

---

# Mechanika zemin II

## 7 – Piloty

1. Definice
2. Únosnost
3. Parametry

Pilota = nejrozšířenější prvek hlubinného zakládání

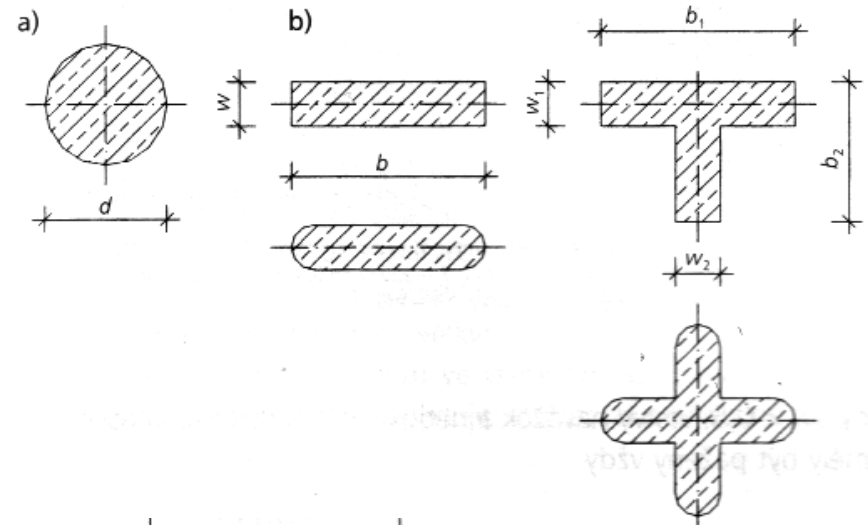
Tvar sloupu

Příčný průřez

nejčastěji kruh či čtverec (a)

může ale být členitý (b)

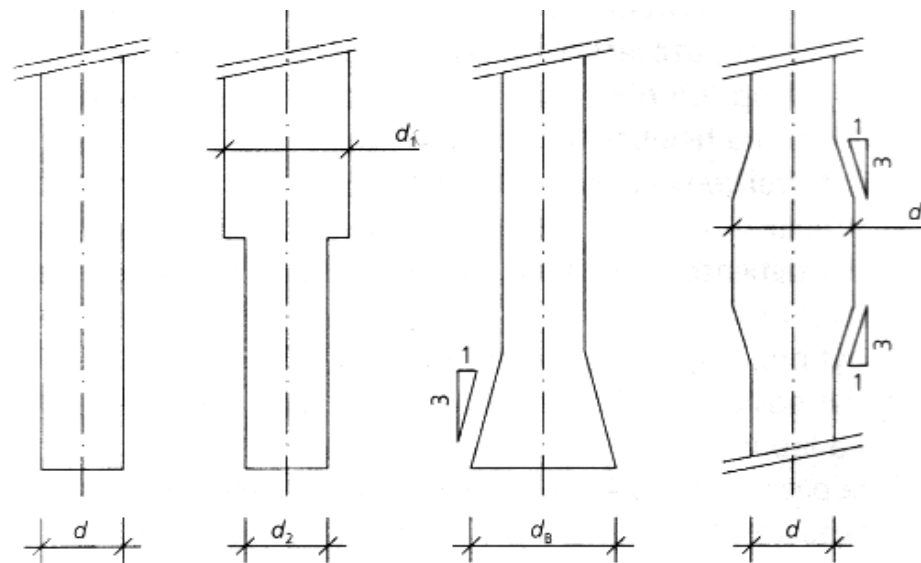
(ze segmentů podzemních stěn)



Podélný profil – tvar dřívku

Pata piloty

Plášť piloty



[1]

## Typy pilot

maloprofilová: do 60 cm                      ((10) 30 cm < D < 60 cm)

velkoprofilová: přes 60 cm                      (60 cm < D < cca 300 cm)

## „Displacement“ vs „Non-displacement pile“

### „Displacement pile“

zemina z prostoru piloty není před instalací odstraněna – během instalace je vytlačena pod patu a vedle pláště piloty

vhodný český překlad není; = „ražené“ (= zarážené = vháněné) piloty

„displacement“ piloty mohou být nejen prefabrikované, ale i na místě betonované (např. „Franki“ piloty - )

### „Non-displacement pile“

zemina je z prostoru budoucí piloty před instalací piloty odstraněna

např. všechny „vrtané“ piloty, tj. zhotovené do vrtu (ale „šroubová p.“ = „screw pile“ - ocelová trouba se závitem není „vrtaná“, ale „displacement“)

nejčastěji na místě betonované (ale i do vrtu se vkládají prefabrikované)

„Non-displacement“/“displacement“ → určuje vlastnosti zeminy v okolí piloty po instalaci

# Definice

## Typy pilot

osamělá pilota

skupina

podle funkce – přenosu zatížení:

opřená

plovoucí

vetknutá

podle geometrie:

svislá

šikmá

vodorovná

podle namáhání:

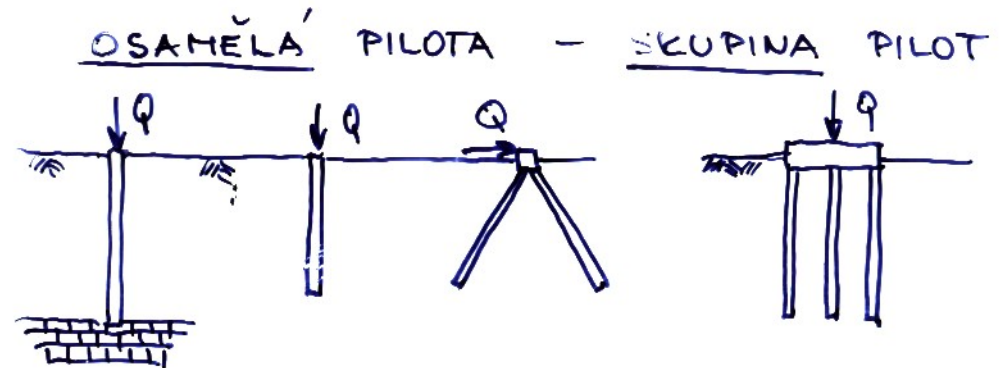
tlačené (u pilot se neposuzuje namáhání na vzpěr; uváží se pouze v případě opřené piloty a velmi měkké zeminy okolo dříku)

tažené

příčně zatížené (ohyb)

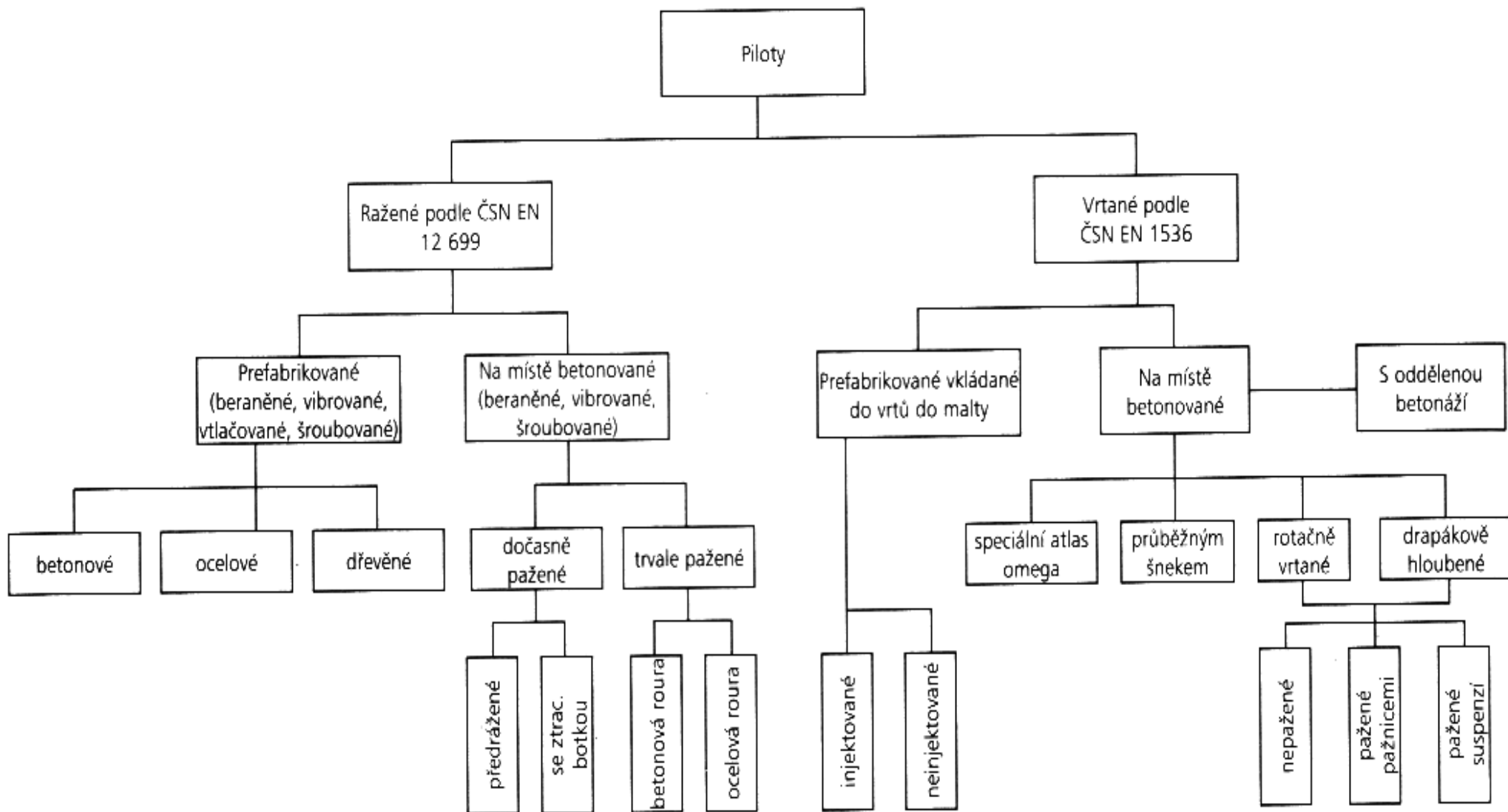
podle materiálu:

dřevěné, ocelové, betonové



# Definice

## Typy pilot podlé ČSN



[1]

## Mikropiloty

štíhlé piloty, průměr od 100 mm

délka nerozhoduje

někdy v zahraniční literatuře dělení na mikropiloty – do 150 mm a minipiloty (150-300 mm)

