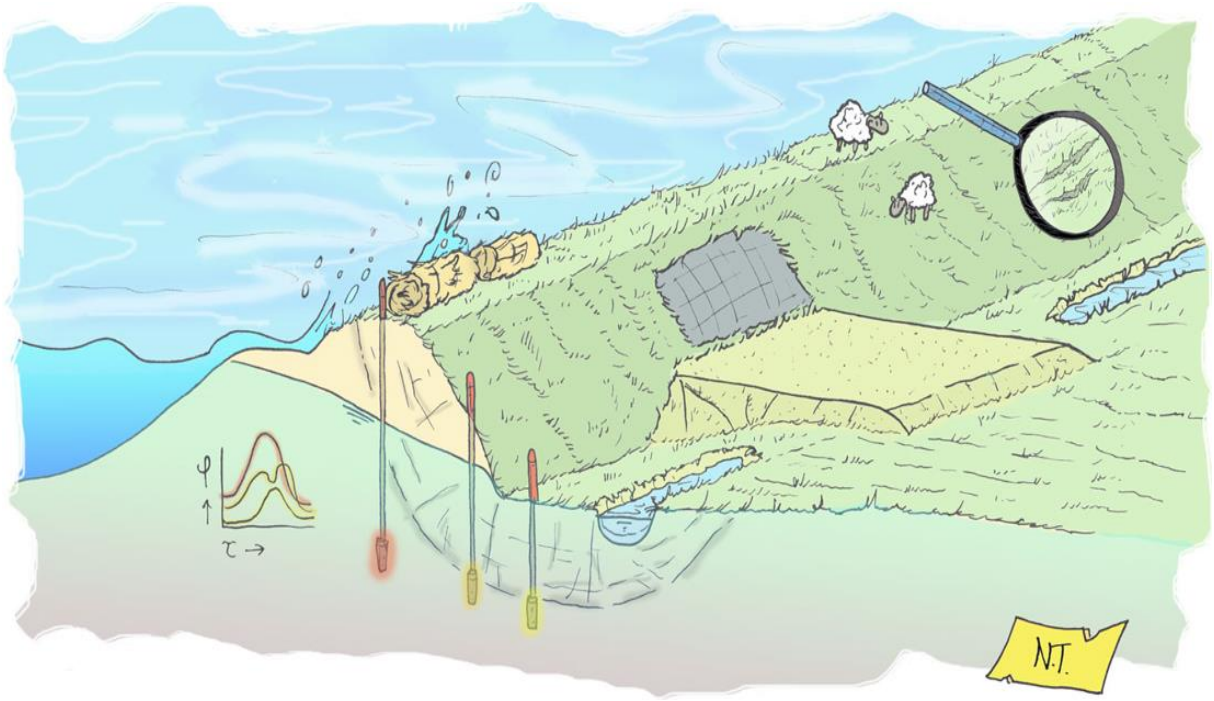
Waterveiligheid 2030

Stappenplan: Inrichting monitoring en DAM-analyses

Onderdeel van Pilaar 1 (Rekenen) en Pilaar 2 (Monitoring)



Auteur

N. Tenhage
K. Stelling

Registratienummer

24.0179511

Datum

14 februari 2025

Versie

1.0

Status

Definitief

Samenvatting

Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier (HHNK) heeft met het oog op steeds extremere weersomstandigheden, onder andere door klimaatveranderingen, behoefte aan *Continu inzicht* in de staat van haar waterkeringen. Hiervoor is HHNK het programma *Waterveiligheid 2030* (WV2030) gestart met als doel om ’overstromingskansen inzichtelijk te maken en om deze risicogestuurd te kunnen beheersen [1] [2]. Hiervoor ligt de nadruk op de toepassing van monitoringstechnieken en (sterkte)modellen. Hierbij wordt de staat van de waterkering frequenter (dan de frequentie van 12-jarige toetsronden) of continu gecontroleerd via inzicht in degradatiegedrag van de keringen in de tijd, de overstromingskans bij normcondities (of andere opgelegde condities) en conditionele faalkansen.

Onderdeel van het programma betreft het inrichten van monitoringsraaien en het opstellen van rekenmodellen onder andere gericht op het bepalen van de (geschatte) kans van het falen van de waterkering door het faalmechanisme macrostabiliteit binnenwaarts in relatie tot extreme neerslag of droogte condities.

Deze inzichten zijn ondersteunend voor het risicogestuurd beheer en onderhoud maar ook voor beslissingen voor inspanningen rondom inspecties en calamiteiten.

De voorliggende versie betreft een *groene* versie. Deze wordt in de loop der tijd uitgebreid met ervaringen en nieuwe inzichten.

Versie	Datum	Auteur(s)	Review
Opzet inhoudsopgave	01-02-2024	N. Tenhage	-
Concept	17-04-2024	N. Tenhage K. Stelling	E.W. Vastenburg S. Wiggers
1.0 (Groene versie)	14-02-2025	N. Tenhage K. Stelling	E.W. Vastenburg S. Wiggers I. Olijve B.J.W. Wassenaar - Sevenstern

Lijst met afkortingen

BRO	Basis Registratie Ondergrond
DAMO	Data Afspraken Modelmatig Ondersteund
DAM	Dijksterkte Analyse Module Verwijzing naar Deltares®-software DAM®
FEWS	Flood forecasting and Early Warning System Verwijzing naar Deltares®-software FEWS®
GIS	Geografisch Informatie Systeem Verwijzing naar Esri®-software ArcGIS Pro®
GTA	Geotechnisch Archief van HHNK
HHNK	Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier
SF	Veiligheidsfactor (Safety Factor)
OO	Ontplofbare Oorlogsresten
WV2030	Waterveiligheid 2030

Lijst met begrippen

Conditionerende onderzoeken	Onderzoeken zoals bureaustudies naar ontplofbare oorlogsresten of milieuverontreiniging verdachte gebieden.
Dwarsprofielen	De geometrie van het dwarsaanzicht of dwarsdoorsnede van de waterkering.
Onderzoekslocaties	Hieronder worden verstaan: individuele boor-, sondeer- of peilbuislocaties of dwarsprofielraaien verstaan.
RD-coördinaten	Coördinatenstelsel volgens de Rijksdriehoeksmeting.
Rekenprofielen	Dwarsprofiel locaties waarop een stabiliteitsberekening gebaseerd is.
Toetsproject	Een toetsing van een regionale waterkering in overeenstemming met de LTVRW of een beoordeling in overeenstemming met het WBI
Versterkingsproject	Een versterking van een regionale waterkering in het kader van het Programma *Verbeteren Boezemkaden* (VBK) of een versterking van een primaire waterkering in het kader van het *Hoogwaterbeschermingsprogramma* (HWBP).
WV2030 monitoringsnetwerk	Het netwerk bestaande uit monitoringsinstrumenten die onderdeel zijn het programma Waterveiligheid 2030.

Inhoudsopgave

Samenvatting **2**

1 Inleiding **9**

1.1 Aanleiding 9

1.2 Doel(en) van het stappenplan 12

1.2.1 Doelstelling stappenplan 12

1.2.2 Uitgangspunten stappenplan 12

1.2.3 Voor wie is het stappenplan? 12

1.2.4 Wat zit er in het stappenplan? 15

1.3 Leeswijzer 15

2 Stap 1: Dataverzameling & -overzicht **16**

2.1 Rondetafelgesprek met beheer 18

2.2 Overzicht benodigde data voor ruimtelijk overzicht 19

2.2.1 Algemeen overzicht 19

2.2.2 Inventarisatie bestaande peilbuizen of monitoringsraaien 23

2.3 Controle van gegevens 25

2.3.1 Controle locaties rekenprofielen en vakindeling 25

2.3.2 Controle beschikbare hoeveelheid grondonderzoek 25

2.3.3 Controle geotechnische schematisatie rekenprofielen 26

2.4 Omgang met beperkingen in beschikbare data 27

2.4.1 Ontbreken ligging dijkvakken en profiellocaties 27

2.4.2 Ontbreken rekenbestanden 27

2.5 Overzicht maken in GIS 28

2.5.1 Ruimtelijke vastlegging dijkvakindeling en profiellocaties 28

2.5.2 Ruimtelijke vastlegging resultaten macrostabiliteit binnenwaarts 31

2.5.3 Ruimtelijke vastlegging van versterkingsmaatregelen 32

2.5.4 Dijktype en type ondergrond 34

3 Stap 2: Grondonderzoeks- en monitoringsplan 38

3.1 Inrichting van monitoringsraai(en) 38

3.2 Inrichting van peilbuislocatie 43

3.2.1 Booronderzoek (BHR) 44

3.2.2 Grondwatermonitoringput (GMW) 44

3.2.3 Grondwaterstandonderzoek (GLD) 45

3.2.4 Naamgeving 45

3.3 Landmeetkundig ingemeten dwarsprofiel 46

3.4 Keuze locaties van monitoringsraaien 47

3.4.1 Kritisch en minder kritische locaties 49

3.4.2 Kritische locatie: overige overwegingen 50

3.4.3 Minder kritische locatie: interessante locatie monitoring 51

3.4.4 Afweging hergebruik/verwijderen peilbuizen/monitoringsraai 52

3.4.5 Risicokaart HHNK 53

3.5 Opstellen grondonderzoeksplan 55

3.6 Aanwijzingen inrichting monitoringsraaien 60

3.6.1 Werkvolgorde uitvoering grondonderzoek 60

3.6.2 Ruimtelijke vastlegging onderzoekslocaties 61

3.6.3 Vaststelling van te hanteren dieptes 61

3.6.4 Keuze filterniveaus 63

3.6.5 Vaststelling monstername 67

3.6.6 Verwijderen peilbuizen/monitoringsraai door eigen dienst 68

3.6.7 Verwijderen peilbuizen/monitoringsraaien door grondonderzoeksbureau 68

3.6.8 Herstellen of aanvullen bestaande peilbuizen of monitoringsraaien 69

3.7 Controle knelpunten 70

3.7.1 Veldbezoek en controle bereikbaarheid locaties 70

3.7.2 Controle ligging Kabels en Leidingen (K&L) 70

3.7.3 Afstemming met afdeling Beheer & Onderhoud (B&O) 71

3.7.4 Omgang knelpunten 71
3.8 Overdracht concept plan naar grondonderzoeksbureau 72
3.9 Informeren omgeving & gebiedsbeheerder 72
3.9.1 Informeren perceeleigenaren 72
3.9.2 Informeren via *Werk in de Buurt* 73
3.9.3 Informeren gebiedsbeheerder 73
3.10 Uitvoering grondonderzoek 73
3.11 Koppeling meetdata met databases HHNK 74
4 Stap 3: Opstellen DAM-model 75
4.1 Toelichting op toepassing Dijksterkte Analyse Module (DAM) 79
4.1.1 DAM vs. D-Stability 79
4.1.2 Omgang met nieuwe DAM release 80
4.2 Controle oplevering grondonderzoek 81
4.2.1 Controle op volledigheid 82
4.2.2 Controle op juistheid 82
4.3 Dijkvakindeling DAM 85
4.3.1 Dijkvakindeling 85
4.3.2 Locaties rekenprofielen 87
4.4 Actualisatie rekenprofielen 89
4.4.1 Geometrie 89
4.4.2 Karakteristieke punten 89
4.4.3 Ondergrondschematisatie 91
4.4.4 Grondeigenschappen 95
4.4.5 Freatische lijn 96
4.4.6 Verkeersbelasting 97
4.5 Reproductie rekenprofielen 99
4.5.1 Initiële verschillen 99

4.5.2 Kalibratie van DAM-model 99

Referenties 101

Bijlage 1: GIS-bestand waterkering/ polder 103

Bijlage 2: Mappenstructuur WV2030 108

Bijlage 3: Standaardconfiguraties voor monitoringsraai(en) 110

Bijlage 4: Producten en format grondonderzoeksplan 122

Bijlage 6: Afspraken naamgeving grondonderzoek en peilbuizen 127

Bijlage 7: Formats DAM bestand 130

1 Inleiding

1.1 Aanleiding

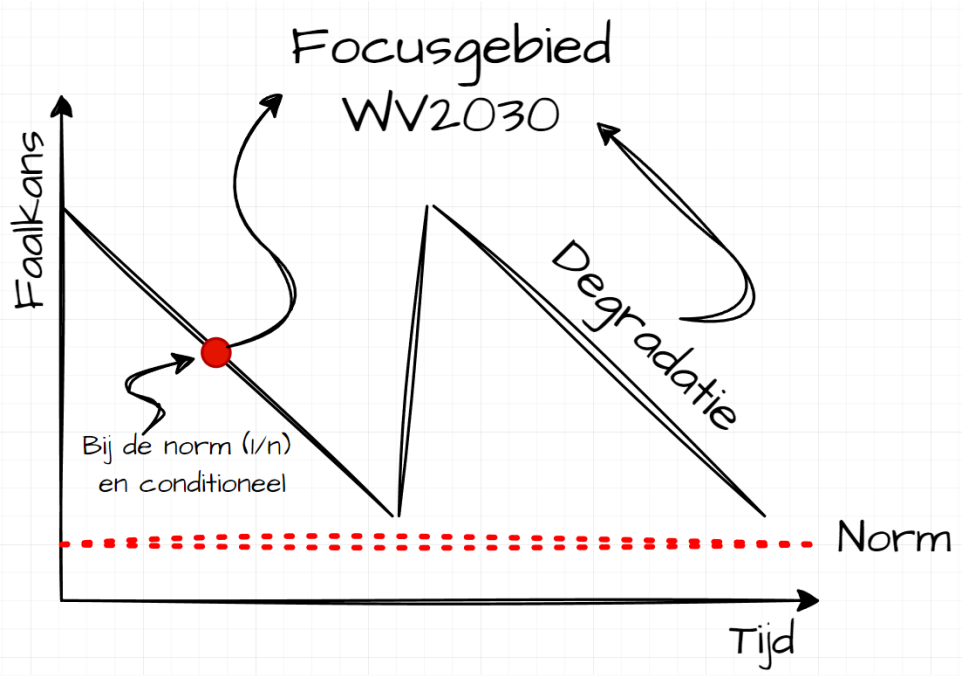
Klimaatverandering leidt tot steeds extremere weersomstandigheden, waardoor onze afhankelijkheid van waterkeringen toeneemt. Als eerste verdedigingslinie zijn deze waterkeringen van cruciaal belang om het achterland te beschermen tegen overstromingen en het water effectief af te voeren of vast te houden tijdens droogteperiodes. Echter, deze waterkeringen worden steeds vaker blootgesteld aan extreme belastingen (waterstanden, golven, neerslag en droogte). Hierdoor nemen de (sterkte)eisen aan de dijken toe. Het effect Waterveiligheid neemt dan ook een belangrijke plaats in binnen ons Waterplan 2022-2027 (21.0831544).

In het plan spreken we de ambitie uit dat we als HHNK continu inzicht willen hebben in de staat van onze waterkeringen. Dit heeft het CHI extra bevestigd (22.1029265) door in te stemmen met opnemen van de middelen benodigd voor het programma Waterveiligheid 2030 (WV2030), Deze ontwikkeling wordt ook gesteund door onze toezichthouders, de ILT (22.0675616) en Provincie Noord-Holland (22.0786462).

De snelheid waarmee klimaatverandering plaatsvindt en de benodigde maatregelen om de overstromingsrisico's inzichtelijk te maken en te beperken vragen om enorme investeringen. Omdat deze investeringen (kosten, tijd en capaciteit) niet op eenzelfde moment uitgevoerd kunnen worden, vraagt dit om een risicogestuurd afwegingskader voor bestuurders en waterkeringbeheerders. Om dit te realiseren, is een beter en aantoonbaar begrip van het gedrag van onze waterkeringen over de tijd (historisch, momentaan en voorspellend) essentieel.

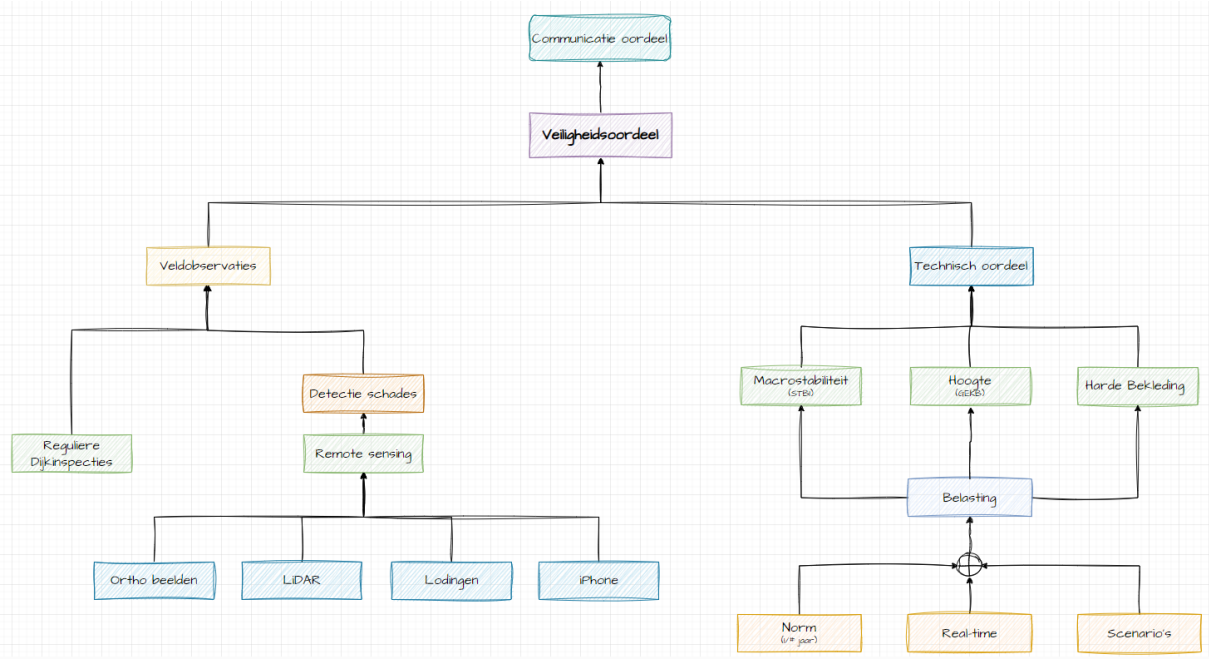
Monitoring en innovatie speelt hierbij een zeer belangrijke rol. Zo stelt de Dutch Water Sector Intelligence (DWSI) in haar "Trendalert" dat een aantal technieken de gehele watersector in een periode van 10 tot 15 jaar ingrijpend zal veranderen. Op het gebied van digitalisering zijn dit veranderingen in databronnen (zoals satellietmonitoring, Remote Sensing, smart sensors en drones) en de wijze waarop we uit data-informatie kunnen produceren (e.g. Artificial Intelligence (AI), Machine Learning (ML), digital twins en smart data-analyses).

Als keringbeheerder zien we deze ontwikkelingen als een stimulans om ons waterveiligheidsbeheer verder te professionaliseren en optimaliseren op een risicogestuurde manier. Met het programma Waterveiligheid 2030 (WV2030) zetten we in op het verkrijgen en visualiseren van real-time inzicht in de overstromingsrisico's en het degradatiegedrag van onze dijken onder verschillende belastingsituaties (zie Figuur 1). Dit doen we door gebruik te maken van een slim meetnetwerk en state-of-the-art analysemethoden en (sterkte)modellen [1] [2].



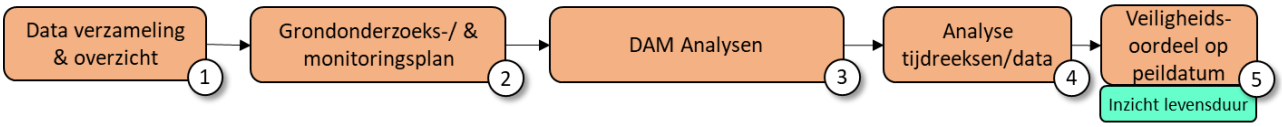
Figuur 1: Focusgebied Waterveiligheid 2030

Binnen ons beheergebied zijn de dominante (initiële) faalmechanisme Macrostabiliteit Binnenwaarts, Hoogte (GEKB) en (gezette) bekleding. Binnen het programma richten we ons in eerste instantie op deze faalmechanisme (zie Figuur 2).



Figuur 2: Hoofdsporen WV2030

In zijn de te doorlopen stappen voor macrostabiliteit binnenwaarts (STBI) schematisch weergegeven. Merk op dat de Dijksterkte Analyse Module (DAM) van Deltares[1] hier een belangrijke rol speelt. DAM Live zal naar verwachting gebruikt worden om een inschatting te maken van de conditionele faalkans.



Figuur 3: Stappen om te komen tot een oordeel Macrostabiliteit Binnenwaarts (aangepast [2])

Dit rapport gaat in op de praktische uitwerking van stappen 1 t/m 3 van Fase 1, waarbij verschillende waterkeringen worden voorzien van monitoringsinstrumenten. De ingewonnen data worden gebruikt om een inschatting van de belasting (e.g. freatisch vlak) te maken en stabiliteitsmodellen via DAM komen tot een beeld van het risico op het faalmechanisme STBI. Hierbij wordt qua monitoringstechniek vooral ingezet op het meten van het freatische grondwater, potentialen in watervoerende zandlagen en waterspanningen binnen het dijklichaam of de ondergrond.

[1] *Deltares werkt als onafhankelijk kennisinstituut aan innovatieve oplossingen op het gebied van water en ondergrond.*

1.2 Doel(en) van het stappenplan

1.2.1 Doelstelling stappenplan

Het doel van dit stappenplan is te komen tot een praktische en uniforme werkwijze die gehanteerd moet worden voor het kiezen van monitoringslocaties, het inrichten van monitoringsraaien, het opstellen van een grondonderzoeksplan, het vertalen van de ingewonnen data naar rekenprofielen en het opstellen van een DAM-bestand in overeenstemming met stappen 1 t/m 3 van Fase 1 van WV2030 (zie Figuur 3).

Het einddoel van het stappenplan is te komen tot een werkend DAM-bestand dat kan worden ingezet voor latere stappen die onderdeel zijn van Fasen 2 en 3 zoals:

- *Continu inzicht* analyses (via dashboard)
- Uitvoeren van stabiliteitsanalyses bij de norm (toetsing)
- Bepaling conditionele faalkans van de kering (Fragility Curves)
- Analyses naar faalkansupdating (Bewezen Sterkte)
- Prognoses van de restlevensduur

1.2.2 Uitgangspunten stappenplan

Om het werk zo eenduidig en herleidbaar mogelijk te maken, zijn enkele uitgangspunten opgesteld die bij iedere stap in het voorliggende plan overwogen en/of beschouwd moeten worden.

- Het stappenplan heeft betrekking op de inrichting van de monitoringsraaien en DAM-modellen, gericht op het krijgen van inzicht in het risico op het faalmechanisme *Macrostabiliteit Binnenwaarts (STBI)*.
- Alle schematiseringen voor WV2030 worden volledig opnieuw opgebouwd. Schematisaties van profiellocaties worden opnieuw geïnterpreteerd door nieuw veld- en/of laboratoriumonderzoek. Oude schematiseringen, afkomstig van toetsingsprojecten (LBO- of LTVRW-toetsingen) of dijkversterkingsprojecten (HBWP of VBK), vormen wel input (basis), maar zijn niet leidend.
- Voorgaande toets- en dijkversterkingsprojecten dienen enkel als afweging om de nieuw in te winnen en ingewonnen gegevens mee te verwerken en toe te passen.
- De inrichting van de monitoringsraaien en DAM modellen moeten duurzaam zijn (i.e. deze moeten ook representatief zijn voor lange termijn inzichten in het gedrag en status van de waterkering).

1.2.3 Voor wie is het stappenplan?

Het stappenplan is bedoeld voor interne (HHNK) en externe (ingenieurs- of adviesbureaus) specialisten die de komende jaren in het kader van het programma WV2030 verschillende polders en waterkeringen gaan voorzien van monitoringsraaien en DAM-modellen opstellen. Van de lezer van dit document wordt verwacht dat deze bekend is met het toetsen van de waterveiligheid van regionale en primaire waterkeringen, over kennis beschikt van de geotechnisch en hydraulische belastingen, in bepaalde mate bekend is met de toepassing van DAM en ervaring heeft met het opstellen en begeleiden van grondonderzoeksplannen.

In het voorliggende document worden verschillende stappen toegelicht via stroomschema's. Deze stroomschema's geven naast de stappen ook inzicht in welke partijen op welk moment betrokken zijn bij een bepaalde stap.

Hieronder volgt een overzicht van de betrokken partijen met een toelichting op de rolverdeling en verantwoordelijkheden.

Projectleiding Slim grondwater meetnetwerk HHNK

De rol *projectleiding Slim grondwater meetnetwerk HHNK* is verantwoordelijk voor het bewaken van de opdrachten, activiteiten, planning en kosten van het slim grondwater meetnetwerk.

- Begeleiding van opdrachten aan grondonderzoeksbureaus t.b.v. meetnetwerk, bewaken van planning en budget. Inhoudelijk goed bekend met bestaande raamcontract voor grondonderzoek.
- Bewaken van jaarlijks exploitatie- en investeringsbudget t.b.v. meetnetwerk.
- Strategisch plannen van nieuw op te pakken polders/projecten.
- Intern aanspreekpunt voor vragen/verzoeken over meetnetwerk en coördineren van acties die hieruit volgen.

Specialist HHNK

De *specialist HHNK* is een adviseur waterveiligheid of geotechnische adviseur werkzaam binnen HHNK die is aangesloten bij één of meerdere grondonderzoeks- of DAM-projecten van het programma WV2030. Van deze rol wordt verwacht:

- Verzamelen en aanleveren van gegevens.
- Oppakken van technisch inhoudelijke (interne) vraagstukken (bijvoorbeeld opstellen grondonderzoeksplan).
- Voert technisch inhoudelijke controles uit van aangeleverde producten (bijvoorbeeld controle van extern opgesteld grondonderzoeksplan of DAM-model).
- Is een sparringpartner voor *Specialist ingenieursbureau* op het vlak van technisch inhoudelijke onderwerpen (bijvoorbeeld keuze vakindeling, opstellen proevenverzameling of DAM-model).
- In geval van een *intern* (binnen HHNK) opgezet grondonderzoeksplan, is de adviseur het eerste aanspreekpunt voor inhoudelijke vragen voor het grondonderzoeksbureau.

Collega-specialist HHNK

De *collega-specialist HHNK* is een adviseur waterveiligheid of geotechnische adviseur werkzaam binnen HHNK. In geval een grondonderzoeksplan of DAM-model *intern* binnen HHNK wordt opgesteld, betreft de *collega-specialist HHNK* de sparringpartner en eindcontroleur voor de *specialist HHNK*. Van deze rol wordt verwacht:

- Uitvoeren van collegiale controles van opgeleverde producten (grondonderzoeksplan of opstellen DAM-model).
- Aansluiten bij relevante afstemmingsmomenten.

Als een grondonderzoeksplan of DAM-model *extern* buiten HHNK wordt opgesteld (door bijvoorbeeld een ingenieurs- of adviesbureau), vervult de *collega-specialist HHNK* dezelfde rol als *Specialist HHNK* als eerste aanspreekpunt en controleur voor technisch inhoudelijke onderwerpen voor het ingenieursbureau.

Specialist ingenieursbureau

De *specialist ingenieursbureau* betreft een adviseur waterveiligheid of geotechnische adviseur werkzaam bij een extern ingehuurd ingenieurs- of adviesbureau die verantwoordelijk is voor één of meerdere grondonderzoeks- of DAM-projecten van het programma van WV2030. Van deze rol wordt verwacht:

- Oppakken van technisch inhoudelijke vraagstukken (bijvoorbeeld opstellen grondonderzoeksplan en DAM-model).
- In geval van een *extern* (buiten HHNK) opgezet grondonderzoeksplan is de adviseur het eerste aanspreekpunt voor inhoudelijke vragen voor het grondonderzoeksbureau.

Adviseur beheer waterveiligheid

De adviseur beheer waterveiligheid is de schakel tussen het projectteam van Waterveiligheid 2030 en het beheer- & onderhoudscluster Waterveiligheid van HHNK. Van deze rol wordt verwacht:

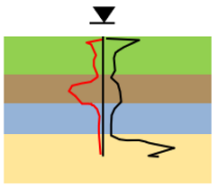
- Het afstemmen van de grondonderzoekslocaties met het beheer- & onderhoudscluster.
- Informeren van perceeleigenaren of pachters wanneer het grondonderzoek hiermee een raakvlak heeft.

GIS-medewerker

De *GIS-medewerker* is een medewerker van de afdeling I&A/ Informatiebeheer binnen HHNK. Van deze rol wordt verwacht:

- Verzamelen en aanleveren van geo-gegevens (BRK).
- Oppakken van technisch inhoudelijke (interne) vraagstukken (bijvoorbeeld opstellen grondonderzoeksplan).

GIS-medewerker van afdeling Informatiebeheer



Grondonderzoeksbureau

Het *grondonderzoeksbureau* betreft één van de marktpartijen[2] die zijn aangesloten bij de raamovereenkomst voor de uitvoering van grondonderzoek voor HHNK [3]. Het grondonderzoeksbureau verzorgt in grote lijnen:

- De schouw en bepaling van de haalbaarheid van het grondonderzoeksplan.
- De uitvoering van het grondonderzoeksplan.
- De oplevering van de ingewonnen grondonderzoeksdata aan HHNK Upload Portaal[3].
- Regelt het functioneren en onderhoud van de monitoringsinstrumenten.
- Zorgt voor de dataoverdracht naar het platform van HHNK.

Voor de exacte werkzaamheden en afspraken waaraan HHNK en de bureaus zijn gehouden wordt verwezen naar de raamovereenkomst.

---

[2] *Voor de periode 2024-2027 betreffen dit de partijen: Fugro en Wiertsema & Partners.*

[3] *https://uploadportaal.bkgis.nl/*

Beheerders GTA/FEWS

De *beheerders GTA/FEWS* verzorgen de opname van de grondonderzoeksdata binnen de databases van HHNK en zorgen voor de koppeling tussen de telemetrie van de grondwatermetingen en de verbinding met de HHNK-databases.

1.2.4 Wat zit er in het stappenplan?

In het stappenplan zijn de beoogde werkzaamheden en werkwijzen opgenomen die naar verwachting worden uitgevoerd om tot de inrichting van monitoringsraaien (Pilaar 2) en DAM-modellen (Pilaar 1) te komen.

Naast de benodigde stappen en werkwijzen zijn in de bijlagen eisen en specificaties opgenomen voor verschillende onderdelen die bij het werkproces horen. Hierbij moet worden gedacht aan standaard naamgeving en coderingen voor grondonderzoek en formats voor vastlegging van data in GIS en DAM. De stappen en de daarbij horende onderdelen worden in verschillende paragrafen behandeld.

Het stappenplan beperkt zich tot stappen 1 t/m 3 van Fase 1 van het schema zoals weergegeven in Figuur 3. De overige stappen van dit figuur maken geen deel uit van dit stappenplan.

1.3 Leeswijzer

Hieronder volgt kort een samenvatting van de werkzaamheden die onder de stappen vallen.

Hoofdstuk 2 richt zich op *Stap 1: Dataverzameling & -overzicht* waarbij aanwijzingen worden gegeven ten aanzien van het verzamelen van data afkomstig van toets- en versterkingsprojecten. Vervolgens wordt ingegaan op het vertalen van deze verzamelde data naar een overzicht in GIS wat als basis dient voor het kunnen maken van gerichte keuzes in de opvolgende stappen.

Hoofdstuk 3 gaat verder met *Stap 2: Grondonderzoek- en monitoringsplan* waar in eerste instantie wordt toegelicht hoe een monitoringsraai dient te worden vormgegeven in relatie tot de later op te stellen DAM-modellen. Hierbij wordt aandacht gegeven naar keuzes die een rol spelen bij het kiezen van geschikte locaties en de inrichting van de monitoringsraaien binnen een waterkering. Vervolgens wordt ingegaan op de processtappen en werkwijzen voor het opstellen en afstemmen van een grondonderzoeksplan om de monitoringsraaien gerealiseerd te krijgen.

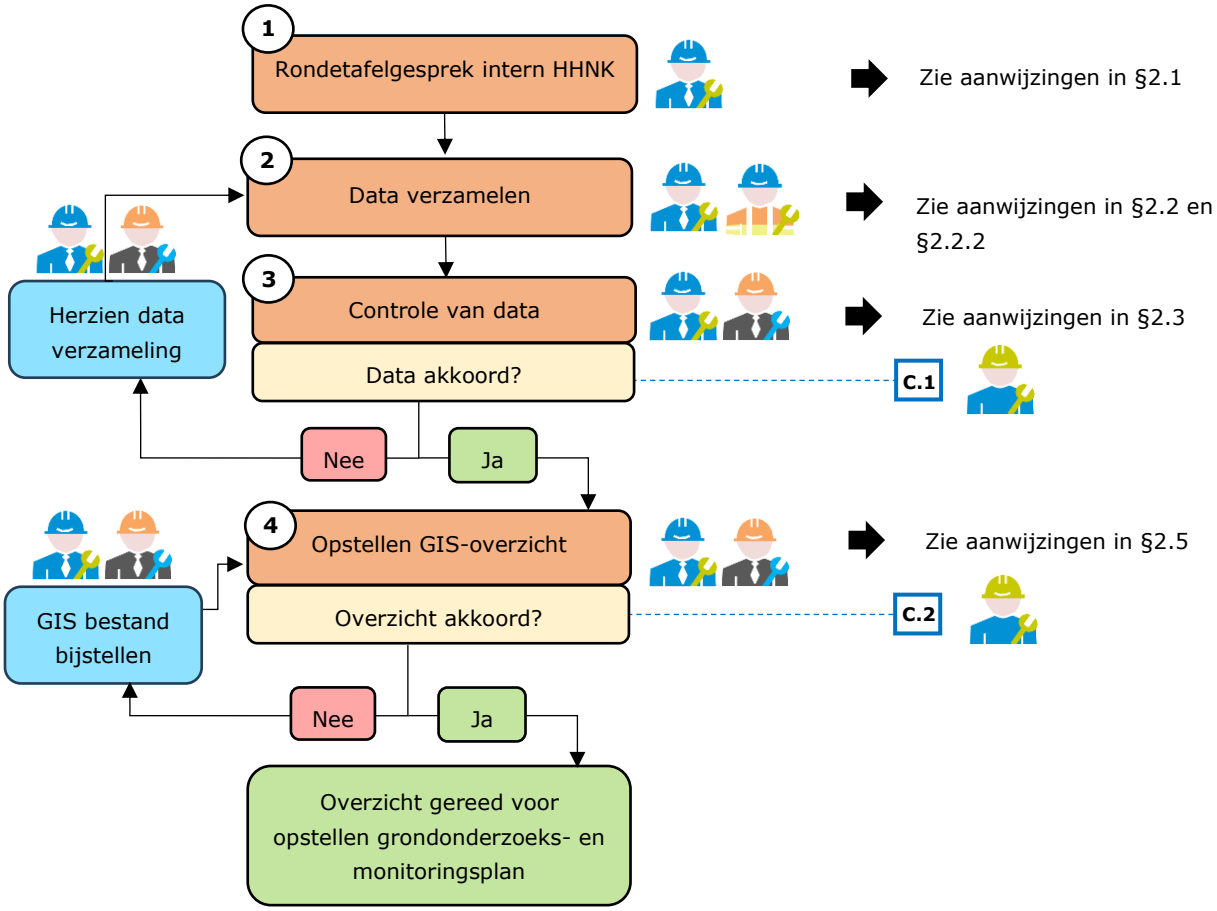
Hoofdstuk 4 eindigt met *Stap 3: Opstellen DAM-model* waarbij de processtappen zijn toegelicht om te komen tot een DAM-model van de waterkering. Hierbij wordt ingegaan op de inrichting van de dijkvakindeling, locaties van de rekenprofielen en de vertaling van het onder *Stap 2* ingewonnen grondonderzoek naar geactualiseerde en gereproduceerde stabiliteitsmodellen.

2 Stap 1: Dataverzameling & -overzicht

Voordat gerichte locaties voor de plaatsing van monitoringsinstrumenten (e.g. hoofdzakelijk peilbuizen) geselecteerd kunnen worden, dient een overzicht te worden gemaakt van de beschikbare informatie van de waterkering en de polder.

Door deze informatie overzichtelijk te bundelen in een GIS wordt een ruimtelijk beeld verkregen van voorkomende variaties binnen het tracé van de waterkering. Op basis van dit ruimtelijk beeld kunnen gerichte keuzes worden gemaakt voor het selecteren van locaties waar monitoringsraaien worden ingericht.

In dit hoofdstuk wordt ingegaan op de stappen die hiervoor benodigd zijn. Zie hiervoor het stroomschema in Figuur 4. Er wordt vanuit gegaan dat al een keuze gemaakt is van de te monitoren waterkering.



Figuur 4: Stroomschema voor verzameling data en opstellen GIS-overzicht

Stap 1. Rondetafelgesprek intern HHNK

Vooraf aan de stap om de data van de polder of waterkering te verzamelen dient een *rondetafelgesprek* plaats te vinden met de beheerafdeling en eventueel betrokkenen bij voormalige dijkversterkingsprojecten, om inzicht te krijgen welke bijzonderheden spelen bij de waterkering of polder. Vragen en informatie die daarbij handig zijn staan vermeld in §2.1.

Stap 2. Data verzamelen

De data afkomstig uit de systemen van HHNK (e.g. AHN, keringlijnen) en uit Toetsing Regionaal en VBK-projecten zijn gearchiveerd op het netwerk van HHNK. Dit betekent dat de specialist van HHNK de data dient te verzamelen zoals vermeld in §2.2.

Stap 3. Controle van data

Nadat de data zijn verzameld, dient deze beoordeeld te worden op volledigheid, bruikbaarheid, kwaliteit en actualiteit. De gegevens zijn enerzijds de basis voor het maken van gerichte keuzes voor de inrichting van de monitoringsraaien, maar zijn in latere stappen ook de basis voor het opstellen van het DAM-model. Aanwijzingen voor de controle van de data zijn gegeven in §2.3.

Stap C1. Afstemming verzamelde en gecontroleerde data

Nadat de data verzameld en gecontroleerd is kan het voorkomen dat er toch data ontbreekt, niet geschikt of niet volledig is voor het maken van een goed overzicht. In het geval keuzes moeten worden gemaakt ten aanzien van de omgang met de gebreken in de data is het *noodzakelijk* om afstemming te zoeken met een specialist van HHNK. Uit deze afstemming kan volgen dat opnieuw intern bij HHNK de databronnen moeten worden nagegaan. Mogelijk zijn *bronnen* bij het verzamelen van de data over het hoofd gezien.

	HHNK-medewerkers: afstemming kan intern plaatsvinden met een collega-specialist van HHNK.
	Medewerkers ingenieursbureau: afstemming kan plaatsvinden met een toegewezen specialist van HHNK.

Stap 4. Opstellen GIS-overzicht

Als voldoende bruikbare data zijn verzameld, wordt een overzicht gemaakt van deze gegevens in GIS. Het GIS moet *noodzakelijk* overzicht gegeven van verschillende variaties die langs het tracé van de waterkering voorkomen. Aanwijzingen voor het opstellen van het GIS-overzicht zijn gegeven in §2.5.

Stap C2. Afstemming en controle GIS-overzicht

Het eindresultaat van het verzamelen van de data en het GIS-overzicht vormt de basis voor het gericht maken van keuzes voor de locaties en inrichting van de monitoringsraaien. Daarnaast dient het overzicht als basis voor het later op te stellen DAM-model. Voordat verder wordt gegaan met

het maken van een grondonderzoeks- en monitoringsplan dient het GIS-overzicht afgestemd te worden.

	HHNK-medewerkers: afstemming kan intern plaatsvinden met een collega-specialist van HHNK.
	Medewerkers ingenieursbureau: afstemming kan plaatsvinden met een toegewezen specialist van HHNK.

Na akkoord wordt overgegaan tot het opstellen van een grondonderzoeks- en monitoringsplan, zoals beschreven in H3.

Verdere aanwijzingen over hoe om te gaan met gebreken in de beschikbare data zijn gegeven in §2.4.

2.1 Rondetafelgesprek met beheer

Vooraf aan de stap om de data van de polder of waterkering te verzamelen dient een rondetafelgesprek plaats te vinden met de objectbeheerder, gebiedsbeheerder, technisch manager (primaire- of regionale waterkeringen of HBWP- of VBK-projecten). Het doel van deze gesprekken is om inzicht te krijgen in de bijzonderheden die binnen de betreffende polder of bij de waterkering spelen, die relevant kunnen zijn voor het verzamelen van de data of het inrichten van de monitoringsraaien en DAM modellen.

Vragen die binnen een gesprek gesteld kunnen worden zijn:

- Wat was de geschiedenis van deze waterkering?
- Zijn er locaties waar bijzonderheden spelen of zorgpunten zijn ten aanzien van waterveiligheid?
- Op welke wijze is de dijk in het verleden versterkt geweest? Speelde daarbij bijzonderheden?
- Vonden er afwijkingen plaats in het versterkingsproject ten opzichte van ontwerpplannen?
- Staan er in het veld actieve of inactieve peilbuizen of monitoringsraaien?

De informatie uit deze gesprekken moet worden gedocumenteerd in een verslag ter referentie voor het specifiek verzamelen van de data achter de bijzonderheden die spelen binnen de polder of de waterkering.

2.2 Overzicht benodigde data voor ruimtelijk overzicht

In deze paragraaf wordt een globaal overzicht gegeven van de gegevens die enerzijds benodigd zijn om gerichte keuzes te maken van de locaties van de monitoringsraaien en anderzijds benodigd zijn om het DAM-model op te kunnen stellen (§2.2.1). Aanvullend zijn er aparte aanwijzingen gegeven voor het inventariseren van bestaande peilbuizen of monitoringsraaien (§2.2.2)

2.2.1 Algemeen overzicht

In Tabel 1 is een overzicht gegeven van de benodigde gegevens met de bijbehorende databron.

Hierbij is onderscheid gemaakt in databronnen die binnen het HHNK benaderbaar zijn en welke beschikbaar zijn of beschikbaar moeten worden gesteld voor externe partijen.

Tabel 1: Samenvatting van benodigde gegevens voor ruimtelijk overzicht en latere DAM-analyse regionale keringen

Onderdeel	Toelichting	Databron HHNK	Databron externe partij
Ligging dijkvak(ken)	De locaties van de dijkvakgrenzen. Bij voorkeur zijn de RD-coördinaten bekend en/of de dijkpaalmetreringen.	Toetsings- en dijkversterkings-project	Toetsings- en dijkversterkings-project
Locatie(s) van rekenprofiel(en)	Locaties van de dwarsprofielen waarop de rekenprofielen zijn gebaseerd. Bij voorkeur zijn de RD-coördinaten bekend, het nummer van het dwarsprofiel en/of rekenprofiel.	Toetsings- en dijkversterkings-project	Toetsings- en dijkversterkings-project
Koppeling tussen dijkvak(ken) en rekenprofiel(en)	Bekend dient te zijn welk rekenprofiel representatief is gesteld voor een gegeven dijkvak.	Toetsings- en dijkversterkingspro ject	Toetsings- en dijkversterkings-project
Keringlijn	Ligging dijktrajecten	DAMO_W.Waterker ing	Selectie keringlijn*
Rekenbestanden Toetsing Regionaal	Betreft de rekenbestanden van de gemaakte stabiliteitsanalyses welke beschikbaar zijn in de formats van D-Geo Stability (*.sti) of D-Stability (*.stix)	Toetsingsproject	Toetsingsproject
Rekenbestanden verbeteringsontwerp kade	Betreft de rekenbestanden van de gemaakte stabiliteitsanalyses welke beschikbaar zijn in de formats van D-Geo	Dijkversterkings-project	Dijkversterkings-project

Onderdeel	Toelichting	Databron HHNK	Databron externe partij
	Stability (*.sti) of D-Stability (*.stix)		
Veiligheidsoordeel en scores toetsing	Ruimtelijk overzicht, op dijkvak niveau of op het niveau van een rekenprofiellocatie, van het veiligheidsoordeel, faalkans en/of de veiligheidsfactor (Safety Factor).	Toetsingsproject	Toetsingsproject
Veiligheidsfactor kadeverbetering ontwerp	Ruimtelijk overzicht, op dijkvak niveau of op het niveau van een rekenprofiellocatie, van de veiligheidsfactor (Safety Factor) en/of faalkans.	Dijkversterkings-project	Dijkversterkings-project
Versterkingsmaatregel	Bij voorkeur wordt ruimtelijk inzichtelijk gemaakt waar en welk type versterkingsmaatregel is uitgevoerd binnen het dijkversterkingsproject	Dijkversterkings-project	Dijkversterkings-project
Grondonderzoek	Grondonderzoekspunten van boringen en sonderingen	AQUAPRD GTA.GTA_BORING GTA.GTA_SONDERING	Shape boringen* Shape sonderingen* Met bijbehorende pdf- en gef-bestanden.
Bestaande peilbuizen raaien	Locaties van bestaande peilbuizen	AQUAPRD (GTA.GTA_PEILBUISPUT)/ FEWS (HHNK-database), zie verder §2.2.2	Shape locaties peilbuizen* Met bijbehorende pdf- en gef-bestanden.
Geotechnisch lengteprofiel	Interpretatie van grondonderzoek en vertaling hiervan naar een geotechnisch lengteprofiel	Toetsings- en dijkversterkingsproject GTA.GTA_GEOTECHNISCH_LENGTEPROFIEL	PDF en/of AutoCAD bestanden
Referentie of dijkpalen		AQUAPRD (HHNK-database) DAMO_W.Referentiepunt	Shape dijkpalen*

Onderdeel	Toelichting	Databron HHNK	Databron externe partij
IPO-klassen	Ruimtelijke vastlegging van de IPO-klasse segmenten	GDB (HHNK-database) G:\01_Componenten\01_Beheer\03_Objectdata_HHNK\02_Waterkeringen\02_Regionale_waterkeringen\03_Veiligheidstoets_RWK\data.gdb\Veiligheidsklassen_RWK_2017_prov	Shape IPI-klasse segmenten*
Normtrajectlijnen	Ruimtelijke vastlegging van de wettelijk vastgestelde normtrajecten	https://waterveiligheidsportaal.nl/geoserver/nbpw/ows/wfs?	https://waterveiligheidsportaal.nl/geoserver/nbpw/ows/wfs?
Inspectieresultaten	Ruimtelijke vastlegging van recente inspectieresultaten afkomstig van de jaarlijkse schouw	AQUAPRD (HHNK-database) GDB: G:\01_Componenten\01_Beheer\03_Objectdata_HHNK\02_Waterkeringen\04_Inspectie\DIGIspectie.gdb	Shape met meta data van inspectie resultaten*
Actueel Hoogtebestand Nederland (AHN)	Ruimtelijke vastlegging van de maaiveldhoogte in meter t.o.v. NAP	J:\01_Hoogtedata\REF_AHN5.gdb	Openbare databron (AHN.nl)
Polderpeil	Ruimtelijke vastlegging van het streefniveau van het polderpeil	AQUAPRD: DAMO_W.peilgebiedpraktijk, DAMO_W.peilafwijkinggebied. DAMO_W.streefpeil	HHNK-kaarten[4]
Luchtfoto	Actuele luchtfoto van het projectgebied	Openbare databron (PDOK) https://service.pdok.nl/hwh/luchtfotorgb/wms/v1_0?&request=GetCapabilities&service=wms	Openbare databron
Kernregistratie	Kernregistratie vanuit gegevensbeheer (beheerobject, element en bouwdeel/bekleding). Deze indeling van een asset	DAMO_W.WS_BEKLEDING, REGISTER_WV.WS_BEHEEROBJECTEN en	Koppelt het HHNK later intern aan GIS-bestand

Onderdeel	Toelichting	Databron HHNK	Databron externe partij
	(e.g. kering) is opgezet om gegevens goed koppel- en deelbaar binnen HHNK te maken. Dit kan een leidraad zijn om knip te leggen voor dijkvakken (aan opdeling in objecten ligt deels gelijke input als die hier beschreven) of de indeling in dijkvakken kan aanleiding zijn om de kernregistratie aan te passen.	REGISTER_WV.WS_ELEMENTEN	
* wordt aan externe partij apart aangeleverd in de vorm van losse bestanden. In de praktijk zullen dit op maat gemaakte "uitsneden" zijn van de brondata.			

