



Jak eliminować osuwiska drogowe? – cz. 2

■ dr inż. Krzysztof Trojnar, Politechnika Rzeszowska, Zakład Dróg i Mostów

Osuwiska stanowią w praktyce budownictwa drogowego jeden z najtrudniejszych problemów, a rozpoznanie ich powstawania i przeciwdziałanie im wymaga dużej wiedzy i doświadczenia. Mimo bardzo zaawansowanych technologii budowlanych, wykorzystujących najnowsze zdobycze techniki, wciąż powstają osuwiska, w wyniku których ponoszone są znaczne straty materialne w infrastrukturze drogowej. Objętość gruntu ulegającego przemieszczeniom w osuwisku może wahać się w bardzo szerokich granicach, od niewielkich zsuwów aż po ogromne obrywy i spływy określane w miliardach metrów sześciennych.

1. Metody stabilizacji osuwisk

Racjonalnie przyjęta metoda stabilizacji osuwiska powinna przede wszystkim eliminować przyczyny, które wywołały zagrożenie. Stabilizacja osuwiska jest w większości przypadków zabiegiem kosztownym i powinna być poprzedzona wnikliwą analizą możliwych do zastosowania sposobów postępowania oraz kalkulacją kosztów. Najczęstszą przyczyną powstawania osuwisk jest działanie wody. Dlatego podstawową zasadą stosowaną przy zabezpieczaniu osuwisk jest uporządkowanie warunków wodnych w terenie, z uwzględnieniem niekorzystnych zmian, jakie mogą wystąpić w przyszłości, np. okresowych zmian poziomu wód gruntowych.

W przypadku, gdy obsuwająca się skarpa jest zbudowana z gruntów słabych, a obszar osuwiska jest niewielki i nie występują duże ilości wód, można zastosować wymianę gruntu. Słabe podłoże można zastąpić np. kamieniem łamanym lub pospółką. Poprawę

stateczności można też uzyskać zmieniając geometrię skarpy przez zmniejszenie jej pochylecia, ukształtowanie poziomych półek na skarpie. Efektywnym rozwiązaniem jest podparcie skarpy przyporą zbudowaną z narzutu kamiennego, żwiru lub pospółki. Materiał przypory powinien mieć właściwości filtracyjne.

Do uporządkowania warunków wodnych stosuje się jako rozwiązanie doraźne odwodnienie powierzchniowe w postaci płytkich rowów przechwytyjących wodę, ułożonych w spadku większym niż 2%. Racjonalnym sposobem osuszenia nawodnionego gruntu w skarpie jest wywiercenie w niej otworów o nachyleniu większym niż 5% i wprowadzenie w nie filtrów rurowych z perforowanego tworzywa sztucznego. Innym, niedrogim i skutecznym rozwiązaniem jest zastosowanie ostróg drenujących lub przypór filtracyjnych. Są one wypełnione materiałem kamiennym, zabezpieczonym przed zamulaniem. Przypory filtracyjne

wykonuje się poniżej warstwy wodonośnej i powierzchni poślizgu.

W przypadku powierzchni poślizgu położonej głęboko, gdy podłoże poniżej jest wytrzymałe, do stabilizacji osuwisk stosuje się pale lub studnie wypełnione betonem. Pożądany efekt uzyskuje się w wyniku przeniesienia na trzony pali (studni) dużych sił ścinających, pochodzących od ciężaru przemieszczającego się masywu gruntowego. Do przeniesienia obciążeń poziomych stosuje się pale wiercone o dużych średnicach lub studnie usytuowane w jednym rzędzie. W przypadku zastosowania pali o małych średnicach wykonuje się je w układach kozłowych. Głowice pali łączy się w poziomie terenu rusztem żelbetowym.

