

Zakládání staveb – 9 cvičení

Únosnost základové půdy

Mezní stavy

Geotechnické kategorie

Mezní stav únosnosti (1.MS)

MEZNÍ STAVY

- I. Skupina – mezní stav únosnosti
(zhroucení konstrukce, nepřípustné zaboření, naklonění)

- II. Skupina – mezní stav přetvoření
(celkové sednutí, nerovnoměrné sednutí, časový průběh sedání)

GEOTECHNICKÉ KATEGORIE:

Druh základových poměrů	Jednoduché	Složité
Druh konstrukce		
Nenáročné	1.GK	2.GK
Náročné	2.GK	3.GK

GEOTECHNICKÉ KATEGORIE:

Návrh základů:

1GK – návrh základů dle tabulkových únosností R_{dt} :

2GK – návrh plošných základů dle mezních stavů s výpočtovými charakteristikami určenými na základě SNCh nebo místních charakteristik:

3GK – návrh jako u 2GK, ale výpočtové parametry vycházejí z místních charakteristik (in situ).

GEOTECHNICKÉ KATEGORIE DLE EC 7:

- 1. GEOTECHNICKÁ KATEGORIE** má zahrnovat pouze malé a relativně jednoduché konstrukce:
 - pro které je možné zajistit, že základní požadavky budou splněny na základě zkušenosti a kvalitativního geotechnického průzkumu;
 - se zanedbatelným rizikem.
- 2. GEOTECHNICKÁ KATEGORIE** má zahrnovat obvyklé typy konstrukcí a základů s běžným rizikem nebo jednoduchými základovými poměry či zatěžovacími podmínkami.
- 3. GEOTECHNICKÁ KATEGORIE** má běžně zahrnovat alternativní ustanovení a pravidla k těm, jež jsou v normě.

MEZNÍ STAV ÚNOSNOSTI (1.MS)

Základní podmínky:

$$R_d \geq \sigma_d$$

$$H_u \geq H_d$$

$$H_u = V_{ds} \cdot \operatorname{tg} \varphi_d + c_d \cdot A_{ef} + S_{pd}$$

MEZNÍ STAV ÚNOSNOSTI (1.MS) (2.GK)

Extrémní výpočtové kontaktní napětí :

$$\sigma_{de} = \frac{V_{de}}{A_{ef}} = \frac{V_{de}}{b_{ef} \cdot l_{ef}}$$

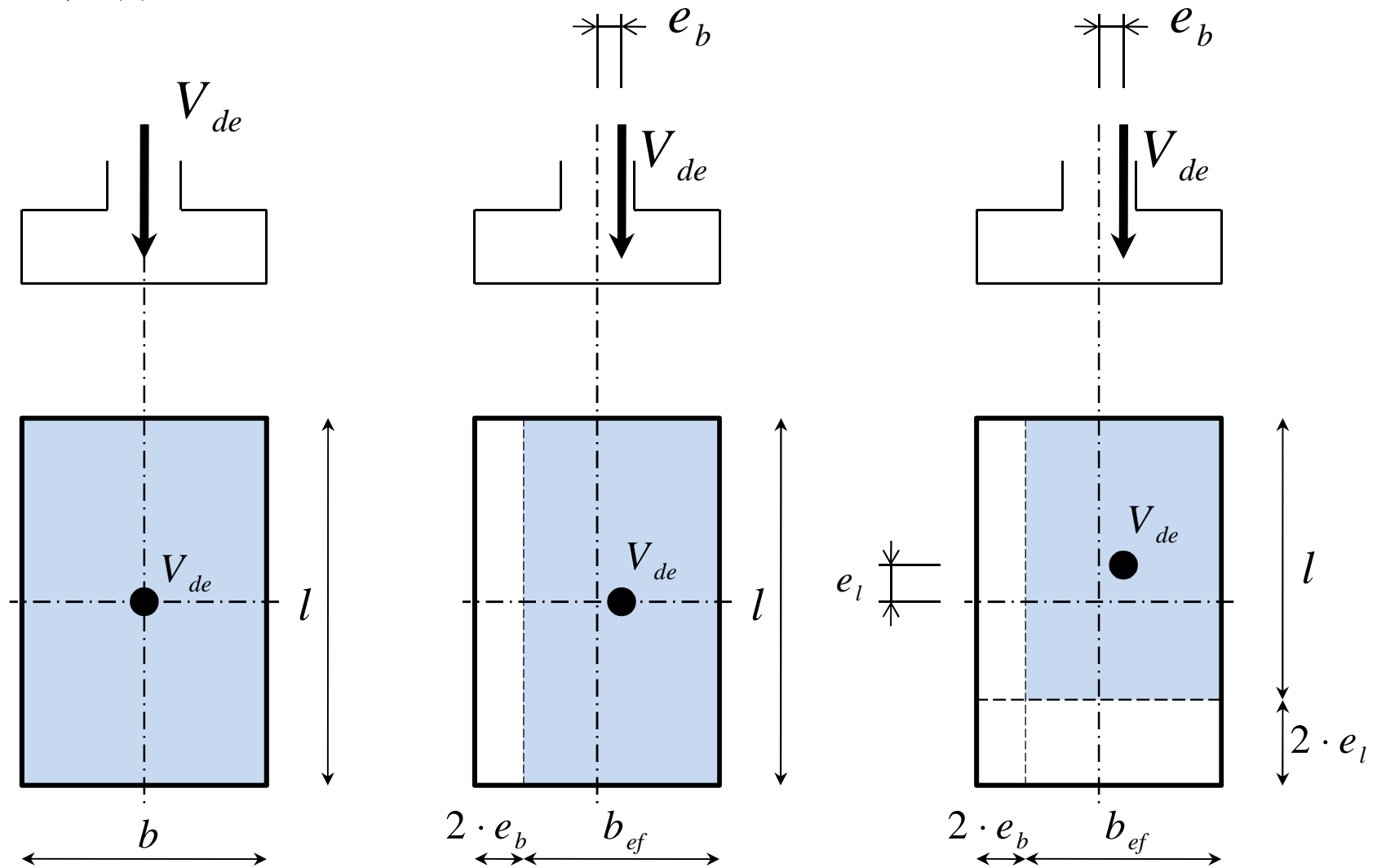
Rozměry efektivní plochy:

$$l_{ef} = l - 2 \cdot e_l$$

$$b_{ef} = b - 2 \cdot e_b$$

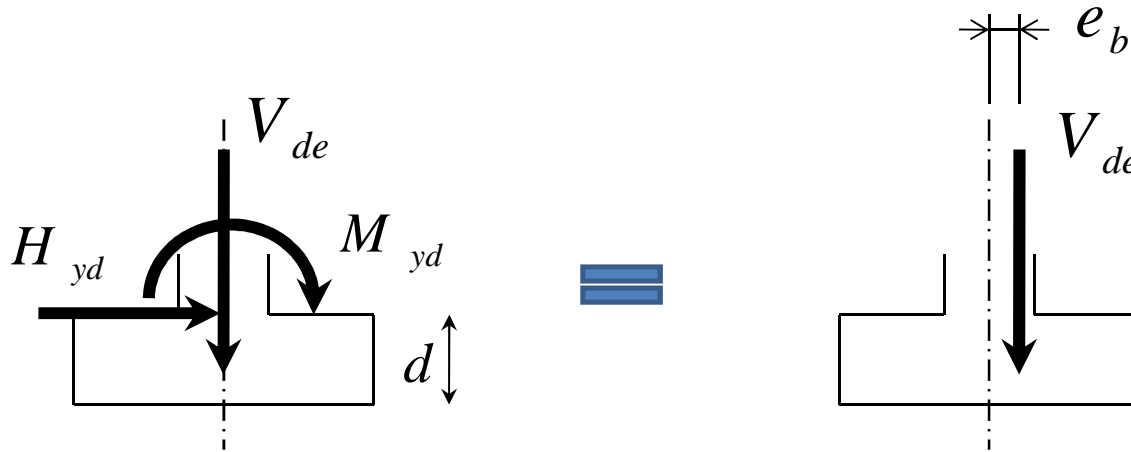
MEZNÍ STAV ÚNOSNOSTI (1.MS) (2.GK)

Efektivní plocha (A_{ef}):



MEZNÍ STAV ÚNOSNOSTI (1.MS) (2.GK)

Výpočet excentricity:



$$e_b = \frac{M}{V} = \frac{M_{yd} + H_{yd} \cdot d}{V_{de}}$$

$$e_l = \frac{M}{V} = \frac{M_{xd} + H_{xd} \cdot d}{V_{de}}$$

Podmínka: $e_l < \frac{1}{3}l$; $e_b < \frac{1}{3}b$

MEZNÍ STAV ÚNOSNOSTI (1.MS) (2.GK)

Výpočtová svislá únosnost (řešení podle BRINCH - HANSENa (1970)) dle EN:

$$R_d = c_d \cdot N_c \cdot s_c \cdot d_c \cdot i_c + \gamma_1 \cdot d \cdot N_d \cdot s_d \cdot d_d \cdot i_d + \gamma_2 \cdot \frac{b_{ef}}{2} \cdot N_b \cdot s_b \cdot d_b \cdot i_b$$

