

Bezpieczeństwo robót wykonywanych w wykopach ziemnych

Mgr inż. Marek Kopras, doktorant – Wydział Inżynierii Środowiska i Gospodarki Przestrzennej, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu

1. Wprowadzenie

O konieczności zapewnienia bezpieczeństwa ludziom pracującym w wykopach ziemnych mówi się i pisze od lat. Niestety wciąż zdarzają się wypadki, często śmiertelne (np. w 2019 roku: w styczniu w Białymstoku, w marcu w Krakowie oraz w kwietniu w okolicach Opola, gmina Ozimek). Przykładowo w 2009 roku w Polsce przy realizacji robót ziemnych odnotowano 53 wypadki przysypania gruntem, w tym 21 śmiertelnych.

Przyczyną wypadków może być brak znajomości przepisów, złe stosowanie zabezpieczeń lub lekceważenie zagrożeń. Jedną z wiodących na rynku polskim, ale również znaną za granicą firmą, która produkuje obudowy do wykopów, pod osłoną, w których można bezpiecznie prowadzić prace, jest firma KOPRAS z Wronek koło Poznania.

W swojej ofercie ma szeroki zakres produktów, które przy ich wykorzystaniu gwarantują możliwość bezpiecznego wykonywania prac w wykopach tymczasowych.

W wytycznych Instytutu Techniki Budowlanej dotyczących warunków technicznych wykonywania i odbioru robót ziemnych [1] podano poniższe definicje:

- wykop tymczasowy – o przewidywanym okresie użytkowania, nie dłużej niż rok,
- wykop szerokoprzestrzenny – o szerokości dna wykopu większej niż 1,5 m,
- wykop wąskoprzestrzenny – o szerokości dna wykopu mniejszej niż 1,5 m,
- wykop średnio głęboki – do głębokości 3 m,
- wykop głęboki – o głębokości większej niż 3 m,
- wykop otwarty – wykonany bez obudowy,
- wykop obudowany – o ścianach zabezpieczonych obudową,
- obudowa – konstrukcja zabezpieczająca stateczność ścian wykopu, a także dodatkowo zabezpieczająca grunt w sąsiedztwie wykopu przed nadmiernymi odkształceniami,
- obudowa tymczasowa – przeznaczona do usunięcia po zakończeniu robót w wykopie.

Zgodnie z normą PN-B-06050:1999 Geotechnika. Roboty ziemne. Wymagania Ogólne [5] wykopy nieobudowane o ścianach pionowych albo ze skarpami o nachyleniu większym od bezpiecznego, bez podparcia lub rozparcia mogą być wykonywane tylko w skałach i w nienawodnionych

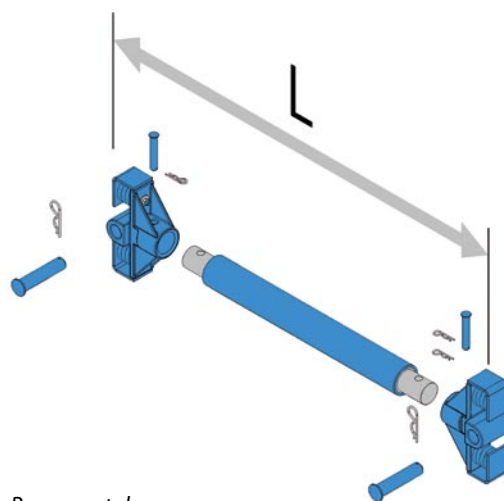
gruntach spoistych, z wyjątkiem ekspansywnych ilów, gdy teren nie jest osuwiskowy i gdy przy wykopie, w pasie o szerokości równej głębokości wykopu, naziom nie jest obciążony, a głębokość wykopu nie przekracza:

- 4,0 m – w skałach litych odspajanych mechanicznie,
- 1,0 m – w rumoszach, wietrzelinach i w skałach spękanych,
- 1,25 m – w gruntach spoistych i w mieszaninach piasku z iłem i pyłem o $I_p \leq 10\%$ (małospoistych, takich jak piaski gliniaste, pyły, lessy, gliny zwałowe).

