



Obserwowana od kilku lat na obszarze naszego kraju wyraźna zmiana warunków klimatycznych powoduje coraz większe trudności z utrzymaniem w dobrym stanie powierzchni zboczy skarp i nasypów drogowych i kolejowych, przyczółków mostowych czy wałów przeciwpowodziowych.

Opady deszczu, wiatr, spływająca woda, słońce, mróz niszczą powierzchnie budowli ziemnych. Działanie tych czynników degradujących w przypadku braku odpowiedniego zabezpieczenia konstrukcji zawsze przynosi straty, a czasem daje nawet początek ich niszczenia. Szczególnie jest to widoczne w okresie między zakończeniem robót ziemnych a trwałym pokryciem wytrzymałej warstwy roślinnej. Konieczne jest więc wprowadzenie ochrony polegającej na powierzchniowym odcięciu skarp od szkodliwych czynników.

Jednym z najbardziej agresywnych czynników wywołujących erozję są deszcze. Krople deszczu spadając na nieosłoniętą powierzchnię gruntu powodują odspajanie jego cząstek. W czasie spływów powierzchniowych wód deszczowych odspojone cząstki gruntu są spłukiwane przez wodę i zmywane w dół stoku. Występujące zjawiska erozyjne pociągają za sobą konieczność wielokrotnego powracania brygad remontowych w celu usuwania powstałych usterek, co zdecydowanie zwiększa ostateczne koszty inwestycji. Warto więc chronić nasze obiekty przed skutkami erozji już od momentu ich powstania. Należy zatem dążyć do takiego osłonięcia powierzchni konstrukcji ziemnych, aby dostatecznie ograniczyć ubytki gruntu. Zasadniczą ochronę przed tworzeniem się erozyjnych form rzeźby terenu stanowi roślinność, której korzenie przeciwdziałają niszczeniu podłoża gruntowego. Niejednokrotnie wystarczającym zabezpieczeniem jest powierzchnia trawiasta. Można ją osiągnąć przy pomocy np. hydroobsiewu.

## Metoda hydroobsiewu

Hydroobsiew to biologiczny sposób rekultywacji stromych hałd, polegający na hydromechanicznym pokrywaniu powierzchni preparatem będącym mieszaniną złożoną z wody, nasion roślin, hydromulczu celulozowego (włókien celulozowych), nawozów oraz substancji zabezpieczających przed erozją wodną i wietrzną oraz nadmiernym wysychaniem. Hydroobsiew jest najszybszym z możliwych sposobów zazieleniania dużych powierzchni.

Metoda ta jest jednak skuteczna dopiero od momentu szerokiego i głębokiego ukorzenienia się trawy, czyli w okresie od jednego do trzech lat, licząc od chwili obsiania nasionami traw. Podczas faz kiełkowania, ukorzeniania i wzrostu, grunt nadal jest nieosłonięty i podlega destrukcji. Czynniki erozyjne działają również na nasiona traw, które mogą po wysianiu zostać splukane do podstawy stoku. Konstrukcja może więc zostać niedostatecznie pokryta roślinnością, co automatycznie zwiększa stopień zagrożenia erozją już w początkowych latach eksploatacji budowli.

## Rodzaje materiałów zabezpieczających

Dodatkowymi czynnikami przyczyniającymi się do nietrwałości budowli ziemnych jest: brak odwodnienia w podstawie skarpy, brak odwodnienia w koronie skarpy, niewłaściwe ukształtowanie szczególnie wysokich skarp i nasypów (między innymi: nie stosowanie ław pośrednich) oraz niewłaściwe kształtowanie przejść zboczy w płaszczyzny poziome nad skarpami (brak kontrspadu). O skuteczności zabezpieczenia przeciwoerozyjnego decyduje, poza właściwościami samego zastosowanego materiału bio- lub fotodegradowalnego, sposób i rzetelność przygotowania powierzchni, jakość wykonania zabezpieczenia oraz sposób pielęgnacji obsianej powierzchni skarpy.

