

ZAWARTOŚĆ OPRACOWANIA

1	Podstawa opracowania	3
1.1	Materiały wyjściowe	3
1.2	Przepisy	3
1.3	Normy.....	4
1.4	Literatura.....	4
2	Cel i zakres opracowania	5
3	Skrócony opis inwestycji	5
4	Warunki geologiczne i hydrogeologiczne	6
5	Założenia do projektu geotechnicznego	7
6	Opis sposobów wzmocnienia podłoża	7
6.1	Ogólny opis zastosowanych rozwiązań	7
6.2	Technologia T01 - wymiana gruntów słabonośnych.....	8
6.2.1	Opis metody wzmocnienia podłoża	8
6.2.2	Opis badań niezbędnych do zapewnienia wymaganej jakości robót ziemnych i specjalistycznych robót geotechnicznych.	9
6.2.3	Prognoza zmian właściwości podłoża gruntowego w czasie realizacji i eksploatacji	9
6.3	Technologia T02 - Wzmocnienie powierzchniowe – stabilizacja chemiczna	9
6.3.1	Opis metody wzmocnienia podłoża	9
6.3.2	Opis badań niezbędnych do zapewnienia wymaganej jakości robót ziemnych i specjalistycznych robót geotechnicznych.	10
6.3.3	Prognoza zmian właściwości podłoża gruntowego w czasie realizacji i eksploatacji	10
6.4	Technologia T03 Powierzchniowe dogęszczenie podłoża.....	11
6.4.1	Opis metody wzmocnienia podłoża	11
6.4.2	Opis badań niezbędnych do zapewnienia wymaganej jakości robót ziemnych i specjalistycznych robót geotechnicznych.	11
6.4.3	Prognoza zmian właściwości podłoża gruntowego w czasie realizacji i eksploatacji	11
6.5	Zabezpieczenie stateczności skarp nasypów i wykopów.	11
7	Określenie szkodliwości oddziaływań wód gruntowych na obiekt budowlany oraz sposobów przeciwdziałania tym zagrożeniom.....	12
8	Określenie zakresu niezbędnego monitoringu	13
8.1	Monitoring w trakcie prowadzenia robót	13
9	Uwagi końcowe	14
	ZAŁĄCZNIKI.....	15

1 Podstawa opracowania

1.1 Materiały wyjściowe

- [1] Umowa nr 01/211/2015 z 12.2015r. dotycząca opracowania „Projektu budowy drogi ekspresowej S6 na odcinku Nowogard – Płoty – zawarta przez Transprojekt Gdański Sp. z o.o. z PRM „Mosty-Łódź” S.A. oraz Generalną Dyrekcją Dróg Krajowych i Autostrad Oddział w Szczecinie.
- [2] Koncepcja programowa: „Budowa drogi S-6 na odcinku Nowogard – Płoty (koniec obwodnicy m. Nowogard – Początek obwodnicy m. Płoty /z węzłem/ „Płoty Południe”/) opracowana przez firmę Egis Poland Sp. z o.o. Departament Projektowy we Wrocławiu w maju 2014r.
- [3] Koncepcja programowa: „Budowa obwodnicy m. Płoty w ciągu drogi S-6 (węzeł „Płoty Południe”/bez węzła/ - węzeł „Wicimice”/bez węzła/)” opracowana przez firmę Egis Poland Sp. z o.o. Departament Projektowy we Wrocławiu w styczniu 2014r.
- [4] Dokumentacja geologiczno-inżynierska określająca warunki geologiczno –inżynierskie na potrzeby koncepcji programowo przestrzennej budowy drogi ekspresowej S6 Nowogard – Kołobrzeg Wschód – woj. Zachodniopomorskie, - woj. Zachodniopomorskie opracowana przez Egis Poland Sp. z o.o. Departamet Projektowy we Wrocławiu w marcu 2014r.
- [5] Dokumentacja badań podłoża gruntowego dla określenia warunków geotechnicznych dla budowy drogi ekspresowej S6 Nowogard – Kołobrzeg Wschód (woj. Zachodniopomorskie), opracowana przez Egis Poland Sp. z o.o. Departamet Projektowy we Wrocławiu w 2014r.
- [6] Dokumentacja hydrogeologiczna określająca warunki hydrogeologiczne na potrzeby koncepcji programowo przestrzennej budowy drogi ekspresowej S6 Nowogard – Kołobrzeg Wschód – woj. zachodniopomorskie opracowana przez Egis Poland Sp. z o.o. Departament Projektowy we Wrocławiu w marcu 2014r.
- [7] Opinia geotechniczna dla określenia warunków geotechnicznych dla budowy drogi ekspresowej S6 Nowogard – Kołobrzeg Wschód (woj. Zachodniopomorskie), opracowana przez Egis Poland Sp. z o.o. Departamet Projektowy we Wrocławiu w 2013r.
- [8] Dodatek do dokumentacji geologiczno-inżynierskiej określającej warunki geologiczno-inżynierskie na potrzeby projektu i budowy drogi S6 na odcinku Nowogard – Płoty” opracowana przez firmę Barg Artgeo Sp. z o.o., Szczecin 2016r.

1.2 Przepisy

- [R1] Rozporządzenie ministra transportu, budownictwa i gospodarki morskiej z dnia 25 kwietnia 2012 r. w sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadawiania obiektów budowlanych, (Dz. U. poz. 463)
- [R2] Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 9 listopada 2010 r. w sprawie przedsięwzięć mogących znacząco oddziaływać na środowisko, (Dz. U. Nr 213, poz. 1397).
- [R3] Rozporządzenie Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 02.03.1999r. w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać drogi publiczne i ich usytuowanie (tekst jednolity Dz.U. 2016r. poz. 124 z późniejszymi zmianami)
- [R4] Rozporządzenie Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 30 maja 2000r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać drogowe obiekty inżynierskie i ich usytuowanie (Dz. U. Nr 63/2000 poz. 735 z późniejszymi zmianami)

1.3 Normy

- [N1] PN-EN 1997-1:2008 Eurokod 7. Projektowanie geotechniczne. Część 1: Zasady ogólne.
- [N2] PN-EN 1997-1:2008/NA Załącznik krajowy do Polskiej Normy Eurokod 7. Projektowanie geotechniczne. Część 1: Zasady ogólne.
- [N3] PN-EN 1997-2 Eurokod 7. Projektowanie geotechniczne. Część 2: Rozpoznanie i badanie podłoża gruntowego.
- [N4] PN-83/B-03010 „Ściany oporowe. Obliczenia statyczne i projektowanie”.
- [N5] PN-81/B-03020 „Grunty budowlane. Posadowienie bezpośrednie budowli. Obliczenia statyczne i projektowanie”
- [N6] PN-83/B-02482 Fundamenty budowlane. Nośność pali i fundamentów palowych
- [N7] PN-85/S-10030 „Obiekty mostowe. Obciążenia”
- [N8] PN-S-02205 "Drogi samochodowe. Roboty ziemne. Wymagania i badania"
- [N9] BS 8006:1995 "Code of practice for Strengthened / reinforced soils and other fills"

1.4 Literatura

- [L1] "Zarys geotechniki", Zenon Wiłun, Wydawnictwa Komunikacji i łączności, Warszawa 1987
- [L2] "Nasypy na gruntach organicznych", Molisz R., Baran L., Werno M., Wydawnictwo komunikacji i łączności, Warszawa 1986.
- [L3] "Recommendations for Design and Analysis of Earth Structures using Geosynthetic Reinforcements – EBGeo. 2nd German Edition. German Geotechnical Society.
- [L4] "Recommendations on Excavations", Ernst&Sohn, 2003
- [L5] "Ground Improvement" 2nd Edition. K. Kirsch, A. Bell. CRC Press, 2007.
- [L6] "Fundamenty palowe" T.1, K. Gwizdała, Wydawnictwo Naukowe PWN, 2011.
- [L7] "Fundamenty palowe" T.2, K. Gwizdała, Wydawnictwo Naukowe PWN, 2013.
- [L8] "Wykorzystanie Sondowań statycznych do obliczania nośności i osiadania pali". K. Gwizdała, M. Stęczyński, I. Dyka, Seminarium IBDiM i PZWFS – Warszawa, 22 kwietnia 2009 – Fundamenty Palowe 2009r.
- [L9] „Sondowanie statyczne. Metody i zastosowanie w geoinżynierii.” Z. Sikora. Wydawnictwo Naukowo -Techniczne. Warszawa 2006 r.
- [L10] "Instrukcja badań podłoża gruntowego budowli drogowych i mostowych", GDDP, Warszawa, 1998
- [L11] "Wytyczne wzmacniania podłoża gruntowego w budownictwie drogowym", opracowanie IBDiM w Warszawie na zlecenie GDDP, Warszawa, 2002 r.
- [L12] Wytyczne ITB Nr 424/2011 "Ocena stateczności skarp i zboczy. Zasady wyboru zabezpieczeń"
- [L13] Wytyczne ITB Nr 429/2008 "Projektowanie konstrukcji oporowych, stromych skarp i nasypów z gruntu zbrojonego geosyntetykami"

2 Cel i zakres opracowania

Celem niniejszego opracowania jest sporządzenie projektu budowlanego wzmocnienia podłoża gruntowego pod nasypami drogowymi, a także projektu wzmocnienia skarp nasypów i wykopów, w ramach zamierzenia budowlanego: „*Projekt i budowa drogi S-6 na odcinku Nowogard – Płoty (koniec obwodnicy m. Nowogard – koniec obwodnicy m. Płoty)*” od km 49+098 do km 69+459

W zakres niniejszego opracowania, na podstawie zapisów rozporządzenia 1.2, wchodzi następujące elementy:

- a) opis zaprojektowanych sposobów wzmocnienia podłoża gruntowego
- b) określenie parametrów geotechnicznych zastosowanych w obliczeniach, wraz z zastosowanymi współczynnikami bezpieczeństwa
- c) określenie oddziaływań od gruntu
- d) przyjęcie obliczeniowych przekrojów obliczeniowych dla poszczególnych sposobów wzmocnienia podłoża
- e) obliczenia nośności oraz osiadania podłoża gruntowego oraz stateczności ogólnej
- f) określenie badań koniecznych dla zapewnienia wymaganej jakości robót ziemnych oraz specjalistycznych robót geotechnicznych
- g) określenie szkodliwości oddziaływań wód gruntowych na obiekt budowlany oraz sposobów przeciwdziałania tym zagrożeniom
- h) określenie zakresu niezbędnego monitorowania obiektu budowlanego, obiektów sąsiadujących i otaczającego gruntu, zarówno na etapie realizacji jak i w czasie jego użytkowania

3 Skrócony opis inwestycji

Inwestycja zlokalizowana jest w północno-zachodniej części Polski, na terenie województwa zachodniopomorskiego na odcinku od km 49+098 (koniec istniejącej Północnej Obwodnicy miasta Nowogard) do km 69+459.

Droga krajowa nr 6 w województwie zachodniopomorskim ma długość ok. 220,00 km (początek na granicy z Niemcami w miejscowości Kołbaskowo). Początkowo na odcinku Kołbaskowo-Kijewo-Szczecin Dąbie droga posiada status autostrady A6. Na odcinkach: Północnej Obwodnicy Nowogardu, Południowej Obwodnicy Słupska oraz zachodniej Obwodnicy Trójmiasta, Rzęsnica – Goleniów, droga posiada status drogi ekspresowej. Odcinek Rzęsnica – Goleniów jest jednocześnie odcinkiem wspólnym z drogą nr 3 i oznakowany jako S3. Planowana inwestycja to jedna z ważniejszych strategicznych przedsięwzięć dla województwa zachodniopomorskiego.

Projektowany odcinek zlokalizowany jest na terenie województwa pomorskiego i przebieg przez następujące gminy:

- gmina Nowogard – na odcinku od 49+098 do km 55+788
- gmina Płoty od km 55+788 do km 69+459

Początek projektowanego odcinka zlokalizowany jest na Północnej Obwodnicy miasta Nowogard w km 49+098.

4 Warunki geologiczne i hydrogeologiczne

Szczegóły budowy geologicznej i hydrogeologicznej zawarto w dokumentach [4], [5], [6], [8].

Planowana trasa drogi ekspresowej S6 przebiega przez teren zachodnioeuropejskiej platformy paleozoicznej powstałej w okresie karbońskim. Po wielokrotnych zlodowaceniach w jego powierzchniowej budowie geologicznej dominują utwory czwartorzędowe o znacznej miąższości. Utwory starsze niż pochodzące z ostatniego zlodowacenia pojawiają się przy powierzchni, jedynie marginalnie w okolicach Szczecina i Koszalina, jako wynik olbrzymiego nacisku masy lodowca i wyciskania starszych utworów na powierzchnię lub tworzenia porwaków materiału starszego. Obszary czołowomorenowe położone w kilku pasach odzwierciedlających kolejne subfazy postępu lodowca zbudowane są z przemieszanego materiału w postaci glin zwałowych, głazów i żwirów. Położone przed nimi równiny sandrowe zbudowane są z piaszczystego materiału wodnolodowcowego, natomiast rozległe równiny wysoczyznowe i dennomorenowe zajmujące największy odsetek powierzchni zbudowane są z glin zwałowych i piasków gliniastych. Sieć rynien glacialnych prowadząca współcześnie doliny rzek przecinających projektowaną trasę wypełniona jest osadami holoceniowymi reprezentowanymi przez piaski humusowe, namuły piaszczyste, a w zagłębieniach bezodpływowych – torfy i namuły torfiaste. W regionie zastoisk występują rozległe obszary ilów, pyłów oraz piasków. Obszary piasków eolicznych zalegają na powydumowych obszarach Równiny Wkrzańskiej oraz Goleniowskiej, a także oczywiście wybrzeżu Bałtyku. W dnach dolinnych: Regi, Parsęty i innych cieków również bezimiennych przecinających trasę występują osady holoceniowe reprezentowane przez piaski, żwiry, mady rzeczne, torfy i namuły. Rieczne osady holoceniowe występują na analizowanym terenie w pobliżu wsi Wyszogóra, Morowo, miasta Płoty i Kołobrzeg. Obszar badań charakteryzuje się na ogół prostą budową geologiczną. Jednak na odcinkach, na których niweleta projektowanej drogi S6 schodzi poniżej zaobserwowanego lustra statycznego wody gruntowej (liczyć się trzeba będzie tam z koniecznością przeprowadzenia odwodnienia depresyjnego gruntów podłoża), a także na których grunty nienośne (nasypy niebudowlalne, osady organiczne, grunty spoiste o $I_L > 0,50$) posiadają znaczące miąższości - przyjąć należy złożone warunki gruntowo-wodne.

