



Quicksan-tool drainagetechnieken

Eindrapportage

POV Piping

5 september 2018

Witteveen + Bos

pov
Piping 
dijkinnovatie van binnensuit

Project Quickscan-tool drainagetechnieken
Opdrachtgever POV Piping

Document Eindrapportage
Status Definitief
Datum 5 september 2018
Referentie 100710/18-013.545

Projectcode 100710
Projectleider ir. H.D.C. Meuwese
Projectdirecteur ir. H.J. Mondeel

Auteur(s) ing. I. de Jong, ir. H.D.C. Meuwese
Gecontroleerd door ir. O.N. Ebbens
Goedgekeurd door ir. H.D.C. Meuwese

Paraaf



Adres Witteveen+Bos Raadgevende ingenieurs B.V. | Deventer
Willemskade 19-20
Postbus 2397
3000 CJ Rotterdam
+31 (0)10 244 28 00
www.witteveenbos.com
KvK 38020751

Het kwaliteitsmanagementsysteem van Witteveen+Bos is gecertificeerd op basis van ISO 9001.

© Witteveen+Bos

Niets uit dit document mag worden veeelvoudigd en/of openbaar gemaakt in enige vorm zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Witteveen+Bos noch mag het zonder dergelijke toestemming worden gebruikt voor enig ander werk dan waarvoor het is vervaardigd, behoudens schriftelijk anders overeengekomen. Witteveen+Bos aanvaardt geen aansprakelijkheid voor enigerlei schade die voortvloeit uit of verband houdt met het wijzigen van de inhoud van het door Witteveen+Bos geleverde document.

INHOUDSOPGAVE

	SAMENVATTING	5
1	INLEIDING	7
1.1	Aanleiding	7
1.2	Proces	7
1.3	Doel	7
1.4	Leeswijzer	7
2	OPZET QUICKSCAN-TOOL	8
2.1	Inleiding	8
2.2	Doel van de quickscan-tool	9
2.3	Stroomschema quickscan-tool	9
2.4	Algemene uitgangspunten	11
3	(GEO)HYDROLOGIE EN OMGEVING	12
3.1	Verlaging stijghoogte	12
3.2	Geohydrologische berekening	13
	3.2.1 Keuze grondwatermodel	13
	3.2.2 Randvoorwaarden modellering referentiesituatie	14
	3.2.3 Randvoorwaarden modellering met drainagesysteem	16
	3.2.4 Weergave resultaten	17
3.3	Output naar volgende stap	17
4	DRAINAGESYSTEEM	19
4.1	Controle winmiddel	19
4.2	Controle peilen	19
4.3	Dimensionering voor kostenraming	19
4.4	Output naar volgende stap	20
5	KOSTEN	21

5.1	Ramingsystematiek	21
5.2	Kostenkentallen	21
5.3	Vastgoedkosten	21
5.4	Opslagfactoren	22
5.5	Hoeveelheden	22
	5.5.1 Verticale filters	22
	5.5.2 Horizontale drain - gestuurde boring	23
	5.5.3 Horizontale drain - gegraven	23
	5.5.4 Grindkoffer	24
5.6	Beheer en onderhoud	24
5.7	Output	24
6	WEBPORTAL	26
6.1	Invoer	26
	6.1.1 Parameters door gebruiker	26
	6.1.2 Vaste parameters	27
6.2	Uitvoer	28
6.3	Technische opzet	29
7	REFERENTIES	30
	Laatste pagina	30
	Bijlage(n)	Aantal pagina's
I	Projectorganisatie	1
II	Nauwkeurigheid quick-scan-tool	1
III	Kostenraming per strekkende kilometer	4

SAMENVATTING

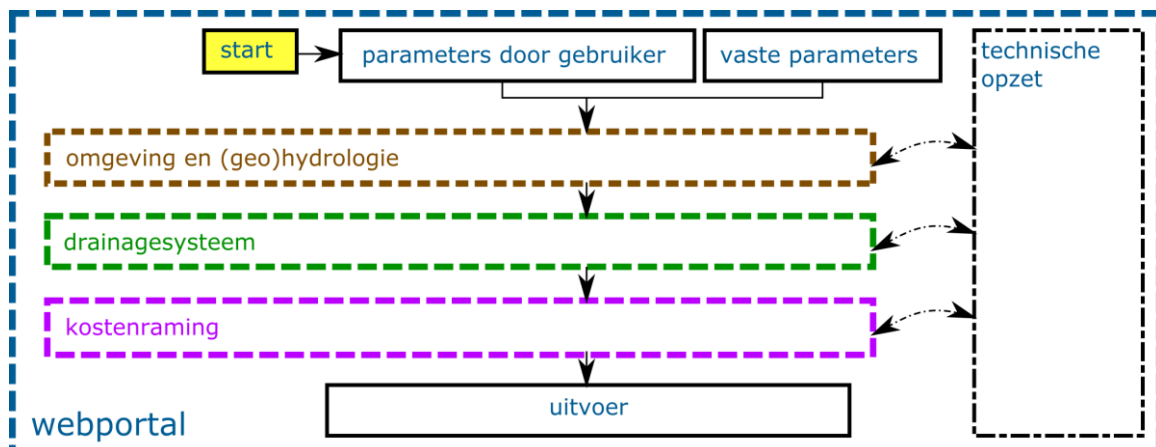
Bij het opstellen van de handreiking 'Drainagetechnieken in de verkenning' (RPS en Witteveen+Bos 2017) voor de POV Piping bleek dat er grote behoefte is aan een quickscan-tool om de effectiviteit en kosten van een drainagesysteem bij dijkversterkingsprojecten inzichtelijk te maken. Dit past binnen de doelstelling van de POV Piping om onderzoek te doen naar de werking, haalbaarheid en efficiëntie van (innovatieve) maatregelen.

Het opstellen van de quickscan-tool bestaat uit twee fases:

- fase 1 betreft het opstellen van de achterliggende theorie en keuze (on)mogelijkheden voor de gebruiker. Het resultaat van deze fase is getoetst door een externe klankbordgroep (zie bijlage I) en geaccepteerd door de POV Piping in augustus 2017;
- fase 2 is het programmeren en testen van de tool zelf. Daarbij is gestreefd naar een zo compleet mogelijke tool, maar is in ieder geval een minimum viable product opgeleverd. Dit is een product met genoeg mogelijkheden om het operationeel te laten zijn, maar waarbij nog verbeteringen mogelijk zijn.

De quickscan-tool is opgesteld als website (www.drainagequickscan.nl) die zonder inlog of registratie toegankelijk is. Afbeelding 1 geeft het vereenvoudigde stroomschema weer: na invoer van de parameters doorloopt de quickscan-tool automatisch drie modules: omgeving en (geo)hydrologie; het drainagesysteem zelf en de kostenraming. Alle stappen zijn beschouwd voor drie typen drainagesystemen: ontlaststelsel, horizontale drain en grindkoffer. De uitvoer is beschikbaar in de browser en via een download. De gebruiker kan daarna de resultaten zelf vergelijken met andere berekeningen of dijkversterkingsmethoden.

Afbeelding 1 Eenvoudig stroomschema quickscan-tool



1

INLEIDING

1.1 Aanleiding

Bij het opstellen van de handreiking 'Drainagetechnieken in de verkenning' (RPS en Witteveen+Bos 2017) voor de POV Piping bleek dat er grote behoefte is aan een quickscan-tool om de effectiviteit en kosten van een drainagesysteem bij dijkversterkingsprojecten inzichtelijk te maken. Dit past binnen de doelstelling van de POV Piping om onderzoek te doen naar de werking, haalbaarheid en efficiëntie van (innovatieve) maatregelen.

1.2 Proces

Het opstellen van de quickscan-tool bestaat uit twee fases. Fase 1 is het opstellen van de achterliggende theorie en keuzemogelijkheden voor de gebruiker. Het resultaat van deze fase is getoetst door een externe klankbordgroep (zie bijlage I). Zo is geborgd dat de gemaakte keuzes zijn gedragen door de toekomstige gebruikers en experts. Het resultaat van fase 1 is op 24 augustus 2017 geaccepteerd door de POV Piping. Daarna is fase 2 gestart: het technisch uitwerken, programmeren en testen van de tool zelf. Daarbij is gestreefd naar een zo compleet mogelijke tool, het product voldoet aan de eis dat het een minimum viable product¹ is.

1.3 Doel

Het doel van de quickscan-tool is beschreven in hoofdstuk 2. Dit is de eindrapportage en bevat de gemaakte keuzes in fase 1 en 2 van dit project, daarmee vormt het de inhoudelijke onderbouwing van de quickscan-tool.

1.4 Leeswijzer

Hoofdstuk 2 geeft een korte toelichting op drainagesystemen en beschrijft de opzet van de quickscan-tool. De volgende hoofdstukken belichten elk een module uit de tool: geohydrologie en omgeving, het drainagesysteem zelf, kosten en de webportal.

¹ Dit is een product met genoeg mogelijkheden om het operationeel te laten zijn, maar waarbij nog verbeteringen mogelijk zijn.

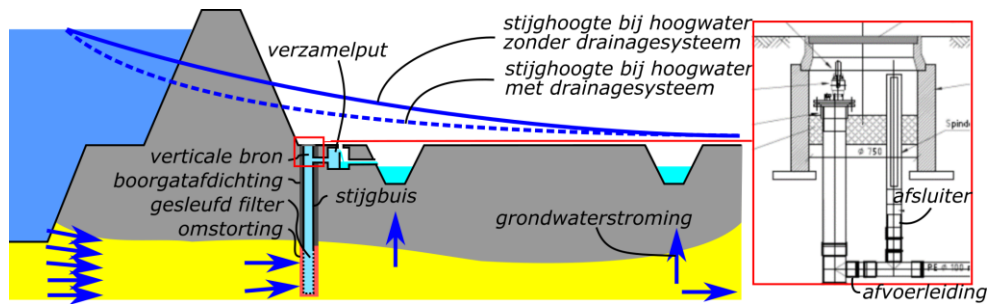
2

OPZET QUICKSCAN-TOOL

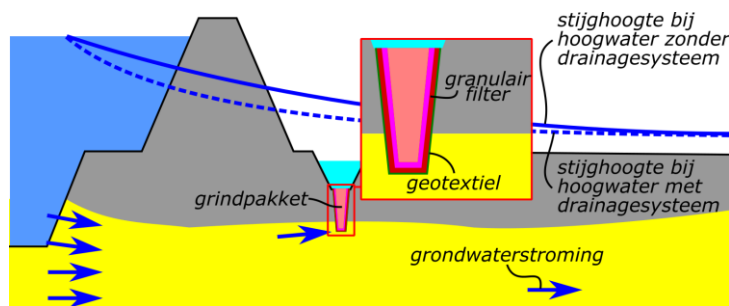
2.1 Inleiding

De quickscan-tool richt zich op drainagesystemen die de stijghoogte in een watervoerend pakket verlagen. Een nadere beschrijving van drainagesystemen is bijvoorbeeld opgenomen in RPS en Witteveen+Bos (2017) en POV Macrostabiliteit en POV Piping (2017). Voor de volledigheid zijn in onderstaande afbeeldingen doorsnedes van drie typen drainagesystemen herhaald.

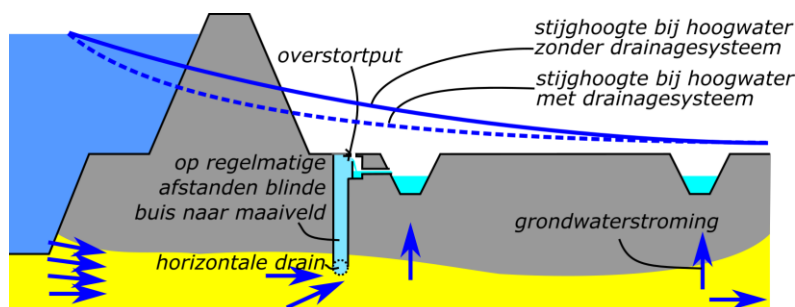
Afbeelding 2.1 Schematische doorsnede ontlastbron



Afbeelding 2.2 Schematische doorsnede grindkoffer



Afbeelding 2.3 Schematische doorsnede horizontale drain



Bovenstaande doorsneden laten zien dat het drainagesysteem een verlaging van de grondwaterdruk (stijghoogte) in de watervoerende laag realiseert. Deze afname in grondwaterdruk heeft een positief effect op de faalmechanismen piping, macrostabiliteit en microstabiliteit. De veiligheidsfactor van de waterkering met betrekking tot de faalmechanismen piping, macrostabiliteit en microstabiliteit is hierdoor vergroot. Daardoor kan het drainagesysteem andere maatregelen voor dijkversterking (deels) vervangen.

