

Krzysztof Gradkowski
Instytut Dróg i Mostów
Politechniki Warszawskiej

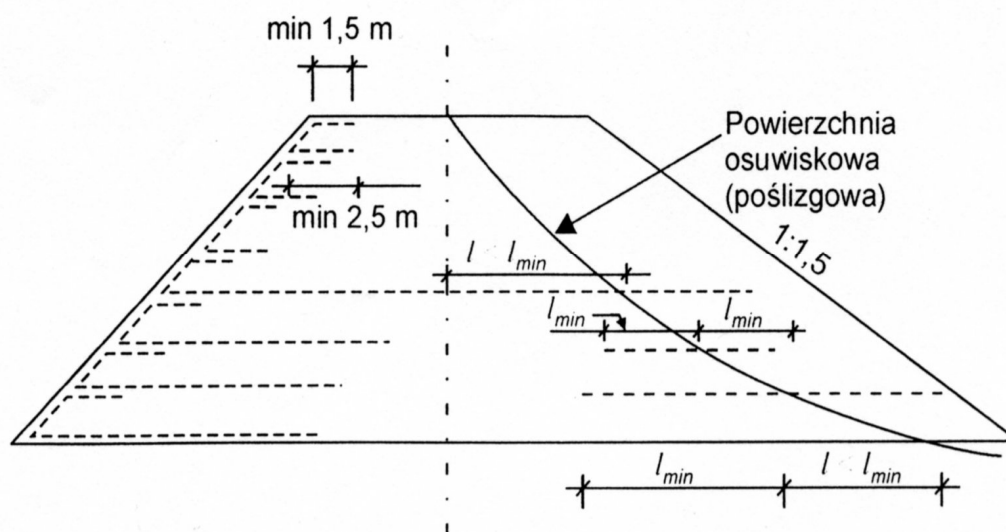
e-mail; k.gradkowski@il.pw.edu.pl
tel. k. [0] 601 30 68 99

Techniczna możliwość wzmacniania geotekstyliami gruntowego podłoża nawierzchni drogi samochodowej

Ogólne specyfikacje techniczne [5] jak również przykłady zawarte w wytycznych [6], w świetle najnowszych badań [1], nie wyczerpują wszystkich możliwości zastosowania geowłóknin w drogowych budowlach ziemnych. Dotychczas stosowane rozwiązania techniczne, z dużym powodzeniem wprowadzają zastosowanie geotekstyliów jako elementów zbrojenia skarp nasypów i wykopów, bądź ścian oporowych, a także technologicznie formowanych skarp wykopów. Znane są też zastosowania geotekstyliów do wzmacniania słabego podłoża budowli ziemnej [6], których zasady również zebrane są w odpowiednich specyfikacjach technicznych. Właściwości filtracyjne geotekstyliów pozwalają na ich szerokie zastosowanie w układach odwadniających budowle ziemne. Podobnie jak skuteczne zastosowania w separowaniu warstw gruntów złożonych z różnych ich rodzajów. Tymczasem skarpy są jedną z części budowli ziemnej, której inną częścią jest na przykład podłoże gruntowe nawierzchni drogowej należące do strefy aktywnej drogowej budowli ziemnej. Jak wykazały badania doświadczalne [1] i w tym zakresie istnieją pewne możliwości wykorzystania wzmacniających właściwości geotekstyliów.

Wymagania co do jakości podłoża gruntowego nawierzchni są relatywnie ściśle określone w przepisach [2] i [7]. Wzmocnienie podłoża nawierzchni drogi samochodowej obowiązuje w każdym przypadku stwierdzonego podłoża rodzimego na podstawie wskaźnika nośności CBR, innego niż typu *GI*. Wówczas następować powinna wymiana gruntu do maksymalnej głębokości 75cm albo zabudowa warstwy stabilizowanej spoiwami hydraulicznymi o maksymalnej grubości 30cm (2x15cm). Decyzja o tym, że grunt ma być wymieniony do głębokości 75cm może być zastąpiona rozwiązaniem zabudowy warstw wzmocnionych do głębokości 50cm, co w istocie sprowadza się do wymiany gruntu właśnie do tej granicy. Nie należy się bowiem spodziewać, że wzmocnienie tego rodzaju podłoża

