

**TECHNISCHE UNIVERSITEIT DELFT**  
**Faculteit Civiele Techniek en Geowetenschappen**

**Grondmechanica I**

**CT1091**

**BSc TENTAMEN 2012**

VIERDE PERIODE

DATUM: 27 Juni 2012

TIJD: 09.00 – 12.00

Beantwoord ALLE vragen  
(Let op: het aantal te verdienen punten verschilt per vraag)

Overige instructies

**Schrijf je naam en studienummer op ALLE antwoordbladen**

**Geef het antwoord duidelijk weer in de daarvoor bestemde ruimte**

- 1) Op een bepaalde locatie bestaat de ondergrond uit een aantal grondlagen. Het maaiveld ligt op NAP -3.5 m. Vlakbij deze locatie is in een boorgat een waterstand gemeten van NAP -4.5 m. De bovenste grondlaag is een veenlaag van 3 m dikte, met een droog volumegewicht van  $\gamma_{d,veen} = 9 \text{ kN/m}^3$  en een verzadigd volumegewicht van  $\gamma_{veen} = 11 \text{ kN/m}^3$ . De capillaire stijging in deze laag bedraagt 0.5m. Onder deze laag, vanaf NAP -6.5 m, ligt een 7 m dikke kleilaag met  $\gamma_{d,klei} = 16.5 \text{ kN/m}^3$  en  $\gamma_{klei} = 17.5 \text{ kN/m}^3$ . Daaronder, vanaf NAP -13.5 m bevindt zich een zandlaag met  $\gamma_{zand} = 20 \text{ kN/m}^3$ . Een peilbuis in deze laag geeft een waterstand aan van NAP -0.5 m.
- a. Bereken en teken, gebaseerd op bovenstaande informatie, het verloop van de totaalspanningen, de effectieve spanningen en de waterspanningen in de verschillende lagen. **[10 punten]**

Op deze locatie wordt een spoorweg aangelegd; daarvoor is een brede en 4.5 m hoge aardebaan ontworpen. Deze bestaat uit zand met een droog volumegewicht van  $\gamma_d = 18 \text{ kN/m}^3$ . Het is bekend dat bovengenoemde kleilaag een  $C_p$  heeft van 20 en de veenlaag heeft een  $C_p$  van 10.

- b. Verdeel de kleilaag in twee sub-lagen van gelijke dikte. Bepaal de totaalspanningen en de effectieve spanningen in het midden van beide sub-lagen, voor en na het aanleggen van de aardebaan, ervan uitgaande dat de kleilaag volledig is geconsolideerd. **[7 punten]**
- c. Bereken de samendrukking van de kleilaag gebaseerd op de hiervoor bepaalde spanningen. **[8 punten]**
- d. Bereken de eindzetting van het oorspronkelijke maaiveld, ervan uitgaande dat de zandlaag niet samendrukt. **[5 punten]**

2) Een verzadigd grondmonster van 450g is gestoken met een monsterbuis van 50mm diameter. Het monster heeft een hoogte van 200mm. Bereken de volgende eigenschappen van het grondmonster:

- a. Bepaal de volumieke massa (in  $\text{kg/m}^3$ ). [2 punten]
- b. Bepaal het volumegewicht (in  $\text{kN/m}^3$ ). [2 punten]
- c. Om wat voor grondsoort gaat het hier? [2 punten]

Na 2 dagen in een samendrukkingsapparaat (oedometer) met een gefixeerde diameter van 50mm en een bovenbelasting van 50kPa is de monsterhoogte gereduceerd tot 173mm. Het monster wordt dan gedurende 24 uur gedroogd bij een temperatuur van  $105^\circ\text{C}$ , waarna het massa is afgenomen tot 383g terwijl de volumieke massa van de gronddeeltjes is bepaald op  $1500 \text{ kg/m}^3$ . Bereken nu de volgende eigenschappen:

- d. Het droge volumegewicht van de grond (in  $\text{kN/m}^3$ ). [3 punten]
- e. Het oorspronkelijke watergehalte. [3 punten]
- f. Het oorspronkelijke en nieuwe poriëngetal (void ratio). [4 punten]
- g. De oorspronkelijke en nieuwe porositeit. [4 punten]

