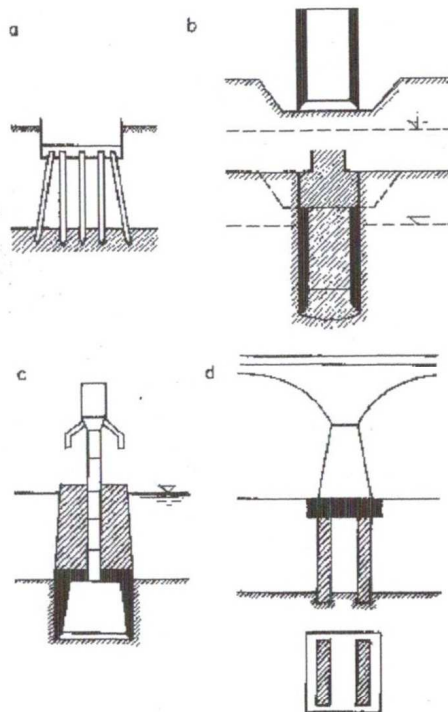


1. přednáška

Hlubinné základy



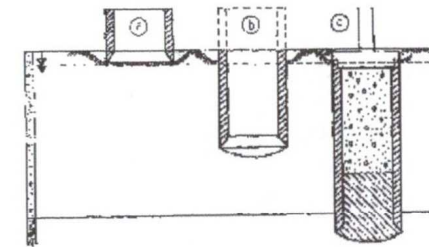
Obr. 1. Druhy hlubinného zakládání
a - piloty; b - studně; c - keson; d - podzemní stěny

Důležité pro návrh:

- zatížení
- idealizovaný geol. profil
- mat. model základů (otázka únosnosti; interakce)

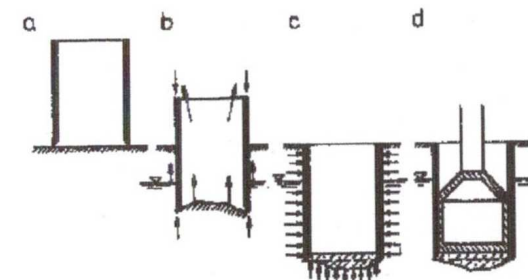
STUĎŇOVITÉ ZAKLÁDÁNÍ

Konstrukce válcovitého nebo hranolovitého tvaru, nahoře i dole otevřené, zapouštěné do země podhrabáváním. Nejprve stavební jáma do úrovně podzemní vody; v ní první část studně (obr.2 a). V průběhu spouštění se postupně plášť zvyšuje (b). Po dosažení požadované hloubky se vnitřní prostor úplně nebo částečně vyplní betonem (c). V praxi max. do 70 m pod HPV.



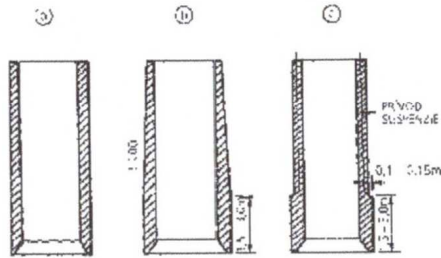
Obr. 2. Postup výroby studňového základu
a – první prstenec; b – postupné spouštění a nadbetonování; c – vyplnění vnitřního prostoru a ukotvení nosné konstrukce

Zvláštní druh jsou studně tvořící obvodové stěny objektů. Vnitřní prostor se nevyplní, ale účelně využije. Podzemní část studny se vybetonuje nad terémem a jako studna se spustí do příslušné hloubky (objekty čerpacích stanic, garáží i suterény budov)



Obr. 3. Pracovní postup při studňovitém zakládání
a - zhotovení studně na terénu; b - spouštění; c - zabetonování dna; d - zhotovení základu

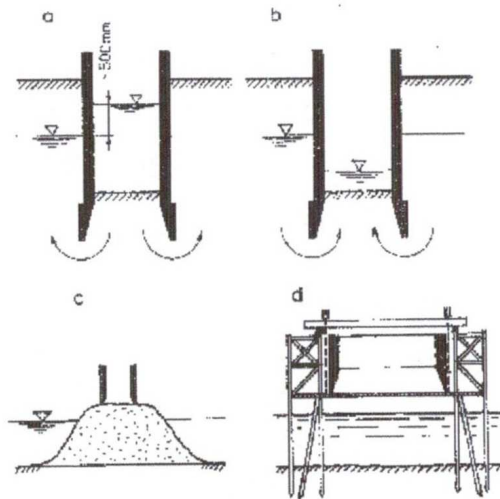
Vhodnost: F a hrubozrnné zeminy (podmínka: bez balvanů a dalších překážek)



Obr. 4. Tvary plášťí ve svislém řezu
 a – s konstantní tloušťkou stěn; b – se sklonem vnějšího povrchu; c – s odskokem vyplněným jílovitou suspenzí

- a – nejlepší stabilita, při větších hloubkách velké tření
- b – tření se zmenší, problém směru
- c – nejlepší řešení

Dnes náhrada pilotovým založením (mikropilotová stěna)



Spouštění studně

- a – správný postup; b – špatný postup; c – spouštění z ostrůvku; d – z lešení

spouštění podhrabáváním břitu (tj. klesání vlastní vahou)

Technologické postupy: z terénu

z lešení

z umělého ostrůvku

při zakládání na vodě

Statické řešení studně

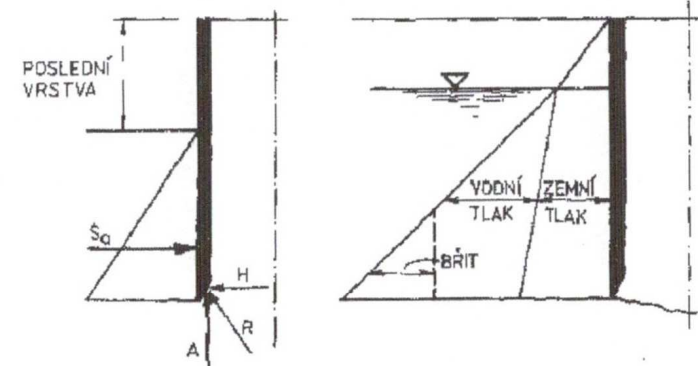
Podmínka 1 MS

$$q = \frac{V + W}{A} \leq R_d$$

Hmotnost studně => tlak vody

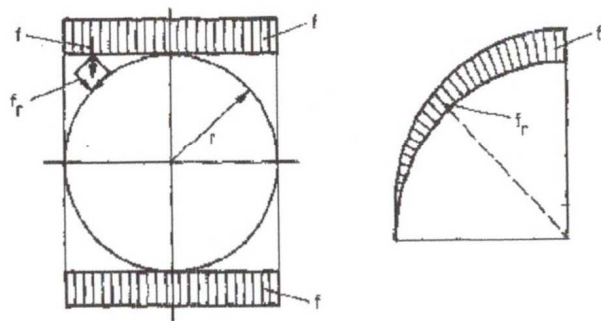
$G - V_w > T + R$ - reakce (odpor) horniny

Namáhání k-ce studně



dle Bažanta 1973

1. etapa – betonáž na plnou výšku, břit v zemině
2. etapa – studně spuštěna na plnou výšku a břit podhrabán
3. etapa – zvláštní namáhání



Zvláštní namáhání studně

Namáhání tlak-tah

$$M_{\max} = \pm 0,25 f r^2$$

Studně z prostého betonu

$$R = r \sqrt{\frac{\sigma_d}{\sigma_d - 1,75 f}}$$

R, r – vnější a vnitřní poloměr studně

σ_d - normové namáhání stěny

f – střední zatížení od S_a a vodního tlaku

Podélná výztuž – dimenzace na tah

KESONOVÉ ZAKLÁDÁNÍ

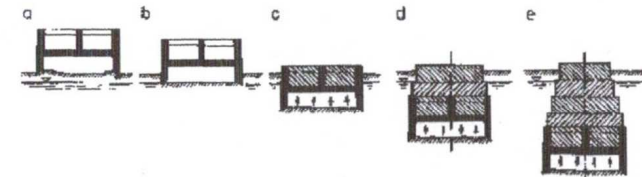
Dutá tělesa uzavřená stropem spouštěná podhrabáváním

Pomocí stropu se vytváří pracovní komora spojená s terémem komunikační šachtou ukončenou vzdušnicí.

Voda se v prac. komoře vytlačí pomocí tlaku vzduchu (zvyšování s hloubkou).

Použití pro základové půdy ve kterých se vyskytují překážky, které by bránily použití studní.

Ruční odstraňování, po ukončení se prostor vyplní betonem.



Obr. 5. Schéma kesonového zakládání

a - zhotovení kesonu; b - stabilizace kesonu; c, d - spouštění kesonu a betonáž pilíře; e - usazení kesonu

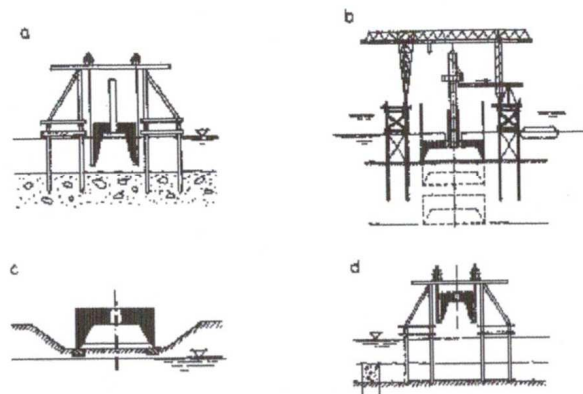
Dnes náhrada velkopříměrovými pilotami.

Druhy:
 - železobetonové (do průměru 15 - 30 m)
 - masivní
 - vylehčené (žebrové)
 - ocelové (přes průměry 20 - 30 m; do balvanitých zemin)

Technologie: existence přetlaku (lidský faktor, hranice je 35 m pod vodou)

Spouštění:
 - z terénu
 - z pontonů
 - z umělého ostrůvku
 - příplavením kesonu

Problém zvládnutí hmotnosti (10 kt)



Obr. 6. Technologie spouštění

a - z lešení; b - z lešení pomocí jeřábů; c - z terénu; d - z lešení pomocí závěsů

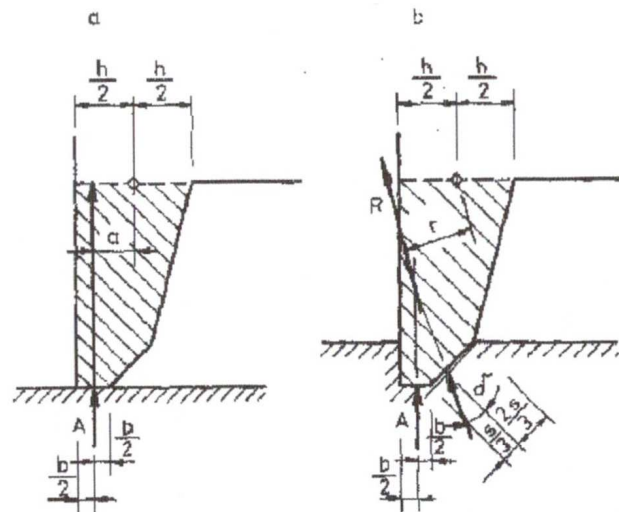
Statické řešení kesonu

Podmínka 1 MS

$$q = \frac{W_k + W_n + V}{A} \leq R_d$$

Podmínka tření

$$T = W_k + W_{nl} + V_0$$



Obr. 7. Schema statického řešení

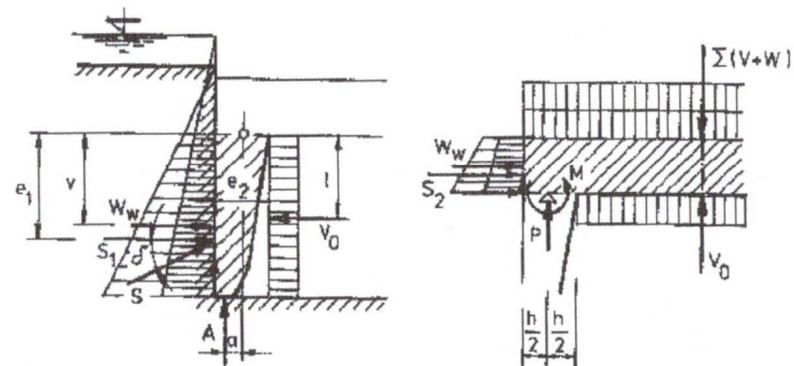
Situace 7a – keson odbedněn, reakce

$$A = \frac{W}{2} \quad \text{a konzola namáhána} \quad M = A \cdot a$$

Situace 7b – keson zabořen $M = R \cdot r$

Výsledný moment ve vetknutí M dle 7 a 8.

$$M = \pm \frac{f \cdot l^2}{31} \quad \text{až} \quad \frac{f \cdot l^2}{38}$$



Obr. 8. Schema statického řešení

Kesony do S a C se dimenzují v podélném směru na ohybový moment

$$M = \pm \frac{f \cdot l^2}{80}$$

PODZEMNÍ STĚNY

Vytváří souvislou stěnu do hloubky několik desítek metrů, může přenášet zatížení vyvolané konstrukcí.

