

A. KLASIFIKACE ZEMIN PRO ZAKLÁDÁNÍ STAVĚB

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) štěrková složka	(-s-)	2 až	0,06 mm
bb) písčité složka			
c) jemné částice	(-f-)	0,06 až	0,002 mm
ca) prachová složka	(-m-)	<	0,002 mm
cb) jílová 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 systému<sup>3)</sup>

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

- a) zeminu jemnozrnné – základní název: jemnozrnná 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 štěrkovité – základní název: štěrk, symbol: G  
kvalitativní znaky:  $f < 35\%$  (g+s+f)  $\wedge$  g > s

<sup>3)</sup> 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. Doplňující písmeno (písmena) tvoří přívesek názvu (např.: G – štěrk, G-F – štěrk s příměsí jemnozrnné zemin, GM – štěrk 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 hrubozrnných 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 kamenité – základní název: kameny, symbol: Cb  
kvalitativní znaky: (b+cb) > 50 % celkové hmotnosti  $\wedge$  cb > b,
- b) zeminu balvanité – 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 jílové 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 jemnozrnné – skupina F

47. Podle polohy v plasticitním diagramu se jemnozrnné 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 %
vyšší	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 škrtkovitá	CG	$f < 35 \text{ až } 65 \% \wedge (g+s+f) \wedge g > s \wedge \text{nad čarou A}$
F 3	hlina písčité	MS	$f < 35 \text{ až } 65 \% \wedge (g+s+f) \wedge s > g \wedge \text{pod čarou A}$
F 4	hlina písčité	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
měkčí	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 písčitých zemín jsou obsaženy v příloze 5 v tab. 12.

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

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

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

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.

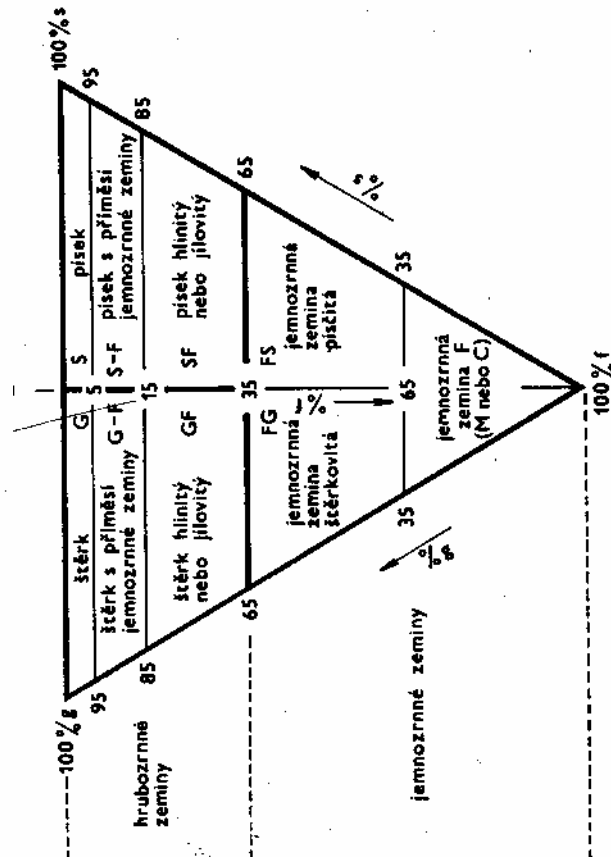
52. Směrné normové charakteristiky písčitých zemín s obsahem jemných částic  $f = 15 \text{ až } 35\%$  ( $g+s+f$ ) jsou v rozdělení příslušných tříd závislé na podílu  $f$  a na konzistenci.

