

PŘÍKLAD č. 7a: Napětí od přetížení pod kruhovým základem

Stanovte svislé napětí σ_z od přetížení v základové spáře σ_{ol} pod poddajným kruhovým základem o průměru $2r = B$. Vyhodnoťte a vykreslete napětí σ_z pod středem základu (= pod bodem A1), pod okrajem základu (= pod bodem A3) a ve vzdálenosti $B/2 = r$ od okraje základu (= pod bodem A4) v hloubkách $z = 0,01; 1; 2; 3; 5; 7; 9; 11; 14$ a 18 m pod základovou spárou. Do výpočtu zaveďte vliv hloubky založení. Vykreslete také průběh napětí σ_z ve vodorovném směru v hloubce 1 m pod terénem a 9 m p. t.

Průměr základu: $2r = B = 6$ (m);

hloubka založení: $d = 2$ m;

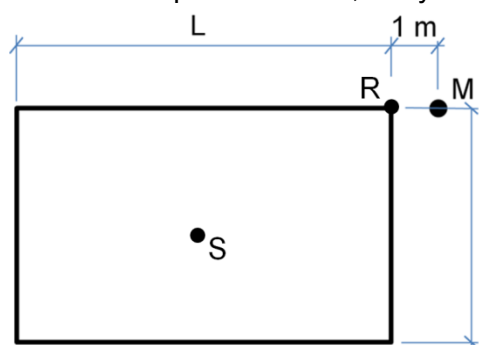
objemová tíha zeminy nad základovou spárou: $\gamma = 18,5$ kN/m³;

rovnoměrné kontaktní napětí od stavby v úrovni základové spáry: $\sigma = 202 + 2 \cdot n$ (kPa).

PŘÍKLAD č. 7b: Napětí od přetížení pod poddajným obdélníkovým základem

Stanovte svislé napětí σ_z od přetížení v základové spáře pod poddajným obdélníkovým základem půdorysných rozměrů $L \times B$. Vyhodnoťte a vykreslete průběh napětí σ_z pod středem základu S, rohem základu R a pod bodem M, který leží mimo základ v pozici – viz obr. 1a v hloubkách

$z = 0,01; 1; 2; 3; 5; 7; 9; 11; 14$ a 18 m pod základovou spárou. Do výpočtu zaveďte vliv hloubky založení.



Délka základu: $L = 5,3 + 0,05 \cdot n$ (m);

šířka základu: $B = 5,32 - 0,04 \cdot n$ (m);

hloubka založení: $d = 2$ m;

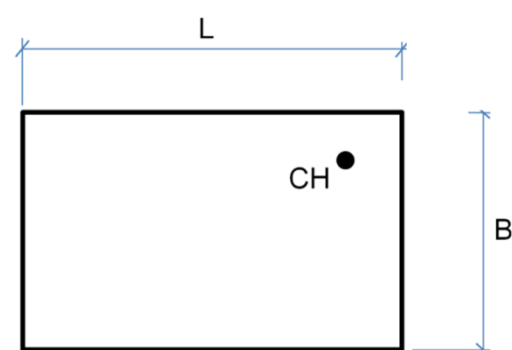
objemová tíha zeminy nad základovou spárou:

$\gamma = 18,5$ kN/m³;

rovnoměrné kontaktní napětí od stavby v úrovni základové spáry: $\sigma = 202 + 2 \cdot n$ (kPa).

Obr. 1a: Zadání příkladu 7b

PŘÍKLAD č. 7c: Napětí od přetížení pod tuhým obdélníkovým základem



Stanovte svislé napětí σ_z od přetížení v základové spáře pod tuhým obdélníkovým základem půdorysných rozměrů $L \times B$. Vyhodnoťte a vykreslete průběh napětí pod charakteristickým bodem základu – viz obr. 2 v hloubkách $z = 0,01; 1; 2; 3; 5; 7; 9; 11; 14$ a 18 m pod základovou spárou. Do výpočtu zaveďte vliv hloubky založení.

Rozměry základu a přetížení v základové spáře jsou stejné jako v příkladu 4b.

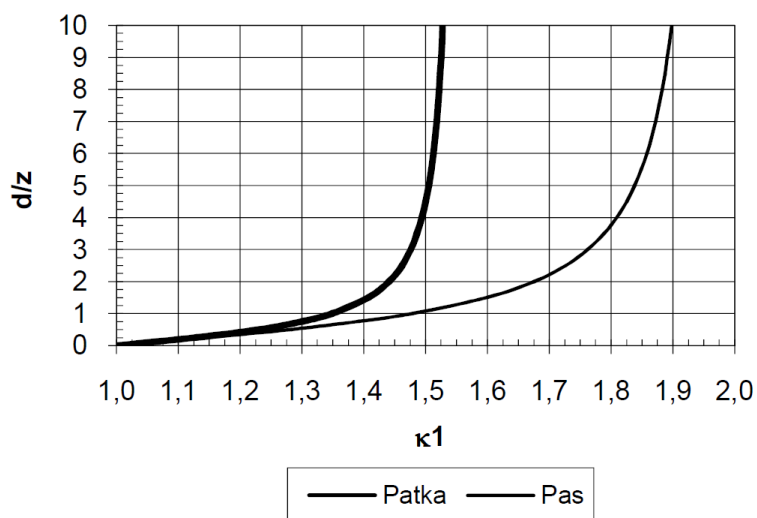
Obr. 1b: Pozice charakteristického bodu na základu

Potřebné formuláře:

- Vliv hloubky založení: Graf pro odečtení součinitele κ_1 ;
- Průběh napětí σ_z pod kruhovým základem;
- Průběh napětí σ_z pod rohem obdélníkového základu;
- Průběh napětí σ_z pod charakteristickým bodem obdélníkového základu.

