

# Dobór materiałów do wykonywania platform roboczych pod ciężki sprzęt budowlany

W artykule omówiono zagadnienia dotyczące wykonawstwa i projektowania wykorzystywanego do tymczasowego powierzchniowego wzmocnienia podłoża pod ciężki sprzęt budowlany platform roboczych z zastosowaniem zbrojenia geosyntetycznego. Szczególny nacisk położono na prawidłowy dobór materiałów do konstrukcji platformy.

Aktualnie, gdy wykorzystana została już większość terenów o dobrych warunkach gruntowych, inżynierowie są zmuszeni do wkraczania na obszary charakteryzujące się słabszymi parametrami. W celu ich poprawy stosuje się różne techniki wzmocniania gruntu, które wymagają użycia ciężkiego sprzętu budowlanego na bardzo słabym podłożu. W takich sytuacjach, aby maszyny mogły poruszać się w bezpieczny sposób po słabych gruntach, stosuje się specjalne konstrukcje służące tymczasowemu powierzchniowemu wzmocnieniu podłoża. Są to tzw. platformy robocze, utworzone z odpowiednio dobranego kruszywa oraz geosyntetyków.

Stosowanie platform roboczych znacząco zwiększa możliwości wykonawcze. Mogą być wykorzystywane zarówno jako konstrukcje tymczasowe (powierzchniowe wzmocnienie na czas wykonywania posadowienia pośredniego), jak również zostać włączone w późniejszym czasie do konstrukcji trwałej.

Podejście do zagadnienia platform roboczych w Polsce i na świecie jest zdecydowanie różne. Na lokalnym rynku budowlanym na ogół nie przywiązuje się większej wagi do wykonywania tych konstrukcji. W wielu sytuacjach platformy robocze tworzy się bez szczegółowego projektu i oszacowania, w jaki sposób naciski przekazywane przez ciężki sprzęt budowlany wpływają na nośność platformy wsparczej.

Standardowo przyjmuje się, że platformę może stanowić warstwa istniejącego nasypu budowlanego, jeżeli pozwoli ona na stabilne poruszanie się sprzętu bez względu na warunki pogodowe. Przyjmuje się, że powierzchnia platformy roboczej powinna znajdować się 1,0 m (ew. 0,5 m przy pracy lekkiego sprzętu) powyżej poziomu wody gruntowej.

Platformy tworzy się często z materiałów miejscowych, np. gruzu z rozbiórki. Najczęściej z góry zakłada się warstwę nasypową o grubości od 50 cm do 100 cm. Jeżeli podłożem jest „problemove”, stosuje się dodatkowo geotekstylię lub wyroby pokrewne w celu separacji materiału platformy od słabego podłoża gruntowego lub/i wzmocnienia podłoża.

Poważnym problemem jest to, że na większości placów budowy w Polsce nie są prowadzone odpowiednie badania kontrolne platform – wybiera się metody „na żywioł”, pierwszy wjazd sprzętu jest zwykle próbą nośności platformy. Gdy gaśnice maszyny

## Summary

The paper discusses the construction and design of the temporary strengthening of the weak subgrade in the form of working platforms for tracked plant with geosynthetic reinforcement. The main emphasis was on the correct selection of platform materials.

nie wbijają się nadto w platformę, oznacza to, że platforma jest odpowiednia, gdy jednak maszyna zaczyna się „zatapiać”, zostaje szybko wycofana, a miąższość platformy zwiększona.

W wielu krajach już dawno wprowadzono szczegółowe zalecenia dotyczące wykonawstwa i projektowania platform roboczych, certyfikaty jakości (wydawane w oparciu o badania na placu budowy) i dokumenty poświadczające odpowiedzialność poszczególnych osób na budowie.

W Wielkiej Brytanii Stowarzyszenie FPS (*Federation of Piling Sepcialists*) przyczyniło się do powstania poradnika BRE (*Building Research Establishment Ltd.*) nr 470 „Working platforms for tracked plant” (3), a jeszcze przed jego wydaniem wprowadziło certyfikat platformy roboczej (*Working Platform Certificate* – WPC). WPC jest dokumentem stanowiącym potwierdzenie, że platforma została poprawnie zaprojektowana, wykonana i będzie odpowiednio utrzymywana w sposób zapewniający zachowanie jej integralności.

