / \gamma_M \} / \gamma_R \quad \text{nośność obliczeniowa.}$$

#### PODEJŚCIE PROJEKTOWE

Sposób zastosowania powyższych równań określa się za pomocą jednego z trzech podejść projektowych (podejście projektowe 1, 2 lub 3).

W przypadku zmechanizowanego tunelowania wybrano DA1, po to aby zastosować to samo podejście do obliczeń konstrukcyjnych i geotechnicznych.

Częściowe współczynniki obciążenia są stosowane zgodnie z metodą zaproponowaną przez Franka i in. i polecane przez Brinkgreve i in. do analizy geotechnicznej (EC7) z PLAXIS, poprzez pomnożenie wypadkowych sił oddziaływających na strukturę (otrzymanych z charakterystycznymi wartościami właściwości gruntu) przez odpowiedni współczynnik częściowy dla skutków oddziaływań. Takie podejście jest często wskazywane jako EC7-DA1 \*

#### Podejście Projektowe 1 (DA1)

W ramach tej metody projektowania należy sprawdzić, czy stan graniczny utraty nośności lub nadmiernych odkształceń nie wystąpi w przypadku któregośkolwiek z poniższych warunków obciążeniowych:

**Kombinacja 1:**            **A1** – razem z – **M1** – razem z - **R1**

**Kombinacja 2:**            **A2** – razem z – **M2** – razem z - **R1**

„USPRAWNIENIE POŁĄCZENIA KOMUNIKACYJNEGO POMIĘDZY WYSPAMI UZNAM I WOLIN W ŚWINOUJŚCIU –  
BUDOWA TUNELU POD ŚWINĄ”

Te kombinacje będą zastosowane:

- do weryfikacji konstrukcji prefabrykowanych segmentów obudowy zgodnie z DA1. Kombinacja 1 jest najbardziej wymagająca, ponieważ wzmacnia niekorzystne obciążenia poprzez wyższe współczynniki częściowe, zmniejszając jednocześnie nośność elementów;
- w przypadku weryfikacji geotechnicznej DA1 kombinacja 2 jest najbardziej wymagająca, ponieważ zmniejsza odporność materiałów geotechnicznych, a ponadto stosuje dodatkowe współczynniki częściowe w odniesieniu do wytrzymałości.

Częściowe współczynniki dla obciążeń ( $\gamma_F$ ) "zestaw A1" i "zestaw A2"

W celu weryfikacji stanów granicznych konstrukcji (STR) i podłoża (GEO) "Zestaw A1" lub "zestaw A2" stosuje się następujące częściowe współczynniki dotyczące oddziaływań ( $\gamma_F$ ):

- $\gamma_G$  do oddziaływań stałych korzystnych i niekorzystnych;  
 $\gamma_Q$  do oddziaływań zmiennych korzystnych i niekorzystnych.

*Tabela 3: współczynniki częściowe, Tabela A.3, EC7*

Oddziaływanie		Symbol	Zestaw	
			A1	A2
Stałe	Niekorzystne	$\gamma_G$	1.35	1.0
	Korzystne		1.0	1.0
Zmienne	Niekorzystne	$\gamma_Q$	1.5	1.3
	Korzystne		0	0

Współczynniki częściowe parametrów geotechnicznych ( $\gamma_M$ ) "zestaw M1" i "zestaw M2"

W celu weryfikacji stanów granicznych konstrukcji (STR) i podłoża (GEO) "Zestaw M1" lub "zestaw M2" stosuje się następujące częściowe współczynniki dotyczące oddziaływań ( $\gamma_R$ ):

- $\gamma_{\varphi'}$  Kąt tarcia wewnętrznego ;  
 $\gamma_{c'}$  Spójność efektywna;  
 $\gamma_{cu}$  Wytrzymałość na ścinanie bez odpływu;  
 $\gamma_{qu}$  Wytrzymałość na ściskanie jednoosiowe ;  
 $\gamma_\gamma$  Ciężar objętościowy.

Tabela 4: Współczynniki częściowe do parametrów geotechnicznych, Tabela A.4, EC7

Parametr gruntu	Symbol	Zestaw	
		M1	M2
Kąt tarcia wewnętrznego	$\gamma_{\varphi'}$	1.0	1.25
Spójność efektywna	$\gamma_{c'}$	1.0	1.25
Wytrzymałość na ścinanie bez odpływu	$\gamma_{cu}$	1.0	1.4
Wytrzymałość na ściskanie jednoosiowe	$\gamma_{qu}$	1.0	1.4
Ciężar objętościowy	$\gamma_{\gamma}$	1.0	1.0

**Współczynniki częściowe nośności ( $\gamma_R$ ) "zestaw R1", "zestaw R2" i "zestaw R3"**

W celu weryfikacji stanów granicznych konstrukcji (STR) i podłoża (GEO) "Zestaw R1", "zestaw R2" i "Zestaw R3" stosuje się następujące częściowe współczynniki dotyczące nośności ( $\gamma_R$ ):

- $\gamma_{R;v}$                       Nośność podłoża;
- $\gamma_{R;h}$                       Przesunięcie (poślizg).

Tabela 5: Współczynniki częściowe do oporu/nośności Tabela A.5, EC7

Nośność	Symbol	Zestaw		
		R1	R2	R3
Nośność podłoża	$\gamma_{R;v}$	1.0	1.4	1.0
Przesunięcie (Poślizg)	$\gamma_{R;h}$	1.0	1.1	1.0

**5.3.3 ANALIZA WYPORU (UPL)**

Weryfikację na wypór (UPL) przeprowadza się poprzez sprawdzenie, czy wartość obliczeniowa kombinacji wszystkich pionowych sił destabilizujących stałych i zmiennych ( $V_{dst;d}$ ) jest mniejsza lub równa sumie wartości obliczeniowych stałych pionowych sił stabilizujących ( $G_{stb;d}$ ) i wartości projektowej dowolnego dodatkowego oporu na wypór ( $R_d$ ):

$$V_{dst;d} \leq G_{stb;d} + R_d$$

Wraz z:

$$V_{dst;d} = G_{dst;d} + Q_{dst;d}$$

**WSPÓŁCZYNNIKI CZĘŚCIOWE (UNI EN 1997 – ANNEX A)**

**Współczynniki częściowe oddziaływania ( $\gamma_F$ )**

W celu weryfikacji stanu granicznego (UPL) stosuje się następujące częściowe współczynniki dotyczące oddziaływania ( $\gamma_F$ )

- $\gamma_{G;dst}$  dla oddziaływania niekorzystnie destabilizującego dla obciążeń stałych;
- $\gamma_{G;stb}$  dla oddziaływania korzystnie stabilizującego dla obciążeń stałych ;
- $\gamma_{Q;dst}$  dla oddziaływania niekorzystnie destabilizującego dla obciążeń zmiennych.

*Tabela 6: Współczynniki częściowe do oddziaływań dla weryfikacji UPL , Tabela A.15, EC7*

Oddziaływanie		Symbol	Wartość
Stałe	Niekorzystne	$\gamma_{G,dst}$	1.0
	Korzystne	$\gamma_{G,stb}$	0.9
Zmienne	Niekorzystne	$\gamma_{Q,dst}$	1.5
	Korzystne	$\gamma_{Q,stb}$	0

#### Współczynniki częściowe dla parametrów gruntu

W celu sprawdzenia stanu granicznego wyporu (UPL) należy uwzględnić następujące częściowe współczynniki oddziaływań w przypadku uwzględnienia wytrzymałości ( $\gamma_F$ )

- $\gamma_{\varphi'}$  Kąt tarcia wewnętrznego;
- $\gamma_{c'}$  Spójność efektywna;
- $\gamma_{cu}$  Wytrzymałość na ścinanie bez odpływu;
- $\gamma_{s;t}$  Wytrzymałość na rozciąganie;
- $\gamma_a$  Wytrzymałość na przyczepność .

*Tabela 7: Współczynniki częściowe dla parametrów gruntu i nośności , Tabela A.16, EC7*

Parametr Gruntu	Symbol	Wartość
kąt tarcia wewnętrznego	$\gamma_{\varphi'}$	1.25
spójność efektywna	$\gamma_{c'}$	1.25
Wytrzymałość na ścinanie bez odpływu	$\gamma_{cu}$	1.4
Wytrzymałość na rozciąganie	$\gamma_{s;t}$	1.4
Wytrzymałość na przyczepność	$\gamma_a$	1.4

#### **5.3.4 STAN GRANICZNY UŻYTKOWALNOŚCI (SLS)**

Sprawdzenie stanu granicznego użyteczności (SLS) wymaga aby;

$$E_d \leq R_d$$

Gdzie:

$E_d$  jest wartością projektową skutków działań określonych w kryterium użyteczności, ustalonych na podstawie odpowiedniej kombinacji;

$R_d$  jest graniczną wartością projektową dla kryterium użyteczności

Wartości współczynników częściowych dla stanu granicznego użyteczności należy przyjąć jako równą 1,0.

Wartość graniczna dla określonego odkształcenia jest wartością, w której stan graniczny użyteczności, taki jak niedopuszczalne zarysowania, uważa się za obecne w rozważanej konstrukcji.

## 5.4 OKREŚLENIE ODDZIAŁYWAŃ OD GRUNTU

Ocena parametrów TBM, parametrów maszyny do wykonywania ścian szczelinowych, pozostałych maszyn do wykonywania zaprojektowanych prac oraz ocena wpływu wykopów na otaczające środowisko została przeprowadzona za pomocą automatycznego procesu, który uwzględnia wpływ maszyn i prac na warunki naprężeniowo-odkształceniowe w ośrodku gruntowym. Narzędziem do oceny wszystkich parametrów jest wewnętrzny system o nazwie „Digital Project”.

Dzięki metodologii zaimplementowanej w narzędziu można ocenić dla każdego pojedynczego punktu obliczeniowego wzdłuż i w poprzek trasy projektowanej inwestycji osiadania spowodowane postępowaniem prac, aby ocenić ich wpływ na otaczające struktury, a tym samym zdefiniować optymalny zakres dla parametrów roboczych maszyn.

Cel przedsięwzięcia można podsumować w następujący sposób: podczas pracy wszystkich maszyn oraz podczas wykonywania wszystkich prac należy utrzymać odpowiednie parametry zapewniające brak przemieszczeń gruntu otaczającego i brak pojawiających się uszkodzeń w strefie prac i sąsiadującej z pracami.

- a) W zakresie monitoringu maszyny TBM począwszy od minimalnej wartości eksploatacyjnej, ciśnienie czoła jest regulowane w taki sposób, aby zagwarantować, że budynki i istniejące usługi nie przekroczą dopuszczalnej klasy uszkodzeń.

