

# Prawidłowy dobór obudów do wykopów tymczasowych na przykładzie inwestycji w ramach Poznańskiego Obszaru Metropolitalnego

dr inż. Marek Kopras, Wydział Inżynierii Środowiska i Inżynierii Mechanicznej, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu

## 1. Wprowadzenie

Modernizacja oraz budowa i rozbudowa sieci wodno-kanalizacyjnych w ramach Poznańskiego Obszaru Metropolitalnego trwa nieprzerwanie od wielu lat. W artykule opisano zadania wykonywane w roku 2019 w ramach dwóch projektów.

- Budowa sieci kanalizacji sanitarnej wraz z przyłączeniami w ulicy Ostrowskiej i sąsiednich w Poznaniu oraz na terenie miejscowości Krzesiny i Krzesinki k. Poznania (zastosowano obudowę punktową słupową);
- Budowa sieci kanalizacji sanitarnej w ulicach Kawalerów Maltańskich oraz Bliskiej w miejscowości Rabowice (zastosowano obudowę słupową liniową oraz obudowę typu boks).

Na obszarze Poznańskiego Obszaru Metropolitalnego zalegają grunty o bardzo zróżnicowanych rodzajach i parametrach. Utwory czwartorzędowe holocen i plejstocen, piaski drobne i piaski średnie, gliny zwalowe i piaski gliniaste.

W artykule opisano zasady doboru obudów do wykopów tymczasowych, wymagania dotyczące odwodnienia oraz użytkowania. Do najbardziej znanych metod zabezpieczania wykopów należą: ścianki berlińskie, ścianki szczelne, obudowy z bali drewnianych, obudowy z wyprasek oraz systemowe obudowy płytowo-segmentowe. Wyróżnia się trzy podstawowe typy obudów systemowych: skrzynkowe, słupowe liniowe oraz słupowe punktowe.

Zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Infrastruktury w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy podczas robót budowlanych (Dz.U. z 2003 r. Nr 47, poz. 401 § 147.1.1), wykopy o ścianach pionowych i nieumocnionych, bez rozparcia, mogą być wykonywane tylko do głębokości 1 m w gruntach zwartych, pod warunkiem, że teren przy wykopie nie jest obciążony w pasie o szerokości równej głębokości wykopu. Przepisy

dopuszczają wykonywanie wykopów tymczasowych ze skarpami o bezpiecznym nachyleniu, jednak ze względu na brak miejsca na terenie istniejących osiedli oraz wąskie ulice, wykonawcy decydują się na użycie obudów do wykopów.

## 2. Zasady doboru obudowy do wykopu tymczasowego

Prawidłowa kolejność postępowania w celu właściwego doboru obudowy to:

- wstępne rozpoznanie projektu,
- kwalifikacja przekrojów geotechnicznych,
- obliczenie parcia czynnego gruntu,
- wybór odpowiedniego produktu.

Wstępne rozeznanie projektu wiąże się ze sprawdzeniem profili podłużnych trasy przebiegu rurociągów w celu rozpoznania głębokości, szerokości wykopu oraz średnicy rurociągu. W następnej kolejności należy sprawdzić miejsca występowania i liczbę kolizji, a na końcu możliwość użycia sprzętu ze względu na lokalizację wykopu.

Na podstawie przekrojów geotechnicznych dotyczących posadowienia trzech obiektów inwestycyjnych, będących przedmiotem niniejszego rozdziału, kierując się rozporządzeniem MTBiGM z dnia 25 kwietnia 2012 r. w sprawie geotechnicznych warunków posadowienia obiektów budowlanych, zakwalifikowano je odpowiednio:

- przepompownię PS7 przy ul. Sokalskiej; warunki gruntowe proste; druga kategoria geotechniczna;
- budowę sieci kanalizacji sanitarnej w ulicy Kawalerów Maltańskich i w ulicy Bliskiej w miejscowości Rabowice: warunki gruntowe proste; druga kategoria geotechniczna;
- budowę sieci kanalizacji sanitarnej wraz z przyłączeniami w ulicy Ostrowskiej i sąsiednich w Poznaniu oraz

na terenie miejscowości Krzesiny i Krzesinki k. Poznań: warunki gruntowe proste; druga kategoria geotechniczna.

W ramach projektów wykonano badania terenowe i laboratoryjne gruntów zgodnie z wytycznymi rozporządzenia MTBiGM z dnia 25 kwietnia 2012 roku. W przypadku pierwszej kategorii geotechnicznej w zakres rozpoznania podłoża wchodziło jakościowe określenie właściwości podłoża na podstawie analizy materiałów archiwalnych, uwzględnienia doświadczeń porównywalnych oraz badań terenowych. Z kolei przy drugiej kategorii geotechnicznej w zakres rozpoznania podłoża wchodzi ilościowe określenie liczbowych wartości parametrów geotechnicznych na podstawie analizy materiałów archiwalnych i doświadczeń porównywalnych, wyników badań polowych i wyników badań laboratoryjnych z uwzględnieniem korelacji bezpośrednich badań. Przy trzeciej kategorii geotechnicznej w zakres rozpoznania podłoża wchodzi ilościowe określenie liczbowych wartości parametrów geotechnicznych na podstawie analizy materiałów archiwalnych i doświadczeń porównywalnych, wyników badań polowych, wyników badań laboratoryjnych i wyników badań specjalistycznych z uwzględnieniem korelacji bezpośrednich badań.

