

Bierne ściany oporowe z gruntu zbrojonego geosyntetykami z oblicowaniem bloczkami systemu DERMAT®

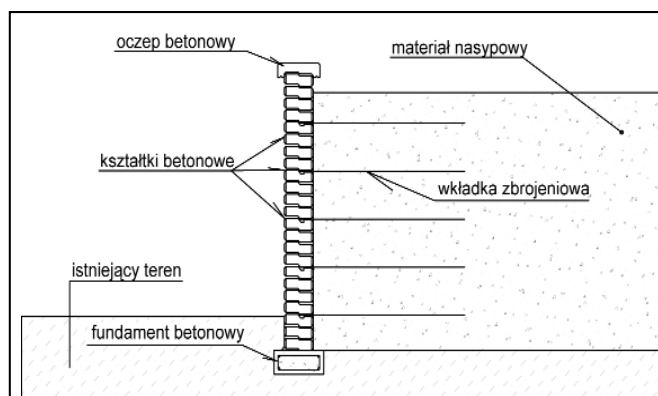
Kształtowanie ścian nasypów i wykopów z gruntu zbrojonego przyczynia się do ograniczania sumarycznego obszaru zajętego przez te budowle, zmniejszając lub eliminując powierzchnie skarp, pozwalając tworzyć nawet najbardziej wymyślne konstrukcje z gruntów o często słabych parametrach geotechnicznych. Oblicowanie tak utworzonej ściany jest niebagatelną częścią całej konstrukcji i oprócz funkcji typowo estetycznej musi także charakteryzować się dobrą współpracą ze znajdującym się za nią blokiem gruntu zbrojonego. W artykule zostały przedstawione wyniki obserwacji i modyfikacje wprowadzone po kilku latach doświadczeń w stosowaniu w Polsce systemu DERMAT®, zaprezentowanego między innymi w pracy [5].

Istotą systemu jest wzajemna czynna współpraca ściany z prefabrykowanych elementów z gruntem zasypowym zbrojonym szeregiem warstw geosiatek, które kotwione są w elementach ściany. Tworzy to zespoloną konstrukcję ścianowo-gruntową, nazwaną przez autora [5] ścianą aktywną (rys. 1, fot. 1, 2).

Ponad czteroletnia praktyka stosowania wyżej wymienionych ścian aktywnych systemu DERMAT przez licznych wykonawców, takich jak: STRABAG, NCC, BUDIMEX-DROMEX, MOTA ENGIL i inni, pozwoliła autorom systemu i projektantom poczynić spostrzeżenia oraz doświadczenia, w rezultacie których, nastąpiło uefektywnienie rozwiązań konstrukcyjnych. Bazując na tych doświadczeniach opracowano system nazwany systemem „ściany biernej”.

Podstawową istotą konstrukcji ściany biernej jest rozdzielenie gruntu znajdującego się za ścianą od samego muru i utworzenie dwóch częściowo niezależnych kon-

strukcji. W tym celu za licem ściany z prefabrykatów wykonany jest samostateczny blok z gruntu zbrojonego, do którego kotwiona jest ściana licowa. W tym przypadku na

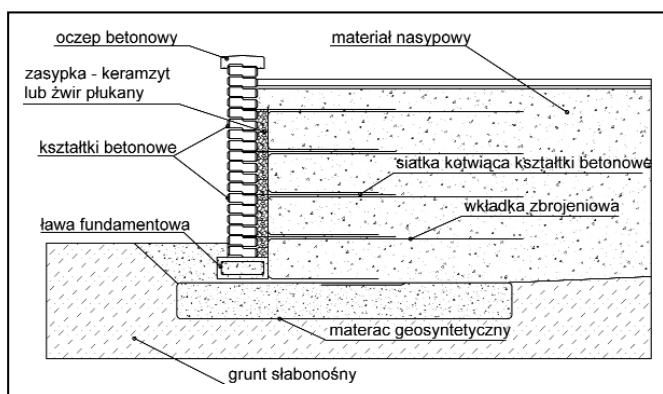


Rys. 1. Składowe elementy konstrukcji ściany aktywnej DERMAT®.



Fot. 1, 2. Ściana aktywna – droga ekspresowa S-1 Bielsko Biała-Skoczów.

ścianę licową nie działa poza słupem filtrującym parcie gruntu i jest ona związana kilkoma poziomami zbrojenia z samostatecznym blokiem. Przy takim rozwiązaniu ściana z bloczków stanowi osłonę (pokrywą), która biernie współpracuje z blokiem gruntu zbrojonego. Geosiatki łączące lico z blokiem zbrojonym przenoszą jedynie siły od ssania wiatru i parcia silosowego, od zasypki pomiędzy blokiem zbrojonym i licem (rys. 2).