2.2 Doel van de quickscan-tool

Het doel van de quickscan-tool is in de verkenningsfase van een dijkversterking een eerste indicatie te geven van dimensionering en kosten van een drainagesysteem voor het verlagen van de stijghoogte in een afgesloten watervoerende laag in de ondergrond. Dit kan het watervoerende pakket zijn of een tussenzandlaag. Drainagesystemen voor het beheersen van de freatische grondwaterstand in bijvoorbeeld het dijklichaam zelf vallen buiten de scope van de quickscan-tool. De quickscan-tool beschouwt drie mogelijke typen drainagesystemen: verticale putten, horizontale drain (zowel een gestuurde boring als aanleg met een draineermachine) en grindkoffer. Uitgangspunt is lozing van het onttrokken water op het achterland. De lozing op het buitenwater valt buiten de quickscan-tool, omdat beheerders hier zelf voldoende inzicht in hebben. Het doel is een geschatte variatiecoëfficiënt¹ van $\pm 50\%$ voor het berekende debiet en kosten. Dit is toegelicht in bijlage II.

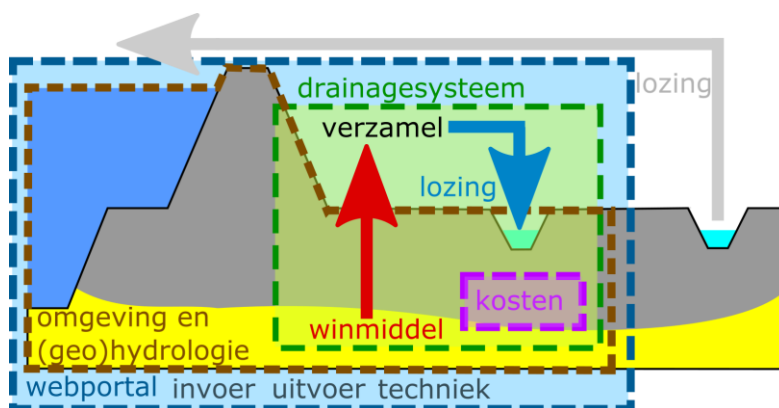
De resultaten van de quickscan-tool kunnen door de gebruiker worden gebruikt om in de verkenningsfase van dijkversterkingsprojecten drainagesystemen te vergelijken met andere (piping-)maatregelen op het vlak van effectiviteit, ruimtebeslag en kosten.

De POV Piping heeft de wens om de opbrengst van al haar projecten te verzamelen in een kosten database. Zodat de opbrengst van de POV Piping kan worden toegepast op de totale versterkingsopgave.

2.3 Stroomschema quickscan-tool

Op basis van een analyse van drainagesystemen (paragraaf 2.1) is in afbeelding 2.4 een schematisch overzicht gegeven van de deelaspecten van de quickscan-tool.

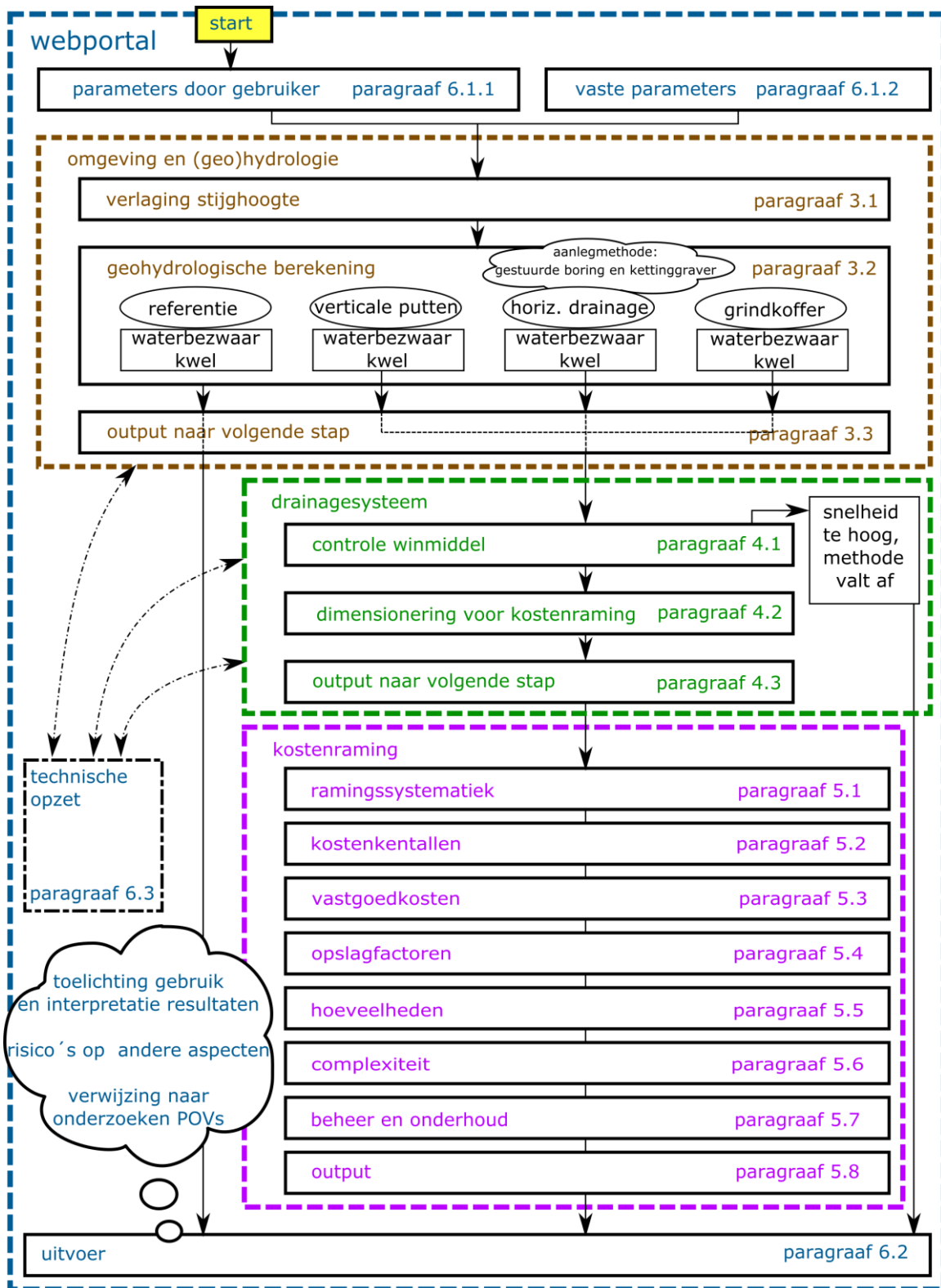
Afbeelding 2.4 Schematisch overzicht deelaspecten quickscan-tool



Elk deelaspect is met een dikke stippellijn schematisch begrensd. Vervolgens is een stroomschema op hoofdlijnen opgesteld van de gehele tool. Dit is weergegeven in afbeelding 2.5. Daarbij zijn dezelfde kleuren gebruikt als in afbeelding 2.4. In het stroomschema is verwezen naar de verschillende paragrafen in dit rapport.

¹ De variatiecoëfficiënt is een relatieve spreidingsmaat door de standaarddeviatie te delen door het gemiddelde van een reeks.

Afbeelding 2.5 Stroomschema quickscan-tool op hoofdlijnen



De inhoudelijke uitwerking van de verschillende aspecten is in de volgende hoofdstukken weergegeven.

2.4 Algemene uitgangspunten

De uitgangspunten op de verschillende deelaspecten zijn geselecteerd op basis van:

- eerder onderzoek, met name RPS en Witteveen+Bos (2017), POV Macrostabieleit en POV Piping (2017);
- de meest voorkomende situaties in het toepassingsgebied van drainagesystemen bij primaire waterkeringen;
- projectervaringen en vakspecifieke ervaring;
- het quickscan-karakter van de tool, waardoor de invoer en opzet van de tool zo eenvoudig mogelijk moet zijn om inzicht te geven in drainagesystemen tijdens de verkenningsfase.

3

(GEO)HYDROLOGIE EN OMGEVING

Doel van dit hoofdstuk is de randvoorwaarden, uitgangspunten en methodiek weer te geven voor de (geo)hydrologie en omgeving, zoals weergegeven in afbeelding 2.4.

3.1 Verlaging stijghoogte

Een drainagesysteem zal worden toegepast voor een situatie met een deklaag aan de landzijde. Volgens het OI2014v4 (Rijkswaterstaat 2017) faalt een waterkering als alle deelfaalmechanismen (opbarsten, heave en piping (terugschrijdende erosie)) optreden.

De gebruiker voert een verlaging van de stijghoogte in bij de binnenteen. Hierdoor heeft de quickscan-tool een hele directe invoer. Dit vereist wel dat de gebruiker zelf inzicht heeft in de vereiste verlaging, bijvoorbeeld doordat de gebruiker een opbarstberekening heeft gemaakt. Mocht de gebruiker dit nog niet hebben, dan kan de quickscan-tool de vereiste verlaging berekenen om te voldoen aan het deelfaalmechanisme opbarsten. Die werkwijze is toegelicht in onderstaand kader. Berekeningen voor andere deelfaalmechanismen zijn niet in de quickscan-tool opgenomen.

Berekening vereiste verlaging stijghoogte

Voor de eenvoud van de quickscan-tool is alleen een berekening opgenomen voor het deelfaalmechanisme opbarsten ter hoogte van de binnenteen. Conform (OI2014v4, paragraaf 4.2) vindt een toets plaats op basis van korrelspanningen.

De stijghoogte tijdens maatgevende omstandigheden is opgenomen in het toetsrapport. De minimaal vereiste stijghoogte $\phi_{exit, min}$ is berekend via de methode onderstaande formules (OI2014v4, vergelijking 4.6 - 4.8). Dit levert de vereiste verlaging op om aan opbarsten te voorkomen.

$$\phi_{exit, min} = \Delta \phi + h_{exit} \quad \text{vergelijking 1}$$

$$\Delta \phi = \frac{\Delta \phi_{c,u}}{\gamma_{up} \gamma_{b,u}} \quad \text{vergelijking 2}$$

$$\Delta \phi_{c,u} = \frac{D_{deklaag}(\gamma_{sat} - \gamma_{water})}{\gamma_{water}} \quad \text{vergelijking 3}$$

Met:

$\phi_{exit, min}$	Is berekend, minimaal vereiste stijghoogte in de watervoerende laag bij uittredepunt (m+NAP).
h_{exit}	Invoer door gebruiker. Freatisch niveau, of hoogte van het maaiveld, bij uittredepunt (m+NAP).
$D_{deklaag}$	Invoer door gebruiker. Laagdikte van de cohesieve deklaag (m).
γ_{sat}	Verzadigd volumiek gewicht van de cohesieve deklaag (kN/m ³).
γ_{water}	Vaste parameterwaarde. Volumiek gewicht van water (kN/m ³), namelijk 10 kN/m ³ .
γ_{up}	Invoer door gebruiker. Veiligheidsfactor voor het deelfaalmechanisme opbarsten uit bijlage A van OI2014v4 (-).
$\gamma_{b,u}$	Vaste parameterwaarde. Schematiseringsfactor (-), gekozen voor 1,3 zoals gebruikelijk is voor verkenningen.