Omgang databronnen externe partijen

Wanneer een grondonderzoeks- of monitoringsplan wordt opgesteld door een externe partij (i.e. ingenieurs- of adviesbureau) dient de beschikbare data te worden overgedragen aan deze partij. Gegevens die eenvoudig overgedragen kunnen worden zijn gegevens van de toets- of versterkingsprojecten zoals rekenbestanden en rapportages. Gegevens van het HHNK die openbaar beschikbaar zijn kan een extern bureau benaderen via *HHNK Geo kaarten*[4].

	Projectleiding Slim grondwater meetnetwerk HHNK: zorgt voor de overdracht van de data naar een externe partij.
	Specialist HHNK: inventariseert de interne databronnen. In geval data dient te worden overgedragen aan een externe partij, assisteert de *specialist HHNK* de *Projectleiding Slim grondwater meetnetwerk HHNK* bij de overdracht van de data.
	Specialist ingenieursbureau: benaderd openbare databronnen en stemt met de *Projectleiding Slim grondwater meetnetwerk HHNK* de overdracht van resterende data af.

[4] *Benaderbaar via https://kaarten.hhnk.nl/*

Gegevens die minder eenvoudig zijn over te dragen betreft data dat afkomstig is van interne databases zoals het *Geotechnisch Archief* (GTA) of DAMO. Van deze data dienen *uitsneden*[5] gemaakt te worden en naar een lokale opslaglocatie te worden geëxporteerd. Deze data kunnen vervolgens worden meegeleverd aan een externe partij zonder dat deze hiermee afhankelijk is van toegang tot interne databases van het HHNK. In Tabel 1 is met een * aangegeven voor welke databronnen een mogelijke *uitsnede* benodigd is.

Het kan ook zijn dat bepaalde data later door het HHNK zelf aan het GIS-bestand worden gekoppeld als de data niet direct relevant is voor het opstellen van een grondonderzoeksplan of indien de data te omvangrijk is.

2.2.2 Inventarisatie bestaande peilbuizen of monitoringsraaien

Inventarisatie bestaande peilbuizen of monitoringsraaien

Initieel dient een inventarisatie plaats te vinden naar bestaande of in het verleden geplaatste peilbuizen of monitoringsraaien. Binnen het HHNK zijn in het verleden vele peilbuizen geplaatst geweest binnen waterkeringen in het kader van toets- of dijkversterkingsprojecten, maar ook voor beheer- en onderhoudsvraagstukken. Het inventariseren van de aanwezigheid van bestaande peilbuizen of monitoringsraaien kan op verschillende manieren plaats vinden.

In eerste instantie kan gekeken worden in de databases van FEWS of er binnen het traject van de waterkering peilbuizen zijn geregistreerd die nog actief zijn. Dit geeft over het algemeen een goede indruk van eventueel aanwezige peilbuizen of monitoringsraaien. Peilbuizen die korter meten dan 6 maanden worden over het algemeen niet geregistreerd in FEWS en zullen hoogstwaarschijnlijk zijn verwijderd.

Een vervolgstap is om een check te doen in het geotechnisch archief (GTA) onder de laag peilbuizen. Hierin zijn de meeste, in het verleden geplaatste, peilbuizen te vinden. Daarnaast kan ook navraag worden gedaan bij de object- en gebiedsbeheerder of er nog peilbuizen in het veld staan die mogelijk niet in FEWS/GTA zijn geregistreerd. Deze vraag kan op voorhand ook al worden meegenomen met *rondetafelgesprek* intern binnen het HHNK (§2.1).

Bij twijfel of bij onduidelijkheden dient een veldbezoek plaats te vinden om na te gaan of er peilbuizen of monitoringsraaien aanwezig zijn in de waterkering en in welke staat deze zich bevinden.

[5] *Met uitsnede wordt bedoeld dat de data binnen een bepaald bereik wordt geëxporteerd en beschikbaar wordt gesteld om mee te kunnen sturen naar een externe partij. Dergelijke verzoeken kunnen veelal via GEO worden ingediend.*

Vastlegging locaties in GIS-overzicht

Als uit de inventarisatie volgt dat zich binnen de polder of waterkering nog bestaande peilbuizen of monitoringsraaien bevinden die nog actief of niet meer actief zijn, is het van belang om deze vast te leggen in het GIS-overzicht (zie later ook in §2.5.). Belangrijkste aspecten om hierin op te nemen zijn:

- Locaties (in RD-coördinaten).
- Projectnummer van het grondonderzoek.
- Reden van plaatsing (toets- of versterkingsproject of om andere redenen).
- Eigenaar van de peilbuizen (wie of onder welk programma waren deze geplaatst?).

2.3 Controle van gegevens

In deze paragraaf wordt ingegaan op de controle van de beschikbare gegevens voordat deze worden benut. Hierbij is het uitgangspunt dat HHNK intern de beschikbare gegevens vooraf verzameld heeft. Wanneer gegevens ontbreken of niet geheel herleidbaar zijn, kunnen aanwijzingen worden gevolgd zoals vermeld in §2.4.

2.3.1 Controle locaties rekenprofielen en vakindeling

Rekenprofielen zijn in toets- of dijkversterkingsprojecten veelal gebaseerd op profiellocaties (i.e. locaties met een dwarsprofielinmeting van de waterkering). Deze rekenprofielen zijn vervolgens representatief voor een bepaalde strekking van de waterkering, ook wel bekend als een dijkvak.

Het is noodzakelijk dat de locaties van de rekenprofielen en vakindeling herleidbaar zijn. Dit betekent dat duidelijk moet zijn waar de dwarsprofielen, waarop de rekenprofielen gebaseerd zijn, liggen ten opzichten de keringlijn of normtraject.

Vaak wordt de locatie van het rekenprofiel of dwarsprofiel aangeduid ten opzichte van de dijkpaalmetrering van HHNK of is deze geografisch vastgelegd (in GIS of een AutoCAD tekening).

2.3.2 Controle beschikbare hoeveelheid grondonderzoek

Indelingen van dijkvakken, keuzes van profiellocaties en de schematisering van de ondergrond binnen de stabiliteitsberekeningen, hangen af van grondonderzoek. Grondonderzoek bestaat veelal uit veldwaarnemingen afkomstig van boorstaten of sondeergrafieken. Interpretaties van de ondergrond worden veelal vastgelegd in geotechnische lengteprofielen.

Bij het verzamelen van de beschikbare gegevens is het nodig om te controleren of er voldoende grondonderzoek beschikbaar is geweest. Met voldoende beschikbaar grondonderzoek wordt met name de dichtheid en het aantal waarnemingen van de ondergrond bedoeld. In andere woorden, is er in het verleden voldoende grondonderzoek beschikbaar geweest om de ondergrond met voldoende zekerheid te karakteriseren? Of zijn er locaties langs het dijktracé waar de ondergrond nog onvoldoende bekend is?

Wat een voldoende dichtheid of aantal waarnemingen van de ondergrond is, moet worden ingeschat op basis van *expert kennis* in relatie tot de geologie van het gebied van waargenomen variaties binnen de ondergrond. Wanneer het idee heerst dat er onvoldoende grondonderzoek is uitgevoerd binnen bepaalde dijkvakken of delen van het dijktracé dient dit als aandachtspunt te worden meegenomen bij het opstellen van het grondonderzoeksplan in §3.5.

Speciaal mag aandacht gaan naar bestaande of oude peilbuislocaties die nog in het veld aanwezig zijn. De locaties en meetreeksen van deze peilbuizen dienen in beeld te worden gebracht. Nagegaan dient te worden of de peilbuizen nog actief zijn of niet.

Per peilbuis dient vervolgens een afweging te worden gemaakt of deze:

- Kan worden hergebruikt (mogelijk met een noodzakelijke onderhoudsronde) en onderdeel kan uitmaken van het monitoringsnet van WV2030.

- Of kan komen te vervallen. Hierbij dient de oorspronkelijke meetapparatuur (indien aanwezig) te worden verwijderd en dient de peilbuis te worden afgedicht via de procedure zoals vastgelegd in de raamovereenkomst voor grondonderzoek.

2.3.3 Controle geotechnische schematisatie rekenprofielen

Vanuit toets- of dijkversterkingsprojecten zijn vaak rekenbestanden beschikbaar van de gemaakte stabiliteitsanalysen. Deze rekenbestanden geven inzicht in de ondergrond ter plaatse van maatgevende locaties, maar even ook inzicht in de theoretisch berekende stabiliteit (i.e. veiligheidsfactor). Voordat deze rekenprofielen als basis kunnen worden benut voor het maken van gerichte keuzes voor monitoringsraaien moeten deze worden gecontroleerd op:

- Actualiteit: zijn het de meest recente rekenprofielen volgens de betreffende toets- en dijkversterkingsprojecten?
- Komen de berekende veiligheidsfactoren overeen met de vermelde waarden in de rapportages?
- Komen de ondergrondschematisaties overeen met beschikbaar grondonderzoek of interpretaties volgens beschikbare geotechnische lengteprofielen?
- Komen de geohydrologische schematisaties (i.e. verloop freatisch vlak, stijghoogte en polderpeilen) overeen met vigerende uitgangspunten?

Indien twijfel heerst bij één of meerdere van deze punten dient enige voorzichtigheid te worden gehanteerd bij het gebruik van de resultaten als referentie voor het kiezen van locaties voor de monitoringsraaien.

2.4 Omgang met beperkingen in beschikbare data

In deze paragraaf wordt ingegaan op werkwijzen die gehanteerd worden bij beperkingen in de beschikbare data die als basis dient voor het opstellen van een overzicht in GIS (zie §2.5).

2.4.1 Ontbreken ligging dijkvakken en profiellocaties

Het kan voorkomen, met name bij gegevens van oudere toets- of dijkversterkingsprojecten, dat de locaties van de dwarsprofielen, rekenprofielen of dijkvakken niet goed te achterhalen zijn. Dit kan het geval zijn wanneer de locaties niet geografisch zijn vastgelegd in GIS of AutoCAD-data.

In deze gevallen mogen deze gegevens *bij benadering* worden gereproduceerd in GIS op basis van:

- Beschikbare kaarten of afbeeldingen uit rapportages met daarin de locaties grofweg in aangegeven.
- Vermelde dijkpaal metreringen.

2.4.2 Ontbreken rekenbestanden

Het kan voorkomen dat de rekenbestanden van de vermelde berekeningen in de toets- of dijkversterkingsrapportages niet of gedeeltelijk beschikbaar zijn. In veel gevallen zullen de resultaten (i.e. veiligheidsfactoren) wel bekend zijn in de vorm van tabellen of afbeeldingen van de glijvlakken[6] in de rapportages.

In deze gevallen is het voldoende om uit te gaan van de relevante berekende veiligheidsfactoren of scores zoals vermeld in de rapportages. Deze worden dan gebruikt voor het GIS-overzicht zie §2.5.

[6] *Deze zijn gebruikelijk opgenomen in de bijlagen.*

2.5 Overzicht maken in GIS

In §2.2 en §2.3 is toegelicht welke informatie benodigd is voor het maken van gerichte keuzes voor de locaties van de monitoringsraaien en welke controles moeten worden uitgevoerd op bepaalde data.

In deze paragraaf wordt toegelicht hoe deze informatie moet worden samengebracht in een ruimtelijk overzicht (GIS) en welke datastructuren worden gehanteerd om de verzamelde informatie vast te leggen.

2.5.1 Ruimtelijke vastlegging dijkvakindeling en profiellocaties

Voor een goed ruimtelijk overzicht wordt gestart met het vastleggen van de liggingen van de dijkvakken en (reken)profiellocaties afkomstig uit de toets- en dijkversterkingsprojecten. Een voorbeeld van een polder[7] is weergegeven in Figuur 5. De regionale waterkering is in het voorbeeld getoetst[8] op macrostabiliteit binnenwaarts op basis van 9 geïdentificeerde dijkvakken (zie linkerdeel van Figuur 5). Een dijkvak is gekozen op basis van kenmerken van de waterkering, waarbij gestreefd is de dijkvakgrenzen zo te kiezen dat het betreffende dijkvak *homogeen* is.

Elk dijkvak uit de toetsing heeft een profiellocatie die *representatief*[9] of *maatgevend*[10] is geacht voor het betreffende dijkvak waar deze binnen valt. Een profiellocatie betreft de ligging van een dwarsprofiel of dwarsdoorsnede van de waterkering. Deze kunnen met een bepaald interval langs de as van de waterkering beschikbaar zijn, zoals bijvoorbeeld om de 50 m, 100 m of meer[11]. De profiellocatie waarop een stabiliteitsberekening gebaseerd is, betreft een rekenprofiel of rekenlocatie.

In het betreffende voorbeeld is de waterkering gedeeltelijk *goedgekeurd*[12] en gedeeltelijk *afgekeurd*[13]. In het rechterdeel van Figuur 5 is het oostelijke deel van de polder weergegeven (via een rode lijn) dat binnen het VBK-programma is versterkt, zodat de waterkering aan de veiligheidseisen voldoet. Het westelijke deel is niet versterkt, omdat dit deel van de waterkering goedgekeurd is in de toetsing.

Zichtbaar is dat de oorspronkelijke dijkvakken uit de toetsing binnen het versterkte deel van het tracé van de waterkering verder opgedeeld zijn. Dit heeft geleid tot nieuwe of gewijzigde profiellocaties. Het opdelen van de oorspronkelijke (toets)dijkvakken komt voor wanneer maatwerk

---

[7] *Het weergegeven voorbeeld heeft betrekking op de polder de Beemster waarvan ligging van de dijkvakindeling en (reken)profielen niet noodzakelijkerwijs kloppen.*

[8] *Een toetsing betreft de bepaling van een veiligheidsoordeel in overeenstemming met de Leidraad Toetsing Veiligheid Regionale Waterkeringen van de STOWA.*

[9] *Betreft een profiel welke een gemiddelde weergave is van het dijkvak.*

[10] *Betreft een profiel welke een maatgevend of kritisch deel vertegenwoordigd van het betreffende dijkvak.*

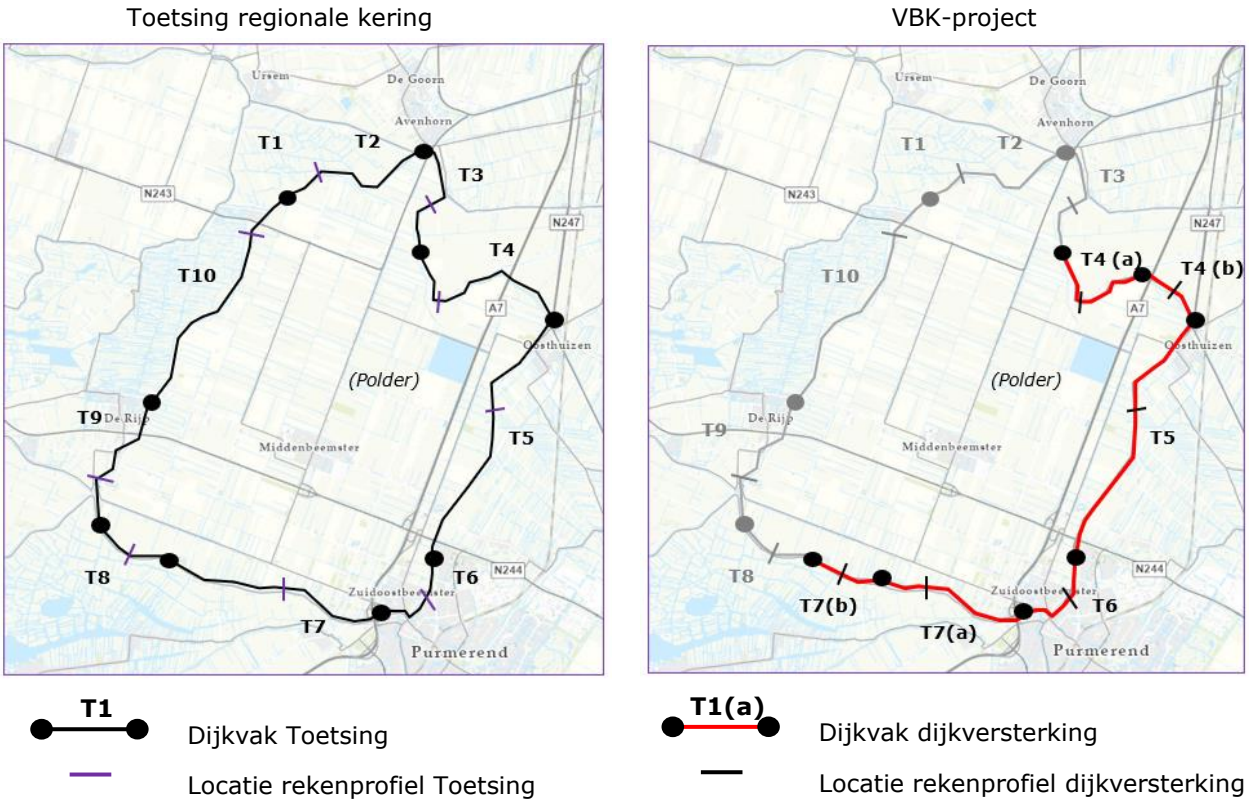
[11] *In eerdere toetsronden werd de dwarsdoorsnede van de waterkering met grotere intervallen ingemeten, omdat deze veelal landmeetkundig plaatsvinden.*

[12] *Goedgekeurd betekent dat de waterkering een V (= voldoende) of een G (= goed) heeft gekregen voor het Technische Oordeel (TO) of Beheerdersoordeel (BO).*

[13] *Afgekeurd betekent dat de waterkering een O (= onvoldoende) heeft gekregen voor het Technische Oordeel (TO) of Beheerdersoordeel (BO).*

benodigd is binnen het versterkingsontwerp. Dit kan ertoe leiden dat andere profiellocaties maatgevend worden of meer representatief zijn voor het gewijzigde dijkvak.

Na afronding van de kadeverbetering van het VBK-programma voldoen alle dijkvakken (en daarmee de profiellocaties) van de regionale waterkering aan de waterveiligheidseisen. In het laatste wordt hiermee specifiek de eisen bedoeld voor het faalmechanisme STBI. Het totale veiligheidsbeeld van STBI van de betreffende polder wordt bepaald door de delen die in de toetsing zijn goedgekeurd en de afgekeurde delen die daarna zijn versterkt.



Figuur 5: Voorbeeld overzicht dijkvakindeling en (reken)profiellocaties van toetsings- en dijkversterkingsproject

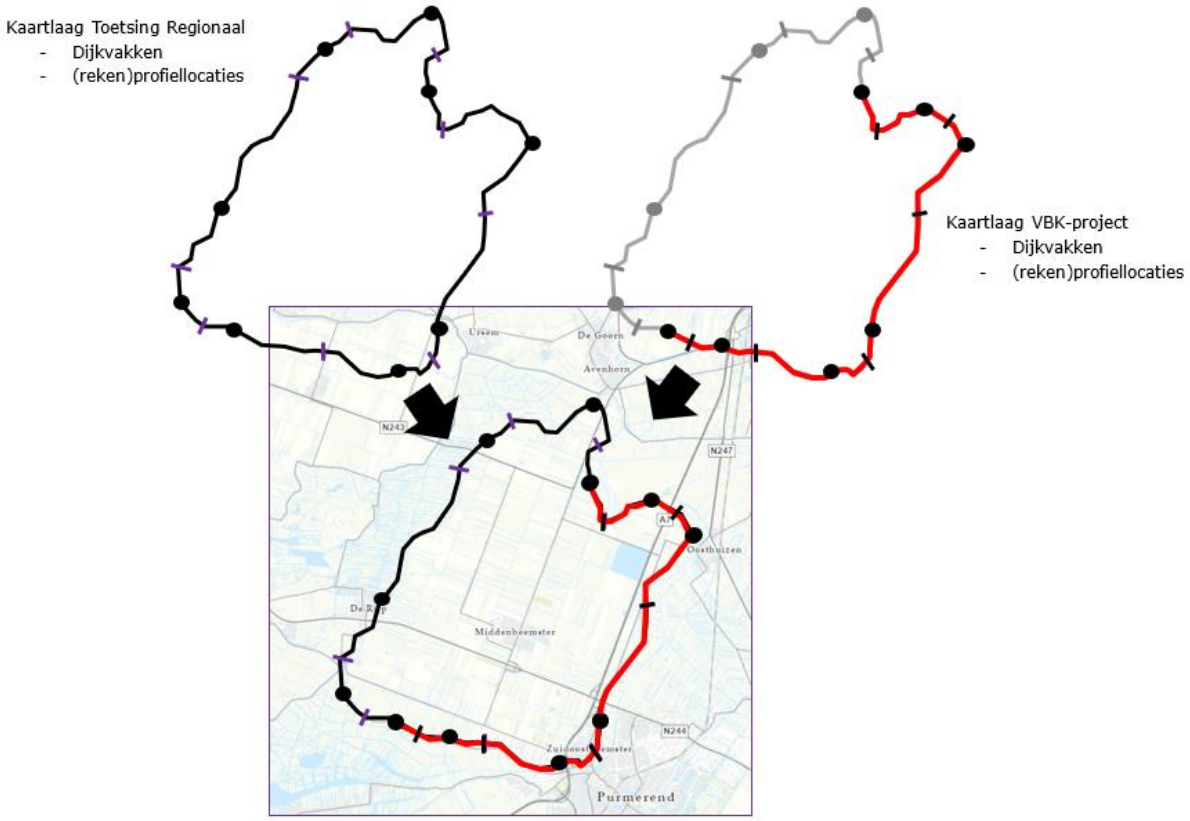
Het gecombineerde overzicht van de dijkvakken uit het toetsingsproject en de dijkvakken vanuit het dijkversterkingsproject geldt als vertrekpunt voor het vaststellen voor de dijkvakken, maatgevende profielen en monitoringsraaien (zie §3.6.2). Hierbij zijn de gedefinieerde dijkvakken en profiellocaties volgend uit het laatste dijkversterkingsproject leidend boven die van de dijkvakken van het toetsingsproject, omdat deze het meest actueel zijn.

Daarnaast kunnen onderstaande aspecten worden gebruikt in het vaststellen van dijkvakken, maatgevende profielen en monitoringsraaien:

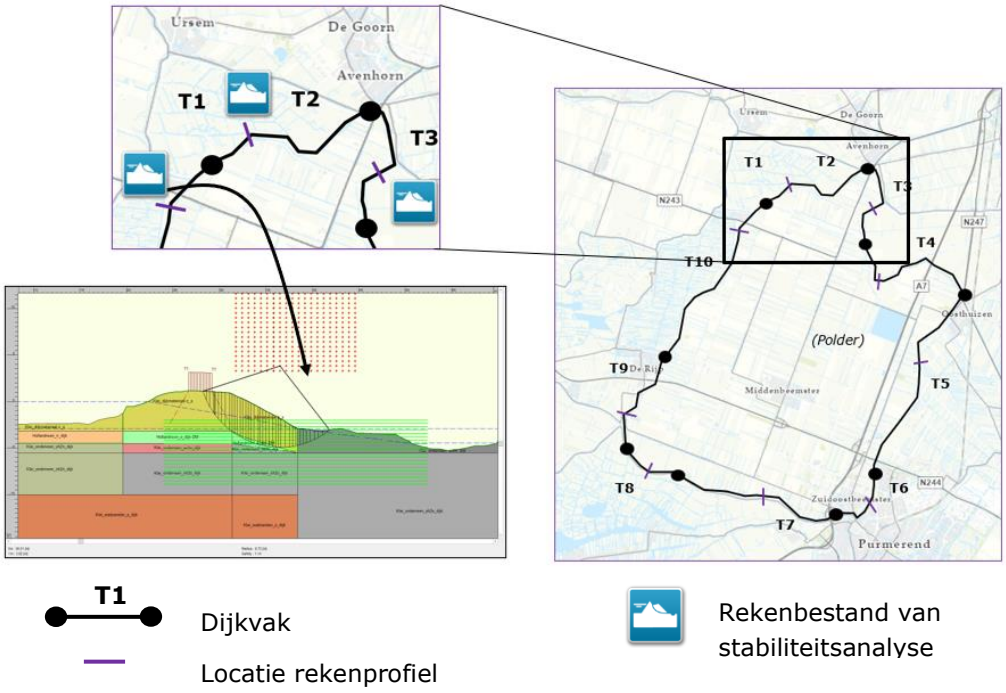
- Geometrische aspecten (e.g. steilheid van het binnentalud, kerende hoogte, breedte van kruin of algeheel dijkprofiel);
- Maatgevendheid qua bodemopbouw (e.g. aanwezigheid dik pakket aan slappe grondlagen)

- Verharde of onverharde kruin (e.g. bepalend voor onder andere de zwaarte van de bovenbelasting).

Het overzicht van de gekozen dijkvakken, maatgevende profielen en monitoringsraaien dienen ruimtelijk in GIS te worden vastgelegd. Afspraken ten aanzien van de te hanteren datastructuur (e.g. kaartlagen, attributen etc.) voor het ruimtelijk vastleggen van de dijkvakken en (reken)profiellocaties zijn opgenomen in *Bijlage 1: GIS-bestand* .



Figuur 6: Voorbeeld kaartlagen met dijkvakken en (reken)profiellocaties gecombineerd binnen GIS



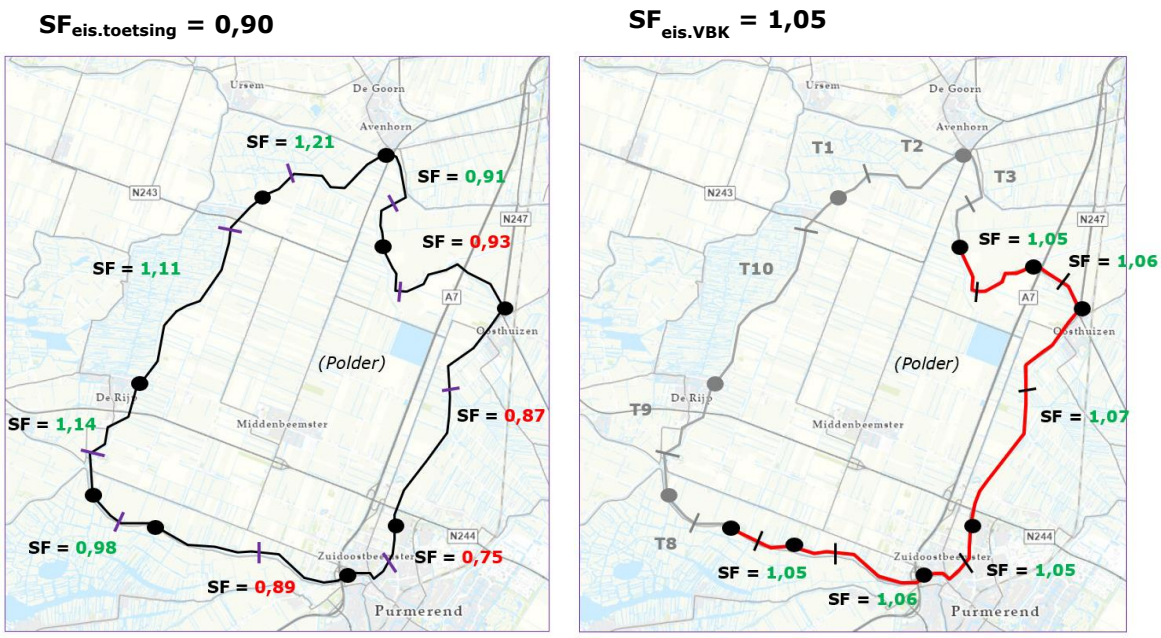
Figuur 7: Voorbeeld koppeling rekenbestand aan profiellocaties

2.5.2 Ruimtelijke vastlegging resultaten macrostabiliteit binnenwaarts

Dijkvakken die vanuit de toetsing een score kregen die dicht bij de vereiste veiligheidseis ($SF_{eis.toetsing}$) lagen zijn mogelijk gevoelig voor ongunstigere uitgangspunten (e.g. een hoger freatisch grondwaterniveau) en bezitten weinig speling. Deze locaties zijn mogelijk kritisch voor de keuze voor de inrichting van monitoringsraaien.

Dijkvakken die vanuit het dijkversterkingsontwerp een hogere veiligheidsfactor hebben gekregen, als gevolg van keuzes in het ontwerp, zijn daarentegen minder kritisch voor de keuze van de inrichting van een monitoringsraai. Om dit inzichtelijk te krijgen is het wenselijk om in het GIS-overzicht, met de ligging van de dijkvakken en (reken)profiellocaties, de berekende veiligheidsfactoren (SF) per profiellocatie weer te geven. Ter illustratie is dit weergegeven in Figuur 8, waarbij inzichtelijk is hoe ver de score van een bepaald dijkvak voor of voorbij de minimaal vereiste veiligheidsfactor (SF_{eis}) ligt.

Opgemerkt moet worden dat de eisen voor het toetsen van de regionale waterkering en het ontwerp van een kadeverbetering van elkaar kunnen afwijken. Dit laatste is afhankelijk van keuzes die gemaakt worden in de schematisaties.



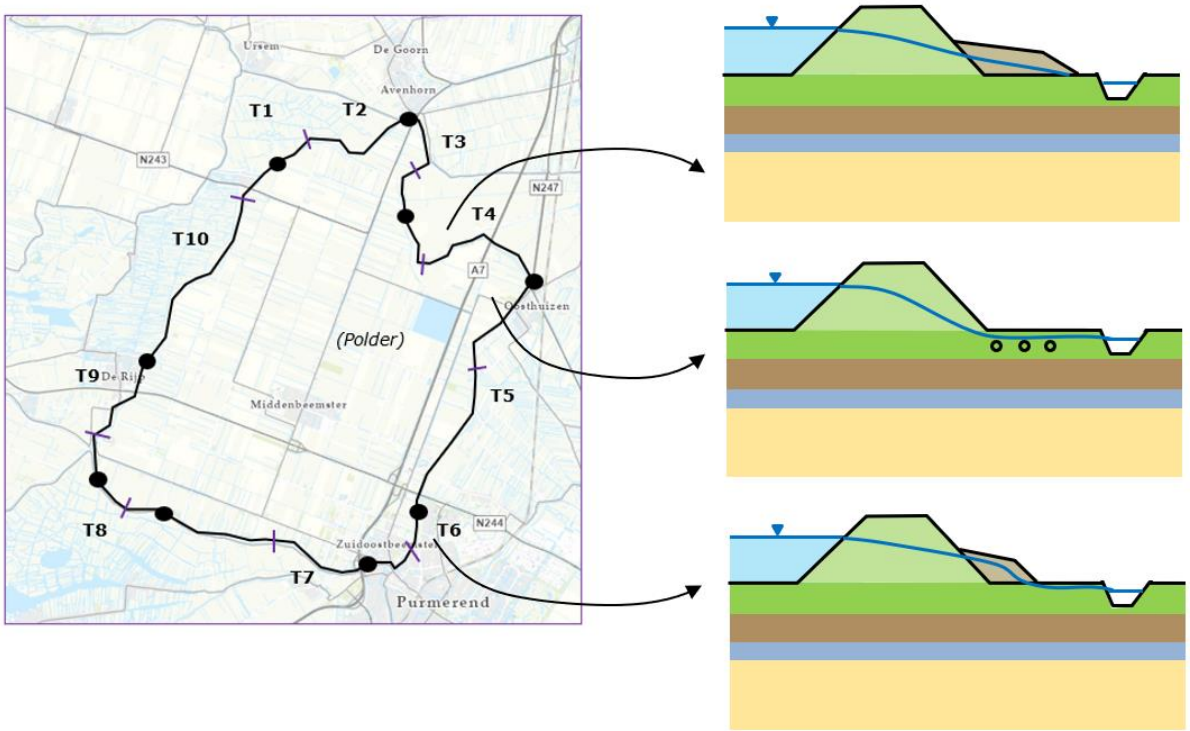
Figuur 8: Voorbeeld overzicht van veiligheidsfactoren (afstanden tot de norm)

De berekende veiligheidsfactoren kunnen worden opgenomen in de attributen van de (reken)profiellocaties zoals toegelicht in *Bijlage 1: GIS-bestand* .

2.5.3 Ruimtelijke vastlegging van versterkingsmaatregelen

In de vorige paragraaf is ingegaan op de ruimtelijke vastlegging van de berekende veiligheidsfactoren (afstanden tot de norm) van zowel getoetste als versterkte delen van de boezemkaden.

Nadat de in de toetsing afgekeurde dijkvakken zijn versterkt binnen het VBK-programma, wordt ervan uitgegaan dat alle dijkvakken, met het oog op STBI, weer voldoen aan de norm. Binnen het ontwerp van de kadeverbetering zijn veelal verschillende versterkingsmaatregelen toegepast als gevolg van benodigd maatwerk. Elk dijkvak bezit naar verwachting een unieke versterkingsmaatregel met vaste afmetingen van de versterkingsmaatregel.



Figuur 9: Weergave voorbeeld overzicht van verschillende toegepaste versterkingsmaatregelen

Met het oog op het kiezen van locaties voor de monitoringsraaien is het van belang om rekening te houden de verschillend toegepaste versterkingsmaatrelen. Zo kan de waterkering anders reageren bij een dijkvak dat versterkt is via een binnendijkse steunberm dan bij een dijkvak waar enkel een drainagesysteem is aangelegd. Overige denkbare versterkingsmaatregelen zijn:

- Taludverflauwing
- Langsconstructie (i.e. damwand als stabiliteitsscherm)
- Kwelscherm (i.e. damwand als hydraulisch dicht scherm)
- Sloot verplaatsing of demping
- Verzwaring slootbodem of onderwaterberm (i.e. zandlaag aangebracht in teensloot)

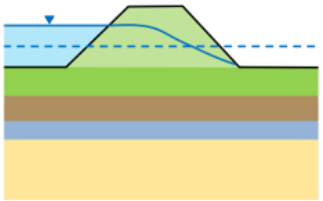
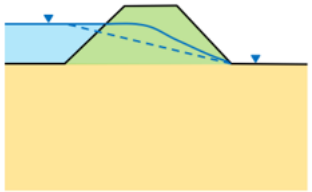
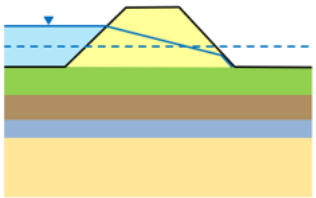
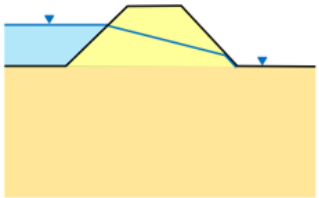
Door een overzicht te maken van de verschillende versterkingsmaatregelen kunnen gerichtere keuzes worden gemaakt voor de locaties van monitoringsraaien.

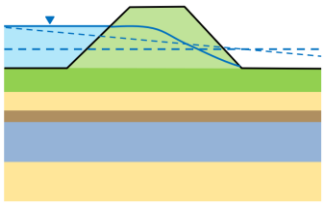
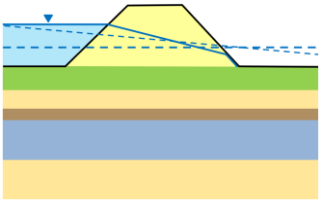
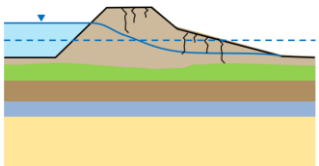
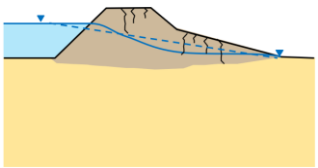
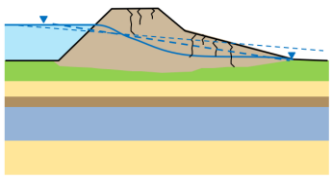
De uitgevoerde versterkingsmaatregelen kunnen worden opgenomen in de attributen van de het GIS-overzicht (zie *Bijlage 1: GIS-bestand*).

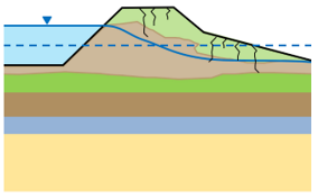
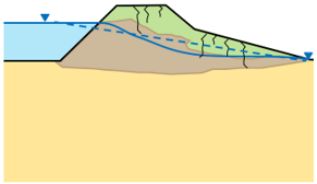
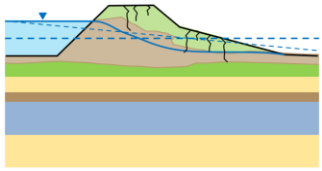
2.5.4 Dijktype en type ondergrond

Belangrijk aspecten voor de keuze van de inrichting van de locatie van een monitoringsraai zijn onder andere de dijkopbouw, de opbouw van de ondergrond en het risico op droogtegevoeligheid van de waterkering bij extreme droogte. Op basis van de benoemde kenmerken en de verschillende configuraties hiervan kunnen waterkeringen worden ingedeeld in een aantal standaard typen. Bij deze indeling in standaard typen wordt geen onderscheid gemaakt in de aanwezigheid van constructieve elementen. Deze typen zijn hieronder in Tabel 2 geschetst.

Tabel 2: Overzicht van dijktypen en typen ondergrond

Onderdeel	Toelichting
 Optie 1	Kleikern op samendrukbare ondergrond (TRWD-geval 1A)
 Optie 2	Kleikern op zandondergrond (TRWD-geval 1B)
 Optie 3	Zandkern (met al dan niet dichte afdekking) op samendrukbare ondergrond (TRWD-geval 2A)
	Zandkern (met al dan niet dichte afdekking) op zandondergrond (TRWD-geval 2B)

Onderdeel	Toelichting
Optie 4	
 Optie 5	Kleikern op samendrukbare ondergrond met een watervoerende zandtussenlaag.
 Optie 6	Zandkern op samendrukbare ondergrond met een watervoerende zandtussenlaag.
 Optie 7	Veenkade op samendrukbare ondergrond
 Optie 8	Veenkade op zandondergrond
 Optie 9	Veenkade en samendrukbare ondergrond met een watervoerende zandtussenlaag.

Onderdeel	Toelichting
 Optie 10	Droogtegevoelige kade op samendrukbare ondergrond
 Optie 11	Droogtegevoelige kade op zandondergrond
 Optie 12	Droogtegevoelige kade op samendrukbare ondergrond met een watervoerende zandtussenlaag.
Kernmateriaal klei Klei boven veen Veen Klei onder veen	Kernmateriaal zand Organisch materiaal of veen Watervoerend pakket

Configuraties Type 1A/B tot en met Type 2A/B komen overeen met de standaard gevallen volgens Bijlage 1 van het *Technisch Rapport Waterspanningen bij Dijken* (TRWD) [4] en ten grondslag liggen aan de *Waternet Creator* binnen D-Stability. Configuraties 1C en 2C zijn aanvullend, omdat deze voorkomen binnen beheersgebied van HHNK.

Configuraties Type 3A/B/C en Type 4A/B/C zijn aanvullende configuraties. Deze volgen uit de definitieregels voor de vaststelling van veen- en droogtegevoelige kaden van de STOWA naar [5], [6] en [7].

Een waterkering met een configuratie zoals die van Type 1A zal geohydrologisch en qua stabiliteit anders reageren dan een waterkering met een configuratie zoals die van Type 1B. Om deze reden is het zinvol om de configuraties ruimtelijk inzichtelijk te maken in GIS.

De configuraties worden bepaald op basis van openbare grondonderzoek databases (bijvoorbeeld het BRO), geologische ondergrond modellen (bijvoorbeeld het WBI-SOS of modellen van DINOloket), lokaal beschikbaar grondonderzoek, geotechnische lengteprofielen, ondergrond schematisaties van de rekenbestanden of op basis van toets- en dijkversterkingsrapportages. De vastgestelde configuraties worden opgenomen in de attributen van de dijkvaksegmenten zoals toegelicht in *Bijlage 1: GIS-bestand* .

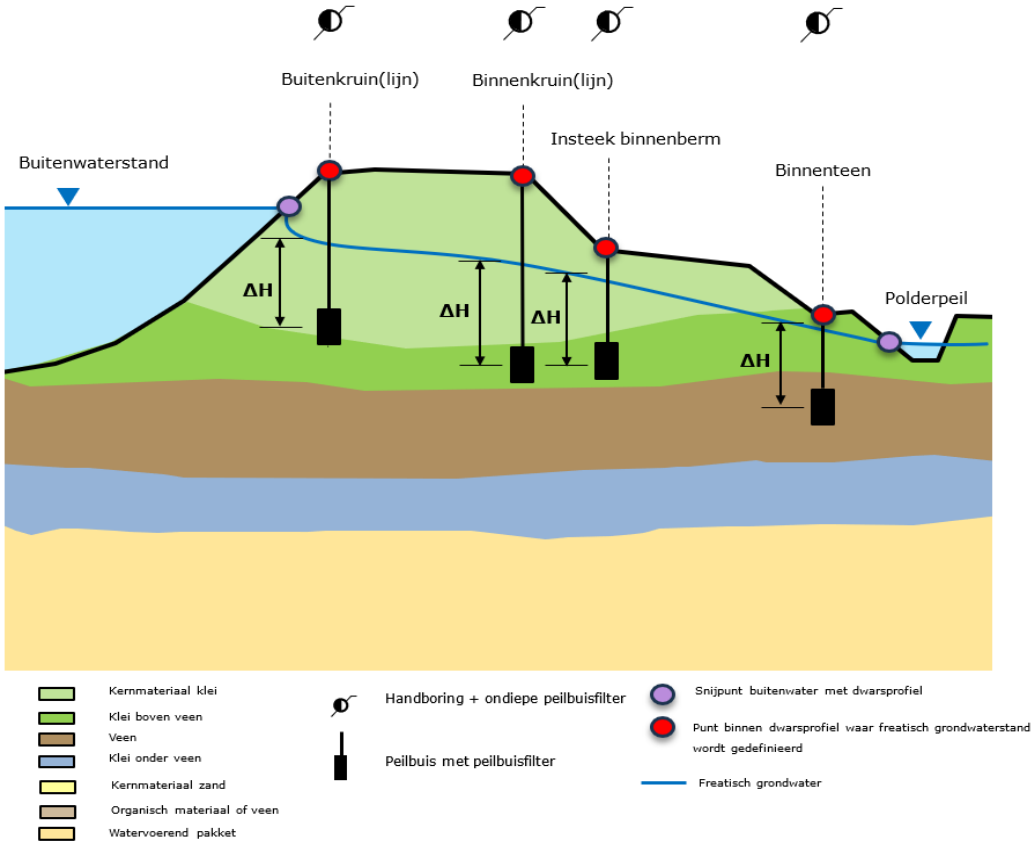
3 Stap 2: Grondonderzoeks- en monitoringsplan

In dit hoofdstuk wordt ingegaan op de inrichting van een monitoringsraai (§3.1), welke locaties en delen van de waterkering daarvoor in aanmerking komen (§3.4) en hoe tot een uitvoerbaar grondonderzoeksplan wordt gekomen (§3.7) om de monitoringsraaien te realiseren.

3.1 Inrichting van monitoringsraai(en)

Onder een monitoringsraai verstaat HHNK een lokale raai, haaks gemeten ten opzichte van de as van de waterkering, waarbinnen het gedrag en de condities van de waterkering langdurig worden geobserveerd of gemonitord. Deze aspecten worden gemeten met monitorings- of meetinstrumenten. Aspecten waar monitoring op gericht kan worden zijn:

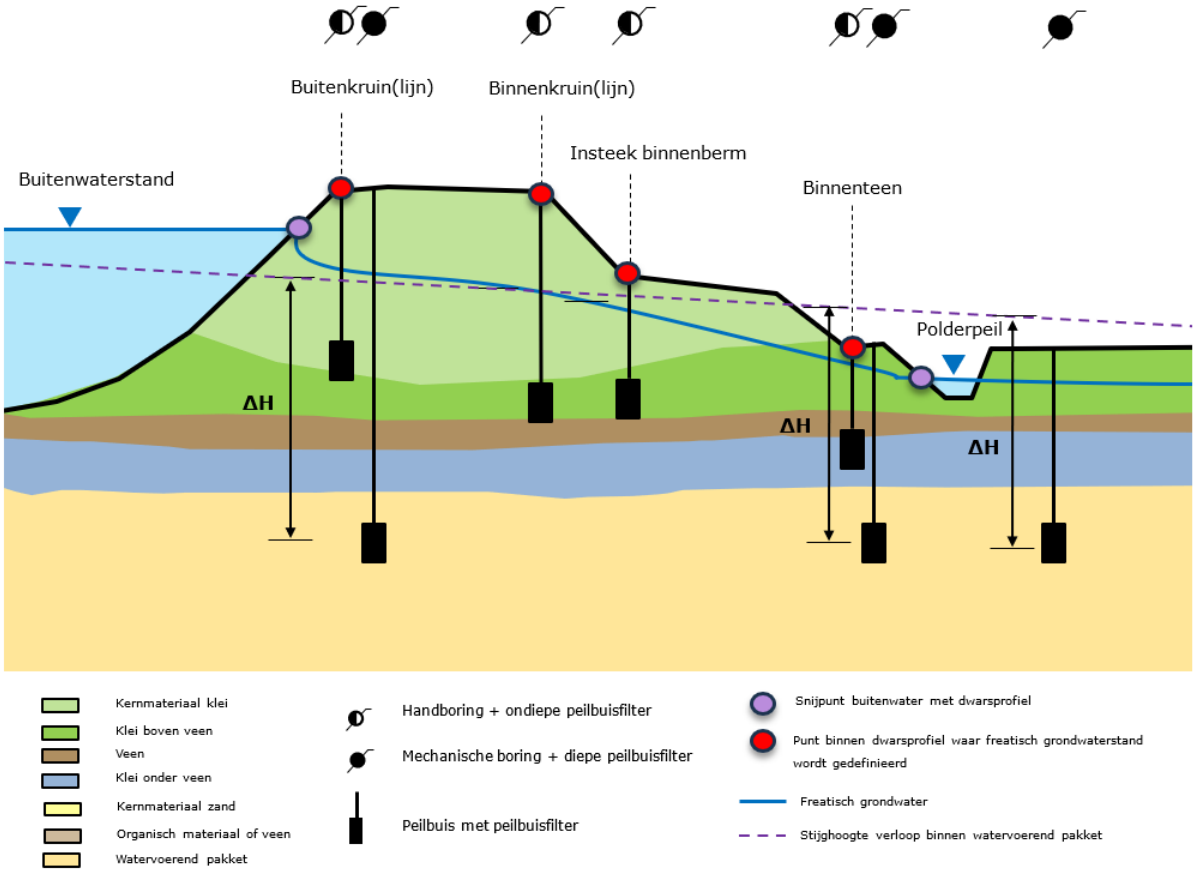
- Grondwaterdrukken
- Gronddrukken
- Deformaties (grond)
- Deformaties (constructie onderdelen)
- Temperatuur



Figuur 10: Inrichting monitoringsraai volgens karakteristieke punten voor meting freatisch vlak

Met de monitoringsraaien richt het HHNK zich (vooralsnog) op het meten van grondwaterdrukken [2] middels grondwatermonitoringsinstrumenten. Monitoringsraaien worden om deze reden ingericht om een zo goed mogelijk beeld te krijgen van het verloop van het freatische grondwater en eventueel het drukverloop van het potentiaal in aanwezige watervoerende zandlagen.

