

# GOSPODARKA WODNA

Reprint z: Gospodarka Wodna  
nr 8/2004

JACEK AJDUKIEWICZ

Przedsiębiorstwo Realizacyjne INORA

## Przegląd geosyntetycznych systemów ochrony i zabezpieczenia obiektów gruntowych przed oddziaływaniem środowiska wodnego

Ze względu na obserwowane zmiany klimatyczne związane np. ze zwiększoną intensywnością i częstotliwością deszczów problem ochrony przed erozją budowli ziemnych, takich jak wały przeciwpowodziowe, a także skarpy, nasypy, rowy, jest niebagatelny. Dostępna na rynku coraz szersza paleta materiałów przeznaczonych do zapobiegania skutkom erozji stwarza inwestorom, projektantom i wykonawcom pewne problemy z doбором właściwej technologii. Autor przedstawia właściwości niektórych materiałów geosyntetycznych stosowanych do ochrony przed erozją, podaje rozwiązania niektórych problemów konstrukcyjnych, jak i właściwego wykonania zabezpieczeń antyerozyjnych.

### Erozja budowli ziemnych

Obserwowana od kilku lat na obszarze naszego kraju wyraźna zmiana warunków klimatycznych, owocująca zwiększoną ilością deszczów ulewnych, o wielokrotnie wyższych niż uprzednio natężeniach opadów, powoduje coraz większe trudności z utrzymaniem w dobrej kondycji powierzchni zboczy i skarp. W szczególności pomiędzy zakończeniem robót ziemnych, wykonywanych wg specyfikacji opracowanej przez Branżowy Zakład Doświadczalny Budownictwa Drogowego i Mostowego OST nr D-06.01.01 „Umocnienie po-

wierzchniowe skarp, rowów i ścieków”, a trwałym i głębokim pokryciem wytrzymałą warstwą okrywy roślinnej (trawistej) – ważne jest zachowanie niezmiennego stanu i struktury powierzchni zbocza/skarpy. Występujące zjawiska erozyjne pociągają bowiem za sobą konieczność wielokrotnego powracania brygad robotniczych do usuwania powstałych usterek, a tym samym narażanie Inwestora/Wykonawcy na zwiększone koszty wykonania inwestycji.

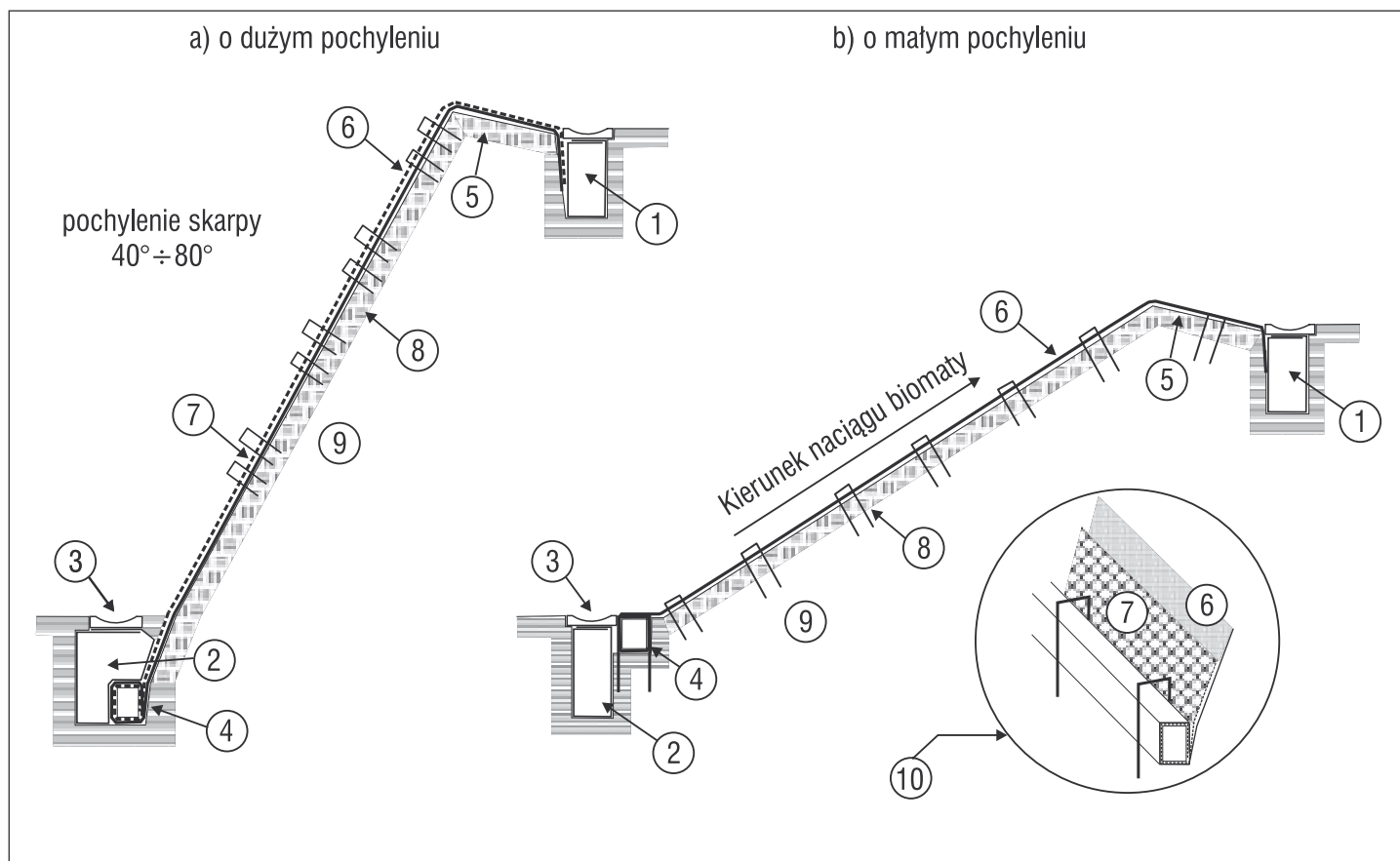
Z definicji – erozja, w geomorfologii to żłobienie, wszelkie oddziaływania czynników zewnętrznych na powierzchnię skorupy ziemskiej, ich skutkiem jest powstanie wklęsłych form rzeźby terenu. Głównymi przyczynami erozji są oddziaływania czynników przyrodniczych, takich jak: klimat, topografia, rodzaj gleby, szata roślinna. Istnieją również gospodarcze czynniki erozji, zależne od aktywności człowieka w działaniach rolniczych, wydobywczych, przemyśle przetwórczym i w drogownictwie. Erozji ulegają nie tylko naturalne elementy środowiska, jak brzegi rzek, jezior i zbocza, ale również elementy konstrukcji inżynierskich, takich jak: wały przeciwpowodziowe, przyczółki mostów, skarpy nasypów drogowych i kolejowych, kanały, rowy technologiczne i melioracyjne. Opady deszczu, wiatr, spływająca woda, jak również prądy wodne i fale powodują duże zniszczenia powierzchni budowli ziemnych. Aby uniknąć destrukcji tych konstrukcji i kosztów związanych z naprawą, nale-

