



Katedra geotechniky a podzemního stavitelství

Zakládání staveb – Fyzikálně chemické vlastnosti hornin

doc. Dr. Ing. Hynek Lahuta



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Inovace studijního oboru Geotechnika CZ.1.07/2.2.00/28.0009.
Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem ČR.

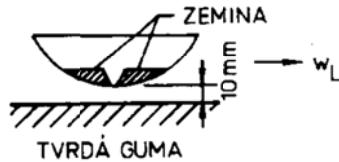
Fyzikálně chemické vlastnosti zemin

ATTERBERGOVY MEZE:

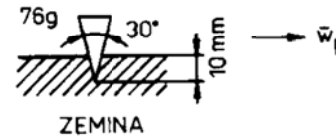
smrštění - w_s
 plasticity - w_p
 tekutosti - w_L

udává se vlhkost v %

CASSAGRANDEHO SKÚŠKA

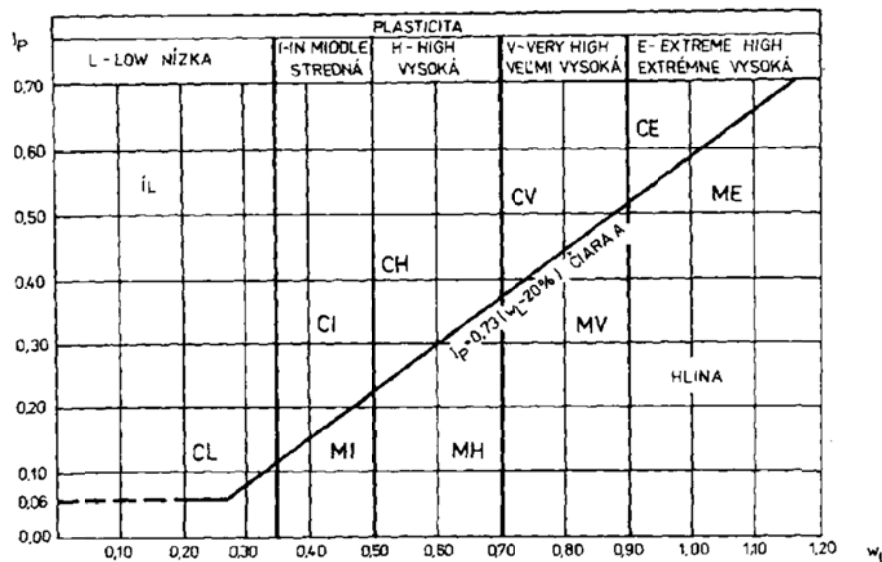


SKÚŠKA PODĽA VASILIEVA



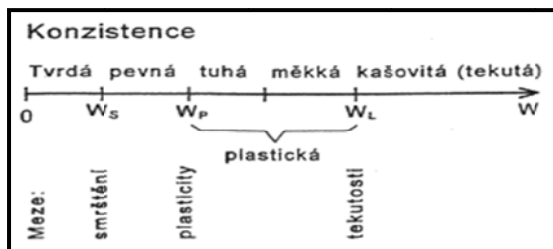
Obr. 1. Schéma postupů na určování meze tekutosti zeminy

Index plasticity I_P



Obr. 2. Diagram plasticity pro částice menší než 0,5 mm.

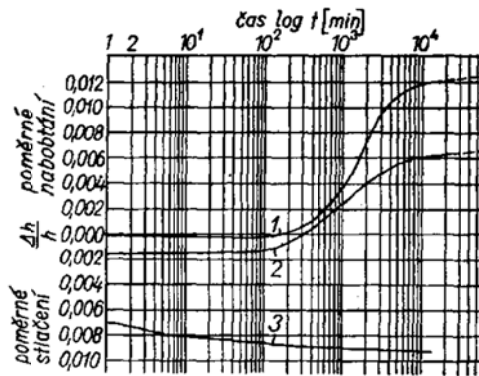
Stupeň konzistence I_c



Konzistenční stavy a konzistenční meze (nahore). Dělení zemin jemnozrnných podle konzistence (vpravo)

