

Deze rubriek bevat vragen en antwoorden ontleend aan de examens CGF1, de (vervolg-)cursus Grondmechanica en Funderingstechniek, georganiseerd door Elsevier Opleiding & Advies in samenwerking met de Afdeling voor Geotechniek van KIVI NIRIA. De rubriek beoogt inzicht te verschaffen in de wijze van oplossen van enigszins vereenvoudigde, maar daarmee nog niet eenvoudige, theoretische en praktische problemen op het vakgebied. De rubriek verschijnt met medewerking van Elsevier Opleiding & Advies en de betrokken docenten, onder verantwoordelijkheid van de redactie van Geotechniek.

## PROJECT

In *figuur 1* is een doorsnede getekend over een te bouwen dok van grote afmetingen. Het zal in grote lijnen als volgt worden uitgevoerd. Na het aanbrengen van de damwanden wordt op een diepte van NAP  $-x$  m een 'waterdichte' injectie-laag aangebracht. Vervolgens wordt 'in den droge' ontgraven tot een niveau van NAP  $-11$  m. Na het ontgraven wordt op de bodem van de ontgraving een drainagesysteem aangelegd. Hierop komt dan de 1 m dikke gewapende betonvloer.

De stijghoogte van het grondwater beneden NAP  $-15$  m ligt maximaal op NAP. Ook de grondwaterstand is NAP. In de gebruikstoestand wordt in het drainagesysteem een waterstand van NAP  $-11$  m gehandhaafd. De gegevens van de verschillende grondlagen zijn in *figuur 1* aangegeven.

### ? Vraag 1:

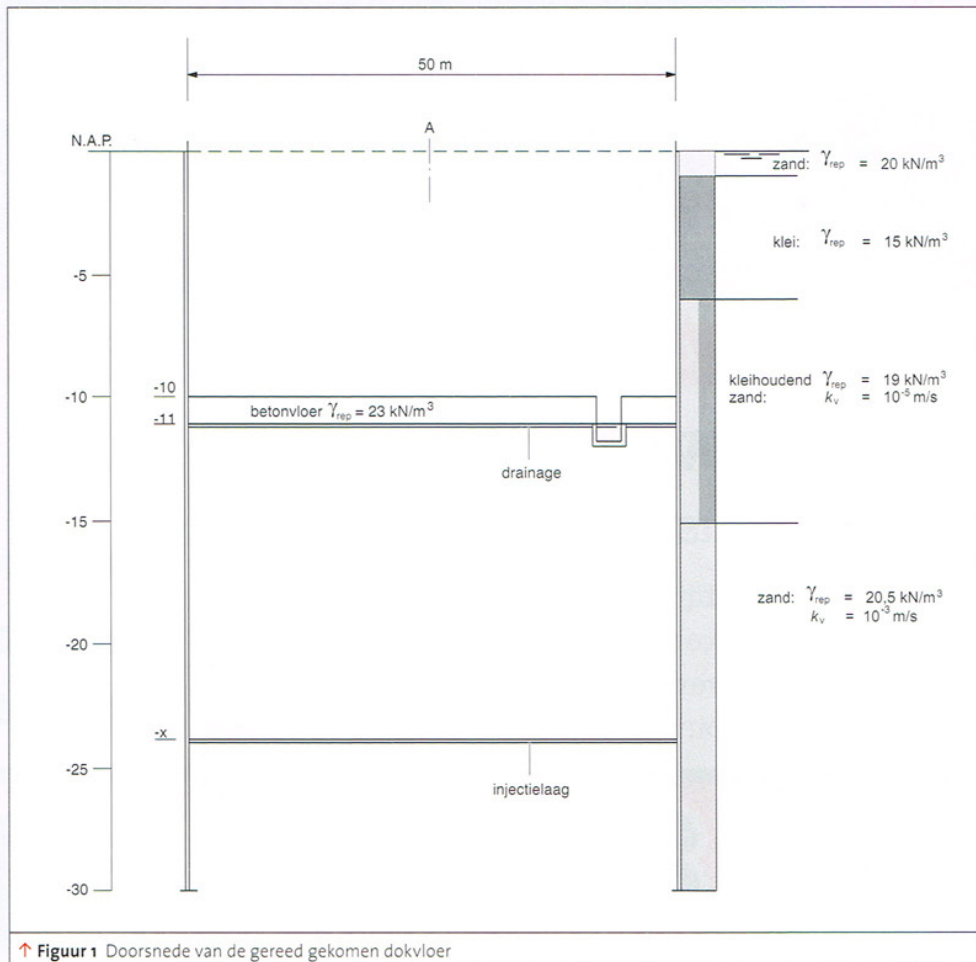
Teken het verloop met de diepte van de grondspanning, de waterspanning en de effectieve spanning (korrelspanning), voordat met de uitvoering van het dok wordt begonnen.