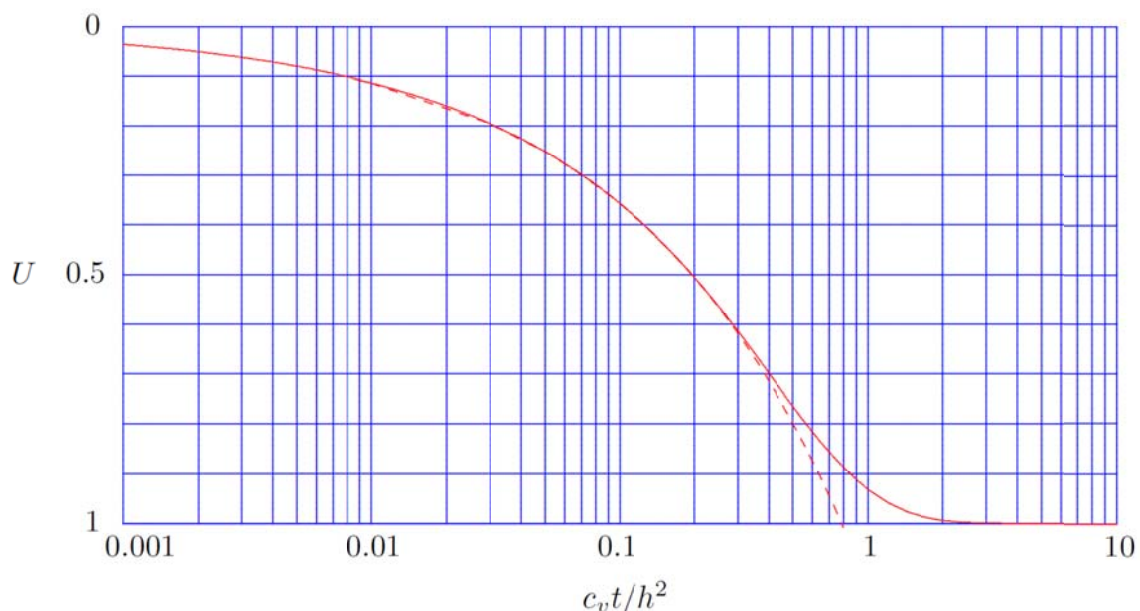
- 3) Een cirkelvormige polder van 2 km diameter ligt 5 m onder NAP. De ondergrond bestaat uit een kleilaag van 15 m diepte met daaronder een zandlaag van 2m diepte. Het is bekend dat het water in de zandlaag in verbinding staat met de ringvaart om de polder. M.a.w. de waterspanningen in de zandlaag worden bepaald door het waterniveau in de ringvaart welke normaalgesproken is gelegen op NAP -1.75 m.

De doorlatendheid van de klei is  $3.3 \times 10^{-8}$  m/s en het volumegewicht is  $\gamma = 17 \text{ kN/m}^3$ .

- a. Hoeveel kwelwater moet er dagelijks uit de polder gepompt worden zodanig dat de polder droog blijft? **[6 punten]**
- b. Als de totale pompcapaciteit van de aanwezige pompen  $125 \text{ m}^3/\text{uur}$  bedraagt, bij welk waterniveau in de ringvaart is deze capaciteit dan niet meer toereikend om de polder droog te houden? **[6 punten]**
- c. Er wordt een betonnen (droge) leidingenput aangelegd in de polder. Wat is de kritische diepte van de ontgraving (die nodig is om de betonnen put te maken) waarbij verweking nog net wordt voorkomen? **[4 punten]**
- d. De leidingenput heeft buitenafmetingen van 3.5 m diep bij 2 m breed. De put wordt zodanig geplaatst dat de onderkant op 8.5 m diepte ligt t.o.v. het maaiveld. Uitgaande van een volumegewicht van beton van  $\gamma_c = 25 \text{ kN/m}^3$ , bereken de wanddikte zodanig de put niet zal opdrijven. Ga er daarbij van uit dat de dikten van de wanden, het dak en de vloer gelijk zijn, en dat er op het dak 5.0 m van dezelfde klei ligt om het oorspronkelijke maaiveld te herstellen. **[4 punten]**

4) Een grote fabriek wordt gebouwd op een slappe ondergrond. De fabriek zorgt voor een gelijkmatige belasting van 127 kPa die via een funderingsplaat op de ondergrond wordt overgebracht. De ondergrond bestaat uit een slappe kleilaag van 5 m dikte met daaronder een 3 m dikke zandlaag ( $\gamma_{\text{zand}} = 19 \text{ kN/m}^3$ ) en tenslotte een tweede kleilaag van 20 m dikte die op een ondoorlatende gesteentelaag rust. De bovenste kleilaag (klei1), heeft een representatieve  $m_v$ -waarde van  $m_{v,\text{klei1}} = 0.0007 \text{ kPa}^{-1}$  en een volumegewicht van  $\gamma_{\text{klei1}} = 16 \text{ kN/m}^3$ ; de tweede kleilaag (klei2) heeft een  $m_{v,\text{klei2}} = 0.0002 \text{ kPa}^{-1}$  en een  $\gamma_{\text{klei2}} = 17.5 \text{ kN/m}^3$ . De doorlatendheden van de twee kleilagen bedragen respectievelijk  $k_{\text{klei1}} = 7.2 \times 10^{-8} \text{ m/s}$  en  $k_{\text{klei2}} = 4.4 \times 10^{-7} \text{ m/s}$ .

- Bereken de consolidatiecoëfficiënt van beide lagen. [6 punten]
- Bereken de eindzetting van de funderingsplaat. [8 punten]
- Welke kleilaag zal als eerste consolideren? [5 punten]
- Na hoeveel tijd (bij benadering) zal het totale consolidatieproces voltooid zijn? [5 punten]
- Welke maaiveldzetting komt overeen met 80% van het langste consolidatieproces? [6 punten]



[EINDE VAN DIT TENTAMEN]