Zjednodušeně:

$$R_d = c_d \cdot A + \gamma_1 \cdot d \cdot B + \gamma_2 \cdot \frac{b_{ef}}{2} \cdot C$$

$$A = N_c \cdot s_c \cdot d_c \cdot i_c$$

$$B = N_d \cdot s_d \cdot d_d \cdot i_d$$

$$C = N_b \cdot s_b \cdot d_b \cdot i_b$$

MEZNÍ STAV ÚNOSNOSTI (1.MS) (2.GK)

Výpočtové hodnoty parametrů zemin:

$$\gamma_d = \frac{\gamma}{\gamma_{m\gamma}}$$

$$c_d = \frac{c_{ef}}{\gamma_{mc}}$$

$$tg\varphi_d = \frac{tg\varphi_{ef}}{\gamma_{mtg\varphi}}$$

Dle EN: viz tabulka

Přístup	Součinitel γ_F			Součinitel γ_m					Součinitel γ_R	
	stálé		proměnné nepříznivé	tg φ	c'	c _u	q _u	γ	zaboření	usmyknutí
	nepříznivé	příznivé								
^a 1-GEO	1,00	1,00	1,30	1,25	1,25	1,40 (1,60)	1,40	1,00	1,00	1,00
^b 1-STR	1,35	1,00	1,50	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
2	1,35	1,00	1,50	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,40	1,10
3	1,00 (1,35)	1,00 (1,00)	1,30 (1,50)	1,25	1,25	1,40	1,40	1,00	1,00	1,00

GEO – porušení nebo nadměrná deformace základové půdy

STR – porušení nebo nadměrná deformace konstrukce nebo konstrukčních prvků

q_u – pevnost v prostém tlaku

MEZNÍ STAV ÚNOSNOSTI (1.MS) (2.GK)

Hloubka plastické zóny dle Prandtla:

$$z_s = \frac{b_{ef}}{2} \cdot \frac{\cos \varphi_d}{\cos\left(45 + \frac{\varphi_d}{2}\right)} \cdot e^{\left(\frac{\pi}{4} + \frac{\arccos \varphi_d}{2}\right) \cdot \operatorname{tg} \varphi_d} \quad [m]$$

Orientační dosah plastické zóny:

S1-S3 a G1-G3:

$$z_s = 2b, \quad l_s = 6b$$

Ostatní:

$$z_s = b, \quad l_s = 2,5b$$

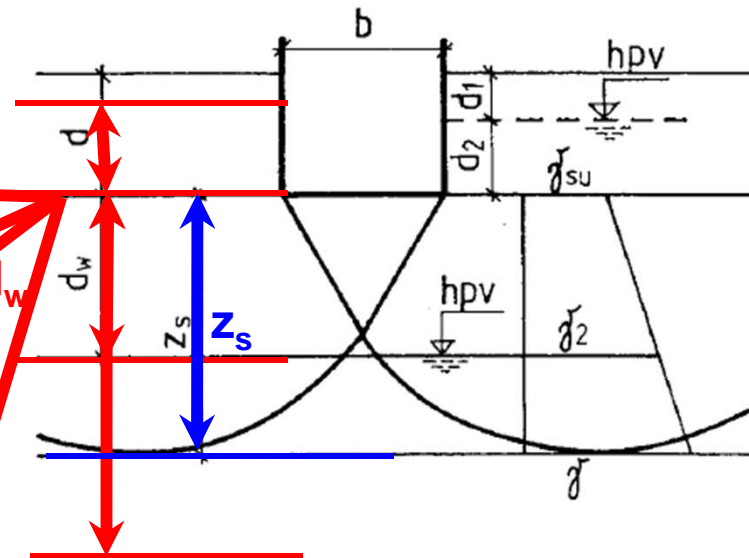
Vliv vody:

a) $d_w > z_s \rightarrow \gamma_2 = \gamma$

b) $0 < d_w < z_s \rightarrow \gamma_2 = \gamma_{su} + \frac{d_w}{z_s} \cdot (\gamma - \gamma_{su})$

c) $d_w = 0 \rightarrow \gamma_2 = \gamma_{su}$

d) $d_w < 0 \rightarrow \gamma_2 = \gamma_{su}; \quad \gamma_1 = \frac{\gamma \cdot d_1 + \gamma_{su} \cdot d_2}{d_1 + d_2}$



MEZNÍ STAV ÚNOSNOSTI (1.MS) (2.GK)

Součinitelé únosnosti:

$$A = N_c \cdot s_c \cdot d_c \cdot i_c$$

$$B = N_d \cdot s_d \cdot d_d \cdot i_d$$

$$C = N_b \cdot s_b \cdot d_b \cdot i_b$$

$$k_p = \operatorname{tg}^2 \left(45 + \frac{\varphi_d}{2} \right)$$

$$N_c = \left[e^{\pi \cdot \operatorname{tg} \varphi_d} \cdot k_p - 1 \right] \cdot \cot g \varphi_d$$

$$N_d = e^{\pi \cdot \operatorname{tg} \varphi_d} \cdot k_p$$

$$N_b = 1,5 \cdot \left[e^{\pi \cdot \operatorname{tg} \varphi_d} \cdot k_p - 1 \right] \cdot \operatorname{tg} \varphi_d$$

MEZNÍ STAV ÚNOSNOSTI (1.MS) (2.GK)

Součinitelé tvaru základu:

$$A = N_c \cdot s_c \cdot d_c \cdot i_c$$

$$B = N_d \cdot s_d \cdot d_d \cdot i_d$$

$$C = N_b \cdot s_b \cdot d_b \cdot i_b$$

$$s_c = \frac{s_d \cdot N_d - 1}{N_d - 1}$$

$$s_d = 1 + \frac{b_{ef}}{l_{ef}} \cdot \sin \varphi_d$$

$$s_b = 1 - 0,3 \cdot \frac{b_{ef}}{l_{ef}}$$

MEZNÍ STAV ÚNOSNOSTI (1.MS) (2.GK)

Součinitelé vlivu hloubky založení :

$$A = N_c \cdot s_c \cdot d_c \cdot i_c$$

$$B = N_d \cdot s_d \cdot d_d \cdot i_d$$

$$C = N_b \cdot s_b \cdot d_b \cdot i_b$$

$$d_c = 1 + 0,1 \cdot \sqrt{\frac{d}{b_{ef}}}$$

$$d_d = 1 + 0,1 \cdot \sqrt{\frac{d}{b_{ef}} \cdot \sin 2\varphi_d}$$

$$d_b = 1$$

MEZNÍ STAV ÚNOSNOSTI (1.MS) (2.GK)

Součinitelé vliv šikmosti zatížení:

$$A = N_c \cdot s_c \cdot d_c \cdot i_c$$

$$B = N_d \cdot s_d \cdot d_d \cdot i_d$$

$$C = N_b \cdot s_b \cdot d_b \cdot i_b$$

Pro H rovnoběžné - s délkou základu (l_{ef})

$$i_c = \frac{i_d \cdot N_d - 1}{N_d - 1}$$

$$i_d = i_b = 1 - \frac{H_{xd}}{V_d + A_{ef} \cdot c_d \cdot \cot g \varphi_d}$$

- s šířkou základu (b_{ef}):

$$i_c = \frac{i_d \cdot N_d - 1}{N_d - 1}$$

$$i_d = \left[1 - \frac{0,7 \cdot H_{yd}}{V_d + A_{ef} \cdot c_d \cdot \cot g \varphi_d} \right]^3$$

$$i_b = \left[1 - \frac{H_{yd}}{V_d + A_{ef} \cdot c_d \cdot \cot g \varphi_d} \right]^3$$

- bereme méně příznivý stav

MEZNÍ STAVY

- I. Skupina – mezní stav únosnosti
(zhroucení konstrukce, nepřípustné zaboření, naklonění)

- II. Skupina – m. s. použitelnosti (přetvoření)
(celkové sednutí, nerovnoměrné sednutí, časový průběh sedání)

SEDÁNÍ ZÁKLADOVÉ PŮDY

Postup výpočtu:

1GK – mezní stav přetvoření se neposuzuje

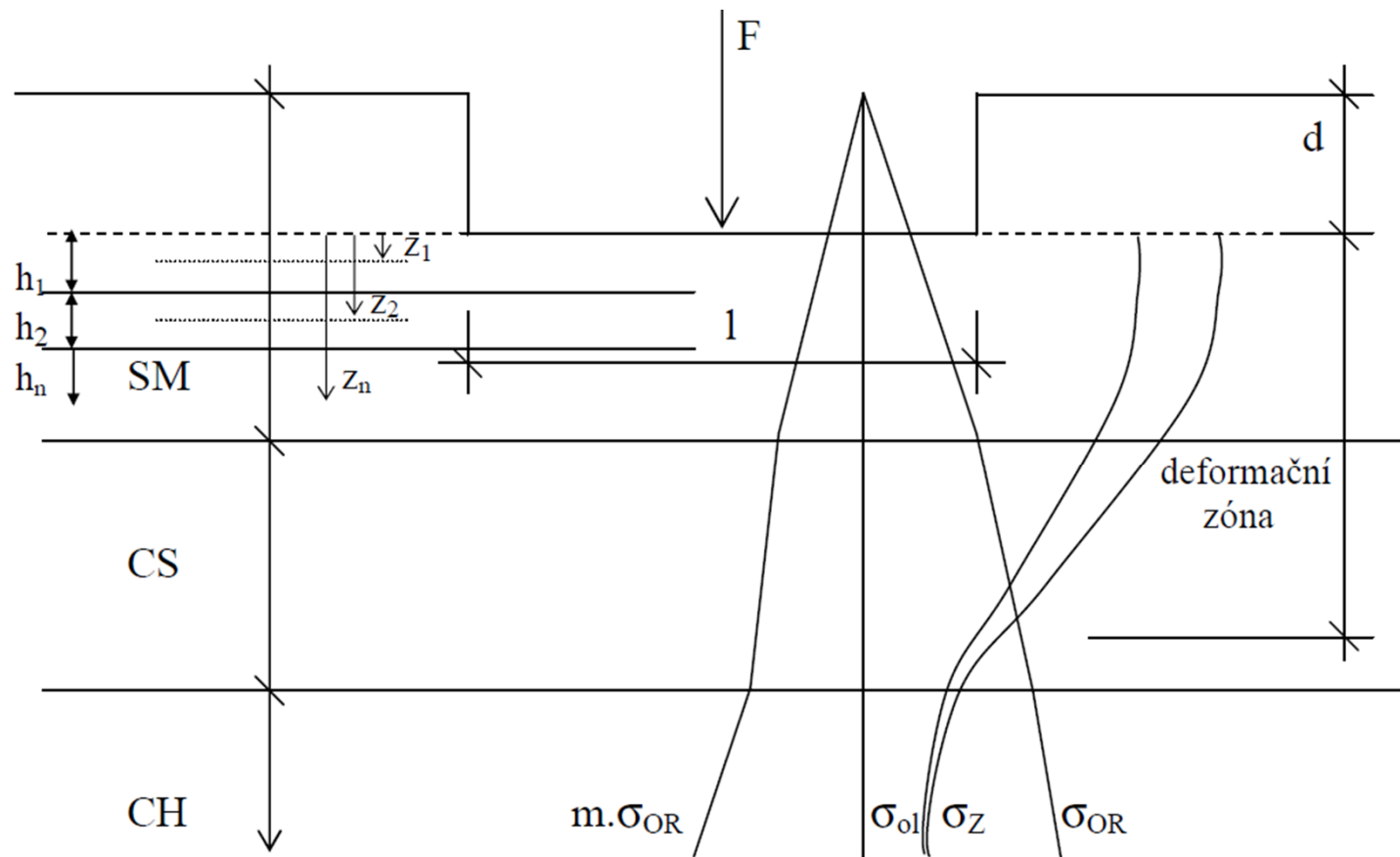
2GK – použití tabulkových hodnot SNCh převárných vlastností
(počítá se s σ_{ds} - provozní zatížení)

3GK – obdobně jako u 2.GK, rozdíl: použití místních hodnot převárných vlastností zjištěných pomocí průkazných zkoušek.

SEDNUTÍ ZÁKLADU (2.MS)

Základní podmínka:

$$s \leq s_{\text{lim}}$$



SEDNUTÍ ZÁKLADU (2.MS)

Základní vztah:

$$S = \sum_{i=1}^n \frac{\sigma_{Zi} - m_i \cdot \sigma_{ORi}}{E_{oed}} \cdot h_i$$

S

Sednutí základu [m]

SEDNUTÍ ZÁKLADU (2.MS)

Základní vztah:

$$s = \sum_{i=1}^n \frac{\sigma_{Zi} - m_i \cdot \sigma_{ORi}}{E_{oed}} \cdot h_i$$

σ_{Zi} Napětí pod základem v z_i [kPa]

$$\sigma_{zi} = \sigma_{Ol} \cdot I_{Ri}$$

Skutečné napětí na zákl. spáře:

$$\sigma_{Ol} = \sigma_k - \sigma_{OR,zs}$$

SEDNUTÍ ZÁKLADU (2.MS)

Základní vztah:

$$s = \sum_{i=1}^n \frac{\sigma_{Zi} - m_i \cdot \sigma_{ORi}}{E_{oed}} \cdot h_i$$

σ_{ORi} Originální (geostatické) napětí v zemině [m]

$$\sigma_{OR} = \sum \gamma \cdot d$$

SEDNUTÍ ZÁKLADU (2.MS)

Základní vztah:

$$s = \sum_{i=1}^n \frac{\sigma_{Zi} - m_i \cdot \sigma_{ORi}}{E_{oed}} \cdot h_i$$

m_i

Součinitel strukturního oslabení [-]

Druh základové půdy	m
Silně stlačitelné jemnozrné zeminy třídy F1 až F8 - s modulem přetvoření $E < 4$ MPa - nepřekonsolidované - konzistence měkké nebo tuhé <u>Všechny tři znaky musí být splněny</u>	0,1
Násypy a jiné sypaniny, základové půdy dodatečně zatížené a dosud nezkonsolidované. Horniny tříd R1, R2; Zdravé druhohorní a třetihorní sedimenty tříd R4, R5.	0,1
Jemnozrné zeminy tříd F1 až F8, jimž nenáleží součinitel $m = 0,1$ ani $0,4$ ani $0,5$ Písky a štěrky tříd S1, S2, G1, G2 pod hladinou podzemní vody Horniny třídy R3	0,2
Písky a štěrky tříd S1, S2, G1, G2 nad hladinou podzemní vody Písky a štěrky hlinité, jílovité či s příměsí jemnozrné zeminy, tříd S3, S4, G3, G4, G5 Horniny tříd R4, R5 - kromě zdravých druhohorních a třetihorních sedimentů	0,3
Horniny tříd R6 (eluvia)	0,4
Spraše a sprašové hlíny nad hladinou podzemní vody, lze-li vyloučit jejich nasycení vodou	0,5

Tab. 1. Hodnoty součinitele strukturního oslabení m

SEDNUTÍ ZÁKLADU (2.MS)

Základní vztah:

$$s = \sum_{i=1}^n \frac{\sigma_{Zi} - m_i \cdot \sigma_{ORi}}{E_{oed}} \cdot h_i$$

E_{oed} Oedometrický modul [kPa]

SEDNUTÍ ZÁKLADU (2.MS)

Základní vztah:

$$s = \sum_{i=1}^n \frac{\sigma_{Zi} - m_i \cdot \sigma_{ORi}}{E_{oed}} \cdot h_i$$

h_i Mocnost počítané vrstvy [m]

z_i Hloubka od základové spáry po střed počítané vrstvy [m]

PRŮHYB ZÁKLADU (2.MS)

Základní podmínka:

$$p \leq p_{\text{lim}}$$

Základní vztah:

$$p = \frac{\Delta s}{l}$$

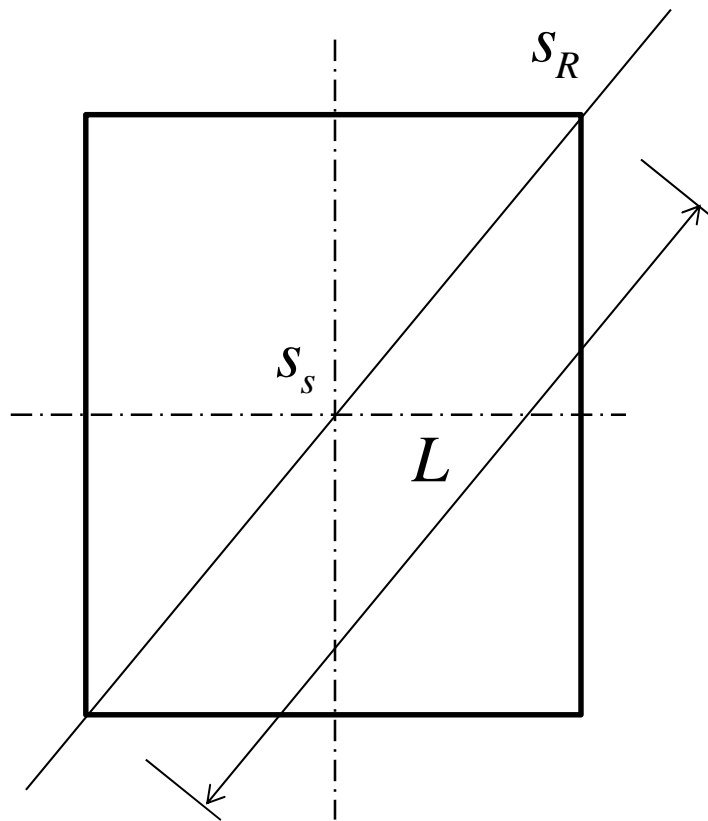
Δs Rozdíl sednutí 2 bodů základu

l Vzdálenost mezi 2 body základu

SEDÁNÍ ZÁKLADOVÉ PŮDY

II. Skupina – mezní stav přetvoření – 2.GK

Sednutí a průhyb základové desky (nerovnoměrné sednutí):



Posouzení:

$$s \leq s_{\text{lim}}$$

$$\frac{\Delta s}{L} \leq \left(\frac{\Delta s}{L} \right)_{\text{lim}}$$

SEDNUTÍ A PRŮHYB ZÁKLADU (2.MS)

