

# Podstawy inżynierii miejskiej i budownictwa podziemnego w.6.

## *Obiekty podziemne w warunkach gęstej zabudowy miejskiej - metody realizacji*

### *Informacje podstawowe*

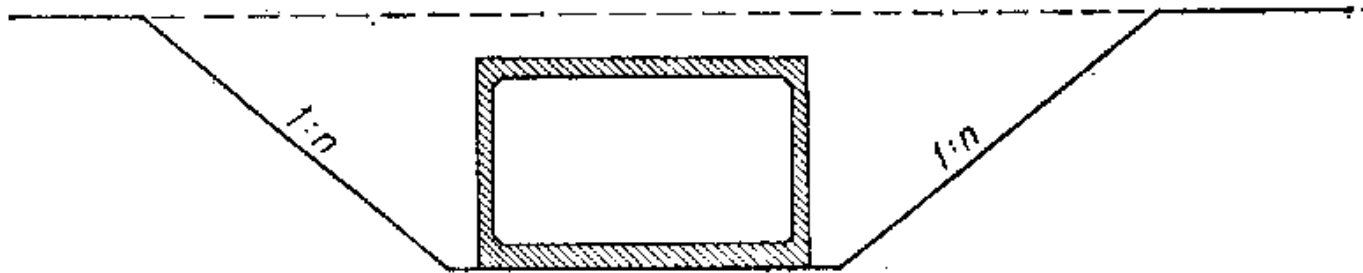
## Metody realizacji tuneli:

- metoda odkrywkowa (wykopowa, w wykopie otwartym)
- metody bezwykopowe:
  - metody górnicze
  - metoda tarczowa
  - metoda przecisku
- metoda półodkrywkowa (stropowa, mediolańska)
- metody specjalne np. pipe roofing

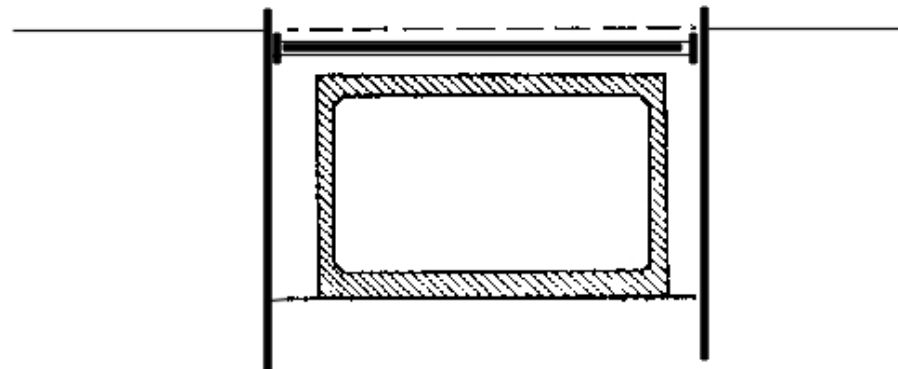
Tunele o pośredniej głębokości ułożenia, przy nadkładzie gruntu nad zwornikiem np.: 4,0 - 3,0 m mogą być wykonywane zarówno metodami odkrywkowymi jak i bezwykopowymi – *szczegółowa analiza kosztów*

## Metoda odkrywkowa w realizacji płytkich obiektów podziemnych

Realizacja obiektu w wykopie otwartym o ścianach pochyłonych lub pionowych zabezpieczonych obudową



Wykonanie tunelu w wykopie otwartym o pochyleniu skarp  $1 : n = 1 : 1 \div 1 : 1,5$

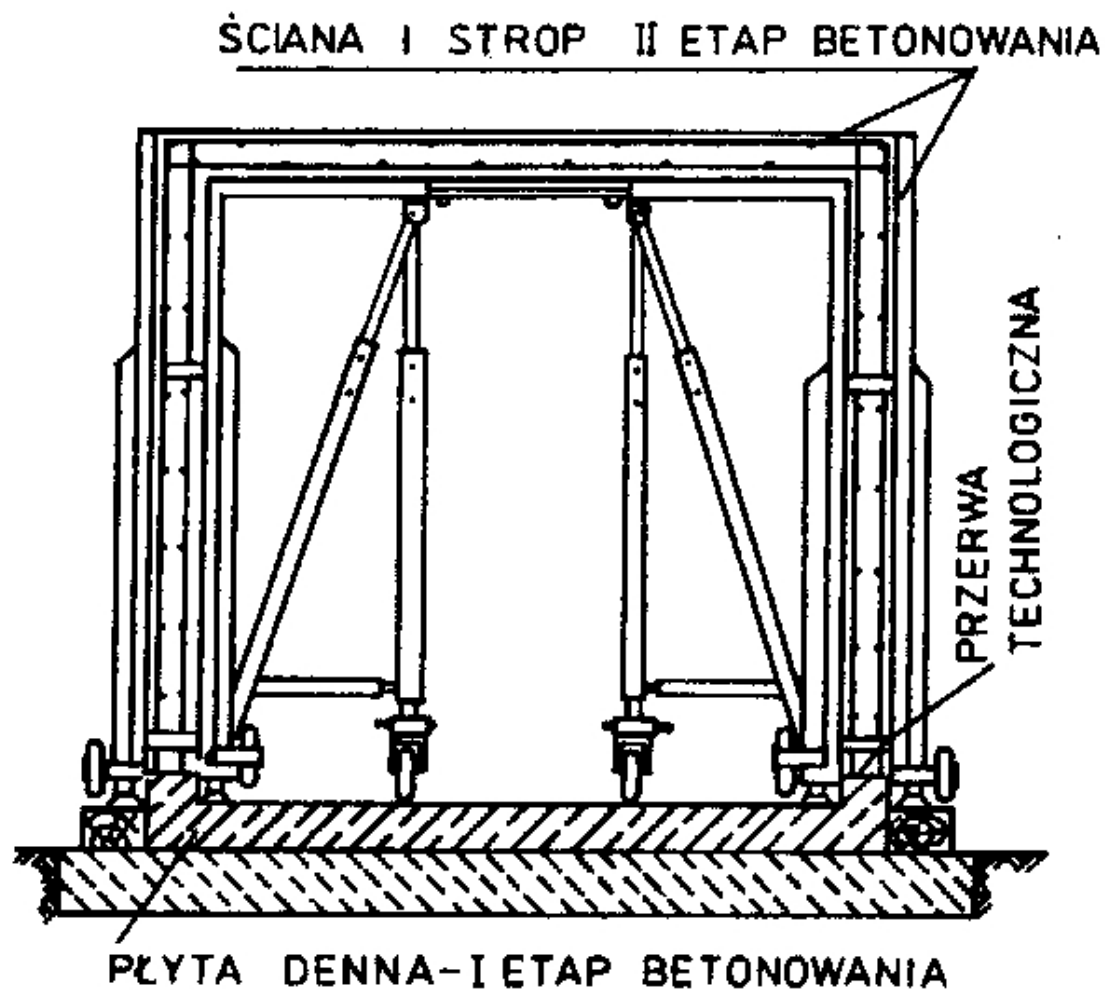


Wykonanie tunelu w wykopie otwartym o ścianach pionowych

## **Realizacja obiektów podziemnych w warunkach gęstej zabudowy i wykopy otwarte !**

- utrudnienia komunikacyjne – zamykanie ulic i nowa organizacja ruchu;
- zagrożenie dla istniejących budynków;
- utrudnienia dla mieszkańców:  
hałas, wibracje, spaliny, dezintegracja funkcjonalna, straty biznesu, zniszczenia zieleni miejskiej, inne;
- konflikty z istniejącymi sieciami i budowlami podziemnymi

