



mechanika zemín

II. praktická cvičení



VYSOKÉ
UCENÍ
TECHNICKÉ
V BRNĚ



FAKULTA
STAVEBNÍ

Ústav geotechniky

Projekt FRVŠ 1715

MECHANIKA ZEMIN – rozpis cvičení (včetně požadovaných dokumentů)

1. Klasifikace zemin dle ČSN 73 1001 “Základová půda pod plošnými základy“

Příklad 1

Tab.1.1 *Směrné normové charakteristiky jemnozrnných zemin*

Tab. 1.2 *Směrné normové charakteristiky písčitých zemin*

Tab.1.3 *Směrné normové charakteristiky štěrkovitých zemin*

Graf 1.1 a 1.2 *Trojúhelníkový digram a Diagram plasticity*

Graf 2 *Kriterium namrzavosti*

2. Odběr a příprava vzorků. Fyzikálně-indexové vlastnosti. Charakteristiky vzájemného poměru fází v zemině.

Příklad 2

Příklad 3

3. Smyková pevnost. Totální a efektivní pevnost. Vrcholové a reziduální parametry.

Příklad 4

Příklad 5

Příklad 6

4. Laboratoř MZ : Zrnitost – areometrická metoda a síťování. Konzistenční meze. Vlhkost. Objemová hmotnost. Hustota pevných částic.

Formuláře č.1 – 7

F1 - Výpočet vlhkosti a objemové hmotnosti

F2 – Zrnitost

F3 - Křivka zrnitosti

F4 - Konzistenční meze

F5 - Triaxiální zkouška – UU

F6 - Smyková krabicová zkouška

F7 - Proctorova zkouška

5. Laboratoř MZ : Triaxiální zkouška. Prostá tlaková zkouška. Edometr.

Formuláře č.1 – 7

6. Laboratoř MZ : Smyková krabicová zkouška. Proctorova zkouška zhutnění.

Formuláře č.1 – 7

7. Geostatické napětí. Efektivní napětí. Vliv hladiny podzemní vody.

Příklad 7

8. Napětí od přetížení. Kontaktní napětí. Poddajný základ. Tuhý základ.

Příklad 8

Příklad 9

Graf 3.1 a 3.2 *Vliv hloubky založení a Vliv nestlačitelné vrstvy*

Graf 4 *Napětí pod rohem obdélníka*

Graf 5 *Napětí pod charakteristickým bodem obdélníka*

Graf 6 *Napětí pod kruhovým základem*

9. Sedání základové půdy. Posouzení na II. Mezní stav.

Příklad 10

Tab 2.1 a 2.2 *Hodnoty opravného součinitele přetížení m a Mezní hodnoty sednutí*

Graf 3.1 a 3.2 *Vliv hloubky založení a Vliv nestlačitelné vrstvy*

10. Časový průběh sedání.

Příklad 11

Graf 7 *Závislost stupně konsolidace na časovém faktoru*

11. Únosnost základové půdy. Posouzení na I. mezní stav.

Příklad 12

Příklad 13

Příklad 14

Tab.1.1 *Směrné normové charakteristiky jemnozrnných zemin*

Tab. 1.2 *Směrné normové charakteristiky písčitých zemin*

Tab.1.3 *Směrné normové charakteristiky štěrkovitých zemin*

Tab.3 *Hodnoty tabulkové výpočtové pevnosti*

12. Stabilita svahů – Rodriguez, Petterson.

Příklad 15

Příklad 16

Graf 8 *Určení středu kritické kružnice a stability svahu dle Rodrigueze*

13. Zemní tlaky.

Tab.4 *Hodnoty pasivního zemního tlaku K_p*

PŘÍKLAD č. 1 (klasifikace zemin)

- 1) Určete název a symbol soudržné zeminy. Zeminy klasifikujte (určete třídu) podle ČSN 73 1001 „Základová půda pod plošnými základy“ a zjistěte její směrné normové charakteristiky

ν [1]	Poissonovo číslo
γ [kN.m ⁻³]	objemová tíha
E_{def} [MPa]	deformační modul
c_u [kPa]	totální koheze
ϕ_u [°]	totální úhel vnitřního tření

- znáte-li :
- a) křivku zrnitosti zeminy (č.2)
 - b) vlhkost na mezi tekutosti w_L
 - c) vlhkost na mezi plasticity w_p
 - d) stupeň nasycení S_r
 - e) původní vlhkost zeminy w

Dále z křivek zrnitosti orientačně stanovte namrzavost zeminy (viz. Scheibleho kritérium namrzavosti)

- 2) Určete název a symbol nesoudržné zeminy. Zeminu klasifikujte (určete třídu) podle ČSN 73 1001 „Základová půda pod plošnými základy“ a zjistěte její směrné normové charakteristiky

ν [1]	Poissonovo číslo
γ [kN.m ⁻³]	objemová tíha
E_{def} [MPa]	deformační modul
c_{ef} [kPa]	efektivní koheze
ϕ_{ef} [°]	efektivní úhel vnitřního tření

- znáte-li :
- a) křivku zrnitosti
 - b) index relativní ulehlosti I_D

Požadované formuláře :

Tab.1.1	- Směrné normové charakteristiky jemnozrnných zemin
Tab.1.2,1.3	- Směrné normové charakteristiky písčitých a štěrkovitých zemin
Graf 1.1,1.2	- Trojúhelníkový diagram a diagram plasticity
Graf 2	- Kritérium namrzavosti

Tab 1.1

Směrné normové charakteristiky jemnozrnných zemin

Třída	Symbol	Charakteristika	Konzistence							
			měkká	tuhá	pevná		tvrdá			
			-	-	$S_r > 0,8$	$S_r < 0,8$	$S_r > 0,8$	$S_r < 0,8$		
F1	MG	v, β, γ kN/m ³	$v=0,35; \beta=0,62; \gamma=19,0;$				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	12 až 16			16 až 24	vyšetří se zkouškami
		φ_{ef} °	26 až 32							
F2	CG	v, β, γ kN/m ³	$v=0,35; \beta=0,62; \gamma=19,5;$				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			18 až 26	vyšetří se zkouškami
		φ_{ef} °	24 až 30							
F3	MS	v, β, γ kN/m ³	$v=0,35; \beta=0,62; \gamma=18,0;$				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			20 až 28	vyšetří se zkouškami
		φ_{ef} °	24 až 29							
F4	CS	v, β, γ kN/m ³	$v=0,35; \beta=0,62; \gamma=18,5;$				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			22 až 30	vyšetří se zkouškami
		φ_{ef} °	22 až 27							
F5	ML MI	v, β, γ kN/m ³	$v=0,40; \beta=0,47; \gamma=20,0;$				vyšetří se zkouškami			
		E_{def} MPa	1,5 až 3	3 až 5	5 až 8	7 až 10			10 až 15	12 až 20
		c_u kPa	30	60	70	70 až 80			200	80 až 90
		φ_u °	0	0	5	8 až 14			0	15 až 20
		c_{ef} kPa	8 až 16		12 až 20	20 až 40			20 až 28	vyšetří se zkouškami
		φ_{ef} °	19 až 23							
F6	CL CI	v, β, γ kN/m ³	$v=0,40; \beta=0,47; \gamma=21,0;$				vyšetří se zkouškami			
		E_{def} MPa	1,5 až 3	3 až 6	6 až 8	8 až 12			10 až 15	12 až 20
		c_u kPa	25	50	80	80 až 90			170	80 až 90
		φ_u °	0	0	0	4 až 12			0	14 až 18
		c_{ef} kPa	8 až 16		12 až 20	20 až 40			20 až 28	vyšetří se zkouškami
		φ_{ef} °	17 až 21							
F7	MH MV ME	v, β, γ kN/m ³	$v=0,40; \beta=0,47; \gamma=21,0;$				vyšetří se zkouškami			
		E_{def} MPa	1 až 3	3 až 5	5 až 7	7 až 10			10 až 15	12 až 20
		c_u kPa	25	50	80	80 až 90			170	80 až 90
		φ_u °	0	0	0	4 až 12			0	14 až 18
		c_{ef} kPa	4 až 10		8 až 16	14 až 28			16 až 24	vyšetří se zkouškami
		φ_{ef} °	15 až 19							
F8	CH CV CE	v, β, γ kN/m ³	$v=0,42; \beta=0,37; \gamma=20,5;$				vyšetří se zkouškami			
		E_{def} MPa	1 až 2	2 až 4	4 až 6	6 až 8			8 až 10	10 až 15
		c_u kPa	20	40	80	80 až 90			150	80 až 90
		φ_u °	0	0	0	3 až 10			0	12 až 16
		c_{ef} kPa	2 až 8		6 až 14	14 až 28			14 až 22	vyšetří se zkouškami
		φ_{ef} °	13 až 17							

Tab.1.2

Směrné normové charakteristiky písčitých zemin

Třída	Symbol	ν	β	γ kN/m ³	E_{def} MPa		φ_{ef}		σ	c_{ef} kPa	Činitelé ovlivňující stanovení charakteristik v rámci rozpětí třídy
					$I_D =$ 0,33 až 0,67	$I_D =$ 0,67 až 1,0	$I_D =$ 0,33 až 0,67	$I_D =$ 0,67 až 1,0			
S1	SW	0,28	0,78	20	30 až 60	50 až 100	34 až 39	37 až 42	0	0	I_{dt} , w , % g, tvar zrn, angularita
S2	SP	0,28	0,78	18,5	15 až 35	30 až 50	32 až 35	34 až 37	0	0	
S3	S-F	0,30	0,74	17,5	12 až 19	17 až 25	28 až 31	30 až 33	0	0	
S4	SM	0,30	0,74	18	5 až 15		28 až 30		0 až 10		podíl jemných částic a konz.
S5	SC	0,35	0,62	18,5	4 až 12		26 až 28		4 až 12		zemin

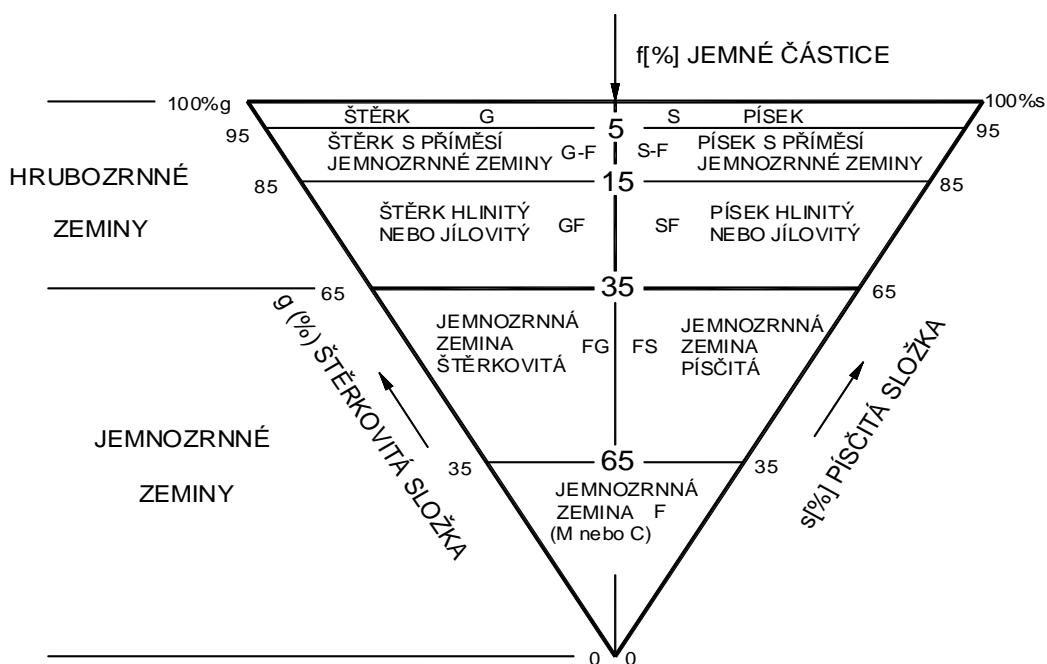
Tab.1.3

Směrné normové charakteristiky šterkovitých zemin

Třída	Symbol	ν	β	γ kN/m ³	E_{def} MPa		φ_{ef}		σ	c_{ef} kPa	Činitelé ovlivňující stanovení charakteristik v rámci rozpětí třídy
					$I_D =$ 0,33 až 0,67	$I_D =$ 0,67 až 1,0	$I_D =$ 0,33 až 0,67	$I_D =$ 0,67 až 1,0			
G1	GW	0,20	0,90	21	250 až 390	360 až 500	36 až 41	39 až 44	0	0	I_{dt} , w , % g, tvar zrn, angularita
G2	GP	0,20	0,90	20	100 až 190	170 až 250	33 až 38	36 až 41	0	0	
G3	G-F	0,25	0,83	19	80 až 90	90 až 100	30 až 35	33 až 38	0	0	
G4	GM	0,30	0,74	19	60 až 80		30 až 35		0 až 8		podíl jemných částic a konz.
G5	GC	0,30	0,74	19,5	40 až 60		28 až 32		2 až 10		zemin

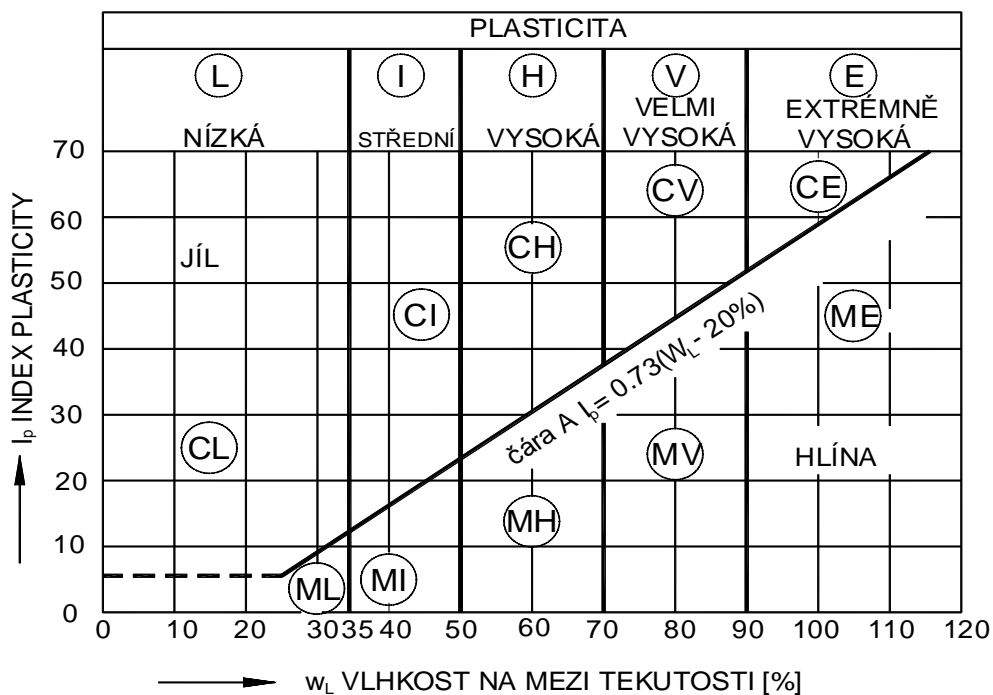
Graf 1.1

Trojúhelníkový diagram



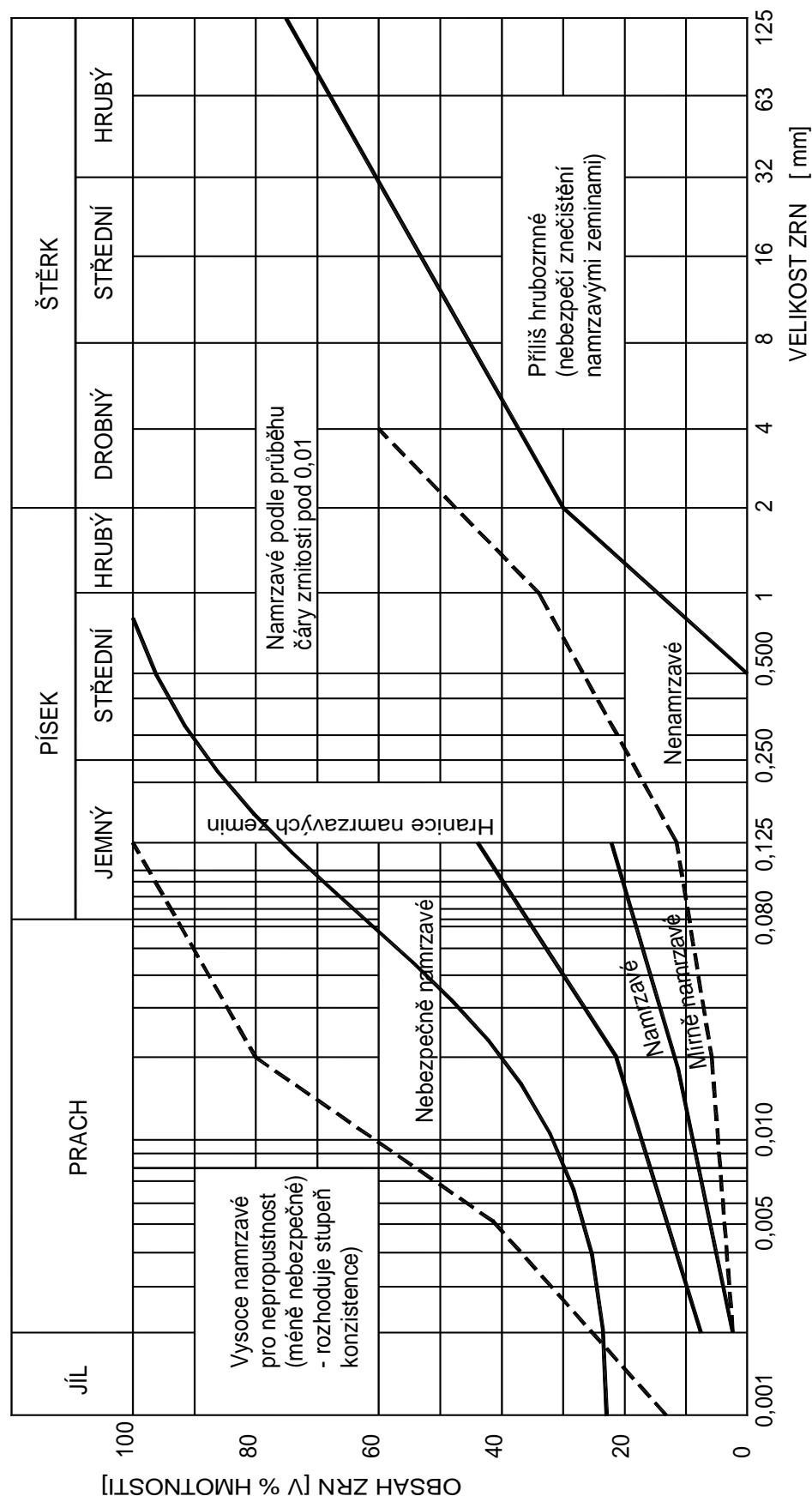
Graf 1.2

Diagram plasticity pro jemnozrnné zeminy



Graf 2.

Scheibleho kritérium namrzavosti



PŘÍKLAD č. 2 (fyzikálně indexové vlastnosti)

Na neporušeném vzorku zeminy o průměru 120 mm a výšce 30 mm byla vážením zjištěna hmotnost $m = (600 + 2,5 * n)$ g. Po vysušení při 105 °C do stálé hmotnosti byla hmotnost suchého vzorku

$m_d = (520 + 1,5 * n)$ g. Hustota pevných částic zeminy je $\rho_s = (2650 + 5 * n)$ kg/m³. Vlhkost na mezi tekutosti $w_L = (30 + 1,4 * n)$ %. Vlhkost na mezi plasticity $w_P = (19 + 0,2 * n)$ %.

Stanovte:

- a) objemovou hmotnost zeminy v přirozeném uložení - ρ
- b) objemovou hmotnost sušiny - ρ_d
- c) vlhkost zeminy - w
- d) konzistenční stav zeminy (pomocí stupně konzistence I_c)
- e) stupeň nasycení - S_r
- f) pórovitost – n
- g) číslo pórovitosti – e
- h) propustnost dle Terzaghiho (použijte křivku zrnitosti č.2 soudržné zeminy z příkladu č.1)

PŘÍKLAD č. 3 (edometrické moduly a součinitel stlačitelnosti)

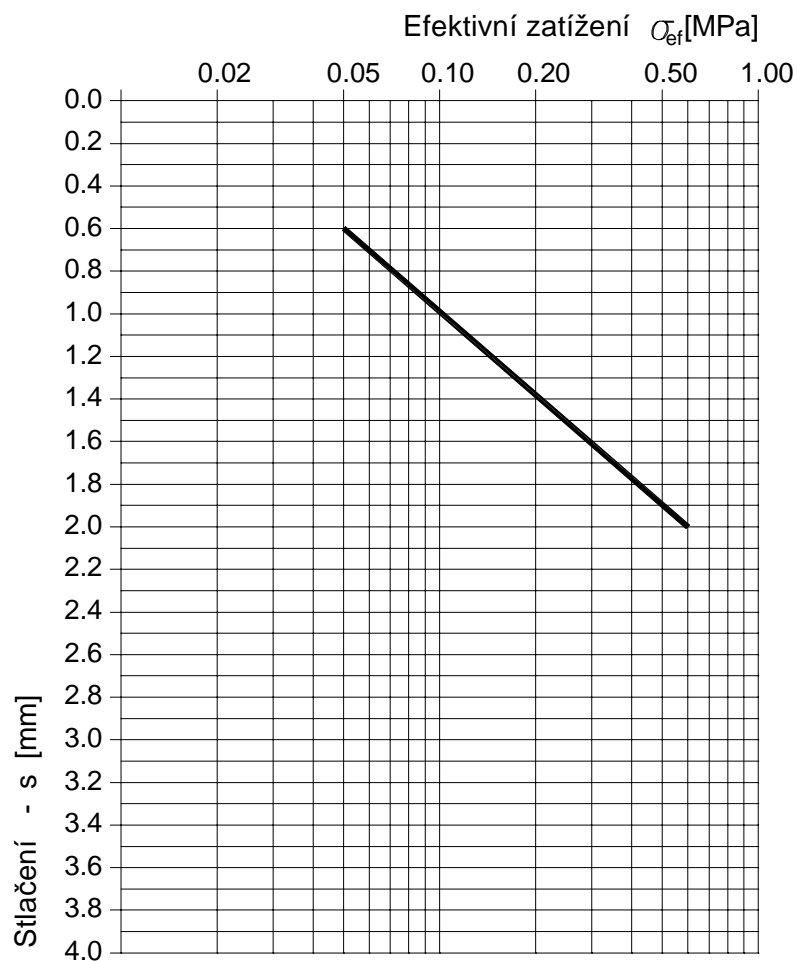
(pořadové číslo $n = 1$)

- a) Z křivky stlačitelnosti pro dané zatěžovací intervaly stanovte edometrické moduly přetvárnosti E_{aed} , je-li původní výška vzorku $h_0 = 20$ mm.