Fukce je pažící i těsnící

Nástroje – rypadla, drapáky, hydrofrézy (dvě proti sobě rotující frézy (okolo 1m) poháněné hydraulickým motorem (až do hloubky 155 m)

Budování - pouze pod ochranou pažící suspenze (jíl + voda): $\rho = 10,6 \sim 10,9$ kN/m³

samotuhnoucí suspenze (cement + voda + bentonit + chemické přísady); $\rho = 11,8 \sim 13$ kN/m³

Vzniká aktivní tlak (uvolnění deformací ve vodorovném směru) složený z:

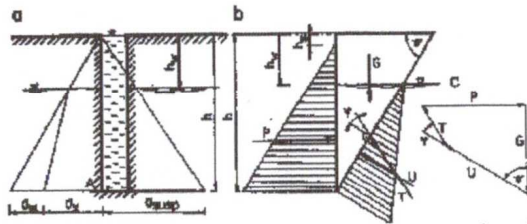
- efektivní složky aktivního tlaku σ_x
- hydrostatického tlaku vody v okolí rýhy σ_w

Proti tomu působí tlak suspenze σ_{SUSP}

V bodě A je vodorovné napětí vyvolané změnou :

$$\sigma_x = K_a \cdot [\gamma \cdot h_w + \gamma_{SU} \cdot (h - h_w)]$$

K - součinitel aktivního tlaku $K_a = \tan^2\left(45 - \frac{\varphi}{2}\right)$



Obr. 7. Stabilita rýhy pažené suspenzí

a) zatížení rýhy, b) stabilita v rovinných podmínkách, c) složkový obrazec

Musí platit $\sigma_{SUSP} \geq \sigma_x + \sigma_w$

po dosazení

$$h \cdot \gamma_{SUSP} \geq K_a \cdot [\gamma \cdot h_w + \gamma_{SU} \cdot (h - h_w)] + (h - h_w) \gamma_w$$

Vliv tlaku vody má 2. extrémní případy:

1) Žádná podz. voda ($h_w = h$):

$$\gamma_{SUSP} \geq K_a \cdot \gamma$$

2) Voda dosahuje až k povrchu ($h_w = 0$):

$$\gamma_{SUSP} \geq K_a \cdot \gamma_{SU} + \gamma_w$$

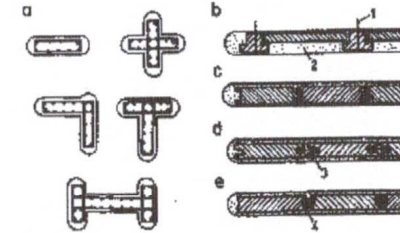
Toto jsou zjednodušené vztahy, skutečný průběh ovlivňuje prostorový stav napjatosti.

Způsob zhotovení:

■ MONOLITICKÁ PODZEMNÍ STĚNA: 1. Stádium - hloubené sekce do šířky 1,5 m a délky 9 m. Na obou koncích se vloží ocelové pažnice a po zasunutí armatury se stěna zabetonuje. Ocelové pažnice se vytáhnou při tvrdnutí betonu; za první sekci se vynechá sloup neporušené zeminy a pokračuje se v dalších sekcích

2. stádium - hloubení mezilehlých úseků, nejsou potřebné pažnice

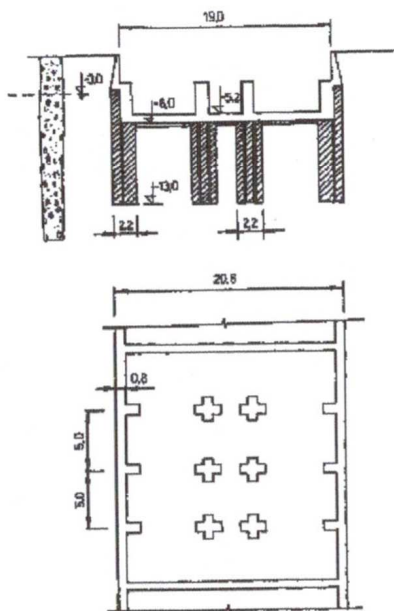
■ PREFABRIKOVANÉ - odstraňují nedostatky (nezaručená kvalita stěny, nerovný povrch po odkrytí). Rýhy se plní samotuhnoucí suspenzí. Dva typy konstrukčních systémů



Obr. 8. Půdorysné tvary konstrukčních podzemních stěn

a) monolitické prvky, b) prefabrikované z nosníků a desek, c) prefab. deskové na pero a drážku, d) styk těsněný gumovým tvarovaným pásem, e) těsnění styku gumovou hadicí; 1 - kotvení, 2 - samotuhnoucí suspenze, 3 - gumový tvarovaný pás, 4 - gumová hadice vyplněná cementovou injektáží

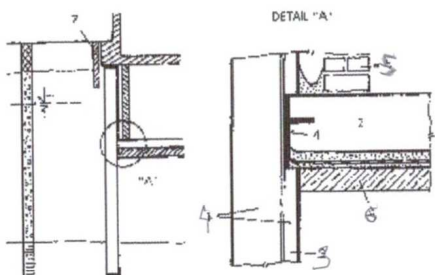
Podzemní stěny se uplatňují zejména na obvodu jámy.



Obr. 9. Založení výškové budovy na podzemních stěnách

Stabilita: zajištění kotvením, vetknutím nebo rozepřením. Deformace vzhledem k tuhosti základu budou velmi malé.

Připojení základové desky na podzemní stěnu – nároky na izolaci prostor pod HPV.



Obr. 10. Připojení základové desky na podzemní stěnu
1 – podzemní stěna; 2 – základová deska; 3 – výztuž; 4 – ocelová pásnice; 5 – cihly máčené do gumoasfaltu; 6 – podkladový beton; 7 – vodící stěna

Statický návrh únosnosti

Nejsou normativní předpisy.

Uskutečnění zatěžovací zkoušky na pokusné lamelle.

Výpočetní postup podle Ferrandona

$$R_d = AR_b + \sum u h_i f_{si} \quad (\text{kN}) \quad \text{únosnost stěny}$$

$$R_b = ah\gamma + bc \quad (\text{kPa})$$

A - plocha příčného řezu podzemní stěny (m^2)

R_b - únosnost základové půdy pod patou podz. stěny (kPa)

u - obvod podzemní stěny (m)

h - mocnost vrstvy stejných vlastností (m)

f_{si} - mobilizované tření na plášti podz. stěny (kPa); tab.1

a, b - součinitelé závislé na úhlu vnitřního tření; tab.2

γ - objemová tíha zeminy (kNm^{-3})

c - soudržnost zeminy (kPa)

φ (°)	a	b
5	0,45	6,0
10	1,4	7,4
15	2,3	8,3
20	3,9	10,6
25	6,0	13,4
30	9,2	16,2
35	14,8	20,8
40	22,1	25,8
45	33,6	37,0
50	69,1	57,8

Tabulka 1. Součinitelé pro výpočet únosnosti pod patou

Typ zeminy	f_{si} (kPa)
Měkká, organická hlína	2 + 18
Rašelina	3,5 + 6
Hlína olastické konzistence	3,5 + 18
Měkký íl	7 + 23
Íl středně a nízké plasticity	7 + 39
Tvrký íl, tuhoplastický íl	18 + 34
Tvrký prachovitý íl	28 + 35
Písek hrubý	35 + 58
Písek	23 + 42
Písek so štrk	39 + 116
Štrk	58 + 134

Tabulka 2. Únosnost na plášti

Pozn.: dolní limit pro F zeminy s vyšší vlhkostí nebo kypře nesoudržné zeminy
horní limit pro F zeminy nad HPV nebo ulehle nesoudržné zeminy

2. přednáška

INTERAKCE PILOTY A ZÁKL. PŮDY

MECHANISMUS MOBILIZACE ÚNOSNOSTI

vnější zatížení přenášeno v homogenním prostředí nejprve pláštěm pak patou

vrstevnaté prostředí

- 1) - pata vetknuta do méně stlačitelné vrstvy – nárůst poměru \rightarrow nárůst poměru napětí v patě a pláštěového tření
- 2) - pata vetknuta do nestlač. R prostředí

kritický posun – def: nutná pro plnou mobilizaci pláštěového tření q_s (5-20 mm)

velikost závislá na drsnosti stěn (ne na profilu piloty)
 \downarrow technologii

velikost pláštěového tření q_s - vliv profilu podstatný
zúžitím \rightarrow vlivem \rightarrow klesá pláštěové tření

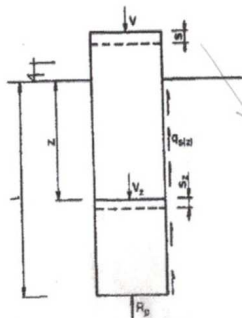
PŘENOSOVÉ FUNKCE

Znalost – pracovního diagramu (zatížení na deformaci)

- průběh svislé síly (resp. σ_n) v dřívku na délce (tenzometrická měření)

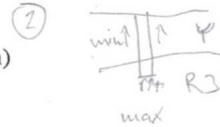
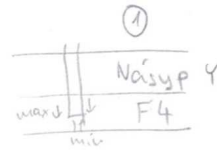
při znalosti σ_n stanovení také průběhu osové síly V_z (funkce hloubky z a změny

zatížení V) v pilotě pro působící vnější zatížení V .



Obr. 1. Znázornění sil působících v dřívku piloty

\downarrow Stanoví jaká síla V_z bude ve ~~větší~~ hloubce z max. sednutí v hlavě.



$$s_z = s - \int_0^z \frac{V_z}{E_b \cdot A_p} dz$$

\rightarrow plocha

s - sednutí hlavy piloty \rightarrow modul pružnosti

pro vypočítané s_z pro každou hloubku lze stanovit tzv. přenosovou funkci $F_{z,s}$ síla v patě \rightarrow celk. zatížení v hlavě piloty

$$R_p = V - \int_0^l \pi dq_{s(z)} dz$$

\rightarrow pláštěové tření

síla přenášená pláštěm

$$R_s = V - R_p$$

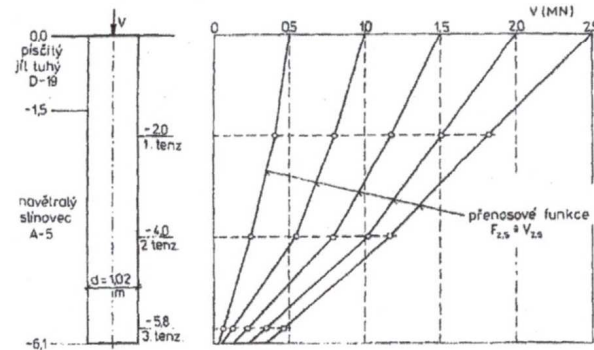
koeficient přenosu

$$\beta = \frac{R_p}{V}$$

dvě možnosti \rightarrow pláštěové tření

1) $z = konst.$ - průběh q_s s posunem piloty s

2) $s_z = konst.$ (tedy $V = konst.$) - průběh q_s s hloubkou z



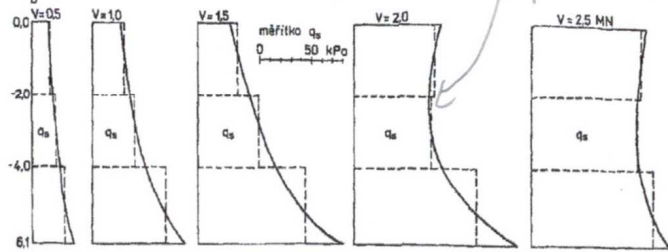
\Rightarrow větší zatížení přenesena pláštěm

Obr.2. Výsledky tenzometrického měření přenosu zatížení vrtané piloty, přenosové funkce $F_{z,s}$

