

BUDOWNICTWO	NORMA BRANŻOWA	BN-62
	Roboty ziemne <b>Wykopy tunelowe dla przewodów wodociągowych i kanalizacyjnych</b> Warunki techniczne wykonania	8836-01
		Grupa katalogowa VII 06

## 1. WSTĘP

Przedmiotem normy są warunki techniczne wykonania ziemnych wykopów tunelowych i robót zabezpieczających dla przewodów wodociągowych i kanalizacyjnych.

## 2. PRZYGOTOWANIE ROBÓT

**2.1. Materiały i urządzenia pomocnicze.** Do czasowej obudowy wykopów tunelowych (szyby, sztolnie), w zależności od głębokości wykopów i warunków hydrogeologicznych, zaleca się stosować:

- a) do obudowy szybów
  - bale boczne przyścienne,
  - bale podrozkporowe,
  - rozpory,
  - ramy,
  - klamry stalowe,
  - słomę na węzły (koty),
- b) do obudowy sztolni
  - ramy tunelowe drewniane,
  - bale tunelowe stalowe,
  - ramy tunelowe żelbetowe,
  - rozpory podłużne ram tunelowych,
  - klepki drewniane,
  - klepki stalowe,
  - klepki żelbetowe,
  - klamry stalowe,
  - kliny sosnowe,
  - bale szczytów,
  - słomę na węzły (koty).

Wymiary konstrukcyjne ram należy przyjmować na podstawie obliczeń statycznych.

Przy silnym napływie wody do wykopu, płynnym gruncie lub tunelowaniu pod wodą, do obudowy wykopu należy stosować materiały odpowiadające przyjętej metodzie wykonania wykopu.

**2.2. Warunki przystąpienia do robót.** Przed przystąpieniem do robót wykonawca powinien mieć:

- a) zatwierdzoną dokumentację projektowo-kosztorysową,
- b) opracowany plan zagospodarowania i wyposażenia placu budowy,
- c) wyniki badań gruntów i ich uwarstwień, poziomy wód gruntowych i daty ich ustalenia,
- d) niezbędne dane techniczne ustalające stan terenu przed przystąpieniem do robót w celu umożliwienia późniejszego pomiaru wykonanych robót (znaki wysokościowe, repery, przekroje poprzeczne terenu, plan warstwiczny),
- e) niezbędne dane ustalające i określające stan uzbrojenia terenu,
- f) wskazane miejsca odwożenia urobku oraz kierunki odprowadzania odpompowanej wody z wykopu,
- g) zezwolenie na rozpoczęcie robót,
- h) ustaloną na powierzchni terenu oś przysięgłego wykopu tunelowego,
- i) zniwelowany profil podłużny trasy dla wyrównania z profilem podłużnym z dokumentacji technicznej, w celu prowadzenia obserwacji ewentualnych odkształceń powierzchni,
- j) ustalone na powierzchni terenu osie i wymiary przysięgłych szybów.

## 3. WYKONANIE ROBÓT

### 3.1. Trasowanie tunelu

**3.1.1. Wyznaczenie osi trasy tunelu.** Oś trasy tunelu należy wyznaczyć w terenie (na placu budowy) na podstawie dokumentacji technicznej obejmującej motywy sytuacyjne umożliwiające wyznaczenie osi trasy lub elementy geometryczne, pozwalające wyznaczyć oś trasy w uzgodnieniu z miejską siecią poligonową.

Ministerstwo Gospodarki Komunalnej

Ustanowiona przez Ministra Gospodarki Komunalnej dnia 12 listopada 1962 r.

jako norma obowiązująca w zakresie wykonywania robót oraz badań odbiorczych od dnia 1 lipca 1963 r.

(Mon. Pol. nr 9/63 poz. 46)

W przypadku motywów sytuacyjnych należy na ich podstawie:

- a) wyznaczyć szereg punktów osi,
- b) wyrównać na gruncie ewentualne rozbieżności w uzyskanych wynikach.