Potřebné formuláře – př. 7

VLIV HLOUBKY ZALOŽENÍ



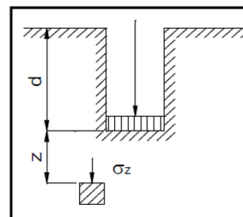
Průběh součinitele κ_1

Pro pas

$$\kappa_1 = 1 + 0,61 \cdot \arctg \frac{d}{z}$$

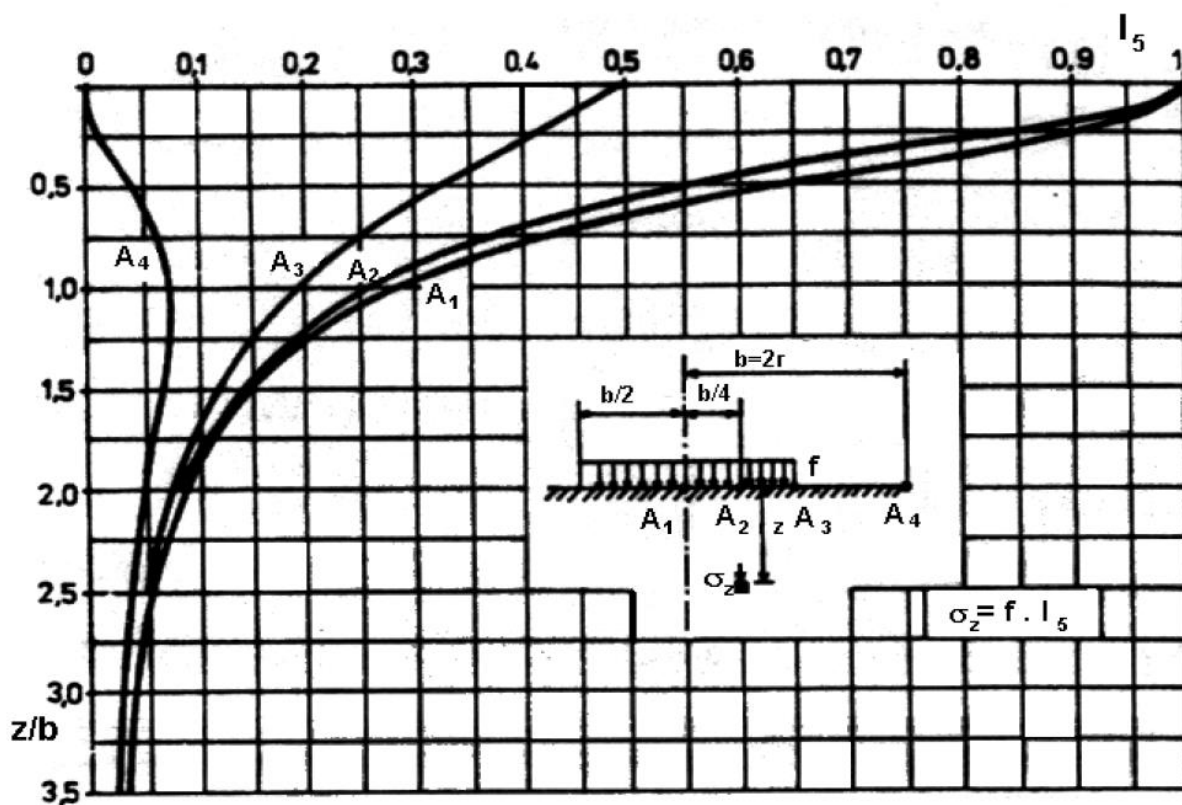
Pro patku

$$\kappa_1 = 1 + 0,35 \cdot \arctg \left(1,55 \cdot \frac{d}{z} \right)$$



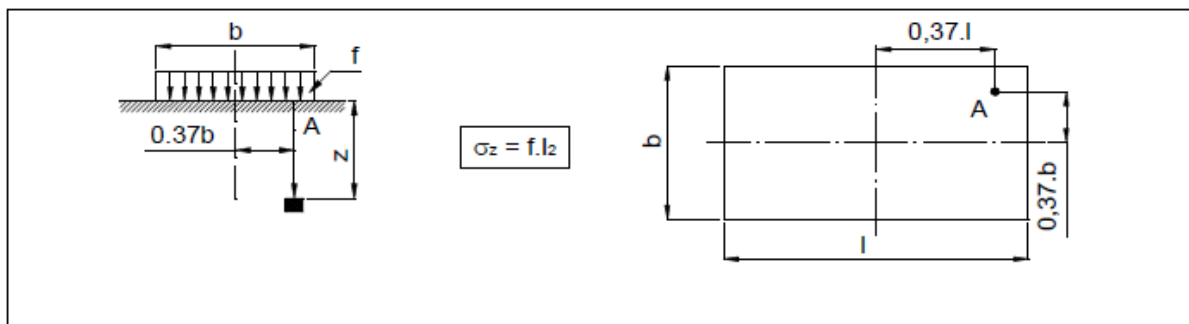
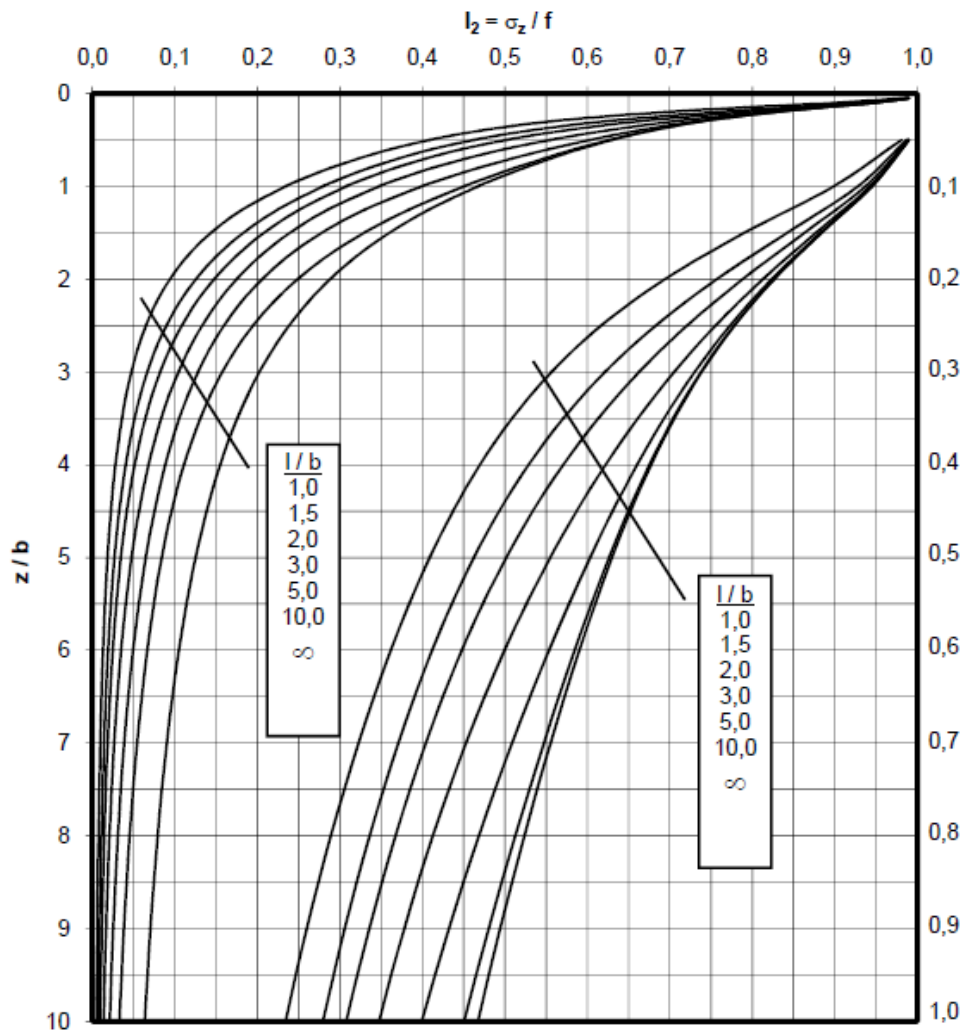
Obr. 2: Vliv hloubky založení: Graf pro odečtení součinitele κ_1

