

## **WYKONAWSTWO PLATFORM ROBOCZYCH POD CIĘŻKI SPRZĘT BUDOWLANY**

dr inż. Angelika DUSZYŃSKA, mgr inż. Katarzyna BIAŁEK  
Politechnika Gdańska, Wydział Inżynierii Lądowej i Środowiska

Obecnie coraz częściej wymagane jest wzmocnienie słabego podłoża gruntowego pod różnego rodzaju konstrukcje. Jest to nieuniknionym następstwem ciągłego rozwoju urbanizacji oraz wykorzystania znacznej większości terenów o gruntach mocnych, o dużej wytrzymałości. W celu poprawy nośności stosuje się różne techniki modyfikacji podłoża gruntowego (palowanie, kolumny, itp.), które najczęściej wymagają użycia ciężkiego sprzętu budowlanego na bardzo słabym podłożu. W takich sytuacjach, aby ciężkie wiertnice mogły poruszać się w bezpieczny sposób po słabych gruntach, stosuje się platformy robocze – konstrukcje służące tymczasowemu, powierzchniowemu wzmocnieniu podłoża. Wykonuje się je najczęściej z odpowiednio zagęszczonego kruszywa. W niektórych przypadkach, celem krótkookresowej poprawy nośności, stosuje się dodatkowo geosyntetyki.

Stosowanie platform roboczych zwiększa możliwości wykonawcze. Mogą być one wykorzystywane zarówno jako konstrukcje tymczasowe, jak również zostać włączone w późniejszym czasie do konstrukcji trwałej. Używa się ich, m.in., jako konstrukcji wsporczych pod wiertnice o ciężarze od 5 do 200 ton oraz wszelkiego sprzętu pomocniczego do ich obsługi. Warto zauważyć, że współczesny sprzęt do palowania jest coraz cięższy i często posiada wysoko położony środek ciężkości, umożliwiając wykonanie głębszych fundamentów palowych o większej średnicy, zapewniających większą nośność.

### **POLSKA A ŚWIAT**

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 przypadkach platformy robocze konstruuje się bez szczegółowego projektu i oszacowania w jaki sposób naciski od działających na nich urządzeń wpłyną na ich nośność.

Standardowo przyjmuje się, że platformę roboczą może stanowić warstwa istniejącego nasypu budowlanego, jeżeli pozwoli ona na stabilne poruszanie się sprzętu w każdych

warunkach pogodowych. Przyjmuje się, że powierzchnia platformy roboczej powinna znajdować się 1,0 m (0,5 m w przypadku 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 podłoże jest „problemowe” stosuje się dodatkowo geosyntetyki (geotkaniny, geowłókniny lub geosiatki) w celu separacji materiału platformy od słabego podłoża lub/i wzmocnienia podłoża.

Należy pamiętać, że bardzo często (np. w przypadku wzmocnienia podłoża pod nasypy drogowe) platforma robocza stanowić będzie docelowo integralną część nasypu drogowego, dlatego materiał, z którego jest ona wykonywana powinien być zgodny z wymaganiami stosowanej specyfikacji.

Grubość platformy roboczej jest zwykle zdeterminowana przez aktualne warunki gruntowo-wodne. Bardzo często rzędna platformy roboczej, określona w projekcie technologicznym może ulec zmianie, gdyż grubość platformy roboczej jest określona bezpośrednio przed przystąpieniem do robót przez kierownika robót i/lub Inspektora Nadzoru.

Poważnym problemem jest to, że w przypadku większości placów budowy w Polsce nie są prowadzone odpowiednie badania kontrolne platformy – wybiera się metody „na żywioł” – pierwszy wjazd sprzętu, jest zwykle próbą nośności platformy (przejazd najcięższym sprzętem i sprawdzenie czy się utrzyma). Również warstwa wierzchnia gruntu pod platformę powinna być w sposób dokładny badana i przeanalizowana pod względem zmienności w terenie, czy występowania słabszych stref. Badania takie powinny być również narzucone jako konieczność, w celu zapewnienia bezpieczeństwa zarówno na placu budowy jak i w wokół niego.