Do wzmocnienia gruntu na terenie osuwiska lub pod korpusem drogowym stosuje się często kolumny cementowo-wapienne. Wzmocnienie podłoża takimi kolumnami polega na głębokiej stabilizacji nawodnionych gruntów spoistych i organicznych poprzez zmieszanie ich

z palonym wapnem. Efektem jest zwiększenie wytrzymałości gruntu na ścinanie w kolumnach przecinających potencjalną powierzchnię poślizgu oraz osuszenie go. Jednoczesne drenujące działanie kolumn redukuje możliwość powstawania lokalnych zmian ciśnienia porowego w gruncie, a tym samym niebezpieczeństwa powstawania głębiej nowych linii poślizgu. Kolumny cementowo-wapienne wykonuje się specjalnymi palownicami, wyposażonymi w teleskopową żerdź rurową i dwa zbiorniki na cement i sproszkowane wapno. Średnica kolumny wynosi 0,5 m. Po wkręceniu w grunt żerdzi zakończonej specjalnym wiertłem-mieszadłem jest ona wyciągana. Podczas tej operacji z otworów na końcu żerdzi wydychana jest mieszanka cementowo-wapienna, która łączy się z gruntem rodzimym. Kolumny wykonuje się zwykle w rozstawie 1–1,5 m.

W przypadku płytkich zsuwów gruntu po wytrzymałych warstwach podłoża można stabilizować go powierzchniowo za pomocą geosiatek komórkowych układanych na skarpie lub żelbetowych płyt dociskowych zamocowanych do podłoża kotwami wstępnie sprężonymi. Konstrukcje oporowe stosowane do zabezpieczania osuwisk nie powinny powodować spiętrzania wody gruntowej obecnej w korpusie drogowym, gdyż może to spowodować wzrost sił parcia. Celowe jest stosowanie do umocnień terenów osuwiskowych racjonalnie ukształtowanych, lekkich konstrukcji oporowych, np. lekkich ścian oporowych z wieloma poziomymi półkami, kaszyc, gabionów, konstrukcji quasi-skrzyniowych i z gruntu zbrojonego. Kaszycy są to konstrukcje oporowe z żelbetowych elementów prefabrykowanych, wypełnione gruntem niespoistym o dużej przepuszczalności. Najczęściej wykonuje się je pochylone do stoku. Praktyka wskazuje, że kaszycy skutecznie stabilizują skarpy o wysokości do 5–6 m. Jest to efektem ich elastycznej konstrukcji, dzięki czemu możliwa jest redystrybucja naprężeń w poszczególnych elementach kaszycy. Konstrukcja dostosowuje się do występujących deformacji podłoża. Nową odmianą tego typu rozwiązań są ściany oporowe *T-wall*, w których dodatkowo wykorzystano efekt kotwienia w gruncie specjalnie zaprojektowanych, żelbetowych elementów prefabrykowanych.

Gabiony jako elementy budowlanych są znane od ponad tysiąca lat. Najpierw stosowano je w postaci wiklinowych koszy wypełnionych kamieniami.

Obecnie są wykonywane ze stalowej siatki o podwójnym splocie. Używany do wyrobu siatki drut stalowy o grubości 2,2–3 mm jest chroniony przed korozją powłoką galwaniczną i dodatkową powłoką z PCV. Elementy prostopadłościowe w postaci bloków i materacy układa się warstwowo, z przesunięciem w stronę stoku. Kosze mogą być wypełnione od wierzchu urodzajną ziemią, co umożliwia ich obsadzenie zielonymi pnąciami. Dzięki swojej wytrzymałości i elastyczności konstrukcje oporowe z gabionów są odporne na deformacje podłoża i dostosowują się do zmian ukształtowania terenu.