Po zhotovení se vrt vyplní cementovou zálivkou nebo maltou

a osadí se výztuž:

trubka

armokoš

V dolní části vždy injektáž (cementovou suspenzí)

dřík = část nad kořenem, bez injektáže

kořen = injektovaná dolní část

pokud je výztuží výztužná trubka → perforována pro injektáž

pokud výztuží armokoš → manžetová trubka z PVC

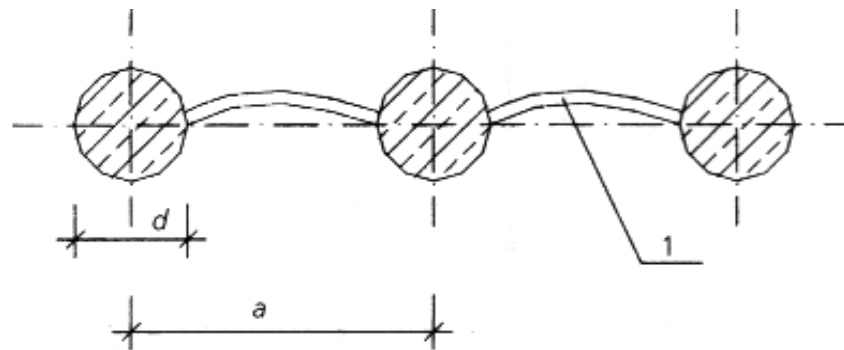
obturator

Mikropiloty drahé (vzhledem k přenesenému zatížení)

## Pilotové stěny

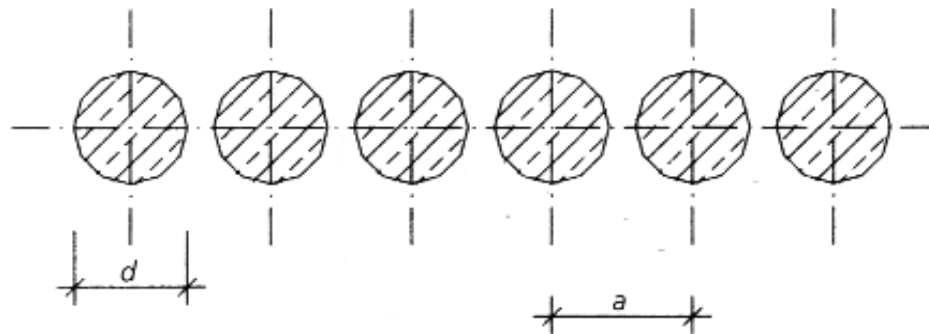
z volně stojících pilot

( $a > d$ )



z tangenciálních

( $a \approx d$ )

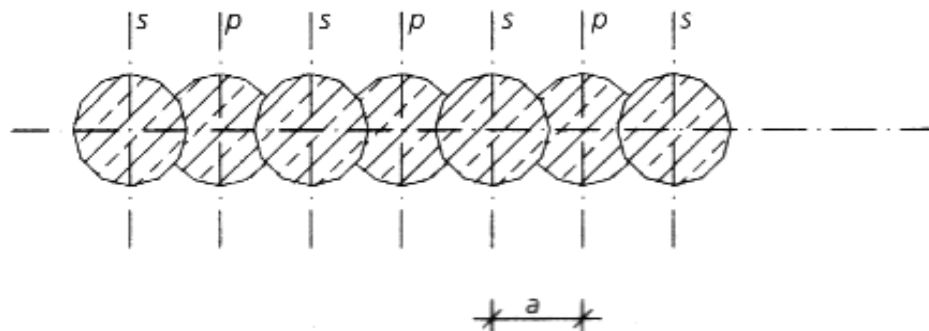


převrtávaná stěna

( $a < d$ )