Na świecie wprowadzane są 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. Między innymi wymagane jest szczegółowe zbadanie dwóch pierwszych metrów warstwy podłoża, aby uzyskać dane do projektu platformy. Platforma musi mieć odpowiednio oznakowane granice i podlegać stałemu monitoringowi. Dyskutuje się nad różnymi metodami projektowymi oraz sposobami na uzyskanie bezpiecznych, ekonomicznych i przyjaznych środowisku platform. Omawiane są sposoby wykorzystania platform, które w późniejszym czasie mogą być włączone w konstrukcję trwałą celem poprawienia jej nośności.



Jako pierwsi wymóg budowy platform roboczych pod palownice wprowadzili Japończycy. 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” [4], a jeszcze przed jego wydaniem wprowadziło – certyfikat platformy roboczej (Working Platfrom Certyficcate (WPC)). WPC jest dokumentem stanowiącym potwierdzenie, że platforma została poprawnie zaprojektowana, zbudowana i będzie odpowiednio utrzymywana, w sposób zapewniający zachowanie jej integralności. Wymaga on podpisu głównego wykonawcy i powinien zostać przekazany wykonawcy robót palowych (lub innych odpowiednich robót wykonywanych na placu budowy).

Szczegółowo z wymogami i certyfikatami dotyczącymi platform roboczych wprowadzonych przez FPS zapoznać się można na stronie <http://www.fps.org.uk>.

### PRZYCZYNY AWARII

Operowanie na placu budowy o słabym, nieodpowiednio zabezpieczonym podłożu grozi wywróceniem się wiertnic, żurawi i itp. sprzętu pomocniczego (przykład przedstawiono na Rysunku 1). Poza tym, jak w wielu innych dziedzinach przemysłu istnieje ograniczona liczba doświadczonych operatorów maszyn, a nowi są najczęściej szkolenie „w pracy”. Ryzykowanie takiej nauki w niekorzystnych warunkach nieuchronnie prowadzi do wypadków, w których narażone jest zdrowie ludzi przebywających nie tylko na samym placu budowy, ale również w jego pobliżu. Należy pamiętać o kosztach jakie związane są ze skutkami tego typu awarii. Sprzętu, który uległ takiemu wypadkowi nie można zazwyczaj odzyskać.

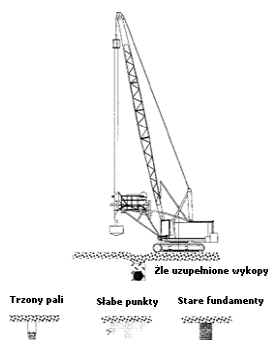


Rys. 1. Palownica „tonąca” z powodu nieodpowiedniego zagęszczenia materiału platformy roboczej [3]

Poprawę bezpieczeństwa pracy maszyn budowlanych bez nadmiernych wydatków można uzyskać tylko wtedy, gdy zidentyfikowane zostaną potencjalne zagrożenia (patrz Rys. 2). W przeciwnym razie może się zdarzyć, że ulepszone będą rzeczy, które już pracują w sposób zadowalający i spowoduje to tylko niepotrzebne wydatki.

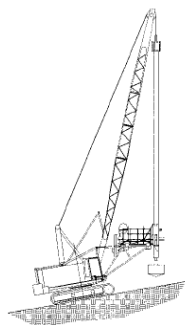
Awaria spowodowana zmiennością podłoża

- Zidentyfikować i usunąć słabe obszary w podłożu
- Rozbić i wypełnić mocne punkty
- Poprawnie wypełnić wszelkie wykopy



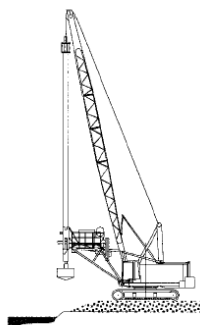
Utrata stateczności maszyny ze względu na stromość zbocza

- Zbocza powinny mieć nachylenie  $< 1/10$ , ale nawet wtedy niektóre wiertnice mogą być niestateczne (dotyczy to również ramp i podjazdów)
- Zwiększyć grubość ramp o 50%



Niebezpieczne krawędzie platformy

- Oznakować krawędzie platformy i obszary, po których nie powinna poruszać się palownica



Rys. 2. Możliwe przyczyny utraty stateczności przez wiertnicę [4]

O wiele bardziej prawdopodobne jest wywrócenie się wiertnic z powodu miejscowych problemów, niż nieodpowiedniej grubości platformy. Lokalne osłabienia mogą wiązać z istnieniem "słabych punktów" w podłożu pod platformą lub słabych obszarów w platformie, związanych z nieodpowiednim zasypem wykopów, wykonywanych przez inne ekipy pracujące na placu budowy. Podobnie problemy mogą powodować "mocne punkty", w

postaci starych fundamentów, piwnic itp. Należy również zidentyfikować i wyraźnie oznaczyć inne zagrożenia, takie jak otwarte wykopy, krawędzie platformy i rampy dojazdowe.