Analizowany teren w podziale hydrogeologicznym zwykłych wód podziemnych, według B. Paczyńskiego, znajduje się w obrębie regionu pomorskiego, w subregionie nadmorskim. Według regionalizacji zwykłych wód podziemnych Polski (A. Kleczkowski) obszar znajduje się w prowincji hydrogeologicznej nizinnej w paśmie nadmorskim. Projektowany odcinek drogi ekspresowej S6 nie przebiega przez obszary Głównych Zbiorników Wód Podziemnych (GZWP). Granica najbliższego udokumentowanego Głównego Zbiornika Wód Podziemnych nr 123 „Zbiornik międzymorenowy Stargard-Goleniów”, znajduje się w odległości ponad 15 km od przebiegu projektowanej drogi ekspresowej. Piętra wodonośne o charakterze użytkowym na badanym obszarze związane są z utworami jurajskimi oraz czwartorzędowymi.

Ze względu na sposób i zasięg występowania oraz wzajemną relację zwierciadła statycznego do charakteru wykształcenia facjalno-litologicznego osadów, w obrębie czwartorzędu analizowanego obszaru badań wydzielić można następujące rodzaje wód gruntowych:

- zasadniczą warstwę (poziom) wodonośną,
- wody przypowierzchniowe,

- wody z przerostów i soczew śródglinowych.

5 Założenia do projektu geotechnicznego

Założenia do projektu geotechnicznego przyjęto na podstawie rozporządzeń 1.2, [R3]:

- a) Wartość zastępczego, równomiernie rozłożonego obciążenia od pojazdów samochodowych, $p = 25 \text{ kPa}$
- b) Maksymalne osiadanie drogi w okresie użytkowania, $s_{\text{dop}} \leq 10 \text{ cm}$. Wielkość osiadania mierzy się od dnia oddania drogi do użytkowania
- c) Osiadania nawierzchni drogi w pobliżu obiektu inżynierskiego nie mogą przekroczyć osiadań dopuszczalnych dla tego obiektu, w celu wyeliminowania niedopuszczalnych odkształceń na styku obiektu inżynierskiego z nasypem drogowym. W przypadku różnicy sztywności posadowień obiektów inżynierskich i nasypów, w celu zapewnienia równomiernych osiadań pomiędzy drogą a obiektem inżynierskim należy przewidzieć strefy przejściowe.
- d) Obliczenia stateczności skarp nasypów i wykopów, zgodnie z zapisami rozporządzenia [R3] przeprowadzono zgodnie z wymaganiami normy Eurokod 7 [N1] oraz załącznika krajowego [N2].

6 Opis sposobów wzmocnienia podłoża

6.1 Ogólny opis zastosowanych rozwiązań

Wzmocnienie podłoża zaprojektowane zostało poprzez podział dróg na odcinki, do których przyporządkowano technologię wzmocnienia podłoża w zależności od klasy drogi, wysokości nasypu lub głębokości wykopu, warunków gruntowo-wodnych oraz projektowanych bądź istniejących elementów infrastruktury drogowej (m.in. dojazdy do obiektów mostowych, przepusty drogowe i melioracyjne). **Część rysunkowa zawarta została w Tomie II/2 „Projekt architektoniczno – budowlany. Projekt drogowy – część geotechniczna”.** Tom ten zawiera schematy wzmocnień oraz plany sytuacyjne przedstawiające podział na odcinki wzmocnień w skali 1:2000.

Jako wzmocnienie podłoża na obszarach ujętych niniejszym opracowaniem przewidziano zastosowanie następujących technologii:

- T01 Wymiana gruntu
- T02 Stabilizacja chemiczna
- T03 Powierzchniowe dogęszczenie podłoża

6.2 Technologia T01 - wymiana gruntów słabonośnych

6.2.1 Opis metody wzmocnienia podłoża

Na wyszczególnionych odcinkach projektowanej drogi należy wykonać pełną wymianę gruntów słabonośnych, aż do poziomu zalegania warstw gruntów nośnych. Za grunty słabonośne uważa się: grunty organiczne (torfy, gytie, namuły), miękkoplastyczne grunty spoiste oraz niekontrolowane wysypiska słabych materiałów (np. odpadów). Wymianę należy prowadzić do osiągnięcia warstw gruntów mineralnych niespoistych lub gruntów spoistych w stanie co najmniej plastycznym. Przed przystąpieniem do prac związanych z wymianą gruntów słabonośnych należy wykonać dodatkowe badania (odwierty, sondowania) w celu uszczegółowienia zakresu występowania oraz głębokości zalegania gruntów słabonośnych.

Grunty słabonośne należy usuwać mechanicznie od czoła przy użyciu koparek (podsiębiernych, chwytakowych lub zbierakowych), zwracając szczególną uwagę na dokładność wymiany, aby nie zostawiać w podłożu „gniazd” gruntów słabonośnych. Na bieżąco należy kontrolować rodzaj wybieranego gruntu. Wymiana powinna być prowadzona w sposób ciągły, tak aby wykop po gruncie słabonośnym nie pozostawał zbyt długo niezasypany – bezpośrednio po usunięciu gruntów słabonośnych należy wypełniać go gruntem niespoistym. Wskazane jest przeciążanie czoła nasypu chwilowo deponowanym materiałem ziemnym. Wysokość takiego nasypu przeciążającego wynosi około 1.5÷2.5m. Grunt słabonośny należy odwieźć w miejsce składowania.

Powstałe wykopy, po stwierdzeniu, że w podłożu nie ma już gruntów słabonośnych, należy sukcesywnie wypełniać od czoła niespoistym gruntem zasypowym o dobrej zagęszczalności. Zaleca się, aby wskaźnik różnoziarnistości $U \geq 3$, jednakże dopuszcza się do zastosowania gruntu o wskaźniku różnoziarnistości mniejszym, pod warunkiem że uzyskane będzie wymagane w projekcie zagęszczenie. Do wymiany i nadsypania terenu należy użyć gruntu niespoistego – żwiru, pospółki, piasku grubego, średniego lub drobnego. Nie dopuszcza się do zastosowania piasku pylastego.

Wbudowywanie gruntu zasypowego należy prowadzić do poziomu góry platformy roboczej, zlokalizowanej min. 0.5m powyżej poziomu zwierciadła wody gruntowej. Należy następnie przeprowadzić badania kontrolne (odwierty oraz sondowania), których celem jest potwierdzenie prawidłowości wykonanej wymiany, powinny one zagłębiać się w warstwę gruntu rodzimego na głębokość minimum 0.5m. Dopuszcza się do rezygnacji z powyższych badań w przypadku możliwości wykonania wymiany powyżej zwierciadła wody gruntowej, przy jednoczesnym odbiorze podłoża przez Nadzór Inwestorski. W przypadku stwierdzenia pozostawienia soczewek gruntów organicznych, miejsca te należy okonturować (zagęszczając odpowiednio badania), po czym wykonać ponownie wymianę lub dodatkowo wzmocnić podłoże metodą wibrowymiany (kolumny żwirowe oraz ewentualne przeciążenie nasypem).

Po wykonaniu wymiany grunt zasypowy należy zagęścić stosując metodę pozwalającą na uzyskanie wymaganych parametrów. W miejscach, gdzie będzie to możliwe z uwagi na poziom wody gruntowej, wbudowane kruszywo należy zagęszczać za pomocą walców lub płyt wibracyjnych. Projekt taki powinien uwzględniać wyniki kontrolnych badań zagęszczenia po wymianie oraz parametry sprzętu do zagęszczania. W razie potrzeby należy wykonać poletko próbne, na którym przeprowadzone zostaną badania odpowiedniej metody (lub parametrów) zagęszczenia.

Po wykonaniu zagęszczenia wgłębnego powstałe leje w podłożu należy zasypać gruntem nasypowym, teren wyrównać i zagęścić powierzchniowo za pomocą walców drogowych. Następnie należy przeprowadzić badania kontrolne wykonanego wzmocnienia.

Minimalne zagęszczenie wymienionego gruntu (po wykonaniu zagęszczenia) powinno wynosić $I_s \geq 0.97$ w przedziale głębokości $0 \div 1.0$ m poniżej poziomu góry platformy roboczej, natomiast poniżej głębokości 1.0 m $I_s \geq 0.95$.

Badania statyczne płytą o średnicy 300mm (badanie na górnej powierzchni wymiany) powinny dać następujące wyniki:

- wtórny modułu odkształcenia podłoża $E_2 \geq 40$ MPa
- wskaźnik odkształcenia $I_0 \leq 2.7$.

Dodatkowo, w zależności od położenia górnej warstwy wymienionego gruntu względem projektowanej nawierzchni drogowej, powinny być spełnione wymagania normy [N8]. Lokalizacje miejsc projektowanej wymiany gruntów przedstawiono w tomie II/2.

Oszacowanie głębokości oraz objętości wymiany gruntów słabonośnych przedstawione zostaną w projekcie wykonawczym.

6.2.2 Opis badań niezbędnych do zapewnienia wymaganej jakości robót ziemnych i specjalistycznych robót geotechnicznych.

W celu zapewnienia wymaganej jakości robót ziemnych oraz specjalistycznych robót geotechnicznych dla wymiany gruntów słabonośnych przewiduje się następujące badania kontrolne:

- Kontrolne odwierty oraz sondowania
- Sondowania dynamiczne lub CPT (CPTU)
- Badania laboratoryjne przydatności materiału wykorzystywanego do wymiany
- Badania płytą statyczną oraz dynamiczną - na powierzchni wbudowanego gruntu
- Badania terenowe oraz laboratoryjne wskaźników zagęszczenia gruntu
- Kontrola przemieszczeń pionowych podłoża z wykorzystaniem reperów talerzowych - w przypadku konieczności wykonania kolumn żwirowych i przeciążenia nadnasypem obszarów, w których nie uda się wykonać pełnej wymiany

6.2.3 Prognoza zmian właściwości podłoża gruntowego w czasie realizacji i eksploatacji

W wyniku wymiany gruntów słabonośnych na niewysadzinowe grunty niespoiste, parametry podłoża gruntowego ulegną znacznej poprawie. Prawidłowe wbudowanie gruntu niespoistego oraz jego właściwe zagęszczenie zapewni podłoże w podstawie nasypu charakteryzujące się znaczną nośnością oraz niską ścisłością, co ograniczy wielkość i nierównomierność osiadań, jak również pozwoli na zachowanie długoterminowej stateczności ogólnej nasypu drogowego.

6.3 Technologia T02 - Wzmocnienie powierzchniowe – stabilizacja chemiczna

6.3.1 Opis metody wzmocnienia podłoża

Na wyszczególnionych odcinkach dróg, w miejscach, gdzie w podstawie nasypu lub w podstawie warstw konstrukcyjnych nawierzchni (w przypadku, gdy droga przebiega w wykopie lub w nasypie o wysokości do 1m) występują grunty spoiste, zaprojektowano ich wzmocnienie za pomocą stabilizacji spoiwami o minimalnej grubości 15cm. Dopuszcza się do wykonywania stabilizacji na miejscu (za pomocą specjalistycznego sprzętu), a także do układania stabilizacji z dowozu.

Wyróżnia się dwa typy stabilizacji:

- **Stabilizacja technologiczna**

Stabilizacja technologiczna przewidziana została w przypadku, gdy w podstawie nasypu stwierdzono występowanie gruntów spoistych. Wzmocnienie to ma na celu zabezpieczenie gruntu spoistego przed wpływami atmosferycznymi oraz ruchem pojazdów. Ostateczna decyzja w sprawie sposobu i zakresu koniecznego wzmocnienia powierzchniowego poprzez stabilizację technologiczną zostanie podjęta przez Wykonawcę w trakcie prowadzenia robót, po wykonaniu kontrolnych badań podłoża.

Wzmocnienie należy wykonać w przypadku gdy w podłożu nie są spełnione wymagania (moduł, wskaźnik zagęszczenia) określone w normie [N8].

- **Stabilizacja konstrukcyjna**

Stabilizacja konstrukcyjna przewidziana została w przypadku prac prowadzonych w wykopach oraz w przypadku niskich nasypów (nasypy o wysokości do 1m). Wzmocnienie to jest tożsame z warstwą gruntu stabilizowanego przedstawioną dla poszczególnych kategorii ruchu w projekcie konstrukcji nawierzchni. Wzmocnienie to zostało uwzględnione jako warstwa konstrukcji nawierzchni. Grubość warstwy stabilizacji należy dobrać w taki sposób, aby na górnej jej powierzchni otrzymać parametry odpowiadające kategorii podłoża G1.

6.3.2 Opis badań niezbędnych do zapewnienia wymaganej jakości robót ziemnych i specjalistycznych robót geotechnicznych.

W celu zapewnienia wymaganej jakości robót ziemnych oraz specjalistycznych robót geotechnicznych dla wzmocnienia powierzchniowego za pomocą stabilizacji spoiwami hydraulicznymi przewiduje się następujące badania kontrolne:

W przypadku stabilizacji podłoża pod nasypem:

- Badania laboratoryjne spoiw
- Badania laboratoryjne gruntów w celu określenia ich przydatności do stabilizacji

W przypadku stabilizacji podłoża w wykopie:

- Badania laboratoryjne spoiw
- Badania laboratoryjne gruntów w celu określenia ich przydatności do stabilizacji
- Badania płytą statyczną oraz dynamiczną - na powierzchni ulepszanego podłoża
- Badania terenowe oraz laboratoryjne wskaźników zagęszczenia ulepszanego podłoża

6.3.3 Prognoza zmian właściwości podłoża gruntowego w czasie realizacji i eksploatacji

W wyniku stabilizacji gruntów spoistych staną się one niewrażliwe na wpływ warunków atmosferycznych takich jak opady i niska temperatura, a także na wpływ ruchu budowlanego. Wzmocnienie podłoża pozwoli także na uzyskanie odpowiednich parametrów w podstawie nasypów lub w poziomie podstawy warstw konstrukcyjnych nawierzchni, co umożliwi ich prawidłową budowę i zagęszczenie warstw gruntu (w dolnych warstwach nasypów lub w podstawie wykopów). W przypadku stabilizacji konstrukcyjnej w wykopach, grunt stabilizowany

osiągnięciem parametry odpowiadające kategorii podłoża G1, co umożliwi ułożenie dalszych warstw konstrukcji nawierzchni.

