

METODIKA LABORATORNÍCH ZKOUŠEK

VLHKOST w (%)

– poměr hmotnosti vody v zemině k hmotnosti vysušené zeminy. Je stanovena dle normy ČSN EN ISO 17892-1 „Geotechnický průzkum a zkoušení – Laboratorní zkoušky zemin – Část 1: Stanovení vlhkosti“.

Zkušební vzorek se suší při teplotě 105 °C až 110 °C na ustálenou hmotnost.

Vlhkost se počítá dle vzorce: $w = \frac{m_w}{m_d} \times 100$

m_w	hmotnost vody odstraněné vysoušením (g)
m_d	hmotnost vysušeného zkušební vzorku (g)

ZRNITOST

– hmotnostní podíl jednotlivých zrnitostních frakcí přítomných v dané zemině. Je stanovena dle ČSN EN ISO 17892-4 „Geotechnický průzkum a zkoušení – Laboratorní zkoušky zemin – Část 4: Stanovení zrnitosti“ kombinovanou metodou prosévání případně sedimentací (hustoměrnou zkouškou).

Vysušený zkušební vzorek se proseje na sadě sít až do minimální velikosti oka 0,063 mm. Zbytky na sítích po prosévání a materiál pod sítím 0,063 mm se zváží a vypočítá se kumulativní hmotnost zrn zachycených na každém sítě.

Pro hustoměrnou zkoušku se připraví zkušební vzorek do válce o objemu 1 litr. Do zkušební vzorku zeminy je přidán dispergační roztok, vzniklá suspenze se promíchá a začíná se odečítat hustota v určených časových intervalech. Odečet probíhá v klimatizované místnosti tak, aby se během zkoušky nezměnila teplota uvnitř válců o více jak 3 °C.

Granulometrické složení zeminy je graficky dokumentováno křivkou zrnitosti v semilogaritmickém grafu a zařazením dle ČSN EN ISO 14688-2 „Geotechnický průzkum a zkoušení – Pojmenování a zařazení zemin – Část 2: Zásady pro zařazení“ a dle ČSN 73 6133 „Návrh a provádění zemního tělesa pozemních komunikací“, přílohy A.

KONZISTENČNÍ MEZE

– zahrnují stanovení konzistenčních mezí v souladu s normou ČSN EN ISO 17892-12 „Geotechnický průzkum a zkoušení – Laboratorní zkoušky zemin – Část 12: Stanovení meze tekutosti a meze plasticity“.

- **Mez tekutosti w_L (%)** – je vlhkost, při které zemina přechází ze stavu tekutého do stavu plastického. Stanovení probíhá kuželovou zkouškou ze zkušební vzorku získaného z přirozené zeminy nebo ze zeminy, u které byl odstraněn materiál zachycený na síti 0,4 mm.
- **Mez plasticity w_P (%)** – je nejnížší vlhkost zeminy, při které je zemina plastická. Princip stanovení spočívá v dosažení a stanovení vlhkosti, kdy se válečky zeminy o průměru 3 mm rozpadají v podélném i příčném směru.
- **Index plasticity I_P** – ukazuje, jak intenzivní jsou vazby vody v zemině. Vyšší hodnota indexu zpravidla poukazuje na jílovitější charakter zeminy a nižší propustnost. Vypočítá se jako rozdíl meze tekutosti a meze plasticity $I_P = w_L - w_P$.
- **Stupeň konzistence I_C** – je číselnou charakteristikou konzistenčního stavu.

Stupeň konzistence je stanoven výpočtem podle následujícího vzorce $I_C = \frac{w_L - w}{I_P}$.

Tabulka 1. – Rozlišení konzistence zemin

ČSN 73 6133		ČSN EN ISO 14 688-2	
Konzistence	Stupeň konzistence I_C	Konzistence hlín a jílu	Stupeň konzistence I_C
kašovitá	< 0,05	velmi měkká	< 0,25
měkká	0,05 až 0,50	měkká	0,25 až 0,50
tuhá	0,50 až 1,00	tuhá	0,50 až 0,75
pevná	> 1,00	pevná	0,75 až 1,00
tvrdá	-	velmi pevná	> 1,00

ZDÁNLIVÁ HUSTOTA PEVNÝCH ČÁSTIC (ρ_s)

– Zdánlivou hustotu (dříve měrnou hmotnost) určujeme jako poměr hmotnosti pevných částic zeminy (skeletu) k jejímu objemu. Zkouška probíhá v souladu s ČSN EN ISO 17892-3 „Geotechnický průzkum a zkoušení – Laboratorní zkoušky zemin – Část 3: Stanovení zdánlivé hustoty pevných částic“.

Stanovení je provedeno pomocí 100 ml pyknometru typu „Gay-Lussac“, kalibrovaného při teplotě 20°C. Postup byl zvolen dle metody A, kdy zkušební vzorek je sušen v sušárně a uzavřený vzduch je odstraněn jemným povařením s občasným protřepáním po dobu nejméně 10 minut.