## Rola geosyntetyków w platformach roboczych

Najczęściej stosowanymi geosyntetykami w konstrukcji platform roboczych są geosiatki (georuszty) i geotkaniny.

Geotekstylię polepszają stabilność i osiągi słabego podłoża gruntowego, przede wszystkim przez separację materiału platformy roboczej od podłoża. Dodatkowo zapewniają wzmocnienie dzięki tarcu i/lub zazębieniu się kruszywa z geosyntetykiem. Geotekstylię zapewniają również funkcje filtracyjne i drenażowe poprzez umożliwienie swobodnego przedostawania się wody wypieranej przez siłę hydrodynamiczną z podłoża



Fot. 1. Proces wykonywania platformy roboczej: ułożenie geotkaniny i rozścielenie warstwy piasku

za w warstwę kruszywa, a w wypadku kruszywa o niskiej jakości – w geosyntetyk.

Funkcja separacyjna geosyntetyków polega na zapobieganiu mieszania się dwóch materiałów o różnych parametrach – podłoża i warstwy kruszywa. Dzięki zastosowaniu geosyntetyku separującego można utrzymać zaprojektowaną grubość platformy. Bez zabezpieczenia w postaci geosyntetyku kruszywo mogłoby penetrować w podłoże, natomiast drobne frakcje z podłoża przedostawałyby się do warstwy kruszywa, osłabiając jego parametry. Wystarczy niewielka ilość zbyt drobnych cząstek, aby znacząco zredukować kąt tarcia wewnętrznego. Słabe grunty są najbardziej podatne na naruszenie struktury podczas wykonywania wstępnych czynności związanych z tworzeniem konstrukcji, takich jak: usuwanie zanieczyszczeń, karczowanie czy układanie kruszywa. Geosyntetyki pomagają zminimalizować naruszenie struktury gruntu i zapobiec utracie kruszywa podczas budowy.

Kolejne funkcje, poprzez które geosyntetyki wpływają na poprawę pracy struktury platformy, to filtracja i drenaż. Geotkaniny działają jak filtr, zapobiegając migracji drobnych cząstek do materiału platformy, wypieranych przez wysokie ciśnienie wody w porach wywołane przez dynamiczne obciążenie. Mogą służyć również jako drenaż, umożliwiając rozpraszanie się nadciśnienia wody w porach w geosyntetyk i podłoże.

Geosiatki i geotekstyli zapewniają również wzmocnienie poprzez poziome ograniczenie przemieszczania się kruszywa i podłoża, wykorzystując tarcie oraz ząbienie się kruszywa, geosyntetyku i podłoża. Kolejną formą wzmocnienia struktury jest poprawienie jej nośności poprzez wymuszenie powstania potencjalnej powierzchni zniszczenia w głębszej warstwie, o większej nośności. Bez wzmocnienia geosyntetykiem kruszywo zwykle przemieszcza się poziomo pod wpływem nacisków. Miękkie, słabe podłoże zapewnia bardzo niewielkie ograniczenie sił poziomych. Geosiatka o dobrych właściwościach ząbwiących lub geotkanina z dobrymi właściwościami trącymi zapewnia opór wywołanej poziomym przemieszczaniem się kruszywa.

## Wykonawstwo platform wg zaleceń poradnika BRE 470

### Przygotowanie placu budowy

Podczas przygotowania terenu należy zidentyfikować słabsze strefy i mocne punkty. W związku ze zróżnicowaniem nośności wskaza-



ne może być podzielenie placu budowy na strefy oraz określenie odległości minimalnej od wykopu lub rowu, w jakiej można bezpiecznie operować maszynami. Konieczne może być odkopanie wcześniej zlokalizowanych słabszych stref, starych fundamentów i instalacji oraz zasypanie powstałych wykopów dostatecznie zagęszczonym, odpowiednim materiałem.

