

## **Publicatie Algemeen**

## COLOFON

<b>Titel</b>	Publicatie Algemeen
<b>Opdrachtgever</b>	HWPB-De Innovatieversneller   Piping
<b>Auteur</b>	Han Knoeff (Deltares)
<b>Foto omslag</b>	VOLGT
<b>Kenmerk</b>	Publicatie Algemeen DIV Piping versie 1.0
<b>Datum</b>	8-6-2023
<b>Status</b>	Concept t.b.v advies ENW
<b>Projectteam</b>	Han Knoeff (Deltares) Wim Kanning (Deltares) Esther Rosenbrand (Deltares) Albert Wiggers (RHDHV) Maurits van Dijk (Waterschap Drents Overijsselse Delta) Laura Halbmeijer (Witteveen+Bos) Laura van der Doef (Antea Group) Derk-Jan Sluiter (DIJK53) Renske Nollen (DIJK53)

Met medewerking van Adviesteam Dijkontwerp, Expertisenetwerk Waterveiligheid

## Inhoudsopgave

<b>1 Inleiding</b> .....	<b>4</b>
1.1 <i>Introductie</i> .....	4
1.2 <i>Doel en opbouw DIV Piping publicaties</i> .....	4
1.3 <i>Doelgroep</i> .....	5
1.4 <i>DIV Publicatie Algemeen</i> .....	5
1.5 <i>Leeswijzer</i> .....	5
<b>2 Opbouw DIV publicaties</b> .....	<b>6</b>
2.1 <i>Publicatie Veiligheidsraamwerk innovatieve pipingmaatregelen</i> .....	6
2.2 <i>Publicatie Aanpak</i> .....	6
2.3 <i>Publicatie Afweegkader</i> .....	6
2.4 <i>Maatregelspecifieke publicaties</i> .....	7
2.4.1 <i>Heaveschermen</i> .....	7
2.4.2 <i>Drainagetechnieken</i> .....	7
2.4.3 <i>Filtertechnieken</i> .....	7
2.4.4 <i>Kwelwegverlenging</i> .....	8
<b>3 Positie publicaties</b> .....	<b>9</b>
3.1 <i>Beoordelings- en Ontwerp Instrumentarium</i> .....	9
3.2 <i>WIKI</i> .....	10
<b>4 Doorontwikkeling en beheer DIV publicaties</b> .....	<b>11</b>
4.1 <i>Planning</i> .....	11
4.2 <i>Vragen en doorontwikkeling</i> .....	11
4.3 <i>Kwaliteit</i> .....	11
<b>5 Bibliografie</b> .....	<b>12</b>

## 1 Inleiding

### 1.1 Introductie

Het Hoogwaterbeschermingsprogramma (HWBP) staat voor een enorme opgave: de grootste dijkversterkingsoperatie sinds de Deltawerken. Om overstromingen in Nederland te voorkomen, worden de komende dertig jaar in heel Nederland 1.500 kilometer aan dijken en 500 sluizen en gemalen versterkt. Deze versterkingen zijn nodig omdat de overstromingskans door het falen van deze waterkeringen groter is dan maatschappelijk acceptabel. Het faalmechanisme piping is een van de belangrijkste oorzaken van de hoge overstromingskansen.