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

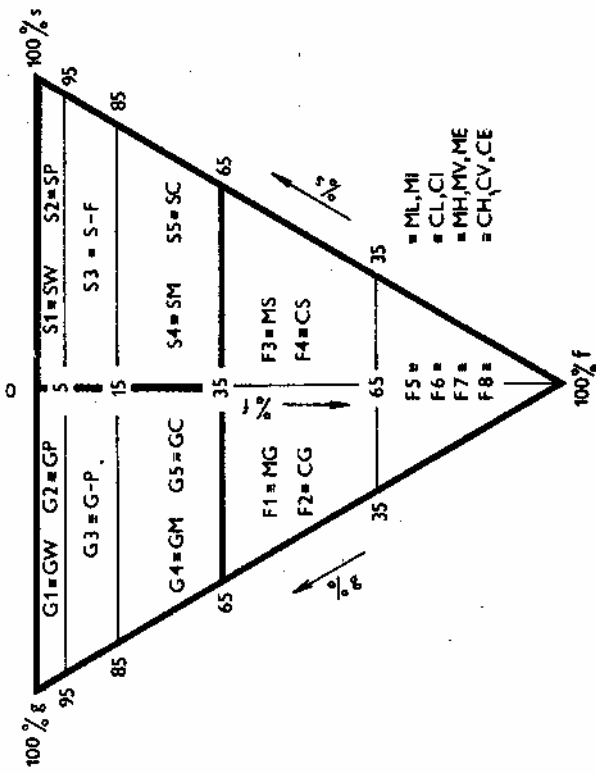
Třída	Název	Sym-bol	Kvalitativní znaky
G 1	šterk dobře zrněný	GW	$f < 5\% (g+s+f) \wedge C_u > 4 \wedge C_c = 1 \text{ až } 3$
G 2	šterk špatně zrněný	GP	$f < 5\% (g+s+f) \wedge \text{non GW}$
G 3	šterk s příměsí jemnozrnné zeminy	G-F	$f = 5 \text{ až } 15\% (g+s+f)$
G 4	šterk hlinitý	GM	$f = 15 \text{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



Klasifikační diagram zemín s částicemi < 60 mm

ČSN 73 1001

PŘÍLOHA 4



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

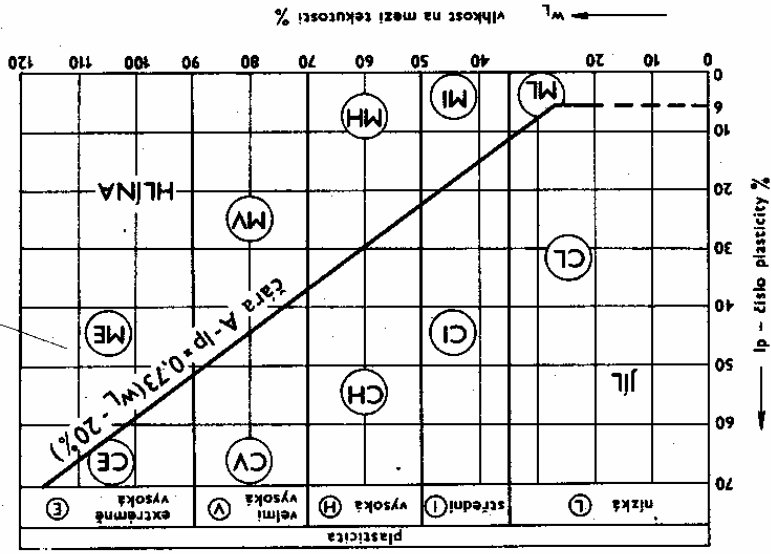
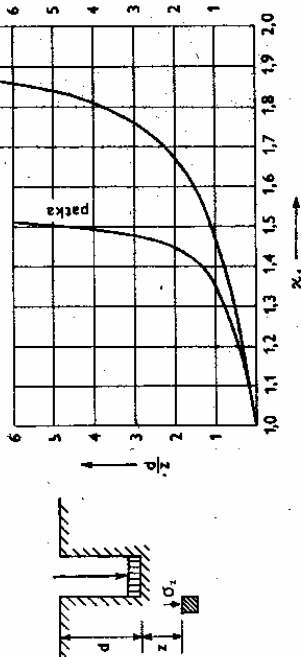


Diagram plasticity (pro částice < 0,5 mm)