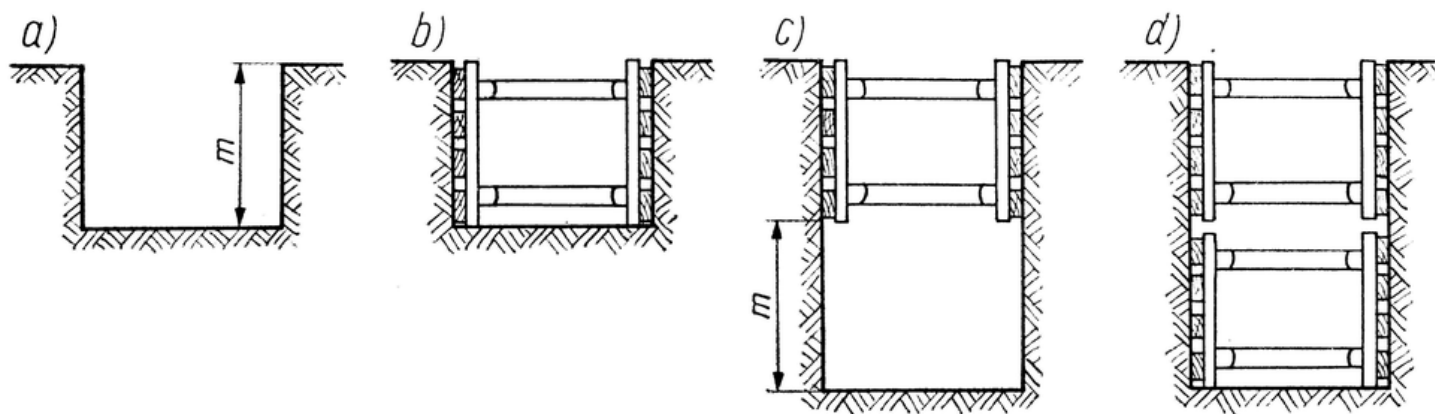
*Tradycyjny i prosty sposób realizacji obiektu i często niższe koszty inwestycji (płytkie realizacje !)*



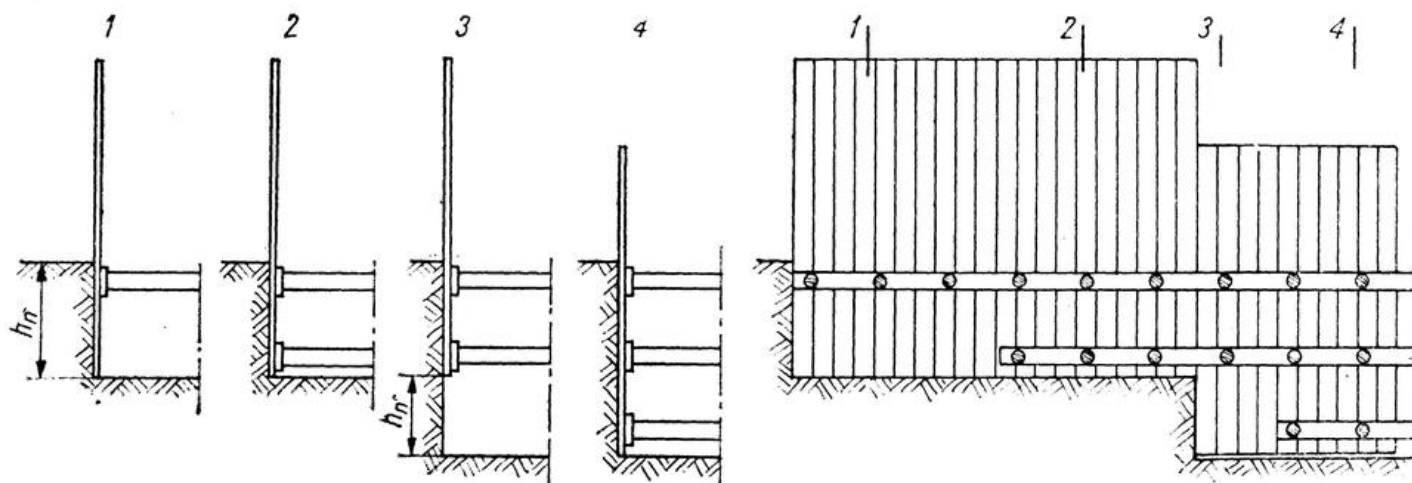
betonowanie w deskowaniu przesuwным

## Rodzaje obudowy ścian pionowych wykopu

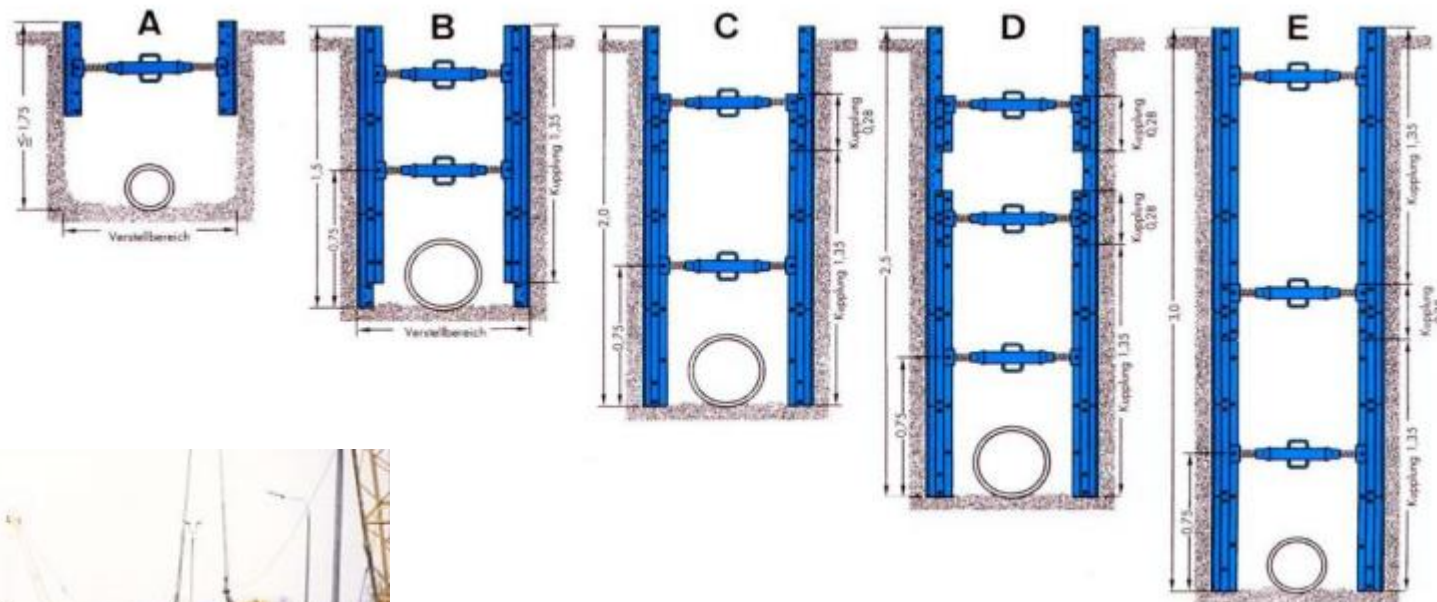
- deskowanie zakładane - pionowe lub poziome, drewniane (historyczne), z płyt i dyli stalowych, aluminiowych, paneli z tworzyw sztucznych;
- rozparcia segmentowe (szalunki systemowe wykopów)
- „wbijane” ścianki szczelne - drewniane (historyczne) i stalowe;
- berlińska metoda obudowy wykopu (ścianka berlińska);
- ściany żelbetowe – szczelinowe, z pali wielkośrednicowych;
- zabezpieczenia „geotechniczne” np. gwoździowane z narzutem torkretowym;
- zamrażanie gruntu.



