

ČVUT V PRAZE
FAKULTA STAVEBNÍ
Katedra geotechniky (K135)



PAŽÍCÍ KONSTRUKCE

VŠEOBECNÝ ÚVOD K PAŽÍCÍM KONSTRUKCÍM

PŘEDMĚT: Geotechnika (135GET)

Tento studijní materiál vznikl za podpory:



Rozvojové projekty MŠMT
Rozvojové projekty mladých týmů – RPMT 2016

MŠMT
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

Program

- I. **Pažící konstrukce - úvod**
- II. Motivace
- III. Technologie podzemních stěn
- IV. Příklady využití podzemních stěn
- V. Zadání úlohy
- VI. Vytvoření geometrie a definování materiálů
- VII. Vytvoření sítě
- VIII. Definování jednotlivých fází výpočtu
- IX. Výpočet
- X. Výsledky
- XI. Návrh a posouzení vyztužení podzemní stěny
- XII. Pažící konstrukce - závěr

PAŽÍCÍ KONSTRUKCE

I. Pažící konstrukce - cíle

- Hlavní cíle jsou následující:
 - umět se rozhodnout zda navrhnout stavební jámu svahovanou nebo zapaženou
 - připomenout si, jaké jsou nejběžnější typy pažících konstrukcí
 - pokud se rozhodneme např. pro monolitickou podzemní stěnu, měli bychom být schopní vytvořit **Realizační dokumentaci stavby (RDS)**:
 - napsat technickou zprávu
(postup výstavby, specifikace, materiály, normy, zdroje, odkazy...)
 - provést statický výpočet pažící konstrukce a souvisejících prvků
zajištění stability stavební jámy
 - navrhnout potřebnou výztuž podzemní stěny
 - posoudit navržený způsob
podepření pažící konstrukce (kotvy, rozpěry)
 - nakreslit všechny potřebné výkresy:
 - situace
 - řezy ve význačných místech
 - detaily kotvení/rozepření...
 - provést výkaz materiálu/výměr

*Co jste z toho
všeho schopni
dát nyní
dohromady?*

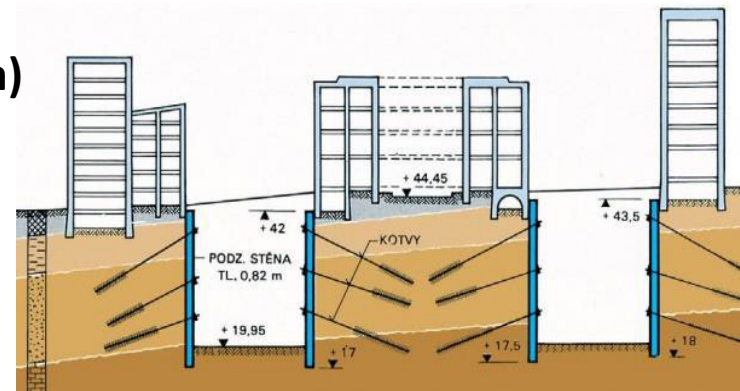
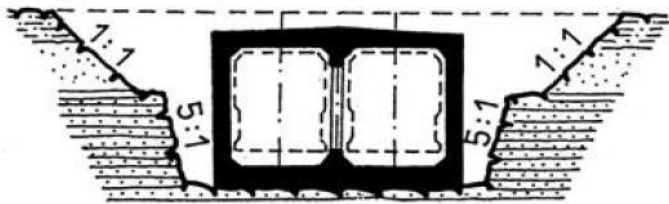


Obr. 1.: Ilustrativní obrázek

PAŽÍCÍ KONSTRUKCE

I. Pažící konstrukce - obecně

- Pro výstavbu podzemních staveb prováděných z povrchu, portálových úseků tunelů, suterénů pozemních staveb a dalších
 - nutné zajištění stability stěn stavební jámy
 - svahováním
 - **pažící konstrukcí (roubením)**



Výhody a nevýhody?

