

5. STANOVENÍ BOBTNACÍHO TLAKU

Jedním z hlavních geotechnických požadavků kladených na materiál bariéry je také bobtnací schopnost. Schopnost absorbovat velké množství vody spojená se schopností zvětšovat objem, umožňuje například uzavírání vzniklých trhlin. Vlastnost bobtnat při kontaktu s vlhkostí znamená, že v úložišti, kdy bude materiál o určitém objemu ze všech stran obklopen ostatními vrstvami bariéry bude vznikat bobtnací tlak. Tímto tlakem bude materiál působit na své okolí. Z těchto důvodů je pro správné navržení konstrukce úložiště nutné určit velikost bobtnacího tlaku zeleného jílu.

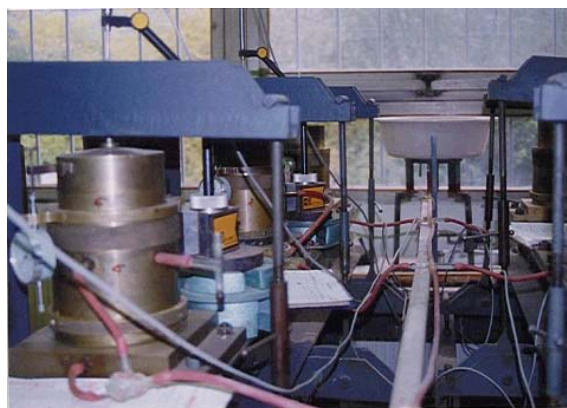
5.1 DEFINICE BOBTNACÍHO TLAKU A ZPŮSOBY MĚŘENÍ

Účelem zkoušky je zjištění schopnosti materiálu bobtnat a určení bobtnacího tlaku, který vyvozuje na své okolí je-li jim bráněno ve zvětšování objemu. Jedná se o zjišťování vlastnosti materiálů při zvyšování jejich vlhkosti.

Bobtnací tlak definujeme jako tlak elementu nasáklého vodou při zamezení deformace. Již této formulace vyplývá, že měření resp. metodika měření bobtnacího tlaku není úplně jednoduše proveditelnou záležitostí. Pro zjištění bobtnacího tlaku lze využít dvou metod měření. První metoda je založena na měření objemových změn zalitého vzorku vodou za předem určeného normálového zatížení v klasických edometrech. Touto metodou lze s ohledem na konstrukci edometrické stolice měřit objemové změny do zatížení okolo 1,0 MPa. Protože se předpokládá, že bobtnací tlak bude mnohem vyšší, byl zkonstruován speciální „Stand“ na měření bobtnacího tlaku s pomocí dynamometru. Na bobtnacím „Standu se snažíme co nejvíce zabránit objemovým změnám zavodněného vzorku a tak změřit co možná největší tlak (bez ztrát vyvolaných objemovými změnami).

5.2 PODROBNĚJŠÍ POPIS POUŽITÝCH ZAŘÍZENÍ

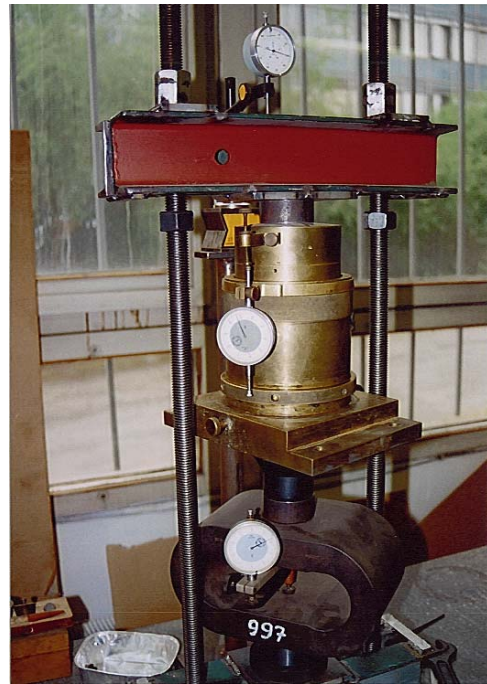
- *V klasických edometrech* na edometrické stolici pomocí pákového zatěžovacího ramene. Jedná se o postupné zatěžování, respektive odlehčování zkoušeného vzorku, který je současně zalit vodou. Na vzorek je vyvozeno konstantní napětí a sleduje se deformace vzorku v čase. Deformace se měří indikátorovými hodinkami umístěnými přímo na edometru a případně i indukčními snímači připevněnými na pákovém systému edometrické stolice. Podle zjištěné deformace k určitému napětí se usuzuje na bobtnací schopnost materiálu. Tento typ zatěžování je v laboratořích CEG možné použít pro zatížení do 1,0 MPa. Toto zatížení je maximální, které jde naložit na pákový systém edometrické stolice. Jedná se zhruba o 113 kg závaží pro starý typ edometru s průměrem prstence 120 mm,