ży chronić budowle ziemne przed skutkami erozji już od początku ich istnienia.

Jednym z czynników wywołujących erozję powierzchniową są deszcze. Krople deszczu spadając na nieosłoniętą powierzchnię gruntu powodują odspajanie jego cząstek. W czasie spływów powierzchniowych wód deszczowych, odspojone cząstki gruntu są splukiwane przez wodę i zmywane w dół stoku, skutkując erozją powierzchniową.

Dąży się do takiego osłonięcia powierzchni konstrukcji ziemnych, aby dostatecznie ograniczyć ubytki gruntu. Zasadniczą przeszkodę w tworzeniu erozyjnych form rzeźby terenu stanowi roślinność, której korzenie utrudniają niszczenie podłoża gruntowego. Wystarczającym zabezpieczeniem jest powierzchnia trawiasta. Jest ona jednak skuteczna dopiero od momentu szerokiego i głębokiego ukorzenienia się trawy, czyli w okresie od jednego do trzech lat, licząc od daty 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. W efekcie konstrukcja może zostać niedostatecznie pokryta roślinnością, co automatycznie zwiększa stopień zagrożenia erozją już w początkowych latach eksploatacji budowli.

Autor jest członkiem International Geosynthetics Society.



**Rys. 1. Sposób zabezpieczenia skarpy przed erozją:** 1-drenaż francuski naskarpowy; 2-drenaż francuski u podstawy skarpy, stanowiący jednocześnie podziemne antypoślizgowe dociążenie podstawy skarpy; 3-odwodnienie liniowe z kształtek betonowych; 4-dolne zakotwienie biomały /siatki/ maty przez zawinięcie końca na drewnianej belce i przymocowanie szpilką; 5-przeciwskarpa; 6-biomała/siatka /mata zabezpieczająca powierzchnię skarpy przed erozją mocowana kołkami lub szpilkami (w zależności od kąta nachylenia skarpy i rodzaju gruntu); 7-geosiatka typu HaTe® 23.142 lub HaTe® 30.143, względnie Fortrac® D 90; 8-warstwa obhumusowana – w zależności od rodzaju gruntu – gr. 5 ÷ 15 cm; 9-grunt macierzysty lub nasypowy; 10-szczegół zakotwienia dolnej końcówki siatki/biomały nawiniętej na belkę, naciąganej i przymocowanej do podłoża szpilkami stalowymi w rozstawie min. 100 cm.

## ■ Zalecenia ogólne stosowania przestrzennych mat antyerozyjnych

Obecnie znanych jest wiele metod zabezpieczeń przeciwoerozyjnych. Jednym z kilku możliwych rozwiązań jest zastosowanie przestrzennych mat antyerozyjnych.

Przestrzenne maty antyerozyjne, wykonane z gęstej sieci nieuporządkowanych, pojedynczych żyłek polipropylenowych (PP) lub poliamidowych (PA), zgrzewane są termicznie w punktach styku. Maty te zbroją system korzeniowy i zabezpieczają przed odpajaniem cząstek gruntu i przemieszczaniem ich w dół skarpy.

Zaletą tych produktów jest długotrwała ochrona zbocza, począwszy od momentu ich wbudowania. Dzięki swojej przestrzennej strukturze zacieniają powierzchnię gruntu, tworzą odpowiedni do rozwoju roślin mikroklimat, co zapewnia na dłuższy czas utrzymanie wilgoci. To z kolei wpływa korzystnie na kiełkowanie i prawidłowy rozwój roślinności.

## ■ Zalety stosowania materiałów do ochrony przed erozją:

- ☐ ochrona powierzchni gruntu przed uderzeniami kropel deszczu;
- ☐ zmniejszenie prędkości wody spływającej po stoku;
- ☐ zabezpieczenie nasion traw i rozsady roślinnej przed wymywaniem;
- ☐ zmniejszenie utraty wilgoci przez grunt;
- ☐ stworzenie korzystnego mikroklimatu dla kiełkujących nasion traw;
- ☐ przyspieszenie rozwoju roślinności na stoku;
- ☐ uzyskanie efektu nawożenia – po rozkładzie materiałów organicznych.