In fase 1 is als uitgangspunt opgenomen dat de gebruiker de berekende verlaging kan bijstellen, bijvoorbeeld als deze een drainagesysteem wil combineren met een andere versterkingsmaatregel. Deze optie is niet direct in de huidige tool opgenomen, omdat het een minimum viable product is. De gebruiker kan nog steeds de vereiste verlaging aanpassen door eerst de vereiste verlaging te laten berekenen, daarna het drainagesysteem te dimensioneren en de invoerparameters te downloaden. De gebruiker kan deze lokaal aanpassen en uploaden in een nieuwe berekening.

3.2 Geohydrologische berekening

De geohydrologische berekening heeft de volgende doelen:

- toets voor stroomsnelheid rond winmiddel;
- berekening optredend waterbezwaar in winmiddel;
- berekening verandering kwelstroom in achterland.

Hiervoor maakt de quickscan-tool gebruik van een analytisch grondwatermodel. De quickscan-tool berekent eerst de referentiesituatie (zonder drainagesysteem) en daarna drie afzonderlijke berekeningen voor de verschillende typen drainagesystemen: verticale putten, horizontale drain en grindkoffer. Deze paragraaf beschrijft de methode hiervoor.

3.2.1 Keuze grondwatermodel

De geohydrologische berekeningen zijn opgezet met TimML, een analytisch elementenmodel voor het berekenen van steady-state grondwaterstroming in meerdere lagen via een quasi-3D benadering (Bakker en Strack 2003). Een toelichting op analytische modellen in onderstaand kader gegeven.

Analytisch elementenmodel

In een analytisch elementenmodel worden alle fysieke kenmerken van een gebied die invloed hebben op de grondwaterstroming (rivier, ondoorlatende wand, overtollige neerslag) omschreven door een analytische vergelijking. De oplossing van een complex probleem met meerdere van dit soort elementen, wordt bepaald door alle afzonderlijke analytische oplossingen met elkaar te superponeren (bij elkaar op te tellen). Het voordeel aan dit model is dat er geen aandacht besteedt hoeft te worden aan de discretisatie van het domein of aan de numerieke oplossing. Een analytisch elementenmodel is continu in het domein, dat wil zeggen dat op elk willekeurig punt een oplossing berekend kan worden. Dit betekent dat nabij onttrekkingsmiddelen een nauwkeurige oplossing van de stijghoogte of grondwaterstroming wordt gemaakt, een numeriek model vereist daarvoor een fijnmazig grid. Dat grid leidt tot langere rekentijden. In vergelijking met een numeriek model kunnen in een analytisch model minder makkelijk inhomogeniteiten in bijvoorbeeld de bodemopbouw worden opgenomen. Deze beperking is niet relevant voor de schematisering voor de quickscan-tool.

De relatieve eenvoud van het model maakt het geschikt voor het doel van de modellering, namelijk een snelle en indicatieve schatting van de mogelijkheden om drainagemiddelen toe te passen ten behoeve van dijkveiligheid. TimML kan gemakkelijk een meerlagen model met rivier- en ontwateringsmiddelen opzetten.

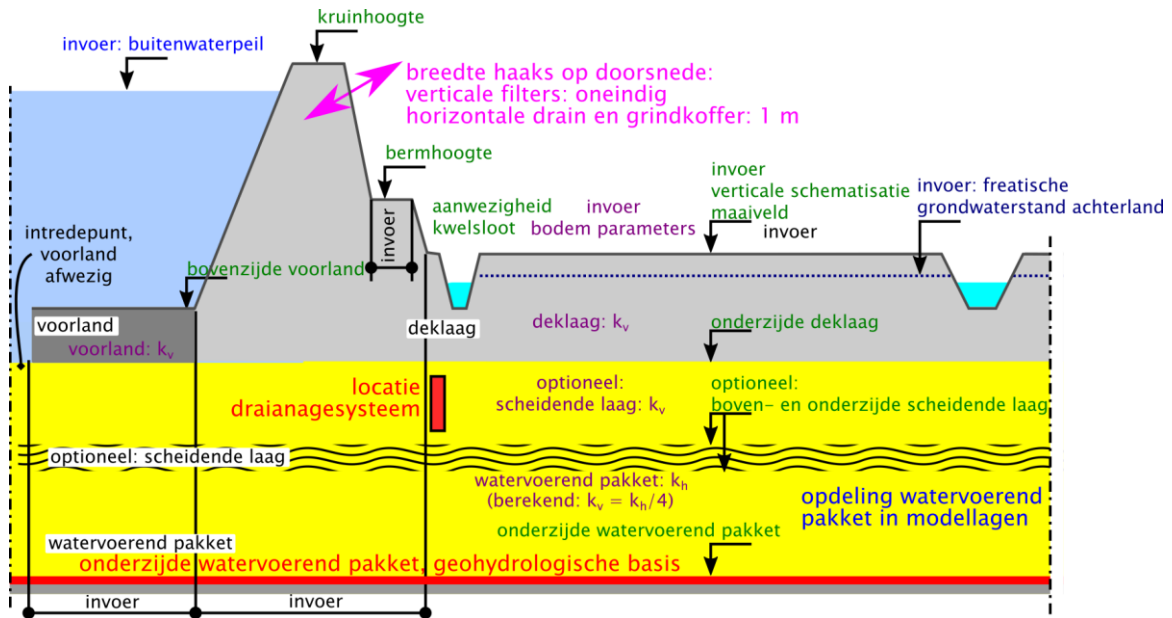
Doordat het model vrijwel geheel in Python is geschreven is het gemakkelijk te implementeren en worden alle berekeningen in het geheugen uitgevoerd. Er is geen noodzaak om losse bestanden weg te schrijven of op te slaan.

In samenwerking met Bakker (TU Delft) is de rekencode TimML uitgebreid met modules om TimML in een doorsnedemodel toe te passen. Deze uitbreiding is door Witteveen+Bos uitgevoerd op eigen kosten en is teruggeleverd aan de TimML-website en daarmee beschikbaar gesteld aan de geohydrologische gemeenschap.

3.2.2 Randvoorwaarden modellering referentiesituatie

Afbeelding 3.1 geeft grafisch de randvoorwaarden voor de modellering van de referentiesituatie en het drainagesysteem weer. De keuzes zijn toegelicht in deze paragraaf.

Afbeelding 3.1 Doorsnede geohydrologisch model referentiesituatie



Ruimtelijke discretisatie

In de ruimtelijke discretisatie is de binnenteen van de dijk het nulpunt.

Haaks de op dijk is het model aan de linkerkzijde gefixeerd bij het intredepunt, dat is het punt waar de stijghoogte in het watervoerende pakket gelijk is aan het peil van het buitenwater. De afstand van de buitenteen tot dit punt is door de gebruiker opgegeven. De begrenzing aan de rechterzijde is toegelicht onder de kop Achterland in deze paragraaf.

De tweede ruimtelijke discretisatie is de afstand parallel aan de dijk. Relevant daarvoor is het kop-effect van het drainagesysteem. Dit is het effect dat bij begin en eind van een langgerekt meer toestroming plaatsvindt, bij een opgelegde verlaging ontstaat dan een extra waterbezwaar. In de quickscan-tool is ervoor gekozen om het kop-effect niet te modelleren omdat het niet relevant is voor het doel van de quickscan-tool. Dit betekent dat een doorsnedemodel (quasi-2D model met breedte van 1 m) volstaat voor de referentiesituatie en lijnonttrekkingen (horizontale drain en grindkoffer). Voor een verticale bron is een quasi-3D model opgesteld met twee bronnen die een opgegeven afstand van elkaar af liggen. In dit model zijn alleen de putten en de verschillende zones (rivier, voorland, achterland) opgenomen. De waterstand in de bovenrandvoorwaarde is gelijk gesteld aan 0. Daardoor mag deze oplossing opgeteld worden bij de oplossing van het doorsnedemodel van de referentiesituatie. De som van de stijghoogtes uit deze modellen levert de oplossing op voor de stijghoogte met verticale putten.

In de verticale richting geldt de onderzijde van het watervoerende pakket als geohydrologische basis. Voor de eenvoud hebben alle modellen (referentiesituatie, verticaal filter, horizontale drain en grindkoffer) eenzelfde verticale schematisatie. Dit betekent dat de eigenschappen zijn afgestemd op de kenmerken van de verschillende modelleringen. Het pakket waarin de onttrekking plaatsvindt is automatisch opgedeeld in meerdere modellagen om de onvolkomenheid van de verschillende drainagesystemen te schematiseren. Daarbij is de volgende systematiek gevolgd:

- in de bovenste modellaag is de grindkoffer en horizontale drain gemodelleerd. Deze laag heeft een dikte van 1,0 m, dit past bij de dimensie van het onttrekkingsmiddel;

- de lagen hieronder hebben een dikte van 1 m tot aan de onderzijde van het verticale filter. Hierdoor is de stroming voor zowel de grindkoffer en horizontale drain als het verticale filter goed gemodelleerd;
- als de resterende dikte van het pakket onder het verticale filter kleiner is dan 10 m, dan is voor de volgende modellagen een laagdikte van 1,0 m aangehouden. Bij een grotere resterende dikte is de resterende dikte opgedeeld in vier lagen met een lineair toenemende dikte in de diepte.

In een doorsnedemodel (quasi-2D model) is verondersteld dat de grondwaterstroming alleen haaks op de dijk kan optreden. Dit concept is toegepast voor het berekenen van de debieten voor de horizontale drain en de grindkoffer. Voor het model met een verticale put is een quasi-3D model toegepast en opgeteld bij het referentiemodel. Mogelijk is er nog een optimalisatie mogelijk door het toepassen van spiegelbronnen of ondoorlatende randvoorwaarden.

Tijddiscretisatie

De berekening is stationair uitgevoerd omdat dit conservatief is en de ervaring is dat een hoogwater op de rivier een stationaire situatie in de stijghoogte onder de dijk veroorzaakt. Voor waterkeringen in getijdegebied (kortere hoogwaterpiek) kan hierdoor een overschatting optreden.

Bodemopbouw

De mogelijkheden om de bodemopbouw in te voeren zijn afgeleid uit veel voorkomende situaties in het rivierengebied, namelijk een slecht doorlatend voorland (uiterwaarden), een slecht doorlatende deklaag en een watervoerend pakket. In het watervoerende pakket kan een slecht doorlatende tussenlaag worden ingevoerd. Alle lagen zijn homogeen en vlakdekkend aanwezig, behalve een aparte schematisatie voor het voorland. Dit levert de volgende invoerparameters op:

- bovenzijde deklaag in van voorland (m NAP);
- verticale doorlaatfactor voorland ($k_{v, \text{uiterwaarden}}$ in m/d);
- bovenzijde (maaiveld) van de deklaag in achterland (m NAP);
- onderzijde deklaag (m NAP);
- verticale doorlaatfactor deklaag ($k_{v, \text{deklaag}}$ in m/d);
- horizontale doorlaatfactor deklaag ($k_{h, \text{deklaag}}$ in m/d);
- onderzijde watervoerende pakket (h_{wvp} in m NAP);
- horizontale doorlaatfactor van watervoerend pakket (k_h in m/dag);
- aanwezigheid van scheidende laag in watervoerend pakket. Zo ja, dan specificatie van boven- en onderzijde (m NAP) en verticale doorlaatfactor deklaag ($k_{v, \text{sl}}$ in m/d).

De kenmerken van de dijk en binnenberm zijn voor de geohydrologie niet van belang. De gebruiker wordt toch gevraagd deze in te voeren zodat ze worden weergegeven in de doorsnede. Daarom is het voldoende om de totale breedte (m, tussen binnen- en buitenteen), breedte van de binnenberm (m), kruinhoogte (m NAP) en bermhoogte (m NAP) op te geven. Op basis van een aanname van de kruinbreedte wordt de dijk inclusief talud schematisch weergegeven. Desgewenst kan ook een teensloot in de doorsnede worden opgenomen. De teensloot is alleen visueel en heeft geen effect op de geohydrologische berekeningen.

Om een conservatieve berekening te maken is een vaste anisotropie factor (k_v/k_h) van vier aangehouden tussen de horizontale en verticale doorlaatfactor van het watervoerende pakket.

Buitenwater

Op het intredepunt en boven de uiterwaarden is het buitenwater peil gefixeerd op een niveau dat de gebruiker heeft ingevoerd (m NAP).

