



Katedra geotechniky a podzemního stavitelství

Zakládání staveb – Hlubinné základy

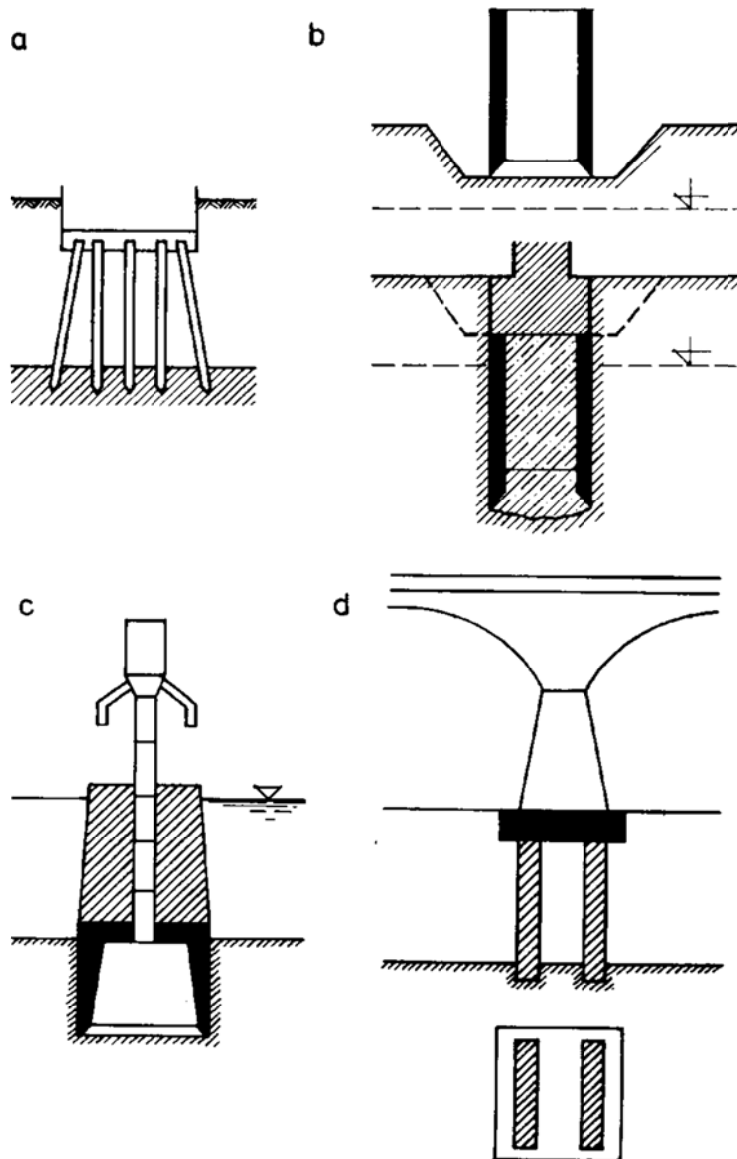
doc. Dr. Ing. Hynek Lahuta



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Inovace studijního oboru Geotechnika CZ.1.07/2.2.00/28.0009.
Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem ČR.

Hlubinné základy

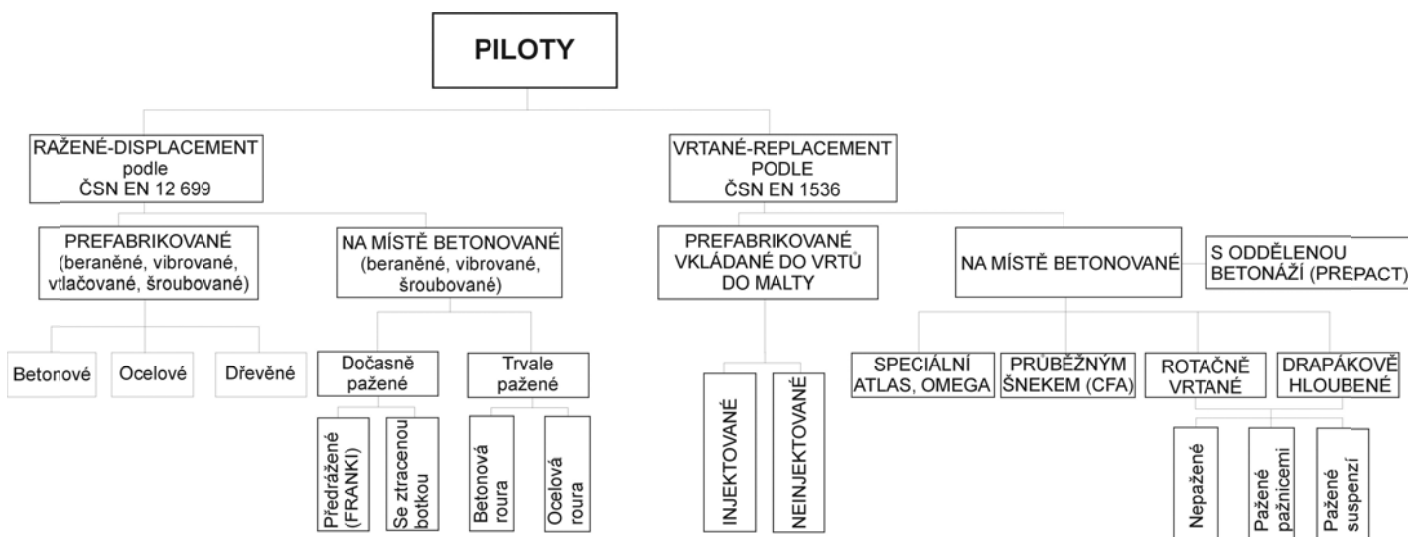


Obr. 1. Druhy hlubinného zakládání
 a - piloty; b - studně; c - keson; d - podzemní stěny

Důležité pro návrh:

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

SCHEMA EVROPSKÉ KLASIFIKACE PILOT



Situace v ČR:

75-85% vrtané typu B

10-15% předrážené franki typu A

zbytek vibrotlakové VUIS (vesměš typ A) a ražené železobetonové prefabrikované

Důvody:

A) geotechnické podmínky - v relativně malé hloubce (10-20 m) je skalní podloží. nadloží je pestré – metoda vrtání je univerzální

B) historicky zvládnuté maloprofilové vrtání, přechod na velkoprofilové nečinil problémy

PILOTOVÉ ZÁKLADY

(1) Piloty jsou nejrozšířenější a nejvíce používané prvky hlubinných základů. Dělí se podle schématu na obr.5.1 do 2 skupin:

a) piloty ražené (*displacement*), kdy se zemina z prostoru, který pilota v základové půdě zaujímá neodstraňuje, nýbrž je stlačena do stran i pod patu piloty; o provádění těchto pilot pojednává ČSN EN 12699 Provádění speciálních geotechnických prací – Ražené piloty (2001),

piloty vrtané (*non displacement, replacement*), kdy se zemina v průběhu provádění odstraňuje z prostoru budoucí piloty; o jejich provádění pojednává ČSN EN 1536 Provádění speciálních geotechnických prací – Vrtané piloty (2009).

(2) Pro návrh pilot platí ustanovení ČSN EN 1997-1 Navrhování geotechnických konstrukcí – část 1: Obecná pravidla (2006), zejména kap. 7.

