

# BASISDOCTORAAL FYSISCHE GEOGRAFIE

Herkansing: HYDG

Datum: 28 februari 2003

Docent: Hendriks

---

TENTAMENAANWIJZINGEN: NIET INLEVEREN!

## LEES DIT EERST!

1. Op je tafel ligt een oranje formuliertje, voorzien van een nummer. Dit nummer dien je te vermelden op ALLE op het tentamen uitgereikte tentamenformulieren, en eventueel bijgevoegde kaartjes, tabellen etc.
2. Op dit bruine formuliertje vermeld je je studentnummer en de naam met voorletters.
3. Let op: voor het verlaten van de zaal alle tentamenvellen (incl. figuren) inleveren. De vragen mag je behouden.
4. Lees eerst rustig alle vragen door. Beantwoord de vragen eerst puntsgewijs op het kladvel en werk het dan pas uit op het tentamenblad (de achterkant mag gebruikt worden). Houd het kort en duidelijk gestructureerd.
5. Indien veel doorhalingen e.d. de leesbaarheid sterk verminderen kan nieuw tentamenpapier worden verstrekt. Schrijf s.v.p. duidelijk.
6. Na het verlaten van de zaal niet in de buurt samenscholen! De geluidsoverlast is hinderlijk voor de resterende deelnemers!
7. Dit blad dient verder als KLADPAPIER. Extra kladpapier kan worden verstrekt. Kladpapier NIET inleveren!
8. **Je mag de tentamenzaal op zijn vroegst een half uur na de aanvang van het tentamen verlaten!**

De uitslag van dit tentamen wordt vanaf 24 maart 2003 opgehangen op het prikbord bij het secretariaat FG, in de Jan Zonneveldvleugel.

**Tentamen Hydrologische Grondslagen / Geohydrologie d.d. 28 februari 2003**  
Totaal te verdienen 100 pnt

Studenten GGG die een scriptie over een GGG – (geo)hydrologie onderwerp hebben geschreven, beantwoorden alleen de vragen 1 t/m 3 (= 70 pnt).

Het laatste blad bij dit tentamen is het formuleblad.

Voor alle vervolgvragen (vragen b, c, etc.) geldt: Indien u een voorafgaande subvraag niet hebt kunnen beantwoorden en meent het ontbrekende antwoord nodig te hebben bij het oplossen van de vervolgvraag, dan kiest u zelf een redelijkerwijs mogelijk antwoord op de eerdere vraag. Vermeld wel duidelijk van welke waarde(n) u uitgegaan bent bij het beantwoorden van de vervolgvraag.

**Vraag 1      Theorie grondwater (21 pnt: a: 3,5; b: 3,5; c: 7; d: 7)**

- a      De c-waarde (vertikale weerstand) van een slecht-doorlatende laag is niet gelijk aan de tijdsduur waarin water door deze laag stroomt. Leg zeer kort doch duidelijk waarom dit zo is.
- b      De verzadigde doorlatendheid van een goed-doorlatende laag is niet gelijk aan de snelheid waarmee water door deze laag stroomt. Leg zeer kort doch duidelijk uit waarom dit zo is.
- c      De energietoestand van water kan op drie manieren beschreven worden:
- (1) energie per eenheid massa ( $\phi$ ),
  - (2) energie per eenheid volume (P),
  - (3) energie per eenheid gewicht (H).

Deze eenheden kunnen in elkaar uitgedrukt worden c.q. de grootheden kunnen naar elkaar vertaald worden. Als  $\rho$  = dichtheid van water en  $g$  = zwaartekrachtversnelling, dan is één van de volgende alternatieven juist.