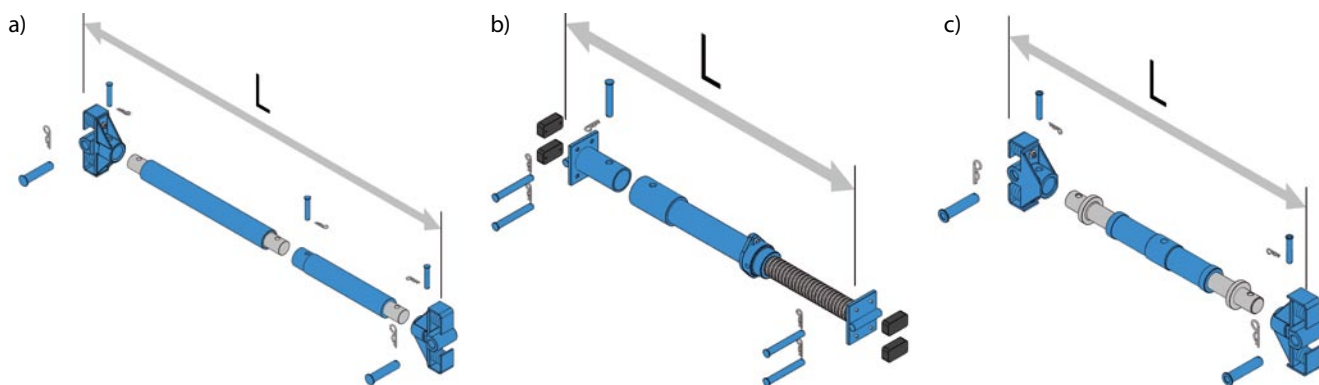
W Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury z dnia 06.02.2003 w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy podczas robót budowlanych [4] podano:

- § 147. 1. Wykopy o ścianach pionowych nieumocnionych, bez rozparcia lub podparcia, mogą być wykonywane tylko do głębokości 1 m w gruntach zwartych, w przypadku gdy teren przy wykopie nie jest obciążony w pasie o szerokości równej głębokości wykopu;
- § 147. 2. Wykopy bez umocnień, o głębokości większej niż 1 m, lecz mniejszej niż 2 m, można wykonywać, jeżeli pozwalają na to wyniki badań gruntu i dokumentacja geologiczno-inżynierska;
- § 147. 4. Niedopuszczalne jest używanie elementów obudowy wykopu niezgodnie z przeznaczeniem.

Biorąc powyższe pod uwagę, należy stwierdzić, że tylko w nielicznych przypadkach wykonywania wykopów wąskoprzestrzennych można się obyć bez stosowania obudowy.



Rys. 1. Rozpora stała



Rys. 2. Rozpora regulowana skokowo (a), rozpora regulowana płynnie jednostronnie (b), rozpora regulowana płynnie dwustronnie (c)

W pozostałych przypadkach stateczność skarp wykopu należy zapewnić przez wykonanie odpowiedniej obudowy. Przy wykonywaniu robót w wykopach średnio głębokich i głębokich, np. przy układaniu rurociągów, należy zwracać szczególną uwagę na bezpieczeństwo życia i zdrowia wykonujących je pracowników. Prace prowadzone w wykopach stwarzają zagrożenie nie tylko dla pracowników bezpośrednio pracujących w wykopach, ale także dla osób postronnych znajdujących się w sąsiedztwie prowadzonych robót.

Przestrzeganie przepisów BHP jest obowiązkiem kierownika budowy i wszystkich osób związanych z realizacją robót. Personel techniczny i pracownicy zatrudnieni przy realizacji robót prowadzonych w wykopach muszą być systematycznie szkoleni w zakresie BHP, muszą znać zagrożenia, a także sposoby prawidłowego i bezpiecznego prowadzenia prac.

Należy pamiętać, że osoby odpowiedzialne za zaniedbania bądź niewłaściwe zabezpieczenie wykopu, które doprowadziły do utraty życia lub zdrowia pracowników lub osób postronnych są pociągane do odpowiedzialności karnej.