W tym celu procedura umożliwi systematyczne i zautomatyzowane rozwinięcie następujących kroków wzdłuż trasy tunelu:

1. Przetwarzanie danych wejściowych, dyskretyzacja tunelu w porcjach po 10 m oraz wybór struktur, na które może mieć wpływ wymuszone osiadanie
2. Ocena zakresu ciśnienia roboczego:

Ocena maksymalnego ciśnienia:

- Przebiecie naziomu
- Załamanie struktury podporowej
- Maksimum ciśnienia TBM

Ocena ciśnienia minimalnego :

- Ciśnienie wody
- Ciśnienie stabilizacji czoła

3. Definicja nacisku czołowego TBM przy założeniu pierwszej wartości równej minimalnemu ciśnieniu oszacowanemu poprzednio, z uwzględnieniem marginesu bezpieczeństwa 0,1 bar dla osłony zawieszinowej, w celu wzięcia pod uwagę zmienności podczas procesu postępu TBM.
4. Dla każdej konstrukcji



W przypadku budynów i konstrukcji

- Dyskretyzacja granic konstrukcji w segmentach (przy długości zależnej od charakterystyki obszaru sąsiedniego) z określeniem przeciążenia działającego na fundament.
- Definicja obciążenia działającego na koronę tunelu zgodnie z równaniami Boussinesq'a

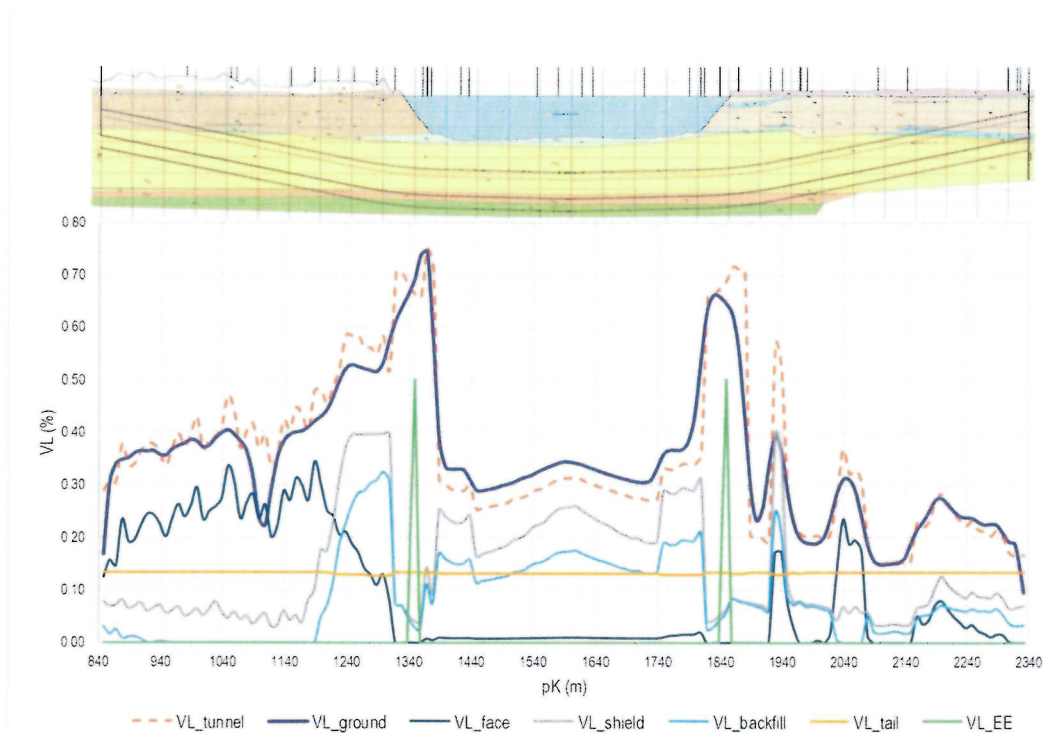
W przypadku urządzeń :

- Podzielenie urządzeń na części, minimalne kroki analizy.

5. Ocena oczekiwanej utraty objętości i oceny maksymalnego osiadania, odkształcenia kąтового i odkształcenia poziomego zmierzonego pod fundamentem konstrukcji (lub dla każdego segmentu urządzenia);
6. Dla każdego parametru porównanie obliczonych wartości z progami narzuconymi przez specyficzną wrażliwość każdej struktury oraz określenie klasy szkód i poziomu ryzyka. Jest to procedura iteracyjna, a główne kroki można podsumować w następujący sposób:
  - Jeśli poziom ryzyka przekracza poziom akceptowalny, ciśnienie TBM jest iteracyjnie zwiększane „krok po kroku” o wartość 0,1 bar zgodnie z górną i dolną granicą ciśnienia
  - Poziom ryzyka każdej konstrukcji jest aktualizowany, biorąc pod uwagę nowe wartości osiadań: kategoria ryzyka struktury to maksymalne wartości mierzone dla każdej pikiety.
  - Definicja ciśnienia wykopu TBM i osiadania indukowanego dla aktualnie analizowanego odcinka.

Tam, gdzie klasa uszkodzeń jest nadal nie do przyjęcia przy maksymalnym ciśnieniu roboczym, konieczne będą dodatkowe środki łagodzące, takie jak ulepszenie podłoża lub podparcie.

Poniższy rysunek przedstawia przewidywane straty objętości wzdłuż trasy.



**Rys. 5.2: Wyniki obliczeń ciśnienia na przodku TBM (VL<sub>ground</sub>= VL na powierzchni, VL<sub>tunnel</sub> = VL na poziomie tunelu, VL<sub>face</sub>=VL przed czołem, VL<sub>shield</sub> = VL wzdłuż tarczy TBM, VL<sub>backfill</sub> = VL na obwodzie ogona j, VL<sub>tail</sub> = VL z powodu skurczu, VL<sub>EE</sub> = VL spowodowane przez WA)**

„USPRAWNIENIE POŁĄCZENIA KOMUNIKACYJNEGO POMIĘDZY WYSPAMI UZNAM I WOLIN W ŚWINOUJŚCIU –  
BUDOWA TUNELU POD ŚWINĄ”

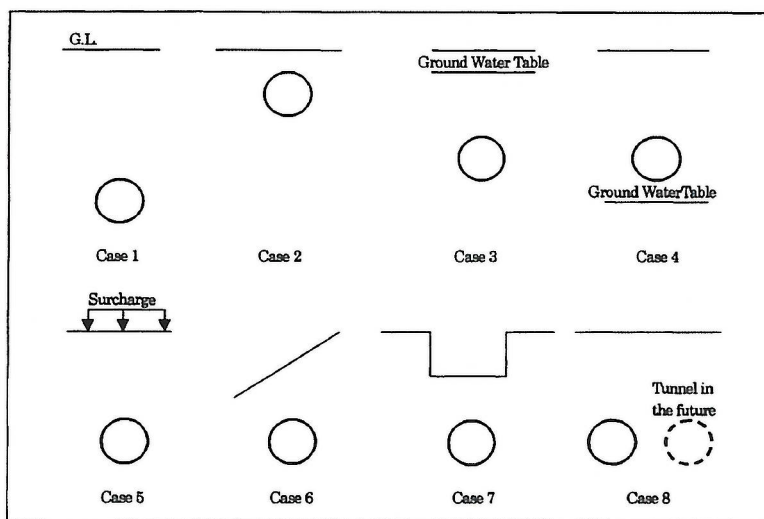
- b) W zakresie monitoringu maszyny wykonującej ściany szczelinowe najistotniejszą kwestią jest kontrola mieszanki podawanej do formowania ściany. Odpowiednia jej gęstość zapobiega przemieszczaniu się gruntu i zapewnia utrzymanie stateczności ścian szczeliny wykonanej w gruncie, a co za tym idzie ograniczenie wpływu oddziaływań od gruntu na otoczenie.
- c) W zakresie monitoringu pozostałych maszyn budowlanych, podczas prac związanych z realizacją inwestycji należy prowadzić ciągłe pomiary drgań zgodnie z PN-85/B-02170, wraz z ich interpretacją.

## 5.5 PRZYJĘCIE MODELU OBLICZENIOWEGO PODŁOŻA GRUNTOWEGO, A W PROSTYCH PRZYPADKACH PROJEKTOWEGO PRZEKROJU GEOTECHNICZNEGO

Trasa tunelu wraz z komorami i wannami wjazdowymi przecina drobny piasek i drobno - średni piasek ze żwirem po stronach Uznam i Wolin, natomiast poniżej cieśniny Świny główne złoża to drobnoziarnisty piasek ze żwirem, prekonsolidowana glina piaszczysta ze żwirem i kredą.

- Piaski i kreda zostały zamodelowane za pomocą modelu gruntu utwardzonego z zachowaniem przepuszczalności ;
- Warstwa gliny OC (VI) została wymodelowana za pomocą modelu HS (Soil Hardening) z zachowaniem bez odpywowym typu A; co umożliwiło wykonanie efektywnej analizy naprężeń z efektywnymi parametrami wytrzymałościowymi;
- NC (normalnie skonsolidowana) glina (IV) została zamodelowana za pomocą kryterium Mohra-Coulomba (MC) z zachowaniem bez odpywowym typu „C”;
- Płytką piaszczysta warstwa (I) została wymodelowana za pomocą kryterium MC, z odpywem.

Zgodnie z zaleceniami ITA dotyczącymi konstrukcji obudowy wewnętrznej tunelu [12] określa się zasady projektowania, które należy stosować do wyboru krytycznych odcinków wzdłuż trasy, wraz z charakterystykami mechanicznymi gruntu powyżej korony i czoła tunelu.



*Rys. 5.3: Krytyczne przekroje do weryfikacji przez projektującego – ITA [10]*

Ze względu na prawie płaską powierzchnię i stały poziom wody, podczas analizy uwzględniono tylko przypadek 1 i przyp. 2, podczas gdy przyp. 3 i przyp. 4 są natychmiastowymi konsekwencjami przyp. 1 i przyp. 2 (stały poziom wody). Przyp. 5, przyp.6 i przyp. 7 nie mają znaczenia dla projektu pierścienia. Referencyjne sekcje obliczeniowe to:

„USPRAWNIENIE POŁĄCZENIA KOMUNIKACYJNEGO POMIĘDZY WYSPAMI UZNAM I WOLIN W ŚWINOUJŚCIU – BUDOWA TUNELU POD ŚWINĄ”		
Numer dokumentu : P-SWIN-EPG-B-TUN-GEO-REP-0001	Tytuł : Tom 3.2.2 - Projekt Geotechniczny	Strona: <b>42</b>

- Przekrój A, 1+325 → maksymalna grubość naziomu strona Wolin (Przypadki 1a)
- Przekrój B, 1+452 → minimalna grubość naziomu pod rzeką (Przypadek 2a i 3)
- Przekrój C, 1+852 → maksymalna grubość naziomu strona Uznam (Przypadki 1b i 3)
- Przekrój D, 2+300 → minimalna grubość naziomu i minimum PWG tabela (Przypadki 2b, 4)

Tabela . przedstawia przekroje krytyczne wyznaczone wzdłuż trasy, uwzględnione w obliczeniach na etapie wstępnej analizy.

Modelami przyjętymi do obliczeń wytrzymałościowych gruntu zarówno dla tunelu jak i pozostałych odcinków (komory, wanny wjazdowe wykonywane metodą ścian szczelinowych) są modele Coulomba – Mohra oraz Hardening Soil opisujące zachowanie się gruntów pod naprężeniem normalnym ścinającym.

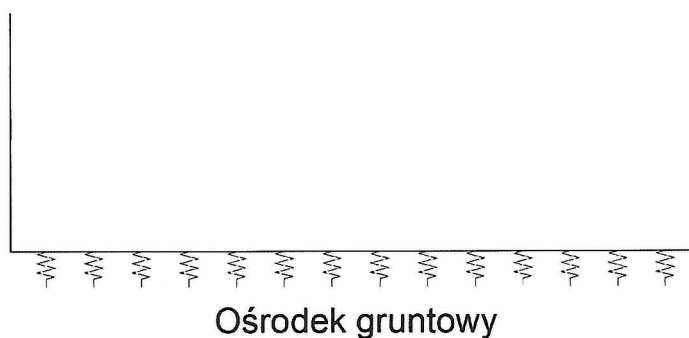
*Tabela 8: Przekroje obliczeniowe*

Przekrój	Położenie	Naziom	Słup wody
ID	[m]	[m]	[m]
A	1+297	27.51	21.70
B	1+436	9.00	23.50
C	1+852	24.55	22.68
D	2+300	7.51	5.85

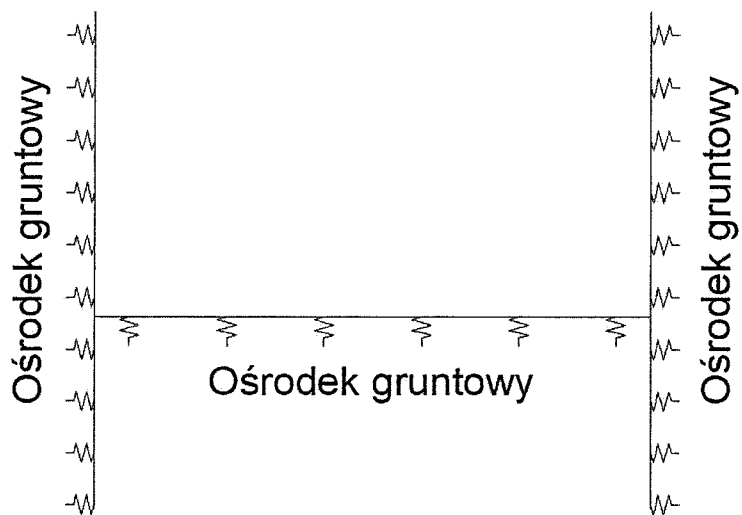
## 5.6 OBLICZENIE NOŚNOŚCI I OSIADANIA PODŁOŻA GRUNTOWEGO ORAZ OGÓLNEJ STATECZNOŚCI

