Mechanika zemin a zakládání staveb (135MZA)

Katedra geotechniky, Fakulta stavební, ČVUT Praha, LS – akademický rok 2024/2025

Podmínky udělení zápočtu

Povinná účast na cvičeních: povoleny 2 absence.

Vypracování zadaných úloh do 2 týdnů od jejich zadání.

Závěrečná prezentace dle výběru studenta k založení konkrétní stavby či využití vybrané technologie (rozsah zhruba 10 minut na dvojici).

Přehled témat cvičení a řešených úloh

Cvičení	Téma	Domácí úkol	Úloha na cvičení
1	Vlastnosti a klasifikace zemin	Úkol 1	
2	Propustnost a zhutnitelnost zemin		Úloha 1
3	Geostatické napětí a stlačitelnost zemin	Úkol 2	Úloha 2
4	Zkoušky smykové pevnosti zemin		Úloha 3
5	Stabilita svahu	Úkol 3	
6	Působení zemních tlaků na konstrukce	Úkol 4	
7	Vetknutá pažící stěna	Úkol 5	
8	Kotvená pažící stěna		Úloha 4
9	Únosnost plošných základů	Úkol 6a	
10	Sedání plošných základů	Úkol 6b	
11	Piloty a pilotové základy		Úloha 5
12	Prezentace studentů		
13	Rezerva, opakování, zápočty		

Domácí úkoly

Úkol 1 Klasifikace zemin a určení jejich vlastností

Zeminy byly podrobeny zrnitostnímu rozboru prosíváním na sítech a hustoměrné zkoušce. Výsledné křivky zrnitosti jsou vyneseny v grafu níže.

Pro obě zadané křivky (viz individuální zadání):

1. Stanovte procentuální zastoupení jednotlivých frakcí.
2. Vyneste je do trojúhelníkového diagramu pro oba vzorky.
3. Odhadněte namrzavost a propustnost zemin.

Pro hrubozrnnou zeminu:

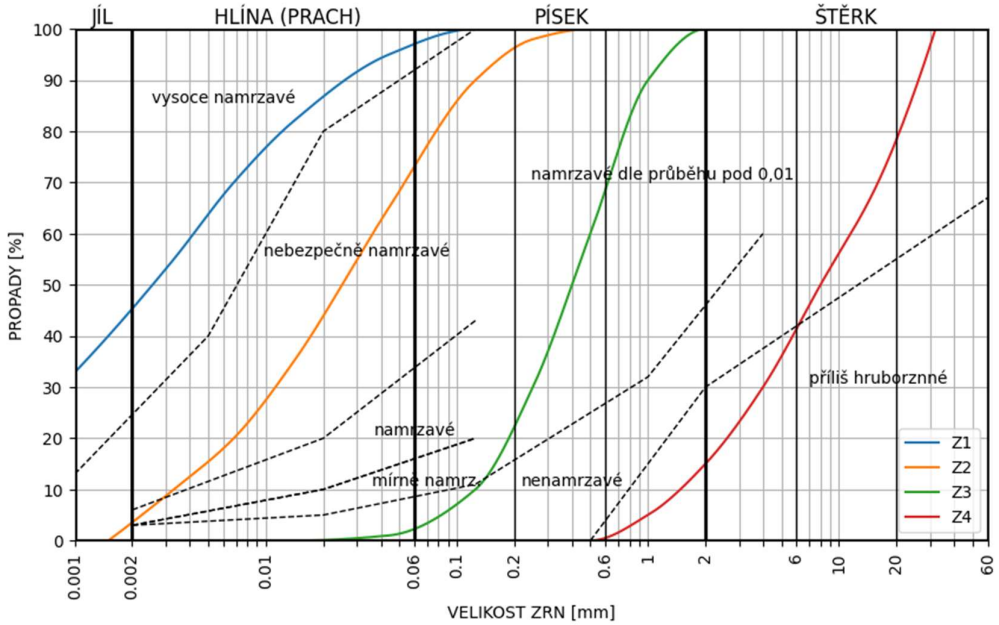
Stanovte čísla nestejnozrnnosti a číslo křivosti a zhodnoťte, jak je zemina zrněná.

