

factsheet

---

# Beslisboom piping

Meer nuance  
in de pipingopgave

is onderdeel van het  
**Hoogwaterbeschermingsprogramma**

# Beslisboom piping

## Meer nuance in de pipingopgave

De pipingopgave voor het riviereengebied is groot. Nadere veiligheidsanalyses bevestigen dat veel dijkstrekkingen zijn afgekeurd op piping. Recent is echter het beeld ontstaan dat de pipingopgave wordt overschat: de verschillen in veiligheidstekort tussen de dijkvakken is niet meer onderscheidend en past niet bij de verwachting. Als de huidige regels met betrekking tot piping worden toegepast, leidt dit tot een ontwerp dat mogelijk te robuust is. Voordeel daarvan is dat er geen enkel (extra) veiligheidsrisico is en dat we voldoen aan de rekenregels.

Aan de andere kant leidt deze aanpak tot waarschijnlijk onnodig hoge kosten. De vraag is hoe het waterschap om wil gaan met dit dilemma.

## Samenvatting

Waterschap Rivierenland organiseerde in samenwerking met de POV Piping een werkplaats waar de pipingopgave ter discussie werd gesteld voor het dijkversterkingsproject Gorinchem-Waardenburg. In drie bijeenkomsten is de rekenkundige pipingopgave beschouwd en genuanceerd met inbreng vanuit de praktijk door dijkbeheerders. Beleidsmatig gaven de taakhouder waterveiligheid en adviseurs vanuit het waterschap input. Tot slot brachten externe partijen ook hun expertise in. In deze werkplaats is een beslisboom ontwikkeld waarbij niet alleen naar de modeluitkomsten wordt gekeken, maar ook naar beheerderservaring, de kosten, de maakbaarheid en een inschatting van de impact van kennisontwikkeling.

Op basis van deze beslisboom kunnen we meer nuance aanbrenge in de pipingopgave en kunnen we het besluit nemen om differentiatie aan te brengen in de pipingopgave. Op voorwaarde dat er in de dijkversterkingsplannen ruimte wordt gereserveerd voor een (verticale) pipingmaatregel.

De versterkingsoplossing wordt wel ontworpen maar nog niet gerealiseerd. Hierop moet de beheer- en calamiteitenorganisatie van een waterschap anticiperen door middel van beheermaatregelen. Deze beheermaatregelen zijn noodzakelijk voor die delen waar formeel het veiligheidstekort niet kan worden opgelost. De verwachting is dat de kennisontwikkeling wordt doorgezet, ook na afronding van de POV Piping, zodat de pipingopgave en daarbij de benodigde verbetermaatregel op den duur scherper kan worden bepaald.

## Denklijn beslisboom

In de werkplaats is een aanpak ontwikkeld waarbij op praktische wijze de veiligheidsopgave voor piping nader wordt bepaald. In deze aanpak wordt niet alleen naar de modeluitkomsten gekeken, maar ook naar:

- Is de maatregel een eenvoudige uitbreiding op een oplossing voor macrostabiliteit;
- Beheerderservaring; waar zijn zandmeevoerende wellen en wielen aangetroffen;
- De kosten van de maatregel in combinatie met de dikte van de deklaag;
- Een inschatting van de impact van kennisontwikkeling.

Deze aanpak geeft bijvoorbeeld voor de dijkversterking Gorinchem-Waardenburg een afname van de pipingopgave van 16,9 naar 7,2 kilometer (meer dan een halvering). Als we deze benadering toepassen in de meer oostelijker gelegen dijkvakken zal de 'winst' naar verwachting aanmerkelijk kleiner zijn. Daarentegen kan de beslisboom worden uitgebreid met lokale criteria. Via een werkplaats kunnen deze criteria daadwerkelijk worden goedgekeurd en toegevoegd.

Als er op een locatie zandmeevoerende wellen zijn geconstateerd, gaan we versterken. In aanloop van en tijdens een hoogwatersituatie hoeven deze versterkte locaties niet langer zorgvuldig geïnspecteerd te worden. Ook hoeven hier dan geen aanvullende maatregelen getroffen te worden zoals zandzakken plaatsen en het opzetten van polderpeilen. Deze aandacht kan zich dan juist richten op die dijkvakken, waarvan theoretisch niet met zekerheid gesteld kan worden dat deze aan de eis voldoen, maar waarvan de verbetermaatregel is uitgesteld. De beslisboom maakt inzichtelijk bij welke dijkvakken inspectie noodzakelijk is en met welke urgentie (eventueel te koppelen aan de verwachte buitenwaterstand).