Szeroka paleta materiałów ochronnych, od biodegradowalnych mat stosowanych na stokach o małym pochyleniu, po wzmocniane maty przestrzenne o bardzo dużych wytrzymałościach na rozciąganie rzędu 110 kN/m, mających zastosowanie nawet w trudnych warunkach, pozwala dobrać odpowiednie zabezpieczenie dla każdego typu konstrukcji gruntowej.

Przyczyną nietrwałości budowli ziemnych jest również niejednokrotnie niewiedza konstruktorów w zakresie podstawowych zasad konstruowania obiektów ziemnych, jak również brak solidności wykonania robót ziemnych. Zasadniczymi błędami inżynierskimi narażającymi konstrukcje na erozję są: 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 przebiegu zboczy w płaszczyźnie poziomej 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.

## ■ Geosiatki do zazieleniania, ochrony i zabezpieczania przed erozją powierzchni skarp typu HaTe® 23.142 i HaTe® 30.143

### Charakterystyka ogólna



Geosiatki typu HaTe® – ze względu na swoją budowę i wyjątkowo wysokie parametry wytrzymałościowe – pełnią funkcję wzmacniania korpusów nasypów i ich ochrony przed erozją. Przy znacznych pochyleniach skarp (nawet do 80°(!)) można stosować geosiatki HaTe® jako wzmocnienie antyerozyjnego zabezpieczenia konstrukcji ziemnych z mat biodegradowalnych z rodziny Terra-Pro®. Zasadniczym zadaniem geosiatek typu HaTe® jest zazielenianie wałów przeciwpowodziowych, brzegów kanałów, rowów technologicznych i melioracyjnych, powierzchni skarp nasypów drogowych i kolejowych, zboczy, hałd, składowisk odpadów. Efektem zazielenionych powierzchni jest dokładnie przylegająca do podłoża zwarta struktura utworzona przez siatkę i przerośniętą trawę. Każda konstrukcja gruntowa zabezpieczona taką warstwą jest wysoko odporna na wymywanie przez wody opadowe oraz inne czynniki sprzyjające erozji. Zapobiega także powstawaniu nawisów śniegowych, a tym samym zabezpiecza przed oberwaniem górnej krawędzi nasypu pod ciężarem śniegu.

### Zakres stosowania:

- ☐ budowa i wzmocnienie wałów przeciwpowodziowych;
- ☐ osłona, wzmocnienie i stabilizacja brzegów rzek, jezior i innych zbiorników wodnych;
- ☐ zazielenianie skarp, nasypów, zboczy;
- ☐ modernizacja i rekultywacja hałd, składowisk odpadów;
- ☐ budowa zielonych dachów;

Powierzchnie skarp zostały obsiane specjalnie dobraną mieszanką nasion traw (inną do wystawy południowej, a inną do wystawy północnej). Aby

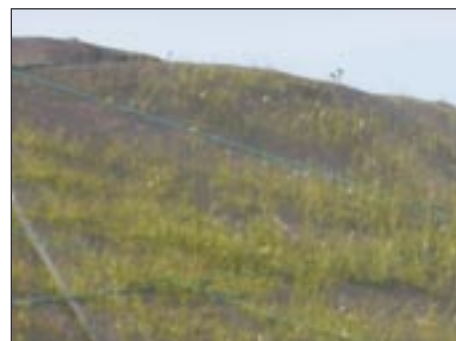
Tabela I. Charakterystyka techniczna geosiatek HaTe® 23.142 i HaTe® 30.143

| Typy geosiatek               |                  | HaTe® 23.142 | HaTe® 30.143 |
|------------------------------|------------------|--------------|--------------|
| Wytrzymałość na rozciąganie: |                  |              |              |
| – wzdłuż                     | kN/m             | 15,0         | 20,0         |
| – wszerz                     | kN/m             | 14,0         | 20,0         |
| Wydłużenie przy zerwaniu:    |                  |              |              |
| – wzdłuż                     | %                | 15,0         | 15,0         |
| – wszerz                     | %                | 18,0         | 20,0         |
| Siła przebicia CBR           | kN               | >1,0         | >2,0         |
| Wymiar oczka                 | mm               | 3,5          | 10,0         |
| Gramatura                    | g/m <sup>2</sup> | 140          | 180          |
| Materiał                     |                  | poliester    |              |
| Wymiary rolki                |                  |              |              |
| – szerokość                  | m                | 3,80         | 3,80         |
| – długość                    | m                | 200,0        | 200,0        |

### Praktyczne przykłady zastosowania



kwiecień 2003



wrzesień 2003



sierpień 2003



marzec 2004

zabezpieczyć świeżo obsiane powierzchnie przed wpływami atmosferycznymi, skarpy obłożono geosiatką do zazielenienia typu HaTe® 23.142, której zadaniem było niedopuszczenie do erozji wodnej (deszczowej) oraz pomoc w zazielenianiu połaci skarp. Po przerośnięciu trawą uzyskano zwartą strukturę odporną na działanie czynników erozyjnych.