2. Rozwiązania konstrukcyjne stosowane przy zabezpieczaniu ścian wykopów

Obudowy wykopów tymczasowych to ściany oporowe składające się z wielu elementów konstrukcyjnych takich jak: płyty, rozpora, prowadnice, ramy, śruby, gumy. Elementy obudowy montuje się i demontuje za pomocą koparek hydraulicznych, w związku z czym ich rozwój determinował projektowanie i stosowanie tych konstrukcji. Technologia „tnij i obniżaj” zachowuje nienaruszoną strukturę gruntu poza wykopem. Płyta obudowy wykopu przejmuje parcie gruntu i przekazuje obciążenie na pozostałe elementy obudowy.

Wśród rozwiązań stosowanych przy zabezpieczaniu ścian wykopów wymienić można: ścianki berlińskie, obudowy z grodziec stalowych (np. Larssena), obudowy słupowe z płyt stalowych wielokrotnego użytku, w których płyty umieszcza się w prowadnicach ślizgowych oraz obudowy skrzynkowe typu boks. W dalszej części artykułu szerzej zostaną omówione obudowy z płyt wielokrotnego użytku skrzynkowe typu boks.

3. Rozpora stosowane w obudowach do wykopów

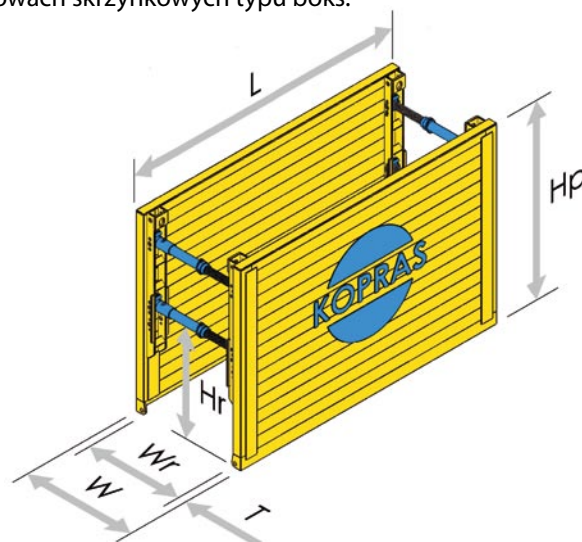
Rozpora to element służący do podtrzymywania płyt obudowy wykopów i przeciwdziałania parciu gruntu. Długość rozpora dobierana jest w zależności od wymaganej (projektowanej) szerokości wykopu.

Stosowane są dwa rodzaje rozpor: rozpora stałe, których długość jest niezmienna (rys. 1) oraz rozpora regulowane o skokowej regulacji długości lub o płynnej regulacji długości (rys. 2).

Rozpora o płynnej regulacji długości składają się z jednego lub dwóch trzpieni gwintowanych oraz nakrętki stalowej lub żeliwnej.

Szerokość wykopu dochodzi niejednokrotnie do 4 m, dlatego też wstawki stosuje się o długości jednego lub dwóch metrów. Regulacja długości rozpora pokazanej na rysunku 2c waha się w granicach 0,98 do 1,25 m. Istnieje możliwość zestawienia równocześnie wstawki o stałej długości 0,4; 0,6; 0,8; 1; 2 m i rozpora regulowanej (rys. 2b i 2c), co umożliwia dalszą płynną regulację tak złożonej rozpora w zakresie od 1 do 27 cm.

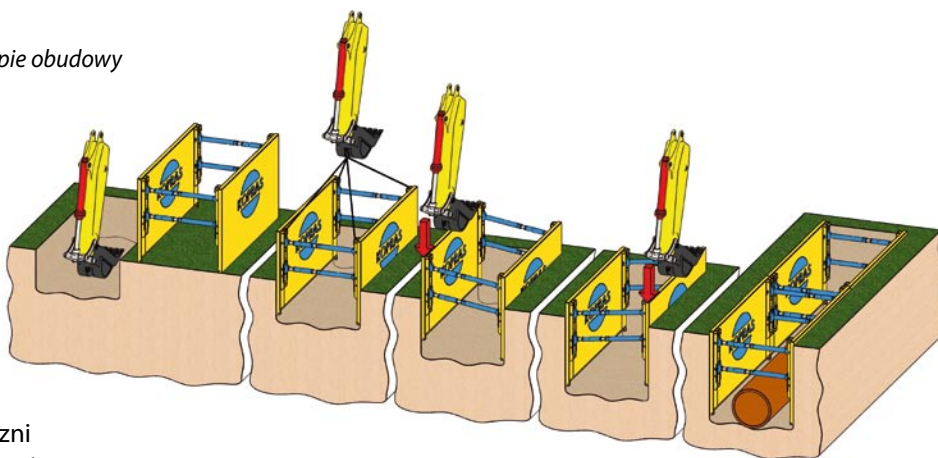
Rozpora rozkręcane stosowane są przede wszystkim w obudowach skrzynkowych typu boks.