6.4 Technologia T03 Powierzchniowe dogęszczenie podłoża

6.4.1 Opis metody wzmocnienia podłoża

W przypadku, gdy parametry warstw przypowierzchniowych nie spełniają wymagań normy [N8], a jednocześnie warunki gruntowe nie kwalifikują danego obszaru do stosowania wzmocnienia wgłębnego należy wykonać powierzchniowe dogęszczenie walcami wibracyjnymi bądź statycznymi. Ostateczny zakres stosowania metody wzmocnienia należy dostosować do warunków gruntowych zastanych na budowie.

6.4.2 Opis badań niezbędnych do zapewnienia wymaganej jakości robót ziemnych i specjalistycznych robót geotechnicznych.

W celu zapewnienia wymaganej jakości robót ziemnych oraz specjalistycznych robót geotechnicznych przewiduje się następujące badania kontrolne:

- Badania terenowe oraz laboratoryjne wskaźników zagęszczenia gruntu
- Badania płytą statyczną oraz dynamiczną

6.4.3 Prognoza zmian właściwości podłoża gruntowego w czasie realizacji i eksploatacji

Poprzez powierzchniowe dogęszczenie luźnego gruntu niespoistego zwiększa się jego nośność oraz wartości modułów odkształceń.

6.5 Zabezpieczenie stateczności skarp nasypów i wykopów.

Na odcinkach projektowanej drogi, na których skarpy nasypów i wykopów o wysokości większej od 6.0m zaprojektowano o nachyleniu 1:2 lub mniejszym, nie ma konieczności ich wzmocnienia, gdyż zastosowanie takiego nachylenia pozwala na uzyskanie wymaganego w rozporządzeniu 1.2 odpowiedniego współczynnika stateczności.

Dla skarp nasypów o nachyleniu większym niż 1:2 zaprojektowano zbrojenie geosyntetyczne. Przewidziano zastosowanie geosyntetyków (geosiatek lub geotkanin) poliestrowych o obliczeniowej długoterminowej wytrzymałości na zerwanie 25 kN/m. W przypadku niektórych wysokich nasypów zastosowano dodatkowe wykonanie materaca geosyntetycznego w ich podstawie. Materac należy wykonać z dobrze zagęszczalnego gruntu niespoistego w owinięciu geosyntetyku (geotkaniny lub geosiatki) z poliestru i obliczeniowej długoterminowej wytrzymałości na zerwanie nie mniejszej niż 75 kN/m. Podane wartości wytrzymałości muszą uwzględniać parametry reologiczne geosyntetyku (pełzanie w okresie 120 lat przy temperaturze otoczenia 20°C), a także współczynniki technologiczne wynikające z wpływu zależne od materiału nasypu, wpływu chemikaliów, zagrożeń biologicznych, promieniowania UV.

Zakresy oraz szczegóły zbrojenia przedstawiono w części rysunkowej dokumentacji.

W przypadku zastosowania do budowy nasypów (w miejscach, gdzie zaprojektowano nasypy ze zbrojeniem) gruntów spoistych, należy doprowadzić je do wilgotności optymalnej poprzez stabilizację spoiwami (wapno, popioły lotne itp.). Konieczne jest uzyskanie ich wytrzymałości na ścinanie bez drenażu: $C_u \geq 60$ kPa (po wbudowaniu) w przypadku nasypów wysokości do 10 m oraz

$C_u \geq 75$ kPa w przypadku nasypów wyższych od 10 m. Przy uzyskaniu takiej wytrzymałości wbudowanego gruntu zbrojenie skarp nie jest konieczne. Nie dopuszcza się budowy nasypu z gruntu spoistego na obszarach wzmocnienia z zastosowaniem technologii konsolidacyjnych. W trakcie wznoszenia nasypu z gruntu spoistego należy prowadzić badania wytrzymałości na ścinanie C_u wbudowywanego gruntu (za pomocą sondy krzyżakowej). Lokalizację oraz liczbę badań należy określić analogicznie do badań wskaźnika zagęszczenia prowadzonych w przypadku budowy nasypu z gruntu niespoistego. Wytrzymałość należy określać niezależnie dla każdej wbudowanej warstwy gruntu spoistego.

Szczegółowy zakres i sposób wykonania wzmocnienia skarp można dostosować na etapie wykonywania projektu wykonawczego, pod warunkiem zachowania wymaganych współczynników stateczności budowanych nasypów.

W miejscach głębokich wykopów i niekorzystnych warunków geologicznych, lub w sytuacji gdy zachodzi ryzyko wystąpienia sączenia wody ze skarpy należy wykonać konstrukcję zabezpieczającą nasyp przed erozją oraz utratą stateczności. W celu zabezpieczenia przed erozją oraz płytkimi liniami poślizgu należy zastosować drenaż wgłębny podstawy skarpy, narzut kamienny, materace gabionowe lub zabezpieczenie geosyntetykami komórkowymi. W celu zabezpieczenia przed głębokimi liniami poślizgu skarpy należy wzmacniać za pomocą gwoździ gruntowych, mających na celu zapewnienie odpowiedniej stateczności zboczy. Wykonywania gwoździ gruntowych rozpoczynać należy od rzędów u góry skarpy i posuwać się stopniowo ku podstawie wykopu. Zakotwienie gwoździ gruntowych należy wykonać w postaci płyt drogowych YOMB. W przypadku występowania wysięków wód gruntowych na skarpach zastosowane zostaną drenaże wgłębne. Powierzchnie skarp wykopów o nachyleniu większym niż 1:2 należy zabezpieczyć antyerozyjnie.

Szczegółowy zakres i sposób wykonania wzmocnienia skarp można dostosować na etapie wykonywania projektu wykonawczego, pod warunkiem zachowania wymaganych współczynników stateczności budowanych nasypów.

W załączniku 1.3 przedstawiono zakres odcinków nasypów wymagających wzmocnienia z uwagi na stateczność skarp. Obszary te zostały także przedstawione w części rysunkowej.

7 Określenie szkodliwości oddziaływań wód gruntowych na obiekt budowlany oraz sposobów przeciwdziałania tym zagrożeniom

Podczas robót ziemnych związanych z wykonywaniem głębokich wykopów należy spodziewać się napływu wód gruntowych do wykopu z piaszczystych przewarstwień gruntów spoistych. Często są to wody zawieszone infiltrujące do soczewek gruntów niespoistych izolowanych w słabo przepuszczalnych warstwach gruntów spoistych. W miejscach, gdzie istnieje prawdopodobieństwo takich sączeń, należy przewidzieć odpowiednie odwodnienie oraz zabezpieczenie powierzchni skarp.

W przypadku, gdy poziom zwierciadła wody gruntowej znajduje się powyżej projektowanej podstawy warstw konstrukcyjnych nawierzchni, lub lokalnie powyżej poziomu niwelety, należy zastosować warstwy odsączające, drenażowe oraz rowy o odpowiednim zagłębieniu, tak aby docelowo poziom wody pod drogą został obniżony.

Wykonywanie wykopów w nawodnionych gruntach niespoistych, przy znacznym napływie wód gruntowych, wiązać się będzie z koniecznością zastosowania odwodnienia wgłębne, np. za pomocą zestawu igłofiltrów. Nie należy dopuszczać do pompowania wody bezpośrednio z wykopu

(odwodnienie powierzchniowe), gdyż prowadzi ono do rozluźnienia gruntu i obniżenia jego parametrów wytrzymałościowych.

8 Określenie zakresu niezbędnego monitoringu

8.1 Monitoring w trakcie prowadzenia robót

W czasie prowadzenia robót przewiduje się prowadzenie monitoringu następujących elementów konstrukcji obiektu:

- a) monitoring przemieszczeń nasypów drogowych – w przypadku koniecznego wzmocnienia za pomocą kolumn żwirowych – wykonywanych w przypadku niepełnej wymiany gruntów organicznych lub w przypadku wzmocnienia metodami konsolidacyjnymi:
 - pomiar osiadania reperów talerzowych - na trasie zasadniczej minimum 3 repery w przekroju pomiarowym, dla pozostałych dróg minimum 2 repery w przekroju pomiarowym, przekroje pomiarowe co 50m, częstotliwość pomiarów dostosowana do etapów budowy, nie mniejsza niż co 2 tygodnie (w początkowym okresie obciążenia częstotliwość pomiarów musi być odpowiednio zwiększona).
- b) monitoring przemieszczeń obiektów mostowych:
 - na obiektach mostowych należy zainstalować repery pomiarowe zgodnie z wymaganiami rozporządzenia [R4]. W przypadku obiektów posadowionych głęboko (na palach), w sąsiedztwie nasypów na wzmocnionym podłożu gruntowym, zainstalowane repery powinny umożliwiać pomiar zarówno przemieszczeń pionowych, jak i poziomych.

W ramach prac przygotowawczych należy wykonać bazową osnowę geodezyjną, poprzez wykonanie stałych punktów odniesienia dla prac geodezyjnych. Elementy osnowy zlokalizować poza strefą możliwych wpływów prowadzonych robót.

9 Uwagi końcowe

Z uwagi na punktowe rozpoznanie budowy geologicznej podłoża dopuszcza się możliwość wprowadzenia korekty zakresów poszczególnych technologii wzmocnienia podłoża na etapie prowadzenia robót budowlanych.

W trakcie prowadzenia robót należy zwrócić uwagę na odpowiednie przygotowanie oraz odwodnienie terenu. Przed przystąpieniem do robót należy zweryfikować w terenie występowanie ewentualnych kolizji z urządzeniami obcymi (istniejącymi oraz zaprojektowanymi). Prace należy prowadzić w taki sposób, aby ograniczyć zanieczyszczenie podłoża gruntowego. W przypadku gdy z winy wykonawcy w trakcie prowadzenia robót dojdzie do zanieczyszczenia, jest on zobowiązany do oczyszczenia i rekultywacji podłoża.

Prace związane ze wzmocnieniem podłoża należy skoordynować z innymi robotami prowadzonymi w terenie. W przypadku występowania kolizji, szczegółowe rozwiązania należy ująć w projektach technologicznych, opracowywanych przez Wykonawcę. Niedopuszczalne jest przerywanie, przecinanie lub innego rodzaju uszkodzenia elementów wzmocnień podłoża, gdyż może to doprowadzić do ich nieprawidłowej pracy, a co za tym idzie do możliwych uszkodzeń wykonanych dróg lub innych obiektów. W przypadku uszkodzenia elementów wzmocnienia należy sporządzić program naprawczy, który podlega uzgodnieniu z Projektantem wzmocnienia oraz zatwierdzeniu przez Inżyniera.

ZAŁĄCZNIKI

SPIS ZAŁĄCZNIKÓW

- 1. Załącznik 1 – Zestawienie obszarów wzmocnień**
 - 1.1. Zakres odcinków wzmocnienia podłoża – T01 Wymiana gruntu
 - 1.2. Zakres odcinków wzmocnienia podłoża – T02 Stabilizacja chemiczna
 - 1.3. Zakres odcinków nasypów wymagających wzmocnienia z uwagi na stateczność skarp
- 2. Załącznik 2 – Tabela parametrów gruntowych**
- 3. Załącznik 3 – Wyciąg z obliczeń stateczności skarp**
 - 3.1. Wyciąg z obliczeń stateczności nasypów
 - 3.2. Wyciąg z obliczeń stateczności wykopów
- 4. Załącznik 4 – Wyciąg z obliczeń nośności podłoża**

1. Załącznik 1 – Zestawienie obszarów wzmocnień

1.1. Zakres odcinków wzmocnienia podłoża – T01 Wymiana gruntu

Szczegółowy zakres obszarów wzmocnień został przedstawiony na planach sytuacyjnych w tomie II/2 „Projekt architektoniczno-budowlany. Projekt drogowy – część geotechniczna”.

Obszar	Droga	Od km		Do km	Długość
[nr]	[nr]	[km]		[km]	[m]
W01	DG	49+250,0	-	49+400,0	150,0
W02	DG	54+000,0	-	54+210,0	210,0
W03	DG	54+410,0	-	54+465,0	55,0
W04	DG	58+370,0	-	58+445,0	75,0
W05	DG	58+570,0	-	58+640,0	70,0
W06	DG	58+850,0	-	58+900,0	50,0
W07	DG	62+425,0	-	63+120,0	695,0
W08	DG	62+560,0	-	62+660,0	100,0
W09	DG	62+670,0	-	62+765,0	95,0
W10	DG	63+680,0	-	63+725,0	45,0
W11	DG	65+670,0	-	65+765,0	95,0
W12	DG	65+200,0	-	65+225,0	25,0
W13	DG	65+275,0	-	65+290,0	15,0
W14	DG	65+275,0	-	65+290,0	15,0
					0,0
W101	DL2	1+540,0	-	1+600,0	60,0
W102	DL3	4+540,0	-	4+550,0	10,0
W103	DD5	2+150,0	-	2+430,0	280,0
W104	DL-13	0+320,0	-	0+350,0	30,0

1.2. Zakres odcinków wzmocnienia podłoża – T02 Stabilizacja chemiczna

Szczegółowy zakres obszarów wzmocnień został przedstawiony na planach sytuacyjnych w tomie II/2 „Projekt architektoniczno-budowlany. Projekt drogowy – część geotechniczna”.