PRŮBĚH NAPĚTÍ POD KRUHOVÝM ZÁKLADEM

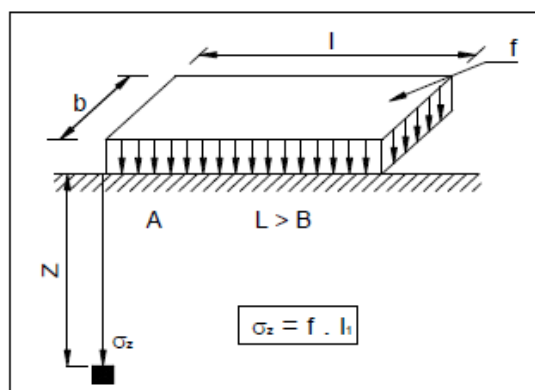
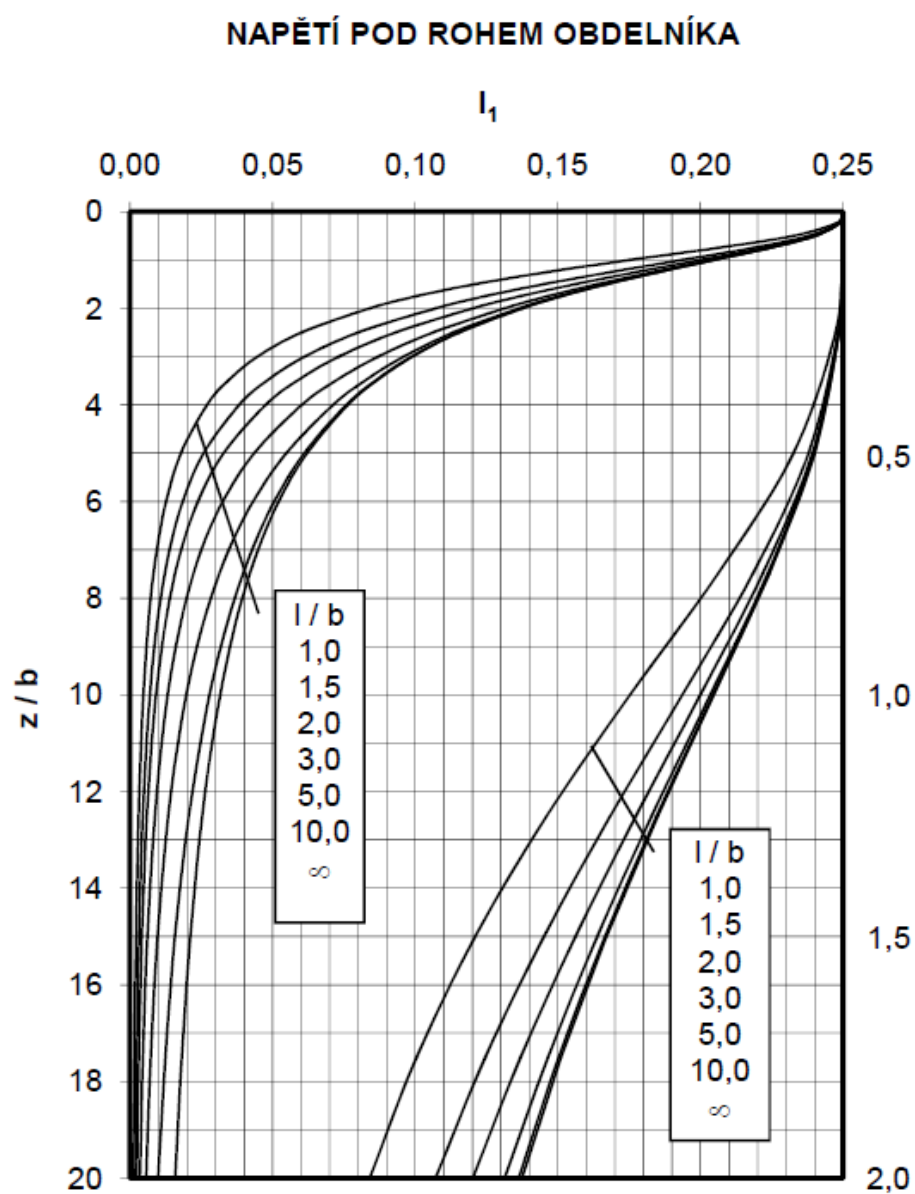