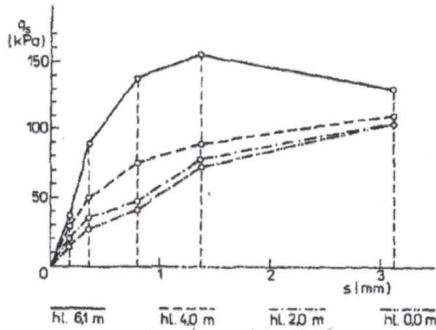
vostepo celédélce

takřka lineární!
vářnost

dochazí k poklesu
podstatný vářnost
až u patě



Obr. 3. Průběh plášťového tření q_s s hloubkou pro různá zatížení piloty



Obr. 4. Průběh plášťového tření q_s v závislosti na deformaci piloty

Tato analýza je nejdokonalejší metodou zjištění interakce piloty a základové půdy
↓ ideálně přenos zatížení od hlavy až k patě

SEDÁNÍ VRTANÝCH PILOT

TEORIE PRUŽNOSTI

předpoklady:

- pružná zákl. půda → platí Hookův zákon $\tau = G \cdot \gamma$
- homogenní prostředí
- izotropní prostředí

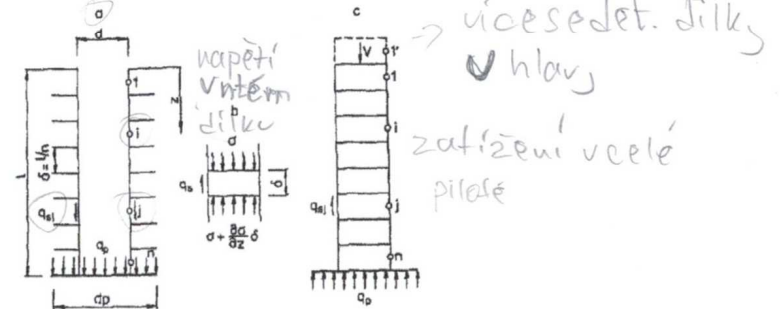
vstupní parametry zákl. půdy - E , μ - Poissonovo číslo

piloty - E_p , délka l , průměr d , plocha v řezu A_p

↑ modulu (deformace) pružnosti
↑ většinou \bar{E}_B

princip – rozdělení piloty na n stejných dílků v jejichž okolí působí smykové napětí

q_{sj}



Obr. 5. Označení pro stlačitelnou vrtanou pilotu: a – napětí v zemiě obklopující pilotu; b – napětí v dílku piloty; c – napětí v pilotě

podmínka řešení – stejná velikost sedání okolní zeminy a sedání dřívku piloty
dle obr.5a) lze posun bodu i v závislosti na q_{sj} podél dílku j vyjádřit

$$s_{ij} = \frac{d}{E_b} l_{ij} \cdot q_{sj}$$

l_{ij} - příčkový koeficient sednutí bodu i

Závěry vyplývající z řešení sedání pomocí teorie pružnosti:

- stlačitelnost vrtané piloty má vliv na rozdělení q_s podél dřívku
- tuhost piloty vyjádřená koef. tuhosti K je významná pro větší hodnoty $(1/d)$ → k koef. tuhosti
- čím menší stlačitelnost – větší rozdíl sednutí hlavy a paty
- nestlač. vrstva pod patou: menší vliv sedání = menší K → koef. tuhosti
- klesání K - zvětšování nelineární oblasti v prac. diagramu
- vliv tuhosti má významný vliv u pilot s rozšířenou patou

VÝPOČET ÚNOSNOSTI SVISLÝCH OSAMĚLÝCH PILOT PODLE 2. SKUPINY MEZNÍCH STAVŮ

SVISLÁ TABULKOVÁ ÚNOSNOST $U_{v,tab}$

použití pro (dle ČSN 73 1002):

- projekty nižších stupňů
- JZP - jednoduché zákl. poměry
- I. GK

$U_{v,tab}$ závisí na hl. vetknutí do zvolené únosné vrstvy a platí:

- celková délka piloty $\geq 3d$
- zákl. půda pod patou není výrazně stlačitelná (oblast $3d$ nebo $2,5m$)
- vrt je zabetonován do 36 hod., vyčištěn
- vrt s jíl. suspenzí je zabetonován do 8 hod., vyčištěn
- ve vrtu není ponechána výpažnice \rightarrow systém Raynold
- pata není rozšířena
- pilota působí jako osamělá osová vzdálenost min 1,5 ϕ

Délka vetknutí piloty l_1 v m v hornině třídy R 1 až R 3	Únosnost $U_{v, tab}$ pilot v KN v horninách třídy R 1 až R 3 a pro průměry pilot d v m						
	0,30	0,40	0,50	0,60	1,00	1,30	1,50
0 až 0,5	200	380	600	850	2300	4000	6000
1,5	300	500	720	1000	2500	4300	6000

Obr. 6. Svislá tabulková únosnost $U_{v,tab}$ pilot vrtaných v horninách R1 až R6

VÝPOČTOVÁ ÚNOSNOST OSAMĚLÝCH PILOT OSOVĚ ZATÍŽENÝCH

Výpočtová únosnost pilot opřených o nestlačitelné podloží

nestlač. podloží - R1 a R2

Rozhodující pro únosnost je výpočtové zatížení betonového dřívku \rightarrow únosnost na patě

$$U_{vd} = 0,8 \cdot A_p \cdot R_{bd}$$

R_{bd} - výpočtová pevnost betonu

A_p - plocha piloty

Celková deformace:

- deformace vyvolaná vlivem smykových napětí podél piloty
- deformace vyvolaná napětím v patě piloty
- deformace vyvolaná vlastní deformací dřívku piloty

okamžité sedání

$$s = I_{sp} \frac{VI}{A_p E_p}$$

I_{sp} - příčinkový koeficient sedání opřené piloty \rightarrow nejtěžší stanovit viz. graf

V - svislá síla

E_p - modul deformace (pružnosti) piloty

l - délka piloty

I_{sp} je závislý na poměru l/d a K

$$K = \frac{E_b}{E_s} \rightarrow \text{zeminy v okolí}$$

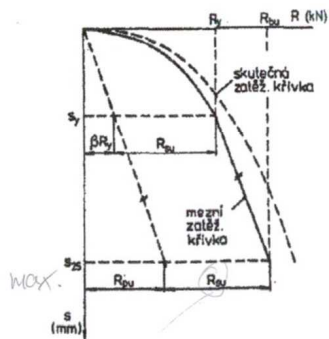
$$\rightarrow \text{sečnový modul deformace}$$

E_s - průměrný sečnový modul deformace zeminy podél dřívku piloty

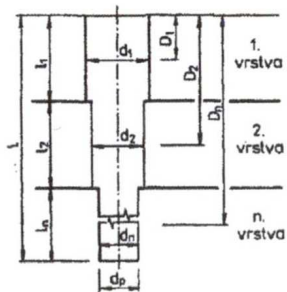
$$E_s = \frac{\sum E_{si} \cdot l_i}{\sum l_i}$$

E_{si} - jednotlivé sečnové moduly, f-ce d a typu zeminy

Výpočtová únosnost pilot zahloubených do stlačitelného podloží \rightarrow ale únosnější
otázka řešení tvaru mezní zatěžovací křivky viz obr.7. a 8.



Obr.7. Mezní zatěžovací křivka vrtané piloty



Obr.8. Schéma piloty

Rovnice plášťového tření

$$q_{st} = a - \frac{b}{D_i/d_i}$$

a, b - koef. podle typu zeminy

D_i - hloubka od hlavy piloty pro střed i -té vrstvy

d_i - průměr piloty v i -té vrstvě

výpočtová hodnota mezní síly na plášti

$$R_{su} = m_1 \cdot m_2 \cdot \pi \sum_{i=1}^n d_i \cdot l_i \cdot q_{st}$$

l_i - mocnost

m_1 - koef. druhu zatížení

m_2 - koef. vlivu event. ochrany dřívku

rovnice pro napětí v patě piloty

$$q_p = e - \frac{f}{l/d_p} \rightarrow \text{délka piloty}$$

e, f - koef. podle typu zeminy

d_p - průměr v patě piloty

viz. norma

hornina		a	b	e	f
poloskalní	R 3	246,02	225,95	2841,31	1298,96
	R 4	169,98	139,45	1616,22	1155,34
	R 5	131,92	94,96	957,61	703,89
nesoudržné	$l_0 = 0,5$	62,46	16,06	268,11	174,89
	$l_0 = 0,7$	91,22	48,44	490,34	445,42
	$l_0 = 1$	154,03	115,88	1596,70	1399,88
soudržné	$l_0 = 0,5$	46,39	20,81	197,74	150,22
	$l_0 \geq 1, R 6$	97,31	108,59	987,60	1084,26

Obr.9. Regresní koeficienty pro typy zemín

průměrné plášťové tření pro více vrstvené prostředí

$$q_s = \frac{\sum d_i \cdot l_i \cdot q_{st}}{\sum d_i \cdot l_i}$$

koef. přenosu zatížení

$$\beta = \frac{q_p}{q_p + 4q_s \cdot l/d_p}$$

zatížení na mezi plné mobilizace plášťového tření

$$R_y = \frac{R_{su}}{1 - \beta}$$

odpovídající velikost sedání

$$s_y = I \frac{R_y}{\bar{d} \cdot \bar{E}_s}$$

I - příčinkový koeficient sedání piloty

\bar{d} - vážený průměr profilů piloty \rightarrow váha jedné délky úseku konst. ϕ

\bar{E}_s - průměrná hodnota sečnových modulu deformace zemín podél dřívku

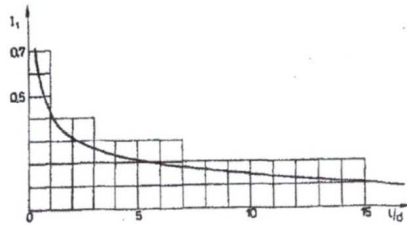
příčinkový koeficient

$$I = I_1 \cdot R_k$$

I_1 - základní příčinkový koeficient

R_k - korekční koeficient (tuhost)

viz. norma



Obr.10. Příčinkový koeficient sedání

průměrný sečnový modul

$$\bar{E}_s = \frac{\sum E_{si} \cdot l_i}{\sum l_i}$$

sedání piloty pro zatížení R

$$s = s_y \left(\frac{R}{R_y} \right)^2$$

pro obor zatížení $0 \leq R \leq R_y \rightarrow$ *bez kluzu*

druhá zatěžovací větev

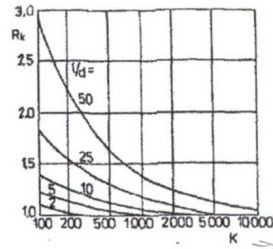
$$R_{bu} = R_{su} + R_{pu} \rightarrow$$

$$R_{pu} = \beta \cdot R_y \cdot \frac{s_{25}}{s_y}$$

sednutí

$$s = s_y + \frac{s_{25} - s_y}{R_{bu} - R_y} (R - R_y)$$

pro obor zatížení $R_y \geq R \geq R_{bu}$



Obr.11. Průběh koeficientu

R_k - korekční koeficient

Sečnové moduly deformace E_s (MPa) pro piloty v horninách skalních a poloskalních

li (m)	d (m)								
	0,6			1,0			1,5		
	R 3	R 4	R 5	R 3	R 4	R 5	R 3	R 4	R 5
1,5	50,3	28,2	20,2	72,3	35,0	24,7	85,5	33,5	22,3
3	64,5	43,1	30,8	105,5	57,3	41,0	138,3	59,8	41,2
5	-	58,2	41,9	-	75,3	54,8	-	87,9	63,7
10	-	87,5	61,6	-	114,5	83,2	-	133,0	97,0

Sečnové moduly deformace E_s (MPa) pro piloty v zemích nesoudrzných

li (m)	d (m)								
	0,6			1,0			1,5		
	I _D								
	0,5	0,7	1,0	0,5	0,7	1,0	0,5	0,7	1,0
1,5	11,0	13,7	28,3	12,8	15,8	30,6	13,0	15,3	29,0
3	15,5	20,2	44,5	18,4	25,0	47,8	19,4	24,5	52,5
5	18,8	25,6	55,1	22,8	32,5	69,1	24,5	36,0	75,2
10	23,8	36,6	72,1	29,8	47,8	93,4	32,6	54,0	107,3

