



wl | delft hydraulics

2^e CAPWAT Seminar
6 november 2007

TU Delft

Inhoud

- Basisontwerp leidingsysteem
- Detail: zinker
 - locatie waar extra energieverlies kan optreden agv gasophoping
- Bestaande theorie ter voorkoming van gasophoping
- Tekortkomingen / gebrek aan informatie
- Oorzaken van gas in de leiding
- Gevolgen van gasophoping

wL | delft hydraulics 2^e CAPWAT Seminar
6 november 2007 **TU**Delft

Basisontwerp: definities en formules

Pompcapaciteit bepaald door:

- Statische opvoerhoogte
- Dynamische opvoerhoogte

The diagram illustrates a pump system. On the left, a pump labeled 'Gemaal' is shown. A horizontal pipe labeled 'persleiding' connects the pump to a receiving tank on the right labeled 'RWZI'. A dashed horizontal line represents the static head, labeled 'Hstat', which is the vertical distance between the water level in the source and the water level in the RWZI. A solid line represents the total head, labeled 'Hdyn', which starts at the static head level and increases linearly to a higher level at the pump, then decreases linearly to the static head level at the RWZI. This total head line represents the system's head requirement.

wL | delft hydraulics 2^e CAPWAT Seminar
6 november 2007 **TU**Delft

Basisontwerp: systeemkromme

Bepaling van:

- Statische opvoerhoogte (variabel?)
- Wandwrijving (nieuwe / oude leiding ?)
- Lokale verliezen
 - Bochten
 - T-aansluiting
 - Afsluiters
- Nieuw? Lucht/gasbellen

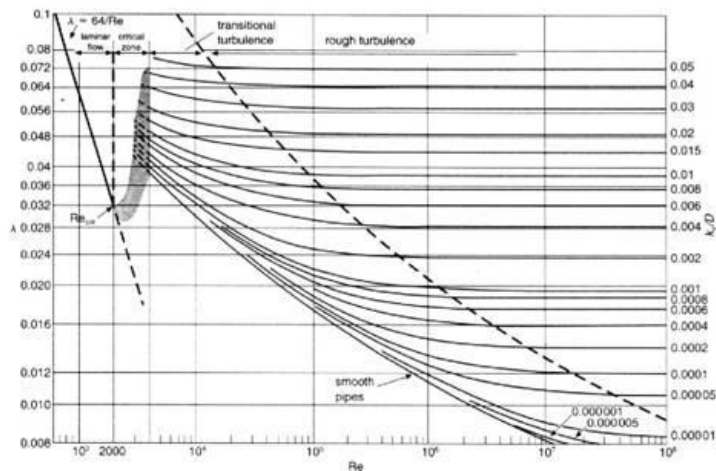
Basisontwerp: Energieverlies tgv wandwrijving

Darcy-Weisbach formule
$$\Delta H = \lambda \frac{L}{D} \frac{v^2}{2g}$$

Weerstandscoefficient λ afhankelijk van debiet en leidingeigenschappen
(snelheid, viscositeit, buisdiameter en ruwheid buiswand)

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2 \log \left(\frac{2,51}{\text{Re} \sqrt{\lambda}} + \frac{k}{3,71D} \right)$$

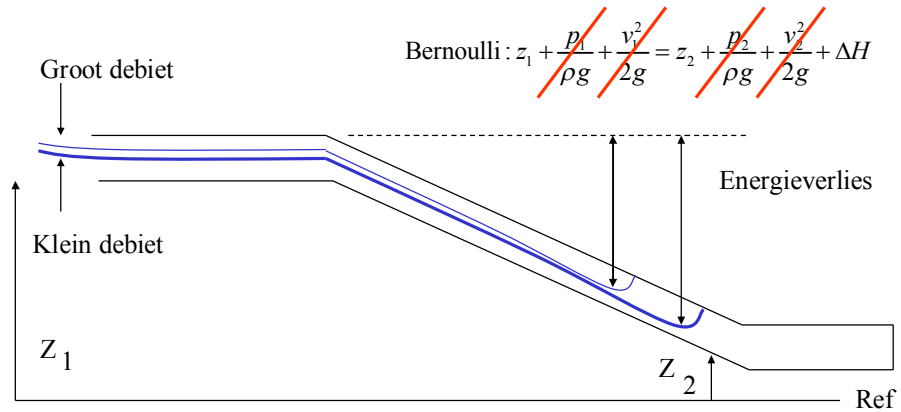
Basisontwerp: Wrijvingsverlies – Moody diagram