Pro jemnozrnnou zeminu:

Dále byla u neporušeného vzorku o průměru 120 mm a výšce 30 mm zjištěna hmotnost **m** [g], hmotnost vysušeného vzorku $\mathbf{m_s}$ [g], měrná hmotnost zrn ρ_s [kg/m^3], vlhkosti na mezi tekutosti $\mathbf{w_L}$ [%] a mezi plasticity $\mathbf{w_P}$ [%]. Pro tuto zeminu stanovte:

1. objemovou hmotnost přirozeně vlhké (ρ) i vysušené (ρ_d) zeminy,
2. vlhkost (**w**),
3. pórovitost (**n**), číslo pórovitosti (**e**),
4. stupeň nasycení ($\mathbf{S_r}$),
5. objemovou hmotnost plně nasycené zeminy (ρ_{sat}) a obj. tíhu zeminy pod vodou (γ_{su}),
6. číslo plasticity ($\mathbf{I_P}$), stupeň konzistence ($\mathbf{I_C}$).
7. Výsledky vyneste do plasticitního diagramu.
8. Zhodnoťte plasticitu a konzistenci zeminy.

Zeminy zatřiďte a pojmenujte.



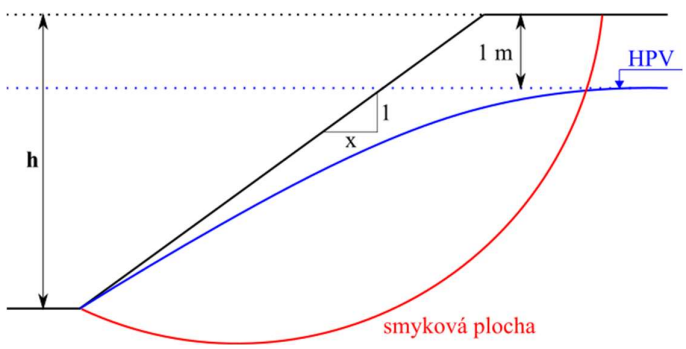
Úkol 2 Edometrická zkouška

Vyneste výsledky měření stlačitelnosti zeminy ve standardním edometru v normálním měřítku. Určete edometrické moduly přetvárnosti $\mathbf{E_{oed}}$. Původní výška vzorku je 20 mm.

Svislé napětí σ_{ef} [kPa]	50	100	200	400
Celkové stlačení **s** [mm]	Viz individuální zadání			

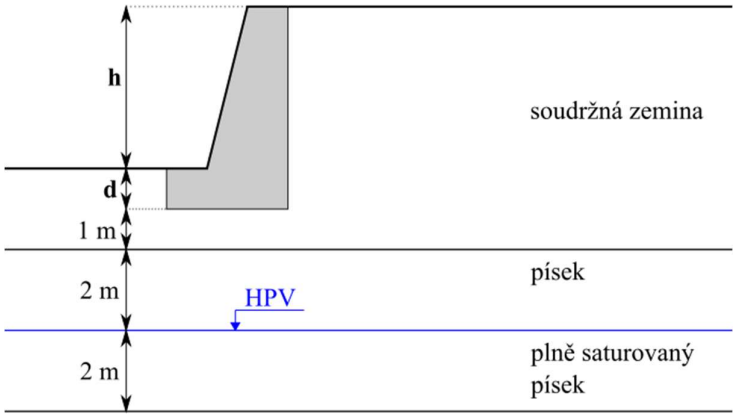
Úkol 3 Stabilita svahu

Spočítejte stabilitu svahu zářezu hlubokého **h** [m] o sklonu svahu 1:**x**, prosakuje-li jím voda, která měla původní hladinu 1 m pod terénem, pro jednu kruhovou smykovou plochu procházející patou svahu (okótujte její střed k patě svahu a poloměr). Smykové parametry zeminy jsou φ_{ef} [°] a c_{ef} [kPa]. Objemové tíhy plně nasycené a přirozeně vlhké zeminy pak γ_{sat} [kNm^{-3}] a γ [kNm^{-3}]. Řešení proveďte Pettersonovou metodou s užitím pórového tlaku. Vypočtěte **jak se změní stabilita, pokud bude HPV pod smykovou plochou**?



