

A. KLASIFIKACE ZEMIN PRO ZAKLÁDÁNÍ STAVEB

42. Klasifikační systém zemin je zřejmý ze schématu na příloze 1. Základním kvalitativním znakem zemin je jejich zrnitostní složení (podíl složek definované velikosti částic se uvádějí v procentech hmotnosti suché zeminy). Podle velikosti částic se rozlišují složky:

a)	velmi hrubé částice	(-b-)	>	200 mm
aa)	balvanitá složka	(-cb-)	200 až	60 mm
ab)	kamenitá složka			
b)	hrubé částice	(-g-)	60 až	2 mm
ba)	šterková složka	(-s-)	2 až	0,06 mm
bb)	písečná složka			
c)	jemné částice	(-f-)	0,06 až	0,002 mm
ca)	prachová složka	(-m-)	<	0,002 mm
cb)	íllová složka	(-e-)		

43. Velmi hrubé částice zemin (> 60 mm) se při zařizování výmou a znamená se jejich celkový hmotnostní podíl v zemině, popř. jejich další kvalitativní znaky. Zbytek zemin se klasifikuje podle trojúhelníkových diagramů v příloze 2 a 3.

Výchozí skupiny klasifikačního systému³⁾

44. Trojúhelníkový diagram rozlišuje výchozí skupiny klasifikačního systému zemin na:

- a) zeminu jemnozrnou – základní název: jemnozrná zemina, symbol: F (popř. po upřesnění jílu – symbol: C, nebo hlína – symbol: M)
- kvalitativní znaky: $f > 35\%$ (g+s+f)
- b) zeminu písčité – základní název: písek, symbol: S
kvalitativní znaky: $f < 35\%$ (g+s+f) \wedge s > g
- c) zeminu šterkovitou – základní název: šterk, symbol: G
kvalitativní znaky: $f < 35\%$ (g+s+f) \wedge g > s.

³⁾ V klasifikačním systému zemin se používá výraz „symbol“, protože charakterizuje název i vlastnosti jednotlivých skupin zemin.

Poznámka: Uvedená velká písmena tvoří základ symbolu i názvu zemin. Stojí na prvním místě a název začíná příslušným podstatným jménem v i. pádě. Doplnující písmeno (písmena) tvoří přívesek názvu (např.: G – šterk, G-F – šterk s příměsí jemnozrné zemin, GM – šterk hlinitý). Základem pro označení dané zemin ve stavební dokumentaci je její symbol.

45. Přítomnost balvanité a kamenité složky do obsahu (b+cb) < 20 % celkové hmotnosti zemin se popisuje jako příměs velmi hrubozrných složek; vliv příměsí na směrné normové charakteristiky se zanedbává. Při obsahu (b+cb) = 20 až 50 % celkové hmotnosti se směrná normová hodnota modulu přetvárnosti E_{del} zvětšuje o 10 %. Obsah balvanité nebo kamenité složky (b+cb) > 50 % celkové hmotnosti je kvalitativním znakem pro zařazení do skupin:

- a) zeminu kamenitou – základní název: kameny, symbol: Cb
kvalitativní znaky: (b+cb) > 50 % celkové hmotnosti \wedge cb > b,
- b) zeminu balvanitou – základní název: balvany, symbol: B
kvalitativní znaky: (b+cb) > 50 % celkové hmotnosti \wedge b > cb.

Při stanovení normových charakteristik kamenitých a balvanitých zemin se postupuje individuálně.

Plasticita zemin

46. Důležitým kvalitativním znakem zemin s podílem částic $f > 15\%$ (g+s+f) je jejich plasticita. Plasticita se charakterizuje podle polohy v plasticitním diagramu v příloze 4 pomocí konsistenčních mezí w_L a w_P (číslo plasticity $I_p = w_L - w_P$). Plasticitní diagram se používá pro rozlišení zemin podle charakteru jemných částic. Dělí se na:

- a) jílu (C) a ostatní íllové zeminu – leží nad čarou A;
- b) hlínu (M) a ostatní hlinité zeminu – leží pod čarou A;

Poznámka: Konsistenční meze se stanovují na podílu zemin s částicemi menšími než 0,5 mm.