może nastąpić z wykorzystaniem gruntu rodzimego spodu wykopu lub górnej części nasypu. Jeżeli zaś wzmocnienie spoiwami hydraulicznymi zostanie uzupełnione zastosowaniem geotekstylii w niższej warstwie gruntu to warstwa wzmocniona może być cieńsza od uprzednio ustalonej o 5 cm. W tym przypadku poza wzmacniająca funkcja geowłókniny nie jest taka oczywista. Wzmacnianie skarp nasypów przy różnych wysokościach szczegółowo opisują [5]. Zasady układania warstw geotekstyliów w nasypie ilustruje rysunek 1.

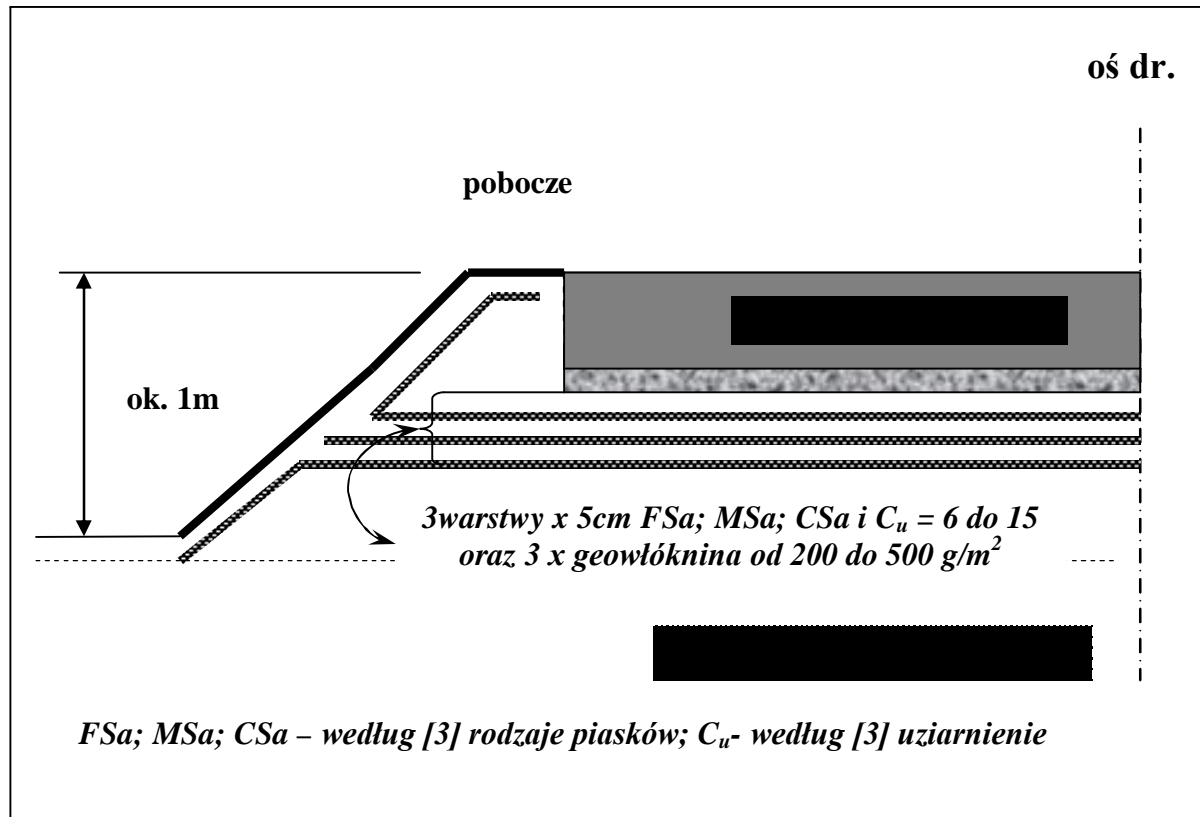


Rys.1. Warstwy geotekstyliów w nasypie w zależności od powierzchni osuwiskowej wg [5],
gdzie lewa skarpa – 1:1; l_{min} – najmniejsza długość ułożenia geotekstyliów