Rys. 2. Składowe elementy konstrukcji ściany biernej systemu Dermat® z siatkami Fortrac®.



Fot. 3, 4. Ściana bierna – budowa tarasowych parkingów wystawowych przy salonie VOLVO w Katowicach.

W ścianie aktywnej lico współpracuje z gruntem zbrojonym i przejmuje część siły parcia poprzez zakotwienie geosiatek w prefabrykatkach. Osiadania i deformacji ścian aktywnych nie da się kompensować w trakcie budowy, ponieważ ściany te są wznoszone rząd po rzędzie w górę. Także wszelkie deformacje następujące po zakończonej budowie mogą mieć wpływ na oblicowanie ściany i nie są możliwe do naprawienia bez ingerencji w głębokie warstwy gruntu zbrojonego.

W ścianach biernych, dzięki rozdzielaniu oblicowania od gruntu, można wznosić najpierw samostateczny blok z gruntu zbrojonego, i dopiero po odczekaniu osiadań i deformacji wykonać lico, kotwiąc je warstwowo z blokiem. Zatem deformacje i osiadania zasadniczej konstrukcji oporowej, jakim jest blok gruntu zbrojonego, nie mają wpływu na estetykę lica, o ile odczeka się przejście głównej fali osiadań, czy też deformacji. W tej sytuacji bardzo duża zaleta ścian biernych polega na tym, że mogą być one posadowione na gruntach słabych, lub też zasadnicza konstrukcja oporowa, jaką jest blok, może być wykonana z gruntu miejscowego, bez potrzeby stawiania wygórowanych warunków co do jakości i wskaźnika zagęszczenia, jak to jest w przypadku ścian aktywnych. Oczywiście lico w ścianie biernej można wznosić wraz z postępem kolejnych warstw bloku z gruntu zbrojonego, o ile grunt w podłożu wykazuje wystarczającą sztywność i nośność, gdy jednocześnie stosuje się dobry materiał w zasypce lub konieczność taka wynika z organizacji robót.

Statyka ścian z licem prefabrykowanym systemu Dermat®

Dotychczasowe doświadczenia pozwoliły autorom u efektywnieć także sposób łączenia siatek z prefabrykowanymi bloczkami betonowymi. W akredytowanym laboratorium tBU Greven w Niemczech zostały przeprowadzone badania na wyciąganie (pull-out) siatek Fortrac®-M ze ścian wykonanej w systemie DERMAT®. Wyniki badań umożliwiają projektowanie zbrojenia geosyntetycznego dostosowanego każdorazowo dla konkretnego projektu. Dodatkowo, dzięki szczegółowym testom, nie jest wymagane stosowanie żadnych dodatkowych systemów wspomagających połączenia, np. specjalnych konektorów, co także pozostaje nie bez znaczenia dla strony ekonomicznej inwestycji, jak i prostoty wykonawstwa.

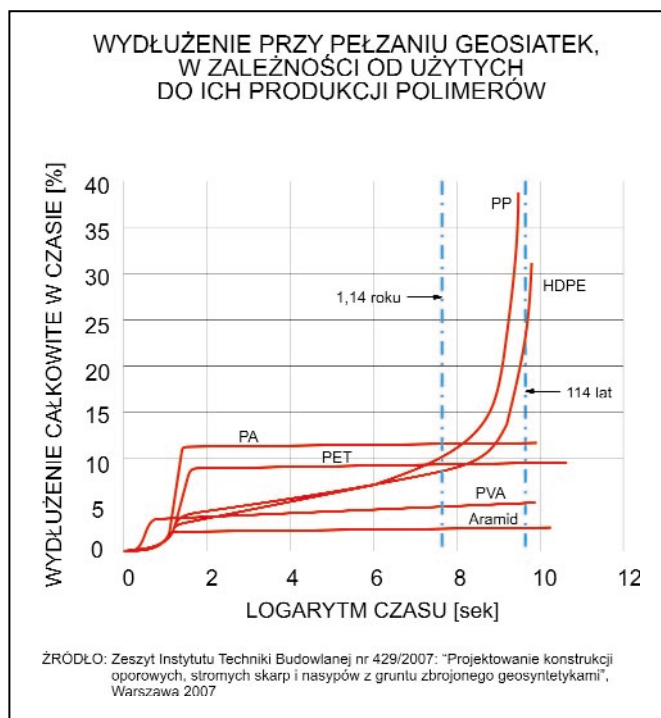
Testy na zakotwienie geosiatek pomiędzy warstwami bloczków można przeprowadzać w oparciu o zalecenia ASTM [1] (wyciąganie geosiatek z bloczków) i NCMA [6] (wyznaczanie wytrzymałości na ścinanie pomiędzy bloczkami).