Zatěžovací intervaly: 0,05 – 0,10 MPa
0,10 – 0,20 MPa
0,20 – 0,40 MPa
0,40 – 0,60 MPa

- b) pro krajní hodnoty stanovte součinitel stlačitelnosti C .

KŘIVKA STLAČITELNOSTI



PŘÍKLAD č. 3 (edometrické moduly a součinitel stlačitelnosti)

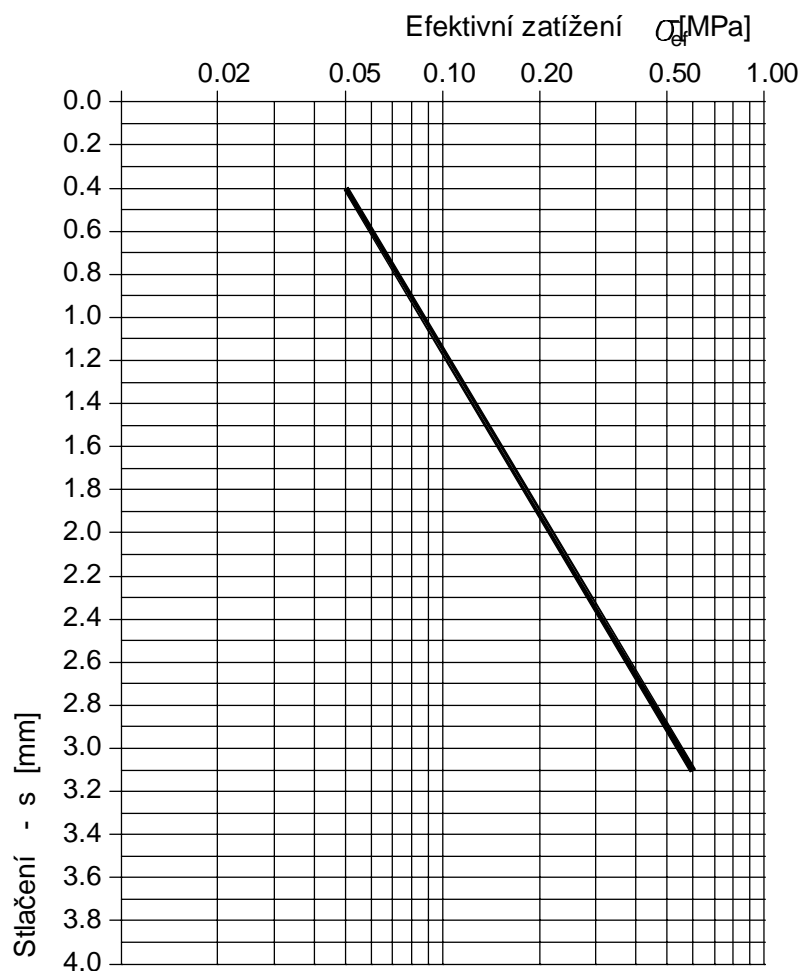
(pořadové číslo $n = 2$)

a) Z křivky stlačitelnosti pro dané zatěžovací intervaly stanovte edometrické moduly přetvárnosti E_{oad} , je-li původní výška vzorku $h_0 = 20$ mm.

Zatěžovací intervaly: 0,05 – 0,10 MPa
 0,10 – 0,20 MPa
 0,20 – 0,40 MPa
 0,40 – 0,60 MPa

b) pro krajní hodnoty stanovte součinitel stlačitelnosti C .

KŘIVKA STLAČITELNOSTI



PŘÍKLAD č. 3 (edometrické moduly a součinitel stlačitelnosti)

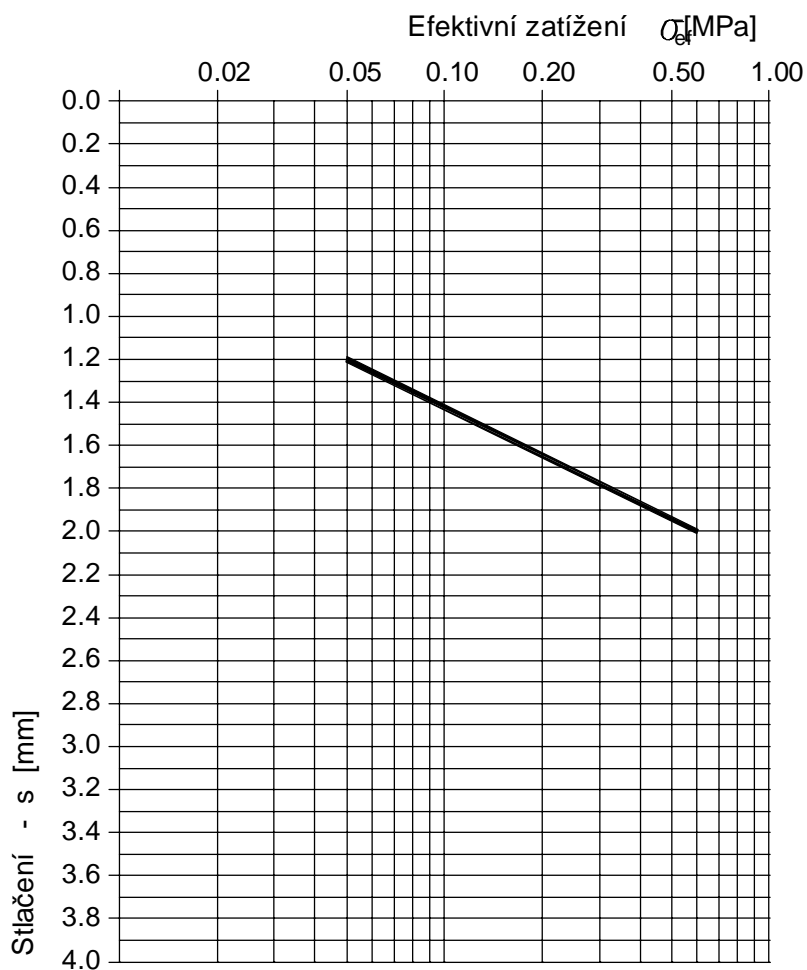
(pořadové číslo $n = 3$)

- a) Z křivky stlačitelnosti pro dané zatěžovací intervaly stanovte edometrické moduly přetvárnosti E_{oed} , je-li původní výška vzorku $h_0 = 20$ mm.

Zatěžovací intervaly: 0,05 – 0,10 MPa
 0,10 – 0,20 MPa
 0,20 – 0,40 MPa
 0,40 – 0,60 MPa

- b) pro krajní hodnoty stanovte součinitel stlačitelnosti C .

KŘIVKA STLAČITELNOSTI



PŘÍKLAD č. 3 (edometrické moduly a součinitel stlačitelnosti)

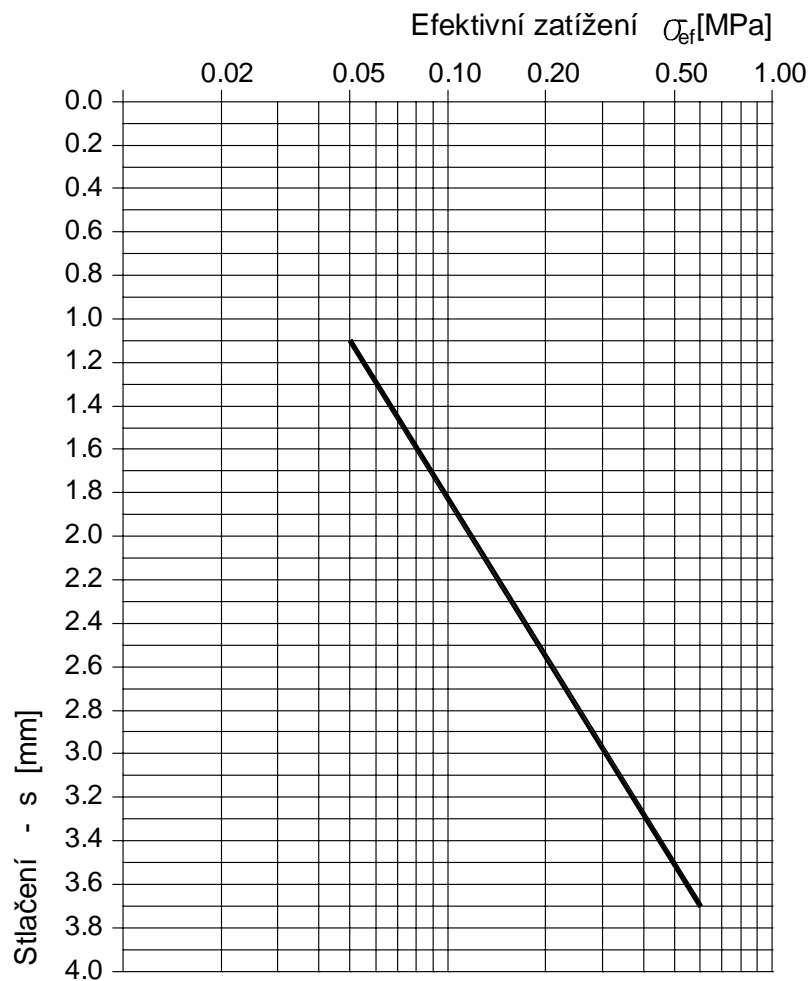
(pořadové číslo n = 4)

a) Z křivky stlačitelnosti pro dané zatěžovací intervaly stanovte edometrické moduly přetvárnosti E_{oed} , je-li původní výška vzorku $h_0 = 20$ mm.

Zatěžovací intervaly: 0,05 – 0,10 MPa
 0,10 – 0,20 MPa
 0,20 – 0,40 MPa
 0,40 – 0,60 MPa

b) pro krajní hodnoty stanovte součinitel stlačitelnosti C.

KŘIVKA STLAČITELNOSTI



PŘÍKLAD č. 3 (edometrické moduly a součinitel stlačitelnosti)

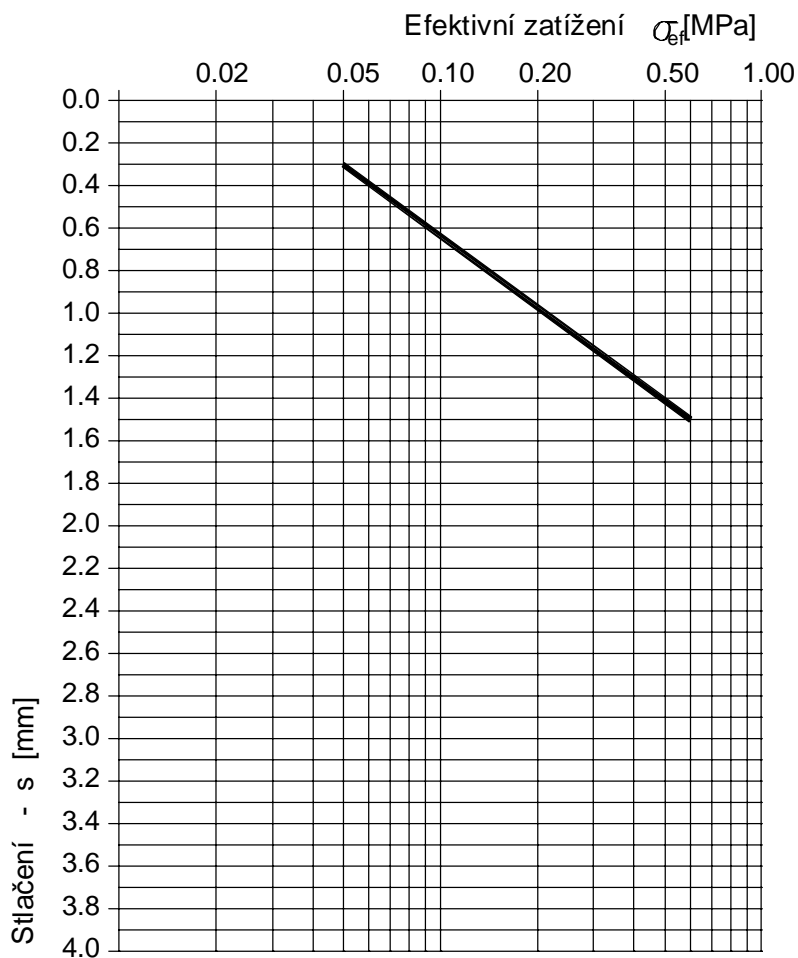
(pořadové číslo n = 5)

a) Z křivky stlačitelnosti pro dané zatěžovací intervaly stanovte edometrické moduly přetvárnosti E_{oad} , je-li původní výška vzorku $h_0 = 20$ mm.

Zatěžovací intervaly: 0,05 – 0,10 MPa
 0,10 – 0,20 MPa
 0,20 – 0,40 MPa
 0,40 – 0,60 MPa

b) pro krajní hodnoty stanovte součinitel stlačitelnosti C.

KŘIVKA STLAČITELNOSTI



PŘÍKLAD č. 3 (edometrické moduly a součinitel stlačitelnosti)

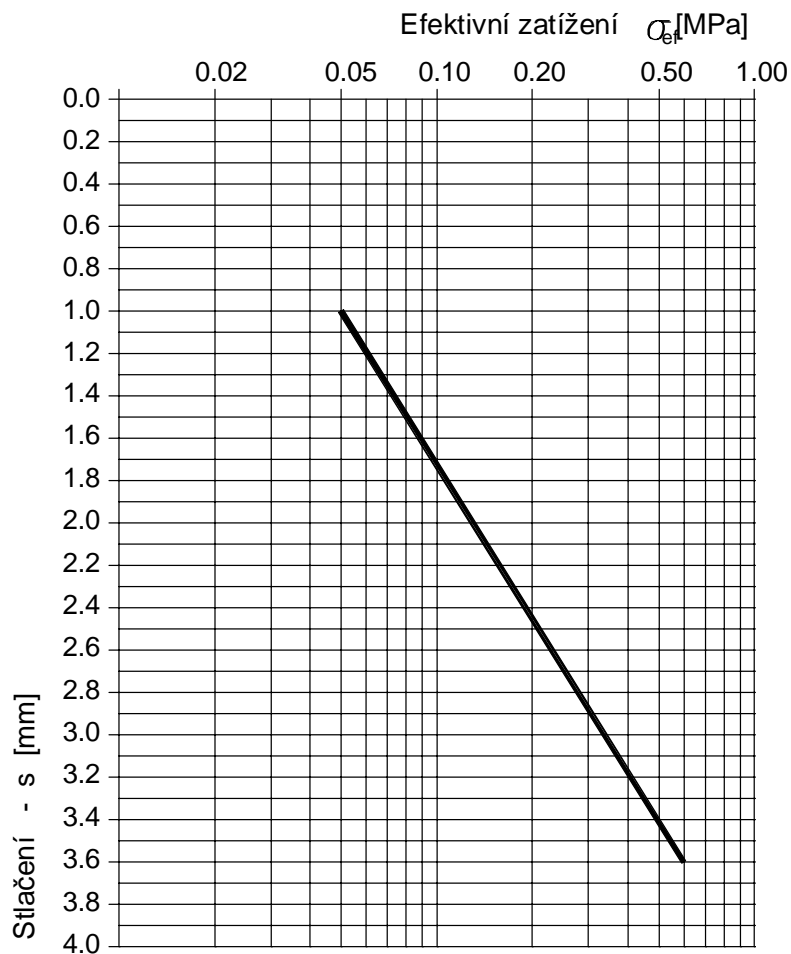
(pořadové číslo n = 6)

a) Z křivky stlačitelnosti pro dané zatěžovací intervaly stanovte edometrické moduly přetvárnosti E_{oed} , je-li původní výška vzorku $h_0 = 20$ mm.

Zatěžovací intervaly: 0,05 – 0,10 MPa
 0,10 – 0,20 MPa
 0,20 – 0,40 MPa
 0,40 – 0,60 MPa

b) pro krajní hodnoty stanovte součinitel stlačitelnosti C .

KŘIVKA STLAČITELNOSTI



PŘÍKLAD č. 3 (edometrické moduly a součinitel stlačitelnosti)

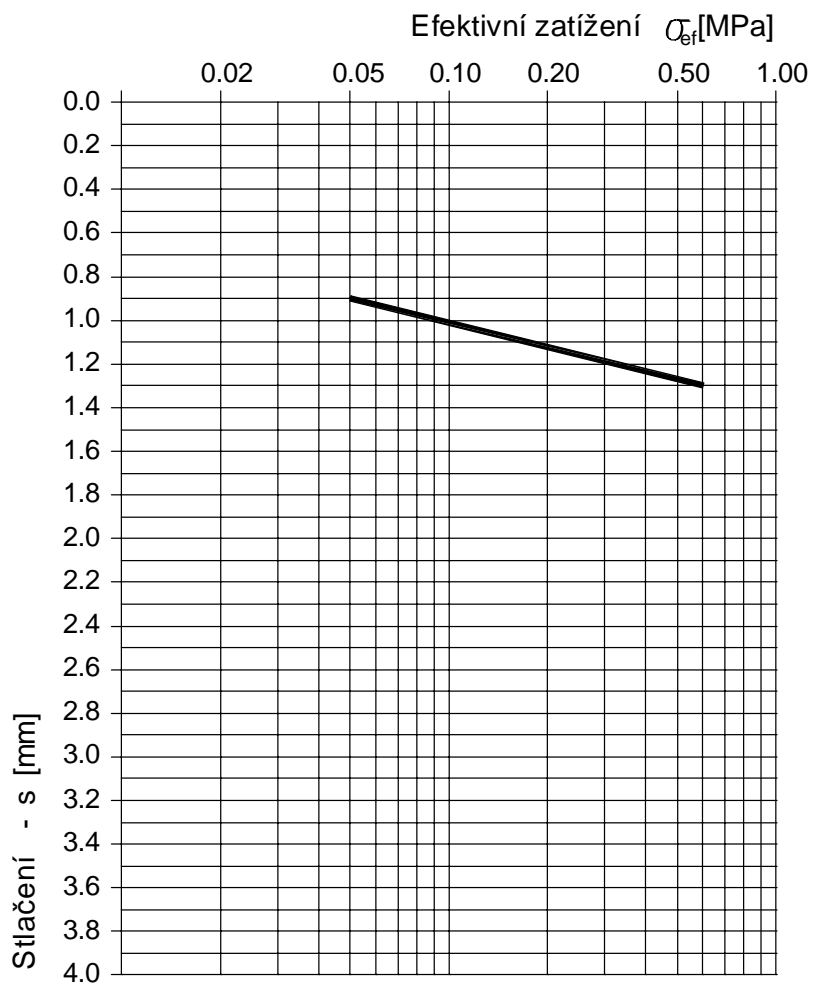
(pořadové číslo n = 7)

a) Z křivky stlačitelnosti pro dané zatěžovací intervaly stanovte edometrické moduly přetvárnosti E_{oad} , je-li původní výška vzorku $h_0 = 20$ mm.

Zatěžovací intervaly: 0,05 – 0,10 MPa
 0,10 – 0,20 MPa
 0,20 – 0,40 MPa
 0,40 – 0,60 MPa

b) pro krajní hodnoty stanovte součinitel stlačitelnosti C.

