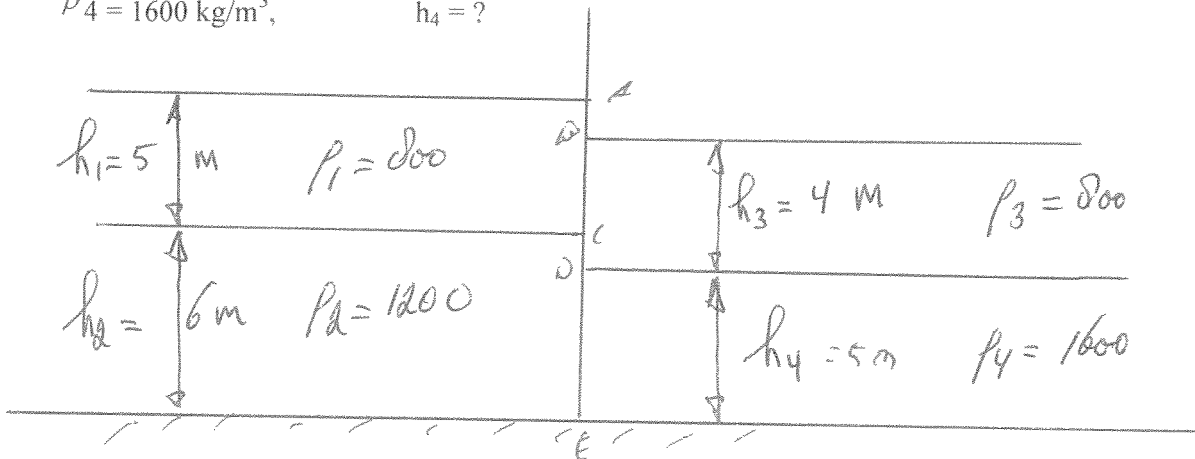


TENTAMEN VLOEISTOFMECHANIKA I, VRIJDAG 11 November 2011

1. Links en rechts van een kering bevinden zich 2 lagen vloeistof met de volgende gegevens (neem $g = 10 \text{ m/s}^2$):

$$\begin{array}{ll} \rho_1 = 800 \text{ kg/m}^3, & h_1 = 5 \text{ m} \\ \rho_2 = 1200 \text{ kg/m}^3, & h_2 = 6 \text{ m} \\ \rho_3 = 800 \text{ kg/m}^3, & h_3 = 4 \text{ m} \\ \rho_4 = 1600 \text{ kg/m}^3, & h_4 = ? \end{array}$$



- Bereken de waterdiepte h_4 waarbij de vloeistofdruk op de bodem aan beide zijden van de kering gelijk is.
- Bereken de resulterende drukken ter plaatse van alle grensvlakken en teken de drukverdeling.
- Bereken de resulterende horizontale kracht op de kering.

2. Gegeven is een waterloop volgens de onderstaande figuur.

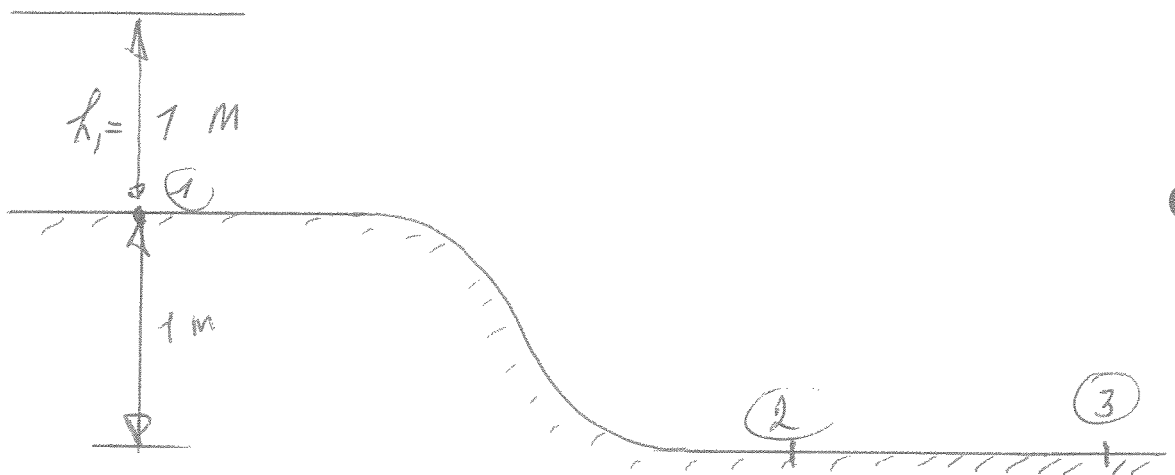
De gegevens zijn:

$$q = 6 \text{ m}^2/\text{s}$$

$$h_1 = 1,0 \text{ m}$$

$$g = 10 \text{ m/s}^2$$

$$\text{Viscosity coefficient} = 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$$