Konstrukcje oporowe z gruntu zbrojonego wykreowała sama natura. Strone zbocza w naturalnym środowisku są utrzymywane w stateczności przez korzenie drzew, krzewów przewarstwienia skalne. Pierwsze duże budowle oporowe z gruntu zbrojonego w obecnym rozumieniu technicznym powstały w połowie lat 60. XX w. Henri Vidal opatentował i zastosował jako zbrojenie gruntu płaskowniki stalowe. Technologia zbrojenia gruntu jest szeroko wykorzystywana do budowy umocnień skarp nasypów [7]. Współczesnym przykładem zbrojenia gruntu płaskownikami jest francuska konstrukcja Freyssisol. Są to żelbetowe prefabrykaty okładzinowe, zakotwione w gruncie taśmami z włókna poliestrowego w otulinie poliuretanowej. Jako zbrojenie stosuje się też gwoździe gruntowe w postaci prętów stalowych w osłonie z zaczynu cementowego (kotwy bierne), wykonywane poziomo lub ukośnie w otworach wierconych 80–180 mm lub wbijane. Rozstaw gwoździ gruntowych w pionie i w poziomie wynosi 0,7–1,5 m. Powierzchnię czołową umacniającej skarpy pokrywa się warstwą betonu natryskowego, zbrojonego siatką stalową. Zabezpieczenie wykonywane jest stopniami o wysokości do 1,5 m. W przypadku konstrukcji oporowych o charakterze trwałym konieczne jest zabezpieczenie antykorozyjne gwoździ gruntowych. Jako zbrojenie współczesnych konstrukcji oporowych wykonywanych z gruntu stosuje się powszechnie geosyntetyki. Oprócz przenoszenia naprężeń rozciągających w gruncie mogą one też spełniać inne funkcje: separacyjne, filtracyjne i drenażu.

Do zbrojenia skarp są stosowane geowłókniny i geosiatki. Istotnymi parametrami z punktu widzenia ich zastosowań do stabilizacji osuwisk jest m.in. wytrzymałość przy założonej odkształcalności,

rodzaj polimeru ze względu na odporność na korozję w gruncie i sztywność siatek w węzłach. Przydatnym systemem do zabezpieczeń powierzchniowych skarp są opracowane w USA geosiatki komórkowe. Podstawowym elementem ich konstrukcji jest zespół taśm politylenowych, połączonych seriami spawów ultradźwiękowych, ułożonych prostopadle do podłużnych osi taśm. W pozycji rozciągniętej taśmy tworzą ściany wielu trójwymiarowych elementów komórkowych, wypełnionych materiałem kamiennym. Zalety geosiatek komórkowych wynikają głównie ze zwiększenia wytrzymałości materiału wypełniającego, zagęszczonego w komórkach, co umożliwia zwiększenie stateczności skarp o stromym pochyleniu, przy ich dużej odporności na deformację. Do trwałej powierzchniowej ochrony przeciwozyjnej skarp korpusów drogowych są stosowane również materiały geosyntetyczne z płaskich i przestrzennych siatek, które pomagają wzmocnić system ukorzeniania roślinności na skarpie.

2. Przykłady stabilizacji osuwisk

2.1. Zastosowanie kolumn cementowo-wapiennych i mikropali

Po intensywnych opadach wystąpiły oznaki osuwiska drogi krajowej nr 4. Nastąpiło kilkudziesięciocentymetrowe obniżenie jezdnii drogi, największe w sąsiedztwie skarpy nasypu od strony cieku wodnego. Aby utrzymać przejezdność drogi dla samochodów osobowych, początkowo wyrównywano nawierzchnię grubymi warstwami betonu asfaltowego. Jednak zwiększające się przemieszczenia nasypu zmusiły administrację drogową do całkowitego zamknięcia drogi i skierowania ruchu samochodowego na dawną drogę, położoną powyżej osuwiska. Wprowadzenie przy tym ruchu wahadłowego spowodowało duże utrudnienia dla kierowców. Projekt stabilizacji osuwiska wykonał zespół pracowników Zakładu Dróg i Mostów Politechniki Rzeszowskiej wraz z prof. Andrzejem Jarominiakiem [4]. Zakres projektu objął odcinek drogi o długości 250 m. Badania geotechniczne wykazały, że podłożo nasypu stanowią pyły plejstoceniowe, a więc grunty podatne na pogorszenie cech wytrzymałościowych przez wodę oraz określiły, do jakiej głębokości grunt jest zawilgocony. Okazało się, że spąg gruntu zawilgoconego obniża się w kierunku blisko zlokalizowanego przepustu, ale spód przepustu był 1,2 m powyżej spągu zawilgoconia. Oględziny terenu ujawniły,