Stwierdzono, że problemy związane z brakiem stateczności urządzeń, częściej związane są z niewłaściwym utrzymaniem i naprawą platformy roboczej, niż z błędami projektowymi (platformy są zwykle przewymiarowane) lub instalacją platformy [4].

## **ZALECENIA DOT. WYKONAWSTWA ZAWARTE W PORADNIKU BRE 470 [4]**

### **Przygotowanie placu budowy**

Podczas przygotowania terenu należy zidentyfikować słabsze strefy i mocne punkty. Wskazane może być podzielenie placu budowy na strefy w zależności od nośności lub określenie odległości minimalnej od wykopu lub rowu w jakiej można bezpiecznie używać maszyn. Konieczne może być odkopanie wcześniej zlokalizowanych słabszych stref, starych fundamentów i instalacji. Istniejące wykopy powinny zostać zasypane dostatecznie zagęszczonym, odpowiednim materiałem.

Ubytki w masywie gruntowym, takie jak jamy w słabych skałach, szyby, studnie, przepusty i piwnice wymagają szczególnego podejścia. Wskazane może być wykonanie zasypu lub iniekcji. W miejscach gdzie nie jest to możliwe do wykonania, ubytki powinny zostać wyraźnie oznaczone i wyłączone z ruchu na placu budowy przez bariery lub inne środki, które należy podjąć w trakcie prowadzenia prac. Należy pamiętać, że tego rodzaju słabsze obszary mogą być ukryte pod skorupą gruntową lub wybetonowanymi obszarami.

Gdy podłoże jest szczególnie słabe (płynne lub luźne), wskazane tej rozważenie dodatkowej formy stabilizacji lub modyfikacji podłoża gruntowego, celem polepszenia parametrów gruntowych.

Należy starać się zapobiegać degradacji odkrytego podłoża przed instalacją platformy, przez drenaż lub minimalizację oddziaływań wilgoci i mrozu (Rys. 3). Należy dążyć do skrócenia czasu między ekspozycją podłoża a instalacją platformy. Gdy wystąpi degradacja, dotknięty nią materiał, przed zainstalowaniem platformy, powinien zostać usunięty i wymieniony na odpowiednio zagęszczony materiał.

Znaczące 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 przez kompetentną osobę, w celu zweryfikowania założeń projektowych.





Rys. 3. Ochrona podłoża przez odpowiedni drenaż [4]

### **Materiały stosowane do budowy platform**

Materiał platformy ma decydujący wpływ na osiągi platformy. Parametry geotechniczne proponowanego materiału powinny zostać poprawnie określone jako dane wejściowe do projektu. Należy wziąć pod uwagę zarówno parametry wytrzymałościowe, jak i trwałość, zmienność i ściśliwość materiału.

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

Często bardziej ekonomiczne może być użycie geosyntetyku do wzmocnienia platformy roboczej, zamiast zastosowania platformy o większej grubości. Geosyntetyk umieszczany jest zazwyczaj między podłożem a materiałem tworzącym platformę roboczą, ale alternatywnie może zostać on umieszczony wewnątrz platformy. Należy przestrzegać wymagań producenta dotyczących wykonania zakładów. Geotkaniny i geowłókniny stosuje się zwykle, aby oddzielić ziarnisty materiał platformy od spoistego podłoża oraz jako filtry. Zwykle do wzmocnienia platformy używane są geosiatki (Rys. 4). Oprócz ogólnego wzmocnienia na całym obszarze platformy, w niektórych miejscach mogą być potrzebne lokalne wzmocnienia i dodatkowe podparcia.