Wykonanie deskowania wykopu stopniami: a), b), c), d) kolejne fazy



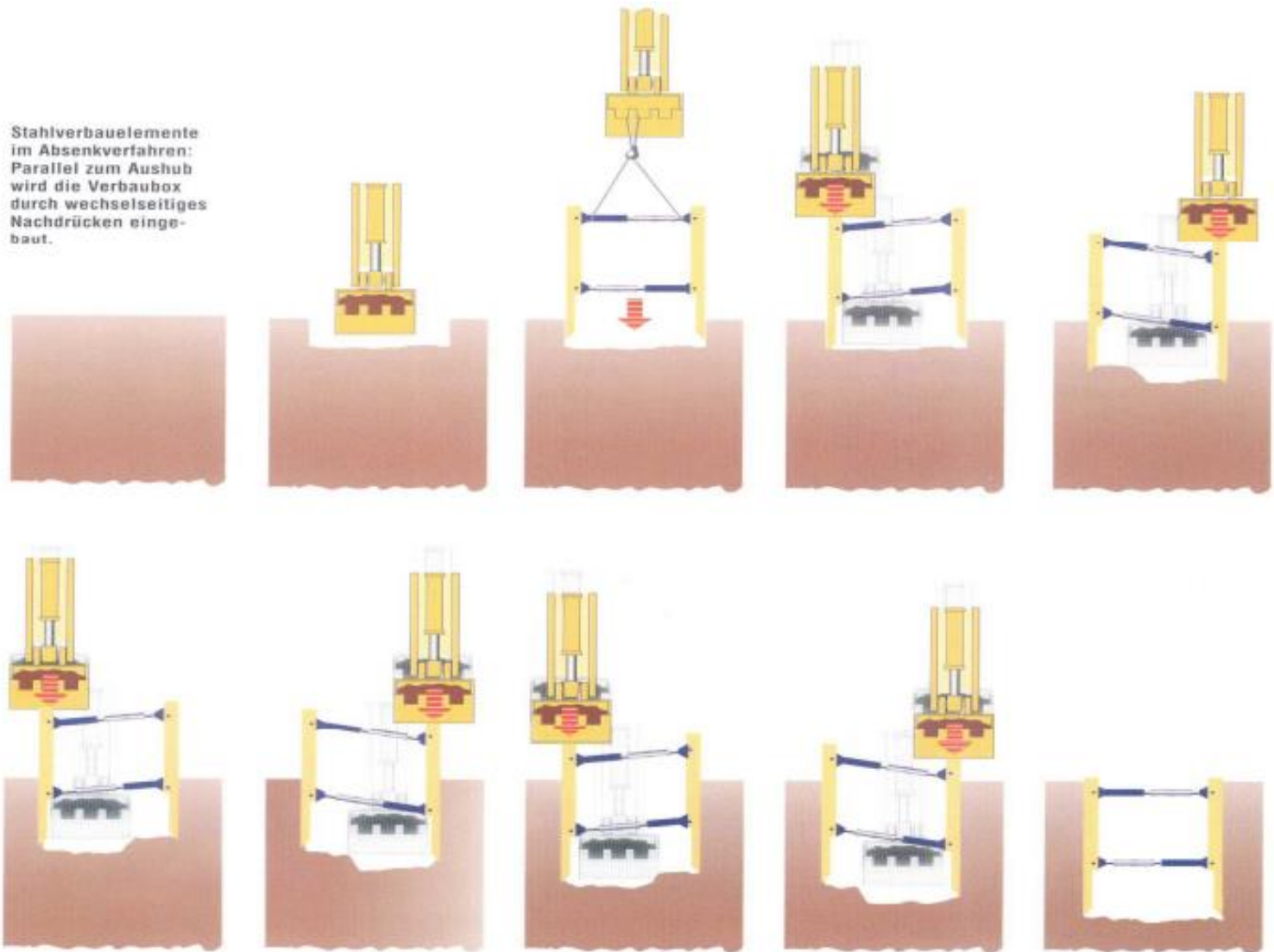
Wykonanie odeskowania wykopu z bali pionowych stopniami  
1, 2, 3, 4 — kolejne fazy

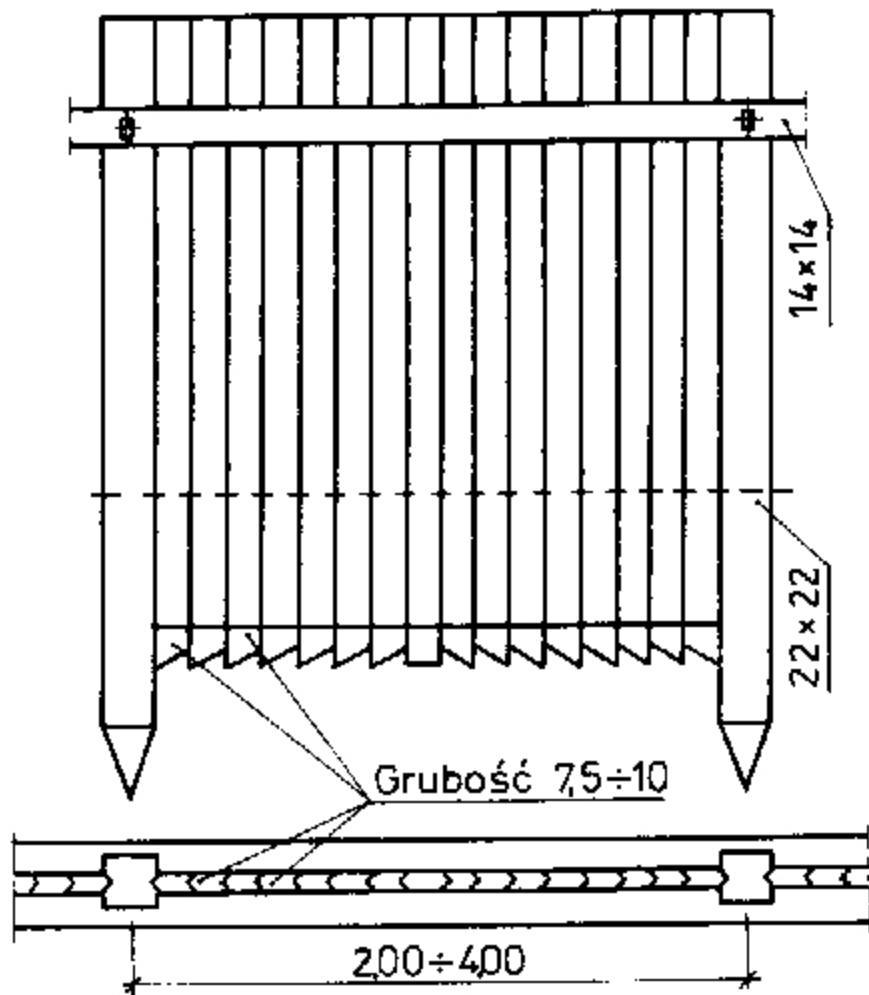
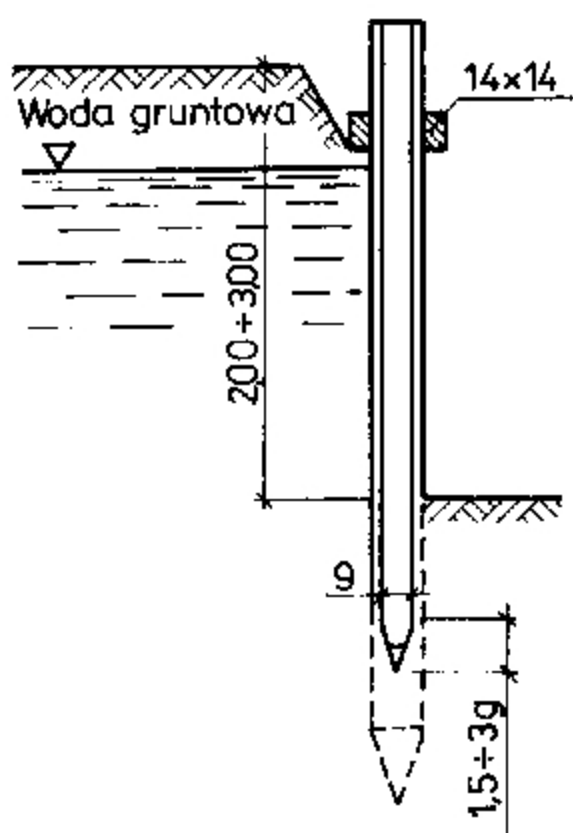


rozparcia segmentowe  
(szalunki systemowe  
wykopów)



Stahlverbauelemente  
im Absenkverfahren:  
Parallel zum Aushub  
wird die Verbaubox  
durch wechselseitiges  
Nachdrücken einge-  
baut.