Obliczenie parcia czynnego gruntu najczęściej oblicza się, wykorzystując metodę Rankine'a (PN-83/B-03010). W przypadku gruntów niespoistych parcie czynne gruntu oblicza się za pomocą równania:

$$e_a = K_a \cdot (\gamma \cdot z + q) \quad (1)$$

gdzie:

$\gamma$  – ciężar objętościowy gruntu [ $\text{kN/m}^3$ ],

$z$  – głębokość, dla której oblicza się parcie [m],

$q$  – obciążenie naziomu [ $\text{kN/m}^2$ ],

$K_a$  – współczynnik parcia czynnego gruntu obliczany za pomocą równania:

$$K_a = \frac{1 - \sin \varphi_k}{1 + \sin \varphi_k} \quad (2)$$

gdzie:

$\varphi_k$  – kąt tarcia wewnętrznego gruntu [ $^\circ$ ],

Z kolei w przypadku gruntów spoistych parcie czynne gruntu oblicza się za pomocą równania:

$$e_a = K_a \cdot (\gamma \cdot z + q) - 2c \cdot \sqrt{K_a} \quad [\text{kN/m}^2] \quad (3)$$

gdzie:  $c$  – spójność gruntu [kPa].

Obliczone parcie czynne gruntu należy jeszcze pomnożyć przez cząstkowy współczynnik bezpieczeństwa w stosunku do działania gruntu  $\gamma_F \geq 1,5$  zgodnie z normą PN-EN 13331-1:

$$e_d = e_a \cdot \gamma_F \quad (4)$$

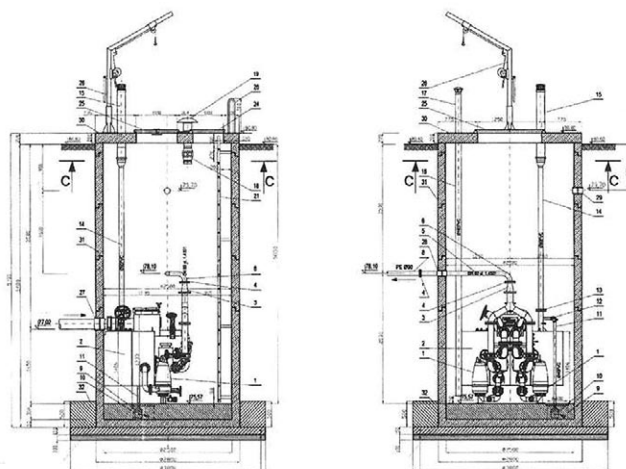
Następnie z katalogu producenta firmy Koproas należy dobrać odpowiednie systemy zabezpieczenia wykopów.

### 3. Przykłady zastosowania różnych typów obudów

W rozdziale tym przedstawiono postępowanie dotyczące doboru oraz użytkowania zabezpieczeń do wykopów tymczasowych. Podano trzy charakterystyczne przykłady najbardziej popularnych obudów do wykopów obecnie stosowanych przez wykonawców (obudowa słupowa, słupowo-liniowa, skrzynkowa). Dobór obudowy słupowej do wykopów punktowych został przedstawiony na przykładzie budowy przepompowni PS7 przy ul. Sokalskiej w ramach budowy sieci kanalizacji sanitarnej wraz z przyłączeniami w ulicy Ostrowskiej i sąsiednich w Poznaniu oraz na terenie miejscowości Krzesiny i Krzesinki k. Poznań (przykład A).

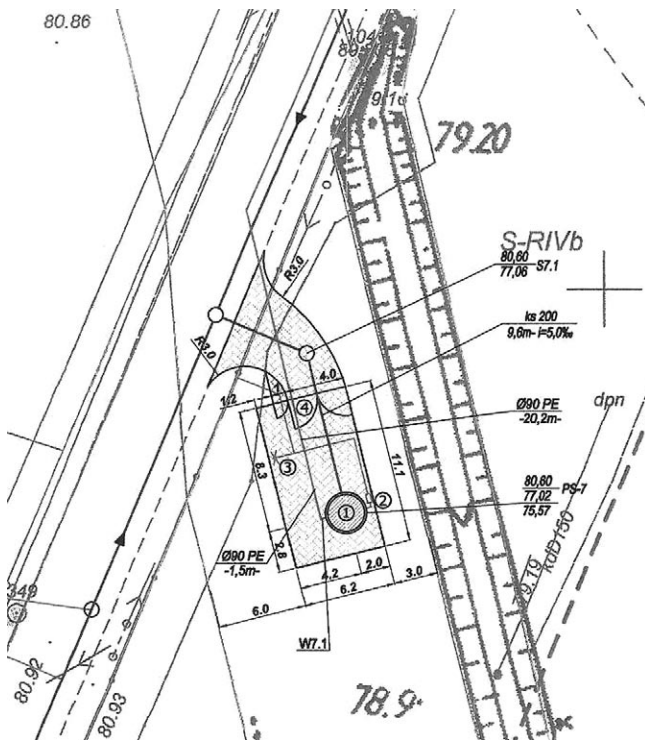
Budowa obiektów takich jak przepompownie wymaga użycia punktowej obudowy wykopu. Na podstawie projektu przepompowni należy dobrać elementy obudowy (płyty, słupy, ściany segmentowe) tak, aby zabezpieczyć wykop w całości zgodnie z przepisami normy PN-EN 13331-1 i PN-EN 13331-2 oraz zapewnić wystarczającą ilość miejsca wokół przepompowni (celem zagęszczenia gruntu i podłączenia rurociągów). Przekroje pionowe przepompowni pokazano na rysunku 1.