W razie stwierdzenia ubytków w masywie gruntowym wskazane może być wykonanie zasypu lub iniekcji. W miejscach, w których taka modyfikacja jest niemożliwa, ubytki należy wyraźnie oznaczyć i wyłączyć z ruchu na placu budowy. Należy pamiętać, że tego rodzaju słabsze obszary mogą być ukryte pod skorupą gruntową lub wybetonowanymi obszarami.

Przed instalacją platformy należy zapobiegać degradacji odkrytego podłoża gruntowego. Gdy degradacja jednak wystąpi, dotknięty materiał, przed zainstalowaniem platformy, należy usunąć i wymienić na nowy, odpowiednio zagęszczony.

Znaczne zmiany w poziomie terenu, na przykład na skutek wykonywania wykopów lub nasypów, mogą mieć znaczny wpływ na pracę platformy. Przed ułożeniem materiału platformy niezbędna jest kontrola podłoża gruntowego przez kompetentną osobę w celu zweryfikowania założeń projektowych.

### Instalacja platformy

Platformę należy zainstalować zgodnie ze specyfikacją techniczną, a podczas procesu instalacji należy zapewnić odpowiedni nadzór. Przy geosyntetykach należy zachować ostrożność, aby nie dopuścić do ich uszkodzenia spowodowanego złym przechowywaniem, transportem lub instalacją. Geosyntetyk należy przysypać warstwą materiału nasypowego o odpowiedniej miąższości w celu zapo-

- bieżenia jego uszkodzeniu podczas zagęszczania platformy. Powierzchnię platformy należy dobrze zagęścić i wyrównać.

W celu skontrolowania, czy platforma charakteryzuje się wymaganą nośnością, można wykonać badanie płytą obciążającą. Aby odzwierciedlić rzeczywiste zadawane obciążenie, wielkość płyty powinna być jak najbardziej zbliżona do wielkości gąsienicy maszyny.

### **Eksploatacja, konserwacja i naprawa platformy**

W trakcie użytkowania platforma powinna podlegać codziennej kontroli wykonywanej przez kompetentny personel budowy. Odpowiednia kontrola powinna gwarantować, że na platformie nie stosuje się sprzętu, dla którego nie została ona zaprojektowana i wykorzystywany jest tylko wyznaczony obszar roboczy.

Na zachowanie się platformy roboczej wpływa kilka czynników związanych z jej użytkowaniem:

- rodzaj stosowanego sprzętu oraz pochodzące od niego oddziaływania dynamiczne (lub wibracyjne),
- częstotliwość przejeżdżania przez platformę żurawi z ciężkimi ładunkiem,
- częstotliwość przejeżdżania pojazdów dostarczających beton, które można ograniczyć do tras, gdzie platforma została wzmocniona,
- skala i czas trwania robót,
- drenaż, zanieczyszczenia i degradacja materiału,
- dopuszczalna minimalna miąższość określona w projekcie.

Wiele stwierdzonych problemów dotyczących niestateczności wiertnic było związanych ze złym utrzymaniem i naprawą platform roboczych. Platforma powinna być odpowiednio wyrównana, prawidłowo zdrenowana i utrzymywana w dobrym stanie w czasie trwania robót. Właściwa konserwacja polega głównie na odpowiednim monitoringu i naprawach wykonywanych na placu budowy przez wykonawcę odpowiedzialnego za platformę. Staranny nadzór może wykryć pogarszającą się sytuację, zanim będzie ona stanowić poważne zagrożenie.

Jakiegokolwiek działania, które mogłyby wpłynąć na pogorszenie integralności platformy roboczej, np. wykonanie wykopów przez platformę, mogą być dozwolone tylko wtedy, gdy nadzorować je będą kompetentne osoby. Po ich wykonaniu platforma powinna zostać przywrócona do stanu pierwotnego. Rekonstrukcja powinna przebiegać jak najszybciej, aby nie doprowadzić do dodatkowej degradacji konstrukcji. Ostatnim aspektem dobrej konserwacji platformy jest materiał wykorzystywany do napraw. Nie powinno się stosować materiału odbiegającego parametrami od tego, który wcześniej zastosowano do budowy platformy. Platforma powinna zostać przywrócona do stanu zgodnego ze specyfikacją. W ten sposób zapewnione zostaną integralność platformy i jej projektowana wytrzymałość.