Rys. 3. Skrzynkowa obudowa wykopów typu boks

Rys. 4. Technologia montażu w wykopie obudowy skrzynkowej typu boks

Rozpory nie tylko przeciwdziałają parciu gruntu, podtrzymują płyty boks w wykopie, ale mają też istotne zadanie podczas zagłębiania i wyciągania elementów obudowy wykopu – boksu (powinny być zamontowane na stałe za pomocą sworzni i zabezpieczone zawleczkami (rys. 3).



4. Sposób montażu obudów wykopów

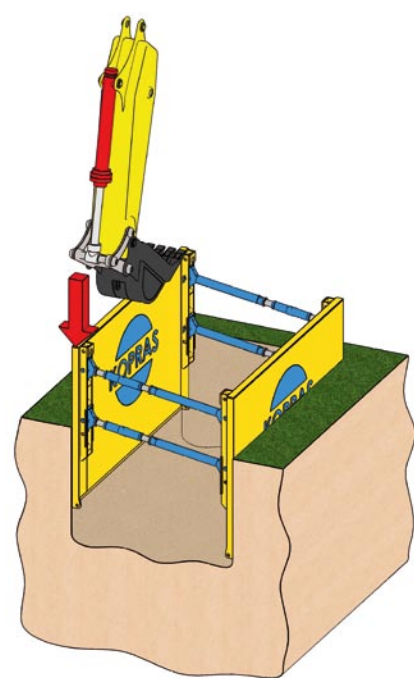
Technologię montażu obudowy skrzynkowej typu boks i realizację zabezpieczanego przy ich wykorzystaniu wykopu pokazano na rysunku 4.

Wykop wstępny wykonuje się najczęściej tylko do głębokości jednego metra, zgodnie z rozporządzeniem ministra infrastruktury [4]. Dalsze opuszczanie następuje etapami co 30–50 cm, na zmianę po każdej ze stron wykopu. Uderzenie łyżką koparki w górną krawędź opuszczanej płyty nie jest wskazane ze względu na możliwe uszkodzenia płyty. W celu dalszego pograżania płyty powinno ograniczyć się jedynie do nacisku załadowaną, pełną gruntu łyżką koparki (rys. 5).

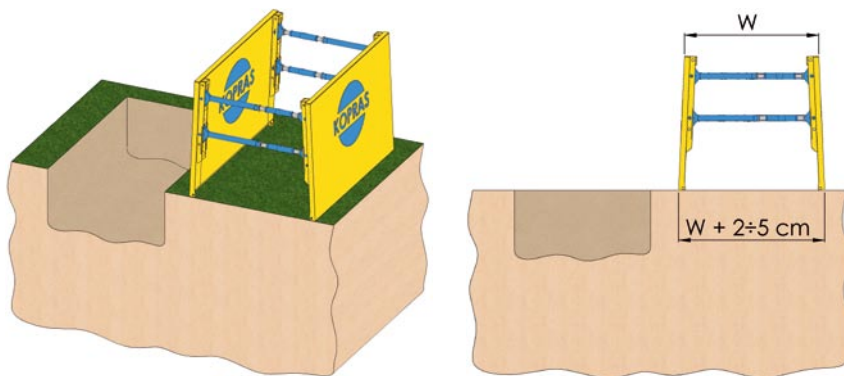
Bardzo skuteczną metodą ułatwiającą opuszczanie jest rozszerzenie płyt boks na dolnej rozporze o 2–5 cm w zależności od szerokości wykopu (rys. 6). Zabieg ten spowoduje zmniejszenie tarcia pomiędzy płytą boks a gruntem, jak również zmniejszy udział występowania parcia biernego działającego na płyty boks, które jest kilkakrotnie wyższe od parcia czynnego (rys. 7).