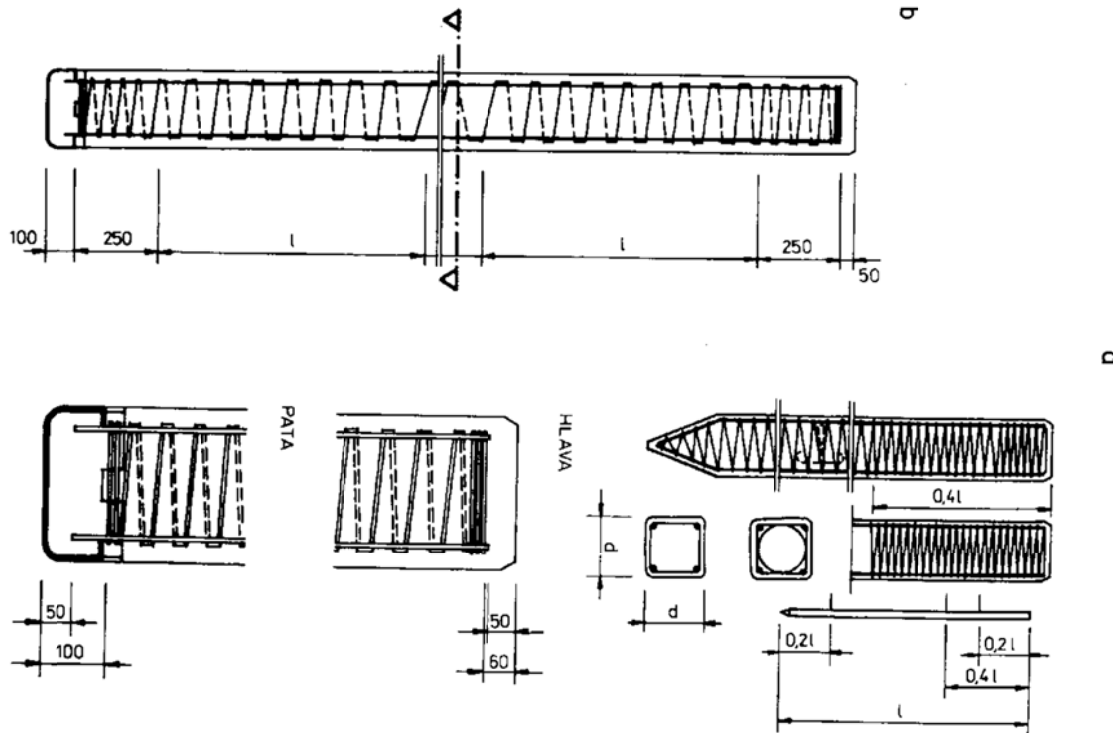
(2) Vrtané piloty jsou nosné prvky, které přenášejí zatížení ze stavební konstrukce do základové půdy a/nebo omezují deformace. Zahrnují jak prvky průřezu kruhového, tak i lamely podzemních stěn s nekruhovým průřezem. Piloty kruhového průřezu mají průměr díku $0,3 \text{ m} \leq d \leq 3,0 \text{ m}$, který může být jednotný po celé výšce, teleskopicky proměnný, nebo s rozšířením v patě, přičemž poměr délky piloty k průměru $L/d \geq 5$. Nekruhové lamely podzemních stěn mají nejmenší příčný rozměr $W_i \geq 0,4 \text{ m}$ a poměr mezi největším a nejmenším příčným rozměrem $L_i/W_i \leq 6$ a plochu průřezu $A \leq 15 \text{ m}^2$, přičemž průřez lamely musí být betonován najednou (bez koutových pažnic).

Technologické postupy výroby

a) dřevěné: **výhody**
 snadná manipulace
 dlouhá životnost pod HPV

nevýhody
 zničení v odol. zeminách
 hnutí při změnách HPV

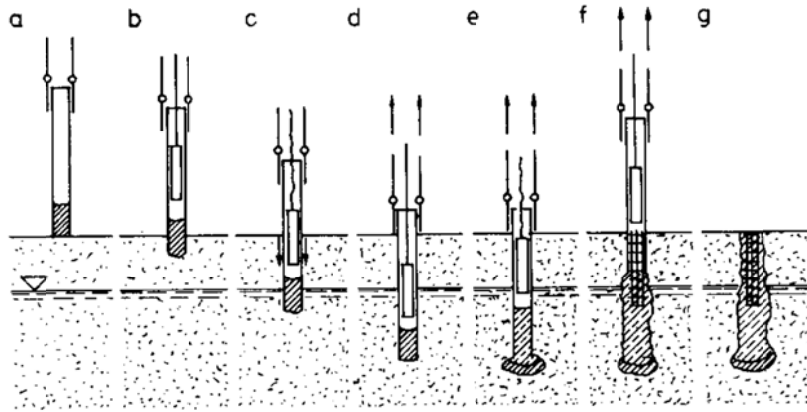
b) prefabrikované železobetonové: masivní
 duté
 průnik do 60 m



Obr. 2. Železobetonová pilota
 a - s upraveným hrotem; b - bez hrotu

Výhoda - snadné beranění

c) předrážené piloty



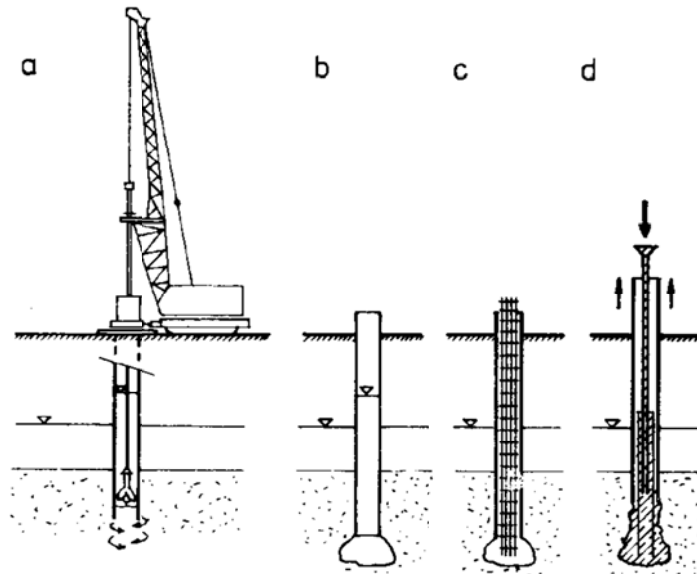
Obr. 3. Pilota Franki

a - příprava betonáže; b - vrhání pažnice beraněním na betonovou zátku; c - vrhání pažnice beraněním; d - konec beranění; e - betonáž beraněním; f - vložení výztuže; g - hotová pilota

d) výpažnicové (typ RAYMOND) - ponechání výpažnice

e) ocelové

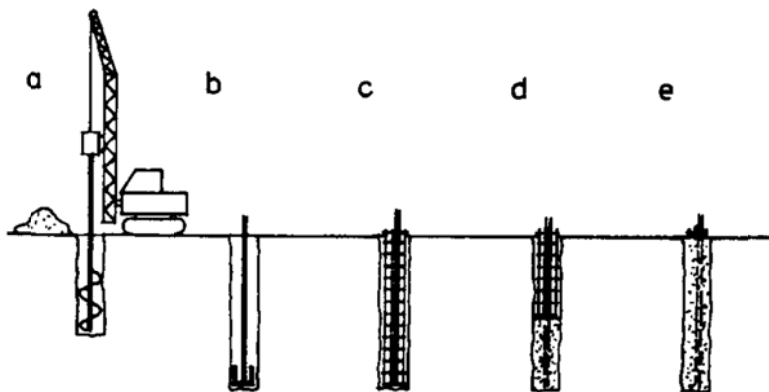
f) železobetonové zhotovené na místě



Obr. 4. Velkopřůměrová pilota Bauer

a - schéma systému; b - vykrojení paty v soudržných zeminách; c - vložení výztuže; d - betonování

