

mgr inż. Jarosław Ajdukiewicz*
mgr inż. Michał Pilch*

Georury w konstrukcji wałów przeciwpowodziowych

Wśród materiałów geosynte-
tycznych, z których więk-
szość pełni funkcję zbroje-
nia, drenażu lub separacji,
istotne miejsce zajmują geokompozy-
ty uzyskane przez odpowiednie połą-
czenie dwóch lub większej liczby geo-
syntetyków „podstawowych”, takich
jak geosiatki, geowłókniny czy geo-
tkaniny. Pełnią one kilka funkcji jed-
nocześnie i pozwalają budować bar-
dzo trwałe, ekonomiczne i proste
w realizacji konstrukcje. Jednym
z takich specjalistycznych rozwią-
zań są georury, wykorzystywane
m.in. do ochrony wałów przeciwp-
owodziowych.

Georura to tzw. opakowanie geo-
tekstylne w formie zamkniętego po-
jemnika o znacznych rozmiarach,
wykonane z materiałów geosynte-
tycznych o odpowiednich paramet-
rach wytrzymałościowych, a jedno-
cześnie filtracyjnych. Podstawową jej
zaletą jest możliwość wypełniania
wnętrza materiałem w postaci płyn-
nej, tzw. refulatem pochodzącym np.
z bagrowania. Dzięki określonej cha-
rakteryście materiałowej płaszcz
tworzący georurę następuje natu-
ralny (grawitacyjny) odpływ wód z re-
fulatu i jednocześnie odwodnienie
urobku. Pozostaje sucha masa, za-
gęszczona wskutek odpływu wody,
tworząca zwartą, jednolitą budowlę
ziemną o znacznych rozmiarach.
Przyjmuje się, że georurami nazywa
się konstrukcje średnicy 0,5 ÷ 4,0 m
i długości 25,0 ÷ 100,0 m [1], ale
w praktyce najczęściej wykorzysty-
wane są rury długości 25,0 m i śred-
nicy 3,5 ÷ 4,0 m.

Charakterystyka georur

Georury stosowane są we wszelkie-
go rodzaju gruntowych budowlach li-
niowych, zwłaszcza hydrotechnicz-

nych, m.in. do budowy i renowacji wa-
łów przeciwpowodziowych, konstrukcji
ostróg, falochronów, kierownic rzek,
umocnień brzegu morskiego, zapór.
Wypełniona georura tworzy rdzeń bu-
dowli lub konstrukcję startową, na któ-
rą układany jest np. narzut kamienny
bądź gruntowy, zakrywający materiał
tworzący płaszcz przed długotrwałą
ekspozycją na promieniowanie UV
i wandalizmem.

Projektowanie

Stosowanie georur powinno być po-
przedzone szczegółową analizą i ob-
liczeniami. Ze względu na skompliko-
wany charakter pracy konstrukcji na-
leży przeanalizować jej statykę,
sprawdzając najbardziej realne i moż-
liwe do wystąpienia w danych warun-
kach mechanizmy zniszczenia, takie
jak np.: poślizg w podstawie, obrót,
pełzanie niewypełnionej w pełni geo-
rury, wyparcie podłoża, podmycie, sta-
teczność ogólna, osiadanie podłoża,
zmiana kształtu w wyniku konsolidacji
gruntu wewnątrz georur. Należy także
określić wytrzymałość płaszczu geo-
rury na rozerwanie, wymywanie grun-
tu przez płaszcz oraz prędkość wypły-
wu wody przez płaszcz.

Obecnie projektant ma do dyspo-
zycji wiele sprawdzonych narzędzi
projektowych. Dostępne są algorytmy
i programy pozwalające rzetelnie pro-
jektować tego typu konstrukcje, a co
ważniejsze, metody projektowania są
już sprawdzone w praktyce. Oblicze-
nia i analizy wykonuje się zgodnie
z metodą stanów granicznych za po-
mocą specjalistycznych programów
komputerowych. Istotnym elementem
w projektowaniu tego typu konstrukcji
jest konieczność uwzględnienia tech-
nologii napełniania i określenie zało-
żeń dla wykonawcy. Bardzo waż-
na jest współzależność wydajności
zestawu pompowego, koncentracji
mieszanki pulpy ze średnicą i roz-
stawem wlotów (kominków) oraz pa-

rametrami filtracyjnymi płaszczu.
W zależności od uziarnienia piasku
dobiera się średnicę wlotu, przy czym
różnice mogą być bardzo duże, np.
podawanie piasku o uziarnieniu
0,10 ÷ 0,30 mm wymaga kominków
o średnicy 300 ÷ 500 mm [2].