Het meten van grondwaterdrukken sluit goed aan op hoe het rekenprogramma DAM wordt *gevoed* om stabiliteitsanalyses te maken die een *Continu inzicht* geven in de veiligheidsfactor van de waterkering. DAM schematiseert het verloop van het freatische grondwater op basis van niveaus die worden gedefinieerd ter hoogte van een aantal karakteristieke locaties binnen de dwarsdoorsnede van de waterkering (zie Figuur 36). Deze locaties staan ook bekend als *karakteristieke* punten.



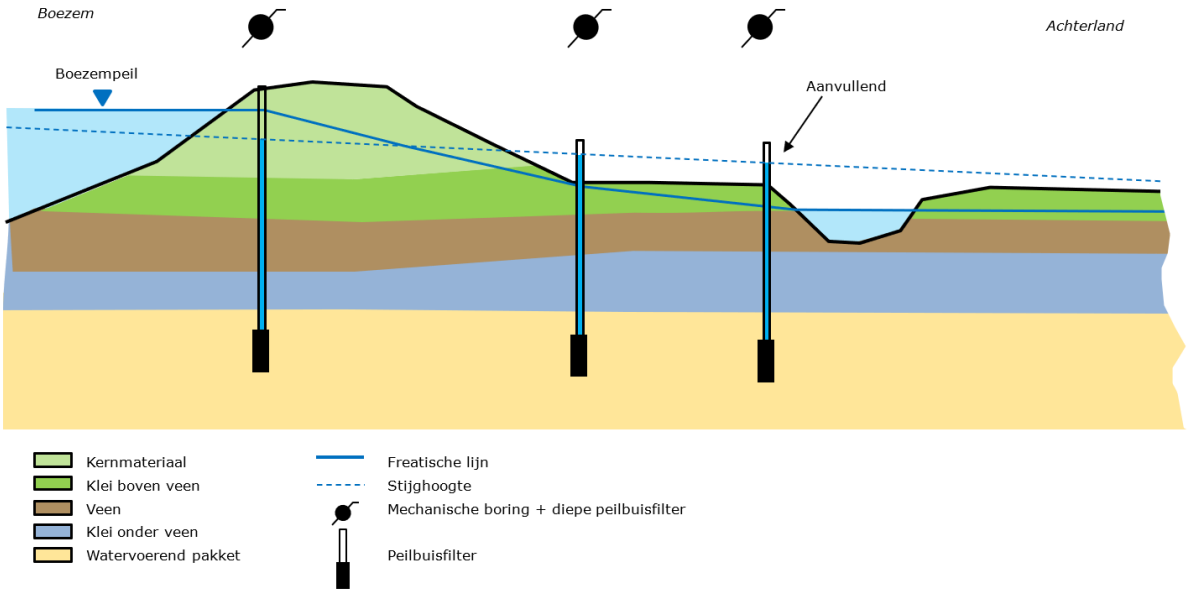
Figuur 11: Inrichting monitoringsraai volgens karakteristieke punten voor freatisch vlak met diepe peilbuisfilters voor meting stijghoogte verloop watervoerend pakket

Door het grondwaterniveau te bepalen ter hoogte van deze karakteristieke locaties binnen het dwarsprofiel van de kering schematiseert DAM het freatische vlak voor de stabiliteitsanalyse. Deze karakteristieke locaties vormen de basis voor de posities van de grondwatermonitoring. De grondwatermonitoring dient er minimaal op te worden ingericht dat deze het verloop en het niveau van het freatische grondwater meten (zoals weergegeven in Figuur 10).

Een standaard monitoringsraai bestaat uit 3 ondiep geplaatste peilbuisfilters in geval van een dijkprofiel zonder binnenberm en bevat een extra ondiep geplaatste peilbuisfilter als er wel sprake is van een binnenberm. Deze ondiepe peilbuizen worden in principe gerealiseerd via handboringen (zie §3.6.3).

Wanneer ook het stijghoogteniveau of -verloop in het watervoerende pakket relevant is, bijvoorbeeld met het oog op het risico op hydraulische kortsluiting, opbarsten of opdrijven van het achterland of het fenomeen piping, worden diepere peilbuizen geplaatst met de filters binnen de laag. Als geen sterk gradiënt wordt verwacht, is een enkele diepe peilbuisfilter binnen de watervoerende laag voldoende[14]. Als wel een sterk (steil) gradiënt wordt verwacht, worden meerdere diepere peilbuizen binnen het dwarsprofiel geïnstalleerd (zie Figuur 11).

Om een goede indruk te krijgen van de gradiënt zijn minimaal twee peilbuizen nodig. Deze kunnen geplaatst worden ter hoogte van de buitenkruinlijn (meet stijghoogte nabij de boezem) en in de binnenteen (meet de stijghoogte richting het achterland). Indien nodig wordt aanvullend een derde diepte peilbuisfilter geplaatst in het achterland als m'n geïnteresseerd is in het verdere verloop van de stijghoogte richting de polder (zie Figuur 12). Een ondiepe en een diepe peilbuis kunnen worden gecombineerd in een enkel boorgat. Wanneer dit om praktische redenen niet mogelijk is worden beide via aparte boringen vlak bij elkaar geïnstalleerd.



Figuur 12: Inrichting peilbuizen voor meting gradiënt stijghoogte binnen watervoerend pakket

Aanvullend wordt elke monitoringsraai voorzien van een aantal sonderingen om de opbouw van de waterkering en de ondergrond lokaal vast te stellen voordat de benodigde dieptes van de peilbuisfilters worden vastgesteld (hier meer over in §3.1).

[14] *Hierbij wordt in de schematisatie van de stijghoogte bij benadering een horizontaal drukverloop in de dwarsrichting van de waterkering verondersteld.*

Een verder onderdeel van elke monitoringsraai betreft de landmeetkundige meting van het dwarsprofiel van de waterkering. De landmeetkundige meting van het dwarsprofiel reikt vanaf 25 meter in het buitenwater tot 50 meter uit de binnenteen (inclusief binnen dwarsprofiel aanwezige watergangen). Op basis van deze meting wordt de geometrie van de waterkering vastgesteld en ook de posities van de peilbuizen.

De benodigde boringen, handboringen of mechanische boringen, kunnen worden benut voor het nemen van (grond)monsters voor verdere classificatie of indexproeven in de laboratoriumproeven. Deze informatie is handig om te verifiëren welke grondeigenschappen van toepassing zijn volgens de *Regionale Proevenverzameling Noord-Holland* [8] [9]. Indien nodig kunnen ongeroerde monsters afkomstig van mechanische boringen worden ingezet voor samendrukkings- of schuifsterkte proeven voor het maken van een *maatwerk* proevenverzameling[15].

In Tabel 3 is een overzicht gegeven van alle componenten waaruit een gemiddelde monitoringsraai bestaat.

Tabel 3: Overzicht van onderdelen van een (gemiddelde) monitoringsraai

Onderdeel	Noodzaak	Toelichting
Dwarsprofielmeting	Altijd	Vanaf 25 m in het buitenwater tot 50 m uit binnenteen, incl. binnen dwarsprofiel aanwezige watergangen. De locatie (RD_X, RD_Y) en de hoogte (meters ten opzichte van NAP) van het meetpunt wordt vastgesteld door middel van een GPS-meting (RTK-GPS).
3 sonderingen	Altijd	Afhankelijk van de aanwezigheid van een binnenberm worden 3 sonderingen uitgevoerd binnen de volgende zones binnen een dwarsdoorsnede: • Binnen de kruin • Binnen de binnenberm (indien aanwezig) • Ter plaatse van de binnenteen
4 peilbuizen t.b.v. meting freatisch grondwaterniveau	Altijd	Afhankelijk van de aanwezigheid van een binnenberm worden 4 peilbuizen geïnstalleerd ter hoogte van de karakteristieke locaties binnen een doorsnede: • Buitenkruinlijn • Binnenkruinlijn • Insteek binnenberm (indien aanwezig) • Binnenteen
1 à 3 diepe peilbuizen t.b.v. meting stijghoogte binnen watervoerend pakket	Additioneel (ter afweging)	Als het niveau van de stijghoogte of het verhang binnen een watervoerend pakket moet worden gemeten, worden 1 à 3 diepe peilbuisfilters geplaatst ter hoogte van de karakteristieke locaties binnen een doorsnede:

[15] *De overweging tot het maken van een lokale proevenverzameling vindt plaats als blijkt dat de data achter verzamelingen van de Regionale Proevenverzameling Noord-Holland onvoldoende representatief zijn voor de lokaal voorkomende grondlagen binnen de te beschouwen polder (zie ook §2.3.2).*

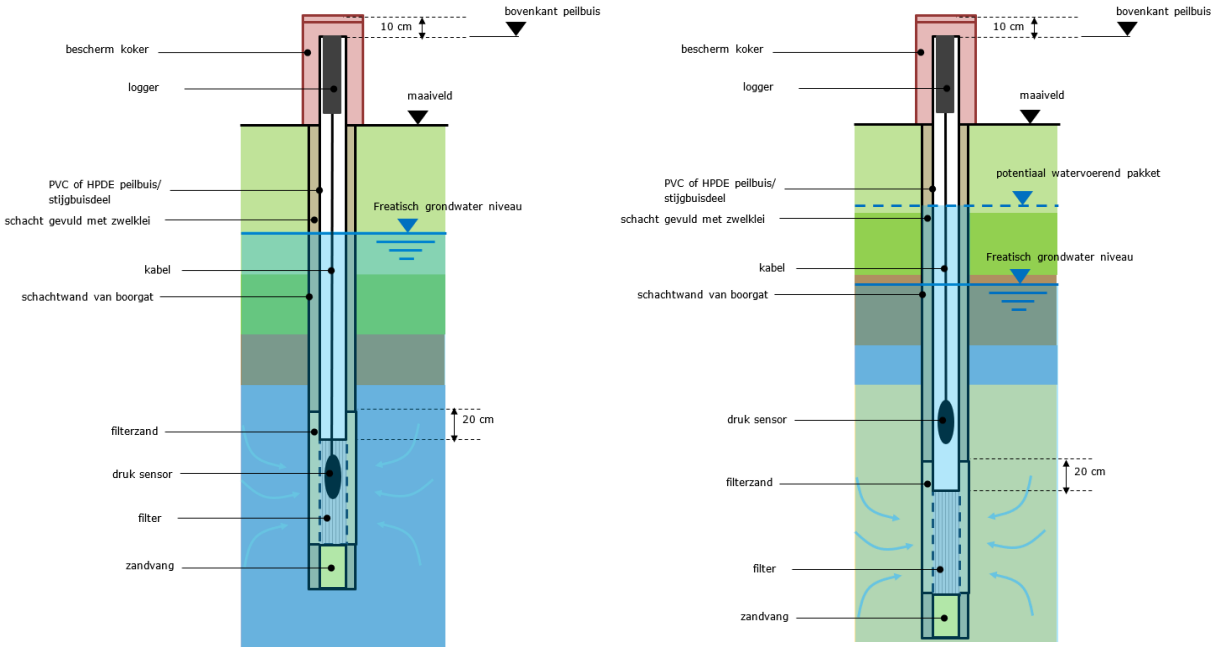
Onderdeel	Noodzaak	Toelichting
		• Buiten- of binnenkruinlijn • Binnenteen • Achterland (indien nodig)
Monstername voor classificatie en/of indexproeven	Additioneel (ter afweging)	Afhankelijk van de situatie worden ongeroerde (grond)monsters genomen voor classificatie en/of indexproeven in het laboratorium.
Monstername voor samendrukkings- of schuifsterkteproeven	Additioneel (ter afweging)	Afhankelijk van de situatie worden ongeroerde (grond)monsters genomen voor de uitvoering van samendrukkings- of schuifsterkteproeven in het laboratorium. Deze monsters dienen te worden ingewonnen op basis van mechanische boringen.

In *Bijlage 3: Standaardconfiguraties voor monitoringsraai* zijn verschillende configuraties gegeven voor verschillende type monitoringsraaien[16]. Deze kunnen als voorbeeld dienen voor het inrichten van een monitoringsraai. Afhankelijk van welke aspecten gemeten moeten worden, zijn de monitoringsraaien uitgebreider. De keuzes hierachter zullen veelal gebaseerd worden op *Expertkennis* (of Expert Judgement).

[16] *Deze configuraties zijn opgesteld met het oog op het maken van kostenramingen.*

3.2 Inrichting van peilbuislocatie

De grondwatermonitoring binnen WV2030 vindt plaats via peilbuizen die zijn voorzien van een batterij-gevoede waterstand logger die de gemeten waterstanden middels mobiel internet (of telemetrie) naar een portaal stuurt. In Figuur 13 zijn de schematisaties van twee peilbuisconfiguraties weergegeven.



Figuur 13: Schematische weergave van grondwatermonitoring met links: freatische grondwater meting en rechts: meting van de stijghoogte in een watervoerend pakket volgens Wiertsema & Partners[17]

Een *gemiddelde* peilbuis bestaat uit een boorgat (zie §3.2.1), onderdelen die behoren tot de grondwatermonitoringsput (zie §3.2.2) en de meet- of tijdreeks van de grondwaterstand (zie §3.2.3). De verschillende onderdelen zijn hieronder kort toegelicht. Hierbij is zoveel mogelijk aan te sluiten op de terminologie zoals deze binnen de BRO wordt gehanteerd (zie ook Figuur 63).

Voor nadere details over peilbuismetingen wordt verwezen naar het STOWA *Handboek meten van grondwaterstanden in peilbuizen* [10].

[17] *Afgestemd via e-mail met dhr. R. Reker (Wiertsema & Partners) op 31 mei 2024, " RE: WV2030: vraagje t.a.v. schematische doorsnede tekening van peilbuis"*

3.2.1 Booronderzoek (BHR)

Informatie van de ondergrond die wordt verzameld via een grondboring (hand- of mechanische boring) valt binnen de BRO onder *Booronderzoek (BHR)*. Daarbij wordt onderscheid gemaakt in:

- Geotechnisch booronderzoek (BHG-GT)
- Bodemkundig booronderzoek (BHR-P)
- Geologisch booronderzoek (BHR-G)

In de context van de peilbuislocaties die worden uitgevoerd in het kader van WV2030 betreft het boorgat een *BHR-GT* object in het kader van geotechnisch booronderzoek. De BHR kan verder worden onderverdeeld in de grondwatermonitoringsput (GMW) en Grondwaterstandonderzoek (GLD). Hieronder volgt per onderdeel een toelichting.

3.2.2 Grondwatermonitoringput (GMW)

In overeenstemming met de BRO-terminologie betreft een *grondwatermonitoringsput (GMW)* een constructie die is ingericht om onderdeel uit te maken van een monitoringsnet. De grondwatermonitoringsput wordt gerealiseerd in het boorgat (BHR) en bestaat gewoonlijk uit de hieronder vermelde onderdelen.

Peilbuis of stijgbuisdeel

De peilbuis of stijgbuisdeel is een buis gemaakt van PVC, HDPE of roestvast staal en heeft een diameter van enkele centimeters. De lengte van de peilbuis is afhankelijk van de benodigde diepte van het te plaatsen filterdeel. Standaard zal de bovenzijde van de peilbuis worden beëindigd op een niveau gelijk aan ongeveer 10 centimeter onder de deksel van de beschermkoker of beschermbuis.

Filterdeel

Het geperforeerde deel van de peilbuis (of stijgbuisdeel) staat ook wel bekend als het filterdeel. Het filterdeel is veelal 1 à 2 meter lang. In de praktijk zal deze binnen het programma WV2030 1 meter lang zijn. Het filterdeel wordt geplaatst op het gewenste niveau van waar de waterdruk gemeten moet worden (zie verder §3.6.4).

Doorlatend deel van de schacht

Het deel van de schacht van het oorspronkelijke boorgat, rondom het filterdeel, wordt gevuld met filterzand om een optimale verbinding te realiseren met het grondwater. Deze wordt vanaf de onderzijde van het filterdeel doorgezet tot 20 centimeter boven het geperforeerde deel van de peilbuis.

Geïsoleerde deel van de schacht

Het deel van de schacht van het boorgat boven het aangebrachte filterzand wordt geïsoleerd met zwelklei met als doel om toestroming van regenwater of grondwater uit een boven- en een onderliggend watervoerenede laag te voorkomen.

Zandvang

In bepaalde gevallen, bijvoorbeeld wanneer een stukje van de onderzijde van de filter bestaat uit een geperforeerd deel, kan de onderzijde van de peilbuis worden voorzien van een zandvang.

Bescherm- of schutkoker

Het deel van de peilbuis bovengronds, wordt voorzien van de bescherming van een stalen of PVC afsluitbare bescherm- of schutkoker, of, in geval de peilbuis wordt afgewerkt onder het maaiveld, via een straatpot.

3.2.3 Grondwaterstandonderzoek (GLD)

In overeenstemming met de BRO-terminologie betreft het registratieobject *grondwaterstandonderzoek (GLD)* de metingen van de variatie in de stand van het grondwater dat in de grondwatermonitoringput met een buis wordt ontsloten. Dit betreft in principe de meet- of tijdreeks van de gemeten grondwaterstand met behulp van de waterstandlogger. De waterstandlogger bestaat uit een druksensor en de behuizing van de logger.

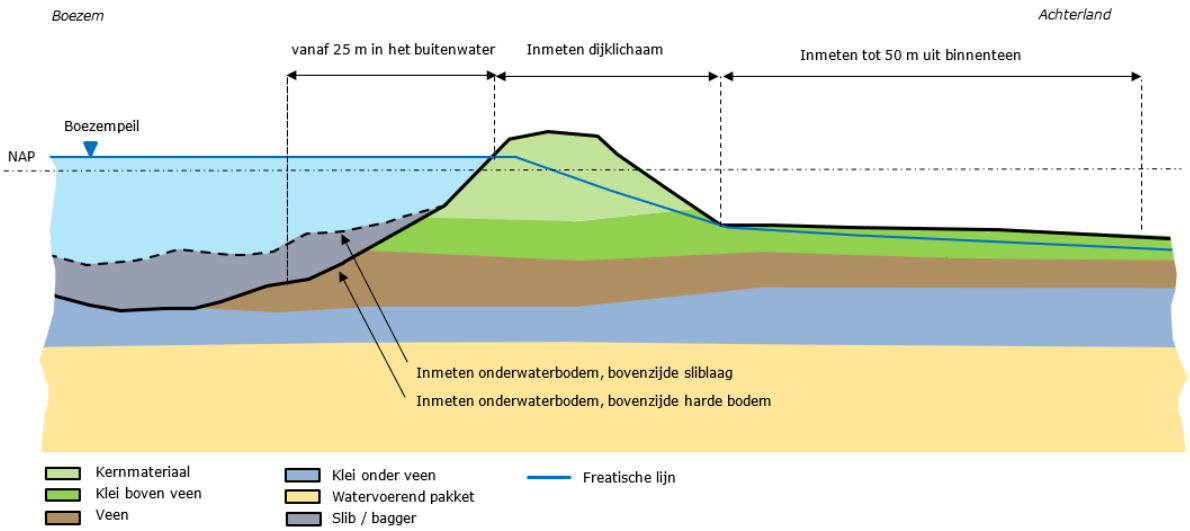
Figuur 14: Foto's van druksensor en datalogger (links) en datalogger met kabel in peilbuis (rechts)

3.2.4 Naamgeving

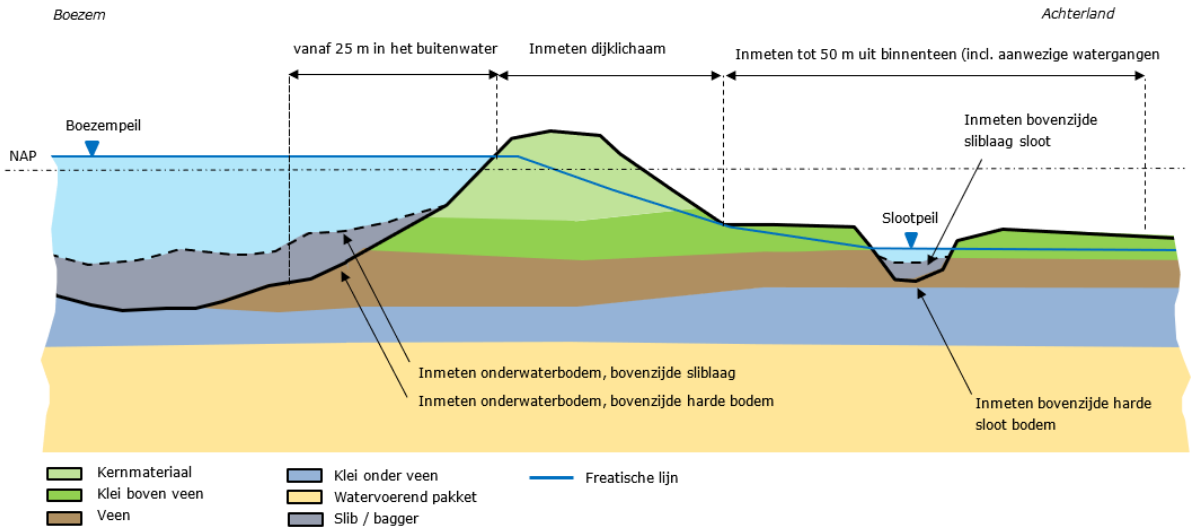
Een belangrijk onderdeel van de inrichting van de monitoringsraaien betreft de naamgeving/codering van de grondonderzoekslocaties en uiteindelijk de peilbuisfilters. Vanwege de vele monitoringsraaien die worden ingericht is het van belang dat alle peilbuislocaties een unieke en consistente naamgeving/codering krijgen. In *Bijlage 6: Afspraken naamgeving grondonderzoek en peilbuizen* zijn werkafspraken gemaakt ten aanzien van de naamgeving/codering van de boorlocaties, peilbuislocaties en peilbuisfilters.

3.3 Landmeetkundig ingemeten dwarsprofiel

Elke monitoringsraai dient te worden voorzien van een landmeetkundige inmeting. Standaard wordt de onderwaterbodem van de boezem ingemeten. Hierbij wordt zowel de bovenzijde van de aanwezige slib of baggerlaag ingemeten als mede de bovenzijde van de harde onderwaterbodem. Dit wordt ingemeten tot ongeveer 25 meter uit de waterlijn. Richting de polder wordt het dwarsprofiel ingemeten tot een maximale afstand van 50 meter uit de binnenteen (zie Figuur 15). Als zich binnen 50 meter een watergang (i.e. teensloot) bevindt, wordt zowel de bovenzijde van de slib- of baggerlaag ingemeten en ook van de harde bodem van het slootprofiel (zie Figuur 16).



Figuur 15: Inmeting dwarsprofiel waterkering met aanwezige watergang binnendijks



Figuur 16: Inmeting dwarsprofiel waterkering met aanwezige watergang binnendijks

3.4 Keuze locaties van monitoringsraaien

In §3.1 is toegelicht hoe de monitoringsraaien moeten worden ingericht, hoe deze straks aansluiten op de input voor de stabiliteitsanalyses binnen DAM en uit welke onderdelen deze minimaal moeten bestaan. Verder is in H2 toegelicht welke informatie vooraf dient te worden verzameld (§2.2) en hoe deze ruimtelijk in een GIS-overzicht worden vastgelegd (§2.5).

In Figuur 17 is een stroomschema gegeven om te komen tot gerichte keuzes voor locaties van de monitoringsraaien. Hieronder zijn voor de relevante stappen een korte toelichting gegeven.

Stap 1. Beschouwen bestaande peilbuizen of monitoringsraaien

Initieel dienen alle bestaande peilbuizen of monitoringsraaien te worden gecontroleerd op eventueel opname binnen het monitoringsnetwerk van WV2030. Het gaat hierbij om lopende of achtergelaten peilbuizen of monitoringsraaien afkomstig van toets-, dijkversterkingsprojecten of voor beheer vraagstukken.

Deze peilbuizen volgen uit de gegevens inventarisatie en GIS-overzicht zoals toegelicht in §2.2.2. Naar aanleiding van de inventarisatie dient per peilbuis of monitoringsraai een afweging te worden gemaakt of het nuttig is om de locaties onderdeel uit te laten maken van het monitoringsnetwerk of dat deze verwijderd kunnen worden.

Stap 2. Nieuwe locatie kiezen monitoringsraai

Nadat keuzes zijn gemaakt ten aanzien van *alle* geïnventariseerde bestaande peilbuizen of monitoringsraaien, kunnen keuzes worden gemaakt in nieuwe locaties. De keuzes van nieuwe locaties kunnen worden gebaseerd op twee gegevens bronnen: toets- en versterkingsdata of op basis van inzichten afkomstig van de risicokaart van het HHNK.

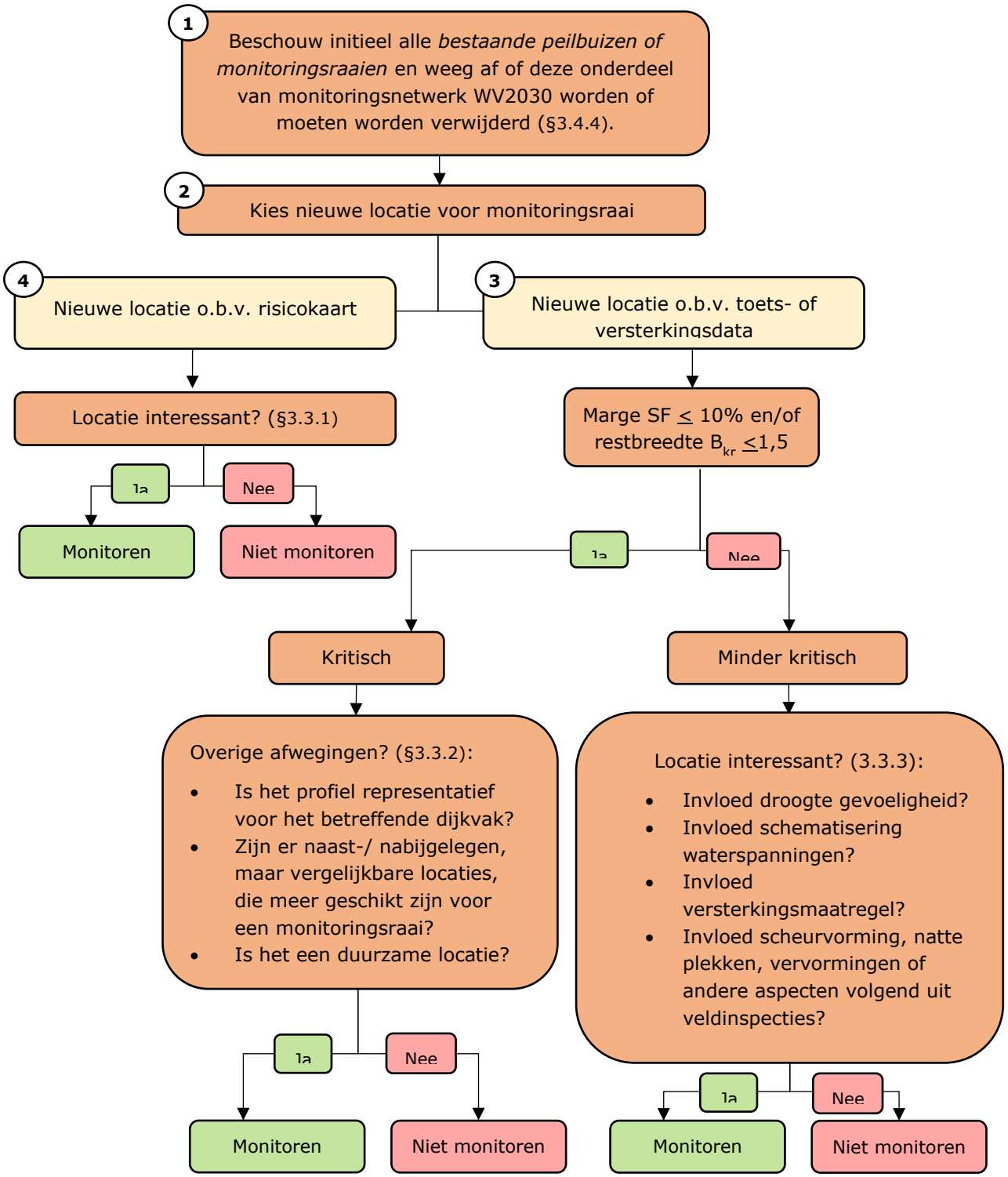
Stap 3. Nieuwe locatie o.b.v. toets- of versterkingsdata

In eerste instantie worden locaties voor nieuwe monitoringsraaien bij voorkeur gekozen op basis van de toets- of versterkingsdata. Hierbij moet gedacht worden aan maatgevende of representatieve rekenprofiellocaties of dijkvakken die als basis kunnen dienen voor het inrichten van een monitoringsraai.

Bij de afweging van het hanteren van een rekenprofiellocatie dient na gegaan te worden in welke mate de locatie kritisch is met het oog op de aanwezige (theoretische) stabiliteit in termen van een veiligheidsfactor of de beschikbare restbreedte. Zo zullen locaties met een ruim voldoende hoge veiligheidsfactor of met een ruime overbreedte minder interessant zijn om te monitoren.

Stap 4. Risicokaart

Als vervolgoptie kan een nieuw in te richten locatie gebaseerd worden op aanwijzingen die volgen uit de *Risicokaart van het HHNK*.



Figuur 17: Afwegingskader voor keuze monitoringslocaties

3.4.1 Kritisch en minder kritische locaties

Het programma *Waterveiligheid 2030* richt zich op het verkrijgen van een *Continu inzicht* in de staat van de waterkeringen. Met het oog op STBI ligt de nadruk op het inzichtelijk krijgen van optredende en te verwachte belastingen (e.g. veranderingen in de waterspanningen) maar ook op het continu bepalen van de restlevensduur in termen van een veiligheidsfactor, betrouwbaarheid of faalkans. De doelstellingen voor de te kiezen locaties zijn hierbij tweeledig:

1. Continu inzicht verkrijgen in grondwaterstanden ter plaatse van *kritische* dijkvakken. Dit zijn dijkvakken met kleine afstand tot de norm (beperkte veiligheidsmarge) of een beperkte restbreedte (i.e. smal dijkprofiel) bezitten.
2. Leren van het gedrag van de grondwaterstand ter plaatse van *minder kritische* dijkvakken. Dit zijn dijkvakken met een grotere afstand tot de norm (met een ruim voldoende veiligheidsmarge), maar die vanwege de configuratie van de dijk- en bodemopbouw, geometrie of andere overwegingen interessant zijn om te monitoren[18].

Het onderscheid tussen *kritisch* en minder *kritisch* wordt gebaseerd op basis van de gegeven veiligheidsfactor (SF) van een dijkvak uit een toetsings- of dijkversterkingsproject in relatie tot de vereiste veiligheidsfactor ($SF_{.eis}$), en ook de hoeveelheid restbreedte na een primaire- en/of secundaire afschuiving.

Een eenduidig objectief criterium voor het onderscheid tussen kritisch en minder kritisch is niet direct te geven, maar de volgende criteria kunnen als *handvat* gehanteerd worden (zie ook Figuur 17:

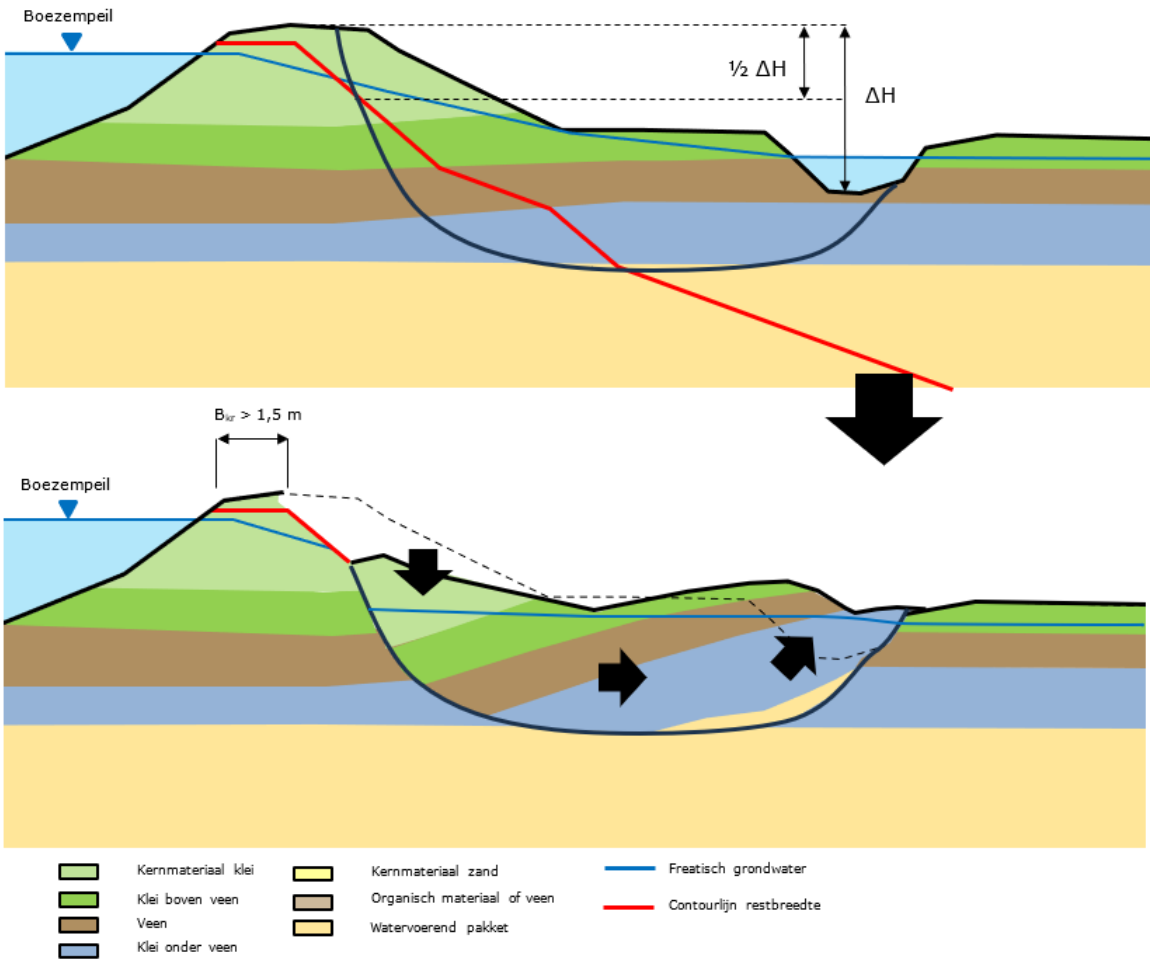
- Een dijkvak wordt beschouwd als *kritisch* wanneer de marge tussen de berekende veiligheidsfactor (SF) en de vereiste veiligheidsfactor ($SF_{.eis}$) voor STBI < 10% en/of;
- Wanneer de resterende restbreedte < 1,5 meter. Voor de definitie van de restbreedte (zie Figuur 18).

Dit inzicht wordt verkregen via het overzicht zoals toegelicht in §2.5. Het beeld met afstanden tot de norm, zoals bijvoorbeeld weergegeven in Figuur 8, kan helpen.

De in de toetsing- en/of dijkversterkingsprojecten gekozen *maatgevende* dwarsprofiellocaties en dijkvakken zijn input voor de keuze van de locatie van een monitoringsraai. Maatgevende dwarsprofielen zijn in veel gevallen binnen deze projecten gekozen op basis van *expertkennis* en andere overwegingen. Hierbij zijn vaak afwegingen gemaakt van combinaties tussen:

- Geometrische aspecten (e.g. steilheid van het binnentalud, kerende hoogte, breedte van kruin of algeheel dijkprofiel);
- Maatgevendheid qua bodemopbouw (e.g. aanwezigheid dik pakket aan slappe grondlagen)
- Verharde of onverharde kruin (e.g. bepalend voor onder andere de zwaarte van de bovenbelasting).

[18] *Deze raaien kunnen inzicht geven in de relatie tussen de grondwaterstand en neerslag welke benut kan worden voor het maken van correlaties (Pastas [15]) voor toekomstige voorspellingen naar de grondwaterstand.*



Figuur 18: Principeweergave van toepassing restbreedtebenadering (in overeenstemming met [6])

3.4.2 Kritische locatie: overige overwegingen

Als een bepaalde locatie (profiel of dijkvak) *kritisch* wordt bevonden met het oog op de binnenwaartse macrostabiliteit, dan kunnen de volgende aspecten nog een rol spelen bij de keuze voor het wel/niet daar laten inrichting van een monitoringsraai:

Representativiteit profiel?
Het kan voorkomen dat de betreffende locatie, in het licht van nieuwe informatie en inzichten, niet representatief is voor het betreffende dijkvak. Dit leidt er dan toe dat binnen hetzelfde dijkvak een representatievere locatie moet worden gekozen.

Meer geschiktere, nabijgelegen locaties?
Het kan voorkomen dat de betreffende locatie in een toets- of dijkversterkingsproject als maatgevend is beschouwd voor de binnenwaartse macrostabiliteit, maar dat nabijgelegen locaties

of dijkvakken met vergelijkbare condities (i.e. uniformiteit qua sterkte en belastingen) meer representatief of geschikter zijn voor de inrichting van een monitoringsraai.
Als meer geschiktere locaties, nabij de locatie van het toets- of ontwerpprofiel, beschikbaar zijn, dan moet afgewogen worden om de monitoringsraai elders te kiezen. Redenen hiervoor zijn:

- Betere bereikbaarheid of mogelijkheden voor plaatsing peilbuizen.
- Bij voorkeur worden locaties gekozen op het perceel eigendom van het HHNK met het oog op het beperken van vergunningaanvragen.
- Het beter kunnen combineren van aanvullend grondonderzoek met de plaatsen van de monitoringsraaien.
- Er is een meer kritischere locatie geïdentificeerd dan gehanteerd binnen het toets- of dijkversterkingsproject.

Voorwaarde hierbij is dat de condities tussen de locatie afkomstig van het toets- of dijkversterkingsontwerp project en die van een nabijgelegen locatie vergelijkbaar zijn.

Is het een duurzame locatie?
Een andere overweging is om na te gaan of de beoogde kritische locatie voldoende duurzaam is (i.e. bedoeld is om lang mee te gaan) met het oog op lange termijn metingen.
Zo kan overwogen worden om een andere locatie te kiezen als er twijfel is of de monitoringsraai langdurig in stand kan worden gehouden.

3.4.3 Minder kritische locatie: interessante locatie monitoring

Als een bepaalde locatie (profiel of dijkvak) *minder kritisch* wordt bevonden met het oog op de binnenwaartse macrostabiliteit, dan kan de betreffende locatie nog interessant genoeg zijn om van de variaties in de grondwaterstand te leren. Hierbij spelen de volgende aspecten nog een rol bij de keuze voor het wel/niet daar laten inrichting van een monitoringsraai:

Locatie interessant vanwege droogte gevoeligheid?
Locaties waarbij bekend is of ervaringen beschikbaar zijn dat de waterkering droogtegevoelig is, kunnen interessant zijn met het oog op de grondwaterstand. Ervaringen die bij dergelijke locaties worden opgedaan, kunnen worden benut voor het beoordelen van vergelijkbare locaties.

Locatie interessant vanwege schematisaties waterspanningen?
Locaties waar binnen het toets- of dijkversterkingsproject twijfels zijn over de gehanteerde schematisering van de waterspanningen kunnen interessant zijn met het oog op het meten van de grondwaterstand. Dit hangt samen met de marge in SF en de restbreedte in relatie tot hoe veilig de schematisatie van bijvoorbeeld het freatische vlak is.

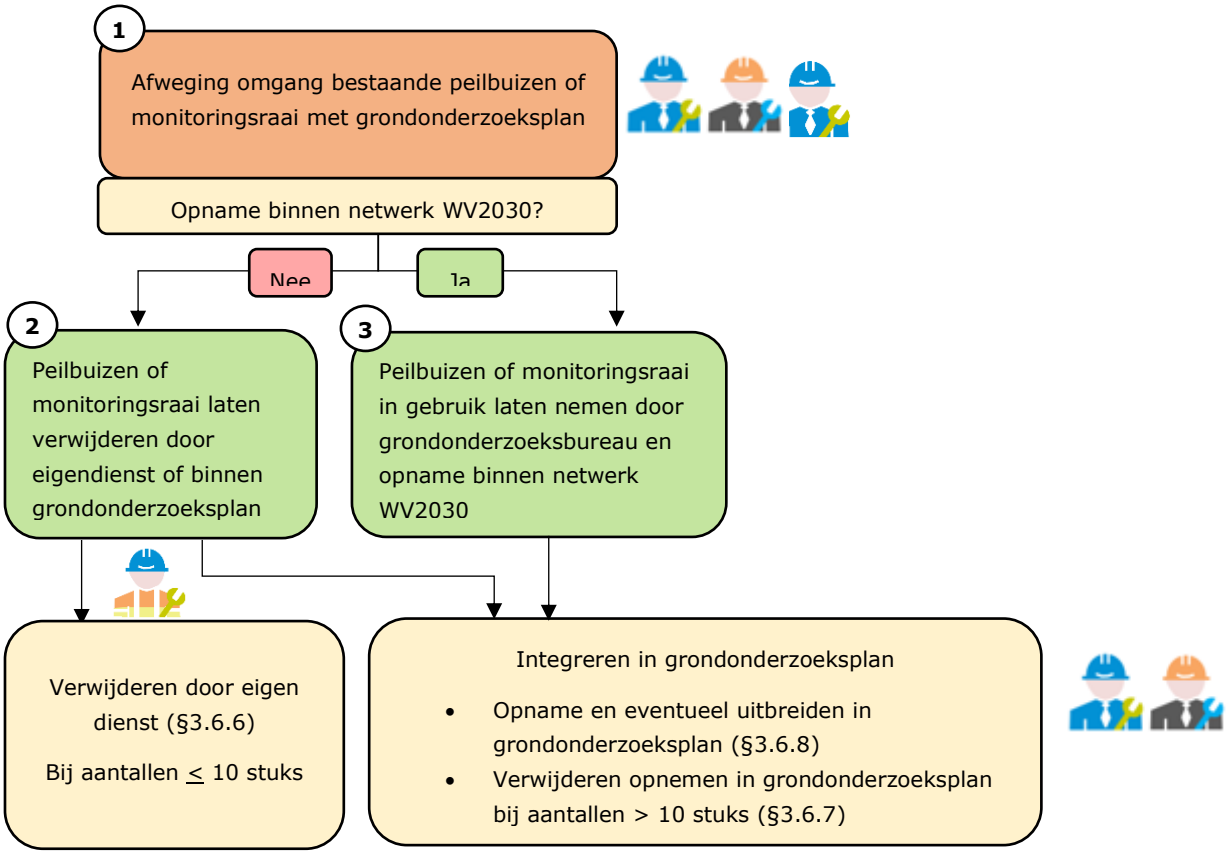
Locatie interessant vanwege versterkingsmaatregel?
Locaties waar een versterkingsmaatregel gerealiseerd is, kunnen interessant zijn met het oog op het meten van variaties en het gedrag van de grondwaterstand. Denk hierbij aan locaties waar een kleikist of een langsconstructie langs de buitenzijde is geplaatst. Een dergelijke constructie kan het patroon van de grondwaterstroming gunstig of ongunstig beïnvloeden.

Door locaties te monitoren waarbij vermoed wordt dat de toegepaste versterkingsmaatregel invloed heeft gehad op het grondwaterstromingspatroon, kan op de langere termijn geleerd worden van deze locaties en deze kennis weer benut worden voor toekomstige versterkingsprojecten.

Locatie interessant vanwege inspectiemeldingen?
Locaties waar vanuit inspectiemeldingen waarnemingen zijn van bijvoorbeeld een natte onderberm, verzakkingen of opbolling kunnen interessant zijn met het oog op het meten van de grondwaterstand. De peilbuismetingen geven inzicht in de condities binnen de waterkering die de inspectiewaarnemingen kunnen verklaren. Dit kan bijdragen aan het dichter bij elkaar brengen van veldwaarnemingen en de uitkomsten van theoretische modellen.

3.4.4 Afweging hergebruik/verwijderen peilbuizen/monitoringsraai

In dit paragraaf wordt ingegaan op de afweging(en) ten aanzien van het hergebruik of laten verwijderen van bestaande peilbuizen of monitoringsraaien. Zie hiervoor het stroomschema in Figuur 19.



Figuur 19: Stroomschema voor omgang bestaande peilbuis of monitoringsraai locaties

Stap 1. Afweging omgang bestaande peilbuizen of monitoringsraaien met grondonderzoeksplan

Nadat de eventueel aanwezige peilbuizen of monitoringsraaien binnen het betreffende traject van de waterkering zijn geïdentificeerd (zie §2.2.2) dient een afweging te worden gemaakt of deze worden opgenomen binnen het WV2030 monitoringsnetwerk, blijven staan of dat deze kunnen worden verwijderd. Bij de afweging zijn de *Specialist HHNK* of *Specialist Ingenieursbureau* betrokken in combinatie met de *Adviseur Waterveiligheid Beheer*.

Deze afweging kan plaats vinden door de volgende aspecten na te gaan:

- Wie is de eigenaar van deze peilbuizen? Zijn deze mogelijk onderdeel van een lopend versterkingsproject? Of onderdeel van een vergunning?
- Controleer de kwaliteit en het verloop van de historische meetreeksen van de bestaande peilbuizen. Reageert de peilbuis goed of heeft deze bijvoorbeeld hoofdzakelijk droog gestaan?
- Staan de filters in de gewenste grondlagen? Meten de peilbuizen de waterdrukken die nuttig zijn voor toekomstige koppelingen met DAM of DAM Live?
- Voldoen de locaties van de peilbuizen aan configuraties volgens het gedachtegoed voor opstelling van DAM (Live) modellen (zie §3.1)?
- Is de locatie of raai eventueel uit te breiden met andere peilbuizen om de raai compleet te maken?