Achterland

Aan de rechterzijde van het model (achterland) is geen rand opgenomen. Het watervoerende pakket loopt tot oneindig door. Hiermee is het niet nodig een stijghoogte te fixeren op enige afstand als randvoorwaarde. Op grote afstand zal de stijghoogte gelijk zijn aan het polderpeil.

De watergangen die voorkomen in polders achter dijken zijn gemodelleerd als een vlakdekkend waterpeil bovenop de deklaag. Er is aangenomen dat de watergangen de deklaag niet doorsnijden, omdat dit de meest voorkomende situatie is in het beoogde toepassingsgebied van de quickscan-tool. Dit past bij het

minimum viable product. In de toekomst kan dit worden aangepast naar aan vlakdekkende waarde in combinatie met een drainageweerstand.

Neerslag

Neerslag is niet gemodelleerd, omdat dit geen maatgevende parameter is voor de werking van een drainagesysteem.

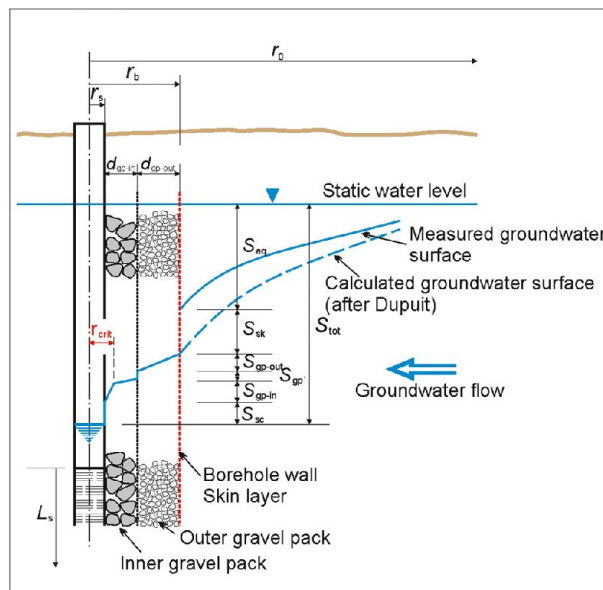
3.2.3 Randvoorwaarden modellering met drainagesysteem

De randvoorwaarden zijn gesplitst in een algemeen deel en een deel voor de verschillende typen drainagesystemen: verticale putten, horizontale drain en grindkoffer. Zie ook de doorsnede in afbeelding 3.1.

Algemeen

- In het hart van het winmiddel is de stijghoogte opgelegd. Het grondwatermodel berekent vervolgens het optredende debiet. De op te leggen stijghoogte volgt uit de berekende stijghoogte in de situatie zonder winmiddel op deze locatie minus de vereiste verlaging (paragraaf 3.1) en het verwachte verlies aan stijghoogte tussen de watervoerende laag en het hart van het winmiddel (Houben 2015). Het verlies is schematisch weergegeven in afbeelding 3.2 en bestaat uit verlies op de boorgatwand (skin head loss), verlies in het filter materiaal, verlies over het winmiddel en verlies in het winmiddel. Op basis van ervaring is hiervoor de waarde 0,1 m aangehouden.
- Voor de schematisering van het winmiddel zijn elementen toegevoegd. TimML kent verschillende soorten elementen waarvan de belangrijkste voor deze studie zijn onderverdeeld in puntelementen en lijnelementen:
 - puntelementen, zoals de naam suggereert, zijn objecten die als punt geschematiseerd worden, bijvoorbeeld ontlastbronnen;
 - lijnelementen zijn objecten die als lijn geschematiseerd worden, zoals rivieren, horizontale drains, grindkoffers, etc. Aan deze elementen kunnen debieten of vaste stijghoogtes toegekend worden. Overige eigenschappen zoals de breedte en de intredeweerstand, kunnen voor lijnelementen ingesteld worden, waarmee bijvoorbeeld horizontale drains nauwkeurig gemodelleerd kunnen worden.
- De quickscan-tool rekent door het gebruik van meerdere modellagen (paragraaf 3.2.2, kop Ruimtelijke discretisatie) met een onvolkomen onttrekking als de lengte van het winmiddel kleiner is dan de dikte van de watervoerende laag.

Afbeelding 3.2 Schematische weergave van verliezen in verticale bronnen (Houben 2015, figuur 1)



Verticale putten

Voor verticale putten zijn de volgende randvoorwaarden aangehouden:

- diameter van boorgat 400 mm en buitendiameter filter 200 mm, op basis van ervaring dat kleinere bronnen tot problemen leiden bij onderhoud of vereisen dat twee filters naast elkaar vereist zijn om de vereiste capaciteit te behalen;
- een filterlengte van 5 m, tenzij de watervoerende laag dunner is;
- de gebruiker kan een hart-op-hart afstand invoeren, de standaard waarde is 20 m;
- de filters zijn onderling verbonden met een verzamelleiding. Per vijf filters vindt lozing plaats op het binnendijkse watersysteem. Voorzien is een afvoerleiding van 50 m en een regel- en overstortput. Deze randvoorwaarde is niet relevant voor het geohydrologische deel, maar wel voor de kostenraming.

Horizontale drain

Voor de horizontale drain zijn de volgende randvoorwaarden aangehouden:

- diameter van boorgat 450 mm en buitendiameter drain 165 mm, zoals toegepast bij Veessen;
- aanlegniveau van hart drain op 0,5 m onder de deklaag;
- in de quickscan-tool is één drain gemodelleerd. Het uitgangspunt van fase 1 was om ook meerdere drains te kunnen modelleren. Deze is niet opgenomen, omdat het een minimum viable product betreft;
- naast een gestuurde boring kan een drain tot 8 m-mv via een kettinggraver worden aangelegd (POV Macrostabieliteit en POV Piping 2017, paragraaf 6.1.2). Indien het aanlegniveau hieraan voldoet, dan is deze aanlegmethode toegevoegd aan de tool. Deze randvoorwaarde is niet relevant voor het geohydrologische deel, maar wel voor de kostenraming. In dat geval zijn kosten geraamd voor in totaal vier drainagesystemen;
- per hart-op-hart afstand van 250 m vindt lozing plaats op het binnendijkse watersysteem. Deze randvoorwaarde is niet relevant voor het geohydrologische deel, maar wel voor de kostenraming.

Grindkoffer

Voor de grindkoffer zijn de volgende randvoorwaarden aangehouden:

- aanlegniveau van onderzijde van de koffer is de onderzijde van de deklaag, breedte op aanlegniveau 2 m, talud naar maaiveld 1:2. De gebruiker kan de breedte en het talud eventueel aanpassen. Deze randvoorwaarde is relevant voor de controle van de toestroming naar het winmiddel en de kostenraming;
- de quickscan-tool voorziet in de aanleg van één grindkoffer, omdat dit in de praktijk ook gangbaar is. Wanneer een grotere capaciteit vereist is dan kan de breedte van de grindkoffer worden aangepast;
- tussen de grindkoffer en het ontvangende oppervlaktewater is een stuw geplaatst. Deze randvoorwaarde is niet relevant voor het geohydrologische deel, maar wel voor de kostenraming.

3.2.4 Weergave resultaten

De ingevoerde (geohydrologische) kenmerken zijn in een grafische doorsnede weergegeven samen met de berekende stijghoogte. Hierdoor heeft de gebruiker visueel inzicht in de situatie.

In de doorsnede wordt ook verloop van de stijghoogte weergegeven voor de referentiesituatie en bij de verschillende drainagesystemen. De kwelstroom vanuit het buitenwater naar het achterland volgt voor alle situaties uit de grondwaterstroming onder de dijk door minus het debiet van het drainagesysteem. De kwelstroom wordt om twee redenen weergegeven:

- ter controle van de modelopzet van de referentiesituatie (zonder drainagesysteem);
- voor een analyse van de verandering in de kwelstromen door het drainagesysteem.

3.3 Output naar volgende stap

In dit hoofdstuk is omschreven hoe de volgende parameters berekend zijn, dat is output naar de volgende stappen:

- kwel in achterland in referentiesituatie;
- per drainagesysteem:
 - het waterbezwaar per winmiddel en totaal;
 - kwel in achterland.

4

DRAINAGESYSTEEM

Dit hoofdstuk beschrijft het drainagesysteem zelf.

4.1 Controle winmiddel

Uit de grondwatermodellering volgt een debiet per winmiddel. Dit rekenkundige debiet kan leiden tot instabiliteit van de boorgatwand door te hoge stroomsnelheden. Daarom wordt de maximale stroomsnelheid op de boorgatwand voor alle drainagesystemen berekend¹ via de vuistregel uit het Grondwaterzakboekje. In fase 2 is afgeweken van het uitgangspunt om de formule van Sichardt toe te passen, omdat deze formule niet bedoeld is voor het watervoerend pakket (Olsthoorn 1976).

De quickscan-tool meldt als de berekende stroomsnelheid hoger is dan de maximale stroomsnelheid, inclusief het percentage van de overschrijding. Voor dat drainagesysteem geeft de quickscan-tool geen uitvoer voor de kosten. Een vergroting van het oppervlak of aantal winmiddelen kan uitkomst bieden. Hiervoor kan een iteratieve berekening worden uitgevoerd waarin het aantal winmiddelen of de omvang van de winmiddelen wordt vergroot. Zoals afgesproken in fase 1 is deze iteratie niet in fase 2 geïmplementeerd omdat dit buiten een minimum viable product valt.

4.2 Controle peilen

In de quickscan-tool wordt het peil op de lozingslocatie (huidige binnendijkse oppervlaktewatersysteem) berekend via de stijghoogte in het winmiddel (paragraaf 3.1) minus de verliezen in het drainagesysteem zelf. De quickscan-tool berekent het peilverschil tussen het peil op de lozingslocatie en het oppervlaktewater. Afwatering kan alleen onder vrij verval plaatsvinden wanneer het peilverschil positief is. Bij een negatief peilverschil wordt dit opgemerkt in de uitvoer van de tool. De kosten voor een pomp vallen buiten de opzet van de quickscan-tool.

4.3 Dimensionering voor kostenraming

De afbeeldingen in paragraaf 2.1 laten zien dat een drainagesysteem naast het winmiddel uit meerdere onderdelen bestaat. Deze paragraaf geeft aan hoe deze onderdelen zijn gedimensioneerd, zodanig dat de kosten kunnen worden geraamd binnen de quickscan-tool.

Verticale putten

Voor de verzamelleiding is een uniforme diameter aangehouden van 315 mm, omdat de diameter van de leiding geen maatgevende parameter is voor de kostenraming.

Aangenomen is dat elke streng een eigen regel- en overstortput heeft. Hiervoor is een standaardput met een oppervlakte van 1 m² voorzien, met een automatisch regelbare overlaat op basis van het waterniveau in de put.

¹ Module wordt na 6 december nog toegevoegd aan de quickscan-tool.

Horizontale drain

Een horizontale drain kan via een gestuurde boring worden aangelegd. De dimensies voor de start- en ontvangstlocatie en de lozing op het oppervlaktewater worden niet berekend, omdat de kosten worden afgeleid van ervaringscijfers van eerdere projecten.

Voor aanleg met een kettinggraver volgen de uitgangspunten voor de dimensionering van de lozingsvoorziening die van een verticaal ontlaststelsel.

Grindkoffer

Grondwater dat een grindkoffer instroomt zal aan de bovenzijde van de grindkoffer horizontaal wegstromen. In paragraaf 3.2.3 kop Grindkoffer is opgenomen dat het afwateringspeil wordt gereguleerd via een stuw. Daarom is als uitgangspunt aangehouden dat binnen de grindkoffer geen voorzieningen nodig zijn om het onttrokken water af te voeren.

4.4 Output naar volgende stap

Uitvoer naar de kostenraming is het volgende:

- voor verticale putten de dimensies van het afvoersysteem;
- voor een horizontale drain, met aanleg via een kettinggraver, de dimensies van het afvoersysteem.

Van ieder drainagesysteem vindt alleen output naar de volgende stap (kostenraming) plaats als de berekende stroomsnelheid bij de winmiddelen lager is dan toetsnelheid. Anders worden geen kosten geraamd en vindt directe uitvoer plaats naar de uitvoermodule.