Sečnové moduly deformace E_s (MPa) pro piloty v zemích soudrzných

li (m)	d (m)					
	0,6		1,0		1,5	
	I _C					
	0,5	≥ 1	0,5	≥ 1	0,5	≥ 1
1,5	6,9	13,2	7,9	13,4	8,6	12,3
3	10,0	22,0	12,5	23,9	13,7	23,0
5	12,5	31,2	15,9	35,4	18,4	36,7
10	15,5	44,3	21,3	51,3	24,6	57,4

Obr.12. Sečnové moduly deformace pro typy zemín

BAŽANTOVA METODA (1984)

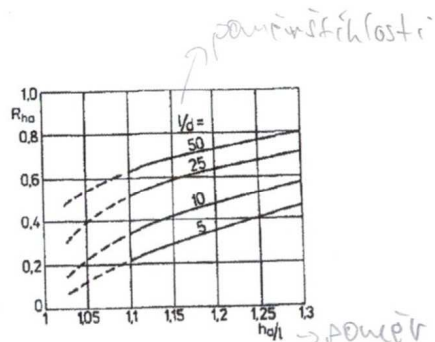
princip: napětí pod patou se šíří do značné hloubky, ale zeminy se deformuje na hloubku h_a pod patou

velikost deformace zón

příčinkový koeficient sedání

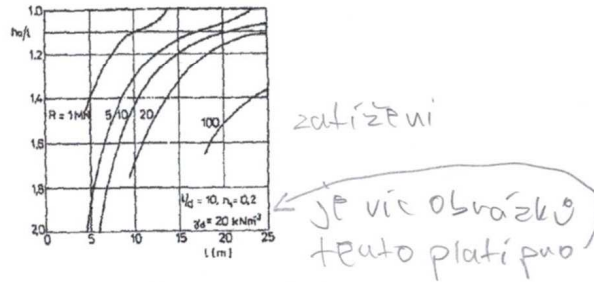
$$I_{sa} = I_1 \cdot R_k \cdot R_{ha}$$

R_{ha} - koeficient vlivu nestlačitelné vrstvy (viz obr.13)



Obr.13. Průběh koeficientu R_{ra}

stanovení aktivní hloubky h_a (viz obr.14)



Obr.14. Stanovení aktivní hloubky h_a podle Bažanta

sedání

→ mez kluzu

$$s_y = I_{sa} \frac{R_y}{d \cdot E_{def}}$$

→ modul deformace
Ø piloty

3. přednáška

ÚNOSNOST OSAMĚLÝCH SVISLE ZATÍŽENÝCH VRTANÝCH PILOT

excentricita zatížení bez zvláštního povolení do 5%

Cíl: znalosti (3) podat bezpečný a hospodárny návrh vrtaných pilot

Vlastnosti zakl. pil
mech. a únosnost
geometrie pilot
technologie

Únosnost piloty (definice) \rightarrow zatížení při výš pilota
pevnostní podmínky IMS deformační podmínky IMS
vyhovuje všem podmínkám na místě kladebných

Rozdělení ze statického hlediska:

- a) opřené patou o velmi únosnou horninu \rightarrow využití plného dřívku řešení podle IGK
- b) plovoucí - zatížení převaženo plastem \rightarrow IGK
- c) vetknuté - plastem nebo patou vrstevnaté prostředí nadloží neunosné
- d) s rozšířenou patou - vrt nemůže dosáhnout do vrstvy větší únosnosti

Podmínka únosnosti:

$$V_{de} \leq U_{vd}$$

V_{de} - svislá složka extrémního výpočtového zatížení

U_{vd} - výpočtová únosnost ve svislém směru

$$V_{ds} \leq U_{vs}$$

V_{ds} - svislá složka provozního zatížení působící v rovině piloty

U_{vs} - normová únosnost piloty ve svislém směru

METODY ZJIŠŤOVÁNÍ ÚNOSNOSTI

- statická zatěžovací zkouška
- statická zatěžovací zkouška ve skutečném měřítku (experimentální únosnost)
- statická zatěžovací zkouška modelové piloty
- z údajů statické penetrační zkoušky jednoduché ale nemusí být přesné
- z tabulkových hodnot svislé únosnosti U_{stab}

metody stanovení výpočtové únosnosti

a) řešení podle 1. skupiny mezních stavů

b) řešení podle 2. skupiny mezních stavů

AD a) Rankinova teorie, σ_n se určí pomocí $K_r \rightarrow$ tlaku v klidu

normálová napjatost

plastové tření pomocí Coulumbova zákona

z pracovního diagramu
AD b) Teorie pružnosti, konstrukce mezní zatěžovací křivky

STATICKE ZATĚŽOVACÍ ZKOUŠKY

1) STUDIJNÍ pro případy (jako část doplňovacího IG průzkumu)

- pilot s abnormálním zatížením
- pilot s neobvyklou technologií
- 3 GK
- výsledek povede k podst. snížení nákladů

Postupy:

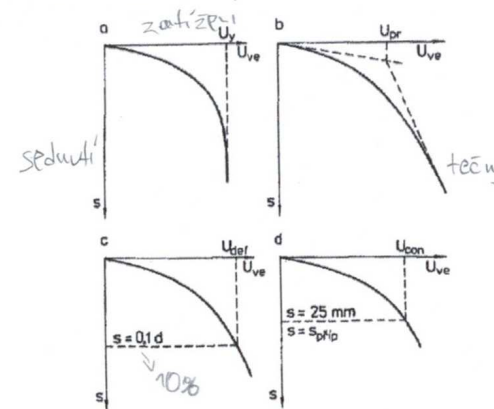
- provádění na modelových pilotách
- provádění tahové zátěžové zk. zjistíme tření tahové \rightarrow plastové tření
- provádění zkoušky desky ve vrtu

2) PRŮKAZNÍ dělá se těsně před zahájením pilotních prací pokud máme pilot víc jak 1500 X pokud mám důvěru ze

3) KONTROLNÍ pokračování prací X va žné počty by o kvalitě - změním geologii nebo technologii

Výsledek stat. zat. zk. - U_{ve} (svislá experimentální únosnost) z pracovního diagramu. Další hodnoty:

- únosnost na mezi zaboření U_y
- únosnost na mezi úměrnosti U_{pr}
- únosnost na mezi přetvoření U_{def}
- únosnost směrná U_{con}



Obr. 1. Stanovení svislé experimentální únosnosti U_{ve} z výsledků statické zatěžovací zkoušky

a - únosnost na mezi zaboření U_y ; b - únosnost na mezi úměrnosti U_{pr} ; c - únosnost na mezi přetvoření U_{def} ; d - únosnost směrná U_{con}

výpočtová únosnost ve svislém směru osamělé piloty U_{vd}

$$U_{vd} = \frac{U_{ve}}{\gamma_{re}}$$

γ_{re} - koeficient podmínek působení

γ_{re} 1,4 ~ 1,5 pro únosnost U_v a U_{pr}

γ_{re} 1,25 ~ 1,3 pro únosnost U_{def}

γ_{re} 1,0 ~ 1,1 pro únosnost U_{con}

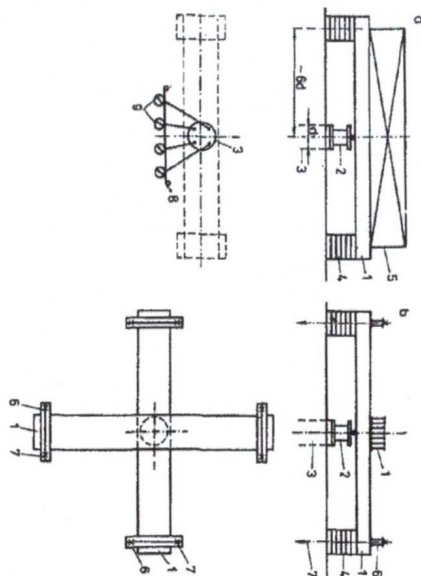
Nástroje pro stat. zat. zk. – hydraulické lisy

Pro 3-4 MN – mosty z paralelně svařovaných nosníků typu I (obr.2a))

Pro 6-8 MN – dva předchozí mosty položené přes sebe (obr.2b))

Do 25 MN – zatěžovací most (obr.3))

výška musí být větší než max. zatížení

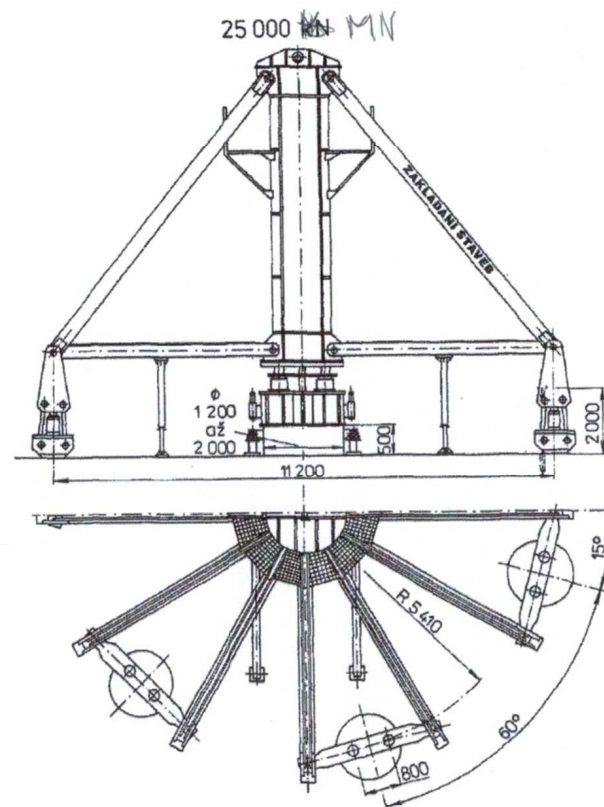


Obr. 2. Schéma zkušebních ocelových mostů

a – most pro zatížení do 3 až 4 MN, zátěž vnější (panely, ingoty);

b – most pro zatížení do 6 až 8 MN, kotvená konstrukce

1 – zkušební ocelový most; 2 – hydraulický lis; 3 – zkušební pilota; 4 – podpůrná konstrukce; 5 – zátěž; 6 – příčníky; 7 – zemní kotvy nebo tahové piloty; 8 – podpůrná konstrukce pro osazení měřidel sedání; 9 – snímače sedání

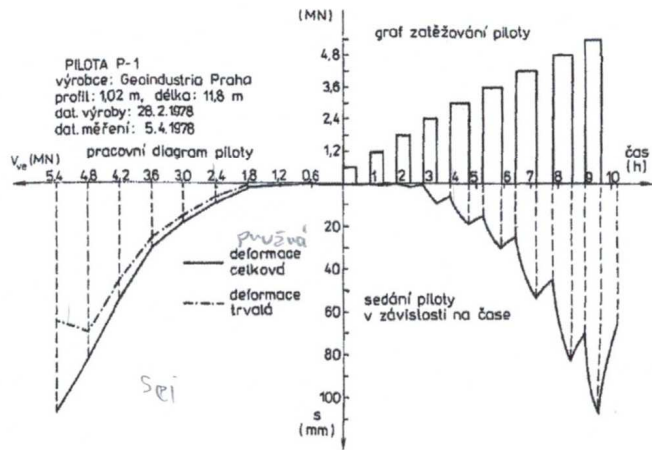


vnitro kotvit

Obr.3 Zkušební zatížení pro extrémní zatížení pilot do 25 MN

Vyvození zatížení po stupních odpovídajících 5-10% předpokládanému max. zatížení piloty

Pojem ustálená deformace - ϕ_{def} za 15min nepřekročí 0,05mm
 Odlehčovací stupně - následuje po každém zat. stupni nebo po 2, 5, 10
 Ukončení zkoušky - *vyčerpání kap. zkušebního zařízení*
 Výsledek na obr.4. - *deformace přesáhne 10% průměru piloty*
 - *zničení hlavy piloty*



Obr.4. Grafické zpracování výsledků měření při statické zatěžovací zkoušce piloty

Odlišný postup u studijních zkoušek:

měření úbytku svíslé síly (napětí) v závislosti na hloubce
 údaje - q_s plášťové tření | v závislosti na hloubce
 q_p napětí na patě piloty

Přístroje:

- strunové tenzometry – pomocí osciloskopu měření poměrného pretvoření struny *V. levnost i snadnost aplikace*
- Freyssinetův lis – lis nad patou piloty

navození na instalaci a le přesnější výsledky

MODELOVÉ PILOTY

Max zmenšení 1:3

Metoda: separace plášťového tření dle Weeleho

Předpoklad: plná mobilizace plášťového tření kdy závislost R_p a s_p je ještě lineární

Zkoušky: odlehčovací stupně do úplného odlehčení (odečítáme trvalé a pružné sednutí)

Postup dle obr.4.