Stap 2. Peilbuis of monitoringsraai laten verwijderen

Bij het besluit dat de peilbuizen of monitoringsraaien niet bruikbaar zijn voor het WV2030 monitoringsnetwerk, dienen deze te worden verwijderd uit de waterkering of te worden gehandhaafd als zijn onderdeel zijn van een lopend versterkingsproject of geplaatst zijn geweest in het kader van de verlening van een vergunning. Het laten verwijderen van de peilbuizen kan via de eigendienst van het HHNK (bij een aantal peilbuizen $\leq$ 10 stuks) of binnen de opdracht van het grondonderzoeksplan (bij een aantal peilbuizen > 10 stuks). Hier dient een keuze in te worden gemaakt (de capaciteit en planning van de eigen onderhoudsdienst speelt hierin mee).

Stap 3. Peilbuis of monitoringsraai opnemen binnen WV2030 netwerk

Bij het besluit dat de peilbuizen of monitoringsraai wel bruikbaar zijn voor het WV2030 monitoringsnetwerk, dienen deze te worden opgenomen in het grondonderzoeksplan dat wordt opgesteld voor het inrichten van nieuwe monitoringsraaien. Zo zullen de bestaande peilbuizen moeten worden nagekeken, eventueel moeten worden hersteld en worden voorzien van nieuwe meetsensoren door het betreffende grondonderzoeksbureau. Ook dienen de meetreeksen van de nieuwe sensoren te worden aangemeld binnen de databases van het HHNK.

3.4.5 Risicokaart HHNK

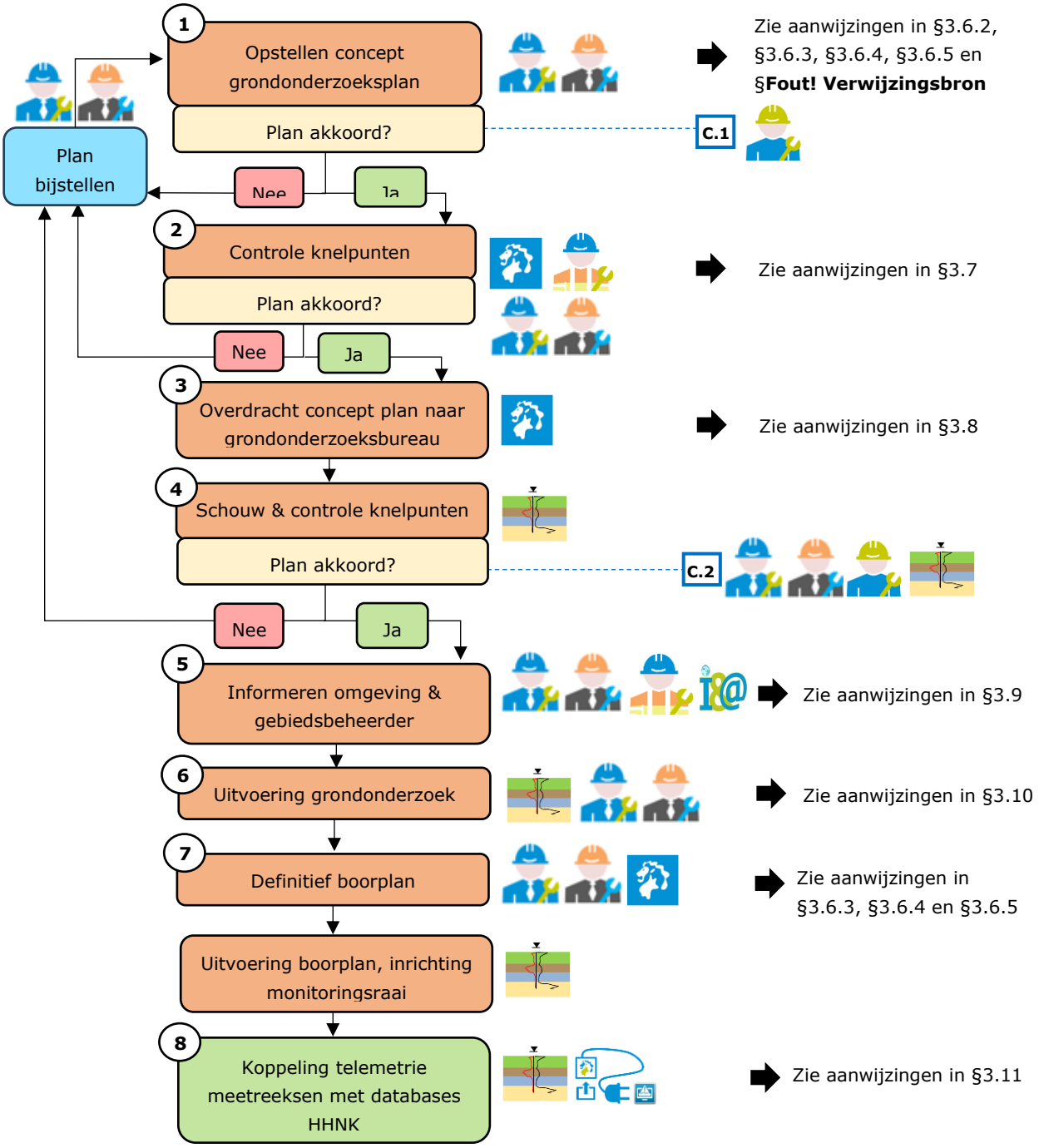
Intern binnen het HHNK is over de loop der jaren een kaart samengesteld geweest met risico locaties. De kaart is een verzameling van dijktrajecten en locaties waar in het verleden problemen zijn ondervonden met de waterkering zoals: kwelplekken, aanwezigheid risicovolle leidingen, instabiele taluds, droogte scheuren of droogtegevoelige plekken.

Deze ervaringen zijn opgenomen in een *Risicokaart van het HHNK* welke beschikbaar is op het SharePoint portaal van WV2030[19].
De informatie van deze kaart kan aanleiding geven tot het kiezen van een nieuwe locatie die niet noodzakelijkerwijs is gerelateerd aan een locatie volgend uit de toets- of versterkingsproject. Het kiezen van een locatie op basis van de risicokaart vindt hierbij plaats op bekende locaties waar zorgen zijn vanuit beheer.

[19] *Risicolocaties.zip*

3.5 Opstellen grondonderzoeksplan

In deze paragraaf wordt ingegaan op de inrichting en vastlegging van een grondonderzoeksplan voor de uiteindelijke realisatie van een monitoringsraai.



Figuur 20: Stroomschema voor opstellen grondonderzoeksplan tot realisatie monitoringsraai

Het opstellen van een grondonderzoeksplan is een iteratief proces, waarbij eerst een conceptplan wordt gemaakt en deze gaandeweg verder wordt uitgedetailleerd en waar nodig wordt gecorrigeerd. Grofweg ziet de procedure van een concept naar een definitief grondonderzoeksplan eruit volgens het stroomschema in Figuur 20. Hieronder volgt voor de belangrijkste processtappen een korte toelichting.

Stap 1. Opstellen concept grondonderzoeksplan

Initieel wordt een conceptversie van het grondonderzoeksplan in GIS opgesteld op basis van aanwijzingen zoals vermeld in §3.6.2, §3.6.3, §3.6.4 en §3.6.5. Dit plan vormt de basis van het grondonderzoeksplan en iteraties die plaats gaan vinden in de opvolgende processtappen.

Het eindproduct van het concept grondonderzoeksplan bestaan uit de onderdelen zoals gespecificeerd in *Bijlage 4: Producten en* format grondonderzoeksplan.

Stap C1. Afstemming concept grondonderzoeksplan

Nadat het concept grondonderzoeksplan is opgesteld, wordt het plan eerst voorgelegd aan een *specialist van HHNK* of *collega-specialist* voor een inhoudelijke controle-/afstemmingsmoment. De specialist van HHNK controleert de voorgestelde locaties van de monitoringsraaien en de omvang van het voorgestelde grondonderzoek.

	HHNK-medewerkers: een collega-specialist van HHNK voert deze controle uit.
	Medewerkers ingenieursbureau: een specialist van HHNK voert deze controle uit. In dit geval wordt het grondonderzoeksplan voorgelegd aan een vooraf afgesproken contactpersoon binnen HHNK.

Stap 2. Controle knelpunten

Na de oplevering van de conceptversie van het grondonderzoeksplan wordt deze gecontroleerd op knelpunten. Dit zijn knelpunten die voort kunnen komen uit beperkingen in de bereikbaarheid van de locatie, aanwezigheid van kabels en leidingen maar kunnen ook volgen uit de eisen vanuit het kunnen plegen van beheer en onderheid. Voor het eerste is een veldbezoek benodigd om dit te kunnen beoordelen. Knelpunten door kabels en leidingen kunnen worden beoordeeld op basis van historische KLIC-gegevens. Bij het laatste wordt het plan binnen HHNK voorgelegd aan de afdeling *Beheer & Onderhoud*[20] voor verdere afstemming. De *projectleiding HHNK* draagt het plan over aan de afdeling.

In geval vooraf knelpunten worden gesignaleerd met het oog op de benoemde aspecten, kan het concept grondonderzoeksplan hier op worden bijgesteld. In geval er vanuit de *Beheer & Onderhoud* afdeling knelpunten worden gesignaleerd worden deze teruggekoppeld via de *projectleiding HHNK* naar de *specialist HHNK* of *specialist ingenieursbureau*.

[20] *Formeel de afdeling Waterveiligheid & Wegen/Waterveiligheid*

Na de doorgevoerde aanpassingen aan het oorspronkelijke plan wordt deze wederom voorgelegd aan de afdeling *Beheer & Onderhoud* voor akkoord.

	Grondonderzoeksplan intern binnen HHNK opgesteld: *Specialist HHNK* levert het GIS-bestand met onderzoekslocaties aan de *Adviseur beheer waterveiligheid*.
	Grondonderzoeksplan extern buiten HHNK opgesteld: *Specialist ingenieursbureau* levert het GIS-bestand aan de *Adviseur beheer waterveiligheid*.
	Adviseur beheer waterveiligheid: zet het GIS-bestand door binnen de afdeling *Beheer & Onderhoud*. Na de controle door de afdeling koppelt de adviseur de eventuele knelpunten terug aan de specialist.

Stap 3. Overdracht concept plan naar grondonderzoeksbureau

Zodra de afdeling *Beheer & Onderhoud* akkoord gaat met de locaties van het grondonderzoek wordt het (concept) plan als mede de benodigde conditionele onderzoeken, overgedragen aan één van de grondonderzoeksbureaus die zijn aangesloten bij het raamcontract [3]. Deze overdracht wordt verzorgd door de *projectleiding HHNK*.

Voor de overdracht dienen een aantal producten te worden aangeleverd welke zijn toegelicht in *Bijlage 4: Producten en format grondonderzoeksplan*.

Stap 4. Schouw & controle knelpunten

Aan de hand van het overgedragen grondonderzoeksplan en de conditionerende onderzoeken voert het grondonderzoeksbureau een definitieve controle uit naar:

- Bereikbaarheid, noodzaak voor wegafzettingen en in te zetten materieel. Dit vindt plaats binnen een *schouw* (veldbezoek) die het grondonderzoeksbureau vooraf uitvoert.
- Knelpunten tussen de grondonderzoekslocaties en aanwezige kabels en leidingen op basis van een *oriënterende* KLIC-melding[21].
- Eventueel extra maatregelen voor de uitvoering van het grondonderzoek op basis van de *conditionerende onderzoeken*.
- Benodigde aanvraag en verlenging van vergunningen[22].

Grondonderzoeksbureaus voeren deze controles *standaard* uit bij elke opdracht. Uit deze controles kunnen knelpunten naar voren komen ten aanzien van bereikbaarheid en kabels & leidingen die leiden tot het verplaatsen van individuele grondonderzoekslocaties of gehele monitoringsraaien.

[21] *Het grondonderzoeksbureau voert voor aanvang van de werkelijke grondonderzoekswerkzaamheden nog een KLIC-graafwerkzaamheden aan.*

[22] *Het grondonderzoeksbureau regelt de benodigde vergunningen met de relevante instanties.*

Als knelpunten volgen uit de controles van het grondonderzoeksbureau dient het grondonderzoeksplan hierop te worden aangepast. Dit betekent dat grondonderzoekslocaties of de ligging van de monitoringsraaien dienen te worden bijgesteld zodat deze geen knelpunt vormen. Deze aanpassingen dienen vervolgens (weer) te worden voorgelegd en afgestemd met de afdeling *Beheer & Onderhoud*.

Stap C2. Afstemming knelpunten grondonderzoeksplan

Het grondonderzoeksbureau koppelt de knelpunten terug aan HHNK en zal deze gezamenlijk behandelen in een afstemmingsoverleg.

Bij het afstemmingsoverleg zullen, afhankelijk van welke partij het concept grondonderzoeksplan heeft opgesteld, de volgende partijen aanwezig zijn:	
	Grondonderzoeksplan intern binnen HHNK opgesteld: *Specialist HHNK en collega-specialist HHNK sluiten aan bij overleg met grondonderzoeksbureau.*
	Grondonderzoeksplan extern (ingenieursbureau) opgesteld: *Specialist HHNK sluit aan bij overleg met specialist van ingenieursbureau en het grondonderzoeksbureau*

Stap 5. Informeren omgeving

Na akkoord op het grondonderzoeksplan in *Stap C2* staan de onderzoekslocaties vast. Op basis van deze locaties dienen de perceeleigenaren, waar op de onderzoekslocaties betrekking hebben, na te worden gegaan en te worden geïnformeerd met een brief. Ook zal het HHNK de omgeving informeren via een online bericht op *Werk in de Buurt.*

Verder dient de betreffende gebiedsbeheerder op de hoogte te worden gebracht van het grondonderzoeksplan, de planning en dient deze in contact te worden gebracht met de contactpersoon bij het grondonderzoeksbureau.

	Grondonderzoeksplan intern binnen HHNK opgesteld: *Specialist HHNK* levert de laatste versie van het GIS-bestand met onderzoekslocaties aan de *Adviseur beheer waterveiligheid*.
	Grondonderzoeksplan extern buiten HHNK opgesteld: *Specialist HHNK* levert de laatste versie van het GIS-bestand met onderzoekslocaties aan de *Adviseur beheer waterveiligheid*.
	Adviseur beheer waterveiligheid: zet het ontvangen GIS bestand met de onderzoekslocaties door naar de *GIS-medewerker* van I&A voor het opvragen van contactgegevens van de perceeleigenaren waar de onderzoekslocaties eventueel betrekking op hebben. Na ontvangst van deze data verstuurd de adviseur de omgevingsbrieven naar de eigenaren.
	De *GIS-medewerker* van I&A zoekt de contactgegevens van de perceeleigenaren op waar de onderzoekslocaties eventueel betrekking op hebben. Deze worden vervolgens teruggekoppeld naar de *adviseur beheer waterveiligheid*.

Stap 6. Uitvoering grondonderzoek

Nadat het grondonderzoeksbureau het werk heeft voorbereid en alle onderzoekslocaties zijn afgestemd, zal de uitvoering van veld- en laboratoriumonderzoek van start gaan volgens een afgegeven planning.

Gedurende de uitvoeringsduur van het veld- en laboratoriumonderzoek is de *Specialist HHNK* of *Specialist ingenieursbureau* het eerste aanspreekpunt voor het grondonderzoeksbureau. De specialist begeleid hierbij het grondonderzoek.

Stap 7. Definitief boorplan

Afhankelijk van de afgesproken werkvolgorde (zie §3.6.1) zullen eerst de sondeerlocaties worden uitgevoerd. Op basis van de uitgevoerde sonderingen worden vervolgens de definitieve boorplannen opgesteld door de *Specialist HHNK* of *Specialist ingenieursbureau*.

Een definitief boorplan bestaat uit de vaststelling van:

- De benodigde einddieptes voor de uit te voeren boringen.
- Het type boring (handboring of mechanische boring)
- De benodigde dieptes van de peilbuisfilters.
- Eventuele instructies voor het nemen van grondmonsters.

Het definitieve boorplan wordt vervolgens gecommuniceerd naar het grondonderzoeksbureau. Het kan voorkomen dat de overdracht van het definitieve boorplan in fasen of delen plaats vindt richting het grondonderzoeksbureau wanneer ook de sonderingen gefaseerd per één of meerdere monitoringsraaien worden uitgevoerd. In dit geval zal het boorplan gefaseerd definitief worden gemaakt.

Stap 8. Koppeling telemetrie meetreeksen met databases HHNK

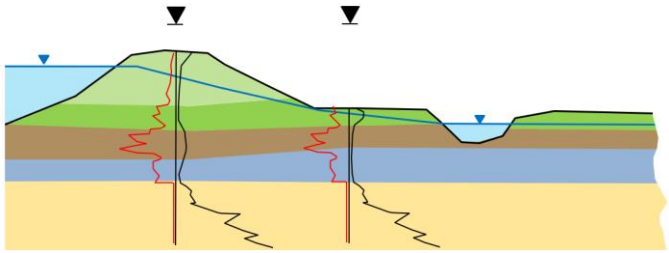
Na afronding van het veldonderzoek en installatie van de peilbuizen, dienen de locaties te worden geregistreerd in de databases van het HHNK. Hierbij dienen gegevens, vooraf aan de definitieve oplevering van de data van het grondonderzoek, te worden aangeboden aan het *HHNK Uploadportaal*. De processtappen die hiervoor nodig zijn staan omschreven in §3.11.

3.6 Aanwijzingen inrichting monitoringsraaien

In deze paragraaf wordt ingegaan op een aantal aanwijzingen die betrekking hebben op het inrichten van de monitoringsraaien. De inrichting van de monitoringsraaien hangt sterk samen met het opstellen van het grondonderzoeksplan. Zo bepaalt de werkvolgde van de uitvoering van het grondonderzoeksplan het benodigde detailniveau (§3.6.1). Verder worden er aanwijzingen gegeven voor het ruimtelijk vastleggen van de onderzoekslocaties (3.6.2), het kiezen van benodigde boordieptes (§3.6.3) en filterdieptes voor de peilbuizen (§3.6.4) als mede worden er strategieën gegeven voor het nemen van (grond)monsters (§3.6.5)

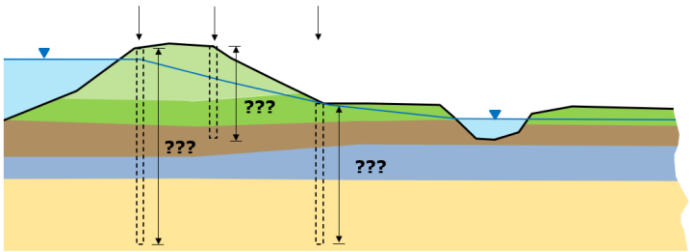
3.6.1 Werkvolgorde uitvoering grondonderzoek

Vooraf is het goed om keuzes te maken in de werkvolgorde van het grondonderzoek. Deze volgorde bepaalt welke informatie vooraf of later in het proces moet worden aangeleverd aan het grondonderzoeksbureau. In deze volgorde zijn *vrije keuzes* te maken. Hieronder wordt kort een mogelijke werkvolgorde weergegeven, zie Figuur 21.



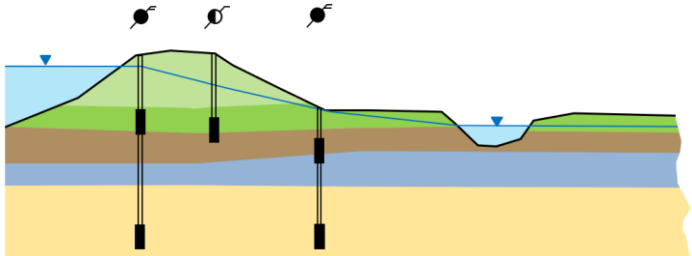
Stap 1: Uitvoering sonderingen op locatie van raai

Initieel worden sonderingen uitgevoerd binnen de kruin, binnenberm (indien aanwezig) en binnenteen zones.
Dit wordt gedaan om zekerheid te krijgen over de grondslag.



Stap 2: Opstellen boorplan (en monstername)

Vervolgens wordt op basis van de aangetroffen grondslag een boorplan opgesteld. Dit betreft het specificeren van de boorlocaties, -dieptes en monstername.
Ook hoort hierbij de opgave van de filterdieptes en het type uit te voeren boringen (i.e. handboring of mechanische boring).



Stap 3: Uitvoering boringen en installatie peilbuizen van raai

Uitgaande van een afgestemd boorplan (i.e. controle knelpunten K&L, OO's, bereikbaarheid, afstemming beheer afdeling) worden de boringen gemaakt en de peilbuizen aangebracht binnen de raai.

Figuur 21: Voorbeeld van een werkwijze voor uitvoering grondonderzoeksplan

Zoals aangegeven zijn er andere werkvolgorden denkbaar. Zo kan ervoor gekozen worden om sonderingen en boringen direct gezamenlijk of vlak achter elkaar uit te laten voeren.

3.6.2 Ruimtelijke vastlegging onderzoekslocaties

Relevant voor een grondonderzoeksplan zijn de locaties voor de uit te voeren sonderingen, boor- en uiteindelijke peilbuislocaties. In §3.4 zijn criteria en aandachtspunten gegeven voor de keuze van de locaties van de monitoringsraaien. Nadat een locatie is vastgesteld dienen de posities van de sonderingen en boringen te worden vastgelegd. Deze vastlegging vindt bij voorkeur plaats in GIS (zie specificaties in *Bijlage 4: Producten en format grondonderzoeksplan*)

3.6.3 Vaststelling van te hanteren dieptes

Nadat de locaties voor de monitoringsraaien zijn gekozen (§3.4) en de locaties van de grondonderzoekspunten en ligging van de raai zijn vastgelegd (§3.6.2), dient het boorplan verder te worden voorzien van benodigde boor- en sondeerdieptes. In §3.6.1 is toegelicht dat het handig is om vooraf eerst sonderingen uit te laten voeren in de verschillende dijkzones ter plaatse van de monitoringsraai. Op basis van het verkregen beeld van de ondergrond worden vervolgens gerichte keuzes gemaakt ten aanzien van de benodigde dieptes van de boringen en de te installeren filters, maar ook welke type boringen benodigd zijn.

Opgemerkt moet worden dat deze informatie ook wordt afgeleid uit grondonderzoek dat in het verleden uitgevoerd is ter plaatse of in de nabijheid van de monitoringsraai. Via Dinoloket[23] kunnen openbare (BRO) gegevens worden benaderd. Het voordeel van het vooraf uitvoeren van sonderingen direct ter plaatse van de monitoringsraai is dat:

- Meer zekerheid verkregen wordt in de bodemopbouw van de toekomstige boor- en peilbuislocatie.
- Sonderingen volgens huidige protocollen geven veelal een nauwkeuriger beeld van de voorkomende grondsoorten en het grondgedrag (denk bijvoorbeeld aan waterspanningsmetingen tijden het sonderen).
- Sonderingen ter plaatse worden benut voor het maken van gebiedsspecifieke correlaties (denk bijvoorbeeld aan relaties tussen de schuifsterkte en de conusweerstand).

Hieronder worden kort enkele overwegingen toegelicht voor de te hanteren dieptes.

Dieptes sonderingen

Sonderingen worden bij voorkeur uitgevoerd vanaf het maaiveld en doorgezet tot enkele meters binnen het (diepe) 1ste watervoerende (zand)pakket. De rede waarom de sondering bij voorkeur vanaf het maaiveld wordt uitgevoerd is tweeledig:

- Er ontstaat een continu beeld van de gemeten conusweerstand (q_c), het wrijvingsgetal (FR) en de waterspanningsmeting (u_2) met de diepte.

[23] *https://www.dinoloket.nl/ondergrondgegevens/*

- De eerste paar meters hebben vaak betrekking op de kern van de waterkering. Dit kan helpen met het karakteriseren van het aanwezige kernmateriaal en draagt bij aan het maken van eventuele correlaties met laboratoriumproeven.

Het dieper doorzetten van de sondering tot enkele meters binnen het 1ste watervoerend pakket is afhankelijk van de volgende overwegingen:

- Het is wenselijk om een *diepe* peilbuisfilter te plaatsen binnen het 1ste watervoerend pakket om de *artesische* druk te meten.
- Op basis van archief- en openbare grondonderzoeksdata kan niet worden bepaald op welk niveau het 1ste watervoerend pakket begint (i.e. bovenzijde watervoerend pakket is onbekend).

Ook kan overwogen worden om de sondering niet tot enkele meters diep door te zetten, maar tot ongeveer een 0,5 meter binnen het 1ste watervoerend pakket:

- Er zijn geen diepe peilbuismetingen van de stijghoogte in het 1ste watervoerend pakket benodigd.
- De bovenzijde van het 1ste watervoerend pakket is voldoende in beeld op basis van archief- of openbare grondonderzoeksdata.

Het inschatten van het wel of niet doorzetten van de einddiepte van de sondering binnen het 1ste watervoerend pakket zal veelal moeten worden gebaseerd op *Expertkennis* en moet worden gemaakt in relatie tot de benodigde en al reeds beschikbare gegevens.

Dieptes handboringen en ondiepe peilbuizen

Handboringen worden in de praktijk, om Arbo-technische redenen, niet dieper gemaakt dan 4,0 meter onder het maaiveld (mv -4,0 m). Wanneer de (verwachte) dagelijkse grondwaterstand zich rond een niveau van 1,0 à 2,0 meter onder het maaiveld bevindt, ligt dit binnen het bereik van de toepassing van een ondiepe peilbuisfilter via een handboring.

Dieptes mechanische boringen en diepe peilbuizen

Mechanische boringen worden toegepast op locaties waarbij een grotere diepte dan 4,0 meter dient te worden bereikt of waarbij de overweging van het inwinnen van (ongeroerde) grondmonsters een rol speelt.

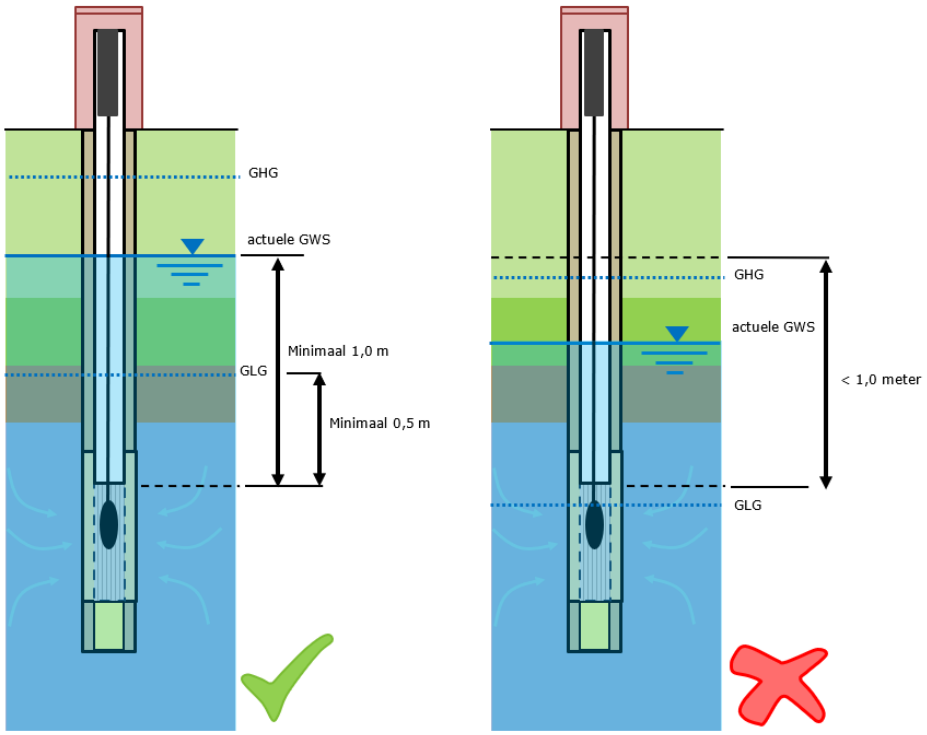
3.6.4 Keuze filterniveaus

Hieronder volgen een aantal aandachtspunten ten aanzien van het kiezen van de benodigde filter diepte van de peilbuisfilter voor ondiepe en diepe peilbuizen.

Peilbuisfilters (freatisch)

De filters van de peilbuizen dienen voldoende onder de (gemiddeld) dagelijks heersende grondwaterstand te worden geïnstalleerd, om de kans op het droogvallen[24] van de filters zo veel mogelijk te beperken. Bij freatische peilbuismetingen is het veelal gebruikelijk dat de druksensor binnen het filterdeel van de peilbuis wordt gehangen. Het is daarom belangrijk dat te allen tijde een voldoende hoge grondwaterstand aanwezig is rond dit niveau.

Roestvlekken geven een indruk van de grondwaterfluctuatie[25]. Dit betreft de zone tussen het *Gemiddeld Hoogste Grondwaterstand (GHG)* en *Gemiddeld Laagste Grondwaterstand (GLG).* Bij voorkeur wordt de bovenzijde van de filter minimaal 0,5 meter onder het *GLG* geïnstalleerd, als deze bekend is, of minimaal 1,0 meter onder de aangetroffen grondwaterstand of zone met roestvorming (zie ter illustratie Figuur 22).

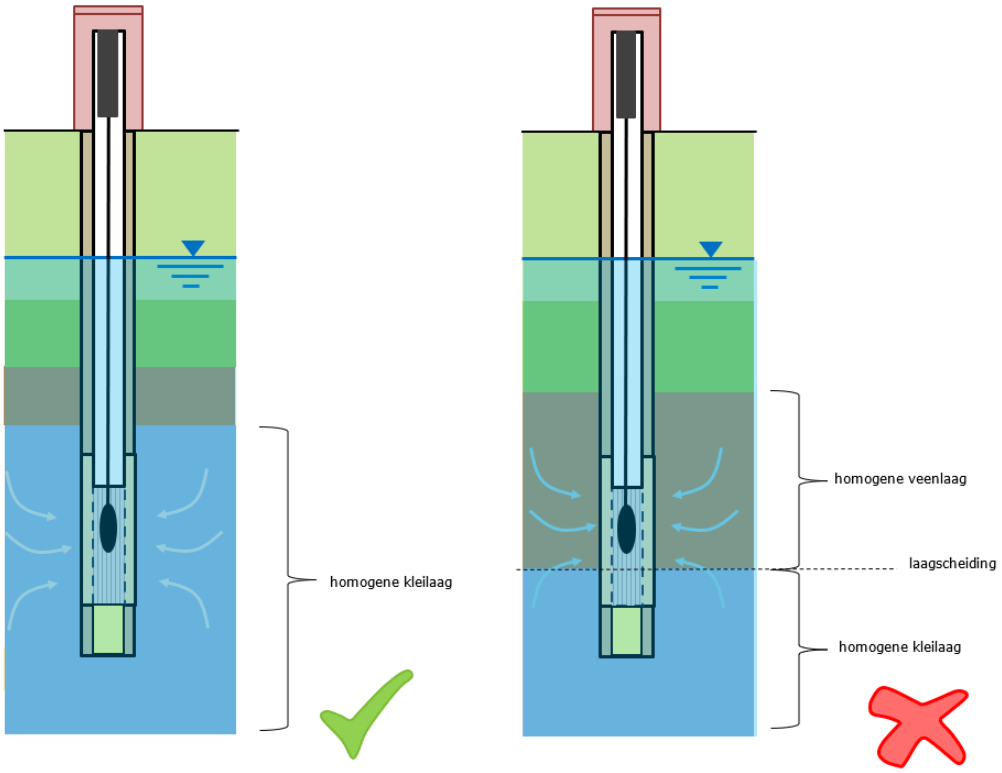


Figuur 22: Voorbeeld hanteren benodigde filterdiepte ter voorkoming van droogval

[24] *De gemeten waarde (grondwaterstand) valt buiten het meetbereik van het meetapparaat. Dit kan plaatsvinden bij het droogvallen van de sensor (grondwaterstand bevindt zich onder het niveau van de inhangdiepte van de sensor) of een peilbuis (de grondwaterstand bevindt zich onder de onderkant van de peilbuis).*

[25] *Fluctuaties van de grondwaterstand verhoogt de beschikbaarheid van zuurstof en bevordert daarmee corrosie of roestvorming.*

De diepteligging van de *dagelijkse* grondwaterstand heeft implicaties heeft voor de diepte van de uit te voeren (hand)boring, omdat peilbuisfilters meestal 1,0 meter lang[26] zijn waardoor de boring vaak nog dieper moet worden doorgezet. Bij de uitvoering van handboringen is het van belang om rekening te houden met de maximale boordiepte van 4,0 meter die door grondonderzoeksbureaus kunnen worden gemaakt.



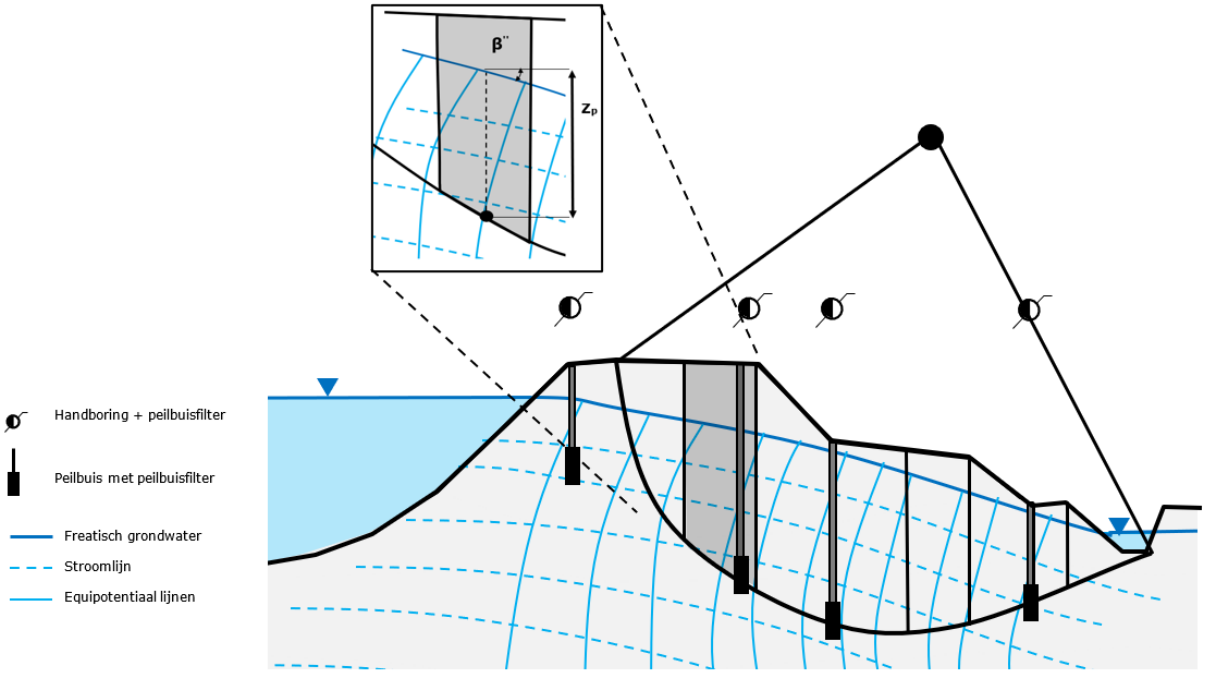
Figuur 23: Voorbeeld van keuze filter binnen homogene grondlaag of ter hoogte van laagscheiding

Een ander aspect van aandacht is de plaatsing van het filterdeel in relatie tot de aanwezige grondlagen en de homogeniteit hiervan. Gemeten waterdrukken binnen filters die geplaatst worden op een niveau, waarbij sprake is van overlap of een laagscheiding van meerdere grondlagen, worden beïnvloed door de verschillende grondwaterstromingspatronen binnen deze lagen (zie Figuur 23), met name wanneer de doorlatendheden tussen de verschillende grondlagen sterk verschillen.

Het kan voorkomen dat de dikte van de lagen waarbinnen het freatische grondwater heerst, dunner is dan de lengte van het filter. In deze gevallen zullen afwegingen of concessies moeten worden gemaakt ten aanzien van de te hanteren diepte.

[26] *1,0 meter is een gangbare lengte voor de filter van een peilbuis.*

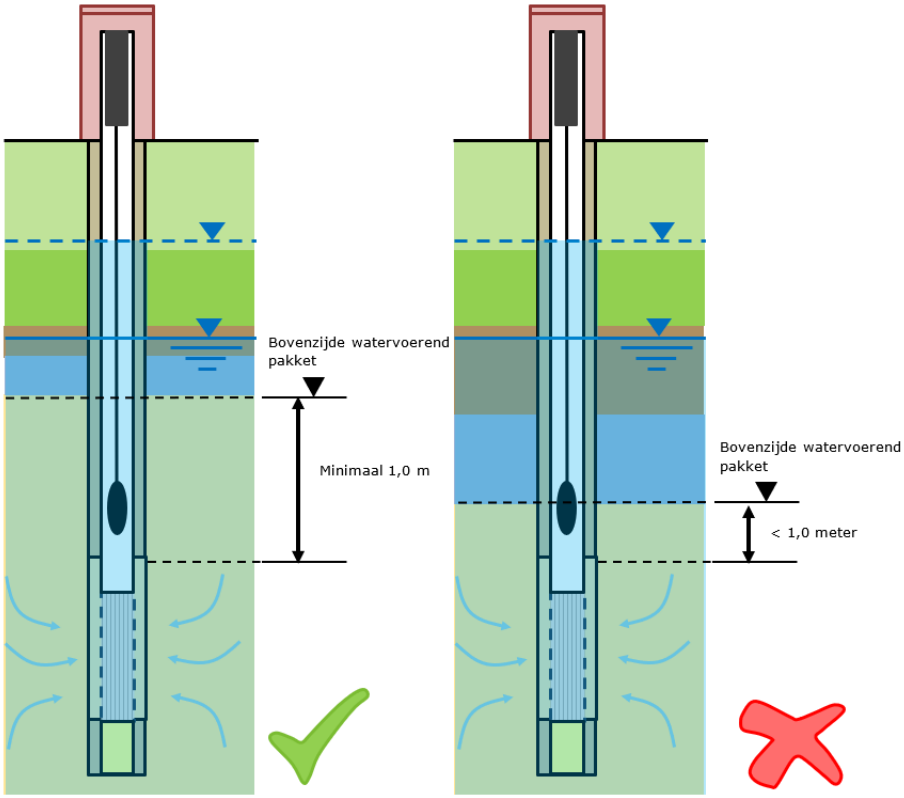
Een andere afweging voor keuze van de diepte van het filter kan worden gebaseerd op de diepteligging van een potentieel maatgevend glijvlak. Waterspanningen rond de zone van een potentieel maatgevend glijvlak bepalen de effectieve spanning en daarmee de schuifsterkte (zie Figuur 24). Door peilbuisfilters te plaatsen op de relevante niveaus wordt een goed beeld verkregen van de waterdrukken heersend ter hoogte van het niveau van een maatgevend glijvlak.



Figuur 24: Principeweergave van bepaling waterdruk op niveau van potentieel maatgevend glijvlak

Peilbuisfilters (stijghoogte 1ste watervoerend pakket)

In bepaalde gevallen is het wenselijk om de atretische waterdruk, potentiaal of stijghoogte in een watervoerende laag te meten. Meestal betreft de watervoerende laag een zandtussenlaag of een diep gelegen zandlaag. Het filterdeel van de peilbuis dient binnen de watervoerende laag te worden aangebracht en volledig te worden afgesloten van andere watervoerende lagen. Een minimale afstand van 1,0 meter tussen de bovenzijde van de filter en de onderzijde van de slecht doorlatende laag dient te worden gehanteerd, zoals weergegeven in Figuur 25.

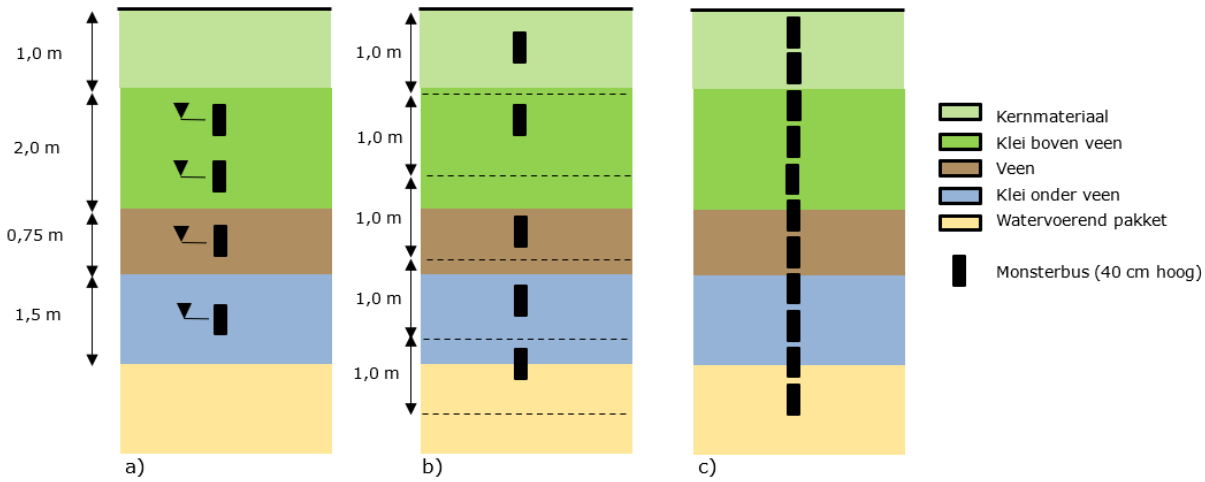


Figuur 25: Voorbeeld hanteren benodigde filterdiepte ten opzichte van bovenzijde deklaag

3.6.5 Vaststelling monstername

Wanneer het nodig is om grondmonsters te nemen voor classificatie-, index-, sterkte- of samendrukkingsproeven, dient per boring aangegeven te worden op welke wijze de monstername dient plaats te vinden. Deze opgave maakt onderdeel uit van het *definitieve* boorplan zoals toegelicht in §3.6.2. Met het oog op het nemen van *ongeroerde*[27] monsters van cohesieve grondlagen zijn voor *eenvoud* drie werkwijzen geschetst (zie ook in Figuur 26):

- Selectie aan monsters binnen bepaalde grondlagen of van specifieke dieptes.
- Monstername binnen bepaalde diepte intervallen.
- Continu monstername over een bepaalde diepte.



Figuur 26: Voorbeelden van monstername: a) selectieve monstername, b) monstername binnen diepte interval en c) continu monstername

Welke optie de voorkeur heeft voor een bepaalde onderzoekslocatie wordt bepaald op basis van *Expertkennis* en is per situatie anders. Dit hangt sterk af van de databehoefte.

a) Selectieve monstername

Bij deze optie wordt specifiek aangegeven op welke niveaus de monstername plaatsvindt. Dit wordt veelal gerelateerd aan de sondeergrafiek van een nabij de boorlocatie uitgevoerde sondering. De niveaus worden opgegeven in meters ten opzichte van het maaiveld of ten opzichte van N.A.P., geredeneerd vanuit het hart (midden) van de monsterbus. Een voordeel van deze werkwijze is dat specifieke delen van de grondlagen worden bemonsterd en dat het aantal monsterbussen hiermee beperkt wordt. Een nadeel is dat het kan voorkomen dat niet of onvoldoende van het gewenste monstermateriaal wordt bemonsterd.

[27] *Grondmonster dat in structuur en-of spanningstoestand in zo geringe mate door of na de monstername is gewijzigd dat deze eigenschappen nog als representatief worden beschouwd voor de grond in situ.*

b) Monstername binnen diepte interval

Bij deze optie wordt een diepte interval meegegeven aan het grondonderzoeksbureau waarbinnen één of meerdere monsterbussen genomen worden. Deze optie is *handig* wanneer het gewenst is om classificatie of indexproeven uit te laten voeren verdeeld over bepaalde diepte intervallen zonder specifiek een bepaalde diepte of grondlaag te specificeren. Denk hierbij aan het nemen van één à twee monsterbussen per 1,0 meter diepte. Het nadeel van deze werkwijze is dat hierbij mogelijk de bemonstering van *interessante* grondlagen wordt gemist of dat bussen op een laagscheiding worden genomen.

c) Continu bussen nemen

Bij deze optie worden continu bussen gestoken van alle voorkomende grondlagen tot een gewenste einddiepte. Denk hierbij aan het continu bemonsteren van alle voorkomende slappe grondlagen tot aan het 1ste watervoerend pakket (i.e. dus gemeten vanaf het maaiveld tot aan de bovenzijde van de 1ste zandlaag[28]). Een voordeel van deze werkwijze is dat voldoende monstermateriaal beschikbaar is om naderhand vrije keuzes te maken bij het opstellen van de laboratoriumspecificaties voor de in te zetten laboratoriumproeven. De kans dat te weinig monstermateriaal is verzameld van een bepaalde gewenste laag (bijvoorbeeld een dunne laag van het Hollandveen) wordt hiermee kleiner. Een nadeel van deze wijze van monstername is dat mogelijk te veel monstermateriaal wordt ingewonnen die vervolgens moet worden opgeslagen in gekoelde opslagruimte.

3.6.6 Verwijderen peilbuizen/monitoringsraai door eigen dienst

Het laten verwijderen van een klein aantal peilbuizen (<10 stuks) kan worden uitgevoerd door de eigen onderhoudsdienst van HHNK. Hiervoor maakt de *Adviseur beheer waterveiligheid* samen met de desbetreffende *Objectbeheerder* een werkorder aan in Infor of iASSET. Aangezien sommige peilbuizen telemetrisch data versturen, kan het nodig zijn om ook de onderstations (UDSO's) te laten verwijderen. Dit kan via een opdracht worden uitgevoerd door het bedrijf Vlaar Techniek. Het verwijderen van de peilbuizen en het dichten van het boorgat wordt uitgevoerd volgens de beschreven procedure in [3].

3.6.7 Verwijderen peilbuizen/monitoringsraaien door grondonderzoeksbureau

Wanneer besloten is om bestaande peilbuizen of monitoringsraaien te laten verwijderen, dienen deze locaties en de specificaties per peilbuis te worden vastgelegd in het grondonderzoeksplan (zie ook *Bijlage 4: Producten en format grondonderzoeksplan*).

Bij aantallen peilbuizen > 10 stuks wordt het betreffende grondonderzoeksbureau hierbij gevraagd om de onderdelen van de bestaande peilbuizen te verwijderen en de boorgaten te dichten volgens de beschreven procedure in [3].

[28] *Zie ook tekst bij: verwachte bodemopbouw binnen betreffend projectgebied.*

3.6.8 Herstellen of aanvullen bestaande peilbuizen of monitoringsraaien

Wanneer besloten is om bestaande peilbuizen of monitoringsraaien te behouden en deze onderdeel uit te laten maken van het monitoringsnetwerk van WV2030, dienen deze te worden gecontroleerd op gecontroleerd op schade of beperkingen en te worden hersteld. Aanvullend dient na te worden gegaan of de betreffende locatie voldoende compleet is om als volledige monitoringsraai te kunnen worden beschouwd volgens het gedachte goed van de toepassing binnen DAM (zie §3.1). Nagegaan dient te worden of aanvullende peilbuizen binnen de raai benodigd zijn. Als laatste dient ervoor gezorgd te worden dat de nieuwe meetreeksen van de herstelde peilbuizen worden aangemeld bij de databases van het HHNK.

