

LEMAR

Usługi Projektowo-Budowlane
dr inż. Leon Maro
91-341 Łódź, ul. Brukowa 139

tel/fax (42) 659-12-24
tel. kom. 601-42-32-88
email:leon@maro.net.pl

NIP 947-121-34-15

REGON 472201247

www.maro.net.pl

Członek Łódzkiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa nr ew.ŁOD/BO/5912/04
Członek Polskiego Stowarzyszenia Geosyntetycznego oraz International Geosynthetics Society

OPINIA TECHNICZNA

**dot. konstrukcji nawierzchni trawiastej i stabilizacji podłoża
pod drogą p.-pożarową**

Zamawiający: TABOSS
48-303 Nysa, ul. Nowowiejska 21

Opracował: dr inż. Leon Maro
Specjalista II st. w projektowaniu konstr. budowlanych
Rzeczoznawca budowlany
Upr. bud. Nr 134/70 z § 6.1 p. 1 i 2

Łódź, listopad 2009

Przedmiotem opracowania jest koncepcja wykonania drogi p.-poż. o nawierzchni trawiastej oraz stabilizacji podłoża pod drogą.

1. Podstawa opracowania i materiały wyjściowe

1) Informacje dot. parametrów technicznych i ogólnych charakterystyk geotechnicznych projektowanej drogi i podłoża, przekazane przez Zamawiającego.

2) Parametry techniczne geokraty TABOSS i MINITAB oraz geotkaniny StradomGeo podane przez producentów.

3) Obowiązujące normy i wytyczne do projektowania oraz literatura techniczna z zakresu dotyczącego opinii, a w szczególności Rozporządzenie Nr 430 Min. Transportu i G. M. z dnia 2.03.1999 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać drogi publiczne i ich usytuowanie.

1. Zakres opracowania

Niniejsze opracowanie obejmuje koncepcję wykonania drogi p.-poż. o nawierzchni trawiastej oraz stabilizacji podłoża pod drogą w zakresie wymaganym przez projekt drogowy.

2. Warunki gruntowo – wodne

Z przekazanych informacji wynika, że projektowana droga będzie posadowiona na piasku drobnym w stanie luźnym.

Wody gruntowej do głębokości 2,0 m p.p.t. nie stwierdzono.

3. Analiza stanu i koncepcja wzmocnienia podłoża

4.1. Założenia do analizy

Dla prawidłowej pracy budowli wymagane jest, aby naprężenia w podłożu nie przekraczały granicy obciążenia krytycznego q_{prop} .

W przypadku słabego podłoża wiąże się to z koniecznością jego wzmocnienia. Jednym z najprostszych w wykonaniu i relatywnie tanich sposobów jest powierzchniowe wzmocnienie podłoża przy użyciu teokraty TABOSS i MINITAB w połączeniu z geotkaniną StradomGeo, powodujące w wyniku rozproszenia redukcję i wyrównanie naprężeń pionowych w podłożu, a w konsekwencji zmniejszające jego koleinowanie i osiadanie, przy czym dobór geosyntetyków winien być uzasadniony obliczeniowo.

4.2. Parametry geotechniczne podłoża

Wobec braku danych geotechnicznych w przekazanej informacji, do kontrolnych obliczeń statycznych przyjęto orientacyjnie jako miarodajne wartości parametrów geotechnicznych wydzielonych słabych warstw podłoża na podstawie literatury i wcześniejszych opracowań.