### 5.6.1 SCHEMATY STATYCZNE

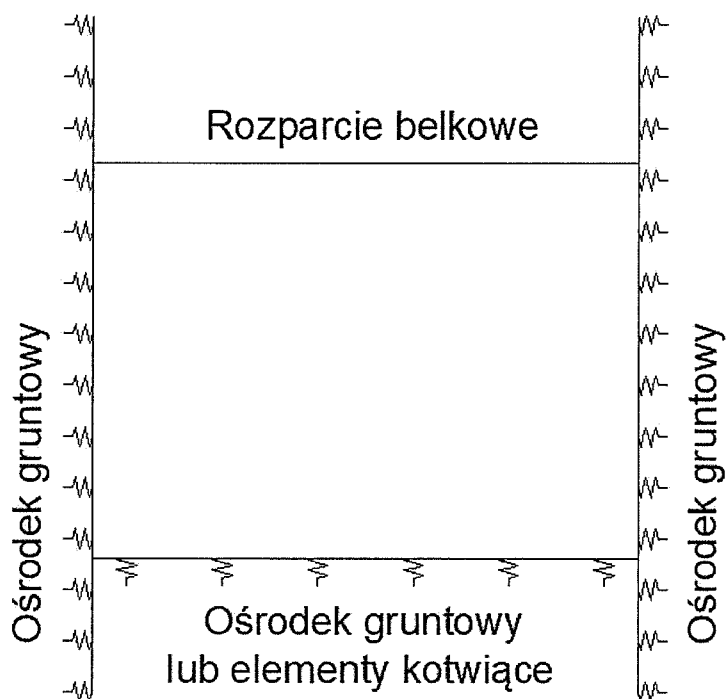
Przyjęte schematy statyczne zastosowane do obliczeń na poszczególnych odcinkach konstrukcyjnych (tunel, komory, wanny wjazdowe):



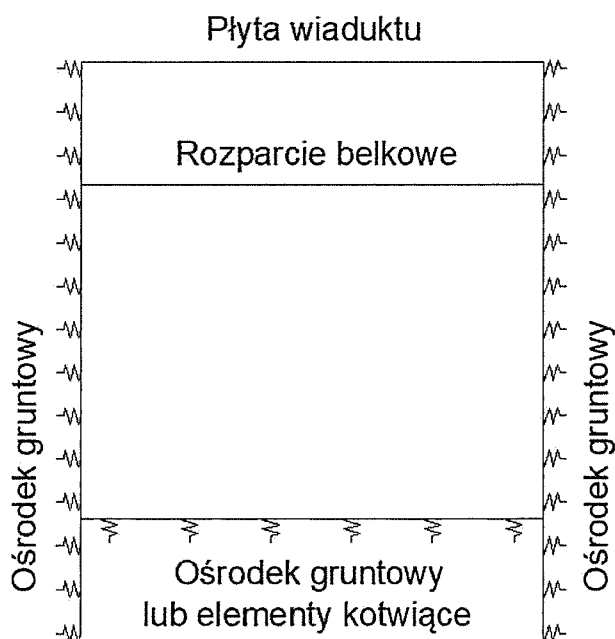
*Rys. 5.4: Schemat statyczny wanny wykonanej w wykopie zabezpieczonym ściankami szczelnymi (etap docelowy)*



*Rys. 5.5: Schemat statyczny wanny wykonanej w wykopie otwartym ze ścianami szczelinowymi (etap docelowy)*



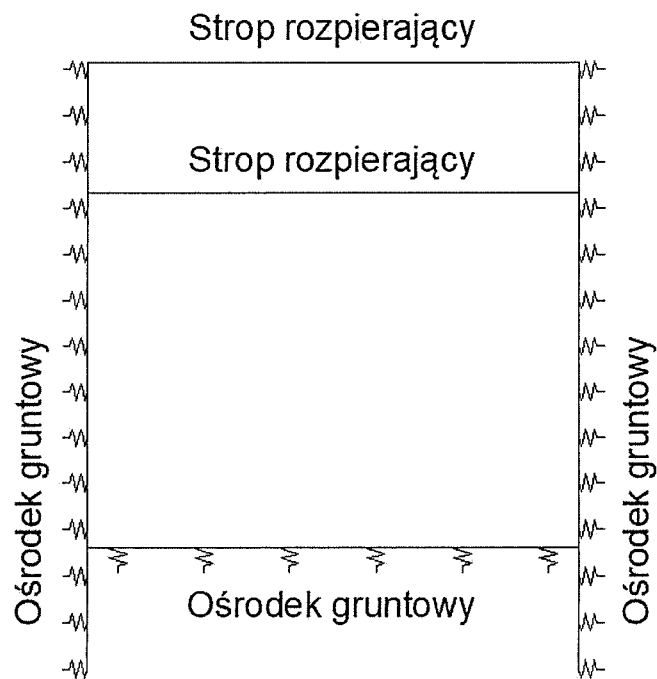
*Rys. 5.6: Schemat statyczny wanny wykonanej w wykopie otwartym ze ścianami szczelinowymi i rozparciem belkowym. Elementy kotwiące w stanie docelowym przewidziano dla segmentów R20-R21 i R23-R26 [7] (etap docelowy)*



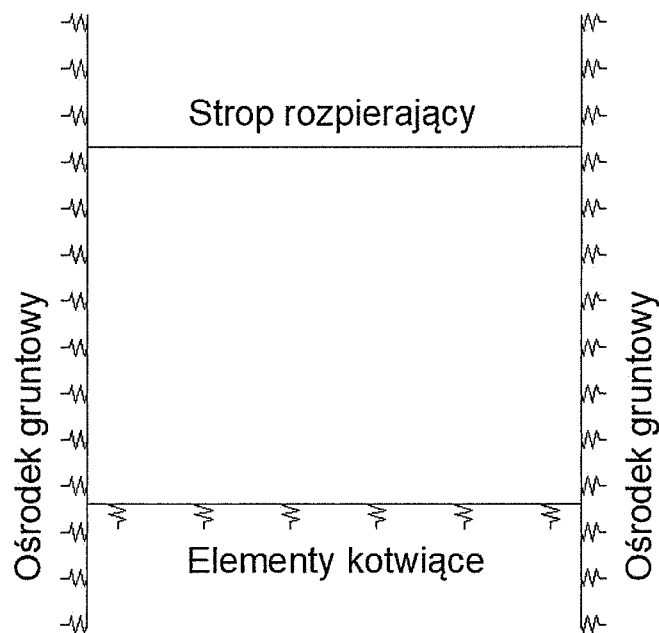
*Rys. 5.7: Schemat statyczny wanny wykonanej w wykopie otwartym ze ściankami szczelinowymi i rozparciem belkowym oraz płytą wiaduktu. Elementy kotwiące w stanie docelowym przewidziano dla segmentu R22 (etap docelowy)*



*Rys. 5.8: Schemat statyczny wanny wykonanej w wykopie otwartym ze ściankami szczelinowymi i rozparciem stropem (etap docelowy)*



*Rys. 5.9: Schemat statyczny komory startowej (etap docelowy)*

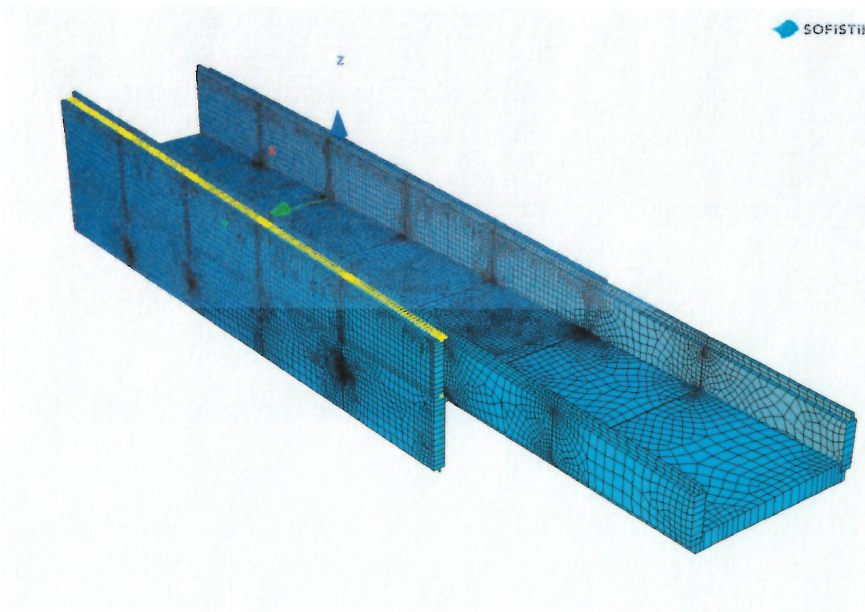


*Rys. 5.10: Schemat statyczny komory odbiorczej (etap docelowy)*

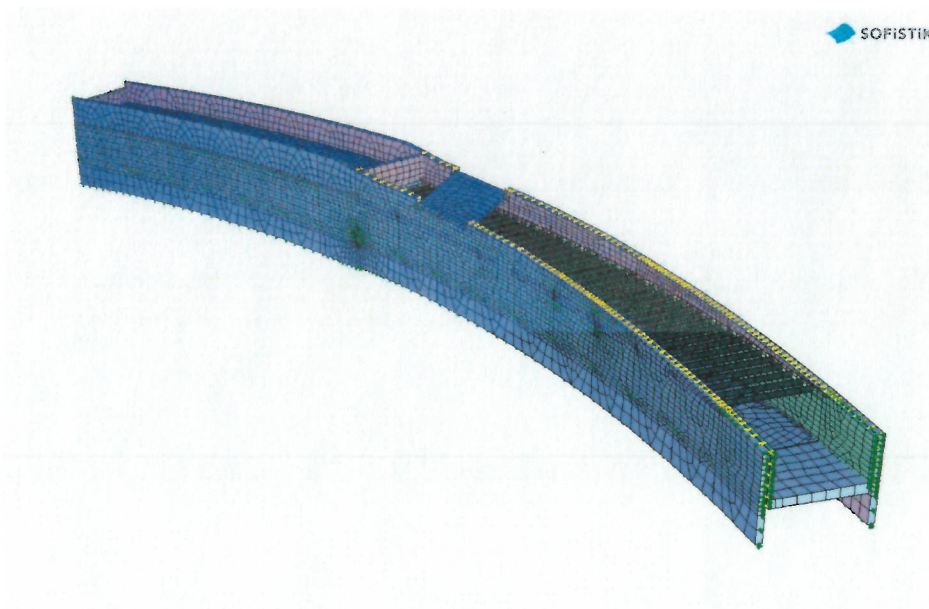
## 5.6.2 MODELE OBLICZENIOWE

Przyjęte schematy statyczne zastosowane do obliczeń na poszczególnych odcinkach konstrukcyjnych (tunel, komory, wanny wjazdowe):

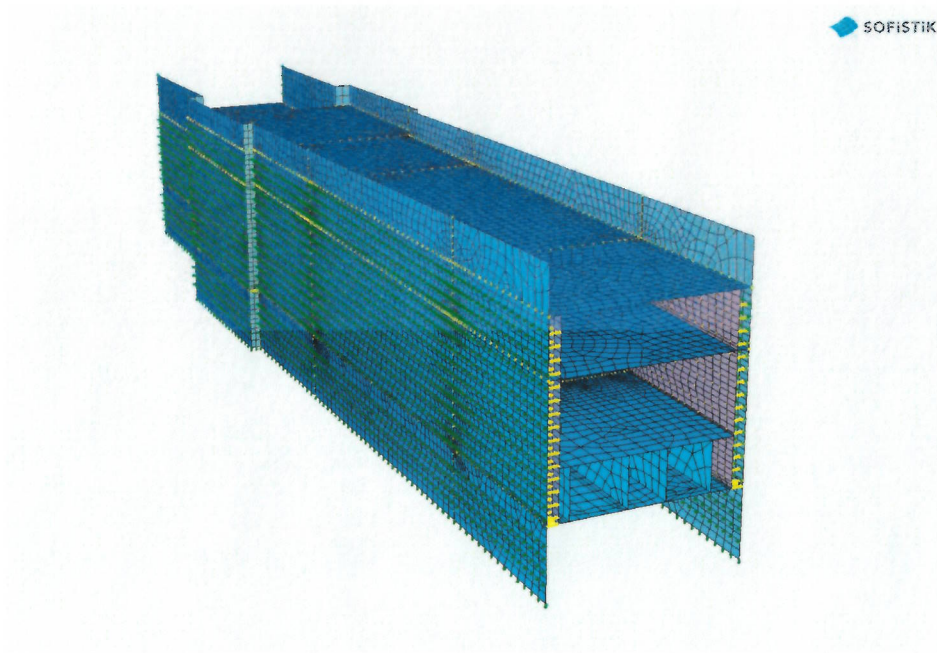
Poniżej przedstawiono animacje modeli obliczeniowych dla poszczególnych odcinków tunelu.



