Stabilizacja podłoża gruntowego – geosyntetyki

tekst: **mgr inż. MARIUSZ PEROŃSKI**, ViaCon Polska Sp. z o.o., zdjęcia: **VIACON POLSKA Sp. z o.o.**

Wieloletnie doświadczenia w realizacji inwestycji drogowych umożliwiają stosowanie różnorodnych metod stabilizacji podłoża gruntowego. Technologie należy dobierać starannie, biorąc pod uwagę istniejące lokalne warunki gruntowo-wodne oraz aspekt ekonomiczny i użytkowy.

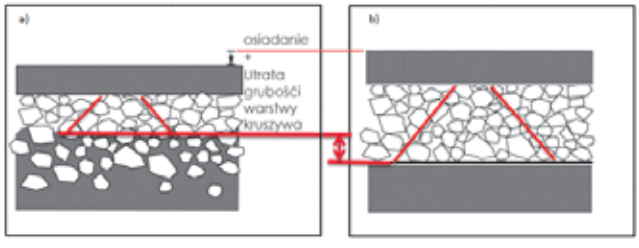
Do najpowszechniej stosowanych metod stabilizacji gruntu należą:

- doziarnienie;
- stabilizacja podłoża bez stosowania domieszek innych materiałów (kruszyw, spoiw), np. konsolidacja;
- stabilizacja podłoża przy zastosowaniu domieszek, np. stabilizacja spoiwami;
- stabilizacja podłoża przy użyciu geosyntetyków.

W najtrudniejszych sytuacjach wykorzystuje się wymianę gruntu, która zazwyczaj jest najdroższą z metod.

Jedynie stabilizacja podłoża geosyntetykami nie wymaga angażowania specjalistycznych maszyn i urządzeń. Montaż geosyntetyków jest łatwy, nieskomplikowany i można go przeprowadzać właściwie w każdych warunkach pogodowych.

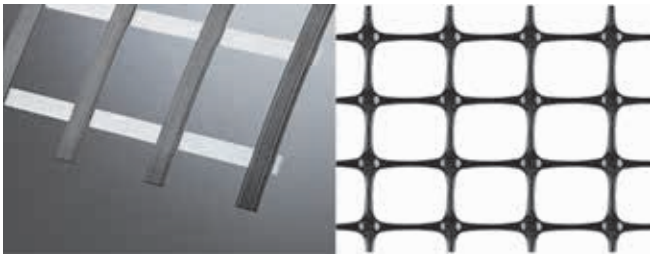
W przypadku bardzo trudnych warunków gruntowo-wodnych niejednokrotnie używa się kilku metod stabilizacji jednocześnie.



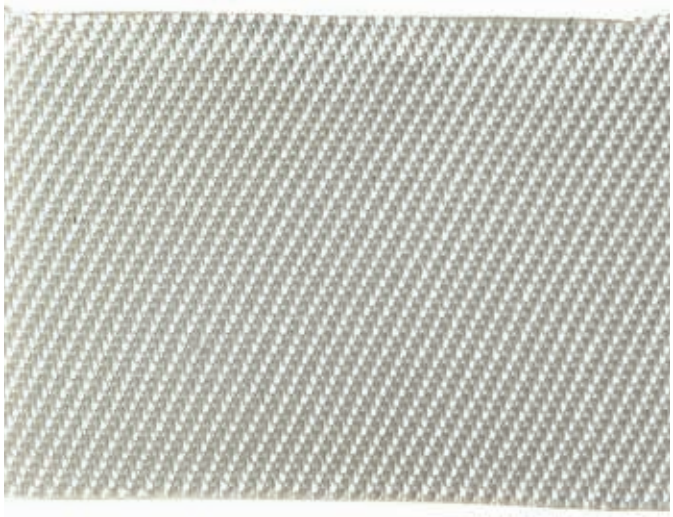
Ryc. 1. Konstrukcja: a) bez użycia geosyntetyku, b) z geosyntetykiem