- 1) odhad několika \bar{q}_{si} *z průměrné plášťové tření*

- 2) pro každé \bar{q}_{si} spočteme sílu na plášti

$$R_{si} = \pi \cdot d \cdot l \cdot \bar{q}_{si}$$

a sílu v patě

$$R_{pi} = V_i - R_{si}$$

V_i - příslušný zatěžovací stupeň u kterého došlo k úplnému odlehčení

- 3) pružná deformace piloty

$$s_{ei} = \frac{V_i + R_{pi}}{2} \cdot \frac{I}{E_b \cdot A_p} \text{ - plocha } \text{ modulu pružnosti}$$

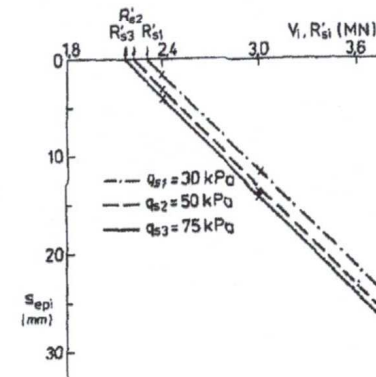
a z diagramu na obr.4. odečteme trvalou deformaci s_{ri}

pružné zvednutí paty

$$s_{epi} = s_{ri} - s_{ei}$$

opakování min. 3x pro příslušné zatěžovací stupně

- 4) grafické zakreslení (viz obr.5.)

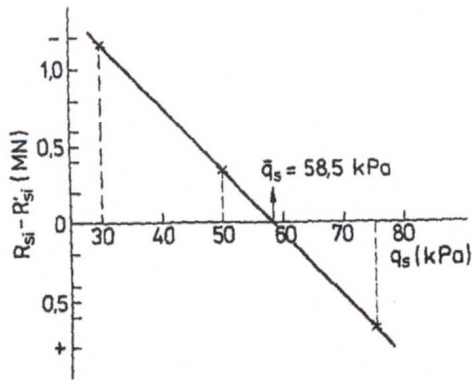


Obr.5. Separace síly na plášti piloty dle van Weeleho (1957)

- 5) spočtení

$$R_{si} - R'_{si}$$

a vynesení do grafu na obr.6.



Obr.6. Určení velikosti plášťového tření dle van Weeleho a získání průměrného plášťového tření q_s a zpětný rozbor obr.5. (pro jaký zatěžovací stupeň V_i odpovídá vypočtené q_s)
6) pomocí diagrama na obr.4. odečteme příslušné sedání s .

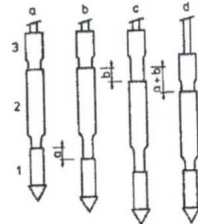
Nevýhody

STATICKÉ PENETRAČNÍ ZKOUŠKY
Princip
Totální odpor

$$Q_t = q_{st} + f_s$$

q_{st} - odpor na kuželovém hrotu
 f_s - lokální plášťové tření

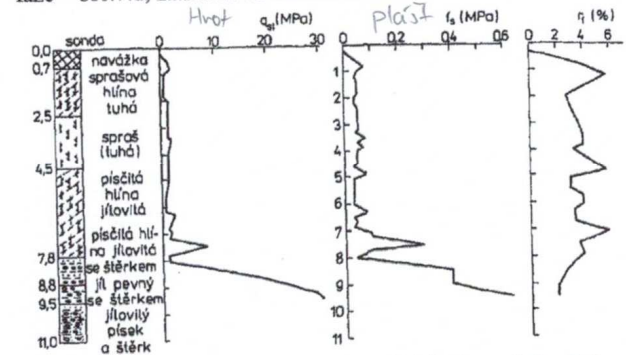
relativně omezený počet platnosti
pro zeminu (jílovité zvětralé horniny)
→ zatlačování hrotu do zákl. půdy
konst. rychlostí $2 \text{ cm} \cdot \text{s}^{-1}$
pokud se mění vlastnosti
potom se mění síla zatlačování



Obr.7. Jednotlivé fáze penetračního sondování pomocí Begemanova hrotu s třecí manžetou

1 – špička hrotu sondy; 2 – třecí manžeta; 3 – spojovací díl hrotu k tlačnému soutyčí

- I. fáze – obr.7.a), měření celkového odporu Q
 $Q_t = Q \cdot S_p$ /kN/
- II. fáze – obr.7.b), měření totálního odporu na špičce
 $q_{st} = \frac{Q_C \cdot S_p}{A_c}$ /Mpa/
 A_c - plocha podstavy hrotu
- III. fáze – obr.7.c), měření odporu na hrotu
 $f_s = \frac{(Q_S - Q_C) \cdot S_p}{A_s}$ /Mpa/
 A_s - plocha pláště manžety ($0,015 \text{ m}^2$)
- IV. fáze – obr.7.d, zatlačení na další hloubku



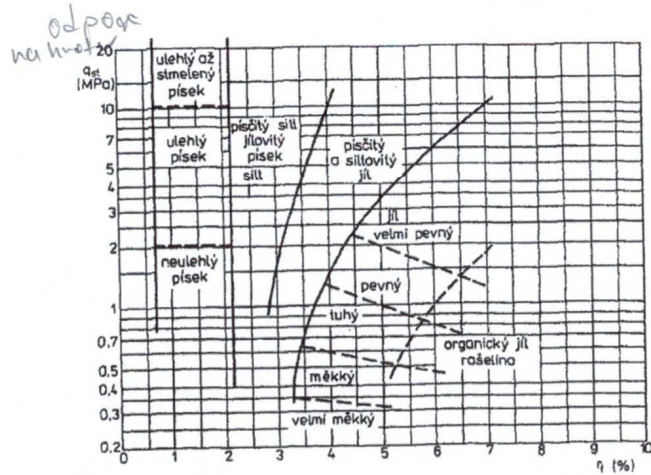
Obr.8. Příklad grafu statické penetrace (křivky jsou zjednodušeny)

Třecí poměr $r_f = \frac{f_s}{q_{st}} \cdot 100\%$

Korelace ve vztahu ke klasifikaci zemin obr.9.

V: rychlá alevná metoda

určení: pevnostní vlastnosti
profilu



Obr.9. Klasifikace zemín na základě statické penetrační zkoušky dle Sanglerata (1972)

Únosnost

$$U = A_p \cdot q_p + \pi \sum d_i \cdot l_i \cdot q_{si}$$

$$q_p = q_{st} \text{ - odpor na hrotu}$$

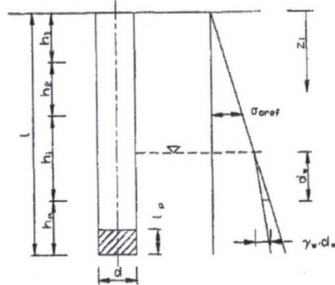
$$q_{si} = 2 \cdot f_{si} \text{ - pláštěvítření na třecích manžetách}$$

$$q_{si} = \frac{q_{sti}}{400} \text{ - odpor na hrotu v tot. parametrech}$$

Výsledná únosnost/ f_b (souč. bezpečnosti) = 3 \Rightarrow možnosti nevěříme

STATICKÉ VZORCE

Vstupní hodnoty



Obr.10. Statické schéma piloty pro obecný výpočet únosnosti dle 1. skupiny mezních stavů

vstupní hodnoty: γ_{r1}

γ_{r1} a γ_{r2} - součinitele stat. působení zákl. půd

Získání výpočtových parametrů
Výpočtová únosnost svíslé piloty

$$U_{vd} = U_{bd} + U_{fd} \geq V_d$$

výp. únos. paty výp. únos. na plášti svíslá složka výp. extr. zatížení

$$U_{bd} = k_1 \cdot A_s \cdot R_d \text{ - únosnost na patě}$$

A_s - plocha paty piloty

k_1 - koef. zvětšení únosnosti vlivem délky piloty

$l \leq 2$ m	$k_1 = 1$
$2 < l \leq 4$	$k_1 = 1,05$
$4 < l \leq 6$	$k_1 = 1,1$
$l > 6$ m	$k_1 = 1,15$

Výpočtová únos. paty piloty \leftarrow součinitele únosnosti \leftarrow piloty

$$R_d = 1,2 c_n \cdot N_{en} + (1 + \sin \varphi_n) \frac{\sum \gamma_i \cdot h_i}{\sum h_i} \left(l \cdot N_{dn} + 0,7 \gamma_n \frac{d}{2} \cdot N_{bn} \right)$$

Výpoč. únosnost na plášti

$$U_{fd} = \sum_{i=1}^n h_i \cdot f_{si}$$

Tření na plášti

$$f_{si} = \sigma_{xi} \cdot \operatorname{tg} \left(\frac{\varphi_d}{\gamma_{r1}} \right) + \frac{c_d}{\gamma_{r2}}$$

$$\sigma_{xi} = k_2 \cdot \sigma_{ori} \geq$$

$$z \leq 10 \text{ m} \quad k_2 = 1,0$$

$$z > 10 \text{ m} \quad k_2 = 1,2$$

$$z \leq 1 \text{ m} \quad \gamma_{r1} = 1,3$$

$$1 < z \leq 2 \quad \gamma_{r1} = 1,2$$

$$2 < z \leq 3 \quad \gamma_{r1} = 1,1$$

$$z > 3 \quad \gamma_{r1} = 1,0$$

podle technologie

- $\gamma_{r1} = 1,0$ - betonáž piloty bez ochrany výpažnice
- $\gamma_{r1} = 1,1$ - betonáž piloty do suchého vrtu
- $\gamma_{r1} = 1,2$ - betonáž piloty bez výpažnice po vyčerpání vody
betonáž do vrtu chráněného výpažnicí při oddělené betonáži
- $\gamma_{r1} = 1,25$ - betonáž piloty do vrtu chráněného suspenzí
betonáž do vrtu chráněného fólií PVC, PE tl. max 0,25 mm
- $\gamma_{r1} = 1,5$ - betonáž piloty do vrtu chráněného výpažnicí
betonáž do vrtu chráněného fólií PVC, PE tl. min. 0,25 mm
- $\gamma_{r1} = 1,6$ - betonáž piloty do vrtu chráněného suspenzí s ochranou PVC, PE
betonáž piloty s $d > 2$ m chráněného suspenzí

Účinnou délku piloty lze zmenšit pro určení U_{gr}

$$l_p = \frac{d}{4} N_d^{2/3}$$

4. přednáška

TECHNOLOGIE PROVÁDĚNÍ VRTANÝCH PILOT

Technologický postup: 4. základní fáze

- a) vyvrtání či vyhloubení vrtu *nepažené x pažené - pažení*
- b) přípravné práce *- před betonáží - pročištění zvláště dna*
- c) armování a betonáž *- práce s armokošem - odstavíme suspenzi - odčerpáme PV*
- d) odpažení a úprava hlavy

AD c) zapuštění a osazení armokoše

betonáž pomocí: - krátké usměrňovací roury

- betonovací roury *pod vodou nebo suspenzi*
- čerpadla na beton *(nebo)*

se současným odčerpáváním jí. suspenze nebo vody a vytahováním výpažnic

AD d) úprava hlavy:

- osazení kalichu
- zvláštních kotevních prvků
- spojovací výztuže
- zvl. případ tzv. utopená hlava *hlavu přebetovujeme - odbetováváme vrchní část a přebetovujeme*

VRTY PRO PILOTY

Technologie betonáží na místě: - rotační vrtání za sucha

- o drapákového hloubení
- o rotačního vrtání nekonečným šnekem
- o jiné (sací, rotačně příklepné, s nepřímým proplachem atd.) *spíše skalní horniny*

Vrtné nástroje

Pro rotační

- a) šapy - lžicové vrtáky

pro soudržné i nesoudržné (neobsahují větší balvany), poloskalní, zvodnělé písky

tzv. pískové šapy (po odvrtání uzavřou dno)

výhody: sypaní zeminy přímo na dopravní prostředky

- b) spirálové (talířové) vrtáky

jíly
zvláště do C zemin

nevýhody: větší možnost porušení stěn a padání zeminy na dno

nepořádek - systém vyprázdňení nástroje

- c) vrtací korunky s břity do R homin

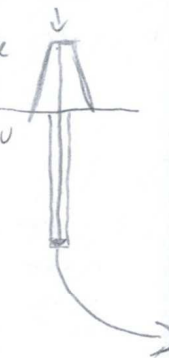
vhodnost pro odvrtání tvrdých vložek

definice korunky, nároky na volbu rychlosti otáčení a přítlaku

- d) speciální skalní frézy *spíše tunely*

N: finance a velká zkušenost

ocelový plášť s břity s tvrdokov
větší přítlak
větší možnost
vychýlení vrtu



Pro drapákové

systém BENOTO - drapák zapouštěný na prodlužovacích trubkách s přívodem

tlakového oleje zavěšený na výložníku bagru

vhodné do nesoudržných balvanitých zemin

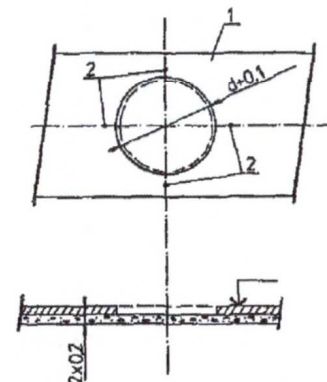
vždy patří jedny z nej kvalitnějších vrtů

Zajištění vytyčené polohy piloty

měřická služba

značka z betonářské oceli v úrovni terénu ($h_{min} = 0,3$ m)

šablona z betonu ($h = 0,2$ m)



Obr.1 Betonová šablona pro zajištění polohy piloty

1 - prostý beton; 2 - značky pro stabilizaci středu piloty

Nepažené vrty

Do soudržných zemin, R.