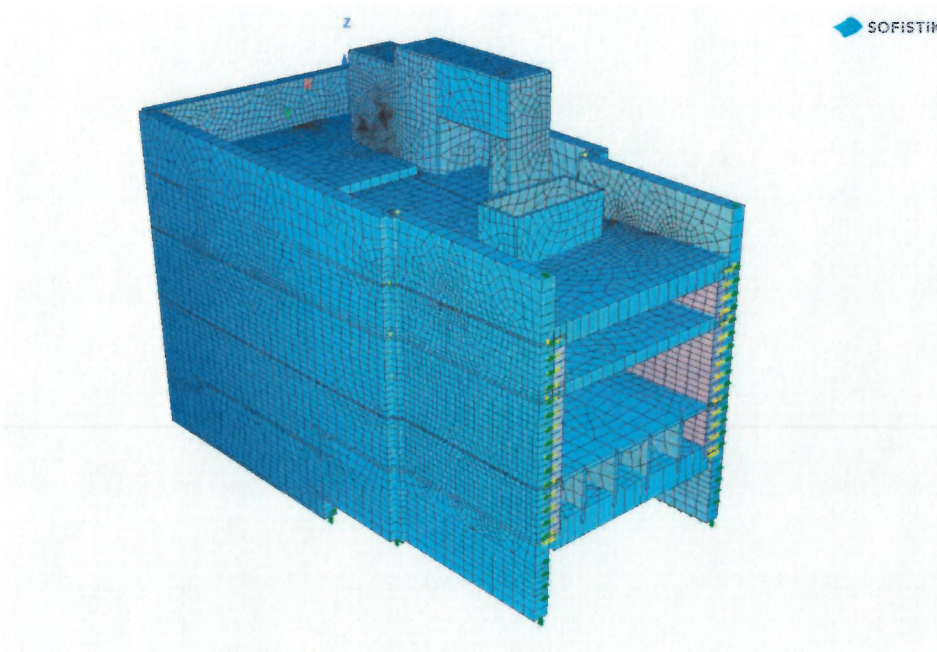
*Rys. 5.11: Model obliczeniowy wanien S1-S7*



*Rys. 5.12: Model obliczeniowy wanien S8-S23*

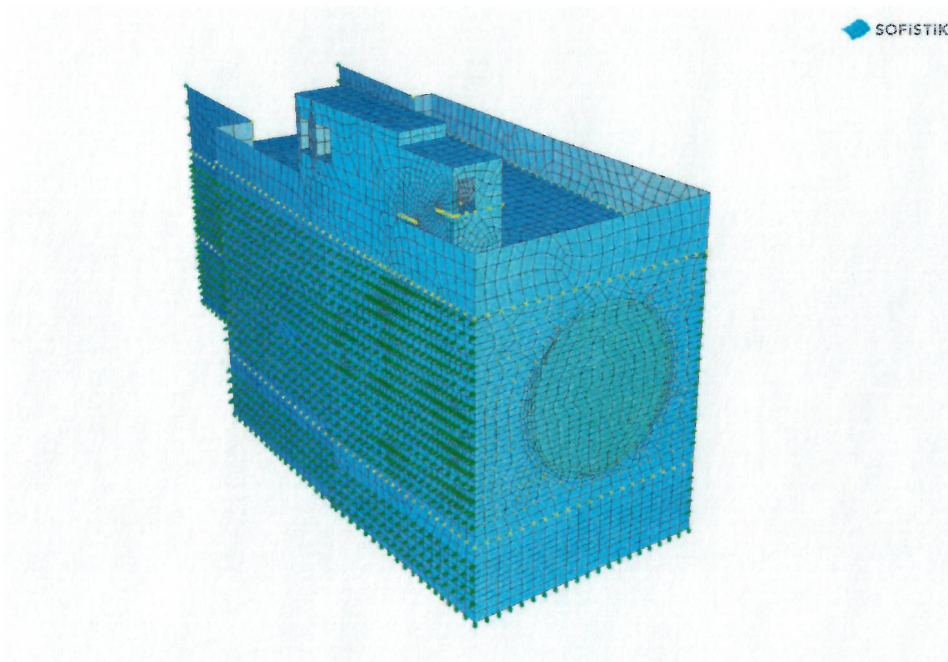


*Rys. 5.13: Model obliczeniowy wanien S24-S26 (komora startowa – cz.1)*

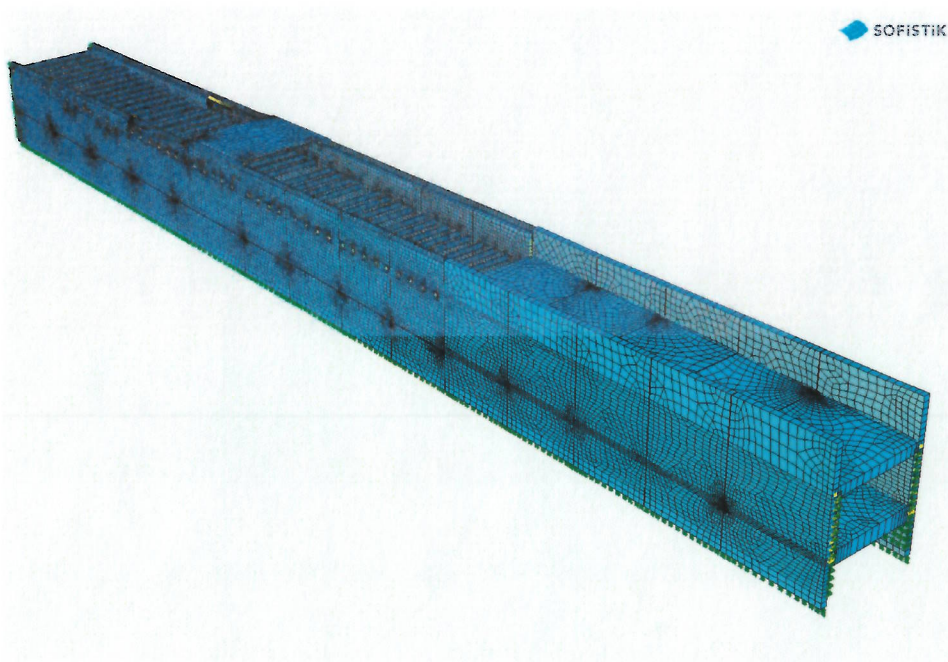


*Rys. 5.14: Model obliczeniowy wanien S27-S28 (komora startowa – cz.2)*

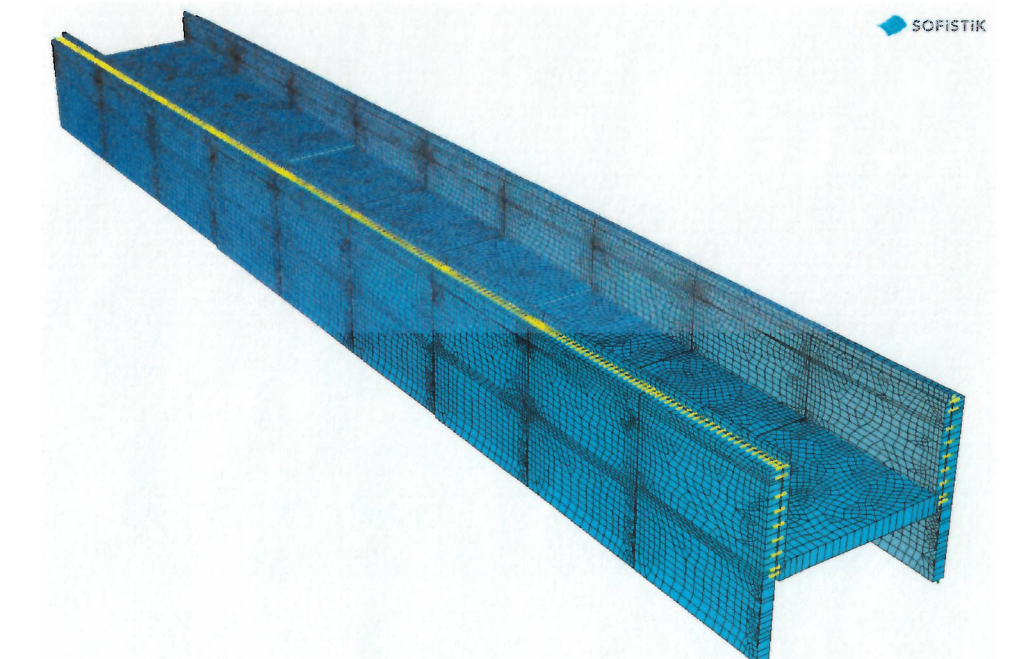




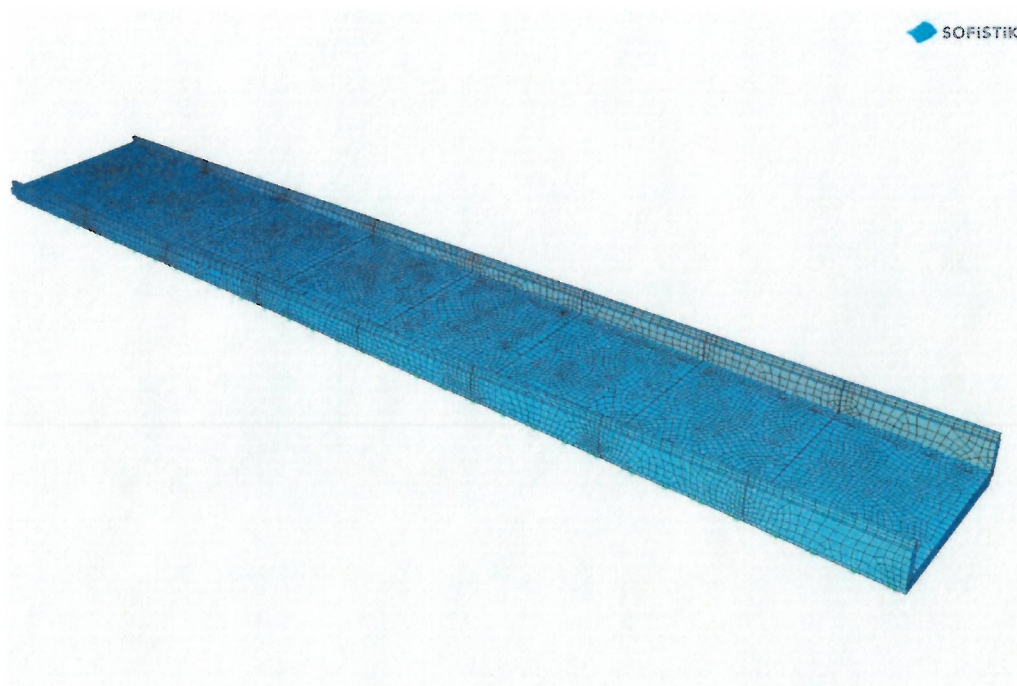
*Rys. 5.15: Model obliczeniowy wanień R32-R33 (komora odbiorcza)*



*Rys. 5.16: Model obliczeniowy wanień R18-R31 (stan docelowy)*



*Rys. 5.17: Model obliczeniowy wanien R9-R17 (stan docelowy)*



*Rys. 5.18: Model obliczeniowy wanien R1-R8 (stan docelowy)*

### 5.6.3 FAZY OBLICZENIOWE

Obliczenia przeprowadzono uwzględniając następujące fazy pracy konstrukcji:

#### Wanny wykonywane z wykorzystaniem tymczasowych ścianek szczelnych:

- wbicie ścianek szczelnych;
- wykonanie przesłony poziomej metodą betonowania pod wodą;
- wybranie gruntu do poziomu przesłony poziomej;
- wykonanie płyty fundamentowej i ścian żelbetowych;
- wykonanie wyposażenia;
- zasypanie przestrzeni między wanną i ściankami szczelnymi;
- wyciągnięcie ścianek szczelnych.

