

Spis treści do opisu technicznego

1. Przedmiot opracowania.	2
2. Rozwiązania techniczne.	2
2.1. Schemat obliczeniowy	2
2.2. Technologia wykonania korpusu nasypu	3
2.3. Zbrojenie konstrukcji nasypu	3
2.4. Zabezpieczenie skarp nasypu	5
2.5. Wymiarowanie zbrojenia	6

1. Przedmiot opracowania

Przedmiotem opracowania jest projekt wzmocnienia podłoża gruntowego, korpusu oraz zabezpieczenia skarp nasypu przed erozją dla budowanego obejścia m. Drezdenko na odcinku od skrzyżowania z drogami wojewódzkimi nr 156 i 169 do skrzyżowania z droga wojewódzką nr 181.

Początek projektowanego odcinka znajduje się w km 0+000,00. Koniec projektowanego odcinka znajduje się w km 6+269,38.

2. Rozwiązania techniczne.

2.1 Schemat obliczeniowy.

Zgodnie z obowiązującymi w Polsce „Wytycznymi wzmacniania podłoża gruntowego w budownictwie drogowym” (Zarządzenie nr 8), wartość globalnego współczynnika stateczności konstrukcji dla projektowanych obiektów musi spełniać warunek:

$$F_s \geq 1,40$$

np. wg DIN 4084 dla stanu podstawowego do 120 lat użytkowania obiektu.

Obliczenia stateczności nasypów wykonano metodą globalnego współczynnika stateczności wg metody Bishop'a w oparciu o DIN 4084.

Do obliczeń przyjęto następujące parametry geotechniczne materiału, który będzie stosowany do budowy nasypów tj.:

grunty niespoiste, zagęszczone zgodnie z wymaganiami normy PN-S-02205:

- kąt tarcia wewnętrznego: $\varphi = 33^\circ$;
- spójność: $c = 0$ kPa;
- ciężar objętościowy: $\gamma = 20$ kN/m³.

Obliczenia wykonano dla warunków gruntowo-wodnych zgodnych z występującymi w wybranych przekrojach poprzecznych odwiertami geologicznymi, przy wykorzystaniu akredytowanych i niezależnych programów komputerowych w oparciu o DIN 4084, dla najważniejszych przekrojów w ciągu projektowanej obwodnicy.

2.2 Technologia wykonania korpusu nasypu.

Po wykonaniu szeregu obliczeń stateczności nasypów zaprojektowano konstrukcję zbrojenia podstawy oraz korpusu nasypu z zastosowaniem tzw. wkładek geosyntetycznych o długoterminowej (obliczeniowej) wytrzymałości na rozciąganie.

Rodzaj oraz wymiary poszczególnych konstrukcji zbrojenia geosyntetycznego przedstawiono na rysunkach nr 2.

W rejonie przekrojów poprzecznych w km 1+200, km 2+080, km 2+330, km 2+680 konieczne będzie wykonanie wglębnego wzmocnienia podłoża gruntowego, ze względu na występowanie słabonośnych i ściśliwych gruntów. Wzmocnienia wglębne wykonane zostaną poprzez wyminę na grunty nośne.

2.3 Zbrojenie podstawy i korpusu nasypu.

1.3.1 Celem podwyższenia sił utrzymujących stateczność budowanego nasypu należy w strefie posadowienia wykonać:

- **konstrukcja nr 1** (rysunek nr 2) – półmaterac z warstwy geosyntetyku zbrojącego wypełnionego materiałem mineralnym np. pospółka 0/63 mm o łącznej grubości 0,50 m. Warstwa geosyntetyku będzie pełniła rolę wkładki zbrojącej oraz warstwy separacyjnej, rozdzielającej grunty zalegające w podłożu od warstw konstrukcyjnych nasypu. Półmaterac należy wykonać na następujących odcinkach:

- od km 0+024 do km 0+062;
- od km 0+075 do km 0+122;
- od km 0+460 do km 0+680;
- od km 0+770 do km 0+980;
- od km 1+070 do km 1+680;
- od km 2+080 do km 3+180;
- od km 5+560 do km 5+710;

Zabudowa geosyntetycznego półmateraca (konstrukcja nr 1) w podstawie nasypu wymaga uprzedniego wyprofilowania podłoża.

Geosyntetyk należy układać w poprzek osi drogi zachowując wymagane zakłady przy łączeniu poszczególnych pasm geosyntetyków tj. pas na pas 1,00 m. Przed nałożeniem poszczególnych pasm geosyntetyków tworzących zakład, miejsce zakładu należy przysypać warstwą drobnoziarnistego piasku. Grubość warstwy piasku powinna wynosić około 3 cm.