Nároky na kontrolu kvality stěn v průběhu vrtání

Pro průměry větší než 1 m – pažení ohlubně do hloubky 2 m, nad terén 0,3 m

Betonáž max. do 36 hodin po odvrtání

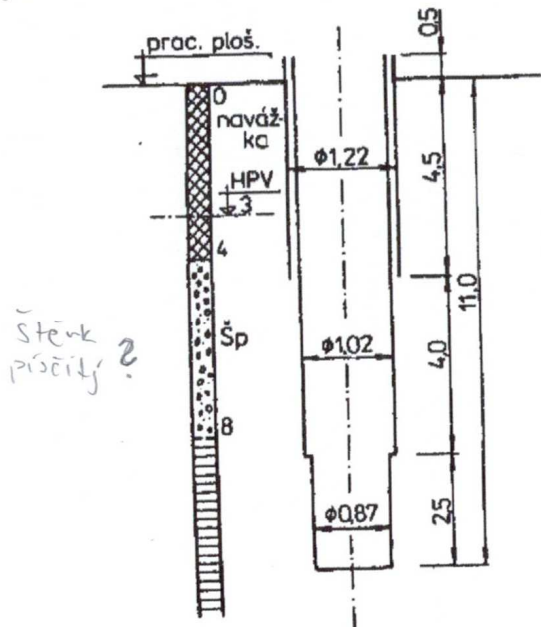
Zákaz vrtání bez pažení v zeminách $c = 0$ s $I_p \leq 0,5$
 soudržnost index *relativní vleklosti*
 $c \neq 0$ s $I_c \leq 0,5$
 soudržnost index *konzistence měkký*

Pažení ocelovými pažnicemi

Zvláště ve městech, mosty přes řeky

Pažení postupuje spolu s hloubením (pro zeminy zcela nestabilní předchází pažení počvu), možnost vytvoření přetlaku \Rightarrow zabráni vniku podzemní vody do vrtu

2 kolony pažnic



Obr.2. Příklad pažení vrtu dvěma kolonami ocelových pažnic

Vytahování pomocí lana vrtnou soupravou

nebo na vrtném souřti

bentonit

Pažení jílovou suspenzí zvláštní přísady

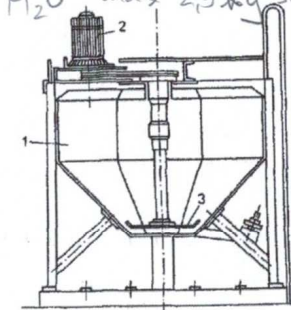
Působí hydrostatickým tlakem a vytváří filtrační vrstvu na stěně

Složení: - jílu (bentonitové jíly)

- voda
- přísady (soda, koloidy, ztekucovadla apod)

Rozplavovač – nádoba (4-7 m³) pro dokonalé promíchání jílu a vody

1 m³ 99,5% H₂O max 2,5% soda 1kg LOVOŠA



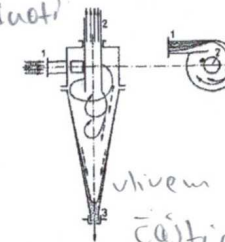
Obr.3. Schéma vrtulového rozplavovače

1 – nádoba; 2 – elektromotor; 3 – pogumovaná vrtule

Vícenásobné použití suspenze (kontrola parametrů):

- viskozita
- filtrace $\phi 0,063 - 2mm$
- obsah S částic (max. 5% před betonáží), pokud nevyhoví odstranění hydrocyklony

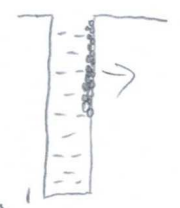
nejvíce zpehoduji



Obr.4. Schéma hydrocyklonu

1 - vtokový nátrubek; 2 – vnitřní odtoková trubka; 3 – spodní ventil

přívod jílu suspenze *odvod jílové suspenze* *odvod částic*



kteří časem zamezí ztvrdnutí suspenze

posprávnou F-čí filtrace

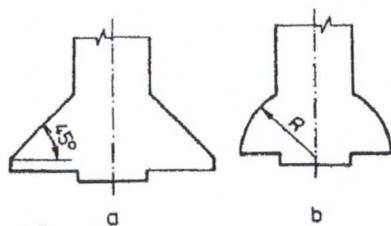
64kg SABEML aktivovaný bentonit

Objem cca 1m³ za sebou vsevších vlivem odstředivé síly nam hubě částice odloží na stěny

Piloty s rozšířenou patou

Pata – 2 až 3x větší než profil

Nástroje:



Obr.5. Schéma rozšiřování paty vrtané piloty

a – zvonkový rozšiřovák 45°; b – polokulový rozšiřovák

U nás málo *uvás většínou opřu proto nepotřebuju*

Do c ≠ 0, poloR kde není potřeba pažit

Podmínka – dokonale čisté dno (ručně)

Problém artézských horizontů

PŘÍPRAVNÉ PRÁCE A ARMOVÁNÍ

Čištění šapou s rovným dnem

čerpání vody neporuší stabilitu stěn (ponomá čerpadla)

u suspenze – 1 hod. před betonáží odvtání sedimentačního koláče ze dna (zjištění vlastností, rozšiřovák)

u železobetonových pilot - vložení armokoše (středem prochází betonážní roury!), výztuž vyčnívá nad hlavu na kotevní délku

BETONÁŽ

Směs z betonárny dopravená zpravidla autodomíhávači

300 – 400 kg cementu na m³

suché vrtý – ukládání betonu přímo krátkou usměřovací rourou s násypkou, centr.

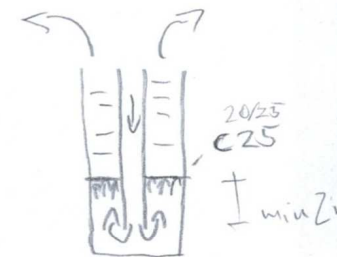
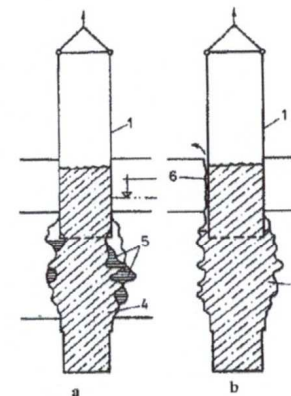
voda nebo suspenze – betonovací trubky (Ø min. 200 mm) na dno s postupem

1) vtlačení betonu do trubek

2) kontinuální vytahování

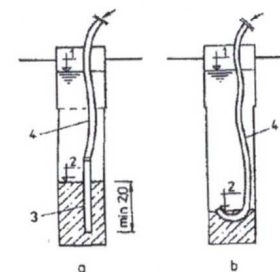
3) doplňování betonu

! neustále ponořeny min. 2 m v betonové směsi ⇒ musím vytvořit přetlak
pažnice – mezera mezi pažnicí a zeminou (únik vody)



Obr.6. Možnost znehodnocení dílky piloty uzavřenou podzemní vodou

1 – pažnice; 4 – pilota; 5 – dřík; 6 – otvor; a – špatný postup; b – správný postup
betonážní čerpadlo - ! ohebná hadice ukončena ocel. rourou



Obr. 7. Betonáž pomocí čerpadla

1 – hladina vody; 2 – hladina betonu; 3 – ocelová trubka; 4 – ohebná hadice;

a – správný postup b – špatný postup

5. přednáška

VÝPOČET ÚNOSNOSTI SVISLÝCH OSAMĚLÝCH PILOT

VÝPOČET ÚNOSNOSTI PILOT PODLE DIN 4014

Osová mezní únosnost pilot opřených o skalní hrominu

mezní únosnost

$$U_{vd} = A_p \cdot q_{sp} + \sum_{i=1}^n A_{mi} \cdot q_{sf,i}$$

pro více vrstevnaté prostředí
obvod · h

A - plocha paty piloty

q_{sp} - napětí na patě piloty

A_{mi} - plocha pláště piloty v i-té vrstvě

q_{sf} - mezní plášťové tření

pro opřené skalní ho položí

q _u (MN / m ²)	q _{ps} (MN / m ²)	q _{ef} (MN / m ²)
0,5	1,5	0,08
5,0	5,0	0,5
20,0	10,0	0,5

na patě *plášť*

pevnost horniny

Obr.1. Mezní hodnoty q_{ps} pro napětí na patě a plášťové tření piloty v R v závislosti na pevnosti R q_u

Výpočtová únosnost pilot ve nesoudržných a soudržných zeminách

mezní únosnost na plášti

$$R_{su} = \sum_{i=1}^n A_{mi} \cdot q_{sf,i}$$

plocha pláště piloty

q_{sf} - plášťové tření (tabulky)

plná mobilizace *na mezi zaboreni*

$$s_y = 5 \cdot R_{su} + 5 \geq 30 \text{ mm}$$

- /MN/ a s_y /mm/

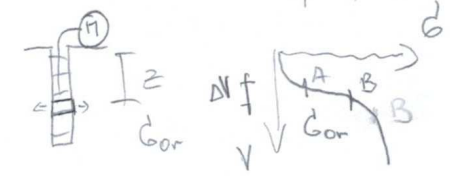
mezi A a B - lineární

Závislost
 $E_p = \frac{\Delta \sigma}{\Delta V} \cdot \Delta z$

únosnost paty piloty

$$R_{b,s} = A_p \cdot q_{p,s}$$

q_{p,s} - tabulky



NELINEÁRNÍ VÝPOČET SEDÁNÍ OSAMĚLÉ PILOTY

musím mít výsledky z zjištění E_p a $\bar{\alpha}$ - reologický koeficient pružnosti metaických zk závislost $\bar{\alpha}$ na: *struktury*

- konzistence *většinou > 1* E_{oes} = $\bar{\alpha} \cdot E_p$
- rozdíl od elastického řešení *vyšší v nesoudržných vsoudržných zeminách*

Postup:

- 1) rozdělení piloty na dílky do rozhraní vrstev většinou
- 2) posun paty v₁ ⇒ aktivují sílu v patě
- 3) síla v patě Q_{b1} a v 1-ho dílku na plášti ¹Q_{s1}
- 4) zkrácení 1-ho dílku v důsledku součtu sil w₁
- 5) posun dílku 2 o v₁+w₁ a mobilizace ¹Q_{s2}
- 6) postup k hlavě, tedy celk. sednutí s₁ = v₁ + součet w_i
- 7) síla přenášená pilotou

$$Q_1 = Q_{b1} + \text{součet } Q_{si}$$

Výsledek do prac. diagramu piloty a vytvoření 1-ho bodu zatěžovací křivky.