Hustota pevných částic je poté stanovena z rovnice:

$$\rho_s = \frac{m_4}{(m_1 - m_0) - (m_3 - m_2)} \times \rho_w$$

ρ_s	hustota pevných částic
m_0	hmotnost suchého pyknometru
m_1	hmotnost pyknometru zcela naplněného pomocnou kapalinou
m_2	hmotnost pyknometru s vysušeným vzorkem
m_3	hmotnost pyknometru, zcela naplněného saturovaným vzorkem a pomocnou kapalinou
m_4	hmotnost vysušeného zkušební vzorku
ρ_w	hustota odvodňované vody

OBJEMOVÁ HMOTNOST ZEMIN (ρ)

– hmotnost jednotkového objemu zeminy i s póry, které mohou být vyplněny částečně nebo úplně vodou, případně vzduchem. Zkouška probíhá v souladu s ČSN EN ISO 17892-2 „Geotechnický průzkum a zkoušení – Laboratorní zkoušky zemin - Stanovení objemové hmotnosti“.

Stanovení objemové hmotnosti u neporušeného vzorku je přímou metodou pomocí vyřezávacího kroužku známého objemu. Objemová hmotnost se zjišťuje jako podíl hmotnosti zeminy a jejího objemu.

Stanovení objemové hmotnosti u poloporušeného popř. hutněného vzorku je metodou ponoření do kapaliny (zabránění průniku kapaliny do vzorku je provedeno parafínovým obalem). Objemová hmotnost se určuje dvojím vážením tělesa nepravidelného (na suchu a při ponoření do vody o známé teplotě).

PÓROVITOST n (%)

– je poměr objemu pórů k objemu zeminy.

Pórovitost se vypočítá ze zjištěné objemové hmotnosti sušiny a zdánlivé hustoty pevných částic dle:

$$n = (1 - \rho_d / \rho_s) \times 100$$

ρ_s	hustota pevných částic
ρ_d	objemová hmotnost sušiny

STUPEŇ NASYCENÍ S_r (%)

– představuje poměr objemu vody k objemu pórů.

Stupeň nasycení se vypočítá z vlhkosti zeminy, objemové hmotnosti sušiny a zdánlivé hustoty pevných částic dle:

$$S_r = (w \times \rho_d) / (\rho_w \times (1 - \rho_d / \rho_s))$$

ρ_s	hustota pevných částic
ρ_d	objemová hmotnost sušiny
ρ_w	hustota odvodňované vody

STLAČITELNOST – EDOMETRICKÁ ZKOUŠKA

stlačitelnost představuje měření jednoosé deformace zkušebního vzorku tvaru nízkého válce o průměru 113 nebo 65 mm a výšky 20 či 25 mm v závislosti na známém napětí v pákovém či automatickém edometru dle ČSN EN ISO 17892-5 „Geotechnický průzkum a zkoušení – Laboratorní zkoušky zemin – Část 5: Zkouška stlačitelnosti v edometru postupným přitěžováním“.

Zatížení je na vzorek převáděno prostřednictvím pístu ve směru jeho rotační osy při podmínce nulové boční deformace. Zkušební těleso typu N je vyřezáno z neporušeného vzorku, přičemž z řezných ploch se odstraní větší, přecházející zrna. Vzorky jsou umístěny v edometrické krabici s pevným prstencem, který je oboustranně drénován filtračními destičkami. Aby se předešlo nežádoucímu zatlačení zeminy do filtrační destičky, používá se filtrační papír, který se vloží mezi vzorek a filtrační destičku.

Vzorky jsou měřeny na sucho nebo může zkouška proběhnout po zalití vodou s měřením součinitele konsolidace. Vlastní zkoušce předchází rekonsolidace, sloužící k obnovení přibližně stejného svislého napětí, jaké bylo v zemině před odběrem vzorku. Následuje měření při stupňovitém zatěžování až do zadaného maximálního napětí dle hloubkového rozmezí odběru vzorku:

Hloubka odběru [m]	Zatěžovací stupně [kPa]				
do 2 m	25	50	100	200	400
2 - 7	50	100	200	400	
7 - 12	100	200	400	600	
přes 12	200	400	600	800	

Závislost poměrné deformace a napětí je graficky znázorněna křivkou stlačitelnosti.

SMYKOVÁ KRABICOVÁ ZKOUŠKA

– laboratorně je smyková pevnost stanovena dle ČSN EN ISO 17892-10 „Geotechnický průzkum a zkoušení – Laboratorní zkoušky zemin – Část 10: Krabicová smyková zkouška“. Je vyjádřena jako efektivní smyková pevnost a stanovena na zkušebních vzorcích hrany 60 x 60 mm a výšky 20 mm, které jsou namáhány v krabicovém přístroji rostoucím vodorovným smykovým napětím při normálovém (svislém) zatížení.

Základní zkouška se označuje CD (consolidated–drained), tzn. konsolidovaná a odvodněná. Každé ze čtyř (popř. tří) zkušebních těles je konsolidováno různým svislým napětím předem stanoveného rozsahu v oboru normálových napětí dle hloubkového rozmezí odběru vzorku:

Hloubka odběru [m]	Zatěžovací stupně [kPa]			
do 2 m	25	50	100	200
2 - 7	50	100	200	400
7 - 12	100	200	400	600
přes 12	100	200	400	600

Po konsolidaci probíhá vlastní smykání konstantní rychlostí zvolenou na základě charakteru zeminy 0,003 - 0,01 mm/min. Zkoušky jsou prováděny na vzorcích typu N, ze kterých jsou vyřezána zkušební tělesa nebo na vzorcích typu P, které jsou nahutněny nebo rekonstituovány (pasta).