

- długość całkowita – 21,60 m

Obciążenie użytkowe dla konstrukcji przyjęto klasy A wg PN-85/S-10030

Zastosowano materiały:

- beton B45 dla ustroju nośnego i beton B30 dla podpór wg PN-91/S-10042
- stal zbrojeniowa miękka klasy A-I oraz A-III wg PN-91/S-10042

Obiekt D1(M)5 – Estakada w ciągu drogi ekspresowej S-69 nad szlakiem migracji zwierząt w km 45+569

Projektowana estakada usytuowana jest w ciągu projektowanego odcinka drogi ekspresowej S-69 Bielsko Biała – Zwardoń nad szlakiem migracji zwierząt. Estakada zapobiegnie przecięciu lokalnego ekosystemu projektowaną drogą.

Posadowienie obiektu projektuje się na palach wielkośrednicowych zagłębionych w skałę miękką. Pale muszą być wykonywane w osłonie rurowej z uwagi na intensywne wypływy wody gruntowej. Występować będą utrudnienia w wierceniu w żwirach, rumoszach gliniastych i skale miękkiej. Prowadzenie robót ziemnych (wykopy) będzie bardzo utrudnione z uwagi na występującą wodę gruntową.

Projektowany obiekt jest 6-cio przęsłową sprężoną estakadą żelbetową. Forma architektoniczna wiaduktu w postaci ustroju ciągłego o stałej wysokości i stosunkowo niewielkiej wysokości konstrukcyjnej pozwala na uzyskanie korzystnego wyglądu i dobrze wpisuje się w przyległy teren.

Projektowany przekrój poprzeczny obiektu (wyliczając od strony lewej – zgodnie z kilometrażem)

- | | |
|--|----------|
| - barieroporecz sztywna z gzymsem i bezpiecznikiem | - 0,80 m |
| - opaska | - 0,30 m |
| - pas awaryjny | - 2,00 m |
| - jezdnia (2 pasy ruchu x3,50 m) | - 7,00 m |
| - pas awaryjny | - 2,00 m |
| - przejście robocze | - 1,00 m |
| - bariera sztywna z ekranem akustycznym | - 0,42 m |
| | 13,52 m |

Spadek poprzeczny jezdni – zmienny od 5% do 2%, oraz 2%

Rozpiętość teoretyczna $L_t = 28,0 + 4 \times 36,0 + 28,0 = 200,0$ m

Całkowita długość (łącznie ze skrzydłami) $L_c = 225,0$ m

Obciążenie klasy A wg PN-85/S-10030, pojazd specjalny klasy 150 wg umowy standaryzacyjnej NATO (STANAG 2021).

Skrajnia dla dróg dojazdowych do urządzeń oczyszczających (drogi klasy D) – $H = 4,50$ m

Do wykonania wiaduktu przewidziano zastosowanie następujących podstawowych materiałów:

- beton ustroju nośnego – klasa B45
- beton słupów – klasa B40
- beton wypełnienia chodników – klasa B35
- beton przyczółków i fundamentów – klasa B30
- stal zbrojeniowa – klasa A-III
- stal sprężająca o wytrzymałości charakterystycznej $R_{VK} = 1860$ MPa

Obiekt D1(M)6 – Mur oporowy wzdłuż drogi ekspresowej S-69 w km 45+710,00 – 46+062,00

Zaprojektowano 3 mury oporowe po obydwu stronach drogi ekspresowej S-69

- mur oporowy z gabionów po stronie lewej drogi S-69 w km 45+710,00 – 45+779,00
długości 70,00 m

- mur oporowy z gabionów po stronie prawej drogi S-69 w km 45+778,00 – 45+850,00 długości 72,0 m (wzdłuż projektowanej drogi S-69 i istniejącej DK 69)
- mur oporowy z gabionów po stronie lewej drogi S-69 w km 45+855,00 – 46+062,00 długości 210,0 m, wzdłuż drogi ekspresowej i potoku Roztoka (po regulacji)

Projektowane mury oporowe podtrzymują nasyp drogi ekspresowej S-69 i zabezpieczają istniejącą DK 69 i potok Roztoka.