Obr. 2.: Svahovaná (vlevo) a pažená (vpravo) stavební jáma

PAŽÍCÍ KONSTRUKCE

I. Pažící konstrukce - obecně

- Existuje velké množství různých typů pažení:
 - záporové stěny (berlínské)
 - štětové stěny (hamburské)
 - pilotové stěny (mikropilotové)
 - mikrozáporové stěny (janovské)
 - stěny z tryskové injektáže
 - podzemní (milánské) stěny
 - speciální stěny



Obr. 3.: Záporové stěny

PAŽÍCÍ KONSTRUKCE

I. Pažící konstrukce - obecně

- Existuje velké množství různých typů pažení:
 - záporové stěny (berlínské)
 - **štetové stěny (hamburské)**
 - pilotové stěny (mikropilotové)
 - mikrozáporové stěny (janovské)
 - stěny z tryskové injektáže
 - podzemní (milánské) stěny
 - speciální stěny



Obr. 4.: Štetovnicové stěny

PAŽÍCÍ KONSTRUKCE

I. Pažící konstrukce - obecně

- Existuje velké množství různých typů pažení:
 - záporové stěny (berlínské)
 - štětové stěny (hamburské)
 - **pilotové stěny (mikropilotové)**
 - mikrozáporové stěny (janovské)
 - stěny z tryskové injektáže
 - podzemní (milánské) stěny
 - speciální stěny



Obr. 5.: Pilotové stěny

PAŽÍCÍ KONSTRUKCE

I. Pažící konstrukce - obecně

- Existuje velké množství různých typů pažení:
 - záporové stěny (berlínské)
 - štětové stěny (hamburské)
 - pilotové stěny (mikropilotové)
 - **mikrozáporové stěny (janovské)**
 - stěny z tryskové injektáže
 - podzemní (milánské) stěny
 - speciální stěny



Obr. 6.: Mikrozáporové stěny

PAŽÍCÍ KONSTRUKCE

I. Pažící konstrukce - obecně

- Existuje velké množství různých typů pažení:
 - záporové stěny (berlínské)
 - štětové stěny (hamburské)
 - pilotové stěny (mikropilotové)
 - mikrozáporové stěny (janovské)
 - **stěny z tryskové injektáže**
 - podzemní (milánské) stěny
 - speciální stěny



Obr. 7.: Stěny z tryskové injektáže

PAŽÍCÍ KONSTRUKCE

I. Pažící konstrukce - obecně

- Existuje velké množství různých typů pažení:
 - záporové stěny (berlínské)
 - štetové stěny (hamburské)
 - pilotové stěny (mikropilotové)
 - mikrozáporové stěny (janovské)
 - stěny z tryskové injektáže
 - **podzemní (milánské) stěny**
 - speciální stěny



Obr. 8.: Podzemní stěny

Program

- I. Pažící konstrukce - úvod
- II. Motivace**
- III. Technologie podzemních stěn
- IV. Příklady využití podzemních stěn
- V. Zadání úlohy
- VI. Vytvoření geometrie a definování materiálů
- VII. Vytvoření sítě
- VIII. Definování jednotlivých fází výpočtu
- IX. Výpočet
- X. Výsledky
- XI. Návrh a posouzení vyztužení podzemní stěny
- XII. Pažící konstrukce - závěr

PAŽÍCÍ KONSTRUKCE

II. Motivace

- Úkolem je návrh zajištění stability stavební jámy pro zbudování úseku tunelu podzemní dráhy v blízkosti stanice metra metodou CUT & COVER. Konvenční ražba zde nepřipadá v úvahu (velice nízké nadloží). Požadavky na stanici v co nejmenší hloubce (lepší přístup). Doprava může být odkloněna.



Obr. 9.: Motivační obrázek

- v blízkosti není kapacitní deponie
- dovoleny minimální zábory pozemků
→ **pažící konstrukce**
(nedaleko tunelu zástavba založená hlubině na skalním podloží → nebude ovlivňovat pažící konstrukci)
- problémy s přítokem podzemní vody
- nesoudržné nekvalitní tlačivé propustné materiály
→ technologie **podzemní stěny**
- nejsou požadavky na povrchovou úpravu
→ **monolitická** podz. stěna

Program

- I. Pažící konstrukce - úvod
- II. Motivace
- III. Technologie podzemních stěn**
- IV. Příklady využití podzemních stěn
- V. Zadání úlohy
- VI. Vytvoření geometrie a definování materiálů
- VII. Vytvoření sítě
- VIII. Definování jednotlivých fází výpočtu
- IX. Výpočet
- X. Výsledky
- XI. Návrh a posouzení vyztužení podzemní stěny
- XII. Pažící konstrukce - závěr