### = Antwoord 1:

In *figuur 2* zijn de verschillende spanningsverlopen aangegeven.

### ? Vraag 2:

Hoe groot moet  $x$  (de diepte van de injectie-laag) zijn om 'opbarsten' van de grond binnen de put tijdens de uitvoering te voorkomen?



↑ **Figuur 1** Doorsnede van de gereed gekomen dokvloer

### = Antwoord 2:

De rekenwaarde van de waterdruk onder de injectie-laag op een diepte van NAP  $-x$  m is:

$$p_{x,d} = x \cdot \gamma_d, \text{ ofwel:}$$

$$p_{x,d} = 10 \cdot x$$

De ontgravingsdiepte is NAP  $-11$  m, waaruit voor de rekenwaarde van het gewicht van de grondkolom boven de injectie-laag volgt:

$$G_d = (15 - 11) \cdot (19/1,1) + (x - 15) \cdot (20,5/1,1)$$

$$G_d = 69 - 280 + 18,6 \cdot x$$

Volgens art. 14.3 van NEN 6740 moet gelden:

$$p_{x,d} \leq G_d, \text{ ofwel:}$$

$$10 \cdot x \leq 69 - 280 + 18,6 \cdot x, \text{ waaruit volgt}$$

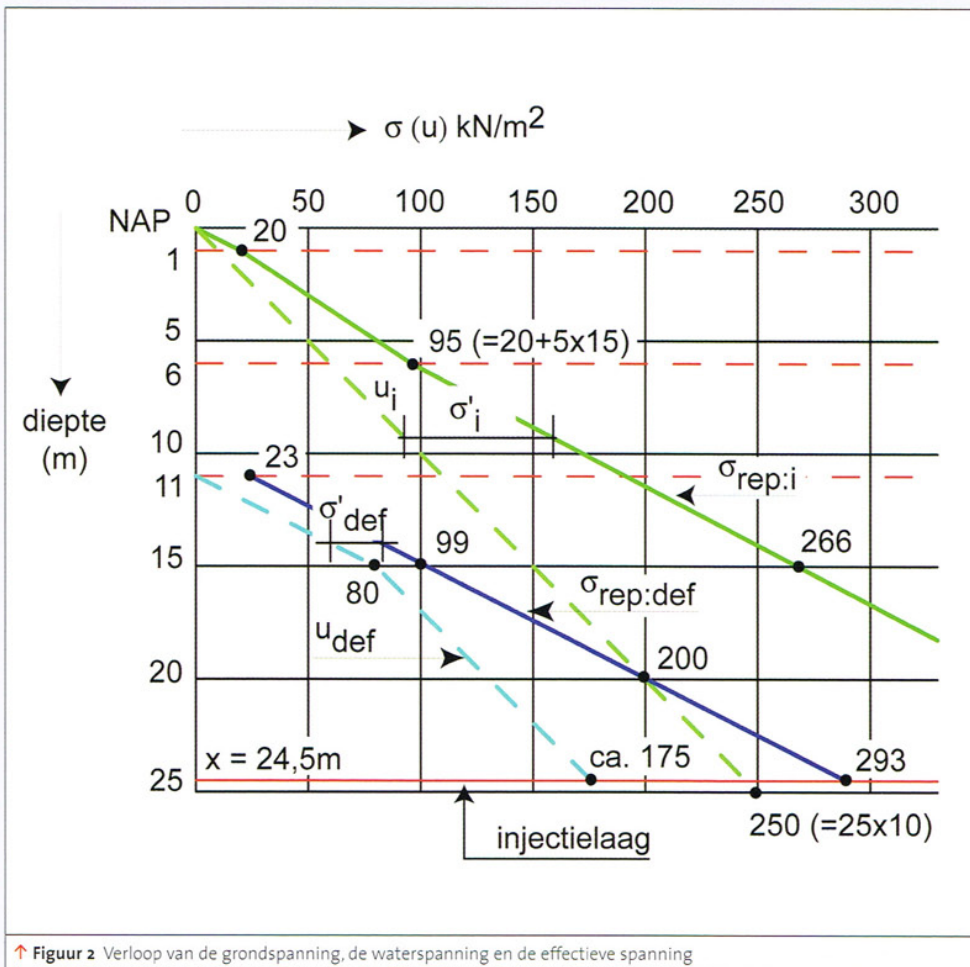
$$8,6 \cdot x \geq 211, \text{ ofwel } x \geq 24,5 \text{ m}$$