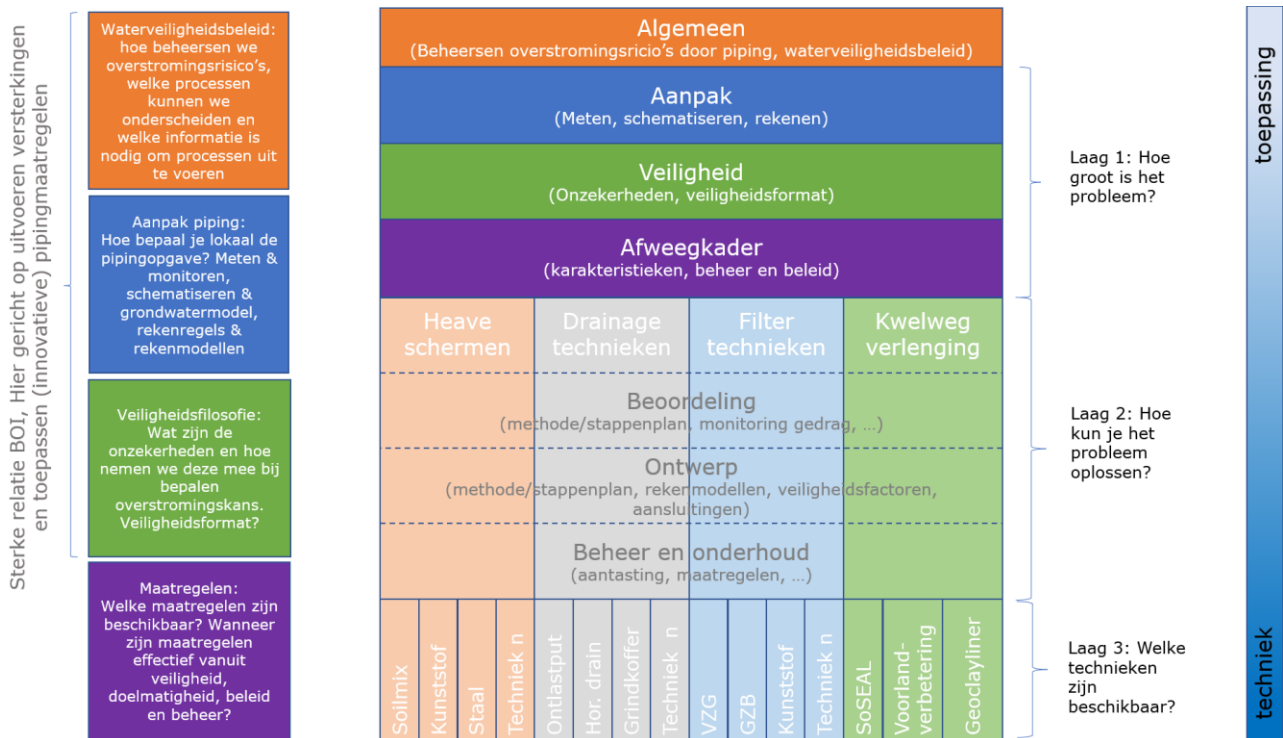
Om de kans op overstroming door piping te beheersen zijn twee aspecten belangrijk. Aan de ene kant is het belangrijk om goed te begrijpen hoe en onder welke omstandigheden het faalmechanisme piping tot een overstroming leidt. Aan de andere kant moeten voldoende maatregelen beschikbaar zijn om voor verschillende situaties op een effectieve en efficiënte manier de overstromingskans te reduceren.

De afgelopen decennia zijn rondom piping veel nieuwe kennis en innovatieve maatregelen ontwikkeld. Deze worden nog niet allemaal in de praktijk toegepast. 'De innovatieversneller' (DIV) heeft van het Hoogwaterbeschermingsprogramma de opdracht heeft gekregen om verbinding te leggen tussen de (door)ontwikkeling van nieuwe kennis en innovaties en de toepassing hiervan in de versterkingsprojecten. In het kader hiervan is door DIV voor het faalmechanisme piping een set publicaties opgesteld die versterkingsprojecten helpt om gegeven de locatiespecifieke omstandigheden de juiste maatregel te kiezen en te dimensioneren.

### 1.2 Doel en opbouw DIV Piping publicaties

Binnen De Innovatieversneller worden rondom piping acht publicaties opgesteld. De publicaties bevatten handreikingen voor het uitvoeren van pipinganalyses en ontwerpen van pipingmaatregelen waarvan toepassing nog niet algemeen gangbaar is in de huidige praktijk.

Er zijn vier generieke publicaties en vier maatregelspecifieke publicaties. De algemene publicaties kunnen worden gebruikt voor het analyseren van het probleem. Bij de maatregelspecifieke publicaties staan de verschillende oplossingsrichtingen centraal. Bij deze publicaties worden in zelfstandig leesbare bijlagen voor verschillende technieken Ontwerp-, Beoordelings- en Onderhoudsrichtlijnen (OBOR's) opgesteld. Alle documenten zijn zodanig opgebouwd dat de algemene principes uit generieke publicaties in de maatregelspecifieke publicaties zijn geconcretiseerd en tot concrete handvatten zijn uitgewerkt in de OBOR's. *Figuur 1-1* geeft een schematisch overzicht van de publicaties.