Controle en herstellen peilbuizen

Bestaande peilbuizen dienen gecontroleerd te worden op bijvoorbeeld:

- Onderdelen die stuk zijn.
- Onderdelen die verstopt zijn.
- Ontbreken van labels, doppen, sloten en deksels.
- Toegankelijkheid van de peilbuis (bijvoorbeeld door begroeiing).
- Verzakkingen of scheefstand van de peilbuis.
- Werking van de peilbuis in z'n geheel (werkt het filter bijvoorbeeld nog goed?).

Gebreken aan de peilbuis dienen te worden verholpen met een herstel- of onderhoudsbeurt. Nadat de peilbuis is hersteld kan deze door het grondonderzoeksbureau worden voorzien van een nieuwe druksensor.

Plaatsing aanvullende peilbuizen binnen monitoringsraai

Als binnen de monitoringsraai nog enkele meetpunten (i.e. peilbuizen) benodigd zijn, met het oog op een complete monitoringsraai, dienen aanvullende peilbuizen binnen de raai te worden voorgesteld. De procedure voor het aanvullen van de raai met ontbrekende peilbuislocaties is hetzelfde zoals de inrichting van een geheel nieuwe peilbuisraai zoals omschreven in §3.1 en §3.2. Deze aanvullende (nieuwe) peilbuizen dienen in het grondonderzoeksplan te worden opgenomen als zijnde nieuwe onderzoekslocaties (zie ook *Bijlage 4: Producten en format grondonderzoeksplan*).

Koppeling herstelde peilbuizen met HHNK-database

Na het herstellen van de bestaande peilbuizen dienen de meetreeksen, afkomstig van door het grondonderzoeksbureau nieuw geplaatste druksensoren, te worden aangemeld bij de databases van het HHNK. De procedure hiervoor is hetzelfde zoals omschreven in §3.11

3.7 Controle knelpunten

Nadat de onderzoekslocaties in concept bekend zijn, dienen voor deze locaties vooraf enkele controles plaats te vinden op knelpunten die betrekking hebben op mogelijke beperkingen in bereikbaarheid (§3.7.1), knelpunten met ligging van kabels & leidingen (§3.7.2) en een belemmering kunnen vormen voor het beheer en onderhoud van de waterkering (§3.7.3).

Door het vooraf controleren en corrigeren van het grondonderzoeksplan voor potentieel gevonden knelpunten (§3.7.4) zal dit ervoor zorgen dat het grondonderzoeksbureau sneller door haar eigen controles heen kan zoals vermeld in *Stap 4* en dat daardoor de afstemming beperkt blijft in controle moment *C2*.

3.7.1 Veldbezoek en controle bereikbaarheid locaties

Eén van de controles die vooraf dient plaats te vinden door de *Specialist HHNK* of *Specialist ingenieursbureau* betreft het nagaan of de bedachte onderzoekslocaties naar verwachting bereikbaar zijn voor het materieel van het grondonderzoeksbureau. Deze controle vindt plaats via een veldbezoek door de specialist van het grondonderzoeksbureau.

Aandacht dient onder andere te gaan naar:

- Toegang tot op-/afritten naar locaties op of achter de waterkering.
- Opstelruimte voor het materieel (minirups of truck).
- Aanwezigheid van hekken en poorten die al of niet zijn voorzien van een slot. Ook dient na te worden gegaan of deze open kunnen.

Als uit deze controle knelpunten volgen dient een afstemming plaats te vinden zoals vermeld in §3.7.4.

3.7.2 Controle ligging Kabels en Leidingen (K&L)

Op basis van kaarten met daarop de *indicatieve* liggingen van kabels en leidingen kan gecontroleerd worden of er mogelijk sprake is van een knelpunt. Deze kaarten zijn samengesteld op basis van (verouderde) KLIC-meldingen, maar kunnen op voorhand een eerste indruk geven van mogelijke knelpunten.

Bij het signaleren van een knelpunt kan overwogen worden om een onderzoekslocatie iets te verplaatsen, wanneer daar de mogelijkheden voor zijn. Als deze verplaatsing een grote invloed heeft op de kwaliteit van de monitoringsraai, dan dient overwogen te worden om de onderzoeksraai in zijn geheel te verplaatsen naar een geschiktere locatie.

Het aangewezen grondonderzoeksbureau voert vooraf altijd een definitieve controle uit naar knelpunten op basis van een *Oriënterende KLIC* melding en vlak voor aanvang van de veldwerkzaamheden zal zij altijd eerst een definitieve KLIC aanvragen in het kader van een *Graafmelding*.

3.7.3 Afstemming met afdeling Beheer & Onderhoud (B&O)

Wanneer de onderzoekslocaties in concept bekend zijn, dienen deze te worden gedeeld met de *Adviseur beheer waterveiligheid* van het cluster beheer & onderhoud Waterveiligheid van HHNK. De *Adviseur beheer waterveiligheid* zal dan in samenspraak met de *Objectbeheer Waterveiligheid*, verantwoordelijk voor het beheer & onderhoud aan de waterkering, de onderzoekslocaties controleren op mogelijke knelpunten voor de uitvoering van de beheer- en onderhoudstaken.

Op voorhand zijn al een aantal duidelijk randvoorwaarden hiervoor vastgesteld:

- De peilbuizen worden niet op onderhoudspaden geplaatst.
- De peilbuizen dienen duidelijk gemarkeerd te worden door de plaatsing van 2 houten palen van 1.5 meter hoog (het liefst met een witte kop) aan weerszijden van de peilbuis. Dit zorgt voor enige bescherming van de peilbuis, en dat deze peilbuis opvalt bij maaiwerkzaamheden.
- De tussenafstand tussen twee peilbuizen is minimaal 4 meter. Hierdoor blijft het mogelijk om met (maai-)machines tussen de peilbuizen door te gaan. Deze 4 meter tussenafstand geldt ook tussen een peilbuis en een ander obstakel (zoals een hek).
- De peilbuizen in de wegbermen (veelal op de kruin) dienen minimaal 1 meter uit de verharding te worden geplaatst in verband met het maaien van de veiligheidsronde.
- In bochten en moeilijk bereikbare stukken dijk (steile taluds of smalle stukken dijk) mogen geen peilbuizen geplaatst worden.
- De slootkant moet gemaaid kunnen worden en slootvuil moet kunnen worden geruimd. Dit betekent dat peilbuizen minimaal 2 meter uit de slootkant moeten worden geplaatst.

De *Adviseur beheer waterveiligheid* voert de controle uit en koppelt dit terug naar de *Specialist HHNK* of *Specialist ingenieursbureau,* die vervolgens het grondonderzoeksplan aanpast op eventueel benodigde correcties of maatregelen.

3.7.4 Omgang knelpunten

Wanneer knelpunten geconstateerd worden, dient tussen het grondonderzoeksbureau, de *Specialist HHNK* of *Specialist ingenieursbureau* onderling te worden afgestemd of:

- Onderzoekslocaties kunnen worden verplaatst.
- De gehele monitorings- of onderzoeksraai moet worden verplaatst.
- De monitoringsraai komt te vervallen.
- Aanvullende maatregelen benodigd zijn om de onderzoekslocaties alsnog veilig gerealiseerd te kunnen krijgen.

Compromissen zijn mogelijk om afwijkingen in de onderzoekslocaties binnen een monitoringsraai toe te staan. Dit hangt af van het te verwachten effect op het functioneren van de totale raai. Zo kan bijvoorbeeld een raai aan monitoringsinstrumenten nog een voldoende goed beeld van het freatische vlak geven als bijvoorbeeld één van de onderzoekspunten 5 meter uit de raai geplaatst is. Wat acceptabel is en welke compromissen eventueel gemaakt moeten worden kan worden afgestemd binnen controle moment: *Stap C2. Afstemming knelpunten grondonderzoeksplan*.

3.8 Overdracht concept plan naar grondonderzoeksbureau

Wanneer het grondonderzoeksplan gereed is na *controle moment C2*, dient deze te worden overgedragen aan het grondonderzoeksbureau. Hierbij worden ook de beschikbare conditionele onderzoeken aangeleverd die het grondonderzoeksbureau zal beoordelen. De *projectleiding Slim grondwater meetnetwerk HHNK* zal zorgen voor overdracht naar het grondonderzoeksbureau.

- Voor de aan te leveren onderdelen bijbehorende het grondonderzoeksplan, zie Tabel 14 volgens *Bijlage 4: Producten en format grondonderzoeksplan*.
- Voor de aan te leveren conditionerende onderzoeken en bureaustudies dient contact te worden gezocht met de *projectleiding Slim grondwater meetnetwerk HHNK*[29]

3.9 Informeren omgeving & gebiedsbeheerder

In deze paragraaf wordt ingegaan op de acties die benodigd zijn voor het informeren van de omgeving (§3.9.1, §3.9.2) en de gebiedsbeheerder (§3.9.3). Deze acties worden uitgevoerd door de *Specialist HHN*K of *Specialist Ingenieursbureau* met assistentie van de *Adviseur beheer Waterveiligheid.*

3.9.1 Informeren perceeleigenaren

Als onderzoekslocaties op grond van derden liggen of verpacht worden door HHNK moeten zij, voordat het grondonderzoeksbureau de opdracht krijgt, geïnformeerd worden over het onderzoek. Hiervoor dient het grondonderzoeksplan met de onderzoekslocaties te worden aangeleverd aan een *GIS-medewerker* van afdeling Informatiebeheer & Automatisering door de *Specialist HHNK* of *Specialist Ingenieursbureau*. De *GIS-medewerker* zal vervolgens de contactgegevens (BRK) van de perceeleigenaren nagaan en koppelt deze terug.

Onderzoekslocaties die zich op het (eigen) perceeleigendom van HHNK bevinden verlangen geen acties. Onderzoekslocaties waarvoor het grondonderzoeksbureau het terrein van een particulier moet betreden, worden vervolgens geïnformeerd met een *omgevingsbrief*. Deze brief wordt opgesteld door *Specialist HHNK* of *Specialist Ingenieursbureau* en wordt gecontroleerd door de *projectleiding Slim grondwater meetnetwerk HHNK* voordat deze wordt verstuurd.
In de informerende brief dient aandacht te gaan naar de volgende onderwerpen:

- Waarom grondonderzoek wordt uitgevoerd.
- Wanner het grondonderzoek wordt uitgevoerd.
- Welk materiaal wordt ingezet door het grondonderzoeksbureau.
- Op welke wijze er hinder van het grondonderzoek verwacht kan worden.
- Welke verkeersmaatregelen eventueel genomen moeten worden en wat dit betekend voor de omgeving.
- Contact gegevens van de contactpersoon van zowel het HHNK (*Specialist HHNK* of *Specialist Ingenieursbureau*) als het grondonderzoeksbureau.

[29] *Het betreffende grondonderzoeksbureau dient aan te geven welke onderzoeken benodigd zijn. De projectleiding Slim grondwater meetnetwerk HHNK zorgt voor de aanlevering van deze gegevens.*

Een lege *dummy* versie van een dergelijke notitie is opvraagbaar bij de *projectleider Slim grondwater meetnetwerk HHNK*.

3.9.2 Informeren via *Werk in de Buurt*

Naast het informeren van de perceeleigenaren dient het publiek geïnformeerd te worden over de werkzaamheden. HHNK informeert de omgeving via haar website onder *Werk in de Buurt*[30]*. De projectleider Slim grondwater meetnetwerk HHNK* levert hiervoor intern binnen HHNK een tekst aan voor publicatie op de website.

3.9.3 Informeren gebiedsbeheerder

De betreffende *gebiedsbeheerder* wordt geïnformeerd over het grondonderzoeksplan en de bedachte onderzoekslocaties, zodat deze op de hoogte is van de werkzaamheden van het grondonderzoeksbureau. Dit wordt gedaan door de *Adviseur beheer Waterveiligheid.*

De gebiedsbeheerder dient vooraf aan werkzaamheden van het grondonderzoek in contact te worden gebracht met de betreffende contactpersoon[31] van het grondonderzoeksbureau. Dit contact is van belang voor het informeren van de eventuele pachteigenaren en het regelen van toegang tot hekken en poorten.

3.10 Uitvoering grondonderzoek

Vanaf het moment dat een grondonderzoeksbureau is ingeschakeld om de werkvoorbereiding te starten tot de afronding van het veld- en laboratoriumonderzoek, dient het grondonderzoeksbureau begeleid te worden door de *Specialist HHN*K of *Specialist Ingenieursbureau*.

Taken die in algemene zin hieronder vallen zijn:

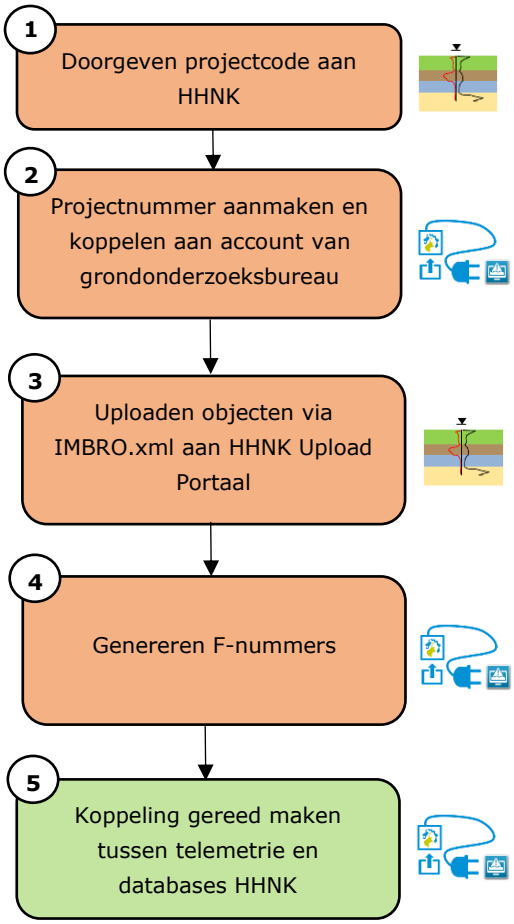
- Zorgen voor contactlegging tussen gebiedsbeheerder en contactpersoon grondonderzoeksbureau (zie §3.9.3)
- Informeren van de omgeving en eventuele perceeleigenaren van werkzaamheden (zie §3.9.1)
- Aanspreekpunt bij wijzigingen van het grondonderzoeksplan tijdens de uitvoering van het veldonderzoek.
- Aanspreekpunt voor het doorgeven van de laboratoriumspecificaties en voor vragen die vanuit het laboratorium kunnen volgen.

[30] https://www.hhnk.nl/werk-in-de-buurt

[31] *Dit betreft de voorman of werkvoorbereider van het grondonderzoeksbureau. De contactgegevens van de gebiedsbeheerder dienen met het grondonderzoeksbureau gedeeld te worden.*

3.11 Koppeling meetdata met databases HHNK

Het doel van de meetreeksen van de grondwaterstanden uit peilbuizen is dat deze landen binnen de databases van HHNK (zoals het GTA en FEWS), zodat via pilaar 3 (data-)analyses kunnen plaatsvinden. Om te zorgen voor een goede koppeling tussen de databases en het platform zijn een aantal processtappen gedefinieerd[32]. In Figuur 27 is hiervoor een stroomschema weergegeven.



Figuur 27: Stroomschema voor koppeling tussen telemetrie en HHNK-databases

Stap 1: Nadat de boringen zijn uitgevoerd geeft het grondonderzoeksbureau de projectcode of het kenmerk van het project door de beheerder van het Geotechnisch Archief (zie contactgegevens[33])

Stap 2: HHNK maakt vervolgens een projectnummer aan in de omgeving van het HHNK Upload Portaal en koppelt deze aan het account van het grondonderzoeksbureau. HHNK geeft vervolgens aan het grondonderzoeksbureau door dat de projectnummers zijn aangemaakt in de omgeving.

Stap 3: Het grondonderzoeksbureau levert *de objecten* van de boorlocaties en *peilbuisputten* aan via het HHNK Upload Portaal op het aangemaakte projectnummer. Dit betreft het IMBRO-xml (van de voorlopige of definitieve veldproeven). Deze bestaat uit de BMB en GMW.

Stap 4: Via het Portaal worden vervolgens de F-nummers (IDs van de peilbuisfilters) gegenereerd waarna HHNK de link legt met de databases van het HHNK.

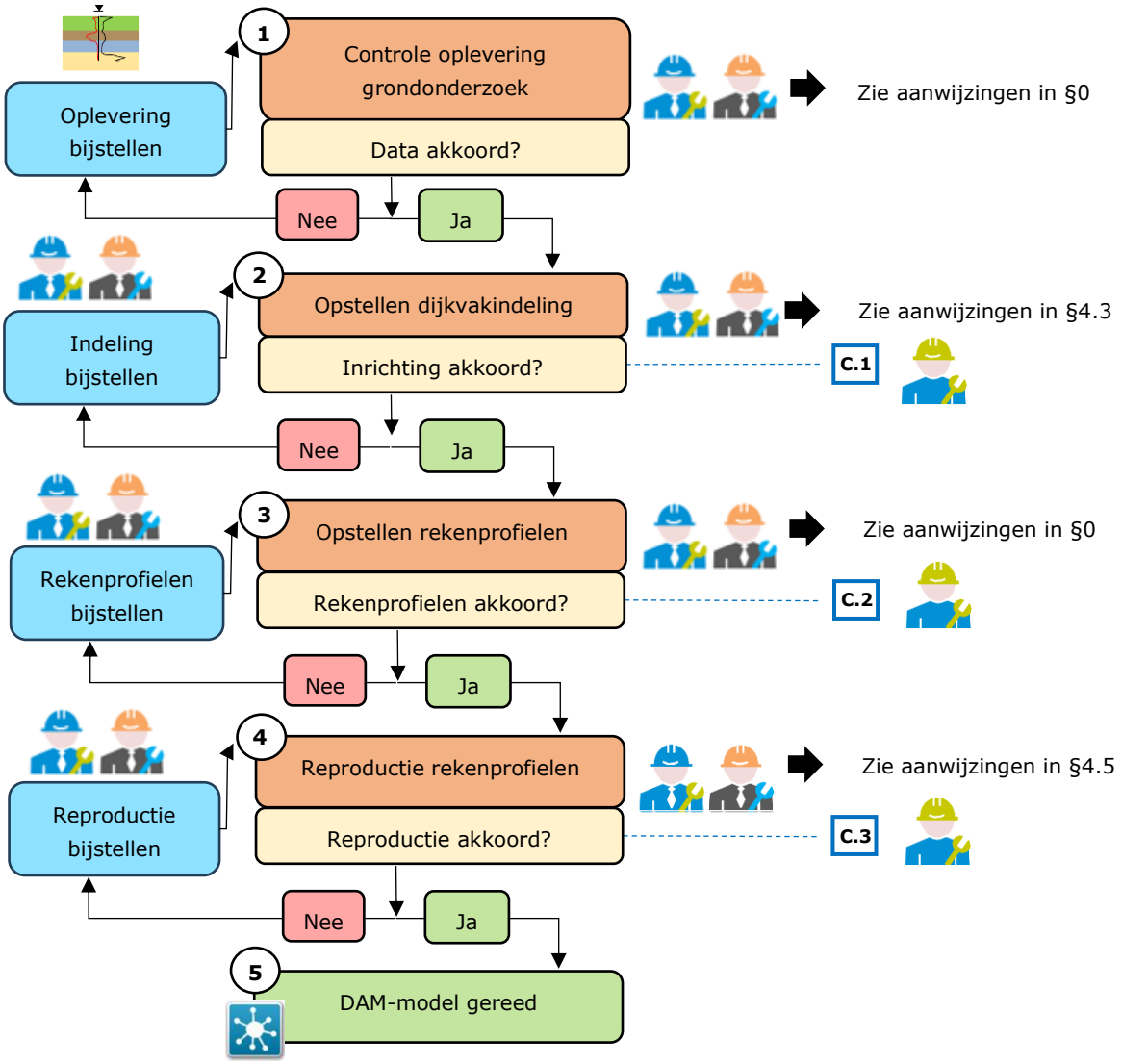
Stap 5: Intern zorgt het HHNK voor de koppeling tussen de telemetrie de databases van het HHNK.

[32] *Dit stroomschema is intern afgestemd met de beheerders van het GTA en FEWS.*

[33] *uploadportaal.bkgis.nl/contact*

4 Stap 3: Opstellen DAM-model

In dit hoofdstuk worden de stappen toegelicht om tot een bruikbaar DAM-model te komen voor toepassing binnen *Continu inzicht*. Het vertrekpunt is hierbij de nieuwe opgezette rekenprofielen op basis van nieuw uitgezet grondonderzoek. Grofweg ziet de procedure om te komen tot een bruikbaar DAM-model eruit volgens de weergegeven route in Figuur 28.



Figuur 28: Stroomschema voor opstellen DAM-model

Het opstellen van een DAM-model is een iteratief proces waarbij meerdere controlemomenten benodigd zijn van specialisten binnen HHNK. Om te voorkomen dat onnodige correcties naderhand gemaakt moeten worden vindt de opbouw van een DAM-model in stappen plaats. Hieronder volgt voor de belangrijkste processtappen een korte toelichting.

Stap 1. Controle oplevering grondonderzoek

Wanneer het volledige grondonderzoek of een groot deel (i.e. uitvoering veldonderzoek, laboratoriumonderzoek, installatie peilbuizen en koppeling met *HHNK-databases*) gereed is, wordt deze data opgeleverd aan het HHNK via het Upload Portaal. Deze data dienen op voorhand te worden gecontroleerd op compleetheid en juistheid.

Als data niet compleet is of correcties benodigd zijn, wordt dit teruggekoppeld aan het grondonderzoeksbureau. Het grondonderzoeksbureau levert vervolgens de aangevulde of gecorrigeerde data opnieuw aan.

	HHNK-medewerkers: specialist HHNK voert de controle van het opgeleverde grondonderzoek.
	Medewerkers ingenieursbureau: specialist ingenieursbureau voert de controle van het opgeleverde grondonderzoek uit en rapporteert de bevindingen aan de sparringpartner: specialist HHNK.

Stap 2. Opstellen dijkvakindeling

Op basis van de verzamelde gegevens van o.a. de toetsing- en dijkversterkingsprojecten (zie §2.5), het nieuw uitgevoerde grondonderzoek en nieuwe randvoorwaarden (e.g. belastingen, IPO-normen) worden de strekkingen waarvoor de rekenprofiellocaties representatief of maatgevend zijn ruimtelijk vastgelegd en gedefinieerd. Alle uitgangspunten die hiervoor worden vastgelegd leiden tot een dijkvakindeling, en locaties van de rekenprofielen binnen het DAM-model. De indeling van de dijkvakken kan niet direct binnen DAM wordt vastgelegd, voor aanwijzingen hoe hier mee om te gaan wordt verwezen naar §4.3.

Stap C1. Akkoord op inrichting dijkvakindeling

De eerste controlestap richting het DAM-model betreft de controle van de ingerichte strekkingen (dijkvakindeling) waarvoor de rekenprofiellocaties representatief zullen zijn. Naar aanleiding van deze controle wordt het model indien nodig bijgesteld. Zodra de inrichting van de dijkvakindeling en rekenprofiellocaties akkoord zijn bevonden, wordt overgegaan tot het opstellen van de nieuwe rekenprofielen op basis van het nieuw uitgevoerde grondonderzoek en uitgangspunten.

	HHNK-medewerkers: een collega-specialist van HHNK voert deze controle uit.
	Medewerkers ingenieursbureau: een specialist van HHNK voert deze controle uit.

Stap 3. Opstellen rekenprofielen

In de basis worden DAM-modellen opgesteld op basis van geheel nieuw opgestelde rekenprofielen in overeenstemming met actuele uitgangspunten in D-Stability. Het streven binnen WV2030 is om te komen tot actuele rekenresultaten volgend uit het DAM-model. Dit betekent dat rekenprofielen actueel moeten worden gemaakt aan de hand van de meest recente maaiveld- of hoogtemetingen,

nieuw ingewonnen grondonderzoek en eventueel daaruit volgende interpretaties ten aanzien van de bodemopbouw en grondeigenschappen. Ook valt het vaststellen van de *karakteristieke punten* onder deze stap. Onder deze stap moet goed gedocumenteerd worden welke handelingen zijn uitgevoerd om deze te actualiseren. Aanwijzingen voor het actualiseren van de rekenprofielen en met welke uitgangspunten staat verder toegelicht in §4.4.

Stap C2. Akkoord op opgestelde rekenprofielen

De tweede controlestap van het DAM-model betreft de controle van opgestelde rekenprofielen. Naar aanleiding van deze controle kunnen correcties nodig zijn die daarna in de modellen moeten worden bijgesteld. Zodra de opgestelde rekenprofielen akkoord zijn bevonden, wordt overgegaan tot de reproductiestap (i.e. het kalibreren van het binnen DAM gereproduceerde rekenprofiel).

	HHNK-medewerkers: een collega-specialist van HHNK voert deze controle uit.
	Medewerkers ingenieursbureau: een specialist van HHNK voert deze controle uit.

Stap 4. Reproductie rekenprofielen

In deze stap worden de in D-Stability opgestelde rekenprofielen, die in beginsel handmatig (en buiten DAM om) zijn opgesteld, gereproduceerd binnen de DAM-software. In deze stap worden de DAM-berekeningen gekalibreerd tot de afwijking tussen berekende veiligheidsfactor van de gereproduceerde berekeningen en de (in beginsel) handmatig opgestelde D-Stability berekeningen binnen acceptabele toleranties vallen, om vertrouwen op te bouwen in de software en de daarbinnen opgestelde schematisatie.

Het kan voorkomen dat het DAM-model niet genoeg te kalibreren is tot binnen de gestelde marge. Als de afwijkingen tussen D-Stability en DAM te groot blijven ongeacht hoeveel er aan de parameterknoppen wordt gedraaid, dient een overleg plaats te vinden tussen de uitvoerende specialist(en) en de projectleiding om de volgende stappen te bepalen. De keuzes en afspraken t.a.v. het vervolgproces zullen te allen tijde in samenspraak met HHNK moeten plaatsvinden en worden zodoende in het proces vastgelegd. Voor verdere informatie over deze afwijkingen en overige aanwijzingen wordt verwezen naar §4.5.

Stap C3. Akkoord op reproductie rekenprofielen

De laatste controlestap van het DAM-model betreft de controle van gereproduceerde rekenprofielen. Naar aanleiding van deze controle kunnen correcties nodig zijn die daarna in het DAM-model moeten worden bijgesteld. Zodra de reproductie van de rekenprofielen akkoord is bevonden is het DAM-model formeel gereed voor gebruik voor het doel: *Continu inzicht*.

	HHNK-medewerkers: een collega-specialist van HHNK voert deze controle uit.
	Medewerkers ingenieursbureau: een specialist van HHNK voert deze controle uit.

Stap 5. DAM-model gereed

Het eindproduct is een ingericht DAM-model met geactualiseerde rekenprofielen die met een zekere nauwkeurigheid de *handmatig* gemaakte rekenprofielen[34] reproduceren. Het DAM-model is hierbij gereed voor toekomstige doelstellingen zoals DAM-Live of het opstellen van Fragility Curves.

[34] *Hier worden de nieuw opgestelde D-Stability rekenbestanden bedoeld.*

4.1 Toelichting op toepassing Dijksterkte Analyse Module (DAM)

DAM is een softwarepakket ontwikkeld door Deltares met en in opdracht van de STOWA voor alle waterschappen om geautomatiseerd sterkteberekeningen uit te voeren. DAM fungeert hierbij als besturingsschil om al bestaande software aan te sturen, Deltares' D-Stability[35]. In de context van WV2030 wordt DAM gebruikt voor het krijgen van een *continu inzicht* in de kans op falen volgens het faalmechanisme macrostabiliteit binnenwaarts.

Figuur 29: Centraal beheer kerngegevens binnen het waterschap voor de verschillende processen en taken [11]

4.1.1 DAM vs. D-Stability

Ondanks dat DAM gebruikt maakt van D-Stability als rekenkernel zijn er enkele verschillen waarop een schematisering tot stand komt binnen beide softwarepakketten. In tegenstelling tot de volledige vrijheid die een gebruiker heeft binnen D-Stability om een schematisering op te stellen vervangt DAM enkele arbeidsintensieve en repetitieve stappen in het schematiseringsproces. Binnen DAM wordt veelvuldig gebruik gemaakt van zogeheten karakteristieke punten; een set van kenmerkende punten van een dwarsprofiel, e.g. binnenteen, binnenkruin, etc. DAM gebruikt deze punten om de automatische handelingen aan te refereren zodat deze handelingen op het deel van het dwarsprofiel worden toegepast waar deze uitgevoerd dienen te worden. In D-Stability bestaat het concept van karakteristieke punten niet.

[35] *Dit geldt vanaf DAM versie 24, uitgebracht begin 2025. Voor versie 24 fungeerde DAM als een besturingsschil om de voorganger van D-Stability, D-Geo Stability. D-Geo Stability wordt niet meer technisch onderhouden.*

Ook zijn bij enkele invoerparameters minder vrijheden beschikbaar, zoals de limiet op het aantal te definiëren knooppunten voor de freatische lijn. Mede vanwege deze discrepanties tussen D-Stability en DAM wordt het opstellen van het DAM-model opgesplitst naar enkele stappen met tussentijdse controlemomenten. Voor verdere achtergrondinformatie ten aanzien van het gebruik van DAM wordt verwezen naar de *Public Wiki* van Deltares[36].

4.1.2 Omgang met nieuwe DAM release

Bij elke nieuwe release van DAM na uitbrengen van voorliggend document zal eerst met/door HHNK besproken worden of een wijziging van de aanpak benodigd is. Daarnaast moet het gebruik van nieuwe versies door HHNK akkoord worden bevonden alvorens deze toegepast worden. Mochten resultaten als gevolg van nieuwe versies veranderen, dan wordt verzocht de DAM-projecten te updaten.

[36] *De Public Wiki van DAM is te vinden op https://publicwiki.deltares.nl/display/DAM/DAM*

4.2 Controle oplevering grondonderzoek

Delen van het veld- en laboratoriumonderzoek worden na afronding van het grondonderzoek aangeleverd aan HHNK. De formele oplevering van alle data vindt plaats via het *Upload Portaal* van HHNK waarbij de data wordt opgeleverd in overeenstemming met *Eisendocument voor Digitale Oplevering* [12]. Alle mogelijk aan te leveren data zijn te vinden in Tabel 4. Vervolgens wordt ook een kopie van alle data aangeleverd aan de BRO.

Tabel 4: Overzicht van alle mogelijk aan te leveren data vanuit grondonderzoeksproject aan het Upload Portaal

Object	Upload bestanden	Extensie
Sonderingen		gef
		xml
		pdf
Dissipatietesten	(Uit son)	gef
Boringen		gef
		pdf
Boormonsters		xml
		pdf
Laboratoriumproeven		xlsx
		jpg
Peilbuisputten		gef
		jpg
Grondwatermonitoringsput		xml
Monitoringstijdserie		pixml
Peilbuizen	(Uit pbp)	-
Dwarsprofielen		pdf
		dwg
		xls
Rapportage		pdf
Overige bestanden		zip

Het is van belang dat de aangeleverde data wordt gecontroleerd op de hieronder vermelde aspecten voordat deze benut worden voor de vervolgstappen:

- Controle op volledigheid
- Controle op juistheid

Bij gebreken of afwijkingen ten aanzien van de opgeleverde data dient contact opgenomen te worden met de *Projectleiding Slim grondwater meetnetwerk HHNK*.

4.2.1 Controle op volledigheid

De grondonderzoeksdata dient vooraf te worden gecontroleerd op volledigheid. Aspecten waar de data op gecontroleerd wordt zijn:

- Het aantal uitgevoerde boringen en sonderingen.
- Het aantal uitgevoerde peilbuizen.
- Het aantal uitgevoerde classificatie- en indexproeven.
- Het aantal uitgevoerde schuifsterkte- of samendrukkingsproeven.
- Het volledig invullen van de spreadsheet *STOWA Uitwisselformat 4.2*.

4.2.2 Controle op juistheid

Wanneer volgt dat de aangeleverde data compleet is, wordt nagegaan of de data ook juist is. Een complete controle van alle aangeleverde data is in veel gevallen niet mogelijk. De data kunnen het beste steekproefsgewijs worden gecontroleerd. Hieronder volgen een aantal aandachtspunten/ aspecten waarop gecontroleerd kan worden. Deze punten volgen naar aanleiding van ervaringen binnen HHNK.

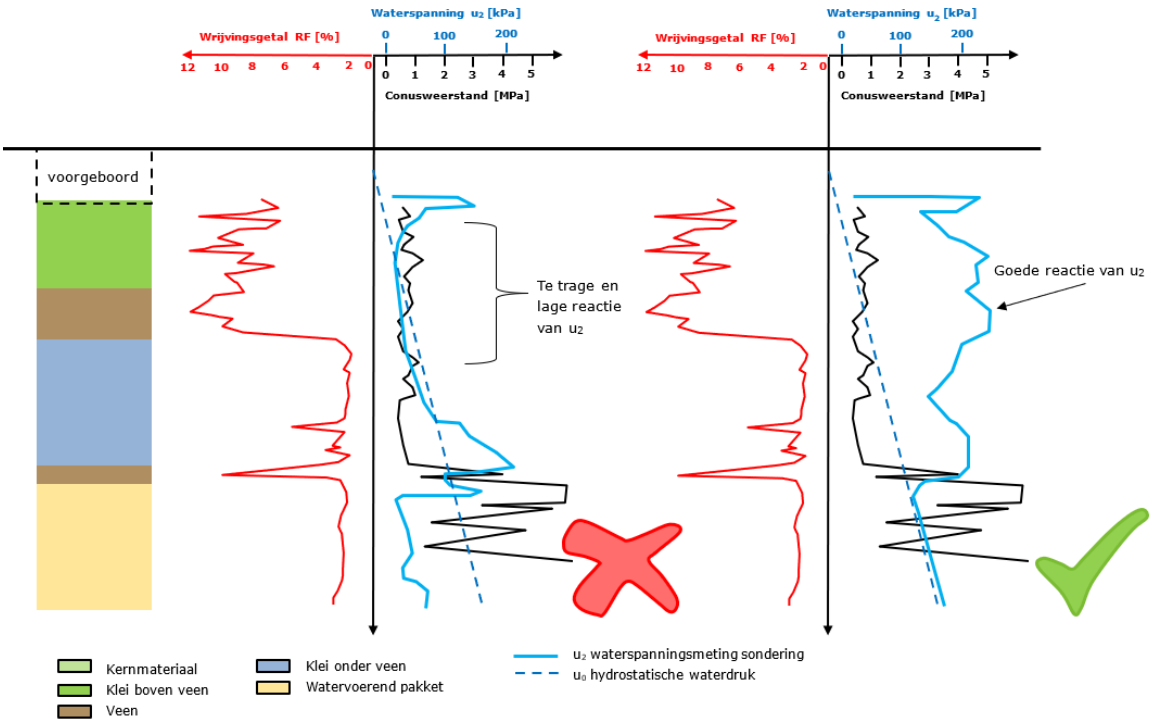
Controle boorprofielen

Boorprofielen dienen te worden gecontroleerd op juistheid qua maaiveldniveau (t.o.v. m+NAP) en diepte (meter). Het komt soms voor dat de maaivelddieptes niet kloppen en daarmee eveneens de einddieptes van de boringen. Het laatste heeft dan ook gevolgen voor de gerapporteerde filterdiepte van een peilbuis. Deze controle kan worden uitgevoerd door de boorprofielen uit te zetten tegen de geometrie (i.e. dwarsdoorsnede) van de waterkering of op basis van een punthoogte volgend uit de AHN. Dit is het voornaamste aandachtspunt bij boorprofielen.

Ook kunnen veldbeschrijvingen soms afwijken van de aanwezige grondslag. Hiervoor is het handig om controles te doen met behulp van nabij uitgevoerde sonderingen of uitgevoerde classificatieproeven.

Controle sondeergrafieken

De algemene ervaring is dat de uitvoering van sonderingen zonder grote afwijkingen plaatsvindt. Een uitzondering hierop is de registratie van de wateroverspanning (u_2) zoals deze wordt gemeten boven de hals van de conus.



Figuur 30: Voorbeeld van lage kwaliteit u_2 meting t.o.v. goede kwaliteit u_2 meting

Een controle vindt plaats op de kwaliteit van de gemeten waterspanningen, met name binnen slecht waterdoorlatende afzettingen die onder de grondwaterstand liggen. In Figuur 30 is een voorbeeld gegeven tussen een lage- en goede kwaliteit u_2 meting. Bij een lage kwaliteit van de u_2 meting reageren de waterspanningen vertraagd en is de reactie laag. Dit kan een gevolg zijn van de u_2 meting die niet goed reageert. Binnen slecht waterdoorlatende grondlagen onder de grondwaterstand hoort de gemeten wateroverspanning direct en sterk te reageren zoals in het rechterdeel van het figuurtje is geïllustreerd. Sonderingen met een u_2 meting volgens de linker sondeergrafiek zijn van lage kwaliteit en kunnen van negatieve invloed zijn op latere vaststellingen van correlaties. Bij het constateren van het gemeten beeld van de waterspanningen dient afgewogen te worden in welke mate dit acceptabel is.

Peilbuismetingen

De telemetrische metingen van stijghoogte in de peilbuizen dient gecontroleerd te worden op juistheid en volledigheid van de meetreeks. Zo dient gecontroleerd te worden of de stijghoogte redelijkerwijs correct is in relatie tot de filterdiepte, peilbuislengte en het maaiveld (NAP). Daarnaast dient het meetinterval (één meting per uur) in de meetreeks gecontroleerd te worden. Verdere validatie op de meetreeksen zal door HHNK worden uitgevoerd in FEWS.

Controle classificatie- en indexproefresultaten

Classificatie- en indexproefresultaten dienen te worden gecontroleerd op volledigheid en juistheid. Voor volumiek gewicht en watergehalte bepalingen kan dit bijvoorbeeld worden bekeken door de relatie tussen het verzadigd volumiek gewicht en het watergehalte na te gaan.

Indexproeven zoals de bepaling van de Atterbergse grenzen kunnen worden gecontroleerd in relatie tot het watergehalte. Zo kan bijvoorbeeld gelet worden op consistentie indexen (I_c) met een negatieve waarde.

Controle schuifsterkteproeven

Proefresultaten van schuifsterkteproeven (triaxiaal- of DSS-proeven) kunnen worden gecontroleerd op zowel de consolidatiefase als de afschuiffase. De consolidatiefase kan gecontroleerd worden op het bereiken van de juiste K_0 spanningsverhouding of (verticale) consolidatiespanning aan het eind van het consolidatieproces.

De belastingfase kan gecontroleerd worden door vergelijkingen te maken met spannings-rek diagrammen ($q - \varepsilon_1$) of spanningspad diagrammen (p'-q of s'-t). Harde criteria voor het controleren van deze grafieken op juistheid zijn niet direct te geven. Gecontroleerd dient te worden of de grafieken er uit zien zoals verwacht.

Controle samendrukkingsproeven

Samendrukkingsproeven (IL-Oedometer- of CRS proeven) kunnen worden gecontroleerd op:

- Zijn de proeven tot voldoende hoge spanningen doorgezet?
- Zijn de juiste belastingstrappen gevolgd in overeenstemming met het protocol?
- Is het zettingsverloop zoals verwacht?

Controle STOWA database

De numerieke resultaten van de laboratoriumproeven worden opgeleverd in een spreadsheetdatabase volgens de *STOWA Uitwisselformat 4.2*. Deze database wordt ingevuld door het betreffende grondonderzoeksbureau. Het is hierbij van belang dat alle velden, afhankelijk van de laboratoriumproeven die uitgevoerd zijn, ingevuld worden of worden voorzien van numerieke waarden. Ook dient steekproefsgewijs gecontroleerd te worden of de numerieke waarden herleidbaar zijn of terugkomen in de pdf-versie van het grondonderzoeksrapport waarin de resultaten van de laboratoriumproeven zijn vermeld.

4.3 Dijkvakindeling DAM

Een belangrijk element binnen de werking van DAM en het bijbehorende concept is de koppeling van de (ruimtelijk vastgelegde) gegevens [11]. Hier vallen onder andere de objecten (lijnstukken of vakken) die de dijkvakken vertegenwoordigen maar ook de objecten (puntlocaties of lijnstukken) die de locaties van de rekenprofielen vertegenwoordigen. In §4.3.1 en §4.3.2 worden aanwijzingen gegeven hoe respectievelijk de dijkvakindeling en rekenprofiellocaties in DAM worden vastgelegd.

4.3.1 Dijkvakindeling

In §2.5.1 is toegelicht dat de gegevens van toets- en versterkingsprojecten in beginsel de basis vormen voor de initiële dijkvakindeling van het DAM-model maar niet noodzakelijkerwijs de definitieve inrichting van de indeling vertegenwoordigen. Zoals aangegeven in §1.2.2 geldt ook dat de dijkvakindelingen van versterkingsprojecten voorrang hebben op de dijkvakindeling zoals gehanteerd in het toetsproject[37]. Het gecombineerde GIS-overzicht (zie bijvoorbeeld in Figuur 6) helpt hierbij om de meest actuele dijkvakindeling in te richten.

Op basis van de ingewonnen informatie (H2) en gemaakte keuzes ten aanzien van monitoringsraaien (§3.4) kan de inrichting van deze initiële dijkvakindeling heroverwegen worden. Hierbij zijn drie keuzes mogelijk: de oorspronkelijke dijkvakindeling van het toets- of versterkingsproject wordt gehandhaafd en overgenomen, de oorspronkelijke dijkvakindeling van het toets- of versterkingsproject wordt aangepast of een nieuw dijkvak wordt gedefinieerd. Hieronder verder op in gegaan op de verschillende keuze opties.

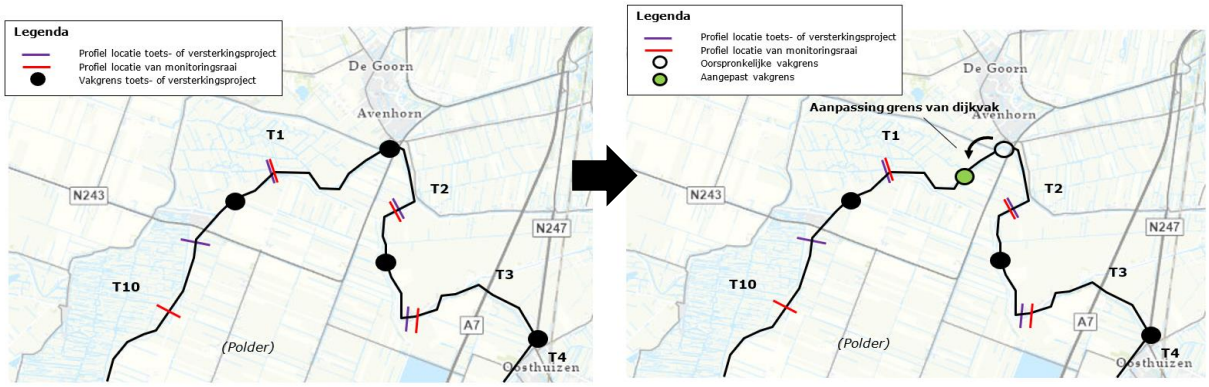
Overname oorspronkelijke dijkvakindeling toets- of versterkingsproject

In geval voor delen van het dijktracé de oorspronkelijke dijkvakindeling van de toets- of versterkingsproject gehandhaafd blijven, vormen deze de basis voor de dijkvakindeling in het DAM-model. In veel gevallen kan hiervoor gekozen worden, omdat binnen de toets- of versterkingsprojecten afwegingen hebben plaats gevonden over deze indeling op basis van beschikbaar grondonderzoek en de geometrie van de waterkering. Als deze vanuit de projecten voldoende zijn onderbouwd en nog representatief zijn voor het huidige scenario kunnen deze worden overgenomen.

Overname oorspronkelijke dijkvakindeling toets- of versterkingsproject met aanpassing(en)

Het kan voorkomen dat voor delen van het dijktracé de oorspronkelijke dijkvakindeling van de toets- of versterkingsproject wordt overgenomen, maar dat aanpassingen aan de vakgrenzen benodigd zijn. Deze kunnen volgen uit verschillende overwegingen zoals: nieuwe inzichten in de bodemopbouw, inzichten naar aanleiding van een geïnstalleerde monitoringsraai, veldinspecties of gewijzigde belastingen of geometrie ten opzichte van het toets- of versterkingsproject.

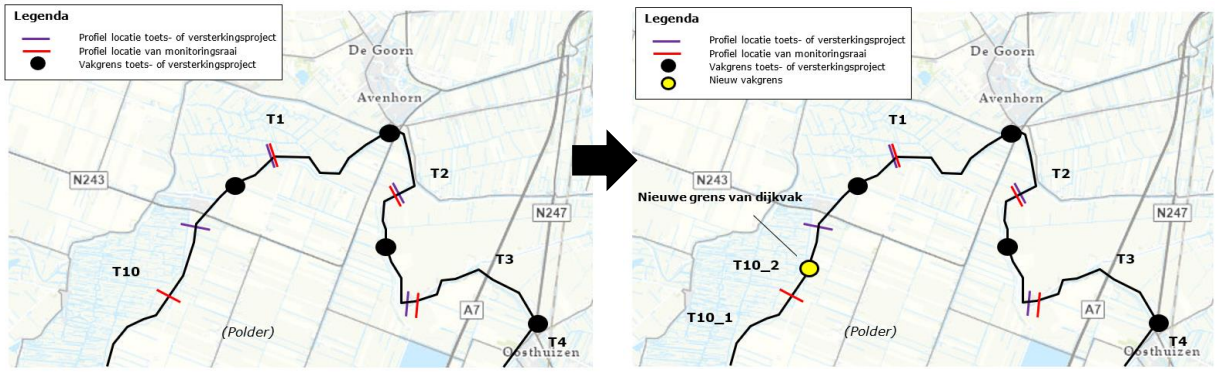
[37] *Dijkvakken van versterkingsprojecten zijn in principe actuelere dan zoals gehanteerd in het toetsproject.*



Figuur 31: Voorbeeld van aanpassing oorspronkelijke dijkvakindeling toets- of versterkingsproject

Nieuw gedefinieerd dijkvak

Het kan ook voorkomen dat de gemaakte keuzes in de ligging van de monitoringsraaien (§3.4), ingewonnen gegevens of nieuwe inzichten aanleiding geven om één of meerdere nieuwe dijkvakken te definiëren ten opzichte de oorspronkelijke dijkvakindeling van het toets- of versterkingsproject. Dit kan het geval zijn als bijvoorbeeld nieuwe inzichten volgend uit de bodemopbouw of locatie van een monitoringsraai kunnen leiden tot een representatiever dijkvak als deze nieuwe wordt gedefinieerd. In veel gevallen kan dit betekenen dat een oorspronkelijk dijkvak van een toets- of versterkingsproject moet worden opgesplitst.



