

## PŘÍKLAD č. 5: Stlačitelnost a konsolidace

Na vzorku jemnozrnné plně nasycené zeminy o průměru 100 mm a výšce 30 mm byla provedena zkouška jednoosé stlačitelnosti v edometrickém přístroji pro následující sled napětí:  $\sigma_a' = 12,5 \rightarrow 25 \rightarrow 50 \rightarrow 100 \rightarrow 200 \rightarrow 100 \rightarrow 50 \rightarrow 25 \rightarrow 12,5 \rightarrow 25 \rightarrow 50 \rightarrow 100 \rightarrow 200 \rightarrow 400 \rightarrow 800$  kPa. Naměřené osové stlačení ( $s_a$ ) vzorku na konci každého zatěžovacího stupně je uvedeno v tabulce I (dle přiděleného čísla n). Zkouška byla prováděna při teplotě 20°C.

Pro zatěžovací stupeň 200 kPa byl dále zaznamenán vývoj stlačení vzorku ( $s_a$ ) v čase ( $t$ ) – viz tabulka II (dle přiděleného čísla n).

Hustota pevných částic ( $\rho_s$ ) zkoušené zeminy stanovená pyknometricky před edometrickou zkouškou byla (dle přiděleného čísla n): 2 680 kg/m<sup>3</sup> (n = 1 - 5), 2 700 kg/m<sup>3</sup> (n = 6 - 10), 2 720 kg/m<sup>3</sup> (n = 11 - 15), 2 740 kg/m<sup>3</sup> (n = 16 - 20), 2 760 kg/m<sup>3</sup> (n = 21 - 25), 2 780 kg/m<sup>3</sup> (n = 26 - 28).

Vlhkost vzorku zeminy po skončení zkoušky ( $w_i$ ) byla (dle přiděleného čísla n): 45 % (n = 1 - 5), 46,5 % (n = 6 - 10), 48 % (n = 11 - 15), 49,5 % (n = 16 - 20), 51 % (n = 21 - 25), 52,5 % (n = 26 - 28).

Proveďte vyhodnocení edometrické zkoušky dle následujících bodů a pokynů vyučujícího:

1. Spočítejte osové relativní stlačení ( $\varepsilon_a$ ) vzorku a vykreslete závislost  $\varepsilon_a$  vs.  $\sigma_a'$ . Pro každý zatěžovací stupeň (celkem 14) vyhodnoťte edometrický modul přetvárnosti ( $E_{oed}$ ) a součinitel objemové stlačitelnosti ( $m_v$ ).
2. Spočítejte změnu čísla pórovitosti vzorku ( $e$ ) v průběhu zkoušky a vykreslete závislost  $e$  vs.  $\log \sigma_a'$ . Vyhodnoťte číslo (index) stlačitelnosti  $C_c$  (prvotní přitížení) a  $C_{cr}$  (odlehčení, resp. zpětné přitížení). Pro stanovení hodnoty  $C_c$  ( $C_{cr}$ ) nahraďte změřenou závislost  $e$  vs.  $\log \sigma_a'$  přímkou pro celý obor zatížení 12,5 → 800 kPa (200 ↔ 12,5 kPa).
3. Pro zatěžovací stupeň 200 kPa vykreslete závislost  $s_a$  vs.  $\sqrt{t}$  a vyhodnoťte součinitel konsolidace ( $c_v$ ) dle Taylora.

Tabulka I

n	1 - 5	6 - 10	11 - 15	16 - 20	21 - 25	26 - 28
$\sigma'_a$ [kPa]	$s_a$ [mm]					
12,5	0,025	0,032	0,210	0,330	0,170	0,091
25	0,658	0,589	0,870	1,050	0,770	0,592
50	1,146	1,146	1,500	1,700	1,360	1,066
100	1,628	1,839	2,160	2,380	1,990	1,531
200	2,031	2,422	2,750	3,047	2,661	2,030
100	1,870	2,167	2,551	2,792	2,577	1,977
50	1,702	1,861	2,221	2,549	2,478	1,913
25	1,517	1,589	1,863	2,309	2,337	1,838
12,5	1,250	1,328	1,520	2,018	2,194	1,734
25	1,440	1,528	1,800	2,270	2,316	1,825
50	1,635	1,778	2,200	2,503	2,454	1,900
100	1,820	2,106	2,527	2,768	2,568	1,975
200	2,037	2,428	2,769	3,085	2,663	2,032
400	2,493	3,128	3,420	3,720	3,203	2,488
800	3,094	3,761	3,990	4,360	3,790	3,000