Veel van deze werkzaamheden zijn in principe niet nieuw voor de waterschappen. Het grote verschil is dat op basis van deze beheermaatregelen (tijdelijk) niet wordt voldaan aan de norm. De maatregel wordt uitgesteld met de reële verwachting dat de pipingopgave geheel of gedeeltelijk achterhaald wordt door nieuwe inzichten in piping op termijn. In de tussenliggende periode voldoet de dijk niet aan de eisen van piping, volgens de huidige norm en inzichten.

Het is het wel belangrijk om bij de komende dijkversterking een (constructieve) maatregel tegen piping te ontwerpen. Hiervoor wordt dan ruimte gereserveerd in het dijkprofiel en in het projectplan. De maatregelen worden voorlopig niet gerealiseerd. Als later blijkt dat op het betreffende vak wel sprake is van piping kan de maatregel alsnog worden aangelegd.

**Voor de dijkvakken waar volgens deze beoordeling nu geen maatregel hoeft te worden uitgevoerd (de maatregel wordt verantwoord uitgesteld), moet de veiligheid wel worden gegarandeerd. Dit kunnen we borgen door beheer- en noodmaatregelen te 'ontwerpen' zoals:**

- Gerichte inspectie
- Monitoring op de lange termijn
- Monitoring tijdens calamiteiten
- Zandzakken beschikbaar stellen tijdens calamiteiten
- Opzetten van waterstanden
- Signalering van calamiteiten borgen in de Centrale Regie Kamer

**De beslisboom wordt toegepast in de fase van het bepalen van het Voorkeurs Alternatief (vka).**



## Uitleg beslisboom

Om het besluit tot versterken niet alleen te laten afhangen van een relatief 'simpele' modeluitkomst zijn er extra indicatoren geïntroduceerd om de pipingopgave te nuanceren en te prioriteren. De beslisboom is onderverdeeld in vijf stappen en kan worden uitgebreid met meerdere stappen die lokaal van toepassing zijn.



### stap 1

#### Beheerdersoordeel

Locaties waar in het verleden (zandmeevoerende) wellen zijn opgetreden binnen 25 meter van de dijk zijn per definitie verdacht. Op basis van deze waarnemingen wordt hier een maatregel getroffen. Andere verdachte locaties zijn wielen en wellen. Daarnaast moet de inspecteerbaarheid van het gebied worden gegarandeerd.

Als in het achterland veel struiken en bomen staan is dit bijvoorbeeld lastig. In overleg met het dagelijks beheer moet een inschatting worden gemaakt van wat haalbaar is.



### stap 2

#### Toetsoordeel o.b.v. rekenregel van Sellmeijer

Als het toetsoordeel op basis van de rekenregel van Sellmeijer voldoende is, hoeft de dijk niet versterkt te worden. Afkeuring op basis van de rekenregel leidt niet automatisch tot een maatregel. Het oordeel wordt aangevuld met criteria beschreven zoals in de volgende stappen.

### stap 3

#### Is de pipingmaatregel een eenvoudige uitbreiding op macrostabiliteit?

Zijn er op hetzelfde traject andere faalmechanismen die moeten worden aangepakt? Zo ja, wat is impact van pipingmaatregel ten opzichte van de andere maatregel? Is de andere maatregel uitbreidbaar zodat piping kan worden aangepakt? Is de andere maatregel uitbreidbaar te maken tegen piping in de toekomst?



## stap 4

### Dikte deklaag in opbarstpunt

Voor het faalmechanisme macrostabiliteit binnenwaarts wordt in het OI2014v4 gesteld dat bij een deklaagdikte dikker dan 4 meter de deklaag wel kan worden opgedrukt, maar niet opbarst (zijn samenhang verliest). In analogie met macrostabiliteit lijkt de keuze van 4 meter verdedigbaar. In de praktijk komen zandmeevoerende wellen met name voor ter plaatse van zandbanen (oude riviertakken). Ook is er een relatie met de dikte van het afdekkende klei- en veenpakket. Naarmate de dikte van het afdekkende pakket toeneemt, worden minder zandmeevoerende wellen aangetroffen.