Zeminy jemnozrné – skupina F

47. Podle polohy v plasticitním diagramu se jemnozrné zeminu člení na jílu – symbol C a hlínu – symbol M. Při podílu jemných částic $f > 65\%$ (g+s+f) se podrobnější klasifikace uskutečňuje podle plasticity s využitím meze tekutosti w_L podle tab. 1.

Tab. 1. ROZLIŠENÍ PLASTICITY

Plasticita	Symbol	Mezí tekutosti w_L
nízká	L	< 35 %
střední	I	35 až 50 %
vyšoká	H	50 až 70 %
velmi vysoká	V	70 až 90 %
extrémně vysoká	E	> 90 %

48. Pro účely této normy jsou jemnozrné zeminy děleny do 8 tříd F1 až F8 (viz tab. 2) v souladu s trojúhelníkovým diagramem (viz příloha 3). Jednotlivé třídy jsou definovány kvalitativními znaky a upřesněny názvem a symbolem.

Tab. 2. ZEMINY JEMNOZRNÉ

Třída	Název	Symbol	Kvantitativní znaky
F 1	hlina škrtkovitá	MG	$f < 35 \text{ až } 65 \% \wedge (g+s+f) \wedge g > s \wedge \text{pod čarou A}$
F 2	hlina škrtková	CG	$f < 35 \text{ až } 65 \% \wedge (g+s+f) \wedge g > s \wedge \text{nad čarou A}$
F 3	hlina písčivá	MS	$f < 35 \text{ až } 65 \% \wedge (g+s+f) \wedge s > g \wedge \text{pod čarou A}$
F 4	hlina písčivá	CS	$f < 35 \text{ až } 65 \% \wedge (g+s+f) \wedge s > g \wedge \text{nad čarou A}$
F 5	hlina s nízkou plasticitou	ML	$f > 65 \% \wedge (g+s+f) \wedge w_L < 50 \% \wedge \text{pod čarou A}$
	hlina se střední plasticitou	MI	
F 6	hlina s nízkou plasticitou	CL	$f > 65 \% \wedge (g+s+f) \wedge w_L < 50 \% \wedge \text{nad čarou A}$
	hlina se střední plasticitou	CI	
F 7	hlina s vysokou plasticitou	MH	
	hlina s velmi vysokou plasticitou	MV	$f > 65 \% \wedge (g+s+f) \wedge w_L > 50 \% \wedge \text{pod čarou A}$
F 8	hlina s extrémně vysokou plasticitou	ME	
	hlina s extrémně vysokou plasticitou	CH	
	hlina s velmi vysokou plasticitou	CV	$f > 65 \% \wedge (g+s+f) \wedge w_L > 50 \% \wedge \text{nad čarou A}$
	hlina s extrémně vysokou plasticitou	CE	

49. Směrné normové charakteristiky jemnozrných zemín jsou uvedeny v příloze 5 v tab. 11. V rozsahu třídy je nutno rozlišovat stav zeminy, tj. její konzistence podle stupně konzistence I_c (tab. 3).

$$I_c = \frac{w_L - w}{I_p} \quad (1)$$

kde w_L je vlhkost zeminy na mezi tekutosti,
 w vlhkost zeminy,
 I_p číslo plasticity.

Tab. 3. KONZISTENCE ZEMIN

Konzistence	Stupeň konzistence I_c	Chování zeminy
kašovitá	< 0,05	při sevření se protlačuje mezi prsty
měkka	0,05 až 0,50	dá se lehce hníst v prstech
tuhá	0,50 až 1,00	hněte se obtížně v prstech
pevná	> 1,00	lze do ní vtisknout nehet
tvrdá	—	vyschlá, při úderu kladiva se drojí

Na zeminách s kašovitou konzistencí nelze zakládat bez zvláštních úprav.