- Wat is de stroomsnelheid ter plaatse van punt 1 en Wat voor type stroming heerst er ter plaatse van punt 1 (bereken Froude-getal)?
- Bereken de waterdiepte h_2 in punt 2?
Welke twee oplossingen zijn er en welke kies je en waarom?
- Welk verschijnsel treedt er op tussen de punten 2 en 3?
Bereken de waterdiepte h_3 aan de benedenstroomse zijde van dit verschijnsel.
- Bereken de energiehoogten in de punten 1, 2, 3?
Teken de energielijn tussen de punten 1 en 3.
Wat is het energieverlies en waar treedt dit op?

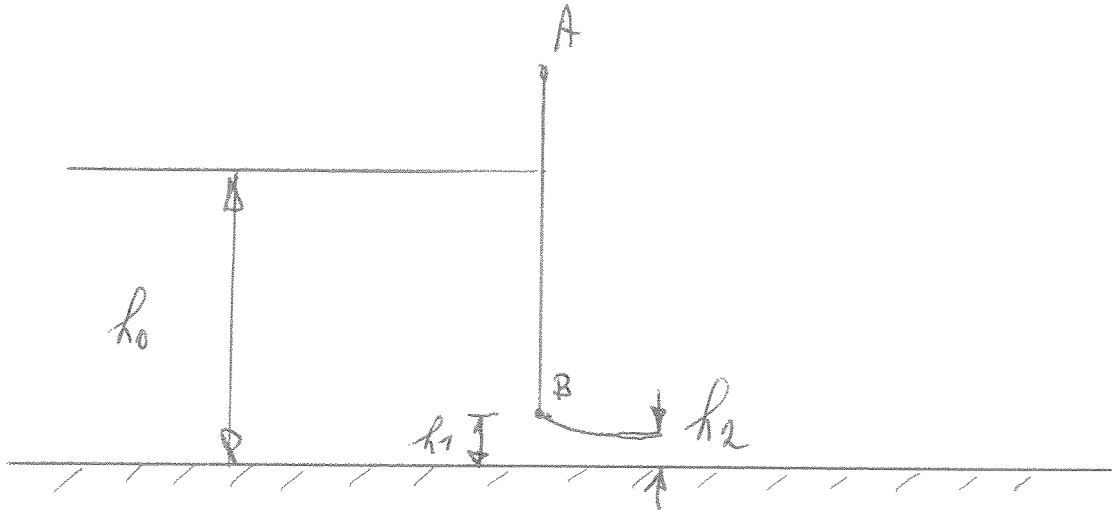
3. In een kanaal met een horizontale bodem bevindt zich een klep AB met opening h_1 .
De snelheidshoogte bovenstrooms van de klep is 0.02 m.

Gegevens:

h_0 = water diepte bovenstrooms = 1 m

μ = contraction coefficient = 0.6

$g = 10 \text{ m}^2/\text{s}$



- a) Wat is de snelheid v_0 bovenstrooms van de klep en wat is het debiet q ?
- b) Wat is de diepte h_2 en wat is de diepte h_1 onder de klep; wat is het Froude getal in punt 2?
- c) Bereken de kracht op de klep?
- d) De waterdruk op de klep is in 7 punten gemeten
- | | |
|-----------------------|----------------------------|
| $z_1 = 0.1 \text{ m}$ | $p_1 = \text{hydrostatic}$ |
| $z_2 = 0.2 \text{ m}$ | $p_2 = \text{hydrostatic}$ |
| $z_3 = 0.3 \text{ m}$ | $p_3 = \text{hydrostatic}$ |
| $z_4 = 0.4 \text{ m}$ | $p_4 = 3300 \text{ N/m}^2$ |
| $z_5 = 0.5 \text{ m}$ | $p_5 = 3700 \text{ N/m}^2$ |
| $z_6 = 0.6 \text{ m}$ | $p_6 = 3900 \text{ N/m}^2$ |
| $z_7 = 0.7 \text{ m}$ | $p_7 = 3400 \text{ N/m}^2$ |