Figuur 1-1 Structuur DIV piping

### 1.3 Doelgroep

Deze publicaties zijn bedoeld voor dijkwerkers die bezig zijn of gaan met het ontwikkelen, ontwerpen, uitvoeren beoordelen of beheren van filtertechnieken als pipingmaatregel. Ook kunnen de publicaties nuttig zijn voor dijkwerkers die bezig zijn in een verkenning of planuitwerkingsfase en kennis willen nemen van de werking, de eigenschappen en status van kennisontwikkeling op het gebied van het ontwerpen van nieuwe technieken om piping tegen te gaan.

Van deze dijkwerkers wordt verondersteld dat ze bekend zijn met de voorschriften, de (deel)faalmechanismen en met de modellen die voor deze (deel)faalmechanismen van toepassing zijn. Tevens wordt ervan uitgegaan dat informatie zoals opgenomen in de documenten van het BOI2023 bekend is.

### 1.4 DIV Publicatie Algemeen

Voorliggende Publicatie Algemeen beschrijft de opbouw en positionering van de piping publicaties.

### 1.5 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 wordt de opbouw uit Figuur 1-1 nader toegelicht. In hoofdstuk 2 en 3 wordt ingegaan op de positionering van de publicaties in het waterveiligheidsinstrumentarium. Hoofdstuk 4 beschrijft de doorontwikkeling en het beheer van de publicaties. Ook wordt beschreven in welke periode de publicaties verschijnen. Daarnaast wordt in dit hoofdstuk ingegaan op de kwaliteitsborging.

## 2 Opbouw DIV publicaties

Zoals in de inleiding beschreven worden binnen De Innovatieversneller rondom piping acht publicaties opgesteld. Naast voorliggende algemene publicatie zijn er nog drie generieke publicaties en vier maatregelspecifieke publicaties. De generieke publicaties kunnen worden gebruikt voor het analyseren van het probleem. Bij de maatregelspecifieke publicaties staan de verschillende oplossingsrichtingen centraal. Bij deze publicaties worden in zelfstandig leesbare bijlagen voor verschillende technieken Ontwerp-, Beoordelings- en Onderhoudsrichtlijnen (OBOR's) opgesteld. Alle documenten zijn zodanig opgebouwd dat de algemene principes uit generieke publicaties in de maatregelspecifieke publicaties zijn geconcretiseerd en tot concrete handvatten uitgewerkt in de OBOR's. Dit hoofdstuk geeft een korte beschrijving van de verschillende publicaties.

### 2.1 Publicatie Veiligheidsraamwerk innovatieve pipingmaatregelen

In de publicatie Veiligheidsraamwerk innovatieve pipingmaatregelen [1] wordt een veiligheidsraamwerk voor innovatieve pipingmaatregelen beschreven. Het raamwerk wordt in de publicaties van de verschillende type maatregelen verder uitgewerkt als basis voor de verschillende Ontwerp, Beoordeling en Onderhoud Richtlijnen (OBOR) die voor diverse technieken worden opgesteld.

### 2.2 Publicatie Aanpak

Door het beschikbaar stellen van handreikingen rondom meten, schematiseren en rekenen aan piping kunnen sneller en scherper piping-analyses worden uitgevoerd. De handreikingen zijn gebaseerd op eerste toepassingen van nieuwe kennis en innovaties en best practices in projecten. Door toepassing in de praktijk en het opdoen van ervaring kan deze kennis doorontwikkelen en landen in het BOI-instrumentarium. De eerste versie van de publicatie gaat vooral in op de geohydrologische aspecten. De publicatie wordt daarom ook wel Geohydrologische Aanpak Piping [2] genoemd.