W przypadku motywów geometrycznych należy:

- c) odłożyć odpowiednie wielkości liniowe i kątowne w oparciu o boki poligonowe,
- d) rozdzielić ewentualną odchyłkę na poszczególne punkty według ogólnie przyjętych zasad geodezyjnych.

### 3.1.2. Określenie punktów na osi trasy

- a) wszystkie punkty załamania osi należy wyznaczyć i zastabilizować przez wbicie palików,
- b) proste odcinki trasy należy wytyczyć instrumentem i w odstępach około 30 m utrwalić punkty prostej za pomocą palików,
- c) na każdym prostym odcinku trasy należy utrwalić minimum 3 punkty,
- d) każdy z zastabilizowanych punktów trasy powinien mieć sporządzony opis topograficzny.

**3.1.3. Sprawdzenie trasy.** Sprawdzenie trasy odbywa się w przypadkach wątpliwych lub w razie stwierdzenia naruszenia. Określoną — wyznaczoną jak w 3.1.1 oś trasy należy:

- a) wciąć instrumentem w najbliższe boki poligonowe; jeżeli projektowany wykop tunelowy ma łączyć się z wykopem istniejącym, należy wciąć osi tyczonego wykopu w oś istniejącego,
- b) zmierzyć długość wyznaczonej osi dwukrotnie taśmą stalową,
- c) dla wszystkich zastabilizowanych punktów odczytać miary bieżące w jedną i drugą stronę; różnice odległości nie powinny być większe niż  $3 \div 5$  cm,
- d) kąty zwrotu osi trasy oraz kąty konieczne do nawiązania osi z siecią poligonową mierzyć teodolitem w obu położeniach lunety z dokładnością  $20'' \div 30''$ .

**3.1.4. Założenie i niwelacja reperów roboczych.** Repery robocze należy założyć w odległości nie większej niż  $20 \div 30$  m od osi projektowanego wykopu (tunelu), w odstępach około 50 m.

Jeżeli wykop zaprojektowany został wzdłuż ulicy zabudowanej, należy osadzać repery robocze w ścianach budynków murowanych w postaci haków lub bolców; w terenie otwartym (nie zabudowanym) ciąg reperów roboczych należy stabilizować znakami gruntowymi typu lekkiego. Ciąg reperów roboczych należy nawiązać do ciągu reperów sieci państwowej (minimum dwóch).

Wymagana dokładność przy niwelacji ciągów reperów roboczych  $2 \pm 3$  mm na km.

**3.1.5. Obserwacje reperów roboczych w czasie prowadzenia robót tunelowych.** W czasie prowa-

dzenia robót należy okresowo kontrolować repery robocze opierając się na reperach sieci państwowej. Częstotliwość obserwacji zależy od wielkości stwierdzonego osiadania. Wyniki sprawdzenia reperów należy wpisywać do specjalnego katalogu.

**3.1.6. Wyznaczenie szybów na trasie.** Lokalizacja szybów powinna być podana na rysunku projektowym, w odniesieniu do pikietażu trasy:

- a) pionową oś szybu (środek) należy wyznaczać w oparciu o zastabilizowaną oś trasy przez odmierzenie od najbliższych dwóch sąsiednich zastabilizowanych punktów na osi,
- b) poprzeczną oś szybu należy wyznaczać przez odłożenie teodolitem, ze środka szybu, kąta prostego do osi trasy,
- c) szyby umieszczone w punktach zwrotu trasy należy orientować symetrycznie do obu ramion kąta zwrotu przez odkładanie odpowiednich kątów,
- d) podłużną i poprzeczną oś szybu należy zastabilizować mimośrodowo palikami z gwoździem, w odległości  $15 \div 20$  mm od środka szybu.

Po zastabilizowaniu obu osi szybu należy wyznaczyć obrys otworu szybu odkładając odpowiednie miary od osi i zaznaczyć je palikami.