## **Materiały stosowane do budowy platform**

### **Materiał ziarnisty platformy**

Specyfikacja materiału platformy powinna zostać tak sporządzona, aby wymagania dotyczące osiągnięć pod względem zagęszczalności, trwałości, przenoszenia ruchu i odwodnienia mogły zostać spełnione.

Do budowy platformy należy zastosować odpowiedni materiał, który:

- nie może zawierać cząstek organicznych,
- nie powinien zawierać więcej niż 15% drobnych cząstek (tzn. nie więcej niż 15% wagi mogą stanowić cząstki ilaste),
- powinien charakteryzować się dobrymi właściwościami filtracyjno-drenażowymi,
- powinien być wytrzymały, trwały i niepodatny na degradację w czasie planowanego okresu eksploatacji platformy,
- powinien charakteryzować się maksymalną wielkością cząstek nie większą niż 2/3 grubości zagęszczonej warstwy lub 150 mm (mniejsza z tych dwóch wartości).

W przypadku platformy roboczej z materiału o dużych ziarnach (150 mm) tolerancja błędu umiejscowienia niektórych pali w gruncie może zostać niedotrzymana. W takiej sytuacji należy zastosować mniejszą maksymalną wielkość cząstek warstwy nasypowej platformy, np. 75 mm.

Materiały, które zostały wcześniej znacząco rozkruszone (na skutek ruchu pojazdów), powinny zostać odrzucone ze względu na możliwość pogorszenia cech filtracyjnych i osłabienia wytrzymałości.

Materiał o dobrym uziarnieniu, tzn. charakteryzujący się stosunkiem  $D_{60}/D_{10} > 6$ , pozwala skonstruować lepszą platformę ze względu na możliwość lepszego zagęszczenia, co znacznie zwiększa jej nośność. Jednak w pewnych sytuacjach materiał za mocno dogęszczony może powodować trudności, np. podczas wykonywania kolumn kamiennych. Dlatego też czasem materiał o uziarnieniu jednorodnym może okazać się odpowiedniejszy. Często na bardzo słabym gruncie odpowiednie dogęszczenie platformy bywa niemożliwe.

Materiał, z którego jest wykonana platforma, ma decydujący wpływ na jej osiągi. Platforma robocza powinna charakteryzować się wytrzymałością na ścinanie znacznie większą niż podłoże gruntowe.

Parametry geotechniczne proponowanego materiału zasypowego powinny zostać poprawnie określone jako dane wejściowe do projektu. Należy wziąć pod uwagę zarówno parametry wytrzymałościowe, jak i trwałość, zmienność oraz ściśliwość materiału.

Do obliczeń projektowych należy przyjąć odpowiednią, charakterystyczną wartość kąta tarcia wewnętrznego gruntu zasypowego  $\phi'$ . Należy pamiętać, że kąt  $\phi' < 35^\circ$  uniemożliwi wykonanie ekonomicznej i technicznie poprawnej platformy.

W tab. 1 przedstawiono przydatność wybranych materiałów zasypowych do konstrukcji platform roboczych.

Podczas układania i zagęszczania platformy wymagana jest odpowiednia kontrola jakości, aby spełnione zostały wymagania techniczne. Należy pobierać próbki zasypu i ocenić z odpowiednią częstotliwością, czy spełnia on wymagania projektowe. W sytuacji gdy materiał na platformę roboczą został wcześniej pozyskany z innego miejsca na tym samym placu budowy, przed jego ponownym wbudowaniem należy sprawdzić, czy jego właściwości nadal spełniają wymogi projektu.

### **Wzmocnienie geosyntetyczne**

Często zamiast konstruowania platformy o dużej miąższości bardziej ekonomiczne może okazać się zastosowanie geosyntetyku



Fot. 2. Dogęszczanie platformy roboczej



do wzmocnienia platformy roboczej. Geosyntetyk umieszczany jest zazwyczaj między podłożem a materiałem tworzącym platformę roboczą, ale alternatywnie może on zostać umieszczony również wewnątrz platformy. Należy przestrzegać wymagań producenta dotyczących wykonania zakładów.