průměr 0,25 - 7 m

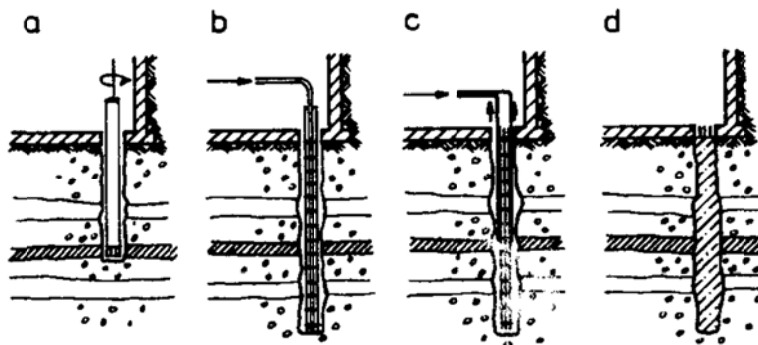


Obr. 5. Systém oddělené betonáže (Armabeton)

a - vrtání; b - vložení injekční trubky; c - vložení výztuže; d - vyplnění piloty štěrkem; e - injektáž piloty cementovým mlékem

g) mikropiloty (kořenové piloty)

postup: vrt o průměru 100 - 200 mm
 výplň cementovou zálivkou
 zapuštění výztuže
 injektáž kořenové části



Obr. 6. Mikropilota (Verfel)

a - vrtání; b - vložení výztuže; c - tlaková injektáž kořenu; d - hotová mikropilota

podmínky: přísné dodržení technologie (vodní součinitel zálivky a injektáže), vhodné proinjektování kořene

Návrh hlubinných základů dle EC 7

PILOTOVÉ ZÁKLADY

PLATNOST NORMY, MEZNÍ STAVY, ZATÍŽENÍ A NÁVRHOVÉ PŘÍSTUPY

Kapitola 7 je členěna do článků:

- všeobecné údaje
- seznam mezních stavů
 - všeobecné poznámky
 - zatížení vyvolaná přemístěním základové půdy
- zatížení a návrhové situace
- návrhové metody a návrhová doporučení
- zatěžovací zkoušky pilot
 - všeobecné poznámky
 - statické zatěžovací zkoušky
 - dynamické zatěžovací zkoušky
- osově zatížené piloty
 - návrh na základě mezního stavu
 - odpor zákl. půdy v tlaku
 - odpor zákl. půdy v tahu
 - svislé deformace pilotových základů (MS použitelnosti)
- příčně zatížené piloty
- konstrukční návrh pilot
- dozor nad prováděním

Norma platí pro:

- opřené piloty
- plovoucí piloty (tj. osově zatížené)
- tažené piloty
- příčně zatížené piloty

Piloty instalované:

- vrtáním
- ražením (tj. beraněním, vibrováním, zatlačováním, šroubováním)
- obojí s injektáží nebo bez injektáže

Pro PROVÁDĚNÍ, KONTROLU nad prováděním a DOHLED se musí použít normy (všechny ČSN EN XXX: Provádění speciálních prací – XXX):

- 1536 – Vrtané piloty
- 12063 – Štětové stěny
- 12699 – Ražené piloty
- 14199 - Mikropiloty

EC 7-1 (jako ostatní eurokódy) je založen na teorii **mezních stavů**, přičemž pro aplikaci na pilotové základy můžeme sestavit následující **seznam MS**:

- ztráta celkové stability (1.MS pro osamělou pilotu, nebo pro skupinu pilot z hlediska vnější únosnosti zjm. zaboření)
- zdvih nebo nedostatečná únosnost v tahu pilotového základu (osamělá pilota spojená se zákl. k-cí, nebo skupina zatížená tahem)

- porušení zákl. půdy důsledkem příčného zatížení pilotového základu (osamělé i skupiny příčně zatížené – vnější únosnost (porušení smykem i tlakem))
- konstrukční porušení piloty v tlaku, tahu, ohybu, vybočení nebo smyku (tzv. vnitřní únosnost příslušného průřezu osamělé piloty nebo skupiny pilot – souvisí s dimenzováním)
- kombinované porušení v základové půdě a k-ci
- nadměrné sedání (v podstatě 2 MS – otázka co je nadměrné sedání??)
- nadměrné nadzdvížení dna (opět 2 MS z hlediska zatížení tahem – nadměrná svislá deformace: otázka co je nadměrný zdvih??)
- nadměrný boční pohyb (zase 2.MS – nadměrná vodorovná (příčná) deformace: otázka co je nadměrná příčná deformace??)
- nepříjemné vibrace (při instalaci?, při provozu strojů založených na pilotách?)

Pro případ návrhu pilotových základů se jako zatížení uvažuje:

- tíha zeminy, horniny a vody
- zemní a hydrostatické tlaky
- hydrodynamická zatížení (volné vody) a event. tlak vln
- proudové tlaky (podzemní vody)
- stálá a užitná zatížení z k-cí
- zatížení povrchu
- změna zatížení odstraněním nebo výkopem zákl. půdy
- dopravní zatížení
- pohyby vyvolané účinkem ražby podzemních prostor a poddolováním
- bobtnání a smršťování zákl. půdy (vyvolané vegetací a změnou w)
- pohyby vyvolané konsolidací, usmyknutím nebo sedáním zákl. půdy
- pohyby vyvolané degradací, disperzí, zhutňováním a rozpouštěním zákl. půdy
- pohyby, zrychlení a příslušné síly vyvolané zemětřesením, výbuchy, vibracemi a dynamickým zatížením
- teplotní vlivy (tj. účinky mrazu)
- přepínací síly z kotev a rozpěr
- negativní plášťové tření

Na základě těchto údajů lze sestavit tyto návrhové situace, resp. jejich klasifikaci:

- kombinace zatížení a zatěžovací případy
- obecná vhodnost základové půdy z hlediska stabilitního i deformačního
- umístění, pojmenování, popis a klasifikace různých zón (vrstev) zákl. půd a prvků k-ce (sestavení výpočetního modelu)
- sklon vrstev
- kaverny v základové půdě, podzemní k-ce apod.
- sousední stávající, nebo i budoucí k-ce
- nepravidelnosti zákl. půdy – existence tvrdých, nebo i měkkých vrstev
- diskontinuity – poruchy, pukliny, trhliny

- nestabilita horninových bloků
- dutiny vzniklé vyluhováním
- vlivy prostředí (chemické koroze, zvětrávání, citlivost k-ce atd.)

K vlastnímu **návrhu** lze přistoupit **2mi** způsoby:

1. přemístění (deformace) zákl. půdy se považuje za zatížení (pak je třeba rozbor interakce k-ce a zákl. půdy pro stanovení velikosti zatěžovacích sil)
2. stanoví se horní hranice síly, kterou je schopna pilota přenést (jako zatížení návrhové) a zkoumá se, zda přetvoření zákl. půdy vyvolá sílu menší)

Při těchto návrhových situacích jsou návrhové velikosti (**smykové**) pevnosti zákl. půdy hodnotami **maximálními** (horními)

Norma uvádí následující druhy zatížení, vyvolaného přemístěním základové půdy:

- negativní plášťové tření pilot
- nadzdvihování dna (stavební jámy)
- příčné zatížení (vyvolané např. rozdílnými výškami terénu, šikmým terénem apod)

NÁVRHOVÉ METODY

Návrh pilotových základů je založen na jednom z následujících postupů:

- z výsledků statických zatěžovacích zkoušek, jež byly potvrzeny výpočty a jsou v souladu s ostatními relevantními zkušenostmi
- na základě empirických a analytických výpočetních metod, jejichž platnost byla potvrzena statickými zatěžovacími zkouškami (**považované vždy za základní**) ve srovnatelných situacích
- na základě výsledků dynamických zatěžovacích zkoušek, jejichž platnost byla potvrzena statickými zatěžovacími zkouškami ve srovnatelných situacích
- na pozorovaném chování srovnatelného pilotového základu prokazujícím, že tento přístup je podpořen průzkumem staveniště a zkouškami základové půdy

Zatěžovací zkoušky se musí provádět:

- pokud jde o druh piloty a metodu instalace pro kterou není srovnatelná zkušenost
- pokud se jedná o zeminy, nebo zatížení pro které není srovnatelná zkušenost
- pokud byly v průběhu instalace piloty zjištěny odchylky od původních předpokladů daných geotechnickým průzkumem
- pokud se vyskytly nepředvídané technologické potíže

OSOVĚ ZATÍŽENÉ PILOTY

Je třeba prokázat, že osově zatížené piloty vyhoví následujícím MS:

- únosnost osamělé tlačené nebo tažené piloty (1.MS)
- únosnost skupiny pilot tlačných nebo tažených piloty (1.MS skupiny pilot)
- nadměrná deformace osově zatížené piloty (2.MS piloty)

- nadměrná deformace tlačného nebo taženého pilotového základu (2.MS skupiny piloty)

Stanovení návrhového odporu z hlediska 1.MS

Z 5ti základních případů 1.MS:

- EQU – vnější rovnováha (stabilita)
- STR – vnitřní porušení (dimenze)
- GEO – pevnost zákl. půdy
- UPL – ztráta rovnováhy v důsledku vztlaku
- HYD – ztráta rovnováhy z titulu hydraulického gradientu

přichází při návrhu pilot v **úvalu**:

GEO a výjimečně **STR**, resp. zcela výjimečně UPL (skupina pilot namáhána vztlakem).

Obecný vztah pro případy porušení ad c)GEO + ad b)STR:

$$E_d \leq R_d \quad /1/$$

E_d – návrhová hodnota vlivu zatížení

R_d - návrhová hodnota odporu (k zatížení)

Obecný vztah pro případ porušení ad d)UPL:

$$V_{dst,d} \leq G_{stb,d} + R_d \quad /2/$$

$V_{dst,d}$ – návrhová hodnota kombinace nestabilizujícího stálého a dočasného svislého zatížení

$G_{stb,d}$ – návrhová hodnota stabilizujícího stálého zatížení

R_d – návrhová hodnota (doplňkového) odporu (ke vztlaku)

Obecný princip stanovení návrhových hodnot vychází z dílčích součinitelů spolehlivosti, jež se stanovují pro soubory:

- **A** – pro zatížení a jeho účinky
- **M** – pro parametry zemin
- **R** – pro odpory (součinitele lze nastavit v národních přílohách (2009))

Pro návrh pilot se používají následující dvě kombinace návrhového přístupu 1:

- 1.kombinace: A1+M1+R1
- 2.kombinace: A2+(M1 nebo M2)+R4 (volba M2 pouze pro případ negativního plášťového tření)

Dílčí součinitele zatížení (pro A1, resp. A2) se stanoví z tabulky č.1.:

Zatížení		Značka	Soubor	
			A1	A2
Stálé	Nepříznivé	γ_G	1,35	1,0
	Příznivé		1,0	1,0
Proměnné	Nepříznivé	γ_Q	1,5	1,3
	Příznivé		0	0

Tab. č.1. Dílčí součinitele zatížení (γ_F), nebo jeho účinků (γ_E)

Parametry základových pūd se upraví pomocí dílčích součinitelů γ_M dle tabulky 2.

Parametry základové pūdy	Značka	Soubor	
		M1	M2
Úhel vn. tření ^{x)} (efektivní)	γ_φ	1,0	1,25
	γ_c	1,0	1,25
	$\gamma_{\dot{c}u}$	1,0	1,4
Jednoosá pevnost	γ_{qu}	1,0	1,4
Objemová tíha	γ_V	1,0	1,0
^{x)} Tento součinitel se použije na $\text{tg } \varphi'$			

Tab. č.2. Dílčí součinitele pro parametry základové pūdy (γ_M)

Odpor základové pūdy v tlaku

Platí:

$$F_{c,d} \leq R_{c,d} \quad /3/$$

$F_{c,d}$ – návrhové osové zatížení (event. vč. vlastní tíhy piloty)

$R_{c,d}$ – návrhový odpor zákl. pūdy (event. včetně tíhy nadloží)

V případě skupiny pilot:

- lze v jednoduchých případech provést náhradu jednou pilotou velkého průměru
- musí se posoudit zvlášť více zatížené piloty, např. na krajích skupiny
- musí se posoudit „slabá zóna“ pod patami (je-li tenčí než 4d)

Mezní odpor v tlaku ze statických zatěžovacích zkoušek

- zkouší se piloty buď shodných rozměrů, nebo modelové s poměrem zmenšení průměru max. 2,0.
- snaha o instrumentaci zkušebních pilot a stanovení $R_{b,m}$ a $R_{s,m}$ z celkového měřeného odporu $R_{c,m}$

- analýza event. negativního plášťového tření

Charakteristický odpor tlaku:

$$R_{c,k} = \min \left\{ (R_{c,m})_{mean} / \xi_1 ; (R_{c,m})_{min} / \xi_2 \right\} /4/$$

$(R_{c,m})_{mean}$ – průměrná velikost měřeného odporu z n statických zatěžovacích zkoušek

$(R_{c,m})_{min}$ – minimální velikost měřeného odporu z n statických zatěžovacích zkoušek

ξ_1 resp. ξ_2 jsou korelační součinitelé dle tabulky č.3.

ξ pro $n =$	1	2	3	4	≥ 5
ξ_1	1,40	1,30	1,20	1,10	1,00
ξ_2	1,40	1,20	1,05	1,00	1,00

Tab. č.3. Korelační součinitelé ξ pro stanovení charakteristického odporu základové půdy ze statických zatěžovacích zkoušek pilot (také lze nastavit v národních přílohách) (n – počet zkoušek)

Návrhový odpor základové půdy:

$$R_{c,d} = R_{c,k} / \gamma_t \quad /5/$$

kde γ_t – dílčí součinitel odporu dle **tabulek 4**, v závislosti na **technologii**

Pokud jsou k dispozici výsledky měření odporu na patě a plášti pak:

$$R_{c,k} = R_{b,k} + R_{s,k} \quad /6/$$

$(R_{b,k})$ – charakteristický odpor v tlaku na patě piloty

$(R_{s,k})$ – charakteristický odpor na plášti piloty

Charakteristická velikost:

$$R_{c,d} = R_{b,k} / \gamma_b + R_{s,k} / \gamma_s \quad /7/$$

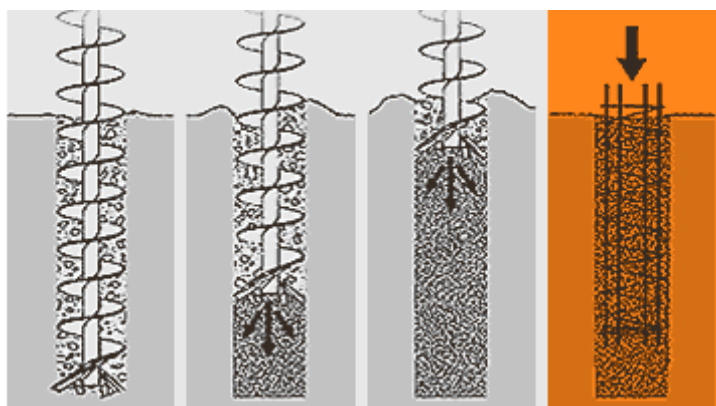
γ_b resp. γ_s – dílčí součinitelé odporu dle **tabulek 4**, v závislosti na **technologii**

