




Detectiemethoden gasbellen

3^{de} CAPWAT seminar, 24 juni 2010

Ivo Pothof
Ivo.pothof@deltares.nl



Inhoud presentatie

- Methoden om gasbellen te detecteren
 - Statische drukmeting
 - Stationaire drukmetingen
 - Leiding isoleren en volume onttrekken
 - Dynamische drukmeting
- Maximale informatie uit minimum aan data

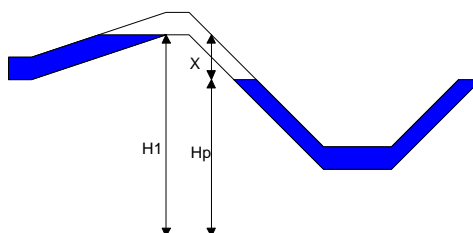


25 september 2008



Methode 1: Statische meting

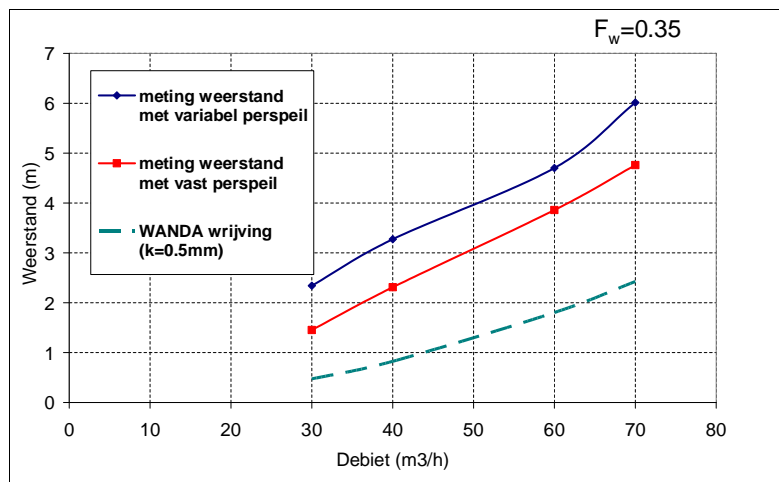
- Drukmeting aan perszijde TSK
- Statische meting ($Q=0$) geeft info over
 - controle perspeil
- indicatie aanwezigheid grote luchtbell
- Info over belvolume, niet over lokatie
 - voorbereidende berekeningen en leidingprofiel nuttig



Methode 2: Stationaire drukmeting

- Drukmeting aan perszijde TSK
- Debietmeting in gemaal
- Gemeten drukhoogte (m NAP) = perspeil + wrijving + gasbel
- Meting vergelijken met lucht vrije meting of gecalibreerd rekenmodel
 - Meting bij $F_w > 0.6$ geeft extra info
- Info over extra energieverlies
 - Hiermee schatting totaal belvolume
- Veldmeting in 3 km persleiding Ø235 PVC en Ø220 HPE
 - 100% meer wrijving,
 - > 35% meer pompenergie

Methode 2: Analyse stationaire metingen



Methode 3: Leiding isoleren, interne berging

- Waterslagberging

- Continuïteit

$$\frac{\partial v}{\partial s} + \frac{g}{c^2} \frac{dH}{dt} = 0$$

- discretiseren

$$\downarrow$$

$$A_{storage} = \frac{\Delta V}{\Delta H} = \frac{g \cdot V}{c^2}$$

Berging in gasbellen

Ideaal gedrag gasbel

- Polytrope coefficient κ
- $1 < \kappa < \gamma$
- Absolute gasdruk p_g
- Gasvolume V_g
- Constante C

$$p_g \cdot V_g^\kappa = C$$

Interne berging gasbel

$$\mathcal{A}_{gas} = \frac{\Delta V}{\Delta H} = \rho g \frac{\Delta V}{\Delta p} = \frac{\rho g V_{g,i}}{\kappa p_{g,i}}$$

Methode 3: Isoleren en volume onttrekken

Leiding is ingeblokt

Drukmeting aan perszijde TSK

Bepaald volume ΔV wordt afgetapt en drukdaling ΔH wordt gemeten

Zonder gasbel is waterslagberging $\Delta V / \Delta H$ bekend

$$\mathcal{A}_0 = \frac{\Delta V}{\Delta H} = \frac{g V}{c_0^2}$$

Methode 3: Isoleren en volume onttrekken

Als $\Delta V / \Delta H > \mathcal{A}_0$, dan gasbellen $\mathcal{A}_g + \mathcal{A}_0 = \frac{\Delta V}{\Delta H} = \frac{\rho \cdot g \cdot V_{g,i}}{p_{g,i}} + \frac{g \cdot V}{c_0^2}$

Gasbel volume $V_{g,i} = \frac{p_{g,i}}{\rho g} \left(\frac{\Delta V}{\Delta H} - \frac{gV}{c_0^2} \right)$