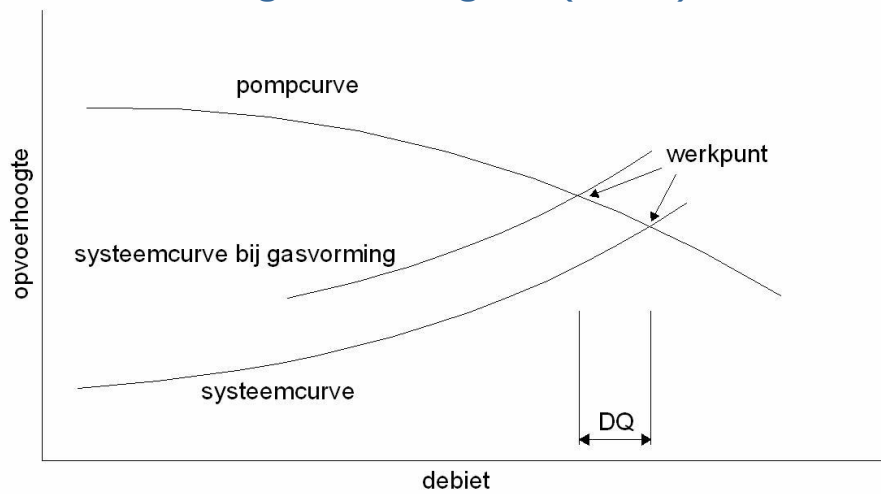





Detail: neergaand leidingdeel (zinker)

Gevolg van gasvolumen: energieverliezen



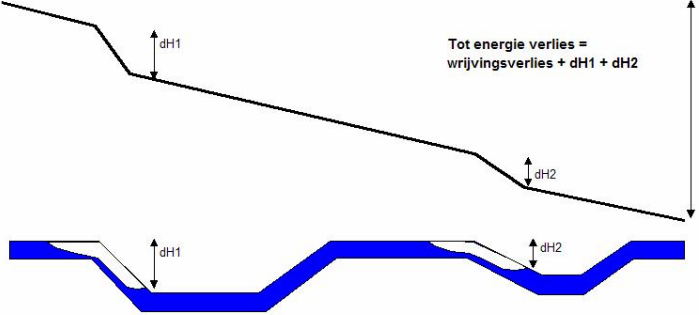
Detail: neergaand leidingdeel (zinker)










Detail: neergaand leidingdeel (zinker)

Verhanglijn in een systeem met gasophoping



Tot energie verlies = wrijvingsverlies + dH1 + dH2

Bestaande theorie ter voorkoming gasophoping

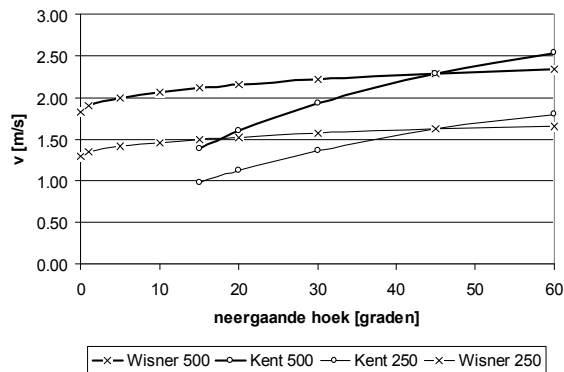
Kent:

$$v_{\min} = 1,62\sqrt{\xi} \sqrt{gD \sin \alpha} = 1,23\sqrt{gD \sin \alpha}$$

$\xi = 0,58$ bij de door Kent gebruikte 4" leiding (100 mm)
 g = gravitatieversnelling
 D = buisdiameter
 α = hoek neergaande buis met de horizontaal, met geldigheid $15^\circ < \alpha < 60^\circ$