Innym bardzo ważnym aspektem
jest wodoprzepuszczalność geosyn-
tetyku tworzącego płaszcz georury.
Zgodnie z zaleceniami DVWK [3], wo-
doprzepuszczalność geosyntetyku
zabudowanego w kontakcie z grun-
tem powinna być minimum pięćdzie-
siąt razy większa niż wodoprzepusz-
czalność gruntu. Należy również do-
brać wielkość porów zamiennych
geosyntetyku (płaszczu georury)
w odniesieniu do uziarnienia materia-
łu nasypowego (piasku) transportowa-
nego z wodą, np. zgodnie z CUR [1].
Nie bez znaczenia jest również dłu-
goterminowa wytrzymałość płaszczu
georury na rozciąganie, przy określa-
niu której należy uwzględnić wszystkie
czynniki wpływające na jej obniżenie
w czasie, takie jak: pełzanie geosyn-
tetyku w czasie, praca pod obciąże-
niem, warunki lokalne, chemiczne od-
działywanie środowiska, zmęczenie
materiałowe w wyniku obciążeń cy-
klicznych lub dynamicznych i utrata
wytrzymałości na połączeniach.

Realizacje

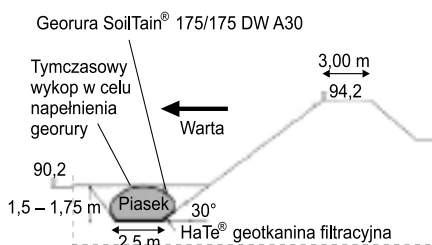
Podstawową zaletą georur jest ła-
twość instalacji i możliwość wykorzy-
stania materiału pozyskiwanego lo-
kalnie, np. pochodzącego z pogłębia-
nia dna rzeki, co w efekcie decyduje
o względach ekonomicznych w po-
równaniu z rozwiązaniami tradycyj-
nymi, wymagającymi dowozu mate-
riału nasypowego. Georury są stoso-
wane z powodzeniem od wielu lat.
Przodującym krajem jest niewątpli-
wie Holandia, gdzie prowadzi się wie-
le programów badawczych poświę-
conych temu zagadnieniu i wykona-
no wiele realizacji. W ostatnich latach

* Przedsiębiorstwo Realizacyjne INORA Sp. z o.o.

ważne budowle, w których zastosowano georury, powstały na Litwie i Łotwie [2]. W Polsce jedno z pierwszych wdrożeń, popartych inżynierskim rozpoznaniem i szczegółowymi obliczeniami, przeprowadziła w 2011 r. firma INORA, wykonując uszczelnienie odcinka wału przeciwpowodziowego rzeki Warty w okolicy miejscowości Koło. Istniejący wał odznaczał się bardzo małą szczelnością, spowodowaną głównie niskim współczynnikiem zagęszczenia piasku, z którego był wykonany, oraz dużą wartością parametrów filtracyjnych gruntów w podstawie. Skutkowało to przesiąkaniem wody i zalewaniem pobliskich terenów w przypadku wysokiego stanu Warty. Naprawa wału została przeprowadzona bez jego demontażu i znacznej ingerencji w konstrukcję. Po wykonaniu badań podłoża i uwzględnieniu warunków prowadzenia robót powstał szczegółowy projekt. Dobrano parametry techniczne płaszczu georury (tabela) i wykonano projekt technologiczny robót.

Na przedwalu wykorzystano pas terenu na szerokość i głębokość instalowanej georury. Następnie rozłożono georurę i rozpoczęto pompowanie do jej wnętrza urobku, podawanego przez refuler pracujący w odległym o ok. 80 m nurcie rzeki. Pojedyncza georura, w zależności od długości, wyposażona była w kilka kominków, którymi kolejno lub jednocześnie pompowano pulpę, w celu dokładnego wypełnienia rury na całej długości. Podczas napełniania części stałe pozostawały w środku geosyntetycznego rękawa, natomiast woda powracała do rzeki. Po osiągnięciu końcowej wysokości 2,0 m, wynikającej z obliczeń stateczności, pompowanie zakończono, a całą konstrukcję okryto humusem w celu przywrócenia pierwotnego wyglądu terenu. Konstrukcja utworzyła zwartą bryłę, a w efekcie doskonale zagęszczoną przesłonę przeciwfiltracyjną i jednocześnie umocnienie podnóża wału (fotografia 1, rysunek). Prace wykonano przy użyciu miejscowego gruntu, bez potrzeby dowozu dodatkowego materiału. Nie bez znaczenia pozostawało także duże tempo realizacji prac, które było uzależnione praktycznie tylko od wydajności refulera lub pompy pobierającej urobek