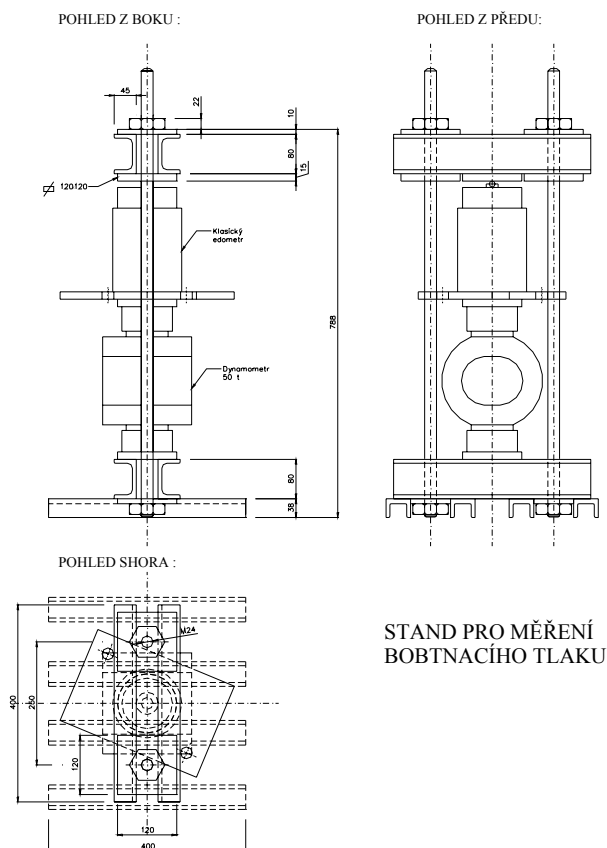
Obr. 1: Edometrická stolice

- Ve speciálním STANDU za pomoci dynamometrů

Jedná se o zařízení skládající se z podstavy tvořené ocelovými úhelníky, soutyči opatřeného závitem, horní části ze dvou U profilů a matek. Dalším přídatným zařízením je klasický edometr a dynamometr. Dynamometru, které přicházejí v úvahu jsou určeny pro zatížení 5, 10 a 50 t. Přesná konstrukce se stručným popisem je na obr. 3. Tento typ je vhodný pro měření bobtnacího tlaku, který získáme přímo odečtením na dynamometru. Výstupem ze zkoušek ve „Standu“ je průběh bobtnacího tlaku v čase v závislosti na změnách objemu, kterým nelze úplně zabránit. Důležité je správné umístění resp. vycentrování měřicího zařízení, protože při jakémkoliv vyosení dochází k nežádoucím deformacím a



Obr.2: STAND na měření bobtnacího tlaku do měření vnáší chyby.



Obr. 3: schéma STANDU na měření bobtnacího tlaku

STANDU. Stand byl podrobněji popsán v kapitole X.2. Schéma je pak na obr.3 a popis výroby zkušebních vzorků a jejich umístění do edometru byl již také popsán v předchozí kapitole. Jak již bylo uvedeno, používají se pro měření dynamometry různých tuhostí s mezním zatížením 50, 10 a 5 t. Na základě známých hodnot z měření na těchto

5.3 ÚPRAVA ZKOUŠENÉHO MATERIÁLU

Pro zjištění bobtnacího tlaku zeleného jílu byly vzorky upraveny lisováním.

- *Lisovaný materiál*

Materiál je nejprve uložen do ocelové formy, která má tvar shodující se s tvarem prstence edometrů a slisován na žádanou objemovou hmotnost. Z důvodu rychlejšího průběhu zkoušek a rozsahu edometru se výška takto lisovaných vzorků snižuje z 30 mm na 15 mm. Vzorek je vysunut z formy a vložen do prstence edometru. Po vytlačení vzorku z formy je vzorek vtlačěn do prstence edometru.