Obr. 3: Průběh napětí σ_z pod kruhovým základem

NAPĚTÍ POD CHARAKTERISTICKÝM BODEM



Obr. 4: Průběh napětí σ_z pod charakteristickým bodem tuhého obdélníkového základu



Obr. 5: Průběh napětí σ_z pod rohem zatíženého obdélníkového základu

Teorie a vzorový příklad 7

1 Svislé napětí v podzákladí od přitížení základové spáry - teorie

Velmi běžným případem, který řeší stavební praxe, je potřeba stanovit, jak se zvýší svislý tlak v podzákladí vlivem přitížení stavbou v úrovni základové spáry. Od tohoto napětí vznikají svislé deformace základové půdy a počítá se z něho sedání stavby.

1.1 Přítížení základové spáry

Běžně stavba probíhá tak, že se v prostoru budoucí stavby vytěží zemina do úrovně základové spáry a do stavební jámy se umístí stavba, která přes své základy vnáší do podloží vyšší napětí, než které zde působilo dříve. Toto zvýšené působící napětí v úrovni základové spáry se označuje jako přitížení základové spáry.

V úrovni základové spáry původně působilo svislé napětí od tíhy zeminy – geostatické napětí

$$\sigma_{or} = \gamma \cdot d,$$

kde γ je objemová tíha nad základovou spárou a d je hloubka založení.

Zemina nad základovou spárou je pak odtěžena do požadované hloubky založení d . Místo původního napětí od tíhy zeminy σ_{or} je základová spára přitížena zatížením od prováděné stavby σ . Změna napětí v úrovni základové spáry se nazývá **přítížení základové spáry** a vypočítá se jako

$$\sigma_{ol} = \sigma - \sigma_{or}.$$

1.2 Tuhý a poddajný základ

Tuhý základ se v okolní základové půdě chová jako tuhé těleso, které se vtlačuje do podloží jako celek a přitom se nedeformuje. K tomu může docházet např. tam, kde se betonová základová patka vtlačuje do měkkého hlinitého nebo jílovitého podloží. Tuhý základ **sedá jako celek nebo se naklání jako celek**.

Poddajný základ se během vtlačování do podloží také sám deformuje a **mění svůj tvar**. Např. se pod soustředěným zatížením ve středu prohne. Tento případ nastává tam, kde rozdíl v tuhosti základové půdy a tuhosti základové konstrukce není tak velký, jako u tuhého základu.

Tuhost systému „základová půda – plošný základ“ lze určit ze vztahu

$$k = \frac{E}{E_{def}} \left(\frac{t}{rozměr} \right)^3,$$

kde E je modul pružnosti materiálu základové konstrukce, E_{def} – modul přetvárnosti základové půdy, t – tloušťka základu a *rozměr* je rozměr základu ve směru stanovované tuhosti (např. délka, šířka nebo průměr základu).

Základ je poddajný, když $k < 1$, základ je tuhý, když $k > 1$.

1.3 Svislé napětí σ_z vznikající v podzákladí vlivem přitížení základové spáry

Pro stanovení svislého napětí σ_z , které vzniká v podloží vlivem zatížení na povrchu, lze použít grafů na obr. 3, 4 a 5.¹ Svislé normálové napětí v hloubkách z pod základovou spárou pod zvoleným bodem na povrchu se určí jako

$$\sigma_z = \sigma_{ol} \cdot I,$$

¹ Grafy vycházejí z teorie pružného poloprostoru, ze vztahů odvozených Boussinesquem.

kde I je koeficient závislý na geometrických parametrech základu, pozici bodu, pod kterým stanovujeme napětí σ_z , a hloubce z . Součinitel I se odečte z grafu nebo se stanoví jako kombinace několika dílčích součinitelů.

V grafech se na svislé ose vynáší poměr hloubky z pod základovou spárou a rozměru základu (průměr kruhového základu nebo šířka základu) a na vodorovné ose se odečítá hledaný dílčí koeficient I .

1.4 Vliv hloubky založení

Grafy na obr. 3, 4 a 5 jsou zpracovány pro případ, kdy zatížení působí na povrchu a ne pod úrovní terénu. Běžně se ale základová spára stavby umísťuje do určité hloubky d pod povrchem – na dno stavební jámy. K řešení tohoto problému je možné použít Jelinkovu metodu náhradních hloubek, ve které se hloubka z , pro kterou se stanovuje napětí σ_z , vynásobí empirickým součinitelem κ_1 větším než 1. κ_1 se odečte z grafu (obr. 2).

$$z_{r1} = \kappa_1 * z$$

Napětí σ_z stanovené pro náhradní hloubku z_{r1} však **působí v původní hloubce z .**

2 Vzorový příklad 7a: Svislé napětí σ_z pod poddajným kruhovým základem od přetížení σ_{ol} v základové spáře

Zadání:

Stanovte svislé napětí σ_z od přetížení v základové spáře σ_{ol} pod kruhovým základem o průměru $2r = B$. Vyhodnoťte a vykreslete napětí σ_z pod středem základu (= pod bodem A1), pod okrajem základu (= pod bodem A3) a ve vzdálenosti $B/2 = r$ od okraje základu (= pod bodem A4) v hloubkách $z = 0,01; 1; 2; 3; 5; 7; 9; 11; 14$ a 18 m pod základovou spárou. Do výpočtu zaveďte vliv hloubky založení.