Projektowany mur oporowy wykonany będzie z koszy kamiennych - gabionów posadowionych bezpośrednio lub na kolumnach z cementogruntu. Mur od strony prawej dochodzi do projektowanego przyczółka estakady – obiektu D1(M)6.

Projektowany mur oporowy ma zmienną wysokość, dostosowaną do zmiennej wysokości skarpy nasypu, harmonizował będzie z otaczającą go leśną przyrodą.

Projektowany mur oporowy od strony prawej pozwala na wykonanie go bez rozkopu istniejącej drogi, a po stronie lewej umożliwia wykonanie regulacji potoku Roztoka.

Przyjęte rozwiązanie minimalizuje roboty ziemne oraz zabezpiecza warstwy gruntu IVb przed pęcznieniem i rozmakaniem pod wpływem opadów i wody gruntowej.

Podstawowe parametry obiektu:

- całkowita długość muru oporowego $L = 70 + 72 + 210 = 352,0$ m
- wysokość muru liczona jest zmienna i wynosi 1-8,0 m

Obciążenie użytkowe naziomu występuje na całej długości muru, przyjęto obciążenie użytkowe klasy A wg PN-85/S-10030.

Zastosowano podstawowe materiały:

- siatka stalowa na kosze zabezpieczona powłoką z Plastik
- kruszywo łamane lub otoczakowe ze skał twardych
- geowłóknina techniczna z włókien ciągłych
- zaczyn cementowy marki CEM III/A, 32.5 (do wzmocnienia gruntu)

Konstrukcję projektowanego muru oporowego stanowią kosze stalowe wypełnione kruszywem, posadowione na kolumnach z cementogruntu.

W pierwszej kolejności należy wykonać regulację potoku Roztoka. Następnie należy przeprowadzić roboty przy wzmocnieniu podłoża gruntowego.

Roboty należy prowadzić na terenie przystosowanym do pracy ciężkiego sprzętu.

Po ukończeniu wzmocnienia gruntu możliwe będzie wykonanie murów oporowych, a następnie drogi S-69 i rowów przy murach oporowych.

Kolumny z cementogruntu wykonane zostaną wiertnicą z zamontowaną na niej końcówką mieszającą. Kosze kamienne wykonuje się maszynowo lub ręcznie.

3. OPIS POŁOŻENIA GEOGRAFICZNEGO

3.1. Lokalizacja

Morfologicznie jest to fragment Beskidu Żywieckiego, rozczłonkowanego doliną potoku Roztoka i jego bocznych dopływów na szereg podrzędnych garbów. Oprócz koryta głównego, dno doliny potoku Roztoka jest rozcięte płytko (~ 1,0m) korytami dwóch cieków lewobocznych dopływów oraz jednego prawobocznego.

Warstwa geotechniczna VI – stanowi spąg zbadanego podłoża. W jej skład wchodzi silnie zaburzona tektonicznie i bardzo spękana lita skała miękka (warstw VIa) oraz lita skała twarda (warstwa VIb).

Warstwa geotechniczna VI a – dominuje w badanym terenie. Obejmuje kompleksy łupków, łupkowo-piaskowcowe i piaskowcowo-łupkowe. Stwierdzono je w otworach: nr 28-31, 36-38, 11/D, 49-52, 21/D, 22/D, 24/D i 25/D na głębokości od 2,5 m (na stoku) do 8,6 m (w dnie doliny). Wytrzymałość na ściskanie $R_c < 5000$ kPa.

Warstwa geotechniczna VI b – w jej skład wchodzi lita skała twarda obejmująca piaskowce średnio i gruboławicowe. Została stwierdzona w rejonie otworu nr 18/D na głębokości 4,0m.