Ze względu na to, że poszczególne elementy obudowy systemowej dobiera się z katalogu, a grubość obudowy może wynosić nawet 45 cm (licząc płyty po 12 cm każda oraz przestrzeń pomiędzy nimi) poszczególne ściany wykopu mogą kolidować z urządzeniami podziemnymi lub obiektami naziemnymi, takimi jak: słupy energetyczne,



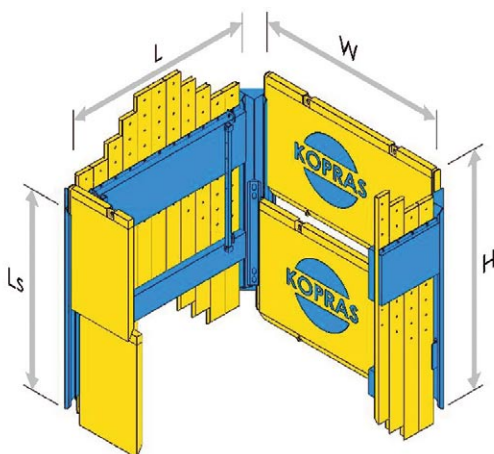
Rys. 1. Przekroje pionowe przepompowni ścieków PS7

budynki, drzewa. Na podstawie planu sytuacyjno-wysokościowego oraz wizji lokalnej należy upewnić się, że wybrana obudowa będzie możliwa do zastosowania. Lokalizację przepompowni pokazano na rysunku 2.



Rys. 2. Plan sytuacyjno-wysokościowy lokalizacji przepompowni

Wybór konstrukcji zabezpieczenia wykopu jest prosty i szybki, dokonuje się tego przed przystąpieniem do obliczeń parcia, mając jedynie na uwadze możliwości sprzętowe, koparki, dźwigi oraz zapewnienie prawidłowego odwodnienia wykopu. Należy w tym miejscu zaznaczyć, że obudowy systemowe nie są szczelne i nie wydłużają drogi filtracji. Wykop powinien być odwodniony przed przystąpieniem do kopania, zwłaszcza w miejscu występowania gruntów niespoistych



Rys. 3. Obudowa słupowo-punktowa  $W = 5,50$  m,  $L = 4,20$  m,  $H = 4,80$  m, maksymalna wytrzymałość płyty 55 kPa

o silnym nawodnieniu i tendencji do powstania kurzawki. Na podstawie powyższych uwarunkowań dobrano obudowę punktową pokazaną na rysunku 3.

Na podstawie dokumentacji geologicznej przedstawiającej przekrój geotechniczny podłoża gruntu w rejonie budowy przepompowni wydzielono cztery warstwy gruntu (PN-86/B-02480). Obciążenie naziomu  $q = 15,0$  kN/m<sup>2</sup> pojazdami poruszającymi się w pobliżu obiektu inwestycyjnego przyjęto na podstawie normy PN-82/B-02004. Dla każdej z kolejnych warstw określono:

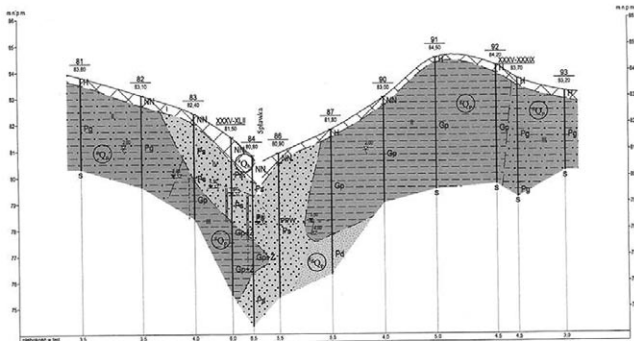
- miąższość warstwy [m];
- rodzaj gruntu: niespoisty lub spoisty i odpowiednio do tej kwalifikacji:
  - $I_D$  – stopień zagęszczenia gruntu niespoistego,
  - $I_L$  – stopień plastyczności gruntu spoistego;
- dla gruntów spoistych, dodatkowo pomocny jest symbol dotyczący pochodzenia i stopnia konsolidacji gruntu:
  - wilgotność gruntu [%],
  - $\gamma$  – ciężar objętościowy gruntu [kN/m<sup>3</sup>],
  - $\varphi_k$  – kąt tarcia wewnętrznego [°].

Wydzielono pionowy pas od powierzchni naziomu do dna wykopu o głębokości 4,8 m. Na tym pionowym pasie odwzorowano prostokąty o jednakowej szerokości 1,0 m i wysokości odpowiadającej grubościom poszczególnych warstw gruntu:

- pierwszą warstwę od powierzchni gruntu (poziom zero  $z = 0,0$ ) do spągu pierwszej warstwy (terminologia: spąg pierwszej warstwy jest równocześnie stropem drugiej warstwy) o grubości 2,0 m (przypadkowa zbieżność);
- drugą warstwę o grubości 2,0 m (strop drugiej warstwy jest spągiem pierwszej warstwy);
- trzecią warstwę o grubości 1,0 m (strop trzeciej warstwy jest spągiem drugiej warstwy, a spąg trzeciej warstwy jest stropem czwartej warstwy);
- czwartą warstwę o grubości 0,8 m (strop czwartej warstwy jest spągiem trzeciej warstwy, a spąg tej warstwy jest dnem wykopu).