Obszar	Droga	Od km		Do km		Długość
[nr]	[nr]	obiekt	[km]	[km]	obiekt	[m]
						0,0
S01	DG		50+570,0	50+890,0		320,0
S02	DG		53+480,0	53+915,0		435,0
S03	DG		57+170,0	57+410,0		240,0
S04	DG		59+630,0	59+855,0		225,0
S05	DG		60+080,0	60+230,0		150,0
S06	DG		61+580,0	61+745,0	PZ-7A	165,0
S07	DG	PZ-7A	61+765,0	61+930,0		165,0
S08	DG		63+400,0	63+555,0		155,0
S09	DG		63+875,0	64+160,0		285,0
S10	DG		64+300,0	64+770,0		470,0
S11	DG	WS40	65+750,0	66+180,0		430,0
S101	DD-1		1+465,0	2+200,0		735,0

S102	DL-2		1+175,0	1+390,0		215,0
S103	DL-3		3+135,0	3+375,0		240,0
S104	DD-5		0+210,0	0+620,0		410,0
S104	DL-6		0+050,0	0+210,0	PZ-7b	160,0
S105	DL-6	PZ-7b	0+230,0	0+405,0		175,0
S106	DD-5		1+340,0	1+690,0		350,0
S107			0+080,0	0+240,0		160,0
S108			0+120,0	0+410,0		290,0
S109			0+065,0	0+360,0		295,0
S110			0+490,0	0+700,0		210,0
S111			0+540,0	0+700,0		160,0
S112	WS40 L2		0+020,0	0+210,0	WS40	190,0
S113	WS40 L3	WS40	0+120,0	0+250,0		130,0
S114			0+320,0	1+695,0		1375,0

1.3. Zakres odcinków nasypów wymagających wzmocnienia z uwagi na stateczność skarp

Szczegółowy zakres obszarów wzmocnień został przedstawiony na planach sytuacyjnych w tomie II/2 „Projekt architektoniczno-budowlany. Projekt drogowy – część geotechniczna”.

Nr pozycji	Droga	Od km		Do km		Długość
		obiekt	[km]	[km]	obiekt	
01, 02	DG		54+025,0	54+210,0	WS-30	185,0
03, 04	DG	WS-30	54+230,0	54+375,0		145,0
05, 06	DG		59+650,0	59+750,0		100,0
07, 08	DG		62+820,0	63+120,0	WS-36	300,0
09, 10	DG	WS-36	63+170,0	63+300,0	WS-37	130,0
11, 12	DG	WS37	63+320,0	63+555,0		235,0
13	DG		64+975,0	65+225,0	WS-39	250,0
14	DG		65+000,0	65+225,0	WS-39	225,0
15	DG	WS-39	65+275,0	65+465,0		190,0
16	DG	WS-39	65+275,0	65+500,0		225,0
17	DG		65+540,0	65+650,0		110,0
18	DG		65+565,0	65+650,0	WS-40	85,0
19, 20	DG	WS-40a	65+750,0	65+875,0		125,0
						0,0
101, 102	DL3		2+560,0	2+630,0	WD-31	70,0
103, 104	DL3	WD-31	2+690,0	2+730,0		40,0
105	DL5		0+120,0	0+165,0	WD-33	45,0
106	DL5	WD-33	0+210,0	0+250,0		40,0
107	L4		0+100,0	0+230,0		130,0
108	DL13		0+225,0	0+270,0	WD-24	45,0
109	DL13		0+250,0	0+270,0	WD-24	20,0
110	DL13	WD-24	0+320,0	0+385,0		65,0
111	DL13	WD-24	0+320,0	0+370,0		50,0

2. Załącznik 2 – Tabela parametrów gruntowych

Tabela 1 Tabela charakterystycznych wartości parametrów gruntu. Źródło: [5]

Seria litologiczno-stratygraficzna		Nr warstwy geotechnicznej	Rodzaj gruntu	Symbol (wg normy PN-81/B-03020 pkt.1.4.6)	Stan gruntu		Wilgotność naturalna	Gęstość objętościowa	Kąt tarcia wewnętrzznego	Spójność	Moduły		Wskaźnik skonsolidowania	Współczynnik materiałowy (wg pkt. 3.2 normy PN -81/B-03020)	Grupa nośności podłoża
Symbol stratygraficzno-genetyczny	Nr serii geologiczno-inżynierskiej				Stopień zagęszczenia	Stopień plastyczności					Pierwotnego odkształcenia	Edometryczny ściśliwości pierwotnej			
Qhn	I	I	nN, nB	Gruny nasympowe lub antropogeniczne powstałe w wyniku działalności człowieka o zróżnicowanej budowie litologicznej, nienadające się do bezpośredniego posadowienia fundamentów											
Qhh	II	II	Nm, T	Gruny ściśliwe, nienadające się do bezpośredniego posadowienia fundamentów											
Qhf/Q pf	III	A	Pd, Pπ	-	0,43 ^A γ _m =1±0,13	-	mw - 6, w - 16, m - 24	mw-1,65 w-1,75 m-1,90	30,1	-	40,52	54,26	0,80	1±0,10	G1
		B	Pd, Pπ	-	0,58 ^A γ _m =1±0,08	-	mw - 6, w - 16, m - 24	mw-1,65 w-1,75 m-1,90	30,8	-	53,45	71,73	0,80	1±0,10	G1
		C	Pd, Pπ	-	0,73 ^A γ _m =1±0,07	-	mw - 5, w - 14, m - 22	mw-1,70 w-1,85 m-2,00	31,5	-	69,19	93,27	0,80	1±0,10	G1
		D	Ps, Pr	-	0,45 ^A γ _m =1±0,11	-	mw - 5, w - 14, m - 22	mw-1,70 w-1,85 m-2,00	32,7	-	73,20	86,73	0,90	1±0,10	G1
		E	Ps, Pr	-	0,58 ^A γ _m =1±0,07	-	mw - 5, w - 14, m - 22	mw-1,70 w-1,85 m-2,00	33,5	-	91,53	108,60	0,90	1±0,10	G1
		F	Ps, Pr	-	0,75 ^A γ _m =1±0,08	-	mw - 4, w - 12, m - 18	mw-1,80 w-1,90 m-2,05	34,5	-	119,93	142,98	0,90	1±0,10	G1
		G	Po, Ż	-	0,58 ^A	-	mw - 4, w - 12, m - 18	mw-1,75 w-1,90 m-2,05	39,0	-	152,33	169,57	1,00	1±0,10	G1
Qhl	IV	A	πp,π, Gπ, G	C	-	0,20	18	2,10	14,8	16,96	20,58	29,4	0,60	1±0,10	G4
		B	πp,π, Gπ, Pd, Pg, Gp, G	C	-	0,30	20	2,05	13,2	13,33	16,55	23,6	0,60	1±0,10	G4
		C	Gπ,Π,Πp,P g	C	-	0,60	32	2,00	8,4	6,92	8,98	12,8	0,60	1±0,10	G4
Qpg	V	A	Gp, Pg, Gpz, G, Gz	A	-	-0,08 ^A γ _m =1±0,54	8,3 ^A γ _m =1±0,22	2,2	>25,0	>50,0	>67,50	>80,59	0,90	1±0,10	G2/ G3
		B	Gp, Pg, Gpz, G, Gz	B	-	0,05 ^A γ _m =1±0,58	12,1 ^A γ _m =1±1,60	2,20	21,1	37,65	42,41	55,8	0,75	1±0,10	G3
		C	Gp, Pg, Gpz, G, Gz	B	-	0,18 ^A γ _m =1±0,25	13,7 ^A γ _m =1±0,14	2,20	18,6	32,29	29,51	38,82	0,75	1±0,10	G3/ G4
		D	Gp, Pg, Gpz, G, Gz	B	-	0,32 ^A γ _m =1±0,09	16,2 ^A γ _m =1±0,11	2,10	12,9	12,73	15,86	22,66	0,60	1±0,10	G4
		E	Gp, Pg, Gpz, G, Gz	B	-	0,63 ^A γ _m =1±0,13	18,0 ^A γ _m =1±0,14	2,00	7,9	6,49	8,45	12,08	0,60	1±0,10	G4
	V*	A*	Pd	-	0,40	-	w - 16	1,75	29,9	-	38,27	51,26	0,80	1±0,10	G1
		B*	π	C	-	0,25	24,0	2,1	14,0	15,0	18,42	26,32	0,60	1±0,10	G4

Projekt i budowa drogi S-6 na odcinku Nowogard - Płoty
(koniec obwodnicy m. Nowogard – koniec obwodnicy m. Płoty)

Tom XI/3 – Geotechniczne warunki posadawiania obiektów budowlanych. Projekt geotechniczny

Seria litologiczno- stratygraficzna		Nr warstwy geotechnicznej	Rodzaj gruntu	Symbol (wg normy PN-81/B-03020 pkt.1.4.6)	Stan gruntu		Wilgotność naturalna	Gęstość objętościowa	Kąt tarcia wewnętrznego	Spójność	Moduły		Wskaźnik skonsolidowania	Współczynnik materiałowy (wg pkt. 3.2 normy PN -81/B- 03020)	Grupa nośności podłoża
Symbol stratygraficzno- genetyczny	Nr serii geologiczno- inżynierskiej				Stopień zagęszczenia	Stopień plastyczności					Pierwotnego odkształcenia	Edometryczny ściśliwości pierwotnej			
					$I_D^{(n)}$	$I_L^{(n)}$	$w_n^{(n)}$	$r^{(n)}$	$\phi_u^{(n)}$	$c_u^{(n)}$	$E_0^{(n)}$	$M_0^{(n)}$	β	γ_m	G_i
-	-	[%]	[t/m ³]	[°]	[kPa]	[MPa]	[MPa]	-	-	-					
Qpl	VI	A	ππ,π, Гπ, Pπ	C	-	0,05 ^A γ _m =1± 0,89	17,8 ^A γ _m =1±0,2 0	2,1	17,2	25,6	29,57	42,24	0,60	1±0,10	G4
		B	ππ,π, Гπ	C	-	0,19 ^A γ _m =1± 0,26	20,3 ^A γ _m =1±0,2 0	2,1	15,0	17,39	21,05	30,07	0,60	1±0,10	G4
		C	ππ,π, Гπ	C	-	0,34 ^A γ _m =1± 0,07	22,4 ^A γ _m =1±0,2 2	2,05	12,6	12,17	15,21	21,73	0,60	1±0,10	G4
		D	ππ,π, Гπ	C	-	0,50	22,0	2,0	10,0	8,57	10,98	15,69	0,60	1±0,10	G4
Qpfg	VII	A	Pd, Pπ	-	0,44 ^A γ _m =1±0,11	-	mw - 6, w - 16, m - 24	mw-1,65 w-1,75 m-1,90	30,1	-	41,29	55,30	0,80	1±0,10	G1
		B	Pd, Pπ	-	0,59 ^A γ _m =1±0,08	-	mw - 6, w - 16, m - 24	mw-1,65 w-1,75 m-1,90	30,9	-	54,41	73,04	0,80	1±0,10	G1
		C	Pd, Pπ	-	0,75 ^A γ _m =1±0,07	-	mw - 5, w - 14, m - 22	mw-1,70 w-1,85 m-2,00	31,6	-	71,50	96,45	0,80	1±0,10	G1
		D	Ps, Pr	-	0,46 ^A	-	mw - 5, w - 14, m - 22	mw-1,70 w-1,85 m-2,00	32,7	-	74,50	88,27	0,90	1±0,10	G1
		E	Ps, Pr	-	0,56 ^A γ _m =1±0,07	-	mw - 5, w - 14, m - 22	mw-1,70 w-1,85 m - 2,00	33,4	-	88,52	104,99	0,90	1±0,10	G1
		F	Ps, Pr	-	0,79 ^A γ _m =1±0,05	-	mw - 4, w - 12, m - 18	mw-1,80 w-1,90, m-2,05	34,8	-	127,34	152,01	0,90	1±0,10	G1
		G	Po, Ż	-	0,58 ^A	-	mw - 4, w - 12, m - 18	mw-1,75 w-1,90 m-2,05	39,0	-	152,33	169,57	1,00	1±0,10	G1

Tabela 2 Tabela charakterystycznych wartości parametrów gruntu. Źródło: [8]

Nazwa parametru	W-wa I	W-wa II	W-wa IV	W-wa V
Rodzaj gruntu	FSa, clSa, siSa	MSa, CSa	FSa, clSa, siSa	MSa, CSa
Stopień zagęszczenia I_D	29%	30%	43%	45%
Kąt tarcia wewnętrznego ϕ (°)	25	23	26	26
Edometryczny moduł ścisłości pierwotnej M_0 (MPa)	33	24	61	58

Nazwa parametru	W-wa VI	W-wa VII	W-wa VIII	W-wa IX	W-wa X
Rodzaj gruntu	grSa	FSa, clSa, siSa	MSa, CSa	grSa, Gr	sacSi, Si
Stopień zagęszczenia I_D	46%	69%	68%	67%	-
Wskaźnik konsystencji I_c	-	-	-	-	0.60
Kąt tarcia wewnętrznego ϕ (°)	28	28	28	31	11
Spójność c_u (kPa)	-	-	-	-	14
Edometryczny moduł ścisłości pierwotnej M_0 (MPa)	47	143	132	165	12

Nazwa parametru	W-wa XI	W-wa XII	W-wa XIII	W-wa XIV	W-wa XV
Rodzaj gruntu	saCl	saCl	clsiSa	clsiSa	sacSi, Si
Wskaźnik konsystencji I_c	0.63	0.67	0.81	0.84	1.00
Kąt tarcia wewnętrznego ϕ (°)	10	13	13	13	13
Spójność c_u (kPa)	14	22	20	21	19
Edometryczny moduł ścisłości pierwotnej M_0 (MPa)	14	20	15	21	16

Nazwa parametru	W-wa XVI	W-wa XVII	W-wa XVIII	W-wa XIX	W-wa XX
Rodzaj gruntu	saCl	clsiSa	saCl	clsiSa	sacSi
Wskaźnik konsystencji I_c	0.63	0.67	0.81	1.00	1.00
Kąt tarcia wewnętrznego ϕ (°)	16	16	21	20	9
Spójność c_u (kPa)	29	29	35	34	9
Edometryczny moduł ścisłości pierwotnej M_0 (kPa)	35	38	71	67	8

Szczegółowy opis warstw, wykonanych badań, parametrów gruntu oraz sposobu ich wyznaczania przedstawione zostały w opracowaniu [8].