Figuur 32: Voorbeeld van een nieuw gedefinieerd dijkvak

De dijkvakindeling is cruciale informatie voor het organiseren en interpreteren van de ruimtelijke gegevens. Echter, door de beperkingen van de stabiliteitssoftware kan deze informatie niet direct tijdens de rekenfase worden gebruikt. In plaats daarvan moet deze voor de verwerking in kaart worden gebracht en na de verwerking opnieuw worden geïntegreerd. De dijkvakindeling dient hierdoor voornamelijk ter uiteenzetting van de verzamelde gegevens, uitgangspunten, (reken)parameters vooraf, de bepaling welke gegevens, uitgangspunten en instellingen relevant zijn voor welke rekenprofielen tijdens, en het creëren van overzicht van de gegeven oordelen achteraf.

4.3.2 Locaties rekenprofielen

Vergelijkbaar met de dijkvakindeling (§4.3.1) is in principe ook bekend waar de rekenprofiellocaties liggen afkomstig van de toets- en dijkversterkingsprojecten. Ook voor de locaties van de rekenprofielen geldt dat die van versterkingsprojecten voorrang hebben op de dijkvakindeling zoals gehanteerd in het toetsproject[37].

Afhankelijk van de gekozen dijkvakindeling (§4.3.1), ingewonnen informatie (H2) en gemaakte keuzes ten aanzien van monitoringsraaien (§3.4) dienen keuzes te worden gemaakt ten aanzien van de te hanteren rekenprofiellocaties.

Hierbij zijn een aantal mogelijk:

- De oorspronkelijke locatie van het toets- of versterkingsproject wordt overgenomen en komt *overeen* met de ligging van een monitoringsraai.
- De oorspronkelijke locatie van het toets- of versterkingsproject wordt overgenomen en komt *niet overeen* met de ligging van een monitoringsraai.
- Er wordt afgeweken van de oorspronkelijke locatie van het toets- of versterkingsproject en een nieuwe locatie wordt gekozen binnen het betreffende dijkvak.
- Een nieuwe profiellocatie wordt gekozen binnen een nieuw gedefinieerd dijkvak en komt *overeen* met de ligging van een monitoringsraai.
- Een nieuwe profiellocatie wordt gekozen binnen een nieuw gedefinieerd dijkvak en komt *niet overeen* met de ligging van een monitoringsraai.

Hieronder verder op in gegaan op de verschillende keuze opties.

Overname oorspronkelijke ligging rekenprofiellocaties toets- of versterkingsproject

In geval voor delen van het dijktracé de oorspronkelijke dijkvakindeling van de toets- of versterkingsproject gehandhaafd blijven, kan dit een overweging zijn om de daarbij horende rekenprofiellocaties ook te handhaven. In veel gevallen kan hiervoor gekozen worden, omdat binnen de toets- of versterkingsprojecten afwegingen hebben plaats gevonden over deze locaties op basis van beschikbaar grondonderzoek en de geometrie van de waterkering. Als deze vanuit de projecten voldoende zijn onderbouwd, kunnen deze worden overgenomen.

In bepaalde gevallen kan uit de gemaakte keuzes (§3.4) volgen dat de betreffende locatie van een rekenprofiel overeenkomt met een monitoringsraai. In dit geval kunnen de peilbuismetingen direct worden gebruikt voor de schematisering van de waterspanningen binnen het rekenprofiel.

Wanneer de ligging van het rekenprofiel niet overeenkomt met dat van een monitoringsraai, maar deze wel nabij in de buurt ligt binnen hetzelfde dijkvak, kan de rekenprofiellocatie van het toets- of versterkingsproject worden gehandhaafd. In dit geval kunnen de peilbuismetingen met enige voorzichtigheid[38] worden door vertaald naar de betreffende locatie van het rekenprofiel.

[38] *Werkwijzen om peilbuismetingen te kunnen vertalen van monitoringsraai locaties naar nabijgelegen rekenprofiellocaties, binnen of buiten het betreffende dijkvak, worden binnen het programma Waterveiligheid 2030 nog ontwikkeld.*

Afwijking van oorspronkelijke ligging rekenprofiellocaties toets- of versterkingsproject

Er kunnen verschillende redenen zijn om voor de ligging van het rekenprofiel af te wijken van die van de ligging van het rekenprofiel van het toets- of versterkingsproject:

- De locatie van het representatieve of maatgevende profiel van het toets- of versterkingsproject is onvoldoende representatief of maatgevend binnen het betreffende dijkvak. In dit geval dient een alternatieve locatie binnen het betreffende dijkvak te worden gekozen.
- Het is wenselijk dat de locatie van het rekenprofiel van het toets- of versterkingsproject overeenkomt met die van de beschikbare monitoringsraai binnen het betreffende dijkvak. In dit geval komt de locatie van het toets- of versterkingsproject te vervallen en vormt de locatie van de monitoringsraai de rekenprofiellocatie. Dit is mogelijk wanneer de locatie van de monitoringsraai voldoende representatief of maatgevend is.

Nieuwe rekenprofiellocatie

Afhankelijk van gemaakte keuzes in de locaties voor de monitoringsraaien (§3.4) of dijkvakindeling (§4.3.1) kan het voorkomen dat *volledig* nieuwe rekenprofiellocaties gedefinieerd moeten worden ten opzichte van die van de toets- of versterkingsprojecten. Aanleidingen voor nieuw te definiëren locaties kunnen zijn:

- Een nieuw rekenprofiellocatie wordt gekozen als gevolg van een nieuw gedefinieerd dijkvak. In dit geval moet voor de keuze van een nieuwe locatie gelet worden of deze voldoende representatief of maatgevend is voor het betreffende dijkvak.
- De ligging van een monitoringsraai geeft aanleiding om voor de betreffende locatie een nieuw rekenprofiellocatie te definiëren. Bekeken zal moeten worden of deze locatie op zichtzelf staat of dat hiervoor een apart dijkvak moet worden gedefinieerd.

4.4 Actualisatie rekenprofielen

Om de kracht van een DAM-schematisatie goed te kunnen benutten t.b.v. het doel, is het een vereiste om uit te gaan van een valide basismodel in D-Geo Stability als input voor DAM. Vergelijkbaar met voorgaande toetsingen wordt hiervoor een representatief model opgesteld. Hier dienen alle meest recent beschikbare uitgangspunten, geometrieën, grondgegevens, inzichten t.a.v. freatische lijnen en dergelijke voor aanwezig te zijn.

Er zijn drie paden denkbaar bij een actualisatie: een pad waarin al een schematisatie uit het verleden beschikbaar is en wordt bijgewerkt, een pad waarin dit niet het geval is en een nieuw rekenprofiel moet worden opgesteld en een pad waarin een oude schematisatie wel beschikbaar is maar toch een nieuwe schematisatie wordt opgezet. Voor WV2030 wordt enkel het laatste pad bewandeld en worden nieuwe rekenprofielen op basis van het nieuw uitgevoerde grondonderzoek gemaakt en gehanteerd. Schematiseringen uit oude toetsingen worden niet hergebruikt voor de rekenprofielen, maar worden enkel gebruikt bij de dataverzameling en het creëren van overzicht aan de voorzijde van het project.

4.4.1 Geometrie

Geometrie op basis van landelijke hoogtedata of -meting

Indien bij het nieuw uitgevoerde grondonderzoek hoogtemetingen (§3.3) zijn uitgevraagd van de beoogde rekenprofiellocaties kunnen deze direct dienen als de maatgevende geometrieën voor de desbetreffende locaties. Zo niet, dan dient gebruik te worden gemaakt van de meest recente versie van publiekelijk beschikbare hoogtedata in de vorm van de AHN. Andere bronnen zijn mogelijk maar moeten voor gebruik in overleg met HHNK (goed)gekeurd worden.

Omgang met dijkversterkingsontwerpen en/of as-built gegevens

Omdat binnen WV2030 een grote selectie aan waterkeringen en polders binnen het beheersgebied van HHNK worden beschouwd, is het aannemelijk dat een deel van deze polders recent een dijkversterkingsprogramma heeft doorlopen of recent versterkt is. Het dijkversterkingsontwerp of de as-built gegevens van een dijk bieden mogelijk recentere gegevens dan verkregen via hoogtedata of -metingen. Als dit het geval is, kan deze data gebruikt worden om het profiel te updaten naar de meest recent bekende status.

4.4.2 Karakteristieke punten

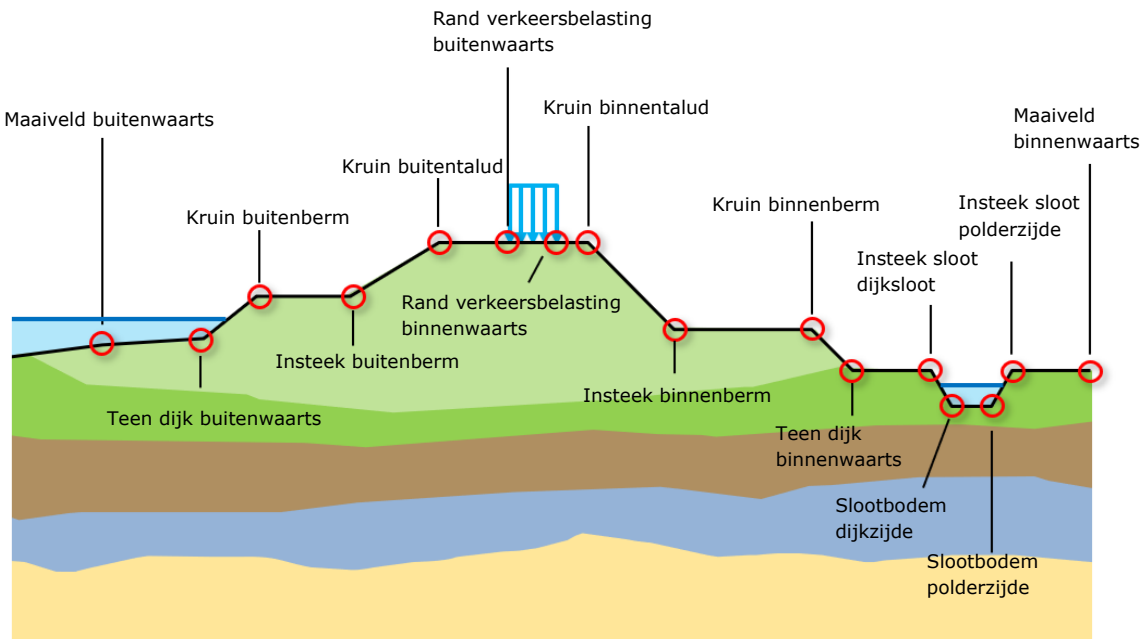
DAM refereert voor veel van de benodigde schematiseringen aan kenmerkende punten binnen het dwarsprofiel, zogenoemde karakteristieke punten. Via de karakteristieke punten worden o.a. de freatische lijn (§4.4.5), verkeersbelasting (§4.4.6) en rekengrids van de stabiliteitsmodellen geschematiseerd. Zo ontstaat een herleidbare en eenduidige aanpak bij het opstellen van alle rekenprofielen voor een toetsing.

De karakteristieke punten dienen ruimtelijk vastgelegd te worden in een voorgeschreven bestandsformaat van DAM: een *.csv-bestand met daarin per profiel een collectie van X-, Y- en Z-coördinaten per karakteristiek punt. De kolomnamen van dit invoerbestand zijn vooraf gedefinieerd

en dienen 100% overeen te komen met de waarden zoals vastgelegd in het voorbeeldbestand op de *Public Wiki* van Deltares[39]. Een voorbeelduitsnede is hieronder weergegeven in Tabel 5 en een volledig overzicht van de karakteristieke punten is te vinden in Figuur 33.

Tabel 5: Voorbeelduitsnede van DAM-invoerbestand characteristicpoints.csv

Naam veld	Type	Opmerking
LOCATIONID	String	Unieke locatienaam zoals wordt gebruikt in DAM.
X_Maaiveld binnenwaarts	Float	Het X-coördinaat van Maaiveld binnenwaarts in het RD-stelsel.
Y_Maaiveld binnenwaarts	Float	Het Y-coördinaat van Maaiveld binnenwaarts in het RD-stelsel.
Z_Maaiveld binnenwaarts	Float	Het Z-coördinaat van Maaiveld binnenwaarts in m+NAP.
…	…	…
X_Maaiveld buitenwaarts	Float	Het X-coördinaat van Maaiveld buitenwaarts in het RD-stelsel.
Y_Maaiveld buitenwaarts	Float	Het Y-coördinaat van Maaiveld buitenwaarts in het RD-stelsel.
Z_Maaiveld buitenwaarts	Float	Het Z-coördinaat van Maaiveld buitenwaarts in m+NAP.



Figuur 33: Karakteristieke punten weergegeven in het dwarsprofiel (hertekend uit [11])

Om de karakteristieke punten aan te wijzen en vast te leggen is het gebruikelijk om gebruik te maken van hiervoor speciaal ontwikkelde software genaamd qDAMEdit[40]. Deze software vereist als input een verzameling van de in het DAM-project te gebruiken dwarsprofielen. Nadat ieder profiel is voorzien van de hierin aanwezige karakteristieke punten wordt een export gemaakt. Dit levert

[39] *De Public Wiki van Deltares is benaderbaar via https://publicwiki.deltares.nl/.*

[40] *Software qDAMEdit is ontwikkeld door Twisq en is verkrijgbaar via https://www.twisq.nl/downloads.html.*

zowel een verzameling van de originele profielen (*surfacelines.csv*) als de karakteristieke punten (*characteristicpoints.csv*) op, beide in de door DAM vereiste respectievelijke bestandsindelingen.

Tabel 6: Overzicht invoer qDAMEdit

Naam veld	Type	Default	Opmerking
CODE	Integer	99	Dit veld biedt de mogelijkheid om een voorgestelde classificatie van de coördinaat mee te geven die binnen de software als suggestie getoond wordt. Waarde 99 betekent geen voorgestelde classificatie.
SUBCODE	Integer	999	Dit veld biedt de mogelijkheid om een voorgestelde classificatie van de coördinaat mee te geven die binnen de software als suggestie getoond wordt. Waarde 999 betekent geen voorgestelde classificatie.
X	Float		Het X-coördinaat van een profielpunt in referentie tot RD behorende bij het profiel zoals vastgelegd in veld LOCATIONID.
Y	Float		Het Y-coördinaat van een profielpunt in referentie tot RD behorende bij het profiel zoals vastgelegd in veld LOCATIONID.
Z	Float		Het Z-coördinaat van een profielpunt in referentie tot RD behorende bij het profiel zoals vastgelegd in veld LOCATIONID.
LOCATIONID	String		Unieke locatienaam zoals wordt gebruikt in DAM. Alle rijen met eenzelfde LOCATIONID-waarde worden binnen de software geclusterd tot één profiel.

4.4.3 Ondergrondschematisatie

Met de ondergrondschematisatie wordt de schematisatie van de stratigrafie van de verschillende grondlagen binnen de dwarsdoorsnede van een rekenprofiel bedoeld. Hoe deze schematisatie tot stand komt is afhankelijk van de achtergrond en/of oorsprong van de locatie en het doel van het rekenprofiel binnen DAM. In Tabel 7 is per geval toegelicht hoe de schematisatie tot stand kan komen. Onder aan de tabel is een toelichting gegeven voor enkele gevallen.

Tabel 7: Overzicht van uitgangspunten ten aanzien van ondergrondschematisatie

Keuze rekenprofiellocatie	Monitorings-raai?	Toelichting
Maatgevende of representatieve locaties afkomstig van toetsproject?	Ja	Oorspronkelijke ondergrondschematisatie toetsproject controleren en waar nodig bijstellen op basis van lokaal ingewonnen grondonderzoek.
Maatgevende of representatieve locaties afkomstig van toetsproject?	Nee	Oorspronkelijke ondergrondschematisatie toetsproject hanteren en indien nodig vergelijken met grondonderzoek monitoringsraaien of interpretaties nog kloppen. Aanvullend dient een vergelijking te worden gemaakt met details afkomstig van de As-Built-, bestek- of archieftekeningen van de dijkversterking.
Maatgevende of representatieve locaties afkomstig van versterkingsproject?	Ja	Oorspronkelijke ondergrondschematisatie versterkingsproject controleren en waar nodig bijstellen op basis van lokaal ingewonnen grondonderzoek.

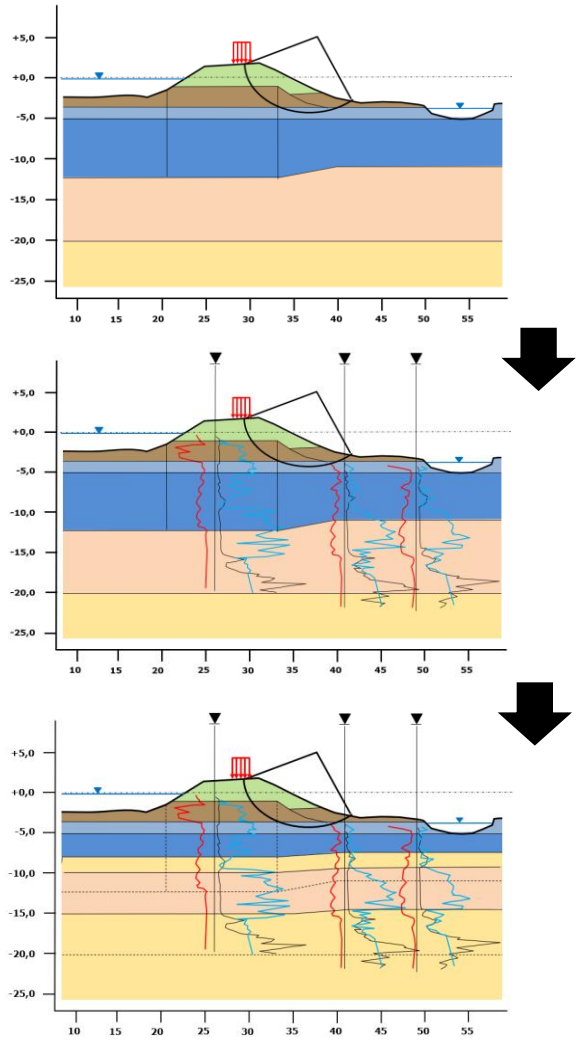
Keuze rekenprofiellocatie	Monitorings-raai?	Toelichting
		Aanvullend dient een vergelijking te worden gemaakt met details afkomstig van de As-Built-, bestek- of archieftekeningen van de dijkversterking.
Maatgevende of representatieve locaties afkomstig van versterkingsproject?	Nee	Oorspronkelijke versterkingsproject hanteren en indien nodig vergelijken met grondonderzoek monitoringsraaien of interpretaties nog kloppen.
Nieuw gekozen maatgevende of representatieve locatie	Ja	Ondergrondschematisatie samenstellen op basis van lokaal ingewonnen grondonderzoek.
Nieuw gekozen maatgevende of representatieve locatie	Nee	Ondergrondschematisatie samenstellen op basis van beschikbare archiefgegevens.
Rekenprofiellocatie gebaseerd op andere overwegingen (bijvoorbeeld risicokaart)	Ja	Ondergrondschematisatie samenstellen op basis van lokaal ingewonnen grondonderzoek.
Andere overwegingen (bijvoorbeeld risicokaart)	Nee	Ondergrondschematisatie samenstellen op basis van beschikbare archiefgegevens.

Controleren en bijwerken ondergrondschematisatie toetsproject

Als een rekenprofiellocatie wordt gehanteerd, welke zijn oorsprong heeft van een toetsproject, en daar een monitoringsraai is ingericht, dient de oorspronkelijke ondergrondschematisatie te worden gecontroleerd en eventueel bijgesteld te worden aan de hand van het lokaal ingewonnen grondonderzoek bijbehorende de monitoringsraai.

In toetsprojecten is het gebruikelijk dat de ondergrondschematisatie representatief of maatgevend is voor een uniform dijkvak met een bepaalde lengte, waardoor de lokale ondergrondschematisatie kan afwijken van de rest binnen het vak. Met behulp van het lokaal ingewonnen grondonderzoek dient gecontroleerd te worden in welke mate de oorspronkelijke interpretaties[41] van de ondergrond kloppen in relatie tot de rest van het dijkvak, zie Figuur 34. De lokale ondergrond kan mogelijk onvoldoende representatief of maatgevend zijn voor het afleiden van een veiligheidsoordeel.

[41] *Onder de interpretaties vallen ook de in de toetsing- of versterkingsproject gedefinieerde grondlagen. Gecontroleerd dient te worden of de gedefinieerde grondlagen terecht waren of ook eventueel dienen te worden bijgesteld. De interpretaties hebben een sterke samenhang met resultaten van de laboratoriumproeven (zie §4.4.4).*



Voorbeeld van een ondergrondschematisatie van een stabiliteitsanalyse afkomstig van een toetsproject (Beemster).

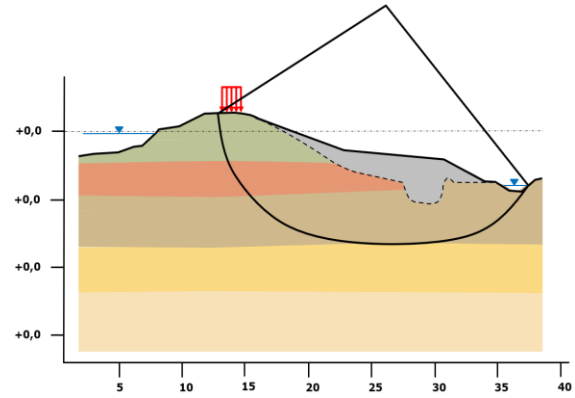
Vanuit het nieuw uitgevoerde grondonderzoek zijn drie lokale sonderingen beschikbaar op de locatie van het rekenprofiel of de monitoringsraai. Deze laten een ander beeld van de diepere delen van de ondergrond zien welke afwijken van de ondergrondschematisatie.

Op basis van het lokaal beschikbare grondonderzoek is de ondergrond onder het niveau van ongeveer NAP -7,5 meter gecorrigeerd in de ondergrondschematisatie.

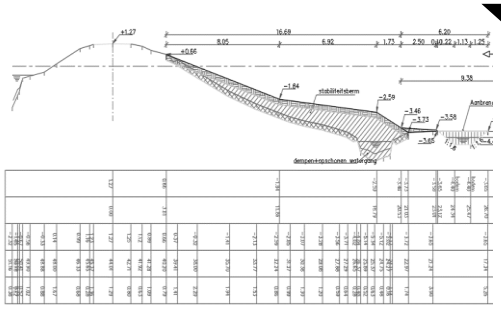
Figuur 34: Voorbeeld van controle en bijstellening van ondergrondschematisatie van toetsproject

Controleren en bijwerken ondergrondschematisatie versterkingsproject

Als een rekenprofiellocatie wordt gehanteerd, welke zijn oorsprong heeft van een versterkingsproject, en daar een monitoringsraai is ingericht, dient de oorspronkelijke ondergrondschematisatie te worden gecontroleerd en eventueel bijgesteld zoals deze ook is toegelicht bij profielen afkomstig van toetsprojecten. Aanvullend dient hierbij de controle plaats te vinden met As-Built-, besteks-, of archieftekeningen van de laatste dijkversterking(en), zie Figuur 34.

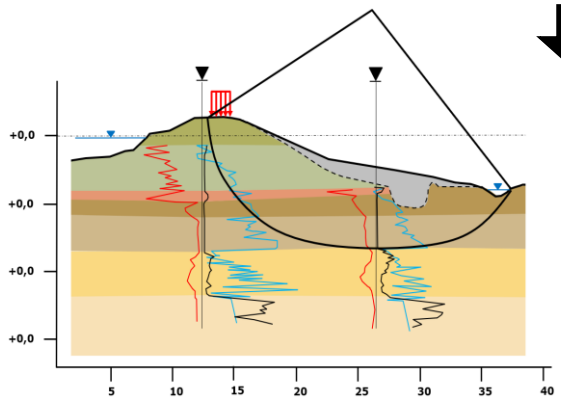


Voorbeeld van een ondergrondschematisatie van een stabiliteitsanalyse afkomstig van een versterkingsproject (De Purmer).



Vanuit het nieuw uitgevoerde grondonderzoek zijn twee lokale sonderingen beschikbaar op de locatie van het rekenprofiel of de monitoringsraai. Deze gaven aanleiding tot een andere interpretatie van bepaalde grondlagen.

Ook de controle tussen het versterkingsontwerp en de actuele geometrie laat zien dat het versterkingsprofiel met de tijd is gaan zetten.



Op basis van het lokaal beschikbare grondonderzoek en de ontwerptekening van de dijkversterking, zijn de ondergrondschematisatie en is het profiel van versterkte delen aan de dijk bijgesteld geweest.

Figuur 35: Voorbeeld van controle en bijstelling van ondergrondschematisatie van versterkingsproject

Ondergrondschematisatie op basis van archiefgegevens

Als een rekenprofiellocatie wordt gehanteerd waarbij geen lokaal grondonderzoek is ingewonnen of een monitoringsraai van toepassing is, dient de ondergrondschematisatie te worden gebaseerd op basis van nabijgelegen grondonderzoek. Dit grondonderzoek is veelal beschikbaar vanuit archiefmateriaal (GTA) of openbare databases (DINOloket of BRO). Het schematiseren van de ondergrond kan plaats vinden op basis van aanwijzingen volgend uit *Module Sterkte* (§1.1) van het document *Richtlijn Toetsing Regionale Waterkeringen* [13].

4.4.4 Grondeigenschappen

Voor het kunnen uitvoeren van stabiliteitsanalysen zijn grondeigenschappen benodigd van de verschillende grondlagen die binnen de dwarsdoorsnede van het rekenprofiel voorkomen. Hierbij geldt initieel het uitgangspunt dat de te hanteren sterkte-eigenschappen aansluiten op de veiligheidsfilosofie achter de *Leidraad Toetsen op Veiligheid Regionale Waterkeringen* (LTVRW) [7]. De LTVRW gaat uit van gedraineerde schuifsterkte parameters volgens het *Mohr-Coulomb* materialenmodel voor toepassing binnen effectieve spanningsanalysen.

In de basis worden deze sterkte-eigenschappen ontleend uit de *regionale* proevenverzameling van het HHNK, maar ook kan ervoor worden gekozen om aanvullende laboratoriumproeven (zie §3.1) uit te laten voeren waarbij een *maatwerk* proevenverzameling wordt opgesteld. Hieronder wordt ingegaan op deze twee opties.

Regionale proevenverzameling

Grondeigenschappen van verschillende grondlagen binnen het beheersgebied binnen Noord-Holland zijn beschikbaar via de *Regionale proevenverzameling Noord-Holland V7.04* [9]. De proevenverzameling sluit aan op de veiligheidsfilosofie met IPO-klassen achter de LTVRW [7] en de daarvoor afgeleide materiaalfactoren [14].

De in de proevenverzameling afgeleide parameters houden rekening met de regionale spreiding van verschillende gedefinieerde grondlagen of grondsoorten binnen Noord-Holland, waardoor deze in veel gevallen breed toepasbaar is binnen het beheersgebied. De sterkteparameters zijn in de proevenverzameling uitgedrukt in termen van *sigma-tau curves* (σ'-τ) waarbij de (gedraineerde) schuifsterkte afhankelijk is van het spanningsniveau. Zo is een minimaal mobiliseerbare schuifsterkte bij lage terreinspanningen in de proevenverzameling ondervangen met de *sigma-tau curves*. De database achter de proevenverzameling is onder andere openbaar beschikbaar gesteld door de STOWA via een de *STOWA Landelijke database*[42]. De datasets van deze verzameling zijn van 2023.

Maatwerk proevenverzameling

Het kan voorkomen dat maatwerk wenselijk is ten aanzien van de bepaling van de grondeigenschappen. Dit kan het geval zijn wanneer de *Regionale proevenverzameling Noord-Holland* mogelijk onvoldoende *representatief* is voor de doelen ten aanzien van DAM voor de betreffende waterkering. Als alternatief kan ervoor gekozen worden om aanvullende laboratoriumproeven uit te laten voeren in het kader van het grondonderzoeksplan voor de

[42] STOWA Landelijke grondparameter set (2023)

inrichting van de monitoringsraaien (zie §3.5), waarmee een op maat gemaakte proevenverzameling kan worden opgesteld. Afwegingen hiervoor zijn onder andere gegeven in §2.3.

In een dergelijk op maat gemaakte proevenverzameling dient aandacht te gaan naar:

- Dat er voldoende[43] proefresultaten beschikbaar zijn per grondlaag voor de bepaling van statistische parameters en verdelingen.
- Een omvang qua classificatie en index proeven waarbij alle voorkomende grondlagen binnen de dwarsdoorsnede van de waterkering voldoende gekarakteriseerd kunnen worden.
- Dat de proevenverzameling representatief is voor de lengte van het dijktracé waarvoor het DAM-model wordt opgesteld.

Een meer op maat gemaakte proevenverzameling houdt bij voorkeur rekening met laboratoriumonderzoek dat in het verleden bij de betreffende waterkering uitgevoerd is geweest. In veel gevallen zullen deze proefresultaten al onderdeel zijn van de *Regionale proevenverzameling Noord-Holland*. Aanvullend laboratoriumonderzoek heeft als doel om de proevenverzameling voor de betreffende waterkering compleet te maken zodat de statistisch afgeleide parameters en verdelingen geschikt zijn voor volledig probabilistische stabiliteitsanalysen.

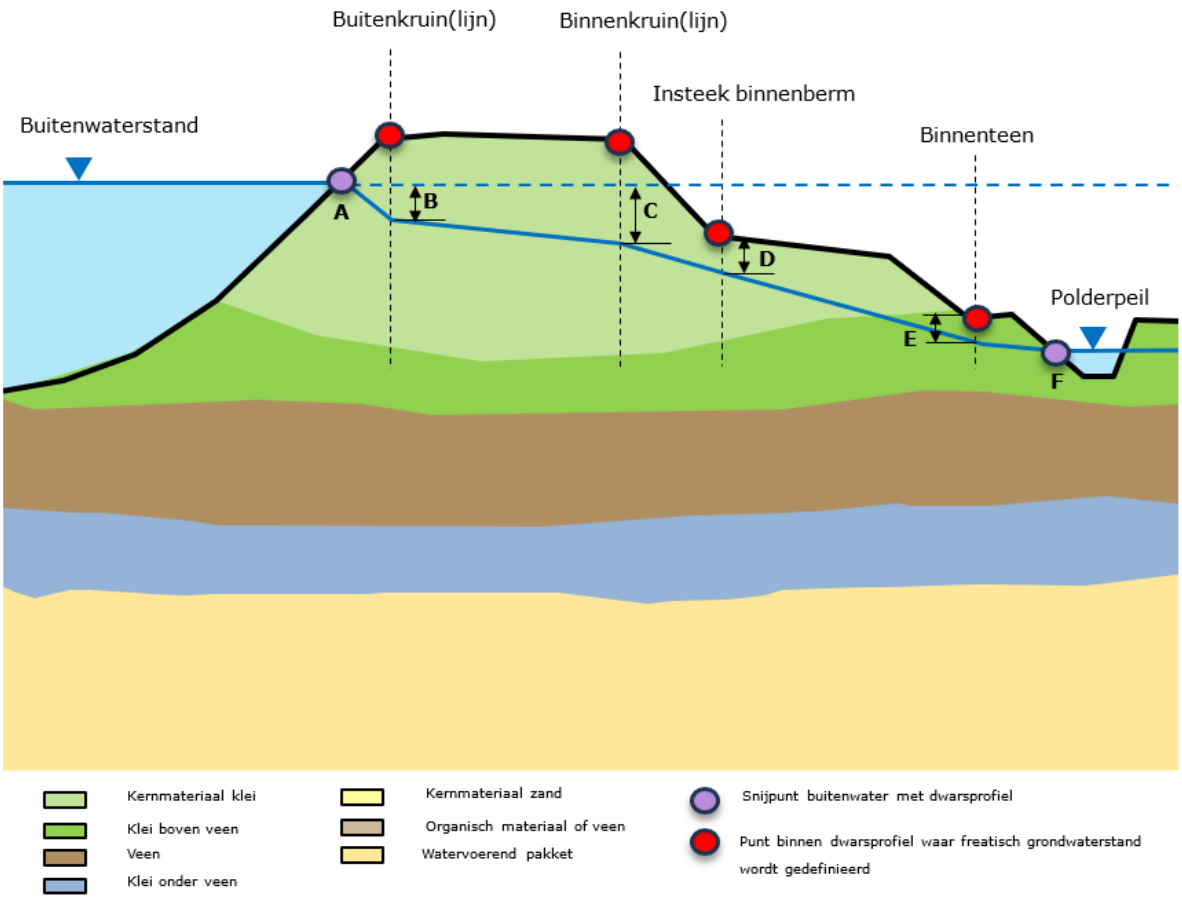
De uitwerking van een op maat gemaakte proevenverzameling dient voldoende te worden gedocumenteerd met het oog op herleidbaarheid en eventueel toekomstig benodigde aanpassingen of uitbreidingen.

4.4.5 Freatische lijn

De freatische lijn vormt één van de kernparameters van een schematisering binnen WV2030. Met het slimme meetnetwerk wordt inzicht verkregen in het gedrag van de freatische lijn binnen beschouwde keringen. De statistiek volgend uit de metingen vormt de basis voor de invoer van de Fragility Curves, de vertaling van de mogelijke grondwaterstanden naar een probabilistische faalkans. Via een iteratief proces naarmate de meetreeks uitbreidt, worden de Fragility Curves bijgesteld en de normatieve condities opnieuw beoordeeld. Dit proces krijgt gedurende het programma vorm en hangt o.a. af van voortschrijdend inzicht en afstemming met externe partijen.

Met het oog op de reproductiestap welke de actualisatie opvolgt, wordt het aangeraden om de freatische lijn binnen het D-Stability model op een soortgelijke wijze vast te leggen als DAM: met een gelimiteerd aantal knooppunten en gerefereerd aan de karakteristieke punten van het profiel. Het reproduceren van de schematisaties verloopt dan eenvoudiger doordat de uitgangspunten gelijk kunnen worden gehouden.

[43] *Een aantal van 30 stuks per grondlaag is met het oog op de afleiding van statistische parameters wenselijk, maar niet altijd mogelijk. Intern wordt binnen het HHNK gestreefd naar een minimumaantal van 15-20 schuifsterkte proeven per (relevante) grondlaag.*



Figuur 36: Principeweergave van schematisatie freatisch vlak binnen DAM (hertekend uit [11])

De knooppunten vermeld in Figuur 36 zijn hieronder in Tabel 8 nader toegelicht.

Tabel 8: Karakteristieke punten gebruikt voor schematisering freatische lijn in DAM

Punt	Hoogteligging bepaald door
A	Snijpunt buitenwaterstand met buitentalud (wordt automatisch bepaald)
B	Buitenwaterstand minus de opgegeven offset in DAM-invoer
C	Buitenwaterstand minus de opgegeven offset in DAM-invoer
D	Maaiveldhoogte van de insteek binnenkruin minus de opgegeven offset in DAM-invoer
E	Maaiveldhoogte van de binnenteen minus de opgegeven offset in DAM-invoer
F	Snijpunt polderpeil met teensloot (wordt automatisch bepaald)

4.4.6 Verkeersbelasting

De verkeersbelasting wordt binnen DAM in tweevoud vastgelegd. De locatie wordt vastgelegd door middel van de *karakteristieke punten*, waarbij de binnenwaartse coördinaat doorgaans gelijkgesteld

wordt aan de binnenkruinlijn. De buitenwaartse coördinaat wordt richting de boezem op 2,5 meter afstand van het binnenkruin-coördinaat gepositioneerd. De grootte van de belasting wordt vastgelegd binnen het *locations.csv* invoerbestand. DAM is in tegenstelling tot D-Geo Stability niet in staat om te rekenen met een spreiding van de verkeersbelasting in de ondergrond. Ook dit is één van de redenen waardoor de resultaten tussen D-Geo Stability en DAM kunnen afwijken.

4.5 Reproductie rekenprofielen

Stabiliteitsanalysen afkomstig van toets- of versterkingsprojecten zijn bijna exclusief gemaakt met rekenprogramma D-Geo Stability van Deltares. De schematisaties binnen deze software zijn vele jaren de basis geweest voor toetsoordelen of versterkingsontwerpen. Hierdoor is veel kennis beschikbaar van deze specifieke software (interne werking) en is vertrouwen aanwezig in de schematisaties die binnen deze software zijn gemaakt en de resultaten die daaruit volgden.

In recente jaren is D-Geo Stability vervangen door opvolger D-Stability. In deze nieuwe software zijn inmiddels ook veel schematisaties gemaakt en is een vertrouwen en ervaring opgebouwd. Om trendbreuk binnen de Toetsing Regionale Waterkringen van periode 2012-2024 te voorkomen en vanwege het tot op recente ontbreken van de mogelijkheid om sigma-tau curves te schematiseren is D-Stability niet eerder toegepast voor regionale waterkeringen. Voor WV2030 is D-Stability wél toepasbaar voor zowel primaire als regionale waterkringen, en is ook DAM in staat om D-Stability schematiseringen te maken en door te rekenen.

4.5.1 Initiële verschillen

Een belangrijk verschil tussen D-Stability en DAM is de wijze waarop data vastgelegd wordt. Waar D-Geo Stability voor locatiegegevens exclusief rekent in een 'lokaal' assenstelsel i.e. zonder enige relatie tot (inter)nationale coördinatensystemen, rekent DAM in referentie tot het nationale Rijksdriehoeksstelsel (RD) coördinatensysteem. Enkel de hoogte van een profielcoördinaat wordt in beide softwarepakketten gelijk vastgelegd in referentie tot het Normaal Amsterdams Peil (NAP).

Doorgaans wordt bij het converteren van een D-Stability schematisatie naar DAM-model het lokale dwarsprofiel omgerekend naar het ruimtelijk equivalent. Voor WV2030 wordt een omgekeerde aanpak voorgeschreven: de gegevens dienen aan de voorzijde van enige schematiseringsacties al ruimtelijk vast te worden gelegd. Zo kunnen deze gegevens meervoudig gebruikt worden: eenmaal omgerekend naar een lokaal assenstelsel voor de D-Stability schematisering en eenmaal in de originele vorm voor de DAM schematisering.

4.5.2 Kalibratie van DAM-model

Omdat HHNK zoveel als mogelijk aan wil sluiten op in het verleden vastgestelde resultaten en werkwijzen[44] wordt geëist dat het resultaat van de resultaten vanuit DAM binnen een marge van $\Delta SF = 0{,}05$ overeenkomen met de resultaten van de nieuw opgezette D-Stability berekeningen alvorens verdere analyses uitgevoerd worden. Deze marge is gebaseerd op Expert Judgement door de vele opgedane ervaring tussen DAM en D-(Geo) Stability in recente jaren binnen HHNK. Deze stap noemt het HHNK het *reproduceren* van rekenprofielen. Gelijke profielen dienen in (nagenoeg) gelijke resultaten te resulteren, en daarmee wordt geborgd dat het uitgangspunt van de nieuwe analyse gelijk is aan het resultaat van de vorige analyse voor een uniform vertrekpunt.

Het is aannemelijk dat bij het overnemen van een D-Geo Stability schematisatie in DAM de resultaten in eerste instantie afwijken van de *handmatig* opgestelde berekening. Enkele redenen hiervoor kunnen afwijkingen zijn in de locaties van de verkeersbelasting, knooppunten van de

[44] *Dit is met het oog op het zoveel mogelijk voorkomen of beperken van trendbreuken in relatie tot opgeleverde toetsresultaten en recentelijk versterkte waterkeringen.*

freatische lijn en rekengrids. Dit zijn de voornaamste knoppen waaraan gedraaid kan worden om het resultaat gelijk te trekken.

Waar in D-Geo Stability voor een gebruiker een volledige opgavevrijheid is van het aantal en de locaties van de knooppunten van een freatische lijn, is dezelfde gebruiker binnen DAM gebonden aan een aantal knooppunten ten opzichte van eerder opgegeven referentiepunten, een subset van de karakteristieke punten, zoals uiteengezet in §4.4.5.

Referenties

[1] HHNK, „Startnotitie Waterveiligheid anno 2030, corsanummer: 21.0988347," Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier, Heerhugowaard, 2022.

[2] HHNK, „Plan van aanpak programma Waterveiligheid 2030 - Op weg naar continu inzicht in de staat van ons areaal, corsanummer: 24.0125262," Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier, Heerhugowaard, 2024.

[3] HHNK, Inschrijvingsleidraad voor de Europeese openbare aanbesteding van Geotechnisch bodemonderzoek ten behoeve van: Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier - Op basis van het ARW 2016, corsanummer 23.1006468, Heerhugowaard: Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier, 2023a.

[4] TAW, Technisch Rapport Waterspanningen bij dijken, DWW-2004-057, Technische Adviescommissie voor de Waterkeringen, 2004.

[5] STOWA, Leidraad toetsen op veiligheid regionale waterkeringen, ORK 2007-02, Utrecht: Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer, 2007.

[6] STOWA, Addendum op de leidraad toetsen op veiligheid regionale waterkeringen betreffende de boezemkaden, ORK 2010-22, Amersfoort: Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer, 2010.

[7] STOWA, Leidraad toetsen op veiligheid regionale waterkeringen, rapport 2015 W15, Utrecht: Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer, 2015.

[8] ARCADIS, „Ondergrenzen sterkteparameters, Regionale proevenverzameling Noord-Holland V7.02," Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier, Heerhugowaard, 2019a.

[9] ARCADIS, „Ondergrenzen sterkteparameters, Regionale proevenverzameling Noord-Holland v7.04, corsanummer: 21.0111397," Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier, Heerhugowaard, 2019b.

[10] STOWA, Handboek meten van grondwaterstanden in peilbuizen, rapport 2012-50, Amersfoort: Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer, 2012.

[11] Deltares, Handleiding DAM 1.0 - Deel C, Functioneel ontwerp DAM 1.0, kenmerk: 1207094-000-GEO-002, Delft: Deltares, 2013.

[12] HHNK, Eisen digitale oplevering, Bodem- en grondonderzoek HHNK, versie 2.5, corsanummer 22.0328767, Heerhugowaard: Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier, 2023b.

[13] HHNK, „Richtlijn Toetsing Regionale Waterkeringen, Toetsingsperiode 2012-2024, registratienummer: 22.0682766, versie 1.0, status definitief," Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier, Heerhugowaard, 2022a.

[14] STOWA, „Materiaalfactoren boezemkaden, ORK 2009-05," Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer, Utrecht, 2009.

[15] R. A. Collenteur, M. Bakker, R. Caljé, K. A. Stijn en F. Schaars, „Pastas: Open Source Software for the Analysis of Groundwater Time Series," *Groundwater, Volume 57, Issue 6: Special Section on Time Series Analysis,* pp. 825-983, november 2019.

[16] HHNK, „VBK2 Starnmeer, Onderzoek schuifsterkte veen in achterland, corsanummer: 19.0955972," Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier, Heerhugowaard, 2019.

[17] HHNK, „Memo: Sterkte Hollandveen naast de dijk, corsanummer: 17.0119225," Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier, Heerhugowaard, 2018.

[18] WRSL, „Sterkte bij lage spanningen, Onderzoeksprogramma regionale waterkeringen AH5," Waterschap Rivierenland, Tiel, 2022.

Bijlage 1: GIS-bestand waterkering/ polder

In deze bijlage wordt ingegaan op het op te stellen GIS-bestand met als doel om te komen tot een overzicht van de waterkering of polder. Het GIS-overzicht vormt vervolgens de basis voor het gericht kunnen maken van keuzen voor monitoringsraaien en het grondonderzoeksplan.

De onderdelen die deel uitmaken van het GIS-bestand zijn hieronder weergegeven. Hierbij is het GIS-bestand van de waterkering van Heerhugowaard als voorbeeld gegeven.

Kaartlagen

Het GIS-bestand van de waterkering of polder bestaat uit de volgende datasets:

- Profiellocaties_toetsing (punt)
- Vakindeling_toetsing (lijn)
- Profiellocaties_versterking (punt)
- Vakindeling_versterking (lijn)
- Basisregistraties en referentiedata

Figuur 37: weergave van GIS-bestand van waterkering Heerhugowaard (gele cirkels = profiellocaties, zwaartelijnen met pijlen = dijkvakken)

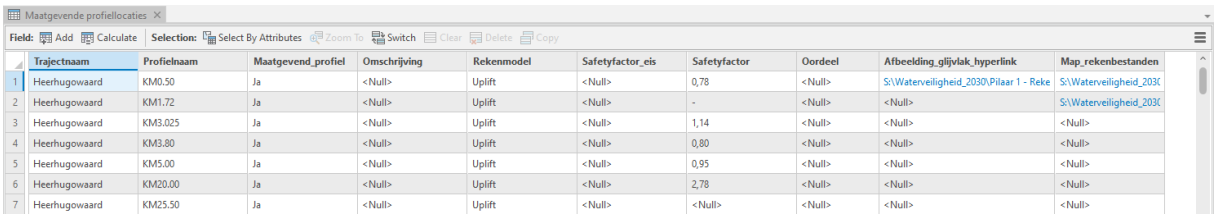
Dit GIS bestand vormt de basis van het grondonderzoeksplan welke eveneens in GIS wordt vastgelegd (zie specificaties *Bijlage 4: Producten en format grondonderzoeksplan*).

Dataset profiellocaties toetsing

De dataset *profiellocaties toetsing* bevat de locaties van alle dwarsprofiellocaties die gehanteerd zijn geweest in de toetsprojecten. Deze dataset bevat de attributen zoals samengevat in Tabel 9. In Figuur 38 is een ingevulde voorbeeld gegeven van de attributen voor de profiellocaties.

Tabel 9: Overzicht attributen profiellocaties toetsing

Naam veld	Type	Opmerking
Trajectnaam	Tekst	Naam van waterkeringstraject (Bijvoorbeeld: Heerhugowaard)
Profielnaam	Tekst	Naam of code van profiellocatie (Bijvoorbeeld: KM0.50)
Maatgevend_profiel	Tekst	Keuze uit Ja/Nee of profiellocatie is gebruikt als maatgevend profiel (Bijvoorbeeld: Ja)
Omschrijving	Tekst	Ruimte voor toelichting op het profiel, bijvoorbeeld omdat de locatie niet zeker is, of omdat voor de toetsing een fictief profiel is gebruikt.
Rekenmodel	Tekst	Vermelding van gehanteerd rekenmodel met keuze uit: Bishop, Uplift Van, Spencer van der Meij
Safetyfactor_eis	Tekst	De vereiste veiligheidsfactor bestaande uit het product van de schadefactor (Y_n), modelfactor (Y_d) en schematiseringsfactor (Y_b)
Safetyfactor	Tekst	De berekende veiligheidsfactor zoals gerapporteerd in rapportage
Oordeel	Tekst	Vermelding van het oordeel 'Voldoet'/'Voldoet niet' (profiellocatie voldoet wel of niet aan de vereiste veiligheidsfactor).
Afbeelding_glijvlak_hyperlink	Tekst	Hyperlink naar een afbeelding van het berekende glijvlak van de macrostabiliteitsberekening.
Map_rekenbestanden	Tekst	Hyperlink naar de map (folder) met het rekenbestand achter de macrostabiliteitsberekening.