Úkol 4 Zemní tlaky

Stanovte početně svislé zemní tlaky v podloží na obrázku (totální, efektivní, pórové) a boční zemní tlaky **působící na gravitační opěrnou zeď** vysokou **h** [m] s hloubkou založení **d** [m]. Určete velikost a zakreslete výslednice bočních tlaků. Úhel vnitřního tření horní vrstvy zeminy obklopující zeď je φ_{ef} [°], soudržnost c_{ef} [kPa], objemová tíha přirozeně vlhké zeminy je γ = 19 kNm^{-3}. Pod touto vrstvou se nachází písek o objemové tíze přirozeně vlhkého písku γ_p = 18,5 kN/m^3 a plně nasyceného písku $\gamma_{sat,p}$ = 20 kN/m^3. Vyznačte barevně, jak se změní svislé a boční tlaky, pokud bude povrch terénu vpravo od zdi přitížen celoplošným zatížení 5 kN/m^2.



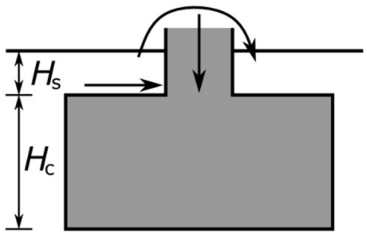
Úkol 5 Návrh pažící stěny

Navrhněte hloubku vetknutí a stanovte průběh posouvajících sil a momentů u nerozepřené pažící stěny, která zajišťuje stavební jámu hloubky **h** [m]. Geologický profil je tvořen pískem o návrhové hodnotě úhlu vnitřního tření $\varphi_{d,ef}$ [°], pórovitosti **n** [-] a měrné tíze písku γ_s = 26,7 kNm$^{-3.}$ Hladina podzemní vody je v hloubce 10 m pod terénem, stupeň nasycení písku S_r = 0,25 [-].

Dále nakreslete a vypočtěte už jen tlaky působící na konstrukci a jejich výslednice pro případ, že hladina vody bude v úrovni terénu a odvodnění jámy bude povrchové, pro obě varianty (neproudící a proudící podzemní vody).

Úkol 6a Únosnost plošného základu

Dle ČSN EN 1997-1 posuďte únosnost základu vnitřního sloupu staticky neurčité železobetonové konstrukce skladiště o rozměrech **B** [m] x **L** [m] x **H** [m] a hloubce založení **D** [m]. Výslednice charakteristického zatížení od sloupů působí v rovině povrchu patek. Složky zatížení jsou: stálé $\mathbf{V_{Gk}}$ [kN], $\mathbf{M_{Gk}}$ [kNm], $\mathbf{H_{Gk}}$ [kN] a nahodilé $\mathbf{V_{Qk}}$ [kN], $\mathbf{M_{Qk}}$ [kNm], $\mathbf{H_{Qk}}$ [kN]. Účinek vodorovné síly zvětšuje zadaný ohybový moment v úrovni základové spáry (viz obrázek). Základovou půdu tvoří zemina dle individuálního zadání.



Úkol 6b Sedání plošného základu

Navržený základ z **úkolu 6a** posuďte z hlediska mezního stavu použitelnosti. Při výpočtu uvažujte pouze centricky zatíženou patku a předpokládejte, že od hloubky 1,5 m níže (měřeno od základové spáry) je ulehlý hlinitý štěrk. Hladina podzemní vody je 5 m pod terénem. Spočtěte sedání s vlivem hloubky založení a se zohledněním strukturní pevnosti.

Úlohy řešené v rámci cvičení

Úloha 1 Propustnost zemin

Vzorek zeminy o průměru 113 mm a výšce 109,5 mm byl zkoušen v klasickém propustoměru s konstantním spádem. Za čas t = 420 s při rozdílu hladin h = 1500 mm proteklo do odměřovací nádoby 1000 cm^3. Určete koeficient filtrace **k**. Slovně zhodnoťte propustnost vzorku.