Na ogół parametry gruntu podłoża rodzimego na długości drogi, różnią się od wymaganych, bądź są zgoła inaczej definiowane, czyli są to jakościowo inne parametry gruntu. Niemal z całą pewnością w przeważającej liczbie przypadków nie spełniają warunków wymaganej grupy nośności podłoża **GI**. Wątpliwości odnośnie obowiązywania Polskich Norm i norm zharmonizowanych z **EN**, nie stanowią przeszkód w aplikacji rzetelnej wiedzy technicznej w całym procesie inwestycyjnym budowli ziemnych. Nie należy się też spodziewać, że wykonane pomiary i wnioski aplikacyjne w pracy [1] mogą być całkowitą podstawą do pewnych zastosowań technicznych wzmocnień podłoża nawierzchni z użyciem geotekstyliów. Mogą natomiast stanowić podstawę do obserwacji i pomiarów odcinków dróg z tak skonstruowanym podłożem nawierzchni i opracowaniem końcowym odpowiednich **OST**. Zabudowy układów konstrukcyjnych różnych wzmocnień zawsze następują w pierwszej granicy głębokości podłoża nawierzchni to jest 30cm, to znaczy tam gdzie są niewątpliwie najbardziej wskazane. Ich zasadnicza przewaga nad konwencjonalnymi sposobami to redukcja zużycia spoiwa hydraulicznego czyli cementu.

W tym miejscu należy przytoczyć wnioski aplikacyjne ustalone w [1] na podstawie pozytywnych wyników poligonowych pomiarów modeli gruntowych podłoża nawierzchni drogowych wzmocnianych geowłókniną. Są to;

1. Efekt wzmocnienia grunтовой warstwy podłoża nawierzchni drogowej przy pomocy planarnej, pojedynczej warstwy geotekstyliów występuje jedynie w przypadku warstw gruntów sypkich, o grubości nie przekraczającej 10cm.
2. Zastosowanie dwóch warstw geotekstyliów w formie „materaca”, grubości 7 do 10cm, wypełnionego grunтовым materiałem piaszczystym może dać gwarancje skutecznej poprawy nośności podłoża nawierzchni dróg.
3. Przeprowadzone testy pomiarowe oraz przeanalizowane wyniki badań ośrodków zagranicznych upoważniają do stwierdzenia, że 15 cm warstwa gruntu piaszczystego znajdująca się w podłożu nawierzchni samochodowej, zawierająca trzy warstwy; dwie geowłókniny, o gramaturze od 200 g/m² do 500 g/m² i środkową stanowiącą geosiatkę, równomiernie rozłożone na grubości, daje gwarancje ponad zadawalającego wzmocnienia tego podłoża nawierzchni.



Rys.2. Układ warstw geotekstyliów wzmocniających podłoża nawierzchni drogi

W technicznym zastosowaniu i w analogicznym ujęciu do istniejących OST dla nasypów, idea przedstawiona w trzech powyższych wnioskach mogłaby przybrać wyraz technicznego sposobu wzmocnienia geowłókninami jak na rysunku 2.

