

Duiden van zandmeevoerende wellen

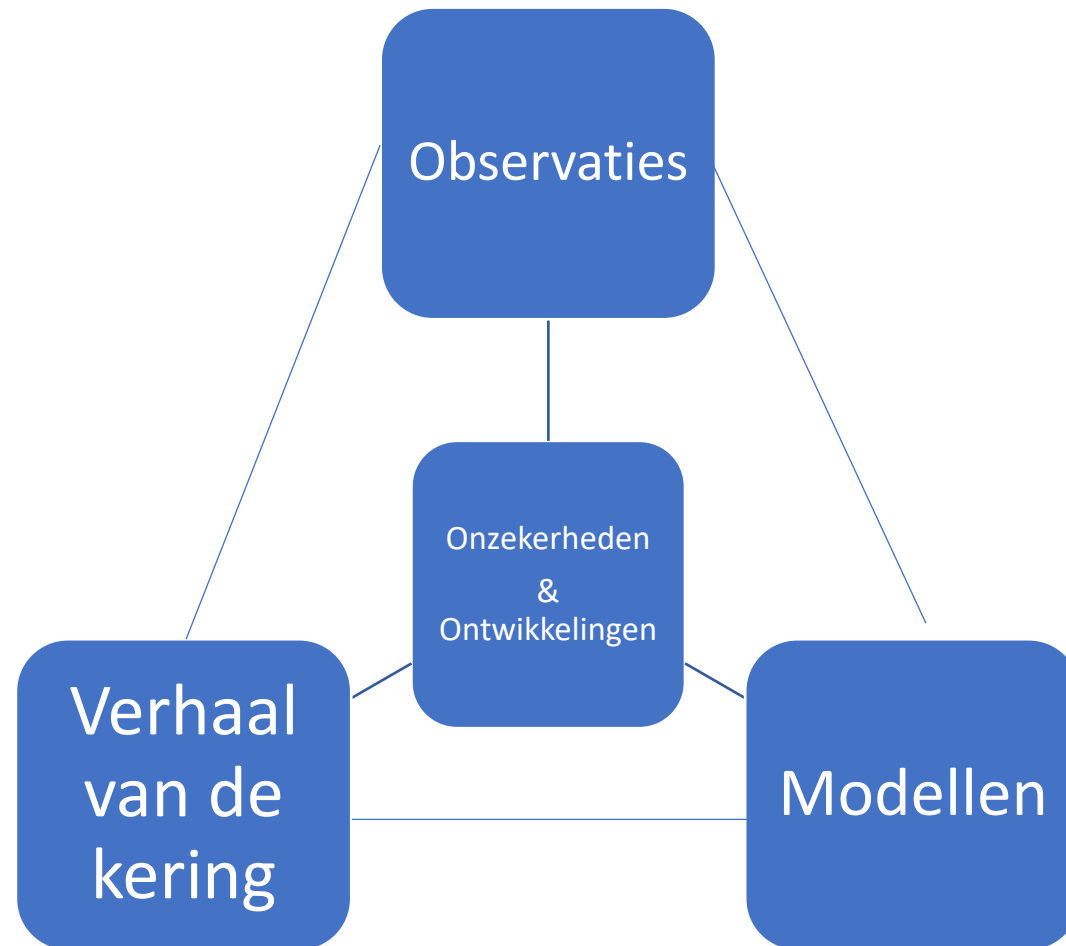
Naar aanleiding van vraag aan De Innovatieversneller

Leren van wellen

Bij hoogwater situaties nemen we vaak wellen waar.