Opakování bodů 1-7. - posun v patě o velikosti $\frac{1}{2}$

Výhody, nevýhody. - min. přesimetr. měření profil, závisí na α - většinou odhad
nejpřesnější výsledek (skoro reálné chování)

TAHOVÉ PILOTY

tahová síla Z - proti ní G a q_s

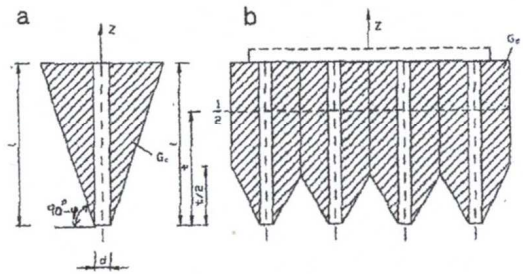
deformace hlavy piloty

$$s_{y,tah} = 1,3s_y$$

$$s_y = 5 \cdot R_{su} + 5 - \text{deformace při plné mobilizaci}$$

z ≤ G_c - tíha kuželového tělesa

2. podmínka
 pozor když z největšího tíha horninového tělesa
 pak mít celé vyřve



Obr.2. Konstrukce vzdorujícího zemního tělesa pro tahové piloty

a – osamělá pilota; b – skupina pilot; 1 – neúnosná vrstva; 2 – únosná vrstva
 případ osamělé piloty

NEGATIVNÍ PLÁŠŤOVÉ TŘENÍ

Vznik a aktivizace při průchodu piloty neúnosnou vrstvou
 negativní plášťové tření ktevá bude konsolidovat

$$-\tau_n = K \cdot \operatorname{tg}(-\delta) \cdot \sigma_z = -B \cdot \sigma_z$$

K - součinitel zemního tlaku

δ - úhel tření mezi zemínou a pláštěm piloty

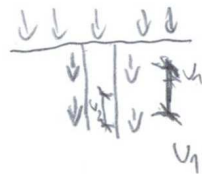
σ_z - geostatické napětí v hloubce z

problém u praktických výpočtů (1-2 mm/rok)

↑ rázím neovlivní
 považ. v jpu za
 neúnosnou

počítám jpu když je velká def.

deform. zeminy vlivem
 konsolidace jsou větší
 než def. piloty



→ tah. namáhání
 piloty
 zemina vsí na
 pilotě

ÚNOSNOST VRTANÝCH VODOROVNĚ ZATÍŽENÝCH

PILOT

- poměrně mála přípustná
 def.
 - jsou tam i M

co přenáší?

pilota obecně považována za vetknutý nosník do pružně plastického prostředí

$$\sigma_z = K_{h,z} \cdot u_z$$

$K_{h,z}$ - modul vodorovné reakce podloží v hloubce z / kNm^{-3}

u_z - příslušná vodorovná deformace piloty

podle DIN 4014 pro soudržné - in situ x laboratorně

$$K_h = \frac{E_{def}}{d}$$

d - průměr piloty

pro $d \geq 1,0 \text{ m} \Rightarrow d = 1,0$ pro případy kdy

$u_{z,max}$ v hlavě = 20 mm

resp. $u_{z,max} = 0,03 \cdot d$

menší
 hodnota

u nesoudržných zemín

$$K_h = \frac{z}{d} \cdot n_h \rightarrow \text{pro n.s. zeminy v tabulkaích}$$

Druhy deformace:

1) osa přímá

2) osa deformovaná

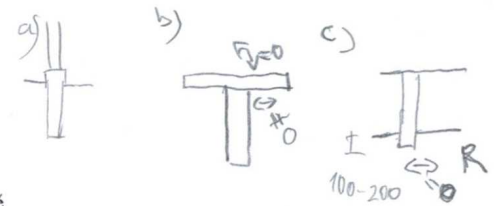
Možnosti podepření:

a) volná hlava, volná pata

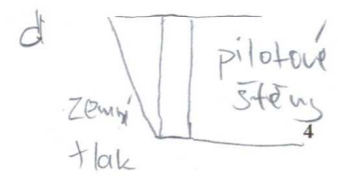
b) pevná hlava, volná pata

c) volná hlava, kloub v patě

d) zatížení jednostranným tlakem

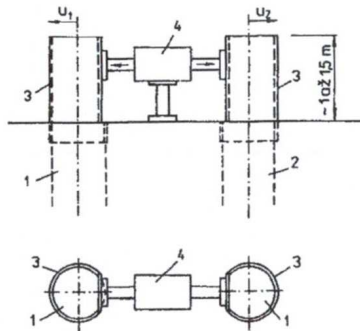


únosnost stanovit 3mi způsoby:



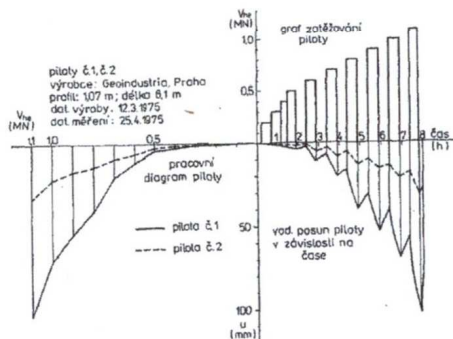
- 1) zatěžovací zkouška *nejjistější*
- 2) tabulková únosnost
- 3) výpočet

STATICKE ZATĚŽOVACÍ ZKOUŠKY VODOROVNĚ ZATÍŽENÝCH PILOT
systém rozpěr na dvou pilotách



Obr.3. Schéma statické zatěžovací zkoušky na vodorovné zatížení

1 – pilota č.1; 2 – pilota č.2; 3 – ponechaná výpažnice s plochou pro lis; 4 – lis
výsledek zkoušky viz obr.4 *vkrocích zatěžovací x odlehčovací fáze*



Obr.4. Výsledky měření při stat. zatěžovací zkoušce na vodorovnou sílu

vodorovná síla (vodorovná experimentální únosnost)

odečtení U_{he} odpovídající normě nebo projektu

Vypočítat únosnost

$$U_{hd} = \frac{U_{he}}{\gamma_{re}} \quad \beta = 1,5$$

$$\gamma_{re} - \text{koef. podmínek působení pro odpor piloty při zatěžovacích zkouškách na}$$

vodorovnou sílu

Musím zajistit aby posun zůstal v přijatelných mezích

VODOROVNÁ TABULKOVÁ ÚNOSNOST

nižší stupeň projektu osamělá pilota

předpoklady:

- vyztužení po celé délce
- vetknutí hlavy
- (zemina nad hlavou)
- zatížení v úrovni hlavy

HPV pod hlavou piloty

$$U_{h,tab} \geq H_d \rightarrow \text{horizontální síla působící na hlavu piloty}$$

vypočítat

TUHÉ VODOROVNĚ ZATÍŽENÉ PILOTY

pro *osa piloty zůstává při zatížení příma pouze se posuvem nebo otáčením*

$$l_{max} \leq m \cdot d$$

výsledek řešení parciálních diferenciálních rovnic - u_a, O *poloha bodu otáčení*

a) volná hlava, volná pata

- homogenní soudržná zemina
- homogenní nesoudržná zemina

$$u_a, M_a \text{ pro } z_0 \rightarrow \infty$$

b) volná hlava, kloub v patě *nesoudržná*

- homogenní soudržná zemina
- homogenní nesoudržná zemina

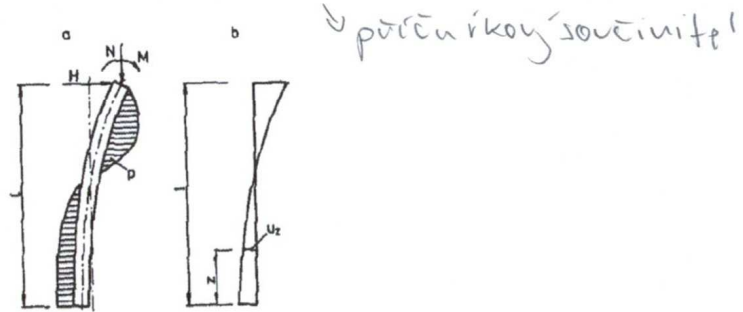
$$u_a, M_{max} \text{ pro } z_0 = l$$

OHEBNÉ VODOROVNĚ ZATÍŽENÉ PILOTY

nesplněna podmínka

$$l_{max} \leq m \cdot d$$

řešení – nosník omezené délky na pružném podkladě ($f(E_b, I, d)$) → ϕ



Obr.5. Statické schéma ohebné piloty vodorovně zatížené

1) Winklerův model podloží

pro vícevrstevný model

rozdělení piloty na n dílků – v každém posouvající sílu U_i

Winklerův předpoklad: $u_i \approx P_i \rightarrow U_i$ je přímo úměrná napětím kladoucích zemí
 získá $n+1$ nezávislých lineárních rovnic o $n+1$ neznámých

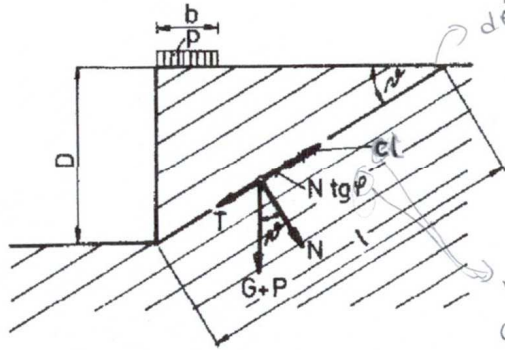
6. přednáška

SKLONY SVAHŮ STAVEBNÍCH JAM

VE SKALNÍCH HORNINÁCH

Zdravé skalní 6-8 m, obecně sklon 5:1, síťovina
 Zvětralé 3:1, proudící voda v puklinách!!
 mělké jámy
 bez zabezpečení -> proti upadávání
 určení
 tlak který vyvolá

Hluboké jámy - analýza stability, sklon vrstev či puklin do jámy!!



Obr. 1. Symboly a účinky pro zjišťování stability svislého svahu ve skalní hornině se šikmou vrstevnatostí

Zatřídění skalních hornin podle: - pevnosti - četnosti trhlin
 ne od skály ale od vyplně spár

Zjišťujeme objem V - která ujde
 Jeho tíhu G
 Případné přitížení P

Celková složka G+P
 NORMÁLOVÁ N
 TANGENCIÁLNÍ T

Součinitel spolehlivosti svahu

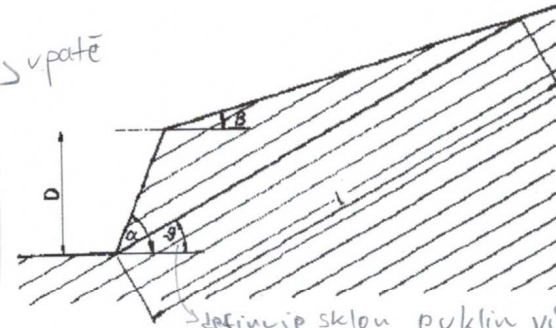
$$\gamma_n = \frac{N \tan \varphi + c_l}{T} \geq 1,1 \div 1,3$$

Při dlouhodobém otevření jámy - ochrana, pak

dlouhodobá
 1-krátkodobá

pokud není dvojitě

$$W = V \cdot \gamma_w \text{ a } \gamma_n = \frac{(N - W) \tan \varphi + c_l}{T \frac{N - W}{N}} \text{ s možností snížení smykových parametrů}$$



Obr. 2. Symboly pro zjišťování stability svahu v R se šikmou vrstevnatostí a skloněným povrchem území.

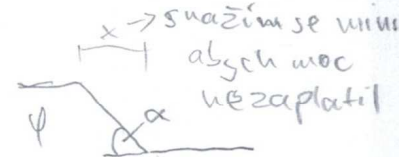
$$V = \frac{D^2 \sin(\alpha - \beta) \sin(\alpha - \vartheta)}{2 \sin^2 \alpha \sin(\vartheta - \beta)} \quad l = \frac{D \sin(\alpha - \beta)}{\sin \alpha \sin(\vartheta - \beta)}$$

V ZEMINÁCH

a) v nesoudrzných zeminách

- znalost φ návliv sklonu

$$\tan \alpha = \frac{\tan \varphi}{\gamma_n} \quad \gamma_n = 1,1 \div 1,3$$



pokud proudí voda, H.P.V. skloněna jako svah

$$\gamma_n = \frac{\tan \varphi}{2 \tan \alpha}$$



b) v soudrzných zeminách

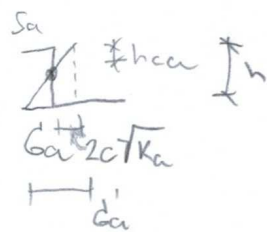
φ_{ef}, c_{ef}

při přitížení p - náhrada vrstvou o mocnosti h_p $h_p = \frac{p}{\gamma}$

V zeminách pro otevření výkopů bez zabezpečení 1,3m viz.stn.3

$$G_a' = G_a - Zc \sqrt{k_a}$$

$$G_a = \gamma \cdot (h - h_{ca}) \cdot k_a$$



$$\gamma \cdot h_{ca} \cdot k_a = Zc \sqrt{k_a}$$

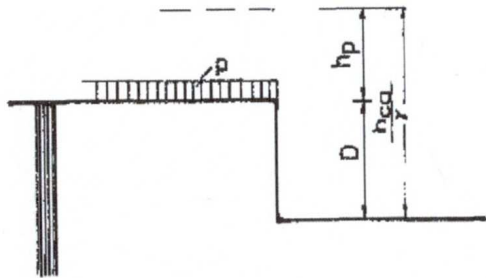
$$h_{ca} = \frac{2c}{\gamma \cdot \sqrt{k_a}} \quad (?)$$

$$\frac{c \cdot \sqrt{k_a}}{\gamma \cdot k_a} = s \Rightarrow \frac{c \cdot \sqrt{k_a}}{\gamma \cdot k_a} \Rightarrow \frac{c}{\gamma \cdot \sqrt{k_a}} = s$$

Stabilní svahy do udržovací výšky h_{ca} pro $\gamma_n = 1$.