Następnie obliczono parcie czynne pierwszej warstwy, wykorzystując równanie (1), (2), (3) i (4), a potem obliczono parcie drugiej warstwy i tak kolejno, aż do dna wykopu. Obliczono położenie wypadkowej siły parcia względem dna wykopu, a potem kierując się konfiguracją płyt obudowy, określono wartości bezwzględne parcia gruntu na poszczególne płyty obudowy. Przekrój geotechniczny w rejonie przepompowni pokazano na rysunku 4.

Wyniki te zostały uśrednione dla każdej z przyjętych płyt obudowy w zależności od głębokości, na jakiej



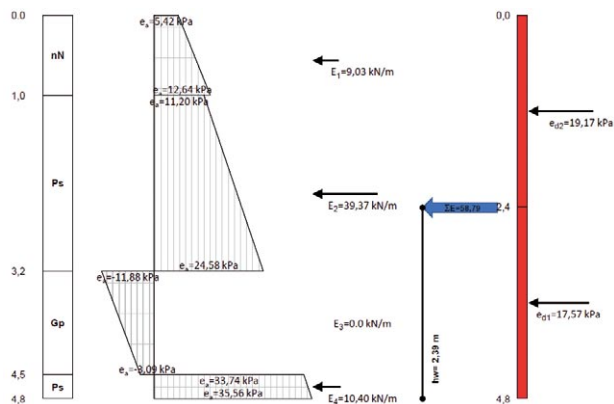
Rys. 4. Przekrój geotechniczny w rejonie budowy przepompowni

zostaną użyte. Projektant na podstawie charakterystyki projektowanego obiektu oraz warunków geotechnicznych podłoża zaliczył obiekt do drugiej kategorii geotechnicznej. W związku z tym parametry geotechniczne zostały określone na podstawie badań polowych oraz badań laboratoryjnych, uwzględniając przy tym zalecenia wynikające z polskiej normy PN-B-02479 oraz ENV 1997-1. Rozkład parcia gruntu oraz obciążenie płyt w kPa przedstawiono na rysunku 5, a parametry gruntu przejęte do obliczeń przedstawiono w tabeli 1. Maksymalne obciążenie w tym wypadku dla płyty górnej wynosi 19,17 kPa.

Tabela 1. Parametry gruntu przyjęte do obliczeń bocznego parcia gruntu dla przykładu A

Nr warstwy	Miąższość warstwy		Opis	Parametry gruntu		
	Od	Do		$\gamma$	$\varphi$	$c$
[-]	[m]	[m]	[-]	[kN/m <sup>3</sup> ]	[°]	[kPa]
1	0	1	nN	20	28	0
2	1	3,2	Ps	19	31	0
3	3,2	4,5	Gp	22	32	32
4	4,5	4,8	Ps	19	31	0

Słupowo-liniowy system obudów pokazano na przykładzie budowy sieci kanalizacji sanitarnej w ulicy Kawalerów Maltańskich oraz Bliskiej w miejscowości Rabowice (przykład B), który przedstawia dobór oraz użycie słupowo-liniowej obudowy wykopów. Na podstawie projektu sieci kanalizacyjnej stwierdzono, że rurociągi będą układane na głębokościach od 4,50–4,80 m i na tej podstawie wybrano z katalogu producenta obudowę liniowo-słupową OWS 5 AN, mając oczywiście na uwadze inne względy techniczno-organizacyjne oraz możliwości sprzętowe wykonawcy. Plan sytuacyjno-wysokościowy części istniejącego osiedla w rejonie ulic Kawalerów Maltańskich i Bliskiej pokazano na rysunku 6.

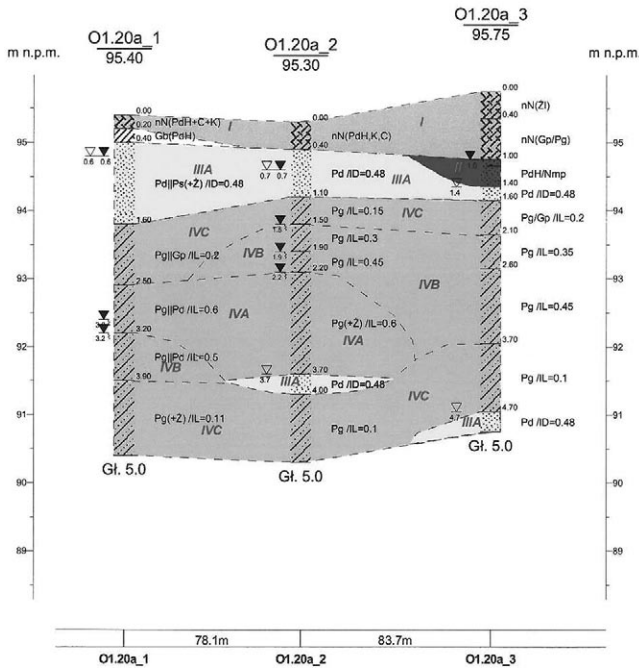


Rys. 5. Rozkład parcia gruntu oraz średnie obciążenie płyt w kPa (nN – nasyp niekontrolowany, Gp – glina piaszczysta, Ps – piasek średni), E – wartość charakterystyczna wypadkowych parcia gruntu dla poszczególnych warstw w kN/m,  $e_s$  – średnia wartość projektowa parcia na płytę obudowy