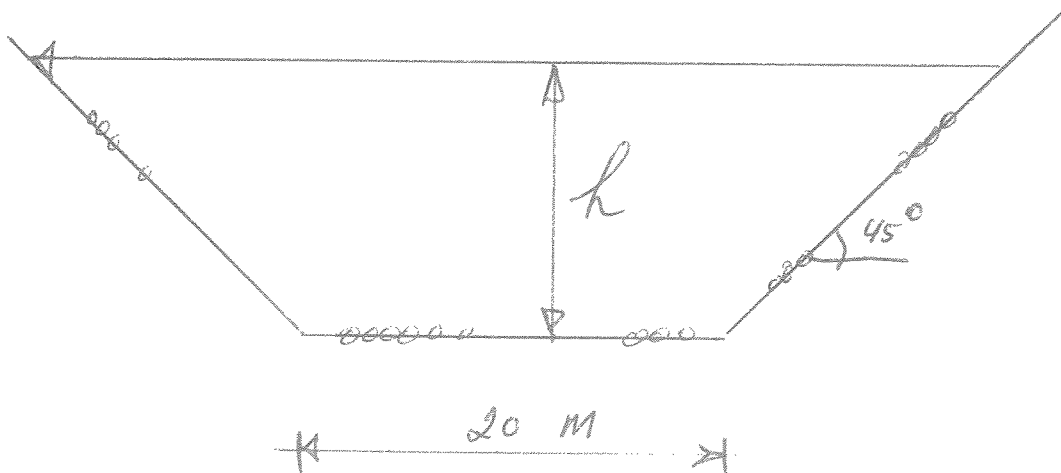
Wat is de kracht op de klep op basis van de metingen?

Wat is de hydrostatische kracht op de klep?

4. Gegeven is een uniforme stroming in een kanaal met trapeziumvormige doorsnede.
 De gegevens zijn: $Q = 80 \text{ m}^3/\text{s}$, $I = 10^{-4}$
 $g = 10 \text{ m/s}^2$, viscosity = $10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$

- a. Bereken de waterdiepte als de Nikuradse ruwheid is $k_s = 0.1 \text{ m}$ en $k_s = 0.001 \text{ m}$.
 b. Bereken in beide gevallen de parameter $u_* k_s / \nu$; wat is de conclusie?.

- c. Maak een schets van de verdeling van de stroomsnelheid over de breedte
 Wat is de gem. snelheid over de doorsneden (2 situaties)? 2 hogtes
 Wat is de gem. snelheid in het midden (by benadering)?

