

**RUIMTE VOOR DE LEK (SNIP 3)
BASISRAPPORT GEOHYDROLOGIE EN KWEL**

PROVINCIE UTRECHT

19 mei 2011
074930474:D
C03021.000044

Voorwoord

Het basisrapport geohydrologie en kwel maakt onderdeel uit van de basisrapporten van de planstudie Ruimte voor de Lek in de SNIP-3 fase. In deze fase staat de verdere uitwerking en optimalisatie van de Gekozen Variant uit de verkennende fase van de planstudie (de SNIP-2a fase) centraal. Daarbij is het doel om te komen tot een ontwerp, waarin technische en landschappelijke aspecten, omliggende projecten en de wensen van belanghebbenden optimaal samen komen. Hierbij is de haalbaarheid van het plan belangrijk: het plan moet uitvoerbaar, betaalbaar, vergunbaar en onderhoudbaar zijn. De samenhang tussen de producten van de SNIP-3 fase is in onderstaande figuur weergegeven. De SNIP-3 fase eindigt met de projectbeslissing van de Staatssecretaris. Deze beslissing markeert het einde van de planstudiefase en het begin van de realisatiefase. Voordat echt tot realisatie over kan worden gegaan, moeten ook de betreffende Bevoegde Gezagen het Provinciaal Inpassingsplan en de vergunningaanvragen goed keuren.

Figuur 0.1
 Overzicht van de producten voor de SNIP-3 fase



Inhoud

Samenvatting	5
1 Inleiding	7
1.1 Aanleiding	7
1.2 Doelstellingen van Ruimte voor de Lek	7
1.3 Van Gekozen Variant naar Projectontwerp SNIP3	7
1.4 Doel van basisrapport Geohydrologie	9
1.5 Kwaliteitsborging	9
1.6 Leeswijzer	10
2 Aanpak en afbakening van het onderzoek geohydrologie	11
2.1 Aanpak	11
2.2 Afbakening	11
3 Beleid, wet- en regelgeving	12
3.1 Algemeen	12
4 Beschrijving plangebied	13
4.1 Projectgebied en plangebied	13
4.2 Huidige situatie	14
4.3 Autonome ontwikkeling	16
5 Beoordelingscriteria en referentiesituatie	18
5.1 De referentiesituatie of nulalternatief	18
5.2 Beoordelingscriteria	18
5.2.1 Uitwerking van de beoordelingscriteria	19
6 Geohydrologisch modelinstrumentarium	21
6.1 Inleiding	21
6.2 Verfijning huidige situatie	21
6.3 Gevoeligheidsanalyse en kalibratie	22
6.4 Modelonzekerheden en betrouwbaarheid	24
7 Effectbeoordeling VVKA en ontsluitingsvarianten	26
7.1 Beschrijving Voorlopig voorkeursalternatief (VVKA)	26
7.1.1 Ontsluitingsvarianten	27
7.2 Beoordeling VVKA Geohydrologie	28
8 Effectbeoordeling VKA	29
8.1 Van VVKA naar Voorkeursalternatief (VKA)	29
8.2 Optimalisatie vanuit geohydrologie	31
8.3 Aanpassingen in het geohydrologisch model ten behoeve van het VKA	31
8.4 Beschouwde scenario's	33

8.5	Resultaten en analyse geohydrologische berekeningen	34
8.5.1	T=1 jaar hoogwatergolf	34
8.5.2	T=10 jaar hoogwatergolf	41
8.5.3	Droogtescenario	47
8.5.4	Inundatiefrequentie uiterwaarden	48
8.6	Analyse dijkstabiliteit VKA	49
8.6.1	Noordoever	49
8.6.2	Zuidoever	50
8.6.3	Piping	52
8.6.4	Macrostabiliteit van het binnentalud	54
8.6.5	Toetsing waterkering Buitenstad Vianen	55
8.6.6	Morfologische effecten geul Pontwaard	55
8.7	MER Beoordeling van het VKA	56
9	Effectbeoordeling Projectontwerp en uitvoeringsvarianten	58
9.1	Van voorkeursalternatief (VKA) naar Projectontwerp	58
9.1.1	Uitvoeringsvarianten	60
9.2	Optimalisatie vanuit geohydrologie en dijkstabiliteit	60
9.3	Beoordeling geohydrologie in Projectontwerp	61
9.4	Beoordeling dijkstabiliteit in Projectontwerp	62
9.5	MER Beoordeling van het Projectontwerp	65
9.6	MER beoordeling van de uitvoeringsvarianten	66
10	Risicoanalyse	68
11	Conclusies en aanbevelingen	69
Bijlage 1	Overzicht van geraadpleegde documenten en personen	71
Bijlage 2	Verificatie	73
Bijlage 3	Achtergronden bij gevoeligheidsanalyse en kalibratie	75
Bijlage 4	Verificatie aan meetnet gemeente Nieuwegein	90
Bijlage 5	Onderbouwing toetsing geostabiliteit kade Buitenstad Vianen	91
Bijlage 6	Onderbouwing damwand passantenhaven Vianen en afstand tussen zomerkade Vianense Waard en insteek sloot	96
Bijlage 7	Verslagen overleggen	101

Samenvatting

Voor de uitwerking van het ontwerp van 'Ruimte voor de Lek' zijn diverse basisonderzoeken uitgevoerd. Op basis van deze onderzoeken is het ontwerp verder uitgewerkt en getoetst op milieueffecten in het Milieueffectrapport (MER). Dit basisrapport geeft de resultaten weer van het uitgevoerde onderzoek voor het aspect geohydrologie en kwel. Het basisrapport geohydrologie en kwel levert informatie ten behoeve van het ontwerpproces en het Inrichtingsplan. Daarnaast is in beeld gebracht welke gevolgen de realisatie van de maatregelen hebben op de geohydrologie, dijkstabiliteit en de kwelsituatie.

Voor het in beeld brengen van de effecten voor geohydrologie, dijkstabiliteit en kwel is gebruikt gemaakt van modelberekeningen. Bij de het opstellen en ijken van het gebruikt model voor geohydrologie en kwel geldt dat:

- Het dynamische grondwatermodel simuleert de dynamiek in het grondwater tijdens perioden met hoge waterstanden op de Lek goed.
- Onzekerheden over berekende grondwaterstanden blijven, met name in het gebied tussen het Merwedekanaal en de stuw Hagestein. Hier staan nauwelijks bruikbare meetpunten om het model aan te kalibreren.
- De effectkaarten in dit rapport zijn het resultaat van verschilberekeningen van de nieuwe situatie minus de huidige situatie. De modelonzekerheden van de absolute grondwaterstanden in de nieuwe en huidige situatie vallen als gevolg van de verschilberekening tegen elkaar weg. Het berekende effect (verandering van de grondwaterstanden, niet de uiteindelijke absolute hoogte van het grondwater) heeft daarmee een betrouwbaarheid van + of - 5 cm.

Gedurende het ontwerpproces van VVKA naar VKA naar Projectontwerp zijn optimalisaties doorgevoerd in het ontwerp. Het VKA is vanuit geohydrologie aangepast op het VVKA met de aanleg van een kleilaag in de stroom tussen de winterdijk tot en met de geul in de Vianense Waard. Hiermee treedt een afname op van de grondwaterveranderingen binnendijks. In het Projectontwerp is de inrichting van de Vianense Waard volledig herzien. De optimalisaties hebben plaatsgevonden vanuit het verder voorkomen van grondwateroverlast in Vianen en het beperken van de kosten.

De beoordeling van het Projectontwerp op (milieu)effecten leidt tot de volgende conclusies:

Systemeffecten

- De geohydrologische effecten tijdens hoogwatersituaties die relatief vaak voorkomen (1x per 5 tot 10 jaar) zijn het gevolg van de toename van de inundatiefrequentie in combinatie met de vergraving van de weerstandbiedende deklaag. Dit geldt met name in de Bossenwaard, 't Waalse Waard en de Pontwaard/Mijnsherenwaard. In de Vianense Waard vindt geen afgraving plaats in het Projectontwerp.
- De geohydrologische effecten van extremere hoogwatersituatie (minder dan 1x per 10 jaar) zijn alleen het gevolg van de vergraving van de deklaag in het Projectontwerp.

- Als gevolg van de vergravingen van de uiterwaarden neemt de overstromingsfrequentie in de Bossenwaard en 't Waalse Waard toe. Blevens deze uiterwaarden in de huidige situatie droog, na uitvoering van de maatregelen staan de uiterwaarden gemiddeld 1x per jaar onder water. Dit verschil zorgt voor een aanzienlijk geohydrologisch effect op de binnendijkse stijghoogten en grondwaterstanden.
- De vergroting van de inundatiefrequentie in het uiterst westelijke puntje van de Vianense Waard in het Projectontwerp heeft geen effecten op het grondwater in Vianen. Dit is conform de doelstelling dat in Vianen, met name woonwijk De Hagen, geen toename van de grondwateroverlast mag optreden.

Dijkstabiliteit

- De vergravingen ten behoeve van het Projectontwerp in de uiterwaarden aan de noordzijde worden buiten de intreelijn uitgevoerd. Hierdoor veranderen de uitgangspunten voor de toetsing van de primaire waterkeringen niet ten opzichte van de huidige situatie. Dit betekent dat de dijkstabiliteit (piping en macrostabiliteit) voor het Projectontwerp voldoet.
- Het Projectontwerp voldoet aan de zuidzijde op het gehele traject qua macrostabiliteit van de dijk. Ten oosten van het Merwedekanaal, bij de Vianense Waard, treedt geen verandering op van de huidige situatie.
- Bij dijkpaal VY061 is in de huidige situatie onvoldoende kwelweglengte aanwezig. In het Projectontwerp zijn geen maatregelen opgenomen waardoor de kwelweglengte verbeterd. Ter plaatse van VY061 voldoet de dijk daarom niet aan de pipingnorm. De rest van dijktracé binnen het projectgebied voldoet wel aan de norm.