Szeroka paleta materiałów ochronnych, począwszy od mat biodegradowalnych, które stosuje się na stokach o małym pochyleniu, po syntetyczne maty przestrzenne o bardzo dużych wytrzymałościach na rozciąganie, nawet do 120 kN/m, pozwala dobrać odpowiednie zabezpieczenie dla każdego typu konstrukcji gruntowej.



Nie jest to jednak tak proste jakby mogło się wydawać. Projektując prawidłowe zabezpieczenie skarp, należy uwzględnić: wysokość i pochylenie skarpy oraz warunki gruntowe. Przy stokach o niewielkich pochyleniach i wysokości (tzw. warunki łatwe), najlepsze efekty uzyskamy stosując okrywę z materiałów biodegradowalnych typu BonTerra®, wspomagających rozwój roślinności już od momentu wbudowania. Do materiałów tego rodzaju należą siatki i maty wykonane z włókien naturalnych takich jak juta, włókna kokosowe czy słoma, wzmacniane

biodegradowalną lub fotodegradowalną drobną siatką.



Maty te stanowią czasową ochronę przed zmywaniem i deflacją. Podstawowym ich zadaniem jest ochrona powierzchni gruntu od momentu wbudowania aż do momentu przejęcia funkcji ochronnych przez rozwijającą się roślinność. Wtedy to, pod wpływem czynników atmosferycznych, takich jak deszcz, śnieg, wiatr czy promienie słoneczne, maty ulegają degradacji w okresach zależnych od użytego surowca, powodując jednocześnie częściowe użyczenie powierzchni gruntu.

---

## **Biomaty**

Biomaty stosuje się w obiektach drogowych, budownictwie hydrologicznym i budownictwie indywidualnym. Służą one przede wszystkim do ochrony skarp, nasypów i zboczy. W miarę upływu czasu, okrywa roślinna swym systemem korzeniowym wzmacnia podłoże i przejmuje rolę maty, a mata z naturalnych surowców ulega biodegradacji i użyczenia glebę.



Biomaty zalecane są do stosowania w tzw. warunkach łatwych, tj. kamienistych, na gruntach niespoistych mało spoistych i spoistych, torfach i namulach organicznych, piaskach, glinach, tłuczniach i żwirach. Generalnie na zboczach o pochyleniu do 40°. Wyroby te pełnią funkcję ochronną przez określony okres czasu - w zależności od rodzaju siatki lub maty od kilku miesięcy do kilku lat. Wybór właściwego materiału biodegradowalnego zależy od pochylenia skarpy, rodzaju gruntu oraz warunków siedliskowych. Podstawową cechą biomat jest stosunkowo szybki rozkład - 2-3 lata.





Fot. 4, 5. Zabezpieczenie przeciwozyjne oraz zazielenienie skarp wiaduktu w miejscowości Piaski, droga wojewódzka nr 837

## Biowłókniny

Biorąc pod uwagę czas rozkładu kilku producentów zaczęło produkować tzw. biowłókninę. Jest to mata wykonana z odpadów bawełnianych i włókien bawełnopodobnych, z umieszczonymi w runie mieszankami nasion traw, kwiatów i roślin motylkowych, służąca do umocnienia i zadarniania powierzchni nie zadarnionych.

Biowłóknina powinna zawierać mieszankę nasion zaleconą przez PN-B-12074:1998 dla typu siedliska i rodzaju gruntu znajdującego się na umacnianej powierzchni. W przeciwieństwie do mat biodegradowalnych, dla których są ściśle określone proporcje, surowiec i parametry techniczne, to w przypadku biowłókniny podawana jest jedynie gramatura, która tak naprawdę powinna stanowić jedynie parametr logistyczny, ważny na etapie transportu.