PAŽÍCÍ KONSTRUKCE

III. Technologie podzemních stěn

- Podzemní stěny lze rozdělit:
 - podle technologie provádění: **monolitické**, prefabrikované (viz obrázky), kombinované
 - podle použitého materiálu: **železobeton**, prostý beton, jílocementové (+příspěvky a příměsi)
 - podle funkce: **pažící**, konstrukční, těsnící, kombinace předchozích

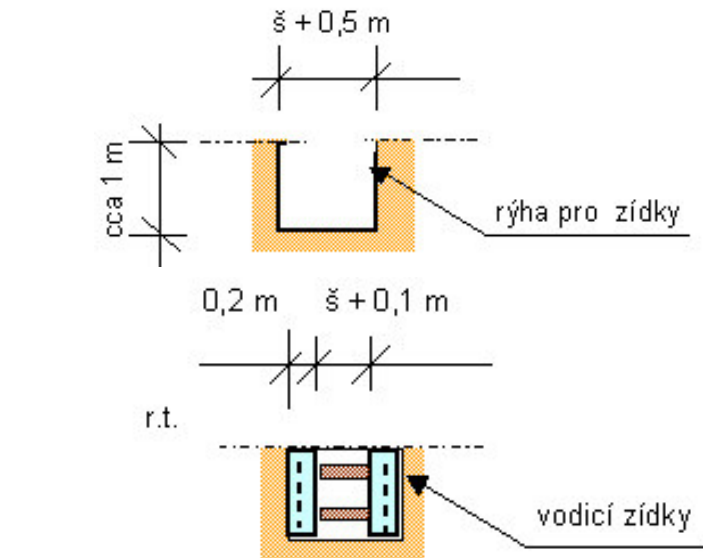


Obr. 10.: Prefabrikovaná podzemní stěna

PAŽÍCÍ KONSTRUKCE

III. Technologie podzemních stěn

- Postup výstavby:
 1. zpevnění plochy a výroba vodících zídek (prostorové vedení stěny, stabilizace horní část rýhy, vedení rozpojovacího zařízení, vytváření zásobního prostoru pro pažící suspenzi při zahájení těžby)



Obr. 11.: Vodící zídky

PAŽÍCÍ KONSTRUKCE

III. Technologie podzemních stěn

- Postup výstavby:
 2. postupné odtěžení lamel rýhy drapákem, frézou (hydrofrézou)
 - lamely kolem 7,0 m šířky
 - hloubka 30,0 m i více
 - tloušťka stěny 0,3 – 1,0 (3,0) m

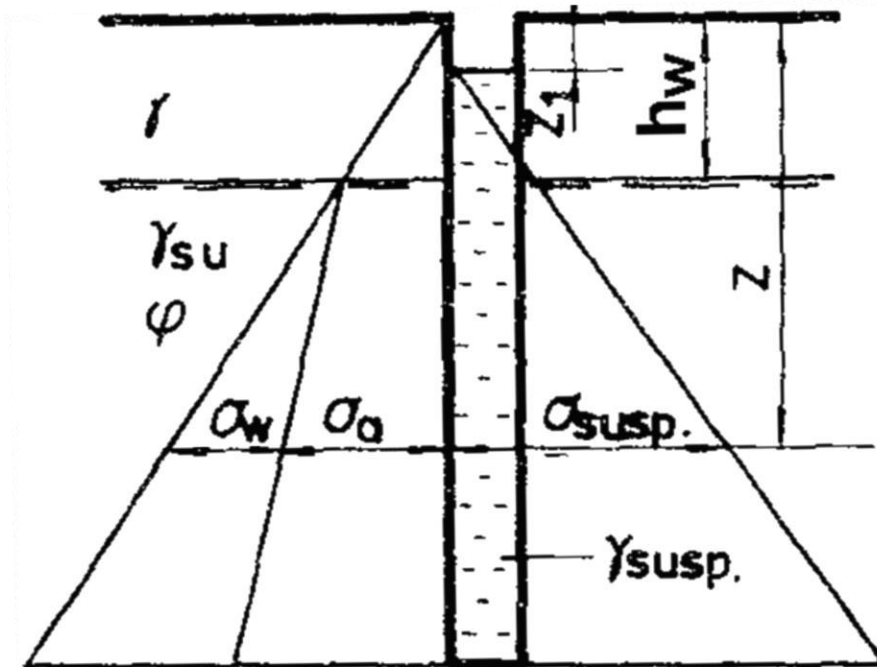


Obr. 12.: Těžba rýhy drapákem (vlevo) a frézou (vpravo)