Conclusie opgave grondwateroverlast en dijkstabiliteit

Bij de start van het project is op bestuurlijk niveau afgesproken dat het project Ruimte voor de Lek niet mag leiden tot een toename van de grondwateroverlast in het gebied en ook niet mag leiden tot het verslechteren van de dijkstabiliteit. Uit het onderzoek naar de geohydrologie, kwel en dijkstabiliteit kan worden geconcludeerd dat het Projectontwerp niet leidt tot meer droogte of meer grondwateroverlast. Om die reden wordt aan de bestuurlijke afspraak voldaan.

Aanbevelingen

Om alle risico's t.a.v. kweloverlast te beperken en anticiperend op de vergunningverlening in het kader van de ontgrondingen vergunning moet een grondwatermonitoringsplan worden opgesteld na SNIP3. Het monitoringsplan richt zich op de gebieden in IJsselstein en Nieuwegein waar de geohydrologische berekening aangeven dat er een beperkte stijging in grondwaterstanden kan optreden. In het monitoringsplan moet ten minste worden opgenomen welke bestaande meetpunten bruikbaar zijn voor de monitoring, zonodig moeten aanvullende meetpunten worden ingericht (in IJsselstein). De metingen moeten beginnen voor de uitvoering van het project Ruimte voor de Lek en moeten na afronding van Ruimte voor de Lek worden geëvalueerd. De betreffende gemeenten en Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden moeten worden betrokken bij het opstellen en het uitvoeren van het monitoringsplan.

HOOFDSTUK 1 Inleiding

1.1 AANLEIDING

In 1993, maar vooral in 1995 heeft het Nederlandse rivierengebied te maken gehad met zeer hoge waterstanden op de rivieren. De veiligheid in ons rivierengebied stond onder zware druk. Naar aanleiding van deze hoge waterstanden en de verwachte klimaatveranderingen, heeft het kabinet in december 2000 besloten om toekomstige hoge rivierafvoeren veilig naar zee af te voeren door rivieren meer ruimte te geven. Hiervoor is de Planologische Kernbeslissing (hierna: PKB) Ruimte voor de Rivier opgesteld die in januari 2007 door de Eerste en Tweede kamer is goedgekeurd. Ruimte voor de Rivier heeft als doelstelling om te zorgen dat de veiligheid van het rivierengebied uiterlijk in 2015 voldoet aan de wettelijke vastgestelde norm. Daarnaast is het verbeteren van de ruimtelijke kwaliteit van het gebied een belangrijke doelstelling van het programma. De uiterwaardvergraving in de Honswijkerwaard, Hagestein en Hagesteinse Uiterwaard en Heerenwaard, in de praktijk "Ruimte voor de Lek" genoemd, is een van de 39 maatregelen van het programma Ruimte voor de Rivier.

De initiatiefnemer van de planstudie voor Ruimte voor de Lek is de provincie Utrecht, het Rijk (de programmadirectie Ruimte voor de Rivier (PDR)) is opdrachtgever. Het project heeft een regionaal karakter; de provincie werkt samen met de gemeenten Nieuwegein, Vianen, Houten en IJsselstein, het Hoogheemraadschap Stichtse Rijnlanden, Waterschap Rivierenland en Rijkswaterstaat Dienst Oost Nederland (als adviseur van de PDR). In de SNIP3-fase zijn ook de toekomstig eindbeheerders van de gebieden (Staatsbosbeheer en Den Haneker) intensief betrokken bij de planvorming.

1.2 DOELSTELLINGEN VAN RUIMTE VOOR DE LEK

Het project Ruimte voor de Lek heeft tot doel:

- Realisatie van een waterstanddaling van minimaal 8 cm (km 945.2–946.2) bij maatgevende hoogwateromstandigheden (MHW);
- Het versterken van ruimtelijke kwaliteit.

In het project is rekening gehouden met een beheermarge om voldoende ruimte te bieden voor het uitvoeren van beheertaken in het kader van sediment- en natuurbeheer.

Een nadere uitwerking van de doelstellingen is opgenomen in het Inrichtingsplan.

1.3 VAN GEKOZEN VARIANT NAAR PROJECTONTWERP SNIP3

In augustus 2009 heeft de staatssecretaris van het Ministerie van Infrastructuur en Milieu (voorheen Verkeer en Waterstaat) de hydraulische taakstelling, doelstelling voor ruimtelijke

kwaliteit en taakstellend budget voor Ruimte voor de Lek vastgelegd (SNIP2A besluit). Uitgangspunt daarbij was het ontwerp van de zogenaamde Gekozen Variant, die door de Stuurgroep was vastgesteld. Deze Gekozen Variant is in de SNIP-3 fase verder uitgewerkt tot een projectontwerp, waarin technische en landschappelijke aspecten, omliggende projecten en de wensen van belanghebbenden samenkomen. Bij het optimaliseren van de Gekozen Variant was de haalbaarheid van het plan belangrijk: het projectontwerp is uitvoerbaar, betaalbaar, vergunbaar en onderhoudbaar.

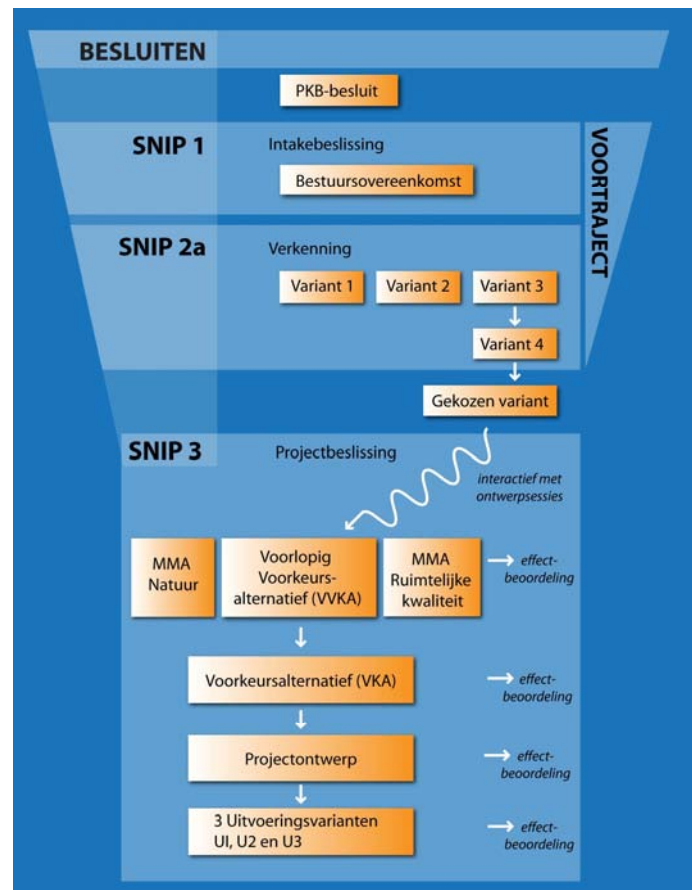
GEKOZEN VARIANT ALS UITGANGSPUNT VOOR HET PROJECTONTWERP

In de Gekozen Variant vormen de rivierkundige maatregelen voor het realiseren van hoogwaterveiligheid en de realisatie van de Ecologische Hoofdstructuur de basis voor de inrichting. Daarnaast is ook recreatie een belangrijke nevenactiviteit. Op hoofdlijnen bestaat de Gekozen Variant uit de aanleg van drie oeversgeulen in het gebied. Deze geulen zorgen ervoor dat de Lek meer bergingsruimte krijgt en dat de hoogwatergolf versneld wordt afgevoerd. Daarnaast wordt de toegangsdam naar het stuweiland Hagestein verlaagd (Ossenwaard). Doordat deze dam bij hoog water een minder groot obstakel vormt, wordt ook de doorstroming van de rivier bevorderd. Naast deze rivierkundige opgaven zijn er voor de verschillende deelgebieden specifieke ruimtelijke opgaven gedefinieerd voor ontwikkeling van natuurwaarden, versterking van de ruimtelijke kwaliteit en recreatie.

Met behulp van drie optimalisatieslagen, is vanuit de Gekozen Variant toegewerkt naar het Projectontwerp. Inbreng voor de optimalisatieslagen is voortgekomen uit de effectbeoordelingen. Bij het projectontwerp zitten drie varianten voor de uitvoering. Dit proces is weergegeven in onderstaande figuur.

Figuur 1.2

Van Gekozen Variant naar Projectontwerp



De opbouw van het basisrapport is zodanig dat dit proces zichtbaar blijft. De eerste effectbeoordeling is opgesteld op basis van het Voorlopig Voorkeursalternatief (VVKA). Dit bevat zowel een beoordeling ten behoeve van de milieueffecten, als toetsing aan eventuele wettelijke kaders. De uitkomsten van de toetsing en de beoordeling zijn gebruikt om tot een geoptimaliseerd ontwerp te komen: het Voorkeursalternatief (VKA). Het VKA is vervolgens nog een keer geoptimaliseerd tot Projectontwerp.

Het ontwerpproces is verder in detail beschreven in het MER en in de Adviesnota. Een compleet overzicht van de gemaakte keuzes staat in hoofdstuk 4 van het Inrichtingsplan.

1.4

DOEL VAN BASISRAPPORT GEOHYDROLOGIE

In aanvulling op de veiligheidsdoelstelling voor waterstanddaling bij maatgevende hoogwaterstanden mag het project geen negatieve gevolgen hebben voor de kwel en de dijkstabiliteit. Het basisrapport geohydrologie en kwel dient een accuraat beeld te geven van de gevolgen van het project Ruimte voor de Lek op:

- De kwel¹, grondwaterstanden, stijghoogten en afvoeren in het binnendijkse gebied
- De stabiliteit van de dijken.