Według zaleceń BRE 470 (3) geotkaniny i geowłókniny stosuje się zwykle jako separatory ziarnistego materiału platformy i spoiстого podłoża oraz jako filtry. Do wzmocnienia platformy używane są zazwyczaj geosiatki. Podstawowym kryterium, które decyduje o zastosowaniu geosiatki, jest materiał, z jakiego wykonana będzie platforma. Siatki stosuje się, gdy zasypem będzie kruszywo łamane o dużej średnicy ziaren. Odpowiednia średnica ziaren ma zapewnić klinowanie się kruszywa w oczkach siatki. Taka zasada działania powoduje doskonałe wzmocnienie platformy i zwiększenie nośności.

W polskich realiach najczęściej stosowanym rozwiązaniem jest geotkanina. Materiał ten stosuje się zwykle w połączeniu z piaskiem (fot. 1). Przy doborze geotkaniny duże znaczenie ma rodzaj stosowanego piasku. Współpraca tkaniny i piasku jest inna niż w wypadku geosiatki i grubego kruszywa. W tej sytuacji mamy do czynienia z tarcieniem geosyntetyku o piasek.

Oprócz ogólnego wzmocnienia na całym obszarze platformy w niektórych miejscach mogą być potrzebne również lokalne wzmocnienia.

Ważne jest rozróżnienie geosyntetyków, które zostaną wbudowane w platformę w celu zwiększenia wytrzymałości na rozciąganie od geosyntetyków zastosowanych jako warstwy separacyjne, chyba że użyto geokompozytu pełniącego obie te funkcje.

Należy rozważyć trwałość geosyntetyków wzmacniających, jeżeli mają one stanowić część konstrukcji trwałej.

Wytrzymałość na rozciąganie wzmocnienia przyjęta w projekcie powinna być odpowiednia do wymagań eksploatacyjnych platformy. Ze względu na podatność wzmocnień polimerowych graniczna nośność na rozciąganie jest zwykle osiągana przy bardzo dużym odkształceniu przekraczającym dopuszczalny zakres właściwości użytkowych wzmocnionego gruntu. Dlatego do celów projektowych należy stosować wytrzymałość dla określonego małego odkształcenia lub określoną część wytrzymałości granicznej.

W projektowaniu należy wziąć pod uwagę prawdopodobieństwo uszkodzenia geosiatki podczas instalacji. Współczynnik odnoszący się do granicznej wytrzymałości powinien od-

Materiał	Wyszczególnienie
naturalny żwir	wysoka jakość, lepszy, dobrze wysortowany
skruszona mocna skała	wysoka jakość, lepsza, dobrze wysortowana
odpady z kamieniołomów	mogą być niedostatecznie wysortowane
gruz betonowy	doskonały, kiedy jest czysty i odpowiednio wysortowany, ale niewysortowany może zawierać niepożądane domieszki
gruz z cegieł	może być podatny na nadmierne uszkodzenia
żużel	dobrze drenujący materiał, może przyczynić się do problemów skażenia wody w stanie zastój w związku z wypłukiwaniem siarczanów
gruz kopalniany	może być bardzo zmienny i często zawierać nadmierne ilości drobin, w wilgotnych warunkach może nie zapewnić odpowiedniego drenażu
miał pyłów opałowych	lekki materiał z właściwościami samoutwardzalnymi, może zawierać dużą ilość materiału ilastego, więc w wilgotnych warunkach może nie zapewnić odpowiedniego drenażu

Tab. 1. Przydatność materiałów do konstrukcji platform roboczych

zwierzciedlać wytrzymałość przy małym odkształceniu, a także uwzględnić rodzaj materiału (polimeru) i czas, w jakim konstrukcja ma funkcjonować, jak również temperaturę otoczenia i wystawienie na mechaniczną, chemiczną i biologiczną degradację.