Kolejność działań użycia boks z zastosowaniem rozpór z gwintem regulowanych płynnie powinna przebiegać następująco:

- należy ustalić szerokość wykopu i na tej podstawie dobrać odpowiednie rozpory i wstawki;
- po rozkręcaniu dolnej rozporze o 2–5 cm szerzej niż górnej (rys. 8) należy przystąpić do opuszczania na żądaną głębokość;

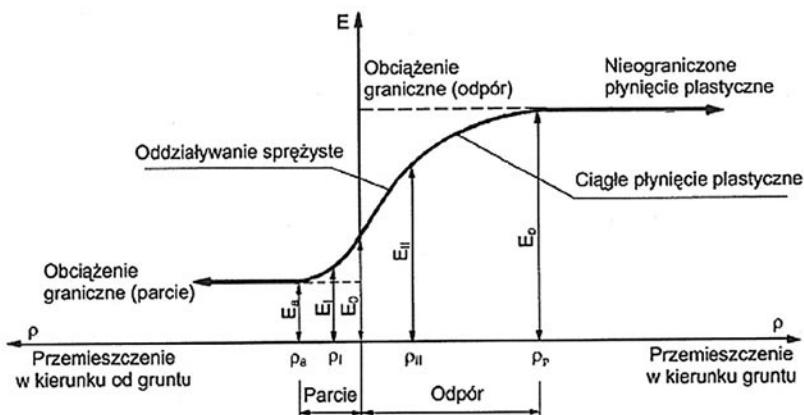


Rys. 5. Wciskanie obudowy

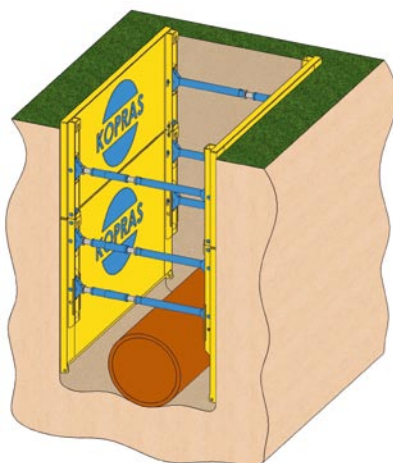
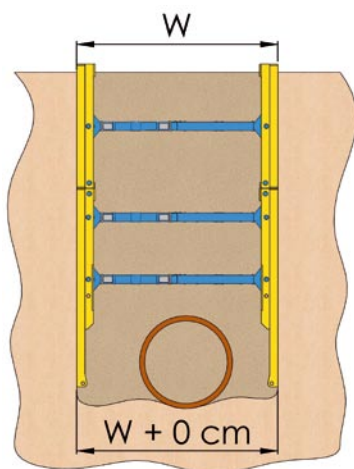
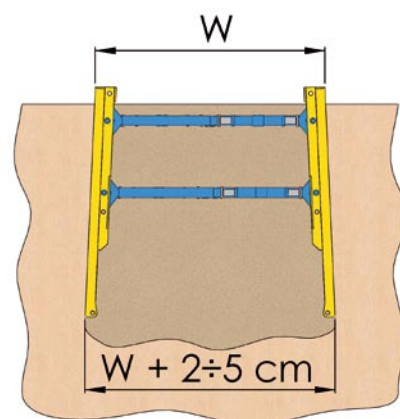
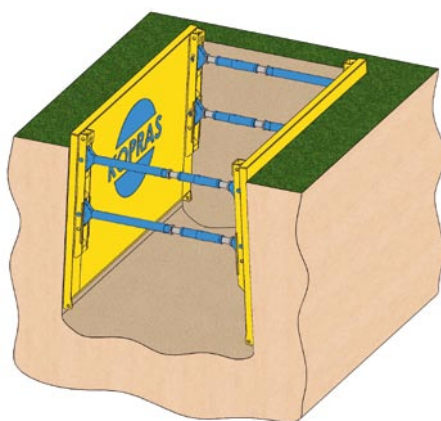


Rys. 6. Obudowa wykopów typu boks (rozszerzenie w dolnej rozporze)