7. WARUNKI GEOTECHNICZNE

Trasa drogi ekspresowej S-69 zlokalizowana została głównie w dolinie potoku Róztoka, miejscami bardzo podmokłej, a lokalnie na zboczu i w dolnej części stoku. Lokalizacja w dnie doliny koliduje w wielu miejscach z obecnym korytem potoku, o brzegach niszczonych erozją boczną potoku, - podcinanych. Na niektórych odcinkach zagrożona jest istniejąca droga, obecnie zabezpieczona zwałami nasypów. Dlatego przed przystąpieniem do budowy konieczne jest wykonanie projektowej regulacji potoku i wyrównanie starego koryta np. gruntami żwirowymi (warstwa IVa – IV c) pochodzącymi z budowy nowego koryta. Konieczne jest również osuszenie terenów podmokłych i ujęcie źródeł i wycieków do km 45+450 droga ekspresowa prowadzona będzie w nasypie o wysokości do 3,0 m., jedynie na odcinku w km 45+200 – 46+000, gdzie została wyniesiona ponad otaczający teren dla budowy estakady nad szlakiem migracji zwierząt, zgodnie z ustaleniami dokonanymi ze stowarzyszeniami ekologicznymi. Warunki geologiczno-inżynierskie wzdłuż projektowanej drogi głównej, w rejonie obiektów mostowych oraz w rejonie projektowanego przełożenia koryta potoku Róztoka są złożone i zróżnicowane. Obrazują to przekroje geologiczno-inżynierskie oraz profile.

Dla przestrzennego przedstawienia zróżnicowanych i na ogół niekorzystnych warunków geologiczno-inżynierskich, wykonano mapę oceny warunków geologiczno-inżynierskich na mapie dokumentacyjnej. Na mapie przedstawiono warunki geologiczno-inżynierskie w stropie podłoża (pod glebą i niebudowlanymi nasypami) z uwzględnieniem głębszego podłoża. Wydzielono dwa główne obszary:

A. obszar dna doliny róztoka:

A₁ – o względnie korzystnych warunkach geologiczno-inżynierskich

A₂ – o mało korzystnych z podmokłościami

Są podścielone zwietrzelinami gliniastymi warstw Va i Vb stwierdzonymi na głębokości 1,80 – 3,7 m i przechodzącymi na głębokości 6,0m w litą skałę miękką warstwa VIa. Woda gruntowa występuje na głębokości 0,6 – 1,0m, tylko lokalnie może wystąpić głębiej.

Wymienia się stropową warstwę słabonośnych gruntów do głębokości śr. 1,0m na grunty niespoiste o $CBR > 25$ o $U > 5$, $W_p > 35$ tzn. mieszanką niesortowaną 0/31,5mm, grunty do wymiany wbudowuje się po ułożeniu warstwy geowłókniny o $R_r > 20 \text{ kN/m}$ w obu kierunkach o właściwościach separacyjnofiltrujących. Od strony napływu wód gruntowych pod projektowanym rowem prawym zaprojektowano wykonanie sączka podłużnego z rur PVC $\phi 100 \text{ mm}$ perforowanego.

Sączek ten prowadzony będzie na głębokości 1,0m od dna rowu prawego, a odprowadzony zostanie do studni kontrolno-wysadowych i następnie do kanalizacji.

Odcinek w km 44+970 – 45+500 (obszar B₁ i B₂), miejscami stok jest podcięty stromym zboczem doliny o wysokości do 4,0m. W podłożu pod warstwą gleby 0,2m, zalegają do głębokości 1,0 0 1,7m grunty spoiste wysadzinowe warstw IIb i IIc. Głębsze podłoże stanowią grunty warstw geotechnicznych IIa, IIc, IIIa, IIIb, IVa, Ivb sięgające do głębokości 1,9 – 5,0m. Są one podścielone zwietrzelinami warstwy Va i Vb oraz skałą litą warstwy VIa i VIb. Sączenia wód grawitacyjnych (wsiakowych) stwierdzono w strefie głębokości 1,2 – 2,0m, a lokalnie płycej. Stropowe grunty spiste są narażone bezpośrednio na wpływy opadów atmosferycznych, po nawilgoceniu może nastąpić ich uplastycznienie.