Odpor	Součinitel	Soubor			
		R1	R2	R3	R4
Pata	γ_b	1,0	1,1	1,0	1,3
Plášť v tlaku	γ_s	1,0	1,1	1,0	1,3
Celkový tlak	γ_t	1,0	1,1	1,0	1,3
Plášť v tahu	$\gamma_{s,t}$	1,25	1,15	1,1	1,6

Odpor	Součinitel	Soubor			
		R1	R2	R3	R4
Pata	γ_b	1,1	1,1	1,0	1,6
Plášť v tlaku	γ_s	1,0	1,1	1,0	1,3
Celkový tlak	γ_t	1,1	1,1	1,0	1,5
Plášť v tahu	$\gamma_{s,t}$	1,25	1,15	1,1	1,6

Odpor	Součinitel	Soubor			
		R1	R2	R3	R4
Pata	γ_b	1,1	1,1	1,0	1,45
Plášť v tlaku	γ_s	1,0	1,1	1,0	1,3
Celkový tlak	γ_t	1,1	1,1	1,0	1,4
Plášť v tahu	$\gamma_{s,t}$	1,25	1,15	1,1	1,6

Tab. č.4. Dílčí součinitelé odporu (γ_R) pro ražené piloty, vrtané a vrtané technologií CFA (Ize nastavit v národních přílohách)



Obr. 7. Technologie CFA (continuous flight augered)

Únosnost piloty (podle I. skupiny mezních stavů)

Svislá výpočtová únosnost - U_{vd}

Svislá složka extrémního výpočtového zatížení - V_{de}

Tabulkové hodnoty svislé únosnosti - $U_{v, tab}$

Podmínka: $U_{vd} \geq V_{de}$

Svislá normová únosnost - U_{vs}

Podmínka: $U_{vs} \geq V_{ds}$

Svislá tabulková únosnost pilot podle DIN 4026 (KN)

Dřevěné piloty					
Hloubka vetknutí (m)	d – průměr u špičky piloty (m)				
	0,15	0,20	0,25	0,30	0,35
3	100	150	250	300	400
4	150	200	300	400	500
5	—	300	400	500	600

Želzobetonové piloty					
Hloubka vetknutí (m)	a – délka strany (m)				
	0,20	0,25	0,30	0,35	0,40
3	200	250	350	450	550
4	250	350	450	600	700
5	—	400	550	700	850
6	—	—	650	800	1 000

Ocelové piloty					
Hloubka vetknutí (m)	I-nosníky šířka – výška (mm)		Ocelové trubky skříňové profily (mm)		
	300	350	300 ÷ 350	350 ÷ 400	400 ÷ 450
3	—	—	350	450	550
4	—	—	450	600	700
5	450	550	550	700	850
6	550	650	650	800	1 000
7	600	750	700	900	1 100
8	700	850	800	1 000	1 200

Tab. 5.

Metoda ČSN (1967) 73 1002
 Pro druhy zemin

$$U_{vd} = \gamma_{f1} \cdot \gamma_{f3} \cdot A \cdot R_{tab} + \gamma_{f2} \cdot \gamma_{f4} \cdot u \sum_{i=1}^u h_i \cdot f_{si}$$

R_{tab} - výpočtové tab. namáhání půdy pod patou piloty

f_s - tření na plášti piloty

l - délka piloty

d_f - délka vetknutí

d - průměr piloty

Hodnoty R_{tab} a f_s pro horniny třídy R

Typ horniny	l/d , ev. l_f/d	R_{tab} (MPa)	f_s (MPa)
R1-4	< 3	5	0,20
	≥ 3	7	0,20
R5-6	< 3	3	0,20
	≥ 3	4	0,20

Hodnoty R_{tab} a f_s pro zeminy třídy G a S

Typ horniny	I_D	R_{tab} (MPa)	f_s (MPa)
G	> 0,67	5	0,15
	0,33 ÷ 0,67	2	0,08
	< 0,33	1	0,04
S	> 0,67	4	0,10
	0,33 ÷ 0,67	1,2	0,06
	< 0,33	0,6	0,02

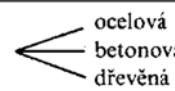
Tabulka 10.4

Hodnoty R_{tab} a f_s pro zeminy třídy F

Typ horniny	I_C	R_{tab} (MPa)	f_s (MPa)
F	< 0,25	0,2	0,01
	0,25 ÷ 0,5	0,5	0,03
	0,5 ÷ 1,0	1,5	0,05
	> 1,0	3	0,1

Tabulka 10.5

Hodnoty součinitelů γ_{f1} a γ_{f2}

Typ piloty		γ_{f1}	γ_{f2}	
Vháněná (předem vyrobená)	beraněná 	ocelová	1,2	0,8
		betonová	1,2	1,2
		dřevěná	1,2	1,0
	vibroberaněná	betonová	1,2	1,0
Vrtaná (vyrobená na místě)	bez výpažnice s výpažnicí	0,5	0,5	
		0,5	0,7	

Tabulka 10.6

Hodnoty součinitelů γ_{f3} a γ_{f4}

Typ zatížení	γ_{f3}	γ_{f4}
Základní kombinace	1,0	1,0
Širší kombinace	1,15	1,15
Tlak	1,0	1,0
Tah	0,0	0,7
Statické	1,0	1,0
Dynamické	1,0	0,7

Tab. 6.

1) I. SKUPINA MEZNÍCH STAVŮ

Způsob zatížení: opřená; plovoucí; vetknutá

Únosnost svislá podle statického řešení

Rozhodující: základové poměry

velikost přípustných deformací

$$R_{dp} = R_b + R_s$$

výp. únosnost paty

výp. únosnost při tření na plášti

a) svislá únosnost pro patu piloty:

podle ČSN 73 1002 — $R_b = m_1 \cdot m_3 \cdot q_0$

souč. podmínek působení

odvozené normové namáhání pod patou

$$R_b = A \cdot R_d$$

příčný řez piloty

výpoč. únosnost zeminy na patě

pro panelové budovy: $R_b = 1,3 \cdot A \cdot R_d$

výpoč. únosnost základu

pro skalní a poloskalní horniny: $R_b = \sigma_f \cdot A$

norma 001 při $R_d = 10\% \sigma_d$

POSOUZENÍ: $R_b \leq 0,8A \cdot R_{md}$

materiál piloty v tlaku

b) svislá únosnost pro plášť piloty:

rozhodující: smyková pevnost zeminy v okolí pláště a zatížení piloty

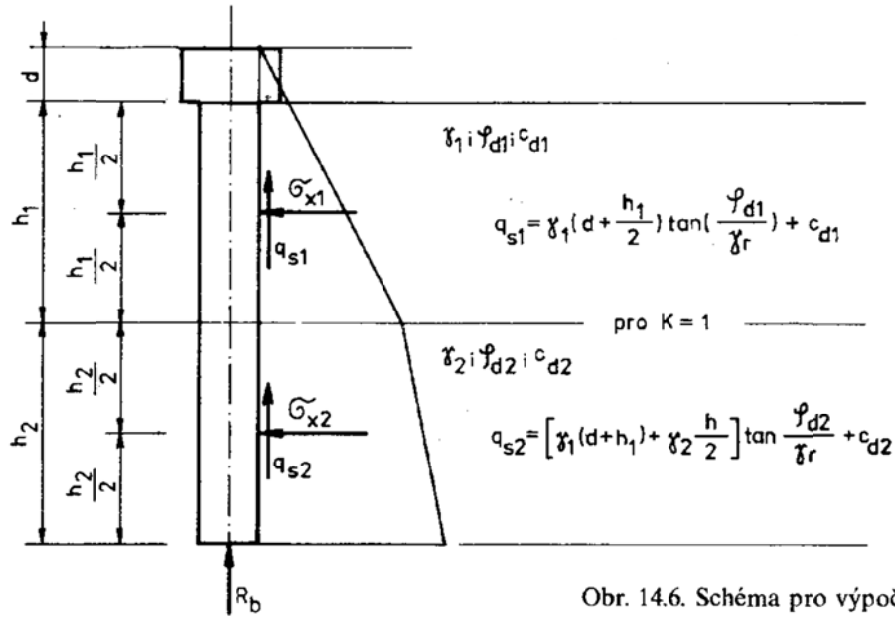
podle ČSN 73 1002 — $R_s = m_2 \cdot m_4 \cdot u \sum_{i=1}^n l_i \cdot q_{si}$