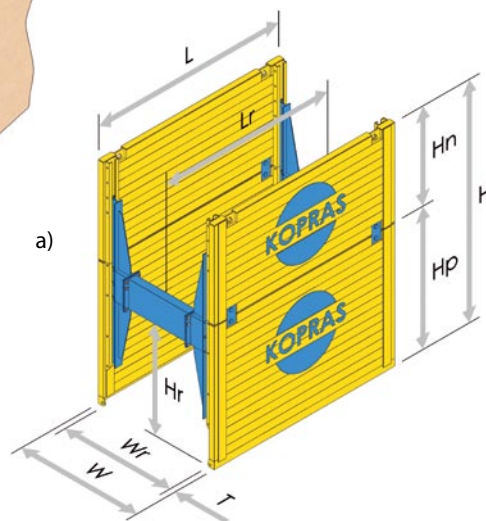
Rys. 7. Wykres zależności parcia od przemieszczenia gruntu [3]



Rys. 8. Obudowa wykopów typu boks w wykopie (rozszerzenie w dolnej rozporze)



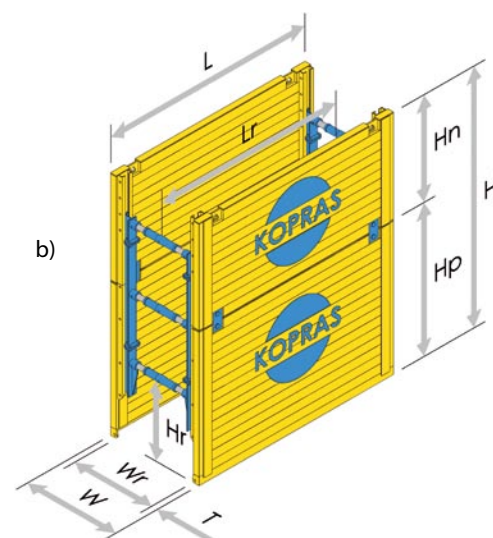
Rys. 9. Obudowa wykopów typu boks w wykopie (skręcona dolna rozpora)



- po montażu rur należy skrócić dolną rozporę doprowadzając płyty obudowy do równoległości (o te 2–5 cm) tak, aby powstał prostokąt (równoległobok) w przekroju wykopu i należy wyciągać obudowę wykopu, zasypując równocześnie i zagęszczając grunt etapami co 30–50 cm (rys. 9). Powyższy sposób postępowania to jest główny cel użycia rozpor rozkręcanych, a informacje zawarte w niniejszym artykule powinny rozwiązać wszelkie wątpliwości użytkowników w tym zakresie.

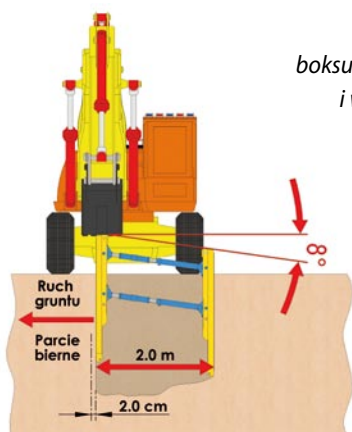
5. Najnowsze rozwiązania

W najnowszym katalogu firmy Koproas (marzec 2019) pokazane są konstrukcje obudów skrzynkowych z rozporami ślizgowymi (rys. 10). Technologia montażu i demontażu jest taka sama jak w tradycyjnych obudowach. Jednak pozostaje możliwość przesuwania się rozpor wzdłuż płyt. Ułatwia to prace i zapobiega zginaniu i uszkodzeniu się rozpor. Zastosowanie tych rozpor ślizgowych nie wywołuje parcia biernego, zwłaszcza podczas montażu. Schemat działania urządzenia podczas montażu pokazano na rysunkach 11 i 12. Zastosowanie rozpor uchylnych powoduje wymuszone przesunięcie gruntu w kierunku ściany wykopu (odpór gruntu). Uzależnione jest to od szerokości wykopu i wynika z dopuszczalnej wartości kąta 8° pomiędzy rozporą a horyzontem wg normy PN-EN 13331-1 z 2004 roku [6].