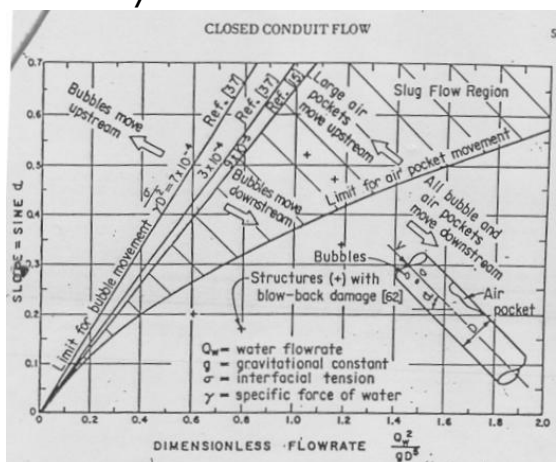
Bestaande theorie ter voorkoming gasfophing

Wisner
$$v_{\min} = (0,25\sqrt{\sin \alpha} + 0,825)\sqrt{gD}$$



Bestaande theorie ter voorkoming gasfophing

Ontleend aan diagram van Falvey



Bestaande theorie ter voorkoming gasophoping

kritische snelheid waarbij luchtbelllen stagneren

$$v_{cr1} = 1,39\sqrt{gD \sin \alpha}$$

kritische snelheid waarbij alle kleine luchtbelllen worden meegenomen

$$v_{cr2} = 1,58\sqrt{gD \sin \alpha}$$

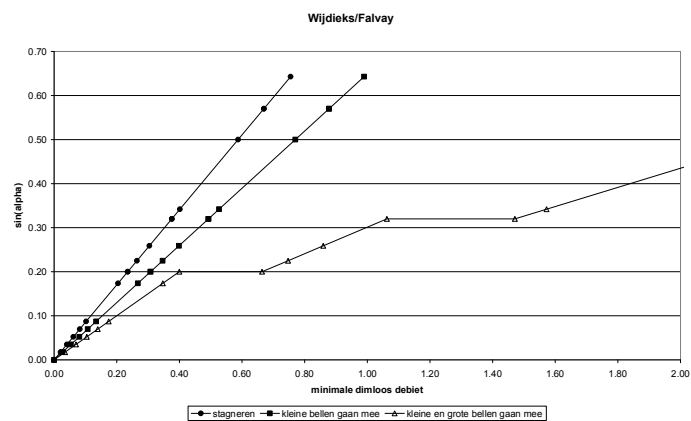
kritische snelheid waarbij alle kleine luchtbelllen en luchtzakken worden meegenomen

$$v_{cr3} = 1,80\sqrt{gD \sin \alpha} \quad \sin \alpha < 0,2$$

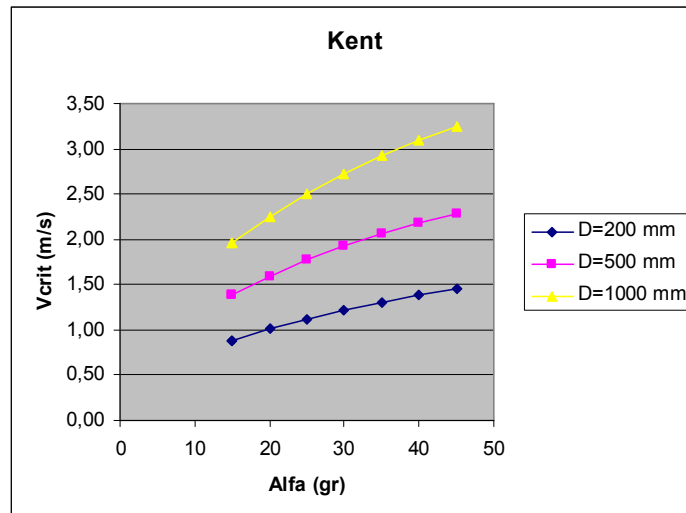
$$v_{cr4} = 2,32\sqrt{gD \sin \alpha} \quad 0,2 \leq \sin \alpha < 0,32$$