5.4 LISOVANÝ MATERIÁL VE SPECIÁLNÍM STANDU

Sada měření bobtnacích tlaků lisovaných vzorků zeleného jílu za pomoci speciálního

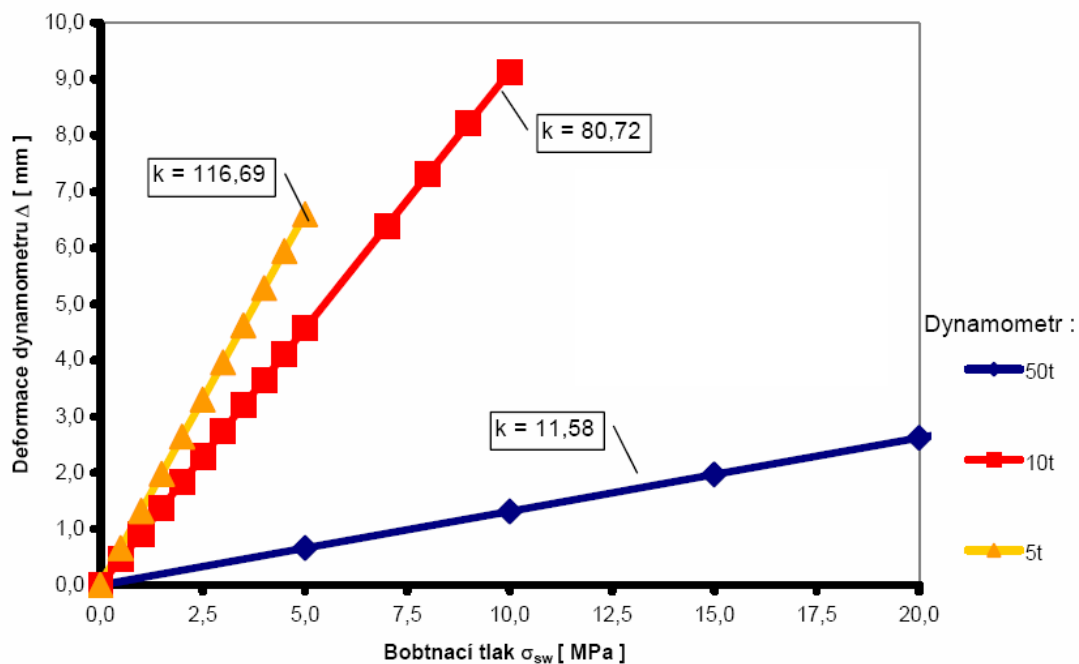
dynamometrech pro bentonity a pro směs Rokle mletá neaktivovaná s 10% písku a 5% grafitu bylo předpokládáno využití těchto druhů dynamometrů.

Základní myšlenkou sestavení speciálních tuhých STANDŮ na měření bobtnacího tlaku bylo, co možná největší zabránění objemovým změnám a tím naměřením co možná největších bobtnacích tlaků. Prvním výstupem měření je závislost deformace a bobtnacího tlaku v čase. Deformace získaná odečtením z indikátorových hodiněk umístěných přímo na edometru a tlak je získáván z deformace odečtené z indikátorových hodiněk na dynamometru přepočtem za pomoci kalibrační konstanty daného dynamometru. Pro jednotlivé dynamometry byla provedena kalibrace na sálových lisech jejichž výstupem jsou kalibrační konstanty k [mm/MN]. Jednotlivé konstanty jsou uvedeny na obr. 4.