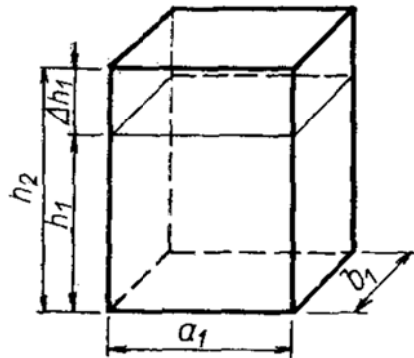
Konzistence	Stupeň konzistence I_c	Chování zeminy
kašovitá	<0,05	při sevření se protlačuje mezi prsty
měkká	0,05 až 0,50	dá se lehce hníst v prstech
tuhá	0,50 až 1,00	hněte se obtížně v prstech
pevná	>1,00	lze do ní vtisknout nehet
tvrdá	-	vyschlá, při úderu kladiva se drolí

BOBTNAVOST



Obr. 3. Bobtnání jílu z Jirkova
 1 - 0,5 kp/cm²; 2 - 1,0 kp/cm²; 3 - 2,0 kp/cm²;

Význam
 Zamezení



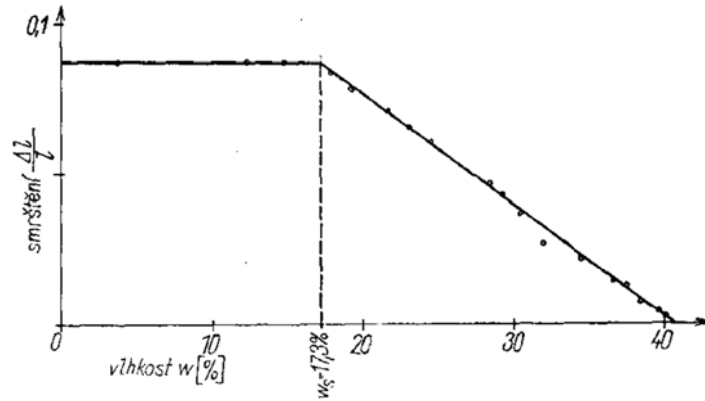
Obr. 4. Lineární bobtnání

$$q_b = \frac{\Delta h_1}{h_1}$$

SMRŠTĚNÍ

Význam, podmínky

$$s = h \cdot \frac{\gamma_s \cdot \Delta w}{1 + \gamma_s \cdot w'}$$



Obr. 5. Závislost mezi vlhkostí a lineárním smrštěním

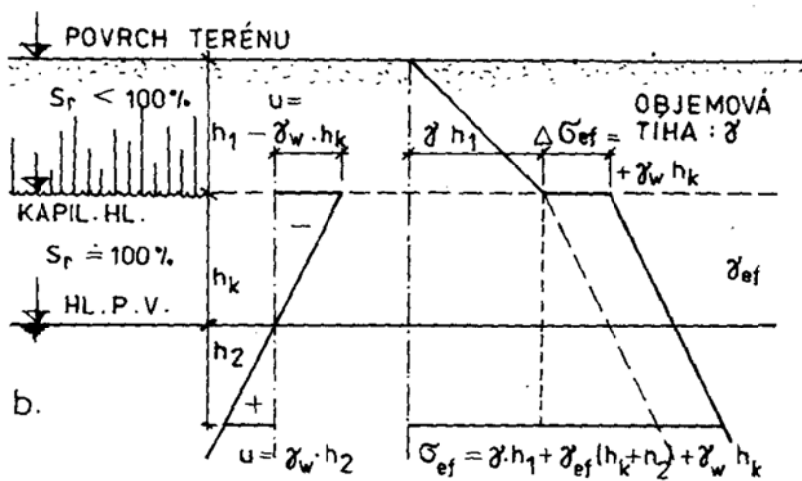
Mez smrštění (Cassagrande)

VODA V ZEMINÁCH

GRAVITAČNÍ

Volná – pod H.P.V.