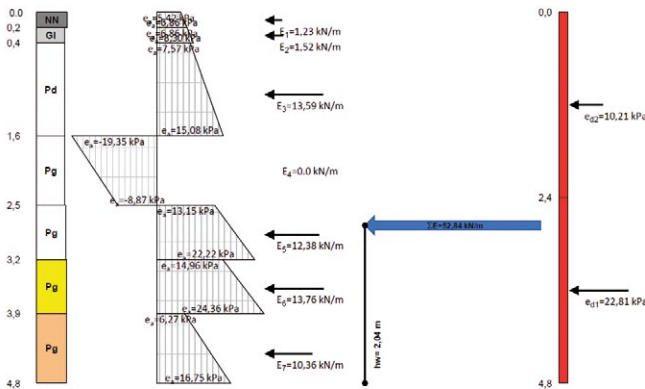


Rys. 6. Plan sytuacyjno-wysokościowy osiedla w rejonie ulic Kawalerów Maltańskich i Bliskiej w miejscowości Rabowice

Na podstawie projektu geotechnicznego w rejonie budowy (otwory badawcze nr 01.20a\_1, 01.20a\_2, 01.20a\_3 – rysunek 7) obliczono parcie czynne oraz średnie obciążenie płyt na poszczególnych głębokościach (rys. 8), a parametry techniczne przyjęte do obliczeń zestawiono w tabeli 2. Warunki geotechniczne określono na podstawie danych uzyskanych z wierceń badawczych, badań laboratoryjnych i prac kameralnych. Parametry geotechniczne wyznaczono metodami „A” i „B” według normy PN-B-03020. Stwierdzono, że dobór obudowy OWS 5AN (rys. 9) jest prawidłowy, ponieważ wytrzymałość tej płyty wynosi 55 kPa zgodnie z informacją zawartą w DTR producenta. Obudowę tę wybrano też ze względu



Rys. 7. Profil geotechniczny w rejonie budowanej kanalizacji



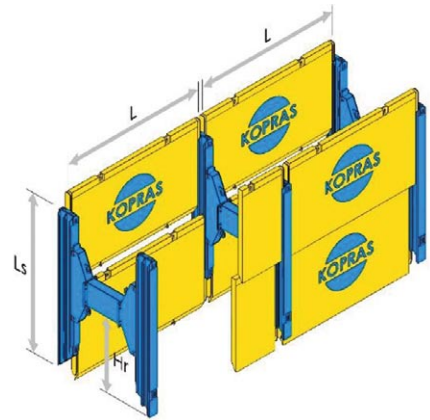
Rys. 8. Rozkład parcia oraz średnie obciążenie płyt obudowy wykopu (nN – nasyp niekontrolowany, GI – gleba rolnicza, Pd – piasek drobny, Pg – piasek gliniasty)

na wiele zalet związanych z montażem i demontażem w wykopie, możliwością przejścia kolizji przy użyciu ścian segmentowych oraz z zastosowaniem dodatkowej pary słupów. Pojedyncza rozpora rolkowa obudowy OWS 5AN pozostawia wiele miejsca w wykopie dla poruszających się w nim pracowników (rys. 10). Obecnie jest ona najbezpieczniejszym typem obudowy liniowej.

Obudowę skrzynkową typu boks przedstawiono na przykładzie budowy sieci kanalizacji sanitarnej wraz z przyłączeniami w ulicy Ostrowskiej i sąsiednich w Poznaniu oraz na terenie miejscowości Krzesiny i Krzesinki k. Poznania (przykład C). Obudowa skrzynkowa typu boks to najpopularniejsza dzisiaj

Tabela 2. Parametry gruntu przyjęte do obliczeń bocznego parcia gruntu dla przykładu B

Nr warstwy	Miąższość warstwy		Opis	Parametry gruntu		
	Od [m]	Do [m]		$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\varphi$ [°]	$c$ [kPa]
1	0	0,2	nN	20	28	0
2	0,2	0,4	GI	20	28	0
3	0,4	1,6	Pd	19	30,3	0
4	1,6	2,5	Pg	21,5	17,3	30
5	2,5	3,2	Pg	18,9	10,8	19
6	3,2	3,9	Pg	21	12,7	22
7	3,9	4,8	Pg	21,5	17,3	30



Rys. 9. Obudowa wykopu OWS 5AN do głębokości 4,80 m

Rys. 10. Przekrój poprzeczny przez wykop z użyciem obudowy OWS 5AN i możliwości pracy pod rozporą rolkową



obudowy wykopów tymczasowych wąskoprzestrzennych. Wprowadzie ma wiele ograniczeń, lecz prosta konstrukcja oraz łatwość montażu powodują, że wykonawcy chętnie sięgają po ten typ zabezpieczeń. Obudowy skrzynkowe typu boks oferowane obecnie na rynku mają wytrzymałość od 20 do 68 kPa (z katalogu firmy KOPRAS) i jest to ściśle związane z pojedynczą wagą elementów. Wykonawca powinien w zależności od głębokości wykopów i parcia gruntu zaplanować użycie możliwie najlżejszej obudowy. Oszczędza w ten sposób na koszcie użycia sprzętów, takich jak koparki oraz obudowy. Przykład obejmuje dobór obudowy w miejscowości Krzesiny w ulicy Rakietowej w ramach budowy kanalizacji o średnicy od 75–400 mm.