KŘIVKA STLAČITELNOSTI



PŘÍKLAD č. 3 (edometrické moduly a součinitel stlačitelnosti)

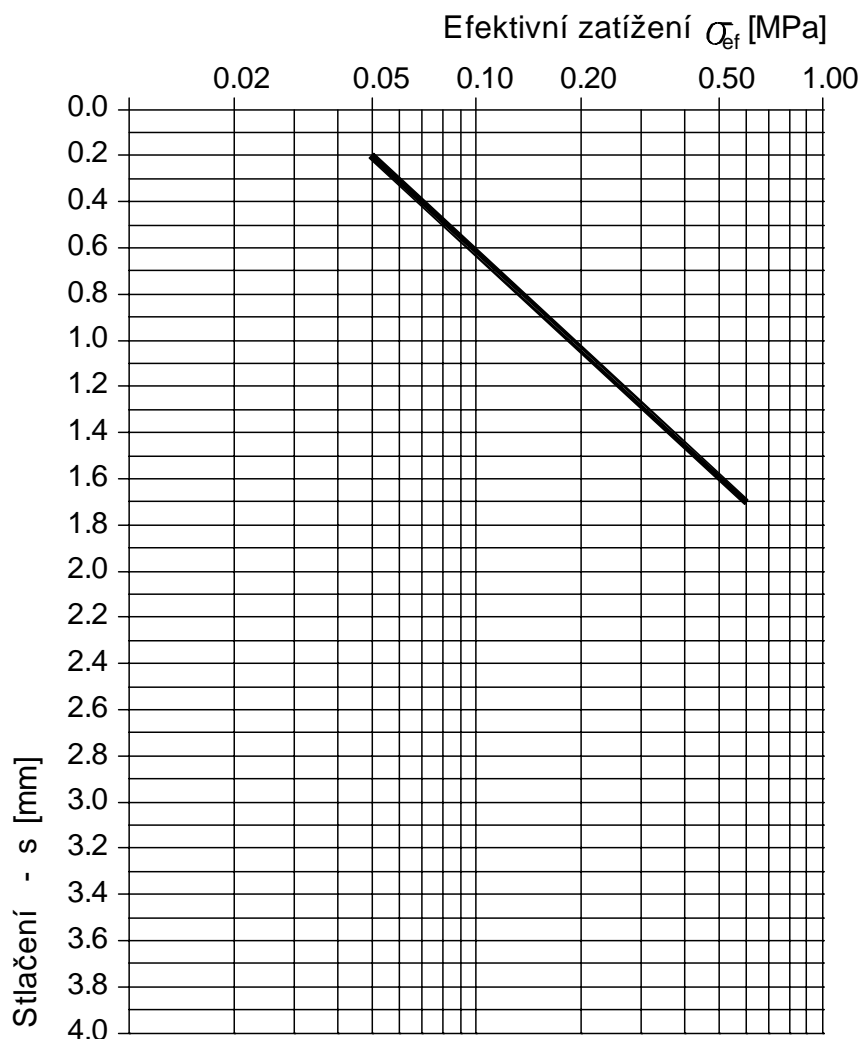
(pořadové číslo $n = 8$)

a) Z křivky stlačitelnosti pro dané zatěžovací intervaly stanovte edometrické moduly přetvárnosti E_{oed} , je-li původní výška vzorku $h_0 = 20$ mm.

Zatěžovací intervaly: 0,05 – 0,10 MPa
0,10 – 0,20 MPa
0,20 – 0,40 MPa
0,40 – 0,60 MPa

b) pro krajní hodnoty stanovte součinitel stlačitelnosti C .

KŘIVKA STLAČITELNOSTI



PŘÍKLAD č. 3 (edometrické moduly a součinitel stlačitelnosti)

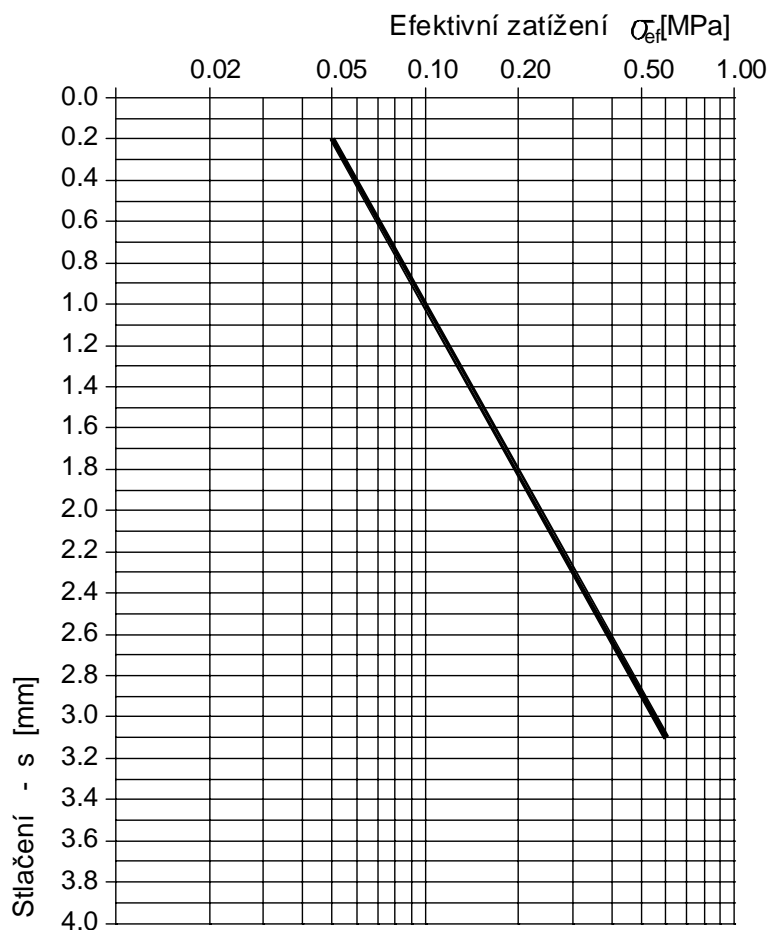
(pořadové číslo n = 9)

a) Z křivky stlačitelnosti pro dané zatěžovací intervaly stanovte edometrické moduly přetvárnosti E_{oad} , je-li původní výška vzorku $h_0 = 20$ mm.

Zatěžovací intervaly: 0,05 – 0,10 MPa
 0,10 – 0,20 MPa
 0,20 – 0,40 MPa
 0,40 – 0,60 MPa

b) pro krajní hodnoty stanovte součinitel stlačitelnosti C.

KŘIVKA STLAČITELNOSTI



PŘÍKLAD č. 3 (edometrické moduly a součinitel stlačitelnosti)

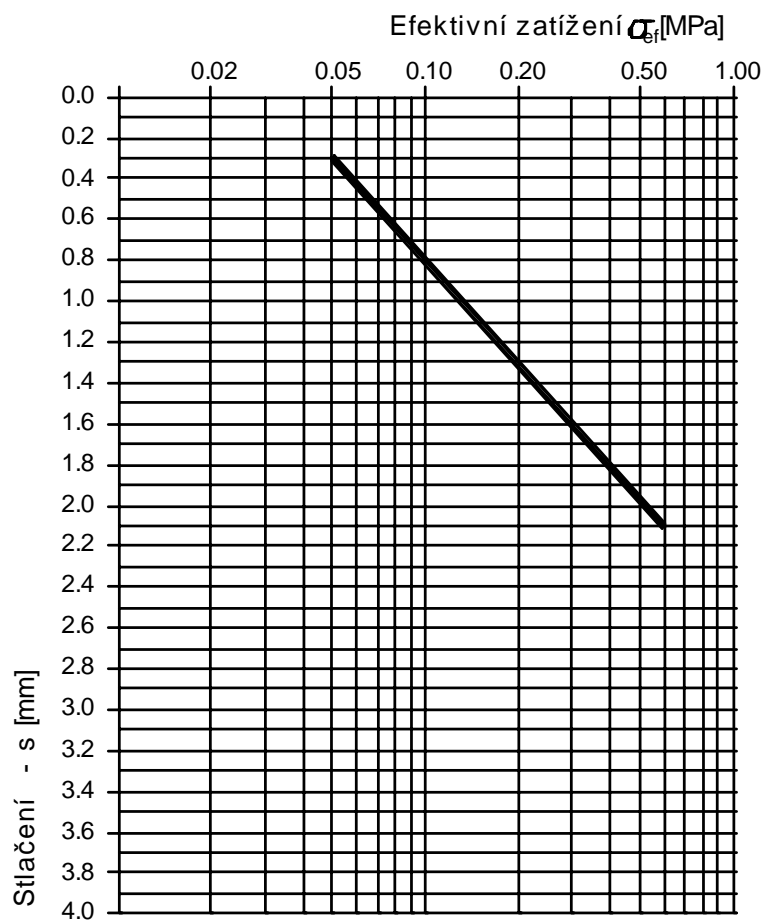
(pořadové číslo $n = 10$)

a) Z křivky stlačitelnosti pro dané zatěžovací intervaly stanovte edometrické moduly přetvárnosti E_{oed} , je-li původní výška vzorku $h_0 = 20$ mm.

Zatěžovací intervaly: 0,05 – 0,10 MPa
 0,10 – 0,20 MPa
 0,20 – 0,40 MPa
 0,40 – 0,60 MPa

b) pro krajní hodnoty stanovte součinitel stlačitelnosti C .

KŘIVKA STLAČITELNOSTI



PŘÍKLAD č. 3 (edometrické moduly a součinitel stlačitelnosti)

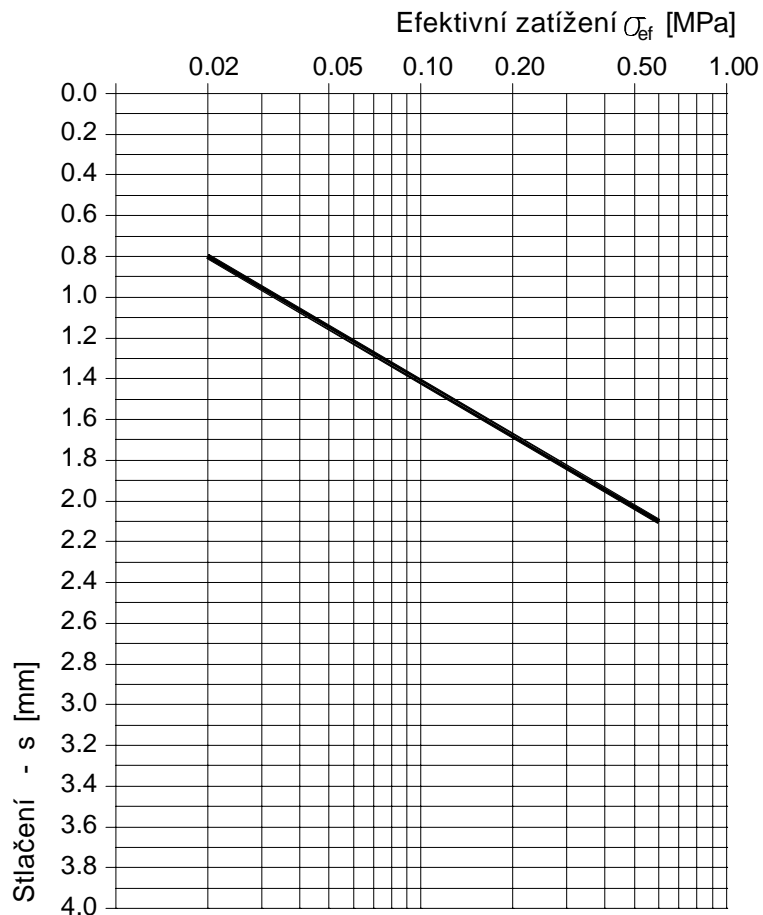
(pořadové číslo n = 11)

a) Z křivky stlačitelnosti pro dané zatěžovací intervaly stanovte edometrické moduly přetvárnosti E_{oad} , je-li původní výška vzorku $h_0 = 20$ mm.

Zatěžovací intervaly: 0,05 – 0,10 MPa
 0,10 – 0,20 MPa
 0,20 – 0,40 MPa
 0,40 – 0,60 MPa

b) pro krajní hodnoty stanovte součinitel stlačitelnosti C.

KŘIVKA STLAČITELNOSTI



PŘÍKLAD č. 3 (edometrické moduly a součinitel stlačitelnosti)

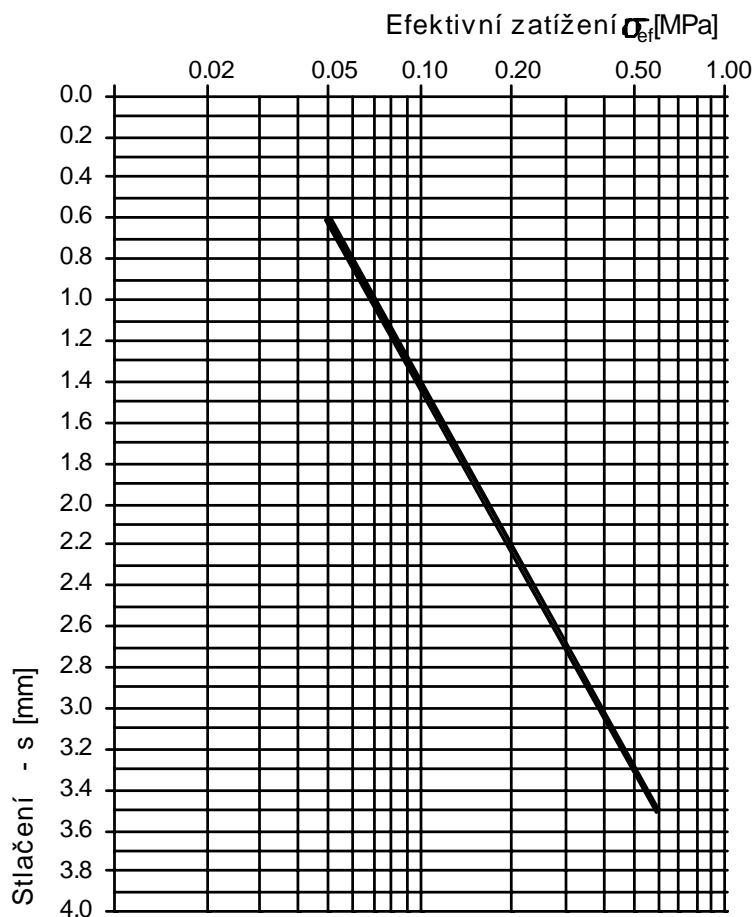
(pořadové číslo n =12)

- a) Z křivky stlačitelnosti pro dané zatěžovací intervaly stanovte edometrické moduly přetvárnosti E_{aed} , je-li původní výška vzorku $h_0 = 20$ mm.

Zatěžovací intervaly: 0,05 – 0,10 MPa
 0,10 – 0,20 MPa
 0,20 – 0,40 MPa
 0,40 – 0,60 MPa

- b) pro krajní hodnoty stanovte součinitel stlačitelnosti C .

KŘIVKA STLAČITELNOSTI



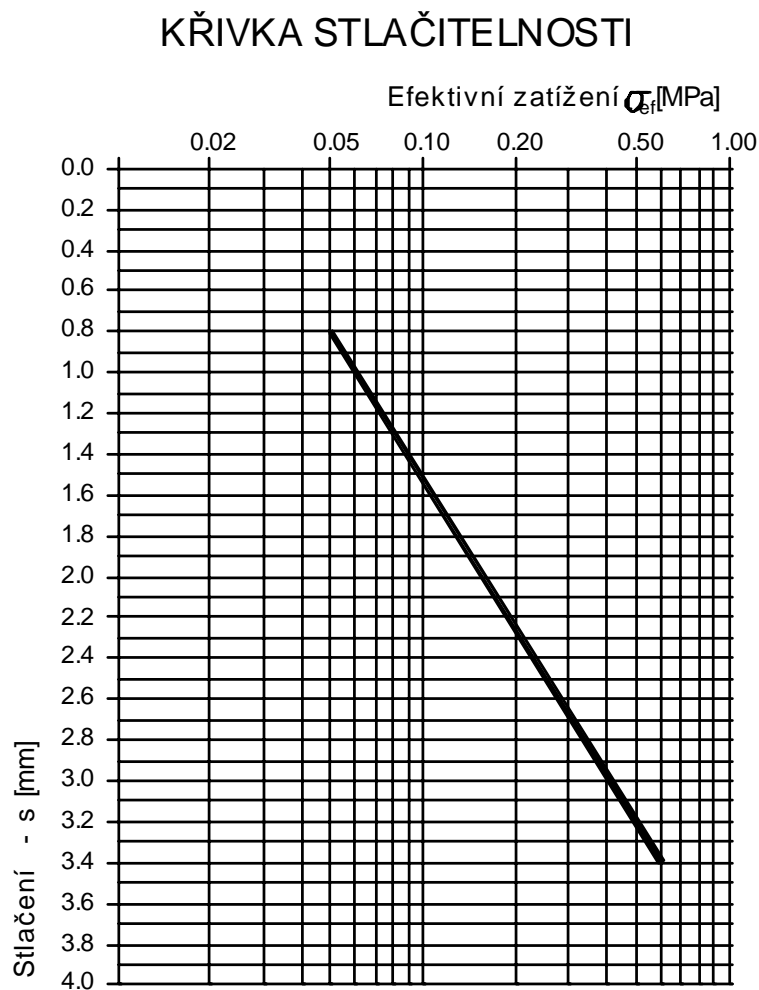
PŘÍKLAD č. 3 (edometrické moduly a součinitel stlačitelnosti)

(pořadové číslo $n = 13$)

- a) Z křivky stlačitelnosti pro dané zatěžovací intervaly stanovte edometrické moduly přetvárnosti E_{oed} , je-li původní výška vzorku $h_0 = 20$ mm.

Zatěžovací intervaly: 0,05 – 0,10 MPa
0,10 – 0,20 MPa
0,20 – 0,40 MPa
0,40 – 0,60 MPa

- b) pro krajní hodnoty stanovte součinitel stlačitelnosti C .



PŘÍKLAD č. 3 (edometrické moduly a součinitel stlačitelnosti)

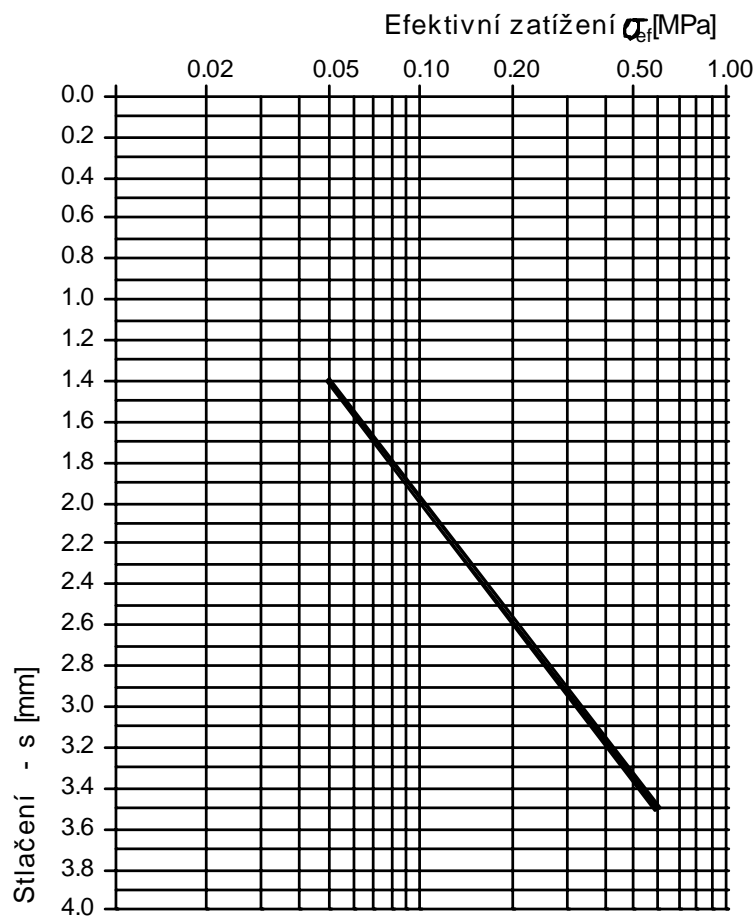
(pořadové číslo n =14)

a) Z křivky stlačitelnosti pro dané zatěžovací intervaly stanovte edometrické moduly přetvárnosti E_{oed} , je-li původní výška vzorku $h_0 = 20$ mm.

Zatěžovací intervaly: 0,05 – 0,10 MPa
 0,10 – 0,20 MPa
 0,20 – 0,40 MPa
 0,40 – 0,60 MPa

b) pro krajní hodnoty stanovte součinitel stlačitelnosti C .

KŘIVKA STLAČITELNOSTI



PŘÍKLAD č. 3 (edometrické moduly a součinitel stlačitelnosti)

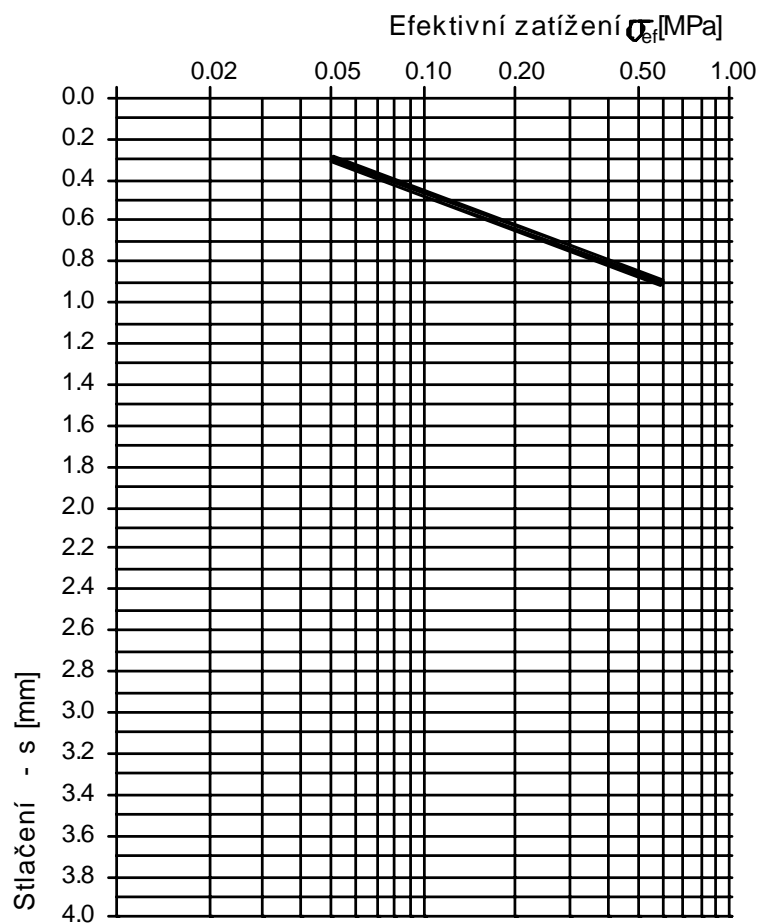
(pořadové číslo n =15)

a) Z křivky stlačitelnosti pro dané zatěžovací intervaly stanovte edometrické moduly přetvárnosti E_{oad} , je-li původní výška vzorku $h_0 = 20$ mm.