~~$\phi = P \cdot g^{-1}$~~        ~~$P = H \cdot \rho$~~        $H = P \cdot (\rho \cdot g)^{-1}$        $P = \phi \cdot g$

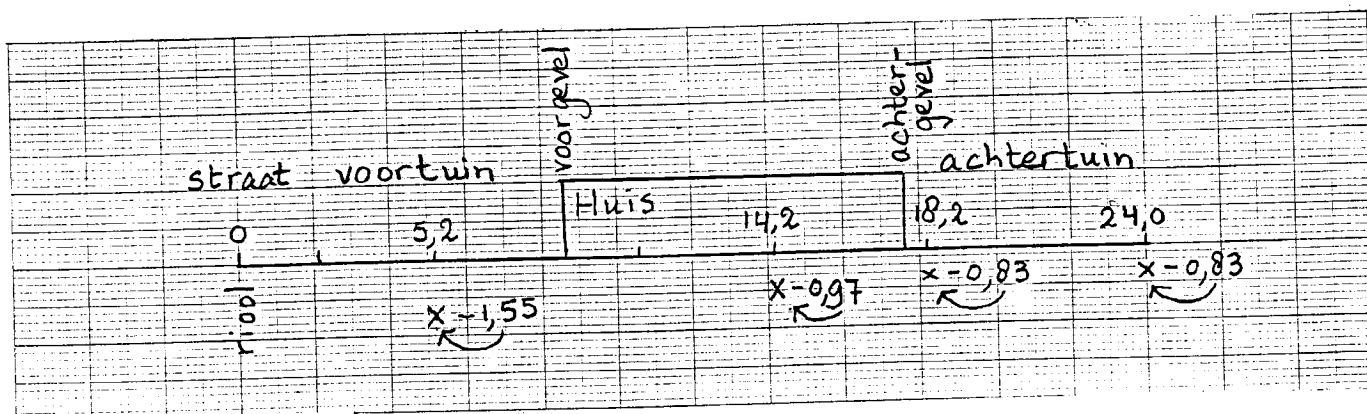
Welk van bovenstaande alternatieven is juist? Toon dit aan door op navolgbare wijze de juiste eenheden bij het door u hierboven gekozen alternatief in te vullen.

- d      Gegeven: ééndimensionale stationaire grondwaterstrooming in een afgesloten aquifer tussen een rivier en een kanaal. Het water in de rivier ligt hoger dan in het kanaal. De wand van het kanaal wordt voorzien van een kleilaag met een weerstand met eenheid  $\text{dag m}^{-1}$ . Herschrijf de bewegingsvergelijking (wet van Darcy) zodanig dat deze weerstand in de bewegingsvergelijking kan worden opgenomen en neem vervolgens deze weerstand in de vergelijking op.

**Vraag 2** Bunnik, provincie Utrecht (21 pnt: a: 3,5; b: 7; c: 7; d: 3,5)

Een huis in de polder in Bunnik (bouwjaar: 1958) is op staal gebouwd. Dit is een wat vreemde vakterm die betekent dat de fundering van het huis bij de bouw los op de klei-ondergrond geplaatst is. Veel huizen in de 50-er jaren zijn op deze wijze gebouwd. In het huis ontstaan sinds een aantal maanden plotseling flinke scheuren. In een raai langs het huis, loodrecht op de straat worden boringen verricht. De grond bestaat uit een 4 meter dik kleipakket met daaronder dekzand. Uit gleykenmerken in de bodem kan afgeleid worden dat de hoogste grondwaterstand op zo'n 80 cm onder maaiveld ligt. In de boorgaten wordt de grondwaterstand gemeten. Uit deze metingen blijkt dat het grondwater vanaf 18,2 meter, gemeten vanaf het riool, daalt in de richting van het riool midden in de straat, waardoor het grondwater in de voortuin dieper ligt dan in de achtertuin.

In bijgaande dwarsdoorsnede (schaal 1:200) zijn de grondwaterstanden van 13 februari 2003 in meters beneden maaiveld weergegeven en vermeld. Een diepere grondwaterstand betekent een grotere compactie en zakking van de grond. Als de grondwaterstand onder een deel van het huis sterk daalt, betekent dit dat dit deel van het huis sterker wegzakt. Hierdoor ontstaan scheuren en kan het huis in het ergste geval breken.