Materiał ten przysparza jednak problemy już na etapie zabudowy. Biowłókninę należy bowiem rozwijać i układać luźno, zostawiając około 5% zapasu długości na kurczenie się po jej zamoczeniu. Przy umacnianiu skarp wykopów pasem o szerokości większej niż 1 m, należy formować w biowłókninie poziome fałdy, które powinny ułatwiać zatrzymywanie się ziemi po jej przysypaniu. Pielęgnacja polega na utrzymaniu w stanie wilgotnym skarp umacnianych biowłókniną przez 30 dni, a przy braku opadów - do sześciu tygodni [5]. Takie dyrektywy powodują, że niezależnie od warunków geologicznych coraz częściej możemy znaleźć negatywne przykłady zabezpieczenia skarp biowłókniną (fot. 6, 7).



## Systemy komórkowe

Podobną prostotą instalacji chwalą się producenci systemów komórkowych.

Podstawowy element systemu stanowią sekcje geosiatek komórkowych (nazywane również geokomórką, geokratą) zbudowane z kilkudziesięciu odpowiednio połączonych taśm z polietylenu o wysokiej gęstości. W pozycji rozłożonej układ połączonych taśm tworzy formę elastycznej struktury, przypominającej plaster miodu, który można wypełnić określonym materiałem; w pozycji złożonej sekcję tworzy warstwa kilkudziesięciu taśm polietylenowych. Sekcje produkowane są w różnych wielkościach i rozmiarach poszczególnych komórek. Wyrób produkowany jest w wysokościach od 5 do 20 cm i tworzy sekcje o wymiarach 2,5 m x 8 m ÷ 16 m. Poszczególne sekcje oprócz kotwienia szpilkami do podłoża, wymagają również łączenia (opaskami zaciskowymi, zszywaczami itp.), co jest bardzo czasochłonne i podnosi koszty zabudowy.

Materiał ten wg Aprobaty Technicznej IBDiM można stosować do umocnienia przeciwoerozyjnego skarp kanałów, cieków i zbiorników wodnych tylko wtedy, gdy ich pochylenie nie przekracza 1:1,5 oraz wypełnienie krat stanowi materiał nie ulegający wypłukiwaniu. Powinien to być grys, żwir, generalnie kruszywo o frakcji 16÷31mm. Zastosowanie drobniejszej frakcji spowoduje wypłukiwanie wypełnienia, przez co zaczną się tworzyć w każdej komórce poziome „mini tarasy”. Stosując się do tych zaleceń tracimy możliwość zazielenienia obiektu. Dodatkowo producenci nakazują zastosowanie pod warstwę geokraty włókniny w celu separacji gruntu i odwodnienia, co sprawia, że korzenie roślin nie mają możliwości penetracji w głąb obiektu, a woda spływająca z korony skarpy płynie pod geokratą, wypłukuje grunt i tworzy niewidoczne kawery.



Stosowanie, więc systemu komórkowego w celu zabezpieczenia skarp przed erozją wydaje się mieć sens jedynie przy wypełnieniu struktur komórkowych wizualnie dobrze postrzeganym kamieniem. Oczywiście odrębną sprawą jest zapewnienie odpowiedniej warstwy drenażowej poprzez dobór włókniny o odpowiednich parametrach. Natomiast zazielenienie skarpy zabezpieczonej geokratą mija się z celem. Ostateczny efekt jest krótko mówiąc mało estetyczny, a koszty zarówno materiału, jak i wykonawstwa niewspółmiernie wysokie.

---

## Metody zabezpieczenia dla skarp wysokich i stromych

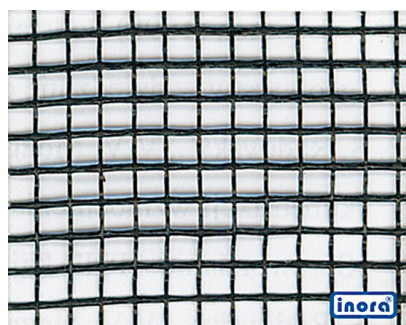
W przypadku skarp niskich i o niewielkim pochyleniu, w ich zabezpieczaniu należy dążyć do maksymalnie szybkiego utworzenia się zwartej i jednorodnej struktury traw, która będzie odporna na działanie czynników erozyjnych. W przypadku stromych i bardzo wysokich skarp, problem jest dużo poważniejszy. Większe pochylenie oraz wysokość skarpy pociągają za sobą podwyższone ryzyko powstawania nie tylko erozji powierzchniowej, ale nawet liniowej. Powierzchnia

poślizgu powstaje na większych głębokościach (wewnątrz skarpy), co powoduje działanie większych sił. W takich sytuacjach nie wystarczy zastosowanie prostych i naturalnych metod zabezpieczenia przeciwoerozyjnego.