3. Załącznik 3 – Wyciąg z obliczeń stateczności skarp

Obliczenia stateczności przeprowadzone zostały metodą walcowych linii poślizgu (metoda Bishopa), z zastosowaniem współczynników częściowych dla oporów, oddziaływań i nośności. Obliczenia przeprowadzono w programie GGU Stability. Wartości współczynników cząstkowych przyjęto zgodnie z zapisami normy [N1]:

- $\gamma_Q = 1,3$
- $\gamma_{\varphi'} = 1,25$
- $\gamma_{C'} = 1,25$
- $\gamma_{Cu} = 1,4$

W przypadku gdy współczynnik stateczności jest niższy lub równy 1.0 warunek stateczności uważa się za spełniony.

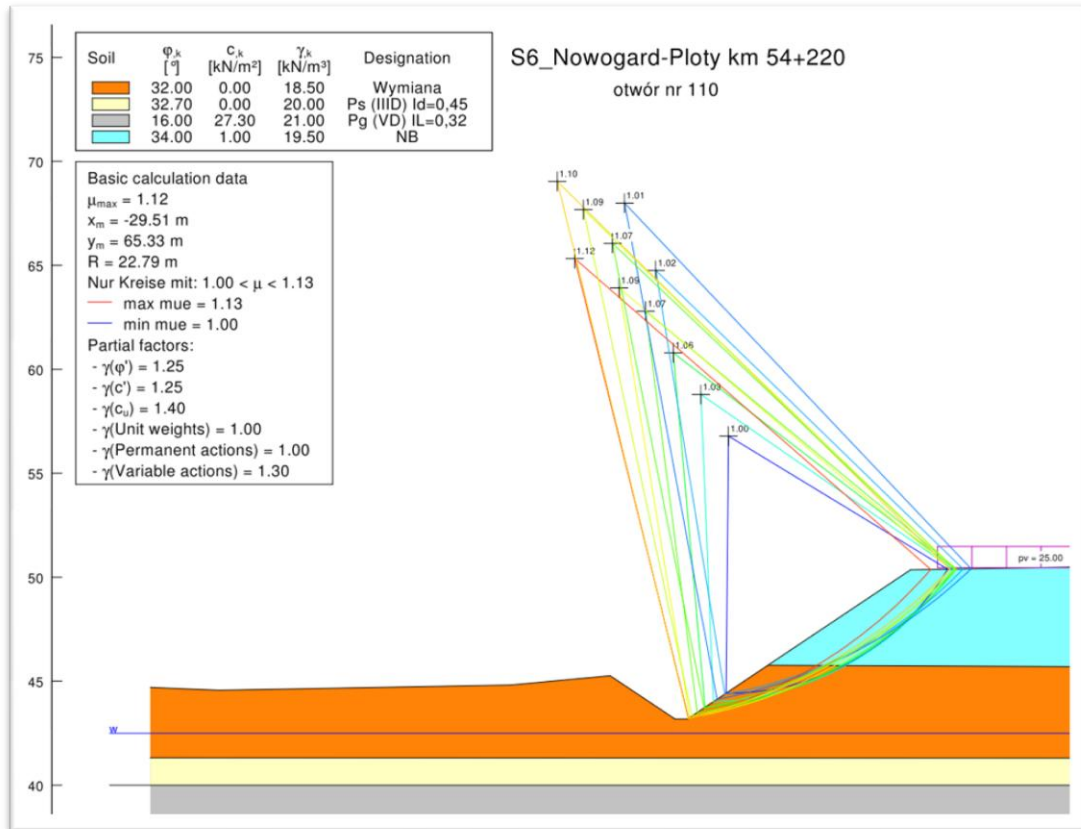
3.1. Parametry gruntów przyjęte do obliczeń stateczności

W oprogramowaniu GGU wprowadza się charakterystyczne wartości parametrów gruntowych. Program wyznacza wartości obliczeniowe na podstawie podanych wartości współczynników cząstkowych. W poniższych przekrojach obliczeniowych zastosowano parametry warstw gruntów przedstawione w poniższej tabeli:

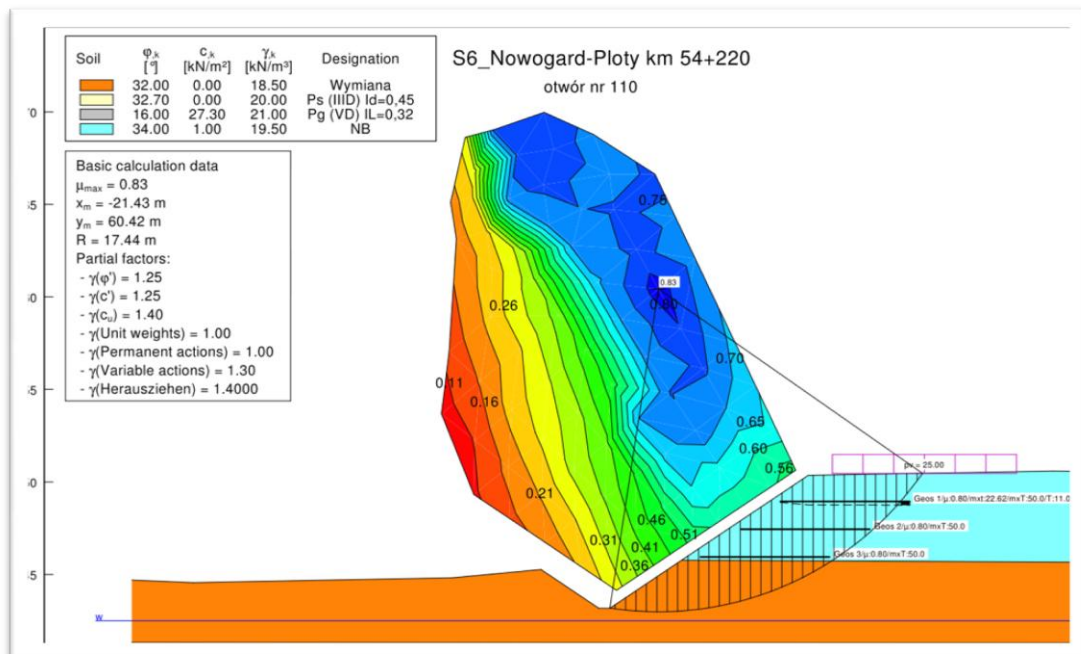
Tabela 3 Zestawienie wartości parametrów gruntowych wykorzystanych w obliczeniach GGU. Parametry przyjęte według opracowania [5].

	$\varphi'_{,k}$	$C'_{,k}$	$\gamma_{,k}$	$\varphi'_{,d}$	$C'_{,d}$	$\gamma_{,d}$
Wymiana	32	-	18,5	25,6	-	18,5
NB	34	-	19,5	27,2	-	19,5
IIIB	30,8	-	19	24,64	-	19
IIID	32,7	-	18,35	26,16	-	18,35
VB	17,9	30,81	21,5	14,32	24,65	21,5
VC	18,6	32,29	21,5	14,88	25,83	21,5
VD	16	27,3	21	12,8	21,84	21
VIIA	30,1	-	17,5	24,08	-	17,5
VIIB	30,9	-	17,5	24,72	-	17,5
VIIIF	34,8	-	19	27,84	-	19

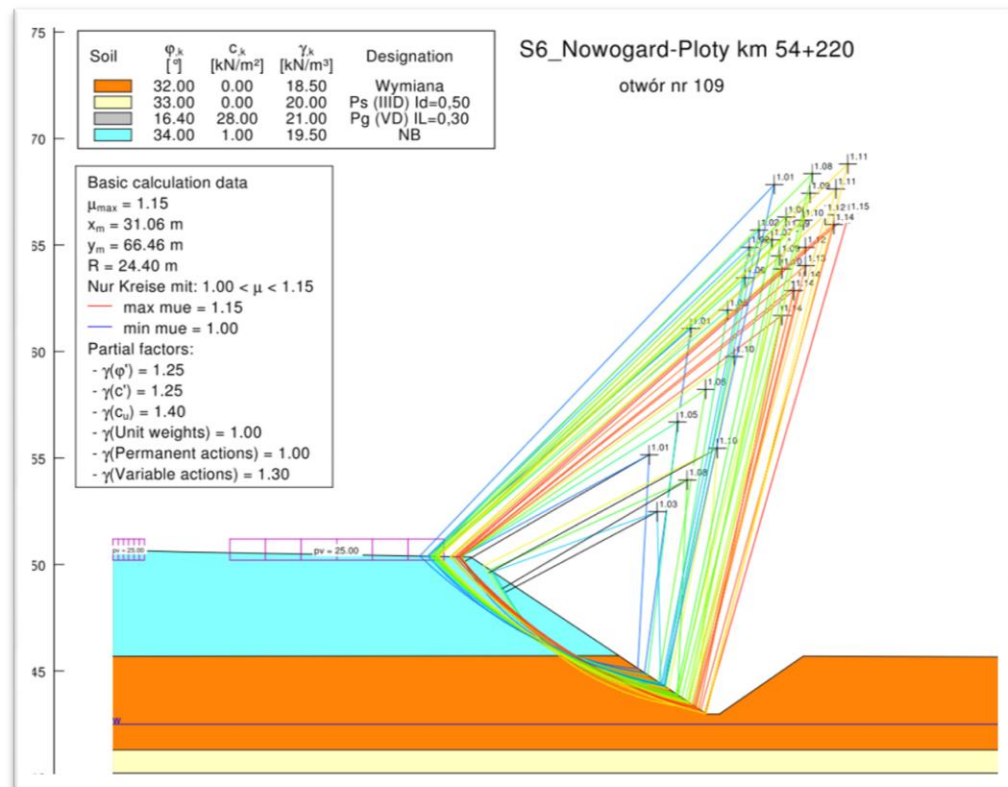
3.2. Wyciąg z obliczeń stateczności nasypów



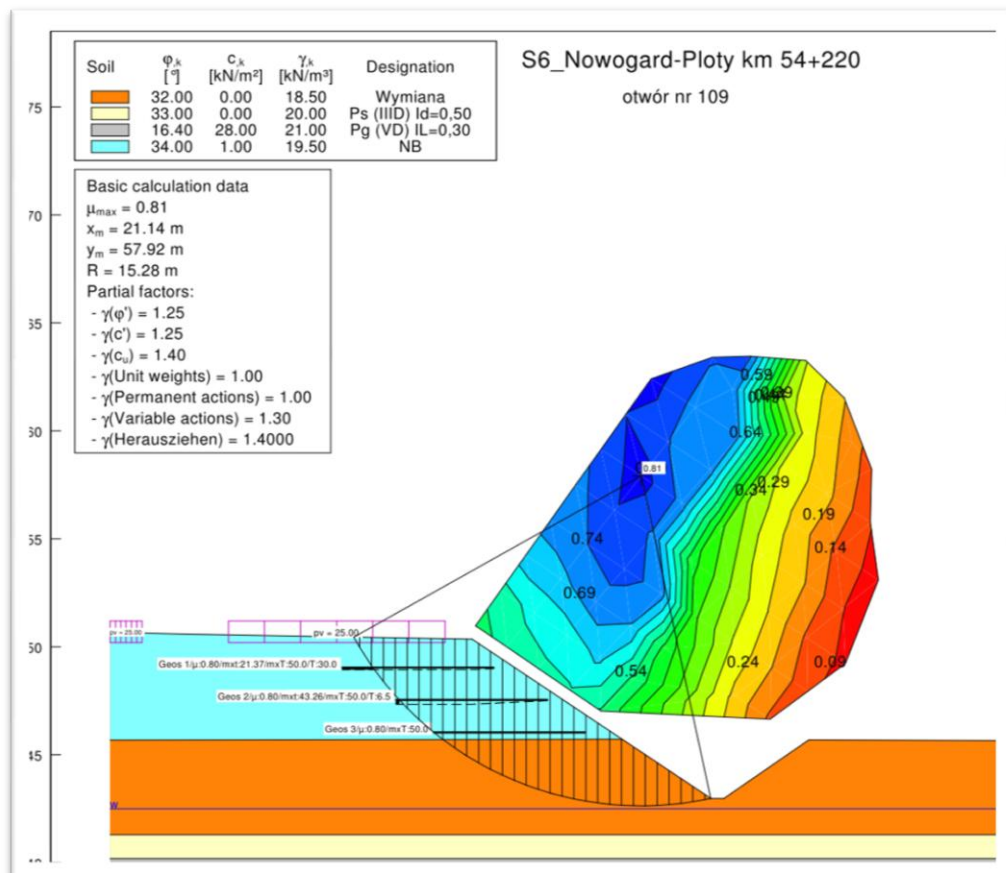
Rysunek 1 Nasyp z gruntu niespoistego w km 54+220 (skarpa lewa) – badanie nr 110 – bez zbrojenia