### Zazielenianie wałów przeciwpowodziowych w Raciborzu

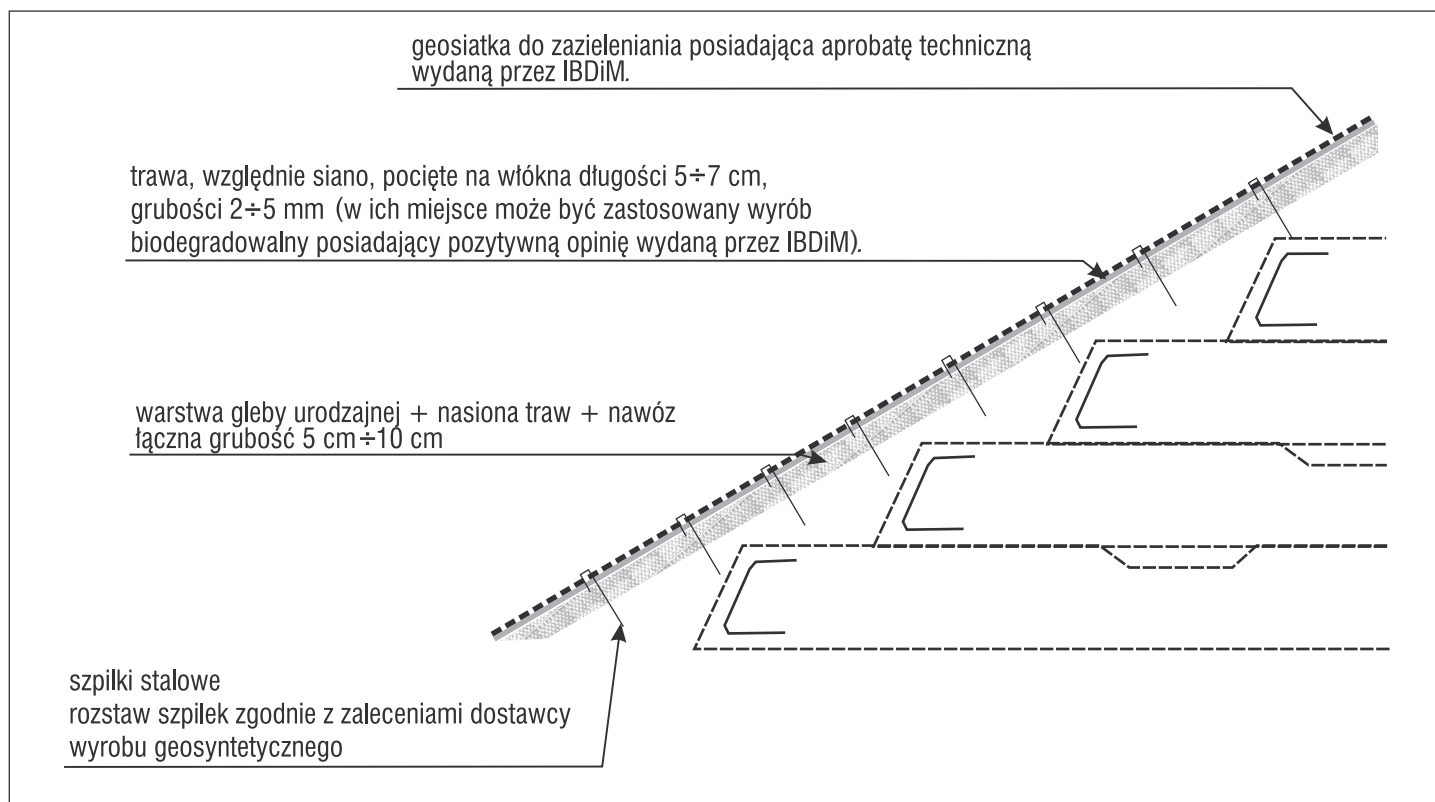
We wrześniu 1999r. wykonano próbne zazielenianie wałów przeciwpowodziowych wzdłuż Odry. Po oczyszczeniu, wyrównaniu i uzupełnieniu ubytków ziemi po przebytych powodziach,

nastąpiło obsianie wałów mieszanką traw szeroko i głębokokorzennych. Na tak przygotowane podłoże rozwinęto pasy siatki HaTe® 23.142 o szerokości 3,80 m. Siatka została naciągnięta i zamocowana szpilkami stalowymi.



wrzesień 1999





Rys. 2. Zazielenianie skarp i nasypów z zastosowaniem geosiatki z INORY typu HaTe® 23.142



wrzesień 2001



wrzesień 2001



wrzesień 2002

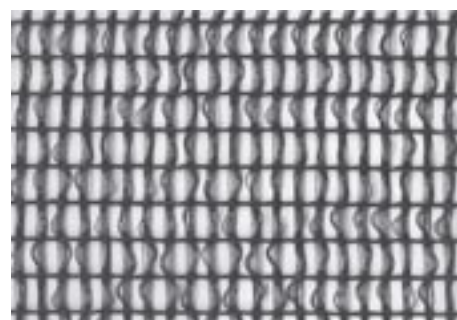
Efektom końcowym jest dokładnie przylegająca do podłoża zwarta struktura przerosniętej siatki, co stworzyło warstwę ochronną wałów, odporną na wymywanie przez wody opadowe, a zwłaszcza napierające w przyszłości wody.

### ■ Przestrzenne geosiatki zbrojące warstwę humusu

#### Charakterystyka ogólna

Przestrzenne geosiatki zbrojące wykonuje się z włókien poliestrowych. Włókna poliestrowe przeplatane są między włókna podłużne wzdłuż kierunku prostopadłego do powierzchni siatki.