$$v_{cr5} = 2,73\sqrt{gD \sin \alpha} \quad 0,32 \leq \sin \alpha < 0,57$$

Bestaande theorie ter voorkoming gasophoping



Bestaande theorie: Kent formule - voorbeeld



Tekortkomingen

- Theoretische vergelijkingen geven verschillende waarden
- Geldigheid van de vergelijking niet bekend
 - diameter
 - hellingshoek
- Beschikbare formules geven geen informatie indien $v < v_{crit}$

Vragen mbt tot situatie $v < v_{crit}$

- Hoe groot kan de gasbel worden?
 - Hoeveel energieverlies veroorzaakt dat?
 - m.a.w. welke ΔH mag ik verwachten
 - Hoe lang moet ik stromen om de bel weg te krijgen. Lukt dat überhaupt?
 - Invloed diameter, lengte neergaand been, waterkwaliteit
- Noodzaak tot meer inzicht omtrent dit fenomeen



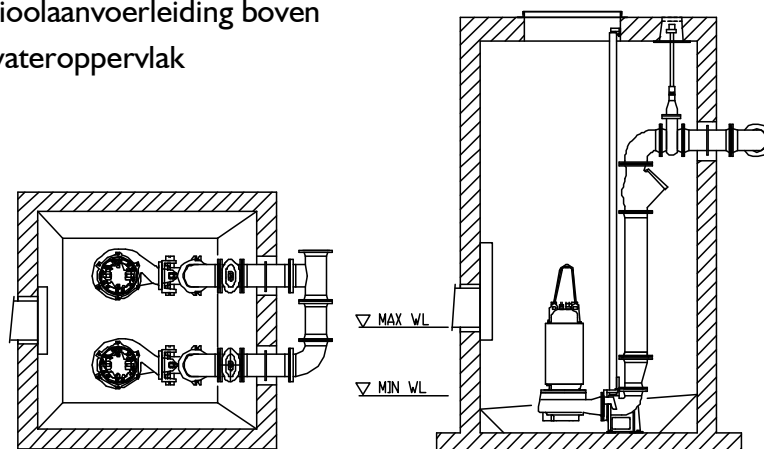
Oorzaken gas in de leiding

- **Begin van de leiding**
 - pompstation
 - naleveren van pompstation
 - windketels die leeglopen
- **Halverwege de leiding**
 - be-ontluchters
 - ontgassing door sub-atmosferische drukken
 - bio – chemische reacties



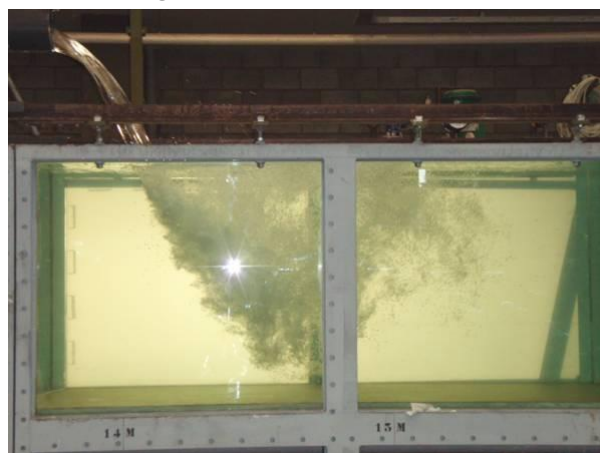
Oorzaken gas in de leiding

Rioolaanvoerleiding boven
wateroppervlak



Oorzaken gas in de leiding

Rioolaanvoerleiding



Oorzaak gas in leiding

Riool toevoer in pompkelder





Gevolgen

Gevolgen van gasophoping en energieverliezen

- verhoogde energieconsumptie door de pompen
- verhoogd aantal overstortingen
- water op straat