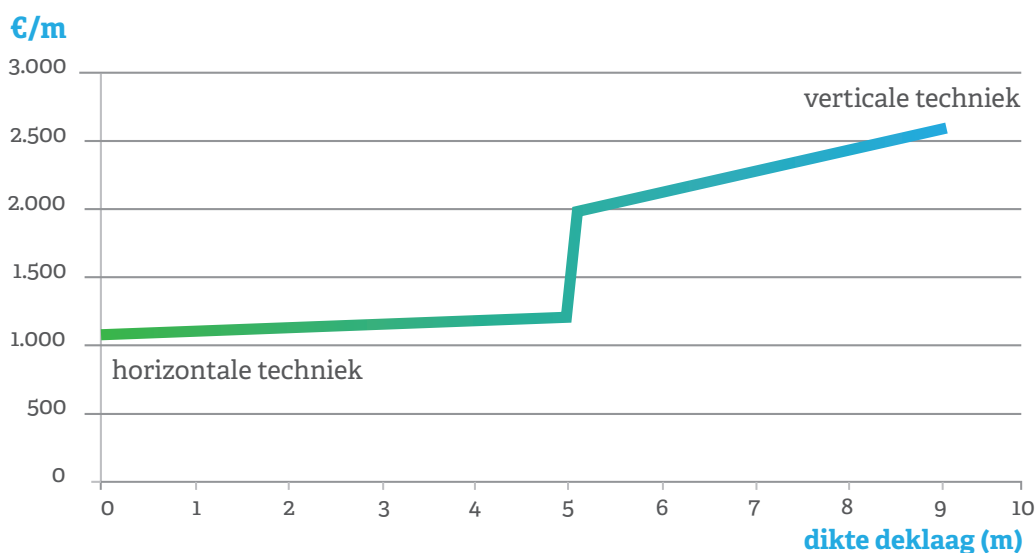
Omdat de berekende kwelweglengte tekorten zo groot zijn, is een pipingberm geen toepasbare versterkingsmogelijkheid en moet er worden versterkt met een verticale oplossing, bijvoorbeeld het Verticaal Zanddicht Geotextiel. Hiervoor geldt: hoe dikker de deklaag, hoe duurder de oplossing (Fig. 1). Dus daar waar piping het meest onwaarschijnlijk is, wordt het meeste geld besteed aan het voorkomen ervan.

## stap 5

### Sterktefactor (nieuwe kennis)

De sterktefactor is gedefinieerd als een factor op het kritieke verval. Het kritieke verval is het toelaatbare verschil tussen de rivierwaterstand en het niveau van het poldermaaiveld of polderpeil. Deze factor wordt geïntroduceerd in de verwachting dat door kennistoename en betere modellering de berekende sterkte met minimaal een factor 2 toeneemt. Deze factor is een inschatting op basis van onderzoeken die zijn uitgevoerd in het kader van de POV-piping. Hierin is duidelijk geworden dat de heterogeniteit van het zandpakket onder de waterkeringen groot is. De verwachting is dat het in de analyses meenemen van heterogeniteit zal leiden tot hogere sterkte en dus tot een kleinere pipingopgave.

Op dit moment is het nog niet mogelijk om heterogeniteit in de analyses mee te nemen. Het is daarom noodzakelijk het onderzoek naar de relatie tussen heterogeniteit en sterkte zo snel mogelijk ter hand te nemen.