#### Wanny wykonywane metodą odkrywkową z wykorzystaniem ścian szczelinowych:

- wykonanie ścian szczelinowych;
- wykonanie przesłony poziomej metodą iniekcji ciśnieniowej jet-grouting;
- wybranie gruntu do poziomu spodu rozparć tymczasowych;
- montaż rozparć tymczasowych;
- wybranie gruntu do poziomu przesłony poziomej;
- wykonanie płyty fundamentowej;
- wykonanie ścian wewnętrznych do poziomu spodu rozparć tymczasowych;
- demontaż rozparć tymczasowych;
- wykonanie pozostałej części ścian wewnętrznych;
- wykonanie wyposażenia.

#### Wanny w ścianach szczelinowych ze stałym rozparciem belkowym:

- wykonanie ścian szczelinowych;
- wykonanie przesłony poziomej metodą iniekcji ciśnieniowej jet-grouting i elementów kotwiących (jeżeli występują);
- wybranie gruntu do poziomu spodu rozparć belkowych;
- wykonanie rozparć belkowych;
- wybranie gruntu do poziomu przesłony poziomej;
- wykonanie płyty fundamentowej;
- wykonanie ścian wewnętrznych;
- wykonanie wyposażenia.

#### Wanny w ścianach szczelinowych z płytą wiaduktu jako rozparciem i rozparciami belkowymi:

- wykonanie ścian szczelinowych;
- wykonanie przesłony poziomej metodą iniekcji ciśnieniowej jet-grouting i elementów kotwiących (jeżeli występują);
- wybranie gruntu do poziomu spodu rozparć belkowych;
- wykonanie rozparć belkowych;
- wybranie gruntu do poziomu przesłony poziomej;
- wykonanie płyty fundamentowej;
- wykonanie ścian wewnętrznych;
- wykonanie płyty wiaduktu;
- wykonanie wyposażenia.

#### **Tunel w ścianach szczelinowych ze stropem jako rozparciem:**

- wykonanie ścian szczelinowych;
- wykonanie przesłony poziomej metodą iniekcji ciśnieniowej jet-grouting i elementów kotwiących (jeżeli występują);
- wybranie gruntu do poziomu spodu rozparć belkowych;
- wykonanie rozparć belkowych;
- wybranie gruntu do poziomu przesłony poziomej;
- wykonanie płyty fundamentowej;
- wykonanie ścian wewnętrznych;
- wykonanie stropu rozpierającego;
- wykonanie wyposażenia;
- zasypanie stropu rozpierającego.

#### **Komora startowa część 1:**

- wykonanie ścian szczelinowych;
- wykonanie korka betonowego metodą jet-grouting i mikropali;
- wybranie gruntu do poziomu dołu stropu rozpierającego;
- wykonanie rozparcia żelbetowego i stalowej klatki rozpierającej;
- wybranie gruntu do poziomu korka betonowego;
- wykonanie płyty fundamentowej;
- montaż maszyny TBM i wykonanie otworu w ścianie czołowej;
- wykonanie pomostu i części ścian klatki schodowej.
- zabetonowanie otworu w stropie rozpierającym i demontaż stalowej klatki
- wykonanie otworu na klatkę schodową
- wykonanie wszystkich elementów klatki schodowej

#### **Komora startowa część 2:**

- wykonanie ścian szczelinowych;
- wykonanie korka betonowego metodą jet-grouting i mikropali;
- wybranie gruntu do poziomu dołu stropu pośredniego rozpierającego;
- wykonanie rozparcia żelbetowego i stalowej klatki rozpierającej;
- wybranie gruntu do poziomu korka betonowego;
- wykonanie płyty fundamentowej;
- montaż maszyny TBM i wykonanie otworu w ścianie czołowej;
- wykonanie pomostu i części ścian klatki schodowej.
- zabetonowanie otworu w stropie rozpierającym i demontaż stalowej klatki
- wykonanie otworu na klatkę schodową
- wykonanie wszystkich elementów klatki schodowej

#### **Komora wyjściowa:**

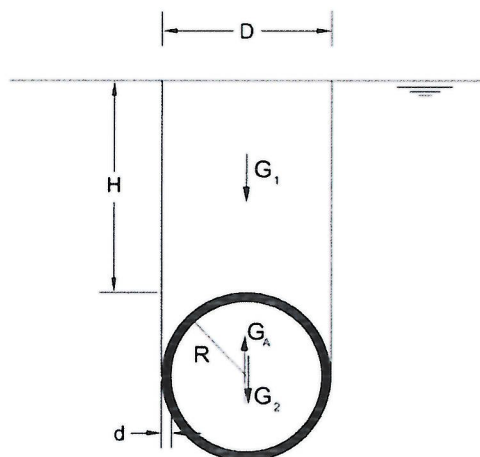
- wykonanie ścian szczelinowych;
- wykonanie przesłony poziomej metodą iniekcji ciśnieniowej;
- wybranie gruntu do poziomu przesłony poziomej;
- wykonanie płyty fundamentowej;
- wykonanie otworu w ścianie czołowej i demontaż maszyny TBM;

- wykonanie ścian wewnętrznych;
- zabetonowanie otworu w stropie rozpierającym;
- wykonanie pomostu i części ścian klatki schodowej;
- wykonanie otworu na klatkę schodową;
- wykonanie wszystkich elementów klatki schodowej.

*Tabela 9: Charakterystyczne przemieszczenia poziome ścian szczelinowych*

Charakterystyczne przemieszczenia poziome		
Segmenty	Przemieszczenie [mm]	Wartość dopuszczalna L/250 [mm]
S3-S5	4.4	24.0
S6-S7	5.3	25.8
S8-S10	5.9	32.0
S11-S13	6.7	32.0
S14-S16	7.3	32.0
S17-S19	8.4	34.0
S20-S21	10.1	34.0
S22-S23	11.3	34.0
S24-S26	18.1	64.0
S28	42.2	72.4
R9-R11	7.1	21.2
R12-R14	7.9	26.1
R15-R17	9.0	32.8
R18-R20	11.4	32.0
R21-R23	13.8	32.0
R24-R26	16.1	32.0
R27-R28	13.6	34.0
R29-R31	15.3	34.0
R32	44.9	70.0

#### 5.6.4 STATECZNOŚĆ NA WYPÓR



*Rys. 5.19: Sprawdzenie wyporu schemat statyczny*

Wyniki stateczności globalnej na wypór według obliczeń projektu budowlanego [7]:

„USPRAWNIENIE POŁĄCZENIA KOMUNIKACYJNEGO POMIĘDZY WYSPAMI UZNAM I WOLIN W ŚWINOUJŚCIU –  
BUDOWA TUNELU POD ŚWINĄ”

## Obliczenia stateczności globalnej na wypór w fazie eksploatacji

- sprawdzenie stateczności wykonano dla całej powierzchni sekcji konstrukcji

Parametry geometryczne analizowanego układu

$A_{pf} =$		580,3 m <sup>2</sup>	- powierzchnia płyty dennej
$H_{ss} =$		26,3 m	- wysokość ścian szczelinowych
$t_{ss} =$		1,2 m	- grubość ścian szczelinowych
$L_{ss} =$		82 m	- długość styku płyty dennej ze ścianą szczelinową po obwodzie
$H_w =$		1,68 m n.p.m.	- obliczeniowy poziom zwierciadła wody
$H_{pfU} =$		-17,91 m n.p.m.	- rzędna wierzchu płyty dennej
$t_{pf} =$		2 m	- grubość płyty dennej

Parametry materiałów

$\gamma_b =$		24 kN/m <sup>3</sup>	- ciężar objętościowy betonu
$\gamma_w =$		10 kN/m <sup>3</sup>	- ciężar wody
$\gamma' =$		10 kN/m <sup>3</sup>	- ciężar objętościowy gruntu z uwzględnieniem wyporu wody

Siła wyporu działająca na płytę denną

$p_{we} =$	$(H_w - (H_{pfU} - t_{pf})) * \gamma_w$	215,9 kPa	- ciśnienie hydrostatyczne na poziomie spodu płyty dennej
$W_k =$	$A_{pf} * (1 - u_p) * p_{we} + A_{pf} * u_p * p_{wp}$	126560 kN	- wypadkowa siła wyporu działająca na płytę denną

Ciężar żelbetowej konstrukcji

$G_{pf,k} =$		61279,68 kN
--------------	--	-------------

Tarcie ścian szczelinowych o grunt na poboczniczy

$T_{ss,k} =$	$t * S_w * H_{ss} * L_{ss}$	45288,6 kN
--------------	-----------------------------	------------

Ciężar ścian szczelinowych z uwzględnieniem wyporu

$G_{ss,k} =$		36230,88 kN
--------------	--	-------------

Ciężar gruntu dociążającego

$h_n =$		0 m	- wysokość nasypu
$G_{g1,k} =$	$A_{pf} * \gamma' * h_n$	0,0 kN	

Ciężar dobalastowania

$B_k =$		0,0 kN	- sposób dobalastowania zostanie określony w projekcie wykonawczym
---------	--	--------	--------------------------------------------------------------------

Sprawdzenie warunku stateczności globalnej

$$SF = \frac{B_k + G_{pf,k} + G_{ss,k} + T_{ss,k} + G_{g1,k}}{W_k} = \frac{1,13}{\text{warunek spełniony}} > 1,1$$

### 5.6.5 OSZACOWANIE CIŚNIENIA NA CZOLE TUNELU TBM

Ocena ciśnienia roboczego TBM jest silnie związana z minimalnymi i maksymalnymi ciśnieniami czołowymi dopuszczalnymi podczas posuwania się tarczy TBM poddanej ciśnieniu.

Zakres możliwych ciśnień wykopu definiuje górne i dolne progi ciśnienia dla maszyny drążącej tunel, aby zagwarantować jej postęp i zapobiec podnoszeniu podłoża na powierzchni. Obliczenie zakresu ciśnienia zależy od nadkładu tunelu, ciśnienia wody, stanu naprężenia, kryterium nośności gruntu i parametrów wytrzymałościowych na czole i w koronie oraz od limitu ciśnienia roboczego TBM.