p – primární pilota

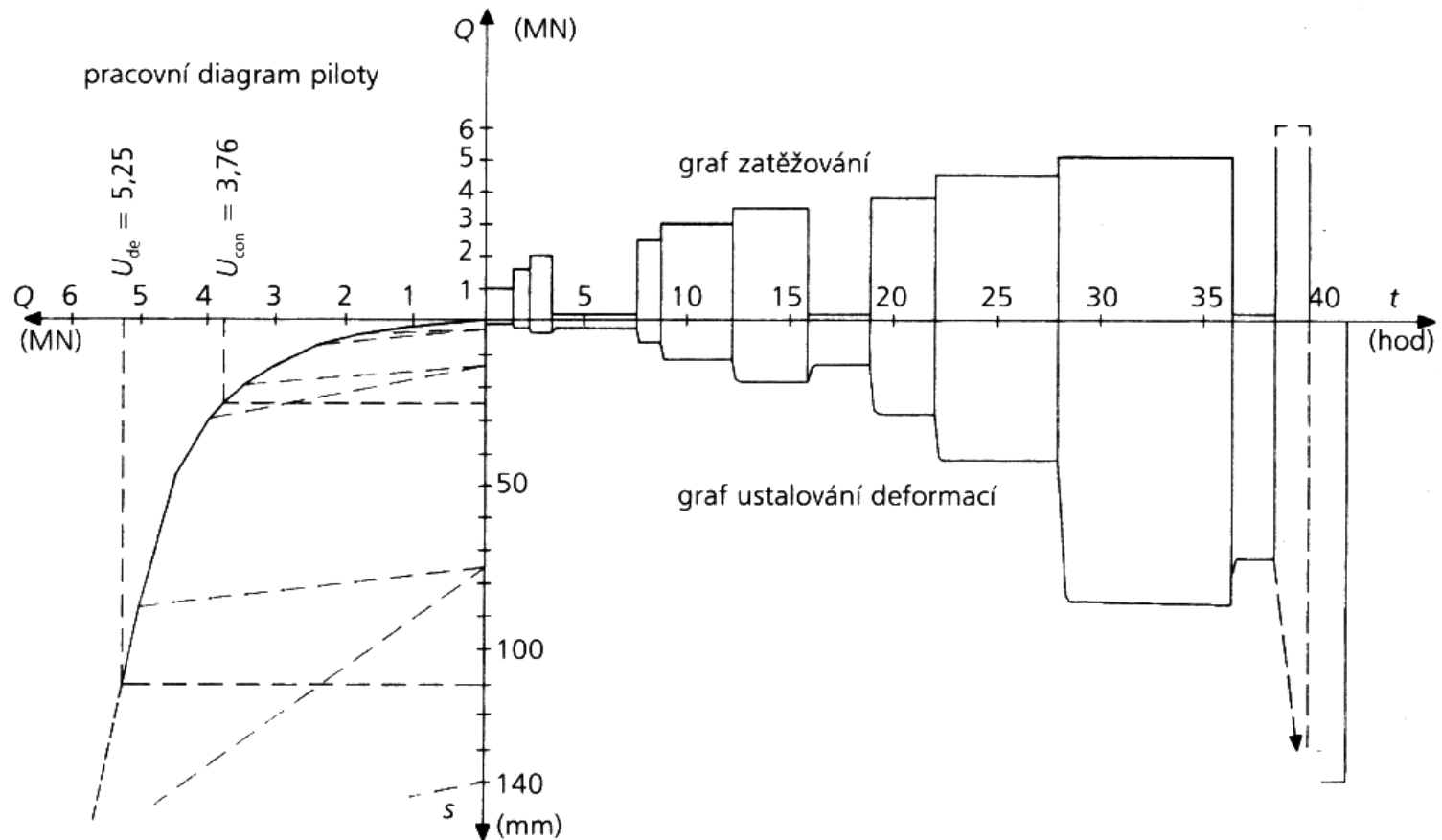
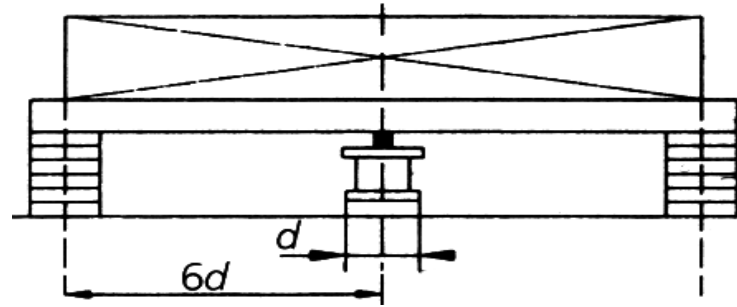
s – sekundární pilota



[1]

# Definice

## Statická zatěžovací zkouška



[1]



## Dynamická zatěžovací zkouška

jednodušší a levnější než statická, poskytuje ale podstatně méně informací  
nelze z ní stanovit pracovní diagram (svislá síla vs sednutí)

Analyzuje se odezva na dynamické zatěžování hlavy piloty (padající hmotností -  
beranem, kladivem)

## Využití pro

kontrolu kvality piloty (malá energie – pád kladiva)

test integrity

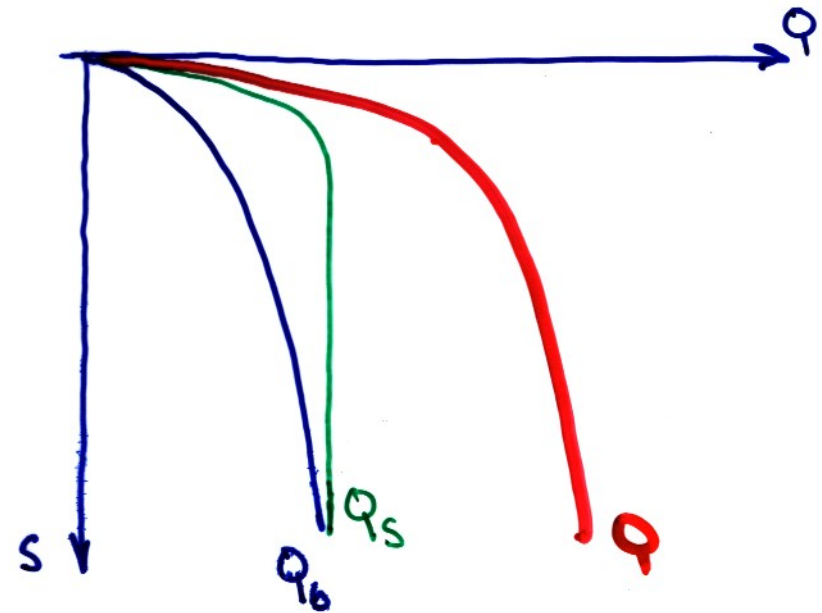
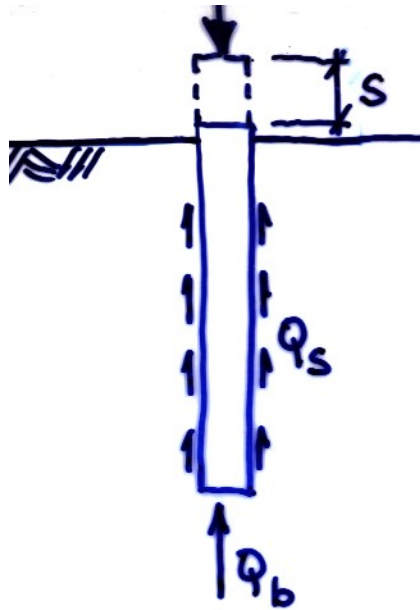
ověření délky piloty

stanovení únosnosti (zpravidla se využívá matematický model – sw jednotlivých  
velkých pilotovacích firem)