### ? Vraag 3:

Als de afvoer via het drainagesysteem per  $\text{m}^2$  dokvloer ten gevolge van door de injectie-laag sijpelend water  $q_{\text{drain}} = 0,01 \text{ l/s}$  bedraagt, hoe verlopen dan de grondspanning, de waterspanning en de effectieve spanning in de dokvloer in verticaal A?

### = Antwoord 3:

De betonvloer moet worden geperforeerd om water dat door de injectie-laag sijpelt, te kunnen afvoeren, anders zal er zich tegen de onderkant van de betonvloer een hoge waterdruk kunnen opbouwen die tot opbarsten van de vloer kan leiden. Er kan ook een drainagesysteem worden gemaakt juist onder de vloer, zoals in *figuur 1* is geschetst. De lekkage  $q$  moet dan door het drainagesysteem worden afgevoerd. Dat betekent een opwaartse stroming waarvan het debiet per  $\text{m}^2$  putdoorsnede  $q_{\text{drain}} = 0,01 \text{ l/s}$  bedraagt. Dit debiet is dus constant over de hoogte van het pakket tussen de injectie-laag



en de onderkant van de vloer (= niveau in drainput). De kleihoudende zandlaag heeft een 10 x lagere doorlatendheid dan het zand. Het potentiaalverschil over de zandlaag zal dus van geen betekenis zijn ten opzichte van het potentiaalverschil over de kleihoudende zandlaag. Voor de kleihoudende zandlaag geldt:

$$Q = 0,01 \text{ l/s}, \text{ ofwel } 10^{-5} \text{ m}^3/\text{s}$$

H is de hoogte van de laag = 4 m, dus is:

$$i = \Delta H/h = \Delta H/4$$

k (doorlatendheid) =  $10^{-5} \text{ m/s}$  en  $q = k \cdot i$ , dus

$$10^{-5} = 10^{-5} \cdot \Delta H/4$$

Dus is  $\Delta H = 4 \text{ m}$ . Hieruit volgt dat de waterspanning u op de scheiding van kleihoudend zand en zand wordt:

$$u_{\text{NAP}-15 \text{ m}} = (\Delta H + h) \times 10 = 80 \text{ kN/m}^2,$$

Zie de waterspanningslijn in *figuur 2*. In het zand verloopt de waterspanning vrijwel hydrostatisch.