**3.1.7. Przenoszenie kierunku pod powierzchnią terenu.** W celu określenia osi tunelu na dole (w szybie) należy:

- a) osadzić dwie klamry po przeciwnych stronach w obudowie szybu, tak aby przechodziła przez nie oś projektowanego przewodu, wyznaczona na powierzchni,
- b) przenieść kierunek osi zastabilizowanej znakami na powierzchni terenu, na klamry; przeniesienie może być wykonane instrumentem albo przez odpionowanie na klamry drutu określającego oś na powierzchni; przeniesioną oś zaznaczyć na klamrach nacięciami pilnika; w miejscach nacięć zawiesić piony,
- c) w dole szybu pod klamrami górnymi osadzić dwie klamry, na których należy oznaczyć nacięciami położenie uspokojonych pionów,
- d) zawiesić dwa krótkie piony na dolnych klamrach; w miarę urabiania sztolni dalsze punkty należy wyznaczyć przez celowanie na siebie przez dwa piony i wbijanie w wyznaczonych w ten sposób punktach gwoździ lub klamer; taką orientację należy stosować na odległość  $20 \div 25$  m od szybu w obie strony; przy dalszym prowadzeniu robót oś tunelu należy wyznaczać metodą płaszczyzny dwóch pionów przy użyciu teodolitu.

**3.1.8. Przenoszenie rzędnej wysokości pod powierzchnią.** W celu przeniesienia rzędnej w głąb szybu, należy założyć repery na obudowie szybu u góry i na dole. Obydwa repery powinny znajdować się możliwie dokładnie jeden pod drugim.

Reper górny należy zaniwelować w nawiązaniu do reperu najbliższego. Na dolny reper przenosi się rzędną górnego reperu przy użyciu instrumentów, co należy wykonywać zawsze z dwóch reperów na powierzchni rozpór w głębi szybu.

Przy każdym przeniesieniu rzędnych z powierzchni w głąb szybu czy tunelu, należy najpierw skontrolować repery na powierzchni.

### 3.1.9. Ustalanie kierunków i rzędnych w tunelu.

Kąt zwrotu osi tunelu powinien być zawsze podany w dokumentacji technicznej. Kierunek osi tunelu wyznacza się:

- a) za pomocą szablonu i kosa,
- b) przez zastąpienie odcinka łuku jedną lub dwiema cięciwami (układ krzywej wyznacza się za pomocą zawieszono pionu).

Kierunek osi tunelu wyznaczony według poz. b) należy sprawdzić instrumentem.

Przy ustalaniu rzędnych w sztolni kolektora należy umieścić w obudowie tunelu (chodnika), w odstępach około 5 m, znaki wysokościowe (haki lub nacięcia) na wysokości 1,0 lub 0,5 m ponad projektowanym dnem kanału. Te znaki wysokości należy powiązać ciągiem niwelacyjnym z reperami w szybie, z dokładnością do  $\pm 1$  cm. Ostatni znak wysokości należy utrwalić nie dalej niż w odległości 5 m od przodu.

Sztolnię należy urabiać, a ramy ustawiać pod względem wysokościowym, za pomocą naczyń połączonych lub ław celowniczych. Dopuszczalne odchylenie przy urabianiu sztolni i ustawieniu ram nie może przekraczać  $10 \div 20$  cm od ustalonego kierunku i  $\pm 5$  cm pod względem wysokości.

3.1.10. Wiercenia kontrolne dla sprawdzenia osi tunelu powinny być wykonane w odległości 10 m od osi pionowej szybu na początku i na końcu łuku.

## 3.2. Wykonanie tunelu

### 3.2.1. Budowa szybów

3.2.1.1. Lokalizacja szybów. Przy budowie tunelu do przewodów wodociągowych i kanalizacyjnych szyby powinny być rozstawione w miejscach, gdzie zaprojektowano włazy, studzienki, wentylację kanału itp. urządzenia lub w odcinkach pośrednich, nie większych niż  $50 \div 100$  m.

Dokładne wyznaczenie osi i wymiarów szybu na placu budowy podano w 3.1.6.