PAŽÍCÍ KONSTRUKCE

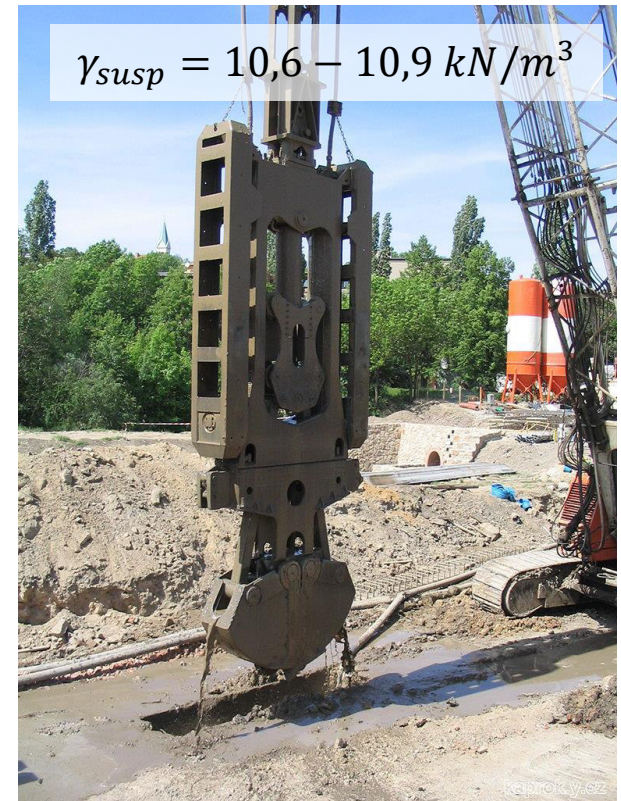
III. Technologie podzemních stěn

- Postup výstavby:
zajištění stability bentonitovou suspenzí (hydraulické pažení rýhy, kolmatace)
→ hloubka až v desítkách metrů



$$\sigma_w + \sigma_a \leq \sigma_{susp}$$

$$\gamma_w \cdot (z - h_w) + K_a \cdot [\gamma \cdot h_w + \gamma_{su} \cdot (z - h_w)] \leq \gamma_{susp} \cdot (z - z_1)$$



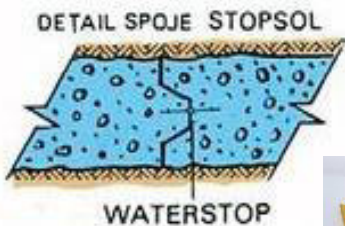
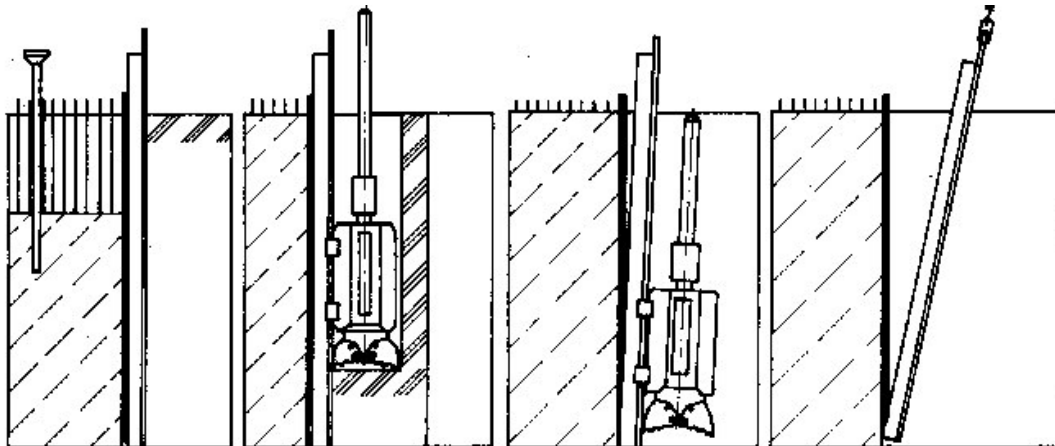
Obr. 13.: Posouzení stability stěny rýhy