że przepływ wody w cieku zlokalizowanym u podnóża uszkodzonego nasypu jest utrudniony wskutek zaniedbanego stanu koryta, co powodowało nawadnianie skarpy nasypu.

W rezultacie wielowariantowych analiz przyjęto, że projekt odbudowy zniszczonego odcinka drogi powinien objąć następujące przedsięwzięcia, pokazane na rycinie 1:

1) Zabezpieczenie nasypu zmodernizowanej drogi przed infiltracją wody napływającej od strony dawnej drogi przez wykonanie głębokiego sączka w linii prawostronnego rowu.

2) Zbudowanie nowego przepustu na takiej głębokości, na której jego spód znajdzie się poniżej nawilgoconej warstwy pyłu.

3) Obniżenie na czas robót uszkodzonego nasypu od poziomów nawierzchni przy końcach odbudowywanego odcinka drogi, co umożliwiło przebudowanie przepustu w wykopie otwartym oraz zmniejszało ryzyko dalszych ruchów nasypu, które mogło wywołać wprowadzenie na osłabiony nasyp ciężkich maszyn budowlanych.

4) Wzmocnienie pozostawianego nasypu kolumnami cementowo-wapienymi.

5) Umocnienie podstawy zbocza nasypu szeregiem mikropali w układzie

koźlowym, zwieńczonych płytą żelbetową. Konieczność ich użycia wyniknęła z braku możliwości wzmocnienia zbocza nasypu.

6) Odbudowa nasypu z użyciem właściwego materiału gruntowego i geosiatki umieszczonej w poziomach głowic kolumn cementowo-wapiennych.

7) Odtworzenie rowu nad sączkiem od strony dawnej drogi.

8) Zbudowanie komory wpadowej przy wlocie do przepustu, ujmującej wodę spływającą z sączka i rowu.

9) Wykonanie podbudowy i nawierzchni drogowej oraz umocnienie powierzchni skarp nasypu.

10) Uregulowanie cieku przejmującego wodę odprowadzaną przez przepust.

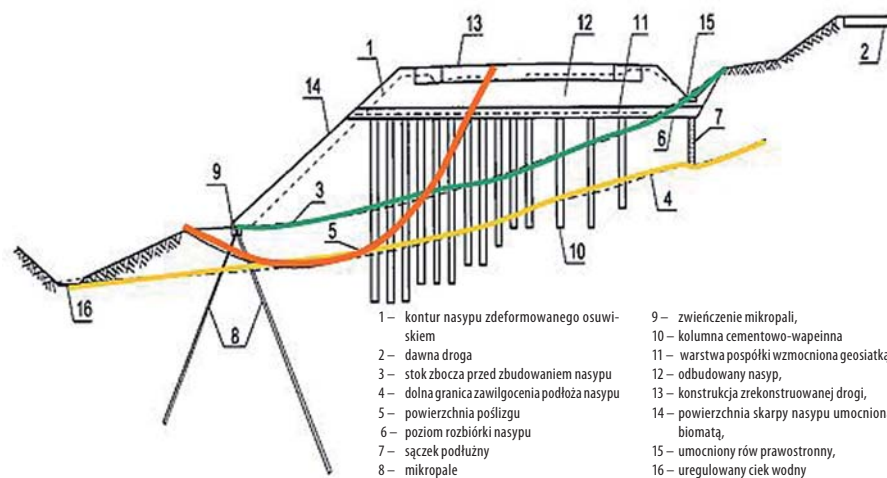
2.2. Zastosowanie pionowych pasm geosyntetyków