PRŮBĚH SOUČiniteLE  $\alpha_1$

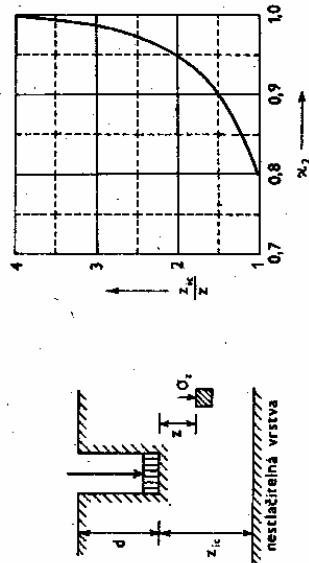
Pro pas  $\alpha_1 = 1 + 0,61 \cdot \arctg \frac{d}{z}$

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

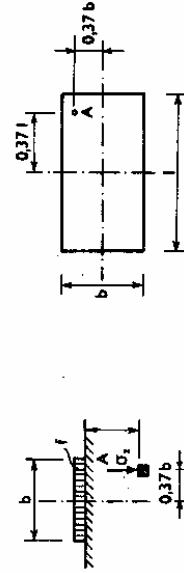
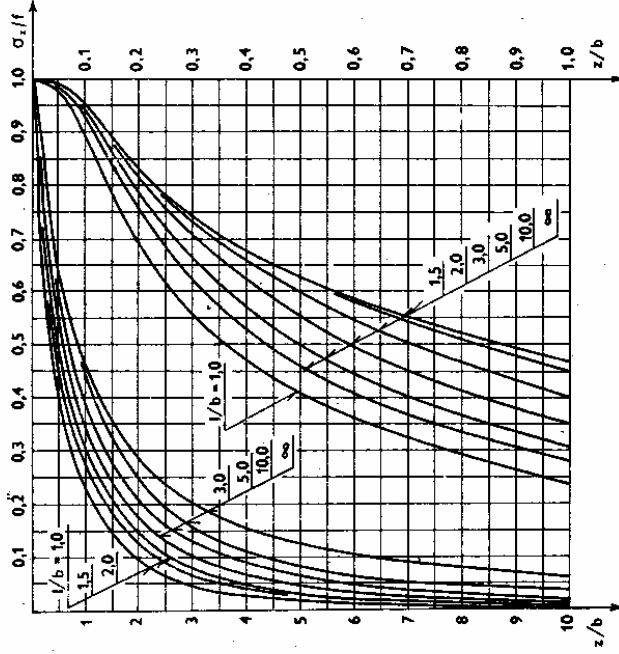


PRŮBĚH SOUČiniteLE  $\alpha_2$  (stejný pro pas i patku)

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



Rovnice a grafy pro stanovení součinitele  $\alpha_1$  a  $\alpha_2$   
(možno použít pro Poissonovo číslo  $\nu = 0,3$  až  $0,5$ )



NAPĚTÍ POD CHARAKTERISTICKÝM BODEM

- 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.

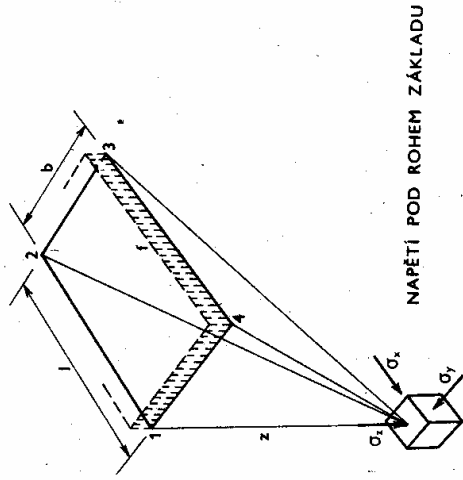
Svislá výpočtová únosnost pilotové skupiny je rovna součtu svislých výpočtových únosností jednotlivých pilot. Skupinový efekt se posuzuje pouze u soudržných zemín, event. u neulehlých písčitých zemín. Výsledky všech těchto postupů jsou ovlivňovány řešením, vstupy a předpokládaným matematickým modelem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

