

Tadeusz RESZKA

**WSPÓŁCZESNE MATERIAŁY I TECHNOLOGIE
W MODERNIZACJI I ZABEZPIECZENIU OBIEKTÓW
OCHRONY PRZECIWPOWODZIOWEJ**

**MODERN TECHNIQUES AND TECHNOLOGIES IN
MODERNIZATION AND PROTECTION OF FLOOD-CONTROL
OBJECTS**

Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej, Oddział Kraków
Institute of Meteorology and Water Management Cracow

Streszczenie

Po powodzi w lipcu 1997 w sporządzanych ocenach stanu technicznego obwałowań przeciwpowodziowych i budowli wałowych w proponowanych rozwiązaniach, mających na celu ich modernizację i zabezpieczenie wskazywano na nowe materiały i technologie. W pracach projektowych zaczęto używać rozwiązań technicznie atrakcyjnych i ekonomicznie konkurencyjnych, proponując materiały zapewniające łatwe ich wbudowanie, bez konieczności użycia ciężkiego sprzętu, z minimalizacją kosztownych robót ziemnych. W projektach budowlano - wykonawczych zaczęły pojawiać się takie materiały jak: mata bentonitowa do zabezpieczeń filtracyjnych, geosiatki do wzmocnienia skarp i podwyższania korony obwałowań, preparaty stabilizujące grunt pod drogi przywałowe, grodzice winylowe do wykonywania cienkościennych przesłon przeciwfiltracyjnych, prefabrykowane elementy żelbetowe ścian oporowych. W referacie omówiono pokrótce materiały i technologie stosowane w modernizacji i zabezpieczeniu obwałowań przeciwpowodziowych.

Summary

Modern techniques and technologies in modernization and protection of flood-control objects summary. Following the 1997 flood, the estimates of the technical solution of flood-control embankments for the first time recommended the use of new solutions aimed at their modernization and protection. In designing, solutions which were attractive in both technological and financial terms, such as the use of easy to build-in

materials which do not demand heavy equipment thus reducing the cost of earthworks to a minimum, were taken into account. Materials such as bentonite mats for filtration protection, geonets to reinforce slopes and heighten embankment crests, soil stabilising preparations in the construction of adjacent roads, vinyl sheet piles as the antifiltration screens and prefabricated ferroconcrete elements in retaining walls were used both at the stages of designing and construction.

1. MATERIAŁY BENTONITOWE

Zabezpieczenie matą bentonitową (np. BENTOMAT®) skarpy obwałowania od strony międzywala skutecznie zapobiega filtracji wody przez korpus wału. Granulowany bentonit sodowy (VOLCLAY) wykorzystywany jest do uszczelniania przepuszczalnego gruntu zalegającego w podłożu w bezpośrednim sąsiedztwie obwałowania. Mata bentonitowa BENTOMAT®, produkowana w kraju składa się z trzech komponentów (tkanina polipropylenowa, naturalny bentonit sodowy Volclay, wzmocniona włóknina polipropylenowa), połączonych ze sobą mechanicznie przez igłowanie. Warstwa uwodnionego bentonitu znajdującego się w macie tworzy dla przepływu wody barierę, charakteryzującą się współczynnikiem przepuszczalności 10^{-11} m/s. Tkanina po stronie wierzchniej stabilizuje połączoną matę i przejmuje naprężenia rozciągające, zaś warstwa dolna jest igłowaną włókniną, przez którą do bentonitu może bez przeszkód przenikać wilgoć.