SAMENGEVAT HEEFT DIT BASISRAPPORT DE VOLGENDE DOELSTELLINGEN:

- Weergeven van aanpak en resultaten van uitgevoerd onderzoek
- Het leveren van de benodigde informatie voor de MER beoordeling
- Het leveren van de benodigde informatie voor het PIP
- Onderbouwing bij de aanvraag van de Waterwetvergunning
- Onderbouwing van het ontwerp voor wat betreft eventuele grondwateroverlast
- Onderbouwing PRI-ramingen

1.5

KWALITEITSBORGING

Consistentie en raakvlakken

Het basisrapport geohydrologie en kwel heeft raakvlakken met de volgende andere producten (zie Tabel 1.1):

Tabel 1.1

Raakvlakken met andere producten

Raakvlak vanuit geohydrologie en kwel	Volgt uit / inbreng voor	Product
Paragraaf geohydrologie en kwel	Inbreng voor:	Adviesnota
Paragraaf geohydrologie en kwel	Inbreng voor:	Inrichtingsplan
Paragraaf geohydrologie en kwel	Inbreng voor:	Inpassingsplan
Paragraaf geohydrologie en kwel	Inbreng voor:	MER
Informatie over kosten gerelateerd aan geohydrologie en kwel-situaties	Inbreng voor:	PRI-raming
Informatie over uitvoeringsaspecten gerelateerd aan geohydrologie en kwel-situaties	Inbreng voor:	Uitvoeringsplan
Informatie over wijzigingen in het watersysteem	Volgt uit / inbreng voor:	Hydraulica en morfologie
Informatie over grondwaterstanden ter plaatse van vindplaatsen	Inbreng voor:	Archeologie

¹ Kwel is een opwaartse stroming van grondwater eindigend aan het maaiveld of in de watergang.

Veranderingen grondwaterstromen i.r.t. verspreiding van verontreinigingen	Inbreng voor:	Milieuhygiënische en fysische bodemkwaliteit
Informatie over wijzigingen in het watersysteem (binnendijks)	Inbreng voor:	Vergunningen
Informatie over wijzigingen in het watersysteem	Inbreng voor:	Ruimtelijke kwaliteit
Informatie over wijzigingen in het watersysteem	Inbreng voor:	Natuur
Informatie over het vergraven	Volgt uit:	Technisch ontwerp

Met de raakvlakken zijn de volgende onderwerpen afgestemd:

- In de ontwerpessies zijn de geohydrologische aspecten meegewogen in het ontwerp, denk hierbij bijvoorbeeld aan de afstand van de geulen tot de dijken.
- Met hydraulica en morfologie en natuur is afgestemd over de hoogte van zomerkaden in relatie tot de overstromingsfrequentie van (de delen van uiterwaarden).
- Met natuur is afgestemd over kleiafdichting onder de geulen (besproken in het Basisrapport Natuur).
- Met natuur is afgestemd over de uitvoeringsmethode onderzuigen (besproken in het Basisrapport Natuur).
- Met de bodemdeskundigen is informatie over de opbouw van de deklaag in de uiterwaarden uitgewisseld.
- Met de kostendeskundige is afgestemd over de kosten van diverse mitigerende en compenserende maatregelen.
- Met de uitvoeringsdeskundigen zijn de mogelijkheden van onderzuigen verkend.

Verificatie

In Bijlage 2 is terug te vinden hoe is om gegaan met de eisen uit Handboek SNIP en de aanbevelingen vanuit de SNIP 2a fase. Vanuit de SNIP2a fase is een advies meegegeven om in de SNIP 3 fase naast nader onderzoek te doen naar de effecten van de uiterwaardvergraving op te vergraven uiterwaarden, ook meer aandacht te besteden aan onder andere piping. Dit is met voorliggend rapport gedaan. Tot slot is een verificatietabel opgenomen die gehanteerd is bij het opstellen van dit product.

1.6

LEESWIJZER

Hoofdstuk 2 start met een beschrijving van de aanpak van het onderzoek. Hoofdstuk 3 bevat het relevante beleid en het gebruikte beoordelingskader. Hoofdstuk 4 licht specifieke aspecten van het plangebied toe ten aanzien van geohydrologie en dijkstabiliteit. In hoofdstuk 5 zijn de beoordeling en de referentiesituatie toegelicht. Hoofdstuk 6 bevat het geohydrologisch modelinstrumentarium. Hoofdstuk 7 beschrijft het VVKA. Hoofdstuk 8 geeft de resultaten en analyse van de geohydrologische berekeningen en dijkstabiliteit voor het VKA. Hoofdstuk 9 gaat vervolgens in op de beoordeling van de effecten voor het Projectontwerp. Hoofdstuk 10 bevat een risicoanalyse. De conclusies en aanbevelingen zijn tot slot beschreven in hoofdstuk 11.

HOOFDSTUK

2 Aanpak en afbakening van het onderzoek geohydrologie

2.1

AANPAK

Ten behoeve van het geohydrologische berekeningen zijn de volgende stappen doorlopen:

1. Opstartfase: verkennen van de beschikbare modellen en opstellen werkplan;
2. Verfijnen en detailleren van het geohydrologisch model (uitsnede van het beschikbare Moria-model) (hoofdstuk 6).
3. Aanvullende kalibratie van het geohydrologisch model (hoofdstuk 6) en uitvoeren tussentijdse berekeningen en visualisatie ten behoeve van het voorlopig voorkeursalternatief en analyse dijkstabiliteit.
4. Uitvoeren definitieve berekeningen en visualisatie huidige situatie en voorkeursalternatief en projectontwerp (hoofdstuk 8 en 9).
5. Uitvoeren dijkstabiliteitsberekeningen (hoofdstuk 8 en 9).

Tussentijds is regelmatig contact en overleg gevoerd met betrokken partijen. Een overzicht van het gevoerde overleg is opgenomen in bijlage 1.

2.2

AFBAKENING

Bij de geohydrologische berekeningen zijn de effecten van de maatregelen in de Bossenwaard, 't Waalse Waard, de Pontwaard/Mijnsherenwaard en de Vianense Waard in beeld gebracht. De maatregelen buiten deze uiterwaarden hebben geohydrologisch geen effect.

De geohydrologische berekeningen brengen de effecten in beeld als gevolg van de vergravingen (verhogingen en verlagingen) van de uiterwaarden, verandering van oppervlaktewaterstelsel of peilbeheer in de uiterwaard en het veranderen van de inundatiefrequentie van uiterwaarden en zomerpolders als gevolg van het verlagen van respectievelijk maaiveld en zomerkade.

In deze rapportage zijn de effecten gevisualiseerd, beschreven en beoordeeld volgens de beoordelingscriteria uit de notitie Reikwijdte en Detailniveau. De afweging in hoeverre de geohydrologische effecten toelaatbaar en acceptabel zijn ligt bij het Bevoegd Gezag (waterschappen en Programma Direct Ruimte voor de Rivier (PDR)). Hierbij geldt dat de gemeenten op basis van een wettelijk zorgplicht verantwoordelijk zijn voor grondwateroverlast. Met deze partijen heeft meerdere malen afstemming plaatsgevonden over de aanpak en uitwerking (zie bijlage 1).

HOOFDSTUK 3

Beleid, wet- en regelgeving

3.1

ALGEMEEN

Het handboek SNIP 3 schrijft geohydrologische berekeningen voor. Er bestaan geen algemene richtlijnen waaraan de geohydrologische berekeningen getoetst worden. Het waterschap toetst, als beheerder van de dijken en het binnendijkse gebied, de geohydrologische effecten vanuit hun rol als Bevoegd Gezag in het kader van de Waterwet. Het waterschap toetst de effecten en ingrepen aan de regels in de Keur en in hoeverre dit tot een beperking leidt voor de aanwezige landgebruiksfuncties. De gemeenten toetsen aan het verbreed GRP, het beleid met betrekking tot de zorgplicht grondwater, en de stedelijke wateropgave.

Ongewenste effecten dienen in eerste instantie te worden gemitigeerd. Als dit niet afdoende is, kunnen eventueel compenserende maatregelen getroffen worden.

HOOFDSTUK

4 Beschrijving plangebied

In dit hoofdstuk is de begrenzing van het plangebied opgenomen, evenals een beschrijving van de huidige situatie en autonome ontwikkeling met betrekking tot het aspect geohydrologie en kwel. Een algemene beschrijving van het plangebied is terug te vinden in het MER en het Inrichtingsplan.

4.1

PROJECTGEBIED EN PLANGEBIED

In het project Ruimte voor de Lek worden twee verschillende plangrenzen aangehouden: projectgebied en plangebied.

Projectgebied

Het projectgebied voor het project Ruimte voor de Lek bestaat uit de volgende deelgebieden:

- Toegangsdam Stuweiland en Ossenwaard (verder: Stuweiland);
- Bossenwaard;
- 't Waalse Waard;
- Vianense Waard;
- Pontwaard & Mijnsheerwaard

Voor deze gebieden wordt een Provinciaal Inpassingsplan (PIP) opgesteld en is een wijziging in ruimtelijke bestemming voorzien. De Milieueffectrapportage (MER) heeft betrekking op dit projectgebied. Natuurlijk worden bij de beoordeling van de effecten van de voorgestelde ontwikkelingen in de MER, ook de effecten die plaatsvinden buiten het projectgebied meegenomen.

Bijzondere status stuweiland Hagestein in projectgebied

Het stuweiland bij stuw Hagestein valt buiten de begrenzing van het projectgebied. Wel behoort de langzaam verkeersroute over en bereikbaarheid van het eiland tot het project. Daarom is deze route ook binnen het projectgebied opgenomen (deelgebied toegangsdam Stuweiland).