i przygotowywania frontu robót. W ramach dodatkowego programu badawczego zrealizowano nowatorski system monitoringu, polegający na elektronicznym pomiarze zmiany pełnego obwodu georury, częściowego wydłużenia obwodu (zachowanie się rękawa w poszczególnych odcinkach obwodu) oraz nacisku (parcia) georury na podłoże (fotografia 2). System umożliwiał też bieżącą kontrolę stopnia wypełnienia georury i wykorzystania projektowanego zakresu wytrzymałości płaszczu.



Schemat uszczelnienia wału

Dane techniczne płaszczu georury SoilTain® 175/175 DW A30 (Huesker Synthetic GmbH)

Parametry techniczne płaszczu georury	Wartość
Masa powierzchniowa [g/m ²]	900
Polimer: geotkanina i geowłóknina	poliester
Ciężar właściwy polimeru [g/m ³]	1,38 g
Doraźna wytrzymałość płaszczu georury na rozciąganie (UTS) wg EN ISO 10319: – wzdłuż georury [kN/m] – w poprzek georury [kN/m]	≥ 175 ≥ 175
Wydłużenie przy zerwaniu wg EN ISO 10319: – wzdłuż georury [%] – w poprzek georury [%]	≤ 12 ≤ 12
Odporność na promieniowanie UV, wytrzymałość na rozciąganie po 4300 h naświetlania wg EN ISO 12224 [%] UTS	80
Wytrzymałość na oddzieranie geotkaniny od geowłókniny wg EN ISO 13426 [N/m]	≥ 1000
Indeks wodoprzepuszczalności płaszczu georury wg EN ISO 11058 [m/s]	13 · 10 ⁻³
Miarodajna wielkość porów płaszczu georury wg EN ISO 12956 [mm]	0,10



Fot. 1. Georura w podstawie wału rzeki Warty w Kole – ostatni etap pompowania pulpy [Fot. archiwum P.R. INORA sp. z o.o.]



Fot. 2. System monitoringu płaszczu georury [Fot. archiwum Neo Strain Sp. z o.o.]

Podsumowanie

Wdrażanie skutecznych, a jednocześnie ekonomicznych rozwiązań w polskim budownictwie nie omija hydrotechniki. Przykładem są technologie geosyntetyczne, w szczególności georury umożliwiające budowę w ściśle kontrolowanych warunkach (nawet z możliwością monitorowania w czasie rzeczywistym), z wykorzystaniem materiału lokalnego, pozyskiwanego niewielkim kosztem. W Polsce już zostały zaprojektowane i wykonane realizacje m.in. konstrukcji wałów przeciwpowodziowych, ostróg rzecznych czy ochrony brzegu morskiego [4], pozwalające potwierdzić skuteczność tych rozwiązań w krajowych warunkach.

Literatura

- [1] CUR, Civiltechnisch Centrum Uitvoering Research en Regelgeving. Ontwerpen met geotextile zand-elementen, 217, Rijkswaterstaat, 2006.
- [2] Sobolewski J., Wilke M., Terauds J., „Georury wypełnione piaskiem w budownictwie wodnym i morskim, wymiarowanie i praktyczne przykłady zastosowań”, Inżynieria Morska i Geotechnika, 1/2011.
- [3] DVWK, Deutscher Verband für Wasserwirtschaft und Kulturbau e. V., Merkblatt: „Anwendung von Geotextilien im Wasserbau, DVWK, 221/1992, Verlag Paul Perey, Hamburg – Berlin, 1992.
- [4] Pilch M., „Ochrona brzegów morskich georurą SoilTain® na przykładzie zabezpieczenia wydmy w Rowach”, Inżynieria Morska i Geotechnika, 4/2013.