Průměr základu: $2r = B = 11$ m;

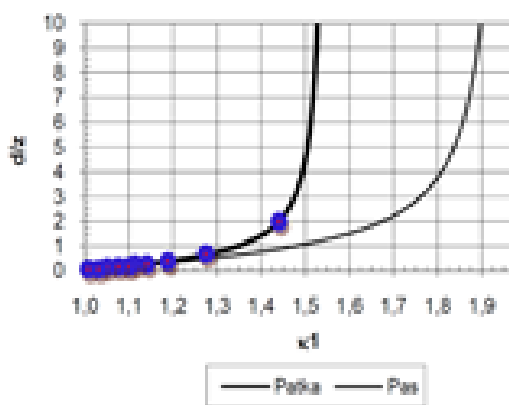
hloubka založení: $d = 2$ m;

objemová tíha zeminy nad základovou spárou: $\gamma = 18,5$ kN/m³;

rovnoměrné kontaktní napětí od stavby v úrovni základové spáry:

$$\sigma = 347 \text{ kPa.}$$

2.1 Přetížení základové spáry



Obr. 6: Čtení κ_1 pro příklad 7a

Geostatické napětí v úrovni základové spáry

$$\sigma_{or} = \gamma \cdot d = 18,5 \cdot 2,0 = 37 \text{ kPa}$$

Přetížení v základové spáře

$$\sigma_{ol} = \sigma - \sigma_{or} = 347 - 37 = 310 \text{ kPa}$$

2.2 Svislé napětí σ_z pod kruhovým základem

Máme vyčíslit svislá napětí σ_z v hloubkách $z = 0,01; 1; 2; 3; 5; 7; 9; 11; 14$ a 18 m pod základovou spárou. **V úrovni základové spáry je $z = 0$.** Výpočet je proveden v Tab. 1.

Při výpočtu se nejprve zavedou náhradní hloubky z_{r1} kvůli hloubce založení d (kap. 1.4). Využije se grafu na obr. 2 a obr. 6. V grafu je na svislé ose vynesena poměr d/z a pro jednotlivé hloubky z se podle tohoto poměru odečítá příslušný redukční koeficient κ_1 (viz Tab. 1, sloupce 4 a 5).

Náhradní hloubky

$$z_{r1} = \kappa_1 * z$$

jsou uvedeny ve sloupci 6 Tab. 1.

Pro kruhový základ zatížený svislým rovnoměrným zatížením je zpracovaný graf (obr. 3), kde se na svislé ose vynáší poměr z/b . V našem případě za z dosazujeme náhradní hloubku z_{r1} daného bodu pod základovou spárou a b je průměr kruhového základu:

popis na ose z/b : v našem případě $z = z_{r1}$, $b = B = 2r$ = průměr základu $z/b \rightarrow z_{r1}/B$

V grafu je uvedený návod na použití, který ukazuje, pro které body lze odečítat součinitele I:

Bod A1 – střed kruhového základu, bod A3 – okraj základu a bod A4 – bod mimo základ, ve vzdálenosti $B/2 = r$ od okraje základu nebo $B = 2r$ od středu základu. Pod těmito body máme vyhodnotit napětí σ_z v požadovaných hloubkách. Ve sloupci 7 Tab. 1 je uveden průměr základu, ve sloupci 8 je poměr z_{r1}/B . V 9. sloupci jsou uvedeny součinitele I_{A1} odečtené pro střed základu A1, ve sloupci 10 jsou součinitele I_{A3} pro okraj základu A3 a v 11. sloupci jsou součinitele I_{A4} pro bod A4 mimo základ. Ve sloupcích 12, 13 a 14 jsou vyčíslena příslušná napětí

$$\sigma_z = \sigma_{ol} * \text{příslušné } I_A.$$

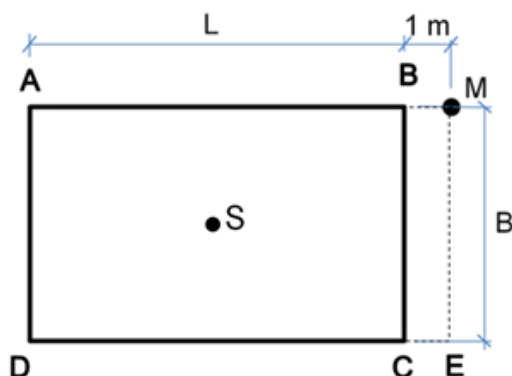
Tab. 1: Napětí pod kruhovým základem

Napětí pod kruhovým základem

č. sloupce										přetížení $\sigma_{ol} = 310$ kPa			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
			Náhradní hloubka z_{r1}						Součinitele I			Napětí σ_z pod bodem A1	
poř. č. bodu	hloubka pod zákl. spárou z (m)	hloubka založení d (m)	d/z	kapa 1	náhradní hloubky z_{r1} (m)	Průměr základu B (m)	z_{r1}/B	I_{A1}	I_{A3}	I_{A4}	Napětí σ_z pod bodem A1	Napětí σ_z pod bodem A3	Napětí σ_z pod bodem A4
1	0,01	2,0	200,0	1,55	0,02	11,0	0,001	1,00	0,50	0,000	310,0	155,0	0,0
2	1,0	2,0	2,000	1,44	1,44	11,0	0,131	0,97	0,45	0,004	300,7	139,5	1,2
3	2,0	2,0	1,000	1,35	2,70	11,0	0,245	0,88	0,41	0,01	272,8	127,1	3,1
4	3,0	2,0	0,667	1,28	3,84	11,0	0,349	0,78	0,37	0,02	241,8	114,7	6,2
5	5,0	2,0	0,400	1,19	5,97	11,0	0,543	0,58	0,31	0,05	179,8	96,1	15,5
6	7,0	2,0	0,286	1,15	8,02	11,0	0,729	0,43	0,25	0,06	133,3	77,5	18,6
7	9,0	2,0	0,222	1,12	10,04	11,0	0,913	0,32	0,21	0,07	99,2	65,1	21,7
8	11,0	2,0	0,182	1,10	12,06	11,0	1,096	0,24	0,17	0,07	74,4	52,7	21,7
9	14,0	2,0	0,143	1,08	15,07	11,0	1,370	0,17	0,13	0,07	52,7	40,3	21,7
10	18,0	2,0	0,111	1,06	19,07	11,0	1,734	0,11	0,09	0,06	34,1	27,9	18,6

Průběh napětí σ_z pod body A1, A3 a A4 vykreslete v měřítku délek a napětí do 1 obrázku. Vykreslete také průběh napětí v úrovni 1 m p. t. a 9 m p. t.