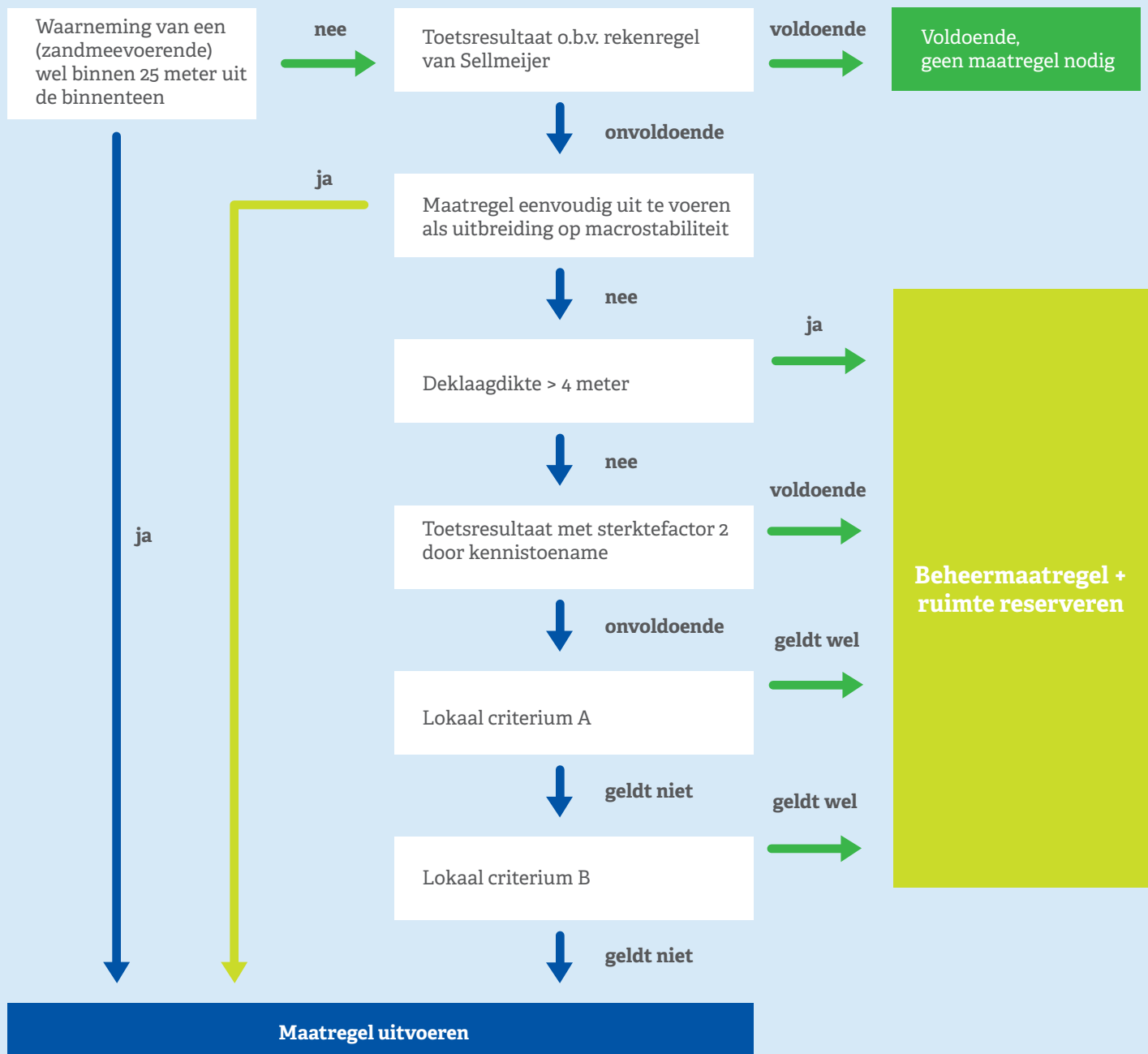


**Figuur 1:** Kosten van een verticaal zanddicht geotextiel per strekkende meter.

Bij 5 meter zit een kostensprong in verband met de maakbaarheid.

# Processchema beslisboom piping

## start



**Figuur 2:** Processchema van de beslisboom piping. In de werkplaats voor Gorinchem-Waardenburg zijn 4 criteria concreet gemaakt. De beslisboom kan worden aangevuld met lokale criteria. Een werkplaats helpt om de criteria waterschapsbreed vast te stellen.

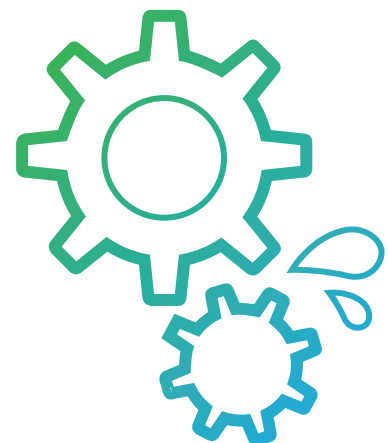




# Overzicht van ontwikkelingen in pipingonderzoek op de korte termijn

**De POV-piping is gestart met een onderzoek naar de variatie in het zandpakket in de verkenning heterogeniteit. Daarnaast zijn de volgende ontwikkelingen aan de gang die mogelijk de beslisboom kunnen aanscherpen. Een belangrijke voorwaarde voor het toepassen van de beslisboom is dan ook dat de kennisontwikkeling rondom piping doorgaat.**