Limitní hodnoty pro sednutí a průhyb

Druh stavby	Limitní hodnoty		
	konečného celkového průměrného sednutí S_{lim} [mm]	nerovnoměrného sednutí	
		druh $(\Delta s/l, L, b)_{lim}$	hodnota
Budovy a konstrukce, ve kterých nevznikají vlivem nerovnoměrného sedání nebezpečné porušení	120	$\Delta s/l$ $\Delta s/L$	0,003 0,006
Konstrukce staticky určité	100	$\Delta s/L$	0,005
-neurčité železobetonové	60	$\Delta s/L$	0,002
-neurčité ocelové	80	$\Delta s/L$	0,003
Vícepodlažní skeletové kce.			
-železobetonové	60	$\Delta s/L$	0,0015
-ocelové	70	$\Delta s/L$	0,0025
Vícepodlažní budovy s nosnými stěnami			
-z cihel a bloků se zpevňujícími věnci	80	$\Delta s/l$	0,0015
-z velkorozměrových panelů a monolitního betonu	60	$\Delta s/L$	0,0015
Tuhé železobetonové konstrukce	200	$\Delta s/b$	0,003
Komíny do výšky 100m	200	$\Delta s/b$	0,005
Komíny vyšší jak 100m	100	$\Delta s/b$	0,002
Portálové dráhy	50	$\Delta s/L$	0,0015

Tab. 2. Limitní hodnoty sedání základů

SEDNUTÍ A PRŮHYB ZÁKLADU (2.MS)

Doporučení

z	h	E _{oed}	z/b*	l _r	σ _{zS}	m	γ	σ _{or,i} **	m×σ _{or,i}	σ _{zS} - m×σ _{or,i}	Δh
m	m	MPa			kPa		kN/m ³	kPa	kPa	kPa	mm

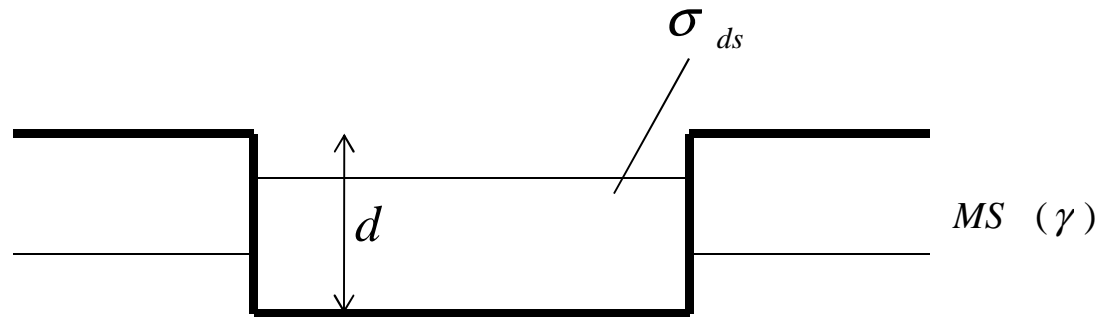
* pokud se počítá l_r podle vzorce, není tato hodnota třeba

** pozor pokud přelom vrstev zemín je mezi hodnoty h v dané vrstvě, musí se počítat s oběma vrstvy

$$\sigma_{or,i} = \sigma_{or,i-1} + \gamma_1 \cdot h_1 + \gamma_2 \cdot h_2$$

SEDÁNÍ ZÁKLADOVÉ PŮDY

Postup:

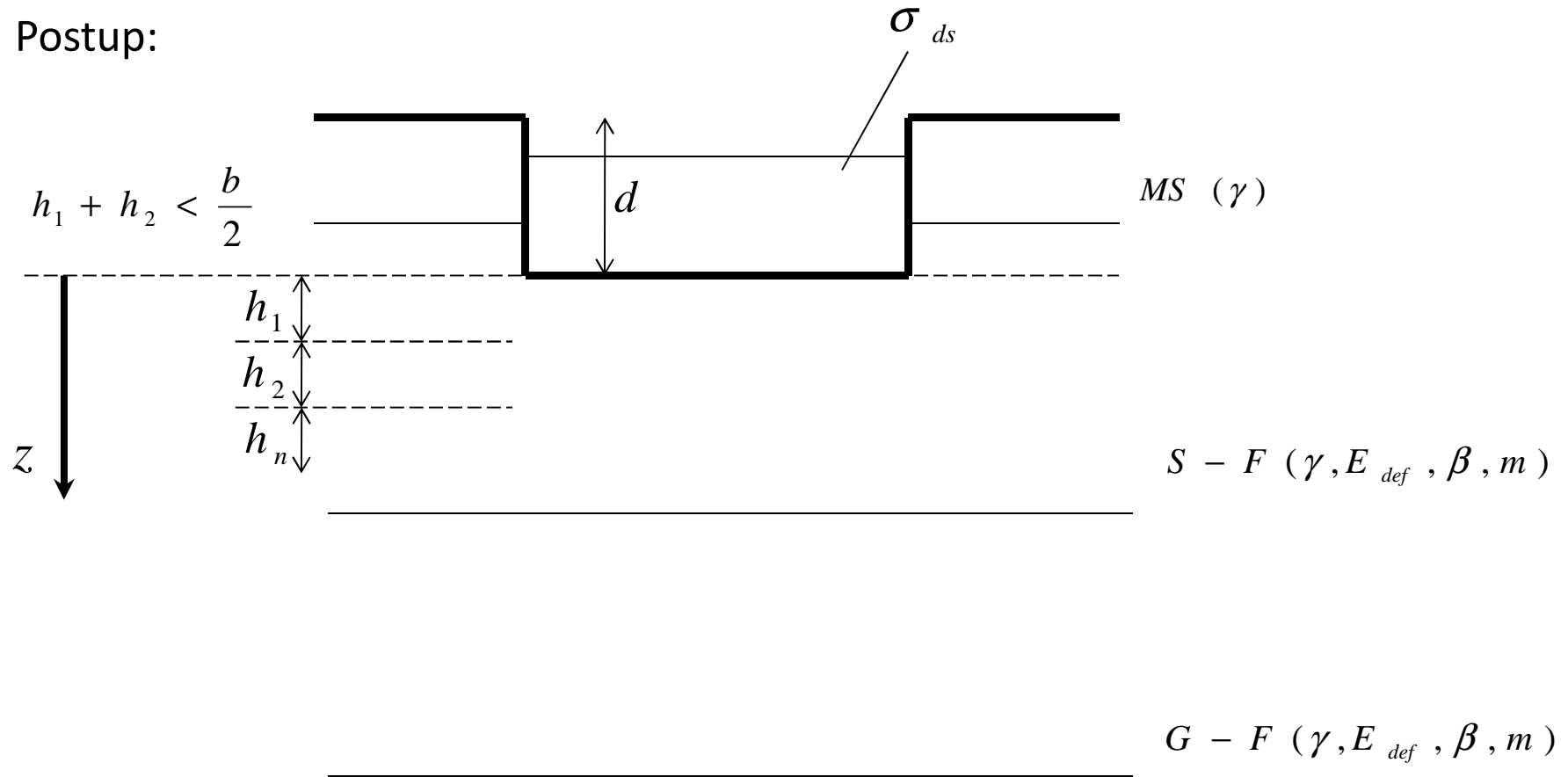


$$S - F (\gamma, E_{def}, \beta, m)$$

$$G - F (\gamma, E_{def}, \beta, m)$$

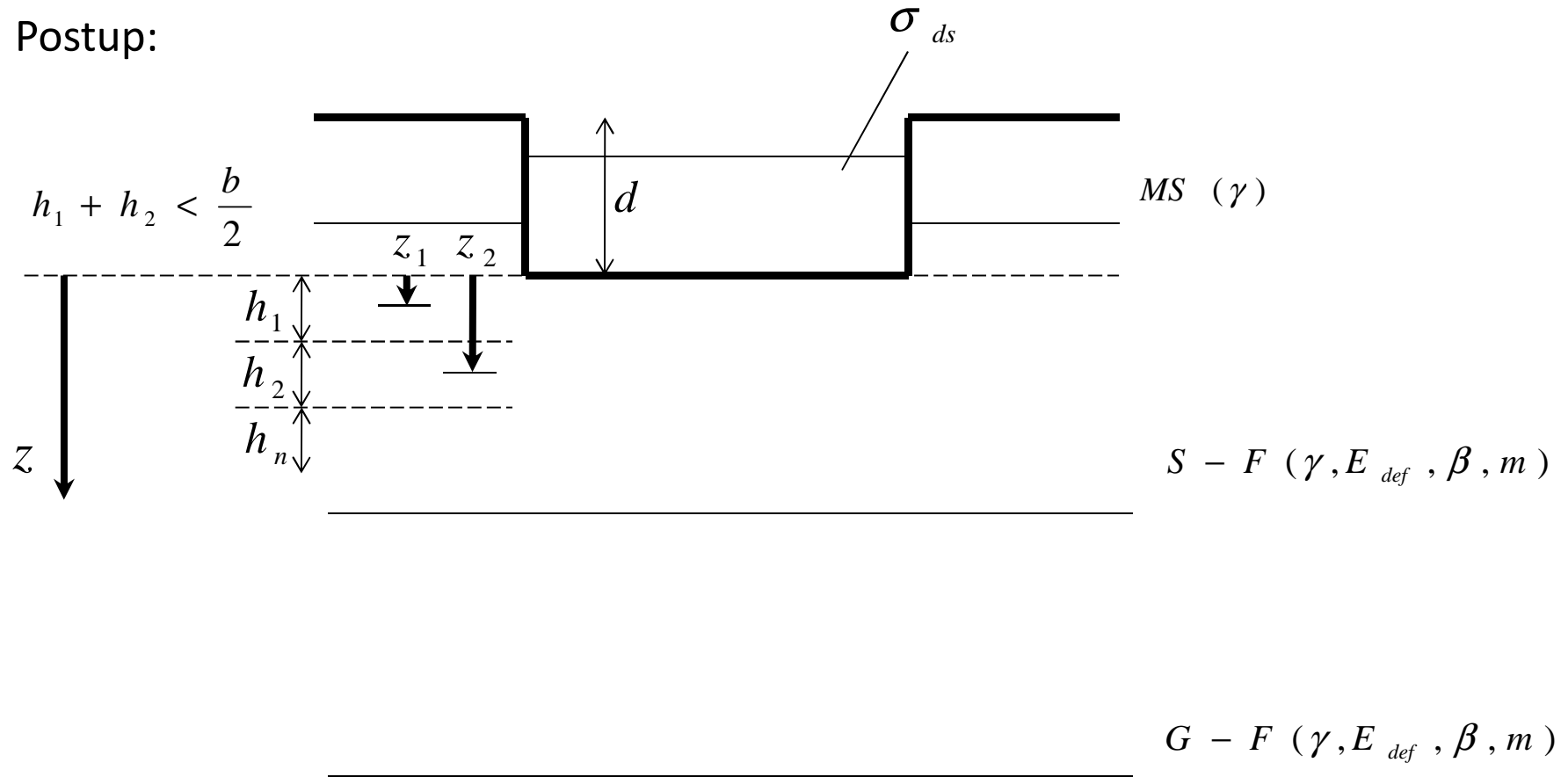
SEDÁNÍ ZÁKLADOVÉ PŮDY

Postup:



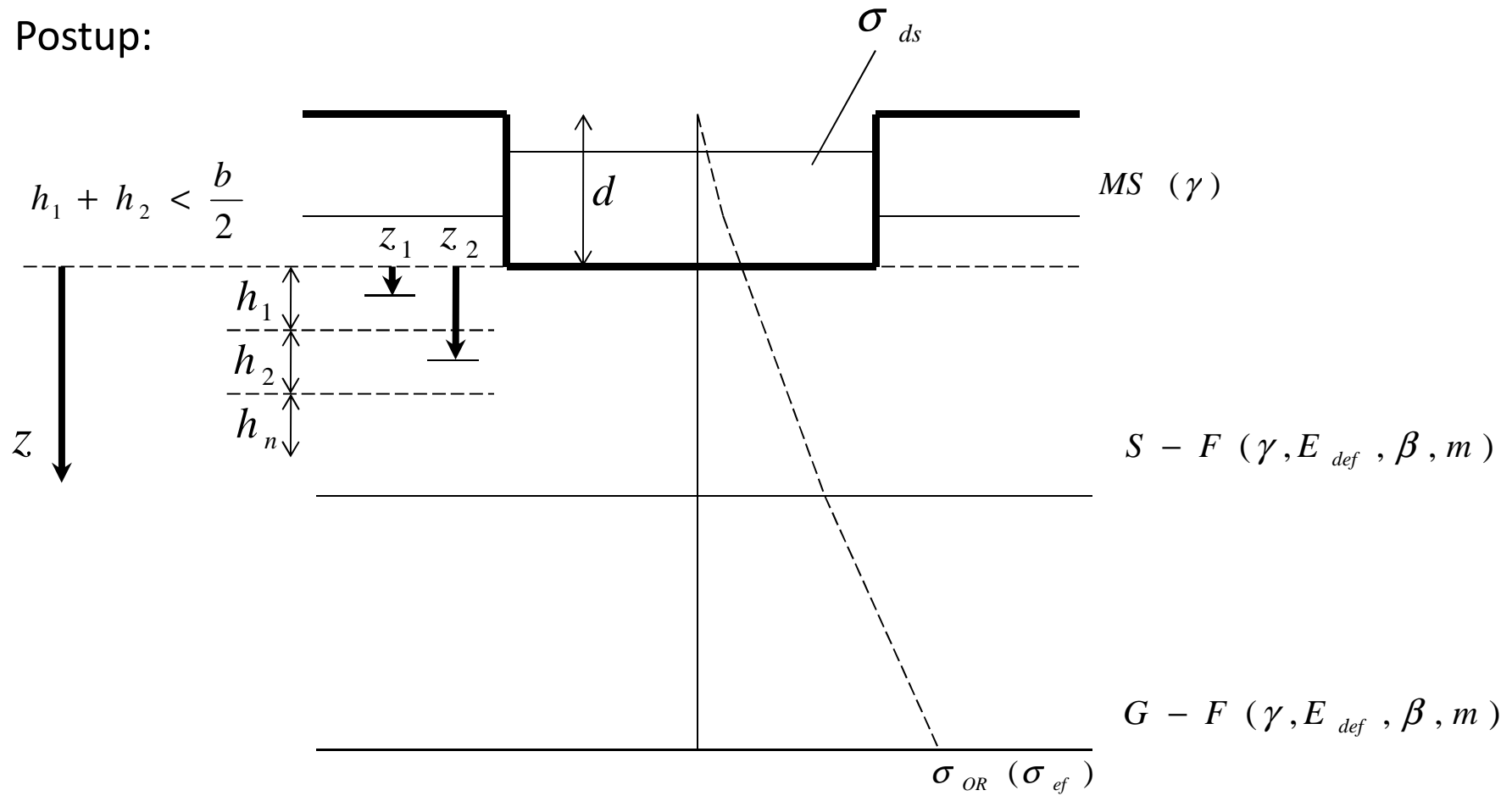
SEDÁNÍ ZÁKLADOVÉ PŮDY

Postup:



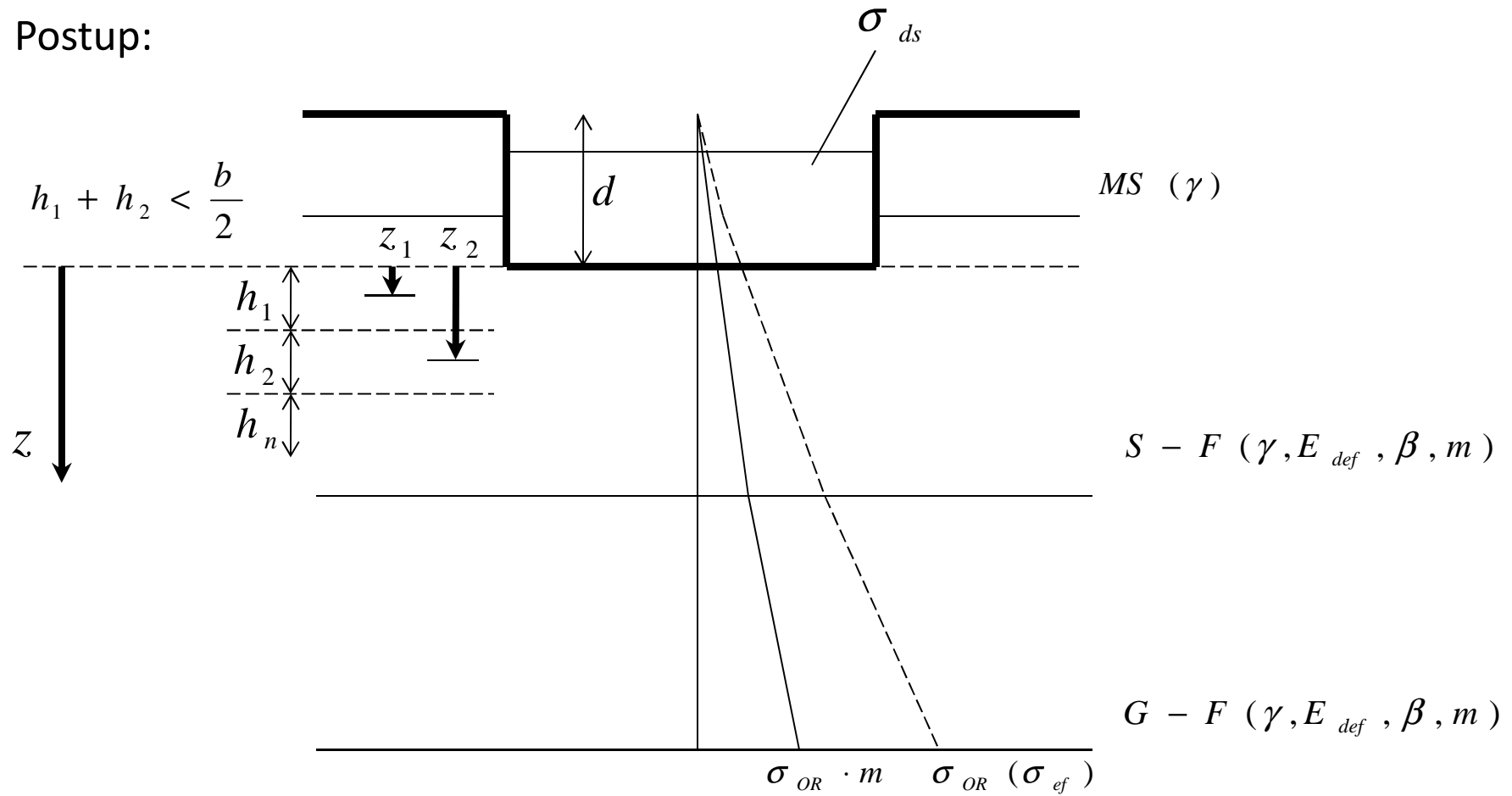
SEDÁNÍ ZÁKLADOVÉ PŮDY

Postup:



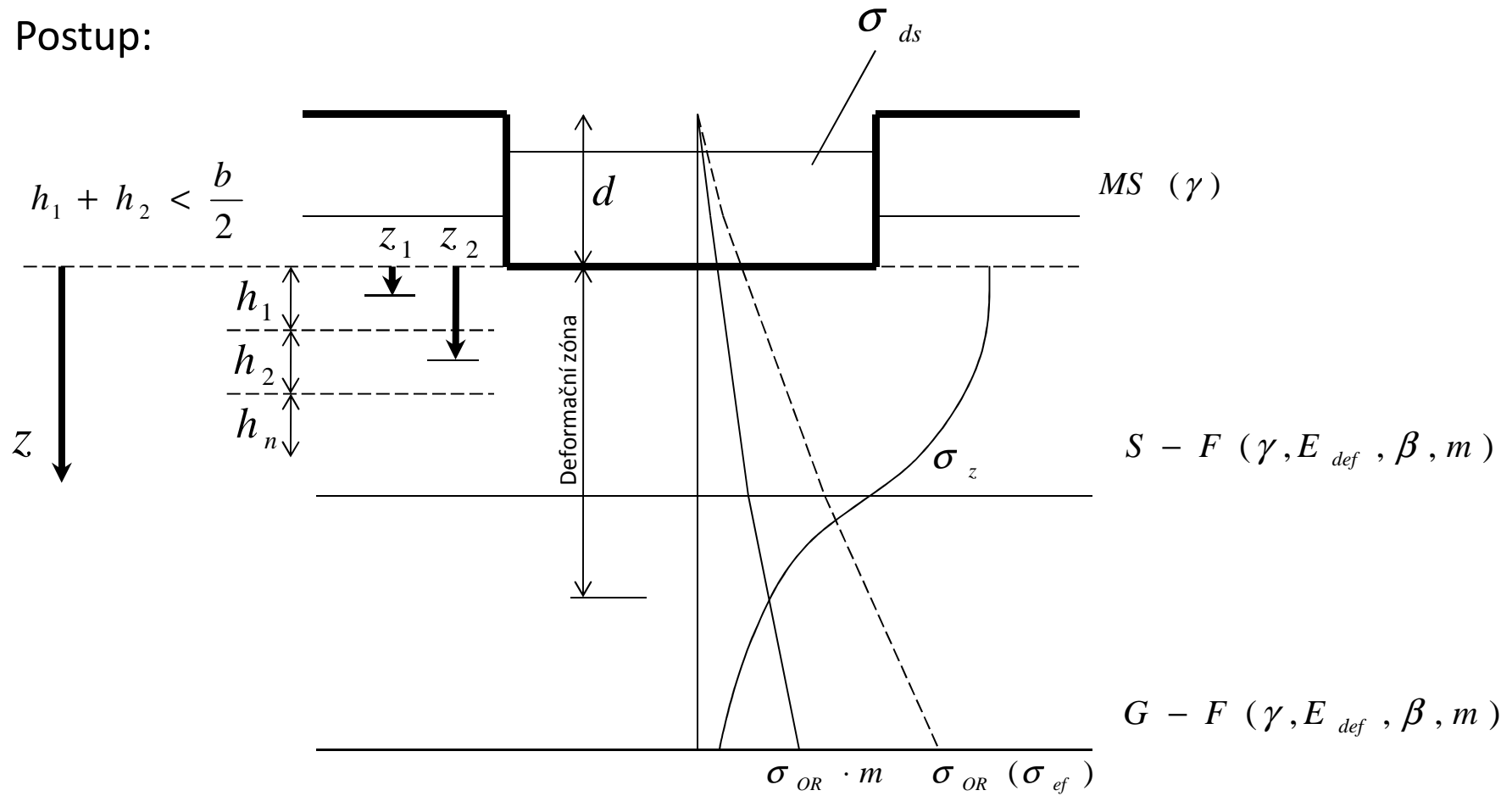
SEDÁNÍ ZÁKLADOVÉ PŮDY

Postup:



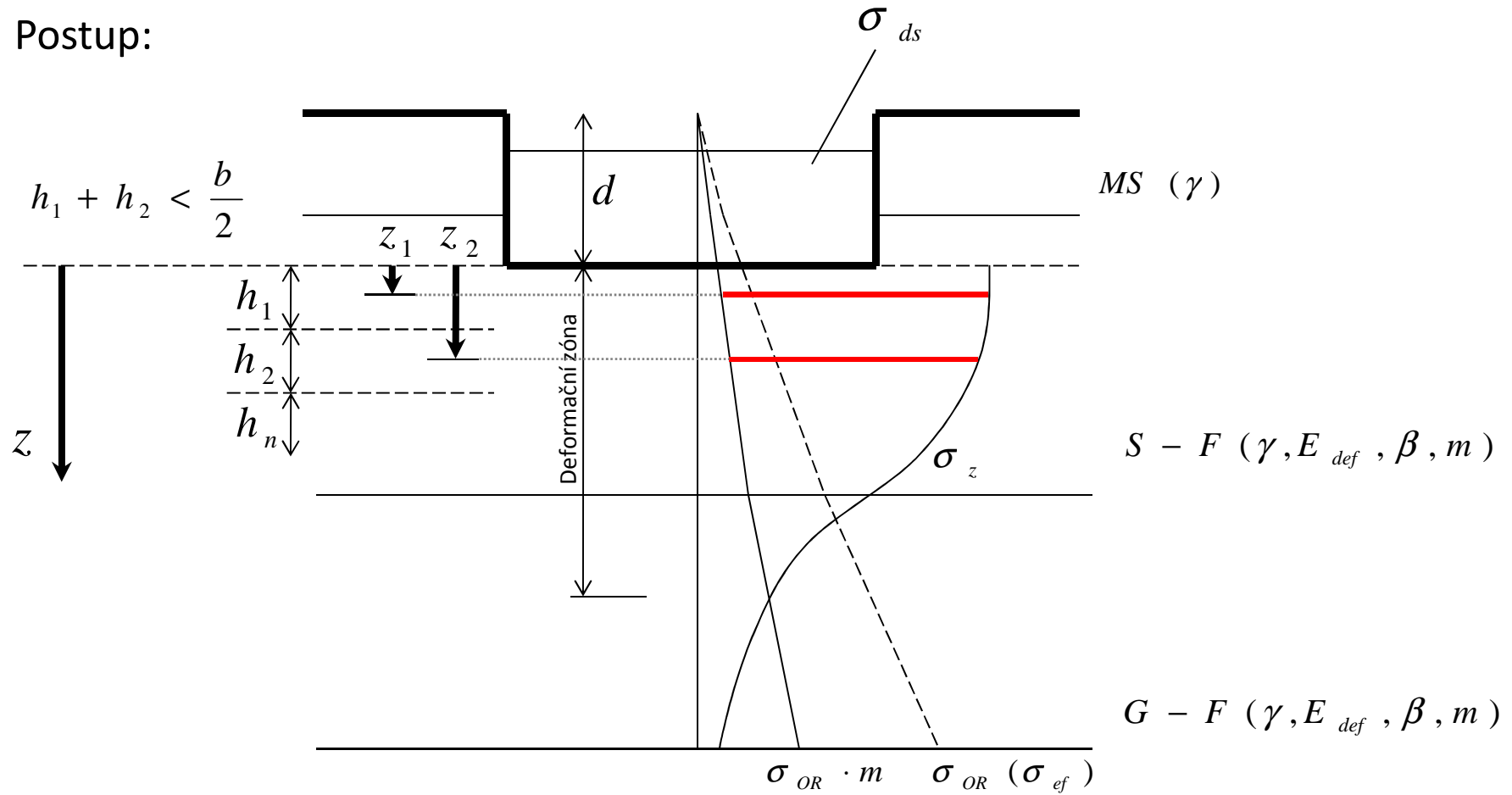
SEDÁNÍ ZÁKLADOVÉ PŮDY

Postup:



SEDÁNÍ ZÁKLADOVÉ PŮDY

Postup:



PŘÍKLAD

Zadání:

Je třeba stanovit sedání a průhyb v podélném směru poddajného základu 2,2x3,2 m, založeného v hloubce $d=1,6$ m a zatíženého centrickou silou $F=1520$ kN. Složení základové půdy je následující:
do 0-3,1m tuhý jílovitý písek SC,
3,1-4,6m pevný písčitý jíl CS ($S_r < 0,8$),
od 4,6-9,0 m nepřekonsolidovaný tuhý jíl s vysokou plasticitou CH.

zemina	γ [kNm ⁻³]	E_{def} [MPa]	m	β
SC	18,5	8	0,3	0,62
CS	18,5	10	0,2	0,62
CH	20,5	3	0,1	0,37