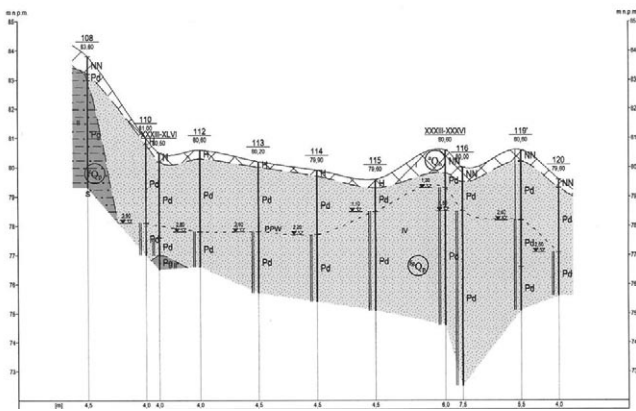
W przypadku decyzji o wyborze obudowy skrzynkowej typu boks powinniśmy na podstawie profili geotechnicznych oraz parametrów gruntu (rys. 11) obliczyć parcie gruntu na obudowę wykopu. Oblicza się je dla poszczególnych warstw tak jak już wcześniej wspomniano według wzoru Rankine'a, uwzględniając współczynniki bezpieczeństwa podane w normie PN-EN 13331-1. Tak też zrobiono w opisanym przypadku, a wyniki przedstawiono na rysunku 12. Parametry gruntu przyjęte do obliczeń przedstawiono

**Tabela 3.** Parametry gruntu przyjęte do obliczeń bocznego parcia gruntu dla przykładu C

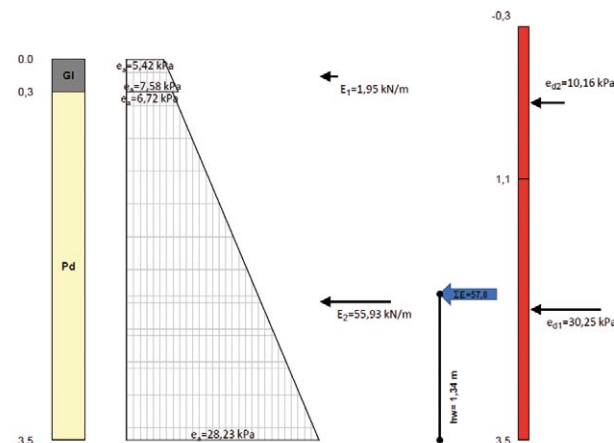
Nr warstwy	Miąższość warstwy		Opis	Parametry gruntu		
	Od	Do		$\gamma$	$\varphi$	c
[-]	[m]	[m]	[-]	[kN/m <sup>3</sup> ]	[°]	[kPa]
1	0	0,3	Gl	20	28	0
2	0,3	3,5	Pd	21	31	0

w tabeli 3. Obudowę typu boks wybraną z katalogu producenta przedstawia rysunek 13. Z uwagi na to, że parcie gruntu na płytę podstawową boksu wyniosło według obliczeń 30,25 kPa, wybrano z katalogu producenta boks STANDARDBOX 3,50x2,40 m z nadstawką 3,50x1,40 m.

Projektant na podstawie charakterystyki projektowanego obiektu oraz warunków geotechnicznych podłoża zaliczył obiekt do drugiej kategorii geotechnicznej. W związku z tym parametry geotechniczne zostały określone na podstawie badań polowych oraz badań laboratoryjnych, uwzględniając przy tym zalecenia wynikające z polskiej normy PN-B-02479 i ENV 1997-1.