Oprócz projektowanych wytrzymałości geosiatek, stosowanych w konstrukcji gruntu zbrojonego, a także do połączenia bloku gruntu z oblicowaniem z elementów betonowych, należy zwrócić uwagę także na sam materiał, z którego wykonana jest geosiatka. O ile sama konstrukcja siatki czy sposób produkcji (siatka pleciona, ciągniona, zgrzewa-



Fot. 5. Dla systemu Dermat® wykonane zostały badania na wyciąganie geosiatek Fortrac®-M ze ścian aktywnych, zgodnie z procedurą podaną w [1].

na, o tzw. sztywnych węzłach, o węzłach przesuwanych itd.) nie ma praktycznie żadnego wpływu na konstrukcję i stateczność budowli, to wykorzystany polimer taki wpływ ma i to ogromny. Znane powszechnie są charakterystyki pełzania najważniejszych polimerów stosowanych w projektowaniu konstrukcji z geosyntetykami (rys. 3). Wynika z nich jasno, że materiały takie jak Polipropylen (PP), czy Polietylen wysokiej gęstości (HDPE), z upływem czasu wykazują bardzo duże pełzanie. Odpowiedzialny projektant chcąc stosować do zbrojenia geosiatkę wykonaną z tych polimerów mu-



Rys. 3. Charakterystyki pełzania najważniejszych polimerów stosowanych w produkcji geosyntetyków. Do około jednego roku polimery zachowują się podobnie. Po tym okresie PP i HDPE zaczynają się znacznie wydłużać.

si każdorazowo uwzględnić tę cechę materiału, aby zapewnić bezpieczeństwo konstrukcji. Znacznie lepiej, bezpieczniej i ekonomiczniej, jest stosować siatki, których głównym przeznaczeniem jest praca w reżimie wytrzymałościowym – wykonanych z Poliestru (PES), Poliwinylalkoholu (PVA) czy Aramidu (AR). Siatki łączące prefabrykowane bloczki betonowe z gruntem zbrojonym muszą być dodatkowo odporne na działanie środowiska alkalicznego betonu. W tym przypadku najlepszym materiałem, łączącym w sobie zarówno wysoką odporność chemiczną, jak i niskie wydłużenie, jest Poliwinylalkohol (PVA).

Według BS 8006 [2] dla ścian typu DERMAT®, a więc z licem podatnym (z bloczków), wytrzymałość połączeń geosiatek z licem ściany aktywnej nie powinna być mniejsza niż: 75%-100% wytrzymałości obliczeniowej danej wkładki zbrojenia poza połączeniem z bloczkami, a więc w masywie gruntu zbrojonego. Z uwagi na to, że na połączeniu geosiatek z bloczkami uzyskuje się spadek nośności, tzn. wytrzymałość połączenia jest mniejsza od wytrzymałości geosiatek, w ścianach aktywnych zachodzi potrzeba „przebrojenia” całego systemu, tak ażeby móc spełnić warunek stateczności na połączeniach. Tu uwidacznia się przewaga ścian biernych, w których zbrojenie zasadnicze może być słabsze, a zatem i dużo tańsze.

Generalnie można przyjąć, że geometrię ściany biernej stanowi blok z gruntu zbrojonego. Obliczenia statyczne wykonuje się jak dla ścian oporowych ze zbrojeniem zawijanym, pomijając wpływ lica z bloczków. Na ogół bowiem lico posadowione przed ścianą poprawia stateczność na przesuw poziomy. W przeciętnych warunkach gruntowo-wodnych można na ogół pominąć wpływ lica na stateczność ogólną ściany.

W przypadku słabego podłoża można w trakcie budowy dociążyć strefę posadowienia lica, likwidując tym samym jego późniejsze osiadanie. O ile nie zastosuje się przeciążenia, wpływ lica na słabym podłożu można uwzględnić stosując metody numeryczne, wykorzystując programy Plaxis®, FLAC®. Generalnie przy projektowaniu ścian biernych można pominąć dwa warunki stateczności:

- warunek wytrzymałości połączeń;
- warunek wybrzuszenia się bloczków lub poślizg po bloczkach.

Składowe konstrukcji ściany biernej systemu DERMAT® przedstawiono na rysunku 2.

Stosując keramzyt lub inne lekkie materiały jako wypełnienie, można uzyskać technicznie pomijalne wielkości parcia i połączenie zaprojektować konstrukcyjnie.