Plangebied

Het plangebied bestaat uit dezelfde deelgebieden als het projectgebied MER, uitgebreid met:

- Honswijkerwaarden.
- Uiterwaard Hagestein.

De delen van het plangebied, die buiten het projectgebied vallen zijn geen onderdeel van het MER en van het PIP. Wel wordt voor al deze gebieden in het kader van het project Ruimte voor de Lek een ontwerpvisie opgesteld in het Ruimtelijk Kwaliteitsplan.

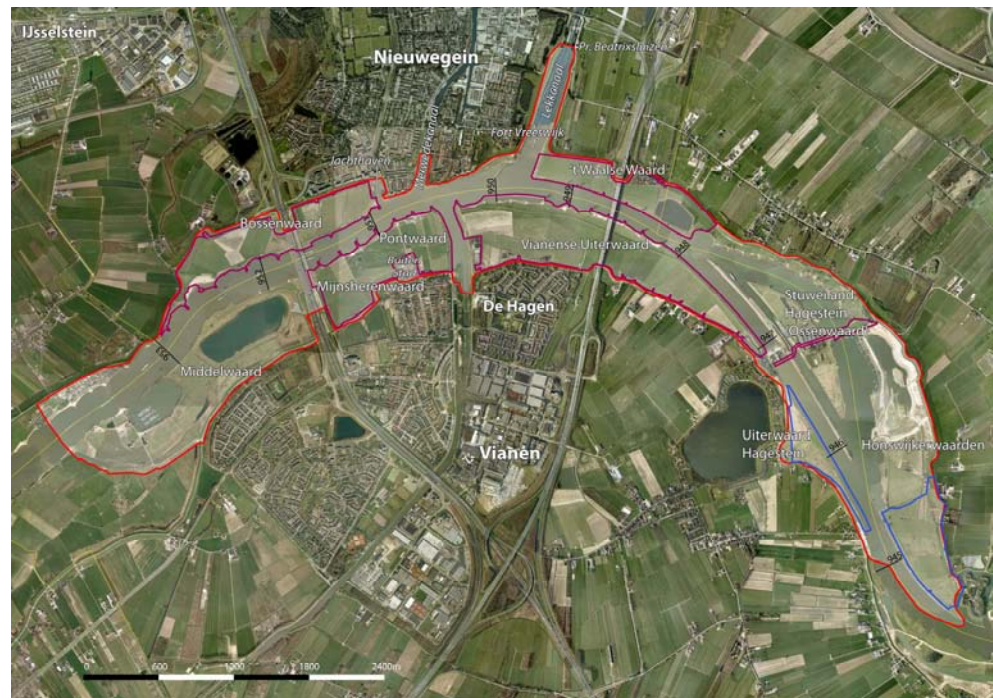
Op Figuur 4.3 zijn de verschillende begrenzingen weergegeven, met bijbehorende verwijzingen naar plangebied en projectgebied.

Figuur 4.3

Plangebied Ruimte voor de Lek

Rode lijn: plangebied

Paarse lijn: projectgebied



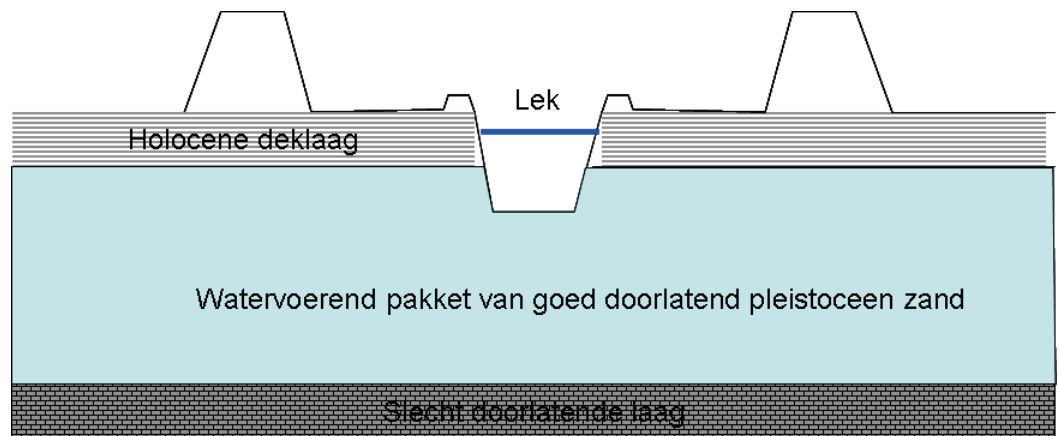
4.2

HUDIGE SITUATIE

De geohydrologie in het gebied wordt bepaald door de dynamiek van de rivier en oude rivierafzettingen in zowel het binnendijkse als buitendijkse gebied. De Lek is ingesneden in een dik watervoerend pakket van grove zanden. Dit pakket heeft dikte van circa 40 á 50 m en bestaat uit goed doorlatend Pleistoceen zand. Bovenop dit dikke zandpakket ligt een holocene deklaag van enkele meters dik (zie Figuur 4.4). De rivier heeft hier afwisselend goed en slecht doorlatende afzettingen gevormd. Goed doorlatend (zand) dicht bij de rivier en slecht doorlatend (klei) verder van de rivier af. Doordat de rivier haar ligging regelmatig heeft verlegd is zo een zeer heterogeen patroon ontstaan van beter en minder goed doorlatende zones in de deklaag. De goed doorlatende zones worden ook wel zandbanen genoemd (zie Figuur 4.5).

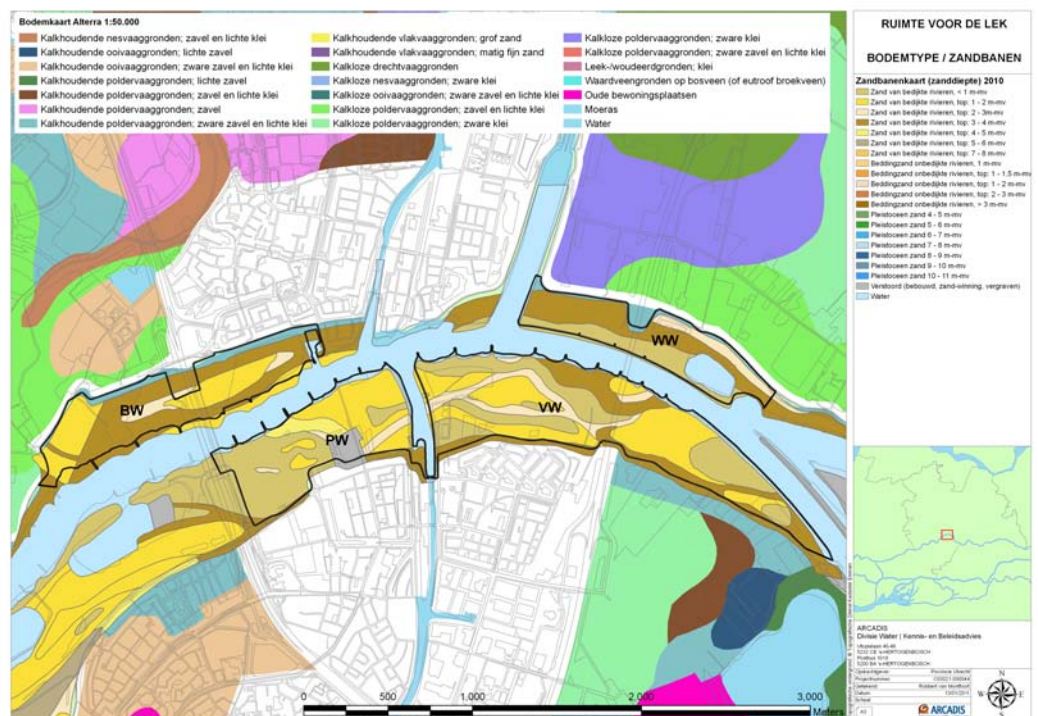
6AA

Principeschets opbouw ondergrond



6AA 5

Zandbanen in de uiterwaarden en bodemtypen binnendijks.
Bron: provincie Gelderland en Alterra



Bossenwaard

De Bossenwaard is een zomerpolder. De zomerkaad heeft een hoogte van 4,0 m + NAP. De zomerpolder wordt bemalen op een peil van 0,8 m + NAP. De overstromingsfrequentie van de Bossenwaard is circa 1x per 2 tot 5 jaar. Achter de dijk bij de Bossenwaard ligt de Lekboulevard van Nieuwegein. De boulevard is hoger gelegen. In Nieuwegein zijn 50% van de straten in de woonwijken tussen de snelweg A2 en de haven van Nieuwegein voorzien van een drainagesysteem. Tijdens het hoogwater van januari 2011 is kweloverlast opgetreden in Nieuwegein in de Lijsterbesstraat, de Veertunnel, de Lijsterbestunnel en bij het rioolgemaal.

F .. 92 .. 1

Waalse Waard is een uiterwaard op de noordoever van de Lek, ten oosten van het Lekkanaal. De uiterwaard functioneert niet als zomerpolder. In de uiterwaard ligt een

voormalige klei- of zandwinput. De hydraulische weerstand tussen rivier en watervoerend pakket is hier klein, waardoor bij hoge rivierwaterstanden de stijghoogte in het watervoerende pakket tot dicht bij de dijk sterk wordt verhoogd. Binnendijks kan dit tot extra kwel leiden. Het is bekend dat het binnendijkse gebied achter de dijk bij 't Waalse Waard nat is. Het dichte netwerk van sloten en greppels wijst daar ook op.