W wyniku analizy do kontrolnych obliczeń statycznych przyjęto następujące wartości liczbowe parametrów geotechnicznych podłoża:

Rodzaj gruntu	Id =	grubość [m]	gęstość [kN/m ³]	kąt tarcia [°]	spójność [kPa]	Mo. [kPa]	M [kPa]
Pd	0,33 ÷ 0,20	3,0	17,5	26,1	0,0	31500	40500

4.3. Obciążenia podłoża

Zgodnie z otrzymanymi informacjami przyjęto do obliczeń, że istniejące podłoże ma przenieść bezpiecznie następujące obciążenia:

- obciążenia użytkowe samochodu straży pożarnej: 100 kN/oś, KR2.
- ciężar własny drogi = $0,10 \times 20,0 = 2,0$ kN/m²

5. Obliczenia statyczne. Naprężenia w podłożu stabilizowanym geosyntetykami

Dane	
Teren	
Grunt odprężony w trakcie robót	
Parametry fizyko-mechaniczne podłoża wg metody C (orientacyjnie)	
Warstwa	h ro Fir Cr M0 M
	[m] [kN/m ³] [°] [kPa] [kPa] [kPa]
1	1.00 17.50 26.1 0.00 31500 40500
2	1.00 17.50 26.1 0.00 31500 40500
3	1.00 17.50 26.1 0.00 31500 40500
h - grubość warstwy	
ro - ciężar nasypowy warstwy	
Fir - obliczeniowy kąt tarcia wewnętrznego w warstwie	
Cr - obliczeniowa spójność gruntu warstwy	
M0, M - edometryczne moduły ścisłości pierwotnej i wtórnej	
Budowla	
Rodzaj obciążenia	droga kołowa
Głębokość posadowienia budowli	
od poziomu terenu	Dbp = 0.10 m
Charakterystyczny ciężar własny budowli płaskiej	
obciążającej podłoże	qk = 2.000 kN/m ²
Obciążenie na oś	Kos = 100.0 kN
Kategoria ruchu	KR = 2
Charakterystyczne obciążenie użytkowe drogi	qn = 34.722 kN/m ²
Wzmocnienie gruntu	
Materiał wypełnienia	
geosiatki komórkowej	żwir, pospółka, piasek, żużel hutniczy
Grubość górnej warstwy kruszywowej	Hgw = 0.00 m
Wysokość geosiatki komórkowej	Gg = 0.100 m
Wymiar komórek geosiatki w poprzek sekcji	Bkg = 0.250 m
wzdłuż sekcji	Hkg = 0.210 m
Grubość warstwy filtracyjnej	Hdf = 0.15 m
Materiał warstwy filtrac.	żwir, pospółka, piasek, żużel hutniczy

Wyniki	
Podłoże	
Obliczeniowe naprężenie pionowe	
pod budowlą	mp*qc = 44.07 kN/m ²
pod geosiatką komórkową	mp*qrd = 39.79 kN/m ²

pod warstwą filtracyjną $mp \cdot qcd = 41.54 \text{ kN/m}^2$

Naprężenia pionowe $mp \cdot qc$ i nośność warstw qfr (obliczeniowe)

Warstwa nr	$mp \cdot qc$ [kN/m ²]	qfr [kN/m ²]	
Filtracyjna	41.542	1013.897	OK
1	48.398	185.125	OK
2	61.908	314.584	OK
3	77.509	531.864	OK

Efektywna grubość warstwy gruntu nr 1 $h[1] = 0.65 \text{ m}$

Całkowite osiadanie gruntu $S = 0.227 \text{ cm} < S_{dop}$

Ze względów filtracyjnych i separacyjnych zastosowano pod warstwą filtracyjną jedną warstwę geotkaniny StradomGeo-24

o własnościach w obu kierunkach:

wytrzymałość na rozciąganie 24.00 kN/m

wydłużenie przy zerwaniu 10.00 %

Przepuszczalność prostopadła do płaszczyzny 33.00 l/(m² s)

lub inną geotkaninę o analogicznych parametrach.

6. Wnioski

W projektowaniu drogi należy uwzględnić dwa aspekty:

- nośność podłoża
- trwałość użytkową i mrozoodporność drogi.