souč. podmínek působení

obvod piloty

hloubka uložení v i-té vrstvě

odvozené norm. namáhání zeminy v i-té vrstvě



Obr. 8. Schema pro výpočet únosnosti

tvorba smyk. plochy 5-30 mm od pláště piloty

panelové budovy:
$$R_s = \sum_{i=1}^n K \cdot \sigma_{zi} \operatorname{tg} \left(\frac{\varphi_{di}}{\gamma_f} \right) + c_{di}$$

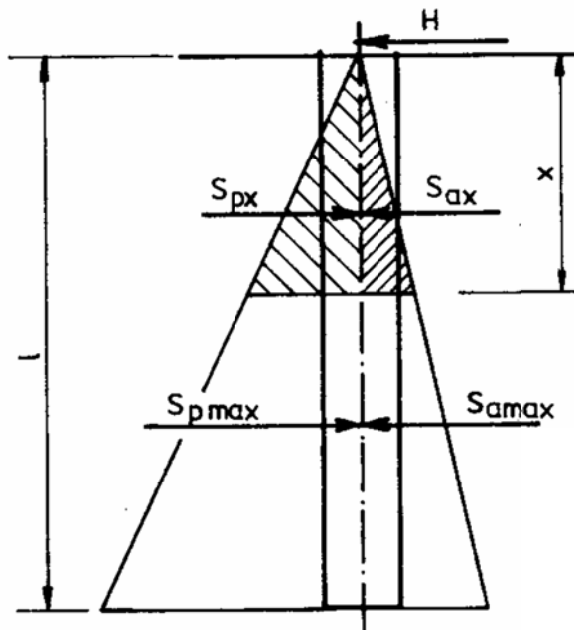
K — souč. bočního tlaku zeminy na pilotu

σ_z — svislé napětí ke středu vrstvy

γ_f — souč. podmínek (suchý vrt 1-1,1; suspenze 1,25; pažnice 1,5)

Únosnost vodorovná

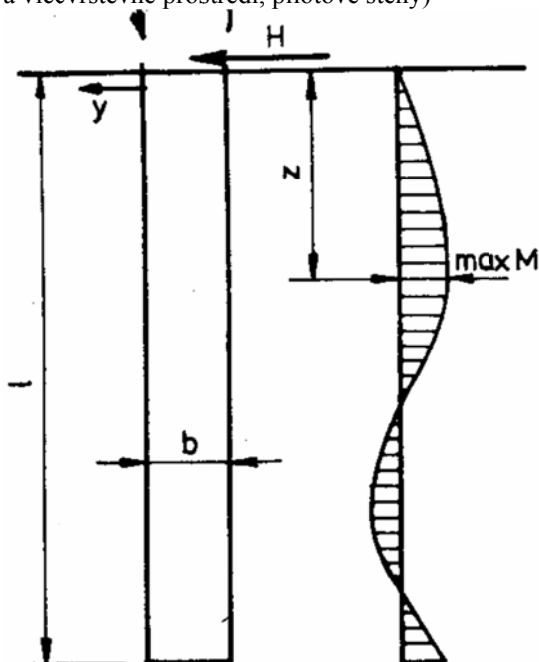
řešení podle BLUMA (volné piloty, vetknuté v hlavě nebo patě)



Obr.9. Blumovo řešení vodorovně zatížené piloty

$$R_{dh} = \frac{1}{3} (S_{p,\max} - S_{a,\max})$$

řešení podle BAŽANTa (dvou a vícevrstevné prostředí, pilotové stěny)



Obr.10. Bažantovo řešení vodorovně zatížené piloty

posun:
$$y = \frac{1}{2EI\lambda^2} \left(\frac{H}{\lambda} + M \right)$$

pootočení:
$$tg \alpha = \frac{1}{2EI\lambda} \left(\frac{H}{\lambda} + M \right)$$

- E — modul pružnosti
- I — modul setrvačnosti
- H — vodorovná síla
- M — moment v hlavě piloty

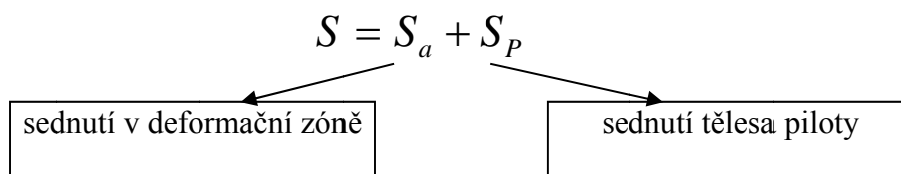
$$\lambda = \sqrt[4]{\frac{b \cdot k_h}{4EI}}$$

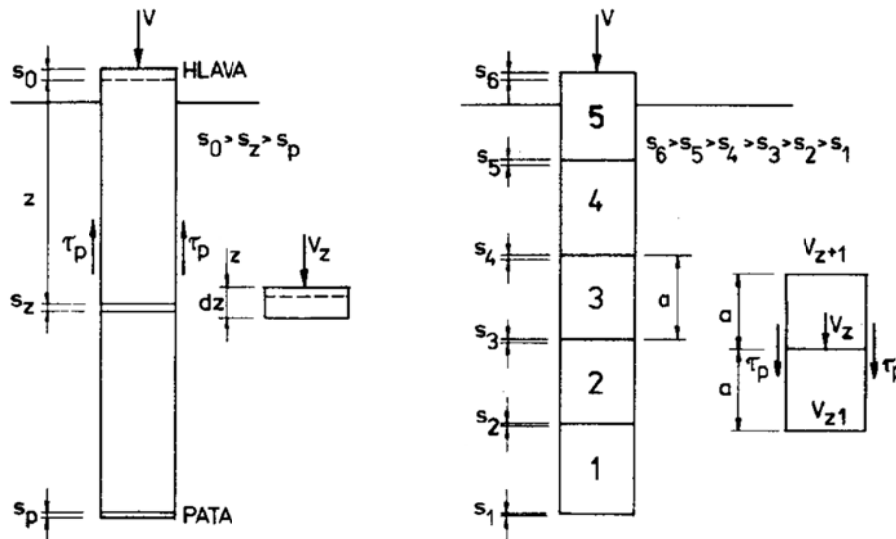
λ reciproká hodnota tzv. charakteristické délky

k_h = modul reakce prostředí ve vodorovném směru kN/m^3

1) II. SKUPINA MEZNÍCH STAVŮ

celkové sednutí piloty:





Obr.11. Stabilita rozepřené pažící konstrukce

teorie Poulouso-Daviese - pružnost základ. půdy; izotropie; homogenní prostředí
 princip: rozdělení na n dílků

$$s = \frac{b}{E_{def}} \cdot \left(\sum I_{pj} \cdot q_{sj} + I_p \cdot q_b \right)$$

TECHNOLOGIE ZHOTOVENÍ PILOT TYPU VRTANÝCH (REPLACEMENT)

- A) vyvrtání či vyhloubení vrtu
- B) přípravné práce
- C) armování a betonáž
- D) odpažení a úprava hlavy

AD c) zapuštění a osazení armokoše

betonáž pomocí: - krátké usměřovací roury betonovací roury, čerpadla na beton se současným odčerpáváním jílu, suspenze nebo vody a vytahováním výpažnic

AD d) úprava hlavy: - osazení kalichu, zvláštních kotevních prvků spojovací výztuže, zvl. případ tzv. utopená hlava

AD a) Technologie betonáží na místě: - rotační vrtání za sucha drapakového hloubení rotačního vrtání nekonečným šnekem jiné (sací, rotačně příklepné, s nepřímým proplachem atd.)