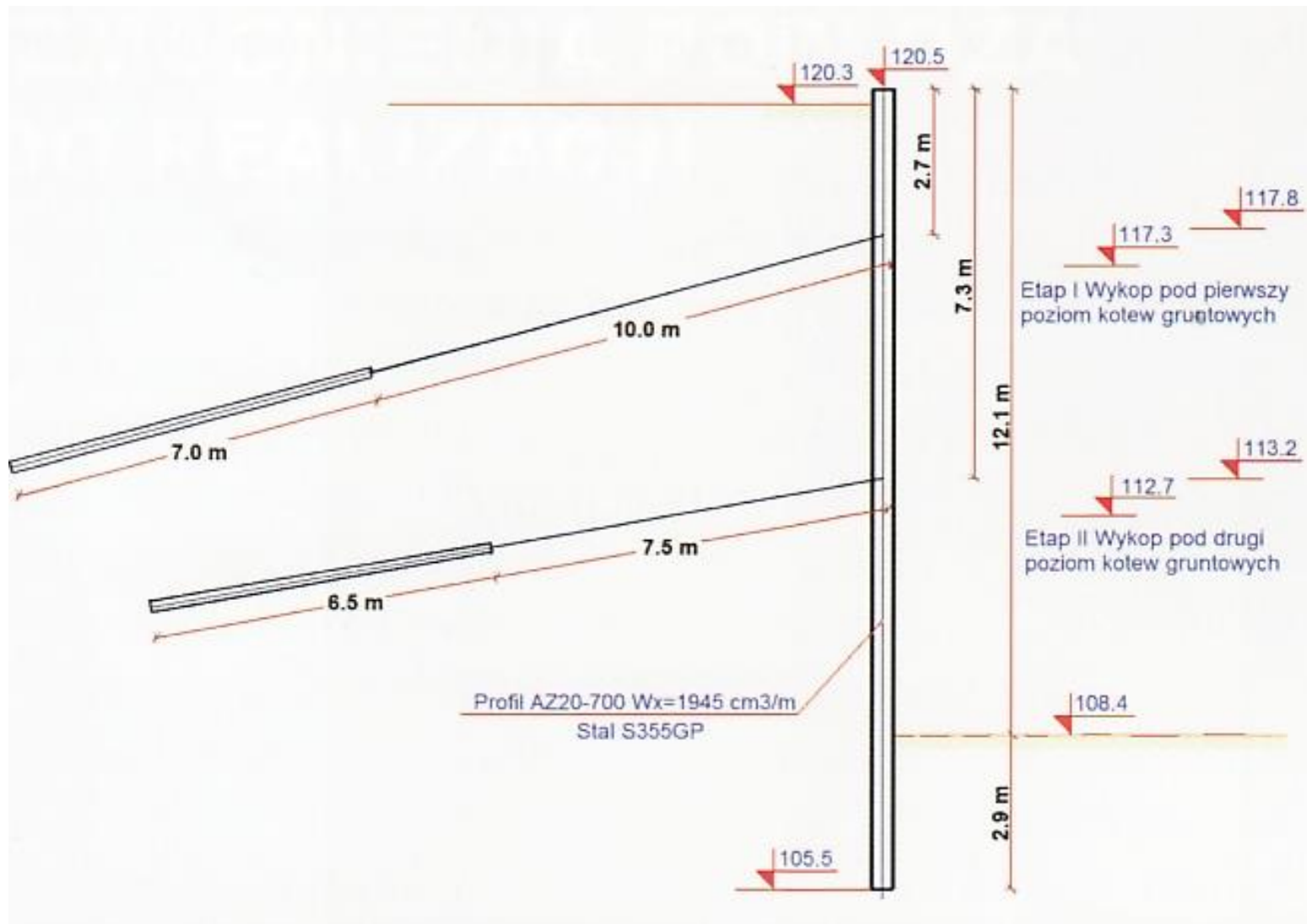




Ścianka szczelna drewniana

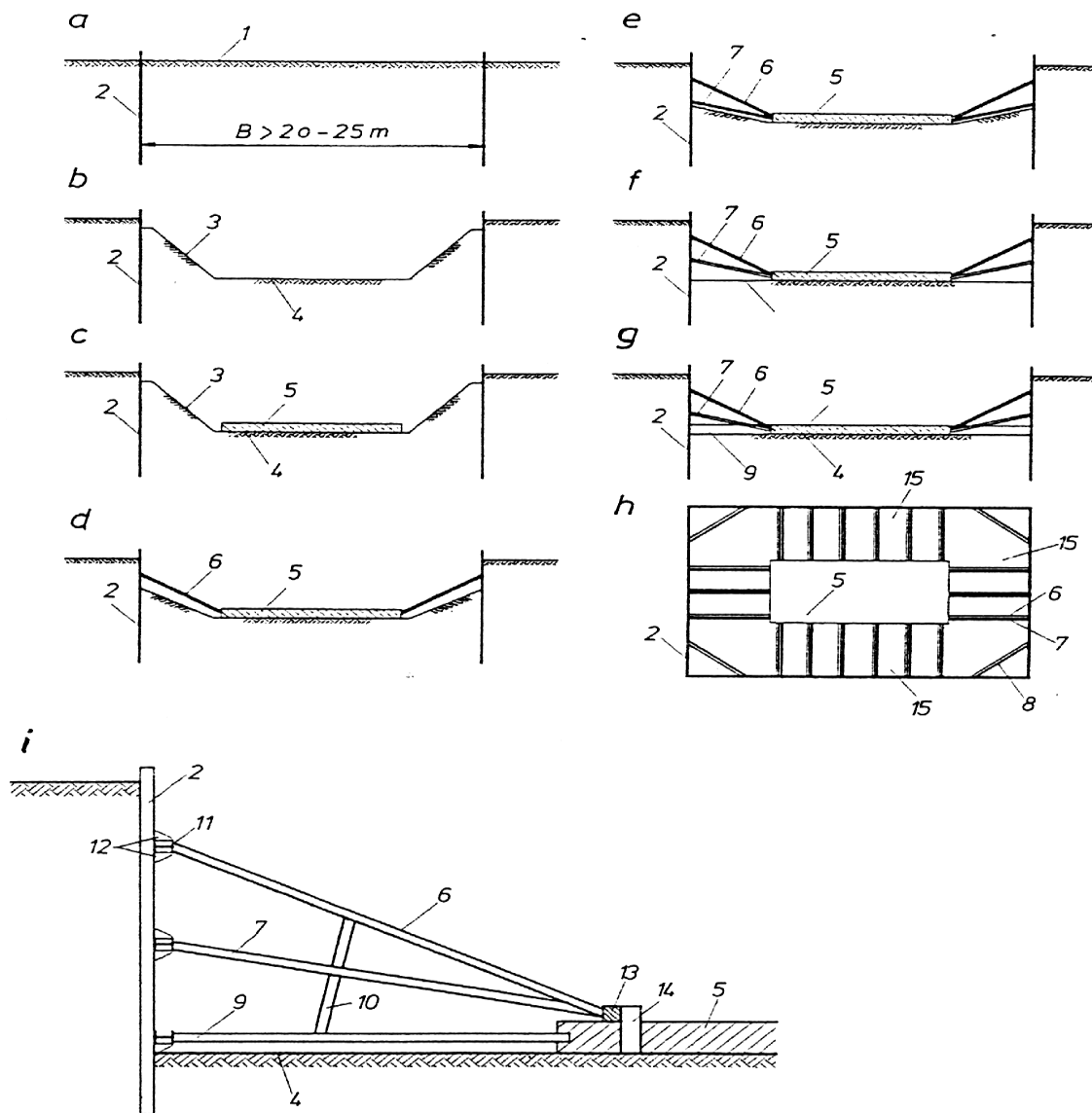


Grodzice AZ20-700, ul. Gwiazdzista, Wrocław, Sky Tower





Rozparcia i stężenia wewnątrz wykopu,  
(budowa Kolektora Burakowskiego bis, Warszawa)