Przyjmowane dotychczas klasyczne rozwiązania konstrukcji dróg tzw. gruntowych zapewniają wprawdzie najczęściej niezbędną nośność drogi i podłoża, ale nie zabezpieczają jej przed deformacjami (koleinami) będącymi wynikiem skoncentrowanych obciążeń od kół ciężkiego sprzętu transportowego oraz przed wysadzinami i ubytkami w nawierzchni, będącymi wynikiem znacznego nawilgocenia drogi i zmiennych temperatur w okresie zimowo – wiosennym i jesiennym. Z tego względu odradza się przyjęcie takich rozwiązań, natomiast zaleca się powierzchniową stabilizację i wzmocnienie podłoża geosyntetykami.

Jednocześnie dla prawidłowej pracy konstrukcji drogi wymagane jest, aby naprężenia w podłożu nie przekraczały obciążenia krytycznego q_{prop} . W przypadku słabego podłoża wiąże się to z koniecznością jego wzmocnienia. Jednym z najprostszych w wykonaniu i relatywnie tanich sposobów jest powierzchniowa stabilizacja i wzmocnienie podłoża przy użyciu Geokraty TABOSS, przy czym dobór geokraty winien być uzasadniony obliczeniowo.

Analiza przekazanych informacji, warunków gruntowo-wodnych, sposobu obciążenia podłoża oraz wyników załączonych kontrolnych obliczeń statycznych pozwala na sformułowanie następujących wniosków:

6.1. W celu wzmocnienia i ustabilizowania gruntu pod drogą zaleca się powierzchniowe wzmocnienie podłoża przy użyciu geokraty TABOSS i MINITAB ułożonej na geotkaninie filtracyjno-separacyjnej StradomGeo-24. Takie rozwiązanie doprowadzi do zmniejszenia i wyrównania naprężeń pionowych w gruncie w wyniku ich rozproszenia, a w konsekwencji zabezpieczy konstrukcję drogi przed miejscowym nadmiernym i nierównomiernym osiadaniem.

6.2. Po wykorytowaniu podłoża należy je zagęścić na ile to będzie możliwe i dopiero wtedy wykonać warstwy stabilizujące i wzmacniające podłoże oraz warstwy nawierzchni drogi.

6.3. Dla przyjętych parametrów geotechnicznych gruntu wzmocnienie podłoża jedną warstwą „materaca” z tłucznia lub pospółki o grubości 10 cm, podścielonego geotkaniną StradomGeo-24 jest wystarczające.

6.4. W oparciu o przesłane informacje techniczne i wykonane obliczenia zaleca się następujący układ nawierzchni drogi oraz warstw stabilizujących i wzmacniających podłoże:

- ~ 2,0 cm – warstwa mieszanki 2:1 ziemi roślinnej i piasku stabilizowanej mechanicznie, stanowiąca naddatek mieszanki wypełniającej geokratę MINITAB, wykonana łącznie z wypełnieniem geokraty, wskaźnik zagęszczenia $Is \geq 1,0$
 - 5,0 cm – teksturowana geokrata MINITAB o komórkach 12,5 x 16,5 cm i wysokości 5,0 cm, wypełniona mieszanką 2:1 ziemi roślinnej i piasku stabilizowanej mechanicznie, stanowiąca zabezpieczenie nawierzchni trawiastej przed koleinowaniem, wskaźnik zagęszczenia $Is \geq 1,0$
 - ~ 3,0 cm – warstwa kruszywa mineralnego (pospółki lub piasku) o frakcji 0/31,5 mm, stanowiąca naddatek kruszywa wypełniającego geokratę TABOSS, wykonana łącznie z wypełnieniem geokraty, wskaźnik zagęszczenia $Is \geq 1,0$
 - 10,0 cm – teksturowana i perforowana geokrata TABOSS-100 o komórkach 21 x 25 cm i wysokości 10,0 cm, wypełniona kruszywem mineralnym (pospółką lub piaskiem) o frakcji 0/31,5 mm, wskaźnik zagęszczenia $Is \geq 1,00$
 - 15,0 cm – materac filtracyjno-separacyjny z kruszywa mineralnego (pospółki lub piasku) o o frakcji 0/31,5 mm, stabilizowanego mechanicznie, wskaźnik zagęszczenia $Is \geq 0,98$
- zbrojenie materaca z geotkaniny StradomGeo-24.
-
- 35,0 cm – łączna grubość nawierzchni drogi i warstw wzmocnienia podłoża