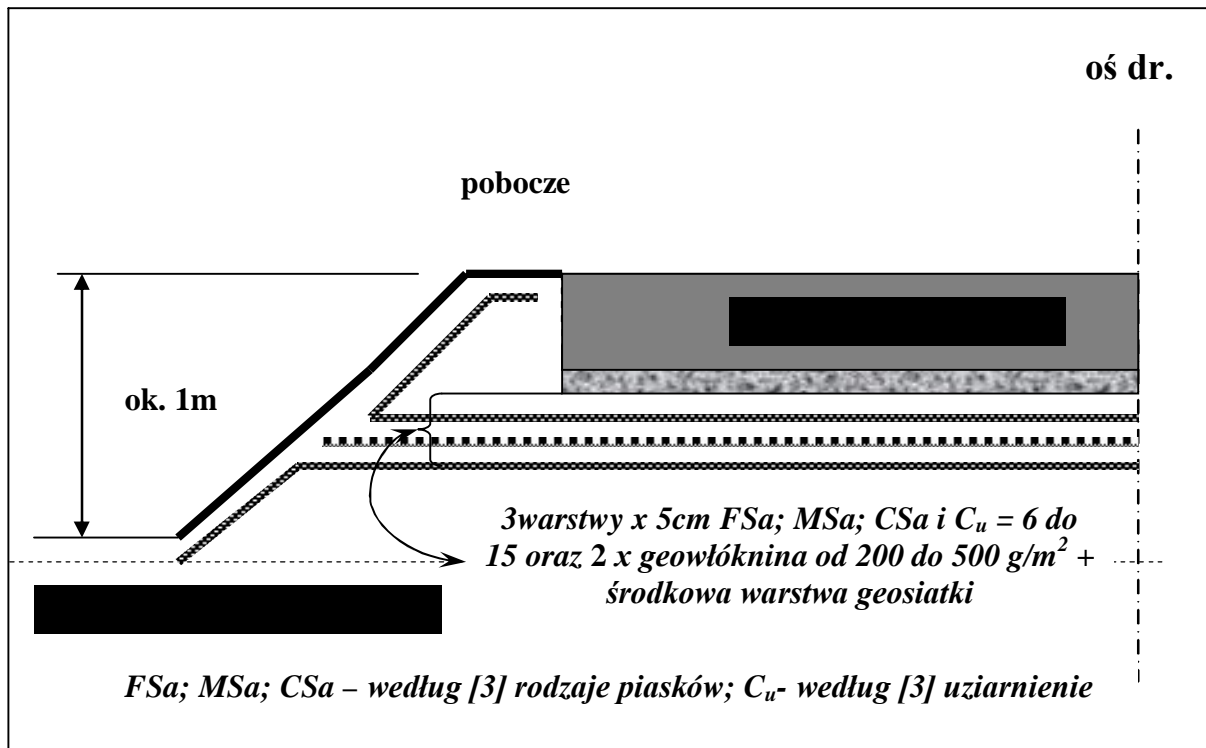
Ścisłość rozwiązania wzmocnień wymaga jedynie sprecyzowania jakie grunty podłoża nawierzchni według obowiązującej normy [3],[4] mogą być w ten sposób wzmacniane. Pierwsza szersza odpowiedź to jest określenie wszystkich gruntów, które mogą stanowić podłoże typu G2 i G3, a zatem te które wymagają wzmocnienia w celu doprowadzenia podłoża do wymaganego typu G1. Jednak ograniczenia pewnego rodzaju stwarzają same geowłókniny, które nie we wszystkich przypadkach gruntów będą skutecznym w wzmocnieniu. I tak do gruntów pożądanym możemy zaliczyć grunty piaszczyste niespoiste, różnoziarniste o dobrej zagęszczalności, których podstawowe parametry według oznaczeń obowiązującej normy umieszczono na rysunku 2, podając ich symbole w postaci prostej bowiem, w praktyce występują grunty o różnych uziarnieniach i mieszaninach frakcji podstawowych.

Konsekwentnie też należy przytoczyć dalsze wskazania i wnioski z pracy [1]. Są to;