Tabulka II

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
$t$	$s_a$ [mm]										
sekundy	0	1,628	1,628	1,628	1,628	1,628	1,839	1,839	1,839	1,839	1,839
	10	1,640	1,636	1,636	1,635	1,635	1,865	1,864	1,871	1,878	1,857
	20	1,646	1,642	1,642	1,639	1,638	1,876	1,876	1,881	1,893	1,866
	30	1,651	1,646	1,645	1,643	1,640	1,884	1,884	1,889	1,902	1,875
	40	1,655	1,650	1,646	1,645	1,642	1,892	1,892	1,897	1,910	1,882
	50	1,660	1,654	1,650	1,647	1,644	1,899	1,897	1,905	1,918	1,887
minuty	1	1,663	1,656	1,652	1,650	1,647	1,909	1,904	1,915	1,927	1,892
	2	1,675	1,670	1,667	1,662	1,656	1,933	1,931	1,945	1,957	1,910
	4	1,693	1,688	1,685	1,682	1,668	1,963	1,963	1,985	1,998	1,934
	8	1,720	1,714	1,710	1,707	1,686	2,011	2,018	2,036	2,059	1,974
	15	1,752	1,744	1,741	1,738	1,709	2,073	2,085	2,106	2,131	2,018
	30	1,803	1,796	1,792	1,789	1,747	2,166	2,176	2,204	2,243	2,091
hodiny	1	1,878	1,868	1,852	1,846	1,797	2,266	2,289	2,327	2,327	2,182
	2	1,952	1,940	1,934	1,925	1,857	2,329	2,343	2,376	2,380	2,312
	4	1,996	1,989	1,980	1,982	1,936	2,374	2,374	2,393	2,398	2,373
	8	2,016	2,008	2,005	2,006	1,998	2,387	2,404	2,408	2,408	2,391
	24	2,031	2,031	2,031	2,031	2,031	2,422	2,422	2,422	2,422	2,422

Tabulka II – pokračování

n	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
<b>t</b>	<b>s<sub>a</sub> [mm]</b>										
sekundy	0	2,160	2,160	2,160	2,160	2,160	2,380	2,380	2,380	2,380	2,380
	10	2,174	2,178	2,182	2,173	2,179	2,399	2,399	2,405	2,409	2,414
	20	2,181	2,185	2,189	2,179	2,189	2,409	2,407	2,413	2,420	2,425
	30	2,186	2,190	2,194	2,185	2,196	2,416	2,413	2,420	2,427	2,435
	40	2,190	2,194	2,199	2,190	2,203	2,423	2,419	2,427	2,433	2,441
	50	2,195	2,200	2,204	2,193	2,210	2,431	2,424	2,431	2,440	2,449
minuty	1	2,198	2,203	2,208	2,197	2,216	2,435	2,429	2,437	2,447	2,457
	2	2,214	2,220	2,224	2,211	2,237	2,464	2,451	2,460	2,472	2,485
	4	2,232	2,244	2,244	2,234	2,268	2,503	2,481	2,493	2,510	2,531
	8	2,263	2,275	2,277	2,263	2,311	2,552	2,523	2,593	2,561	2,588
	15	2,301	2,316	2,323	2,300	2,367	2,618	2,575	2,592	2,623	2,658
	30	2,355	2,376	2,387	2,360	2,456	2,714	2,661	2,677	2,718	2,765
hodiny	1	2,428	2,457	2,472	2,440	2,582	2,850	2,777	2,789	2,848	2,917
	2	2,544	2,573	2,594	2,558	2,664	2,925	2,895	2,950	2,964	2,991
	4	2,657	2,672	2,689	2,643	2,708	2,991	2,998	3,016	3,018	3,015
	8	2,706	2,715	2,728	2,715	2,728	3,014	3,030	3,034	3,032	3,029
	24	2,750	2,750	2,750	2,750	2,750	3,047	3,047	3,047	3,047	3,047

Tabulka II – pokračování

n	21	22	23	24	25	26	27	28	
<b>t</b>	<b>s<sub>a</sub> [mm]</b>								
sekundy	0	1,990	1,990	1,990	1,990	1,990	1,531	1,531	1,531
	10	2,032	2,018	2,037	2,013	2,004	1,550	1,540	1,556
	20	2,048	2,031	2,053	2,022	2,013	1,557	1,547	1,565
	30	2,062	2,041	2,066	2,027	2,018	1,563	1,552	1,573
	40	2,070	2,049	2,081	2,030	2,022	1,568	1,554	1,577
	50	2,081	2,058	2,087	2,035	2,025	1,571	1,559	1,582
minuty	1	2,091	2,065	2,098	2,040	2,028	1,575	1,562	1,589
	2	2,128	2,093	2,140	2,059	2,044	1,596	1,574	1,610
	4	2,177	2,135	2,201	2,088	2,063	1,622	1,593	1,646
	8	2,252	2,195	2,280	2,126	2,089	1,658	1,620	1,694
	15	2,337	2,258	2,375	2,168	2,123	1,699	1,653	1,750
	30	2,474	2,363	2,517	2,242	2,181	1,762	1,698	1,847
hodiny	1	2,543	2,503	2,570	2,339	2,264	1,858	1,762	1,926
	2	2,575	2,585	2,594	2,488	2,378	1,927	1,854	1,968
	4	2,597	2,607	2,614	2,591	2,537	1,982	1,950	1,995
	8	2,615	2,628	2,631	2,622	2,618	2,010	2,002	2,010
	24	2,661	2,661	2,661	2,661	2,661	2,030	2,030	2,030