Rys. 4. Wzmocnienie geosiatką w połączeniu z dobrym materiałem platformy [4]

### **Instalacja platformy**

Platforma powinna zostać zainstalowana zgodnie ze specyfikacją techniczną, a podczas instalacji platformy zapewniony powinien być odpowiedni nadzór kompetentnego personelu. Na skutek uważnej obserwacji podczas rozmieszczenia materiału platformy roboczej ujawnione mogą zostać słabe obszary w podłożu, które mogą wymagać usunięcia, naprawy lub zmian w projekcie.



Rys. 5. Układanie warstw wzmacniających platformę [4]

Podczas układania geosyntetyku, należy zachować ostrożność, aby uniknąć uszkodzeń spowodowanych złym przechowywaniem, transportem lub instalacją. Na geosyntetyku powinna być umieszczona warstwa materiału o odpowiedniej grubości, w celu zapobieżenia

uszkodzeniu podczas zagęszczania materiału platformy (Rys. 5). Powierzchnię platformy powinno się dobrze zagęścić i wyrównać.

Należy oznakować i zabezpieczyć teren budowy zgodnie z wymogami odpowiednich organów. Na zdjęciu zamieszczonym na rysunku 6 przedstawiono przykład prawidłowego zabezpieczenia obszaru platformy - granice dozwolonego obszaru wykonywania robót zostały wyraźnie oznaczone.



Rys. 6. Prawidłowe zabezpieczenie terenu budowy – niemożliwy wstęp (właściwe ogrodzenie) na niedokończony obszar platformy [4]

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

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

Na zachowanie się platformy roboczej wpływa kilka czynników związanych z jej użytkowaniem i w związku z nimi wymagana jest odpowiednia dbałość o platformę:

- rodzaj stosowanego sprzętu oraz dynamiczne lub wibracyjne skutki jego działania,
- częstotliwość przejeżdżania przez platformę żurawi z ciężkimi ładunkami,
- 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 grubość określona w projekcie.





Wiele stwierdzonych problemów dotyczących niestateczności wiertnic związanych było ze złym utrzymaniem i naprawą platform roboczych. Platforma powinna być odpowiednio wyrównana, dobrze 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 stanie się poważne zagrożenie.

Jakiegokolwiek działania, które mogłyby wpłynąć na integralność platformy roboczej, np. wykop przez platformę, mogą być dozwolone, tylko wtedy gdy będą nadzorowane przez kompetentne osoby, a platforma zostanie później przywrócona do stanu zgodnego ze specyfikacją.

Niezależnie od tego kto projektuje platformę, zgodnie z CDMR (Construction Design and Management Regulations) główny wykonawca jest odpowiedzialny za bezpieczeństwo na placu budowy i powinien sprawować ogólną kontrolę nad wszystkim podwykonawcami prac. Główny wykonawca jest, zatem podmiotem odpowiedzialnym za właściwe utrzymanie i naprawy platformy.

### **PRZYKŁADY PLATFORM ROBOCZYCH**

To ile korzyści wynika z poprawnie zaprojektowanych i skonstruowanych platform roboczych dostrzec można analizując zrealizowane projekty, niestety w literaturze trudno znaleźć na ten temat nazbyt wiele publikacji. Poniżej opisano przykład poprawnie wykonanej platformy, a także (ku przestrodze!) niebezpieczny incydent związany ze złym utrzymaniem stanu platformy roboczej.

Przykładem poprawnie zaprojektowanej i wykonanej typowej platformy roboczej pod ciężki sprzęt budowlany jest konstrukcja wykonana na placu budowy Royal Docks w Londynie, w roku 2003 (Rys. 7) [5]. Zaprojektowano szereg sześciopiętrowych budynków biurowych posadowionych na wzmocnionym podłożu słabonośnym. Ciężkie palownice miały pracować na podłożu, którego 1÷6 m warstwy wierzchniej stanowił grunt o słabych parametrach wytrzymałościowych. Wytrzymałość gruntu na ścinanie „bez odpływu” dla słabej warstwy wynosiła 25 kPa. Wymagane było aby grunt w sposób bezpieczny przeniósł zadany nacisk od palownicy Cementation Soilmech R928 CFA/Rotary o wartości 250 kPa na prostokątnym obszarze 3m<sup>2</sup>. W tym celu zaprojektowano platformę roboczą skonstruowaną z dwóch warstw dwukierunkowej geosiatki Tensar SS30 o „oczkach” 37x37 mm wewnątrz warstwy o grubości 675 mm wykonanej z kruszywa o grubości ziaren 75 mm. Geosiatki



zazębiając się z kruszywem zwiększały kąt rozchodzenia się naprężeń w platformie i również powstrzymywały siły ścinające optymalizując nośność układu.