Geosyntetyk powinien być układany z kontrolowanym, jednorodnym naciągiem wzdłuż, a następnie zasypywany warstwą pospółki grubości 0,3 m. Sprzęt mechaniczny i zagęszczający nie może wjeżdżać bezpośrednio na geosyntetyk przed rozłożeniem pierwszej warstwy materiału mineralnego. Każdą ułożoną warstwę należy zagęścić. Następną czynnością będzie wykonanie zakotwienia geosyntetyku na krawędziach półmateraca z zakładem 2,5 m lub na długość równą długości wkładki zbrojącej (warunek zależny od kilometraża, szczegóły zostały przedstawione na profilu podłużnym). Po zagęszczeniu należy nanieść przy licu warstwy (szalunku) kolejną warstwę pospółki grubości 0,20 m na długości 1,00 m licząc od krawędzi skarpy i zagęścić. Po zagęszczeniu należy wykonać zakotwienie poprzez zawinięcie pozostawionych na krawędziach pasm materiału geosyntetycznego na długość 2,50 m. Kolejną czynnością będzie ułożenie pospółki grubości 0,2 m na pozostałym obszarze wykonywanej warstwy i zagęszczenie.

Formowanie półmateraca wzmacniającego podłoże należy poprzedzić przygotowaniem odpowiedniego szalunku.

Rozwiązanie to minimalizuje zakres robót ziemnych. Cechuje się ono prostą i sprawdzoną technologią, wymaga jednakże od Wykonawcy odpowiedniej staranności na etapie prac przygotowawczych.

1.3.2 Dla zapewnienia stateczności stref przyskarpowych należy w korpusie nasypu zastosować zbrojenie wkładkami geosyntetycznymi – **konstrukcja nr 2** (rysunek nr 2). Szczegółowy rozstaw zbrojenia został przedstawiony na rysunku nr 1.

Po ustawieniu i wypozyjonowaniu szalunku można będzie przystąpić do układania zbrojenia. Wkładka zbrojąca (rys. nr 2) przycięta na odpowiednią długość tj.: zbrojenie zasadnicze (zależne od przekroju) plus wysokość warstwy 0,5 m plus zakotwienie 2,5 m – powinna być ułożona bezpośrednio na zagęszczonej w poprzek osi drogi pozostawiając końce geosyntetyku na krawędziach nasypu do wykonania zakotwienia. Geosyntetyk należy układać na zakład pasa na pas 0,5 m. Łączenie poszczególnych pasm geosyntetyków na długości pasa

może być wykonane tylko przy zachowaniu warunku, iż zakład na przedłużeniu pasa będzie wynosił 2,5 m. Przed wykonaniem nałożenia jednego pasa geosyntetyku na drugi miejsce zakładu należy przysypać warstwą piasku o grubości około 3 cm. Geosyntetyk musi być zabudowany z kontrolowanym naciągiem wzdłużnym zgodnie z zaleceniami producenta lub dostawcy. Następnie na geosyntetyk należy nanieść 0,25 m warstwę materiału nasypowego (lub pospółki w km od 0+080 do km 3+972 do rzędnej 28,00m) i zagęścić. Następnie należy nanieść przy licu warstwy (szalunku) warstwę materiału nasypowego (lub pospółki w km od 0+080 do km 3+972 do rzędnej 28,00 m) grubości 0,25 m na długości 1,00 m licząc od krawędzi skarpy i zagęścić. Po zagęszczeniu należy wykonać zakotwienie poprzez zawinięcie pozostawionych na krawędziach pasm materiału geosyntetycznego na długość 2,50 m. Kolejną czynnością będzie ułożenie materiału nasypowego grubości 0,25 m na pozostałym obszarze wykonywanej warstwy i zagęszczenie.

2.4 Zabezpieczenie skarp nasypu.

Ze względu na zastosowanie do budowy nasypu piasków w technologii gruntu zbrojonego, niezbędnym jest wykonanie odpowiedniego oblicowania skarp. Oblicowanie będzie pełniło funkcję estetyzacji zbocza, zabezpieczenia warstw gruntu zbrojonego geosyntetykami jak również będzie pełniło funkcję zabezpieczenia skarp nasypu przed erozją. Elementy konstrukcji zabezpieczenia skarp nasypu zostały zobrazowane na rysunkach nr 4 i 5.

Zakres prac.

Zakres prac obejmuje wykonanie następujących czynności:

1. wyprofilowanie i wyrównanie powierzchni skarpy i przygotowanie zakotwienia geosiatki do zazieleniania;
2. ułożenie humusu;
3. obsiew nasionami traw i wałowanie;
4. ułożenie geosiatki do zazieleniania;
5. szpilkowanie i instalowanie sznurka dociskowego;
6. pielęgnacja obsianych i zabezpieczonych połaci skarpy;
7. ułożenie w górnej strefie maty jutowej.