Zakres działania jest oszacowany z uwzględnieniem następujących wartości:

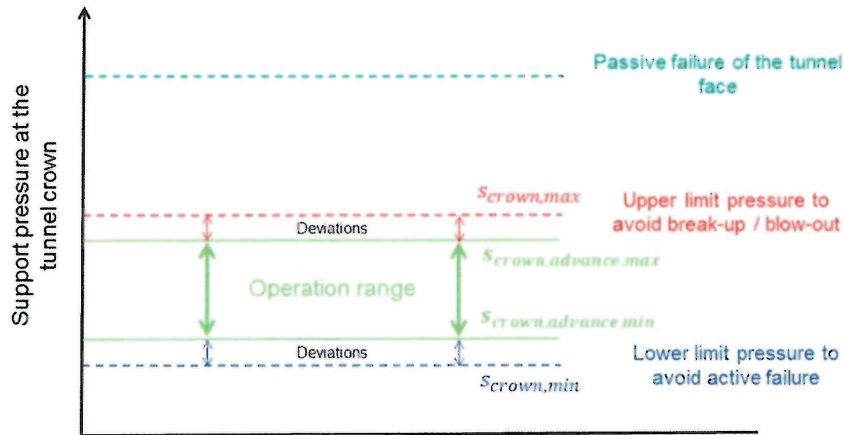
- niższe ciśnienie graniczne zapewniające podparcie czoła;
- górne ciśnienie graniczne, służy aby uniknąć przebiecia nadkładu lub wydmuchu nośnika podpierającego;

„USPRAWNIENIE POŁĄCZENIA KOMUNIKACYJNEGO POMIĘDZY WYSPAMI UZNAM I WOLIN W ŚWINOUJŚCIU – BUDOWA TUNELU POD ŚWINĄ”

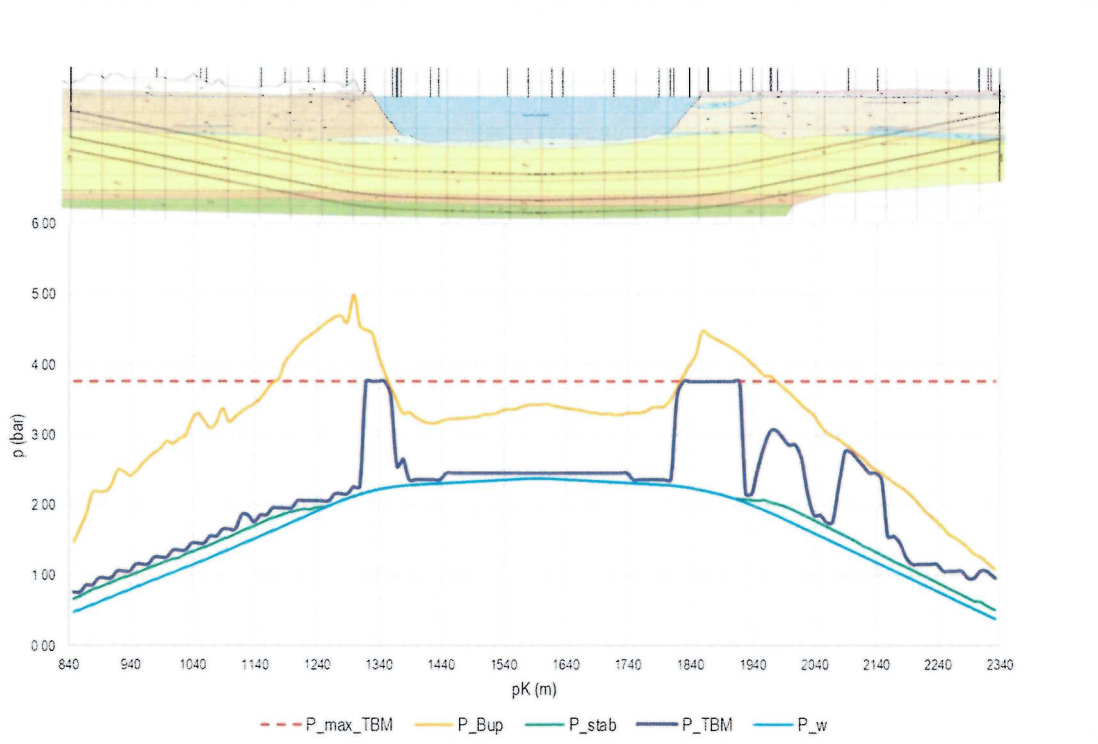
- operacyjny limit maszyny.

Zakres działania ciśnienia podparcia zdefiniowanego przez górną i dolną granicę pokazano na 8.

W zależności od sposobu wykopu TBM i rodzaju TBM wprowadza się dodatkowy margines bezpieczeństwa lub odchylenie ( $\delta$ ) w celu uwzględnienia możliwych oscylacji ciśnienia na czole. Zalecenia DAUB [9] sugerują wartość  $\delta = \pm 10$  kPa dla ostony zawieszinowej.



Rys. 5.20: Możliwe ciśnienia robocze w koronie tunelu dla maszyny tarczowej

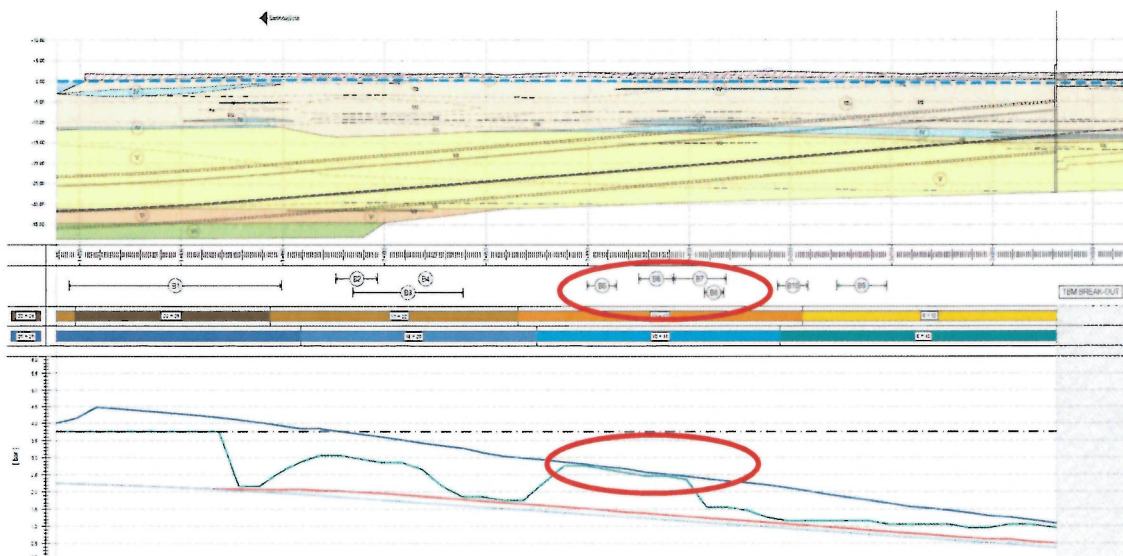


Rys. 5.21: Wyniki obliczeń ciśnienia czołowego TBM ( $P_{max\ TBM}$  = dopuszczalne ciśnienie robocze TBM,  $P_{Bup}$  = ciśnienie wyparcia,  $P_{stab}$  = minimalne ciśnienie czołowe,  $P_{TBM}$  = ciśnienie robocze z obliczeń,  $P_w$  = ciśnienie wody)

Najbardziej krytyczną częścią trasy z punktu widzenia kontroli ciśnienia czołowego TBM są obszary, w których zostanie zbudowane wyjście awaryjne, gdzie prewencyjna kontrola osiadania podczas wykopu wywołuje wysokie ciśnienie TBM, zbliżone do maksymalnego ciśnienia roboczego i limitu wyparcia.



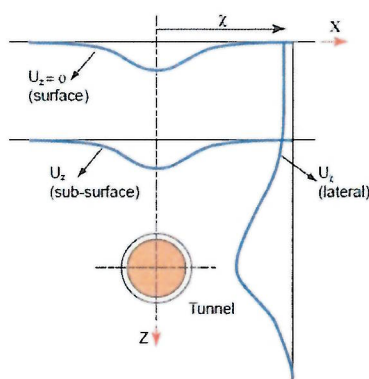
Z tego samego powodu przewiduje się ciśnienie robocze w pobliżu progu wyparcia wokół pikiety 2100-2200, gdzie znajdują się budynki B5-B6-B7.



Rys. 5.22: Powiększenie rozkładu ciśnienia TBM po stronie Wolina, w kolorze czerwonym obszar budynku B5-B6-B7

### 5.6.6 ANALIZA OSIADAŃ WYWOŁANYCH PRZEZ TBM

Wywołane ruchy gruntu są jednym z najbardziej krytycznych problemów związanych z wykonaniem płytkich tuneli w obszarach miejskich, ponieważ mogą one powodować uszkodzenia otaczających budynków, infrastruktury itp. Z tego powodu ocena powierzchniowych, podpowierzchniowych i bocznych ruchów gruntu jest kluczowym aspektem fazy projektowania.

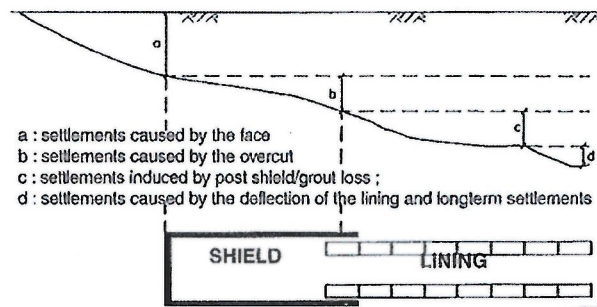


Rys. 5.23: Schemat przemieszczenia gruntu z powodu wykopów w warunkach terenowych

Wielkość i rozkład osiadań spowodowanych na powierzchni zależą od kilku czynników, takich jak geometria tunelu, geologia, działanie maszyny i obecność wody. W analizach służących do oceny osiadań spowodowanych przez maszynę drążącą należy wziąć pod uwagę następujące czynniki:

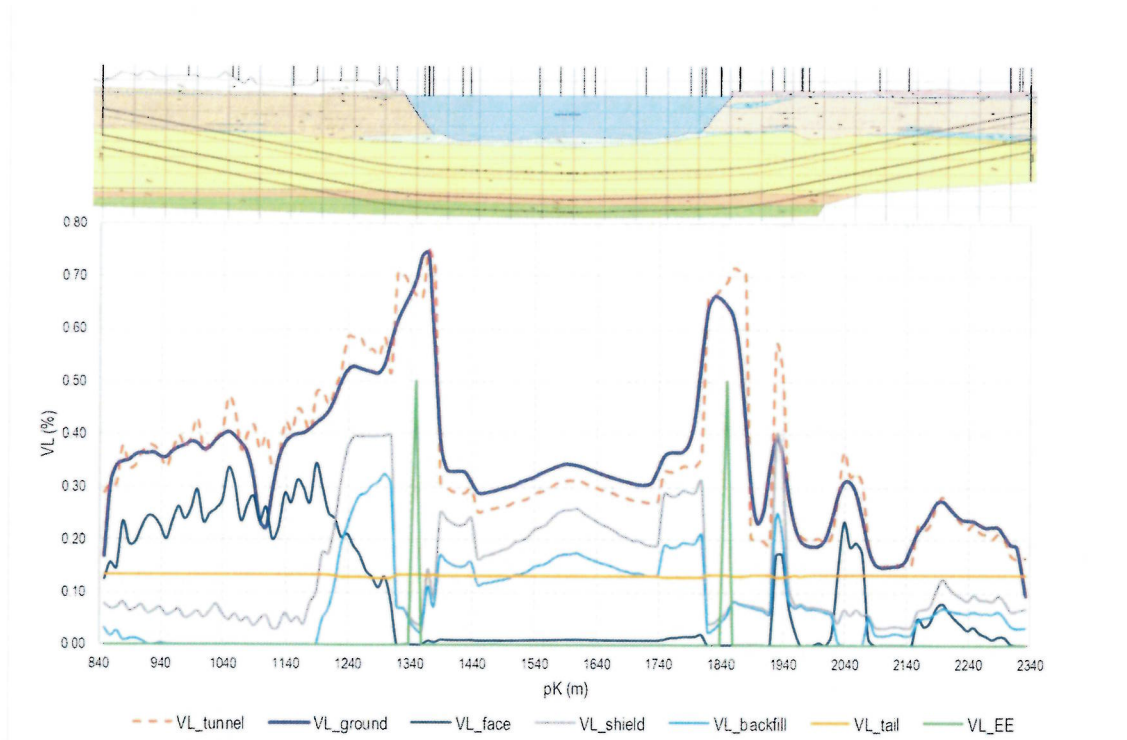
- Osiedlenia przed i nad czołem, które zwykle zależą od ciśnienia czoła, podłoża i warunków hydraulicznych;
- Osiedlenia wzdłuż tarczy, które są związane ze stożkowatością tarczy i z nadmiarem wykopu;
- Osiedlenia na ogonie tarczy podczas instalacji segmentowej obudowy, które można zminimalizować poprzez iniekcję zaczynu cementowego;
- Osiedlenia długoterminowe, częściowo z powodu potencjalnej owalizacji pierścienia, a głównie z powodu mechanizmu konsolidacji, wywołanego zmniejszeniem ciśnienia wody w porach.

Różne rodzaje warunków służących do oceny osiadań podsumowano w Rys. .