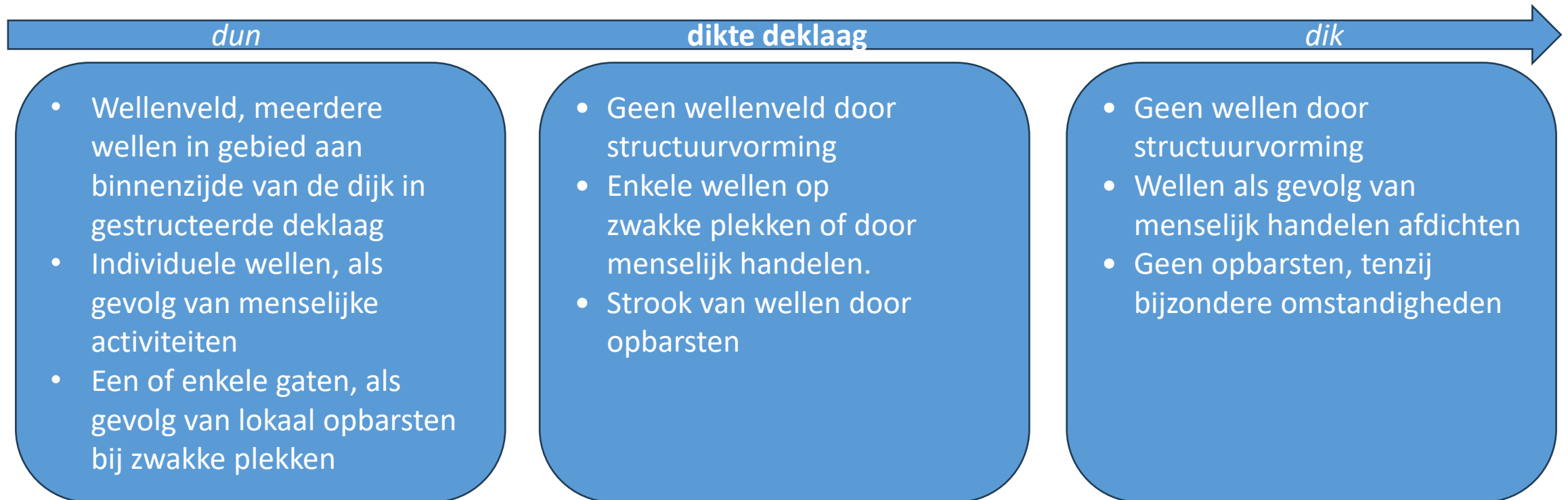
- Soms zien we wellen die we niet verwachten, soms zien we geen wellen terwijl we ze wel verwachten, wat betekent dit?
- Wanneer zijn wellen een indicatie van een risico op piping?

Behoeftte aan consistent beeld door *observaties te* relateren aan theoretische kennis (*verhaal van de kering*) en *rekenmodellen*



Leren van wellen: Wat verwachten we?

Wellen zichtbaar bij gaten door de deklaag als stijghoogte in het zandpakket hoger is dan maaiveld. Door opbarsten kunnen nieuwe gaten ontstaan.



Wat betekent een zandmeevoerende wel?

Wanneer verticaal verhang over deklaag groot genoeg is kunnen zandkorrels uit zandpakket in beweging komen. Zand kan ook uit 'erosielens' komen. Het onderscheid tussen zand uit een erosielens of door pipevorming is met de huidige kennis niet te maken. Locatie van wel geeft informatie over aannemelijkheid terugschrijdende erosie, het model van Sellmeijer (de rekenregel en D-Geo Flow) biedt hulp voor een uitspraak over aannemelijkheid.

Schematisatie onzekerheden:

- bodem (laagopbouw, anisotropie, doorlatendheid, sterkteparameters)
- weerstand voorland

Model / kennisonzekerheden:

- 3D Effecten,
- drukval opbarstkanaal
- ...

3D effect groot bij:

- enkele wel (minder groot bij wellenveld)
- Lange leklengte/spreidings-lengte (dikkere deklaag en grote kD)

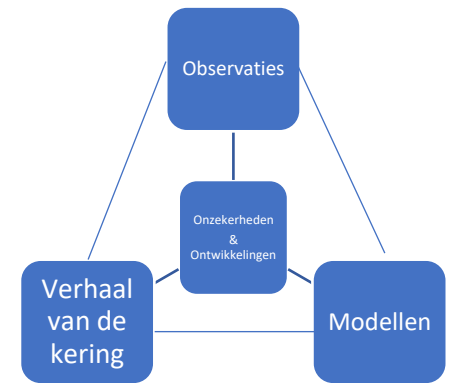
Drukval in opbarstkanaal groot bij:

-

....