Sposób i kierunek rozwijania maty BENTOMAT® jest uzależniony m.in. od kąta nachylenia skarpy i jej długości. Na płaskich powierzchniach międzywala nie jest wymagana żadna szczególna orientacja - można ją rozwijać z rolki uniesionej przez stojący na koronie wału sprzęt lub odwijać z rolki rozwijanej przez cofający się sprzęt (np. ładowarkę)

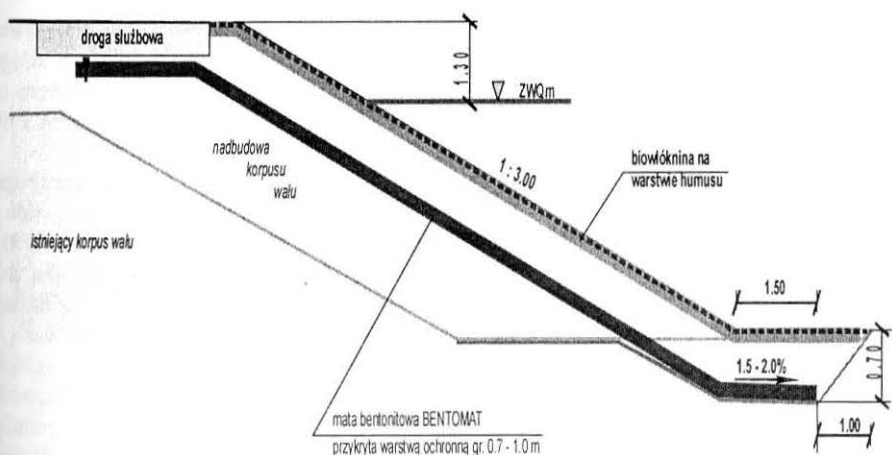
Sąsiednie pasma maty BENTOMAT® układa się na zakład, który powinien mieć szerokość od 15 do 30 cm (na każdej z rolek zaznaczona jest strefa zakładu). Powierzchnie zakładu powinny być czyste i wygładzone w celu zapewnienia bezpośredniego przylegania warstw. W pasie zakładu należy równomiernie rozprowadzić granulaty bentonitowy VOLCLAY w ilości około 0.5 kg na 1 mb zakładu. Strefy zakładów muszą być wykonane szczególnie dokładnie - należy unikać ich wykonywania podczas deszczu, pod wodą, podczas opadów śniegu, w błocie oraz podczas silnego wiatru. Po ułożeniu matę należy przykryć warstwą średniozagęszczonego gruntu rodzimego (z deponii) o miąższości min. 0.7 - 1.0 m (rys. 2). Na wierzchu warstwy przykrywającej ułożyć biowłókninę z nasionami odpowiedniego gatunku trawy.

Na rys.1 przedstawiono przekrój poprzeczny modernizowanego prawego obwałowania rzeki Odry w rejonie Wielkiej Wyspy Wrocławskiej, gdzie do zabezpieczenia skarpy odwodnej użyto maty bentonitowej BENTOMAT® produkowanej przez CETCO Poland w Szczytnie.

Matę bentonitową BENTOMAT® stosuje się coraz powszechniej jako barierę przeciwwodną w ochronie wód gruntowych oraz uszczelnianiu składowisk odpadów

i zbiorników. Z powodzeniem znajduje ona zastosowanie również przy zabezpieczeniu podłoża nadziemnych zbiorników magazynujących substancje ropopochodne.

Do uszczelnienia przepuszczalnego podłoża (w przypadku obwałowań przeciwpowodziowych w międzywalu w bezpośrednim sąsiedztwie stopy wału) można stosować również granulowany, naturalny bentonit sodowy *VOLCLAY* dla którego absorpcja wody wynosi 900%.