Vianense Waard

De Vianense Waard is een zomerpolder. De zomerkade heeft een hoogte van circa 4,7 m + NAP. De zomerpolder wordt, via een uitlaatconstructie met een vaste drempel (1,55 m + NAP) op peil gehouden. Via de vistrap bij de stuw van Hagestein kan water worden ingelaten. De overstromingsfrequentie van de Vianense Waard ligt tussen de 1 x 10 en 1 x 15 jaar. Om inzicht te krijgen in het effect van het ontwerp in het geval de zomerkade van de Vianense Waard overstroomd is is voor de 1 x 10 jaar hoogwatergolf aangenomen dat de zomerkade is overstroomd. In werkelijkheid overstroomt deze bij een iets hogere afvoer.

Het is bekend dat er in woonwijk De Hagen (Vianen) wateroverlast optreedt als de Vianense Waard is geïnundeerd als gevolg van hoge rivierwaterstanden. De kruipruimten zijn dan nat. De woonwijk is grotendeels laag gelegen. Bij de dijkverbetering in 2000 is hier voor de dijk een kleiplaat (horizontaal kwelscherm) aangebracht met een breedte tot circa 30 m uit de buitenteen van de dijk.

Tijdens hoge rivierwaterstanden wordt De Hagen aan de noord- en westzijde ingesloten door hoge rivierwaterstanden. De Vianense Waarden zijn dan overstroomd en ook in het Merwedekanaal tot aan de sluizen zijn de waterstanden hoog. Deze hoge waterstanden, zorgen voor een tijdelijke toename van de kwel in de woonwijk. Op de locaties waar ontwateringsmiddelen onvoldoende capaciteit hebben, leidt de extra kwel tot een toename van de grondwaterstanden. De verhoogde grondwaterstanden leiden tot de genoemde overlast. Er zijn geen gegevens (foto's, metingen, klachtenregistratie) bekend waaruit blijkt waar en in welke mate de overlast zich voordoet.

Pontwaard & Mijnsheerwaard

De Pontwaard is de uiterwaard ten noorden van de oude kern van Vianen. De uiterwaard is niet ingericht als zomerpolder. In de uiterwaard ligt de buitenstad van Vianen. De buitenstad is bedijkt en daardoor hoogwatervrij. Door de hoge ligging van de Buitenstad en de oude kern van Vianen is hier geen wateroverlast bekend als gevolg van hoge rivierwaterstanden.

De Mijnsheerwaard is ingericht als zomerpolder. Water kan worden i- en uitgelaten via een bestaande coupure.

4.3

AUTONOME ONTWIKKELING

Voor de geohydrologische berekeningen is de autonome ontwikkeling gelijk gesteld aan de huidige situatie.

Bossenwaard, Vianense Waard en Pontwaard & Mijnsheerwaard

In deze deelgebieden zijn geen autonome ontwikkelingen bekend die de geohydrologische situatie beïnvloeden.

't Waalse Waard

De aanleg van de derde kolk in de Beatrixsluizen in combinatie met verbreding en verdieping van het Lekkanaal heeft invloed op de geohydrologie en de kwel. De verbreding

in oostelijke richting betekent ook een verschuiving van de kwel in oostelijke richting. De verbreding en verdieping zorgen voor een beter hydraulisch contact tussen het kanaal en het watervoerende pakket. Verruiming van de entree van het kanaal ter hoogte van Fort Vreeswijk leidt tot afgraving van deze uiterwaard en verbetering van het hydraulische contact tussen rivier en watervoerend pakket. De onderzoeken naar de uitbreiding van de Beatrixhaven zijn nog in volle gang. De resultaten zijn daarom niet meegenomen in de modellering voor het project Ruimte voor de Lek

Het is bekend dat de bodem van de zandwinplas in 't Waalse Waard in de afgelopen jaren hoger is komen te liggen (verschil tussen Baseline 1996 en recent in het kader van Ruimte voor de Lek uitgevoerde metingen). De verondieping kan door een aantal oorzaken zijn veroorzaakt. Zo kan de plas 1) zijn verondiept doordat oevermateriaal in de plas is afgezet, 2) sedimentatie in de plas tijdens hoogwater is opgetreden doordat het profiel is verruimd, 3) mensen vanaf de kant grond of andere zaken in de plas hebben gestort of 4) de mogelijkheid dat de bodem van de plas in Baseline te laag is ingesteld. Wat de precieze oorzaak van de verondieping in de tijd is geweest is niet met zekerheid te zeggen.

Overige projecten

In de omgeving van het projectgebied spelen de volgende projecten die invloed hebben op de geohydrologie:

- De zandwinplas in de Honswijkerwaarden, waardoor het contact tussen rivier en watervoerend pakket verbetert.
- Verdieping van het zomerbed tussen stuw Hagestein en Schoonhoven

Deze projecten zijn niet meegenomen in de modellering van het project Ruimte voor de Lek. Het invloedsgebied van de zandwinning ligt naar verwachting buiten het invloedsgebied van Ruimte voor de Lek en de verdieping van het zomerbed leidt niet tot een andere schematisatie van de Lek in het model.

HOOFDSTUK

5

Beoordelingscriteria en referentiesituatie

5.1**DE REFERENTIESITUATIE OF NULALTERNATIEF**

Het nulalternatief is gelijk aan de huidige situatie inclusief de autonome ontwikkeling. In het nulalternatief is de situatie beschreven zónder realisatie van het voorgenomen initiatief, maar mét realisatie van overige ontwikkelingen die al beleidsmatig vastgesteld zijn. Het Provinciaal Inpassingsplan (PIP) dat ten behoeve van het project Ruimte voor de Lek wordt opgesteld, is uitgangspunt voor de definitie van de autonome ontwikkeling. Autonome ontwikkelingen zijn dus die ontwikkelingen die in het PIP beschreven en beleidsmatig gefaciliteerd worden. Omdat de planhorizon van het PIP 10 jaar is, omvat ook de referentiesituatie een periode van 10 jaar.

NULALTERNATIEF

Samenvattend: het nulalternatief is de huidige situatie inclusief de in het PIP opgenomen autonome ontwikkelingen zonder dat de maatregel Ruimte voor de Lek wordt uitgevoerd, de in paragraaf 4.3 gemaakte opmerkingen in acht nemend.

REFERENTIEALTERNATIEF

Het nulalternatief voldoet niet aan de doelstelling van het voorgenomen initiatief: er wordt geen verlaging van de Maatgevend Hoogwaterstand bereikt. Daarmee is het geen realistisch alternatief. Het nulalternatief dient daarom alleen als referentie in de effectbeschrijving en beoordeling van de milieueffecten.

5.2**BEOORDELINGSCRITERIA**

In het MER zijn de alternatieven (en varianten) beoordeeld op de effecten ten aanzien van verschillende onderwerpen. De ingrepen die in het kader van het project Ruimte voor de Lek worden uitgevoerd leiden om te beginnen tot een verandering van de maximale hoogwaterstanden op de Lek en tot veranderingen van de ruimtelijke kwaliteit in de Uiterwaarden. Deze effecten vloeien direct voort uit de doelstellingen van het project. Verder heeft het project Ruimte voor de Lek meegekregen dat er geen vergroting van de grondoverlast mag optreden als gevolg van de geplande ingrepen en ook geen verslechtering van de dijkstabiliteit mag optreden. Bij de beoordeling van de alternatieven wordt een onderscheid gemaakt tussen de mate waarin de alternatieven bijdragen aan de realisatie van de doelstellingen. Een uitgebreide beschrijving hiervan is opgenomen in deel A van het MER.

De effecten die optreden als gevolg van de ingrepen om de doelstellingen te kunnen bereiken worden beoordeeld aan de hand van verschillende beoordelingscriteria. De

beoordelingscriteria voor het aspect geohydrologie, dijkstabiliteit en kwel zijn in de Tabel 6.2 opgenomen en toegelicht in de volgende paragraaf. De toetsing aan deze beoordelingscriteria is opgenomen in de volgende hoofdstukken.

Tabel 6.2

Beoordelingscriteria dijkstabiliteit en geohydrologie

Thema	Aspect	Beoordelingscriterium
Water	Dijkstabiliteit	Invloed op waterveiligheid
Water	Geohydrologie	Invloed op grondwateroverlast bebouwing
		Invloed op de binnendijkse waterhuishouding
		Invloed ontwatering landbouw

5.2.1

UITWERKING VAN DE BEOORDELINGSCRITEIA

Invloed op waterveiligheid

De waterveiligheid wordt bepaald door de dijkstabiliteit. De dijkstabiliteit is getoetst op piping en macrostabiliteit. Beide mechanismen zijn geaggregeerd in de beoordeling. Waarbij een negatief toetsresultaat voor één van beide mechanismen direct leidt tot een negatieve beoordeling.

De scores in de effectbeoordeling van de dijkstabiliteit lopen van + tot – (zie Tabel 5.3). De score 0 houdt in: geen wijziging ten opzichte van de referentiesituatie. De score + betekent dat de dijkstabiliteit verbeterd. De score – betekent dat de dijkstabiliteit verslechtert en daardoor niet meer voldoet aan de toetsnormen voor waterkeringen.

Tabel 5.3

Scoringstabel dijkstabiliteit

Score	Toelichting
+	Positief ten opzichte van de referentiesituatie
0	Neutraal, verwaarloosbaar klein effect
-	Negatief ten opzichte van de referentiesituatie, de waterkering voldoet niet meer aan toetsnormen

Invloed op grondwateroverlast bebouwing

Grondwateroverlast is moeilijk tot in groot genoeg detail met een model te kwantificeren. In de praktijk wordt aangehouden dat grondwateroverlast zal optreden als de grondwaterstand tussen het maaiveld en 70 cm onder het maaiveld komt. Omdat een dergelijk nauwkeurigheid niet van gangbare grondwatermodellen mag worden verwacht is de invloed op de grondwateroverlast afgeleid van de *verandering* van de ontwateringsdiepte (grondwaterstand ten opzichte van maaiveld) die optreedt als gevolg van het project. Als de ontwateringsdiepte afneemt neemt de kans op grondwateroverlast toe.