3 Vzorový příklad 7b: Svislé napětí σ_z pod poddajným obdélníkovým základem od přetížení σ_{ol} v základové spáře



Obr. 7: Zadaný obdélníkový základ

Zadání:

Stanovte svislé napětí σ_z od přetížení v základové spáře pod poddajným obdélníkovým základem půdorysných rozměrů $L \times B$. Vyhodnotte a vykreslete průběh napětí σ_z pod středem základu S, rohem základu a pod bodem M, který leží mimo základ vzdálen 1 m v podélném směru (viz obr. 7) v hloubkách $z = 0,01; 1; 2; 3; 5; 7; 9; 11; 14$ a 18 m pod základovou spárou. Do výpočtu zaveďte vliv hloubky založení.

Délka základu: $L = 7,0$ m;
 šířka základu: $B = 6,0$ m;
 hloubka založení: $d = 2,0$ m;
 objemová tíha zeminy nad základovou spárou:
 $\gamma = 18,5$ kN/m³;

rovnoměrné kontaktní napětí od stavby v úrovni základové spáry: $\sigma = 260$ kPa.

3.1 Přetížení v základové spáře a vliv hloubky založení

Přetížení v základové spáře (viz kap. 1.1):

$$\sigma_{ol} = \sigma - \sigma_{or} = \sigma - \gamma \cdot d = 260 - 18,5 \cdot 2,0 = 260 - 37 = 223 \text{ kPa}$$

Vliv hloubky založení: závisí na hloubce založení d a volených hloubkách pod základovou spárou z . V př. 7a, 7b i 7c jsou stejné, vliv hloubky založení je tedy ve všech těchto příkladech stejný (viz kap. 2.2 a Tab. 1 a Tab. 2, sloupce 4 - 6).

3.2 Svislé napětí σ_z pod rohem základu

Rozměry obdélníkového základu jsou:

délka $L = 7,0$ m, šířka základu $B = 6,0$ m. **Délka je vždy větší rozměr základu.**

Na obr. 5 je **graf pro odečet součinitele I_1 pro stanovení** napětí σ_z pod rohem rovnoměrně zatíženého poddajného obdélníkového základu. Pomocí něho lze stanovit napětí v kterémkoli bodě podzákladí kombinací vhodně zvolených zatěžovacích obdélníků.

V grafu jsou dva svazky linií. Jednotlivé linie svazku jsou zpracované pro jednotlivé štíhlostní poměry základu l/b . Z levého svazku linií je třeba odečítat na stupnici vlevo (rozsah stupnice z/b je 0 až 20), z pravého svazku na stupnici vpravo (rozsah stupnice z/b je 0 až 2)². Příslušné součinitele I_1 se odečítají na horní vodorovné ose grafu (rozsah 0,0 až 0,25).

Pro stanovení napětí σ_z pod rohem základu vstupují do výpočtu plné rozměry základu. Řešený případ má štíhlostní poměr základu

$$l/b = L/B = 7,0/6,0 = 1,17$$

Napětí σ_z v jednotlivých hloubkách z pod rohem základu se vyčíslí jako

$$\sigma_z = \sigma_{ol} \cdot \text{příslušné } I_1.$$

² Pro nižší poměry z/b je vhodné odečítat z pravé strany grafu, aby byl odečet přesnější.

Výpočet je předložen v Tab. 2.

Tab. 2: Napětí pod rohem zatíženého základu

Napětí pod obdélníkovým základem - roh

č. sloupce								přítížení $\sigma_{o1} = 223$ kPa			
1	2	3	4	5	6	7	8	10	11	12	13
			Náhradní hloubka z_{r1}			Rozměry základu					
poř. č. bodu	hloubka pod zákl. spárou z (m)	hloubka založení d (m)	d/z	kapa 1	náhradní hloubky z_{r1} (m)	délka základu L (m)	šířka základu B (m)	šířlostní poměr L/B	z_{r1}/B	$l_{pod\ rohem}$	Napětí σ_z pod rohem (kPa)
1	0,01	2,0	200,00	1,55	0,02	7,0	6,0	1,17	0,00	0,250	55,8
2	1,0	2,0	2,00	1,44	1,44	7,0	6,0	1,17	0,24	0,248	55,3
3	2,0	2,0	1,00	1,35	2,70	7,0	6,0	1,17	0,45	0,239	53,3
4	3,0	2,0	0,67	1,28	3,84	7,0	6,0	1,17	0,64	0,223	49,7
5	5,0	2,0	0,40	1,19	5,97	7,0	6,0	1,17	1,00	0,184	41,0
6	7,0	2,0	0,29	1,15	8,02	7,0	6,0	1,17	1,34	0,147	32,8
7	9,0	2,0	0,22	1,12	10,04	7,0	6,0	1,17	1,67	0,116	25,9
8	11,0	2,0	0,18	1,10	12,06	7,0	6,0	1,17	2,01	0,093	20,7
9	14,0	2,0	0,14	1,08	15,07	7,0	6,0	1,17	2,51	0,067	14,9
10	18,0	2,0	0,11	1,06	19,07	7,0	6,0	1,17	3,18	0,046	10,3

*) Délka základu (v grafu "l") je vždy větší rozměr řešeného obdélníka, šířka základu (v grafu "b") je vždy kratší rozměr obdélníka.