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

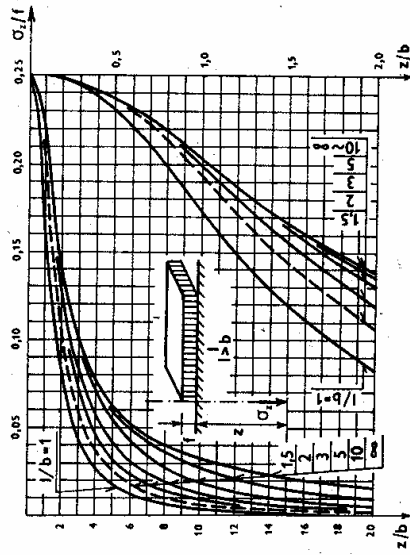
kde  $R_{ub}$  je výpočtová tabulková únosnost základové půdy pod patou piloty,



NAPĚTÍ POD ROHEM ZÁKLADU

ROVNICE PRO  $\sigma_1$  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  $\gamma_1$ ,  $\gamma_2$  jsou uvedeny v tab. 5. Hodnoty součinitelů  $\gamma_3$ ,  $\gamma_4$ , které odpovídají součinitelům  $m_3$ ,  $m_4$  původní ČSN 73 1002 jsou v tab. 6.

Tab. 5

Typ piloty		$\gamma_1$	$\gamma_2$
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	$\gamma_3$	$\gamma_4$
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
	$\geq 3$	7	0,20
R 5-6	$< 3$	3	0,20
	$\geq 3$	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  $\gamma_{r1}$  vyjadřuje vliv technologie a je podle Sedleckého:

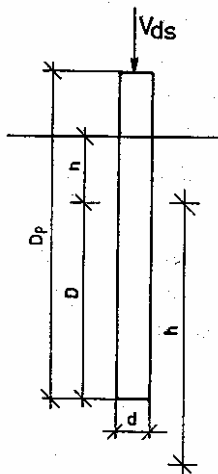
- $\gamma_{r1} = 1,0$  betonáž piloty do suchého vrtu bez výpažnice v soudržných zeminách,
- $\gamma_{r1} = 1,1$  betonáž piloty do suchého vrtu bez výpažnice v nesoudržných zeminách a poloskalních horninách,
- $\gamma_{r1} = 1,2$  betonáž piloty do vrtu bez výpažnice po vyčerpání vody nebo betonáž piloty 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  $\gamma_{r2}$  zavádíme do výpočtu v závislosti na hloubce  $z$ .

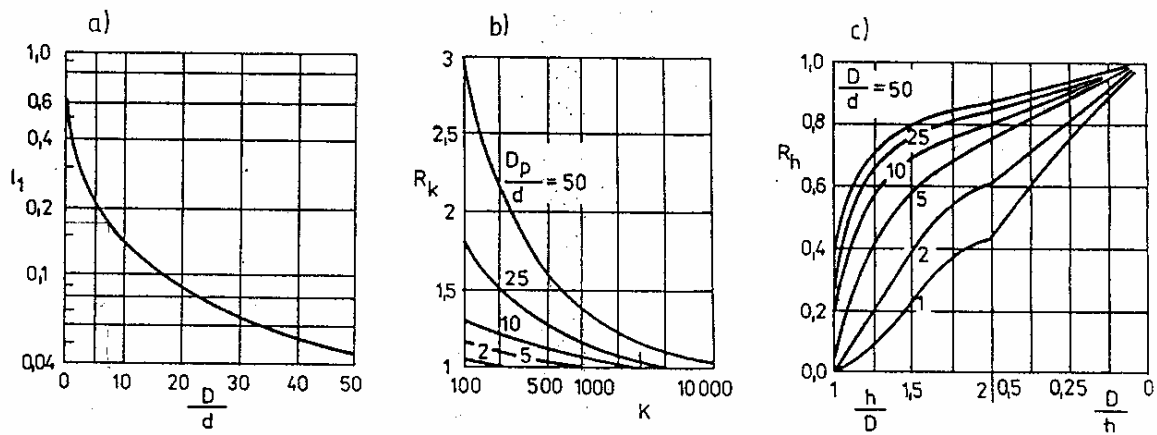
- Pro  $z \leq 1$  m  $\gamma_{r2} = 1,3$  , pro  $2$  m  $< z \leq 3$  m  $\gamma_{r2} = 1,1$  .  
 1 m  $< z \leq 2$  m  $\gamma_{r2} = 1,2$  ,  $z > 3$  m  $\gamma_{r2} = 1,0$  .

$K_1$  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