PAŽÍCÍ KONSTRUKCE

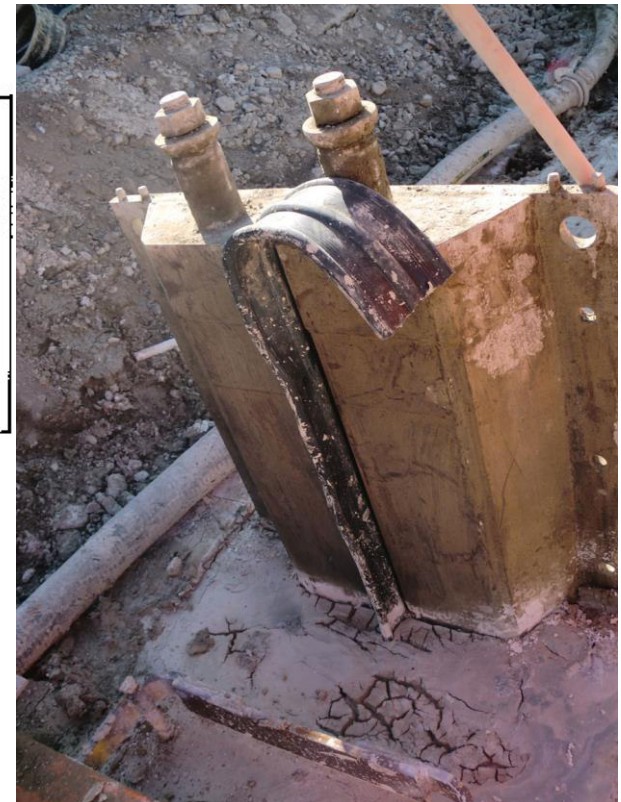
III. Technologie podzemních stěn

- Postup výstavby:

3. vložení ocelových pažnic s těsnícími vložkami – „waterstop“ (je-li třeba)
→ pracovní spáry betonáže → ocelové pažnice se vytáhnou



Zámkový spoj



Obr. 14.: Izolace pracovních spár

PAŽÍCÍ KONSTRUKCE

III. Technologie podzemních stěn

- Postup výstavby:
 1. vrtání rýhy
 2. vyplnění rýhy bentonitovou suspenzí
 3. vložení stěnové formy
 - 4. vložení armokoše výztuže do rýhy vyplněné bentonitovou suspenzí**



Obr. 15.: Vložení armokoše

PAŽÍCÍ KONSTRUKCE

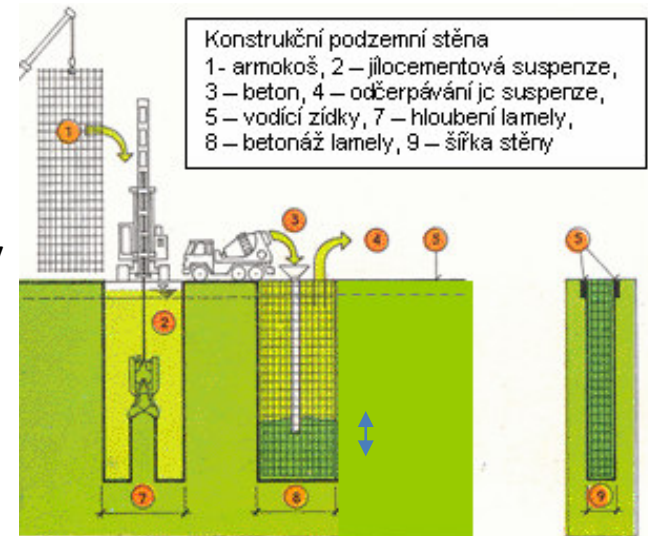
III. Technologie podzemních stěn

- Postup výstavby:

5. betonáž pomocí kolon betonářských rour s násypkou

→ najednou, co nejrychleji

- obvykle ze dvou kolon na koncích lamely
- betonová směs vytlačuje pažící suspenzi (ta je odčerpávána a čištěna)
- nutné dostatečné zasunutí konce kolony do čerstvého betonu (alespoň 0,5 m)
- speciální betony → nevibrují se



Obr. 16.: Betonáž podzemní stěny

PAŽÍCÍ KONSTRUKCE

III. Technologie podzemních stěn

- Postup výstavby:

6. po zatvrdnutí podzemních stěn je lze postupně odkopávat, zakotvit po jednotlivých kotevních úrovních a na konec provést povrchové úpravy (frézování, stříkaný beton)

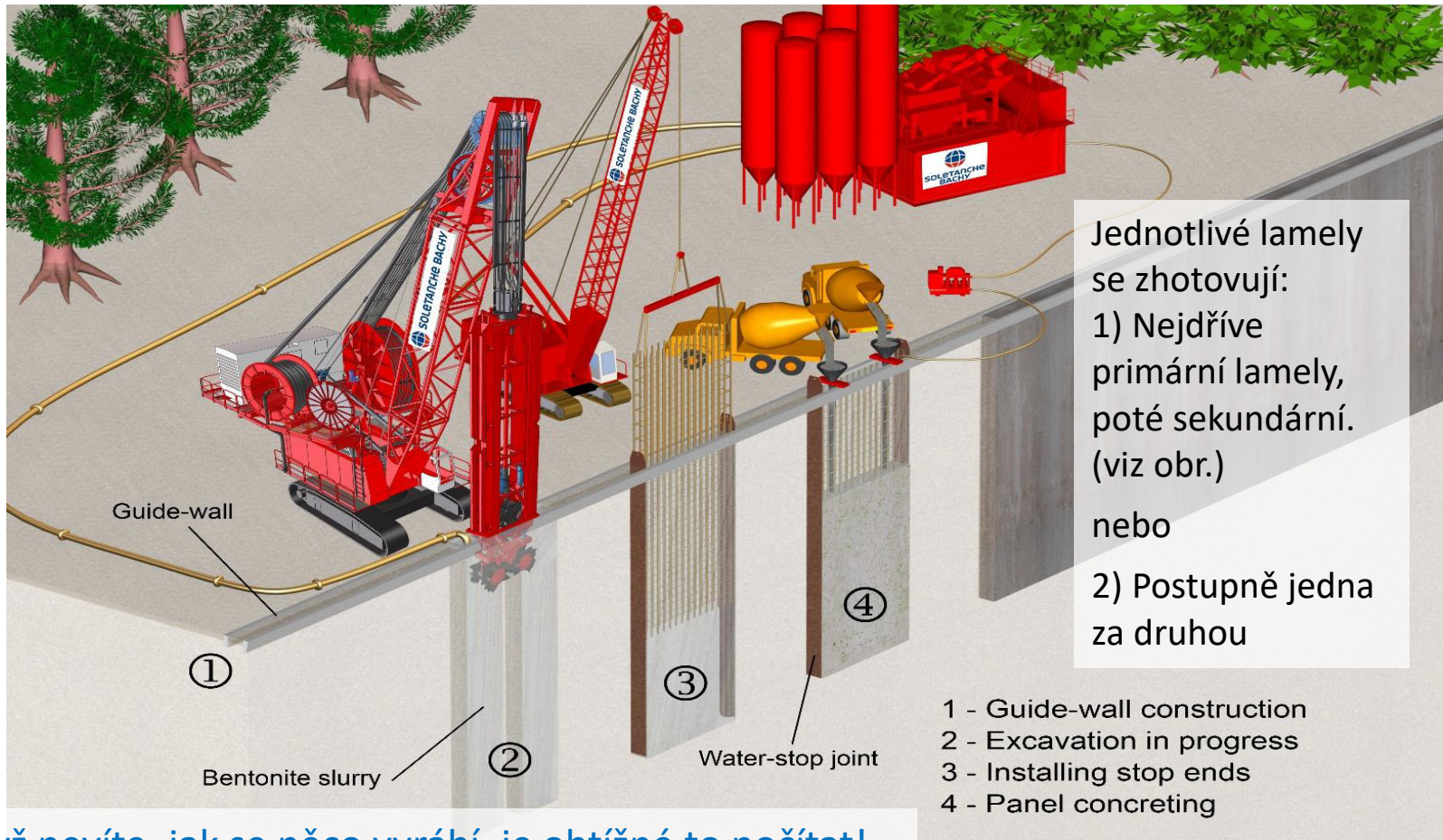


Obr. 17.: Provedení úpravy povrchu monolitické podzemní stěny

PAŽÍCÍ KONSTRUKCE

III. Technologie podzemních stěn

- Postup výstavby – shrnutí



Když nevíte, jak se něco vyrábí, je obtížné to počítat!