2.5. Wymiarowanie zbrojenia.

Wymiarowanie zbrojenia przeprowadzono zgodnie z „Wytycznymi wzmacniania podłoża gruntowego w budownictwie drogowym” – Zarządzenie nr 8, stosując konsekwentnie adekwatną do DIN 4084 metodę globalnego współczynnika bezpieczeństwa.

Wytrzymałość krótkoterminową zbrojenia obliczono następującym wzorem:

$$F_k = F_d \cdot A_1 \cdot A_2 \cdot A_3 \cdot A_4 \cdot \gamma$$

gdzie:

F_k – doraźna wytrzymałość na rozciąganie, ustalona w badaniu wg EN ISO PL 10 319 dla poziomu ufności 95%.

F_d – długoterminowa, obliczeniowa wytrzymałość na rozciąganie, zgodnie z przeprowadzonymi obliczeniami, F_d wynosi:

- geosyntetyk typu A: $F_d = 25 \text{ kN/m}$

- geosyntetyk typu B: $F_d = 50 \text{ kN/m}$

A_1 – materiałowy współczynnik pełzania, indywidualnie ustalany dla danego konkretnego produktu, typu i odmiany - ustalany w oparciu o PN-EN ISO 13 431. Badania pozwalające na określenie tego współczynnika dla konkretnego materiału, konkretnego producenta muszą trwać, co najmniej (zgodnie z PN-EN ISO 13 431) 10.000 godzin. Wartość tego współczynnika jest zależna od rodzaju polimeru i procesu produkcji materiału.

A_2 – materiałowy współczynnik bezpieczeństwa, uwzględniający uszkodzenia mechaniczne powstałe w trakcie transportu, instalacji i wbudowania materiału zasypowego. Wartość tego współczynnika zależy od indywidualnego charakteru i od typu danego produktu, polimeru, rodzaju kruszywa, materiału podłoża i materiału nasypowego i zastosowanej techniki zagęszczania.

A_3 – współczynnik materiałowy, uwzględniający straty na połączeniach (np. szwy). W projekcie zakłady zostały zwymiarowane w taki sposób, aby siła rozciągająca na zakładce była całkowicie przenoszona przez tarcie, a zatem $A_3 = 1,0$.

A_4 – współczynnik materiałowy, uwzględniający wpływ środowiska gruntowego (chemia + biologia). W tym przypadku można wyjść z następujących założeń: zakres $4,1 \leq \text{pH} \leq 9,0$, jako polimer do produkcji zbrojenia należy stosować PES.

γ – określa tzw. współczynnik bezpieczeństwa materiałowego i zgodnie z „Wytycznymi...” wymaga się przyjmować go w wysokości 1,75 dla stanu końcowego użytkowania obiektu.

W oparciu o powyższe dane wyznaczono wymaganą minimalną wytrzymałość krótkoterminową zbrojenia (F_k) dla projektowanej konstrukcji i okresu użytkowania 120 lat.

Obliczenie wytrzymałości krótkoterminowej dla zaprojektowanego zbrojenia:

- geosyntetyk typu A: $F_d = 25 \text{ kN/m}$

$$\begin{aligned} F_k &= F_d \cdot A_1 \cdot A_2 \cdot A_3 \cdot A_4 \cdot \gamma \\ F_k &= 25 \cdot 1,52 \cdot 1,35 \cdot 1,00 \cdot 1,03 \cdot 1,75 \\ F_k &= 92,47 \text{ kN/m} \end{aligned}$$

Z powyższego wynika, iż do zbrojenia należy zastosować geosyntetyk dla którego F_k wynosi:

$$F_k = 100,00 \text{ kN/m}$$

- geosyntetyk typu B: $F_d = 50 \text{ kN/m}$

$$\begin{aligned} F_k &= F_d \cdot A_1 \cdot A_2 \cdot A_3 \cdot A_4 \cdot \gamma \\ F_k &= 50 \cdot 1,52 \cdot 1,35 \cdot 1,00 \cdot 1,03 \cdot 1,75 \\ F_k &= 184,94 \text{ kN/m} \end{aligned}$$

Z powyższego wynika, iż do zbrojenia należy zastosować geosyntetyk dla którego F_k wynosi:

$$F_k = 200,00 \text{ kN/m}$$

Opracował:
Daniel Drzazga

ZAWARTOŚĆ OPRACOWANIA

CZĘŚĆ OPISOWA:

- Opis techniczny

CZĘŚĆ RYSUNKOWA:

- Rys. nr 1 Przekrój podłużny
- Rys. nr 2 Schemat układania geosyntetyku – skala 1:50
- Rys. nr 3 i 4 Zabezpieczenie skarp.

CZEŚĆ OPISOWA

CZEŚĆ RYSUNKOWA