Rys. 1 Zabezpieczenie skarpy odwodnej wału przy pomocy maty bentonitowej



Rys. 2 Układanie warstwy ochronnej na rozłożonej macie bentonitowej

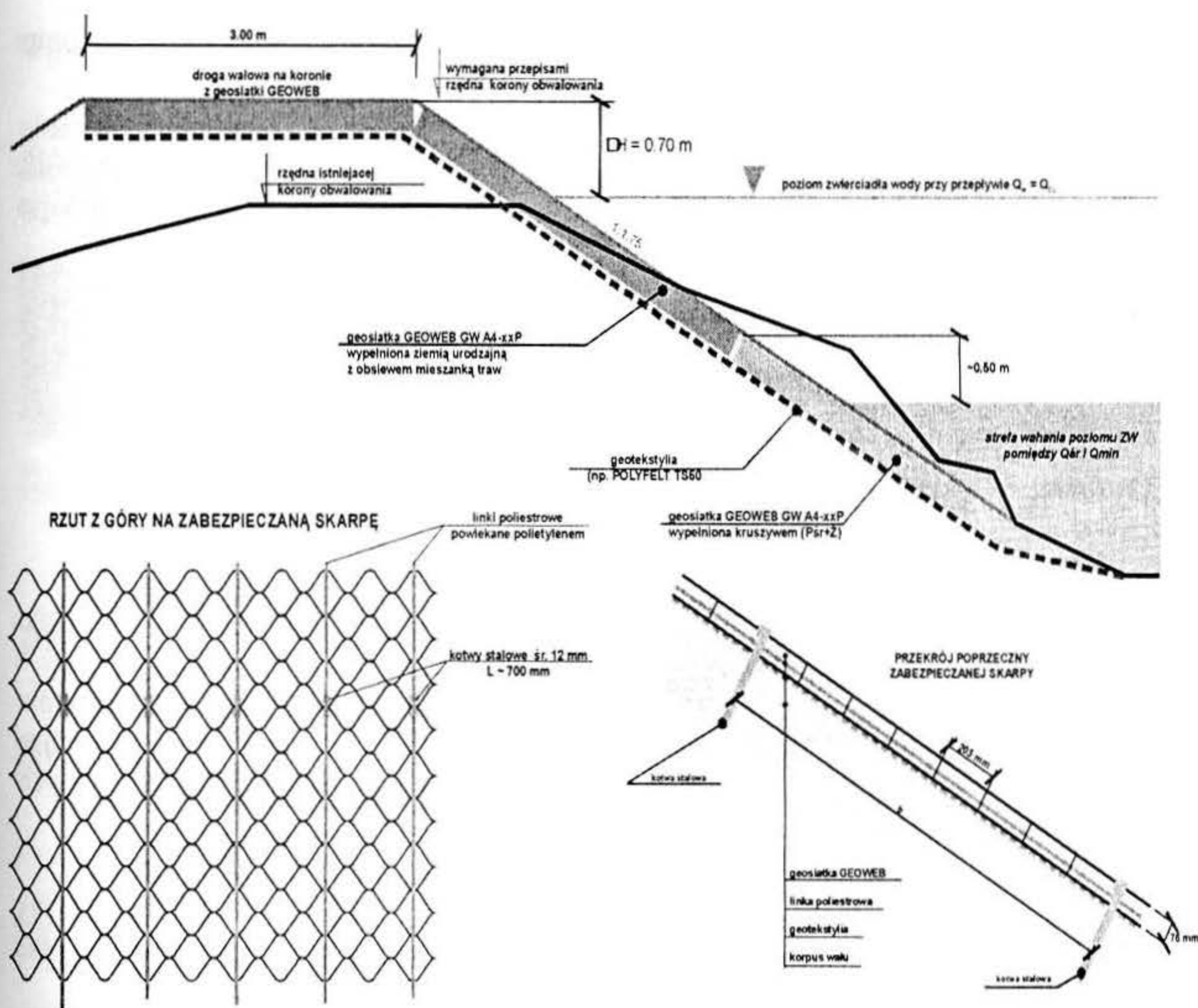
2. GEOSIATKA GEOWEB

Komórkowy System Ograniczający (geosiatka piaskowa) GEOWEB, wykonany z polietylenu o dużej gęstości (HDPE) używany jest coraz częściej do zabezpieczenia obwałowań przeciwpowodziowych mniejszych rzek oraz osuwisk. Wykonuje się z niego tzw. zielone drogi i parkingi. Używany jest w procesie renaturyzacji koryt rzecznych.