Poznámky:

1. Při hodnocení konzistence se připouští podskupiny, k nimž se přihlédné při interpolaci tabulkových hodnot.
2. Při konzistenci velmi měkké ($I_c = 0,05$ až $0,25$) spolupracuje při návrhu založení zpracovatel průzkumu a využívají se místní zkušenosti.

Zeminy písčité - skupina S

50. Zeminy písčité se pro účely této normy dělí do 5 tříd S 1 až S 5 v souladu s trojúhelníkovým diagramem (viz příloha 3). Kvalitativní znaky, názvy a symboly pro jednotlivé třídy jsou uvedeny v tab. 4.

Čisté písky s obsahem jemných částic $f < 5 \% (g+s+f)$ se podrobněji zařídí dle charakteru zrnitosti křivky. Přitom rozhodujícím kvalitativním znakem je číslo nestejnotnosti.

$$C_u = \frac{d_{60}}{d_{10}} \quad (2)$$

a číslo křivosti:

$$C_c = \frac{(d_{30})^2}{d_{10} \cdot d_{60}} \quad (3)$$

kde d_{10} je průměr zrn příslušející 10 % propadu,
 d_{30} průměr zrn příslušející 30 % propadu,
 d_{60} průměr zrn příslušející 60 % propadu.

Tab. 4. ZEMINY PÍŠČITÉ

Třída	Název	Sym-bol	Kvalitativní znaky
S 1	písek dobře zrněný	SW	$f < 5\% (g+s+f) \wedge C_u > 6 \wedge C_c = 1 \text{ až } 3$
S 2	písek špatně zrněný	SP	$f < 5\% (g+s+f) \wedge \text{non SW}$
S 3	písek s příměsí jemnozrnné zeminy	S-F	$f = 5 \text{ až } 15\% (g+s+f)$
S 4	písek hlinitý	SM	$f = 15 \text{ až } 35\% (g+s+f)$
S 5	písek jílovitý	SC	$f = 15 \text{ až } 35\% (g+s+f) \wedge \text{nad čarou A}$

51. Směrné normové charakteristiky písčitéch zemin jsou obsaženy v příloze 5 v tab. 12.

Směrné normové charakteristiky písčitéch zemin s obsahem jemných částic $f < 15\%$ ($g+s+f$) jsou v rozpětí příslušných tříd závislé na ulehlosti.

Ulehlost písku (ČSN 72 1018) se stanovuje např. prostřednictvím relativní hustoty.

$$I_D = \frac{e_{max} - e}{e_{max} - e_{min}} \text{ popř. } I_D = \frac{\rho_d(\rho_{d,max} - \rho_{d,min})}{\rho_d(\rho_{d,max} - \rho_{d,min})} \quad (4)$$

Rovněž se stanovuje penetrační zkouškou nebo i jinými postupy s použitím ověřených přenosových vztahů. Přibližně lze stanovit hustotu písku odhadem podle obtížnosti rozpojování ručním nářadím ve výkopech.

Písčité zeminy se dělí na:

- kypré $I_D < 0,33$,
- středně ulehlé $I_D = 0,33 \text{ až } 0,67$,
- ulehlé $I_D > 0,67$.

Na kypré zeminy se nevztahují směrné normové charakteristiky podle tab. 12 a bez zvláštních úprav na nich nelze zakládat.