W wyniku złego odwodnienia 60-metrowy odcinek drogi powiatowej był w stanie przedawaryjnym i wymagał pilnej przebudowy. Stan drogi i model obliczeniowy skarpy zagrożonej osuwiskiem pokazano na rycinie 2. Pęknięcia asfaltowej nawierzchni jezdni, widoczne po wewnętrznej stronie łuku, wskazywały na występowanie przemieszczeń gruntu z korpusu drogi w kierunku rzeki płynącej u podnóża nasypu. Usytuowanie uszkodzonego odcinka drogi jest szczególnie ze względu na bliskie

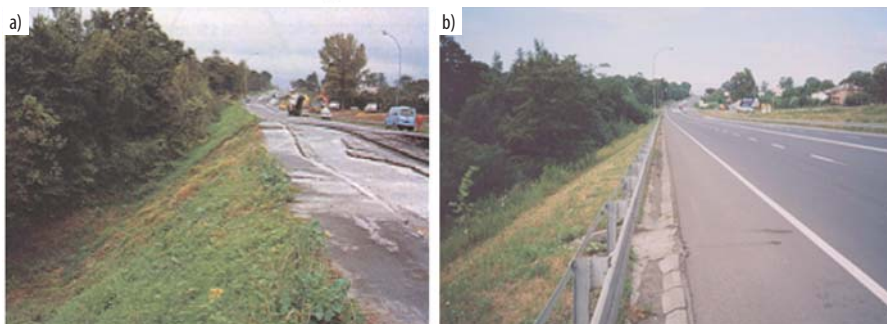
śledztwo stromego zbocza lessowego, które znajduje się po zewnętrznej stronie łuku drogi. W wyniku powierzchniowej erozji zbocze, obsuwając się, zasypywało rów przydrożny. Zagrożony osuwiskiem odcinek drogi jest obciążony znacznym ruchem pojazdów. Droga stanowi jedyne połączenie z pobliską miejscowością.

Ukształtowanie terenu uniemożliwiało wytyczenie objazdu. Jezdnia na łuku drogi była już wielokrotnie naprawiana przez częściowe wycinanie nawierzchni asfaltowej w miejscu rys i uzupełnianie jej nową masą bitumiczną. Teren, na którym jest położona droga, należy do strefy chronionego krajobrazu. Powierzchnia skarpy od strony rzeki jest pokryta gęstą roślinnością i rosną na niej wysokie drzewa. Wszelkie prace związane ze wzmocnieniem drogi należało wykonać przy minimalnej ingerencji w otaczające środowisko. Niestabilność korpusu drogi była spowodowana nawodnieniem gruntów spoistych w górnej warstwie podłoża. Wody roztopowo-opadowe, które napływały od strony wysokiego zbocza do przydrożnego rowu, nie miały odprowadzenia i infiltrowały w podłoże drogi. Do stabilizacji osuwiska przyjęto metodę polegającą na umieszczeniu w korpusie nasypu drogowego pionowych pasm zbrojących z geosiatki [4]. Ze względu na innowacyjność przyjętej technologii, oprócz szczegółowej analizy obliczeniowej, wykonano badania modelowe [1], które potwierdziły skuteczność zaproponowanego sposobu zwiększenia stateczności. Przeprowadzono obliczenia stateczności zagrożonego odcinka drogi metodą elementów skończonych. Wybrane wyniki analizy obliczeniowej MES są pokazane na rycinie 3a, 3b, 3c.