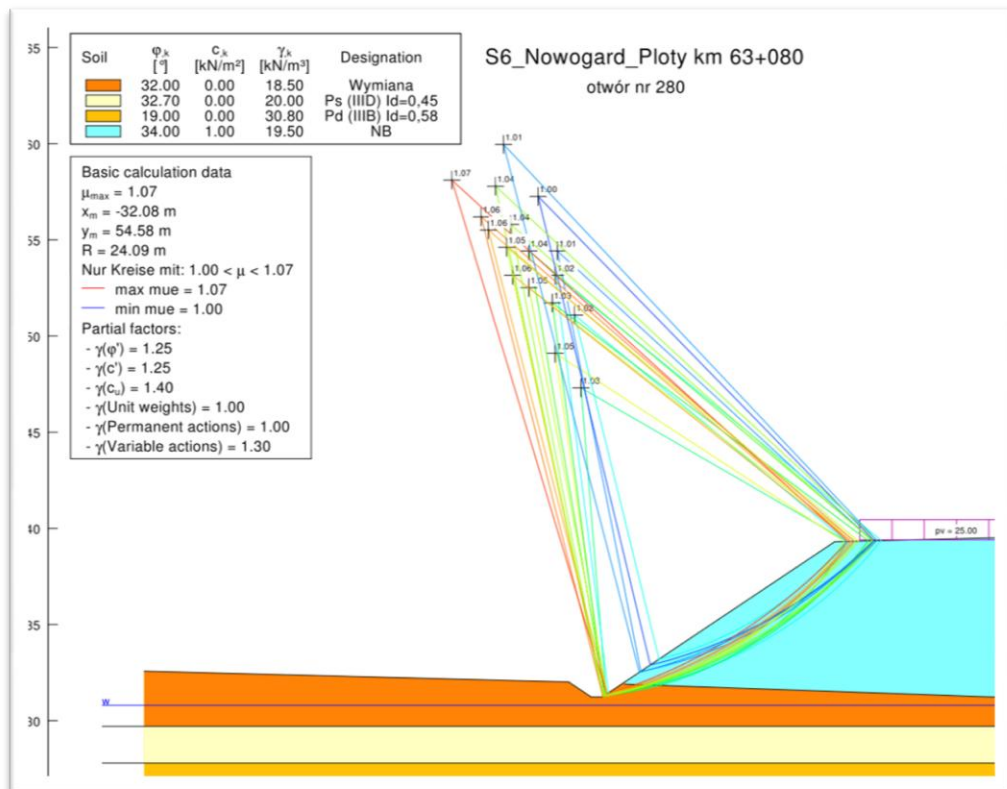
Rysunek 2 Nasyp z gruntu niespoistego w km 54+220 (skarpa prawa) – badanie nr 110 – ze zbrojeniem



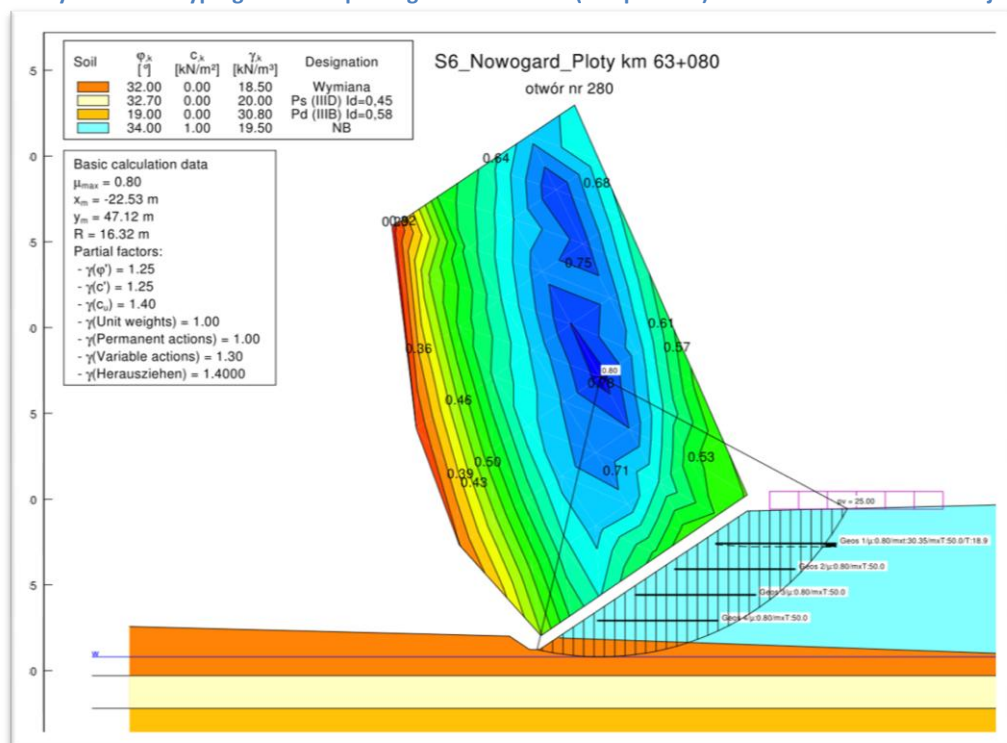
Rysunek 3 Nasyp z gruntu niespoistego w km 54+220 (skarpa prawa) – badanie nr 109 – bez zbrojenia



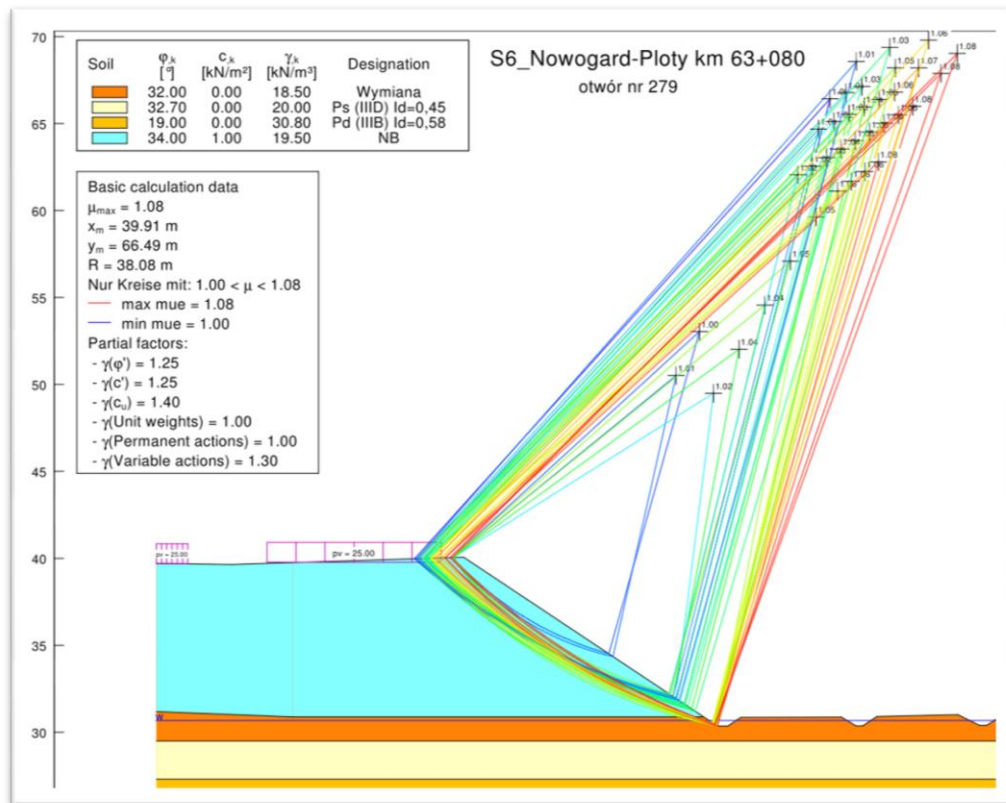
Rysunek 4 Nasyp z gruntu niespoistego w km 54+220 (skarpa prawa) – badanie nr 109 – ze zbrojeniem



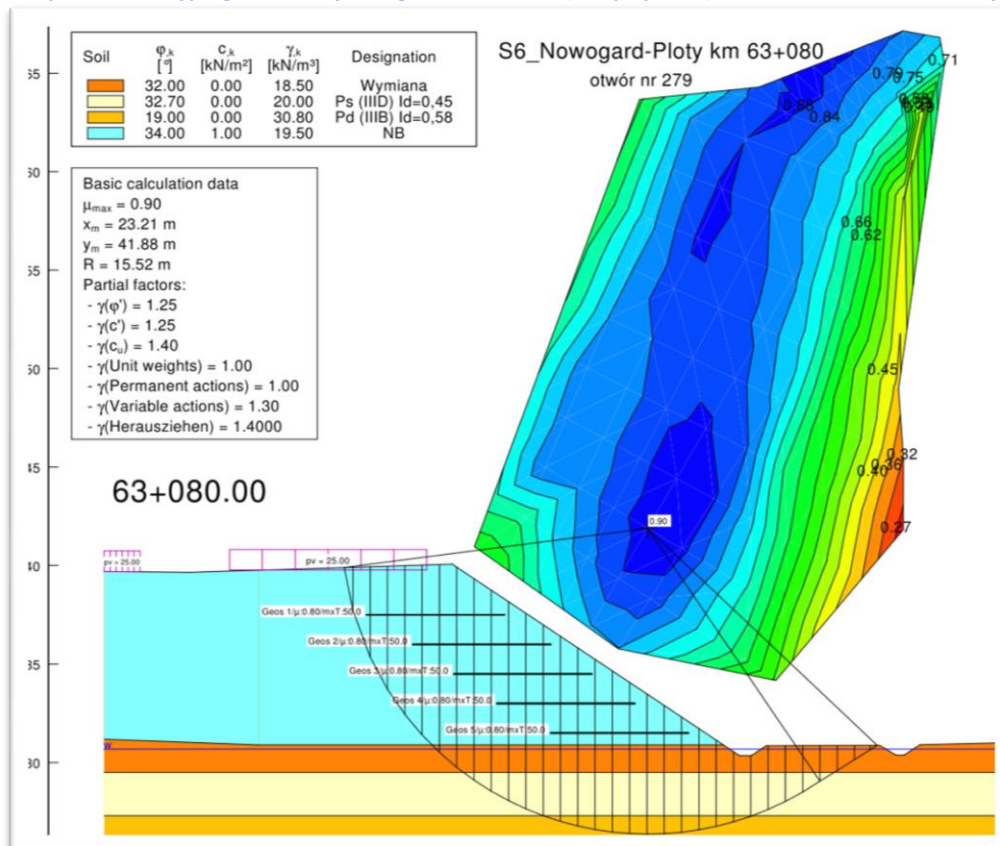
Rysunek 5 Nasyp z gruntu niespoistego w km 63+080 (skarpa lewa) – badanie nr 280 – bez zbrojenia



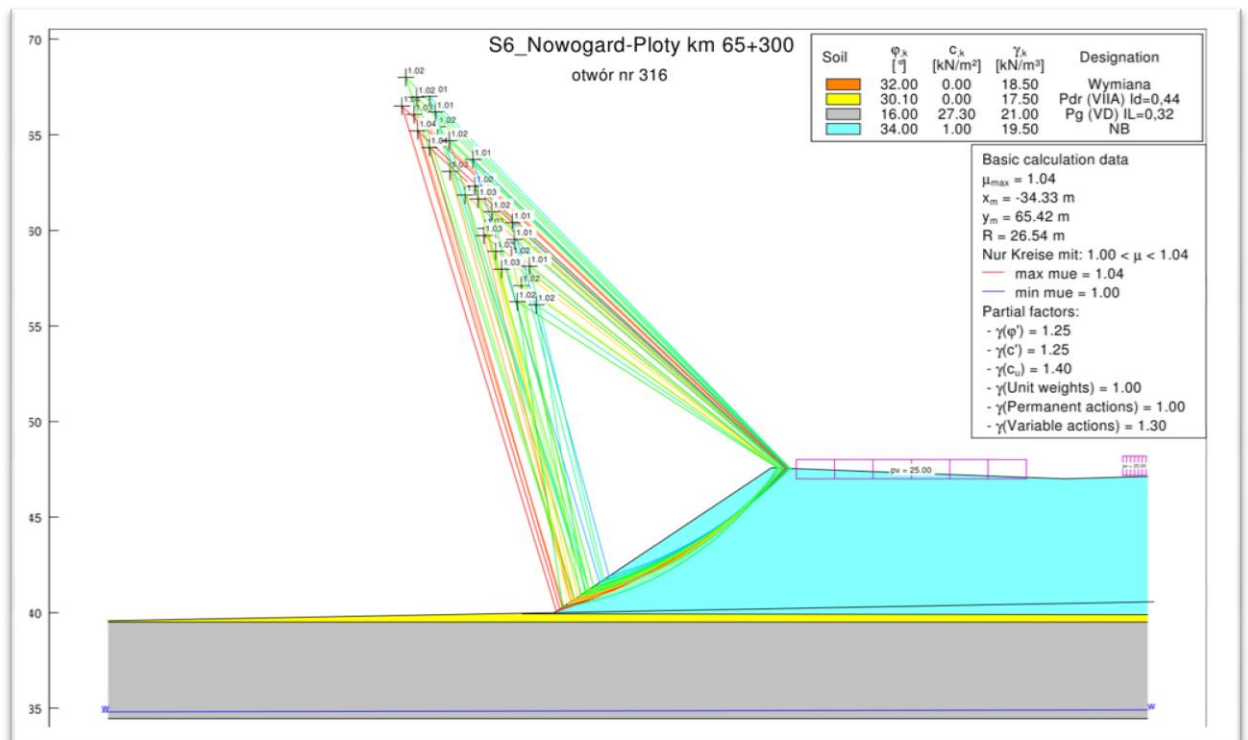
Rysunek 6 Nasyp z gruntu niespoistego w km 63+080 (skarpa lewa) – badanie nr 280 – zbrojona