Obr. 18.: Celkový postup výstavby

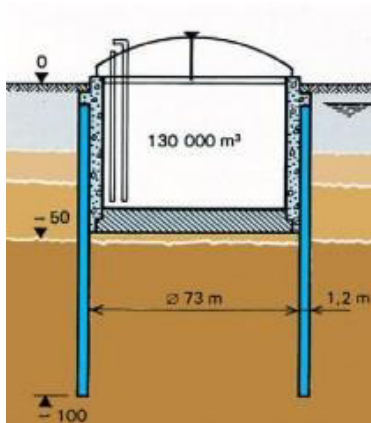
Program

- I. Pažící konstrukce - úvod
- II. Motivace
- III. Technologie podzemních stěn
- IV. Příklady využití podzemních stěn**
- V. Zadání úlohy
- VI. Vytvoření geometrie a definování materiálů
- VII. Vytvoření sítě
- VIII. Definování jednotlivých fází výpočtu
- IX. Výpočet
- X. Výsledky
- XI. Návrh a posouzení vyztužení podzemní stěny
- XII. Pažící konstrukce - závěr

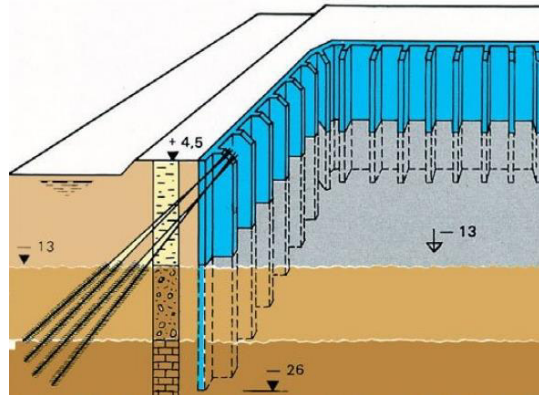
PAŽÍCÍ KONSTRUKCE

IV. Příklady využití podzemních stěn

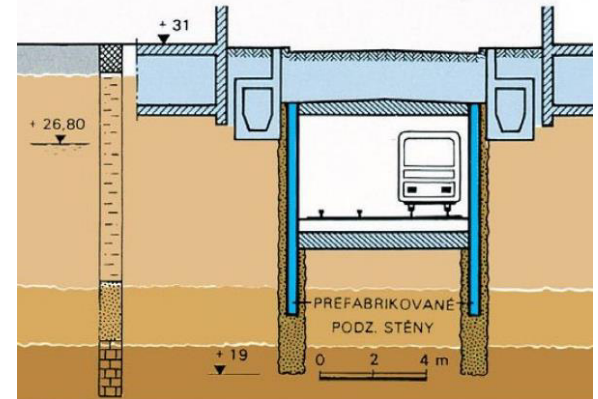
Podzemní stěny součástí konstrukce tunelu ano nebo ne?



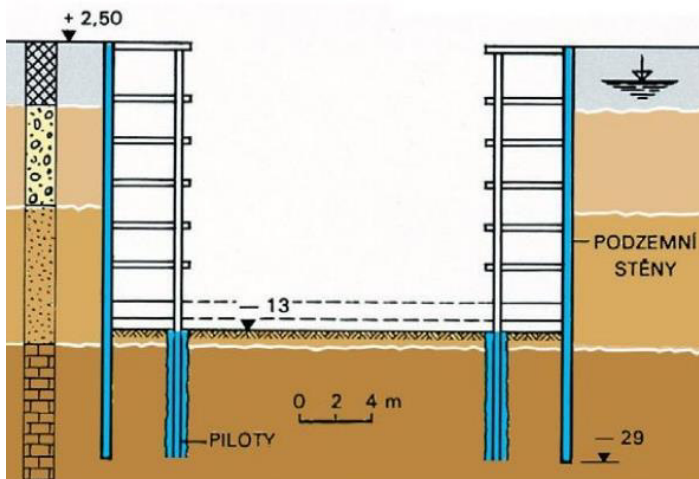
Podzemní zásobníky



Pažení velkých stavebních jam



Hloubené tunely COVER & CUT



Suterénní konstrukce



Obr. 19.: Podzemní stěny pažící a konstrukční