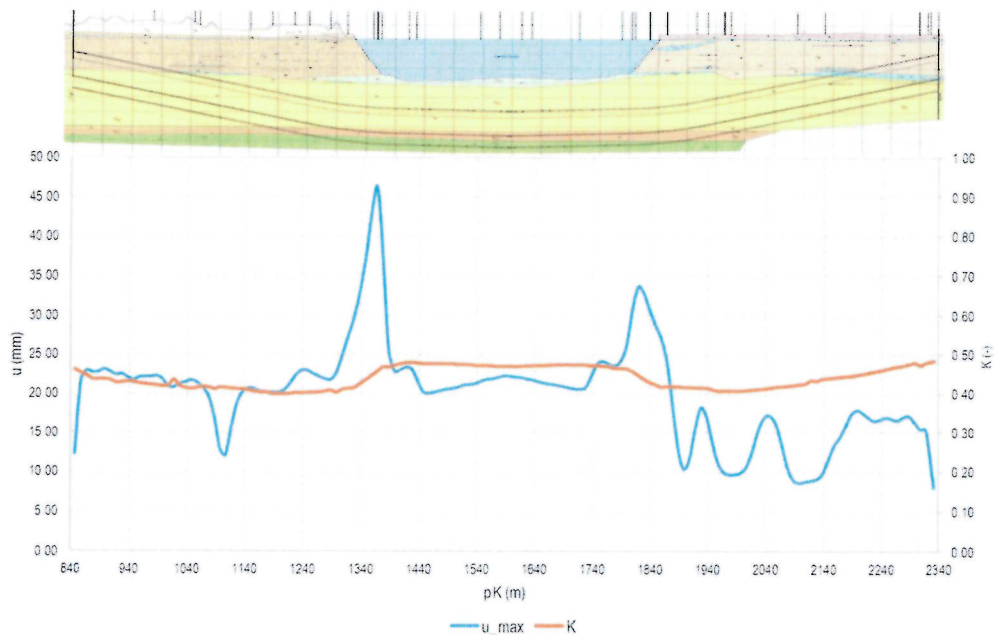
Rys. 5.24: Schemat ewolucji osiadań i wzdłuż tarczy TBM

Poniższe wykresy pokazują przewidywane straty objętości wzdłuż linii trasy, maksymalne osiadania i parametr K.



Rys. 5.25: Wyniki obliczeń ciśnienia na przodku TBM (VL\_ground = VL na powierzchni, VL\_tunnel = VL na poziomie tunelu, VL\_face = VL przed czołem, VL\_shield = VL wzdłuż tarczy TBM, VL\_backfill = VL na obwodzie ogona i, VL\_tail = VL z powodu skurczu, VL\_EE = VL spowodowane przez WA)

„USPRAWNIENIE POŁĄCZENIA KOMUNIKACYJNEGO POMIĘDZY WYSPAMI UZNAM I WOLIN W ŚWINOUJŚCIU –  
 BUDOWA TUNELU POD ŚWINĄ”



*Rys. 5.26: Przewidywane maksymalne osiadanie i parametr K wzdłuż trasy*

Efekt wykopu na powierzchni nie jest tak istotny dla znacznej większości budynków, a przewidywana utrata objętości wzdłuż linii trasy jest mniejsza niż 0,5%, z wyjątkiem tych części, w których będą wykonywane wyjścia awaryjne.

Po stronie Wolina maksymalne osiadania są mniejsze niż 20 mm i mniejsze niż 10 mm, tam gdzie znajduje się większość budynków

## 5.7 USTALENIE DANYCH NIEZBĘDNYCH DO ZAPROJEKTOWANIA FUNDAMENTÓW

Dane niezbędne do zaprojektowania fundamentów pochodzą z opracowań: [2], [5], [8].

Poniższy rysunek przedstawia przyjęte współczynniki nośności.

### Temat: Świnoujście – Tunel pod rzeką Świna

OBJAŚNIENIA GEOLOGICZNE				Współczynniki nośności			
Wiek	Profil lito-stratygraficzny	Opis litologiczny	Geneza	Nr w-wy geotechnicznej	Współczynniki nośności		
					$N_D$	$N_C$	$N_B$
HOLOCEN		Nasypy piaszczyste	grunty antropogeniczne	Ia	12,53		4,32
				Ib	13,50		4,82
				Ic	15,06		5,66
	e <sub>Qh</sub>	Piaski drobne	osady eoliczne	IIa	12,39		4,25
				IIb	13,20		4,66
	f <sub>Qh</sub>	Piaski drobne, lokalnie średnie i pospółki	osady morskie / rzeczne	IIIa	12,26		4,18
				IIIb	13,96		5,07
				IIIc	15,41		5,85
				IIId	16,83		6,64
	t <sub>Qh</sub> / li <sub>Qh</sub>	Namuly, torfy	osady jeziorne / bagienne	IV			
PLEJSTOCEN	fg <sub>Qp</sub>	Piaski drobne, Piaski średnie, pospółki	Osady fluwio-glacialne	Va	21,14		9,16
				Vb	23,76		10,76
	g <sub>Qp</sub>	Gliny piaszczyste, piaski gliniaste	osady lodowcowe	VI	8,24	17,47	2,26
KREDA GÓRNA	Cr <sub>3</sub>	Kreda	osady morskie	VII			

Rys. 5.27: Współczynniki nośności

„USPRAWNIENIE POŁĄCZENIA KOMUNIKACYJNEGO POMIĘDZY WYSPAMI UZNAM I WOLIN W ŚWINOUJŚCIU – BUDOWA TUNELU POD ŚWINĄ”

## 5.8 SPECYFIKACJĘ BADAŃ NIEZBĘDNYCH DO ZAPEWNIENIA WYMAGANEJ JAKOŚCI ROBÓT ZIEMNYCH I SPECJALISTYCZNYCH ROBÓT GEOTECHNICZNYCH

Poniżej przedstawiono badania niezbędne do zapewnienia wymaganej jakości specjalnych prac geotechnicznych. Badania powinny obejmować prace wykonywane przy realizacji wszystkich elementów konstrukcyjnych tunelu, komór startowej i odbiorczej oraz wanien wjazdowych.

Najważniejsze badania wbudowanych materiałów (iniektów, zawiesin):

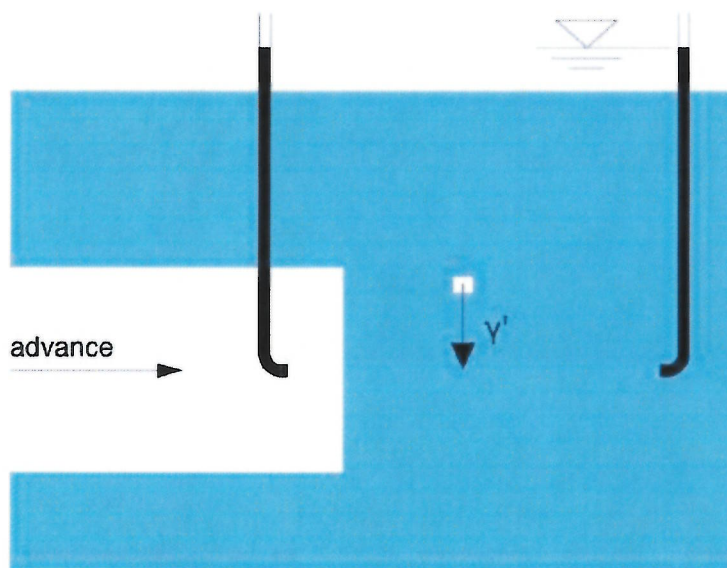
- Operacje iniekcji strumieniowej: celem badań terenowych jest określenie najlepszych parametrów roboczych jako funkcji średnicy wzmocnienia, którą zamierza się otrzymać i rodzaju gruntu do ulepszenia. Ponadto testy terenowe powinny koncentrować się na ocenie wodoszczelności iniekcji strumieniowej. Podczas wykonywania iniekcji regularnie pobiera się próbki zaprawy, aby kontrolować skład zaprawy i potwierdzić jej właściwości. Rutynowe kontrole obejmują:
  - Test gęstości, przynajmniej raz dla każdej kolumny;
  - Test lepkości Marsha, przynajmniej raz na kolumnę (zalecane około 40-45 s)
  - Test wycieku, co najmniej raz na kolumnę (zalecane <5% w ciągu 2 godzin);
  - Test UCS (wytrzymałość 28-dniowa), co najmniej raz na kolumnę (zalecane > 2 MPa).
  
- Operacje zamrażania gruntu: określenie rodzaju, rozkładu, właściwości i zachowania zamrożonych materiałów jest niezbędne. Pobieranie próbek gruntu do badań i testów w terenie oraz laboratorium będzie ważną częścią programów badań terenowych. Główne cele badań terenowych to:
  - ocena skuteczności zamrażania w oparciu o założenia projektowe;
  - ocena mocy potrzebnej do zamrożenia gruntu i utrzymania zamrożonej ściany za pomocą solanki
  
- Operacje drążenia - Pomiar jakości zawiesiny: wiele rodzajów testów można wykorzystać do pomiaru różnych parametrów fizycznych, chemicznych i reologicznych. Zalecane są następujące testy ciągłego pomiaru.  
Testowanie właściwości reologicznych:
  - Lepkościomierz lejek Marsha;
  - reometr Fanna;
  - reometr z nałożonym gradientem prędkości (Rhéomat lub podobny)Testowanie właściwości fizycznych:
  - gęstość: waga Baroida, gęstościomierz;
  - zestaw zawartości piasku (aparatury do analizy sitowej);
  - filtracja i placek filtracyjny: prasa filtracyjna z testem utraty płynu API i, dla bardziej realistycznego podejścia do problemów z interfejsem, duży permeometr.Testowanie właściwości chemicznych:
  - pH: paski wskaźnikowe, pH-metr;
  - przewodność: miernik przewodności;
  - powierzchnia właściwa („aktywność”): wartość błękitu metylenowego;
  - zawartość elektrolitu.

## 5.9 OKREŚLENIE SZKODLIWOŚCI ODDZIAŁYWAŃ WÓD GRUNTOWYCH NA OBIEKT BUDOWLANY I SPOSOBÓW PRZECIWDZIAŁANIA TYM ZAGROŻENIOM

Możliwe niepożądane efekty konstrukcji projektowanych na wody podziemne:

1. Wpływ na przepływ wód podziemnych podczas wykopów
2. Efekt "tamy" w gruntach o wysokiej przenikalności
3. Wpływ na przepływ wód podziemnych w warunkach stałych (efekt "odwadniania").

Wykop urobku będzie wykonywany przy ciśnieniu powierzchniowym, które będzie zbliżone do ciśnienia wody, nie powodując zakłócenia równowagi ciśnień wody pod cieśniną, jak pokazano na rysunku poniżej.



*Rys. 5.28: Schemat objaśniający ciśnienia wody i zawiesziny*

Ponadto, penetracja zawiesziny na otaczającym gruncie będzie ograniczona, a ciśnienie powierzchniowe będzie kontrolowane, zapobiegając wypiętrzaniu i odpływowi bentonitu. Niewielka ilość urobku w glebie zostanie automatycznie usunięta przez samą maszynę podczas przesuwania. Zawieszina bentonitowa będzie usunięta poprzez rurę odprowadzającą z komory wykopu lub zawarta w układzie dwuskładnikowym w szczelinie pomiędzy pierścieniem a gruntem.

Jeśli chodzi o możliwe utrudnienia przepływu wody w stałych warunkach, infrastruktura nie będzie działała jak zaporę w warstwach piaszczystych III i V o wysokiej przepuszczalności, ponieważ projektowany obiekt nie będzie blokował całej tej warstwy.

Z drugiej strony, część podziemna konstrukcji nie stworzy preferowanej drogi przepływu wody gruntowej, ponieważ pierścieniowa szczelina pomiędzy wykopem a obudową konstrukcji zostanie natychmiast wypełniona nieprzepuszczalną warstwą zaprawy.