Dla lewobrzeżnego obwałowania rzeki Szprotawy zaproponowano zastosowanie geosiatek komórkowych GEOWEB o głębokości komórek 75 mm i długość pojedynczej komórki w stanie rozłożonym - 203 mm, wypełnionych kruszywem oraz gruntem urodzajnym (z obsiewem mieszanki traw). Dzięki zastosowaniu szpilek i linek kotwiących nachylenie skarpy odwodnej może być od 1:2.00 do 1:1.75.

Na rys. 3 przedstawiono schemat zabezpieczenia skarpy odwodnej przy wykorzystaniu systemu komórkowego GEOWEB. Po nadsypaniu korpusu wału do wymaganej rzędnej oraz po wyrównaniu skarpy odwodnej (nachylenie 1: 1.75) na skarpie ułożona zostanie geowłóknina POLIFELT TS 60 spełniająca podwójną rolę : stabilizacji podłoża i jako element powstrzymujący sufozję przy zachowaniu wodoprzepuszczalności.

Po ułożeniu i zakotwieniu geowłókniny rozłożone będą na niej segmenty geosiatki GEOWEB GW A4-xxP zakotwione przy pomocy stalowych kotew i linki poliestrowej. Oczka rozłożonej siatki wypełnione zostaną kruszywem (mieszanka piasków średnich i grubych lub żwiru) do wysokości ok. 0.50 m powyżej poziomu wody odpowiadającego przepływowi średniemu rocznemu. Pozostała część sekcji siatki wypełniona zostanie ziemią urodzajną i obsiana trawą. Na koronie wału poprowadzona będzie droga służbowa wykonana z segmentów geosiatki GEOWEB GW A4-xxP wypełnionych ziemią urodzajną i obsianych trawą.



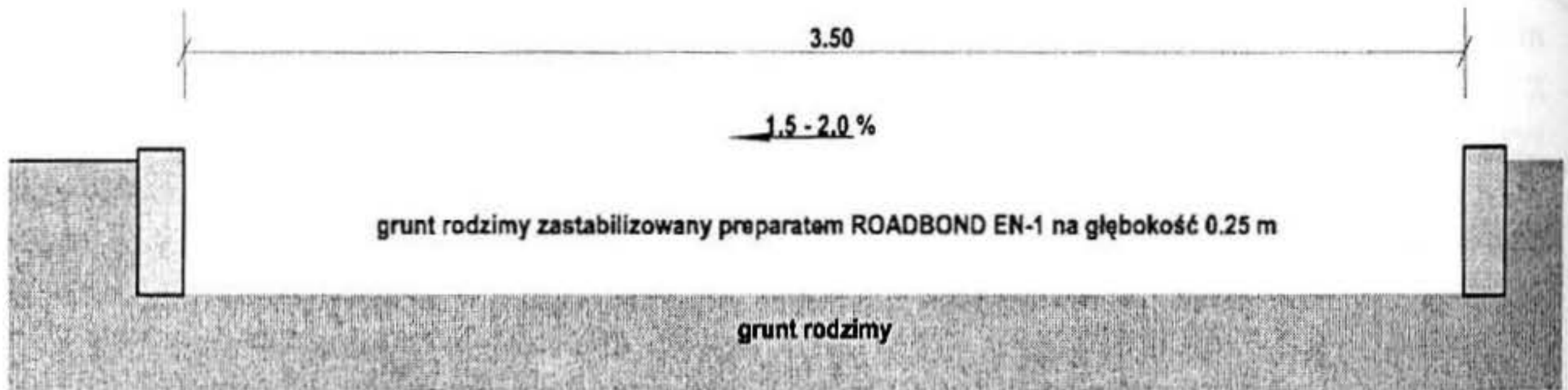
Rys. 3 Zabezpieczenie skarpy odwodnej wału za pomocą geosiatki GEOWEB