PŘÍKLAD

$$\sigma = \frac{V_{de}}{b \cdot l} = \frac{1520}{2,2 \cdot 3,2} = 215,9 [kNm^{-2}]$$

$$\sigma_{OR} = \gamma_{u,S} \cdot d$$

$$\sigma_{Ol} = \sigma - \sigma_{OR}$$

$$I_R = \frac{1}{2 \cdot \pi} \cdot \left[\arctg \frac{b \cdot l}{z \cdot C} + \frac{b \cdot l \cdot z}{C} \cdot \left(\frac{1}{A^2} + \frac{1}{B^2} \right) \right]$$

$$A = \sqrt{z^2 + l^2}$$

$$B = \sqrt{z^2 + b^2}$$

$$C = \sqrt{z^2 + l^2 + b^2}$$

$$S = \sum \frac{\sigma_{zi} - m_i \cdot \sigma_{or}}{E_{oedi_i}} \cdot h_i$$

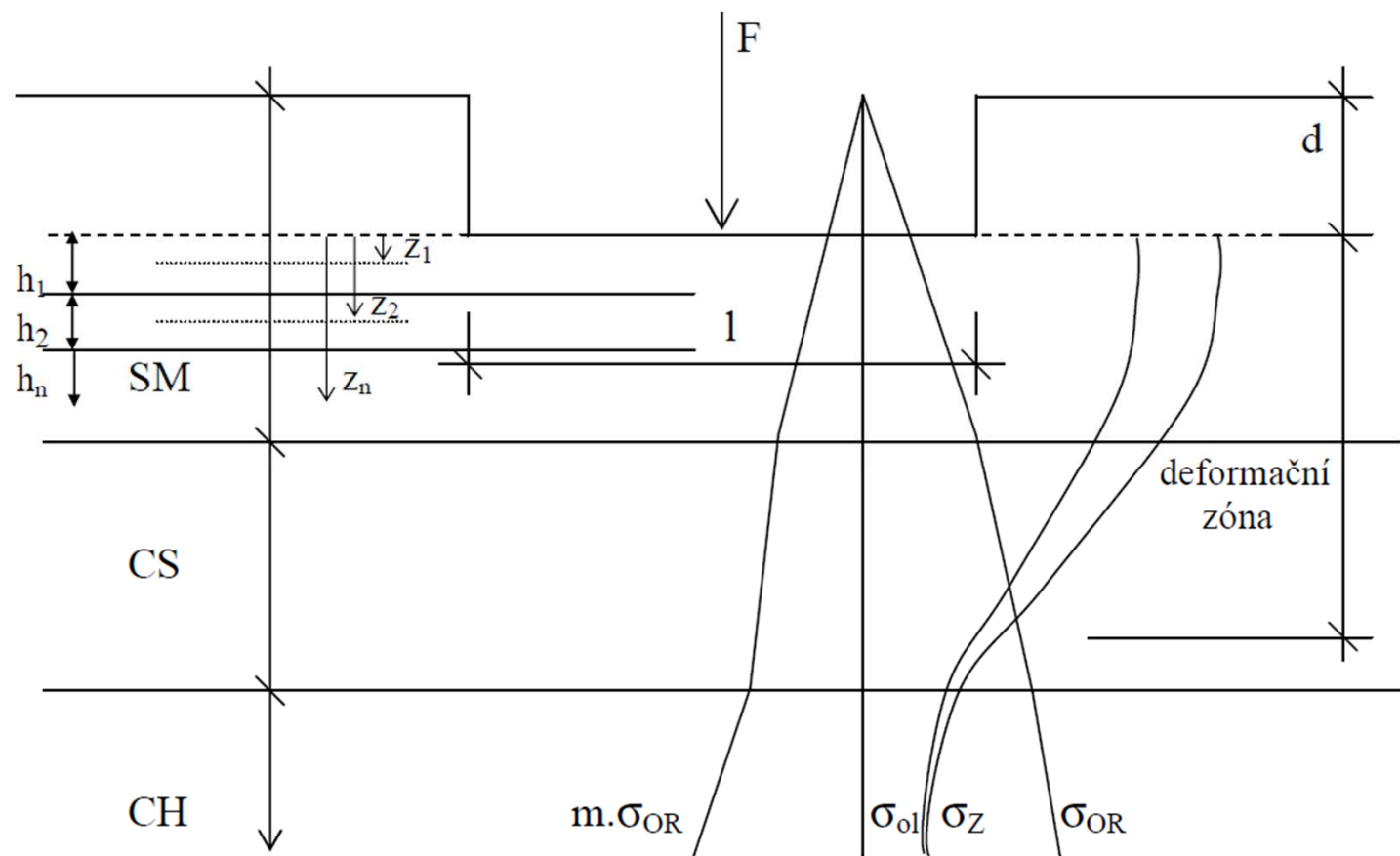
$$E_{def} = E_{oed} \cdot \beta \Rightarrow E_{oed} = \frac{E_{def}}{\beta}$$

PŘÍKLAD

<u>Sednutí bodu S</u>												
č.vrstvy	z	n	E_{oed}	z/b	I_R	σ_z	m	γ	σ_{OR}	$m^*\sigma_{OR}$	$\sigma_z - m^*\sigma_{OR}$	Δh
1	0,25	0,5	12,9032	0,114	0,2486	185,2537	0,3	18,5	34,225	10,2675	174,9862	6,7807
2	0,75	0,5	12,9032	0,341	0,2238	166,7742	0,3	18,5	43,475	13,0425	153,7317	5,9571
3	1,25	0,5	12,9032	0,568	0,1786	133,1099	0,3	18,5	52,725	15,8175	117,2924	4,5451
4	1,75	0,5	16,1290	0,795	0,1357	101,1320	0,2	18,5	61,975	12,395	88,7370	2,7508
5	2,25	0,5	16,1290	1,023	0,1026	76,4546	0,2	18,5	71,225	14,245	62,2096	1,9285
6	2,75	0,5	16,1290	1,25	0,0786	58,5687	0,2	18,5	80,475	16,095	42,4737	1,3167
7	3,25	0,5	8,1081	1,477	0,0614	45,7304	0,1	20,5	90,225	9,0225	36,7079	2,2637
8	3,75	0,5	8,1081	1,705	0,0489	36,4183	0,1	20,5	100,475	10,0475	26,3708	1,6262
9	4,25	0,5	8,1081	1,932	0,0396	29,5438	0,1	20,5	110,725	11,0725	18,4713	1,1391
10	4,75	0,5	8,1081	2,159	0,0327	24,3692	0,1	20,5	120,975	12,0975	12,2717	0,7568
11	5,25	0,5	8,1081	2,386	0,0274	20,3995	0,1	20,5	131,225	13,1225	7,2770	0,4487
12	5,75	0,5	8,1081	2,614	0,0232	17,2997	0,1	20,5	141,475	14,1475	3,1522	0,1944
13	6,25	0,5	8,1081	2,841	0,0199	14,8399	0,1	20,5	151,725	15,1725	-0,3326	-0,0205
14	6,75	0,5	8,1081	3,068	0,0173	12,8591	0,1	20,5	161,975	16,1975	-3,3384	-0,2059
15	7,25	0,5	8,1081	3,295	0,0151	11,2430	0,1	20,5	172,225	17,2225	-5,9795	-0,3687

součet: 29,7077

PŘÍKLAD



PŘÍKLAD

<u>Sednutí bodu S´</u>												
č.vrstvy	z	n	E _{oed}	z/b	I _R	σ _z	m	γ	σ _{OR}	m*σ _{OR}	σ _z -m*σ _{OR}	Δh
1	0,25	0,5	12,9032	0,114	0,2488	92,7109	0,3	18,5	34,225	10,2675	82,4434	3,1947
2	0,75	0,5	12,9032	0,341	0,2284	85,0989	0,3	18,5	43,475	13,0425	72,0564	2,7922
3	1,25	0,5	12,9032	0,568	0,1920	71,5278	0,3	18,5	52,725	15,8175	55,7103	2,1588
4	1,75	0,5	16,1290	0,795	0,1569	58,4630	0,2	18,5	61,975	12,395	46,0680	1,4281
5	2,25	0,5	16,1290	1,023	0,1282	47,7751	0,2	18,5	71,225	14,245	33,5301	1,0394
6	2,75	0,5	16,1290	1,25	0,1056	39,3365	0,2	18,5	80,475	16,095	23,2415	0,7205
7	3,25	0,5	8,1081	1,477	0,0877	32,6887	0,1	20,5	90,225	9,0225	23,6662	1,4594
8	3,75	0,5	8,1081	1,705	0,0736	27,4216	0,1	20,5	100,475	10,0475	17,3741	1,0714
9	4,25	0,5	8,1081	1,932	0,0623	23,2162	0,1	20,5	110,725	11,0725	12,1437	0,7489
10	4,75	0,5	8,1081	2,159	0,0532	19,8305	0,1	20,5	120,975	12,0975	7,7330	0,4769
11	5,25	0,5	8,1081	2,386	0,0458	17,0815	0,1	20,5	131,225	13,1225	3,9590	0,2441
12	5,75	0,5	8,1081	2,614	0,0398	14,8304	0,1	20,5	141,475	14,1475	0,6829	0,0421
13	6,25	0,5	8,1081	2,841	0,0348	12,9713	0,1	20,5	151,725	15,1725	-2,2012	-0,1357
14	6,75	0,5	8,1081	3,068	0,0307	11,4233	0,1	20,5	161,975	16,1975	-4,7742	-0,2944
15	7,25	0,5	8,1081	3,295	0,0272	10,1242	0,1	20,5	172,225	17,2225	-7,0983	-0,4377

součet: 15,3765

PŘÍKLAD

Podélný průhyb: $y = \Delta S/l$

$$y = (29,7077 - 15,3765)/1600 = \mathbf{0,008957m}$$

Příklad

Posudte dle EN napětí v základové spáře z hlediska mezního stavu únosnosti (vycházející z řešení J.BRINCH-HANSENA) u základové patky půdorysných rozměrů $b=1,8$ a $l=2,5$ [m], založeného v hloubce $d=1,8$ [m] pod úrovní původního rostlého terénu. Základ je zatížený silami $V_{Ed} = 425$ [kN] a ohybový moment $M_{Ed} = 70$ [kN] ve směru b .