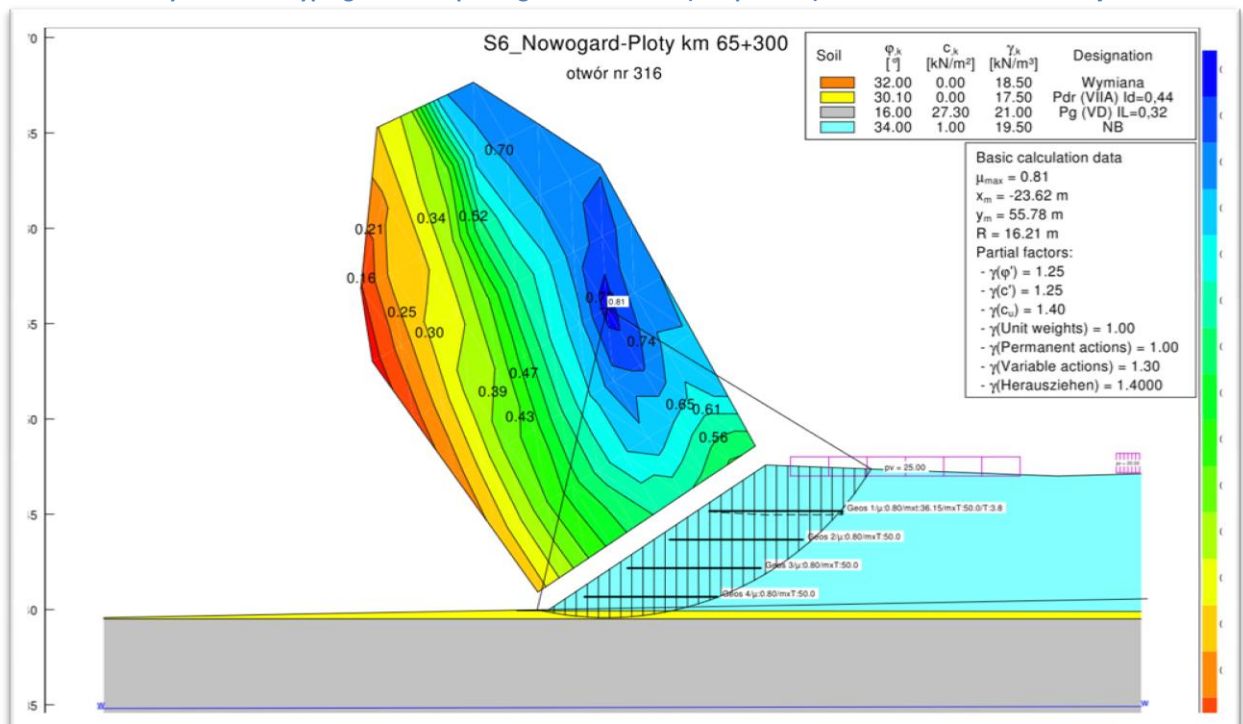
Rysunek 7 Nasyp z gruntu niespoistego w km 63+080 (skarpa prawa) – badanie nr 279 – bez zbrojenia



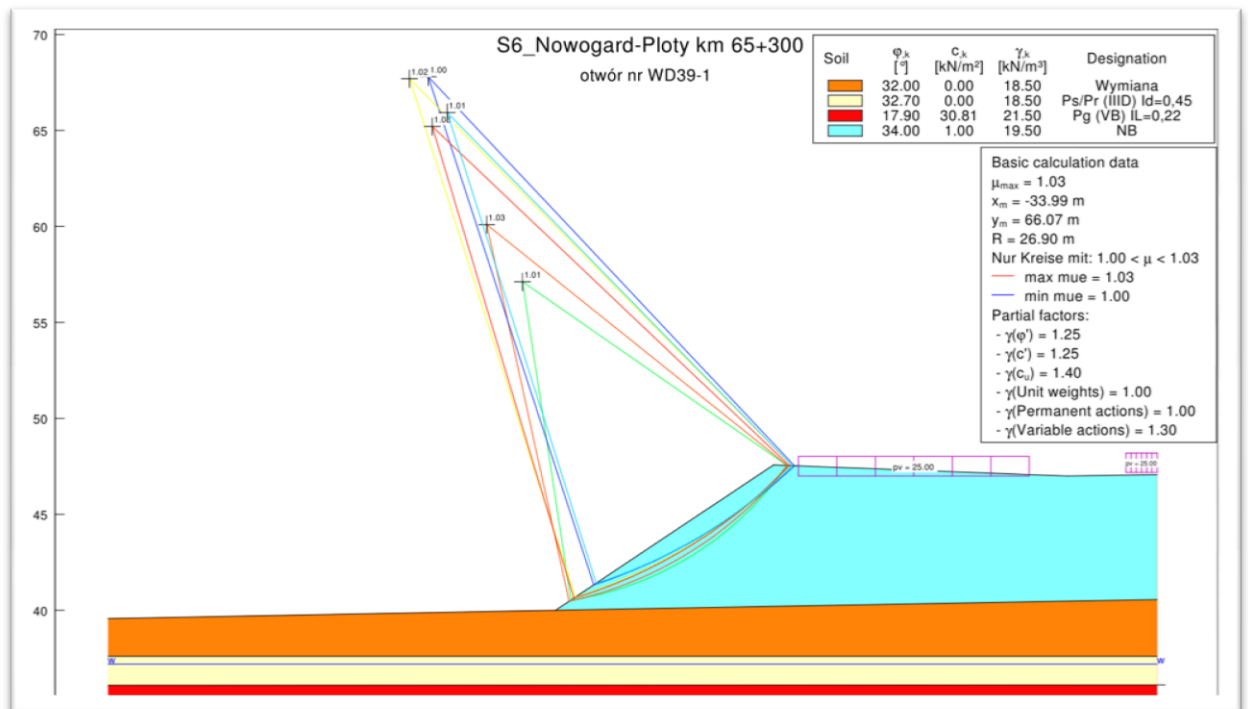
Rysunek 8 Nasyp z gruntu niespoistego w km 63+080 (skarpa prawa) – badanie nr 279 – zbrojona



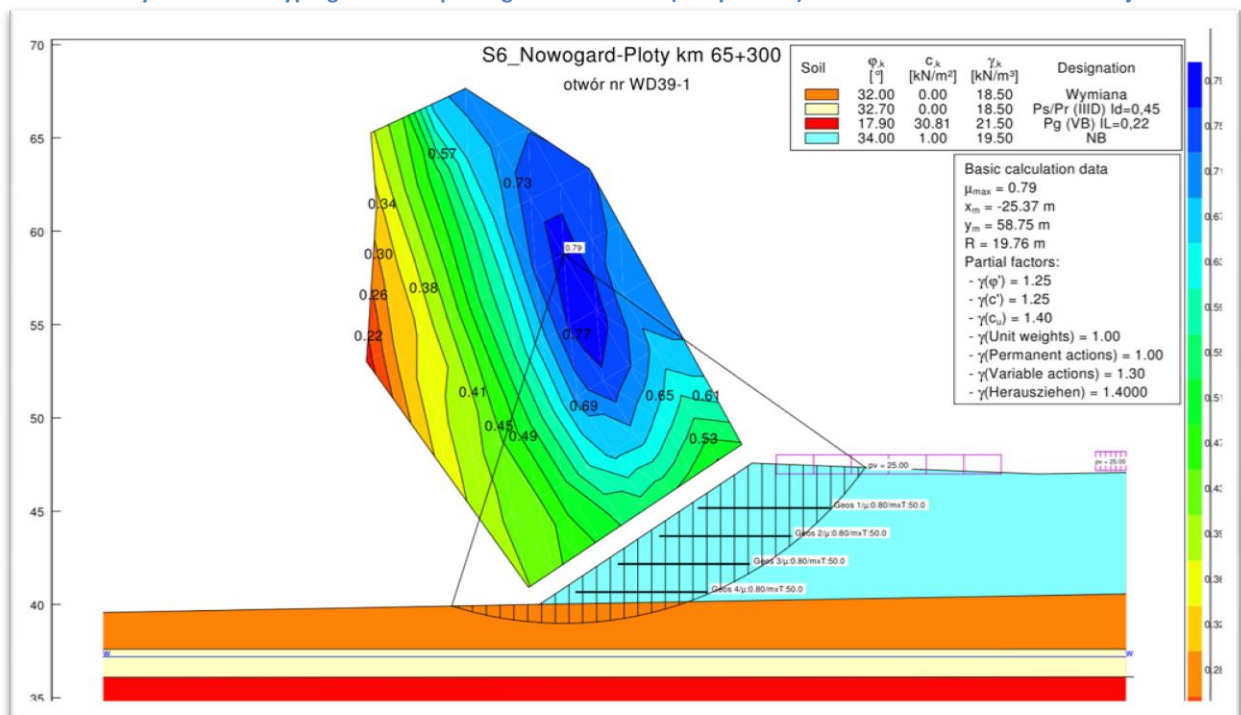
Rysunek 9 Nasyp z gruntu niespoistego w km 65+300 (skarpa lewa) – badanie nr 316 – bez zbrojenia



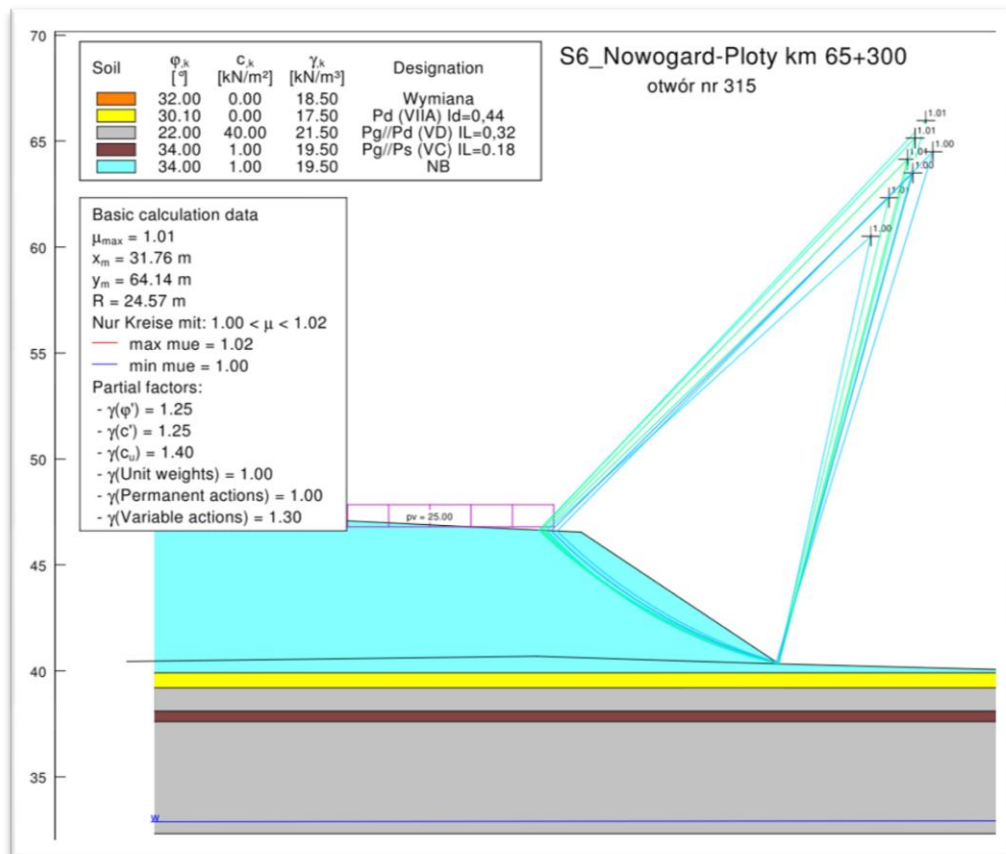
Rysunek 10 Nasyp z gruntu niespoistego w km 65+300 (skarpa lewa) – badanie nr 316 – zbrojona



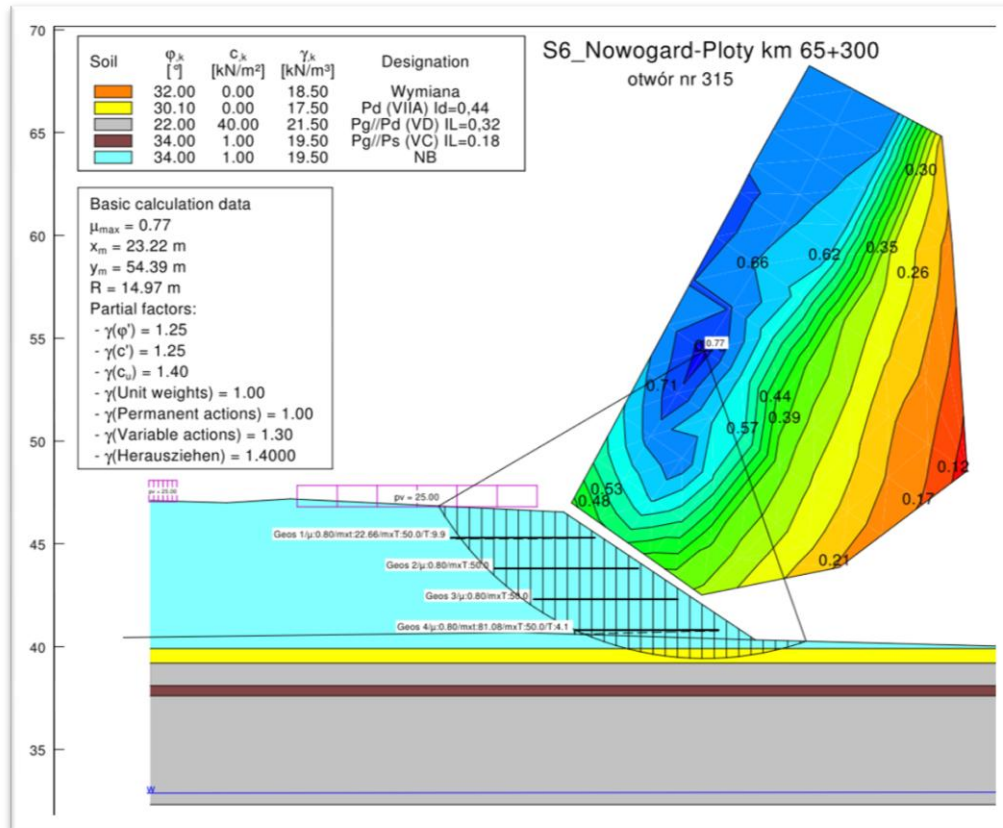
Rysunek 11 Nasyp z gruntu niespoistego w km 65+300 (skarpa lewa) – badanie nr WD39-1 – bez zbrojenia