Zatěžovací intervaly: 0,05 – 0,10 MPa
 0,10 – 0,20 MPa
 0,20 – 0,40 MPa
 0,40 – 0,60 MPa

b) pro krajní hodnoty stanovte součinitel stlačitelnosti C.

KŘIVKA STLAČITELNOSTI



PŘÍKLAD č. 3 (edometrické moduly a součinitel stlačitelnosti)

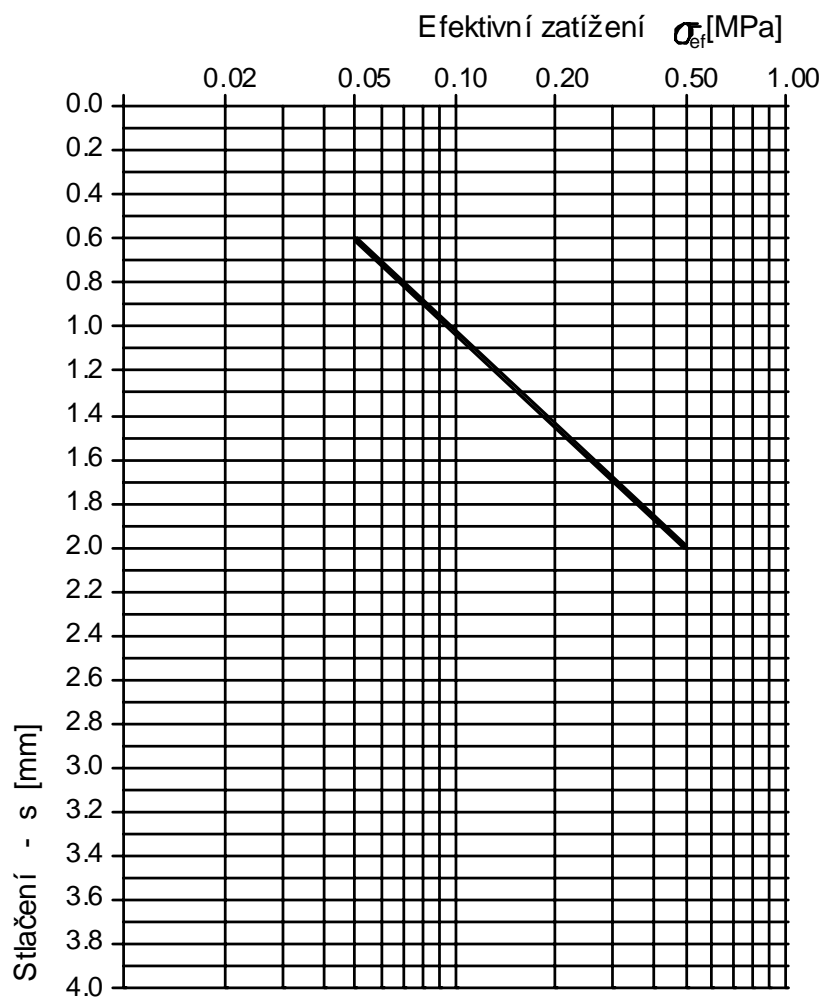
(pořadové číslo n = 16)

a) Z křivky stlačitelnosti pro dané zatěžovací intervaly stanovte edometrické moduly přetvárnosti E_{aed} , je-li původní výška vzorku $h_0 = 20$ mm.

Zatěžovací intervaly: 0,05 – 0,10 MPa
 0,10 – 0,20 MPa
 0,20 – 0,30 MPa
 0,30 – 0,50 MPa

b) pro krajní hodnoty stanovte součinitel stlačitelnosti C .

KŘIVKA STLAČITELNOSTI



PŘÍKLAD č. 3 (edometrické moduly a součinitel stlačitelnosti)

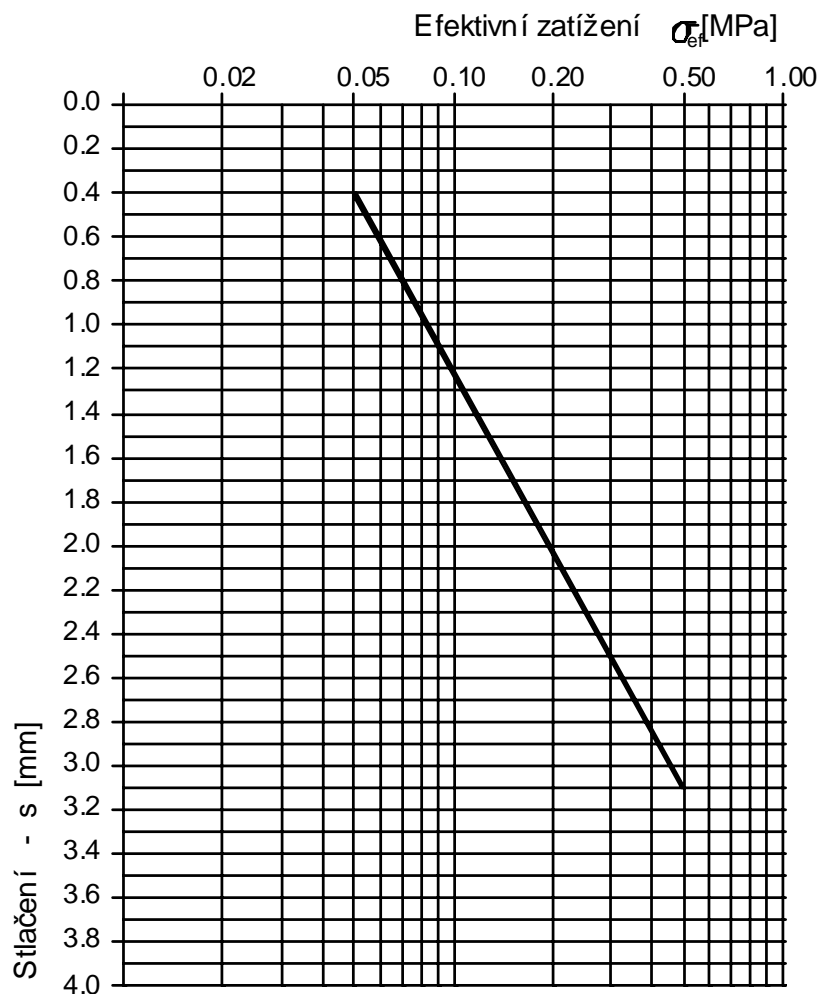
(pořadové číslo n =17)

a) Z křivky stlačitelnosti pro dané zatěžovací intervaly stanovte edometrické moduly přetvárnosti E_{oad} , je-li původní výška vzorku $h_0 = 20$ mm.

Zatěžovací intervaly: 0,05 – 0,10 MPa
 0,10 – 0,20 MPa
 0,20 – 0,30 MPa
 0,30 – 0,50 MPa

b) pro krajní hodnoty stanovte součinitel stlačitelnosti C.

KŘIVKA STLAČITELNOSTI



PŘÍKLAD č. 3 (edometrické moduly a součinitel stlačitelnosti)

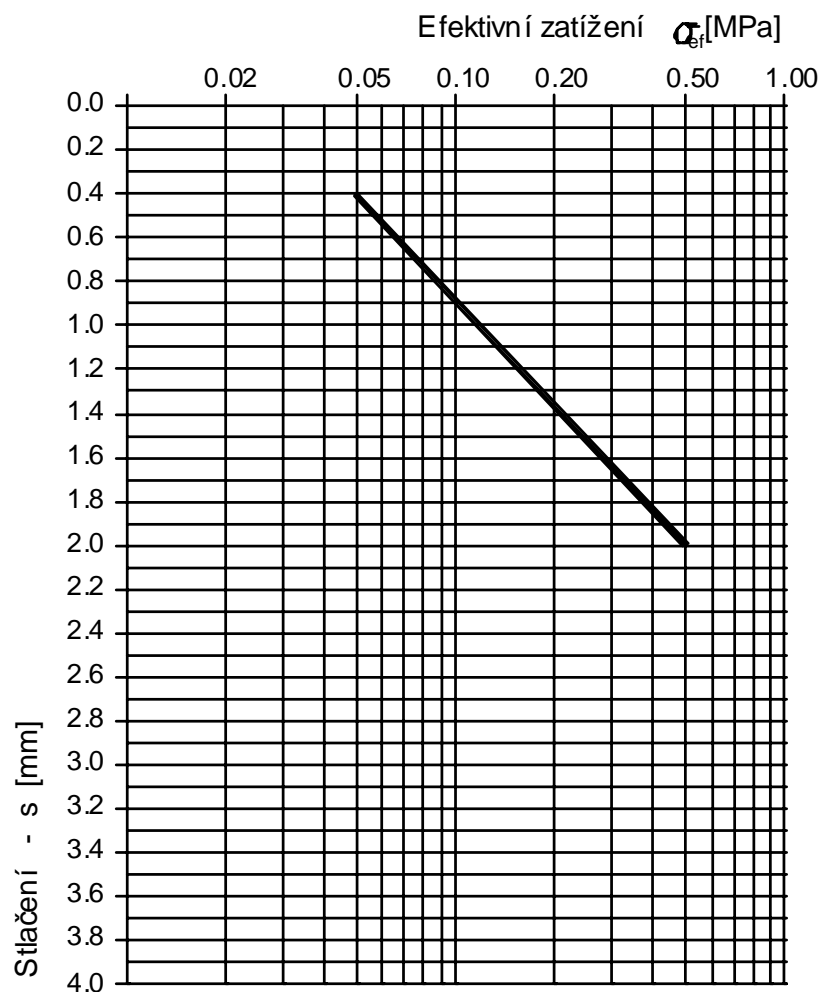
(pořadové číslo n = 18)

a) Z křivky stlačitelnosti pro dané zatěžovací intervaly stanovte edometrické moduly přetvárnosti E_{oad} , je-li původní výška vzorku $h_0 = 20$ mm.

Zatěžovací intervaly: 0,05 – 0,10 MPa
0,10 – 0,20 MPa
0,20 – 0,30 MPa
0,30 – 0,50 MPa

b) pro krajní hodnoty stanovte součinitel stlačitelnosti C.

KŘIVKA STLAČITELNOSTI



PŘÍKLAD č. 3 (edometrické moduly a součinitel stlačitelnosti)

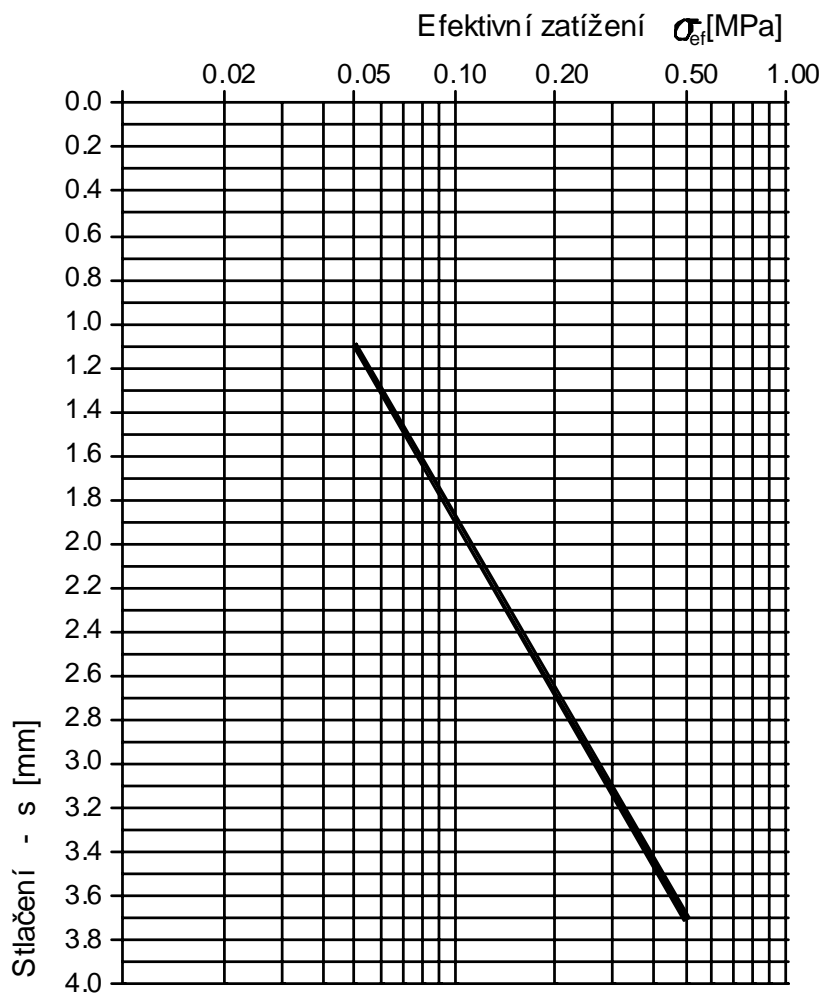
(pořadové číslo n =19)

a) Z křivky stlačitelnosti pro dané zatěžovací intervaly stanovte edometrické moduly přetvárnosti E_{aed} , je-li původní výška vzorku $h_0 = 20$ mm.

Zatěžovací intervaly: 0,05 – 0,10 MPa
 0,10 – 0,20 MPa
 0,20 – 0,30 MPa
 0,30 – 0,50 MPa

b) pro krajní hodnoty stanovte součinitel stlačitelnosti C.

KŘIVKA STLAČITELNOSTI



PŘÍKLAD č. 3 (edometrické moduly a součinitel stlačitelnosti)

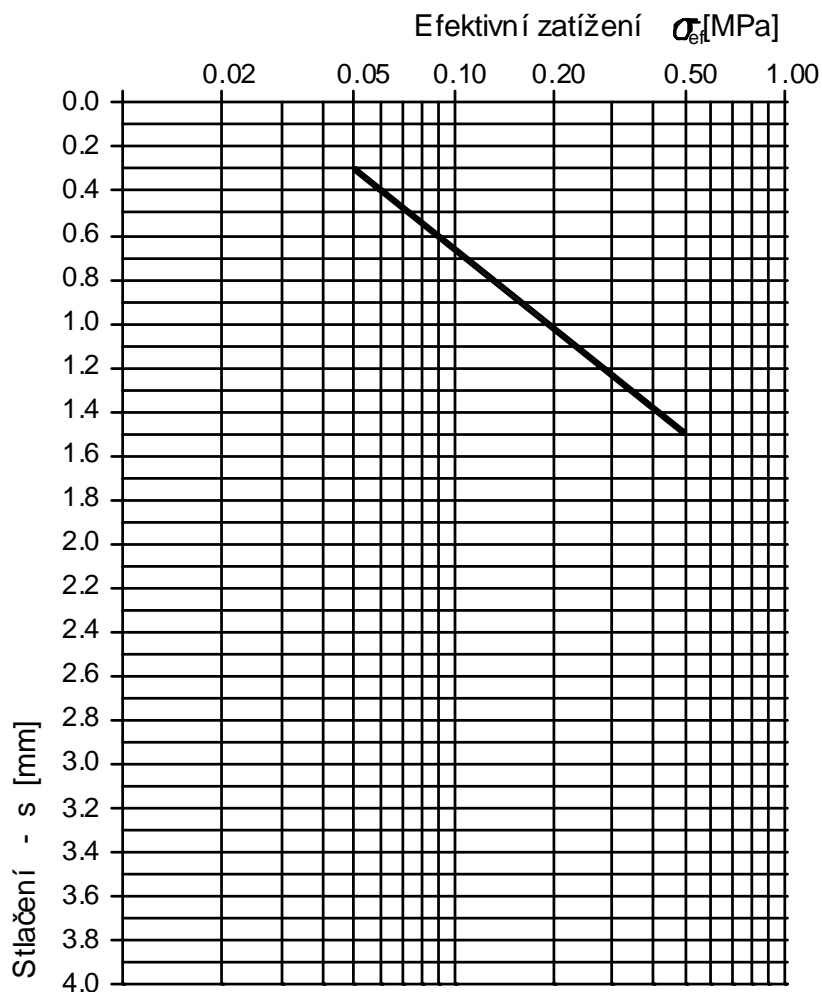
(pořadové číslo n =20)

- a) Z křivky stlačitelnosti pro dané zatěžovací intervaly stanovte edometrické moduly přetvárnosti E_{aed} , je-li původní výška vzorku $h_0 = 20$ mm.

Zatěžovací intervaly: 0,05 – 0,10 MPa
 0,10 – 0,20 MPa
 0,20 – 0,30 MPa
 0,30 – 0,50 MPa

- b) pro krajní hodnoty stanovte součinitel stlačitelnosti C.

KŘIVKA STLAČITELNOSTI



PŘÍKLAD č. 3 (edometrické moduly a součinitel stlačitelnosti)

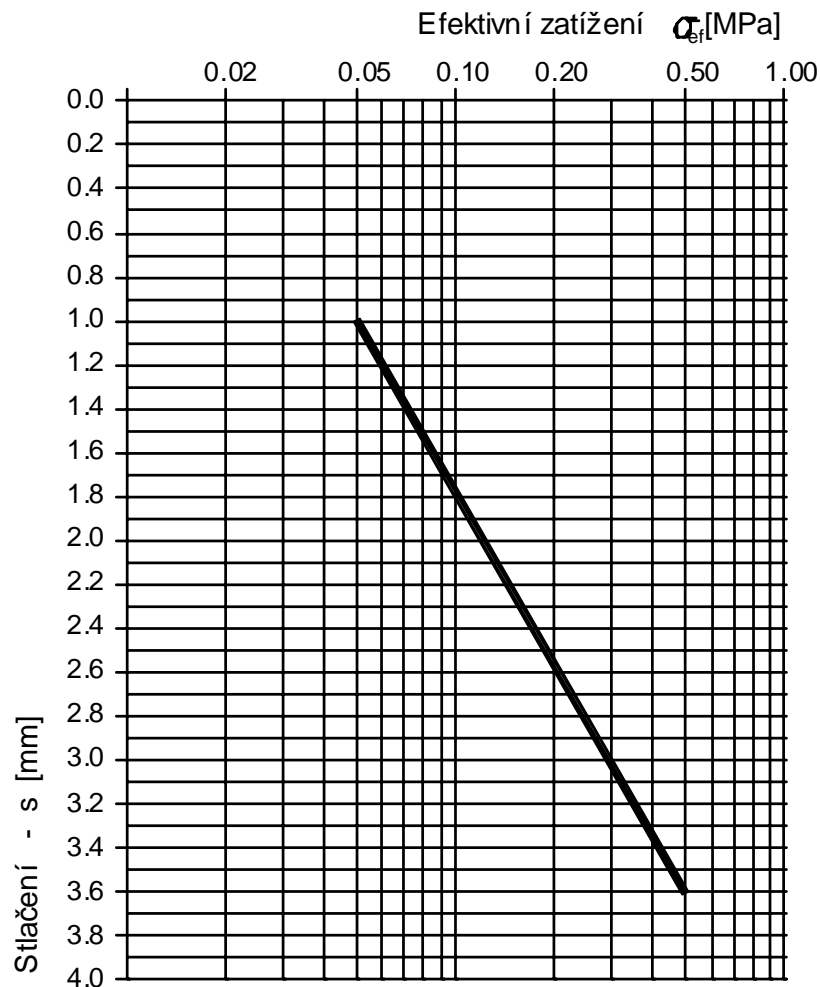
(pořadové číslo n =21)

a) Z křivky stlačitelnosti pro dané zatěžovací intervaly stanovte edometrické moduly přetvárnosti E_{aed} , je-li původní výška vzorku $h_0 = 20$ mm.

Zatěžovací intervaly: 0,05 – 0,10 MPa
 0,10 – 0,20 MPa
 0,20 – 0,30 MPa
 0,30 – 0,50 MPa

b) pro krajní hodnoty stanovte součinitel stlačitelnosti C.