De scores in de effectbeoordeling lopen van ++ tot - -. De score 0 houdt in: geen wijziging ten opzichte van de referentiesituatie. Binnen de score worden effecten bij de verschillende uiterwaarden en van de berekende scenario's (T=1 jaar, T=10 jaar, droogte) gecombineerd. Er wordt gekeken naar verandering van de ontwateringsdiepte, grondwaterstanden en inundatiefrequentie. In principe leidt een afname van de ontwateringsdiepte tot een negatieve score.

Invloed op de binnendijkse waterhuishouding

In paragraaf 8.3 is beschreven in welke mate de afvoeren van de afwateringseenheden veranderen. Een toename van de afvoer ten opzichte van de referentiesituatie wordt als negatief beoordeeld. Een afname van de afvoeren wordt als positief beoordeeld.

Invloed op ontwateringsdiepte voor de landbouw

In hoeverre een verminderde ontwateringsdiepte belemmerend is voor de landbouw hangt af van het moment waarop de hoogwatergolf optreedt. Treedt de golf in december of januari op dan is een verminderde ontwateringsdiepte doorgaans geen probleem, omdat in deze maanden niet op het land wordt gewerkt.

De invloed op de ontwateringsdiepte voor de landbouw wordt daarom afgeleid van de verandering van de ontwateringsdiepte (grondwaterstand ten opzichte van maaiveld), grondwaterstanden en inundatiefrequentie. Voor de landbouw zijn veranderingen in de grondwatercondities gedurende droge perioden van belang in verband met mogelijk optredende verdroging.

De scores in de effectbeoordeling lopen van ++ tot -- (zie Tabel 5.4). De score 0 houdt in: geen wijziging ten opzichte van de referentiesituatie. Binnen de score worden effecten bij de verschillende uiterwaarden en van de berekende scenario's (T=1, T=10, droogte) gecombineerd. Er wordt gekeken naar verandering van de ontwateringsdiepte, grondwaterstanden en inundatiefrequentie. In principe leidt een afname van de ontwateringsdiepte tot een negatieve score.

Tabel 5.4

Scoringstabel geohydrologie

Score	Toelichting
++	Zeer positief ten opzichte van de referentiesituatie
+	Positief ten opzichte van de referentiesituatie
0/+	Licht positief ten opzichte van de referentiesituatie
0	Neutraal, verwaarloosbaar klein effect
0/-	Licht negatief ten opzichte van de referentiesituatie
-	Negatief ten opzichte van de referentiesituatie
--	Zeer negatief ten opzichte van de referentiesituatie

Indien een alternatief ten opzichte hiervan licht positief, positief of zeer positief scoort, dan zijn deze effecten aangeduid met respectievelijk 0/+, + en ++. Indien een alternatief echter tot negatieve effecten leidt, dan zijn deze effecten aangeduid met 0/-, - en --, afhankelijk van de ernst en omvang van het effect.

HOOFDSTUK

6 Geohydrologisch modelinstrumentarium

6.1

INLEIDING

De waterschappen beschikken beiden over een eigen modelinstrumentarium in iMod, welke zij ter beschikking hebben gesteld. Beide regionale modellen (Moria en Hydromedah) zijn verkend. Ook is er een model beschikbaar van Deltares, maar die is meer gericht op de dijkstabiliteit en daarom niet toepasbaar voor het geohydrologisch onderzoek voor Ruimte voor de Lek. De dataset van een uitsnede van Moria was het meest compleet en is als basis gebruikt voor het geohydrologisch model voor het project Ruimte voor de Lek. De dataset van Moria is verder verfijnd, gedetailleerd en aanvullend gekalibreerd om het model geschikt te maken voor geohydrologische berekeningen van Ruimte voor de Lek in de SNIP3 fase. Voor de dijkstabiliteit is de grondwaterstand uit het Deltares-model gebruikt en is daar de grondwaterstandsverandering uit het Ruimte voor de Lek model op gesuperponeerd. In dit hoofdstuk wordt de verfijning, de kalibratie en de specifieke aanpassingen aan het geohydrologisch model en de randvoorwaarden voor de alternatieven en hoogwater scenario's beschreven.

6.2

VERFIJNING HUIDIGE SITUATIE

De volgende aanpassingen zijn doorgevoerd met als doel het model voor dit project en deze locatie verder te specificeren:

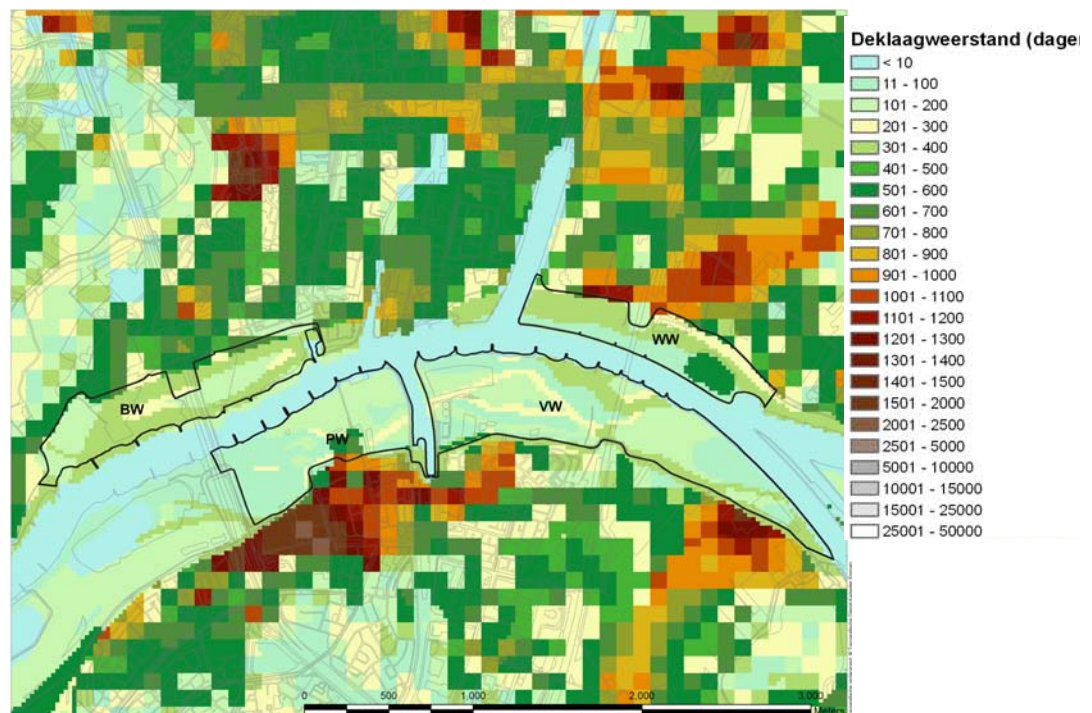
- **Vereenvoudiging laagopbouw:** De laagopbouw is aangepast aan de lokale geohydrologische situatie. De modellagen onder de eerste scheidende laag zijn komen te vervallen (zijn afgekapt). De stijghoogte in het tweede watervoerende pakket is als onderrandvoorwaarde opgenomen. Om die reden heeft dit geen invloed op de modeluitkomsten. Daarnaast is het aantal modellagen voor het eerste watervoerende pakket gereduceerd. Dit betekent dat volstaan kan worden met 5 modellagen in plaats van 18.
- **Zandbanenkaart buitendijs:** De deklaag weerstand² in de uiterwaarden is aangepast op basis van de laatste versie van de zandbanenkaart (Provincie Gelderland, 2010). Een kaart met de deklaag weerstand van de huidige situatie is weergegeven in Figuur 6.6.
- **Drainage stedelijk gebied Nieuwegein:** Op basis van gegevens van de gemeente Nieuwegein is de exacte locatie en diepte van de drainage ingebracht. Dit is een verfijning ten opzichte van de vlakdekkende drainage zoals deze in het basismodel was verwerkt.

² Deklaag weerstand [d] = hydraulische weerstand [d/m] x dikte van de deklaag [m]

- Drainage stedelijk gebied Vianen: De gemeente Vianen heeft aangegeven dat er in het stedelijk gebied, behalve de watergangen, geen aanvullende drainage ligt. De drainageweerstand³ in het stedelijk gebied is hierop verhoogd van circa 80 dagen naar 300 dagen.
- Klei-ingravingen dijkversterking 2000: Waterschap Rivierenland heeft bij de dijkversterking in 2000 van de Lekdijk bij Vianen buitendijks klei-ingravingen gedaan. Een smalle strook van circa 25 m voor de dijk heeft daardoor een hogere deklaag weerstand dan op basis van alleen de zandbanenkaart zou worden ingeschat.
- Grondwateronttrekkingen: De grondwateronttrekkingen in het model zijn gecontroleerd op laagdiepte. De modellagen van de winningen zijn aangepast aan de nieuwe laagopbouw. Een relatief grote winning (ca. 2000 m³/dag) nabij de buitenstad van Vianen is van de deklaag verschoven naar het eerste watervoerend pakket. Een dergelijk grote winning in de slecht doorlatende deklaag is niet waarschijnlijk.
- Zomerpolders Bossenwaard en Vianense Waard: De werking van de zomerpolder is gedetailleerd in het model gebracht. De zomerpolder loopt onderwater als het peil van de Lek hoger of gelijk is aan de hoogte van de zomerkade. De lediging van de zomerpolders gaat geleidelijk. Het waterpeil zakt met het peil van de Lek mee tot aan het streefpeil van de zomerpolder.

Figuur 6.6

Deklaagweerstand (in dagen)
huidige situatie



6.3

GEVOELIGHEIDSANALYSE EN KALIBRATIE

Een groot deel van de parametersets van het geohydrologisch model is afkomstig uit Moria. Deze parameters zijn (op regionale schaal) reeds gekalibreerd. Daarom is het

³ Drainageweerstand [d] = gebiedsdekkende parameter bepaald door slootafstand en doorlatendheid van de ondergrond

geohydrologisch model na de verfijningen ten behoeve voor Ruimte voor de Lek aanvullende gekalibreerd.