# Únosnost piloty

Celkové zatížení = zatížení na plášti + zatížení na patě

$Q = Q_b + Q_s$  (plášť = shaft, skin; pata = base)



Typická hodnota Q: 500 až 5000 kN

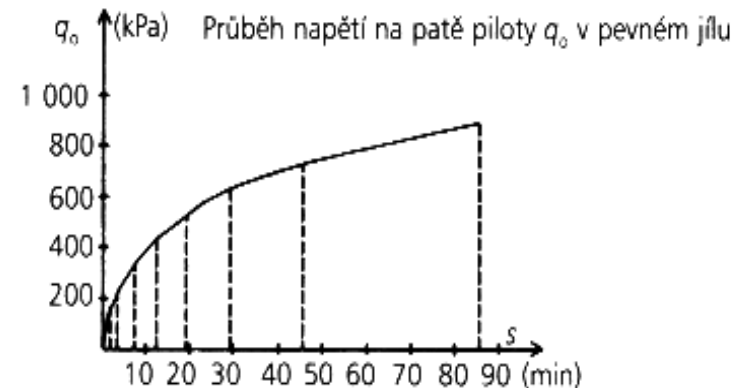
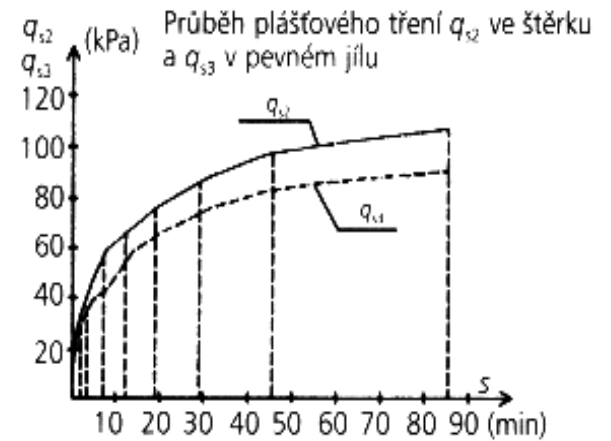
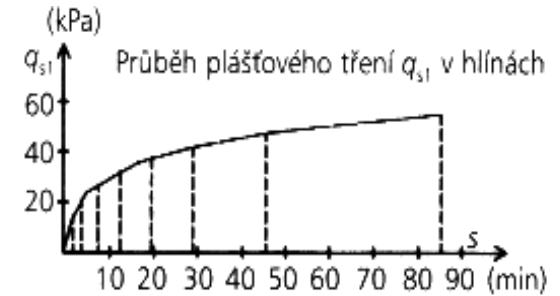
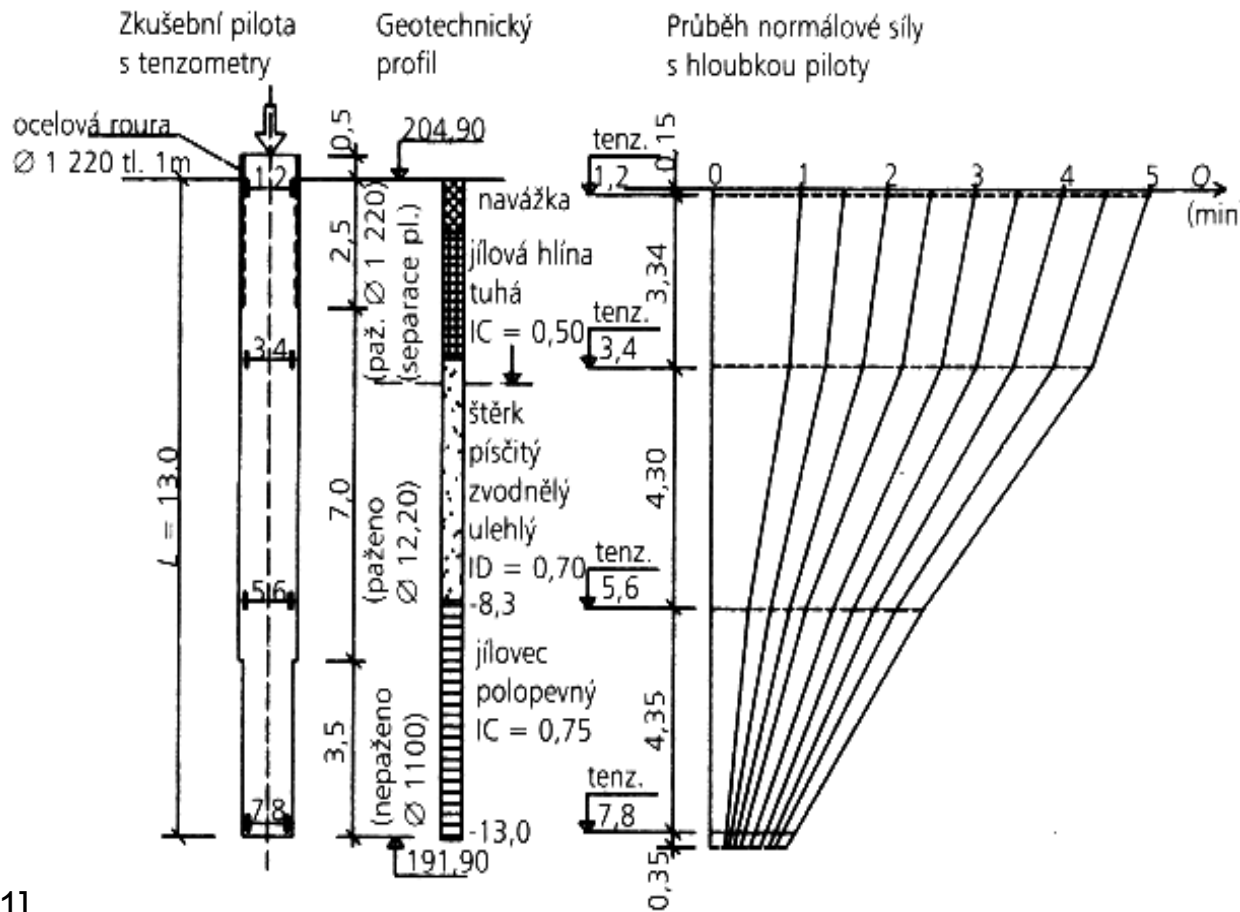
# Únosnost piloty