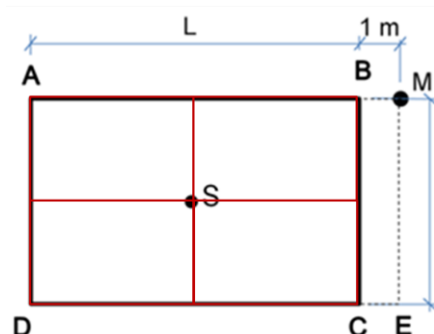
Tab. 3: Napětí pod středem zatíženého základu

Napětí pod obdélníkovým základem - střed

č. sloupce								přítížení $\sigma_{o1} = 223$ kPa				
1	2	3	4	5	6	7	8	10	11	12	13	14
			Náhradní hloubka z_{r1}			Rozměry dílčího základu a součinitel $l_{malý\ obd}$					Střed základu	
poř. č. bodu	hloubka pod zákl. spárou z (m)	hloubka založení d (m)	d/z	kapa 1	náhradní hloubky z_{r1} (m)	délka základu $l = L/2$ (m)	šířka základu $b = B/2$ (m)	šířlostní poměr l/b	$z_{r1}/b = z_{r1}/B$	$l_{pod\ rohem}$	$l_{pod\ středem\ základu} = 4 \cdot l_{malý\ obd}$	$\sigma_{z, střed} = \sigma_{o1} \cdot l_{pod\ středem\ základu}$ (kPa)
1	0,01	2,0	200,00	1,55	0,02	3,5	3,0	1,17	0,01	0,250	1,000	223,0
2	1,0	2,0	2,00	1,44	1,44	3,5	3,0	1,17	0,48	0,237	0,948	211,4
3	2,0	2,0	1,00	1,35	2,70	3,5	3,0	1,17	0,90	0,195	0,780	173,9
4	3,0	2,0	0,67	1,28	3,84	3,5	3,0	1,17	1,28	0,153	0,612	136,5
5	5,0	2,0	0,40	1,19	5,97	3,5	3,0	1,17	1,99	0,094	0,376	83,8
6	7,0	2,0	0,29	1,15	8,02	3,5	3,0	1,17	2,67	0,061	0,244	54,4
7	9,0	2,0	0,22	1,12	10,04	3,5	3,0	1,17	3,35	0,042	0,168	37,5
8	11,0	2,0	0,18	1,10	12,06	3,5	3,0	1,17	4,02	0,031	0,124	27,7
9	14,0	2,0	0,14	1,08	15,07	3,5	3,0	1,17	5,02	0,021	0,084	18,7
10	18,0	2,0	0,11	1,06	19,07	3,5	3,0	1,17	6,36	0,013	0,052	11,6

*) Délka základu (v grafu "l") je vždy větší rozměr řešeného obdélníka, šířka základu (v grafu "b") je vždy kratší rozměr obdélníka.

3.3 Napětí pod středem základu



Obr. 8: Rozdělení základu na dílčí obdélníky

Pro stanovení napětí σ_z pod středem základu je třeba rozdělit celý půdorys základu na 4 dílčí obdélníky, které mají vždy jeden ze svých vrcholů ve středu základu. Dílčí obdélníky budou stejné, každý z nich má rozměry

$$l = L / 2 = 7,0 / 2 = 3,5 \text{ m}$$

$$b = B / 2 = 6,0 / 2 = 3,0 \text{ m}$$

Štíhlostní poměr dílčích obdélníků je stejný jako celého základu

$$l / b = 0,5L / 0,5B = L / B = 1,17$$

Pak

$$I_{\text{celého základu}} = 4 \cdot I_{\text{díličního obdélníka}}$$

$$\sigma_z = \sigma_{ol} * I_{\text{celého základu}}$$

Výpočet je uveden v Tab. 3.

3.4 Svislé napětí σ_z pod bodem ležícím mimo základ

Kombinace výpočtu pro bod M mimo základ: Pro stanovení napětí σ_z pod bodem M v zadaném příkladu (Obr. 7) se příslušný součinitel I_M vypočítá jako rozdíl součinitele I_{AMED} stanoveného pro zatížený obdélník AMED a součinitele I_{BMEC} stanoveného pro obdélník BMEC:

$$I_M = I_{AMED} - I_{BMEC}$$

Rozměry obdélníka AMED:

délka obdélníka

$$l = (L+1) = 7,0 + 1 = 8 \text{ m},$$

šířka obdélníka

$$b = B = 6,0 \text{ m};$$

štíhlostní poměr

$$l / b = 8,0 / 6,0 = 1,333 \text{ (viz také Tab. 4, sloupec č. 10).}$$

Rozměry obdélníka BMEC:

délka je větší rozměr obdélníka

$$l = B = 6,0 \text{ m},$$

šířka obdélníka

$$b = 1,0 \text{ m};$$

štíhlostní poměr

$$l / b = B / 1,0 = 6,0 \text{ (viz také Tab. 4, sloupec č. 13).}$$

Výsledné součinitele I_M jsou uvedeny ve sloupci 16 Tab. 4. Po vynásobení I_M přitížením $\sigma_{ol} = 223 \text{ kPa}$ se získají příslušná napětí σ_z pod bodem M (viz Tab. 4, sloupec 17).

Napětí σ_z opět vykreslete v měřítku délek a napětí.