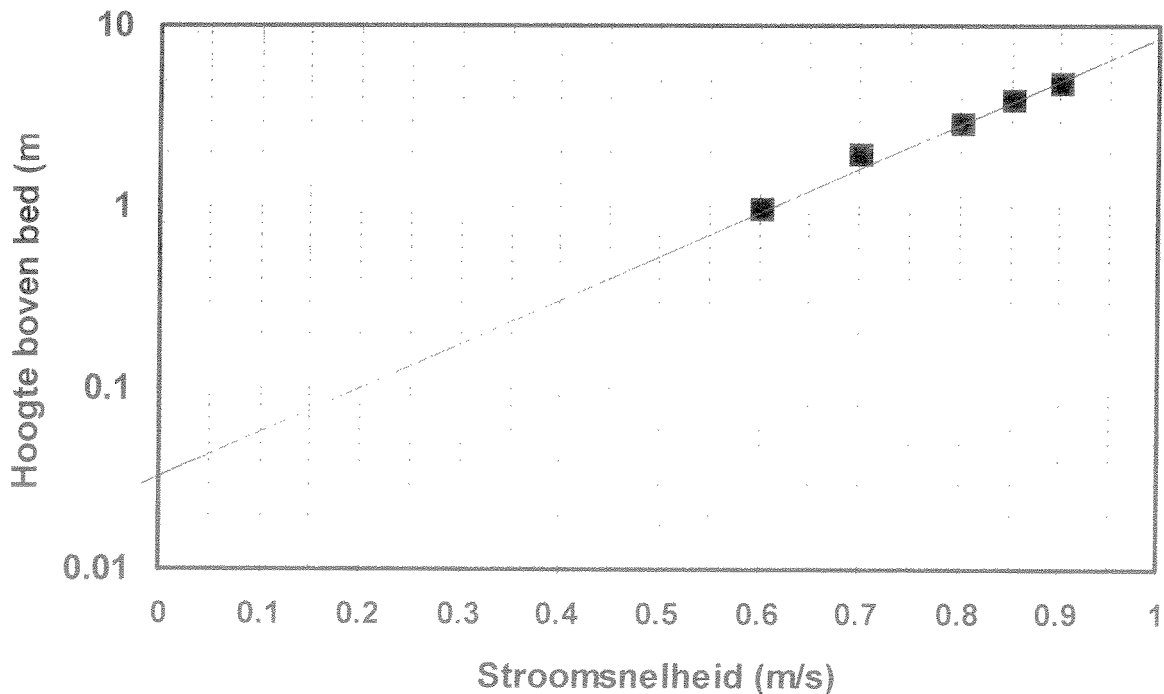


5. In een rivier met waterdiepte $h=5$ m zijn snelheidsmetingen uitgevoerd boven de bodem:

$z_1= 1$ m	$u_1= 0.6$ m/s
$z_2= 2$ m	$u_2= 0.7$ m/s
$z_3= 3$ m	$u_3= 0.8$ m/s
$z_4= 4$ m	$u_4= 0.85$ m/s
$z_5= 5$ m	$u_5= 0.9$ m/s

($\nu=0.000001$ m²/s)

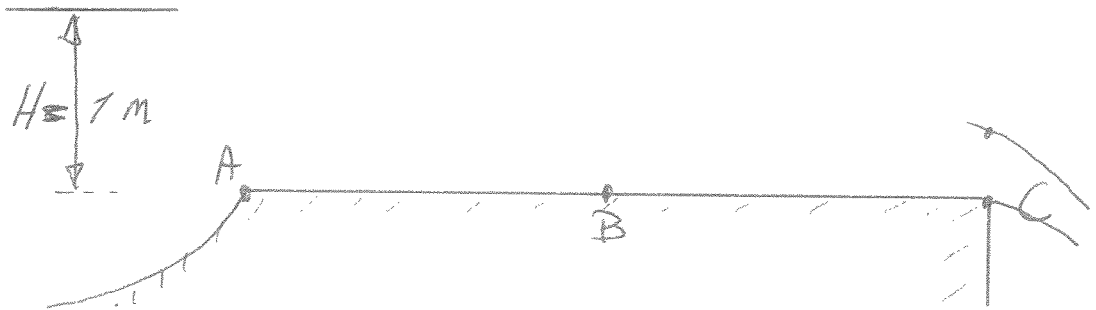
- Wat is bij benadering de gemiddelde stroomsnelheid en op welke hoogte boven de bodem treedt dit bij benadering op?
- Bereken de schuifspanningsnelheid u_* indien de ruwheid van Nikuradse gelijk is aan $k_s=0.5$ m op basis van het onderste (z_1) meetpunt bij de bodem. (kappa $\kappa=0.4$)? Is de stroming hydraulisch ruw of niet?
- Bereken de schuifspanningsnelheid u_* en de bodemruwheid van Nikuradse k_s op basis van de onderste twee meetpunten in z_1 en z_2 bij de bodem (kappa $\kappa=0.4$)?
- Idem maar nu gebruik makend van alle meetpunten; trek een lijn door de punten en kies twee punten op de lijn en pas methode c opnieuw toe



6A Een diep reservoir is verbonden met een kanaal met horizontale bodem. Aan het einde van het kanaal is er een vrije overstort.

De afvoer per eenheid van breedte is $q = 1 \text{ m}^2/\text{s}$ ($g = 10 \text{ m/s}^2$). $H = 1 \text{ m}$; $C = 100 \text{ m}^{0.5}/\text{s}$

- Wat is de waterdiepte ter plaatse van de overstort (C) aan het eind van het kanaal?
- Wat is de waterdiepte aan het begin van het kanaal (A)?
- Wat is de lengte van het kanaal opdat het gegeven debiet zich kan instellen?
- Wat is de waterstand in het midden (B) van het kanaal?