Tab. 1. Wzmocnienie słabego podłoża geosiatką lub geotkaniną dla KR1 i KR2

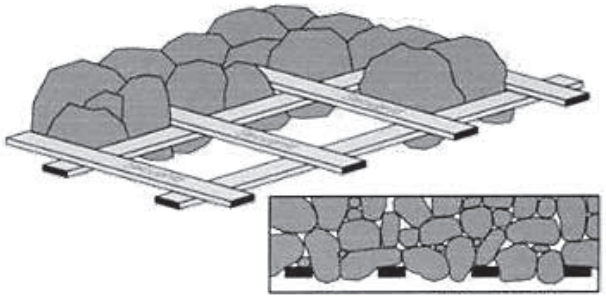
Grupa nośności podłoża	Moduł wtórny odkształcenia podłoża E2	Rodzaj zasypki	Grubość zasypki	Geosyntetyk
G3 CBR = 4%	20 MPa	kruszywo łamane 0/31,5	40	geosiatka 30/30 kN/m
		kruszywo łamane 0/31,5	55	bez wzmocnienia
		mieszanka żwirowo-piaskowa	70	geotkanina 60/60 kN/m
		mieszanka żwirowo-piaskowa	85	bez wzmocnienia
G4 CBR = 2%	10 MPa	kruszywo łamane 0/31,5	60	geosiatka 40/40 kN/m
		kruszywo łamane 0/31,5	80	bez wzmocnienia
		mieszanka żwirowo-piaskowa	95	geotkanina 80/80 kN/m
		mieszanka żwirowo-piaskowa	140	bez wzmocnienia



Ryc. 2. Geosiatka



Ryc. 3. Geotkanina



Ryc. 4. Klinowanie kruszywa

Geosyntetyki są stosowane w budownictwie od kilkudziesięciu lat. Znajdują zastosowanie przy budowie dróg i linii kolejowych, placów składowych, parkingów, dróg tymczasowych i leśnych, wałów przeciwpowodziowych, nabrzeży i zbiorników wodnych, stabilizacji osuwisk, zbrojeniu murów oporowych i wznoszeniu wysokich nasypów.

Z uwagi na wysoką odporność na uszkodzenia mechaniczne, trwałość i wodoprzepuszczalność oraz niskie wydłużenie i wysoką wytrzymałość na rozciąganie doskonale nadają się do zastosowania na terenach szkód górniczych i w konstrukcjach hydrotechnicznych.

Są stosowane jako warstwa rozdzielająca między warstwami gruntu o różnych właściwościach oraz wzmocnienie słabego podłoża gruntowego pod nawierzchnią drogową, podtorzem i fundamentami.

Wkładka geosyntetyczna jednocześnie oddziela (separuje) podłoże gruntowe od warstwy nasypowej oraz – dzięki swoim wysokim parametrom mechanicznym – dodatkowo wzmacnia konstrukcję.

Tab. 2. Zalecany typ wzmocnienia w zależności od wartości CBR podłoża gruntowego

Wartość CBR	Geosiatka
CBR > 5%	Brak konieczności wzmocnienia podłoża, zaleca się stosowanie geowłókniny jako warstwy separującej
CBR 3–5%	Geosiatka 20/20 kN/m
CBR 2–3%	Geosiatka 30/30 kN/m
CBR 1–2%	Geosiatka 40/40 kN/m
CBR < 1%	Geosiatka 60/60 kN/m + geowłóknina

W wyniku separacji nie następuje rozluźnienie warstwy nasypowej podczas montażu. W trakcie eksploatacji konstrukcji zostaje utrzymana stała grubość zagęszczonej warstwy, a co za tym idzie – zwiększona trwałość konstrukcji. Dzięki temu zabiegowi łatwiej uzyskać wymagane parametry wytrzymałościowe oraz odpowiednie wskaźniki zagęszczenia (ryc. 1).

Wzmocnienie geosyntetykami zaleca się także w przypadku podłoża z nadmiernie nawilgoconych gruntów spoistych w stanie miękkoplastycznym i plastycznym [3].

Wzmocnienie geosyntetykami i wynikającą z niego redukcję grubości warstwy (warstw) z mieszanki niezwiązanej lub z gruntu niewysadzinowego należy projektować indywidualnie, z zastosowaniem odpowiednich metod, opartych na analizie przy założeniu małych odkształceń warstw dolnych konstrukcji nawierzchni [3].

Z przyczyn ekonomicznych w warstwach grubszych niż 40 cm zaleca się stosować geosyntetyki.

Najlepiej widoczne efekty wzmocnienia podłoża geosyntetykiem obserwuje się na podłożu gruntowym grupy G3 i G4.