Zadaniem przestrzennych geosiatek jest zbrojenie warstwy humusu, a jednocześnie podtrzymywanie przed usuwaniem pokrywy powierzchni skarpy. Geosiatki zabezpieczają nieosłonięty grunt przed działaniem czynników ero-



zyjnych i stwarzają warunki do rozwoju roślinności.

Produkty te charakteryzują się stosunkowo dużą wytrzymałością na rozciąganie i zapewniają korzeniom wzmocnienie potrzebne dla naturalnej odnowy roślinności. Geosiatki po długim okresie pod wpływem działań promieni UV ulegają degradacji, jednak następuje to w momencie ukształtowania się gęstej sieci korzeni. Dzięki swojej przestrzennej strukturze zacinają powierzchnię gruntu, tworząc odpowiedni do rozwoju roślin mikro-

Tabela II.

| Typy geosiatek                   | Fortrac®<br>3D 30 | Fortrac®<br>3D 40 | Fortrac®<br>3D 60 | Fortrac®<br>3D 90 | Fortrac®<br>3D 120 |
|----------------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------|
| Wytrzymałość na rozciąganie kN/m | 30                | 40                | 60                | 90                | 120                |
| Materiał                         | poliester         |                   |                   |                   |                    |
| Wymiar oczka mm                  | 20x10             | 20x10             | 20x10             | 20x10             | 20x10              |
| Wymiary rolki – szerokość m      | 4,50              | 4,50              | 4,50              | 4,50              | 4,50               |
| – długość m                      | 100,0             | 100,0             | 100,0             | 100,0             | 100,0              |

klimat, co zapewnia na dłuższy czas utrzymanie wilgoci. To z kolei wpływa korzystnie na kiełkowanie i prawidłowy rozwój roślinności.

#### Zakres stosowania:

- ☐ budowa i wzmocnienie wałów przeciwpowodziowych;
- ☐ osłona, wzmocnienie i stabilizacja brzegów rzek, jezior i innych zbiorników wodnych;
- ☐ wzmocnienie, stabilizacja i zazielenianie skarp, zboczy, nasypów;
- ☐ modernizacja i rekultywacja hałd, składowisk odpadów;
- ☐ budowa zielonych dachów.

### Przestrzenne maty antyerozyjne

#### Przestrzenne maty antyerozyjne – bez wzmocnienia, typu G xx PP



Przestrzenne maty antyerozyjne typu G xx PP wykonane są z gęstej sieci nieuporządkowanych, pojedynczych żyłek polipropylenowych (PP), zgrzewanych termicznie w punktach ich stykania się. W ten sposób uzyskuje się mocne i giętkie maty. Dzięki swojej sprężysto-

ści maty dobrze przylegają do gruntu, co zapewnia szybkie uкорozenie się wysiewanych na grunt roślin i ich wzmocnienie w okresie późniejszego wzrostu. Maty zabezpieczają nieosłonięty grunt przed działaniem czynników erozyjnych i stwarzają warunki do rozwoju roślinności tam, gdzie jej samoistny wzrost jest trudny lub niemożliwy.

Produkty te charakteryzują się stosunkowo dużą wytrzymałością na rozciąganie i zapewniają korzeniom wzmocnienie potrzebne dla naturalnej odnowy roślinności. Przed zabudową mat korzystnie jest wyłożyć warstwę humusu wraz z nasionami traw.

Materiał, z którego wykonane są maty typu G xx PP ulega degradacji po długim okresie pod wpływem działań promieni UV. Zjawisko to występuje w momencie ukształtowania się gęstej sieci korzeni. Produkty degradacji nie są szkodliwe dla środowiska naturalnego.

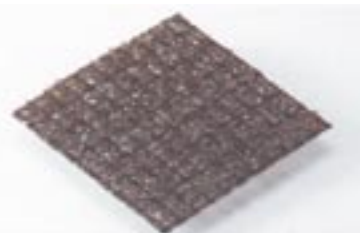
Maty odporne są na czynniki środowiskowe spowodowane zastosowaniem materiałów i technologii oraz warunków klimatycznych i eksploatacyjnych dopuszczanych w inżynierii wodnej i lądowej.

#### Zakres stosowania:

- ☐ osłona brzegów kanałów, rowów technologicznych i melioracyjnych;
- ☐ wzmocnienie i stabilizacja brzegów rzek, jezior i innych zbiorników wodnych;
- ☐ zazielenianie i zabezpieczanie przed erozją powierzchni skarp, nasypów, rowów i osuwisk;

- ☐ rekultywacja i modernizacja powierzchni hałd i składowisk odpadów;
- ☐ zabezpieczenie antypoślizgowe pokrywy składowisk odpadów;
- ☐ zabezpieczenie przyczółków mostowych;
- ☐ ograniczenie destrukcyjnego działania wód opadowych na ziemne konstrukcje drogowe;
- ☐ wiele innych sytuacji erozyjnych i wymagających trwałego zazieleniania (np.: boiska trawiaste, pola golfowe, itp.).

#### Przestrzenne maty antyerozyjne – wzmocnione, typu G xx PP – RF yy



Wzmocnione przestrzenne maty antyerozyjne typu G xx PP – RF yy wykonane są z gęstej sieci nieuporządkowanych, pojedynczych żyłek polipropylenowych (PP), zgrzewanych termicznie w punktach ich stykania się dla uzyskania mocnych i giętkich mat. Dodatkowo wzmocnione są siatką polipropylenową (PP) lub poliestrową (PES). Dzięki swojej sprężystości maty dopasowują się do gruntu, co zapewnia szybkie uкорozenie się wysiewanych na grunt roślin i ich wzmocnienie w okresie późniejszego wzrostu.