Základovou půdu tvoří písčitá hlína, konzistence pevné, $S_r > 0,8$. Hladina podzemní vody se nachází 3,3 m pod úrovní původního rostlého terénu.

Tab. 11 SMĚRNÉ NORMOVÉ CHARAKTERISTIKY JEMNOZRNNÝCH ZEMIN

Třída	Symbol	Charakteristika	Konzistence					
			měkká	tuhá	pevná		tvrdá	
			—	—	$S_r > 0,8$	$S_r < 0,8$	$S_r > 0,8$	$S_r < 0,8$
F 1	MG	ν, β, γ kN/m ³	$\nu = 0,35; \beta = 0,62; \gamma = 19,0;$				vyšetří se zkouškami	
		E_{def} MPa	5 až 10	10 až 20	12 až 21	15 až 30		
		c_u kPa	40	70	70	70 až 80		
		φ_u °	0	0	10	12 až 15		
		c_{ef} kPa	4 až 12		8 až 16	16 až 12		
		φ_{ef} °	26 až 32					
F 2	CG	ν, β, γ kN/m ³	$\nu = 0,35; \beta = 0,62; \gamma = 19,5;$				vyšetří se zkouškami	
		E_{def} MPa	4 až 8	7 až 15	10 až 12	18 až 25		
		c_u kPa	30	60	60	60 až 70		
		φ_u °	0	0	10	12 až 15		
		c_{ef} kPa	6 až 14		10 až 18	18 až 36		
		φ_{ef} °	24 až 30					
F 3	MS	ν, β, γ kN/m ³	$\nu = 0,35; \beta = 0,62; \gamma = 18,0;$				vyšetří se zkouškami	
		E_{def} MPa	3 až 6	5 až 8	8 až 12	12 až 15		
		c_u kPa	30	60	60	60 až 70		
		φ_u °	0	0	10	12 až 15		
		c_{ef} kPa	8 až 16		12 až 20	20 až 40		
		φ_{ef} °	24 až 29					
F 4	CS	ν, β, γ kN/m ³	$\nu = 0,35; \beta = 0,62; \gamma = 18,5;$				vyšetří se zkouškami	
		E_{def} MPa	2,5 až 4	4 až 6	5 až 8	8 až 12		
		c_u kPa	30	50	70	70 až 80		
		φ_u °	0	0	5	8 až 14		
		c_{ef} kPa	10 až 18		14 až 22	22 až 44		
		φ_{ef} °	22 až 27					

Příklad

Stanovení svislé výpočtové únosnosti - dle EN (řešení dle BRINCH - HANSENa (1970):

Výpočtové charakteristiky zemin:

Dle ČSN

$$\gamma_d = \frac{\gamma}{\gamma_{m\gamma}} = \underline{\underline{18}}$$

$$c_d = \frac{c_d}{\gamma_{mc}} = \underline{\underline{48}}$$

$$\operatorname{tg}\varphi_d = \frac{\operatorname{tg}\varphi_d}{\gamma_{m\varphi}} = \underline{\underline{0,141}}$$

MEZNÍ STAV ÚNOSNOSTI (1.MS) (2.GK)

Výpočtové hodnoty parametrů zemin:

$$\gamma_d = \frac{\gamma}{\gamma_{m\gamma}}$$

$$c_d = \frac{c_{ef}}{\gamma_{mc}}$$

$$tg\varphi_d = \frac{tg\varphi_{ef}}{\gamma_{mtg\varphi}}$$

Dle EN: viz tabulka

Přístup	Součinitel γ_F			Součinitel γ_m					Součinitel γ_R	
	stálé		proměnné nepříznivé	tg φ	c'	c _u	q _u	γ	zaboření	usmyknutí
	nepříznivé	příznivé								
^a 1-GEO	1,00	1,00	1,30	1,25	1,25	1,40 (1,60)	1,40	1,00	1,00	1,00
^b 1-STR	1,35	1,00	1,50	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
2	1,35	1,00	1,50	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,40	1,10
3	1,00 (1,35)	1,00 (1,00)	1,30 (1,50)	1,25	1,25	1,40	1,40	1,00	1,00	1,00

GEO – porušení nebo nadměrná deformace základové půdy

STR – porušení nebo nadměrná deformace konstrukce nebo konstrukčních prvků

q_u – pevnost v prostém tlaku

Příklad

Stanovení kontaktního napětí:

Excentricita [m]

$$e = \frac{M_{de}}{V_{de}} = 0,165$$

Výpočet efektivních rozměrů základu:

$$l_{ef} = \underline{\underline{2,5}} \text{ [m]}$$

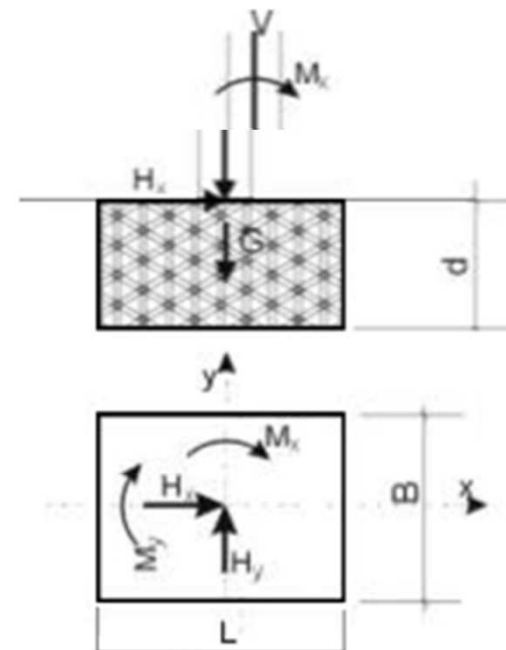
$$b_{ef} = b - 2 \cdot e_b = \underline{\underline{1,47}} \text{ [m]}$$

Výpočet efektivní plochy základu:

$$A_{ef} = b_{ef} \cdot l_{ef} = \underline{\underline{3,676}} \text{ [m}^2\text{]}$$

Výpočet kontaktního napětí:

$$\sigma_{de} = \frac{V_{de}}{A_{ef}} = \underline{\underline{115,6}} \text{ [kPa]}$$



Součinitelé únosnosti:

$$k_p = \operatorname{tg}^2 \left(45 + \frac{\varphi_d}{2} \right) = \underline{\underline{1,325}}$$

$$N_c = \left[e^{x \operatorname{tg} \varphi_d} \cdot k_p - 1 \right] \cdot \cot g \varphi_d = \underline{\underline{7,539}}$$

$$N_d = e^{x \operatorname{tg} \varphi_d} \cdot k_p = \underline{\underline{2,063}}$$

$$N_b = 1,5 \cdot \left[e^{x \operatorname{tg} \varphi_d} \cdot k_p - 1 \right] \cdot \operatorname{tg} \varphi_d = \underline{\underline{0,225}}$$

Součinitelé tvaru základu:

$$s_b = 1 - 0,3 \cdot \frac{b_d}{l_d} = \underline{\underline{0,824}}$$

$$s_d = 1 + \frac{b_d}{l_d} \cdot \sin \varphi_d = \underline{\underline{1,082}}$$

$$s_c = \frac{s_d \cdot N_d - 1}{N_d - 1} = \underline{\underline{1,159}}$$

Součinitel vlivu hloubky založení:

$$d_b = 1$$

$$d_c = 1 + 0,1 \cdot \sqrt{\frac{d}{b_d}} = \underline{\underline{1,111}}$$

$$d_d = 1 + 0,1 \cdot \sqrt{\frac{d}{b_d}} \cdot \sin 2\varphi_d = \underline{\underline{1,064}}$$

Příklad

Součinitel vlivu šikmého zatížení (bereme méně příznivý stav):

Pro H rovnoběžné - s délkou základu (l_{ef})

$$i_c = \frac{i_d \cdot N_d - 1}{N_d - 1}$$

$$i_d = i_b = 1 - \frac{H_{xd}}{V_d + A_{ef} \cdot c_d \cdot \cot g \varphi_d}$$

- s šířkou základu (b_{ef}):

$$i_c = \frac{i_d \cdot N_d - 1}{N_d - 1}$$

$$i_d = \left[1 - \frac{0,7 \cdot H_{yd}}{V_d + A_{ef} \cdot c_d \cdot \cot g \varphi_d} \right]^3$$

$$i_b = \left[1 - \frac{H_{yd}}{V_d + A_{ef} \cdot c_d \cdot \cot g \varphi_d} \right]^3$$

Výpočet svislé výpočtové únosnosti

$$R_d = c_d \cdot N_c \cdot s_c \cdot d_c \cdot i_c + \gamma_1 \cdot d \cdot N_d \cdot s_d \cdot d_d \cdot i_d + \gamma_2 \cdot \frac{b_d}{2} \cdot N_b \cdot s_b \cdot d_b \cdot i_b = \underline{\underline{545,41}} \text{ [kPa]}$$

Posouzení únosnosti základové půdy