Dwa alternatywne sposoby wzmocnienia korpusu drogi przedstawiono na rycinie 4a i 4b. Zaprojektowano pionowe zbrojenie w postaci pasm geosiatek zagłębionych w podłoże z poziomu częściowo rozebranej drogi. Technologia wzmocnienia polega na wykonaniu w gruncie pionowych szczelin o szerokości 15 cm, długości 1,5 m, wypełnieniu ich zmodyfikowaną zawieszoną cementową i umieszczeniu pasm geosiatek o szerokości 100 cm. Przyjęto, że szczeliny zostaną wykonane w gruncie, wciskającym i (lub) wwibrowywanym stalowym stępem, w sposób podobny jak przy wykonywaniu przesłon filtracyjnych. Po zagłębieniu do projektowanej głębokości stempel był wyciągany z gruntu, z jednoczesnym tłoczeniem zawiesziny cementowej przez rurki doprowadzone do jego



- 1 – kontur nasypu zdeformowanego osuwiskiem
- 2 – dawna droga
- 3 – stok zbocza przed zbudowaniem nasypu
- 4 – dolna granica zawilgoconia podłoża nasypu
- 5 – powierzchnia poslizgu
- 6 – poziom rozbiórki nasypu
- 7 – sączek podłużny
- 8 – mikropale
- 9 – zwiercenie mikropali,
- 10 – kolumna cementowo-wapienna
- 11 – warstwa pospółki wzmocniona geosiatką,
- 12 – odbudowany nasyp,
- 13 – konstrukcja zrekonstruowanej drogi,
- 14 – powierzchnia skarpy nasypu umocniona biomatą,
- 15 – umocniony rów prawostronny,
- 16 – uregulowany cieki wodny



Ryc. 1. Schemat przekroju poprzecznego drogi wg projektu stabilizacji osuwiska: a) droga uszkodzona wskutek osuwiska, b) droga po wykonaniu naprawy



Ryc. 2. Widok odcinka drogi zagrożonego osuwiskiem

dolnej części. W wykonanej szczelinie wypełnionej zawiesziną umieszczono pasmo geosiatki.

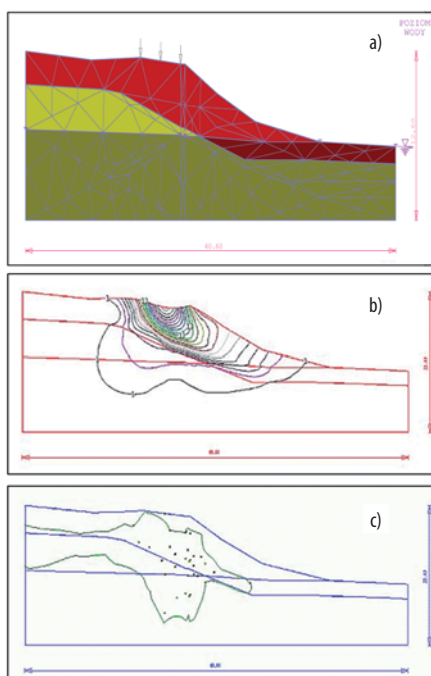
Pasma zbrojące rozmieszczono w pobliżu krawędzi korony drogi w czterech rzędach, w rozstawie co 0,8 m. Rozstaw osiowy pasm w rzędzie wynosił 2 m. Głębokość dwóch skrajnych rzędów zbrojenia od strony rzeki liczyła 8 m, a dwóch kolejnych rzędów 7 m. Zagłębienie pasm w podłożu wynikało z potrzeby zakotwienia ich w warstwie piasku (margla), zalegającego w podłożu korpusu drogi. Po zainstalowaniu wszystkich pasm zbrojących swobodne końce geosiatki

zostały odwinęte poziomo i zakotwione w warstwach podbudowy drogowej. Jako pasma zbrojące zastosowano jednokierunkową geosiatkę polietylenową. W celu zabezpieczenia drogi przed powierzchniowymi zsuwami i obrywami zbocza lessowego zaprojektowano u jego podnóża ścianę osłonową z koszy siatkowych. Wodę powierzchniową spływającą ze skarpy w kierunku drogi odprowadzono do projektowanego rowu i nowego przepustu. Przedstawiona metoda pionowego instalowania zbrojenia w gruncie rozszerza możliwości zastosowania geosyntetyków do zwiększenia