Charakterystyczną cechą mat typu G xx PP – RF yy jest to, iż sieć nieuporządkowanych żyłek uformowana jest na kształt „SIODEŁEK”, co odróżnia je od wszystkich innych mat tego typu, oferowanych na naszym rynku. Taka budowa gwarantuje niemalże w 100% utrzymanie w objętości „SIODEŁEK” ziemi uprawnej z nasionami traw, pospółki i in., co nawet w warunkach ulewnej deszczu i bardzo silnych wiatrów gwarantuje zachowanie niezmiennego stanu i struktury zbocza, skarpy lub nasypu.

Przed zabudową mat korzystnie jest wyłożyć warstwę humusu wraz z nasionami traw, a po zabudowaniu mat wyłożenie drugiej warstwy humusu na ich powierzchnię gwarantuje pełny sukces.

Maty są odporne na czynniki środowiskowe spowodowane zastosowaniem materiałów i technologii oraz warunków klimatycznych i eksploatacyjnych dopuszczanych w inżynierii wodnej.

Przestrzenne maty antyerozyjne typu G xx PP – RF yy zalecane są do stosowania na stromych zboczach i skarpach o pochyleniu do 80° oraz przy

**Tabela III. Przestrzenne maty antyerozyjne typu G xx PP do zazieleniania, ochrony i zabezpieczania przed erozją powierzchni skarp, nasypów, rowów i osuwisk.**

| TYPY MAT                                           |                                                                       | G 8 PP | G 12 PP | G 20 PP |
|----------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|--------|---------|---------|
| Wytrzymałość na rozciąganie:                       |                                                                       |        |         |         |
| – wzdłuż                                           | kN/m                                                                  | 1,8    | 1,8     | 1,9     |
| – wszerz                                           | kN/m                                                                  | 0,9    | 1,0     | 1,0     |
| Wydłużenie przy zerwaniu:                          |                                                                       |        |         |         |
| – wzdłuż                                           | %                                                                     | 30,0   | 55,0    | 55,0    |
| – wszerz                                           | %                                                                     | 20,0   | 50,0    | 50,0    |
| Grubość przy obciążeniu 2kPa                       | mm                                                                    | 8,0    | 12,0    | 19,0    |
| Wskaźnik porowatości                               | %                                                                     | 90,0   | 90,0    | 90,0    |
| Gęstość                                            | g/cm <sup>3</sup>                                                     | 0,9    | 0,9     | 0,9     |
| Temperatura mięknięcia określona metodą Vicat 10 N | °C                                                                    | 151    | 151     | 151     |
| Gramatura                                          | g/m <sup>2</sup>                                                      | 450    | 570     | 670     |
| Materiał                                           | polipropylen stabilizowany przed promieniowaniem UV przy użyciu sadzy |        |         |         |
| Wymiary rolki                                      |                                                                       |        |         |         |
| – szerokość                                        | m                                                                     | 2,0    | 2,0     | 2,0     |
| – długość                                          | m                                                                     | 50,0   | 50,0    | 25,0    |
| – średnica                                         | cm                                                                    | 70,0   | 80,0    | 65,0    |
| – powierzchnia                                     | m <sup>2</sup>                                                        | 100,0  | 100,0   | 50,0    |

**Tabela IV. Wzmocnione przestrzenne maty antyerozyjne typu G xx PP – RF yy do zazieleniania, ochrony i zabezpieczania przed erozją powierzchni skarp, nasypów, rowów i osuwisk.**

| TYPY MAT                          |      | G 20 PP-RF 9                                                          | G 20 PP-RF 20 | G 20 PP-RF 35 | G 20 PP-RF 55 | G 20 PP-RF 80 | G 20 PP-RF 110 |
|-----------------------------------|------|-----------------------------------------------------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|----------------|
| Wytrzymałość na rozciąganie:      |      |                                                                       |               |               |               |               |                |
| – wzdłuż                          | kN/m | 9,3                                                                   | 20,0          | 35,0          | 55,0          | 80,0          | 110,0          |
| – wszerz                          | kN/m | 17,0                                                                  | 20,0          | 35,0          | 55,0          | 80,0          | 110,0          |
| Wydłużenie przy zerwaniu:         |      |                                                                       |               |               |               |               |                |
| – wzdłuż                          | %    | 16,0                                                                  | 12,0          | 12,0          | 12,0          | 12,0          | 12,0           |
| – wszerz                          | %    | 13,0                                                                  | 13,0          | 13,0          | 13,0          | 13,0          | 13,0           |
| Grubość przy obciążeniu 2kPa      | mm   | 19,0                                                                  | 19,0          | 19,0          | 19,0          | 19,0          | 19,0           |
| Gramatura                         | g/m² | 720                                                                   | 710           | 810           | 840           | 980           | 1030           |
| Materiał                          |      | Polipropylen stabilizowany przed promieniowaniem UV przy użyciu sadzy |               |               |               |               |                |
| PARAMETRY GEOSIATKI WZMACNIAJĄCEJ |      |                                                                       |               |               |               |               |                |
| Wymiar oczek                      | mm   | 27/42                                                                 | 35/35         | 25/25         | 25/25         | 20/20         | 20/20          |
| Materiał                          |      | Polipropylen                                                          | Poliester     | Poliester     | Poliester     | Poliester     | Poliester      |
| PARAMETRY ZAOPATRZENIOWE          |      |                                                                       |               |               |               |               |                |
| Wymiary rolki                     |      |                                                                       |               |               |               |               |                |
| – szerokość                       | m    | 2,0                                                                   | 2,0           | 2,0           | 2,0           | 2,0           | 2,0            |
| – długość                         | m    | 25,0                                                                  | 25,0          | 25,0          | 25,0          | 25,0          | 25,0           |
| – średnica                        | cm   | 70,0                                                                  | 70,0          | 70,0          | 70,0          | 70,0          | 70,0           |

mniejszym pochyleniu na zboczach o dużej długości. Stosowane mogą być także do zabezpieczania budowli o niewielkim zagrożeniu poślizgowym wewnętrznych warstw.

