



Geosystemy

jako sposób na ograniczenie emisji dwutlenku węgla

mgr inż. Karolina Smentoch
Optem Sp. z o.o.

W artykule przedstawiono istotę stosowania geosystemów jako sposobu na ograniczenie szkodliwego wpływu konstrukcji budowlanych na środowisko poprzez ograniczenie „wbudowanej emisji dwutlenku węgla”, przykłady ich zastosowań oraz kryteria doboru odpowiedniego rozwiązania.

W dzisiejszych czasach ochrona środowiska staje się coraz istotniejszą kwestią. Gdy mówi się o budownictwie ekologicznym, zazwyczaj pierwsze na myśl przychodzą domy oraz inne budynki ekologiczne. Na rynku powstają coraz to bardziej nowoczesne technologie sprawiające, że budowle te są zarówno energooszczędne, jak i bardziej przyjazne środowisku. Kolejnym skojarzeniem są zapewne m.in. oczyszczalnie ścieków i miejsca utylizacji odpadów, czyli budowle w sposób oczywisty związane z ochroną środowiska. Tymczasem rozwój technologii proekologicznych ma miejsce również w budownictwie mostowym i drogowym, a jednym z rozwiązań pozytywnie wpływających na ograniczenie emisji dwutlenku węgla są geosystemy. Nierzadko zapewniają one doskonałą alternatywę dla niektórych konwencjonalnych materiałów oraz rozwiązań projektowych stosowanych przez inżynierów, głównie opartych na betonie oraz stali. Oba te wspomniane materiały budowlane w znacznym stopniu podwyższają emisję dwutlenku węgla w praktycznie każdym przedsięwzięciu budowlanym [1]. Aby móc ocenić wpływ geosystemów na emisję CO₂, należy wprowadzić pojęcie tzw. wbudowanej emisji węgla (ang. *embodied carbon emission*) [2], która oznacza „miarę skumulowanej energii (...) wymaganej do wytworzenia, przetransportowania i wykorzystania danego wyrobu” [3]. Zgodnie z definicją, oprócz samego etapu produkcji, na emisyjność wyrobu wpływa zarówno kwestia transportu, jak i sam montaż produktu, co oznacza, że należy wziąć pod uwagę również potrzebne sprzęty, towarzyszące roboty budowlane oraz kwestie składowania ewentualnych odpadów.

Dobór odpowiedniego geosystemu

Każdy geosystem ma trzy składowe, którymi są grunt, geokomponenty oraz inżynierskie dane wejściowe. Bardzo często zdarza się, że w ramach jednego geosystemu występuje kilka różnych geokomponentów, które wzajemnie się uzupełniają. Do grupy geokomponentów, oprócz oczywistych geosyntetyków, na które wskazuje nazwa, można zaliczyć także elementy wykonane z materiałów pochodzenia naturalnego, np. drewniane, z włó-

I SUMMARY

Geosystems as a measure for reducing carbon emission

The article presents the idea of using geosystems as a measure for reducing the harmful effects of building structures on the environment by limiting the “embodied carbon emission”, examples of their applications and criteria for selecting the appropriate solution.

Keywords: geosystems, embodied carbon emission

kien kokosowych oraz z juty, jak i elementy stalowe oraz betonowe. Patrząc na istotę stosowania geosystemów, wykorzystywanie w nich elementów wykonanych z betonu i stali, czyli materiałów o wysokim wbudowanym dwutlenku węgla, wydaje się być kompletną sprzecznością, jednak kluczową kwestią jest zminimalizowanie ilości stosowanych w konstrukcjach materiałów. Przykładem może być dwojakie podejście do konstrukcji oporowych, które można wykonać jako tradycyjną ścianę żelbetonową albo konstrukcję z gruntu zbrojonego. Nawet jeżeli w drugim przypadku do zbrojenia użyte zostaną geosyntetyki, a oblicowanie zostanie wykonane z bloczków betonowych, to i tak ostateczne ilości użytego betonu będą znacznie mniejsze niż w przypadku ściany masywnej, a co za tym idzie – również spore ograniczenie wbudowanej emisji dwutlenku węgla.