Przewidziano wymianę gruntów j.w. do głębokości 1,0 m, na ułożonej j.w. warstwie geowłókniny separacyjno – filtrującej oraz ułożeniu sączka podłużnego $\phi 100$ z PVC od strony napływu wód. W przypadku stoku o pochyleniu $> 20\%$, należy wyciąć w gruncie odpowiednie stopnie celem zabezpieczenia go przed zsuwaniem. Na odcinku przylegającym (na początku i końcu estakady) tj. w rejonie km 45+500 – 45+750 (obszar A1 i A2) w podłożu pod glebą 0,2 m występują grunty wysadzinowe warstwy IIc, a miejscami IIb sięgającymi do głębokości 0,6 – 1,8 m. Głębiej są grunty warstw IIIa, IIIb i IVb. Są one podścielone na głębokości 3,0 – 4,7 m zwietrzelinami warstw Va i Vb oraz litą skałą miękką - warstwy VIa. Woda gruntowa występuje głębiej niż 1,0 m. Stropowe grunty są narażone na wpływ opadów atmosferycznych. Przewidziano wymianę gruntów do głębokości 1,0m, na wcześniej ułożonej geowłókninie j.w., oraz wykonanie sączka podłużnego pod rowem prawym na odcinku do projektowanej estakady tj. do km ~ 45+450.

Dla odcinka końcowego w rejonie km 45+750 – 46+200 (obszar A₃), droga usytuowana jest wzdłuż istniejącej drogi w dolinie rozciętej korytem potoku Roztoku o brzegu bardzo krętym, z erozją boczna zagrażającą istniejącej drodze. W podłożu drogi zalegają wysadzinowe grunty warstw II a i IIc sięgające do głębokości 0,6 – 1,4m, a lokalnie grunty wątpliwe warstwy IV a. Głębiej występują głównie grunty warstw geotechnicznych IVa i IVb.

Są podścielone zwierzelinami warstwy Va i Vb na głębokości 1,4 – 4,7m i litą skałą miękką warstwy VIa. Woda gruntowa jest na głębokości 1,20 – 2,0 m. Przed wykonaniem nasypów musi być wykonana regulacja koryta potoku przez budowę nowego a wyrównanie starego. W miejscu nasypu drogowego stare koryto należy wypełnić odpowiednim gruntem tak zagęszczonym aby miał takie same właściwości jak grunt przyległy.

b) Obiekty inżynierskie

D1(M)1 Przejście podziemne w km 44+315 wraz z pochylnią i murem podporowym.

Podłoże jest uwarstwione, pod warstwą gleby i nasypów występują grunty średnioślabe warstw Ib, IIa i IIb z ciągłą warstwą o miąższości 18 – 3,3m gruntów słabonośnych warstwy geotechnicznej Ia, na głębokości 1,2 – 5,0m. Skała miękka warstwy III występuje na głębokości 6,7 – 8,5 m.

Intensywne wypływy wody gruntowej występują w strefie głębokości 3,2 – 7,2m, lokalnie na głębokości 5,5m wystąpiła woda gruntowa o charakterze wody wsiąkowej o niezbyt intensywnym sączeniu.

Posadowienie fundamentów przejścia podziemnego dla pieszych powinno nastąpić na gruntach średnioślabe warstwy IIb lub płycej na warstwie podsypki piaszczysto-żwirowej zagęszczonej o odpowiedniej grubości.

Zwraca się uwagę na intensywne wypływy wody w strefie głębokości 4,5 – 7,2m, które będą utrudniały wykonanie wykopów. Nie wolno dopuścić do zawodnienia dla wykopów wodami opadowymi jak i z ewentualnych sączeń.