- W celu uzyskania całkowicie bezpiecznej konstrukcji podłoża i nawierzchni (trwałość i brak deformacji) należy przeprowadzić dalsze testy pomiarowe wariantujące rodzaje nawierzchni dróg samochodowych, poszczególne rodzaje gruntów piaszczystych w podłożu nawierzchni dróg samochodowych i rodzaje geotekstyliów, oraz ustalenia co do grubości warstw zawartych między co najmniej dwoma warstwami włókniny. Wysoce prawdopodobnie jest to, że dodatkowy efekt wzmocnienia można uzyskać poprzez zastąpienie środkowej warstwy geowłókniny, geosiatką.
- Podstawowe uzasadnienie przeprowadzenia takich testów, opisujących pracę warstw geotekstyliów w gruncie, wynika z rachunku ekonomicznego, wskazującego na tani sposób uzyskania wymaganego wzmocnienia w podłożu nawierzchni drogi samochodowej. Jeżeli jednak miałby to być sposób zawarty w punkcie c, to kwestia ekonomiczności tego rozwiązania staje się coraz istotniejsza. W skrajnych i jednostkowych przypadkach, łączny koszt ułożenia 3-ch warstw geowłókniny w podłożu nawierzchni drogowej może być wyższy od zabudowy 10-cio centymetrowej warstwy gruntu wzmocnionej cementem. Jednak w przypadku rozpowszechnienia tej technologii wraz ze szczegółowymi

specyfikacjami technicznego stosowania koszty te mogą ulec znacznej redukcji.

Wymiar techniczny tych zaleceń, to wariantowe rozwiązanie wzmocnień podłoża nawierzchni przez warstwy geowłóknin i geosiatki według rysunku 3. Przy nieznacznie wyższym koszcie 1 m² geosiatki od geowłókniny rozwiązanie to w dalszym ciągu może być tańsze niż warstwa gruntu ulepszona cementem lub innym spoiwem nie hydraulicznym.



Rys.3. Układ wzmocnienia gruntowego podłoża nawierzchni dwóch warstw geowłóknin i środkowej warstwy geosiatki

Rozwiązania podane na rysunkach 2 i 3 są prototypowymi i z całą pewnością nie gwarantują ponad zadawalającego efektu wzmocnienia. Po obserwacjach i pomiarach bezpośrednich zachowania się podłoża tak wykonanych, można je nieco zmienić i udoskonalić, zachowując podstawową zasadę wynikającą z pomiarów bezpośrednich [1], że warstwa piaszczystego gruntu wzmocnionego przez geowłókninę to grubość nie więcej niż 7-8cm, zależna także od struktury uziarnienia gruntu. Należy też pamiętać, że całkowite zastąpienie geowłóknin geosiatkami prowadzi do dalszego zwiększania kosztów jednostkowych użytych materiałów, ale w zamian za to pozwala na uzyskanie jeszcze trwalszego na deformacje podłoża nawierzchni. W warunkach wolnego rynku, koszt 1 m² geotekstyliów, podobnie jak wielu innych materiałów drogowych, jest negocjowany i zależy od kilku czynników, między innymi od producenta, wielkości zamówienia oraz typu i rodzaju tego produktu. Zatem,

szczegółowe kalkulacje kosztów tego rodzaju rozwiązań konstrukcji podłoża, należy przeprowadzić dopiero po seriach prób technicznych ustalających najskuteczniejszy układ warstw. Dwukryterialna optymalizacja, ze względu na efekt konstrukcyjnego wzmocnienia i koszty poszczególnych wariantów wzmocnienia geotekstyliami, może być odrębnym i dość obszernym zadaniem badawczym.

Bibliografia

- [1] Gradkowski K.; Nośność podłoża nawierzchni dróg samochodowych wzmocnianych geosyntetykami. Badania doświadczalne. Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, z. 151, 2008.
- [2] Katalog wzmocnień i remontów nawierzchni podatnych i półsztywnych GDDP, Warszawa, 2001.
- [3] PN-EN ISO 14688-1:2006 Badania geotechniczne. Oznaczenia i klasyfikowanie gruntów. Część 1: Oznaczenia i opis.
- [4] PN-EN ISO 14688-2:2006 Badania geotechniczne. Oznaczenia i klasyfikowanie gruntów. Część 2: Zasady klasyfikowania
- [5] D-02.03.01b OST Nasyp zbrojony geosyntetykiem. BZDBDiM, Warszawa 2004
- [6] Wytyczne wzmocnienia podłoża gruntowego w budownictwie drogowym. GDDP – IBDiM, Warszawa 2002
- [7] Rozporządzenie Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 2 marca 1999 w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać drogi publiczne i ich usytuowanie (Dz. U. Nr 43, poz. 430).