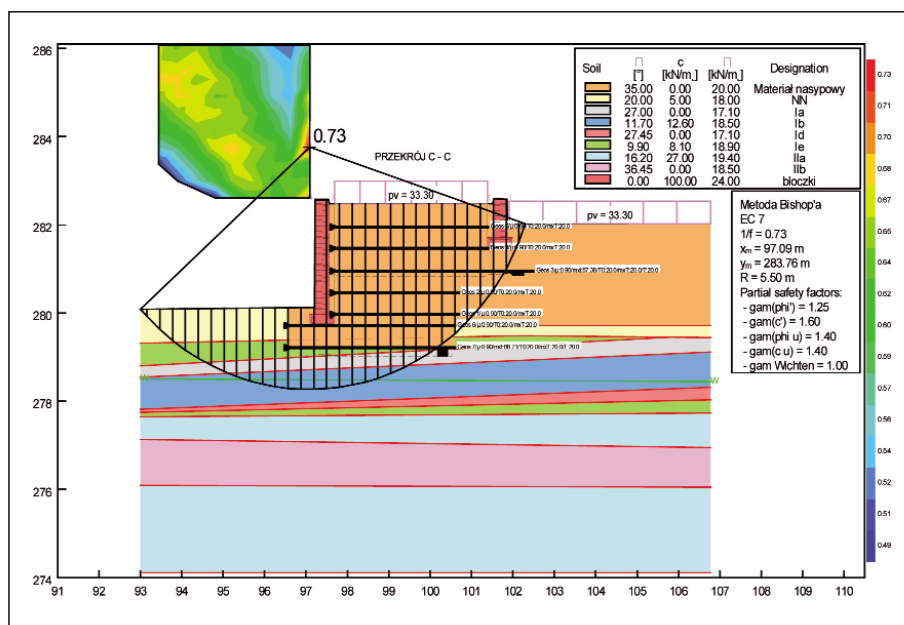
* * *

Ściany aktywne i bierne zwłaszcza z oblicowaniem z łatwo zestawialnych, drobnowymiarowych prefabrykatów, w całokształcie budownictwa drogowego, mostowego i przestrzennego kształtowania terenów, uzyskują zdecydowaną przewagę nad rozwiązaniami tradycyjnymi. W efekcie realizacji na terenie Polski kolejnych obiektów, możliwe jest zdobywanie dalszych doświadczeń i tym samym dalsze, korzystne modyfikowanie systemu. Efektem takich zmian są ściany

bierne DERMAT® ze zbrojeniem siatkami Fortrac®. Rozwiązują one napotykanе dotąd problemy, a przed projektantami i wykonawcami otwierają nowe perspektywy. I tak:

- możliwe i prostsze staje się konstruowanie budowli na gruntach słabych, znacznie osiadających, dając ponadto możliwość wykorzystania tych gruntów do tworzenia bloku oporowego współpracującego ze ścianą,
- uzyskuje się mniejsze koszty w porównaniu do tradycyjnych ścian aktywnych, bez porównania nawet z tradycyjnymi ścianami,
- brak konieczności używania specjalistycznych łączników, konektorów itp. do łączenia siatki z prefabrykowanymi elementami,
- istnieje możliwość zagęszczania gruntu aż do samej płaszczyzny wewnętrznej ściany prefabrykowanej,
- istnieje możliwość i łatwość naprawy uszkodzonego oblicowania w przypadku uszkodzenia, wskutek osiadania gruntu, kolizji drogowej itp.,
- uzyskuje się możliwość wprowadzenia dodatkowego odwodnienia zabezpieczającego przed niekontrolowanym wpływem wody z terenu położonego za ścianą,
- otwiera się możliwość zabudowania w bloku gruntu zbrojonego materiału o niewygórowanych parametrach geotechnicznych, a tym samym cenowych.

dr inż. KRZYSZTOF FLIGIER
inż. ADAM KOSTYRA



Rys. 4. Statyka ściany biernej.

Bibliografia:

- [1] ASTM D 6638-06.: Standard test method for determining connection strength between geosynthetic reinforcement and segmental concrete units (modular concrete blocks)
- [2] BSI, BS 8006: 1995.: Code of practice for strengthened/reinforced soils and other fills
- [3] Dembicki E.: Parcie, odpór i nośność gruntu, Arkady, Warszawa 1979
- [4] FHWA.: Mechanically stabilized earth walls and reinforced slopes, Design and construction guidelines, Demonstration project 82, Publication No. FHWA-SA-96-071, 1997
- [5] Fligier K.: System aktywnych ścian oporowych DERMAT® w budownictwie drogowym, mostowym oraz kształtowaniu terenów pod zabudowę, Konferencja Naukowa „Technologia i Zarządzanie w Budownictwie” Wrocław – Karłowo 2006 r.
- [6] NCMA.: Design manual for segmental reinforced walls, First edition, National Concrete Masonry Association, 1993



Fot. 6, 7. Ściana bierna – budowa węzła drogowego w miejscowości Huta Żabiowska – DK8.