## Statická zatěžovací zkouška piloty

- podstatná je řádná instrumentace pro stanovení průběhu napětí v pilotě s hloubkou

Statická zatěžovací zkouška Z-1

Vyhodnocení tenzometrických měření napětí v dřívku piloty



[1]

# Únosnost na patě – princip výpočtu

$$Q_b = q_b A_b$$

$q_b$  mezní napětí

$A_b$  plocha

Obdoba plošných základů:

neodvodněné zatížení

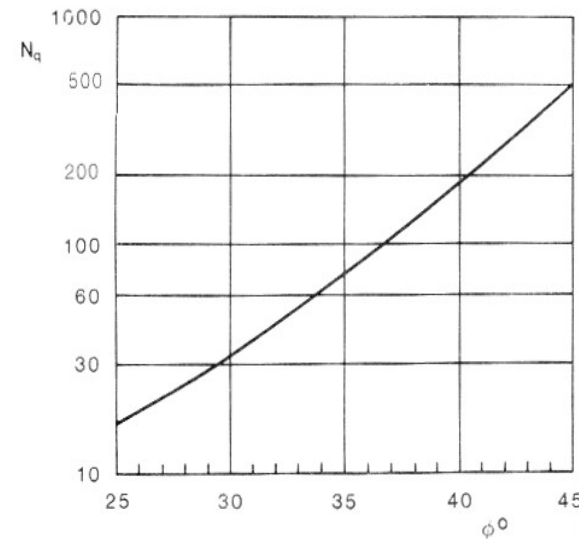
$$q_b = s_u N_c$$

součinitel únosnosti  $N_c \approx 9$  (Skempton; pro čtverec, kruh)

odvodněné zatížení

$$q_b = \sigma'_z N_q$$

součinitel únosnosti  $N_q$  je funkcí  $\varphi'$



[2]

$$Q_s = \pi D \int \tau_s dz$$

$\tau_s$  je funkcí materiálu, zeminy, způsobu instalace

Možnost využití průměrné hodnoty smykového napětí  $Q_s = \pi D L \tau_{s,\text{prům}}$ ,  $L$  délka,  $D$  průměr piloty

Neodvodněné zatížení

$$\tau_s = \alpha s_u$$

v praxi běžně  $\alpha \approx 0,5$  pro vrtané piloty ( $\pm$  pro ražené)

Odvodněné zatížení

$$\tau_s = \sigma'_h \operatorname{tg} \delta'$$

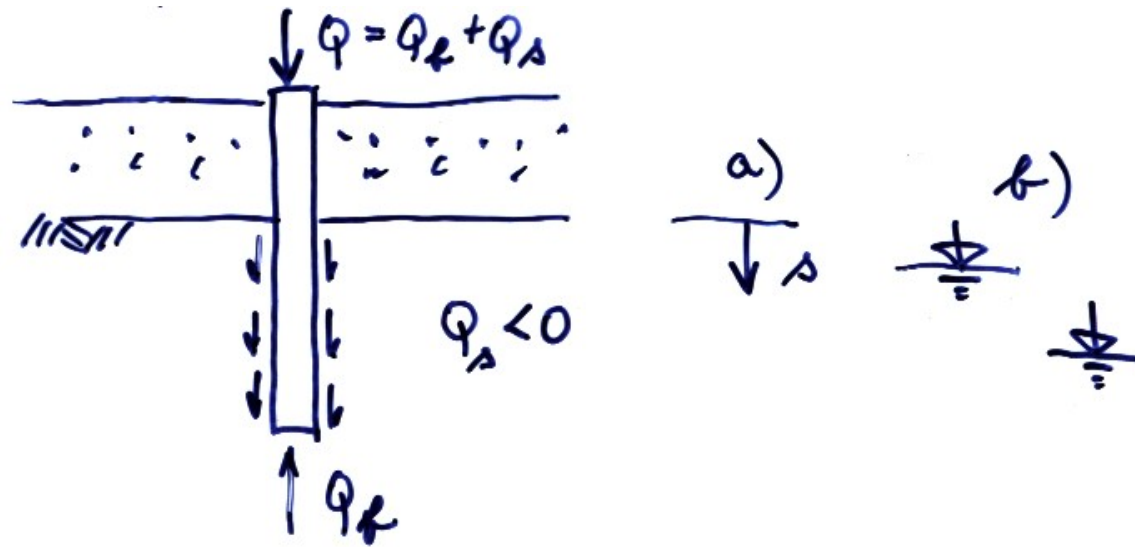
$\delta'$  je úhel tření mezi pilotou a zeminou,  $\delta' = \varphi'_r$  až  $\varphi'_p$