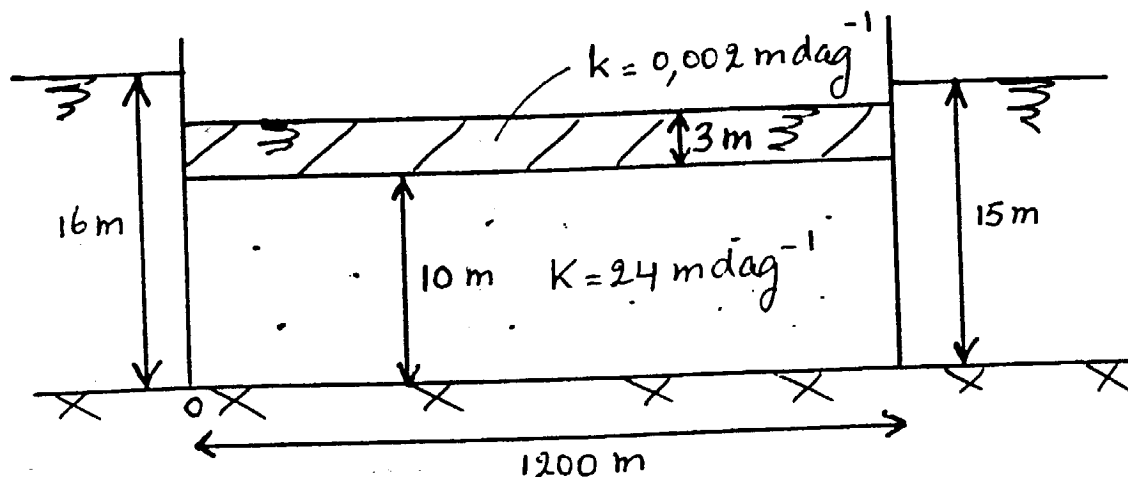
Uit bijgaande dwarsdoorsnede kan afgeleid worden dat de riolering midden onder de straat aan de voorzijde van het huis kapot is. De niet meer afgesloten rioolpijp (, inclusief het omringende zandbed) werkt daarbij als een pompput, die de grondwaterstand verlaagt.

Als we het doorstroomde medium simplificeren tot een homogene, isotrope volledig afgesloten laag met een verzadigde doorlatendheid van  $1 \text{ cm dag}^{-1}$  en een dikte van 4 meter en de kapotte rioolpijp als een pompput beschouwen kunnen we de putformule gebruiken.

- Welke grootte voor  $R$  in de putformule dienen we aan te nemen?
- Hoe groot bedraagt de lekkage  $Q$  van het grondwater het riool in, in liter  $\text{dag}^{-1}$ , als we uitgaan van een cirkelvormige onttrekking van het grondwater?
- Bereken aan de hand van de putformule hoeveel dieper de grondwaterstand aan de voorgevel is in vergelijking met de achtergevel.
- Hoeveel kleiner bedraagt de lekkage  $Q$  van het grondwater het riool in (liter  $\text{dag}^{-1}$ ) als we bij b uitgaan van een verzadigde doorlatendheid van  $1 \text{ mm dag}^{-1}$ ?

Vraag 3 Land van Maas en Waal (28 pnt: a: 7; b: 10,5; c: 10,5)

Gegeven is een gedeeltelijk afgesloten watervoerende laag die wordt begrensd door twee kanalen. Het aquifer heeft een dikte van 10 meter en een verzadigde doorlatendheid van 24 m/dag. Referentieniveau is de onderzijde van het aquifer,  $x = 0$  ligt op de overgang van het linker kanaal naar het aquifer. De gedeeltelijk afsluitende laag heeft een dikte van drie meter en een verzadigde doorlatendheid van 0,002 m/dag. De afstand  $L$  tussen beide kanalen bedraagt 1200 meter. Het waterniveau van het linker kanaal bedraagt 16 meter. Het waterniveau van het rechter kanaal bedraagt 15 meter. Het waterniveau in de polder tussen de kanalen in bedraagt 13 m (maaiveldhoogte). Er is alleen stroming in het vlak van tekening. (Reken in ieder geval met 3 cijfers achter de komma.)