Vrtné nástroje

Pro rotační

šapy – lžícové 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

spirálové (talířové) vrtáky

zvláště do C zemin

nevýhody: větší možnost porušení stěn a padání zeminy na dno

nepořádek – systém vyprázdnění nástroje

vrtací korunky s břity do R hornin

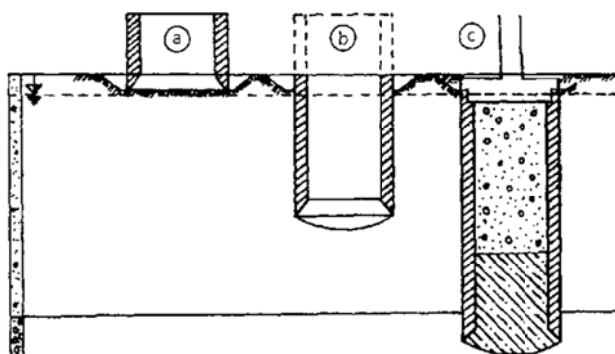
vhodnost pro odvrtní tvrdých vložek
 definice korunky, nároky na volbu rychlosti otáčení a přítlaku
 speciální skalní frézy -finance a velká zkušenost

STUDŇOVITÉ 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. 12. Postup výroby studnového základu
 a – první prstenek; 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 terénem a jako studna se spustí do příslušné hloubky (objekty čerpacích stanic, garáží i suterény budov)

Dnes náhrada pilotovým založením (mikropilotová stěna)

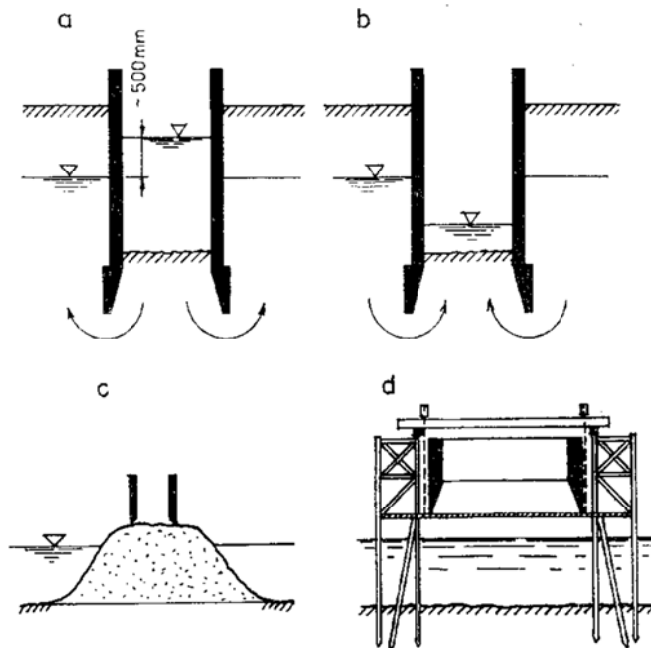
Technologické postupy: z terénu

z lešení

z umělého ostrůvku



při zakládání na vodě



Obr. 13. Spouštění studně

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

Statické řešení studně

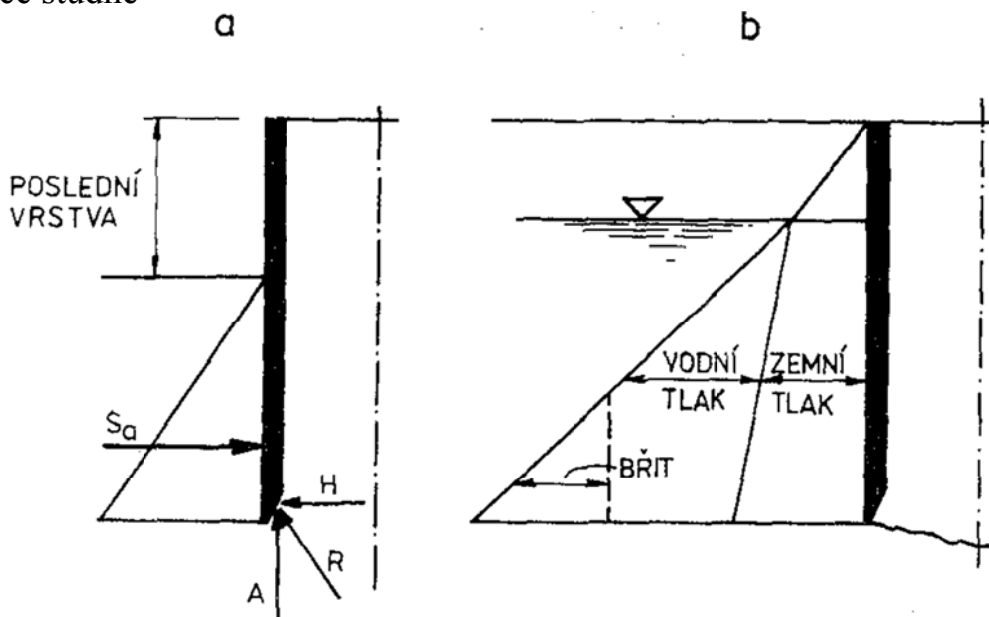
Podmínka 1 MS

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

Hmotnost studně

$$G - V_w > T + R$$

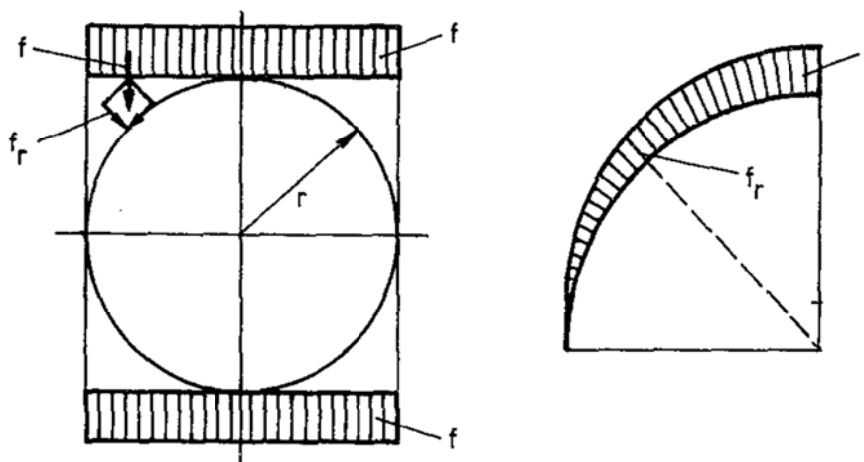
Namáhání k-ce studně



Obr. 14. 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



Obr. 15. 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

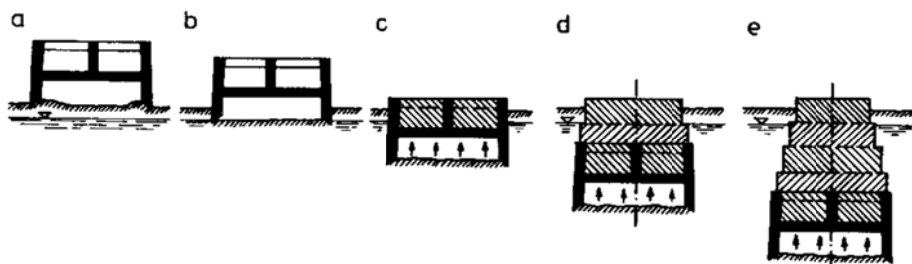
Dutá tělesa uzavřená stropem spouštěná podhrabáváním