Rys. 7. Platforma robocza na placu budowy Royal Docks w Londynie [5]

Drugi przykład, dotyczy platformy, która na skutek popełnionych błędów uległa awarii. Wypadek miał miejsce w maju 2003 roku, na placu budowy Channel Tunnel Rail Link Contract 310 [3]. Nieprzebranie procedur doprowadziło do wywrócenie się wiertnicy na trasę kolejową Londyn – Tilbury – Southend (Rys. 8). Śledztwo wykazało, że wypadek spowodowany był zaniechaniem przez głównego wykonawcę poprawnego przywrócenia platformy roboczej do stanu pierwotnego, po wykonaniu w niej wykopu w celu usunięcia przeszkody. Aby usunąć przeszkodę ekipa budowlana wykonała wykop w platformie, co spowodowało uszkodzenie wkładki geotekstylnej, której zadaniem według projektu było zabezpieczenie kruszywa platformy przed przemieszczeniem się w warstwę torfu zalegającego w podłożu. Wykop został źle wypełniony. Kiedy palownica przejeżdżała w miejscu zasypanego wykopu, grunt osiadł z jednej strony powodując jej wywrócenie na czynną linię kolejową, zrywając sieć trakcyjną o napięciu 25 000 V. W wypadku nikt nie został poszkodowany, jednak mogło dojść do tragedii, gdyż 2 minuty wcześniej przejeżdżał tamtędy pociąg osobowy. Linia kolejowa została zamknięta na 3 dni.



Rys. 8. Awaria na placu budowy Channel Tunnel Rail [4]

### PODSUMOWANIE

Chociaż poważne wypadki, w których platformy robocze mają swój udział są stosunkowo rzadkie, zdarzają się jednak bardzo często awarie.

Mając na uwadze bezpieczeństwo, wzorem zagranicznych praktyk należałoby się zastanowić czy w Polsce nie byłoby przydatne wprowadzenie dokumentów systematyzujących odpowiedzialności poszczególnych osób za stan platformy roboczej. Dokument stworzony na podobieństwo brytyjskiego Working Platform Certificate mógłby w prosty sposób ukazywać, kto, w jaki sposób powinien dbać o platformę roboczą.

Autorki niniejszego artykułu, podobnie jak FPS i autorzy poradnika BRE 440, mają na celu wypromowanie bezpieczeństwa w projektowaniu, instalacji i użytkowaniu platform obciążonych ciężkim sprzętem budowlanym. Niniejszy artykuł stanowi wstęp do kolejnego, dotyczącego zasad projektowania platform roboczych.

### LITERATURA

1. Jewell, R. A. (1996). *Soil reinforcement with geotextiles*. CIRIA Special Publication 123. (Chapter 12, Working platforms and unpaved roads, pp 235–289.).
2. New Civil Engineering, *Main contractors take rap for piling platform failure*, News, 1 June 2004.
3. Piling & Foundation Specialists Federation (2008) *Safe Working Platforms*



4. Skinner H (2004). *Working platforms for tracked plant: good practice guide to the design, installation, maintenance and repair of ground-supported working platforms*. BRE 470, BREPress.
5. Tensar International, *Working platform for piling rigs, Royal Docks, London 2003*, Tensar Case Study, Ref 092.

**Streszczenie:** Instalacja i użytkowanie platform roboczych obciążonych ciężkim sprzętem budowlanym. Przyczyny awarii. Przykłady wykonawstwa. Różnice w podejściu do zagadnienia platform roboczych w Polsce i na świecie.

### **Installation of working platforms for tracked plant**

**Abstract:** Installation, maintenance and repair of ground-supported working platforms for tracked plant. Causes of failure. Examples of constructions. Differences in approach to the problem of working platforms in Poland and abroad.