Maatgevende profiellocaties

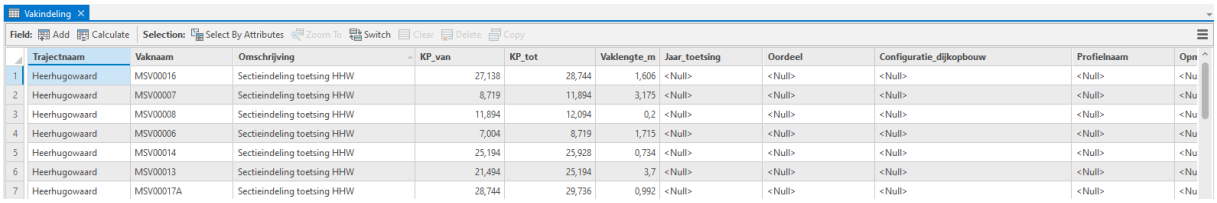
Field: Add Calculate | Selection: Select By Attributes Zoom To Switch Clear Delete Copy

	Trajectnaam	Profielnaam	Maatgevend_profiel	Omschrijving	Rekenmodel	Safetyfactor_eis	Safetyfactor	Oordeel	Afbeelding_glijvlak_hyperlink	Map_rekenbestanden
1	Heerhugowaard	KM0.50	Ja	<Null>	Uplift	<Null>	0,78	<Null>	S:\Waterveiligheid_2030\Pilaar 1 - Reke	S:\Waterveiligheid_2030
2	Heerhugowaard	KM1.72	Ja	<Null>	Uplift	<Null>	-	<Null>	<Null>	S:\Waterveiligheid_2030
3	Heerhugowaard	KM3.025	Ja	<Null>	Uplift	<Null>	1,14	<Null>	<Null>	<Null>
4	Heerhugowaard	KM3.80	Ja	<Null>	Uplift	<Null>	0,80	<Null>	<Null>	<Null>
5	Heerhugowaard	KM5.00	Ja	<Null>	Uplift	<Null>	0,95	<Null>	<Null>	<Null>
6	Heerhugowaard	KM20.00	Ja	<Null>	Uplift	<Null>	2,78	<Null>	<Null>	<Null>
7	Heerhugowaard	KM25.50	Ja	<Null>	Uplift	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>

Figuur 38: Weergave attribuut tabel van maatgevende profiellocaties van toetsing waterkering Heerhugowaard

Dataset vakindeling toetsing

De dataset vakindeling toetsing bevat de lijnstukken van alle dijkvakken die gehanteerd zijn geweest in de toetsprojecten. Deze dataset bevat de attributen zoals samengevat in Tabel 10. In Figuur 39 is een ingevuld voorbeeld gegeven van de attributen van de vakindeling toetsing.



Vakindeling

Field: Add Calculate | Selection: Select By Attributes Zoom To Switch Clear Delete Copy

	Trajectnaam	Vaknaam	Omschrijving	KP_van	KP_tot	Vaklengte_m	Jaar_toetsing	Oordeel	Configuratie_dijkopbouw	Profielnaam	Opm
1	Heerhugowaard	MSV00016	Sectieindeling toetsing HHW	27,138	28,744	1,606	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Nu
2	Heerhugowaard	MSV00007	Sectieindeling toetsing HHW	8,719	11,894	3,175	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Nu
3	Heerhugowaard	MSV00008	Sectieindeling toetsing HHW	11,894	12,094	0,2	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Nu
4	Heerhugowaard	MSV00006	Sectieindeling toetsing HHW	7,004	8,719	1,715	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Nu
5	Heerhugowaard	MSV00014	Sectieindeling toetsing HHW	25,194	25,928	0,734	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Nu
6	Heerhugowaard	MSV00013	Sectieindeling toetsing HHW	21,494	25,194	3,7	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Nu
7	Heerhugowaard	MSV00017A	Sectieindeling toetsing HHW	28,744	29,736	0,992	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Nu

Figuur 39: weergave attribuut tabel van vakindeling van toetsing waterkering Heerhugowaard

Tabel 10: Overzicht attributen vakindeling toetsing

Naam veld	Type	Opmerking
Trajectnaam	Tekst	Naam van waterkeringtraject (Bijvoorbeeld: Heerhugowaard)
Vaknaam	Tekst	Naam of code van dijkvak (Bijvoorbeeld: MSV00015)
Omschrijving	Tekst	Sectie indeling toetsing (Bijvoorbeeld: sectie indeling toetsing HHW)
KP_van	Double	Kilometrering start vak t.o.v. startpunt traject (Bijvoorbeeld: 25,928)
KP_tot	Double	Kilometrering eind vak t.o.v. startpunt traject (Bijvoorbeeld: 27,138)
Vaklengte_m	Double	Lengte van dijkvak in meters
Jaar_toetsing	Tekst	Jaartal van toetsing
Oordeel	Tekst	Veiligheidsoordeel volgend uit toetsing of beoordeling (Bijvoorbeeld: I_v - IV_v voor primaire waterkeringen of G/V/O/GO)
Configuratie_dijkopbouw	Tekst	Optie 1 t/m 12 (zie Tabel 2 voor opties) (Bijvoorbeeld: optie 2)
Profielnaam	Tekst	Naam of code van bijbehorende maatgevende profiellocatie
Opmerkingen	Tekst	Veld voor vermelding van eventuele opmerkingen
Map_rapportage_link	Tekst	Hyperlink naar bestandslocatie van toetsrapportage

Dataset profiellocaties versterking

De dataset *profiellocaties versterking* bevat de locaties van alle dwarsprofielen die gehanteerd zijn geweest in de versterkingsprojecten. Het gaat hierbij om profiellocaties waarop de ontwerpberekeningen zijn gebaseerd. Deze dataset bevat de attributen, zoals samengevat in Tabel 11.

Tabel 11: Overzicht attributen profiellocaties versterking

Naam veld	Type	Opmerking
Projectnaam	Tekst	Naam van het versterkingsproject (Bijvoorbeeld: VBK Heerhugowaard)
Profielnaam	Tekst	Naam of code van profiellocatie (Bijvoorbeeld: KM0.50)
Ontwerp_profiel	Tekst	Keuze uit Ja/Nee of profiellocatie is gebruikt als ontwerpprofiel (Bijvoorbeeld: Ja)
Omschrijving	Tekst	Ruimte voor toelichting op het profiel.
Rekenmodel	Tekst	Vermelding van gehanteerd rekenmodel met keuze uit: Bishop, Uplift Van, Spencer van der Meij
Safetyfactor_eis	Tekst	De vereiste veiligheidsfactor bestaande uit het product van de schadefactor (Y_n), modelfactor (Y_d) en schematiseringsfactor (Y_b)
Safetyfactor	Tekst	De berekende veiligheidsfactor zoals gerapporteerd in rapportage
Oordeel	Tekst	Vermelding van het oordeel 'Voldoet'/'Voldoet niet' (profiellocatie voldoet wel of niet aan de vereiste veiligheidsfactor).
Afbeelding_glijvlak_hyperlink	Tekst	Hyperlink naar een afbeelding van het berekende glijvlak van de macrostabiliteitsberekening.
Map_rekenbestanden	Tekst	Hyperlink naar de map (folder) met het rekenbestand achter de macrostabiliteitsberekening.

Dataset vakindeling versterking

De dataset *vakindeling versterking* bevat de lijnstukken van alle dijkvakken die gehanteerd zijn geweest in de versterkingsprojecten. Deze dataset bevat de attributen zoals samengevat in Tabel 12.

Tabel 12: Overzicht attributen vakindeling versterking

Naam veld	Type	Opmerking
Projectnaam	Tekst	Naam van het versterkingsproject (Bijvoorbeeld: VBK Heerhugowaard)
Sectie	Tekst	Naam of code van dijkvak/sectie (Bijvoorbeeld: MSV00015)
Sectielengte_m	Tekst	Lengte van het dijkvak/de sectie in meters.
KP_van	Double	Kilometrering start vak/sectie t.o.v. startpunt traject

Naam veld	Type	Opmerking
		(Bijvoorbeeld: 25,928)
KP_tot	Double	Kilometrering eind vak/sectie t.o.v. startpunt traject (Bijvoorbeeld: 27,138)
Versterkingsmaatregelen	Tekst	Samenvatting uitgevoerde versterkingsmaatregel. (Bijvoorbeeld: steunberm, kruinverhoging, taludverflauwing ect.)
Configuratie_dijkopbouw	Tekst	Optie 1 t/m 12 (zie Tabel 2 voor opties) (Bijvoorbeeld: optie 2)
Jaar_van_oplevering	Tekst	Jaar waarop versterking is opgeleverd.
Opmerkingen	Tekst	Veld voor vermelding van eventuele opmerkingen
AS_Built_link	Tekst	Hyperlink naar de AS-built tekening.
Map_rapportage_link	Tekst	Hyperlink naar bestandslocatie van ontwerprapportage

Bijlage 2: Mappenstructuur WV2030

Om de consistentie, de herleidbaarheid en toekomstbestendigheid van projecten te waarborgen, wordt een vaste mappenstructuur voorgeschreven waarin alle interne en externe projecten opgeleverd moeten worden. In deze bijlage is de mappenstructuur uitgewerkt.

Het streven is om gegevens vast te leggen in de nieuwe werkmethode van HHNK, SharePoint. Enkel de data die niet bewerkt en/of gebruikt kan worden in deze omgeving wordt 'offline' bewaard op de netwerkschijven van HHNK. Met snelkoppelingen kan worden verwezen naar documenten in SharePoint. Niet elke hoofdmap uit de mappenstructuur hoeft inhoud te hebben, dit is afhankelijk van de resultaten en producten van het betreffende project. Het is mogelijk dat mappen leeg blijven als de data die normaliter in de desbetreffende map(pen) zou staan niet gebruikt of beschikbaar is.

Alle gegevens die afhankelijk zijn van gebruikersinput zijn aangegeven met een accolade aan weerszijde: {Projectnaam}. Deze input is dus variabel. Specifiek {…} is gebruikt als de inhoud van een map vrij gekozen kan worden door de gebruiker, en specifiek […] is gebruikt als de rest van de inhoud van de map soortgelijk is aan het voorgeschreven format en er geen bestandslimiet geldt. Sub-mappen en bestanden vanaf dat niveau hebben geen vast voorgeschreven format.

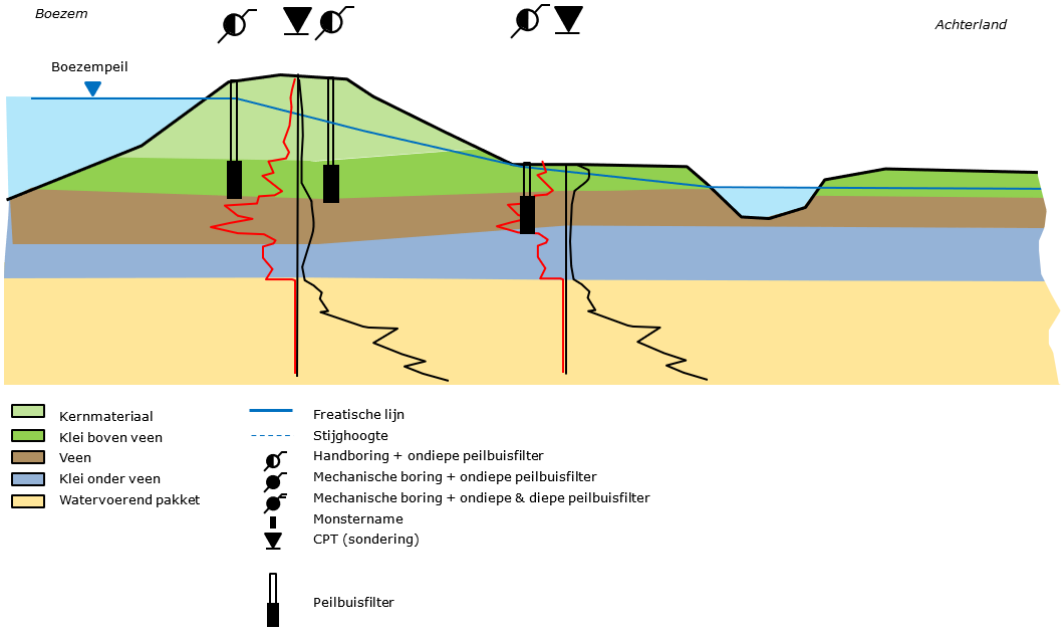
Generieke documenten worden verwacht in de daartoe bestemde mappenstructuur, maar bestanden behorende bij een specifiek doel (e.g. rekenbestanden of het grondonderzoeksplan als output van GIS) worden in de daartoe bestemde map verwacht.

```
📂 {Projectnaam} – {Projectnummer}
↳📂 01 Projectmanagement
|        ↳📂 {…}
|        ↳📄 {…}
↳📂 02 Worddocumenten
|        ↳📂 {…}
|        ↳📄 {…}
↳📂 03 Exceldocumenten
|        ↳📂 {…}
|        ↳📄 {…}
↳📂 04 Presentaties
|        ↳📂 {…}
|        ↳📄 {…}
↳📂 05 GIS
|        ↳📂 {…}
|        ↳📄 {…}
↳📂 06 Rekenbestanden
|        ↳📂 01 D-Stability
|        |        ↳📄 {Vaknaam}-{dijkpaalnummer}+{meters}m.sti(x)
|        |        ↳📄 {Vaknaam}-{dijkpaalnummer}+{meters}m.sti(x)
|        |        ↳📄 […]
|        ↳📂 02 DAM
|        |        ↳📂 01 CSV Bestanden
```

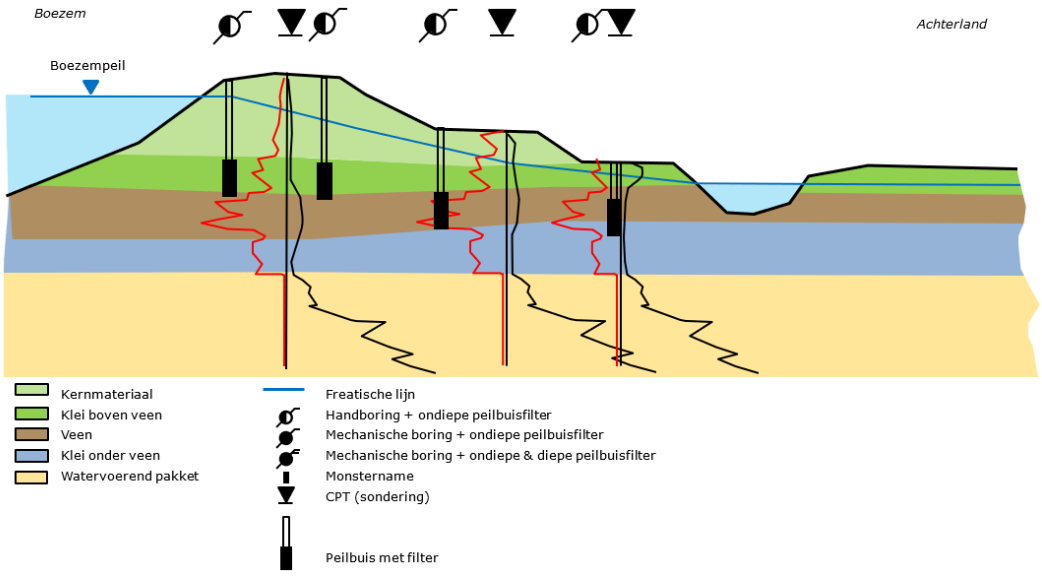
```
|       |       |       ↳ characteristicpoints.csv
|       |       |       ↳ locations.csv
|       |       |       ↳ scenarios.csv
|       |       |       ↳ segments.csv
|       |       |       ↳ soilprofiles.csv
|       |       |       ↳ surfacelines.csv
|       |       ↳ 02 2D-Geometrie
|       |       |       ↳ {Vaknaam}-{dijkpaalnummer}+{meters}m.sti(x)
|       |       |       ↳ {Vaknaam}-{dijkpaalnummer}+{meters}m.sti(x)
|       |       |       ↳ [...]
|       |       ↳ 03 Gronddatabase
|       |       |       ↳ {Projectnaam}-Grondparameters.mdb
|       |       ↳ 04 Fragility Curves
|       |       |       ↳ {...}
|       |       ↳ 05 Werkbestanden
|       |       |       ↳ {...}
|       |       ↳ {Projectnaam}.damx
|       |       ↳ {Projectnaam}.defx
↳ 07 Software
|       ↳ {...}
|       ↳ {...}
↳ 08 Opgeleverde meetgegevens
|       ↳ {...}
|       ↳ {...}
↳ 09 Afbeeldingen
|       ↳ {...}
|       ↳ {...}
↳ 10 Literatuur
|       ↳ {...}
|       ↳ {...}
↳ {...}
```

Bijlage 3: Standaardconfiguraties voor monitoringsraai(en)

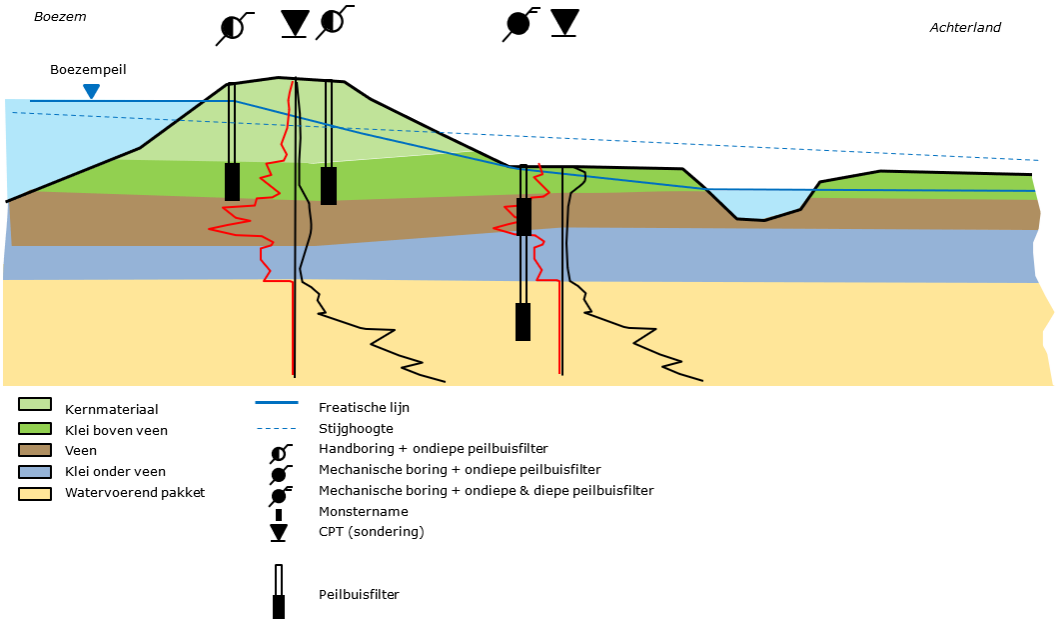
In deze bijlage worden een aantal *standaard* configuraties voor monitoringsraaien weergegeven. Deze standaard configuraties zijn gebruikt voor het maken van schattingen van de kosten. De configuraties zijn bedoeld als hulpmiddel en te allen tijde mag van deze configuraties worden afgeweken. Voor een overzicht van de aantallen per standaard configuratie, zie Tabel 13.



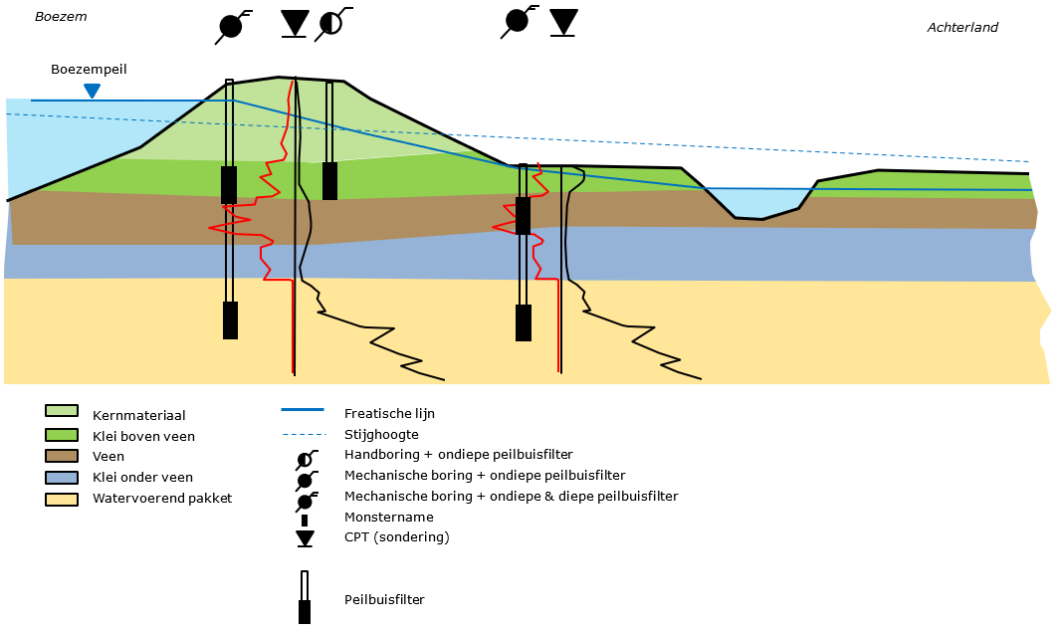
Figuur 40: Principeweergave van categorie 1A monitoringsraai



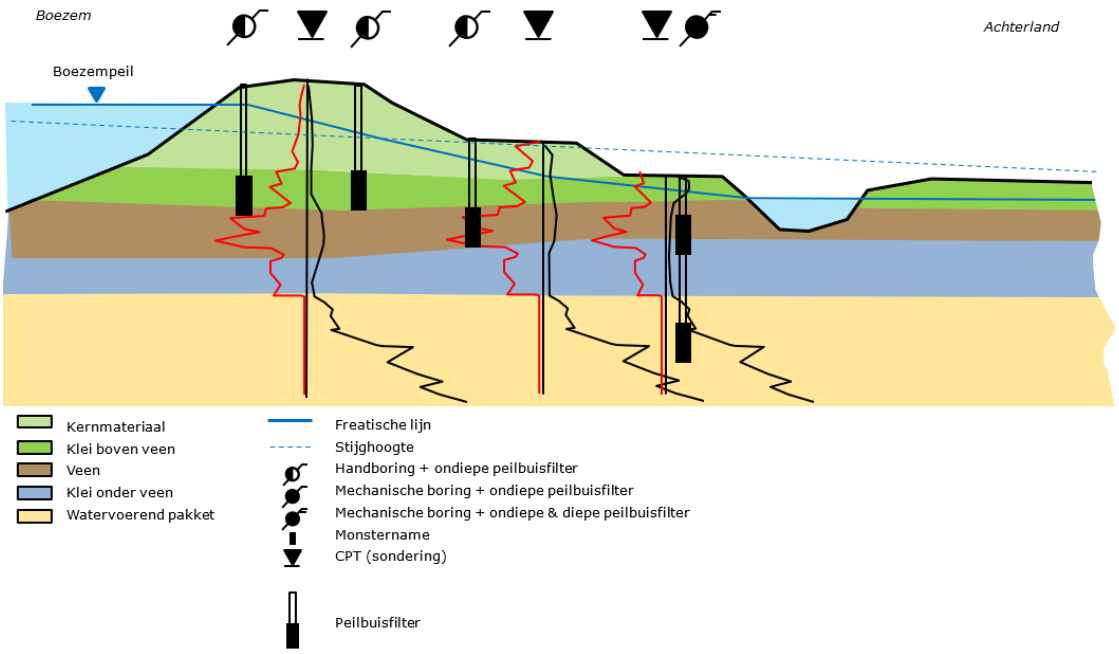
Figuur 41: Principeweergave van categorie 1B monitoringsraai



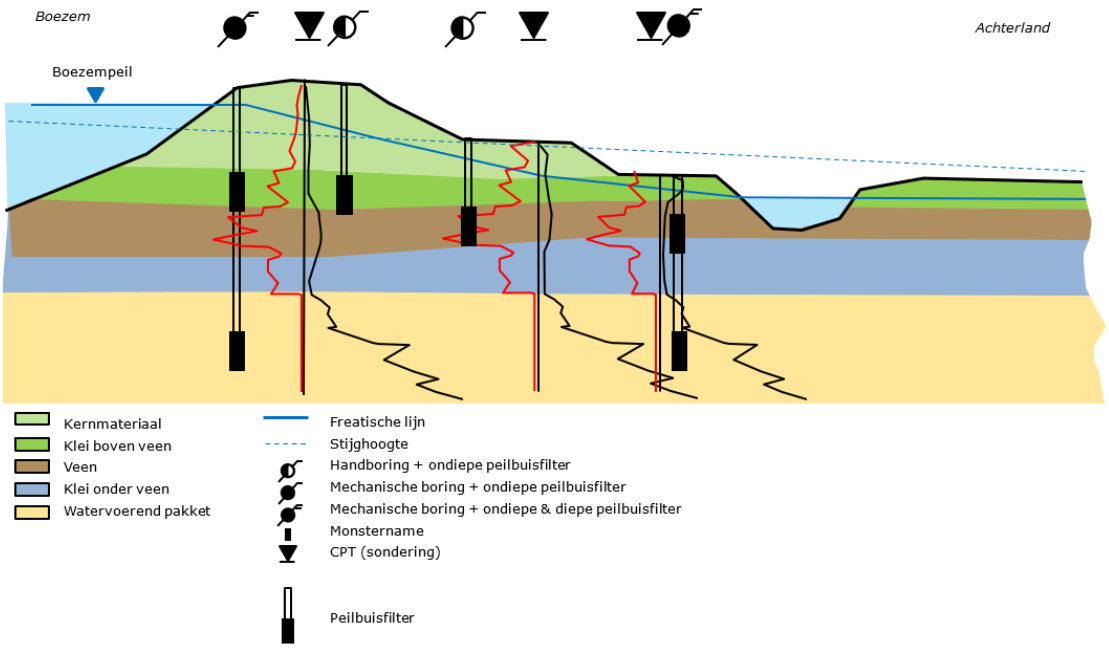
Figuur 42: Principeweergave van categorie 2A monitoringsraai



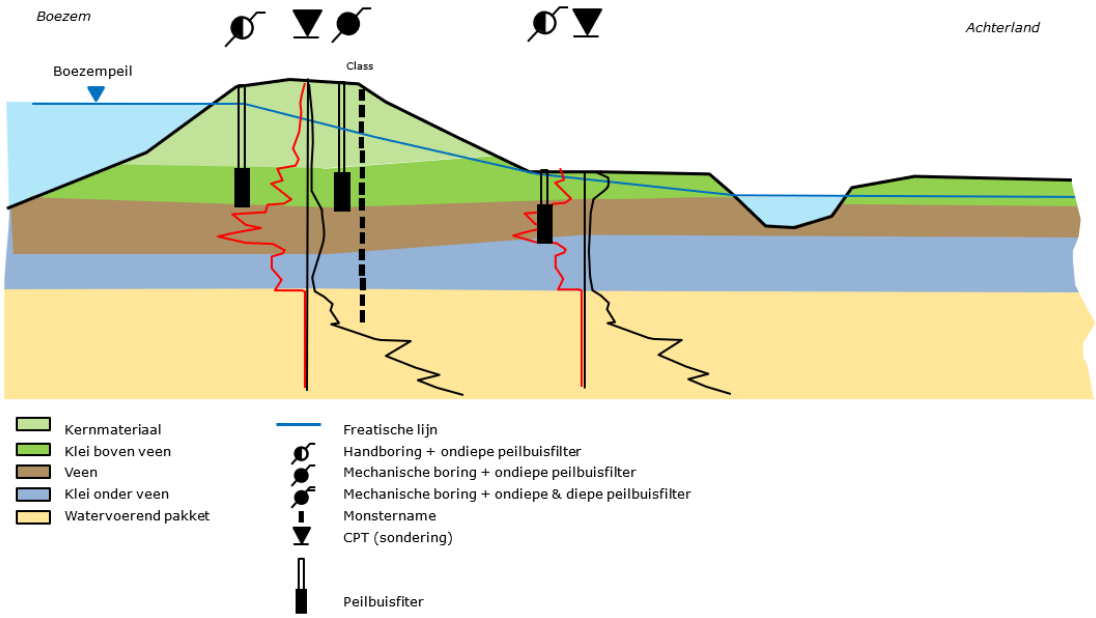
Figuur 43: Principeweergave van categorie 2B monitoringsraai



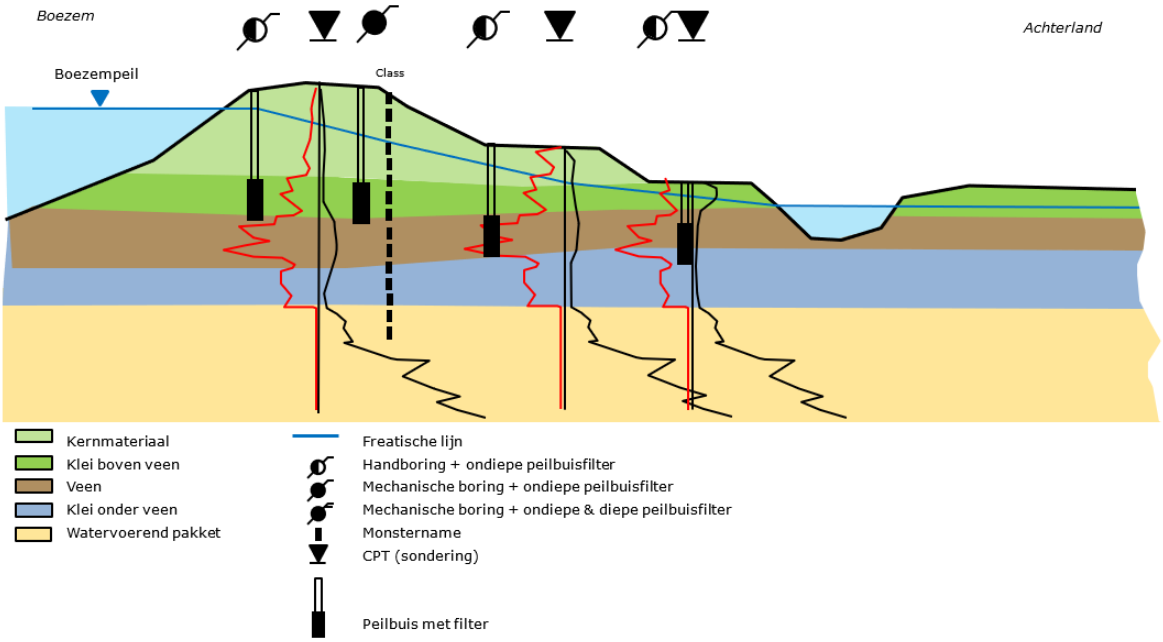
Figuur 44: Principeweergave van categorie 2C monitoringsraai



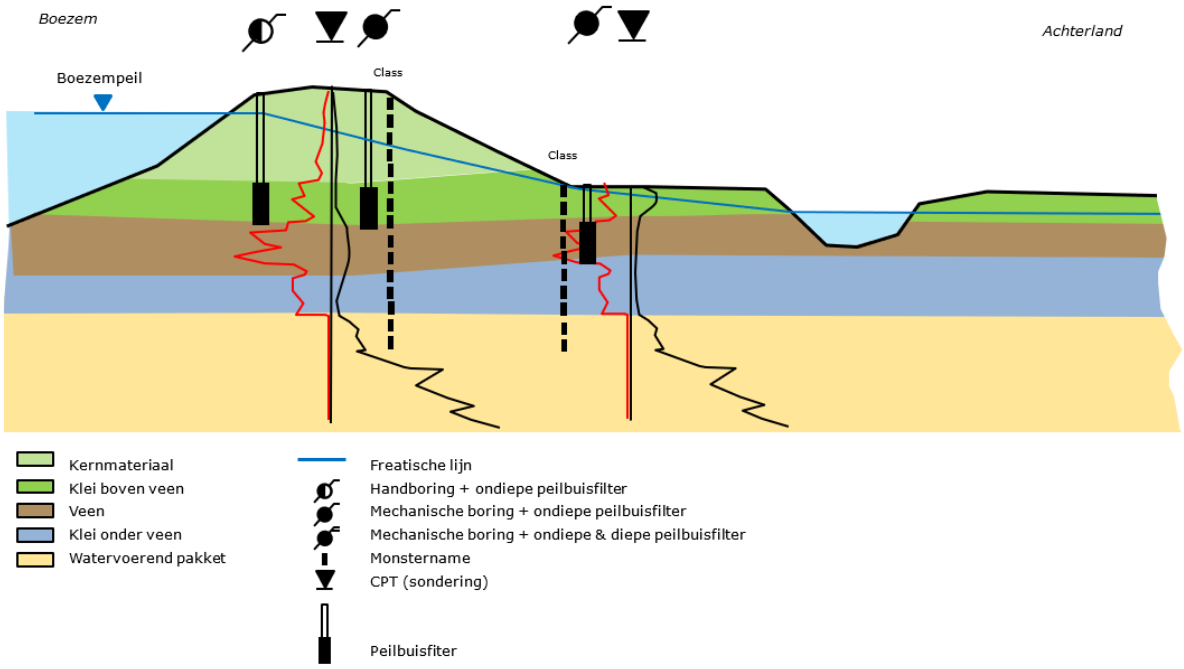
Figuur 45: Principeweergave van categorie 2D monitoringsraai



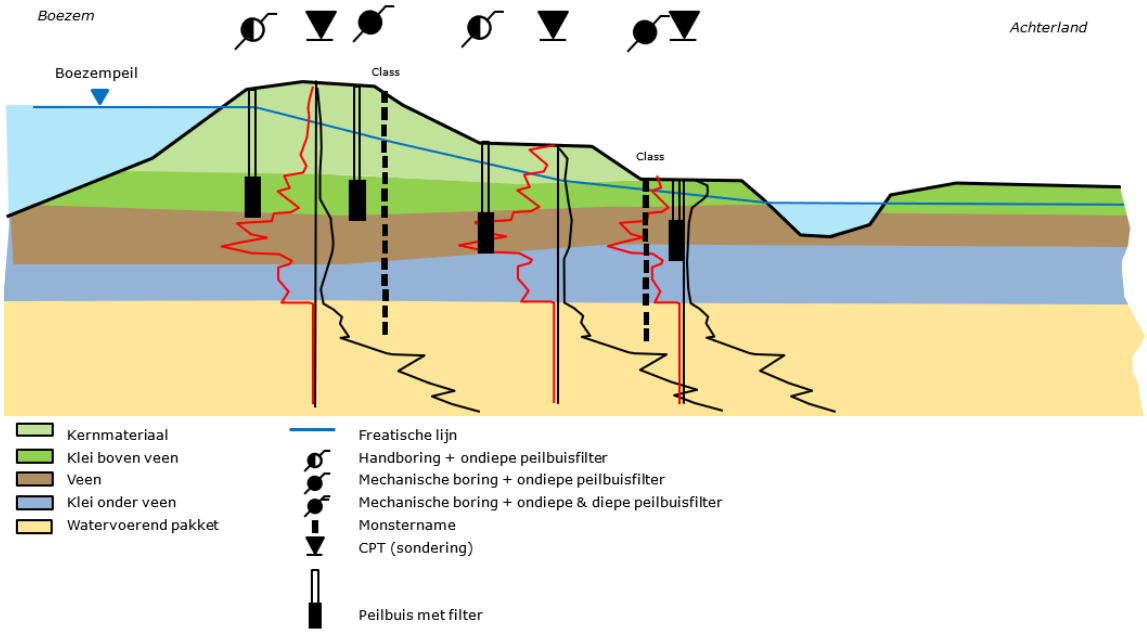
Figuur 46: Principeweergave van categorie 3A monitoringsraai



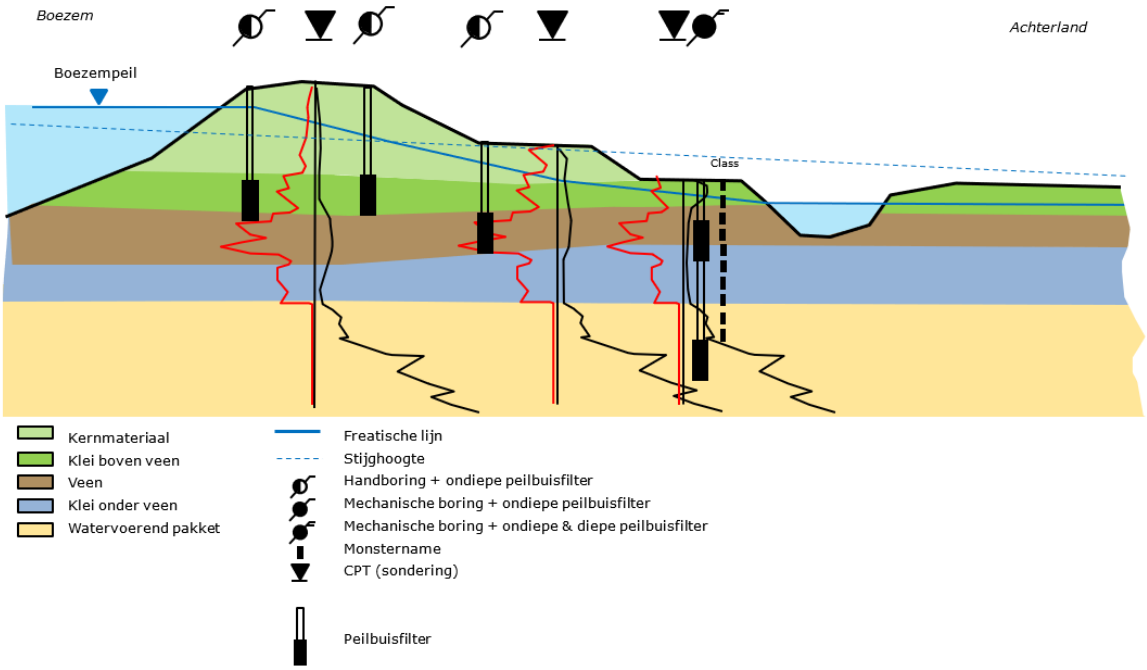
Figuur 47: Principeweergave van categorie 3B monitoringsraai



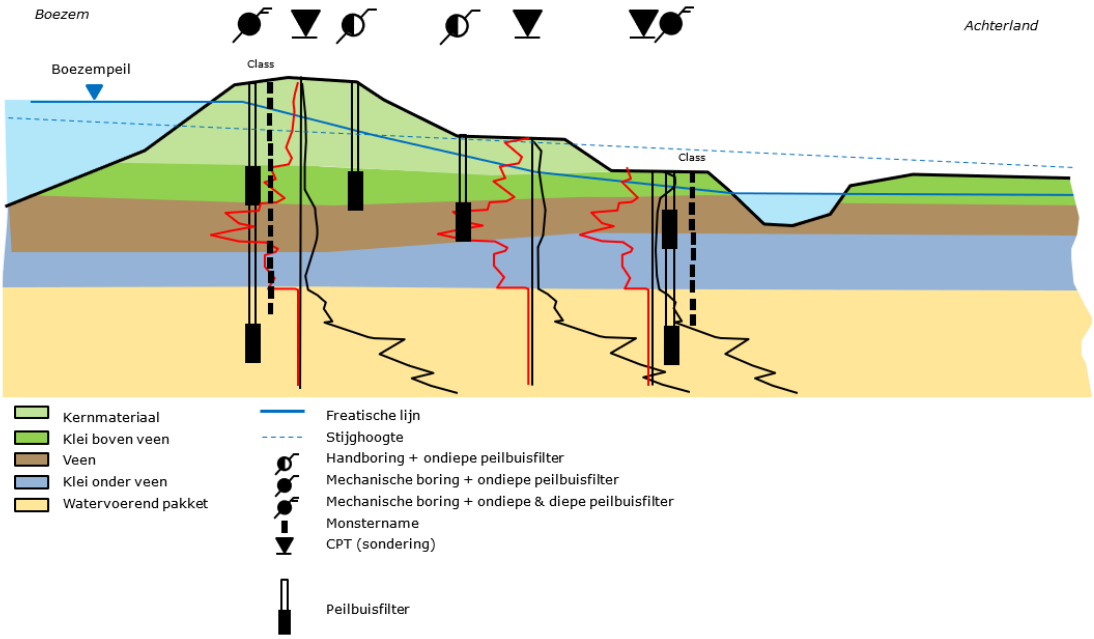
Figuur 48: Principeweergave van categorie 3C monitoringsraai



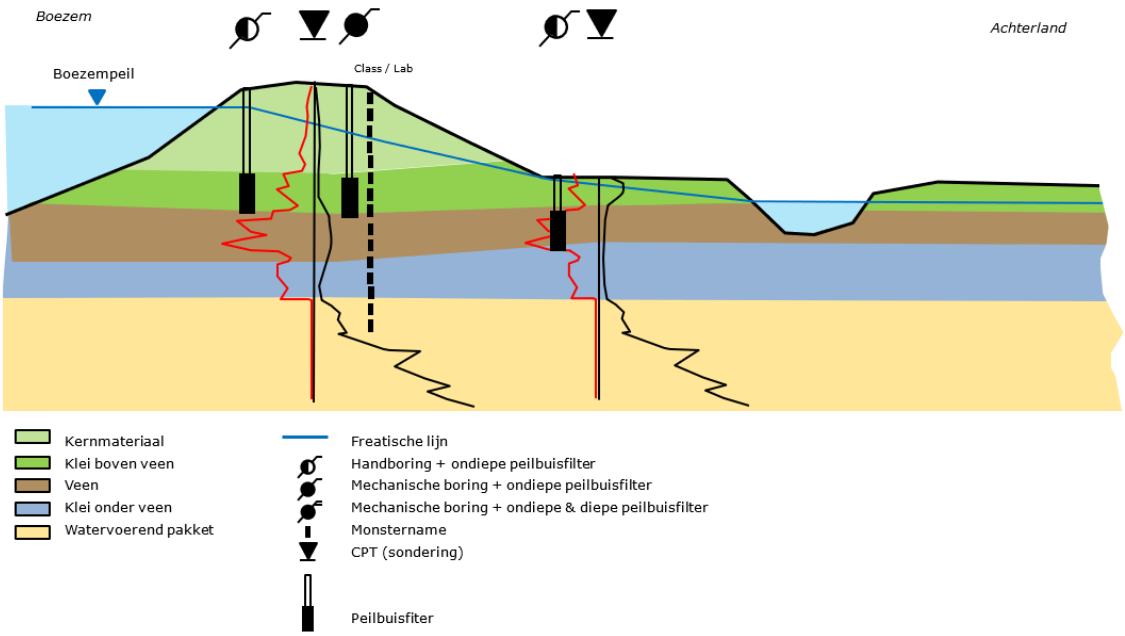
Figuur 49: Principeweergave van categorie 3D monitoringsraai



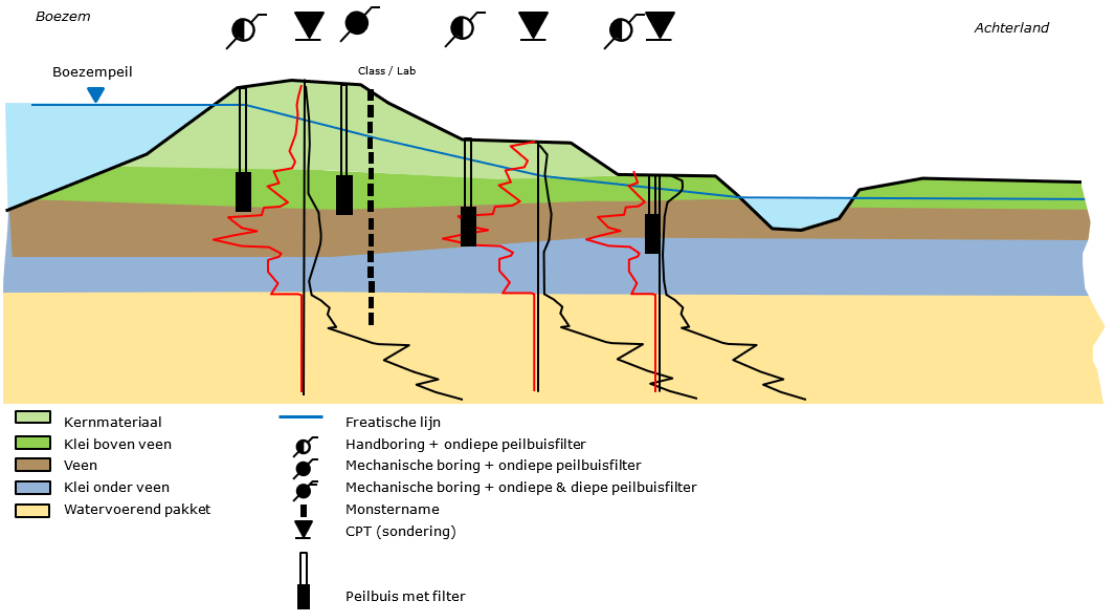
Figuur 50: Principeweergave van categorie 3E monitoringsraai



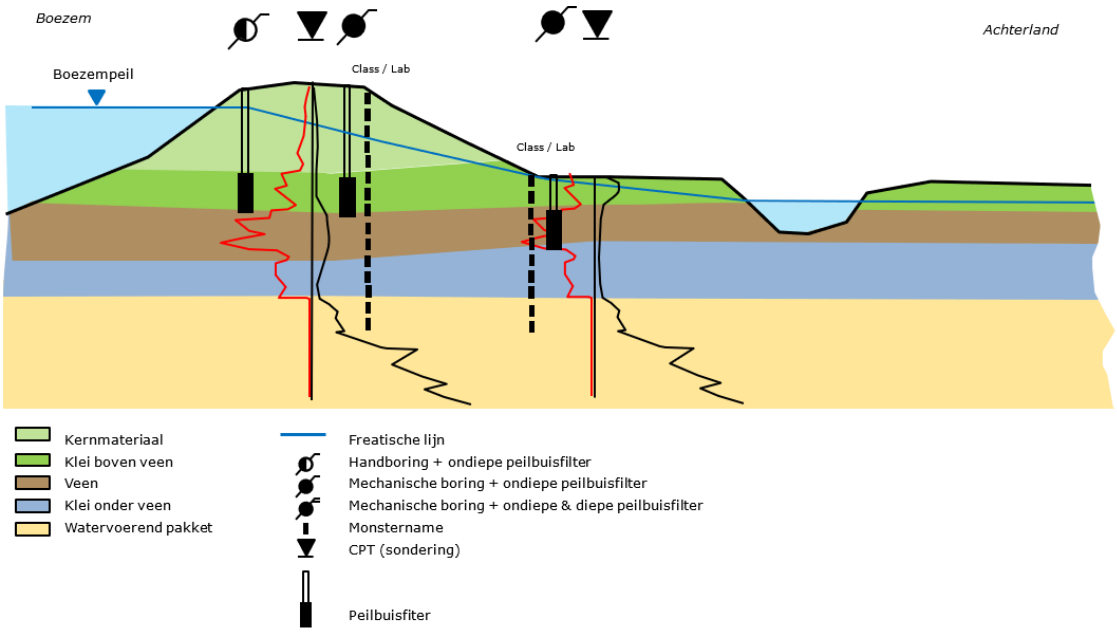
Figuur 51: Principeweergave van categorie 3F monitoringsraai