Kapilární – mezi H.P.V. a kapilární výškou



Obr. 6. Kapilární vztlínavost (vliv na napětí)

VÁZANÁ (SOLVATAČNÍ)

Pevně vázaná (adsorbovaná) – vnitřní část difúzního obalu (max. 10 vrstev orientovaných molekul vody). Síla vazby 100-1000 MPa, $\gamma = 12-24 \text{ kNm}^{-3}$, odstranění 150-300°C

ovlivňuje
plasticitu a
soudržnost

Kapilární (osmotická)

VODNÍ PÁRA

STRUKTURÁLNÍ

 $\left\{ \begin{array}{l} \text{Chemicky vázaná} \\ \text{Krystalická} \end{array} \right.$

LED

PROPUSTNOST

filtrační rychlost $v = \frac{Q}{A}$ $v = k \cdot i$

Darcyho zákon laminární

turbulentní (Reynolds)

$$v = \frac{R \cdot \mu \cdot g}{\rho_w \cdot d}$$

Pohyb po překonání odporu části vázané vody $v = k(i - i_{or})$

hlíny – $i_{or} = 0,2 \approx 0,5$

jíly – $i_{or} = 12 \approx 18$

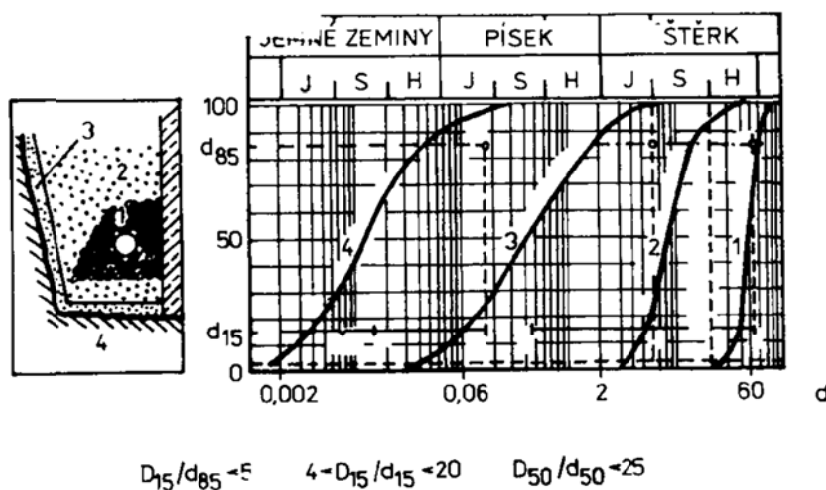
Empirické stanovení souč. filtrace

a) porovnání křivek zrnitosti

b) určení ef. průměru d_{ef}

HAZEN $k = 0,01 d_{10}^2$ (d_{10} – mm, k – ms^{-1})

TERZAGHI $k = 200 d_e^2 \cdot e^2$ (d_{10} – mm, k – mms^{-1})



Obr. 7. Terzaghiho kritérium pro zrnitost filtrů. D — zrna filtračního materiálu; d — zrna zeminy; 1,2 — filtr štěrkovitý; 3 — filtr písčitý; 4 — zemina

Laboratorní metody
- určení souč. filtrace

Druh zeminy	Součinitel filtrace (m · s ⁻¹)
Kamenitá suť	10 ⁻¹ ÷ 10 ⁻⁵
Hrubý štěrť	10 ⁻² ÷ 10 ⁻⁵
Střední štěrť	10 ⁻³ ÷ 10 ⁻²
Jemný štěrť	10 ⁻² ÷ 10 ⁻⁴
Hrubý písek	10 ⁻² ÷ 10 ⁻⁵
Střední písek	10 ⁻³ ÷ 10 ⁻⁶
Jemný písek	10 ⁻³ ÷ 10 ⁻⁶
Zahliněný písek	10 ⁻⁴ ÷ 10 ⁻⁷
Jílovitý písek	10 ⁻⁵ ÷ 10 ⁻⁸
Spraš	10 ⁻⁵ ÷ 10 ⁻¹⁰
Hlína	10 ⁻⁶ ÷ 10 ⁻¹⁰
Jíl	10 ⁻⁸ ÷ 10 ⁻¹²