W utworach spoiстых migracja drobnego materiału w górę, w kierunku platformy roboczej, może spowodować jej degradację, szczególnie przy większej wilgotności. W celu zminimalizowania migracji drobnego materiału z podłoża gruntowego w materiał platformy można zastosować filtr mineralny lub geotkaninę. Filtr powinien składać się z ziaren na tyle drobnych, aby zapobiec migracji cząstek z podłoża w kierunku platformy roboczej. W literaturze podaje się różne kryteria klasyfikacji. Geotkaniny dobiera się w zależności od charakterystycznej wielkości porów w stosunku do wielkości cząstek gruntu.

### Projektowanie platform

Platformę roboczą należy projektować, biorąc pod uwagę rodzaj urządzenia, które będzie na niej pracować, operacje, jakie będą na niej wykonywane, oraz warunki gruntowe. W poradniku BRE 470 (3) przedstawiono uproszczoną metodę obliczeniową dla nieskomplikowanych warunków gruntowych.

- ▶ W procesie projektowym powinny brać udział 3 podmioty:
    - projektant,
    - generalny wykonawca – może zdecydować, czy platforma będzie wykorzystywana do innych celów niż tylko pierwotnego przeznaczenia, tj. jako konstrukcja tymczasowa,
    - wykonawca lub podwykonawca – ustala przebieg krawędzi platformy, nachylenie i rozmieszczenie ramp wjazdowych.
- Standardowe obliczenia projektowe obejmują następujące etapy:
- charakterystyka warunków gruntowych,
  - analiza warunków obciążenia,
  - sprawdzenie nośności podłoża,
  - sprawdzenie nośności materiału platformy,
  - określenie wymaganej miąższości platformy,
  - dobór wzmocnienia geosyntetycznego,
  - końcowa ocena wyników.

Ważną częścią projektu platformy roboczej jest planowany okres jej użytkowania. Nośność platformy podlega redukcji na skutek jej degradacji pod wpływem obciążeń powtarzalnych. W przypadku niektórych materiałów platformy nośność może podlegać znaczącej redukcji wraz z liczbą cykli. Może być to ważnym zagadnieniem w przypadku obszarów obciążonych znacznym ruchem i należy zwrócić na to uwagę przy ocenie wartości charakterystycznych kąta tarcia wewnętrznego.

W procesie projektowania wzmocnień powierzchniowych należy pamiętać, że warunki gruntowo-wodne największy wpływ mają na pierwszych 2 metrach od poziomu terenu. Niestety na większości placów budowy badania podstawowe prowadzone są tak, aby oszacować parametry gruntowe na większych głębokościach. Ocena parametrów geotechnicznych podłoża ma decydujący wpływ na projekty platform roboczych. Wymaga się, aby projektant platformy przeprowadził obliczenia dla rzeczywistych warunków gruntowo-wodnych występujących na placu budowy.

Proces projektowy wymusza oszacowanie obciążeń od maszyny w celu obliczenia miąższości platformy. Gdy obciążenie przyłożone jest bezpośrednio do podłoża gruntowego, nośność można obliczyć, korzystając z poprawnie przyjętych współczynników nośności. W sytuacji gdy obciążenie przyłożone jest do platformy roboczej, umieszczonej na podłożu gruntowym, procedura obliczenia nośności staje się bardziej skomplikowana.

W wypadku platform roboczych, które są stosunkowo cienkimi warstwami na podłożu nienośnym, najodpowiedniejszy sposób obliczeń nośności opiera się na mechanizmie ścicia przy przebicciu. W metodzie tej nośność podłoża rozpatrywana jest jako nacisk wymagany do pionowego przebiccia platformy oraz zredukowania nośności podłoża do zera.

Na etapie projektowania należy upewnić się, że przyjęty do projektowania materiał platformy zapewni jej wymaganą nośność, pod warunkiem że zastosuje się jej odpowiednią miąższość. Stwierdziwszy, że samo podłoże gruntowe nie jest w stanie przenieść obciążeń od maszyny oraz że wybrany materiał platformy przy dostatecznej miąższości zapewni odpowiednie wsparcie dla maszyny, należy obliczyć wymaganą miąższość platformy dla dwóch przypadków obciążeń. Do celów projektowych należy przyjąć większą z wartości.