Tab. 4: Napětí pod bodem M obdélníkového základu

Napětí pod obdélníkovým základem - bod M 1m mimo základ

č. sloupce										přetížení $\sigma_{ol} = 223$ kPa			
1	2	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
			Rozměry základu			Součinitel I_{AMED}			Součinitel I_{BMEC}				
poř. č. bodu	hloubka pod zákl. spárou z (m)	náhradní hloubky z_{r1} (m)	Délka základu L (m)	Šířka základu B (m)	vzdálenost bodu M od základu (m)	štíhllostní poměr $l/b = (L+1)/B$	$z_{r1}/b = z_{r1}/B$	I_{AMED}	štíhl. poměr *) $l/b = B/1$	$z_{r1}/b = z_{r1}/1$	I_{BMEC}	$I_M = I_{AMED} - I_{BMEC}$	Napětí σ_z pod bodem M (kPa)
1	0,01	0,02	7,0	6,0	1,0	1,33	0,00	0,250	6,00	0,02	0,250	0,000	0,0
2	1,0	1,44	7,0	6,0	1,0	1,33	0,24	0,248	6,00	1,44	0,171	0,077	17,2
3	2,0	2,70	7,0	6,0	1,0	1,33	0,45	0,240	6,00	2,70	0,107	0,133	29,7
4	3,0	3,84	7,0	6,0	1,0	1,33	0,64	0,226	6,00	3,84	0,076	0,150	33,5
5	5,0	5,97	7,0	6,0	1,0	1,33	1,00	0,190	6,00	5,97	0,046	0,144	32,1
6	7,0	8,02	7,0	6,0	1,0	1,33	1,34	0,154	6,00	8,02	0,031	0,123	27,4
7	9,0	10,04	7,0	6,0	1,0	1,33	1,67	0,124	6,00	10,04	0,022	0,102	22,7
8	11,0	12,06	7,0	6,0	1,0	1,33	2,01	0,100	6,00	12,06	0,016	0,084	18,7
9	14,0	15,07	7,0	6,0	1,0	1,33	2,51	0,074	6,00	15,07	0,011	0,063	14,0
10	18,0	19,07	7,0	6,0	1,0	1,33	3,18	0,051	6,00	19,07	0,007	0,044	9,8

4 Vzorový příklad 7c: Svislé napětí σ_z pod tuhým obdélníkovým základem

Zadání:

Stanovte svislé napětí σ_z od přetížení v základové spáře pod tuhým obdélníkovým základem půdorysných rozměrů $L \times B$. Vyhodnoťte a vykreslete průběh napětí σ_z pod charakteristickým bodem CH základu v hloubkách $z = 0,01; 1; 2; 3; 5; 7; 9; 11; 14$ a 18 m pod základovou spárou. Do výpočtu zaveďte vliv hloubky založení.

Délka základu: $L = 7,0$ m;

šířka základu: $B = 6,0$ m;

hloubka založení: $d = 2,0$ m;

přetížení v základové spáře: $\sigma_{oi} = 223$ kPa.

4.1 Svislé napětí σ_z pod charakteristickým bodem obdélníkového základu

Charakteristický bod obdélníkového základu je místo na základu, kde je teoretické sedání tuhého i poddajného základu stejné. U obdélníkového základu má tento bod souřadnice $[0,37B ; 0,37L]$ od středu základu (viz Obr. 1b). Napětí pod tímto bodem lze vyhodnotit pomocí grafu na Obr. 4.

4.1.1 Napětí pod charakteristickým bodem

Pod grafem na Obr. 4 pro stanovení napětí pod charakteristickým bodem je opět návod k použití. Pomocí grafu vyhodnotíme součinitel I_{CHAR} ($= I_2$ v grafu). Je zpracován pro vyhodnocení napjatosti pod charakteristickým bodem tuhého základu zatíženého rovnoměrným svislým zatížením. Na svislé ose grafu se vynáší poměr:

$$z/b \quad \text{v našem případě } z = z_{r1} \quad b = B \quad z/b \rightarrow z_{r1}/B$$

$$l/b = L/B = 7,0/6,0 = 1,17 \quad (\text{viz také Tab. 5, sloupec 9}).$$

Z grafu se tedy odečítá z interpolační linie pro $L/B = 1,17$, kterou je třeba si do svazku linií vkreslit mezi linie pro $l/b = 1,0$ a $l/b = 1,5$. Pro řešený příklad jsou zapsány ve sloupci č. 11 Tab. 5. Napětí od přetížení v hledané hloubce se stanoví opět jako

$$\sigma_z = \sigma_{ol} \cdot I_{CHAR} (= \sigma_{ol} \cdot I_2 \text{ z grafu}),$$

(viz Tab. 5, sloupec 12). Napětí σ_z pod charakteristickým bodem opět vykreslete v měřítku délek a napětí.

Tab. 5: Napětí pod charakteristickým bodem tuhého obdélníkového základu zatíženého rovnoměrným svislým zatížením

Napětí pod charakteristickým bodem

č. sloupce					přetížení $\sigma_{ol} = 223$ kPa			
1	2	6	7	8	9	10	11	12
			Rozměry základu		Součinitel I_{char}			σ_z
poř. č. bodu	hloubka pod zákl. spárou z (m)	náhradní hloubky z_n (m)	délka základu L (m)	šířka základu B (m)	štíhlostní poměr základu L/B	z_{r1}/B	I_{char}	Napětí σ_z pod charakt. bodem (kPa)
1	0,01	0,02	7,0	6,0	1,17	0,00	1,00	223,0
2	1,0	1,44	7,0	6,0	1,17	0,24	0,66	147,2
3	2,0	2,70	7,0	6,0	1,17	0,45	0,46	102,6
4	3,0	3,84	7,0	6,0	1,17	0,64	0,36	80,3
5	5,0	5,97	7,0	6,0	1,17	1,00	0,25	55,8
6	7,0	8,02	7,0	6,0	1,17	1,34	0,18	40,1
7	9,0	10,04	7,0	6,0	1,17	1,67	0,14	31,2
8	11,0	12,06	7,0	6,0	1,17	2,01	0,11	24,5
9	14,0	15,07	7,0	6,0	1,17	2,51	0,07	15,6
10	18,0	19,07	7,0	6,0	1,17	3,18	0,05	11,2