Info

- Nauwkeurige bepaling totaal volume gasbellen
- Lokatie niet bekend

Methode 4: Dynamische drukmeting

Uitvoering in gemaal

Dynamische druk aan perszijde TSK

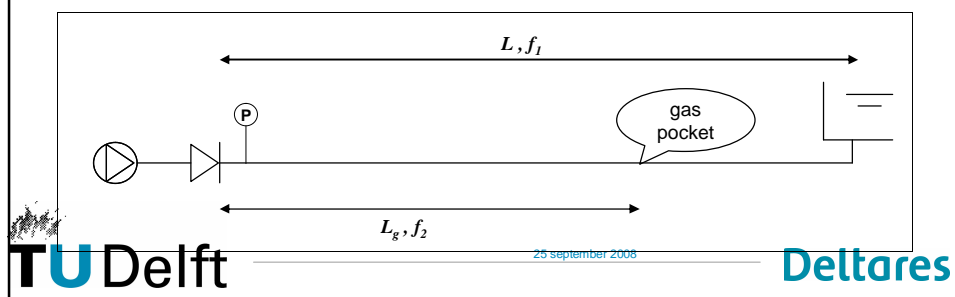
Principe is fingerprint-methode

- gasbel is veel makkelijker te comprimeren
- drukgolf reflecteert op een gasbel, waardoor een **hogere** frequentie in een dynamische drukmeting zichtbaar wordt
- De totale berging neemt toe, waardoor ook een **lagere** frequentie zichtbaar wordt als een gasbel aanwezig is

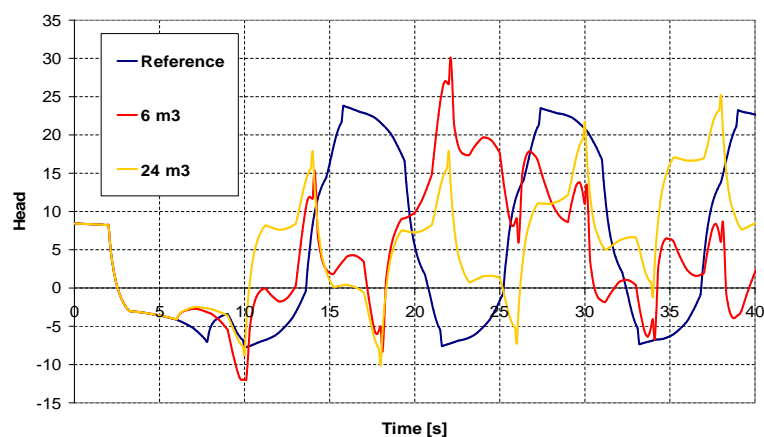
Een Fourier analysis laat beide frequenties zien als een gasbel aanwezig is.