3.2.1.2. Urządzenie szybu. Szyb obejmuje zespół urządzeń:

- a) nadszybie z urządzeniami wyciągowymi,
- b) szyb właściwy — pionowa górna część urządzeń szybowych,
- c) podszybie, urządzenia transportowe i przeładunkowe, instalacje wentylacyjne, elektryczne, powietrza sprężonego itp.,

d) żapie (błotniki) — urządzenia odwadniające (drenaże + studzienki + pompy).

3.2.1.3. Sposób głębenia szybów. Przy głębeniu szybów w gruntach nieskalistych, roboty ziemne od głębokości wynoszącej około 1,5 m należy wykonywać pod ochroną czasowej obudowy. Obudowę czasową szybu należy wykonywać w miarę postępu robót odcinkami nie większymi niż 1,0 m.

Wymiary i jakość elementów szybu podano w 2.1.

### 3.2.2. Budowa tunelu

3.2.2.1. Czynności początkowe. Po osiągnięciu przez szyb żądanej głębokości i przeniesieniu osi tunelu na wysokość stropu projektowanego tunelu należy przystąpić do:

- a) ustawiania pierwszej ramy tunelowej na osi tunelu,
- b) przebiccia przez ścianę szybu.

3.2.2.2. Wymiary tunelu zależą od klasy kanału lub przewodu, jaki ma być wykonany w tunelu.

Minimalne wymiary tunelu muszą zabezpieczać możliwość pracy ludzi i powinny wynosić: wysokość 1,5 m i szerokość 1,0 m.

W gruntach suchych lub w wyjątkowych przypadkach tunele mogą być wykonywane metodą saperską; minimalne wymiary tunelu powinny wynosić wówczas: wysokość 1,0 m i szerokość 0,8 m.

Sekcja tunelowa jest jednostką robót tunelowych i składa się z odcinka tunelu między dwiema sąsiednimi ramami.

Długość sekcji tunelowej zależy od głębokości i warunków hydrogeologicznych i nie powinna być większa niż 1,7 m.

3.2.2.3. Główne elementy tunelu. Głównymi elementami sztolni są:

- a) ramy tunelowe,
- b) poszycie (obudowa) tunelu.

Ramy tunelowe mogą być:

a) drewniane, składające się ze stropnicy, 2 stojaków i spągnicy (progu) oraz rozpórek; elementy ramy drewnianej powinny być połączone ze sobą w sposób zabezpieczający ich stateczność,

b) stalowe składające się ze sklepienia (półksiężycy), 2 nóg połączonych ze sklepieniem złączeniem śrubowym na nakładkę; rama stalowa powinna opierać się w sposób trwały o próg,

c) żelbetowe z elementów prefabrykowanych.

Wymiary konstrukcyjne ram należy przyjmować na podstawie obliczeń statycznych przy założeniu maksymalnych długości sekcji.

3.2.2.4. Czynności przy wykonywaniu tunelu. Przy wykonywaniu tunelu należy:

- a) przed ustawieniem zerowej ramy w tunelu zabudować ramę rozporową,

b) wykonać przebicie za pomocą odwiercenia, dla uniknięcia wstrząsów, przez ścianę szybu w górze sztolni i ostrożnie usuwać grunt przy jednoczesnym zabijaniu klepek stropu sztolni,

c) po założeniu wszystkich klepek stropu założyć pierwsze deski szczytu oraz górne klepki ścian bocznych,

d) pod ochroną założonych klepek stropu i zakładanych kolejno coraz niżej klepek bocznych i desek szczytu, usuwać grunt coraz niżej w kierunku spadku tunelu,

e) w celu niedopuszczenia do powstania obniżenia obudowy stropu obciążonego parciem gruntu stosować, zależnie od wielkości urobiska, następujące sposoby podparcia: stemplowanie, lewarowanie i podparcie dźwignią,

f) po założeniu wszystkich klepek obudowy, desek szczytu i oklinowania ramy, usunąć podparcie stropu,

g) założyć podłogę.

W podobny sposób buduje się sekcję następną, z tą tylko różnicą, że nie potrzeba już wycinać bali w ścianie szybu. Na poszycie (obudowę) tunelu stosuje się klepki. Część klepek powinna mieć kształt klinowy w celu umożliwienia wachlarzowego poszerzenia stropu i ścian.