Warstwa ta stanowi również element ochrony i zmniejszenia przepuszczalności w obszarze stykającym się z obudową, ograniczając w ten sposób potencjalny przepływ w kierunku pierścieniowego uszczelnienia (uszczelki), które ponadto są dobrane pod kątem maksymalnego obciążenia hydraulicznego. Montowane w tunelu uszczelki będą najnowszej j generacji, a rozluźnianie się ich wewnątrz ścian tunelu redukuje problemy z prawidłową instalacją i montażem, zapewniając w ten sposób wysoki poziom bezpieczeństwa. Część konstrukcji wykonywana technologią ścian szczelinowych również jest konstrukcją szczelną i zaprojektowaną na oddziaływanie obciążeń związanych z naporem wody.

## 5.10 OKREŚLENIE ZAKRESU NIEZBĘDNEGO MONITOROWANIA WYBUDOWANEGO OBIEKTU BUDOWLANEGO, OBIEKTÓW SĄSIADUJĄCYCH I OTACZAJĄCEGO GRUNTU, NIEZBĘDNEGO DO ROZPOZNANIA ZAGROŻEŃ MOGĄCYCH WYSTĄPIĆ W TRAKCIE ROBÓT BUDOWLANÝCH LUB W ICH WYNIKU ORAZ W CZASIE UŻYTKOWANIA OBIEKTU BUDOWLANEGO

Celem systemu monitorowania jest pomiar odpowiedzi jakie daje grunt podczas wykopów w kategoriach odkształceniowo naprężeniowych, w celu przeanalizowania zachowania się w trakcie budowy struktur wewnątrz strefy oddziaływania geotechnicznego (ZOI) i sprawdzenia wszystkich możliwych oddziaływań na istniejące konstrukcje.

Wszystkie uzyskane dane umożliwią weryfikację czy relacje naprężenie-odkształcenia gruntu i struktur są zgodne z przewidywanymi w projekcie i, bardziej ogólnie, umożliwią weryfikację adekwatności planowanych środków zaradczych jako funkcję warunków gruntowych.

Oprządkowanie monitorujące składa się z czujników umieszczonych na ziemi, wzdłuż osi tunelu, komór i wanien wjazdowych oraz wzdłuż przekrojów prostopadłych do osi, na fasadach budynków i obiektów użyteczności publicznej, które mogą zostać uszkodzone przez skutki wykopów, a także na obudowie projektowanych konstrukcji i na nie dawno zbudowanych konstrukcjach betonowych.

Czujniki są reprezentowane przez cele topograficzne dla kontroli przemieszczenia, przez urządzenia zainstalowane w otworach w pobliżu trasy tunelu, komór i wanien w celu kontroli deformacji gruntu i zmiany poziomu wód gruntowych. Jest również przewidziane oprządkowanie do kontroli naprężeń w betonie i pomiaru rozwarcia istniejących rys w budynkach

System monitorowania składa się z następujących elementów;

- Monitorowanie topograficzne terenu na powierzchni wzdłuż osi podłużnej konstrukcji (punkty wśród zabudowań)
- Topograficzne monitorowanie terenu na powierzchni wzdłuż przekrojów poprzecznych do konstrukcji;
- Oprządkowanie zainstalowane w drążonym otworze wzdłuż topograficznie monitorowanych przekrojów (inklinometr, piezometry, wielopunktowe ekstensometry prętowe)
- Inklinometry, repery geodezyjne instalowane na elementach komór i wanien wjazdowych
- repery wgłębne na przegrodzie poziomej
- Ogniwa ciśnieniowe (ogniwa obciążnikowe) do pomiarów tunelu i wyjść awaryjnych jak również końcowego stanu naprężeń obudowy;
- Oprządkowanie zainstalowane na TBM;
- Optyczne celowniki mierzące konwergencje obudowy tunelu;
- Optyczne celowniki mierzące końcową konwergencje obudowy w tunelu awaryjnym;
- Topograficzne monitorowanie budynków w osadzonych punktach zainstalowanych na poziomie terenu;
- Cele optyczne do monitorowania budynku na wysokości 3,0 / 4,0 m powyżej parteru;
- Mechaniczne monitorowanie pęknięć dla pomiaru szerokości rozwarcia rys w konstrukcjach.

Rodzaje pomiarów:

- tachymetryczne
- inklinometryczne
- ekstensometryczne
- pomiary ZWG

Monitoring podczas wykonywania prac maszyną TBM będzie odbywał się w sposób ciągły. Monitoring prac związanych z realizacją komór i wanien będzie odbywał się w zgodzie z harmonogramem pomiarów.

Częstotliwość pomiarów dla punktów pomiarowych na powierzchni terenu w obrębie obszaru wpływu budowy wynosi:

- co 1 dzień w trakcie realizacji wykopów,
- co 3 dni, aż różnica w pomiarach będzie mniejsza niż 2mm dla 10 kolejnych odczytów,
- raz w tygodniu, przez 3 miesiące,
- raz w miesiącu, aż do zakończenia budowy.

Częstotliwość pomiarów dla konstrukcji ścian szczelinowych (pryzmaty, inklinometry) wynosi:

- co 1 dzień w trakcie realizacji wykopów, aż różnica w pomiarach będzie mniejsza niż 2mm dla 10 kolejnych odczytów
- raz w tygodniu, przez 3 miesiące,
- raz w miesiącu, aż do zakończenia budowy.

Częstotliwość pomiarów zwierciadła wody gruntowej przy pomocy piezometrów wynosi:

- co 1 dzień w trakcie realizacji wykopów,
- raz w tygodniu, aż do zakończenia budowy.

Po zakończeniu prac budowlanych stan końcowy należy uzyskać poprzez:

- punkty pomiarowe na powierzchni terenu – raz w miesiącu, przez 3 miesiące po zakończeniu prac oraz po ustabilizowaniu się pomiarów
- punkty pomiarowe dla konstrukcji obudowy wanien żelbetowych – raz w miesiącu, przez 3 miesiące po zakończeniu prac oraz po ustabilizowaniu się pomiarów
- piezometry – raz w miesiącu, przez 3 miesiące po zakończeniu prac oraz po ustabilizowaniu się pomiarów

Podana częstotliwość jest minimalną częstotliwością wymaganą. W przypadku niespójności lub wątpliwości, częstotliwość odczytów może zostać zwiększona w poszczególnych lokalizacjach.

Odczyt topograficzny jak również dane z inklinometrów może być automatyczny lub ręczny. Przyrządy elektryczne (ekstensometr wielopunktowy, piezometry, ogniwa obciążnikowe i szczelinomierze) można odczytać automatycznie lub ręcznie.

Zasadniczo dane są przechowywane w jednostkach zbierania danych znajdujących się w pobliżu urządzeń monitorujących, a ich przekazanie do centralnej jednostki gromadzącej dane może odbywać się ręcznie lub drogą elektroniczną.

System monitorowania jest podzielony na:

- Monitoring wanien wjazdowych:
  - Monitorowanie konstrukcji;
  - Infrastruktury technicznej: woda, gaz, kanalizacja.
  - monitoring obiektów w otoczeniu
- Monitoring komór startowej i wyjściowej:
  - Monitorowanie konstrukcji;
  - Infrastruktury technicznej: woda, gaz, kanalizacja.

„USPRAWNIENIE POŁĄCZENIA KOMUNIKACYJNEGO POMIĘDZY WYSPAMI UZNAM I WOLIN W ŚWINOUJŚCIU –  
BUDOWA TUNELU POD ŚWINĄ”



- monitoring obiektów w otoczeniu
- Monitoring wewnątrz tunelu:
  - Ogniwa obciążnikowe wewnątrz obudowy segmentowej;
  - Zbieżność tunelu .
- Monitoring na zewnątrz tunelu :
  - Geotechniczne monitorowanie przekrojów;
  - Monitorowanie konstrukcji;
  - Infrastruktury technicznej: woda, gaz , kanalizacja.



Najbardziej odczuwalny wpływ prac jest związany z efektem jaki prace te mogą generować w stosunku do otaczających budynków. Podczas fazy projektowania przeprowadzono serię analiz mających na celu oszacowanie osiadania wywołanego wykopem tunelu, a dla każdego budynku i infrastruktury ich wywołane deformacje/odkształcenia. Montaż celów optycznych na budynkach odbędzie się wzdłuż obwodowych ścian i fasad, łatwo dostępnych dla prac montażowych.

W celu prawidłowego wykonania pomiarów topograficznych dla monitorowania przemieszczeń, należy zainstalować specjalne przyrządy poza obszarem osiadań (strefą wpływów).

Poniżej znajduje się lista obiektów należących do niecki osiadania spowodowanej wpływem prac (strefa wpływu geotechnicznego), które będą monitorowane wzdłuż linii trasy. Są one podane i opisane na liście PFU, Tom III, Załącznik 7 [6] obejmującej otaczające objekty.





Wyniki monitoringu będą sprawdzane na tle przewidywanych osiadań założonych w projekcie. Ze względu na przemieszczenia terenu wynikające z uwarunkowań środowiskowych (zmiany poziomu wód gruntowych) konieczne jest wykonanie pomiarów tła (stan zerowy) - pomiarów przemieszczeń terenu oraz badanych obiektów bez wpływu oddziaływania budowy na co najmniej 3 miesiące przed rozpoczęciem wykonywania ścian szczelinowych, wbijania ścianek szczelnych lub wykonywania wykopu. Przed rozpoczęciem prac budowlanych należy wykonać co najmniej 3 serie pomiarów na reperach i piezometrach, a także po zainstalowaniu inklinometrów co najmniej 3 razy dokonać pomiaru przed rozpoczęciem wykonywania wykopu.

*Tabela 10: Lista obiektów wewnątrz geotechnicznej strefy wpływu*

N	Przybliżone położenie (pikietaż) i typ obiektu	Foto	Odległość od osi tunelu [m]	Rodzaj	Rodzaj fundamentów
B1	1 + 880 Betonowe nabrzeże		0	Beton	Pale do poziomu -13.25
B2	2 + 010 Wiata		0	Wiata stalowa	Płytkie (bezpośrednie)

N	Przybliżone położenie (pikietaż) i typ obiektu	Foto	Odległość od osi tunelu [m]	Rodzaj	Rodzaj fundamentów
B3	2 + 050 Nieokreślony budynek	 	19	Stalowo betonowy	Płytkie (fundamenty bezpośrednie)
B4	2 + 060 Nieokreślony budynek		13	Stalowa wiata	Płytkie (fundamenty bezpośrednie)
B5	2 + 130 Zbiornik		7	Zbiornik stalowy	Poniżej powierzchni terenu
B6	2 + 160 Kompostownik		12	Konstrukcja betonowa	Poniżej powierzchni terenu

„USPRAWNIENIE POŁĄCZENIA KOMUNIKACYJNEGO POMIĘDZY WYSPAMI UZNAM I WOLIN W ŚWINOUJŚCIU –  
BUDOWA TUNELU POD ŚWINIĄ”

N	Przybliżone położenie (pikietaż) i typ obiektu	Foto	Odległość od osi tunelu [m]	Rodzaj	Rodzaj fundamentów
B7	2 + 180 Wiata z osadnikiem		17	Magazyn konstrukcja stalowa	Płytkie (fundamenty bezpośrednie)
B8	2 + 190 Wiata		7	Konstrukcja stalowo murowana	Płytkie (fundamenty bezpośrednie)
B9	2 + 240 Stacja paliw		22	Konstrukcja stalowa	Płytkie (podziemny zbiornik paliwa)
B10	2 + 250 Stacja paliw		19	Konstrukcja stalowa	Płytkie (podziemny zbiornik paliwa)

Wyniki kroku 1 analizy podsumowano w poniższej tabeli.

Wszystkie budynki są w niskiej lub średniej klasie ryzyka, z wyjątkiem budynku „B1”.

W tym obszarze wpływ osiadania i na budynek B1, tj. Przystań portu, jest wysoki, jeśli jest obliczany dla osiadań terenowych. Podczas „Projektu Wykonawczego” będzie wykonany kolejny krok obliczeniowy z analizą 2D MES, aby lepiej zrozumieć rzeczywisty wpływ na jego konstrukcję.

Opis sporządziła:

Magdalena Fik-Piaskowska



„USPRAWNIENIE POŁĄCZENIA KOMUNIKACYJNEGO POMIĘDZY WYSPAMI UZNAM I WOLIN W ŚWINOUJŚCIU – BUDOWA TUNELU POD ŚWINĄ”