UWAGA: Warstwę geokraty należy ułożyć na całej szerokości drogi powiększonej o 0,50 m z każdego boku drogi dla zwiększenia stabilizacji podłoża i zabezpieczenia przed koncentracją naprężeń krawędziowych pod drogą, sekcje należy połączyć w sposób techniczny i trwały dla uzyskania efektu półsztywnej płyty za pomocą atestowanych opasek.

7. Wytyczne technologiczno - wykonawcze

7.1. Po wykorytowaniu podłoża należy je wyrównać i zagęścić na ile to będzie możliwe i dopiero wtedy wykonać kolejne warstwy wzmocnienia podłoża i konstrukcji drogi.

7.2. Pasma geotkaniny na podłożu należy ułożyć prostopadle do osi drogi na zakład min. 50 cm i zakotwić na szwach roboczych przy pomocy szpilek typu „J” o długości 400 mm i średnicy \varnothing 8 mm ze stali St0 w odstępach 50 cm.

Wzdłuż krawędzi drogi należy pozostawić pasy geotkaniny o długości ok. 1,5 m poza krawędź koryta. Następnie należy ułożyć na niej warstwę kruszywa materaca o grub. 15 cm, zagęszczoną do wskaźnika zagęszczenia $I_s \geq 0,98$.

7.3. Po uformowaniu materaca – (ułożeniu i zagęszczeniu kruszywa do uzyskania wymaganego wskaźnika zagęszczenia) należy założyć boczne zakładki geotkaniny na jej wierzch, naciągnąć i zakotwić w odległości 0,20 m od końca pasma szpilek typu „J” o długości 500 mm i średnicy \varnothing 8 mm ze stali St0 w odstępach 50 cm.

7.4. Na tak przygotowanym podłożu należy ułożyć geokratę TABOSS. Po rozłożeniu i prowizorycznym umocowaniu sekcji geokraty (kołkami drewnianymi lub prętami stalowymi) należy sąsiednie sekcje połączyć w każdej brzegowej komórce paskami zaciskowymi, zaś co 2 komórki zakotwić w podłożu przy pomocy szpilek typu „J” ze stali St0 o długości min. 500 mm i średnicy \varnothing 8 mm. Wzdłuż skrajnych krawędzi konstrukcji wzmacniającej należy zakotwić wszystkie komórki.

Na rozłożone sekcje geokraty należy wysypać i przed zagęszczeniem równomiernie rozłożyć kruszywo wypełniające warstwę o grubości przewyższającej o 3 ÷ 4 cm wysokość geokraty. Po wstępnym zagęszczeniu należy w razie potrzeby nadsypać kruszywo warstwę o grubości przekraczającej ok. 2 cm projektowaną grubość warstwy i całość ponownie zagęścić do uzyskania wskaźnika zagęszczenia $I_s \geq 1,00$, a następnie wykonać konstrukcję nawierzchni z geokraty MINITAB w analogiczny sposób.

7.5. Na wierzchnią warstwę mieszanki gruntowej należy posiać trawę, przysypać ją warstwą ziemi roślinnej o miąższości ok. 1 cm, ponownie uwałować i zraszać wodą w częstotliwości odpowiadającej potrzebom. Zraszanie należy wykonywać deszczownicami lub zraszaczami ogrodniczymi. Niedopuszczalne jest polewanie z węża bez urządzeń rozpryskujących wodę.

Opracował: dr inż. Leon Maro
Specjalista II st. w projektowaniu konstr. budowlanych
Rzecznawca budowlany
Upr. bud. Nr 134/70 z § 6.1 p. 1 i 2

Łódź, listopad 2009 r.