- Recent is de Beta-versie van het software pakket **DGeo-Flow** uitgebracht. Dit software pakket heeft de mogelijkheid om een betere schematisering van de ondergrond (opbouw bodemlagen en geohydrologische eigenschappen) mee te nemen in de analyses. Hierdoor wordt een meer realistisch grondwaterstromingsbeeld berekend, wat weer effect heeft op het mechanisme piping.
- Door het langdurig **monitoren van de grondwaterdrukken** kunnen de voor de berekeningen noodzakelijke geohydrologische parameters lokaal worden ingewonnen. Hierdoor wordt de betrouwbaarheid van de analyses verbeterd.
- Het is mogelijk om de pipingopgave aan te scherpen door de analyses uit te voeren met een **probabilistisch** aanpak. Dus door faalkansanalyses uit te voeren.
- Als de pipingopgave desondanks nog steeds groot blijft is het te overwegen om een traject in te gaan van **bewezen sterkte**. Deze methode heeft voor het faalmechanisme macrostabiliteit al een aantal keren tot verkleining van de opgave geleid.
- De **heterogeniteit** van het zandpakket wordt onderzocht in een verkenning van de POV-piping en een promotie-onderzoek aan de Universiteit Utrecht.





## Voorbeeld uitkomsten beslisboom bij Gorinchem-Waardenburg

Om een voorbeeld te geven van wat het effect is van de beslisboom, is dit uitgewerkt voor het traject Gorinchem-Waardenburg.

### Vragen?

Leonie de Jong, *omgevingsmanager*

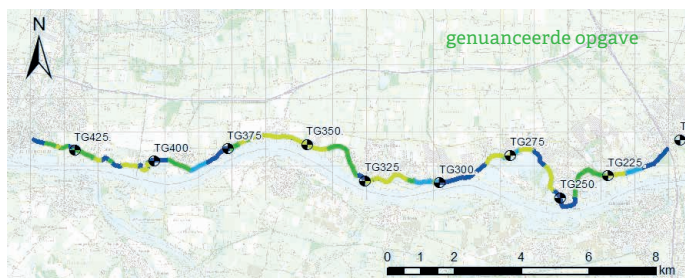
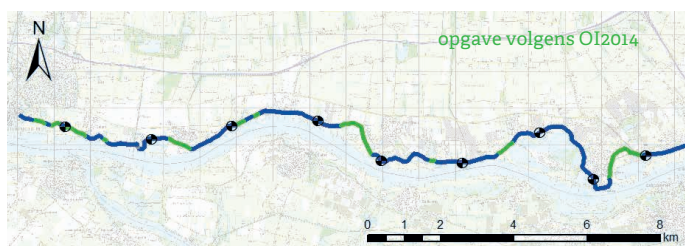
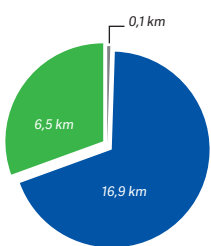
T (06) 53 38 44 92

leonie.de.jong@rws.nl

## Randvoorwaarden en aanbevelingen

Van belang is dat de aanpak bij een latere veiligheidsbeoordeling leidt tot een 'goedgekeurde dijk'. Zolang geen nieuwe rekenmethodiek beschikbaar is, moet dit gebeuren op basis van het zogenaamde 'beheerdersoordeel'. De beslisboom op pagina 6 is een eerste aanzet tot een beheerdersoordeel waarbij het risico inzichtelijker is gemaakt met de huidige kennis. Door middel van beheerderservaring kan deze beslisboom geactualiseerd worden. Hiervoor is wel een hoogwater nodig om daadwerkelijk ervaring op te doen.

Daarnaast is van belang aan te geven dat hiermee de pipingproblematiek niet is opgelost. We hebben slechts een tijdelijke oplossing. Dit ter overbrugging van een periode waarbinnen we een beter inzicht in piping moeten krijgen. Dit betekent dat nog steeds onderzoek nodig is naar het werkelijke ontstaan en het gedrag van piping. Uiteindelijk moet dit leiden tot een rekenkundige aanpak die beter aansluit op onze praktijkwaarneming zodat de waterkering goedgekeurd kan worden in de volgende beoordelingsronde.



- Traject niet beschouwd
- Ja, prioriteit hoog
- Wellicht ooit, prioriteit laag
- Wellicht ooit, prioriteit middel
- Nee, prioriteit n.v.t.

Vergelijking tussen de originele beoordeling berekend volgens de systematiek van het Ontwerp Instrumentarium (OI2014 v4) en de genuanceerde opgave met de beslisboom.