5

KOSTEN

Dit hoofdstuk beschrijft de kostenraming.

5.1 Ramingsystematiek

De kostenraming is opgesteld op basis van de CROW Publicatie 137 'Standaard Systematiek voor Kostenramingen' kortweg SSK. De gehanteerde kostenkennallen zijn deterministische waarden met een geschatte bandbreedte van $\pm 50\%$. De ramingen zijn opgesteld als bedrijfseconomische ramingen. Er is geen rekening gehouden met marktwerking.

In de kostenraming zijn de directe kosten geraamd op basis van de output van de quickscan-tool. Dit zijn dan de kosten voor materialen, materieel, arbeid en levensduurkosten. Om van deze directe kosten naar uiteindelijk verwachte investeringskosten te komen zijn de indirecte kosten, engineeringkosten en overige bijkomende kosten als procentuele opslagen opgenomen. Met onvoorziene kosten (risico's en onzekerheden) is door middel van een percentage rekening gehouden. Deze percentages zijn in dit hoofdstuk toegelicht.

5.2 Kostenkennallen

De kostenraming is opgesteld conform de SSK-systematiek. Alle werkzaamheden voor het aanbrengen van de systemen zoals leveranties, grondwerk, aan- en afvoer materialen en materieel en tijdelijke voorzieningen zijn in de genoemde prijzen inbegrepen. De opgenomen kostenkennallen zijn met behulp van de kostendatabase van Witteveen+Bos onderbouwd. Het prijspeil van de kostenkennallen is medio 2017.

Verdiepingslag

Mogelijk wordt op verzoek van de POV Piping in de toekomst nog een nadere verdiepingsslag gemaakt naar de kostenkennallen.

5.3 Vastgoedkosten

Vastgoedkosten zijn niet in de ramingen opgenomen. RPS en Witteveen+Bos (2017) geeft aan wat het verwachte ruimtebeslag van de verschillende systemen is. Vastgoedkosten zijn sterk afhankelijk van het grondgebruik en de regio in Nederland. Het is aan de gebruiker na te gaan hoe de eigendomsituatie is op de gekozen locatie. Er is duidelijk vernoemd dat in de ramingen vastgoedkosten, zakelijk recht en schaderegelingen niet zijn meegenomen. Daarom is de regel vastgoedkosten wel expliciet in de kostenraming opgenomen met de waarde nul euro.

5.4 Opslagfactoren

Voor de berekening van directe bouwkosten naar investeringskosten zijn opslagfactoren toegepast. Onderdeel van deze opslagfactoren is de moeilijkheidsgraad van de maatregel op een bepaalde plek. Van invloed hierop zijn bijvoorbeeld de toegankelijkheid van het werk, begroeiing, obstakels, bebouwing en vervangen van verhardingen.

De opslagfactoren zijn vastgesteld met als uitgangspunt een normale situatie. Waarbij bijvoorbeeld het werk met beperkte inzet van hulpmiddelen toegankelijk is, de begroeiing zich beperkt tot struikgewas en af en toe een afrastering aanwezig is. In een makkelijke situatie zal het werk direct aan de openbare weg liggen, bestaat de begroeiing uit gras en zijn er geen obstakels. In de moeilijke situatie ligt het werk ver van de openbare weg waardoor veel maatregelen voor bereikbaarheid noodzakelijk zijn en zijn er ook bomen of bebouwing in de directe nabijheid aanwezig. Met onderstaande percentages volgt een opslagfactor van benoemde directe kosten naar investeringskosten exclusief omzetbelasting in de normale situatie van 2,06. In de makkelijke situatie is de opslagfactor 1,80 en voor de moeilijke 2,31.

Tabel 5.1 Procentuele opslagfactoren

Omschrijving	Normale situatie	Makkelijke situatie	Moeilijke situatie
nader te detailleren	10 %	5 %	15 %
eenmalige en bouwplaatskosten	3 %	1 %	5 %
uitvoeringskosten	7 %	5 %	10 %
algemene kosten	8 %	8 %	8 %
winst	3 %	3 %	3 %
risico	2 %	2 %	2 %
niet benoemd objectrisico bouwkosten	25 %	15 %	30 %
engineeringkosten adviesbureau(s)	10 %	10 %	15 %
engineeringkosten opdrachtgever (overheid/instantie/bedrijf)	5 %	5 %	5 %
niet benoemd objectrisico engineeringkosten	25 %	15 %	30 %
overige bijkomende kosten	5 %	5 %	5 %
niet benoemd objectrisico overige bijkomende kosten	25 %	15 %	30 %

5.5 Hoeveelheden

Uit de eerdere stappen van de quickscan-tool volgt de dimensionering van elk systeem. Per type drainagesysteem zijn deze hieronder benoemd. De kosten van de verschillende objecten zijn opgebouwd uit de vereiste bewerkingen, bijvoorbeeld voor een verzamelput het ontgraven, leveren put, plaatsen put en afwerking. In de quickscan-tool is de lengte van het drainagesysteem een parameter. Voor deze lengte zijn berekende hoeveelheden gerelateerd.

5.5.1 Verticale filters

- De verticaal aan te brengen filters hebben een diameter van 200 mm, daaromheen wordt een omhulling van grind van 100 mm aangebracht. De diameter van het boorgat is daardoor 400 mm.
- Voor de afscherming van het filter is een betonnen putrand met een gietijzeren afdekking opgenomen.
- De lengte van het aan te brengen filter is variabel en is gekoppeld aan in te voeren parameters.

- Het aantal filters volgt uit de hart-op-hart afstand en de lengte van het traject, dit volgt uit de ingevoerde parameters.
- De bovenste 3 m van elk boorgat wordt voorzien van een kunststof buis voor de stabiliteit van het boorgat.
- Per 5 filters wordt een verzamelput voorzien.
- De verticale filters worden onderling verbonden met een pvc buis met een diameter van 315 mm. De lengte van de verzamelleiding is gelijk aan de lengte van het ingevoerde dijkvak.
- Voor het herstellen van het terrein na de werkzaamheden is een breedte van 10 m aangenomen. Het uitgangspunt is dat dit voornamelijk grasland en begroeiingen zijn met incidenteel een verhardingsoppervlak.

Bij de systemen met verticale en horizontale filters is hetzelfde principe voor het verzamelen en afvoeren van het water gehanteerd. Ook de principes voor monitoring en bediening zijn hetzelfde aangenomen, namelijk:

- het water wordt verzameld in een betonnen inspectieput. De put heeft een vaste afmeting van 1x1x1 m met een gietijzeren putrand met deksel. De put wordt voorzien van een op afstand bedienbare overlaat. Per verzamelput wordt een besturingskast geplaatst. Over de gehele lengte van het dijkvak wordt een voedingskabel aangebracht. Voor de besturing en monitoring wordt een webconnector in de besturingskasten voorzien;
- ten behoeve van de monitoring van de grondwaterstand wordt elke 500 m een peilbuis met sensoren voorzien welke op afstand is af te lezen;
- vanaf de inspectie-/verzamelput wordt het water afgevoerd naar een achterliggende sloot. De lengte van de afvoerleiding is gesteld op 50 m. Voor de afvoerleiding wordt een betonbuis met een diameter van 500 mm opgenomen. In de ontvangstsloot wordt een uitstroombak van beton gerekend en een bodem en oeverbescherming van beton.

5.5.2 Horizontale drain - gestuurde boring

- Door middel van een horizontaal gestuurde boring (HDDW) wordt een mantelbuis met een diameter van 450 mm aangebracht. Daarin wordt filterbuis met een diameter van 160 mm gebracht die omstort wordt met grof zand of fijn grind waarna de mantelbuis getrokken wordt.
- De lengte van de gestuurde boring is circa 300 m per sectie waarbij de effectieve systeemplengte van het filter 250 m is. Dit is dus de theoretische horizontale afstand ten opzichte van de praktische boorlengte als gevolg van de boogstralen van de boorbuis.
- De verzamel-/inspectieput wordt bij elke twee secties toegepast. De gemiddelde h.o.h. afstand wordt daarmee 500 m.
- Het herstellen van het terrein na de werkzaamheden beperkt zich tot de omgeving van het intrede- en uittredepunt. Als conservatieve inschatting van de oppervlakte is gerekend met een breedte van 5 m over het gehele tracé.
- Het systeem voor het verzamelen en afvoeren van het water is gelijk aan de verticale bron en beschreven in paragraaf 5.5.1

5.5.3 Horizontale drain - gegraven

- Door middel van een draineermachine wordt in één arbeidsgang een sleuf gegraven met een breedte van 450 mm waarbij een filterbuis met een diameter van 160 mm wordt aangebracht die omstort wordt met grof zand of fijn grind waarna de sleuf weer wordt aangevuld.
- De gemiddelde h.o.h. afstand van de verzamel-/inspectieput is 500 m.
- Voor het herstellen van het terrein na de werkzaamheden is een breedte van 5 m aangenomen.
- Het systeem voor het verzamelen en afvoeren van het water is gelijk aan de verticale bron, en beschreven in paragraaf 5.5.1.

5.5.4 Grindkoffer

- De diepte van de te graven grindkoffer is afgeleid uit de parameters van de quick-scan tool. De bodembreedte van de grindkoffer is op 2 m gesteld. Er is gerekend met een talud van ontgraven van 1 op 3. Met deze gegevens wordt de bovenbreedte van de ontgraving en grindaanvulling bepaald.
- Uitgangspunt is dat vrijkomende grond wordt afgevoerd over een afstand van 5 km (enkele reis). Het uitgangspunt is dat de grond schoon is. Er wordt niet gerekend met kosten voor het opslaan/accepteren van de grond.
- Er is elke 500 m een dam met stuwklep voorzien welke op afstand bediend en gemonitord kan worden. Bij elke stuw wordt een besturingskast voorzien. Tevens is per sectie van 500 m een peilbuis met sensoren voorzien die de metingen automatisch doorstuurt.
- Voor het herstellen van het terrein na de werkzaamheden is een breedte van 3 m aan weerszijden van de grindkoffer aangenomen.

5.6 Beheer en onderhoud

In de kostenraming is ook het beheer en onderhoud van de drainagesystemen opgenomen. De kosten voor het beheer en onderhoud gedurende 50 jaar zijn geschat op basis van onderzoek (POV Macrostabieliteit en POV Piping 2017, hoofdstuk 7) en praktijkervaring. Dit betekent dat werktuigbouwkundige componenten eenmaal worden vervangen binnen de periode van 50 jaar, want een afschrijfstermijn van 25 jaar. Elektronische componenten worden tweemaal vervangen binnen de periode van 50 jaar, want een afschrijfstermijn van zestien jaar. Dit geeft de volgende percentages:

- 75 % van de investeringskosten bij verticale putten;
- 15 % van de investeringskosten bij een horizontale drain;
- 20 % van de investeringskosten bij een grindkoffer.

De verschillen in percentages tussen de systemen worden veroorzaakt door de verschillende uitgangspunten van de systemen. De verticale putten hebben de meeste werktuigbouwkundige en elektronische componenten, waardoor de beheer en onderhoudskosten hoger zijn.

5.7 Aanpassingen watersysteem

Vanwege de eenvoud beschouwt de quickscan-tool niet de capaciteit van het poldersysteem voor het verwerken van het extra waterbezwaar. In de kostenraming wordt de gebruiker hier specifiek op gewezen doordat een post van 0 euro is opgenomen.

5.8 Kosten afvoeren waterbezwaar

In de kostenraming is een post opgenomen voor de afvoer van het extra waterbezwaar naar het buitenwater. Daarvoor is op basis van ervaring een kengetal van 0,5 eurocent per kuub gebruikt voor de energiekosten. Eventuele kosten voor de capaciteitsvergroting van het gemaal zijn niet begroot.

5.9 Output

De output van de kostenraming wordt per drainagetechniek gegeven via een heldere tabel met eenheidsprijzen en hoeveelheden. De kosten zijn geraamd voor de lengte van het project. Als voorbeeld zijn in de bijlage de ramingen voor een strekkende kilometer opgenomen voor de 4 typen drainagesystemen.