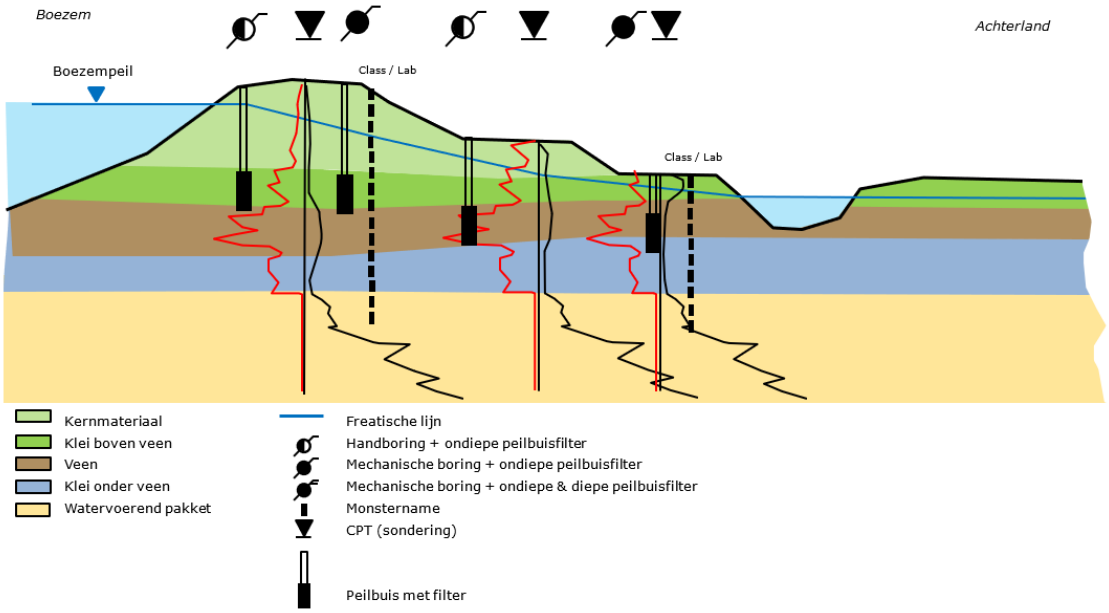
Figuur 52: Principeweergave van categorie 4A monitoringsraai



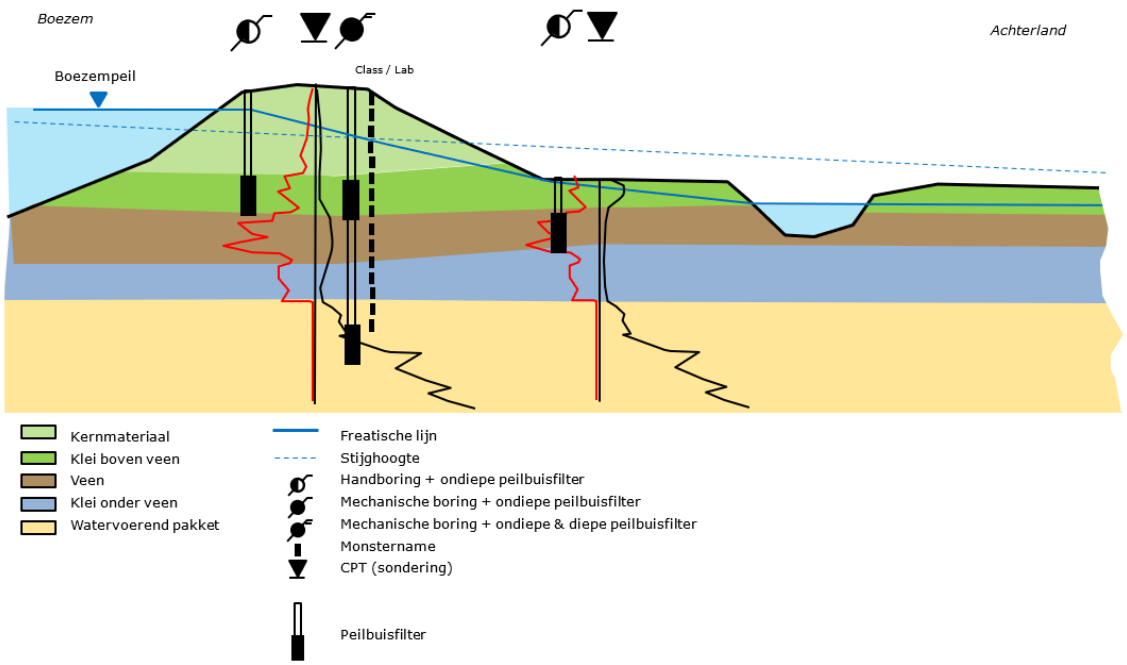
Figuur 53: Principeweergave van categorie 4B monitoringsraai



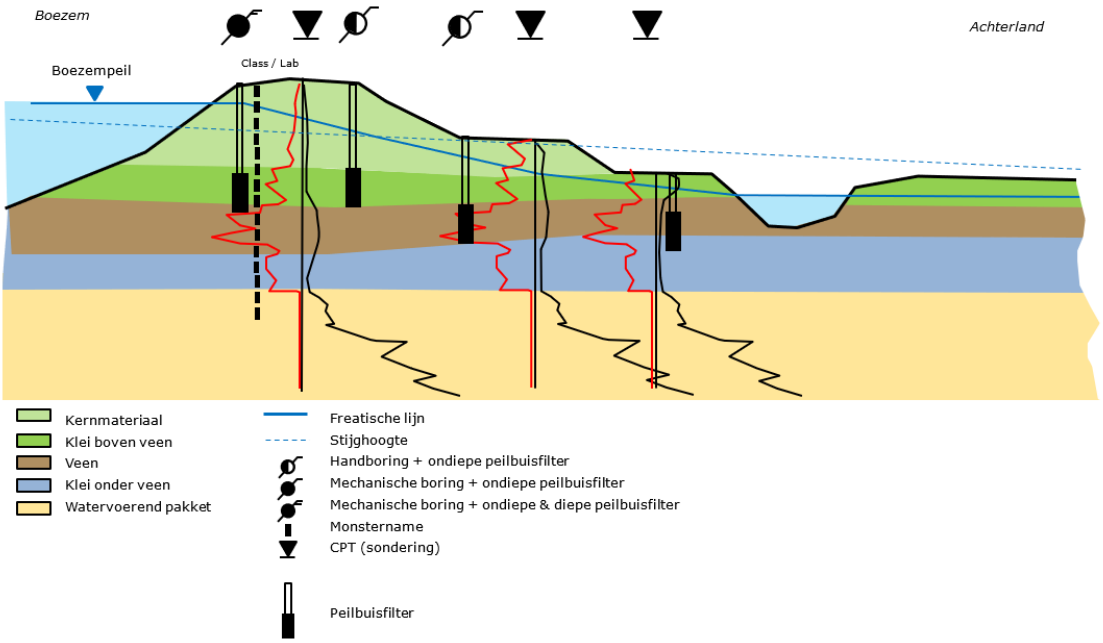
Figuur 54: Principeweergave van categorie 4C monitoringsraai



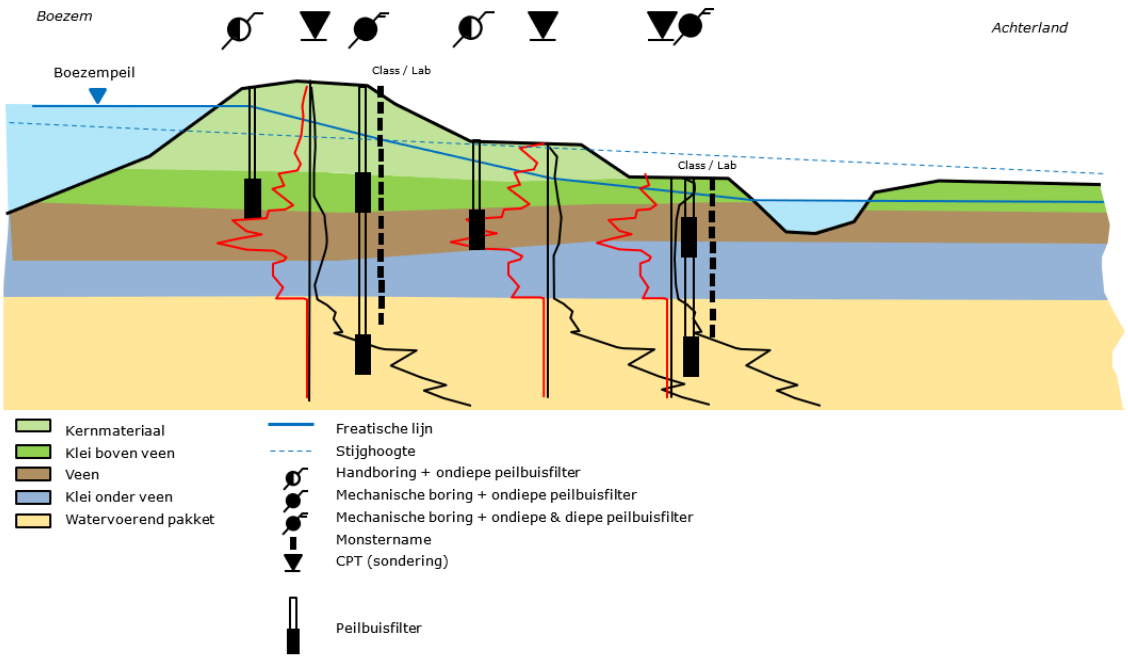
Figuur 55: Principeweergave van categorie 4D monitoringsraai



Figuur 56: Principeweergave van categorie 4E monitoringsraai



Figuur 57: Principeweergave van categorie 4F monitoringsraai



Figuur 58: Principeweergave van categorie 4G monitoringsraai

Tabel 13: Detail overzicht van grondonderzoek per standaard configuratie van een monitoringsraai t.b.v. inschatting kosten

	Configuratie	Berm	Freatische peilbuis	Stijghoogte peilbuis	Handboring	Mechanische boring	Lab Class	Lab Att	Lab CAU-TC	Lab DSS	Lab CRS
1a	Freatisch (groene kade met ondiepe peilbuizen)	-	3	0	3	0	0	0	0	0	0
1b	Freatisch (groene kade, binnenberm, met ondiepe peilbuizen)	X	4	0	4	0	0	0	0	0	0
2a	Freatisch & stijghoogte (groene kade met ondiepe en enkele diepe peilbuizen)	-	3	1	2	1	0	0	0	0	0
2b	Freatisch & stijghoogte (groene kade met ondiepe en twee diepe peilbuizen)	-	3	2	2	1	0	0	0	0	0
2c	Freatisch & stijghoogte (groene kade, binnenberm, met ondiepe en enkele diepe peilbuis)	X	4	1	3	1	0	0	0	0	0
2d	Freatisch & stijghoogte (groene kade, binnenberm, met ondiepe en twee diepe peilbuizen)	X	4	2	2	2	0	0	0	0	0
3a	Freatisch (groene kade met ondiepe peilbuizen en classificaties)	-	3	0	2	1	20	6	0	0	0
3b	Freatisch (groene kade, binnenberm, met ondiepe peilbuizen en classificaties)	X	4	0	3	1	20	6	0	0	0
3c	Freatisch (groene kade met ondiepe peilbuizen en intensief classificaties)	-	3	0	1	2	40	12	0	0	0
3d	Freatisch (groene kade, binnenberm, met ondiepe peilbuizen en intensief classificaties)	X	4	0	2	2	40	12	0	0	0
3e	Freatisch & stijghoogte (groene kade, binnenberm, met ondiepe en enkele diepe peilbuis met classificaties)	X	4	1	3	1	20	6	0	0	0
3f	Freatisch & stijghoogte (groene kade, binnenberm, met ondiepe en twee diepe peilbuizen met intensief classificaties)	X	4	2	2	2	40	12	0	0	0

	Configuratie	Berm	Freatische peilbuis	Stijghoogte peilbuis	Handboring	Mechanische boring	Lab Class	Lab Att	Lab CAU-TC	Lab DSS	Lab CRS
4a	Freatisch (groene kade met ondiepe peilbuizen en classificaties/labproeven)	-	3	0	2	1	20	6	4	2	6
4b	Freatisch (groene kade, binnenberm, met ondiepe peilbuizen en classificaties/labproeven)	X	4	0	3	1	20	6	4	2	6
4c	Freatisch (groene kade met ondiepe peilbuizen en intensief classificaties/labproeven)	-	3	0	1	2	40	12	8	4	12
4d	Freatisch (groene kade, binnenberm, met ondiepe peilbuizen en intensief classificaties/labproeven)	X	4	0	2	2	40	12	8	4	12
4e	Freatisch & stijghoogte (groene kade, met ondiepe en enkele diepe peilbuis met classificaties/labproeven)	-	3	1	2	1	20	6	4	2	6
4f	Freatisch & stijghoogte (groene kade, binnenberm, met ondiepe en enkele diepe peilbuis met classificaties/labproeven)	X	4	1	1	2	20	6	4	2	6
4g	Freatisch & stijghoogte (groene kade, binnenberm, met ondiepe en twee diepe peilbuizen met classificaties/labproeven)	X	4	2	2	2	20	6	4	2	6

Bijlage 4: Producten en format grondonderzoeksplan

In deze bijlage wordt ingegaan op de aan te leveren producten en de formats die onderdeel uitmaken van het grondonderzoeksplan dat wordt overgedragen aan het grondonderzoeksbureau voor de voorbereiding en uitvoering van het grondonderzoek.

Overzicht producten en formats

Het grondonderzoeksplan dient te bestaan uit de volgende producten:

- Concept locaties van de onderzoekspunten (i.e. boringen, peilbuizen en sonderingen) en de monitoringsraaien (GIS).
- Inschatting van de aantallen en kosten.
- Notitie met een omschrijving van de opdracht voor richting het grondonderzoeksbureau.

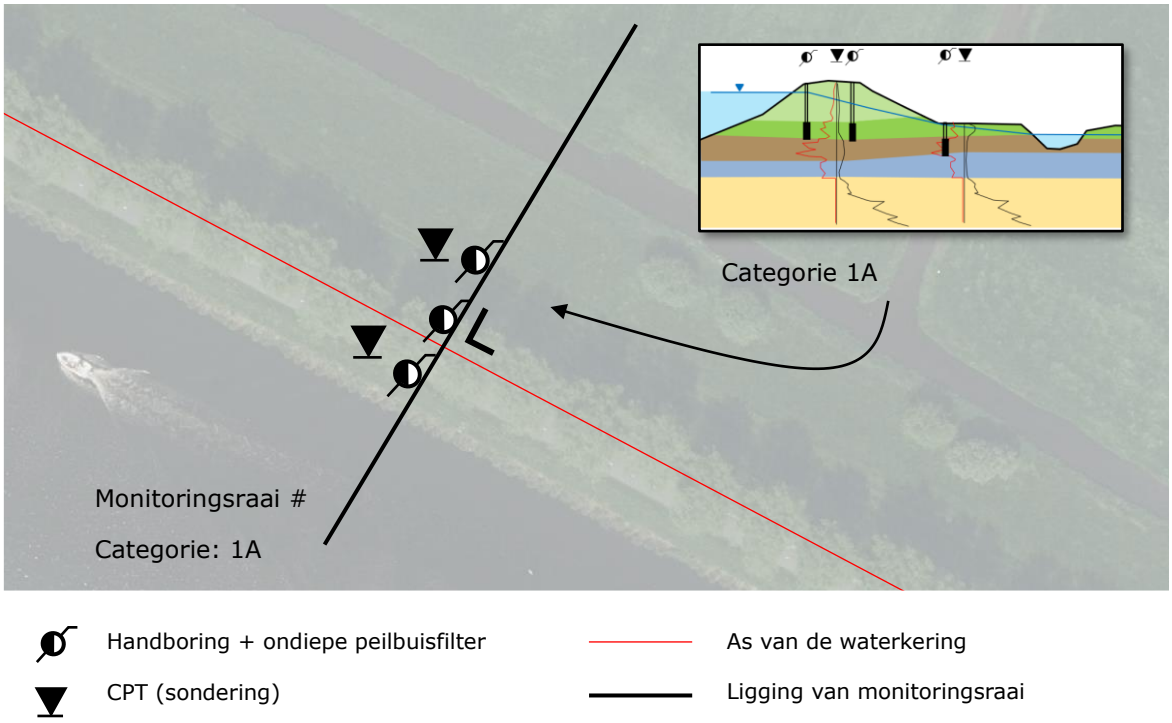
Tabel 14: Producten en format van grondonderzoeksplan

Onderdeel	Toelichting	Format
GIS-overzicht	Een overzicht met de locaties van de onderzoekspunten (i.e. boringen, peilbuizen en sonderingen) en de ligging van de monitoringsraaien.	GIS (*.gdb)
Inschatting aantallen en kosten	Een ingevulde inschrijfstaat met verwachte aantallen en kosten.	Excel (*.xlsx)
Notitie opdracht grondonderzoeksplan	Betreft een notitie waar in de opdracht wordt toegelicht voor het grondonderzoeksbureau.	Word (*.docx)
Notitie werkinstructies laboratoriumproeven	Betreft een notitie waarin specifieke werkinstructies worden toegelicht ten aanzien van de uitvoering van laboratoriumproeven.	Word (*.docx)

Vastlegging locaties onderzoekspunten in GIS-overzicht

In GIS dienen de locaties van de sonderingen, boringen en peilbuizen ruimtelijk te worden vastgelegd (i.e. met bijbehorende RD-coördinaten). Hiervoor kan het GIS bestand volgens *Bijlage 1: GIS-bestand waterkering/ polder* worden gebruikt.

De locaties worden zoveel mogelijk in de langsrichting van de monitoringsraai gekozen, haaks op de as van de waterkering. In Figuur 59 is een voorbeeld gegeven van een monitoringsraai met 5 posities voor 3 uit te voeren handboringen met ondiepe peilbuisfilters en 2 sonderingen. Hierbij is de opbouw van een monitoringsraai volgens principe categorie 1A (zie *Bijlage 3: Standaardconfiguraties voor monitoringsraai*) toegepast.



Figuur 59: Voorbeeld van vastlegging concept grondonderzoekslocaties voor monitoringsraai

De vastlegging van de ligging en oriëntatie van de monitoringsraai dient in een aparte laag (*Layer*) te worden geregistreerd met een lijnstuk (*Line*).

Vastlegging details onderzoekspunten in GIS-overzicht

In de *Attribuut Tabel* worden gegevens per monitoringsraai zoals: raai nummer, overeenkomst met categorie, aantekeningen en toelichtingen. Zie een voorbeeld hiervan in Figuur 60. Uit de ingevoerde informatie moet volgen: welk nummer de raai heeft (1), welke eventuele standaard configuratie (categorie) deze bezit (2), om welke reden de raai gekozen is (3), of deze uiteindelijk daadwerkelijk onderdeel wordt van het grondonderzoeksplan (4) en wordt vermeld of er aandachtspunten zijn (5).

(1) (2) (3) (4) (5)

Field: Add Calculate | Selection: Select By Attributes Zoom To Switch Clear Delete Copy

	OBJECTID *	SHAPE *	Shape_Length	RAAI_NR	CAT	Aantekeningen	Monitoren	Toelichting
1	3	Polyline Z	199,999949	1	2b	Maatgevend profiel: r...	Nee	Anders te veel locaties en er ligt al een raai in de buurt
2	4	Polyline Z	347,53671	2	1b	Kennisopbouw	Nee	Anders te veel locaties en er ligt al een raai in de buurt
3	5	Polyline Z	199,999943	3	2b	Maatgevend profiel: r...	Ja	<Null>
4	7	Polyline Z	199,999987	4	2b	Maatgevend profiel: r...	Ja	Is dit ivm gat Spijkerboor?
5	8	Polyline Z	199,999989	5	2b	Kennisopbouw: relati...	Ja	<Null>
6	9	Polyline Z	255,775787	6	1b	Kennisopbouw: lage f...	Nee	We willen niet op afwijkingen monitoren ivm generaliseren

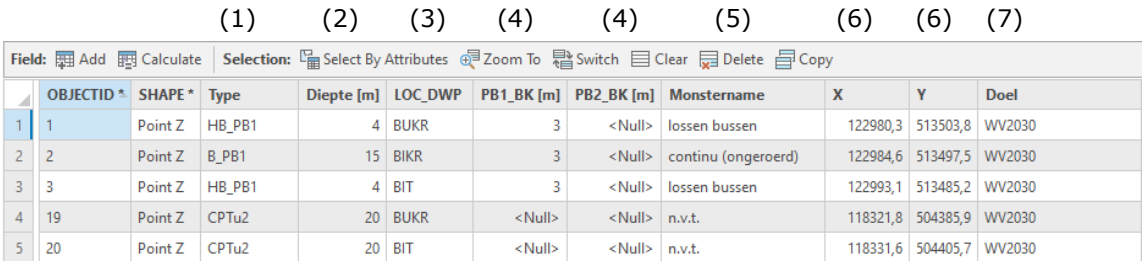
Figuur 60: Voorbeeld van ingevulde attribuut monitoringsraai

Zie Tabel 15 voor een volledig overzicht van de attributen van de layer *voorstel monitoringsraaien*.

Tabel 15: Overzicht attributen voortstel monitoringsraaien

Naam veld	Type	Opmerking
Code_HHNK	Tekst	Code van de locatie, zoals omschreven in Bijlage 6. {project ID}_{nummer}_{dijkpaalnummer+meters}
Dijkpaalmetrering	Tekst	Metrering t.o.v. dijkpalen {dijkpaalnummer+meters}
RAAI_NR	Long	Nummer van de raai
CAT	Tekst	Standaard configuratie van de raai (categorie)
Aantekeningen_monitoringsraai	Tekst	Reden waarom de raai gekozen is
Monitoren	Tekst	Raai is onderdeel van het grondonderzoeksplan: 'Ja/Nee'
Toelichting	Tekst	Eventuele aandachtspunten

De grondonderzoekslocaties worden ruimtelijke vastgelegd via puntlocaties (*Points*) binnen de Layer *Grondonderzoeksplan*. Vergelijkbaar met de Layer van de monitoringsraai(en) dient ook de attribuut tabel van alle grondonderzoekslocaties te worden voorzien van informatie. Zie een voorbeeld hiervan in Figuur 61. Uit de ingevoerde informatie moet duidelijk zijn wat voor type boring of sondering uitgevoerd moet worden (1), wat de benodigde diepte is (2), binnen welke zone van het dwarsprofiel deze zich bevindt (3), hoeveel peilbuizen per boorgat worden geplaatst (4), op welke wijze monstername moet plaatsvinden (5), wat de RD-coördinaten zijn van de locatie (6) en voor welk project of programma de locatie wordt uitgevoerd (7). Het laatste heeft hoofdzakelijk betrekking op het programma WV2030[45].



	OBJECTID *	SHAPE *	Type	Diepte [m]	LOC_DWP	PB1_BK [m]	PB2_BK [m]	Monstername	X	Y	Doel
1	1	Point Z	HB_PB1	4	BUKR	3	<Null>	lossen bussen	122980,3	513503,8	WV2030
2	2	Point Z	B_PB1	15	BIKR	3	<Null>	continu (ongeroerd)	122984,6	513497,5	WV2030
3	3	Point Z	HB_PB1	4	BIT	3	<Null>	lossen bussen	122993,1	513485,2	WV2030
4	19	Point Z	CPTu2	20	BUKR	<Null>	<Null>	n.v.t.	118321,8	504385,9	WV2030
5	20	Point Z	CPTu2	20	BIT	<Null>	<Null>	n.v.t.	118331,6	504405,7	WV2030

Figuur 61: Voorbeeld van ingevulde attributen grondonderzoekslocaties

Voor verdere specificaties voor het opnemen van gegevens in de *Attribuut Tabel*, zie *Bijlage 1: GIS-bestand* .

Zie Tabel 16 voor een volledig overzicht van de attributen.

[45] *Er zijn nadere plannen om het meetnet uit te breiden in het kader van een breder meetnet.*

Tabel 16: Overzicht attributen grondonderzoeksplan

Naam veld	Type	Opmerking
Code_HHNK	Tekst	Code van de locatie, zoals omschreven in Bijlage 6. {project ID}_{nummer}_{dijkpaalnummer+meters}_{zone dwarsprofiel}
Dijkpaalmetrering	Tekst	Metrering t.o.v. dijkpalen {dijkpaalnummer+meters}
LOC_DWP	Tekst	Locatie in het dwarsprofiel. Gebruik de afkortingen uit Figuur 65
Type	Tekst	Type boring of sondering
Diepte	Float	Benodigde diepte in meters
PB1_BK	Float	Aantal peilbuizen dat per boorgat wordt geplaatst
PB2_BK	Float	Aantal peilbuizen dat per boorgat wordt geplaatst
Monstername	Tekst	Wijze waarop monstername moet plaatsvinden
X	Float	X-coördinaat in RD
Y	Float	Y-coördinaat in RD
Doel	Tekst	Project of programma waarvoor de locatie wordt uitgevoerd (altijd 'WV2030')

Opstellen inschatting van de kosten

HHNK heeft een raamcontract met verschillende grondonderzoeksbureaus waarbij de eenheidsprijzen vast zijn gelegd voor veld- en laboratoriumonderzoekproducten.
Wanneer het grondonderzoeksplan gereed is, dient een inschatting te worden gemaakt van de kosten.

Het inschatten van de kosten kan op twee niveaus worden uitgevoerd:

- Kosten inschatting op basis van de standaard configuraties voor de monitoringsraaien (zie *Bijlage 3: Standaardconfiguraties voor monitoringsraai*). Voor deze optie kan gekozen worden wanneer het grondonderzoek niet op een hoog detail[46] is uitgewerkt en de hoeveelheden onzeker zijn. De standaard configuraties kunnen een indruk gegeven van de kosten wanneer deze globaal worden aangehouden. Hierbij is het enkel relevant om te weten welke configuratie ongeveer zal worden gehanteerd bij een gegeven raai. De geselecteerde configuraties kunnen vervolgens per raai voor de betreffende polder worden ingevoerd in de kostenraming spreadsheet van het HHNK (zie Figuur 62).
- Wanneer het grondonderzoeksplan wel in een hoog detailniveau[46] bekend is, kan ervoor worden gekozen om de aantallen direct op te laten nemen in een inschrijfstaat.

Projectleiding Slim grondwater meetnetwerk HHNK: op welke wijze de kosteninschatting gemaakt mag worden dient te worden afgestemd met de projectleiding.

[46] *Met een hoog detailniveau wordt bedoeld dat vrijwel per onderzoekslocatie bekend is welk type veldonderzoek (sondering/boring/peilbuis) of labonderzoek benodigd is en welke aantallen daarbij horen.*

Aangeven standaard configuratie per raai

	A	B	C	D	E	F	G
1				Ja	Fugro		10
2				Nee	VRP		11
3		BTW					
4		21	[%]				
5							
6		Polder:			WV2030: De Beemster		
7							
8		Raai #	Categorie	Monitoren	Toelichting	Categorie / type montoringsraai	aantal
9	1	1	2b	Nee	maatgevend profiel: relatief dunne deklaag aanwezig		1
10	2	2	1b	Nee	kennisopbouw		1
11	3	3	2b	Ja	maatgevend profiel: relatief dunne deklaag aanwezig	Cat. 2b freatisch & stijghoogte (groene kade met ondiepe en twee diepe peilbuizen)	1
12	4	4	2b	Ja	maatgevend profiel: relatief dunne deklaag aanwezig	Cat. 2b freatisch & stijghoogte (groene kade met ondiepe en twee diepe peilbuizen)	1
13	5	5	2b	Ja	kennisopbouw: relatief dunne deklaag aanwezig (lage fr.vlak toets	Cat. 2b freatisch & stijghoogte (groene kade met ondiepe en twee diepe peilbuizen)	1
14	6	6	1b	Nee	kennisopbouw: lage fr. vlak in toetssom		1
15	7	7	4b	Ja	maatgevend profiel	Cat. 4b freatisch (groene kade, binnenberm, met ondiepe peilbuizen en classificaties/labproever	1
16	8	8	3b	Ja	maatgevend profiel: lage fr.vlak toetssom	Cat. 3b freatisch (groene kade, binnenberm, met ondiepe peilbuizen en classificaties)	1
17	9	9	4b	Ja	maatgevend profiel	Cat. 4b freatisch (groene kade, binnenberm, met ondiepe peilbuizen en classificaties/labproever	1
18	10	10	3b	Ja	maatgevend profiel	Cat. 3b freatisch (groene kade, binnenberm, met ondiepe peilbuizen en classificaties)	1
19	11	11	1a	Nee	maatgevend profiel		1
20	12	12	3a	Ja	maatgevend profiel: laag verloop fr.vlak toetssom	Cat. 3a freatisch (groene kade met ondiepe peilbuizen en classificaties)	1
21	13	13	3a	Ja	maatgevend profiel: laag verloop fr.vlak toetssom	Cat. 3a freatisch (groene kade met ondiepe peilbuizen en classificaties)	1
22	14	14	1a	Nee	maatgevend profiel: laag verloop fr.vlak toetssom		1
23	15	15	3b	Ja	maatgevend profiel: laag verloop fr.vlak toetssom	Cat. 3b freatisch (groene kade, binnenberm, met ondiepe peilbuizen en classificaties)	1
24	16	16	4c	Ja	maatgevend & kennisopbouw	Cat. 4c freatisch (groene kade met ondiepe peilbuizen en intensief classificaties/labproeven)	1
25	17	17	1b	Nee	maatgevend & kennisopbouw		1
26	18	18	1b	Nee	kennisopbouw (VBK)		1
27	19	19	1a	Nee	maatgevend profiel (VBK)		1
28	20	20	1b	Nee	maatgevend profiel (VBK)		1
29	21	21	4d	Ja	maatgevend profiel (VBK)	Cat. 4d freatisch (groene kade, binnenberm, met ondiepe peilbuizen en intensief classificaties/la	1
30	22	22	1b	Nee	maatgevend profiel (VBK)		1
31	23	23	1b	Nee	maatgevend profiel (VBK)		1
32	24	24	1b	Nee	kennisopbouw: zandberm + drainage (VBK)		1
33	25	25	1b	Nee	maatgevend profiel (VBK)		1
34	26	26	4b	Ja	maatgevend profiel (VBK): dunne deklaag aanwezig	Cat. 4b freatisch (groene kade, binnenberm, met ondiepe peilbuizen en classificaties/labproever	1
35	27	71	3b	Ja	kennisopbouw (sectie 10 is een lang dijkvak)	Cat. 3b freatisch (groene kade, binnenberm, met ondiepe peilbuizen en classificaties)	1
36	28						1
37	29						1
38	30						1
39	31						1
40						Veldbezoek	1
41						KLIC-melding	14
42						Rapportage + oplevering	1

Figuur 62: Voorbeeld van ingevuld Excelblad met aangegeven standaard configuratie per monitoringsraai

Notitie opdracht grondonderzoekplan

Een notitie wordt opgesteld met daarin een toelichting op:

- De achtergrond van het grondonderzoekproject (waarom wordt er grondonderzoek gedaan?).
- De te verwachte werkzaamheden en aantallen veld- en/of laboratoriumonderzoek.
- Bijzonderheden waarmee specifiek rekening gehouden moet worden.

Een lege *dummy* versie van een dergelijke notitie is te vinden op de SharePoint[47] website van WV2030.

Notitie werkinstructies laboratoriumproeven

Als binnen het grondonderzoeksproject ook laboratoriumproeven worden uitgevoerd, dan kunnen hiervoor specifieke werkinstructies worden vastgelegd in een notitie. Een lege *dummy* versie van een dergelijke notitie is terug te vinden op de SharePoint[48] website van WV2030.

---

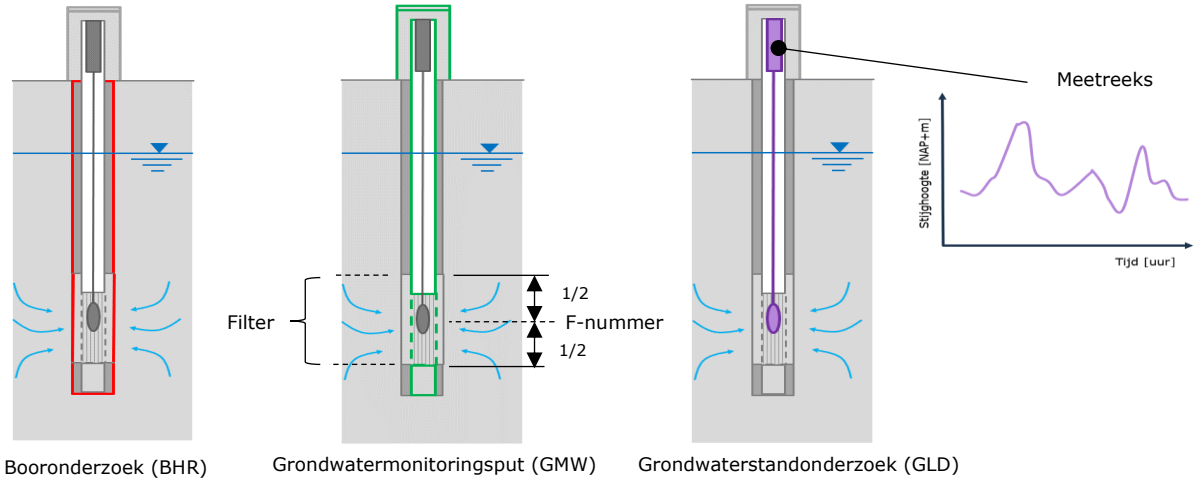
[47] *Opdracht_grondonderzoek_[waterkering]_v1.0.docx*

[48] *Notitie_werkinstructies_laboratoriumproeven_[poldernaam]_v1.0.docx*

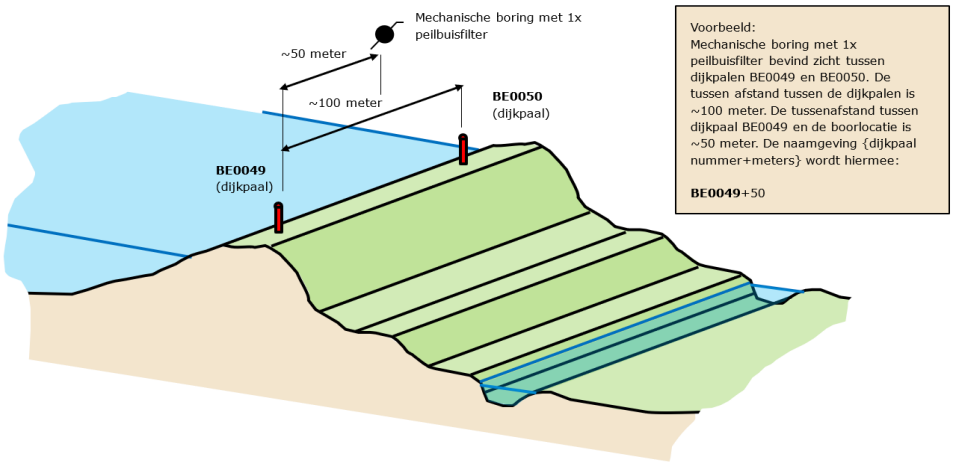
Bijlage 6: Afspraken naamgeving grondonderzoek en peilbuizen

In deze bijlage wordt toegelicht hoe de naamgeving van het grondonderzoek binnen het programma WV2030 wordt vormgegeven.

De standaard naamgeving/codering voor de aanlevering van grondonderzoek aan HHNK *Upload Portaal* staat omschreven in de handleiding *Eisen digitale oplevering, Bodem- en grondonderzoek HHNK* [12][49]. Deze is van kracht voor alle objecten met uitzondering van objecten die vallen onder *Booronderzoek (BHR)*. Hieronder volgen aanvullende eisen ten aanzien van de naamgeving van de BHR en GMW.

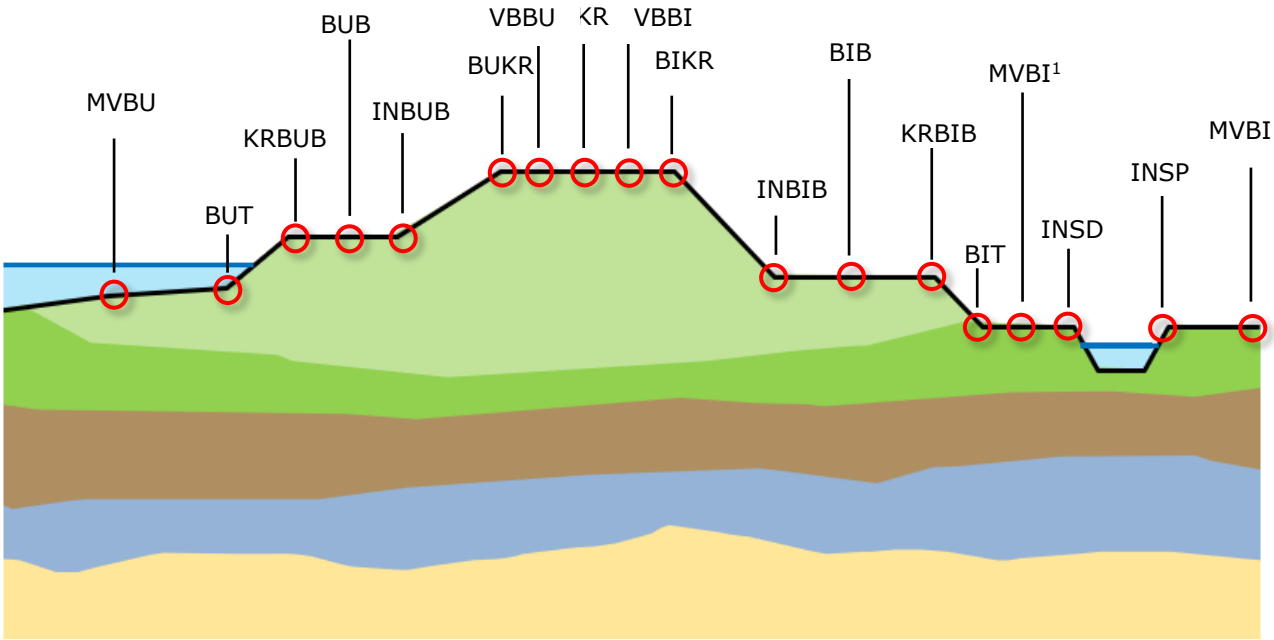


Figuur 63: Schematische weergave van onderdelen grondwatermonitoringsput in overeenstemming met BRO-terminologie en naamgeving HHNK



Figuur 64: Bepaling naamgeving {dijkpaalnummer+meters}

[49] *Versie 2.5 van de handleiding is downloadbaar via:* *https://uploadportaal.bkgis.nl/static/handleiding/eisen_digitale_oplevering_v2.5.pdf*



Figuur 65: Weergave van naamgeving {zone dwarsprofiel} verschillende zones binnen dwarsdoorsnede van waterkering

Algemeen: naamgeving/codering BHR

Volgens de eisen voor de digitale oplevering is sprake van enige vrijheid in de naamgeving voor het *object ID* van de boring (BHR). Voor het grondonderzoek dat in het kader van het programma WV2030 wordt uitgevoerd is een standaardisatie van de naamgeving wenselijk zodat grondonderzoek en monitoringsraaien een herkenbare en uniforme naamgeving krijgen.

Voor het programma WV2030 wordt specifiek voor booronderzoek een standaard naamgeving aangehouden voor het *object ID*:

BHR = {project ID}_{nummer}_{dijkpaalnummer+meters}_{zone dwarsprofiel}

Hierbij wordt het volgende bedoeld met de verschillende onderdelen van de naamgeving:

`{project ID}`	Projectnummer van het grondonderzoek, gegenereerd door grondonderzoeksbureau (bijvoorbeeld 2423-238581)
`{nummer}`	Nummering van de boring of sondering, zie ook paragraaf 1.3.2 van *Eisen digitale oplevering, Bodem- en grondonderzoek HHNK* (bijvoorbeeld B05).
`{dijkpaalnummer+meters}`	Betreft de locatie van het object ten opzichte van een nabijgelegen dijkpaal plus het aantal meters dat de locatie eventueel verwijderd is van de dijkpaal (bijvoorbeeld BE0049+50 betekent dat het object zich 50 meter voorbij

	dijkpaal BE0049 bevindt in de richting waarin de dijkpaalnummers oplopen).
`{zone dwarsprofiel}`	Betreft de locatie van het object binnen het dwarsprofiel van de waterkering volgens Figuur 65 (bijvoorbeeld BUKR).

Een dergelijke naamgeving ziet er als volgt uit voor een boring die uitgevoerd is ter plaatse van de buitenkruinlijn, op een afstand van ongeveer 50 meter ten opzichte van dijkpaal BE0049 binnen de Beemster Polder:

BHR = 2423-238581_B05_BE0049+50_BUKR

Naamgeving/codering peilbuisput en -filter

Specifiek voor de naamgeving van een peilbuisput (GMW) en dat van de peilbuisfilter is hieronder een voorbeeld gegeven welke voortborduurt op de hierboven toegelichte naamgeving van het *object_id* van de BHR.

De naamgeving/codering voor de peilbuisput (GMW) is als volgt:

GMW = {BHR}_GMW

De naamgeving/codering van de filter is hiermee als volgt:

Filter1 = {GMW}_PB1_F{gemiddelde diepte filter}

Hierbij wordt het volgende bedoeld met de verschillende onderdelen van de naamgeving:

{gemiddelde diepte filter}	Betreft de gemiddelde diepte van het filter ten opzichte van NAP in centimeters (bijv. een filter met de boven- en onderzijde op respectievelijk NAP -179 cm en NAP -279 cm heeft een gemiddelde diepte van NAP -229 cm → F-229).

Een dergelijke naamgeving ziet er als volgt uit voor een boring die uitgevoerd is ter plaatse van de buitenkruinlijn, op een afstand van ongeveer 50 meter ten opzichte van dijkpaal BE0049 binnen de Beemster Polder, met een filter met een boven- en onderzijde op respectievelijk NAP -179 cm en NAP -279 cm:

GMW = 2423-238581_B05_BE0049+50_BUKR_GMW

Filter1 = 2423-238581_B05_BE0049+50_BUKR_GMW_PB1_F-229

Het is het efficiëntst als het grondonderzoekbureau als eerste het *.xml-bestand aanlevert aan HHNK Upload Portaal met daarin de gegevens van de grondwaterputten (GMW), waarna de benodigde naamgeving voor de peilbuisfilters (F-nummers) automatisch worden gegenereerd. Deze gegenereerde F-nummers worden vervolgens afgelezen vanuit het portaal en door het grondonderzoeksbureau met terugwerkende kracht worden overgenomen in de definitieve naamgeving.

Een alternatieve werkwijze is door tijdelijk de F-nummers uit de naamgeving te laten voordat de definitieve filterdieptes (en daarmee de naamgeving) bekend zijn.

Bijlage 7: Formats DAM bestand

Inrichting DAM-bestand

De gegevenshuishouding van DAM biedt drie smaken:

1. Alle data worden volledig ontsloten via *.csv-bestanden
2. Alle data worden volledig ontsloten via *.shp-bestanden
3. De data worden ontsloten via een combinatie van *.csv- en *.shp-bestanden

In verband met de lees- en bewerkbaarheid van *.csv-bestanden en de traagheid van de *.shp-importfunctie in DAM is besloten om alle DAM-invoergegevens van WV2030 vast te leggen in *.csv-bestanden. Het wordt ten zeerste aangeraden om de gegevenshuishouding te borgen in een centraal beheerd project binnen geografische software welke dient als bron en bijgehouden wordt. Het advies is om via FME/Python een export te maken van deze gegevens naar de benodigde invoerbestanden om de voordelen van beide aanpakken te benutten.

Een DAM-project bestaat uit zes losse csv-bestanden, te weten; locations.csv, scenarios.csv, segments.csv, soilprofiles.csv, surfacelines.csv en characteristicpoints.csv, een gronddatabase met daarin de sterkteparameters per unieke grondlaag (en aanduiding van potentiële watervoerende lagen) en een configuratiebestand in *.defx-format. Dit *.defx-format vertelt DAM waar de benodigde gegevens voor het bouwen van het DAM-project staan, en is een xml-achtig format. Hieronder een kort voorbeeld van hoe dit bestand er in nagenoeg alle gevallen uit zal zien (voor een DAM-project op basis van csv-bestanden):

```
<?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>
<DataSourceContainer>
  <DataSourceList>
      <DataSource Key="2" DataSourceType="CsvFiles" DataLocation="01 CSV
      Bestanden\" />
      <DataSource Key="3" DataSourceType="MSoilBase" DataLocation="03
      Gronddatabase\soilmaterials.mdb" />
  </DataSourceList>
</DataSourceContainer>
```

Voor de inhoud van de individuele csv-bestanden en gronddatabase wordt verwezen naar de Public Wiki van Deltares over DAM. Hierin worden per document alle (benodigde) velden behandeld incl. of ze vereist zijn of niet. Doorgaans worden voor de verschillende csv-bestanden de volgende parameters aangehouden:

- locations.csv

```
location_id, surfaceline_id, segment_id, geo_x, geo_y, x_soilgeometry2D
_origin, PenetrationLength, TrafficLoad, polderlevel, head_pl2, ophoogm
ateriaaldijk, ophoogmateriaalberm, dempingsfactor_pl3, dempingsfactor_p
l4, PLLineCreationMethod, PLLineOffsetBelowDikeTopAtRiver, PLLineOffset
BelowDikeTopAtPolder, PLLineOffsetBelowShoulderBaseInside, StabilitySho
ulderGrowSlope, StabilityShoulderGrowDeltaX, StabilitySlopeAdaptionDelt
aX, minimal_circle_depth, SlopeDampingPiezometricHeightPolderside, UseN
```

ewDikeTopWidth, NewDikeTopWidth, UseNewDikeSlopeInside, NewDikeSlopeInside, UseNewDikeSlopeOutside, NewDikeSlopeOutside, UseNewShoulderTopSlope, NewShoulderTopSlope, UseNewShoulderBaseSlope, NewShoulderBaseSlope, UseNewMaxHeightShoulderAsFraction, NewMaxHeightShoulderAsFraction, UseNewMinDistanceDikeToeStartDitch, NewMinDistanceDikeToeStartDitch, UseNewDitchDefinition, NewWidthDitchBottom, NewDepthDitch, NewSlopeAngleDitch

- scenarios.csv

location_id, location_scenario_id, water_height, water_height_low, dike_table_height, safety_factor_stability_inner_slope, safety_factor_stability_outer_slope, uplift_criterion_piping, uplift_criterion_stability, safety_factor_piping

- segments.csv

segment_id, soilprofile_id, probability, calculation_type

- soilprofiles.csv

soilprofile_id, top_level, soil_name

- surfacelines.csv

LOCATIONID, X1, Y1, Z1, ..., Xn, Yn, Zn, (Profiel)

- characteristicpoints.csv

LOCATIONID, X_{KarakteristiekPunt}, Y_{KarakteristiekPunt}, Z_{KarakteristiekPunt}