Schemat wykonania dużego wykopu, gdy nie jest możliwe zastosowanie kotew gruntowych



Warszawa, Politechnika

źródło: [www.skyscraper.com](http://www.skyscraper.com) (cane90)



## Ścianka berlińska (berlińska obudowa wykopu)

zasadniczo w gruntach nienawodnionych, stosowana do ok. 15 m głębokości wykopu













*Tunel Blanka, ul. Hradcanska, Praga*



*Tunel Blanka, ul. Hradcanska, Praga*



*Tunel Blanka, ul. Hradcanska, Praga*





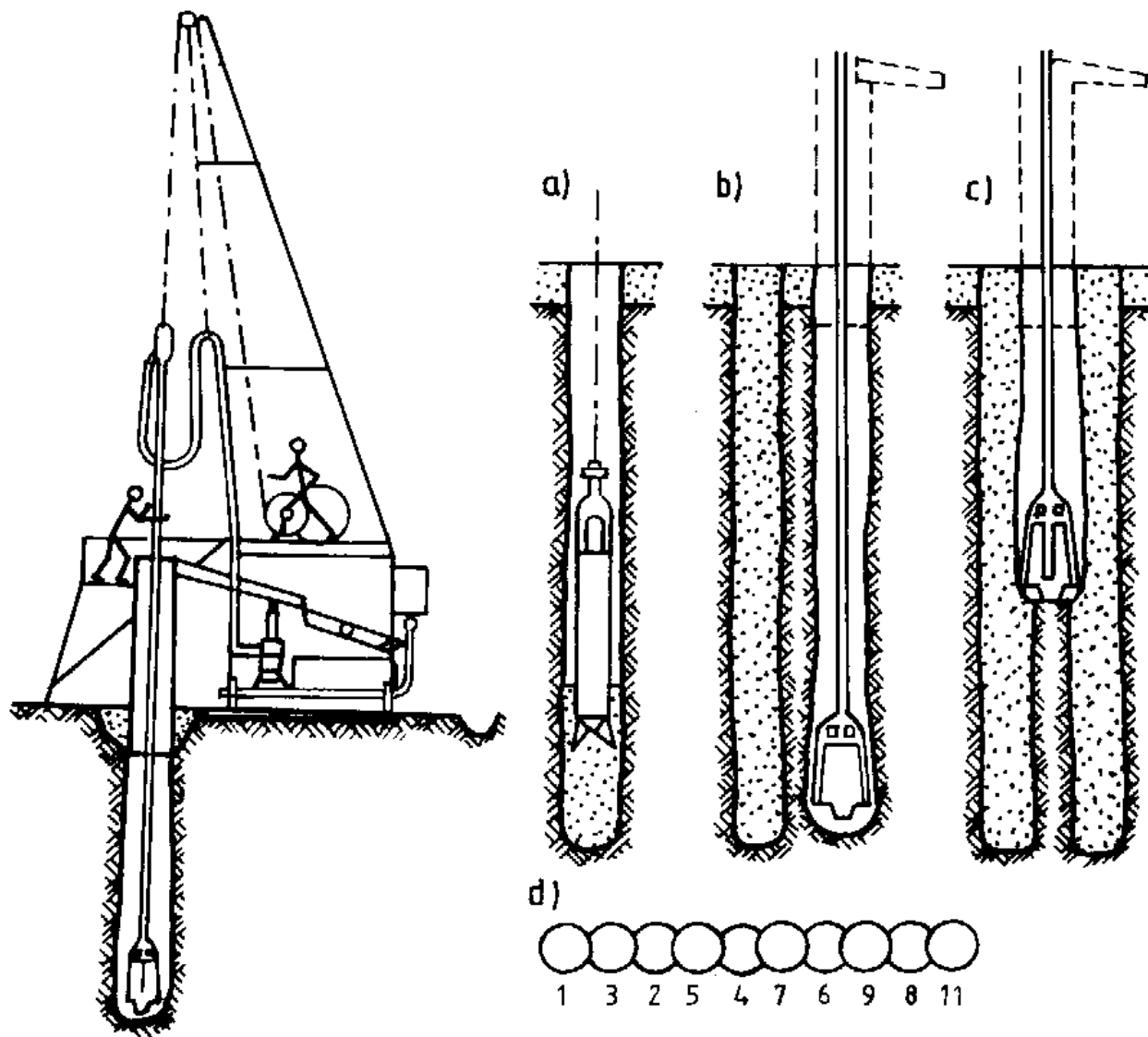
# Metoda berlińska

(budowa metra w Berlinie, początek XX w.)



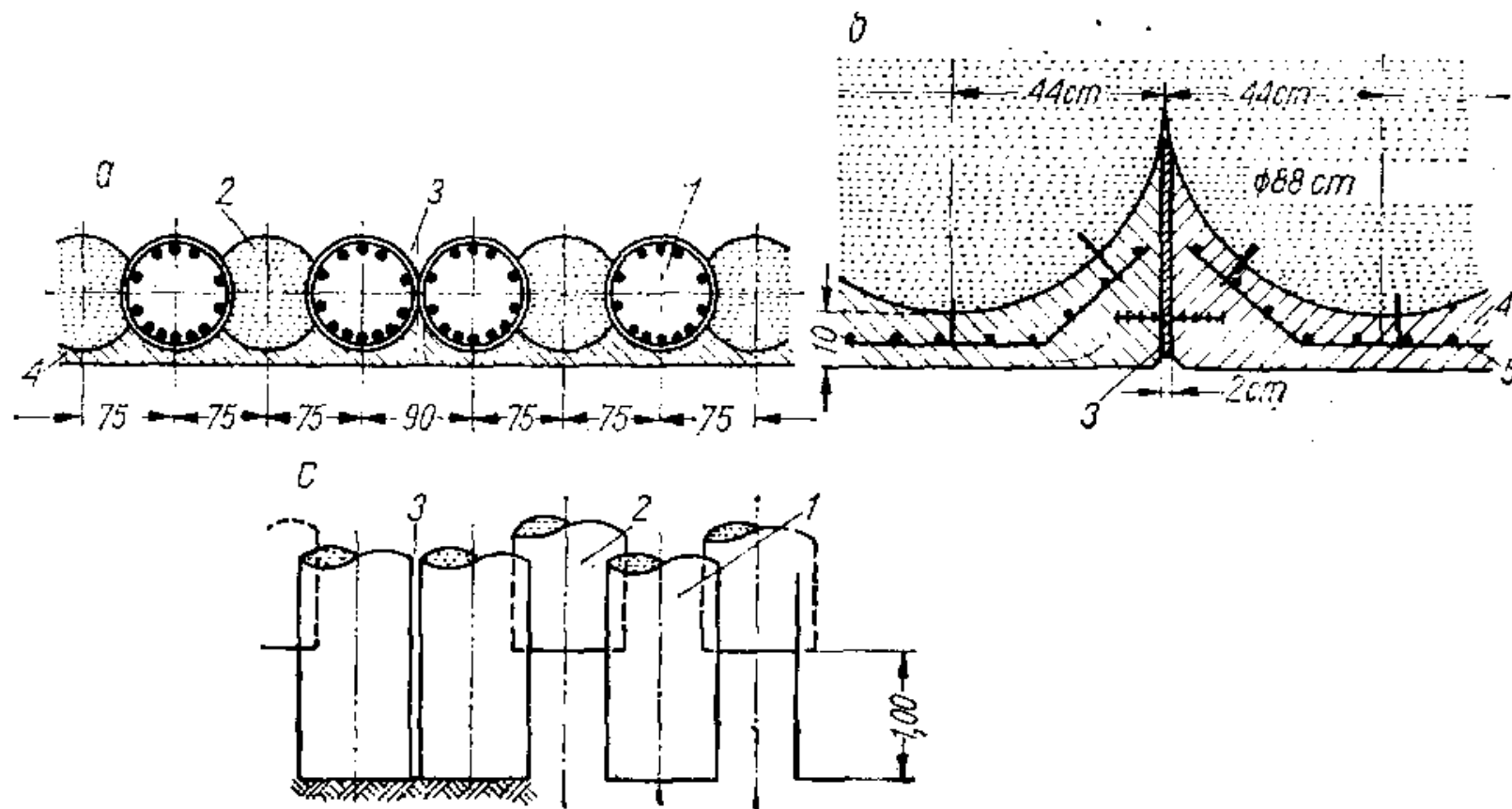
Budowa tunelu płytkiego metodą berlińską: 1 - wbicie dźwigarów obudowy i wykonanie tymczasowej jezdni, 2 - obniżenie poziomu wody gruntowej i wykonanie wykopu z obudową, 3 - wykonanie izolacji przeciwwodnej, 4-7 - betonowanie kolejnych partii korpusu tunelu, 8 - wykonanie izolacji stropu i zasypanie wykopu oraz odtworzenie nawierzchni ulicy