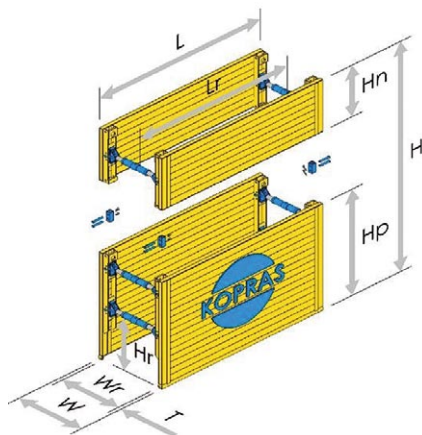


**Rys. 11.** Przekrój geotechniczny w rejonie budowy kanalizacji



**Rys. 12.** Obliczenie parcia na obudowę wykopu (Gl – gleba, Pd – piasek drobny)

**Rys. 13.** STANDARDBOX 3,50x2,40 m z nadstawką 3,50x1,40 m

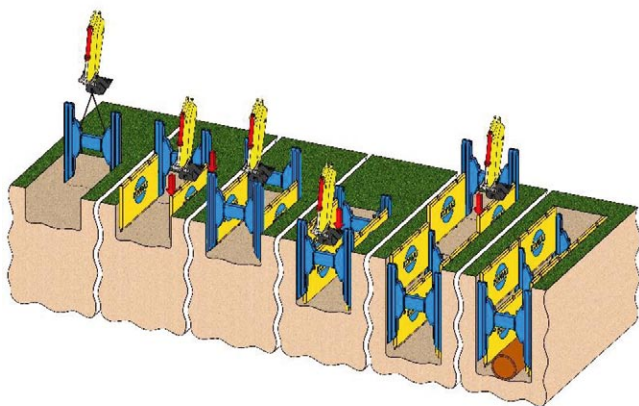


#### 4. Realizacja robót

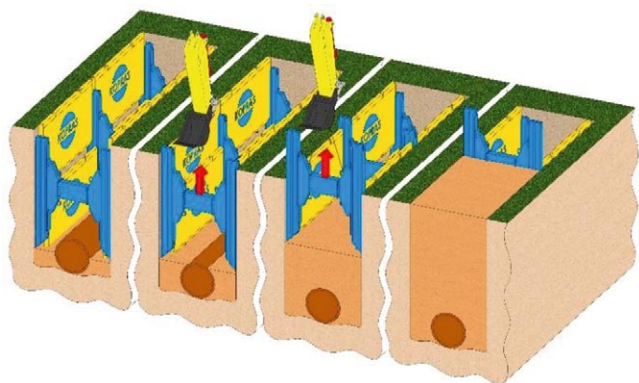
Zgodnie z przewidywaniami realizacja opisanych projektów przebiegała prawidłowo i bez żadnych opóźnień. Dobra organizacja pracy wykonawców, przygotowanie fachowe i organizacyjne powodowało dotrzymanie terminów zakończenia poszczególnych odcinków. Obudowy wykopów, ich wybór i doświadczenie wykonawcy mają ogromny wpływ na płynność i bezpieczeństwo pracy w wykopach. W dalszej części zamieszczono kilka zdjęć z realizacji oraz opis technologii prac w obudowach systemowych. W trakcie realizacji robót w miejscowości Krzesiny stosowano obudowy liniowe słupowe OWS 5AN pokazane na rysunku 14.



**Rys. 14.** Zastosowanie liniowej obudowy wykopów OWS 5 AN



Rys. 15. Montaż obudowy słupowej OWS 5AN



Rys. 16. Demontaż obudowy słupowej OWS 5AN z uwzględnieniem etapów zagęszczania

Zgodnie z rozporządzeniem ministra infrastruktury w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy podczas robót budowlanych dotyczących technologii robót w wykopach wąskoprzestrzennych wykop o ścianach pionowych nieumocnionych bez rozparcia lub podparcia może być wykonywany tylko do głębokości 1 m. Jak pokazano na rysunku 15 po wykonaniu takiego wykopu (1 m) montuje się kolejno pary słupów obudowy oraz płyty. Następnie zgodnie z obowiązującymi przepisami obudowę opuszcza się etapowo metodą tnij i obniżaj (PN-EN 13331-1) w gruntach spoistych, co 0,5 m, a w gruntach

Rys. 17. Zastosowanie obudów skrzynkowych typu STANDARDBOX 3,50x2,40 m z nadstawką 3,50x1,40 m



niespoistych, co 0,3 m tak, aby teren w sąsiedztwie wykopu nie został naruszony. Po wykonaniu montażu oraz ułożeniu rurociągu wykonawca demontował obudowę tak jak na rysunku 16, etapowo zagęszczając zasypkę warstwami od 0,3 do 0,5 m (rozporządzenie ministra infrastruktury w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy podczas robót budowlanych). Zastosowanie obudów skrzynkowych typu boks w miejscowości Krzesiny ul. Rakietowa pokazano na rysunku 17. W trakcie montażu i demontażu obudów typu boks obowiązują te same przepisy, co w trakcie użytkowania obudów słupowo-liniowych w powyższych przykładach. Wykonawca może wykonać wykop bez umocnienia do głębokości 1 m. Następnie jak pokazano na rysunku 18 wstawia się poszczególne obudowy skrzynkowe i pogłębiając wykop, opuszcza się przeciwległe płyty obudowy dożądanego poziomu poniżej terenu.

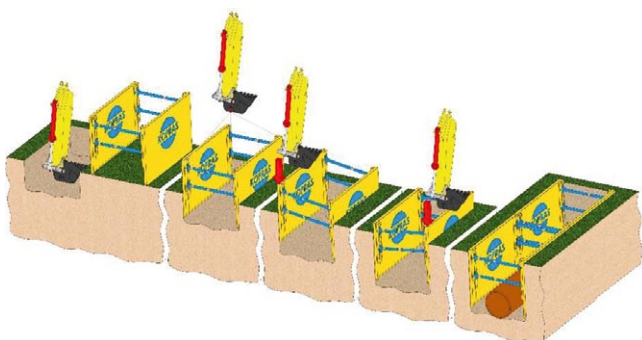
Po ułożeniu rurociągu demontuje się obudowę etapowo, podnosząc, co 30–50 cm i zasypując oraz zagęszczając warstwami wykop. Powyższa technologia zgodna z obowiązującymi przepisami zapewnia bezpieczeństwo pracowników znajdujących się w wykopie oraz nie narusza gruntu w sąsiedztwie wykopu i zapobiega osiadaniu budynków lub budowli w pobliżu. Wyżej opisaną technologię demontażu przedstawia rysunek 19.

W przypadku wykopów punktowych technologia montażu i demontażu jest taka sama. Różnice są pomiędzy konstrukcjami słupowymi i bokсами. Jednak przepisy i ogólne zasady są te same. Zabezpieczanie wykopów tymczasowych obudowami systemowymi jest proste, szybkie i łatwe. Jednak wymagane jest doświadczenie i wprawa pracowników, a zwłaszcza umiejętności operatora koparki. Zastosowanie obudowy punktowej do zabezpieczenia wykopu podczas montażu przepompowni PS7 przy ul. Sokalskiej, pokazano na rysunku 20.