Als eerste is stap is een gevoeligheidsanalyse uitgevoerd om te bepalen welke parameters in de kalibratie dienen te worden betrokken. De volgende parameters zijn als gevoelig uit de analyse gekomen en zijn in de kalibratie meegenomen:

- weerstand van de deklaag;
- doorlaatvermogen⁴ van het 1^e watervoerende pakket;
- drainageweerstand van de watergangen; en
- drainageniveaus.

Vervolgens is eerst stationair gekalibreerd en tenslotte ook dynamisch. De stationaire kalibratie heeft plaatsgevonden met de gemiddelde grondwaterstanden over de periode 1994 t/m 2004, zoals ook voor Moria is gebruikt.

De dynamische kalibratie heeft plaatsgevonden over de periode 2002 t/m 2003, waarbinnen ook de hoogwater- en laagwatersituaties liggen die gebruikt worden voor de scenarioberekeningen. Bijlage 3 gaat nader in op de methodiek en uitkomsten van de uitgevoerde kalibratie. In Bijlage 4 is de verificatie beschreven van het geohydrologische model op basis van de grondwaterstandmetingen die zijn uitgevoerd in het meetnet van de gemeente Nieuwegein.

Conclusie

Tijdens en na de kalibratie is overleg gevoerd met de waterschappen en de Provincie Utrecht. Tijdens het laatste overleg is geconcludeerd dat het model de dynamiek in het grondwatersysteem redelijk goed benadert. Dit model is het beste wat op dit moment mogelijk is met de beschikbare gegevens en goed genoeg om de effecten van dit project in beeld te brengen. Onzekerheden over berekende grondwaterstanden blijven bestaan, met name in het gebied tussen het Merwedekanaal en de stuw Hagestein. Hier staan geen bruikbare meetpunten om het model aan te kalibreren.

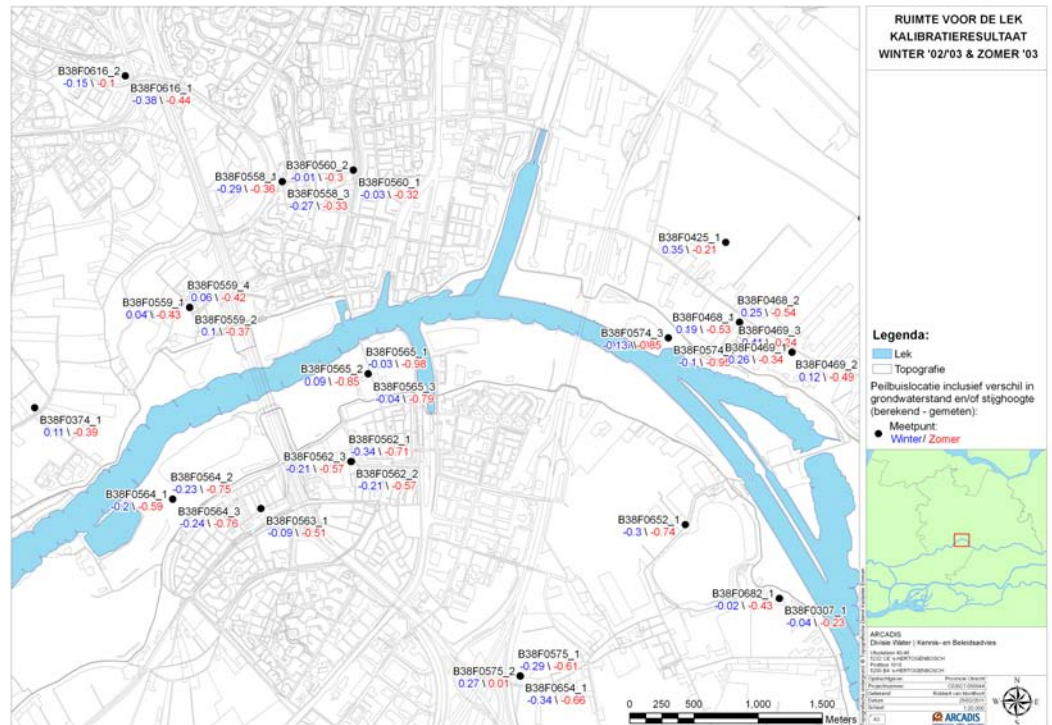
⁴ Maat voor het vermogen van een watervoerend pakket om water door te laten, gelijk te stellen aan de volumestroom die per breedte-eenheid van het watervoerend pakket en per eenheid van stijghoogtegradiënt door een watervoerende laag stroomt.

6.4

MODELONZEKERHEDEN EN BETROUWBAARHEID

Figuur 6.7

Modelafwijkingen tussen berekende en gemeten grondwaterstanden in zomer- en winterhalfjaar (rood resp. blauw). Negatief = te laag te berekend. Positief = te hoog berekend.



Figuur 6.7 geeft de ruimtelijke verdeling van de afwijkingen tussen de berekende en de gemeten gemiddelde grondwaterstanden over de periode 2002-2003. De modelonzekerheden in het winterhalfjaar zijn beduidend kleiner dan in het zomerhalfjaar. De grondwaterstanden in het zomerhalfjaar worden systematisch te laag berekend. Bij het lezen van de figuur dient verder rekening te worden gehouden met de hoge dynamiek in het grondwatersysteem, waardoor de afwijkingen tussen de gemeten en berekende waarden van dag tot dag kunnen verschillen. Daarom is in bijlage 3 het verloop van de berekende en gemeten grondwaterstanden in de tijd in grafieken uitgezet.

Uit de figuur blijkt verder dat er aan de zuidzijde, ten oosten van het Merwedekanaal (bij de Vianense Waard) nauwelijks peilbuizen staan. Voor dit gebied is daardoor geen goede inschatting van de modelonzekerheid te maken. Aan de noordzijde, ten westen van het Lekkanaal (bij de Bossenwaard) heeft voor de winterperiode 2006/2007 een verificatie plaatsgevonden. De resultaten hiervan zijn opgenomen in bijlage 4.

De effectkaarten in dit rapport zijn het resultaat van verschilberekeningen van de nieuwe situatie minus de huidige situatie. De modelonzekerheden van de absolute grondwaterstanden in de nieuwe en huidige situatie vallen als gevolg van de verschilberekening tegen elkaar weg. Het berekende effect (verandering van de grondwaterstanden, niet de absolute hoogte van het grondwater) heeft daarmee een betrouwbaarheid van + of - 5 cm.

De lutum- en siltgehalten van de vrijkomende klei in de uiterwaarden zijn gebaseerd op de boringen van het milieukundig en fysisch bodemonderzoek. Deze informatie kan gebruikt worden om een verbeterde inschatting te maken van de hydraulische weerstand van de

ophogingen, kleiplaat en geulafdichting. Voor de hydraulische weerstand van de vrijkomende klei is nu een conservatieve (veilige) aanname gebruikt van 100 dg/m. Indien de weerstand hoger is kunnen de geohydrologische effecten verder worden beperkt.

■

HOOFDSTUK 7

Effectbeoordeling VVKA en ontsluitingsvarianten

7.1

BESCHRIJVING VOORLOPIG VOORKEURSALTERNATIEF (VVKA)

In het gebied zijn vijf deelgebieden onderscheiden. Hieronder is een beknopte beschrijving van de toekomstige situatie uit het VVKA gegeven. Een uitgebreide beschrijving inclusief een ontwerpkaart op groter formaat staan in het MER.

Toegangsdam Stuweiland

Om voldoende verlaging onder maatgevende omstandigheden te realiseren wordt de toegangsdam naar het Stuweiland verlaagd. De bereikbaarheid voor bewoners wordt gehandhaafd door een tijdelijke voorziening.

Bossenwaard

In deze uiterwaard worden rivierverruimende maatregelen gecombineerd met de aanleg van natuur en recreatief medegebruik. De aanleg van een getijdengeul levert een bijdrage aan rivierverruiming en aan de ontwikkeling van de natuurdoelen voor de Ecologische Hoofdstructuur (EHS). De toegankelijkheid van het gebied voor diverse doelgroepen wordt verbeterd. Om daarbij overlast van recreanten op natuurwaarden en voor omwonenden te beperken is voorzien in zonering. Om de overlast voor omwonenden te beperken is gekozen voor extensieve recreatie passend binnen de EHS.

't Waalse Waard

't Waalse Waard is, ondanks dat het maar voor een deel is bestemd als EHS, in zijn geheel als natuurgebied ingericht om te kunnen voldoen aan de EHS-saldobenadering. Het realiseren van de natuurdoelen wordt gecombineerd met rivierverruimende maatregelen zoals de aanleg van een getijdengeul. Het gedeeltelijk dempen van de zandwinplas heeft geen negatieve invloed op de rivierverruiming. Een parkeervoorziening, struinpaden en een fietspad verbeteren de toegankelijkheid van de uiterwaard, waarbij de natuurbeleving voorop staat.

Vianense Waard

In de Vianense Waard wordt natuur gecombineerd met recreatief medegebruik. Bij het ontwerp is aandacht besteed aan de aanwezige cultuurhistorische waarden: het kleinschalig agrarisch cultuurlandschap en het oude verkavelingspatroon blijven zichtbaar. De natuurontwikkeling richt zich op laagdynamische natuur met de aanleg van onder andere een geïsoleerde strang. Paden en bruggen maken het gebied toegankelijk.