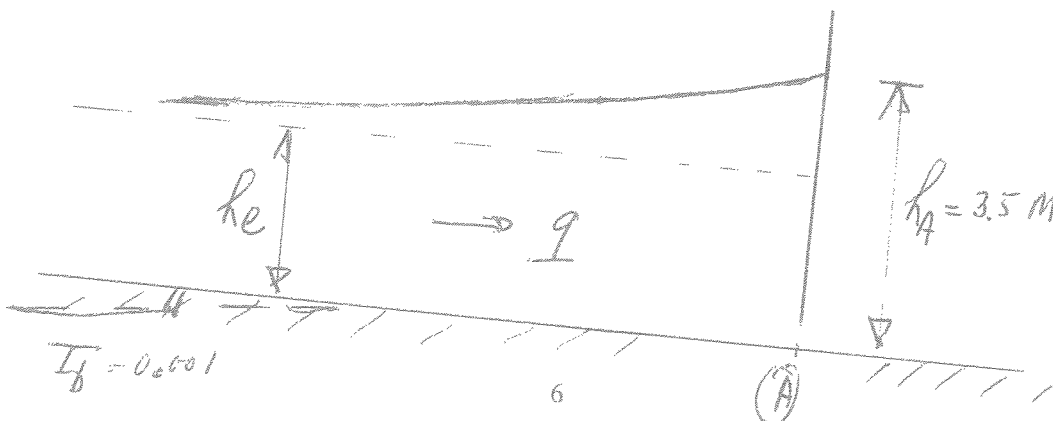


6B Een kanaal heeft een bodemhelling $I_b = 0.001$ en $C = 50 \text{ m}^{0.5}/\text{s}$, $q = 5 \text{ m}^2/\text{s}$

Aan het benedenstroomse eind bevindt zich een stuw met waterdiepte $h_A = 3.5 \text{ m}$

De waterdiepte zal zich in bovenstroomse richting aanpassen aan de evenwichtsdiepte.

- Bereken de evenwichtsdiepte?
- Wat is bij de benadering de aanpassingslengte tot de evenwichtsdiepte?



7 Theorievragen

1. In welke omstandigheden mag er worden uitgegaan van hydrostatische waterdruk? Wanneer er water onder een klep stroomt, neemt de druk daar sterk af. Waarom?
2. De twee componenten in de versnellingssterm van de bewegingsvergelijking zijn de tijdsafhankelijke versnelling en de plaatsafhankelijke versnelling. Geef een praktisch voorbeeld van een tijdsafhankelijke versnelling in een rivier en een voorbeeld van een plaatsafhankelijke versnelling.
3. Welke drie krachten beheersen de vloeistofmechanica? Welke van deze drie krachten is het meest onzeker?
4. Wanneer is het bodemverhang, het waterspiegelverhang en het energieverhang in een rivier gelijk?
Hoe kun je het verhang berekenen als het debiet, de waterdiepte en de ruwheid bekend zijn?
5. Wat houdt de wet van Bernoulli in en de impulsbalans? ; wanneer mag je deze wetten toepassen?
Wat wordt verwaarloosd in de Euler vergelijkingen?
↳ viscositeit
6. Waarom ontstaat er geen turbulentie in een laminaire stroming? Wat is essentieel in de Reynolds vergelijkingen?
7. Wat betekent de equivalente ruwheid van Nikuradse? Hoe kun je dit bepalen?
8. Wat is de basisdefinitie van het Froudegetal? Wat is de voortplantingssnelheid van een verstoring van het wateroppervlak?; kan een dergelijke verstoring zich in bovenstroomse richting bewegen in een superkritische stroming?
9. Bij gegeven debiet kan een waterstroom in het algemeen bij twee waterdiepten voorkomen. Om welke twee typen stroming gaat het? Wanneer is er slechts 1 type stroming mogelijk? Wat is de verhouding tussen snelheidshoogte en totale energiehoogte in het laatste geval?
10. Gegeven is een stuk rivier met lengte= 100 m en breedte= 500 m, het instromend debiet = 100 m³/s en het uitstromend debiet is 90 m³/s; hoeveel is de waterstand in dit stuk rivier gestegen na 1 uur?