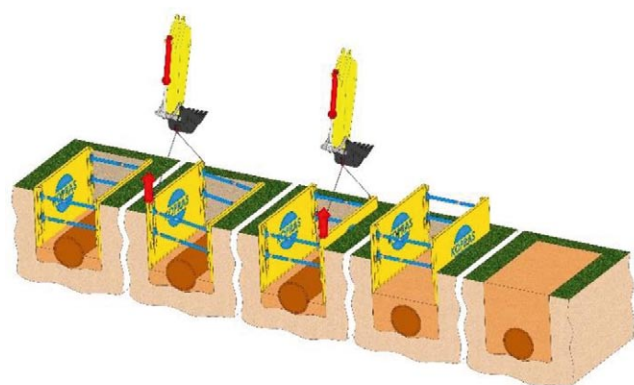
W trakcie realizacji pracownicy firmy KOPRAS wielokrotnie odwiedzali swoich partnerów oraz klientów, a efektem tych wizyt są wnioski z poprawności użytkowania obudów do wykopów tymczasowych. Najczęściej popełniane błędy to:

- niezabezpieczenie wykopu co najmniej 10 cm powyżej terenu (PN-B-06050: 1999),
- niewystarczające zabezpieczenie miejsc kolizji,
- użycie zbyt ciężkich obudów w miejscach płytkich wykopów.

Trzeba zaznaczyć, że były to przypadki nieliczne, a im dłużej trwały budowy liczba błędów stosowania obudów tymczasowych malała. Błędy te nie wpływały



Rys. 18. Technologia montażu obudowy skrzynkowej typu boks



Rys. 19. Kolejne etapy demontażu obudowy skrzynkowej typu boks z uwzględnieniem etapów zagęszczania

w żadnym stopniu na bezpieczeństwo pracowników znajdujących się w wykopie, a doświadczenia z realizacji tych projektów na skutek współpracy pomiędzy dostawcą obudów a wykonawcą wpłyną na poprawę jakości zabezpieczenia ścian tymczasowych wykopu.

Należy zaznaczyć, że wykonawcy posiadali wystarczające doświadczenie w odwadnianiu tymczasowych wykopów, a to umożliwiło odpowiednie tempo robót oraz bezpieczny montaż i demontaż elementów obudowy do wykopów. Pracownicy wykonawców postępowali zgodnie z obowiązującymi przepisami



Rys. 20. Zdjęcie z realizacji robót podczas budowy przepompowni PS7 w ul. Sokalskiej

bhp, w szczególności pozostawali w trakcie robót przez cały czas w zabezpieczonej części wykopu (PN-B-06050: 1999).

## 5. Podsumowanie

- Zasady współpracy pomiędzy dostawcą obudów i wykonawcą sprawdziły się całkowicie. Dzięki takiej współpracy dobrano najlepsze rozwiązania zabezpieczenia wykopów w istniejących warunkach.
- Budowy przebiegały bez większych problemów, a już na pewno niezwiązanych z zabezpieczaniem wykopów tymczasowych.
- Wykonawcy otrzymali najtańsze, bezpieczne obudowy wykopów.
- Dzięki prawidłowemu użyciu obudów pracownicy byli bezpieczni w trakcie przebywania w wykopach.
- W większości przypadków dla posadowienia przepompowni najlepszym rozwiązaniem jest użycie obudowy punktowo-słupowej. Natomiast w przypadku wykopów liniowych wykonawca ma wybór pomiędzy obudowami skrzynkowymi typu boks a obudowami liniowo-słupowymi. O wyborze decyduje wartość parcia na płyty obudowy oraz możliwości sprzętowe wykonawcy. Do głębokości 4 m mamy do wyboru szeregi typów obudów skrzynkowych o wytrzymałości od 18–58 kPa. Natomiast obudowy liniowo-słupowe o wytrzymałości od 40–150 kPa wykorzystywane są przy głębokości wykopu od 4–7,8 m.
- Należy stwierdzić, że wykonawcy na tych zadaniach to najlepsze firmy wykonawcze w kraju o dużym doświadczeniu w tego typu zadaniach – projektach.

## BIBLIOGRAFIA

- [1] PN-B-06050: 1999: Geotechnika. Roboty ziemne. Wymagania Ogólne
- [2] PN-EN 13331-1 październik 2004: Obudowy ścian wykopów, część 1: Opisy techniczne wyrobów
- [3] PN-EN 13331-2 wrzesień 2005: Obudowy ścian wykopów, część 2: Ocena na podstawie obliczeń lub badań
- [4] Rozporządzenie MTBiGM z dnia 25 kwietnia 2012 r. w sprawie geotechnicznych warunków posadowienia obiektów budowlanych (Dz.U. dnia 27 kwietnia 2012, poz. 463)
- [5] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy podczas robót budowlanych (Dz.U. z 2003 r. Nr 47, poz. 401 §147.1.1)
- [6] PN-EN 1997-1: 2008/AC czerwiec 2009 Eurokod 7: Projektowanie geotechniczne. Część 1: Zasady ogólne. Załącznik C (informacyjny): Przykładowe sposoby wyznaczania wartości parcia gruntu
- [7] PN-83/B-03010: Ściany oporowe. Obliczenia statyczne i projektowanie
- [8] PN-81/B-03020: Grunty budowlane. Posadowienie bezpośrednie budowli
- [9] PN-82/B-02004: Obciążenia budowli. Obciążenia zmienne technologiczne. Obciążenia pojazdami
- [10] PN-86/B-02480: Grunty budowlane. Określenia, symbole, podział i opis gruntów
- [11] Katalog firmy KOPRAS, styczeń 2019 [https://www.kopras.pl/katalog/katalog\\_2019.pdf](https://www.kopras.pl/katalog/katalog_2019.pdf)
- [12] PN-B-02479: Geotechnika. Dokumentowanie geotechniczne. Zasady ogólne