Jak dowiodły niezależne badania Instytutu Badawczego Dróg i Mostów w Warszawie, przeprowadzone na 10-ciu poletkach doświadczalnych, istnieją geosyntetyki gwarantujące prawie 100% zabezpieczenie przed erozją dla stromych i wysokich skarp nasypów, wykopów drogowych oraz wałów i osuwisk. [1]

Najlepszy wynik (dla skarp w tzw. trudnych warunkach, czyli skarp stromych i wysokich) osiągnęły geosiatki do zazieleniania typu HaTe® 23.142 oraz HaTe® 30.143. Geosiatki HaTe® ze względu na swoją budowę i wyjątkowo wysokie parametry wytrzymałościowe doskonale pełnią funkcję wzmacniania korpusów nasypów i ich ochrony przed erozją.

Geosiatki HaTe® są wykonane z włókien poliestrowych (PES) i w procesie technologicznym pokryte warstwą tworzywa polimerowego. Cechuje je wysoka odporność na środki chemiczne i na uszkodzenia mechaniczne. Struktura materiału pozwala na swobodne przerośnięcie i mocne ukorzenienie się traw już po pierwszym okresie wegetacyjnym.



Ze względu na wysokie parametry wytrzymałościowe siatki pełnią funkcję zarówno ochrony przed erozją, jak i wzmacniania powierzchni korpusów nasypów. Efektem zazielenionych powierzchni jest dokładnie przylegająca do podłoża zwarta struktura utworzona przez siatkę i przerośniętą trawę.

Każda konstrukcja gruntowa zabezpieczona taką siatką jest wysoko odporna nie tylko na wymywanie przez wody opadowe, ale również na powstawanie nawisów śniegowych (zabezpiecza je tym samym przed oberwaniem się górnej krawędzi nasypu pod ciężarem śniegu). Zasadniczym jednak zadaniem geosiatek typu HaTe® jest zazielenianie powierzchni skarp nasypów drogowych i kolejowych, wałów przeciwpowodziowych, brzegów kanałów, rowów technologicznych i melioracyjnych, zboczy, hałd, składowisk odpadów.



# Antyerozyjne zabezpieczenie skarp

Utworzono: czwartek, 27, listopad 2008 14:57 Izabela Jurkiewicz-Pietrzak

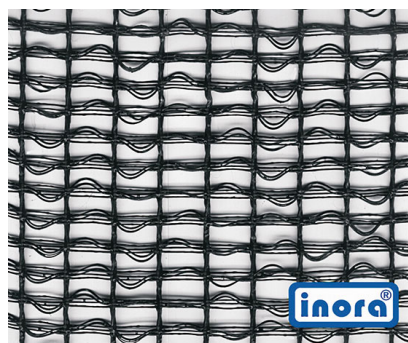
---



Fot. 10, 11. Zabezpieczenie przeciwoerozyjne i zazielenianie skarp geosiatką HaTe® 23.142 w ciągu autostrady A4 – Węzeł Batory

W badaniach IBDiM drugim, najskuteczniejszym materiałem, okazała się geosiatka Fortrac® 3D. Stosuje się ją w przypadku wyjątkowo stromych skarp i osuwisk oraz przy budowlach o dużym zagrożeniu poślizgowym po stronie warstw wewnętrznych, czyli w bardzo trudnych warunkach. Geosiatki Fortrac® 3D są niezwykle wytrzymałe na rozciąganie, osiągają doraźną wytrzymałość na rozciąganie 20, 40, 60, a nawet 120 kN/m. Wykonane są z włókien poliestrowych, które są zabezpieczone przeciwko degradacji nawet w długim okresie magazynowania. Ewentualna degradacja siatki występuje dopiero po ukształtowaniu się gęstej sieci korzeni.