Minimalna grubość platformy nie powinna być mniejsza niż  $0,5W$  (gdzie  $W$  jest szerokością gąsienicy) lub 300 mm. Gdy z obliczeń wynika, że wymagana jest platforma o znacznej miąższości

(powyżej 80 cm), należy rozważyć zastosowanie wytrzymalszego materiału platformy lub wzmocnienie geosyntetykiem. Może to znacznie zmniejszyć wymaganą miąższość platformy.

W projektowaniu konstrukcyjnego wzmocnienia geosyntetycznego z wykorzystaniem mechanizmu ścicia przy przebicciu uwzględnia się warstwę zbrojącą, w której geosyntetyk przenosi siły rozciągające. Wytrzymałość projektową (obliczeniową) na rozciąganie zbrojenia ( $T_d$ ) określa się na podstawie wartości wytrzymałości krótkoterminowej zbrojenia ( $T_{ult}$ ) podzielonej przez odpowiedni współczynnik zmniejszający.

## Podsumowanie

Platformy robocze wykorzystywane przy wzmocnianiu słabego podłoża są niezbędne do utrzymania stateczności ciężkiego sprzętu budowlanego. Platforma jest konstrukcją, od której zależą bezpieczeństwo oraz wydajność pracy maszyn, często kluczową dla powodzenia inwestycji.

Chociaż poważne wypadki, w których mają swój udział platformy robocze, są stosunkowo rzadkie, zdarzają się jednak bardzo często awarie. Mając na uwadze bezpieczeństwo, wzorem zagranicznej praktyki, należy się zastanowić, czy w Polsce nie byłoby przydatne wprowadzenie dokumentów systematyzujących odpowiedzialność poszczególnych stron procesu inwestycji za stan platformy roboczej.

W powoływanym w niniejszym artykule poradniku BRE 470 oprócz zaleceń obliczeniowych jest wiele wskazówek dotyczących instalacji, utrzymania i napraw platformy roboczej. Autorzy poradnika zwracają szczególną uwagę na przygotowanie terenu pod platformę. Należy między innymi zinventaryzować istniejące konstrukcje, odpowiednio je zabezpieczyć i odseparować od rozkładanego geosyntetyku pod platformę. Wspominając o materiale wzmocniającym, w poradniku zaleca się bardziej stosowanie geosiatek w połączeniu z kruszywem łamanym niż geotkanin z piaskiem. Gruby materiał zapewnia większą stabilność i nośność platformy, ale i zwiększa koszty wykonania.

Platformy robocze są poddawane złożonym warunkom obciążenia, w związku z czym są trudne do projektowania. Metoda zaproponowana w poradniku BRE 470 stanowi podstawę do obliczeń bezpiecznych. Mimo tego, że w zagranicznej prasie branżowej można się spotkać z zarzutami, że jest zbyt zachowawcza i nieekonomiczna, należy podkreślić, że na chwilę obecną jest to jedyna, ogólnie dostępna, tak szczegółowo opracowana metoda projektowania. Umożliwia obliczenie w prosty sposób miąższości platformy roboczej, która zapewni stateczność maszyn budowlanych. Warunkiem przyjęcia miąższości z takich obliczeń jest krytyczna ocena ekspercka. Projektowanie platform roboczych pod ciężki sprzęt jest trudnym zagadnieniem geotechnicznym i powinno zostać przeprowadzone przez kompetentną osobę. □

## Piśmiennictwo

1. Białek K.: *Projektowanie platform roboczych z zastosowaniem geosyntetyków*. Praca dyplomowa, WILiŚ, Gdańsk 2010.
2. Duszyńska A., Białek K.: *Wykonawstwo platform roboczych pod ciężki sprzęt budowlany*. „Inżynieria Morska i Geotechnika”, nr 6/2010.
3. Skinner H.: *Working platforms for tracked plant: good practice guide to the design, installation, maintenance and repair of ground-supported working platforms*. BRE 470, BREPress, 2004.