KŘIVKA STLAČITELNOSTI



PŘÍKLAD č. 3 (edometrické moduly a součinitel stlačitelnosti)

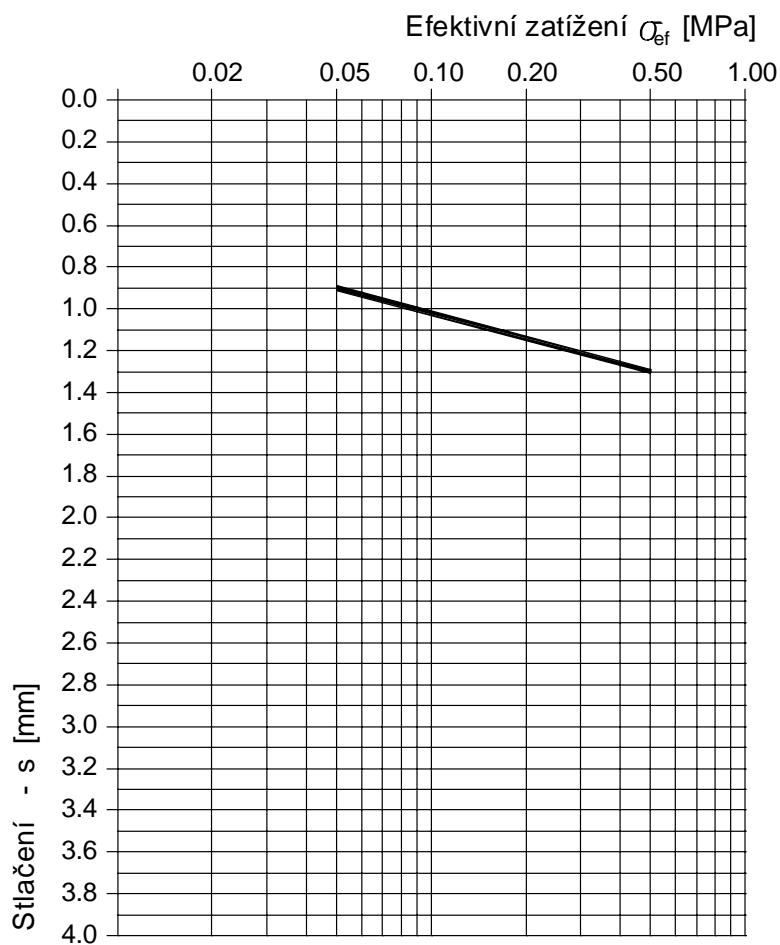
(pořadové číslo n =22)

a) Z křivky stlačitelnosti pro dané zatěžovací intervaly stanovte edometrické moduly přetvárnosti E_{oad} , je-li původní výška vzorku $h_0 = 20$ mm.

Zatěžovací intervaly: 0,05 – 0,10 MPa
 0,10 – 0,20 MPa
 0,20 – 0,30 MPa
 0,30 – 0,50 MPa

b) pro krajní hodnoty stanovte součinitel stlačitelnosti C.

KŘIVKA STLAČITELNOSTI



PŘÍKLAD č. 3 (edometrické moduly a součinitel stlačitelnosti)

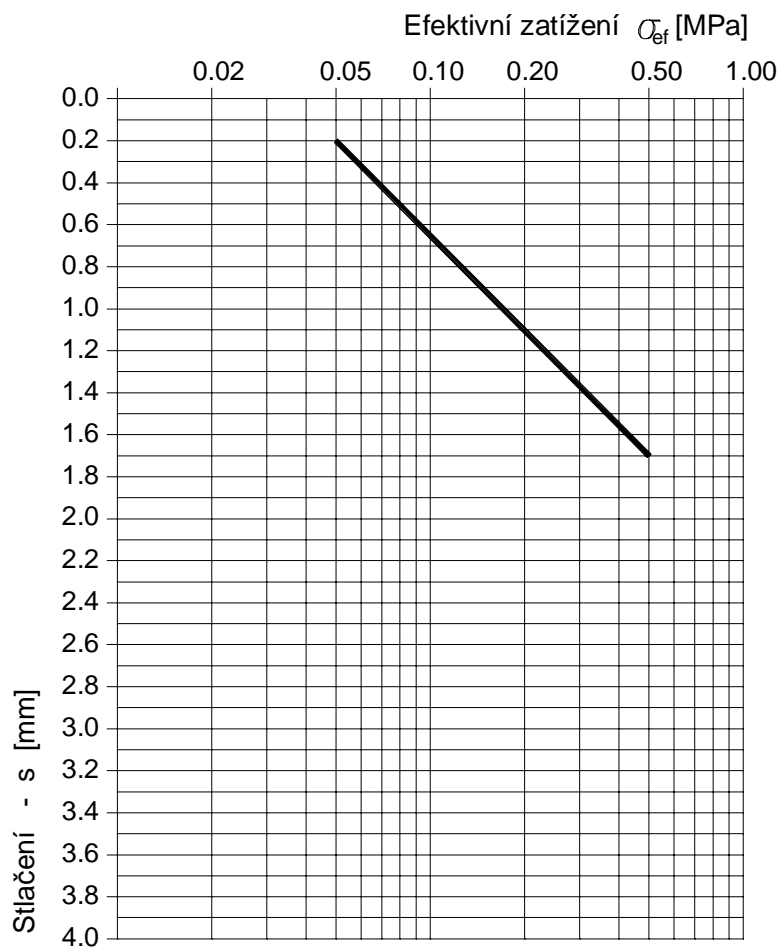
(pořadové číslo n = 23)

a) Z křivky stlačitelnosti pro dané zatěžovací intervaly stanovte edometrické moduly přetvárnosti E_{oed} , je-li původní výška vzorku $h_0 = 20$ mm.

Zatěžovací intervaly: 0,05 – 0,10 MPa
 0,10 – 0,20 MPa
 0,20 – 0,30 MPa
 0,30 – 0,50 MPa

b) pro krajní hodnoty stanovte součinitel stlačitelnosti C .

KŘIVKA STLAČITELNOSTI



PŘÍKLAD č. 3 (edometrické moduly a součinitel stlačitelnosti)

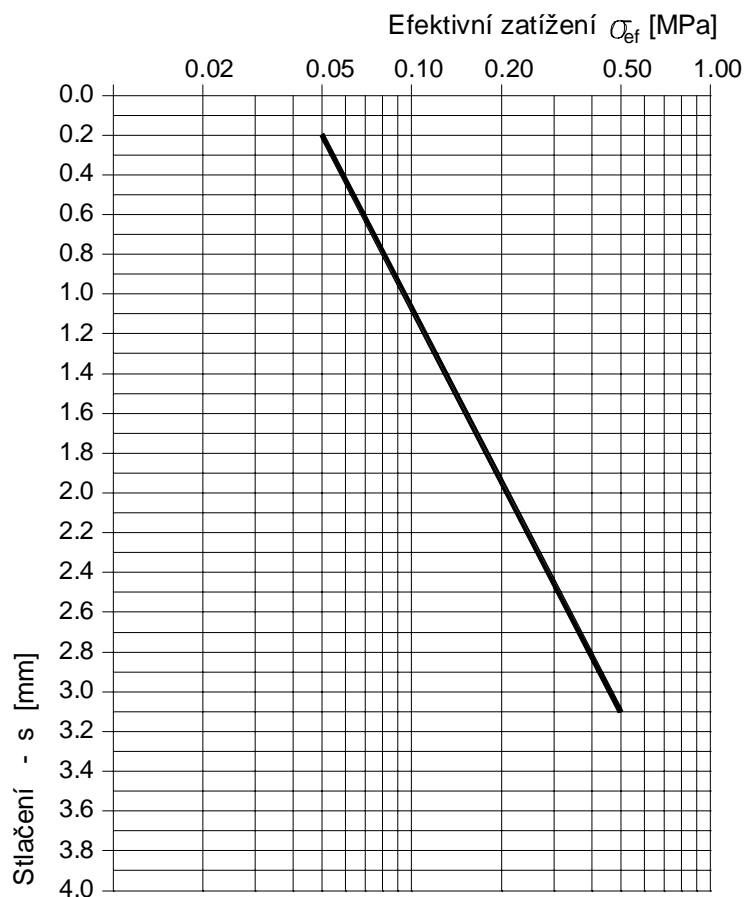
(pořadové číslo n =24)

a) Z křivky stlačitelnosti pro dané zatěžovací intervaly stanovte edometrické moduly přetvárnosti E_{oed} , je-li původní výška vzorku $h_0 = 20$ mm.

Zatěžovací intervaly: 0,05 – 0,10 MPa
 0,10 – 0,20 MPa
 0,20 – 0,30 MPa
 0,30 – 0,50 MPa

b) pro krajní hodnoty stanovte součinitel stlačitelnosti C.

KŘIVKA STLAČITELNOSTI



PŘÍKLAD č. 3 (edometrické moduly a součinitel stlačitelnosti)

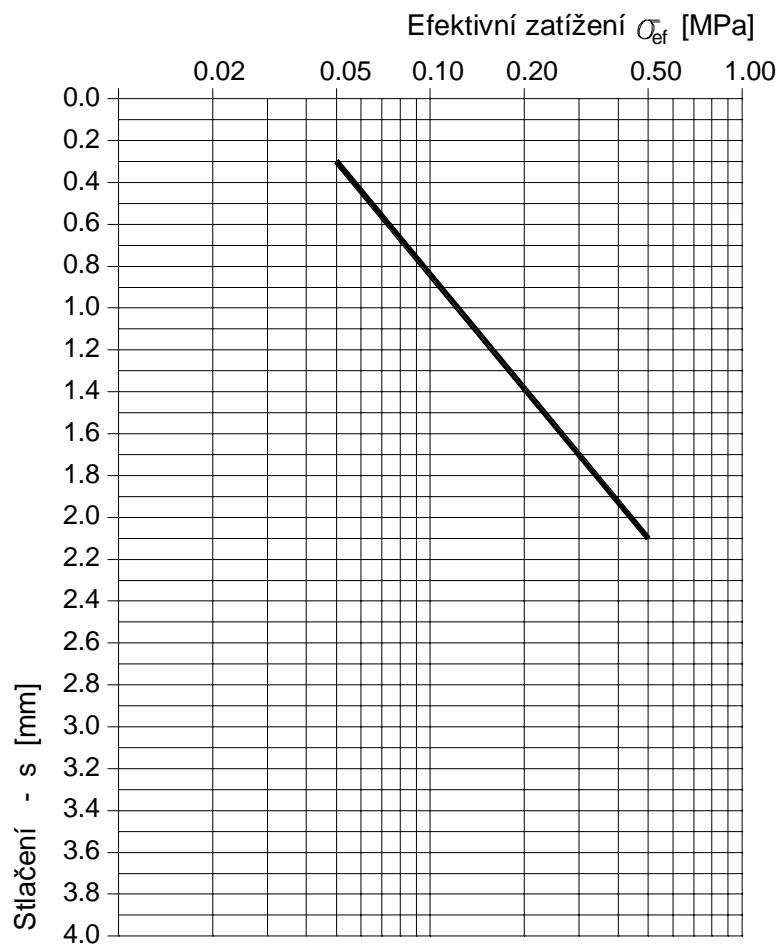
(pořadové číslo n =25)

a) Z křivky stlačitelnosti pro dané zatěžovací intervaly stanovte edometrické moduly přetvárnosti E_{oad} , je-li původní výška vzorku $h_0 = 20$ mm.

Zatěžovací intervaly: 0,05 – 0,10 MPa
 0,10 – 0,20 MPa
 0,20 – 0,30 MPa
 0,30 – 0,50 MPa

b) pro krajní hodnoty stanovte součinitel stlačitelnosti C.

KŘIVKA STLAČITELNOSTI



PŘÍKLAD č. 3 (edometrické moduly a součinitel stlačitelnosti)

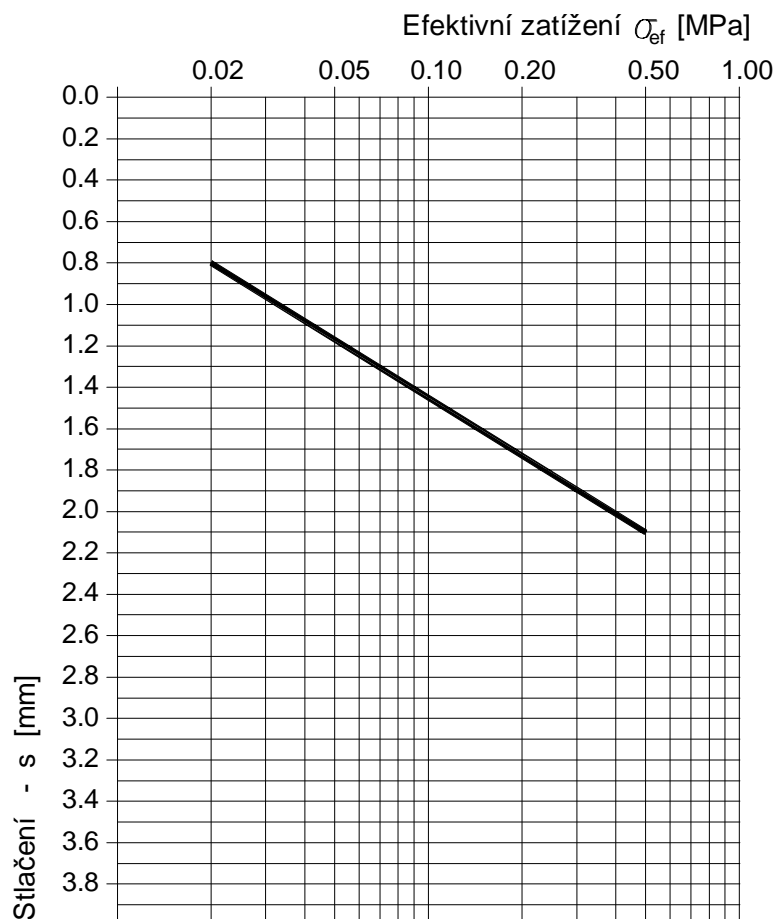
(pořadové číslo n =26)

a) Z křivky stlačitelnosti pro dané zatěžovací intervaly stanovte edometrické moduly přetvárnosti E_{oad} , je-li původní výška vzorku $h_0 = 20$ mm.

Zatěžovací intervaly: 0,05 – 0,10 MPa
 0,10 – 0,20 MPa
 0,20 – 0,30 MPa
 0,30 – 0,50 MPa

b) pro krajní hodnoty stanovte součinitel stlačitelnosti C.

KŘIVKA STLAČITELNOSTI



PŘÍKLAD č.4 (prostá tlaková zkouška)

Vyhodnoťte zkoušku v prostém tlakovém přístroji pro nasycený jíł (výška vzorku 76 mm, průměr 38 mm).

Naměřené hodnoty:

stlačení Δh [mm]	1	2	3	4	5	6	7
svislé napětí σ_1 [MPa]	0,043	0,096	0,125	0,157	0,124	0,122	0,121

Jaké celkové svislé napětí σ_1 bude potřebné vyvodit při neodvodněné nekonsolidované triaxiální zkoušce (UU), aby došlo k porušení vzorku, je-li komorový tlak $\sigma_3 = 0,1$ MPa.

PŘÍKLAD č.5 (konsolidovaná neodvodněná zkouška s měřením pórového tlaku)

V triaxiálním přístroji byla provedena konsolidovaná neodvodněná zkouška s měřením pórového tlaku u . Zjistěte totální a efektivní parametry smykové pevnosti.

Naměřené hodnoty:

komorové tlaky σ_3 [MPa]	0,05	0,1	0,2
deviátor napětí ($\sigma_1 - \sigma_3$) při porušení [MPa]	0,172	0,192	0,232
pórové tlaky u při porušení [MPa]	0,016	0,054	0,133

PŘÍKLAD č.6 (krabicová smyková zkouška)

Z krabicové smykové zkoušky určete vrcholové a reziduální parametry smykové pevnosti. Vzorky zeminy byly konsolidovány pro zatížení $\sigma_{ef} = 0,1; 0,2; 0,3$ MPa a potom usmyknuty za drénovaných podmínek.

Naměřené hodnoty:

Posun krabice l [mm]	Smykové napětí pro konsolidační napětí		
	$\sigma_{ef} = 0,1$ MPa	$\sigma_{ef} = 0,2$ MPa	$\sigma_{ef} = 0,3$ MPa
0,5	0,032	0,060	0,075
1,0	0,055	0,102	0,121
1,5	0,063	0,117	0,151
2,0	0,055	0,113	0,167
2,5	0,045	0,099	0,166
3,0	0,040	0,088	0,154
3,5	0,038	0,079	0,136
4,0	0,036	0,073	0,118
5,0	0,034	0,067	0,102
6,0	0,032	0,065	0,096
7,0	0,031	0,063	0,093
8,0	0,031	0,063	0,093

Datum : Měřil :		VÝPOČET VLHKOSTI											VÝPOČET OBJEMOVÉ HMOTNOSTI				
		číslo sondy	hloubka	číslo misky	hmotnost vlh. zeminy + miska	hmotnost sušiny + miska	hmotnost misky	hmotnost sušiny	hmotnost vody	vlhkost $\frac{m_w \cdot 100}{m_d}$	průměrná vlhkost	hmotnost zeminy + prstence	hmotnost prstence	vnitřní objem kroužku	hmotnost vlhké zeminy	$\frac{m \cdot 1000}{V}$	$\frac{\rho}{1 + 0,01 w}$
AKCE	[m]	[g]	[g]	[g]	[g]	[g]	[g]	[g]	[g]	[g]	[g]	[g]	[g]	[cm ³]	m [g]	ρ [kg.m ⁻³]	ρ_d [kg.m ⁻³]

FAKULTA STAVEBNÍ VUT V BRNĚ
ÚSTAV GEOTECHNIKY

F2 – ZRNITOST ZEMIN

AKCE	
SONDA	HLOUBKA

AREOMETRICKÁ ZKOUŠKA	
MĚRNÁ HMOTNOST ZEMINY ρ_s	[kg/m ³]
Q HMOTNOST VLHKÉ ZEMINY	[g]
VLHKOST w	[%]
HMOTNOST SUŠINY q_d	[g]
Q1 - ZRNA < 0,063	[g]
Q2 - ZRNA > 0,063	[g]
ANTIKOAGULANS	
OPRAVY (Z MENISKU, ANTIKOAG...):a:	

VELIKOST OK	ZŮSTALO NA SÍTU		PROPAD SÍTEM	
	[mm]	[g]	[%]	[%]
32				
16				
8				
4				
2				
1				
0,5				
0,2				
0,1				
0,063				
< 0,063				

DOBA ČTENÍ			UPLYNULÁ DOBA t			TEPLOTA SUSPENZE	ČTENÍ NA ARO-METRU	OPRAVA PRO JINOU TEPLITU	d (mm) PODLE NOMOGRAMU	R+a+m	W	X
[h]	[m]	[s]	[h]	[m]	[s]	T [°C]	[R]	NEŽ 20 °C	T ^x	d [mm]	[%]	[%]

T^x - PRŮMĚRNÁ TEPLOTA OD POČÁTKU ČTENÍ

d - EKVIVALENTNÍ PRŮMĚR ZRN

W [%] - VYPOČTENO ZE VZTAHU $W = 100/Q_1 \cdot \rho_s / (\rho_s - 1000) \cdot (R+a+m)$

X [%] = $W \cdot Q_1 / Q_d$

$Q_d = Q / (1 + 0,01w)$

$Q_1 = Q_d - Q_2$

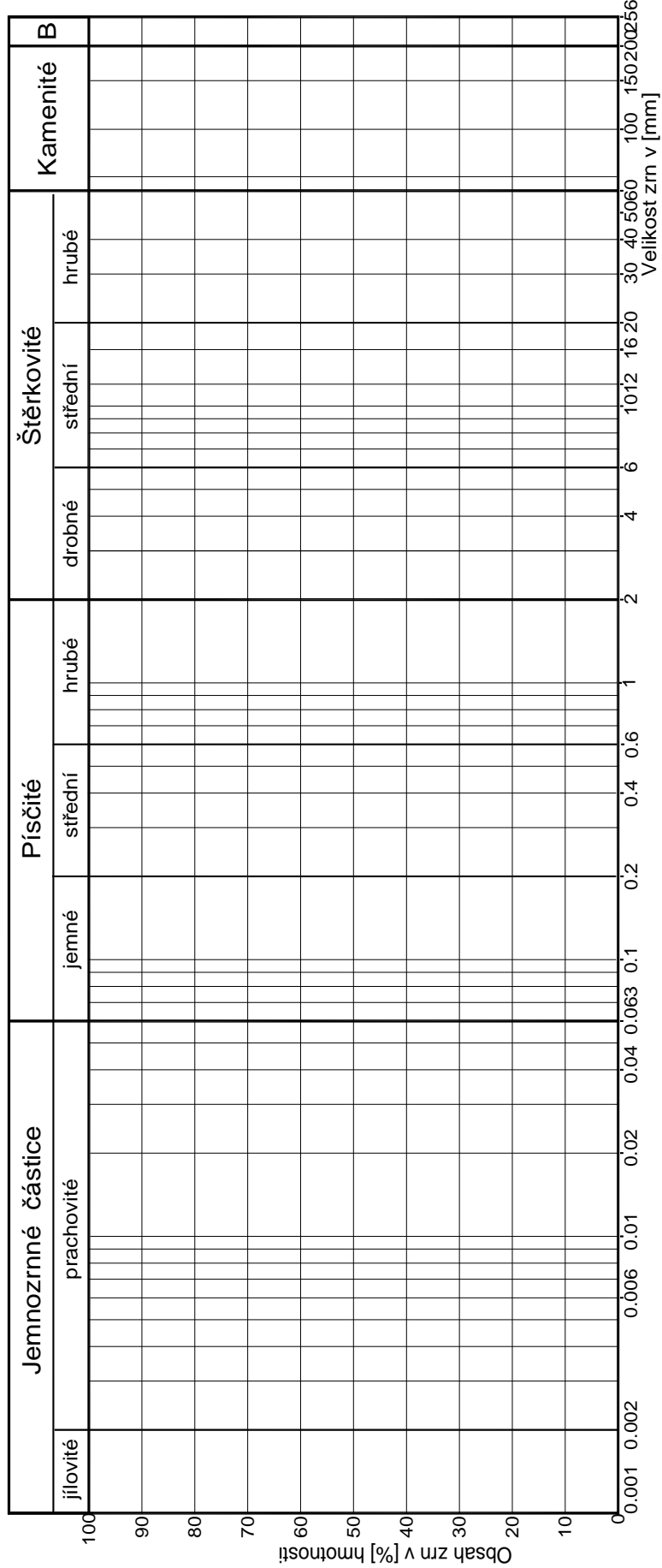
F3

KŘÍVKA ZRNITOSTI ZEMIN

Název akce:

Příloha :

Lokalita:

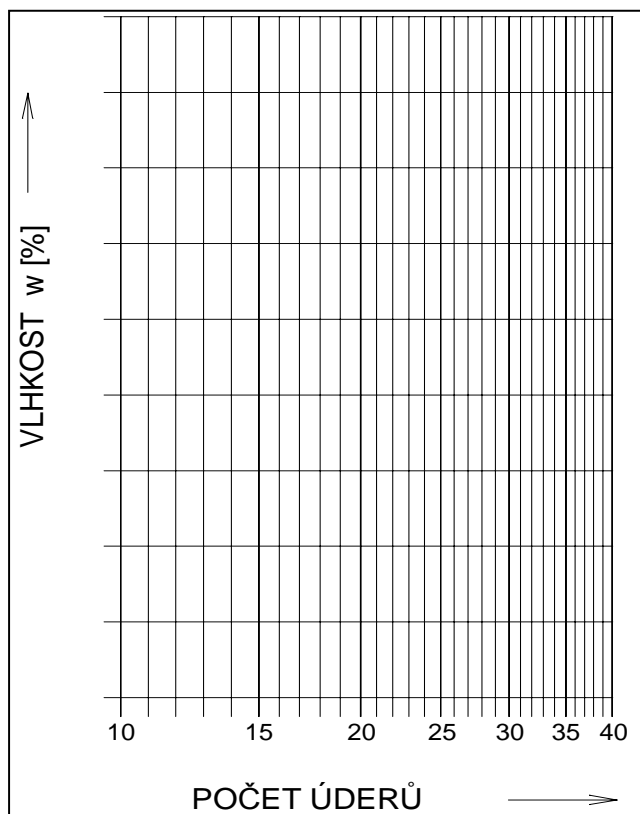


Sonda	Hloubka	Vzorek č.	Křívka	Třída-symbol	Název zeminy - dle ČSN 73 1001	Cc	Cu	w _L	w _p	I _p	I _D

F4 – ATTERBERGOVY MEZE VLHKOSTI

AKCE :		
SONDA :	HLOUBKA :	Č. VZORKU :
POJMENOVÁNÍ ZEMINY (ČSN 73 1820)		

Záznam měření	Mez tekutosti w_L				Mez plasticity w_P		
	1	2	3	4	1	2	3
miska č.							
vlhká zemina s miskou [g]							
sušina s miskou [g]							
miska [g]							
sušina [g]							
voda [g]							
vlhkost [%]							
počet úderů							



MEZ TEKUTOSTI w_L :
MEZ PLASTICITY w_P :
PŮVODNÍ VLHKOST w :
ČÍSLO PLASTICITY : $I_P = w_L - w_P$
STUPEN KONZISTENCE : $I_C = \frac{w_L - w}{I_P}$

F5 – TRIAXIÁLNÍ ZKOUŠKA - UU

(Prostá tlaková pevnost)

Stavba: <i>TRIAX-UU, cvičení</i>	Sonda: <i>J - 1</i>
Místo: <i>LMZ-VUT</i>	Hĺoubka odběru: <i>2,0</i>
	Lab. číslo: <i>531</i>
Popis zeminy: <i>Jíl</i>	Komorový tlak σ_3 (MPa):
Způsob přípravy: <i>vzorek uměle nahutněný</i>	
Přístroj: <i>triaxiální lis WF</i>	
Měřil:	Konstanta siloměru s (-): <i>7,32</i>
Datum:	Výška vzorku h₀ (mm): <i>76,0</i>
Hmotnost vlhké zeminy m (g): <i>165,0</i>	Průměr vzorku d₀ (mm): <i>38,0</i>
Hmotnost suché zeminy m_d (g): <i>132,0</i>	Plocha vzorku $\pi \times d_0^2/4$ A₀ (mm ²): <i>1134</i>
Stupeň nasycení *) S_r (-): <i>0,90</i>	Objem vzorku $A_0 \times h_0$ V₀ (mm ³): <i>86193</i>
Vlhkost v % hmot.sušiny w : <i>25,0</i>	Rychlost nanášení deformace (mm/min): <i>1,50</i>
Hustota pev.částic ρ_s (kg/m ³): <i>2670</i>	Objemová hmot. před zk. m / V_0 ρ (g/cm ³): <i>1,914</i>

Číslo měření	Svislá deformace		Čtení na siloměru	Poměrná svislá deformace	Průměrná průřezová plocha	Osová síla	Průměrné tlakové napětí	Tvar smykové plochy po zkoušce
	čtení	Δh						
	(0,01mm)	(mm)	počet dílků	(-)	(mm ²)	(N)	(MPa)	
	0	0	0	0	0	0	0	
1	50	0,5						
2	100	1,0						
3	150	1,5						
4	200	2,0						
5	250	2,5						
6	300	3,0						
7	350	3,5						
8	400	4,0						
9	450	4,5						
10	500	5,0						
11	550	5,5						
12	600	6,0						
13	650	6,5						
14	700	7,0						
15	750	7,5						
16	800	8,0						
17	850	8,5						
18	900	9,0						
19	950	9,5						
20	1000	10,0						
21	1050	10,5						
22	1100	11,0						
23	1150	11,5						
24	1200	12,0						
25	1250	12,5						
26	1300	13,0						
27	1350	13,5						
28	1400	14,0						
29	1450	14,5						
30	1500	15,0						
	příklad :	15,0	63	0,197	1412,2	461,2	0,327	

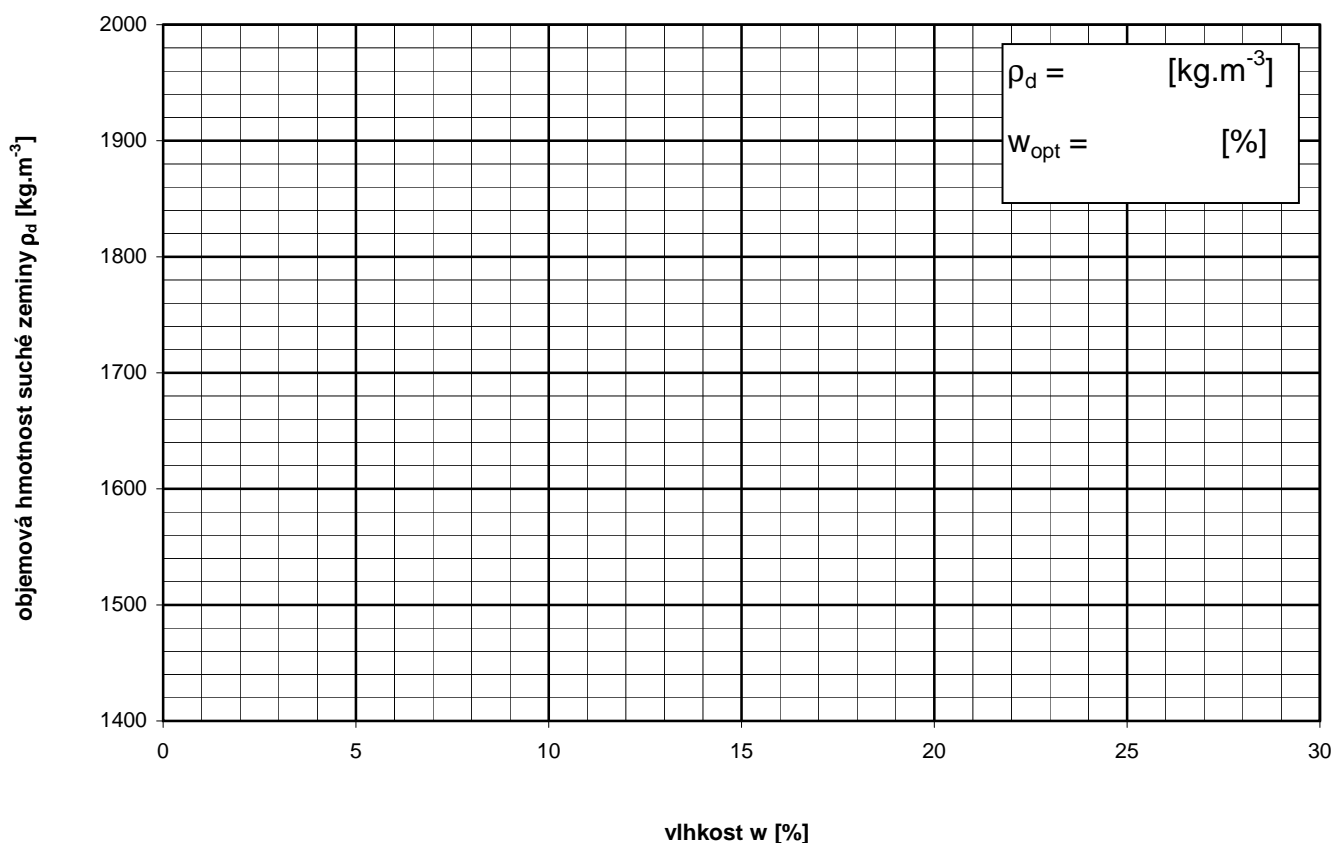
*) $S_r = p \times 0,01w / (1 + 0,01w - p / \rho_s) \times 1000$

w (%) ; p, ρ_s (kg/m³)

F7 – PROCTOROVA ZKOUŠKA (standardní)




Akce						Č. vzorku					
Pojmenování zeminy (ČSN 73 1820)						Hloubka					
Objem Proc. válce V= cm ³						Hmotnost Proc. válce m= g					
Hmotnost válce a zeminy	Hmotnost zeminy	Označení váženky	Hmotnost váženky	Hmotnost vlhké zeminy s váženkou	Hmotnost suché zeminy s váženkou	Hmotnost vody v zemině	Hmotnost suché zeminy	Vlhkost w	Průměrná vlhkost	Objemová hmotnost vlhké zeminy ρ	Objemová hmotnost sušiny $\rho_d = \frac{\rho}{1+0,01w}$
[g]	[g]		[g]	[g]	[g]	[g]	[g]	[%]	[%]	[kg.m-3]	[kg.m-3]

Závislost objemové hmotnosti na vlhkosti



PŘÍKLAD č.7 (geostatické napětí)

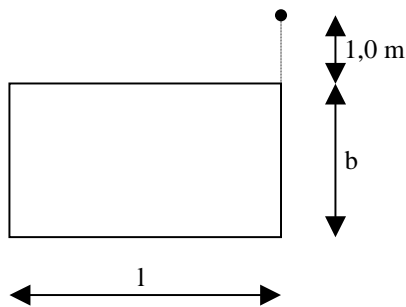
V místě navrhovaného objektu byly vrtanou sondou zjištěny následující geologické poměry:

	1.vrstva	0,0 – (2,8 + 0,05×n) m	Písčítá hlína	$\gamma_1 = 18,2 \text{ kNm}^{-3}$	$\gamma_{\text{sat1}} = 20,4 \text{ kNm}^{-3}$
	2.vrstva	(2,8 + 0,05×n) – (9,1 + 0,05×n) m	Písek dobře zrněný	$\gamma_2 = 19,2 \text{ kNm}^{-3}$	$\gamma_{\text{sat2}} = 21,2 \text{ kNm}^{-3}$
	3.vrstva	(9,1 + 0,05×n) – 18,0 m	Jíl se střední plasticitou	$\gamma_3 = 19,4 \text{ kNm}^{-3}$	

- a) Určete svislé napětí od vlastní tíhy zeminy σ_{or} do hloubky 18,0 m.
- b) Vypočítejte a graficky vynesete průběh geostatického napětí σ_{or} , je-li ustálená hladina podzemní vody v hloubce (1,9 + 0,05×n) m pod terénem ($\gamma_w \cong 10,0 \text{ kNm}^{-3}$).
- c) Vypočítejte a graficky vynesete průběh svislého efektivního a neutrálního napětí od vlastní tíhy zeminy pro případ snížení hladiny podzemní vody o 3,0 m.

PŘÍKLAD č. 8 (napětí pod rohem obdélníkového základu)

- a) Vypočítejte a vykreslete průběh svislého napětí σ_z pod středem poddajného obdélníkového základu půdorysných rozměrů
 $b \times l = (8 + 0,2 \times n) \text{ m} \times (16 + 0,2 \times n) \text{ m}$.
Hloubka založení $d = 2 \text{ m}$ pod terénem.
Rovnoměrné kontaktní napětí od stavby $\sigma = (0,18 + 0,003 \times n) \text{ MPa}$.
Objemová tíha zeminy $\gamma = 19,2 \text{ kNm}^{-3}$.
(volte hloubku z postupně: 0,5; 1; 2; 4; ..., max.dvojnásobek šířky základu)
- b) Určete svislé napětí σ_z v bodě M.



Pro tento příklad použijte redukční součinitel I_1 .

Požadované formuláře :

Graf 4 - Napětí pod rohem obdélníka

Graf 3.1,3.2 - Vliv hloubky založení a vliv nestlačitelného podloží

PŘÍKLAD č. 9 (napětí pod kruhovým základem)

- a) Určete svislé napětí σ_z od rovnoměrně zatížené základové desky kruhového průměru $2r=b$. Rovnoměrné kontaktní napětí od stavby σ volte stejné jako v příkladu č.8.

Hloubka založení $d = 1,8$ m pod terénem.

Objemová tíha zeminy $\gamma = 19,6$ kNm⁻³.

Napětí σ_z určete pod středem základu (bod A_1), na hraně základu (bod A_3) a v bodě vzdáleném od hrany základu o $b/2$ (bod A_4). V těchto bodech (A_1, A_3, A_4) vykreslete průběh napětí.

Hloubky z volte stejně jako v příkladu 8.

- b) Určete a vykreslete průběh svislého napětí σ_z ve vodorovné rovině vzdálené $z_1 = 1$ m a $z_2 = b$ od základové spáry.

Pro tento příklad neuvažujte redukci součinitelem κ_1 .

Požadované formuláře :

Graf 6 - Napětí pod kruhovým základem

Graf 3.1

Vliv hloubky založení

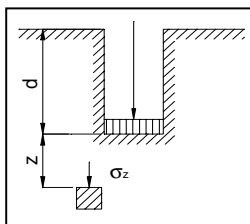
Průběh součinitele κ_1

Pro pas

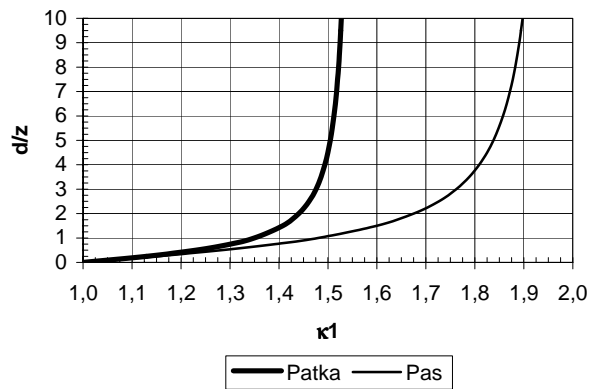
$$\kappa_1 = 1 + 0,61 \cdot \arctg \frac{d}{z}$$

Pro patku

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

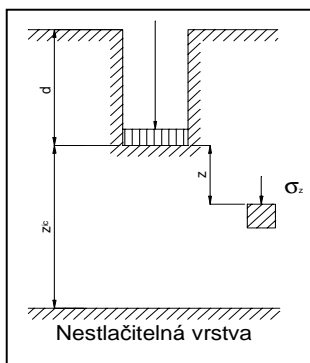


PRŮBĚH SOUČiniteLE κ_1

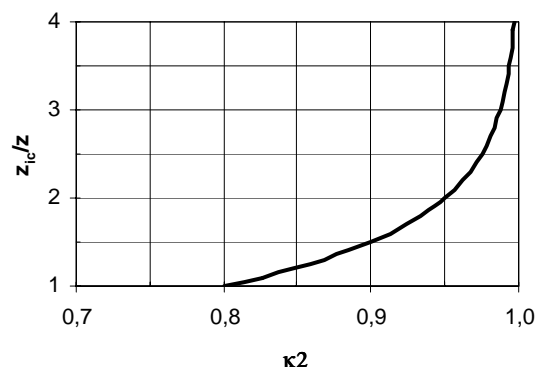


Graf 3.2

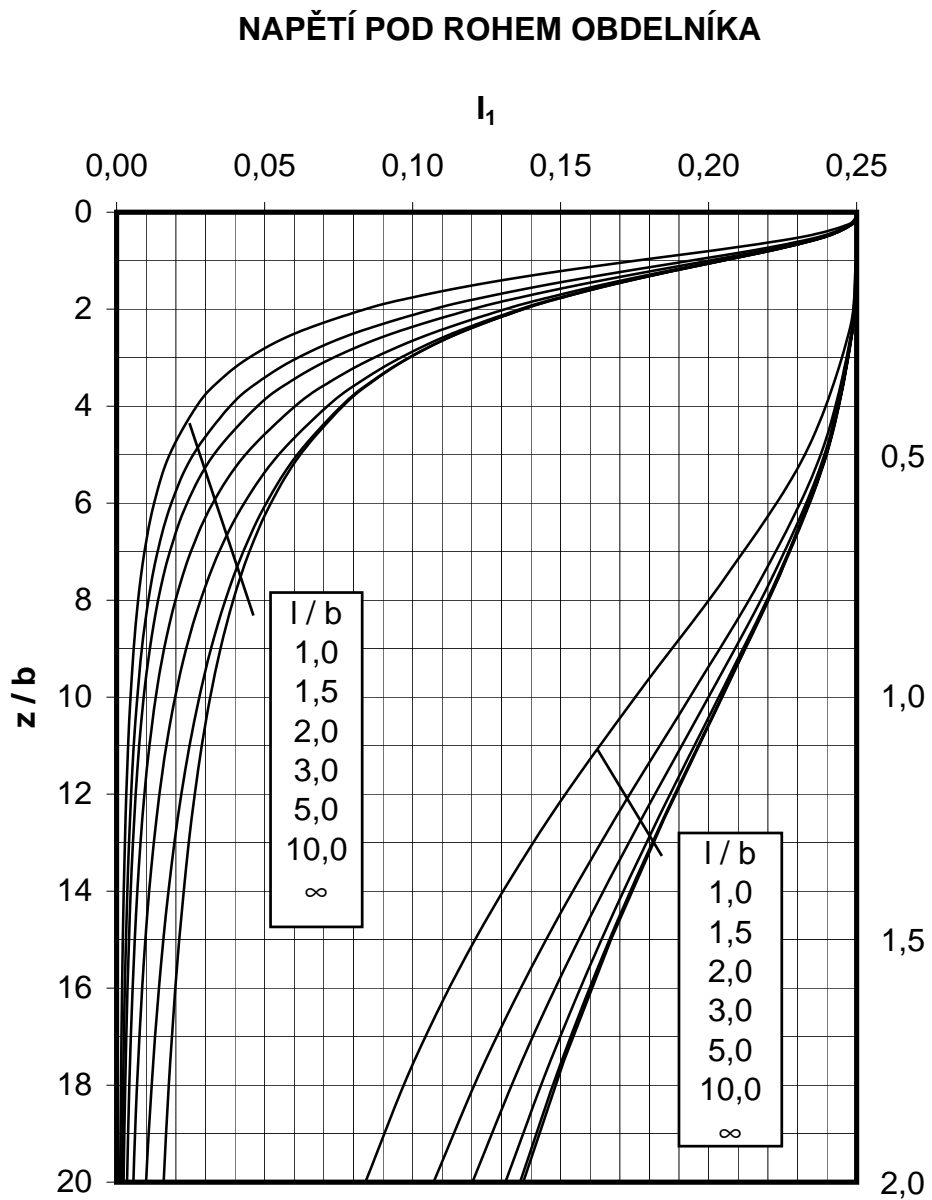
Vliv nestlačitelného podloží



PRŮBĚH SOUČiniteLE κ_2

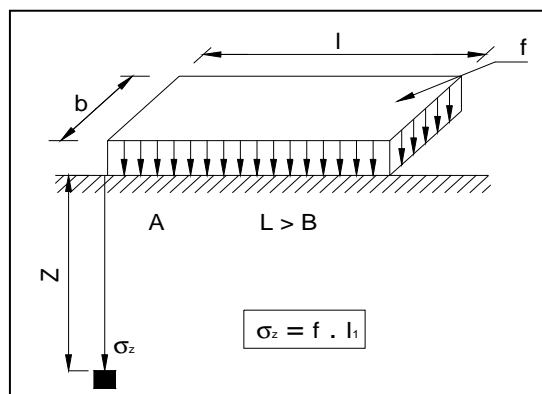


Graf 4



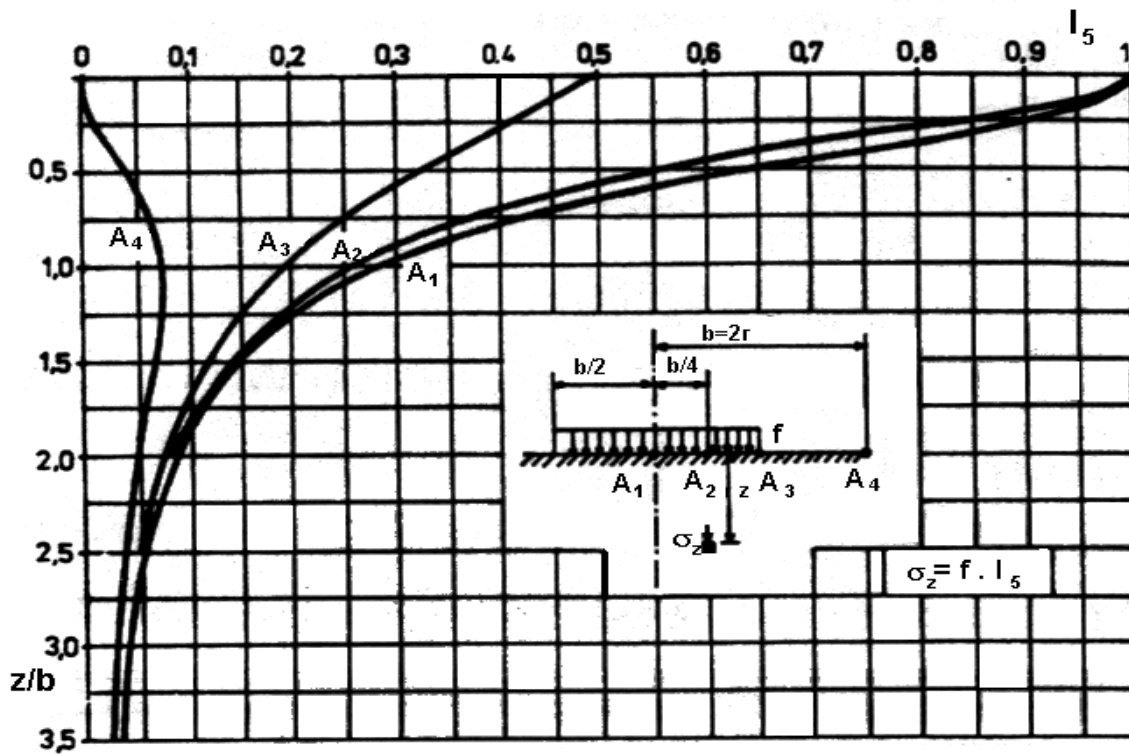
Graf 5

Napětí pod charakteristickým bodem obdélníka



Graf 6

Průběh napětí pod kruhovým základem



PŘÍKLAD č. 10 (výpočet sednutí tuhého obdélníkového základu)

a) Vypočítejte celkové sednutí zásobníku založeného na tuhé železobetonové desce půdorysných rozměrů $b \times l$ (m). Hloubka založení $d=2,5\text{m}$ pod terénem. Rovnoměrné kontaktní napětí od stavby je σ (MPa). Ustálená hladina podzemní vody je v hloubce 8,5m.