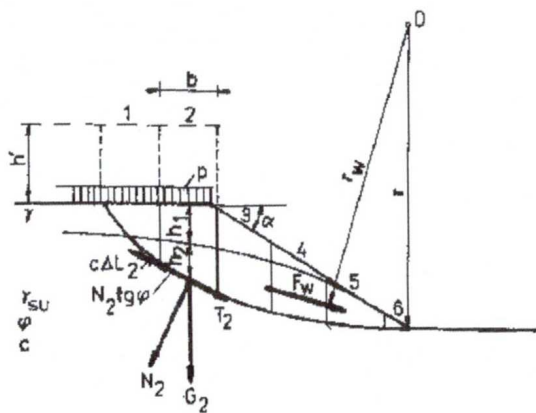
Dle obr.3. lze budovat jámu hloubky $D \leq \frac{h_{ca}}{\gamma_n} - h_p$ při $\gamma_n = 1,1 \div 1,3$ ^{časový} _{trvalý}

Bezpečnostní důvody $D \leq 1,3m$



Obr. 3. Symboly pro návrh svislého svahu jámy v soudržné zemině se zatížením povrchu.

Většina případů, návrh $\alpha < 90^\circ$

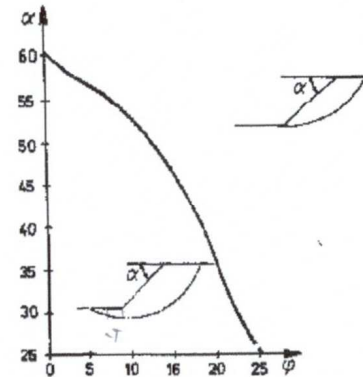


Obr. 4. Symboly pro posouzení stability svahu v soudržné zemině se zatížením povrchu a proudící vodou.

$$\gamma_n = \frac{\sum_{i=1}^n N_i \cdot \text{tg} \varphi + \sum_{i=1}^n c \cdot \Delta l_i}{\sum_{i=1}^n T_i + F_w \frac{r_w}{r}}$$

κde se náchozí proudnice
r - poloměr smyk. plochy
průtok + tok vody

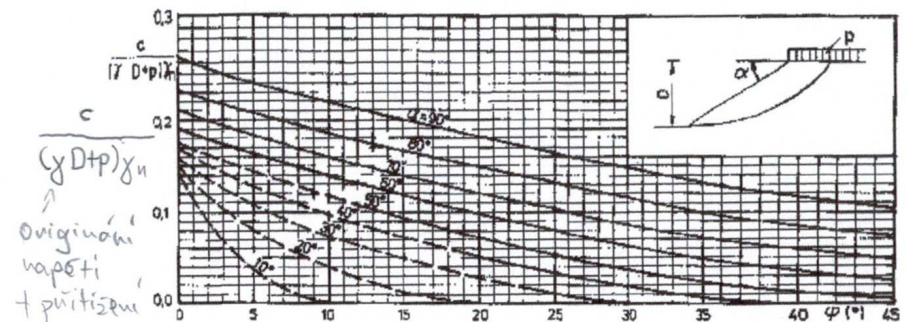
Kde je plocha?



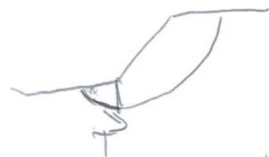
úhly φ většinou kolem 25°
 \Rightarrow většinou α

Obr. 5. Závislost mezi sklonem svahu α a φ umožňuje orientačně stanovit průběh nejnebezpečnější smykové plochy. Jesenák 1979.

Pro plochy procházející patou, lze pro návrh sklonu použít obr. 6.



Obr. 6. Graf na určování sklonu svahu v soudržné zemině pro válcovou kluznou plochu procházející patou. Fröhlich.

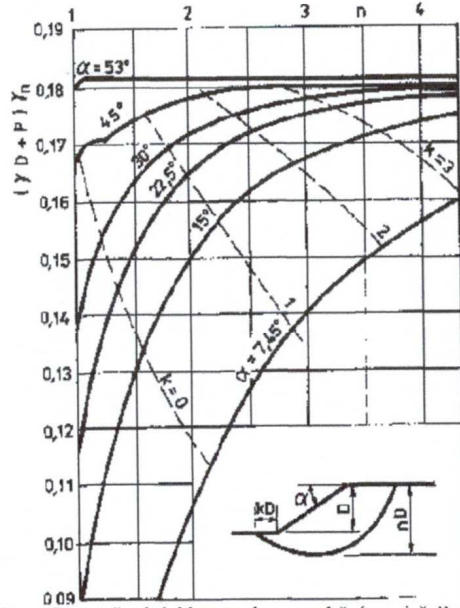


stabilizující opatření v ovládnutí

↑ jedná se o totální parametry

Pro $\phi = 0$ - Taylorův graf

Pro ψ blízko 0



Obr. 7. Taylorův graf pro určení sklonu svahu v soudržné zemině. Pomocí součinitelů n a k se zjišťuje poloha nejnebezpečnější válcové kluzné plochy.

n - podst. nejhlubší plochy

ODVODNĚNÍ STAVEBNÍCH JAM

POVRCHOVÉ

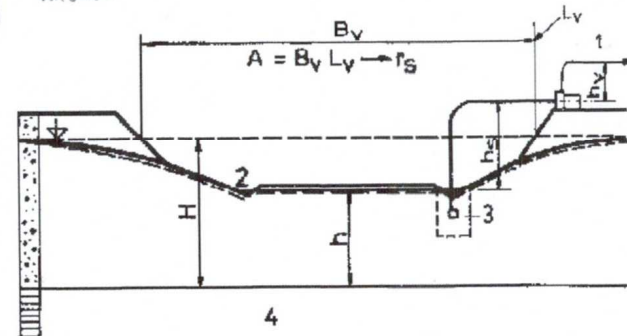
HLBOBKOVÉ

1. Povrchové
- určení souč. filtrace

palce - prostředí
- nepropustného podloží jeho H
- HPV
 $v = \frac{Q}{A}$
 $v = i \cdot k_t$



nebo 2 sběrné místa



Obr. 8. Povrchové odvodnění hydraulicky nedokonalé st. jámy při proudění s volnou hladinou. 1 - čerpadlo, 2 - rýha, 3 - sběrná studna, 4 - nepropustná zemina.

jak určit k_t :
In situ
Čerpací vsakovací měřeni
Laboratorní
 $i = \text{konst}$
 $i \neq \text{konst}$

Náhrada jámy fiktivní kruhovou studní o poloměru r_s

$$r_s = \sqrt{\frac{A}{\pi}}$$

Hydraulicky nedokonalá studně: celkové množství Q

voda pítéká stěnami i dnem

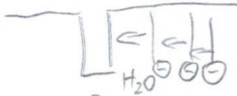
③ Empirie
Hazen
Terzaggi

① Použití typových křivek

pro c $k_t = 10^{-11} \div 10^{-8} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$

k_t - koef. filtrace
Vhodnost odvodnění

c zemina			M		jenny's		SIG		
10^{-11}	10^{-10}	10^{-9}	10^{-8}	10^{-7}	10^{-6}	10^{-5}	10^{-4}	10^{-3}	10^{-2}
edved. není třeba			Těsnit Povrchové odvodnění!						
Hlubkové odvodnění					Vakuové jehly				
elektroosmóza					gravitační jehly				
Těsnění									



stěhání dosah snížení podle Sichardta

$$Q_1 = \frac{\pi \cdot k_f (H^2 - h^2)}{\ln \frac{R_s + r_s}{r_s}}$$

dne

$$Q_2 = \pi \cdot k_f \frac{2(H-h)r_s}{\frac{\pi}{2} + 2 \arcsin \frac{r_s}{h + \sqrt{h^2 + r_s^2}} + 0,515 \frac{r_s}{h} \ln \frac{R_s + r_s}{4h}}$$

R_s - dosah snížení hladiny dle Sichardta $R_s = 3000(H-h)\sqrt{k_f}$
 podle jiných autorů
 obvodové rýhy $i_r = 0,5 - 2\%$ a jejich kapacita

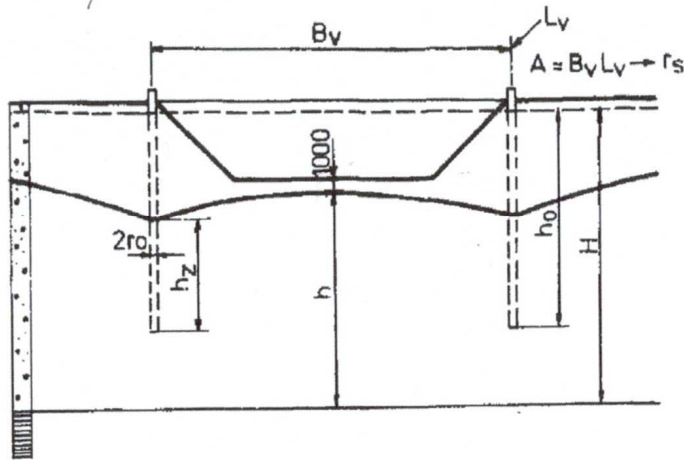
$$Q_r = A \cdot v = A \frac{1}{n} R^{\frac{1}{6}} \sqrt{R \cdot i_r}$$

Sběrné studně

2. Hloubkové odvodnění

a) vrtané studně

$\phi 200 - 300 \text{ mm}$



Obr. 9. Hloubkové odvodnění hydraulicky nedokonalými studněmi při proudění s volnou hladinou.

$$Q = \pi \cdot k_f \frac{H^2 - h^2}{\ln \frac{R_s + r_s}{r_s}}$$

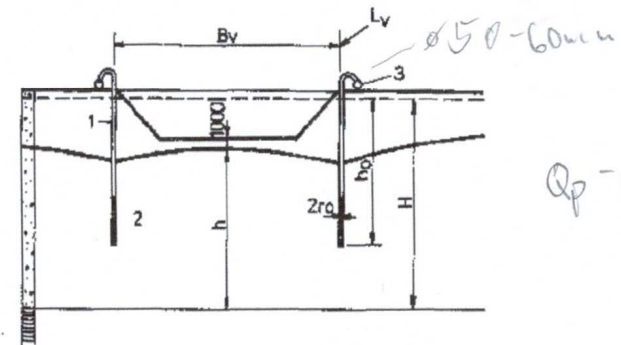
Přítok

Množství vody ze studně
 které může produkovat poloměr

Počet studní

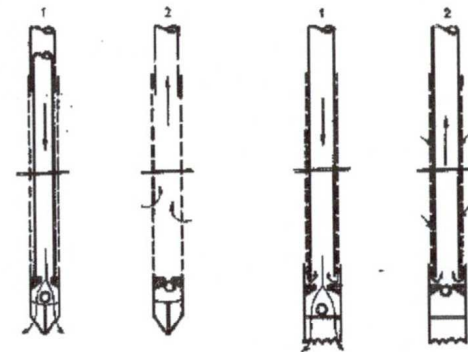
$$Q_p = 2\pi \cdot r_0 \cdot h_z \cdot v_p \text{ čerpat} \quad n = \frac{Q}{Q_p}$$

b) čerpací jehly (valkové) - vrtání podtlaku



Q_p - podle jehly

Obr. 10. Hloubkové odvodnění stavební jámy čerpacími jehlami



Obr. 11. Koncovky čerpacích jehel. a) jednoduchá, b) dvojí. 1. při vplachování. 2. při čerpání