# ściany żelbetowe z pali wielkośrednicowych



Ścianka szczelna betonowana wg patentu ICOS -  
- veder: a) betonowanie pala, b) wiercenie otworu pa-  
la parzystego, c) wiercenie otworu pala nieparzystego,  
d) kolejność wykonywania pali

## ściany żelbetowe z pali wielkośrednicowych

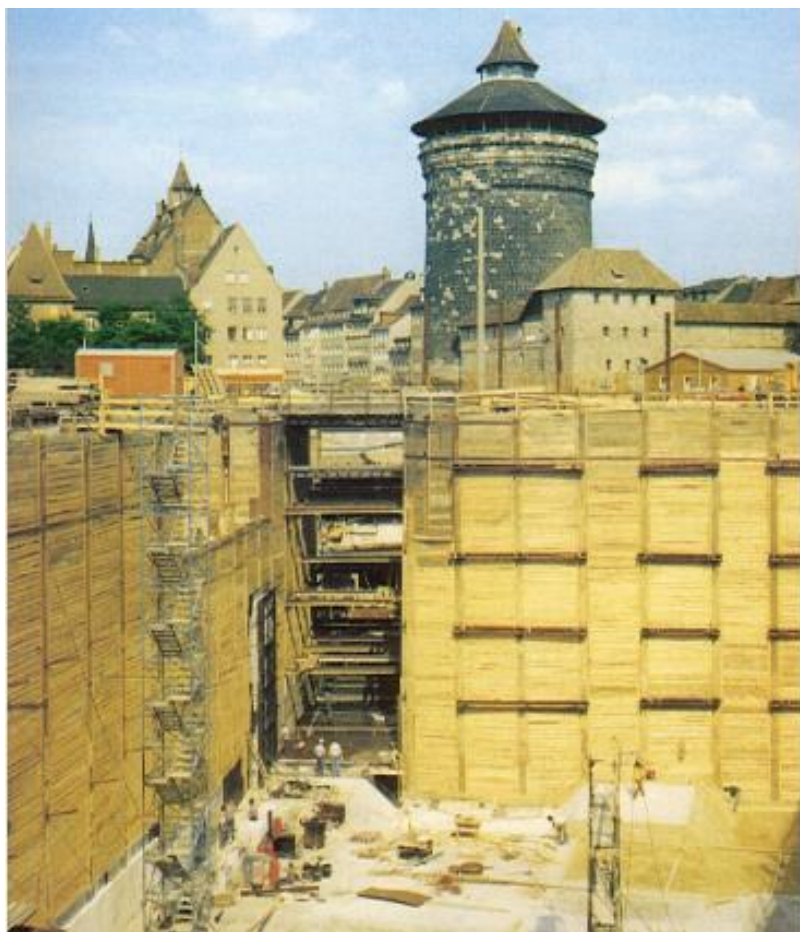


Szczegóły konstrukcyjne ściany z pali Benoto

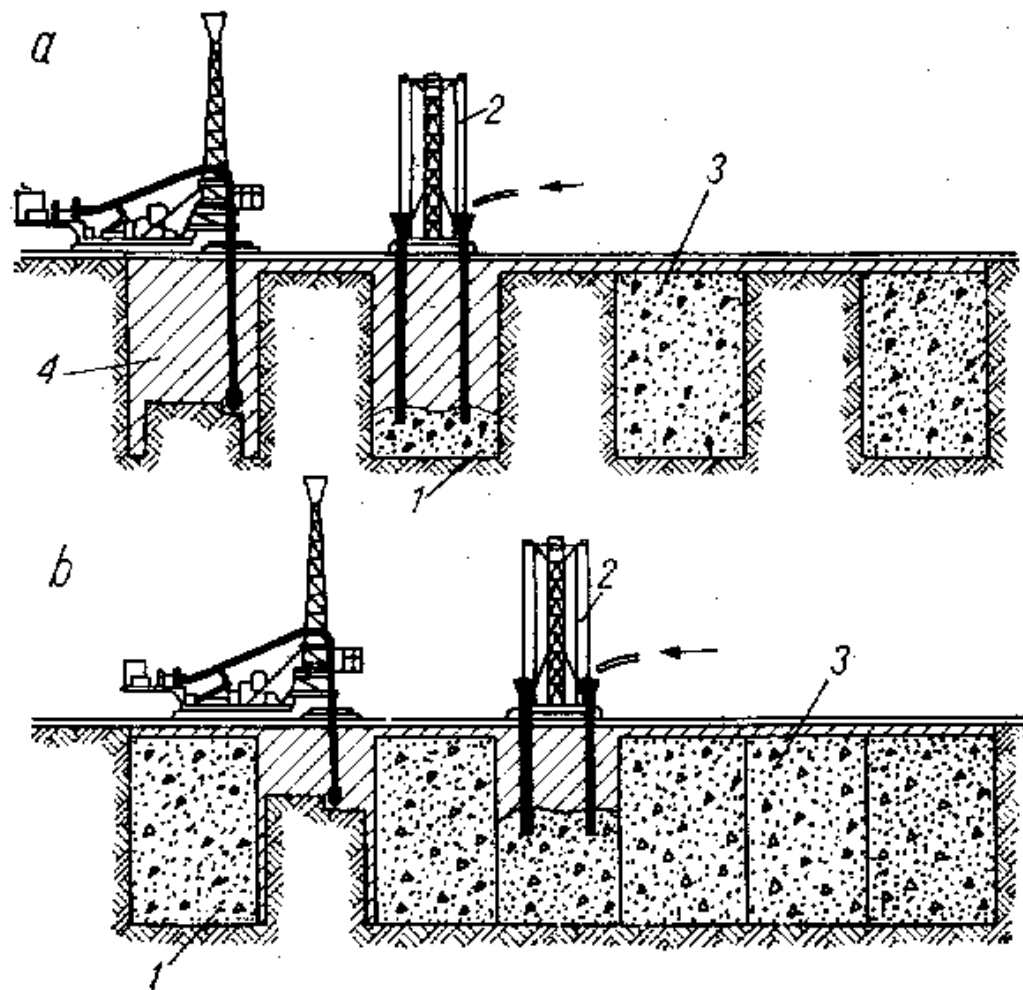
a — przekrój, b — osadzenie pali w gruncie, c — szczegół dylatacji; 1 — pal zbrojony, 2 — pal nie zbrojony, 3 — dylatacje, 4 — toronet, 5 — siatka zbrojenia