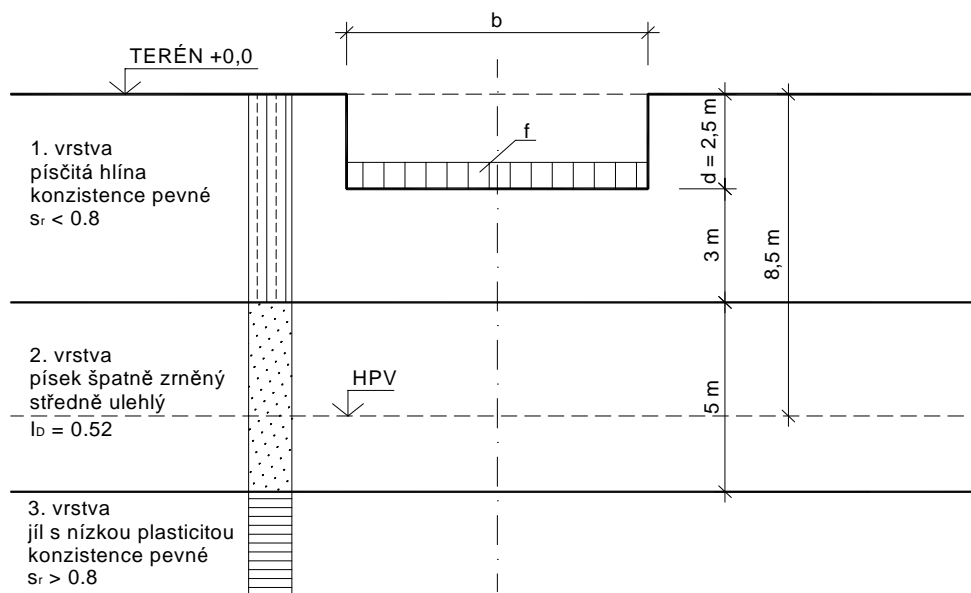
Vykreslete průběh napětí od vlastní tíhy zeminy σ_{σ} , napětí od přetížení σ_z , průběh strukturní pevnosti σ_s a určete hloubku deformační zóny z_z . Posuďte základovou půdu na II. mezní stav.

Rovnoměrné kontaktní napětí od stavby σ si zadejte stejně jako v příkladu č.8. Rovněž rozměry základu $b \times l$ volte stejně jako v příkladu č.8. Geologické poměry viz obr. Pro zadané zeminy určete směrné normové charakteristiky dle ČSN 73 1001:

- objemovou tíhu γ (kNm^{-3})
- modul přetvárnosti E_{def} (MPa)
- součinitel β , který charakterizuje pružné přetvoření. Platí: $\beta=1-2v^2/(1-v)$, $E_{oed}=E_{def}/\beta$
- hodnoty opravného součinitele přetížení m , dle tab.10, ČSN 73 1001

U hodnot popsaných intervalem uvažujte do výpočtu střední hodnotu.

b) Určete dosednutí stavby vlivem naplnění zásobníku, které vyvolá dodatečné přetížení $\sigma_{ot} = 150\text{kPa}$. Výpočet proveďte za předpokladu, že zásobník pro vlastní tíhu již konsolidoval. Vykreslete průběh napětí od přetížení.



Požadované formuláře :

- Tab.2.1,2.2 - Mezní hodnoty sednutí a hodnoty opravného součinitele m
 Graf 5 - Napětí pod charakteristickým bodem obdélníkového základu
 Graf 3.1,3.2 - Vliv hloubky založení a nestlačitelného podloží

Tab.2.2

Mezní hodnoty sednutí

Druh stavby	Konečné celkové průměrné sednutí	Nerovnoměrné sednutí	
	$S_{m,lim}$	Druh	Hodnota
	Hodnota [mm]		
1. Budovy a konstrukce u nichž nevznikají vlivem nerovnoměrného sedání přídatná namáhání a není nebezpečí porušení prostupů a souvisejících konstrukcí	120	$\Delta s/L_T$ $\Delta s/L$	0,003 0,006
2. Konstrukce			
2.1 staticky určité	100	$\Delta s/L$	0,005
2.2 železobetonové staticky neurčité	60	$\Delta s/L$	0,002
2.3 ocelové staticky neurčité	80	$\Delta s/L$	0,003
3. Vícepodlažní skeletové budovy			
3.1 železobetonové skelety s výplňovým zdívkem	60	$\Delta s/L$	0,0015
3.2 ocelové skelety s výplňovým zdívkem	70	$\Delta s/L$	0,0025
4. Vícepodlažní budovy s nosnými stěnami			
4.1 zděné z cihel a bloků se ztužujícími věnci	80	$\Delta s/L_T$	0,0015
4.2 z velkorozměrových panelů a monolitického betonu	60	$\Delta s/L$	0,0015
5. Tuhé železobetonové konstrukce			
komíny do výšky 100 m	200	$\Delta s/b$	0,003
komíny vyšší než 100 m	200	$\Delta s/b$	0,005
	100	$\Delta s/b$	0,002
6. Jeřábové dráhy	50	$\Delta s/L$	0,0015

Tab.2.1

Hodnoty opravného součinitele přetížení m

Druh základové půdy	m
Silně stlačitelné jemnozrnné zeminy tříd F 1 až F 8 - s modulem přetvoření $E_{def} < 4$ MPa - nepřekonsolidované - konzistence měkké nebo tuhé (všechny tři znaky musí být splněny)	0,1
Násypy a jiné sypaniny, základové půdy dodatečně zatížené a dosud nezkonsolidované. Horniny tříd R 1, R 2; zdravé druhohorní a třetihorní sedimenty tříd R 4, R 5.	
Jemnozrnné zeminy tříd F 1 až F 8, jimž nenáleží součinitel $m=0,1$ ani 0,4 ani 0,5. Písky a štěrky tříd S 1, S 2, G 1, G 2 pod hladinou podzemní vody. Horniny třídy R 3.	0,2
Písky a štěrky tříd S 1, S 2, G 1, G 2 nad hladinou podzemní vody. Písky a štěrky hlinité, jílovité či s příměsí jemnozrnné zeminy tříd S 3, S 4, S 5, G 3, G 4, G 5. Horniny tříd R 4, R 5 - kromě zdravých druhohorních a třetihorních sedimentů.	0,3
Horniny třídy R 6 (eluvia).	0,4
Spraše a sprašové hlíny nad hladinou podzemní vody, lze-li vyloučit jejich nasycení vodou.	0,5

Graf 3.1

Vliv hloubky založení

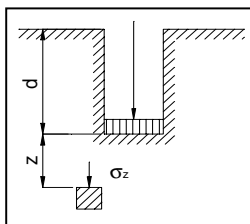
Průběh součinitele κ_1

Pro pas

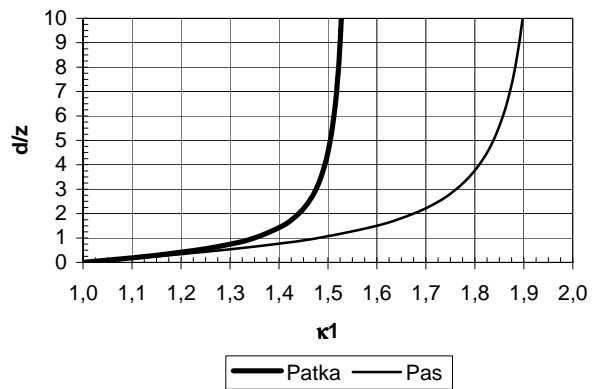
$$\kappa_1 = 1 + 0,61 \cdot \arctg \frac{d}{z}$$

Pro patku

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

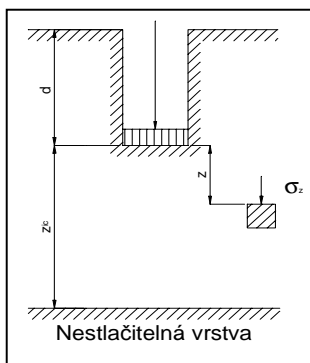


PRŮBĚH SOUČiniteLE κ_1

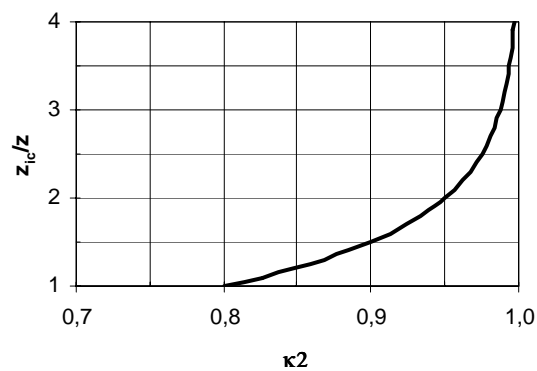


Graf 3.2

Vliv nestlačitelného podloží



PRŮBĚH SOUČiniteLE κ_2

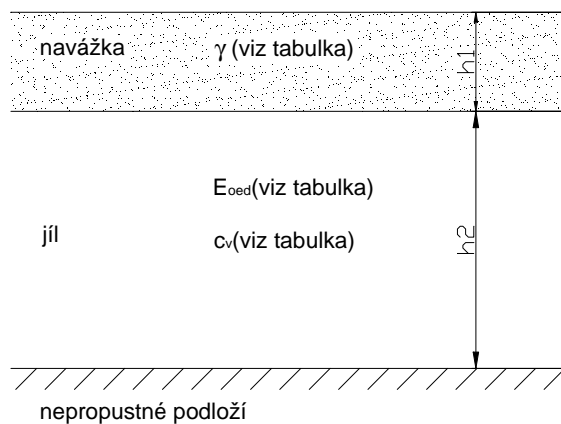


PŘÍKLAD č. 11 (časový průběh sedání)

Spočítejte časový průběh sedání (po 1, 6 a 12 měsících, 5, 10 a 20 letech) vrstvy jílu, na který byl navezen rozsáhlý násyp z propustné zeminy o výšce h_1 . Vlastnosti zemin jsou vyznačeny na obrázku a jejich hodnoty podle čísla n jsou uvedeny v tabulce..

Poznámka:

Jelikož se jedná o rozsáhlý násyp, neuvažujeme průběh napětí jako od přetížení (kdy napětí s hloubkou klesá), ale předpokládáme, že napětí bude po výšce konstantní. Pro nalezení stupně konsolidace „U“ budeme tedy uvažovat průběh napětí pro případ „0“. Jelikož odvodnění je možné pouze z jedné strany, uvažujeme případ a), tzn. že mocnost jílu bereme na výšku „ h “.



Tabulka: Fyzikální a mechanické vlastnosti jednotlivých zemin

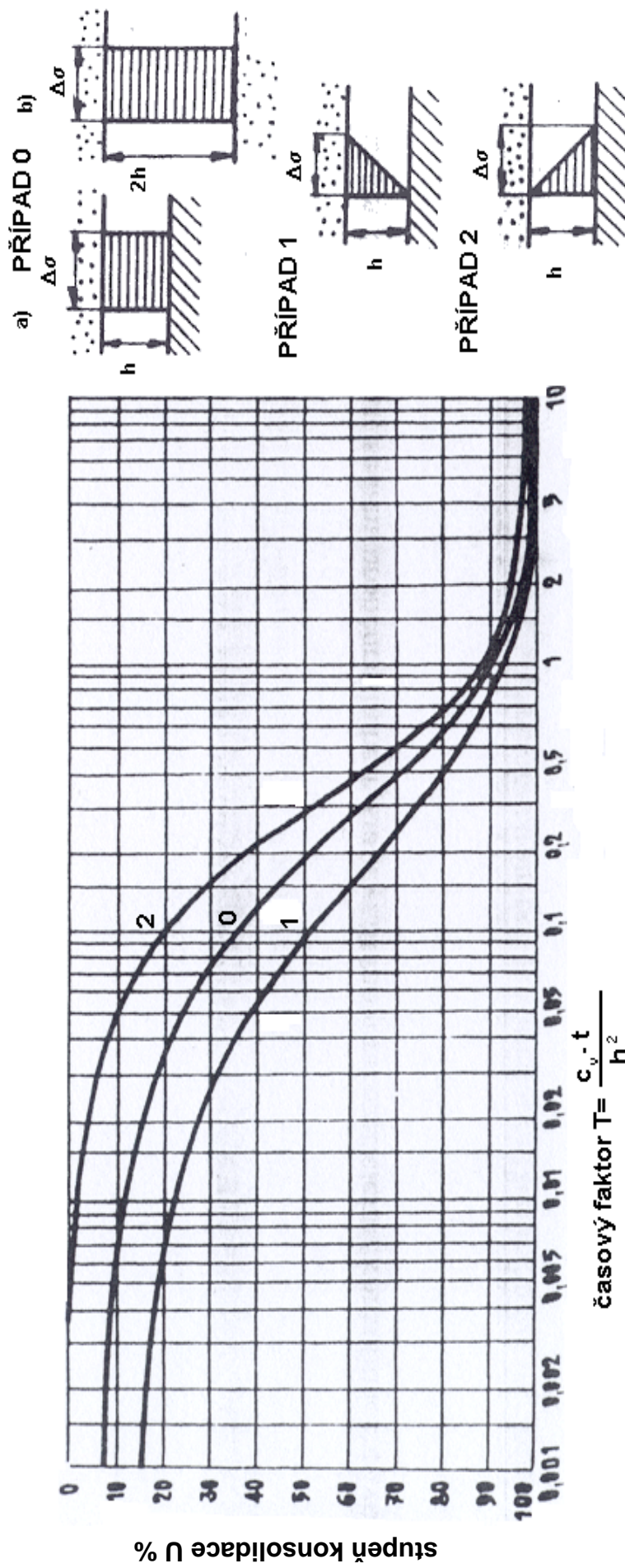
n	h_1 [m]	h_2 [m]	γ [kN/m ³]	E_{oed} [MPa]	C_v [cm ² /den]
1-5	2+0,2n	10,0	20,0	9,2	250
6-10		10,0	20,0	9,4	280
11-15		15,0	20,5	9,6	650
16-20		15,0	20,5	9,8	700
21-25		20,0	21,0	10,0	1100
26-30		20,0	21,0	10,2	1500

Požadované formuláře :

Graf 7 - Závislost stupně konsolidace na časovém faktoru

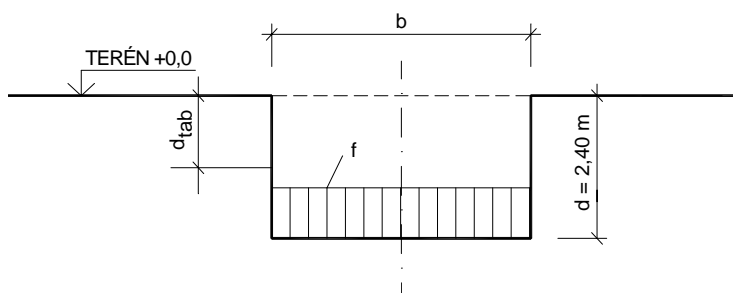
Graf 7

Závislost stupně konsolidace na časovém faktoru



PŘÍKLAD č. 12 (tabulková výpočtová únosnost)

Stanovte tabulkovou výpočtovou únosnost R_{dt} pro základovou patku půdorysných rozměrů $b \times l = 1,80 \times 2,2$ m. Hloubka založení patky $d = 2,40$ m pod terénem. Základovou půdu tvoří hlína s vysokou plasticitou, pevné konzistence.

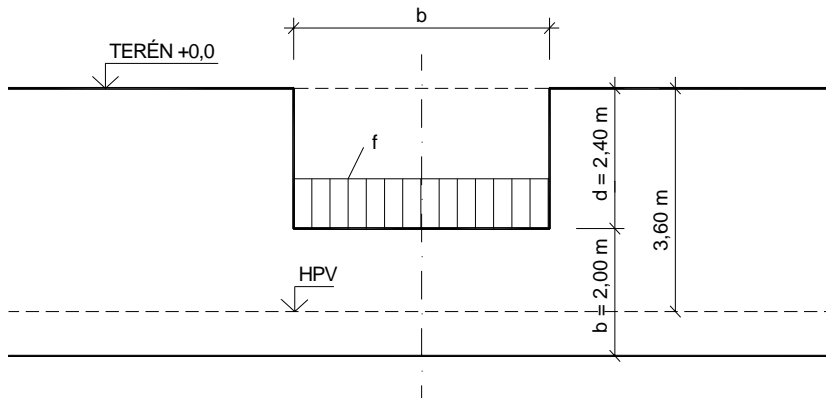


Požadované formuláře :

Tab.4 - Hodnoty tabulkové výpočtové únosnosti základových půd

PŘÍKLAD č. 13 (tabulková výpočtová únosnost)

Stanovte tabulkovou výpočtovou únosnost R_{dt} pro základovou patku půdorysných rozměrů $b \times l = 1,80 \times 2,2$ m. Hloubka založení patky $d = 2,40$ m pod terénem. Základovou půdu tvoří písek hlinitý, středně ulehlý ($I_D = 0,62$). Hladina podzemní vody je v hloubce 3,60 m pod terénem.