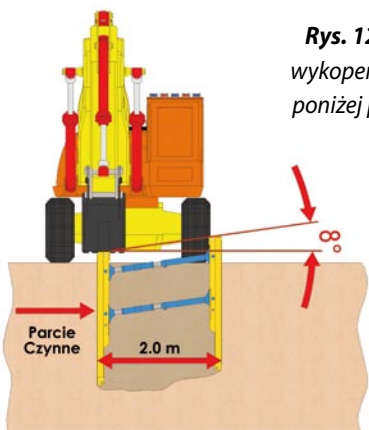


Rys. 10. Obudowa skrzynkowa z rozporami ślizgowymi: a) z pojedynczą rozporą stałą, b) z rozporami rozkręcanyymi

Rys. 11. Przesunięcie płyty boksu w kierunku ściany wykopu i wywołanie parcia biernego



Rys. 12. Rozluźnienie gruntu poza wykopem po obniżeniu jednej z płyt poniżej poziomu przeciwległej płyty obudowy



6. Podsumowanie

- Konieczność stosowania obudów wykopów tymczasowych wynika z obowiązujących przepisów.
- Prawidłowe ich stosowanie powinno gwarantować bezpieczeństwo pracujących ludzi przy robotach ziemnych. Aby to bezpieczeństwo było zapewnione, należy w prawidłowy sposób eksploatować obudowy.
- Aby uniknąć uszkodzeń rozpór i prowadnic boksu, należy w przypadku stosowania tradycyjnych rozpór rozkręcić je dołem o 2–5 cm.
- Wykonywać prace zgodnie z zaleceniami normy PN-EN 13331-1 oraz instrukcją DTR producenta.
- Jeśli jest taka możliwość, stosować rozpory ślizgowe – rozkręcane lub stałe w celu unikania parcia biernego (odporu gruntu).

BIBLIOGRAFIA

- [1] Warunki techniczne wykonania i odbioru robót budowlanych. Część A: Roboty ziemne i konstrukcyjne. Zeszyt 1: Roboty ziemne, Instytut Techniki Budowlanej, Warszawa, 2007
- [2] Pisarczyk S., Gruntoznawstwo inżynierskie, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa, 2012
- [3] Dembicki E., Parcie, odpór i nośność gruntu, Arkady, Warszawa, 1979
- [4] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 06.02.2003 w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy podczas robót budowlanych (Dz.U. z 2003 r. Nr 47, poz. 401)
- [5] PN-B-06050: 1999 Geotechnika. Roboty ziemne. Wymagania ogólne
- [6] PN-EN 13331-1-2004: Obudowy ścian wykopów, część 1. Opisy techniczne wyrobów

WAŻNE DATY

- zgłaszanie referatów do 19.04.2019 r.,
- nadsyłanie referatów do 10.06.2019 r.,
- zatwierdzenie artykułów do druku do 08.07.2019 r.,
- wniesienie opłaty za uczestnictwo w konferencji do 28.06.2019 r.,
- wydanie komunikatu zawierającego program konferencji do 30.08.2019 r.,
- 12-14.09.2019 - Konferencja

Zapraszamy do udziału w XVII Konferencji Naukowo-Technicznej, która jak poprzednie edycje, poświęcona będzie szeroko pojętym aspektom rewitalizacji.

Zamierzeniem Organizatorów jest aby Konferencja była okazją do wymiany wiedzy, poglądów i doświadczeń przedstawicieli różnych środowisk. Interdyscyplinarny charakter konferencji pozwoli na wypracowanie efektywnych metod działań wspierających procesy rewitalizacyjne. Konferencji towarzyszyć będzie prezentacja badań, praktyk, materiałów wspierających ten proces w wymiarze społecznym, przestrzennym, technicznym i gospodarczym.

Konferencja skupia się na szeroko pojętej tematyce związanej z rewitalizacją obszarów zurbanizowanych, kładąc w tym roku szczególny nacisk na zagadnienia związane z eksploatacją, modernizacją i rewitalizacją obiektów budowlanych kubatury naziemnej, w tym także możliwości wykorzystania technologii BIM.

Mamy nadzieję, że spotkanie będzie wartościowym doświadczeniem dla jego uczestników.

XXI WARSZTATY NADZORU INWESTYCYJNEGO
W WAŁCZU
ORAZ XVII KONFERENCJA NAUKOWA

**REWITALIZACJA
OBSZARÓW
ZURBANIZOWANYCH**

„REWITALIZACJA KUBATUROWYCH OBIEKTÓW
BUDOWLANYCH”

12-14 WRZEŚNIA 2019 WAŁCZ