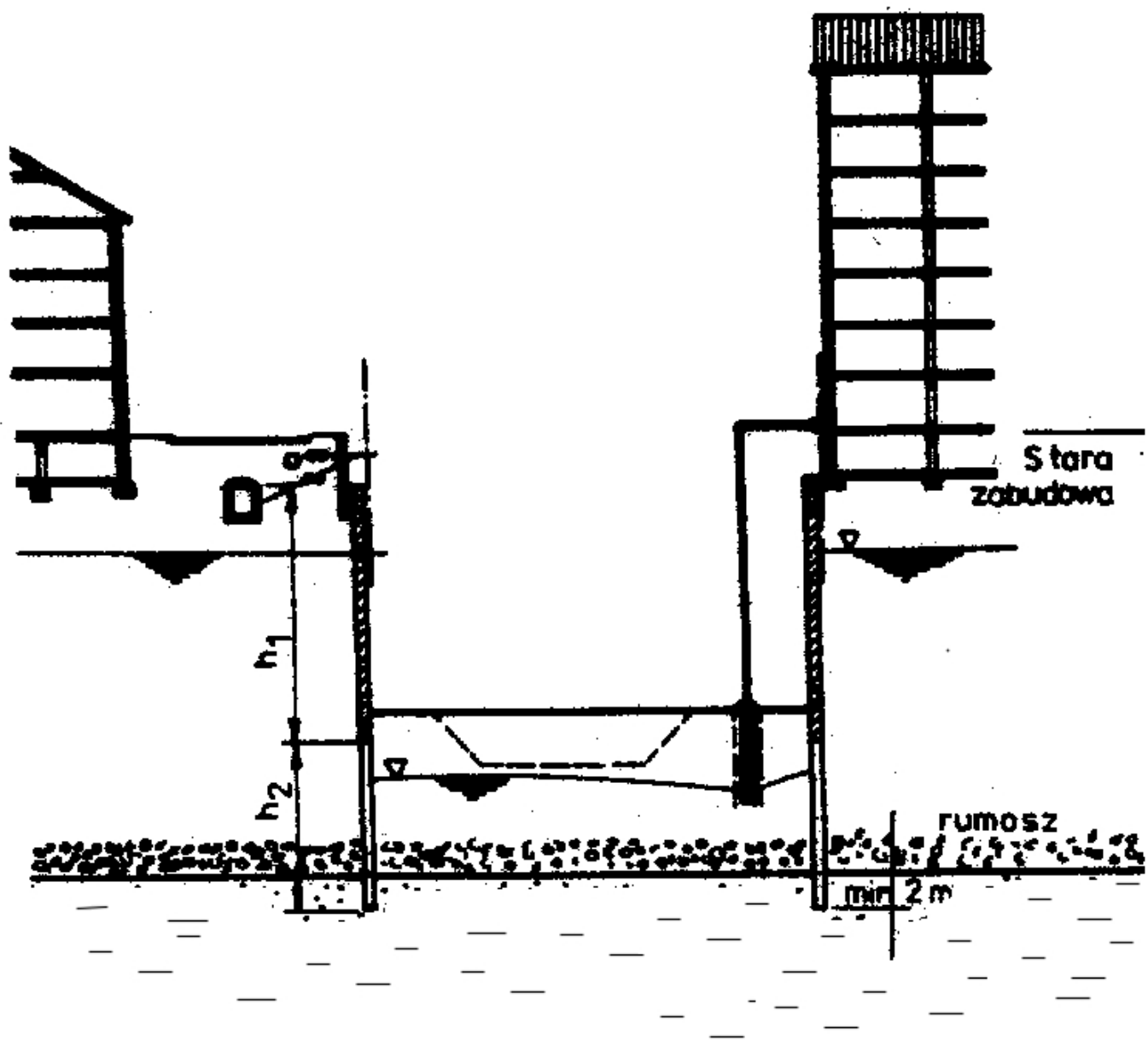


## Zabezpieczenie wykopu żelbetowymi ścianami szczelinowymi



Wykonanie ścianki betonowej metodą Solétanche

a — pierwsza faza robót, b — druga faza; 1 — głębokość wykopu, 2 — betonowanie, 3 — ułożony beton, 4 — zawieszona włóksotropowa









Budowa stacji Młociny, I linia metra w Warszawie, wykop otwarty,  
wykonawca PeBeKa S.A. Lubień, (zakończenia prac w 2008 r.)



Źródło: Maciej Kosmański, Robert Kozłowski, Budowa metra w Warszawie – doświadczenie Przedsiębiorstwa Budowy Kopalń PeBeKa S.A. w Lubinie,



Źródło: Maciej Kosmański, Robert Kozłowski, Budowa metra w Warszawie – doświadczenie Przedsiębiorstwa Budowy Kopalń PeBeKa S.A. w Lubinie,



Źródło: Maciej Kosmański, Robert Kozłowski, Budowa metra w Warszawie – doświadczenie Przedsiębiorstwa Budowy Kopalń PeBeKa S.A. w Lubinie,



Źródło: Maciej Kosmański, Robert Kozłowski, Budowa metra w Warszawie – doświadczenie Przedsiębiorstwa Budowy Kopalń PeBeKa S.A. w Lubinie,



Źródło: Maciej Kosmański, Robert Kozłowski, Budowa metra w Warszawie – doświadczenie Przedsiębiorstwa Budowy Kopalń PeBeKa S.A. w Lubinie,



Źródło: Maciej Kosmański, Robert Kozłowski, Budowa metra w Warszawie – doświadczenie Przedsiębiorstwa Budowy Kopalń PeBeKa S.A. w Lubinie,



Źródło: Maciej Kosmański, Robert Kozłowski, Budowa metra w Warszawie – doświadczenie Przedsiębiorstwa Budowy Kopalń PeBeKa S.A. w Lubinie,



Źródło: Maciej Kosmański, Robert Kozłowski, Budowa metra w Warszawie – doświadczenie Przedsiębiorstwa Budowy Kopalń PeBeKa S.A. w Lubinie,