$$\sigma_{sw} = \frac{\Delta}{k \cdot A}$$

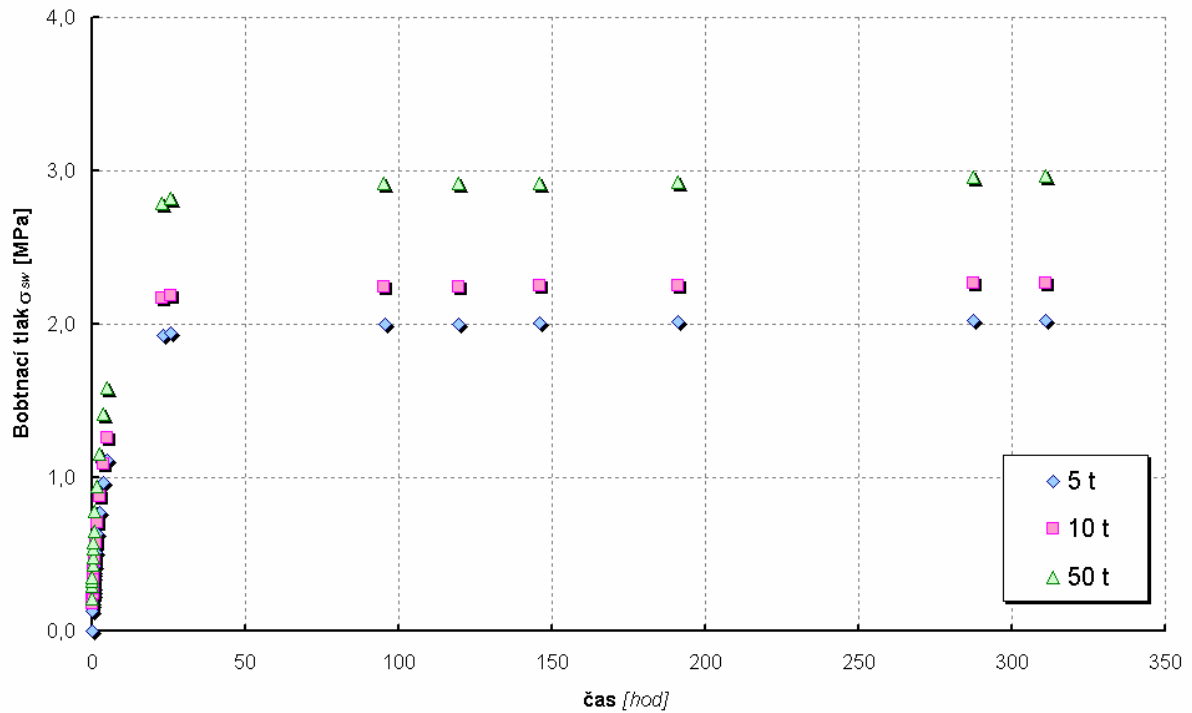
- hledaný bobtnací tlak σ_{sw} [MPa]
- odečtené deformace z indikátorových hodiněk na dynamometru Δ [mm]
- A – plocha vzorku v oedometru [m²]