Inżynierskie dane wejściowe są kluczowym aspektem, unikalnym zestawem kryteriów, decydującym o tym, czy dany geosystem ma zastosowanie w konkretnym przypadku oraz jaka jest zasadność jego użycia w odniesieniu do emisji dwutlenku węgla. Jednym z kryteriów zawsze powinna być analiza warunków gruntowo-wodnych. Często geosystemy dopuszczają wykorzystanie miejscowo występujących gruntów, bez konieczności ich wymiany. Dzięki temu można zrezygnować z transportu gruntów lepszej jakości, co jest źródłem sporych oszczędności, zarówno ekonomicznych, jak i tych dotyczących emisyjności. Zaplecze budowy, dostępność miejsca na placu budowy oraz sama jej lokalizacja, która ma związek z położeniem wytwórni materiałów budowlanych, również



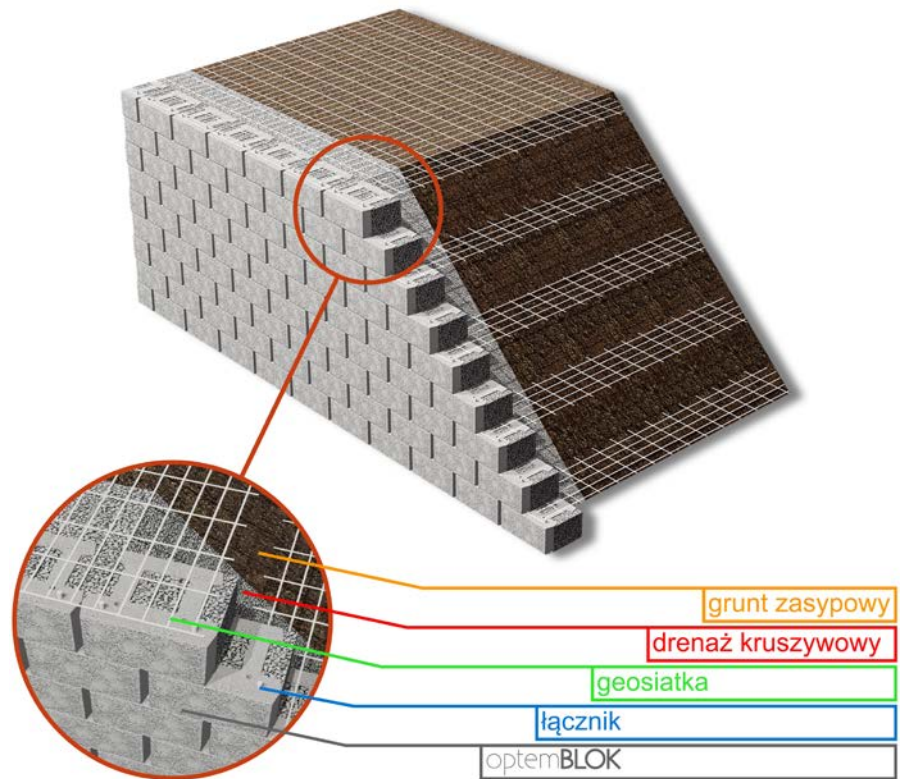
Rys. 2. Każdy system składa się z trzech elementów – gruntu, geokomponentów oraz inżynierskich danych wejściowych

mogą mieć znaczący wpływ na wybór odpowiedniego geosystemu. Nie należy również zapominać o pozornie mniej istotnych kwestiach, jak np. aspekty estetyczne, środowiskowe, wymagania BHP. Część geokomponentów ma również właściwości, które pozwalają na ich ponowne wykorzystanie po demontażu konstrukcji, w której zostały użyte, co sprawia, że są one doskonałym rozwiązaniem w przypadku budowy obiektów tymczasowych. Niezależnie jednak od kryteriów, istotną rolę przy doborze odpowiedniego systemu odgrywa współpraca pomiędzy wszystkimi uczestnikami rozpatrywanego przedsięwzięcia budowlanego oraz kompetencje i doświadczenie projektanta, czy też producenta geosystemu. Odpowiedni dobór geosystemu pozwala na osiągnięcie szeregu korzyści zarówno środowiskowych, finansowych, jak i czasowych, wzajemnie uzupełniających się, które mogą być odczuwalne nie tylko przez uczestników przedsięwzięcia budowlanego, ale także przez osoby teoretycznie postronne. Przykładowo, ograniczenie transportów może wpływać na zminimalizowanie utrudnień drogowych, zanieczyszczenia powietrza, jak i ograniczenie hałasu, co często jest szczególnie ważne przede wszystkim dla społeczności lokalnej.

Zastosowania geosystemów

Jak już wspomniano wcześniej, każdy z przypadków wymaga indywidualnego podejścia, ale można wymienić kilka głównych, najczęściej stosowanych technologii, które są uznawane za powszechnie wykorzystywane przykłady geosystemów. Najbardziej popularnymi zastosowaniami geosystemów są technologie oparte na zbrojeniu gruntu, czyli głównie mury oporowe oraz strome skarpy. Dzięki odpowiednim wykorzystaniu geokomponentów (w tym przypadku często są to geosyntetyki w formie georusztów zbrojących) można wpłynąć na ograniczenie ilości potrzebnego betonu i stali.