Zadaniem przestrzennych geosiatek Fortrac® 3D jest zbrojenie warstwy humusu, a jednocześnie podtrzymywanie przed usuwaniem się pokrywy powierzchni skarpy. Geosiatki zabezpieczają nieosłonięty grunt przed działaniem czynników erozyjnych i stwarzają bardzo dobre warunki do rozwoju roślinności.



Geosiatki typu HaTe® i Fortrac® 3D, dzięki swojej konstrukcji i wielkości oczek rozpraszają spadające krople deszczu, ograniczając tym samym wymywanie gruntu, a ponadto pozwalają na swobodne przerastanie i mocne ukorzenienie traw - i to już w pierwszym okresie wegetacyjnym.

---

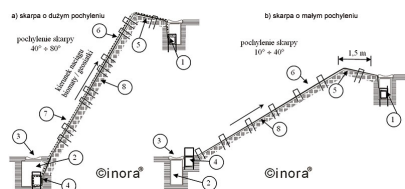
## Technologia

Należy jednak pamiętać, że nawet odpowiednio dobrany materiał okrywowy to zdecydowanie nie wszystko. Niezwykle istotnym elementem w przypadku zabezpieczenia antyerozyjnego jest zastosowanie pełnej technologii oraz staranność jego wykonania.

Podstawą rozpoczęcia jakichkolwiek prac budowlanych jest wykonanie

prawidłowego systemu drenaży, zgodnie z zaleceniem producenta danego materiału. W przypadku skarp najskuteczniejsze jest odwodnienie liniowe w formie drenów francuskich (w obrębie krawędzi jezdni, jak i u podnóża skarpy). Budowa drenażu francuskiego musi być odpowiednio wykonana z użyciem właściwego kruszywa i włókniny [6] i [7].

Przed przystąpieniem do układania materiałów antyerozyjnych, powierzchnie skarpy trzeba odpowiednio przygotować; po wyprofilowaniu skarp, należy je wyrównać i użyźnić. Poziom próchniczy można uzyskać poprzez pobranie urodzajnej warstwy z innych gleb. Dopiero tak przygotowane podłoże można obsiać roślinnością. Należy też pamiętać o odpowiednim doborze nasion traw. Skład gatunkowy mieszanek dobiera się stosownie do istniejących lub specjalnie ukształtowanych warunków glebowych i funkcji roślinności darniowej, a także uwzględnia się nasłonecznienie skarp: na stokach południowych stosuje się ich mniejszą ilość, na stokach północnych odpowiednio większą.



Ogólną technologię przedstawiają powyższe rysunki będące wyciągiem z technologii Inorgreening® [8]:

1. drenaż francuski naskarpowy,
2. drenaż francuski u podstawy skarpy, stanowiący jednocześnie podziemne dociążenie podstawy skarpy,
3. ewentualne odwodnienie liniowe z kształtek betonowych,
4. dolne zakotwienie maty/siatki przez zawinięcie końca na drewnianej belce i przymocowanie szpilką,
5. przeciwskarpa,
6. mata antyerozyjna zabezpieczająca powierzchnię skarpy, mocowana kołkami lub szpilkami (w zależności od kąta nachylenia skarpy i rodzaju gruntu),
7. grunt macierzysty lub nasypowy, wstępnie skonsolidowany,
8. warstwa obhumusowana – w zależności od rodzaju gruntu.

Rozkładanie maty antyerozyjnej należy rozpocząć od zakotwienia maty w górnym rowku, tzn. wprowadzenia krawędzi maty do rowka i zasypania go materiałem mineralnym (warstwa żwiru, jeżeli jest możliwość wyprowadzenia wody z drenu francuskiego, w innych przypadkach należy zastosować materiał nieprzepuszczalny, tj. glinę lub piasek gliniasty) i zagęścić.