- Bereken het stijghoogteverloop met de afstand  $x$  in het aquifer (Check het rekenwerk!)
- Bereken de totale kwel in de polder in  $\text{m}^2 \text{dag}^{-1}$ . Geef uw antwoord met twee decimalen achter de komma. (Check het rekenwerk!)
- Bereken op welke afstand vanaf het linker kanaal zich de waterscheiding in het aquifer bevindt. Geef uw antwoord in hele meters. (Check het rekenwerk!)

**Vraag 4 Bodemwater (20 pnt: a: 5; b: 15)**

Teken op grafiekpapier een volledig symmetrisch assenstelsel met een verticale as (y-as) van 10 cm lengte en een horizontale as (x-as) van eveneens 10 cm lengte. De hoogste waarde langs de y-as is 0 cm (maaiveld) en de laagste waarde langs de y-as is gelijk aan -100 cm. De laagste waarde langs de x-as is -50 cm, de hoogste waarde langs de x-as is +50 cm. Beide assen hebben hierdoor een schaal: 1 cm op papier = 10 cm in werkelijkheid. (Vermeld uw tentamenummer op het grafiekpapier.)

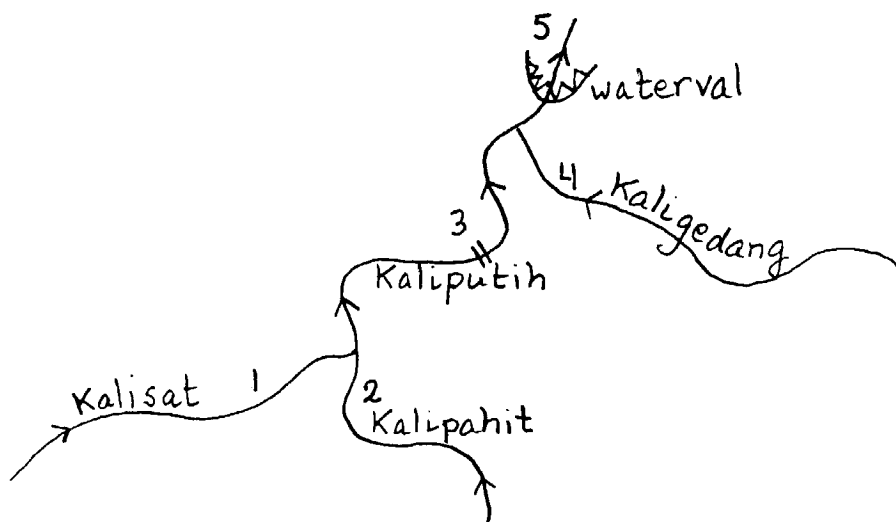
Langs de y-as wordt de hoogte t.o.v. een referentievlak weergegeven; als referentievlak is dus het maaiveld genomen. Langs de x-as wordt de drukhoogte weergegeven. Gegeven is dat de grondwaterspiegel 60 cm beneden maaiveld ligt.

- a Geef in het assenstelsel het verloop van de drukhoogte weer van -10 cm tot -100 cm, uitgaande van hydrostatisch evenwicht. Vermeld de letter a bij dit verloop.
- b Geef globaal het verloop van de drukhoogte weer van 0 cm (maaiveld) tot -100 cm, wanneer de grondwaterspiegel nog steeds op -60 cm ligt, maar er ook sprake is van verdamping van 0 tot -10 cm, percolatie van -10 tot -50 cm en van hydrostatisch evenwicht van -50 tot -60 cm. Vermeld de letter b bij dit verloop.