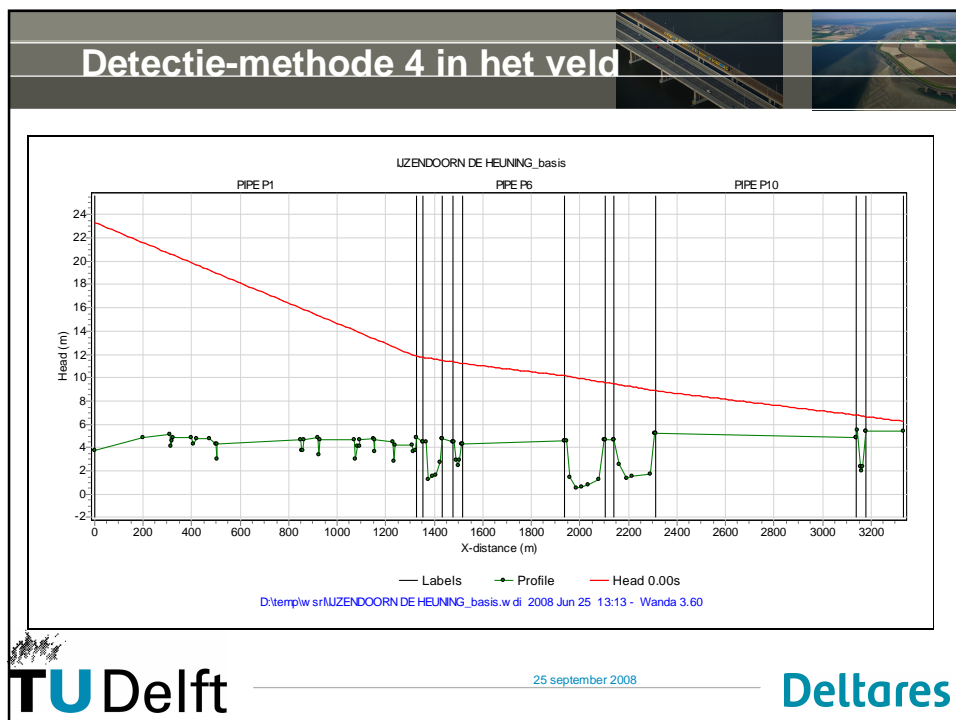
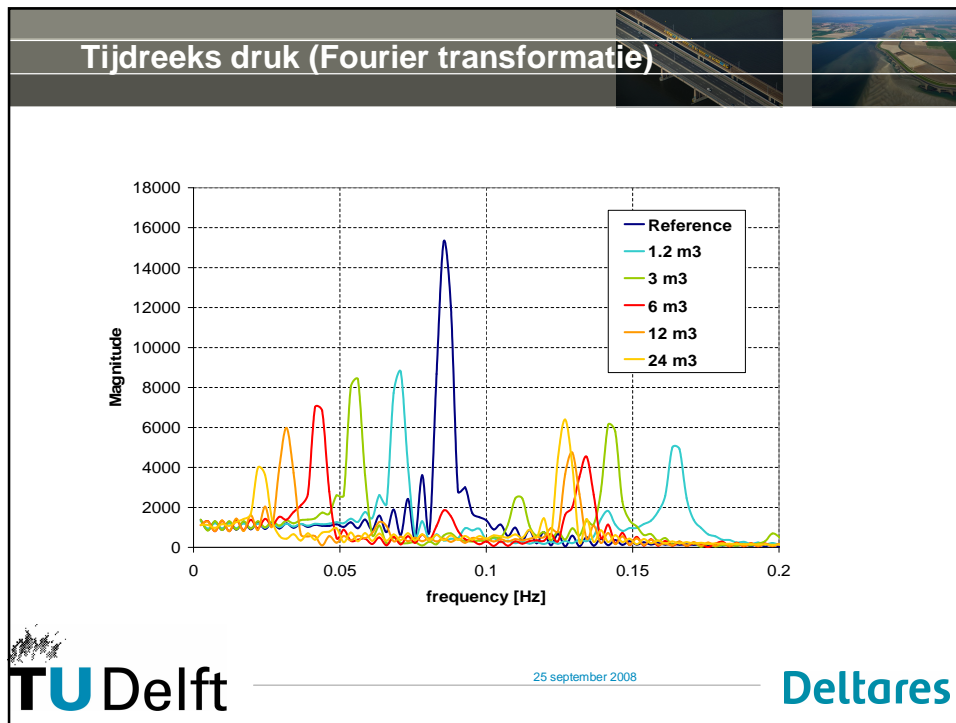
Methode 4: Dynamische drukmeting

- Referentie-druk golf met pompuitval of klepsluiting
- Dynamische druk wordt gemeten benedenstrooms van de klep
- Fourier-transformatie van gemeten druk wordt vergeleken met het referentie-signaal
 - > het totale gasvolume is af te leiden van de reductie in de basis-frequentie, f_1
 - > lokatie van eerste gasbel is af te leiden van de tweede frequentie, f_2



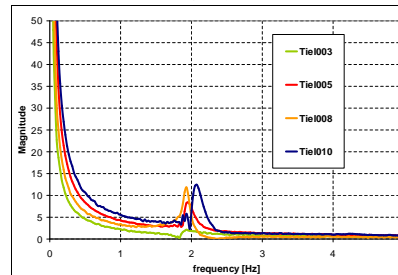
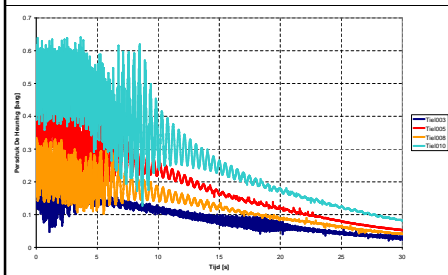
Typische tijdreeks van drukmetingen





Analyse dynamische metingen (2)

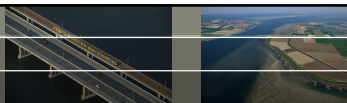
- Basisfrequenties uit WANDA
 - enkelvoudig 0.033 Hz ($30 \text{ s} = 4 * L / c$)
 - vertakt 0.033 Hz, want transient wordt geïnitieerd op aftakking
- Hogere frequentie is 2 Hz
 - komt overeen met 38 m; $1/f = 4 * L / c \leftrightarrow L = c / (4*f)$



Informatie dynamische metingen

- Schatting lokatie gasbel en totaal belvolume
- Rekenmodel of fingerprint in ontluicht systeem is noodzakelijk voor bepaling basisfrequentie

Conclusie



- 4 methoden om gasbellen te detecteren
 - Statische meting
 - 2 statische metingen met onttrekking
 - Stationaire meting(en) en
 - Dynamische meting
- Alle drukmetingen geven bruikbare info over aanwezigheid gasbellen