#### Zakres stosowania:

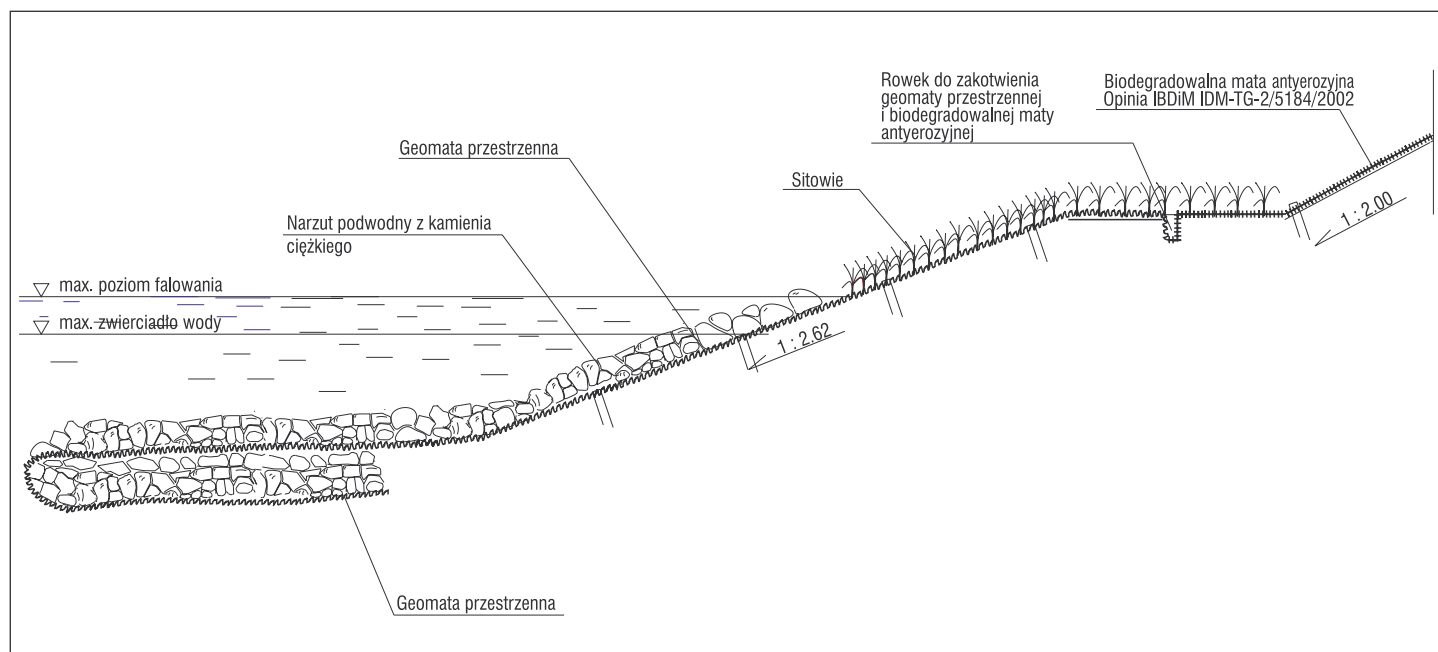
- ☐ osłona brzegów kanałów, rowów technologicznych i melioracyjnych;
- ☐ wzmocnienie i stabilizacja brzegów rzek, jezior i innych zbiorników wodnych;
- ☐ zazielenianie i zabezpieczanie przed erozją powierzchni stromych skarp, nasypów i osuwisk;
- ☐ modernizacja i rekultywacja hałd, składowisk odpadów.

#### Sposób wykonania zabezpieczenia antyerozyjnego

Przed przystąpieniem do układania mat, powierzchnie skarpy należy odpowiednio przygotować. Po wyprofilowaniu skarpy, należy ją wyrównać i użyźnić. Poziom próchniczy można uzyskać poprzez pobranie urodzajnej warstwy z innych gleb. Minimalna grubość takiej warstwy powinna wynosić 10÷15 cm. Tak przygotowane podłoże można obsiać roślinnością. Należy 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 – 100 kg nasion na 1 ha, na stokach północnych – 200 kg nasion na 1 ha.

Maty geosyntetyczne można układać ręcznie, prowadząc rolki wzdłuż lub w poprzek kierunku pochylenia skarpy. Należy zwrócić uwagę na odpowiednie założenie poszczególnych pasów na siebie. Wielkość zakładki kształtuje się: wzdłuż skarpy 20÷30 cm, w poprzek skarpy 10÷20 cm. Zakładki należy ustawić kierunkowo odpowiednio do głównego kierunku wiatrów, aby uniknąć podwiewania mat. Jeżeli skarpa jest narażona na silne wiatry, należy zastosować dodatkowe kołki lub szpilki. Biomaty mocuje się kołkami drewnianymi o długości 30÷50 cm w zależ-



**Rys. 3. Przykładowy sposób zabezpieczenia zbiornika wodnego**



ności od pochylenia skarpy i rodzaju podłoża. Krawędzie zabezpiecza się szpilkami stalowymi. Rozstaw kotków mocujących dobiera się wg pochylenia obiektu.