Op de website zijn de uitgangspunten, aannames en uitsluitingen toegelicht. Doordat de SSK methodiek wordt gevolgd bij het opstellen van de raming is het relatief eenvoudig de uitvoer te laten aansluiten op andere kostenramingen binnen de POV Piping of in de afweging van alternatieven door de gebruiker.

6

WEBPORTAL

De webportal <http://www.drainagequicksan.nl/> vormt de schil om de gehele tool. Dit hoofdstuk beschrijft de wijze van invoer, uitvoer en de verdere technische opzet.

6.1 Invoer

De vereiste invoer van de quickscan-tool bestaat uit parameters die de gebruiker kan invoeren en vaste parameters.

6.1.1 Parameters door gebruiker

Naast de parameters uit de vorige hoofdstukken kan ook een projectnaam, naam opsteller en e-mailadres worden opgegeven.

De invoer van parameters vindt plaats via een formulier op de website. De eenheid van elke parameter wordt op het scherm weergegeven. Bij elk invulveld is ofwel een uitleg gegeven op de webpagina of kan deze via een hyperlink worden opgevraagd. Waar mogelijk worden illustraties gebruikt ter verheldering.

Tabel 6.1 geeft een totaaloverzicht van alle invoerwaarden voor de gebruiker. Het aantal in te voeren parameters kan worden verkleind door de quickscan-tool te koppelen aan bijvoorbeeld databases van de ondergrond, AHN en rivierstanden. In de huidige opzet is daar niet voor gekozen omdat door handmatige invoer de gebruiker zich beter bewust is van de te hanteren parameters en hun gevoeligheid. Daarnaast past een database-koppeling niet bij een minimum viable product, maar deze is later nog wel toe te voegen.

Tabel 6.1 Invoerwaarden voor gebruiker

Paragraaf	Onderdeel	Parameter	Eenheid	Default waarde
3.2.2	geometrie van de dijk	kruin hoogte	m NAP	7
3.2.2	geometrie van de dijk	breedte van binnenteen tot buitenteen	m	60
3.2.2	geometrie van de dijk	breedte berm	m	2
3.2.2	geometrie van de dijk	hoogte van de berm	m NAP	2
3.2.2	geometrie van de dijk	aanwezigheid kwelsloot	-	nee
3.2.2	bodemopbouw	maaiveld in voorland , is bovenzijde deklaag	m NAP	2
3.2.2	bodemopbouw	verticale doorlaatfactor in voorland	m/dag	0,01
3.2.2	bodemopbouw	maaiveld in achterland, is bovenzijde deklaag	m NAP	2
3.2.2	bodemopbouw	verticale doorlaatfactor in achterland	m/dag	0,01
3.2.2	bodemopbouw	bovenzijde deklaag	m NAP	-1

Paragraaf	Onderdeel	Parameter	Eenheid	Default waarde
3.2.2	bodemopbouw	onderzijde watervoerend pakket	m NAP	-20
3.2.2	bodemopbouw	horizontale doorlaatfactor watervoerend pakket	m/dag	15
3.2.2	bodemopbouw	scheidende laag in watervoerend pakket aanwezig?	-	nee
3.2.2	bodemopbouw	bovenzijde scheidende laag in watervoerend pakket	m NAP	-
3.2.2	bodemopbouw	onderzijde scheidende laag in watervoerend pakket	m NAP	-
3.2.2	bodemopbouw	verticale doorlaatfactor scheidende laag in watervoerend pakket	m/dag	-
3.2.2	oppervlaktewater	waterstand op buitenwater	m NAP	6,5
3.2.2	oppervlaktewater	afstand intredepunt buitenwater	m t.o.v. buitenteen	100
3.2.2	oppervlaktewater	freatische grondwaterstand in achterland	m NAP	2,5
3.1	drainagesysteem	vereiste verlaging stijghoogte, als invoer, of via berekening volgens kader in paragraaf 3.1 met parameters volgens kader die op 3 volgende rijen zijn weergegeven	m	2
3.1	drainagesysteem	freatisch niveau of maaiveld (H_{exit})	m NAP	-
3.1	drainagesysteem	veiligheidsfactor voor het deelfaalmecanisme opbarsten (γ_{up})	-	
3.1	drainagesysteem	volumiek gewicht van de deklaag	kN/m ³	
3.2.3	drainagesysteem	hart-op-hart afstand verticale filters	m	20
3.2.3	drainagesysteem	breedte grindkoffer op aanlegniveau	m	2
3.2.3	drainagesysteem	talud grindkoffer	-	1:2
5.5	drainagesysteem	lengte van project	m	1000
6.1.1	algemene invoer	projectnaam	tekst	geen
6.1.1	algemene invoer	naam opsteller	tekst	geen
6.1.1	algemene invoer	email adres	tekst	geen

Ondanks het doel een minimum viable product op te stellen is een functie ingebouwd die de invoer van gebruikers bewaart. Hierdoor kan de gebruiker de tool herstarten waarbij nogmaals kan worden gerekend met als basis dezelfde ingevoerde parameterwaarden. Dit is geïmplementeerd via een downloadfunctie waarmee de gebruiker de invoerparameters kan downloaden.

6.1.2 Vaste parameters

In deze rapportage is aangegeven dat de quickscan-tool verschillende vaste parameters kent. Deze parameters worden opgeslagen in een database. Voor de eenvoud van de tool en het doel om een minimum viable product op te stellen kunnen deze parameters door de gebruiker niet aangepast worden.

Tabel 6.2 Vaste waarden

Paragraaf	Onderdeel	Parameter	Eenheid	Waarde
3.2.2	watervoerend pakket	verticale doorlaatfactor	m/dag	0,25 * horizontale doorlaatfactor
3.2.3	drainagesysteem, algemeen	verwachte verlies aan stijghoogte tussen de watervoerende laag en het hart van het winmiddel	m	te bepalen in fase 2
3.2.3	drainagesysteem, horizontale drain	intredeweerstand horizontale drain	dagen	te bepalen in fase 2
3.2.3	drainagesysteem, verticale put	diameter boorgat	mm	400
3.2.3	drainagesysteem, verticale put	buitendiameter filter	mm	200
3.2.3	drainagesysteem, verticale put	filterlengte	m	10 of dikte wvp als <10 m
3.2.3	drainagesysteem, verticale put	aantal filters per lozingsput	-	5
3.2.3	drainagesysteem, verticale put	lengte afvoerleiding per lozingspunt	m	50
3.2.3	drainagesysteem, horizontale drain	diameter boorgat	mm	450
3.2.3	drainagesysteem, horizontale drain	buitendiameter filter	mm	165
3.2.3	drainagesysteem, horizontale drain	aanleg niveau hart drain	m - deklaag	0,5
3.2.3	drainagesysteem, horizontale drain	hart-op-hart afstand	m	2
3.2.3	drainagesysteem, horizontale drain	maximale aanlegdiepte met kettinggraver	m - mv	8
3.2.3	drainagesysteem, horizontale drain	hart-op-hart afstand van lozingslocatie	m	250
3.2.3	drainagesysteem, horizontale drain	aantal drains	-	1
3.2.3	drainagesysteem, grindkoffer	aantal grindkoffers	-	1
4.1	drainagesysteem	controle stroomsnelheid via Sichardt	n.v.t.	n.v.t.
5	kosten	zie toelichting in hoofdstuk 5	n.v.t.	n.v.t.

6.2 Uitvoer

De uitvoer van de tool bestaat uit de gemaakte berekeningen plus een heldere toelichting van de uitgangspunten waarop deze is gebaseerd. De uitvoer vindt plaats via de browser. Daarnaast kan de gebruiker de resultaten ook downloaden als Excel bestand, zodat de gebruiker zelf meerdere berekeningen kan vergelijken of de resultaten kan vergelijken met andere dijkversterkingsmaatregelen.

De quickscan-tool omvat alleen het waterbezwaar en de kosten. De haalbaarheid en risico's van een drainagesysteem omvatten meer aspecten, zoals beschikbare ruimte, eigendomssituatie en omgevingsbeïnvloeding. Via de begeleidende tekst worden conclusies overgenomen uit eerdere

rapportages (RPS en Witteveen+Bos, 2017; POV Macrostablieit en POV Piping, 2017), daarnaast wordt naar de rapportages verwezen. Waar mogelijk worden de rapportages ook direct als download aangeboden.

6.3 Technische opzet

De quickscan-tool wordt online beschikbaar gesteld via een website. Daarbij worden de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- 1 de layout en opzet van de website richt zich op een gebruiker die een personal computer gebruikt, omdat naar verwachting het overgrote deel van de gebruikers de website in een kantooromgeving zal raadplegen. Daarom is het niet doelmatig een optimalisatie voor tablets of telefoons te maken;
- 2 de website zal zich richten op de meest recente versie van Chrome ten tijde van de ontwikkeling. Gezien het minimum viable product vinden geen optimalisaties plaats voor andere browsers of updates van Chrome;
- 3 de website is voor iedereen toegankelijk zonder dat een account hoeft te worden aangemaakt. Desgewenst kan de gebruiker wel zijn naam en e-mailadres achterlaten om geïnformeerd te worden over updates of andere relevante zaken met betrekking tot drainagesystemen;
- 4 Witteveen+Bos spant zich in voor het beschikbaar zijn van de website en de beveiliging van de website. Een garantie voor de up-time wordt niet gegeven, omdat dit niet past bij een minimum viable product en het product niet kritisch is voor de bedrijfsvoering.

7

REFERENTIES

- 1 Bakker en Strack, 2003, Analytic Elements for Multiaquifer Flow, *Journal of Hydrology*, 271(1-4), pagina 119-129.
- 2 Cultuurtechnisch Vademecum, 1988.
- 3 Houben, 2015, Review: hydraulics of water wells - head losses of individual components, *Hydrogeology Journal* 2015 23:1569-1675, DOI: 10.1007/s10040-015-1313-7.
- 4 Olsthoorn, T.N., De Sichardt-snelheid en het maximaal toelaatbare debiet van waterwinningsputten, *H2O* (9), nr. 11.
- 5 POV Macrostabieliteit en POV Piping, 2017, Technische Richtlijn Drainagetechnieken, 100% concept, d.d. 28 april 2017, kenmerk 221098-002-GEO-0004.
- 6 Rijkswaterstaat, 2017, Handreiking ontwerpen met overstromingskansen, versie OI2014v4, d.d. februari 2017.
- 7 RPS en Witteveen+Bos, 2017, Handreiking Drainagesysteem in de verkenning (HWBP POV Piping), referentie HTN117-1/17-000.672, d.d. 17 januari 2017.

Bijlage(n)

BIJLAGE: PROJECTORGANISATIE

Onderstaande tabel geeft de deelnemers aan de externe klankbordgroep weer.

Tabel I.1 Externe klankbordgroep

Naam	Organisatie
B. van Meekeren	Antea Group
C. van Ackooij	Hoogheemraadschap de Stichtse Rijnlanden
G. Morren	Arcadis
M. Bakker	TU Delft
P. Damen	Waterschap Rivierenland

Onderstaande tabel geeft de projectgroep weer.

Tabel I.2 Projectgroep

Naam	Organisatie
H. Niemeijer	POV Piping
H. Senhorst	Rijkswaterstaat
D. Brakenhoff	Witteveen+Bos
I. de Jong	Witteveen+Bos
H. Meuwese	Witteveen+Bos



BIJLAGE: NAUWKEURIGHEID QUICKSCAN-TOOL

In deze bijlage is de nauwkeurigheid van de quickscan-tool toegelicht.

Het doel van de quickscan-tool is een variatiecoëfficiënt van $\pm 50\%$. De variatiecoëfficiënt is een relatieve spreidingsmaat voor een reeks, namelijk de standaarddeviatie gedeeld door het gemiddelde. Dit principe gaat uit van een reeks. Dit betekent dat meerdere berekeningen moeten worden gemaakt, waarbij dan een van de berekeningen als 'de waarheid' wordt geïdentificeerd en de andere waarden uit de reeks aan de eis van $\pm 50\%$ moeten voldoen. Dit is geen praktische werkwijze voor de controle van de opzet van de quickscan-tool, omdat 'de waarheid' niet eenvoudig te bepalen is.