Handvat: Beslisondersteunend raamwerk piping

Beoordeling relevantie:



Wat zien we? Waarom is hier een wel/wellen?

- Gaat het om 1 of meerdere wellen/wellenveld?
- Wat is de deklaag dikte, welk materiaal?
- Verwacht ik bij deze waterstanden en deklaag dikte opdrijven? (en opbarsten...?)
- Hoe groot is de wel, hoeveel zand transport?



Wat zijn de onzekerheden?*

- Impact 3D effect
- Impact drukval pipe
- Impact tijdsafhankelijkheid
- ...



Wat is het verhaal? Betreft het hier een pipingrisico?

- Waar is de wel? Hoe ver uit de binnenteen?
- Is er voorland aanwezig? Wat is de kwelweglengte?
- Kan opbarsten optreden?
- Hoe lang duurt het hoogwater?



Wat zegt het model? Begrijpen we de uitkomst?

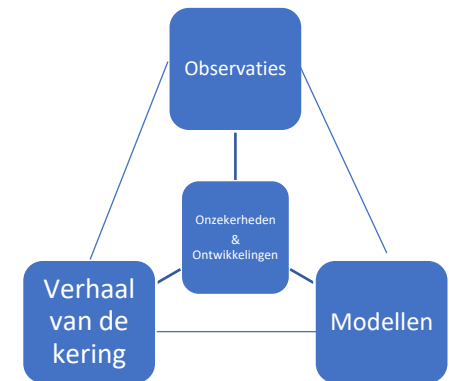
- Kan hier terugschrijdende erosie optreden op basis van het model van Sellmeijer?
- Gegeven schematisatieonzekerheden (heterogeniteit, eigenschappen), en modelonzekerheid



* Zie ook *beslisondersteunend raamwerk piping*

Voorbeeld Case WRIJ 1: Pleijdijk

Voorbeeld van hoe de redenering voor een project er uit kan zien. Hierbij heeft het project gevoeligheidsanalyses met D-Geo Flow uitgevoerd.



Wat zien we? Waarom is hier een wel/wellen?

- Hier is sprake van meerdere wellen vlak bij elkaar, overlappend. Wellen worden hier vaak geobserveerd bij hoogwater. Deze wel loopt wel flink.
- Dunne deklaag 0,5 m; verwacht meerdere wellen. Er is hier veel kwel.



Wat zijn de onzekerheden?

- Dik heterogeen WVP, invloed anisotropie en heterogeniteit, ...
- Bij veel kwel (en meerdere wellen) relatief minder 3D concentratie van stroming en 3D effect voor terugschrijdende erosie; maar nog wel enig effect verwacht.
- Dunne deklaag, weinig tot geen invloed onzekerheid 0,3d drukval Zandig voorland, weinig weerstand



Wat is het verhaal? Betreft het hier een pipingrisico?

- Wellen hoeft geen opbarsten te zijn, zeer dunne deklaag. In dergelijke situaties wordt een relatief kortere pipelengte bij kritiek verval verwacht en pipegroei start pas relatief dicht bij kritiek verval.
- Berekende pipelengtes bij optredend verval zijn kort, onzekerheid van 3D effect wordt verwacht als relatief lager bij meer uitstroom naar het achterland.
- Geobserveerd zandtransport zou uit erosielens kunnen komen, of door terugschrijdende erosie. Vanwege veel kwel, indicatie van veel verticale stroming en afstroming naar het achterland, lijkt het hier aannemelijk dat ook veel zand uit erosielens komt.