W systemie murów oporowych z gruntu zbrojonego optemBLOK geosyntetyki pełnią funkcję zbrojenia przenoszącego naprężenia rozciągające od obciążenia ciężarem własnym i użytkowym. Oblicowanie składa się z bloczków drobnowymiarowych, które wewnątrz posiadają kanał drenażowy, dzięki czemu na produkcję bloczka zużywa się mniej betonu. Grunt zbrojony stanowi zasypka, którą „przekłada się warstwowo” geosyntetykami. Poprzez współpracę z gruntem zasypowym geosyntetyki zapewniają stateczność wewnętrzną konstrukcji, zapobiegając obsuwaniu się gruntu. Geosyntetyki są mocowane do drobnowymiarowych bloczków prefabrykowanych, pełniących funkcję oblicowania. Oprócz oblicowania, ważnymi funkcjami bloczków są zabezpieczenie obiektu przed powierzchniową erozją, ochrona przed wpływem warunków atmosferycznych oraz nadanie konstrukcji estetycznego wyglądu. Pośród licznych zalet ścian oporowych z bloczków drobnowymiarowych można wyróżnić wcześniej już wspomniane ograniczenie czasu wykonywania konstrukcji. System opiera się na prostym



Rys. 1. Ściana z gruntu zbrojonego jako przykład geosystemu

schemacie montażu, w którym występuje spora powtarzalność, co wpływa na wysoką wydajność i szybkość pracy. W związku z powyższym, budowa muru w systemie optemBLOK nie wymaga wysoko wykwalifikowanego personelu, a ręczne układanie muru eliminuje potrzebę stosowania ciężkiego sprzętu podczas montażu. W czasie układania georusztów nie ma konieczności ich wstępnego naciągania, ponieważ georuszty wykorzystywane w systemie cechują się dużą sztywnością.

Inną technologią związaną z geosystemami jest również stosowanie kotew gruntowych oraz gwoździowanie skarp. W tych przypadkach szczególnie ważne jest prawidłowe rozpoznanie warunków gruntowo-wodnych, które znacznie wpływają na uzyskanie projektowanych nośności. Kolejnym polem do zastosowania geosystemów są różnego rodzaju stabilizacje i wzmocnienia podłoża. W tej grupie można wyróżnić m.in. maty wzmocniające geosyntetyczno-gruntowe, konsolidację gruntu za pomocą prefabrykowanych drenów pionowych czy kolumny w osłonie z geosyntetyków. Umiejętny dobór dostępnych geosystemów często pozwala na wykorzystanie gruntów znajdujących się na miejscu budowy, również tych słabo-nośnych, eliminując konieczność wymiany gruntu w podłożu na taki, o dużo korzystniejszych parametrach.

Podsumowanie

Geosystemy pozwalają na znaczne zmniejszenie kosztów, co jest istotną kwestią dla inwestorów, oraz zmniejszenie emisji CO₂, z czego skorzysta każdy, a już na pewno nasze środowisko. Dwa najbardziej popularne w budownictwie materiały, a więc beton i stal są tymi, które zawierają największą ilość wbudowanego CO₂. Niestety nie wszędzie można z nich zrezygnować. Jednak rozwiązania, które wykluczają bądź znacznie ograniczają ich zużycie, powinny być coraz szerzej stosowane. Najważniejsze jest jednak odpowiednie dobranie geosystemu do panujących warunków, ponieważ dane rozwiązanie nie musi sprawdzić się wszędzie. Ma na to wpływ wiele czynników, jak np. lokalizacja planowanej inwestycji, ograniczenia geometryczne przedsięwzięcia, zasoby naturalne czy odległość wytwórni. Wnikliwe przeanalizowanie wszystkich tych czynników pozwoli na dobór najbardziej odpowiadającego geosystemu. □

Piśmiennictwo

1. Hammond G., Jones C.: *Inventary of Carbon Energy (ICE)*. Version 1.6a, University of Bath, 2008.
2. *Sustainable geosystems in civil engineering applications*. Geosystems Report, WRAP, 2010.
3. Duszyńska A.: *Możliwość redukcji emisji CO₂ dzięki zastosowaniu geosyntetyków*. „Inżynieria Morska i Geotechnika” 5/2015, s.756-760.