### 2.3 Publicatie Afweegkader

Een generiek afwegingskader helpt de beheerder om de juiste pipingmaatregel te kiezen. In het afweegkader worden, naast waterveiligheid, ook andere criteria, zoals duurzaamheid, omgevingseffecten, beheereisen en beleidswensen meegenomen. Het afweegkader is naast een praktische handreiking voor projecten ook een instrument om vanuit het HWBP een keuze te maken welke innovatieve maatregelen worden doorontwikkeld. De publicatie Afweegkader verschijnt begin 2024.

Het afweegkader kent vijf stappen:

1. Bepaling opgave. In deze stap wordt op basis van de informatie uit de beoordeling de veiligheidsopgave bepaald. Daarbij wordt veel aandacht gegeven aan de impact van nieuwe kennis en rekentechnieken. De verwachte opgave wordt als basis gehanteerd voor de afweging van alternatieven.
2. Bepaling Dijk DNA. In deze stap worden de eigenschappen van het dijktraject bepaald. Het gaat daarbij om zowel geologische en (geo)hydrologische eigenschappen als kenmerken van de kering, de organisatie en omgeving. De stap sluit aan bij het verhaal van de kering dat in de beoordeling wordt opgesteld.
3. Een probleemanalyse op basis van de resultaten van de eerste twee stappen. De uitwerking van de probleemanalyse is afhankelijk van de projectfase en de beslissing die voorligt.
4. Als het probleem helder is, kunnen mogelijke (innovatieve) oplossingen worden bepaald. Een trade-off matrix helpt bij het bepalen van het referentiealternatief en terugvalopties.
5. De daadwerkelijke afweging vindt in de laatste stap plaats. Naast techniek, onzekerheden en kosten gaat het hier ook om ambities van het waterschap, programmadoelstellingen van het HWBP en aspecten vanuit beheer en duurzaamheid.

## 2.4 Maatregelspecifieke publicaties

Er zijn verschillende manieren om de overstromingskans door piping te verkleinen. Daarbij kunnen vier oplossingsrichtingen worden onderscheiden: vergroten van weerstand, heaveschermen, filterconstructies en drainagetechnieken. De Innovatiewaaiër [2] geeft per oplossingsrichting een overzicht van de verschillende technieken. Voor de verschillende oplossingsrichtingen worden door De Innovatieversneller publicaties opgesteld. Bij deze publicaties worden in zelfstandig leesbare bijlagen voor verschillende technieken Ontwerp-, Beoordelings- en Onderhoudsrichtlijnen (OBOR's) opgesteld.

### 2.4.1 Heaveschermen

Een heavescherm wordt gebruikt om piping te voorkomen door een scherm verticaal in de watervoerende zandlaag aan te brengen. Eventuele zandmeevoerende wellen lopen dood tegen het scherm. De lengte van een scherm wordt bepaald door het verticaal verhang over het scherm. Deze moet zo klein zijn dat geen heave, verticale uitspoeling van zandkorrels, kan optreden. Traditioneel worden heaveschermen gerealiseerd door gebruik te maken van stalen damwandschermen.

- a. Een alternatief voor een stalen damwand is een soilmix wand. Bij deze techniek wordt bestaande grond met een freestechniek gemengd met een toeslagmateriaal, waardoor een slecht waterdoorlatende wand wordt gecreëerd in de grond.
- b. Een ander alternatief materiaal voor heavescherm is een kunststof scherm. Kunststof damwanden reduceren emissie op de bouwplaats doordat er met een andere heisting en lichter materieel voor het transport kan worden gewerkt.

Bij de oplossingsrichting heaveschermen hoort de publicatie Heaveschermen [4] (nog in bewerking).