# Przedsiębiorstwo Budowy Kopalń PeBeKa S.A. w Lubinie

## Stacja MŁOCINY



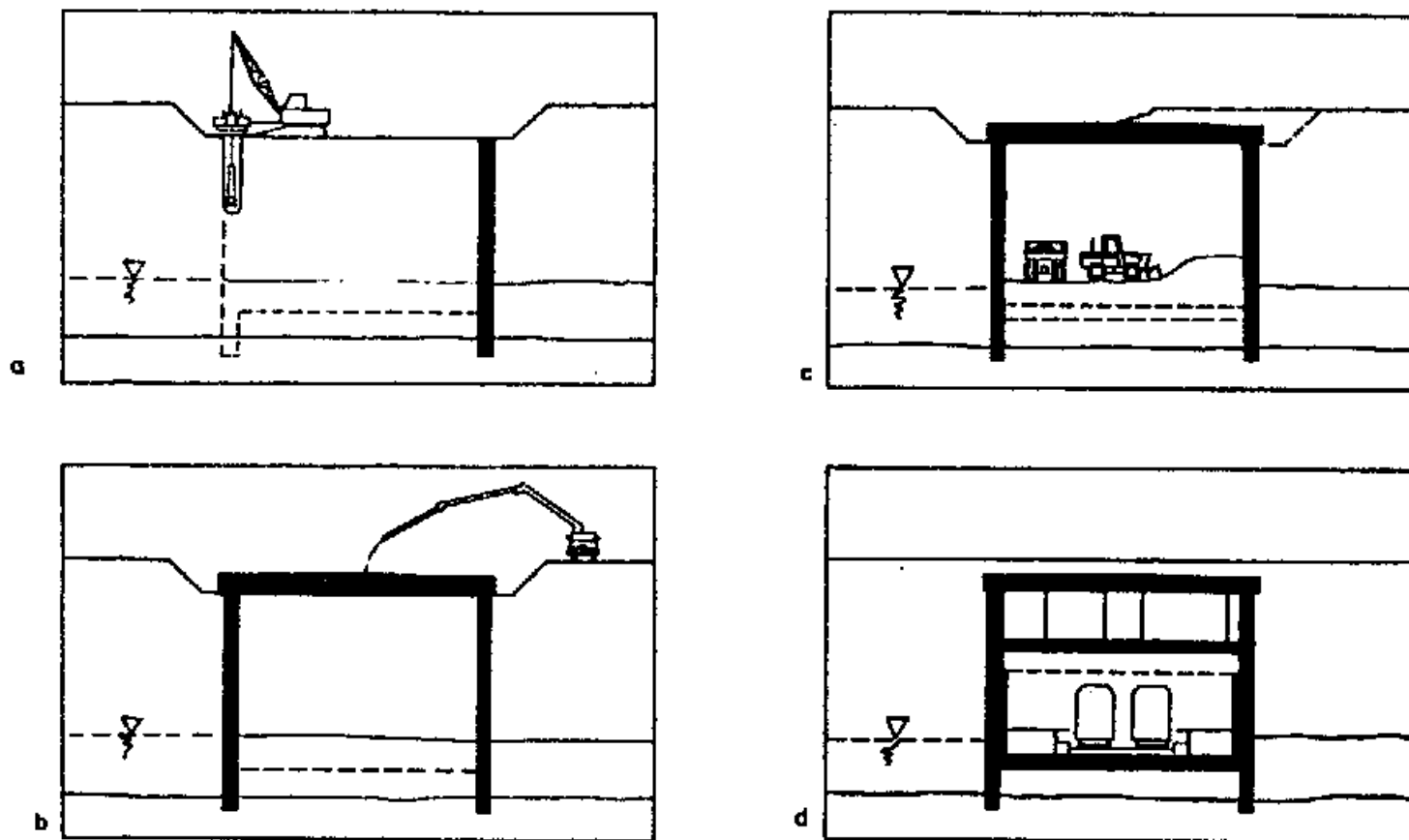
Źródło: Maciej Kosmański, Robert Kozłowski, Budowa metra w Warszawie – doświadczenie Przedsiębiorstwa Budowy Kopalń PeBeKa S.A. w Lubinie,



Źródło: Maciej Kosmański, Robert Kozłowski, Budowa metra w Warszawie – doświadczenie Przedsiębiorstwa Budowy Kopalń PeBeKa S.A. w Lubinie,

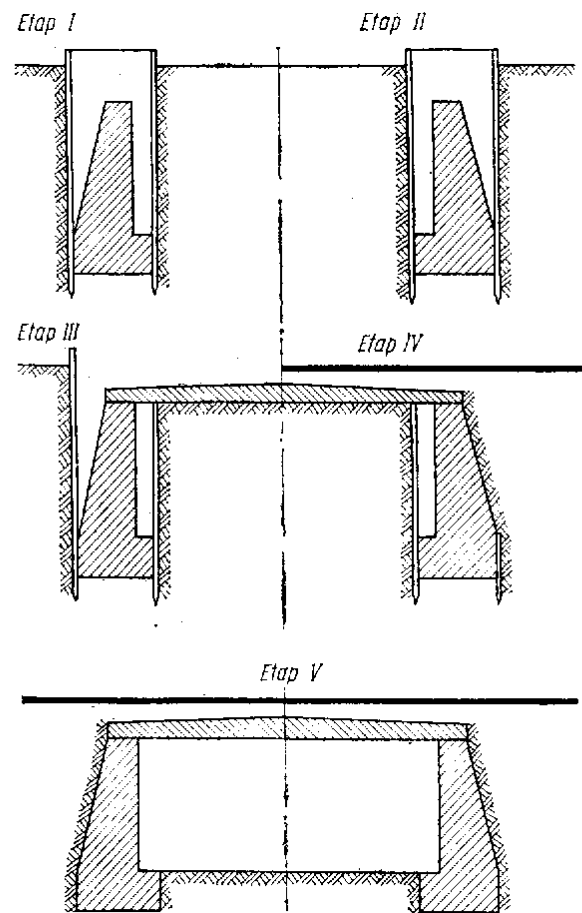
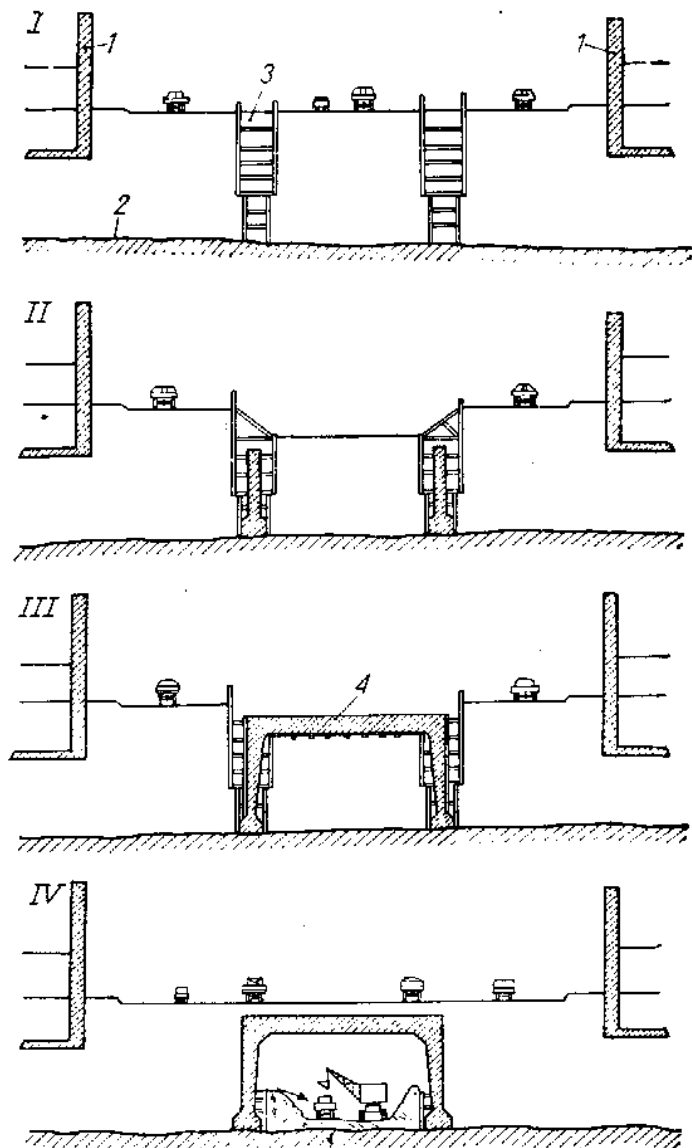
## Metoda półokrędkowa (stropowa, medialańska)

skrócenie czasu występowania otwartych wykopów



Schemat półokrędkowej metody wykonywania tuneli: a/ formowanie ścian szczelinowych, b/ wylewanie płyty stropowej /na gruncie/, c/ urobek gruntu, d/ wyposażenie wnętrza tunelu /po odtworzeniu użytkowej funkcji terenu/

## Odmiany metody stropowej wynikające ze sposobu betonowania ścian



Roboty ziemne przy betonowaniu podpór w ściankach szczelnych

Wykonawstwo żelbetowego tunelu ramowego na gruncie skalistym w Sztokholmie  
 1 — budynki, 2 — grunt nośny (skała), 3 — wykop wąskoprzestrzenny, 4 — konstrukcja żelbetowa; I do IV — etapy wykonawstwa



Praga, tunel Blanka, ul. Hradcanska

























*Stacja pł Wilsona, metro w Warszawie, 2003*



*marzec 2004*



*marzec 2004*



Pierwsze prace spychacza pod stropem stacji C12 - AGP Metro Polska S.C.

metoda półstropowa



ściany szczelinowe obudowy wykopu podparte stropami kondygnacji podziemnych