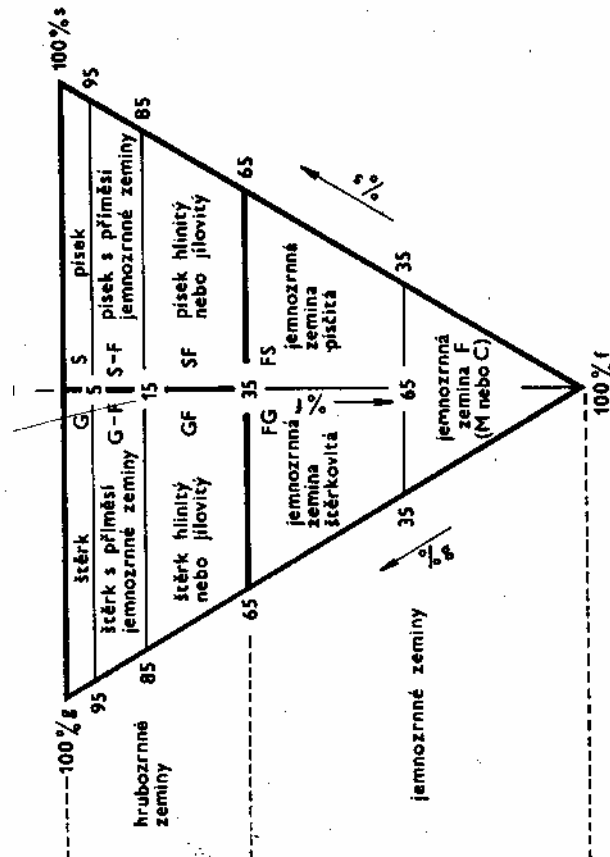
52. Směrné normové charakteristiky písčitéch zemin s obsahem jemných částic $f = 15 \text{ až } 35\%$ ($g+s+f$) jsou v rozpětí příslušných tříd závislé na podílu f a na konzistenci.

Zeminy šterkovité – skupina G

53. Zeminy šterkovité se pro účely této normy dělí do 5 tříd G 1 až G 5 v souladu s trojúhelníkovým diagramem (viz příloha 3). Kvalitativní znaky, názvy a symboly pro jednotlivé třídy jsou uvedeny v tab. 5.

Tab. 5. ZEMINY ŠTERKOVITÉ

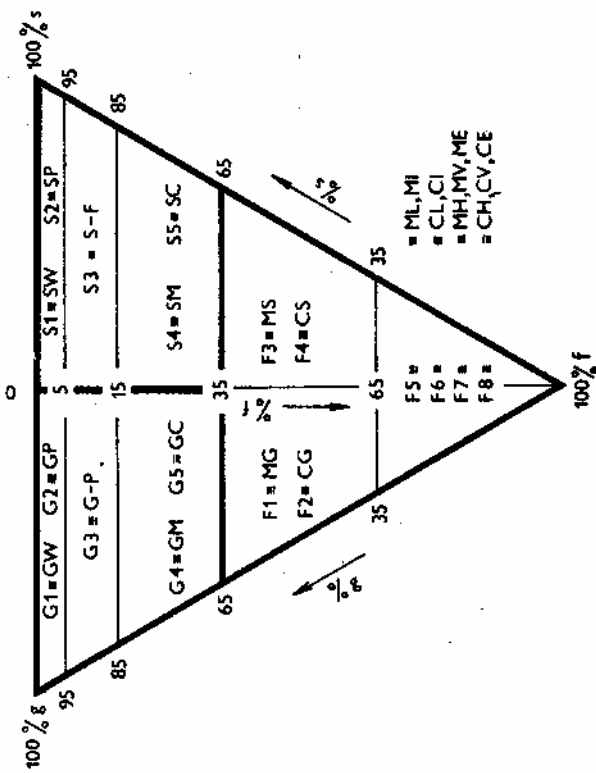
Třída	Název	Sym-bol	Kvalitativní znaky
G 1	šterk dobře zrněný	GW	$f < 5\% (g+s+f) \wedge C_u > 4 \wedge C_c = 1 \text{ až } 3$
G 2	šterk špatně zrněný	GP	$f < 5\% (g+s+f) \wedge \text{non GW}$
G 3	šterk s příměsí jemnozrnné zeminy	G-F	$f = 5 \text{ až } 15\% (g+s+f)$
G 4	šterk hlinitý	GM	$f = 15 \text{ až } 35\% (g+s+f) \wedge \text{pod čarou A}$
G 5	šterk jílovitý	GC	$f = 15 \text{ až } 35\% (g+s+f) \wedge \text{nad čarou A}$



Klasifikační diagram zemin s částicemi < 60 mm

ČSN 73 1001

PŘÍLOHA 4



Klasifikace zemín pro základání staveb podle podílu částic-g, s, f.