### 2.4.2 Drainagetechnieken

De aanleg van een drainagesysteem zorgt voor een verlaging van de waterspanning in de dijk en de ondergrond, wat een positieve invloed heeft op zowel macrostabiliteit als piping. Hiermee zijn kosten van brede bermen, schermen of dikke bekledingen te beperken. In 2021 is een Ontwerp- en Beoordelingsrichtlijn Drainagetechnieken [3] opgesteld welke door ENW als toepasbaar in de praktijk is beoordeeld. In deze richtlijn worden verschillende technieken benoemd:

- a. De meest bekende techniek is de grindkoffer. Bij hoogwater voorkomt de grindkoffer dat waterspanningen zich kunnen opbouwen en zand kan uitspoelen. De grindkoffer is daarmee ook een filterconstructie.
- b. Onttrekking van grondwater uit een verticale bron is een veelgebruikte methode om de waterdruk in een zandlaag te verlagen. Dit kan met zowel een passief systeem, waarbij water onder vrij verval uit de drain stroomt als een actief systeem waarbij een pomp grondwater uit het watervoerende laag onttrekt. Verticale bronnen zijn toegepast door Hoogheemraadschap Stichtse Rijnlanden en Waterschap Rivierenland.
- c. Bij horizontale drains wordt water opgevangen en afgevoerd door een horizontale filterbuis. Dit gebeurt onder vrij verval of geforceerd met behulp van een afvoerpomp. DMC (DijkMonitoring- en Conditioneringssysteem) betreft een innovatie waarbij een horizontale drain met een horizontaal gestuurde boring wordt aangebracht.

### 2.4.3 Filtertechnieken

Bij een filtertechniek wordt een filter aangebracht die water doorlaat maar voorkomt dat zandkorrels kunnen uitstromen. Een traditionele filterconstructie betreft een grindkoffer aan de binnenteen. De laatste jaren zijn enkele nieuwe technieken ontwikkeld.

- a. De grofzandbarrière (GZB) is een sleuf onder de deklaag waarin grof zand wordt geplaatst. De GZB wordt aan de binnendijkse teen aangebracht om de groei van de pipe tegen te gaan. Bij de GZB wordt geen onnatuurlijk materiaal in de ondergrond aangebracht.
- b. Een verticaal zanddicht geotextiel (VZG) wordt op de overgang tussen de kleilaag en de zandlaag, in de baan van de pipe aangebracht om de pipegroei te stoppen. Het VZG is duurzamer dan een traditioneel stalen heavescherm.
- c. Een kunststof filterscherm is een scherm met kokers die geperforeerd zijn en gevuld met filtermateriaal. Deze kokers laten wel grondwaterstroming door maar geen zandkorrels.

Bij de oplossingsrichting filtertechnieken hoort de publicatie Filtertechnieken [6].



#### 2.4.4 Kwelwegverlenging

Door de kwelweg te verlengen of de doorlatendheid van het zandpakket te verlagen wordt de weerstand tegen piping vergroot. Een binnendijkse berm of een klei-ingraving in het voorland zijn traditionele voorbeelden van het verhogen van de weerstand tegen piping. De laatste jaren zijn ook een aantal andere technieken in ontwikkeling.

- a. De Geoclayliner bestaat uit een relatief dunne bentonietmat op enige diepte onder het maaiveld. Deze mat werkt als een ondoordringbare laag die de kwelweg verlengt.
- b. Middels het injecteren van SoSEAL in pipinggevoelige zandlagen ontstaat een barrière die de doorlatendheid van het watervoerende pakket verlaagt. Door de verlaagde doorlatendheid neemt de stroomsnelheid af. Waterstromen zijn daardoor niet sterk genoeg meer om doorgaande pipes onder de dijk te laten ontstaan.

Voor de oplossingsrichting kwelwegverlenging wordt in 2024 een publicatie Kwelwegverlenging uitgebracht.