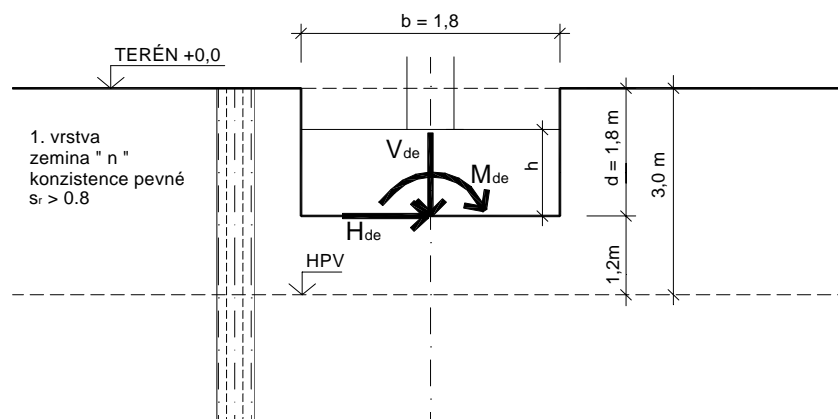


Požadované formuláře :

Tab.4 - Hodnoty tabulkové výpočtové únosnosti základových půd

PŘÍKLAD č. 14 (mezní stav únosnosti)

Posuďte z hlediska mezního stavu únosnosti základovou patku staticky neurčité konstrukce, která je v základové spáře zatížena výslednicí extrémního výpočtového zatížení v nejnepříznivější možné základní kombinaci o složkách V_{de} [kN], M_{de} [kNm] ve směru osy šířky b , H_{de} [kN]. Půdorysné rozměry patky $b \times l = 1,80 \times 2,50$ m. Hloubka založení patky $d = 1,80$ m. Od terénu až do hloubky předpokládaného dosahu smykových ploch je zemina



(dle tab.1), konzistence pevné, stupeň nasycení $S_r > 0,8$. Hladina podzemní vody je v hloubce 3,0 m od povrchu terénu.

extrémní výpočtové zatížení:

$$V_{de} = (370 + 10 \cdot n) \text{ kN},$$

$$M_{de} = (37,5 + 2,5 \cdot n) \text{ kNm}, \text{ pro } n > 20 \text{ je } M_{de} = (80 + 5 \cdot (n - 20)) \text{ kNm}$$

$$H_{de} = (50 + n) \text{ kN}.$$

Tab.1: Rozdělení zemin podle „n“

n	
1-10	F8
11-20	F5
21-30	F3

Požadované formuláře :

Tab. 1.1 - Směrné normové charakteristiky jemnozrnných zemin

Tab. 1.2 - Směrné normové charakteristiky písčitých zemin

Tab. 1.3 - Směrné normové charakteristiky štěrkovitých zemin

Tab 1.1

Směrné normové charakteristiky jemnozrnných zemin

Třída	Symbol	Charakteristika	Konzistence							
			měkká	tuhá	pevná		tvrdá			
			-	-	$S_r > 0,8$	$S_r < 0,8$	$S_r > 0,8$	$S_r < 0,8$		
F1	MG	v, β, γ kN/m ³	$v=0,35; \beta=0,62; \gamma=19,0;$				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	12 až 16			16 až 24	vyšetří se zkouškami
		φ_{ef} °	26 až 32							
F2	CG	v, β, γ kN/m ³	$v=0,35; \beta=0,62; \gamma=19,5;$				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			18 až 26	vyšetří se zkouškami
		φ_{ef} °	24 až 30							
F3	MS	v, β, γ kN/m ³	$v=0,35; \beta=0,62; \gamma=18,0;$				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			20 až 28	vyšetří se zkouškami
		φ_{ef} °	24 až 29							
F4	CS	v, β, γ kN/m ³	$v=0,35; \beta=0,62; \gamma=18,5;$				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			22 až 30	vyšetří se zkouškami
		φ_{ef} °	22 až 27							
F5	ML MI	v, β, γ kN/m ³	$v=0,40; \beta=0,47; \gamma=20,0;$				vyšetří se zkouškami			
		E_{def} MPa	1,5 až 3	3 až 5	5 až 8	7 až 10			10 až 15	12 až 20
		c_u kPa	30	60	70	70 až 80			200	80 až 90
		φ_u °	0	0	5	8 až 14			0	15 až 20
		c_{ef} kPa	8 až 16		12 až 20	20 až 40			20 až 28	vyšetří se zkouškami
		φ_{ef} °	19 až 23							
F6	CL CI	v, β, γ kN/m ³	$v=0,40; \beta=0,47; \gamma=21,0;$				vyšetří se zkouškami			
		E_{def} MPa	1,5 až 3	3 až 6	6 až 8	8 až 12			10 až 15	12 až 20
		c_u kPa	25	50	80	80 až 90			170	80 až 90
		φ_u °	0	0	0	4 až 12			0	14 až 18
		c_{ef} kPa	8 až 16		12 až 20	20 až 40			20 až 28	vyšetří se zkouškami
		φ_{ef} °	17 až 21							
F7	MH MV ME	v, β, γ kN/m ³	$v=0,40; \beta=0,47; \gamma=21,0;$				vyšetří se zkouškami			
		E_{def} MPa	1 až 3	3 až 5	5 až 7	7 až 10			10 až 15	12 až 20
		c_u kPa	25	50	80	80 až 90			170	80 až 90
		φ_u °	0	0	0	4 až 12			0	14 až 18
		c_{ef} kPa	4 až 10		8 až 16	14 až 28			16 až 24	vyšetří se zkouškami
		φ_{ef} °	15 až 19							
F8	CH CV CE	v, β, γ kN/m ³	$v=0,42; \beta=0,37; \gamma=20,5;$				vyšetří se zkouškami			
		E_{def} MPa	1 až 2	2 až 4	4 až 6	6 až 8			8 až 10	10 až 15
		c_u kPa	20	40	80	80 až 90			150	80 až 90
		φ_u °	0	0	0	3 až 10			0	12 až 16
		c_{ef} kPa	2 až 8		6 až 14	14 až 28			14 až 22	vyšetří se zkouškami
		φ_{ef} °	13 až 17							

Tab.1.2

Směrné normové charakteristiky písčitých zemin

Třída	Symbol	v	β	γ kN/m ³	E _{def} MPa		φ_{ef}		c _{ef} kPa	Činitelé ovlivňující stanovení charakteristik v rámci rozpětí třídy
					I _D = 0,33 až 0,67	I _D = 0,67 až 1,0	I _D = 0,33 až 0,67	I _D = 0,67 až 1,0		
S1	SW	0,28	0,78	20	30 až 60	50 až 100	34 až 39	37 až 42	0	I _D , w, % g, tvar zrn, angularita
S2	SP	0,28	0,78	18,5	15 až 35	30 až 50	32 až 35	34 až 37	0	
S3	S-F	0,30	0,74	17,5	12 až 19	17 až 25	28 až 31	30 až 33	0	
S4	SM	0,30	0,74	18		5 až 15		28 až 30	0 až 10	podíl jemných částic a konz.
S5	SC	0,35	0,62	18,5		4 až 12		26 až 28	4 až 12	zeminy

Tab.1.3

Směrné normové charakteristiky štěrkovitých zemin

Třída	Symbol	v	β	γ kN/m ³	E _{def} MPa		φ_{ef}		c _{ef} kPa	Činitelé ovlivňující stanovení charakteristik v rámci rozpětí třídy
					I _D = 0,33 až 0,67	I _D = 0,67 až 1,0	I _D = 0,33 až 0,67	I _D = 0,67 až 1,0		
G1	GW	0,20	0,90	21	250 až 390	360 až 500	36 až 41	39 až 44	0	I _D , w, % g, tvar zrn, angularita
G2	GP	0,20	0,90	20	100 až 190	170 až 250	33 až 38	36 až 41	0	
G3	G-F	0,25	0,83	19	80 až 90	90 až 100	30 až 35	33 až 38	0	
G4	GM	0,30	0,74	19		60 až 80		30 až 35	0 až 8	podíl jemných částic a konz.
G5	GC	0,30	0,74	19,5		40 až 60		28 až 32	2 až 10	zeminy

Tab. 3**Hodnoty tabulkové výpočtové únosnosti základových pŮd**

Poznámky:

1. Je-li základová spára v hloubce větší než hloubka založení předpokládaná v tab. 1 až 3, je možné u základových pŮd skupiny S a G zvýšit hodnoty o 2,5násobek a u základové pŮdy skupiny F o 1násobek efektivního napětí od tíhy základové pŮdy ležící mezi skutečnou a předpokládanou základovou spárou.

2. Lze-li očekávat, že nejvyšší hladina podzemní vody bude pod základovou spárou v hloubce menší než je šířka základu, tabulková hodnota výpočtové únosnosti se sníží o 30 %. Neplatí pro základové pŮdy skupiny R.

3. Je-li pod základovou spárou pevnější a méně stlačitelná vrstva základové pŮdy v hloubce menší než poloviční šířka základu, je možné tabulkové hodnoty výpočtové únosnosti zvýšit o 20 %.

**Tab.3.1. Hodnoty tabulkové výpočtové únosnosti R_{dt} kPa
zemín jemnozrnných při hloubce založení
0,8 až 1,5 m pro šířku základu ≤ 3 m**

Třída	Symbol	Tabulková výpočtová únosnost R_{dt} kPa			
		Konzistence			
		Měkká	Tuhá	Pevná	Tvrdá
F 1	MG	110	200	300	500
F 2	CG	100	175	275	450
F 3	MS	100	175	275	450
F 4	CS	80	150	250	400
F 5	ML; MI	70	150	250	400
F 6	CL; CI	50	100	200	350
F 7	MH; MV; ME	50	100	200	350
F 8	CH; CV; CE	40	80	160	300

**Tab.3.2. Hodnoty tabulkové výpočtové únosnosti R_{dt} kPa
zemín písčitých při hloubce založení 1 m**

Třída	Symbol	Tabulková výpočtová únosnost R_{dt} kPa			
		šířka základu b m			
		0,5	1	3	6
S 1	SW	300	500	800	600
S 2	SP	250	350	600	500
S 3	S-F	225	275	400	325
S 4	SM	175	225	300	250
S 5	SC	125	175	225	175

Poznámka: Pro třídu S 1 až S 3 platí hodnoty pro zeminy ulehlé. Pro zeminy středně ulehlé se hodnoty násobí součinitelem 0,65. Pro třídy S 4 a S 5 platí hodnoty pro konzistenci tuhou až pevnou.

**Tab.3.3. Hodnoty tabulkové výpočtové únosnosti R_{dt} kPa
zemín šterkovitých při hloubce založení 1 m**

Třída	Symbol	Tabulková výpočtová únosnost R_{dt} kPa			
		šířka základu b m			
		0,5	1	3	6
G 1	GW	500	800	1000	800
G 2	GP	400	650	850	650
G 3	G-F	300	450	700	500
G 4	GM	250	300	400	300
G 5	GC	150	200	250	200

Poznámka: Pro třídu G 1 až G 3 platí hodnoty pro zeminy ulehlé. Pro zeminy středně ulehlé se hodnoty násobí součinitelem 0,65. Pro třídy G 4 a G 5 platí hodnoty pro konzistenci tuhou až pevnou.

**Tab.3.4. Hodnoty tabulkové výpočtové únosnosti R_{dt} kPa
skalního masívu.**

Zatřídění skalních hornin podle pevnosti			Únosnost R_{dt} MPa		
Třída	Pevnost σ_c MPa	Pevnost	stření hustota diskontinuit - vzdálenost mm		
			velmi malá až malá > 600	střední až velká 600 až 60	velmi velká až extrémně velká < 60
			R 1	> 150	velmi vysoká
R 2	50 až 150	vysoká	4	2	1,2
R 3	15 až 50	střední	1,6	0,8	0,5
R 4	5 až 15	nízká	0,8	0,4	0,25
R 5	1,5 až 5	velmi nízká	0,6	0,3	0,2
R 6	0,5 až 1,5	extrémně nízká	0,4	0,25	0,15

Poznámky:

1.Tabulkové hodnoty R_{dt} u tříd R 1 až R 4 jsou použitelné u skalních masívů se sevřenými diskontinuitami bez jílovité výplně. V opačném případě je nutný individuální přístup.

2.Pokud skalní masív tříd R 5 a R 6 lze posuzovat metodami mechaniky zemín, lze vycházet z tabulkových hodnot únosnosti R_{dt} platných pro zeminy podle příslušného zatřídění.

PŘÍKLAD č. 15 (stabilita svahu dle Rodrigueze)

- a) Stanovte stupeň stability (podle Rodrigueze) a určete střed kritické kružnice pro násyp výšky $h = (3,5+0,2n)$ m. Předběžně navržený sklon násypu $\alpha_1 = 30^\circ$. Výpočtové parametry smykové pevnosti $\varphi_d = 22^\circ$, $c_d = 0,03$ MPa, objemová tíha zeminy $\gamma = 19,5$ kN/m³.
- b) Stupně stability určete také pro sklony $\alpha_2 = 20^\circ$ a $\alpha_3 = 40^\circ$ a pro všechny navržené sklony určete vodorovné průměty svahových úseček $h \cdot \cotg \alpha$

Poznámka:

Sledujte, jak změna sklonu podstatně změní vodorovné průměty svahových úseček. Důsledek – větší zábor půdy a podstatně větší přesuny zeminy.

Požadované formuláře :

Graf 8 – Určení středu kritické kružnice a stability svahu (dle Rodrigueze)

PŘÍKLAD č.16 (stabilita svahu)

Vypočítejte stupeň stability železničního zářezu. Sklon zářezu je dán tabulkou č.1 podle typu zeminy. Výšku zářezu volte podle tab.2. Zářez je prováděn v homogenním zeminovém prostředí, které je tvořeno soudržnou zeminou. Typ zeminy volte podle tabulky č.2. Pro výpočet uvažujte směrné normové charakteristiky.

Postup:

1. středy otáčení volte na přímce získané pomocí Felleniovy metody
2. stupeň stability pro zvolené středy otáčení vypočtete podle Pettersona (volte měřítko 1:100, šířku proužku $b = 1$ m, středy otáčení volte v blízkosti paty svahu, volte min. tři středy otáčení).
3. proveďte kontrolu stupně stability podle Rodrigueze
4. posuďte, zda předběžný návrh sklonu zářezu vyhovuje ($F_{\min} = 1,50$)

Poznámka:

pro stanovování parametrů pevností volte střední hodnotu z intervalu nalezených směrných normových charakteristik

tab.1: Předběžný návrh sklonu svahu

Třída	výška svahu 3 – 6 m	výška svahu 6 – 9 m
F1, F2	1:1,6	1:1,75
F3, F4	1:1,5	1:1,6
F5, F6	1:1,3	1:1,4
F7, F8	1:1,2	1:1,25

tab.2: Volba typu soudržné zeminy a výšky zářezu

n	zemina			výška zářezu [m]
	třída	konzistence	stupeň nasycení	
1 – 8	F1	pevná	$S_r < 0,8$	$4,5 + 0,5 \cdot a$
9 – 16	F4	pevná	$S_r < 0,8$	$4,5 + 0,5 \cdot (n-8)$
17 – 24	F6	pevná	$S_r < 0,8$	$4,5 + 0,5 \cdot (n-16)$
25 – 30	F8	pevná	$S_r < 0,8$	$4,5 + 0,5 \cdot (n-24)$

tab.3: Úhly β_1 a β_2 pro různé sklony svahu α

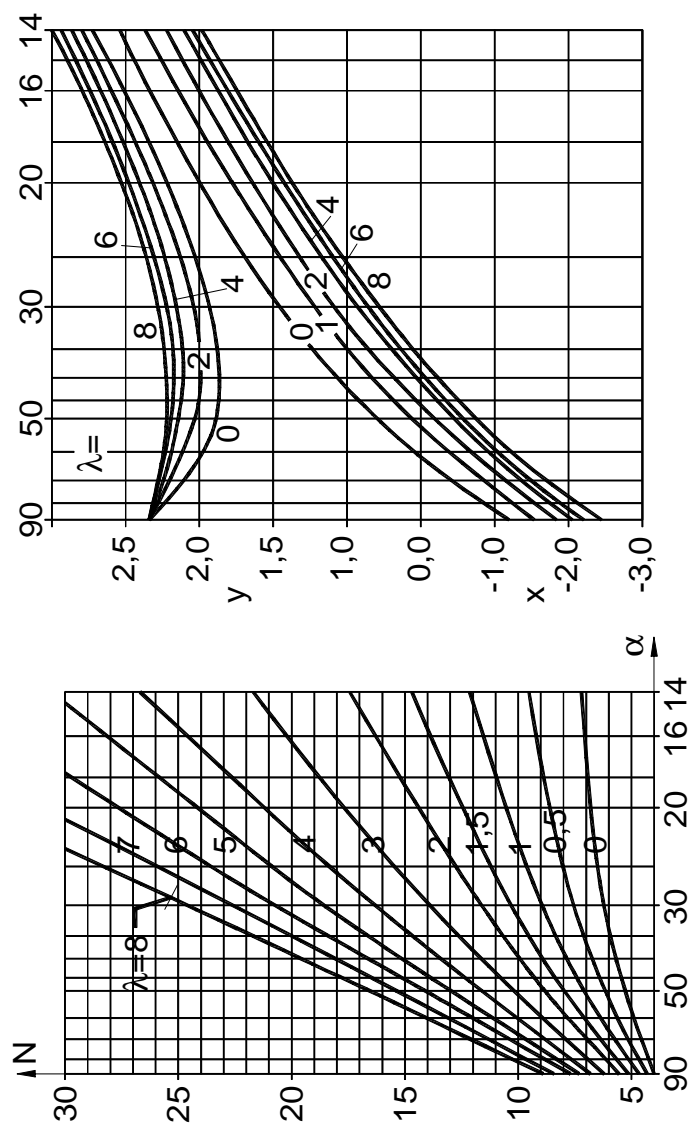
tg α	1,73 : 1	1 : 1	1 : 1,5	1 : 2	1 : 3	1 : 5
α	60°	45°	33°41'	26°34'	18°25'	11°19'
β_1	29°	28°	26°	25°	25°20'	25°
β_2	40°	37°	35°	35°	35°30'	36°50'

Požadované formuláře :

Graf 8 – Určení středu kritické kružnice a stability svahu (dle Rodrigueze)

Graf 8

Stabilita svahu dle Rodrigueze



Tab. 4

α°		SOUČINITEL K_p PRO $\delta = -\varphi$												
		Kp při β°												
		φ°	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45		
+10	10	10	1,73	1,87	1,98									
	15	15	2,40	2,65	2,83	3,12								
	20	20	3,45	3,90	4,40	4,96	5,23							
	25	25	5,17	5,99	6,90	7,95	9,11	9,67						
	30	30	8,17	9,69	11,40	13,50	15,90	18,50	19,90					
+20	35	35	13,80	16,90	20,50	24,80	29,80	35,80	42,30	46,60				
	40	40	25,50	32,20	40,40	49,90	61,70	76,40	110,00	113,00	127,00			
	45	45	52,90	69,40	90,00	116,00	148,00	188,00	239,00	303,00	375,00	431,00		
	10	10	1,78	1,89	2,01									
	15	15	2,58	2,82	3,11	3,30								
+30	20	20	3,90	4,38	4,92	5,53	5,83							
	25	25	6,18	7,12	8,17	9,39	10,70	11,40						
	30	30	10,40	12,30	14,40	16,90	20,00	23,20	25,00					
	35	35	18,70	22,80	27,60	33,30	40,00	48,00	56,80	62,50				
	40	40	37,20	46,90	58,60	72,50	89,30	111,00	158,00	164,00	185,00			
	45	45	84,00	110,00	143,00	184,00	234,00	297,00	378,00	478,00	592,00	680,00		
	10	10	1,78	1,89	2,00									
	15	15	2,72	2,96	3,26	3,45								
	20	20	4,35	4,88	5,46	6,14	6,47							
	25	25	7,33	8,43	9,65	11,10	12,70	13,50						
	30	30	13,10	15,50	18,20	21,40	25,20	29,30	31,60					
	35	35	25,50	31,00	37,50	45,20	54,20	65,20	77,00	84,80				
	40	40	54,60	68,80	86,00	107,00	131,00	162,00	204,00	241,00	271,00			
	45	45	135,00	176,00	228,00	293,00	374,00	475,00	604,00	763,00	945,00	1090		

ZMENŠOVACÍ SOUČINITEL ψ PRO $|\delta| < \varphi$

φ°	ψ při $ \delta /\varphi$					
	1,0	0,8	0,6	0,4	0,2	0,0
10	1,00	0,989	0,982	0,929	0,898	0,864
15	1,00	0,979	0,934	0,881	0,830	0,775
20	1,00	0,968	0,901	0,824	0,752	0,678
25	1,00	0,954	0,860	0,759	0,666	0,574
30	1,00	0,937	0,811	0,686	0,574	0,467
35	1,00	0,916	0,752	0,603	0,475	0,362
40	1,00	0,886	0,682	0,512	0,375	0,262
45	1,00	0,848	0,600	0,414	0,276	0,174

α°		SOUČINITEL K_p PRO $\delta = -\varphi$												
		Kp při β°												
		φ°	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45		
-30	10	10	1,17	1,41	1,53									
	15	15	1,39	1,70	1,92	2,06								
	20	20	1,71	2,06	2,42	2,71	2,92							
	25	25	2,14	2,61	2,96	3,66	4,22	4,43						
	30	30	2,78	3,42	4,16	5,01	5,96	6,94	7,40					
-20	35	35	3,75	4,73	5,87	7,21	8,76	10,60	12,50	13,60				
	40	40	5,31	6,87	8,77	11,00	13,70	17,20	24,60	25,40	28,40			
	45	45	8,05	10,70	14,20	18,40	23,80	30,50	38,90	49,10	60,70	69,10		
	10	10	1,36	1,58	1,70									
	15	15	1,68	1,97	2,20	2,38								
-10	20	20	2,13	2,52	2,92	3,22	3,51							
	25	25	2,78	3,34	3,99	4,60	5,29	5,57						
	30	30	3,78	4,61	5,56	6,61	7,84	9,12	9,77					
	35	35	5,36	6,69	8,26	10,10	12,20	14,80	17,40	19,00				
	40	40	8,07	10,40	12,00	16,50	20,00	25,50	36,50	37,80	42,20			
	45	45	13,20	17,50	22,90	29,80	38,30	48,90	62,30	78,80	97,30	111,00		
	10	10	1,52	1,72	1,83									
	15	15	1,95	2,23	2,57	2,66								
	20	20	2,57	2,98	3,42	3,75	4,09							
	25	25	3,50	4,14	4,90	5,62	6,45	6,81						
	30	30	4,98	6,01	7,19	8,51	10,10	11,70	12,60					
	35	35	7,47	9,24	11,30	13,80	16,70	20,10	23,70	26,00				
	40	40	12,00	15,40	19,40	24,10	29,80	37,10	53,20	55,10	61,60			
	45	45	21,20	27,90	36,50	47,20	60,60	77,30	98,20	124,00	153,00	176,00		
		10	10	1,64	1,81	1,93								
15		15	2,19	2,46	2,73	2,91								
20		20	3,01	3,44	3,91	4,42	4,66							
25		25	4,29	5,02	5,81	6,72	7,71	8,16						
30		30	6,42	7,69	9,13	10,80	12,70	14,80	15,90					
	35	35	10,20	12,60	15,30	18,60	22,30	26,90	31,70	34,90				
	40	40	17,50	22,30	28,00	34,80	42,90	53,30	76,40	79,10	88,70			
	45	45	33,50	44,10	57,40	74,10	94,70	120,00	153,00	174,00	240,00	275,00		