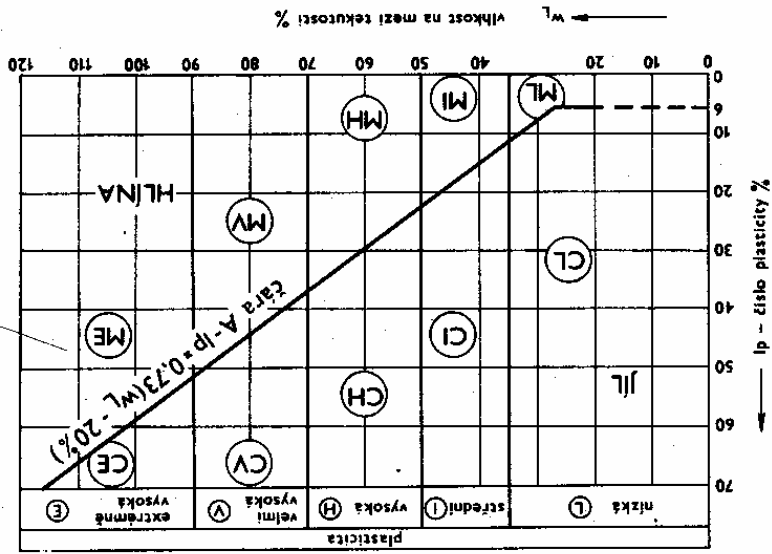
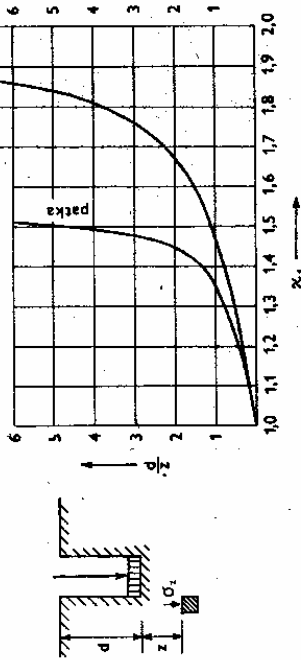


Diagram plasticity (pro částice < 0,5 mm)

PRŮBĚH SOUČiniteLE α_1

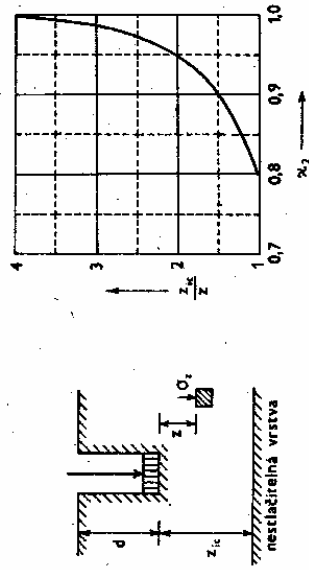
Pro pas $\alpha_1 = 1 + 0,61 \cdot \arctg \frac{d}{z}$

Pro patku $\alpha_1 = 1 + 0,35 \cdot \arctg (1,55 \frac{d}{z})$

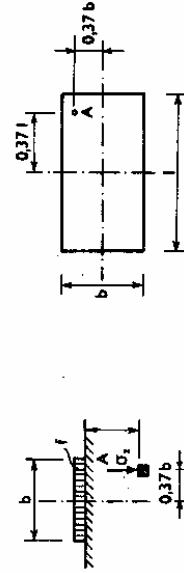
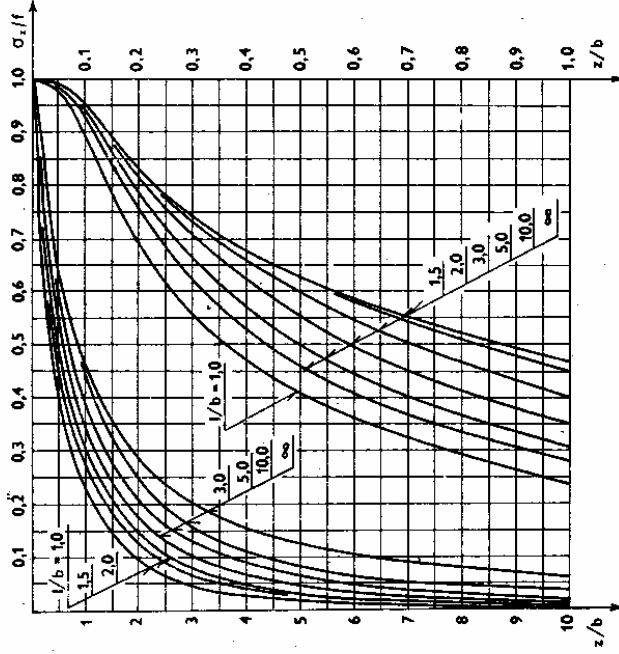