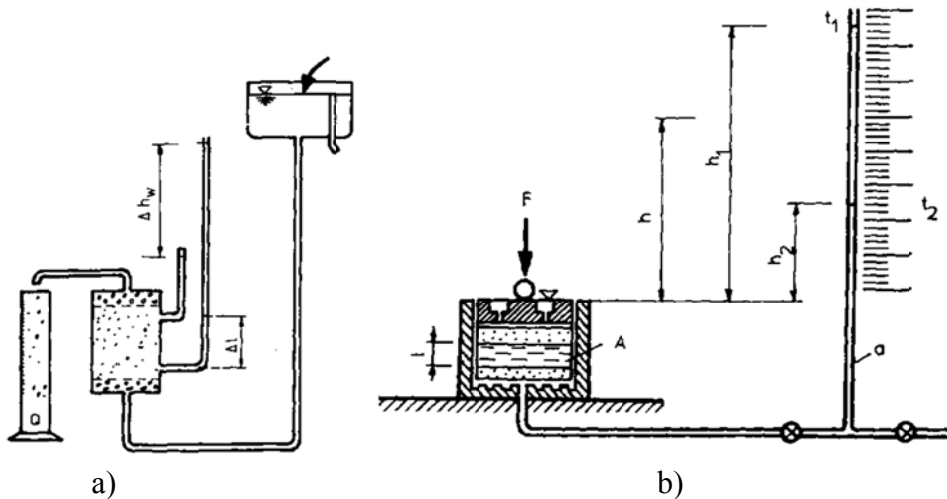
Tab. 1. Orientační velikosti součinitele filtrace

Propustoměry

- ustálené proudění
- neustálené proudění

$$v = \frac{Q}{\Delta t \cdot A} \Rightarrow k = \frac{Q}{\Delta t \cdot A} \cdot \frac{\Delta l}{\Delta h_w}$$

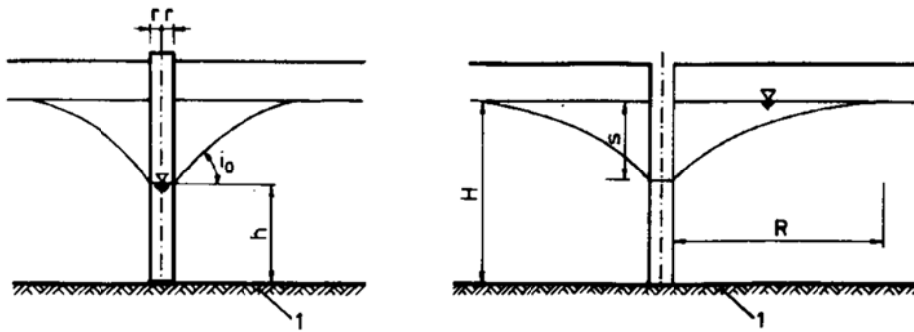
$$k = 2,3 \cdot \frac{a \cdot l}{t \cdot A} \cdot \log \frac{h_1}{h_2}$$



Obr. 8. Měření souč. filtrace s konstantním a) a proměnným gradientem b).

Polní zkoušky

1) čerpací

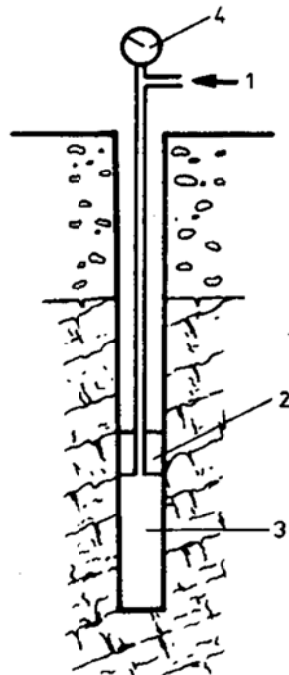


Obr. 9. Řešení hydraulicky úplné studně

$$q = \pi \cdot k \frac{H^2 - h^2}{\ln \frac{R}{r}}$$

přítok do studně:

2) vsakovací



$$k = 0,525 \cdot Q \cdot \log \frac{0,66l}{r}$$

Obr. 10. Vodní tlaková zkouška podle LUGEONA