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

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

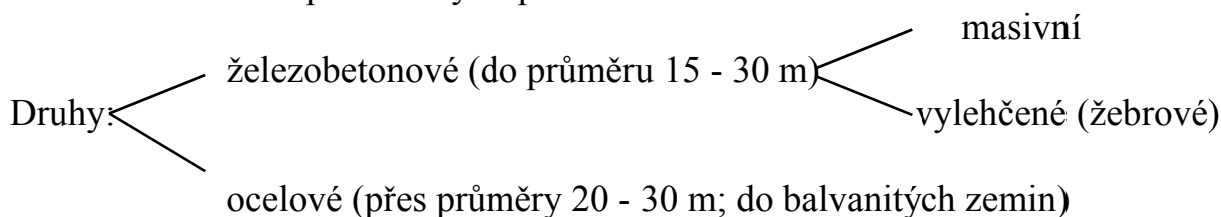
Použití pro základové půdy ve kterých se vyskytují překážky, které by bránily použití studní.

Ruční odstraňování, po ukončení se prostor vyplní betonem.



Obr. 16. Schéma kesonového zakládání
 a - zhotovení kesonu; b - stabilizace kesonu; c, d - spouštění kesonu a betonáž pilíře; e - usazení kesonu

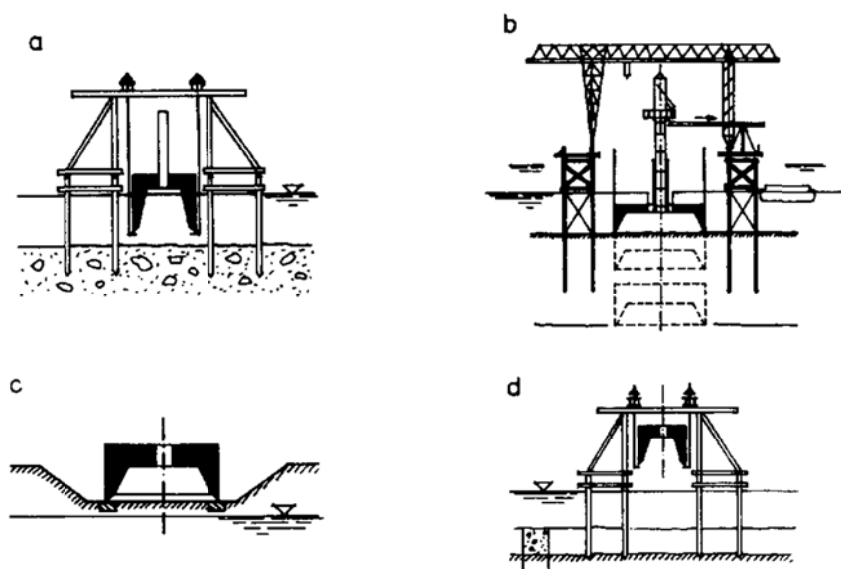
Dnes náhrada velkopřůměrovými pilotami.



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

Spouštění: z terénu
 z pontonů
 z umělého ostrůvku
 připravením kesonu

Problém zvládnutí hmotnosti (10 kt)



Obr. 17. Technologie spouštění
 a - z lešení; b - z lešení pomocí jeřábů; c - z terénu; d - z lešení pomocí závěsů

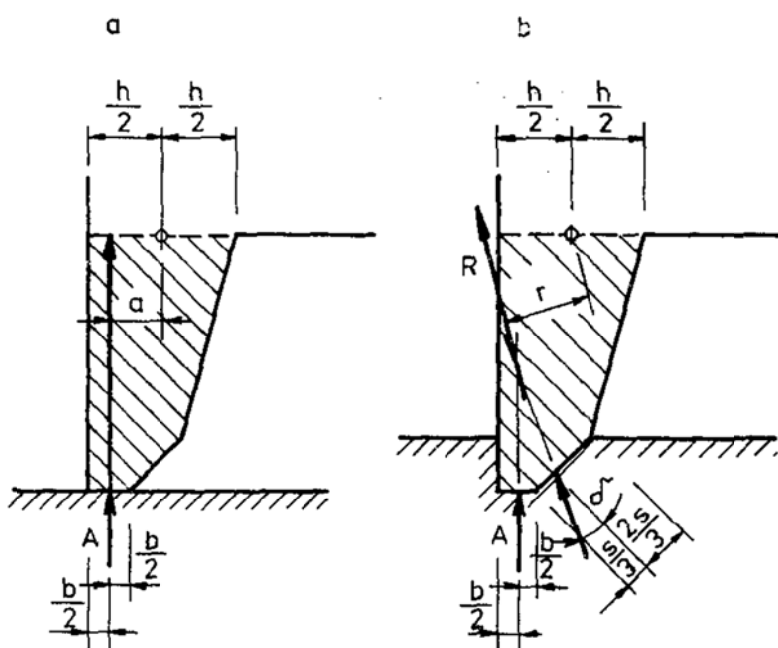
Statické řešení kesonu

Podmínka 1 MS

Podmínka tření

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

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



Obr. 18. Schema statického řešení

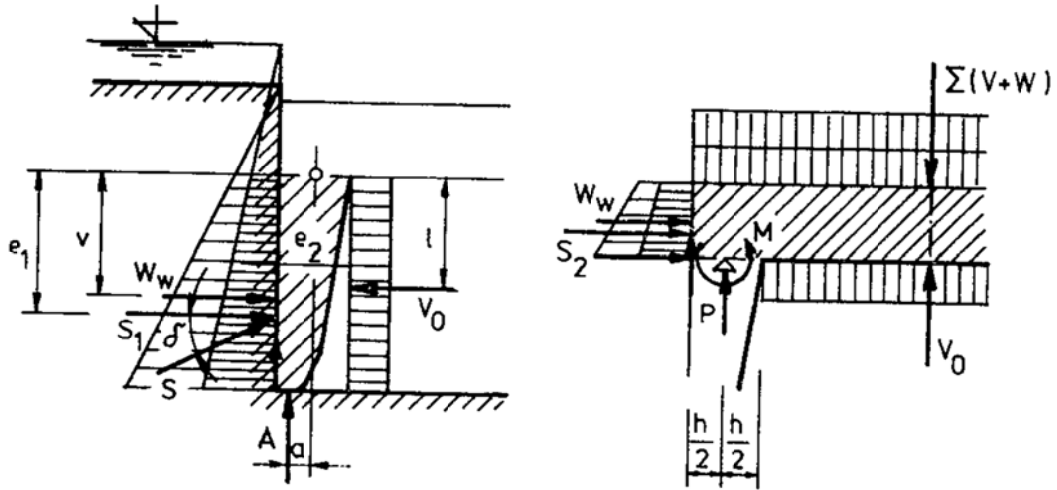
Situace 18a – keson odbedněn, reakce

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

Situace 18b – keson zabořen $M = R \cdot r$

Výsledný moment ve vetknutí M dle obr. 18 a 19.

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



Obr. 19. Schema statického řešení

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

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