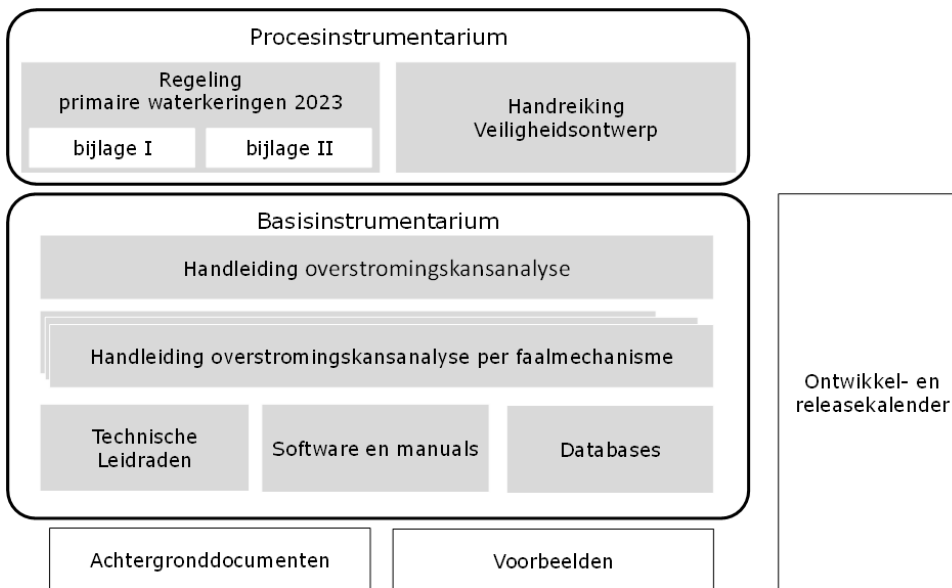
### 3 Positie publicaties

#### 3.1 Beoordelings- en Ontwerp Instrumentarium

In de Wet is vastgelegd dat de Minister een Beoordelings- en Ontwerp Instrumentarium (BOI) voor waterkeringen ter beschikking stelt. Het BOI bestaat uit een proces- en basisinstrumentarium.

Het Procesinstrumentarium bestaat uit de Regeling primaire waterkeringen 2023 [7] en een Handreiking Veiligheidsontwerp (wordt naar verwachting in 2024 gepubliceerd). De Regeling primaire waterkeringen 2023 [7] bevat bepalingen over de uitvoering van de beoordeling. De Handreiking Veiligheidsontwerp ondersteunt het ontwerpproces en heeft in tegenstelling tot de hiervoor genoemde regeling geen verplichtend karakter.

Het Basisinstrumentarium voor het beoordelen en ontwerpen van primaire waterkeringen is modulair opgebouwd en bevat onder andere handleidingen, technische leidraden, software en manuals en databases. Het Basisinstrumentarium wordt geactualiseerd als er nieuwe kennis of inzichten zijn die van invloed zijn op de belastingen op en de sterkte van waterkeringen. Het actualiseren van het Basisinstrumentarium is een continu proces. Aan de ontwikkeling van deze generieke instrumenten worden door het Rijk eisen gesteld.



Figuur 3-1 Schematische weergave van het Beoordelings- en Ontwerpinstrumentarium (BOI) [7]

De DIV publicaties sluiten qua filosofie en opbouw aan op het Beoordelings- en Ontwerpinstrumentarium. Deze publicaties zijn gebaseerd op dezelfde filosofie van omgaan met overstromingskansen als het BOI-instrumentarium en hanteren dezelfde methoden en begrippen.

De handleidingen en technische leidraden van het BOI-instrumentarium bevatten algemeen toepasbare generieke kennis en instrumenten. De DIV-publicaties bevatten kennis en innovaties die nog deels in ontwikkeling zijn of waarvoor beperkte ervaring is. Door toepassing in de praktijk en het opdoen van ervaring kan deze kennis doorontwikkelen naar 'negotiated knowledge' en landen in het BOI-instrumentarium. Om deze doorstroom te faciliteren wordt bij het opstellen van teksten rekening gehouden met de structuur van de artikelen in de technische leidraden van BOI.

Met het BOI-instrumentarium kan de gebruiker de generieke pipinganalyse doen om te bepalen of het faalmechanisme relevant en dominant is. Voor het uitwerken van de dominante faalpaden zal de aanpak

afhankelijk zijn van de lokale kenmerken. Daarvoor biedt de DIV-publicatie Afweegkader (verschijnt naar verwachting in 2023) een aanpak, het Beslisondersteunend Raamwerk Piping (BRP) om de gebruiker te ondersteunen in de afwegingen van welke aspecten voor zijn situatie relevant zijn om de overstromingskans aan te scherpen. De publicatie Aanpak bevat handreikingen om de innovatieve rekentechnieken toe te passen.