## Podsumowanie

Wybór właściwego materiału ochraniającego zależy od pochylenia skarpy i panujących warunków. Szeroki zakres materiałów, od biodegradowalnych najczęściej stosowanych na stokach o małym pochyleniu, po maty przestrzenne, które to mogą być stosowane nawet w bardzo trudnych warunkach, pozwoli dopasować odpowiednie zabezpieczenie dla każdego obiektu, niezależnie od jego stromości i długości zbocza.

W krajach Europy Zachodniej wykonując obiekty inżynierskie typu skarpy, nasypy, etc., 20% środków finansowych przeznaczonych na daną inwestycję odkłada się na przeciwoerozyjne zabezpieczenie obiektu. Lekceważenie tego problemu w naszym kraju jest niczym powracanie do tematu, co w efekcie kosztuje społeczeństwo dużo więcej niż wykonanie „raz a dobrze”.

### LITERATURA

1. R.M. KOERNER: Geosynthetics in filtration, drainage and erosion control. Geosynthetics Research Institute, Drexel University, Philadelphia, PA, USA, 12-13 December 1991.
2. T. LANCASTER, D.N. Austin, Classifying Rolled Erosion Control Products: A Current Perspective. GFR (vol. 12, no. 8, Oct/Nov) pp.16-22.
3. OST D-06.01.01 Umocnienie powierzchniowe skarp, rowów i ścieków. Warszawa 2001
4. PKN PN-R-04152 Erozyja i melioracje przeciwoerozyjne. Terminologia. Grudzień 1997

5. K.W. PILARCZYK: Design of Revetments. Dutch Public Works Department (RWS), Hydraulic Engineering Division
6. K.W. PILARCZYK: Geosynthetics and Geosystems in Hydraulic and Coastal Engineering. A.A. Balke, Rotterdam, Brookfield, 2000.
7. K.W. PILARCZYK, H. HAWING, G.J. KLAASS, N.H.J. VERHEY, E. MOSSELMAN, J.A.A.M. LEEMANS: Control of bank erosion in the Netherlands. State-of-the-art. Delft Hydraulics, December 1990.
8. M.S. THEISEN, G.N. RICHARDSON: Geosynthetic erosion control for landfill final covers. Designer's Forum. (vol. 16, no.4, April '98).
9. Z. WASILEWSKI, F. MISIEWICZ: Instrukcja stosowania biodegradowalnych mat przeciwoerozyjnych w budownictwie melioracyjnym. Instytut Melioracji i Użytków Zielonych w Falentach, 2003;
10. W. ZIAJA: Przegląd biologicznych sposobów utrwalania skarp rowów, kanałów i nasypów ziemnych. Instytut Melioracji i Użytków Zielonych w Falentach, Biuletyn Informacyjny nr 1, 1976.
11. G. ŻUREK, R. DEMBEK, W. MAJTKOWSKI, R. ŁYSZCZASZ, J. AJDUKIEWICZ: Wpływ geosiatki na rozwój mieszanek trawiasto-motylkowatych na wale przeciwpowodziowym. Biuletyn Instytutu hodowli i aklimatyzacji Roślin, Nr 225, 2003.

Reprint z: Gospodarka Wodna nr 8/2004

G

GEOTEKSTYLIA, GEOSIATKI, GEOTKANINY, PRZESTRZENNE MATY ANTYEROZYJNE, GEOKOMPOZYTOWE DRENY PRZESTRZENNE, BIODEGRADOWALNE MATY PRZECIWOEROZYJNE, GEOMEMBRANY, GEOKOMPOZYTY PROWADZĄ W XXI WIEKU!

# GEOSYNTETYKI

*Reprezentują światowe standardy jakości, przez co zapewniają najwyższej klasy wykonawstwo:*

**ROBÓT ZIEMNYCH** przy budowie **hipermarketów, hal produkcyjnych i innych obiektów użyteczności publicznej** związanych z budową: dróg dojazdowych, parkingów, chodników, systemów odwadniających, placów magazynowych;

**ROBÓT DROGOWYCH** w zakresie: budowy **autostrad, dróg szybkiego ruchu, ulic miejskich i lokalnych, dróg montażowych, prowizorycznych i leśnych** oraz **renowacji nawierzchni asfaltowych i betonowych**;

**ROBÓT ZIEMNYCH** związanych z: budową i zabezpieczeniem przed erozją **skarp, nasypów, wałów, zabezpieczeniem osuwisk i umocnieniem zboczy, zbrojeniem gruntu, budową przyczółków z jednoczesnym zapewnieniem odprowadzenia wody**;

**ROBÓT BUDOWNICTWA KOLEJOWEGO** związanych z: budową **torowisk kolejowych, tramwajowych i ich nasypów, renowacją i wzmocnieniem istniejących torowisk i nasypów**;

*... I wielu innych aplikacji i zastosowań.*






Doradztwo, informacje techniczne i dystrybucja hurtowa:

**Przedsiębiorstwo Realizacyjne \*INORA\* Sp. z o.o.**

44-101 Gliwice 1, skr. poczt. 482; ul. Prymasa S. Wyszyńskiego 11

tel.: (0-32) 238 86 23, 230 49 96; fax: (0-32) 230 49 97, 238 86 23.

e-mail: [inora@inora.com.pl](mailto:inora@inora.com.pl)      [www.inora.com.pl](http://www.inora.com.pl)