Úloha 2 Geostatické napětí

Vrstva písku o mocnosti h_p = 3 m překrývá vrstvu jílu o mocnosti h_j = 4 m. Hladina podzemní vody (HPV) je v úrovni terénu. Objemová tíha plně nasyceného písku je $\gamma_{sat,p}$ = 20 kN/m^3, suchého písku $\gamma_{d,p}$ = 17 kN/m^3, plně nasyceného jílu $\gamma_{sat,j}$ = 21 kN/m^3. Vypočtěte a vyneste průběh svislého totálního, efektivního a pórového napětí od povrchu terénu k bázi jílové vrstvy:

a) pro zadaný stav,

b) poklesne-li HPV o 1 m a stupeň nasycení hrubozrnného písku (např. třídy S2-SP) nad HPV se sníží o 70 %,

c) poklesne-li HPV o 1 m, ale písek (v tomto případě hlinitý S4-SM) zůstane plně nasycen kapilární vodou.

Úloha 3 Smyková pevnost zemin

Stanovte efektivní parametry smykové pevnosti (φ_{ef}, c_{ef}) z konsolidované odvodněné zkoušky v krabicovém přístroji. Naměřené hodnoty vrcholové smykové pevnosti τ_f pro jednotlivá normálová napětí jsou:

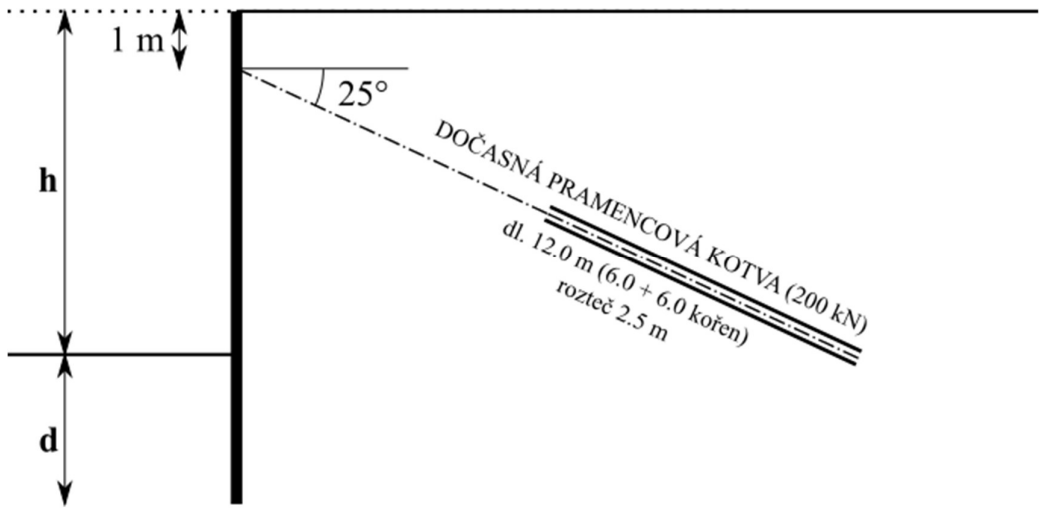
Norm. napětí σ_{ef} [kPa]	50	100	200	300
Smyk. napětí τ_f [kPa]				

Stanovte totální parametry smykové pevnosti (φ_u, c_u) na základě neodvodněné nekonsolidované zkoušky ve standardním trojosém přístroji. Maximální hodnoty deviátoru napětí pro zvolená komorová napětí jsou uvedeny v tabulce:

Hl. napětí σ_3 [kPa]	50	100	200
D. napětí $\sigma_1 - \sigma_3$ [kPa]			

Úloha 4 Posouzení kotevního systému

Pro kotvenou pažící konstrukci na obrázku (h = 6 m, d = 2,3 m) posuďte umístění kořene kotvy, jeho únosnost a vnitřní stabilitu kotevního systému. Podloží je tvořeno pískem s těmito vlastnostmi: $\varphi_{d,ef}$ =30°, $c_{d,ef}$ = 0 kPa, γ_d = 20 kN/m^3.



Úloha 5 Únosnost piloty

Určete výpočtovou únosnost nepažené piloty o průměru **d** = 0.8 m a délce **L** = 9 m metodou dle ČSN 73 1004.

Základovou půdu tvoří:

0 - 3 m písčitá hlína (F3) $\varphi_{d,ef}$ = 25° $c_{d,ef}$ = 20 kPa γ = 18 kNm^{-3}

3 - 10 m štěrk hlinitý (G4) $\varphi_{d,ef}$ = 35° $c_{d,ef}$ = 0 kPa γ = 19 kNm^{-3}