3. STABILIZACJA GRUNTU POD DROGI SŁUŻBOWE

Od trzech lat stosowany jest w Polsce preparat (spoiwo) o nazwie ROADBOND EN1, który umożliwia wykorzystanie gruntu rodzimego jako jedynej warstwy tworzącej podbudowę pod nawierzchnie drogowe, lub stanowić może samoistną gruntową nawierzchnię drogową. Preparat ten wzmacnia słabonośne grunty do wytrzymałości ponad 2.5 MPa, a gruntem wysadzinowym (spoiwym : ility, gliny) zmniejsza pęcznienie poniżej 0.5% i nadaje im cechy skały osadowej. W przypadku stabilizacji gruntu cementem zmniejsza jego zużycie do 3% wagowo, co zapobiega skurczom i powstawaniu spękań. Znacznie ogranicza kapilarne podciąganie wody zwiększając mrozoodporność zastabilizowanego gruntu. Zastosowanie tego preparatu do stabilizacji gruntu zapobiega powstawaniu kolein i pofałdowań, przez co koszty utrzymania dróg zmniejszają się o 60-80%. Jest środkiem ekologicznym, posiadającym atest Państwowego Zakładu Higieny i pozytywną opinię Głównego Inspektora Ochrony Środowiska.

W projekcie budowlano - wykonawczym na modernizację lewobrzeżnego wału Kanału Powodziowego w obrębie Wielkiej Wyspy Wrocławskiej drogę służbową na

koronie wału i wzdłuż skarpy odpowietrznej zaprojektowano z gruntu zastabilizowanego preparatem ROADBOND EN1 (rys. 4).