Kalibrace dynamometrů

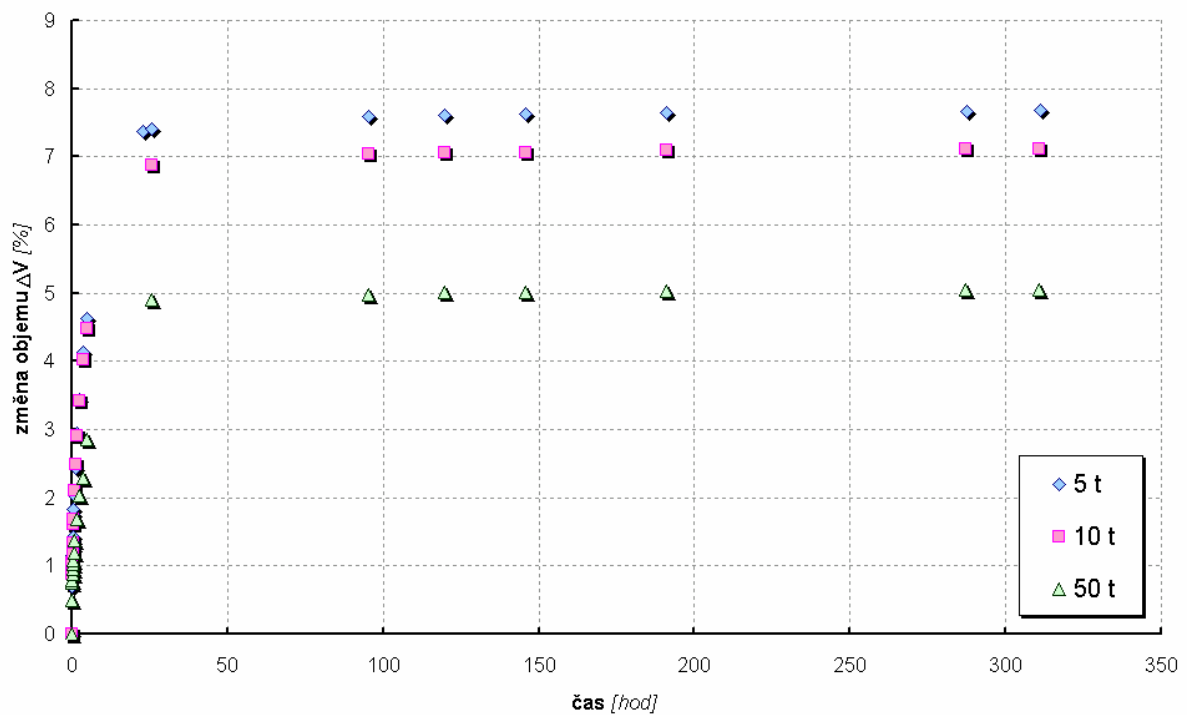


Obr. 4: Kalibrační konstanty dynamometrů

Po již popsaném ukládání vzorků do edometru a sestavení edometru byl edometr umístěn do STANDU na dynamometr tak, aby osy edometru a dynamometru byly totožné, Dále bylo nutno spustit horné část složenou ze dvou úhelníků a lehce dotáhnout šrouby na soutyčí tak, aby byly aktivovány indikátorové hodinky na edometru i dynamometru. Následuje první záznam měření, zalití vzorku destilovanou vodou a dále je již měřeno bobtnání. Hodnoty deformací jsou odečítány zpočátku ve velmi krátkými intervaly, které se ale časem prodlužují úměrně ustalování deformací vzorků. V okamžiku, kdy dojde k ustálení deformace je zkouška ukončena.



Graf 1- Průběh bobtnání v čase pro dynamometr 5, 10 a 50 t



Graf 2- Změna objemu v čase pro dynamometr 5, 10 a 50 t

V grafech jsou vynesena všechna měření provedená ve speciálních standech. Tab. 1 udává základní vlastnosti vzorků na počátku měření ve speciálních standech.

URČENÍ BOBTNACÍHO TLAKU PREFABRIKÁTU**ZELENY JIL****oedometr č.3**

Hmotnost vzorku :	$m = m_1 + m_2 + m_3$	g	
Hmotnost po slisování		324,45	g
Váha zeminy s prstencem edometru		2556,13	g
Váha prstence		2231,68	g
Hmotnost vzorku :	$m =$	324,45	g
Výška vzorku	$h =$	15,27	mm
Průměr vzorku	$d =$	120,075	mm
Zatěžovaná plocha	$A =$	0,011324	[m ²] (starý typ oedometru)
Objem vzorku	$V =$	0,000173	m ³
Objemová hmotnost	$\rho =$	1876	kg/m ³
Váha zeminy s prstencem edometru		2653,50	g
Váha prstence		2235,99	g
Váha zeminy netto		417,51	g
Hmotnost vzorku po zkoušce :	$m =$	417,51	g
Hmotnost vzorku po vysušení	$m_d =$	296,18	g
Výška vzorku po zkoušce	$h_1 =$		mm
Koeficient 5t dynamometr	$k_5 =$	116,69	(pro převod při jednotkách mm, MN)
Výška válce po zkoušce			mm

Datum	Čas	čas [hod]	Bobtnací tlak MPa	Čtení na edometru [mm]	Čtení na dynamom. [mm]	Poměr edom	Změna objemu [%]
18.7.02	9:55:00	0	0,000	0	0	0,000	0,000
18.7.02	10:00:00	0,083	0,132	0,105	0,174	0,688	0,688
18.7.02	10:03:00	0,133	0,185	Zavodněno	0,149	0,244	0,976
18.7.02	10:07:00	0,200	0,219		0,175	0,289	1,146
18.7.02	10:10:00	0,250	0,239		0,191	0,316	1,251
18.7.02	10:12:00	0,283	0,261		0,206	0,345	1,349
18.7.02	10:15:00	0,333	0,282		0,219	0,373	1,434
18.7.02	10:20:00	0,417	0,284		0,249	0,375	1,631
18.7.02	10:25:00	0,500	0,353		0,269	0,467	1,762
18.7.02	10:30:00	0,583	0,370		0,279	0,489	1,827
18.7.02	10:40:00	0,750	0,422		0,309	0,557	2,024
18.7.02	11:00:00	1,083	0,515		0,371	0,68	2,430
18.7.02	11:33:00	1,633	0,637		0,45	0,842	2,947
18.7.02	12:18:00	2,383	0,775		0,526	1,024	3,445
18.7.02	13:35:00	3,667	0,964		0,63	1,274	4,126
18.7.02	14:44:00	4,817	1,113		0,708	1,471	4,637
19.7.02	8:55:00	23,000	1,930		1,125	2,55	7,367
19.7.02	11:33:00	25,633	1,943		1,131	2,568	7,407
22.7.02	9:15:00	95,333	1,999		1,159	2,642	7,590
23.7.02	9:35:00	119,667	2,003		1,163	2,647	7,616
24.7.02	11:46:00	145,850	2,008		1,164	2,653	7,623
26.7.02	9:07:00	191,200	2,012		1,168	2,659	7,649
30.7.02	9:15:00	287,333	2,026		1,171	2,677	7,669
31.7.02	8:55:00	311,000	2,028		1,172	2,68	7,675