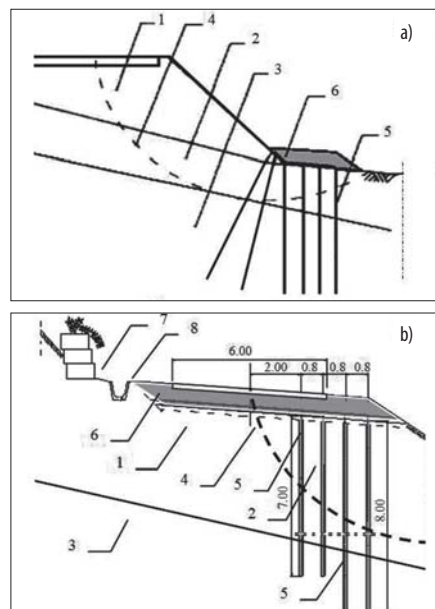
szania stateczności skarp nasypów w szczególnych warunkach [2]. Można rozważyć jej zastosowanie w przypadkach ograniczonych możliwości wykonywania robót ziemnych, obecności wody w gruncie lub krótkiego czasu na wykonanie wzmocnienia. Sposób wzmocnienia gruntu pionowymi bądź zbliżonymi do pionu pasmami geosyntetyków oraz konstrukcja stempla zostały opatentowane w Urzędzie Patentowym RP – patent nr 199814 [5].

Literatura

1. Jarominiak A., Folta L.: *Badania modelowe zastosowania geosyntetyków instalowanych bez rozkopywania gruntu do zapobiegania osuwiskom*. Materiały konferencyjne SITK: Problematyka osuwisk w budownictwie komunikacyjnym. Kraków-Zakopane 2000.
2. Jarominiak A., Folta L.: *Ocena możliwości zwiększania stateczności maszywów gruntowych pasmami geosyntetyków instalowanych bez rozkopywania gruntu*. „Inżynieria i Budownictwo” 2000, nr 8.
3. Jarominiak A., Bichajło L., Folta L., Trojnar K.: *Odbudowa drogi krajowej nr 4 na odcinku zniszczonym wskutek osuwiska*. „Drogownictwo” 1999, nr 9.
4. Trojnar K., Folta L., Bichajło L.: *O projekcie zabezpieczenia skarpy i osuwiska nasypu drogi pionowymi pasmami geosyntetyków*. „Inżynieria i Budownictwo” 2004, nr 7.
5. Jarominiak A., Folta L.: *Sposób zbrojenia masywu gruntowego oraz stempel do zagłębienia zbrojenia w masywie gruntowym*. Politechnika Rzeszowska, patent nr 199814 UP RP.
6. *Obserwacja i badanie osuwisk drogowych*, GDDP. Warszawa 1999.
7. Wysokiński L., Kotlicki W.: *Projektowanie konstrukcji oporowych stromych skarp i nasypów z gruntu zbrojonego geosyntetykami*. Instrukcja nr 429/2007, ITB. Warszawa 2007.
8. *Instrukcja badań podłoża gruntowego budowli drogowych i mostowych*, GDDKiA. Warszawa 1998.
9. Najder T.: *Wpływ roślinności na stateczność zboczy*. „Inżynieria Morska i Geotechnika” 2003, nr 2.
10. Wysokiński L.: *Zasady poprawnej analizy obliczeń stateczności zboczy*. Materiały Konferencyjne SITK: Problematyka osuwisk w budownictwie komunikacyjnym. Kraków-Zakopane 2000.