Zależnie od możliwości, na zasypany rowek można ułożyć betonowe płyty korytkowe do odwodnienia liniowego i dodatkowego obciążenia maty antyerozyjnej. Po zakotwieniu górnej krawędzi maty należy poprowadzić rolkę lub odmierzony kawałek w dół powierzchni poziomej, naciągnąć możliwie mocno (lekkie naprężenie maty jest nawet konieczne!) i zamocować w dolnym rowku kotwiącym. Kolejne pasy



# Antyerozyjne zabezpieczenie skarp

Utworzono: czwartek, 27, listopad 2008 14:57 Izabela Jurkiewicz-Pietrzak

---

maty powinny być układane ściśle i dokładnie obok siebie, ewentualnie z zakładem – „pas na pas”.

Mocowanie (szpilkowanie) mat antyerozyjnych szpilkami stalowymi lub kołkami drewnianymi powinno się rozpocząć od przymocowania styków (zakładek) mat w odpowiednim rozstawie szpilek w pionie. Następnie szpilki względnie kołki drewniane należy odpowiednio rozmieścić na całym pozostałym obszarze. Mata powinna być przytwierdzona i właściwie docięnięta do podłoża za pomocą sznurka, by umożliwić żdźbłom trawy swobodny przerost przez oczka siatek.



Fot. 13,14. Przykład zabezpieczenia przeciwozyjnego skarp matami biodegradowalnymi bez zastosowania właściwej technologii

## Podsumowanie

Stosując opisane zabezpieczenia antyerozyjne nie tylko zabezpieczamy nasz obiekt budowlany, ale również stwarzamy na nim korzystne warunki rozwoju roślinności okrywowej, co w efekcie pozwoli nam stworzyć obiekt nie tylko funkcjonalny i bezpieczny, ale również pełniący funkcje estetyczne i dekoracyjne.

W krajach Europy Zachodniej wykonując obiekty inżynierskie typu skarpy, nasypy, aż 20% środków finansowych przeznaczonych na daną inwestycję odkładanych jest na zabezpieczenie obiektu przed erozją. Lekceważenie tych działań w naszym kraju jest niczym nieuzasadnione i pociąga za sobą stałe powracanie do problemu, co skutkuje zwiększeniem kosztów o dużo więcej niż wykonanie zabezpieczeń „raz a dobrze”.

Izabela Jurkiewicz-Pietrzak  
Przedsiębiorstwo Realizacyjne INORA® Sp. z o.o.  
Gliwice

## Literatura:

- [1]. Gajewska Beata, Zastosowania geosyntetyków do ochrony skarp przed erozją, Magazyn AUTOSTRADY nr 8-9/2006
- [2]. Ajdukiewicz Jacek, Biodegradowalne geosyntetyczne materiały antyerozyjne i wspomagające zazielenianie obiektów hydrotechnicznych, Gospodarka Wodna 1/2005
- [3]. Ajdukiewicz Jacek, Przegląd geosyntetycznych systemów ochrony i zabezpieczenia obiektów gruntowych przed oddziaływaniem środowiska wodnego, Gospodarka Wodna 8/2004

# Antyerozyjne zabezpieczenie skarp

Utworzono: czwartek, 27, listopad 2008 14:57 Izabela Jurkiewicz-Pietrzak

---

- [4]. Aprobata Techniczna IBDiM Nr AT/2007-03-1216
- [5]. OST, D-06.01.01 Umocnienie powierzchniowe skarp, rowów i ścieków. GDDP, Warszawa 2001
- [6]. Ajdukiewicz Jacek, Drenaże francuskie, Materiały Budowlane nr 10/2004 i nr 11/2004
- [7]. Edel Roman, Odwodnienie dróg, WKŁ, 2002
- [8]. Technologia Inorgreening®, dokumentacja techniczna, Przedsiębiorstwo Realizacyjne INORA Sp z o.o. Gliwice, 2004