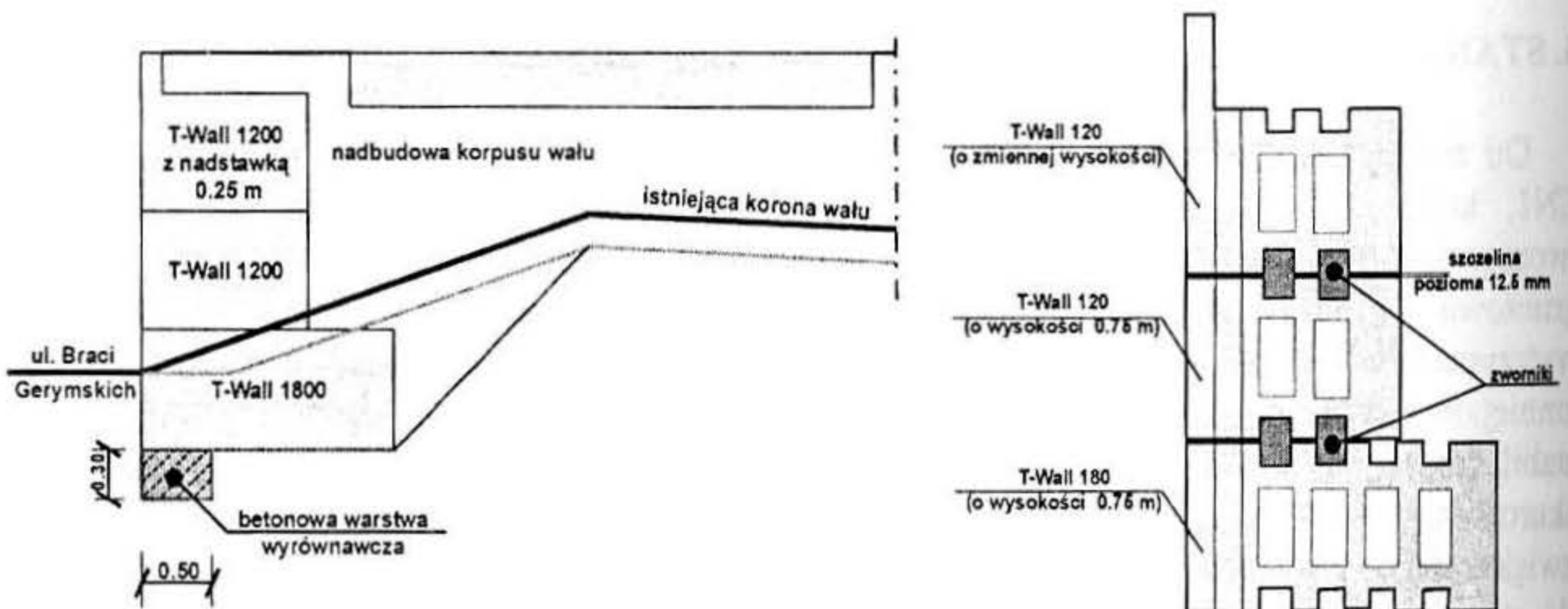


Rys. 4 Schemat wykonania drogi służbowej poprzez stabilizację gruntu preparatem ROADBOND EN1

Wykorzystując tę technologię można wykonać w ciągu jednego dnia od 100 do 200 m drogi o szerokości 6 m, a koszt 1 m^2 nie powinien przekroczyć 60 - 70 zł (materiały + sprzęt + robocizna). Preparat ROADBOND EN1 stosowany jest również do remontów nawierzchni drogowych z zastosowaniem głębokiego recyklingu (30-35 cm), eliminując transport destruktu starej nawierzchni, wymiany podbudowy i przywozu tradycyjnych mas drogowych.

4. ŚCIANY OPOROWE

W przypadku konieczności rozbudowy wału w terenach o gęstej infrastrukturze technicznej (głównie drogowej) zastosować można prefabrykowane elementy żelbetowe T-WALL w kształcie litery T (stosowane od 3 lat głównie do zabezpieczania skarp).



Rys. 5 Elementy żelbetowe T-WALL jako ściana oporowa przy podwyższaniu wału

Lico elementów stanowi front wznoszonego muru oporowego, zaś trzon współpracuje z gruntem zasypowym spełniając rolę zakotwienia.

Specjalne zworniki betonowe umieszczane w zagłębieniach trzonu łączą ze sobą elementy niższego i wyższego rzędu, zapewniając całemu muirowi stateczność. Elementy T-WALL zostały zastosowane przy podwyższaniu obwałowania rzeki Odry w rejonie Wielkiej Wsypy Wrocławskiej.

5. LITERATURA

- [1] RESZKA T.: *Ekspertyza stanu technicznego lewobrzeżnego wału rzeki Szprotawy na odcinku od km 15+930 do km 20+465*, IMGW Dobczyce (2001)
- [2] RESZKA T.: *Studium Podyplomowe: Utrzymanie, remonty i modernizacja obiektów budowlanych gospodarki wodnej. Praca dyplomowa: Badania stanu technicznego obwałowań przeciwpowodziowych oraz sposoby ich zabezpieczenia i modernizacji*, Politechnika Warszawska, Warszawa (1999)
- [3] RESZKA T., Wencewicz J.: *Dokumentacja projektowa zadania inwestycyjnego w ramach usuwania skutków szkód powodziowych - Biskupin II - Odbudowa wału. Projekt budowlano - wykonawczy*, IMGW Dobczyce (2000)
- [4] RESZKA T., Wencewicz J.: *Dokumentacja projektowa zadania inwestycyjnego w ramach usuwania skutków szkód powodziowych - Biskupin II - Odbudowa wału. Projekt budowlano - wykonawczy dla odcinka od Jazu Opatowice do Jazu Bartoszowice*, IMGW Dobczyce (2000)
- [5] *Bentomat - informacje techniczne*, WIBEX Ostrów Mazowiecka
- [6] *Zabezpieczenie i odbudowa zapór ziemnych i wałów przeciwpowodziowych systemem GEOWEB*", WODEKO Kraków
- [7] *Technologia budowy dróg oparta na spoiwie ROADBOND EN1*, ENVTECH Poland Katowice
- [8] *System ścian oporowych T-WALL*, Biuro Techniczno - Handlowe T-WALL Gdynia