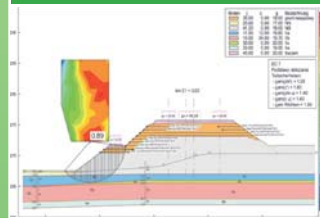
Ryc. 3. Analiza stateczności na modelu numerycznym skarpy: a) Model obliczeniowy skarpy, b) Izolinie przemieszczeń masywu gruntowego, c) Lokalizacja strefy uplastycznienia gruntu spowodowanej zawilgoceniem górnej warstwy podłoża



Ryc. 4. Sposoby wzmocnienia korpusu i podłoża drogi pionowymi pasmami geosyntetyków: a) Przypora gruntowa zakotwiona w podłożu pionowymi pasmami geosyntetyków, b) Korpus drogi zbrojony pionowymi pasmami geosyntetyków; 1 – nasyp drogowy, 2 – grunt słaby, 3 – grunt nośny, 4 – krzywa poślizgu, 5 – pasma geosyntetyków, 6 – balast, 7 – kaszycza siatkowa, 8 – rów odwodnieniowy

PROFESJONALNA GEOTECHNIKA I INŻYNIERIA Z GEOSYNTETYKAMI

18 LAT DOŚWIADCZENIA
FACHOWA POMOC,
EKSPERTYZY I ANALIZY



Wybrane przykłady naprawy
osuwisk drogowych
wraz z zabezpieczeniem
przeciwoerozyjnym

Przedsiębiorstwo specjalizujące się
w GEOTECHNICE, GEOINŻYNIERUNGU
I APLIKACJACH GEOSYNTETYKÓW

oferuje pomoc w doborze technologii i materiałów
geosyntetycznych m.in. dla:

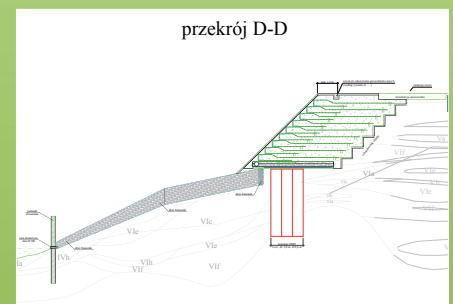
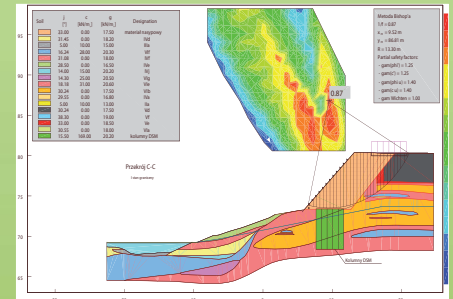
- posadowień konstrukcji obiektów w trudnych i bardzo trudnych warunkach geotechnicznych
- renowacji nawierzchni bitumicznych
- odwodnienia terenu drenażem francuskim
- posadawiania i uszczelniania składowisk odpadów
- systemów monitoringu
- konstrukcji ścian oporowych i nasypów, dróg tymczasowych
- zabezpieczania przed erozją oraz zazieleniania
- przyczółków mostowych z gruntu zbrojonego
- konstrukcji pod posadzkami hal przemysłowych
- obliczania ścian oporowych

świadczy usługi projektowe i doradcze w zakresie geotechniki:

- doradztwa technicznego
- pomocy projektowej dla Inwestorów, Projektantów i Wykonawców
- projektów
- ekspertyz i analiz porównawczych

wykonuje badania geotechniczne, m.in.:

- oznaczenia modułu odkształcenia podłoża płytą VSS
- pomiary nośności podłoża gruntowego sondą CBR
- badania wytrzymałości gruntu na ścinanie sondą krzyżakową
- pomiar czasy ugięć ugięciomierzem dynamicznym FWD oraz Belką Benkelmana



projekty | badania | geosyntetyki www.inora.pl

Przedsiębiorstwo Realizacyjne *INORA* Sp. z o.o.
44-101 Gliwice 1; skr. poczt. 482; ul. Prymasa Stefana Wyszyńskiego 11
tel.: (032) 238.86.23 fax: (032) 230.49.97 e-mail: inora@inora.pl