Met het opdoen van ervaring kunnen het BRP en rekeninnovaties, op termijn onderdeel worden van het BOI-instrumentarium.

Voor het ontwerpen geldt ook dat de DIV publicaties de handreikingen bevatten voor kennis die nog niet algemeen wordt toegepast, en dat deze teksten op termijn doorstromen naar de technische leidraden.

### **3.2 WIKI**

De structuur van de publicaties is gelijk aan de structuur van de WIKI van De Innovatieversneller. De structuur helpt de WIKI bij het geven van overzicht en ontsluiten van kennis- en innovatieontwikkelingen. De WIKI biedt tevens een kapstok voor het laten landen van resultaten uit innovatieprojecten en ervaringen uit versterkingsprojecten, die op termijn ook verwerkt kunnen worden in updates van de publicaties. Via de WIKI worden eveneens achtergronddocumenten ontsloten of wordt doorverwezen naar de publicaties op RWSSite.

## 4 Doorontwikkeling en beheer DIV publicaties

Het opstellen van de publicaties is een continue ontwikkeling. De publicaties worden vanuit concrete projectvragen opgesteld. Deze werkwijze impliceert dat niet alle publicaties gelijktijdig worden opgesteld. In dit hoofdstuk wordt ingegaan op planning en beheer van de DIV publicaties.

### 4.1 Planning

De publicaties worden vanuit concrete projectvragen opgesteld.

In 2023 betreft dit:

- Publicatie Algemeen
- Publicatie Veiligheid
- Publicatie Heaveschermen
- Publicatie Filtertechniek
- OBOR Kunststof heaveschermen
- OBOR Verticaal Zanddicht Geotextiel

Begin 2024 betreft dit:

- Publicatie Afweegkader
- Publicatie Kwelwegverlenging

In HWPB projecten wordt gewerkt aan OBOR's voor Soilmix heaveschermen, kunststof filterschermen, bentonietmatten en SoSeal en een update van de grofzandbarrière.

Voor drainagetechnieken is in 2022 een OBOR Drainagetechnieken opgesteld waarin op de verschillende drainagetechnieken (verticale drainage, horizontale drainage en grindkoffers) wordt ingegaan.

### 4.2 Vragen en doorontwikkeling

Vragen rondom toepassen van de publicaties kunnen via de WIKI van De Innovatieversneller worden gesteld. De antwoorden en andere ontwikkelingen rondom de publicaties zijn hier eveneens op te vinden. Wanneer er veel vragen met antwoorden zijn of de lijst met errata groot wordt zal door DIV een nieuwe versie van een publicatie worden opgesteld. De precieze procedure voor kwaliteitsborging en vaststelling hiervan moet nog worden opgesteld.

### 4.3 Kwaliteit

De kwaliteitsborging van publicaties en OBOR's kent drie lagen:

1. Binnen een project waarin de publicatie of OBOR wordt ontwikkeld wordt een inhoudelijke kwaliteit geborgd volgens de kwaliteitssystemen van het project.
2. Door DIV wordt een consistentie check georganiseerd zodat het document intern consistent is en past binnen de structuur van DIV publicaties en daarmee ook aan sluit op de structuur van het beoordelings- en OntwerpInstrumentarium.  
Door DIV wordt aan de community van Techniek advies gevraagd over de toepasbaarheid van publicaties. De controle op toepasbaarheid van OBOR's vindt binnen projecten plaats.  
Door DIV wordt over de publicaties aan het Adviesteam Dijkontwerp advies gevraagd over de toepassing van de overstromingskansbenadering in de publicaties.
3. Tenslotte worden de publicaties en OBOR's - na verwerking van adviezen van community Techniek en Adviesteam Dijkontwerp – voorgelegd aan het ENW. Het advies van het ENW wordt gepubliceerd op de WIKI.

## 5 Bibliografie

- [1] DIV|Piping, HwBP, „Veiligheidsraamwerk innovatieve pipingmaatregelen,” 2023.
- [2] HWBP, „Overzicht innovaties en nieuwe kennis voor en door het HWBP,” 2022.
- [3] Antea Group, „Ontwerp- en beoordelingsrichtlijn Drainagetechnieken,” 2022.