$$\sigma'_h = K \sigma'_v$$

hrubozrnné zeminy:  $K = \text{funkce}(K_0, \text{metoda instalace, ulehlost})$

jemnozrnné zeminy: pro vrtané piloty  $K \approx K_0$ , pro ražené  $K \approx 1,5 K_0$

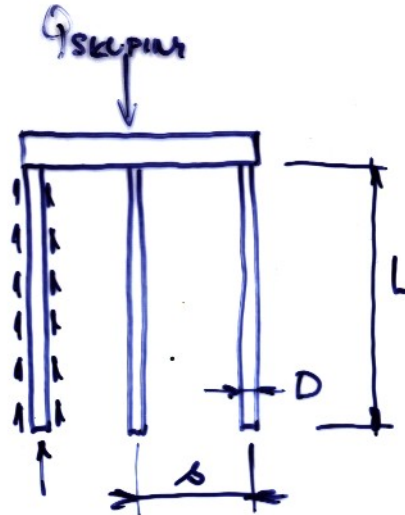
## Negativní plášťové tření



# Únosnost skupiny pilot – princip výpočtu

Interakce pilot ve skupině → únosnost piloty ve skupině < únosnost osamělé piloty

→ únosnost závisí na vzdálenosti pilot ve skupině

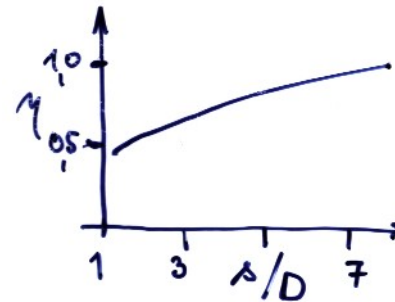


$$Q_{\text{skupiny}} = \eta n Q$$

$\eta$  je účinnost skupiny

$Q$  je únosnost osamělé piloty

$n$  je počet pilot

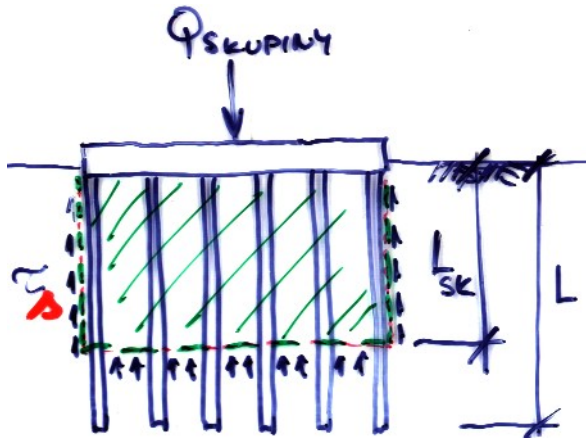


# Únosnost skupiny pilot – princip výpočtu

Interakce pilot ve skupině → únosnost piloty ve skupině < únosnost osamělé piloty

→ únosnost záleží na vzdálenosti pilot ve skupině

alternativně – uvažovat „ekvivalentní plošný základ“ hloubky  $L_{sk}$ :



$$L_{sk} = 2/3L$$

uvážit tření na svislém povrchu ekvivalentního základu



Osová únosnost osamělé piloty se stanoví buď

zatěžovací zkouškou (přednostně statickou či ověřenou dynamickou), nebo výpočtem

Výpočet se provádí kombinací empirických a analytických postupů (tabulky)

buď podle

1. MS – mezní únosnost, nebo podle
2. MS - sedání

## Výpočet podle 1. MS

$$U_{vd} = U_{bd} + U_{fd} > V_d \quad (V_d = \text{svislé výpočtové zatížení (složka síly)})$$

$$U_{bd} = k_1 A_{\text{paty}} R_d$$

$$R_d = 1,2 c N_c + (1 + \sin \varphi) \gamma L N_d + \gamma d/2 N_b$$

(obdoba plošného základu)

$k_1$  součinitel závislý na hloubce (1 až 1,15)