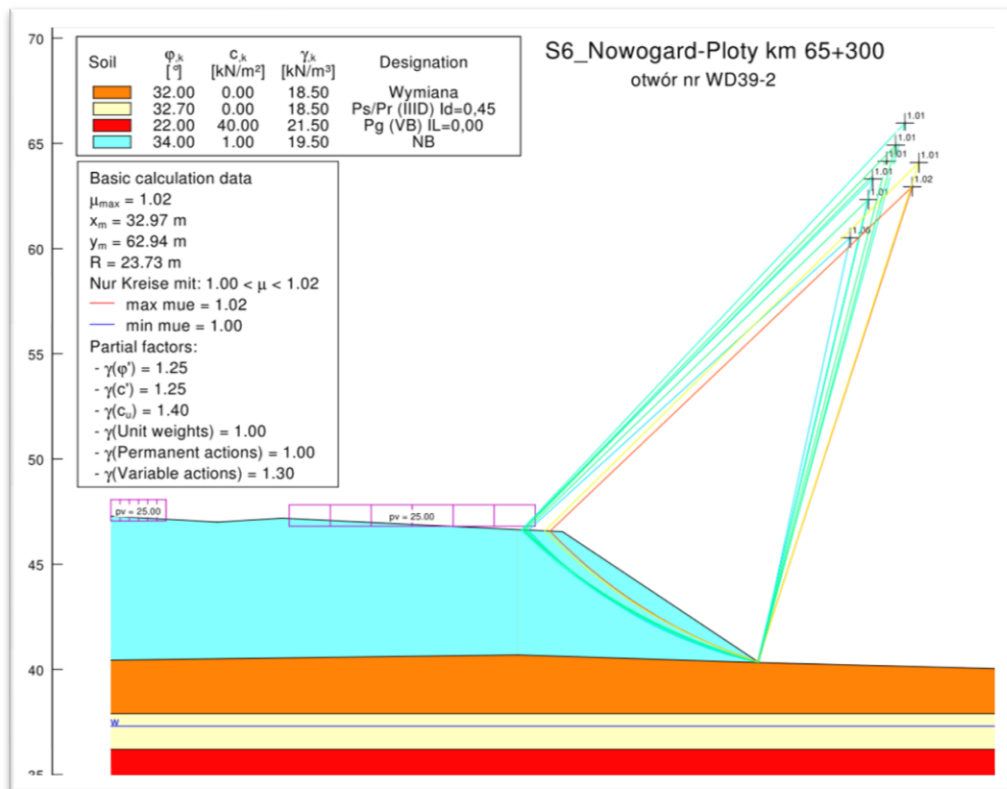
Rysunek 12 Nasyp z gruntu niespoistego w km 65+300 (skarpa lewa) – badanie nr WD39-1 – zbrojona



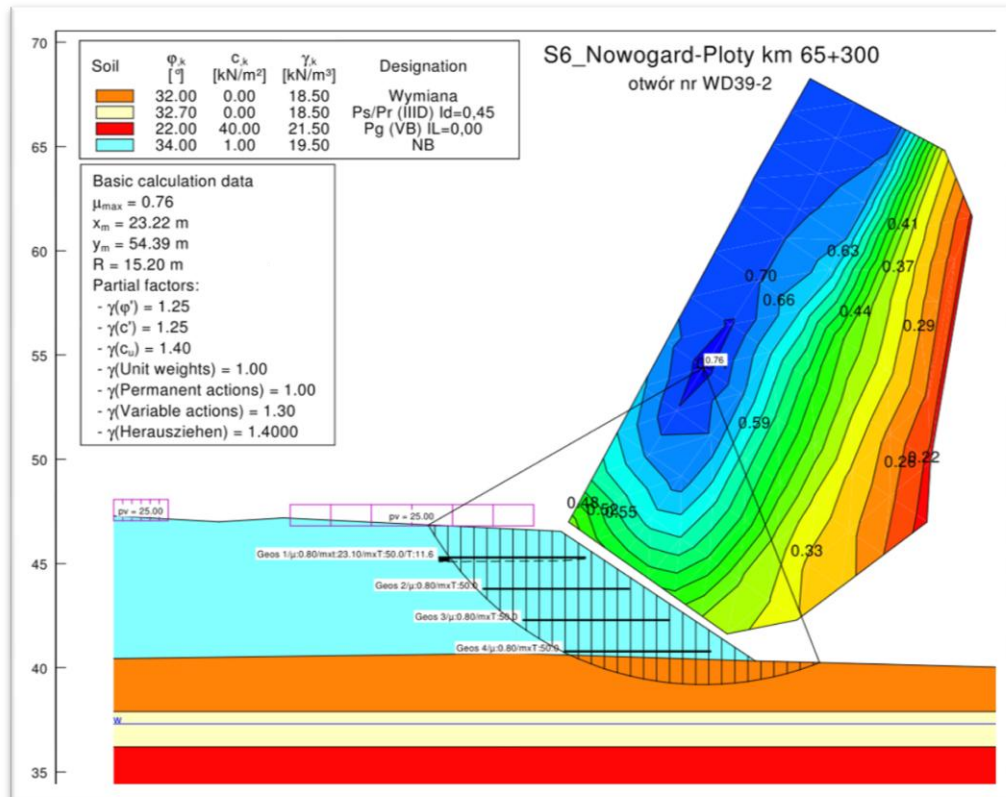
Rysunek 13 Nasyp z gruntu niespoistego w km 65+300 (skarpa prawa) – badanie nr 315 – bez zbrojenia



Rysunek 14 Nasyp z gruntu niespoistego w km 65+300 (skarpa prawa) – badanie nr 315 – zbrojona

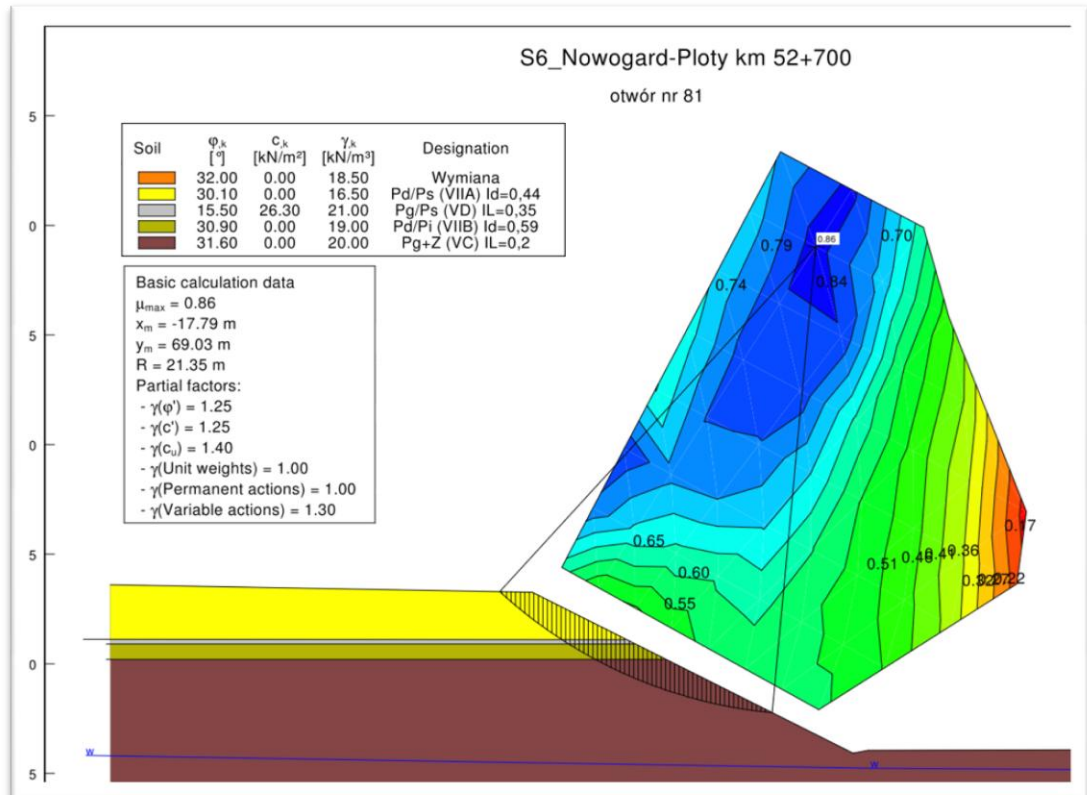


Rysunek 15 Nasyp z gruntu niespoistego w km 65+300 (skarpa prawa) – badanie nr WD39-2 – bez zbrojenia

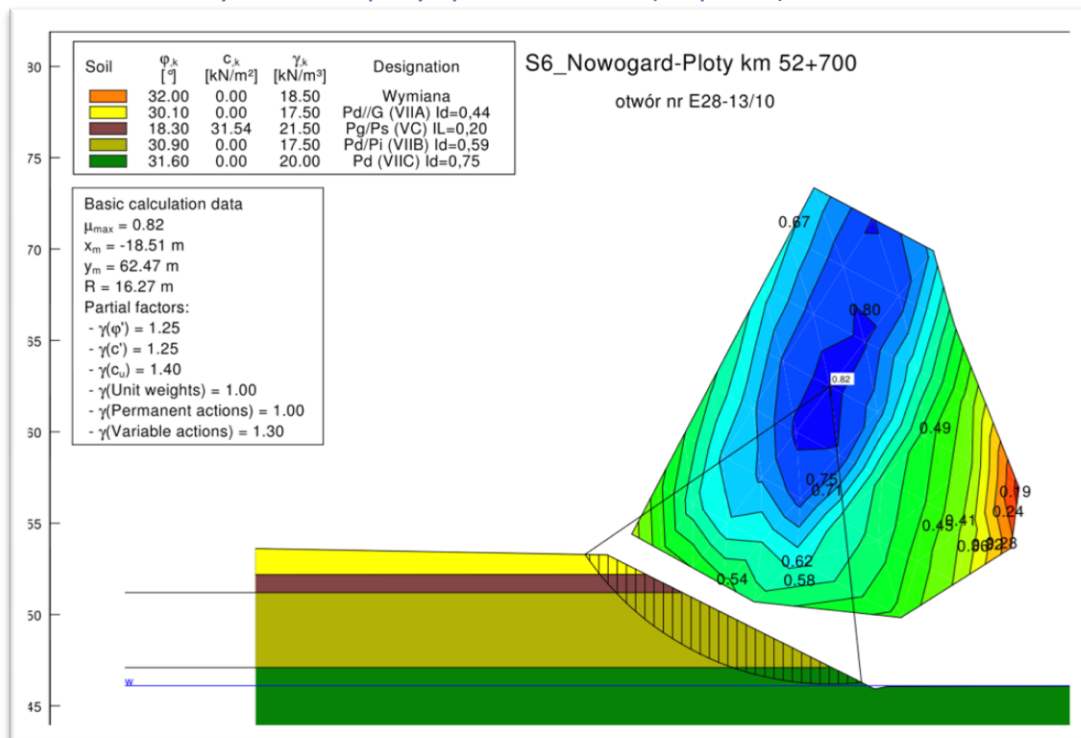


Rysunek 16 Nasyp z gruntu niespoistego w km 65+300 (skarpa prawa) – badanie nr WD39-2 – zbrojona

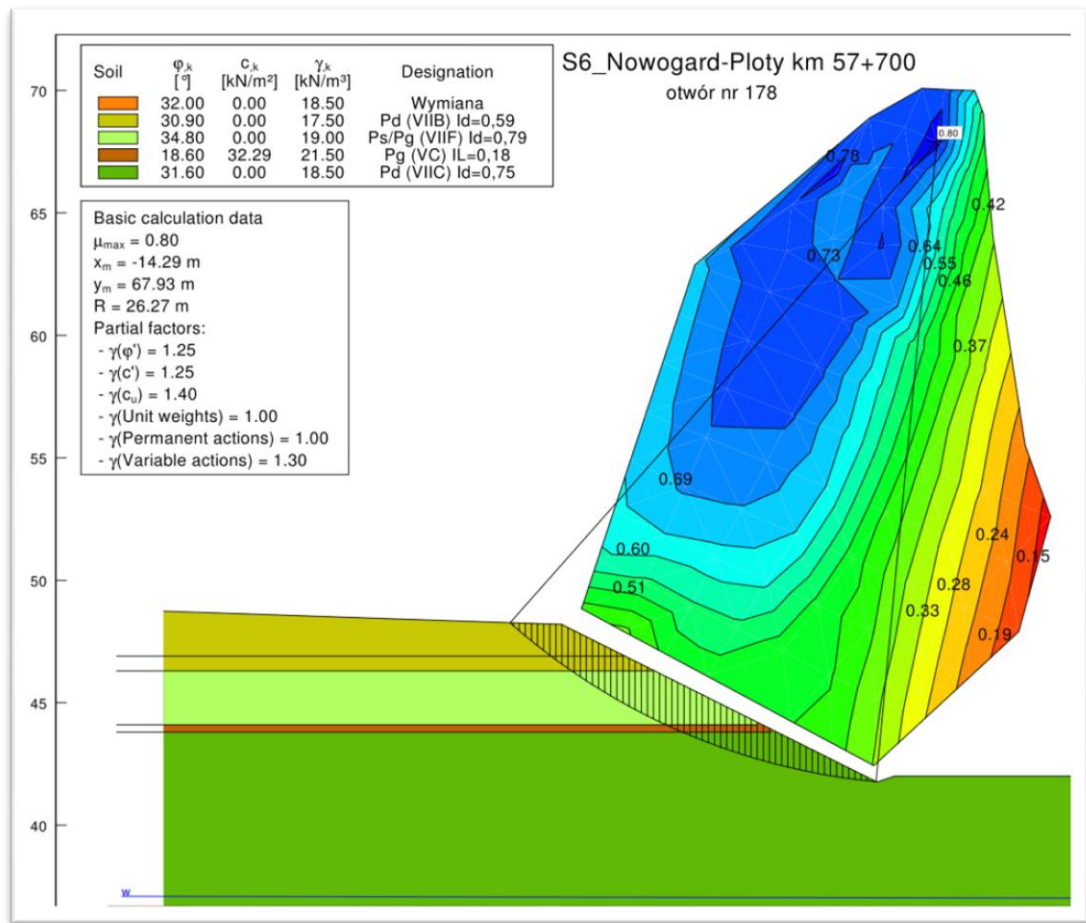
3.3. Wyciąg z obliczeń stateczności wykopów



Rysunek 17 Skarpa wykopowa w km 52+700 (skarpa lewa) – badanie nr 81



Rysunek 18 Skarpa wykopowa w km 52+700 (skarpa lewa) – badanie nr E28-13/10



Rysunek 19 Skarpa wykopowa w km 57+700 (skarpa lewa) – badanie nr 1