Wszystkie klepki z jednego końca powinny być zastrzone. Klepki stanowiące obudowę tunelu powinny opierać się swymi końcami poprzez podkładki i kliny na ramach. W przypadku zwiększenia się nacisku gruntu nie należy stosować zmiany grubości klepek, lecz zbliżać do siebie ramy tunelowe.

Przodek tunelu należy odpowiednio zabezpieczyć, a elementy zabezpieczające ponumerować od góry do dołu.

Elementy obudowy przodka powinny mieć kształty umożliwiające łatwą ich zabudowę. Dla utrzymania kierunku tunelu podczas budowy należy zaznaczyć na elementach obudowy przodka oś tunelu.

### 3.3. Zabezpieczenie stateczności sąsiednich budowli i urządzeń podziemnych

**3.3.1. Obserwacje odkształceń powierzchni terenu i budowli.** Przez cały okres prowadzenia robót tunelowych należy prowadzić obserwację odkształceń powierzchni terenu budowli na szerokości spodziewanego pasa deformacji, którego szerokość zależy od głębokości prowadzenia robót tunelowych, warunków hydrogeologicznych i rodzaju gruntu.

Należy prowadzić obserwacje:

a) za pomocą wielokrotnie powtarzanej niwelacji reperów ściennych i gruntowych,

b) za pomocą plomb gipsowych lub szklanych, założonych przy współudziale służby architekto-

niczno-budowlanej na szczeliny i spękania budowli, przed wykonywaniem robót tunelowych,

c) całości budynków, niezależnie od prowadzenia obserwacji wymienionych w a) i b), szczególnie w trakcie przechodzenia czoła tunelu pod budynkami.

**3.3.2. Postępowanie po stwierdzeniu odkształceń i deformacji.** Po stwierdzeniu spękań budynków i deformacji terenu należy:

a) przerwać roboty tunelowe do czasu wykonania odpowiednich zabezpieczeń,

b) zastosować środki zaradcze przeciwdziałające osiadaniu nadziomu.

**3.3.3. Zabezpieczenie budynków i urządzeń podziemnych** należy wykonać zależnie od ich rodzajów.

**3.3.4. Środki zaradcze przeciwdziałające osiadaniu nadziomu:**

a) natychmiastowe i dokładne umocowanie wyrobiska podziemnego, szczególnie w gruntach słabych i niewytrzymałych,

b) obowiązkowo krzywolinijny strop wyrobiska przy przejściu w gruntach skalistych bez umocowania (obudowy),

c) szczelne wypełnienie próżni pomiędzy obudową a gruntem,

d) należyta organizacja odpompowywania wody, nie pozwalająca na wynoszenie cząstek gruntu.

### 3.4. Odwodnienie tunelu

**3.4.1. Zabezpieczenie wykopów od wód opadowych.** Przed napływającą wodą opadową należy wykop zabezpieczyć przez obwałowanie szybów oraz zabezpieczenie i konserwację istniejących cieków odwadniających.

**3.4.2. Zabezpieczenie tunelu od wód gruntowych.** W zależności od rodzaju gruntu i głębokości wykopu należy stosować:

a) we wszystkich gruntach i w każdym przypadku drenaż w dnie wykopu,

b) w gruntach luźnych i przy wysokim poziomie zwierciadła wody — studnie z filtrami wzdłuż trasy tunelu, a poza tym jak w a).

Drenaż poziomy tunelu powinien być wykonany w wymiarach dostosowanych do warunków hydrogeologicznych, ze spadkiem w kierunku szybu, z którego rozpoczęto urabianie. W gruntach mało nawodnionych szyb należy przekopać w dostosowaniu do potrzeb odwodnienia tunelu. W celu przeciwdziałania wymywaniu cząstek gruntu przez wodę, należy poza obudowę szybów i sztolni wkładać węzły słomy (koty).