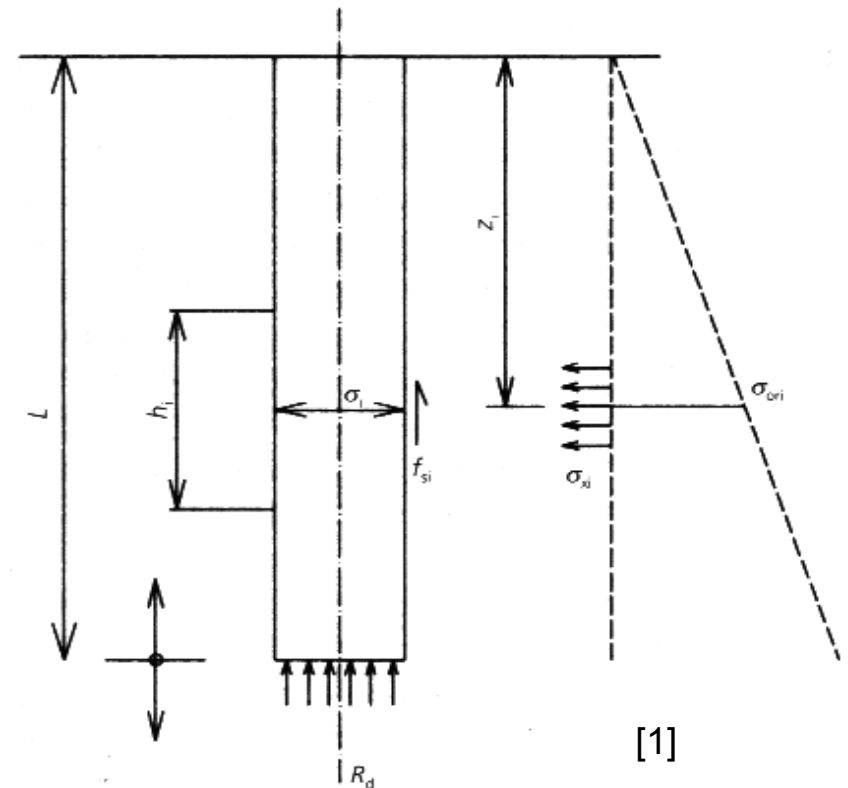
$$U_{fd} = \sum \pi d_i h_i f_{si}$$

$f_{si}$  je tření na plášti

$$f_{si} = \sigma_{xi} \operatorname{tg} \varphi_d / \text{součinitel}$$

(součinitel = dle technologie 1 až 1,6)

$$\sigma_{xi} = k_2 \sigma_{ori}, \quad k_2 = \text{součinitel zemního tlaku}$$

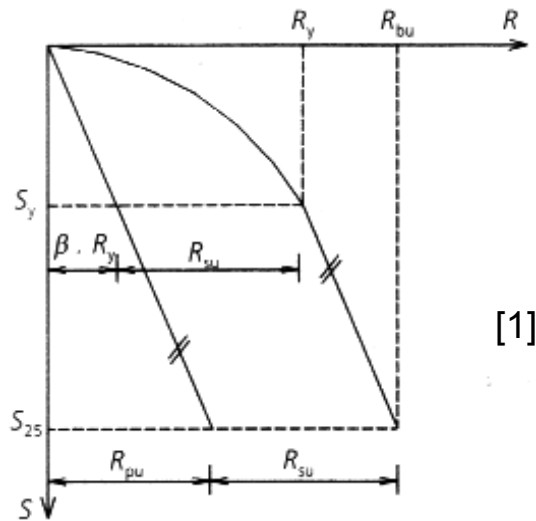


[1]

# Princip návrhu vrtaných pilot v ČR

Výpočet podle 2. MS – pomocí tzv. „mezní zatěžovací křivky“,

jejíž výpočet probíhá s využitím tabulkových koeficientů (lokální zkušenost – statické zatěžovací zkoušky v Československu)



....součástí výpočtu je také .... stanovení únosnosti na plášti  $R_{su} = m_1 m_2 \pi \Sigma(d_i h_i q_{si})$ ,  
kde  $q_{si}$  je mezní plášťové tření (tabulky, plocha pláště)

...dílčí součinitel  $m_2$  vyjadřuje technologii - např typ izolace dříku proti  
agresivní vodě atd.

..... postup lze nalézt např v [1].....

Dráhy napětí v zemině v okolí piloty jsou v principu obdobné jako u plošného základu

→ při neodvodněném zatížení lze obecně očekávat zvýšení únosnosti s časem, při disipaci kladných přírůstků pórových tlaků

Dráhy napětí ale mohou být odlišné vlivem instalace:

u vrtaných a na místě betonovaných pilot může např. dojít k odlehčení zeminy, zvýšení pórovitosti a snížení pevnosti

vháněním naopak může dojít ke stlačení, konsolidaci nasycené zeminy atd.

Beraněné piloty – velké smykové deformace na kontaktu zemina vs pilota → reziduální pevnost zeminy rozhoduje o tření na plášti

# LITERATURA

---

Literatura použitá v prezentaci (odkazy u použitých obrázků)

[1] Turček, P. et al. (2005) Zakládání staveb. Jaga, Bratislava.

[2] Fleming, W.G.K., Weltman, A.J., Randolph, M.F. and Elson, W.K. (1992) Piling engineering, 2ed. Blackie Academic & Professional.

## Základní – povinná

- Atkinson, J. H. (2007) The mechanics of soils and foundations. 2<sup>nd</sup> ed. Taylor & Francis.  
(několik výtisků je v knihovně geologické sekce; první vydání (1993) lze najít na i-netu)  
Odkaz na prezentace přednášek je na <http://natur.cuni.cz/~bohac/>

## Rozšiřující (omezeně dostupná na oddělení IG)

- Terzaghi, K, Peck, R.B. and Mesri, G. (1996) Soil mechanics in engineering practice. J. Wiley & Sons.
- Tomlinson, M.J. (1995) Foundation design and construction. 6th ed, Longman/J. Wiley & Sons.
- Fleming W.G.K., Weltman A.J., Randolph, M.F. and Elson, W.K. (1994) Piling engineering. 2nd ed. Blackie A&P.