Daarom is als toetsing een praktische maat gehanteerd, namelijk een betrouwbaarheid van $\pm 50\%$. Op basis van ervaring is beoordeeld dat de opzet van de quickscan-tool hieraan voldoet, omdat de gekozen schematisering de geohydrologie geheel volgt, behalve dat het kopeffect niet wordt geschematiseerd (paragraaf 3.2.2 kop Ruimtelijke discretisatie) en de kostenraming volgt uit de geohydrologische analyse en enkele beperkte aannames over bijvoorbeeld de omvang van een verzamelput.



BIJLAGE: KOSTENRAMING PER STREKKENDE KILOMETERS

Opdrachtgever POV Piping	Prijspeil: 2017	Datum: 14-11-2017
Project: Quick scan tool piping	Versie: 03	Projectcode: 100710-130
(Deel)raming: Systeem met verticale filters	Status: Concept	Auteur: JONI

code post	omschrijving post	hoeveelheid	eenheid	prijs	factor	aantal	lengte	hoogte	breedte	opp	totaal
										/ 3D /	
										hoev.boek	
INVESTERINGSKOSTEN											1'000 m
20	Onttrekkingsysteem										
200110	Installeren filter ø200mm lg 5m met 100mm grind omhulling	250.00	m	€ 185.00	1/20		1'000.0	5.0		€	46'250.00
200120	Casing bovenste 3 meter van het filter	50.00	st	€ 350.00		50.0				€	17'500.00
200130	Leveren en aanbrengen bronkop en aansluiten op verzamelleiding	50.00	st	€ 400.00		50.0				€	20'000.00
200140	Aanbrengen gietijzeren putrand met deksel	50.00	st	€ 285.00		50.0				€	14'250.00
	Totaal Onttrekkingsysteem			€ 98'000.00				€ 1'960	/st		
30	Verzamelsysteem										
300110	Aanbrengen verzamelleiding pvc ø315mm	1'000.00	m	€ 35.00			1'000.0			€	35'000.00
300120	Aanbrengen inspectieput 1000x1000x1000mm	10.00	st	€ 825.00	1/5	50.0				€	8'250.00
300130	Aanbrengen gietijzeren putrand met deksel	10.00	st	€ 285.00		10.0				€	2'850.00
300140	Aanbrengen automatisch regelbare overlaat op basis van het waterniveau	10.00	st	€ 2'000.00		10.0				€	20'000.00
	Totaal Verzamelsysteem			€ 66'100.00				€ 6'610	/st		
40	Afvoer richting watergang										
400110	Aanbrengen afvoerleiding lang 50m beton ø500mm	500.00	m	€ 75.00		10.0	50.0			€	37'500.00
400130	Aanbrengen uitstroombak en betonverdediging in watergang	10.00	st	€ 1'700.00		10.0				€	17'000.00
	Totaal Afvoer richting watergang			€ 54'500.00				€ 109	/m		
50	Besturing en monitoring										
500110	Automatische aandrijving afsluiters/overlaat	10.00	st	€ 1'500.00		10.0				€	15'000.00
500130	Besturingskast incl. inrichting en webconnector	10.00	st	€ 10'000.00		10.0				€	100'000.00
500140	Voedingskabel naar schakelkasten	1'000.00	m	€ 27.00			1'000.0			€	27'000.00
500160	Plaatsen peilbuis	2.00	st	€ 250.00	1/500		1'000.0			€	500.00
500170	Automatische waarneming waterpeil peilbuis (sensor en modem)	2.00	st	€ 2'000.00		2.0				€	4'000.00
500180	Automatische waarneming waterpeil stuw / verzamelput (sensor en mod)	10.00	st	€ 2'000.00		10.0				€	20'000.00
500190	Uitvoeren onttrekkingstest per bron (6 tot 10 per dag)	8.00	dag	€ 900.00	1/6	50.0	eenmalig			€	7'200.00
	Totaal Besturing en monitoring			€ 173'700.00				€ 17'370	/st		
60	Herstel										
600110	Afwerken terrein en inzaaien	17'500.00	m ²	€ 1.50			1'750.0		10.0	€	26'250.00
	Totaal Herstel			€ 26'250.00							
70	Diversen										
200220	Reinigen leidingen en putten	1'750.00	m	€ 2.50			1'750.0			€	4'375.00
	Totaal Diversen			€ 4'375.00							
Benoemde directe bouwkosten											€ 422'925
NTD011	Nader te detailleren bouwkosten	10.0%		€ 422'925						€	42'293
Directe bouwkosten											€ 465'218
IK016	Eenmalige en bouwplaatskosten	3.0%		€ 465'218						€	13'957
IK018	Coördinatiekosten / koepelkosten	0.0%		€ 465'218						€	-
IK019	Uitvoeringskosten	7.0%		€ 465'218						€	32'565
IK0110	Algemene kosten	8.0%		€ 511'739						€	40'939
IK0111	Winst	3.0%		€ 552'678						€	16'580
IK0112	Risico	2.0%		€ 552'678						€	11'054
Indirecte bouwkosten											€ 115'095
VZBK Voorziene bouwkosten											€ 580'312
RBK013	Niet benoemd objectrisico bouwkosten	25.0%		€ 580'312						€	145'078
RBK Risico's bouwkosten											€ 145'078
BK01 Bouwkosten Systeem met verticale filters											€ 725'390
VK011	Ruimtebeslag	6'000.00	m ²	€ -			1'000.00	6.00		€	-
VK012		0	-	€ -						€	-
VK013	Grondaankopen niet meegenomen	-	PM	€ -						€	-
VK014	Zakelijk recht niet meegenomen	-	PM	€ -						€	-
VK015	Schaderegelingen niet meegenomen	-	PM	€ -						€	-
VK016	Post	-	ehd	€ -						€	-
Benoemde directe vastgoedkosten											€ -
VK018	Notariskosten	-	PM	€ -						€	-
VK019	Makelaarskosten	-	PM	€ -						€	-
VK0110	Eenmalige kosten	-	PM	€ -						€	-
VK0111	Overdrachtsbelasting	0.0%		€ -						€	-
VK0117	Niet benoemd objectrisico vastgoedkosten	25.0%		€ -						€	-
RVK Risico's vastgoedkosten											€ -
VK01 Vastgoedkosten Systeem met verticale filters											€ -
EK012	Engineeringskosten adviesbureau(s)	10.0%		€ 580'312						€	58'031
EK013	Engineeringskosten opdrachtgever (overheid/instantie/bedrijf)	5.0%		€ 580'312						€	29'016
EK0118	Niet benoemd objectrisico engineeringkosten	25.0%		€ 87'047						€	21'762
EK01 Engineeringkosten Systeem met verticale filters											€ 108'809
OK011	Overige bijkomende kosten	5.0%		€ 580'312						€	29'016
OK0137	Niet benoemd objectrisico overige bijkomende kosten	25.0%		€ 29'016						€	7'254
OBK01 Overige bijkomende kosten Systeem met verticale filters											€ 36'270
INV01 Totaal investeringskosten Systeem met verticale filters											€ 870'468

code post	omschrijving post	hoeveelheid	eenheid	prijs	factor	aantal	lengte	hoogte	breedte	opp / dikte / 3D / hoev.boek	totaal	
INVESTERINGSKOSTEN												
		werkelijk geboorde lengte 1200m										1'000 m
20	Onttrekkingsysteem											
200250	Horizontaal (theoretische lengte) gestuurd filter met grindomhulling tot ø	1'000.00	m	€ 550.00			1'000.0			€	550'000.00	
Totaal Onttrekkingsysteem				€ 550'000.00								
30	Verzamelsysteem											
300220	Aanbrengen inspectieput 1000x1000x1000mm	2.00	st	€ 825.00	1/500		1'000.0			€	1'650.00	
300230	Aanbrengen gietijzeren putrand met deksel	2.00	st	€ 285.00		2.0				€	570.00	
300240	Aanbrengen automatisch regelbare overlaat op basis van het waterniveau	2.00	st	€ 2'000.00		2.0				€	4'000.00	
Totaal Verzamelsysteem				€ 6'220.00								
40	Afvoer richting watergang											
400210	Aanbrengen afvoerleiding lang 50m beton ø500mm	100.00	m	€ 75.00		2.0	50.0			€	7'500.00	
400220	Aanbrengen afvoerleiding lang 50m pvc ø315mm	-	m	€ 35.00						€	-	
400230	Aanbrengen uitstroombak en betonverdediging in watergang	2.00	st	€ 1'700.00		2.0				€	3'400.00	
Totaal Afvoer richting watergang				€ 10'900.00								
50	Besturing en monitoring											
500210	Automatische aandrijving afsluiters/overlaat	2.00	st	€ 1'500.00		2.0				€	3'000.00	
500230	Besturingskast incl. inrichting en webconnector	2.00	st	€ 10'000.00		2.0				€	20'000.00	
500240	Voedingskabel naar schakelkasten	1'000.00	m	€ 27.00			1'000.0			€	27'000.00	
500250	Datakabel naar schakelkasten	-	m	€ 23.00						€	-	
500260	Plaatsen peilbuis	2.00	st	€ 250.00	1/500		1'000.0			€	500.00	
500270	Automatische waarneming waterpeil peilbuis (sensor en modem)	2.00	st	€ 2'000.00		2.0				€	4'000.00	
500280	Automatische waarneming waterpeil stuw / verzamelput (sensor en mode)	-	st	€ 2'000.00						€	-	
Totaal Besturing en monitoring				€ 54'500.00								
60	Herstel											
600210	Afwerken terrein en inzaaien	6'000.00	m²	€ 1.50			1'200.0		5.0	€	9'000.00	
Totaal Herstel				€ 9'000.00								
70	Diversen											
200320	Reinigen leidingen en putten	1'100.00	m	€ 2.50			1'100.0			€	2'750.00	
Totaal Diversen				€ 2'750.00								
Benoemde directe bouwkosten											€ 633'370	
NTD021	Nader te detailleren bouwkosten	10.0%	€	633'370								€ 63'337
Directe bouwkosten											€ 696'707	
IK026	Enmalige en bouwplaatskosten	3.0%	€	696'707								€ 20'901
IK029	Uitvoeringskosten	7.0%	€	696'707								€ 48'769
IK0210	Algemene kosten	8.0%	€	766'378								€ 61'310
IK0211	Winst	3.0%	€	827'688								€ 24'831
IK0212	Risico	2.0%	€	827'688								€ 16'554
Indirecte bouwkosten											€ 172'365	
VZBK Voorziene bouwkosten											€ 869'072	
RBK023	Niet benoemd objectrisico bouwkosten	25.0%	€	869'072								€ 217'268
RBK Risico's bouwkosten											€ 217'268	
BK02 Bouwkosten Systeem met horizontaal geboord filter											€ 1'086'340	
VK021	Ruimtebeslag	6'000.00	m²	€ -			1'000.00		6.00	€	-	
VK022		0	-	€ -						€	-	
VK023	Grondaankopen niet meegenomen	-	PM	€ -						€	-	
VK024	Zakelijk recht niet meegenomen	-	PM	€ -						€	-	
VK025	Schaderegelingen niet meegenomen	-	PM	€ -						€	-	
VK028	Notariskosten	-	PM	€ -						€	-	
VK029	Makelaarskosten	-	PM	€ -						€	-	
VK0210	Enmalige kosten	-	PM	€ -						€	-	
VK0211	Overdrachtsbelasting	0.0%	€	-						€	-	
VK0217	Niet benoemd objectrisico vastgoedkosten	25.0%	€	-						€	-	
RVK Risico's vastgoedkosten											€ -	
VK02 Vastgoedkosten Systeem met horizontaal geboord filter											€ -	
EK021	Engineeringskosten aannemer(s)	0.0%	€	869'072								€ -
EK022	Engineeringskosten adviesbureau(s)	10.0%	€	869'072								€ 86'907
EK023	Engineeringskosten opdrachtgever (overheid/instantie/bedrijf)	5.0%	€	869'072								€ 43'454
EK0218	Niet benoemd objectrisico engineeringkosten	25.0%	€	130'361								€ 32'590
EK02 Engineeringkosten Systeem met horizontaal geboord filter											€ 162'951	
OK021	Overige bijkomende kosten	5.0%	€	869'072								€ 43'454
OK0237	Niet benoemd objectrisico overige bijkomende kosten	25.0%	€	43'454								€ 10'863
OBK02 Overige bijkomende kosten Systeem met horizontaal geboord filter											€ 54'317	
INV02 Totaal investeringskosten Systeem met horizontaal geboord filter											€ 1'303'608	