Wodę odpompowaną należy odprowadzać szczelnym rurociągiem lub rowem poza teren budowy tak, aby uniemożliwić ponowne przedostanie się jej do tunelu.



### 3.5. Wentylacja tunelu

**3.5.1. Stosowanie wentylacji.** O zastosowaniu wentylacji decyduje kierownictwo budowy, biorąc pod uwagę aktualne warunki. W przypadku występowania jakichkolwiek wątpliwości związanych ze stanem zanieczyszczenia powietrza należy przeprowadzić jego badanie.

**3.5.2. Wentylacja tunelu naturalna.** W szybach i sztolniach o dużych wymiarach i przy krótkich odległościach między szybami, wentylacja tunelu odbywa się poprzez obieg powietrza bez stosowania dodatkowych urządzeń.

**3.5.3. Wentylacja tunelu z zastosowaniem urządzeń.** W przypadkach stwierdzenia niedostatecznej ilości powietrza w tunelu należy stosować:

- a) mechaniczną wentylację nawiewną i wywiewną,
- b) wentylację przez wytwarzanie podciśnienia.

### 3.6. Oświetlenie tunelu

**3.6.1. Stosowanie oświetlenia.** W tunelu należy zastosować oświetlenie umożliwiające ciągle prowadzenie robót.

**3.6.2. Lampy do oświetlenia tunelu** należy stosować żarowe na prąd zmienny lub stały.

**3.6.3. Napięcie.** Przy robotach tunelowych należy stosować napięcia nie większe niż 24 V.

**3.7. Łączność w tunelu.** Przy robotach tunelowych zasadniczym warunkiem jest zachowanie łączności wzrokowej i słuchowej.

W głębokich szybach i długich tunelach zaleca się stosować łączność przewodową (telefon), obok łączności wzrokowej i słuchowej.

**3.8. Transport i składowanie urobku na zewnątrz i wewnątrz tunelu**

**3.8.1. Transport poziomy.** Do transportu urobku wewnątrz tunelu, zależnie od szerokości i długości tunelu, należy stosować:

- a) taczki,
- b) wózki na szynach,
- c) przenośniki taśmowe.

Na zewnątrz tunelu wydobyty urobek należy transportować, zależnie od jakości dróg i odległości, przy użyciu:

- a) samochodów ciężarowych (wywrotek),
- b) kolejki wąskotorowej,
- c) wozów konnych,
- d) przenośników taśmowych i zespołów.

**3.8.2. Transport pionowy.** Do pionowego transportu urobku należy stosować zależnie od wielkości tunelu:

- a) wyciągi ręczne,
- b) wyciągi mechaniczne.

**3.8.3. Składowanie urobku na zewnątrz tunelu.** Urobek z tunelu należy odkładać na jedną stronę szybu (nie w płaszczyźnie wytyczonej osi tunelu) na zwał w odległości minimum 0,6 m od obudowy szybu.

Kąt nachylenia skarp odkładów ziemi względem poziomu nie może być większy niż 40°.

**3.8.4. Składowanie urobku wewnątrz tunelu.** Urobek należy odprowadzać w sposób ciągły wykorzystując do przeładunku następujące miejsca:

- a) jedno w odległości 2 ÷ 3 m od czoła (przodku) tunelu,
- b) drugie przeładunkowe na podszybiu.

**3.9. Likwidacja czasowej obudowy i urządzeń pomocniczych**

a) przed likwidacją czasowej obudowy tunelu i szybów należy stopniowo likwidować urządzenia pomocnicze takie, jak instalacje elektryczne, sprężonego powietrza, wentylacyjne, urządzenia transportowe i inne,

b) między stałą obudową tunelu a gruntem lub czasową obudową należy przestrzeń szczelnie wypełnić,

c) w przypadkach technicznie możliwych ramy tunelowe należy likwidować w kierunku stropu,

d) likwidację obudowy czasowej szybu należy prowadzić od dna szybu w kierunku do góry.

K O N I E C

INFORMACJE DODATKOWE

Uwagi do wydania III

W stosunku do wydania II — bez zmian.