**Vraag 5 Ijen caldera, Oost-Java (10 pnt: a: 2,5; b: 2,5; c: 2,5; d: 2,5)**

In de buurt van Blawan, Ijen caldera, Oost-Java komen de rivier Kalisat (voor het gemak genummerd als rivier 1) en de zuurstroom Kalipahit (bittere rivier) ('rivier' 2) afkomstig uit het Ijen kratermeer (Kawah Ijen) samen. Het mengsel van zeer zuur en zoet water vervolgt zijn weg onder de naam Kaliputih, hetgeen witte rivier (3) betekent. Stroomafwaarts voegt de Kaligedang (4) zich bij deze Kaliputih (witte rivier). Via een waterval (5) verlaat het totaal aan water en zuur (met een pH = 3) de Ijen caldera om stroomafwaarts voor irrigatie van rijstvelden gebruikt te worden. De rijstobbrengst is in het laatste decennium sterk verminderd. Ondermeer naar de oorzaken hiervan wordt onderzoek verricht, waarvoor allereerst een waterbalansstudie uitgevoerd wordt. Zie bijgaande figuur (bovenaanzicht) op de volgende blz..

Als onderdeel van de waterbalansstudie wordt bij de brug over de Kaliputih (witte rivier) (3) het debiet gemeten en het zuur-zoete water bemonsterd om het chloride gehalte te bepalen. Ook op plekken in de andere rivieren (1, 2, 4 en 5) wordt het chloride gehalte bepaald. Er gaat geen water verloren naar de ondergrond..



De volgende gegevens worden verzameld:

Het debiet bij de brug over de Kaliputih (witte rivier) bedraagt  $3,4 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ .

Chloride gehalten in  $\text{mg liter}^{-1}$ :

Kalisat (1)	100
Kalipahit (bittere rivier) (2)	993
Kaliputih (witte rivier) (3)	222
Kaligedang (4)	86
waterval (5)	191

Leid op duidelijke wijze de vergelijkingen af, waarmee u onderstaande vragen kunt beantwoorden (Indien de vergelijkingen niet duidelijk zijn afgeleid, worden, zelfs als de vergelijkingen juist zijn, geen punten toegekend!). De antwoorden rondt u af tot één decimaal achter de komma:

- Hoe groot is het debiet van de Kalisat (1) in  $\text{m}^3\text{s}^{-1}$ ?
- Hoe groot is het debiet van de zuurstroom Kalipahit (bittere rivier) (2) in  $\text{m}^3\text{s}^{-1}$ ?
- Hoe groot is het debiet van de Kaligedang (4) in  $\text{m}^3\text{s}^{-1}$ ?
- Hoe groot is het debiet van de waterval (5) in  $\text{m}^3\text{s}^{-1}$ ?

## Formuleblad

### Eéndimensionale stationaire stroming

volledig afgesloten grondwater:  $\phi = C_1 x + C_2$

freatisch grondwater:  $h^2 = C_1 x + C_2$

freatisch grondwater met aanvulling:  $h^2 = -\frac{N}{K} x^2 + C$

gedeeltelijk afgesloten grondwater:  $\phi = \phi_p + C_1 e^{\frac{x}{\lambda}} + C_2 e^{-\frac{x}{\lambda}}$ ;  $\lambda = \sqrt{KDc}$

### Radiale stationaire stroming

volledig afgesloten grondwater:  $\phi = \frac{-Q_0}{2\pi KD} \ln r + C$ ;  $\phi = \phi_R + \frac{Q_0}{2\pi KD} \ln \frac{R}{r}$

freatisch grondwater:  $h^2 = \frac{-Q_0}{\pi K} \ln r + C$ ;  $h^2 = H_R^2 + \frac{Q_0}{\pi K} \ln \frac{R}{r}$

freatisch grondwater met aanvulling:  $h^2 = -\frac{N}{2K} r^2 + C$ ;  $h^2 = H_R^2 + \frac{N}{2K} (R^2 - r^2)$

### Cirkelvormig eiland in zee

$$h^2 = -\frac{N}{\left(\frac{2\rho_s}{\rho_s - \rho_f}\right)K} r^2 + C; \rho_s = 1025 \text{ kg m}^{-3} \text{ en } \rho_f = 1000 \text{ kg m}^{-3}, \text{ dan } h^2 = -\frac{N}{82K} r^2 + C$$