D1(M)3 – Most nad potokiem Roztoka w km 0+085,37 w ciągu drogi gospodarczej nr 2.

W podłożu (otwory 28-31) pod glebą i lokalnie pod gruntami warstwy geotechnicznej IIc na głębokości 0,2 – 0,8 zalegają żwiry gliniaste warstw IVa – Ivc sięgające głębokości 1,5 – 3,5m. Są one podścielone zwierzelinami gliniastymi warstw Va – Vb. Spąg podłoża stanowi lita skała miękka – warstwa VIa stwierdzona na głębokości 5,0 – 8,0 m.

Woda gruntowa znajduje się w kompleksie żwirów na głębokości 0,7 – 3,3m.

D1(M)4 – Most nad potokiem Czarnym w ciągu drogi ekspresowej S-69 w km 44+618,68.

W podłożu pod glebą i lokalnie pod gruntami warstwy IIa, tj. na głębokości 0,2 – 0,7 m zalegają żwiry gliniaste i rumosze gliniaste warstw IVa-IVc sięgające do głębokości 2,7 – 3,8m. Są one na ogół podścielone gruntami warstwy geotechnicznej IIIb dochodzącymi do głębokości 3,8 – 5,5m. Głębsze podłoże to zwierzelina – warstwy geotechniczne Va i Vb, a spąg lita skała miękka – warstwa geotechniczna VIa na głębokości 6,0 – 7,5 m.

Woda gruntowa występuje w kompleksie żwirów na głębokości 1,2 – 2,3m i lokalnie w iłach – warstwy IIIb na głębokości 5,2m. Woda nie jest agresywna do betonu z cementu portlandzkiego.

D1(M)5 i D1(M)6 – estakada w ciągu drogi ekspresowej S-69 nad szlakiem migracji zwierząt w km 45+569 i mury oporowe po obydwu stronach drogi ekspresowej S-69 o łącznej długości 352,0m.

Warunki gruntowe dla projektowanych obiektów złożone – podłoże jest uwarstwione. Pod warstwą gleby bądź nasypów występują zróżnicowane grunty warstw geotechnicznych I-II podścielone na 2,0 – 9,1 m. zwietrzelinami gliniastymi warstwy geotechnicznej III, a głębiej kamienistymi zwietrzelinami, skały łupka i piaskowca.

Woda gruntowa występuje w utworach rzecznych - żwirach glinaistych w strefie głębokości 0,8 – 2,8m ppt oraz z postaci wypływów o zmiennej intensywności wśród glin z domieszką okruchów skał w strefie głębokości 1,5 – 5,0m ppt. Woda gruntowa wykazuje cechy agresywności węglanowej w stopniu $la_2 - ma$, kwasowej $la_2 - la_1$ oraz łagującej la_1 w stosunku do betonu.

Przy posadowieniu pośrednim estakady – pale powinny być oparte na litej skale miękkiej, zwraca się uwagę na silne zwietrzenie i spękanie stropu skały litej.

Prowadzenie robót ziemnych – wykopów będzie bardzo utrudnione z uwagi na występujące w osadach rzecznych wodę gruntową, często o zwierciadle ciągłym. Woda ta powinna być odcięta ściankami szczelnymi zagłębionymi w zwietrzelinach.

Regulacja potoku Róztoka.

Otworki nr 1p – 7p, stwierdzono w nich, że w podłożu projektowanego koryta i do głębokości 3,0 m wystąpią zróżnicowane grunty od spoistych (w-wy IIa – IIc) z wkładkami namulów gliniastych (w-wa I), poprzez ły (warstwa geotechniczna IIIb) do żwirów gliniastych (w-wy IVa – IVc) i lokalnie zwietrzelin (warstwy geotechniczne Va, Vb) stwierdzonych na głębokości 2,7 – 2,9 m.