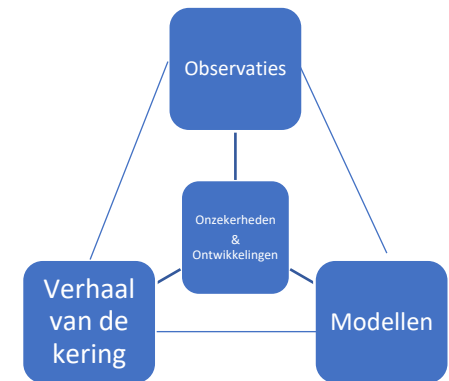
Wat zegt het model? Begrijpen we de uitkomst?

- Voor verschillende variaties van bodemparameters is door het project een korte pipe berekend bij het optredende verval.
- Schematisatieonzekerheden, heterogeniteit watervoerend pakket, anisotropie, intredeweerstand voorland...



VoorbeeldCase WRIJ 2: Kandiadijk

Voorbeeld van hoe de redenering voor een project er uit kan zien. Hierbij heeft het project gevoeligheidsanalyses met D-Geo Flow uitgevoerd.



Wat zien we? Waarom is hier een wel/wellen?



- Zien 1 wel in sloot, na opkisten ontstond nieuwe wel ernaast. Relatief dunne deklaag, ca. 1,5 m en ca. 0,75 m bij slootbodem. Wellen bij deze deklaag dikte niet onverwacht. Sloot staat in zomer droog dus gestructureerde bodem is aannemelijk.

Wat zijn de onzekerheden?

- 3D effect door 1 locatie met wel, hoewel gestructureerde deklaag in kopsloot is daarnaast deklaag dikker, dus verwacht meer concentratie van stroming naar wel, en naar eventuele pipe.
- Relatief dunne deklaag, minder grote invloed van onzekerheid drukval in opbarstkanaal.
- Grote onzekerheid anisotropie en heterogeniteit WVP.
- ...



Wat is het verhaal? Betreft het hier een pipingrisico?



- Wellen zouden gevolg van opbarsten kunnen zijn, en/of zwakke plekken.
- Gevoeligheidsberekeningen voor 2D laten zien dat terugschrijdende erosie verwacht wordt bij de geobserveerde waterstand; echter berekende pipes zijn niet lang. Met 3D effect wordt aannemelijker dat de observatie duidt op terugschrijdende erosie omdat het 2D model naar verwachting de pipelengte in een 3D situatie onderschat.

Wat zegt het model? Begrijpen we de uitkomst?

- Gevoeligheidsberekeningen geven aan dat terugschrijdende erosie al optreedt bij de geobserveerde waterstand. Maar pipes zijn niet lang.
- *Schematisatieonzekerheden, heterogeniteit watervoerend pakket en anisotropie maar heeft weinig invloed op de berekende pipelengte bij realistische schematisaties.*



Conclusies en aanbevelingen

- Door de relatie te leggen tussen het verhaal van de kering, waarnemingen modelberekeningen, onzekerheden en ontwikkelingen, verhaal van de kering was het mogelijk 2 wellen van Waterschap Rijn en IJssel te duiden:
 - In het geval van de Pleijdijk lijkt het vanwege de dunne deklaag aannemelijk dat er meer stroming naar het achterland is, en een relatief lagere invloed van het 3D effect op pipegroei. In dergelijke wordt verwacht dat pipegroei start bij een verval dat relatief dicht bij het kritieke verval is. Wanneer met het model van Sellmeijer korte pipes bij het optredende verval worden berekend kan er toch sprake zijn van zandmeevoerende wellen, waarbij zand wordt geërodeerd bij het uitstroomgat en zich een erosielens vormt.
 - In het geval van de Kandiadijk lijkt het vanwege een dikkere deklaag in het achterland aannemelijker dat 3D effecten een belangrijkere rol spelen bij pipegroei, waardoor analyses met het model van Sellmeijer de pipegroei onderschatten.
- Met verdere ervaringen kan de aanpak verder worden verbeterd en inzicht geven welke combinaties van onzekerheden in welk gebied relevant zijn.