PRŮBĚH SOUČiniteLE α_2 (stejný pro pas i patku)

$\alpha_2 = 1 - \exp\left(\frac{z_{lc}}{z} \ln 0,25 + \ln 0,8\right)$



Rovnice a grafy pro stanovení součinitele α_1 a α_2
(možno použít pro Poissonovo číslo $\nu = 0,3$ až $0,5$)



NAPĚTÍ POD CHARAKTERISTICKÝM BODEM

Pokračování modelu č. 2

- výpočet únosnosti paty piloty a tělesa (dířku) piloty z výpočtových vlastností zemín a hornin,
- jinými ověřenými postupy.

Všechny postupy a řešení lze uvažovat jako rovnocenná.

Určení svislé výpočtové únosnosti U_{vd} výpočtem osové únosnosti osamělé piloty stanovené na základě mezního stavu únosnosti lze určit z rovnice

$$U_{vd} = U_{bd} + U_{fd}$$

kde U_{bd} je výpočtová únosnost paty (špičky) piloty,
 U_{fd} výpočtová únosnost při tření na plášti piloty.

Piloty opřené o skalní horniny se počítají za předpokladu nepřekročení výpočtové pevnosti materiálu piloty v tlaku podle rovnice

$$U_{vd} = 0,8 A_s R_{md}$$

kde R_{md} je výpočtová pevnost materiálu piloty v tlaku,
 A_s plocha průřezu piloty uvažovaná ve statickém řešení.

Namáhání paty piloty při extrémním výpočtovém zatížení nesmí přestoupit dvojnásobek výpočtové únosnosti horniny v tlaku za předpokladu, že se tím nepřekročí 10 % meze pevnosti horniny v prostém tlaku nebo R_d podle ČSN 73 1001.

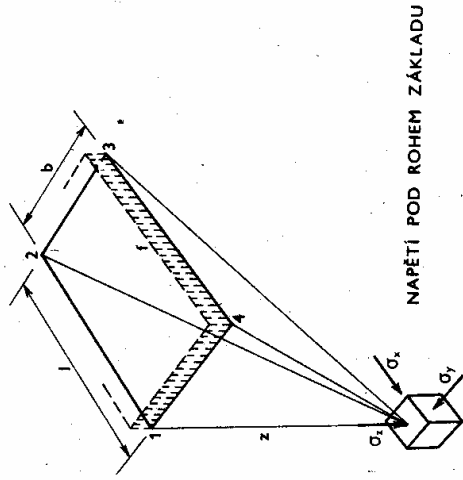
Svislá výpočtová únosnost pilotové skupiny je rovna součtu svislých výpočtových únosností jednotlivých pilot. Skupinový efekt se posuzuje pouze u soudržných zemín, event. u neulehlých písčitých zemín. Výsledky všech těchto postupů jsou ovlivňovány řešením, vstupy a předpokládaným matematickým modelem zeminy.