W dnie koryta będą przeważały grunty żwirowe, a takie na niektórych odcinkach w rejonie otworu 3p mogą wystąpić grunty spoiste a nawet ły. Przewiduje się umocnienie dna narzutem kamiennym.

Woda gruntowa w kompleksie żwirów następuje płytko, bo na głębokości 0,6 – 0,8m. Jest prawdopodobne wykonanie wykopów z zastosowaniem ścianek szczelnych.

8. WNIOSKI I ZALECENIA.

8.1. Trasa drogowa

Na przedmiotowym odcinku, trasa drogi prowadzona będzie w nasypach. Nasypy i wymianę gruntów wykonać z mieszanki niesortowanej gruntów niespoistych 0/31,5mm o wskaźniku różnoziarnistości $U > 5$, wskaźniku piaskowym $WP > 35$ i zawartości frakcji 0,075mm mniejszej niż 7%.

Nasypy te wykonać z w/w mieszanki zgodnie ze specyfikacją GDDKiA w Warszawie – 1.02.00.00. Dla górnej warstwy do głębokości 2,0m wskaźnik zagęszczenia $I_s \geq 1,0$, a dla warstw poniżej 2,0m $I_s \geq 0,97$. W bliskim otoczeniu budowy nie ma obecnie czynnych zakładów i kopalni eksploatujących materiały do budowy korpusu drogowego o wymaganych parametrach. Czynne kopalnie surowców skalnych „Wisła” S.A. znajduje się w odległości około 30 km w Wiśle Gahurze. Roboty ziemne powinny być poprzedzone wykonaniem regulacji koryta potoku Roztoka i jego dopływów oraz wykonaniem rowu prawego i sączka podłużnego pod tym rowem dla przejęcia napływającej wody od strony prawej północnej, zapobiegając w ten sposób podtopieniom.

Po usunięciu humusu i gruntów organicznych oraz wykonaniu częściowej wymiany gruntów w podłożu można wykonać nasypy z gruntów dowiezionych oraz z gruntów miejscowych po przesuszeniu do wilgotności optymalnej. W czasie wykonania robót ziemnych należy się liczyć z koniecznością ujęcia podzboczowych wypływów wody i jej odprowadzenie szczelnym korytem.

3.2. OBIEKTY INŻYNIERSKIE.

Wszystkie obiekty inżynierskie wykonywane będą przy złożonych warunkach gruntowych. Uwzględnić również należy, że w okresie roztopów wiosennych i po długotrwałych opadach, woda gruntowa o charakterze wody wsiąkowej wystąpi na całym obszarze budowy i w większych ilościach. Nie wolno dopuścić do zawodnienia dna wykopów fundamentowych wodami opadowymi oraz z sąsiedztwa. Występujące łupki są łatwo rozmakające, a zwietrzeliny gliniaste są pęczniejące.

Dla obliczenia nośności pali, wartości jednostkowego granicznego oporu gruntu pod podstawą pala (q) oraz jednostkowego granicznego oporu gruntu wzdłuż poboczniczy pola (t) należy przyjmować z tablic nr 1 i 2 normy PN-83/B- 02482.

Możliwości wiercenia pali i uwagi na temat wiercenia:

- pale wiercone w rurach członowych – intensywne wpływy wody gruntowej w osadach czwartorzędowych
- utrudnienia w wierceniu w żwirach i rumoszach gliniastych

Wskazane jest posadowienie murów oporowych [D1(M)6] na zwietrzelinach gliniastych w stanie twardoplastycznym i półzwałym poniżej nawodnionych osadów rzecznych.

Wykonanie wykopów będzie utrudnione z uwagi na występujące w osadach rzecznych wody gruntowe (w żwirach o zwierciadle ciągłym). Woda ta powinna być odcięta ściankami szczelnymi zagłębionymi w zwietrzelinach, wykonanie ścianek będzie bardzo utrudnione z uwagi na rumosze i żwiry.