Opdrachtgever: POV Piping	Prijspeil: 2017	Datum: 14-11-2017
Project: Quick scan tool piping	Versie: 03	Projectcode: 100710-130
(Deel)raming: Systeem met horizontaal gegraven filter	Status: Concept	Auteur: JONI

code post	omschrijving post	hoeveelheid	eenheid	prijs	factor	aantal	lengte	hoogte	breedte	opp / dikte / 3D / hoev.boek	totaal
INVESTERINGSKOSTEN											1'000 m
20	Onttrekkingssysteem										
200360	Horizontale drain ø165mm met grindomhulling tot ø450mm	1'000.00	m	€ 33.00			1'000.0				€ 33'000.00
	Totaal Onttrekkingssysteem			€ 33'000.00							
30	Verzamelsysteem										
300320	Aanbrengen inspectieput 1000x1000x1000mm	2.00	st	€ 825.00	1/500		1'000.0				€ 1'650.00
300330	Aanbrengen gietijzeren putrand met deksel	2.00	st	€ 285.00		2.0					€ 570.00
300340	Aanbrengen automatisch regelbare overlaat op basis van het waterniveau	2.00	st	€ 2'000.00		2.0					€ 4'000.00
	Totaal Verzamelsysteem			€ 6'220.00							
40	Afvoer richting watergang										
400310	Aanbrengen afvoerleiding lang 50m beton ø500mm	100.00	m	€ 75.00		2.0	50.0				€ 7'500.00
400320	Aanbrengen afvoerleiding lang 50m pvc ø315mm	-	m	€ 35.00							€ -
400330	Aanbrengen uitstroombak en betonverdediging in watergang	2.00	st	€ 1'700.00		2.0					€ 3'400.00
	Totaal Afvoer richting watergang			€ 10'900.00							
50	Besturing en monitoring										
500310	Automatische aandrijving afsluiters/overlaat	2.00	st	€ 1'500.00		2.0					€ 3'000.00
500330	Besturingskast incl. inrichting en webconnector	2.00	st	€ 10'000.00		2.0					€ 20'000.00
500340	Voedingskabel naar schakelkasten	1'000.00	m	€ 27.00			1'000.0				€ 27'000.00
500350	Datakabel naar schakelkasten	-	m	€ 23.00							€ -
500360	Plaatsen peilbuis	2.00	st	€ 250.00	1/500		1'000.0				€ 500.00
500370	Automatische waarneming waterpeil peilbuis (sensor en modem)	2.00	st	€ 2'000.00		2.0					€ 4'000.00
500380	Automatische waarneming waterpeil stuw / verzamelput (sensor en mode)	2.00	st	€ 2'000.00		2.0					€ 4'000.00
	Totaal Besturing en monitoring			€ 58'500.00							
60	Herstel										
600310	Afwerken terrein en inzaaien	5'500.00	m²	€ 1.50			1'100.0		5.0		€ 8'250.00
	Totaal Herstel			€ 8'250.00							
70	Diversen										
200420	Reinigen leidingen en putten	1'100.00	m	€ 2.50			1'100.0				€ 2'750.00
	Totaal Diversen			€ 2'750.00							
Benoemde directe bouwkosten											€ 119'620
NTD031	Nader te detailleren bouwkosten	10.0%		€ 119'620							€ 11'962
Directe bouwkosten											€ 131'582
IK036	Enmalige en bouwplaatskosten	3.0%		€ 131'582							€ 3'947
IK038	Coördinatiekosten / koepelkosten	0.0%		€ 131'582							€ -
IK039	Uitvoeringskosten	7.0%		€ 131'582							€ 9'211
IK0310	Algemene kosten	8.0%		€ 144'740							€ 11'579
IK0311	Winst	3.0%		€ 156'319							€ 4'690
IK0312	Risico	2.0%		€ 156'319							€ 3'126
Indirecte bouwkosten											€ 32'553
VZBK Voorziene bouwkosten											€ 164'135
RBK033	Niet benoemd objectrisico bouwkosten	25.0%		€ 164'135							€ 41'034
RBK Risico's bouwkosten											€ 41'034
BK03 Bouwkosten Systeem met horizontaal gegraven filter											€ 205'169
VK031	Ruimtebeslag	6'000.00	m²	€ -			1'000.00		6.00		€ -
VK032		0	-	€ -							€ -
VK033	Grondaankopen niet meegenomen	-	PM	€ -							€ -
VK034	Zakelijk recht niet meegenomen	-	PM	€ -							€ -
VK035	Schaderegelingen niet meegenomen	-	PM	€ -							€ -
VK038	Notariskosten	-	PM	€ -							€ -
VK039	Makelaarskosten	-	PM	€ -							€ -
VK0310	Eenmalige kosten	-	PM	€ -							€ -
VK0311	Overdrachtsbelasting	0.0%		€ -							€ -
VK0317	Niet benoemd objectrisico vastgoedkosten	25.0%		€ -							€ -
RVK Risico's vastgoedkosten											€ -
VK03 Vastgoedkosten Systeem met horizontaal gegraven filter											€ -
EK031	Engineeringskosten aannemer(s)	0.0%		€ 164'135							€ -
EK032	Engineeringskosten adviesbureau(s)	10.0%		€ 164'135							€ 16'414
EK033	Engineeringskosten opdrachtgever (overheid/instantie/bedrijf)	5.0%		€ 164'135							€ 8'207
EK0318	Niet benoemd objectrisico engineeringkosten	25.0%		€ 24'620							€ 6'155
EK03 Engineeringkosten Systeem met horizontaal gegraven filter											€ 30'775
OK031	Overige bijkomende kosten	5.0%		€ 164'135							€ 8'207
OK0337	Niet benoemd objectrisico overige bijkomende kosten	25.0%		€ 8'207							€ 2'052
OBK03 Overige bijkomende kosten Systeem met horizontaal gegraven filter											€ 10'258
INV03 Totaal investeringskosten Systeem met horizontaal gegraven filter											€ 246'203

Opdrachtgever: POV Piping	Prijspeil: 2017	Datum: 14-11-2017
Project: Quick scan tool piping	Versie: 03	Projectcode: 100710-130
(Deel)raming: Systeem met grindkoffer in de teen	Status: Concept	Auteur: JONI

code post	omschrijving post	hoeveelheid	eenheid	prijs	factor	aantal	lengte	hoogte	breedte	opp	totaal
4									/ dikte	/ 3D /	hoev.boek

INVESTERINGSKOSTEN 1'000 m

20	Onttrekkingsstelsel										
200470	Grond ontgraven t.b.v. grindkoffer	16'000.00	m ³	€ 1.25	talud 1 op 3		1'000.0	4.0	1.0	1.3	€ 20'000.00
200480	Sleufbemaling	1'000.00	m	€ 30.00			1'000.0				€ 30'000.00
200490	Afvoeren overtollige grond	16'000.00	m ³	€ 1.75						16'000.0	€ 28'000.00
200500	Leveren en aanbrengen geotextiel	28'928.04	m ²	€ 3.00	1.10		1'000.0			26.3	€ 86'784.13
200510	Leveren en aanbrengen grind	16'000.00	m ³	€ 27.50						16'000.0	€ 440'000.00
	Totaal Onttrekkingsstelsel			€ 604'784.13							

40	Afvoer richting watergang										
400420	Aanbrengen afvoerleiding lang 50m pvc ø315mm	-	m	€ 35.00							€ -
400440	Aanbrengen regelbare klepstuw in damwand scherm	2.00	st	€ 7'000.00	1/500		1'000.0				€ 14'000.00
	Totaal Afvoer richting watergang			€ 14'000.00							

50	Besturing en monitoring										
500420	Automatische aandrijving stuw	2.00	st	€ 2'500.00		2.0					€ 5'000.00
500430	Besturingskast incl. inrichting en webconnector	2.00	st	€ 10'000.00		2.0					€ 20'000.00
500440	Voedingskabel naar schakelkasten	1'000.00	m	€ 27.00			1'000.0				€ 27'000.00
500450	Datakabel naar schakelkasten	-	m	€ 23.00							€ -
500460	Plaatsen peilbuis	2.00	st	€ 250.00	1/500		1'000.0				€ 500.00
500470	Automatische waarneming waterpeil peilbuis (sensor en modem)	2.00	st	€ 2'000.00		2.0					€ 4'000.00
	Totaal Besturing en monitoring			€ 56'500.00							

60	Herstel										
600420	Afwerken grasland en inzaaien	6'000.00	m ²	€ 1.00			1'000.0	6.0			€ 6'000.00
	Totaal Herstel			€ 6'000.00							

Benoemde directe bouwkosten € 681'284

NTD041	Nader te detailleren bouwkosten	10.0%	€	681'284							€ 68'128
--------	---------------------------------	-------	---	---------	--	--	--	--	--	--	----------

Directe bouwkosten € 749'413

IK046	Enmalige en bouwplaatskosten	3.0%	€	749'413							€ 22'482
IK048	Coördinatiekosten / koepelkosten	0.0%	€	749'413							€ -
IK049	Uitvoeringskosten	7.0%	€	749'413							€ 52'459
IK0410	Algemene kosten	8.0%	€	824'354							€ 65'948
IK0411	Winst	3.0%	€	890'302							€ 26'709
IK0412	Risico	2.0%	€	890'302							€ 17'806
	Indirecte bouwkosten	25%									€ 185'405

VZBK Voorziene bouwkosten € 934'817

RBK043	Niet benoemd objectrisico bouwkosten	25.0%	€	934'817							€ 233'704
--------	--------------------------------------	-------	---	---------	--	--	--	--	--	--	-----------

RBK Risico's bouwkosten € 233'704

BK04 Bouwkosten Systeem met grindkoffer in de teen € 1'168'522

VK041	Ruimtebeslag	29'000.00	m ²	€ -			1'000.00	29.00			€ -
VK042		0	-	€ -							€ -
VK043	Grondaankopen niet meegenomen	-	PM	€ -							€ -
VK044	Zakelijk recht niet meegenomen	-	PM	€ -							€ -
VK045	Schaderegelingen niet meegenomen	-	PM	€ -							€ -
VK048	Notariskosten	-	PM	€ -							€ -
VK049	Makelaarskosten	-	PM	€ -							€ -
VK0410	Eenmalige kosten	-	PM	€ -							€ -
VK0411	Overdrachtsbelasting	0.0%	€	-							€ -
VK0417	Niet benoemd objectrisico vastgoedkosten	25.0%	€	-							€ -
	RVK Risico's vastgoedkosten			€ -							€ -

VK04 Vastgoedkosten Systeem met grindkoffer in de teen € -

EK041	Engineeringskosten aannemer(s)	0.0%	€	934'817							€ -
EK042	Engineeringskosten adviesbureau(s)	10.0%	€	934'817							€ 93'482
EK043	Engineeringskosten opdrachtgever (overheid/instantie/bedrijf)	5.0%	€	934'817							€ 46'741
EK0418	Niet benoemd objectrisico engineeringkosten	25.0%	€	140'223							€ 35'056
	EK04 Engineeringkosten Systeem met grindkoffer in de teen	19%									€ 175'278

OK041	Overige bijkomende kosten	5.0%	€	934'817							€ 46'741
-------	---------------------------	------	---	---------	--	--	--	--	--	--	----------

OK0437	Niet benoemd objectrisico overige bijkomende kosten	25.0%	€	46'741							€ 11'685
--------	---	-------	---	--------	--	--	--	--	--	--	----------

OBK04 Overige bijkomende kosten Systeem met grindkoffer in de teen € 58'426

INV04 Totaal investeringskosten Systeem met grindkoffer in de teen € 1'402'226