A. METODA ČSN 73 1002 Z ROKU 1967

Výpočtové zatížení osamělé piloty opřené nebo vešknuté se podle první skupiny mezních stavů stanoví ze vzorce v upraveném tvaru pro základní kombinaci zatížení

$$U_{vd} = \gamma_{f1} \gamma_{f3} A_s R_{ub} + \gamma_{f2} \gamma_{fa} u \sum_{i=1}^n h_i f_{si}$$

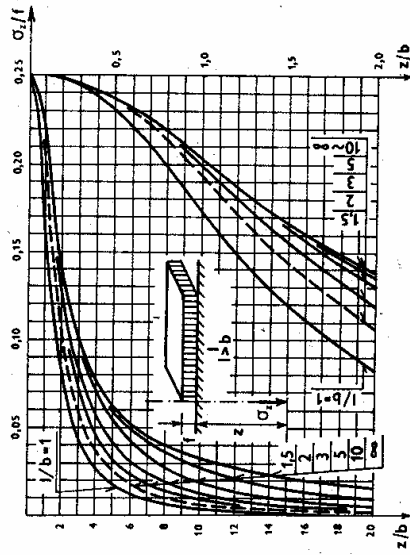
kde R_{ub} je výpočtová tabulková únosnost základové půdy pod patou piloty,



NAPĚTÍ POD ROHEM ZÁKLADU

ROVNICE PRO σ_1 POD ROHEM ZÁKLADU

$$\sigma_1 = \frac{f}{2\pi} \left[\arctg \frac{l \cdot b}{z \sqrt{l^2 + b^2 + z^2}} + \frac{l \cdot b \cdot z}{\sqrt{l^2 + b^2 + z^2}} \left(\frac{1}{l^2 + z^2} + \frac{1}{b^2 + z^2} \right) \right]$$



Model č. 2 Homogenní, isotropní, lineárně pružný poloprostor, zatížený na povrchu svislým rovnoměrným zatížením f na ploše $b \cdot l$

Hodnoty součinitelů γ_1 , γ_2 jsou uvedeny v tab. 5. Hodnoty součinitelů γ_3 , γ_4 , které odpovídají součinitelům m_3 , m_4 původní ČSN 73 1002 jsou v tab. 6.

Tab. 5

Typ piloty		γ_1	γ_2
Vháněná (předem vyrobená)	beraněná	1,2	0,8
	ocelová betonová dřevěná	1,2 1,2 1,2	1,2 1,2 1,0
Vrtaná (vyrobená na místě)	vibroberaněná	1,2	1,0
	bez výpažnice s výpažnicí	0,5 0,5	0,5 0,7

Tab. 6

Typ zatížení	γ_3	γ_4
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

Geindustria Brno doporučuje tuto teorii i pro výpočet piloty Franki, pro kterou ČSN 73 1002 neplatí, a to zavedením součinitelů $\gamma_1 = 1,8$ a $\gamma_2 = 1,6$. Plochu paty piloty lze zvětšit vívem technologie Franki o 75 %, tedy

$$A_3 = 1,75 A_4$$

kde A_3 je plocha piloty při statickém řešení,
 A_4 skutečná plocha průřezu dřívku piloty.

f_s třepí na plášti piloty. Hodnoty jsou uvedeny v tab. 2, 3, 4.

l délka piloty,
 d délka větknutí do únosné vrstvy,
 u průměr piloty,
 u obvod piloty.

Tab. 2

Typ horniny	l/d ev. l/d	R_{tab} (MPa)	f_s (MPa)
R 1-4	< 3	5	0,20
	≥ 3	7	0,20
R 5-6	< 3	3	0,20
	≥ 3	4	0,20

Tab. 3

Typ horniny	I_b	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

Tab. 4

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

Součinitel γ_{r1} vyjadřuje vliv technologie a je podle Sedleckého:

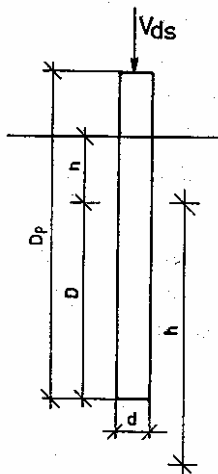
- $\gamma_{r1} = 1,0$ betonáž piloty do suchého vrtu bez výpažnice v soudržných zeminách,
- $\gamma_{r1} = 1,1$ betonáž piloty do suchého vrtu bez výpažnice v nesoudržných zeminách a poloskalních horninách,
- $\gamma_{r1} = 1,2$ betonáž piloty do vrtu bez výpažnice po vyčerpání vody nebo betonáž piloty do vrtu chráněného ocelovou výpažnicí při oddělené betonáži,
- $\gamma_{r1} = 1,25$ betonáž piloty ($d \leq 2,0$ m) do vrtu chráněného suspenzí nebo betonáž piloty chráněné fólií PVC, PE tl. $< 0,25$ mm,
- $\gamma_{r1} = 1,50$ betonáž piloty chráněné fólií PVC, PE tl. $\geq 0,25$ mm nebo betonáž piloty do vrtu chráněného ocelovou výpažnicí,
- $\gamma_{r1} = 1,60$ betonáž piloty do vrtu chráněného suspenzí spolu s použitím fólie PVC, PE nebo betonáž piloty ($d > 2,0$ m) do vrtu chráněného suspenzí.

Součinitel podmínek působení základové půdy γ_{r2} zavádíme do výpočtu v závislosti na hloubce z .

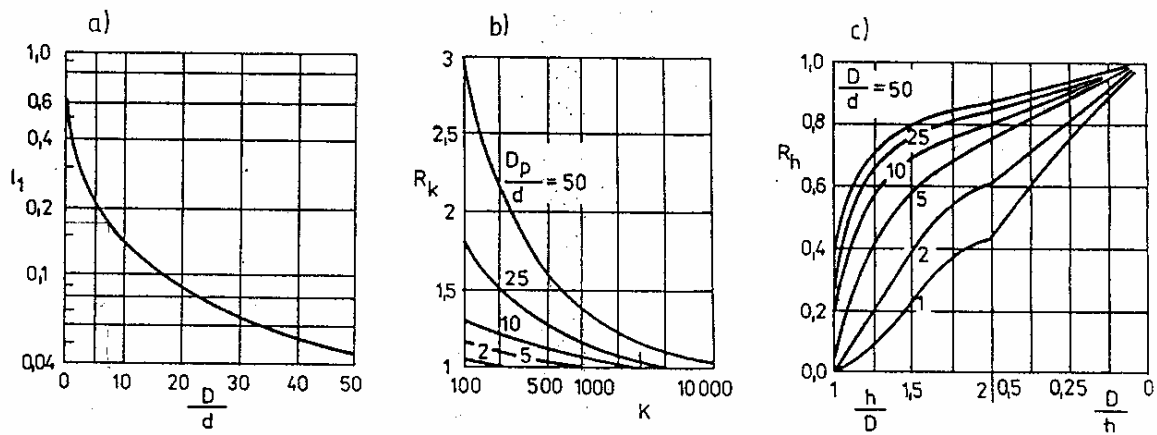
- Pro $z \leq 1$ m $\gamma_{r2} = 1,3$, pro 2 m $< z \leq 3$ m $\gamma_{r2} = 1,1$.
 1 m $< z \leq 2$ m $\gamma_{r2} = 1,2$, $z > 3$ m $\gamma_{r2} = 1,0$.

K_1 součinitel vlivu hloubky, který se zavádí do výpočtu následujícími hodnotami

- Pro $D \leq 2$ m $K_1 = 1,00$; pro 4 m $< D \leq 6$ m $K_1 = 1,10$;
 2 m $< D \leq 4$ m $K_1 = 1,05$; $D > 6$ m $K_1 = 1,15$.



základová půda	a	b	e	f
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
$I_D = 0,5$	62,46	16,06	268,11	174,89
$I_D = 0,7$	91,22	48,44	490,34	445,42
$I_D = 1$	154,03	115,88	1596,70	1399,00
$I_C = 0,5$	46,39	20,81	197,74	150,22
$I_C \geq 1$ (R-6)	97,31	108,59	987,60	1084,26



Obr. 11.4 Součinitele pro výpočet sedání piloty v homogenní zemině