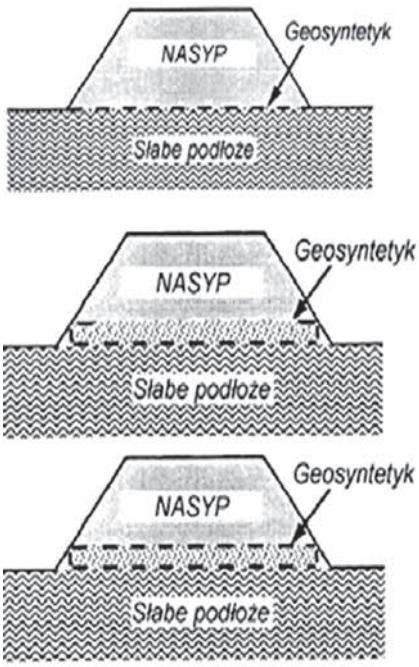
W tabeli 1 pokazano przykład wzmocnienia geosyntetykami. Na tej podstawie możemy wprost oszacować ekonomiczne korzyści wynikające ze zmniejszenia grubości warstwy kruszywa lub mieszanki żwirowo-piaskowej. Z przykładu wynika, że dla tego konkretnego przypadku geosyntetyk może spowodować redukcję grubości warstwy zasypki z kruszywa łamanego dla grupy nośności podłoża G3 o 27%, a dla G4 o 25%. W przypadku zastosowania mieszanki żwirowo-piaskowej 17% (G3) i 39% (G4). Potwierdza to zasadność stosowania geosyntetyków, co ma bezpośrednie przełożenie na zmniejszenie kosztów dla inwestora.

Grunty organiczne i nieorganiczne o CBR < 2% wymagają głębokiej indywidualnej analizy i zazwyczaj są stabilizowane za pomocą kilku metod, jak częściowa wymiana gruntu, stabilizacja chemiczna, różnego typu pale i kolumny lub wzmocnienie podłoża przez ułożenie geomateracy.

W tabeli 2 przedstawiono zalecenia do stosowania geosiatek w zależności od wartości CBR podłoża.

Do wzmacniania (stabilizacji) gruntu stosuje się najpowszechniej geosiatki (ryc. 2) i geotkaniny (ryc. 3). Najważniejsze dla tej funkcji są parametry mechaniczne: wytrzymałość na rozciąganie i wydłużenie przy zerwaniu. Parametry hydrauliczne i fizyczne odgrywają drugorzędną rolę.

Geosiatki z uwagi na swoją unikatową budowę świetnie współpracują z podłożem gruntowym i zasypką kruszywową. Występuje zjawisko klinowania kruszywa (ryc. 4). Zastosowanie odpowiedniej frakcji kruszywa do zaprojektowanego oczka siatki powoduje blokowanie kruszywa w oczkach



Ryc. 5. Materac geosyntetyczny

siatki. Geosiatka czynnie współpracuje z kruszywem, tworząc swego rodzaju platformę, pozwalającą realizować projekty w trudnych warunkach gruntowych, w sytuacjach kiedy nie ma możliwości zastosowania konwencjonalnych rozwiązań.

Geotkaniny z kolei umożliwiają zastosowanie kruszywa naturalnego, które jest najtańszym materiałem wykorzystywanym do budowy dróg. W geotkaninach nie występuje zjawisko klinowania kruszywa. Warstwa kruszywa jest owijana geosyntetykiem, tworząc geomaterac. Materac geosyntetyczny może być otwarty lub zamknięty (ryc. 5).

W drogownictwie najczęściej stosuje się geotkaniny poliestrowe. Charakteryzują się wysoką, długoterminową wytrzymałością na rozciąganie w okresie ponad 120 lat. Doskonale nadają się do wzmacniania podłoża, separacji oraz budowy wysokich nasypów.

Dostępne nowoczesne metody stabilizacji gruntu połączone z wiedzą inżynieryjną pozwalają realizować prace budowlane w bardzo trudnych warunkach gruntowych w efektywny i szybki sposób. Materiały geosyntetyczne są sprawdzonym i w wielu warunkach najtańszym sposobem wykonania trwałej konstrukcji na słabym podłożu.

Literatura

[1] PN-EN 13249 *Geotekstylia i wyroby pokrewne. Właściwości wymagane w odniesieniu do wyrobów stosowanych do budowy dróg i innych powierzchni obciążonych ruchem (z wyłączeniem dróg kolejowych i nawierzchni asfaltowych)*.

[2] PN-EN ISO 12236 *Geosyntetyki. Badanie na przebicie statyczne (badanie CBR)*.

[3] PN-EN ISO 13433 *Geotekstylia i wyroby pokrewne. Wyznaczanie dynamiki perforacji (badanie opadającym stożkiem)*.

[4] *Katalog typowych konstrukcji nawierzchni podatnych i półsztywnych*. Gdańsk 2012.

[5] *Zastosowanie geosyntetyków w budowlach ziemnych*. IBDiM. Warszawa 2003.