Pontwaard & Mijnsherenwaard

In dit deelgebied staat het vergroten van de veiligheid voorop. Daarnaast is er aandacht voor de ontwikkeling van natuur, passend bij het oorspronkelijke agrarische

cultuurlandschap rond de Buitenstad. De aanleg van een meestromende nevengeul en verlagen van de leikade zorgen zowel voor ruimte voor water, als voor het herstel van een oude loop van de Lek en de daaraan gelegen voormalige haven van Vianen. Rond de Buitenstad komen verschillende recreatieve voorzieningen: een camperstandplaats, passantenhaven, een parkeerplaats en een wipkorenmolen.

7.1.1

ONTSLUITINGSVARIANTEN

In het VVKA zijn vier varianten uitgewerkt voor de ontsluiting van de Ponthoeve en de recreatieve voorzieningen bij Vianen (zie Figuur 7.8):

- 1 Recreatieve voorzieningen in de Pontwaard worden ontsloten via de bestaande weg door de Buitenstad.
- 2 Recreatieve voorzieningen in de Pontwaard worden ontsloten via een nieuw aan te leggen weg oostelijk om de Buitenstad, aansluitend op de nieuwe parkeerplaats naast de volkstuinen.
- 3 Recreatieve voorzieningen in de Pontwaard worden ontsloten via een nieuw aan te leggen weg westelijk om de Buitenstad.
- 4 Recreatieve voorzieningen in de Pontwaard (met uitzondering van de camperstandplaats) alleen te voet of per fiets bereikbaar via de bestaande weg door de Buitenstad, waarbij geparkeerd dient te worden op de nieuwe parkeerplaats naast de volkstuinen.

Bij alle varianten is voorzien in een eenvoudige toegangsweg tot de molen / camperstandplaats vanaf de huidige weg in westelijke richting. Bij variant 2, 3 en 4 is als uitgangspunt gehanteerd dat de weg door de Buitenstad voor autoverkeer (m.u.v. bestemmingsverkeer en hulpdiensten) wordt afgesloten. Op onderstaande ontwerpkaart zijn deze tracés met een stippellijn aangegeven.

Figuur 7.8

Uitsnede VVKA omgeving Buitenstad. De verschillende ontsluitingsroutes zijn met stippellijn aangegeven



7.2

BEOORDELING VVKA GEOHYDROLOGIE

De berekeningen van het geohydrologisch model zijn uitgevoerd op basis van het VKA. Dit betekent dat er geen aparte effectbeoordeling is uitgevoerd voor het VVKA. De beoordeling van het VVKA is wel af te leiden van de beoordeling van het VKA. In het VKA is een optimalisatie doorgevoerd vanuit de grondwateroverlast in Vianen: de aanleg van een kleilaag in de Vianense Waard. Het VVKA zal daarom op dit onderwerp slechter scoren dan het VKA. De overige wijzigingen zijn naar verwachting niet van invloed op de effecten van geohydrologie, kwel en dijkstabiliteit.

HOOFDSTUK

8

Effectbeoordeling VKA

8.1

VAN VVKA NAAR VOORKEURSALTERNATIEF (VKA)

Het Voorkeursalternatief (VKA) is opgesteld door een optimalisatie uit te voeren over het Voorlopig Voorkeursalternatief (zie Tabel 8.5). De uitkomsten van de effectbeoordelingen en toetsingen van het VVKA hebben een belangrijke rol gespeeld bij het opstellen van het VKA. In onderstaande tabel zijn de wijzigingen opgesomd, evenals de motivatie voor de wijziging. In het VKA is de keuze voor de ontsluitingsvariant uit de VVKA fase meegenomen. In het Milieueffectrapport (MER) zijn vier ontsluitingsvarianten voor de recreatieve voorzieningen op hun effecten beoordeeld. De effectbeoordeling rechtvaardigt niet de aanleg van een 'rondweg' of het afsluiten van de Veerweg voor gemotoriseerd verkeer, vooral omdat de te verwachten effecten op de verkeersstroom beperkt van omvang zijn. Daarom is de variant met de bestaande verkeerssituatie opgenomen. In deze variant is (blijft) de Ponthoeve bereikbaar voor gemotoriseerd verkeer en kunnen gasten van de Ponthoeve hun auto ter plaatse parkeren op het eigen terrein. De toename van het verkeer door de Buitenstad is beperkt van omvang.

Een nadere toelichting op het VKA en een uitgebreide ontwerpkaart staan in het MER.

Tabel 8.5

Wijzigingen in het VVKA die leiden tot het VKA

Nr	Locatie	Wijziging	Motivatie
1	Vianense Waard en Pontwaard	Aanleg amfibiepoelen in de vorm van kleiputten	Voorzien in voortplantingsbiotoop heikikker en rugstreeppad
2	Vianense Waard	Aanbrengen kleilaag met dekfolie van ca 1 m	Voorkomen van extra grondwateroverlast door kwel
3	Vianense Waard	Versmallen geul ter plaatse van de A27 tot slootbreedte.	Er zijn geen voorzieningen nodig om de stabiliteit van de bruggijlers te waarborgen
4	Vianense Waard	Handhaven rabatten grasland	Versterken van natuurwaarden
5	Bossenwaard	Verschuiven ligging van het mindervalidenpad en de ontsluiting in westelijke richting	Aanpassing aan vereisten voor o.a. hellingshoek
6	Bossenwaard	Toevoegen enkele maaipaden	Verbetering toegankelijkheid van het gebied

7	Bossenwaard	Meest oostelijk gelegen brug vervalt	Brug heeft geen toegevoegde waarde voor recreatieve ontsluiting
8	Bossenwaard	Wijziging omvang en ligging hondenuitlaatgebied	Fysieke scheiding van hondenuitlaatgebied en speelnatuur
9	Bossenwaard	Vogelkijkhut wordt een vogelkijkscherm	Voorkomt gebruik als hangplek
10	Bossenwaard	Vergroten op te hogen gebied	Verbetering van het inundatiebeeld
11	Bossenwaard	Aanpassing padenpatroon en ontwerp / situering bruggetjes	Padenpatroon is afgestemd op geulenpatroon en overstromingsbeeld
12	Bossenwaard	Handhaven huidige maaiveldhoogte op de oeverstrook	Behoud mogelijk aanwezige archeologische waarden (steenovens) en realisatie hoogwatervluchtplaatsen (voor grazers)
13	Bossenwaard en Waalse Waard	Aanbrengen oever- en bodemverdediging in de geulen ter plaatse van de bruggen	Bescherming tegen ongewenste erosie
14	Pontwaard	Locatie molen geclusterd met camperparkeerplaats en haven	Vergunbaarheid vanuit de Beleidslijn Grote Rivieren
15	Pontwaard	De eigenaar van de Ponthoeve is voornemens zijn agrarische bedrijf om te vormen naar een 'Natuurderij' waarbij groene en blauwe diensten worden toegevoegd aan de Ponthoeve. Deze groene en blauwe diensten bestaan hoofdzakelijk uit activiteiten gericht op natuureducatie en recreatie, gecombineerd met een horecavoorziening.	Dit voornemen is in het PIP opgenomen
16	Bossenwaard, Waalse Waard en Pontwaard	Wijziging van uitstroomopeningen van de geulen (ruimere openingen)	Terugdringen dwarsstromen
17	Bossenwaard	Het geulenpatroon is gewijzigd: er zijn minder "vingers" aan de noordzijde van het geulenpatroon en de geulen zijn iets anders gepositioneerd	Ruimtelijke kwaliteit, verbetering van het inundatiebeeld
18	Bossenwaard-oost	Lokaal is het maaiveld verder verlaagd om een betere instroming van de rivier richting de geulen te krijgen (het invalidenpad blijft verhoogd liggen).	Rivierkundige taakstelling
19	Bossenwaard-west	De noordelijke getijdengeul is in oostelijke richting doorgetrokken tot onder de brug van de A2 ook t.p.v. de zuidelijke pijlers is het maaiveld verlaagd (t.p.v. de mogelijke locatie van een steenoven).	Rivierkundige taakstelling
20	Bossenwaard	Aanpassingen aan de ruwheid	Aangepast aan nieuwe inrichting van uiterwaard

21	Bossenwaard en Waalse Waard	Lokaal verbreding van de oeverzone	Zo ontstaat een voldoende brede zone tussen de rivier en het geulenpatroon in verband met erosie en instabiliteit
22	Bossenwaard	De uitstroombopening van de grote geul naar de Lek is breder gemaakt, circa 25 m in oostelijke richting. De steenoven die hier gelokaliseerd is, blijft onaangetast.	Rivierkundige taakstelling, behoud archeologische waarden
23	Pontwaard	De geul in de Pontwaard is het doorstroomprofiel is anders vormgegeven dan in het VVKA. Daarbij is als uitgangspunt gehanteerd dat de verbreding zoveel mogelijk binnen de vergravingscontouren van het VVKA zijn gebleven.	Landschappelijke, cultuurhistorische en archeologische waarden, rivierkundige taakstelling

8.2 OPTIMALISATIE VANUIT GEOHYDROLOGIE

In Tabel 8.6 is kort weergegeven wat, vanuit het aspect geohydrologie en kwel, relevante wijzigingen zijn van VVKA naar VKA en welke invloed deze op de effectbeoordeling hebben.

Tabel 8.6
Optimalisaties VKA

Wijziging	Effect
Aanbrengen kleiplaat van minimaal 1 m dikte tussen geul en dijk in de Vianense Waard	- T=1 jaar hoogwatergolf: minder grondwaterstandsverhogingen -T=10 jaar hoogwatergolf: grondwaterstandverhoging wordt grondwaterstandverlaging -Afname afvoerdebieten oppervlaktewater
Geulafdichting van klei in Vianense Waard	De geulafdichting heeft een geringe invloed op de geohydrologische effecten.

8.3 AANPASSINGEN IN HET GEOHYDROLOGISCH MODEL TEN BEHOEVE VAN HET VKA

Het geohydrologisch model van de huidige situatie is op de volgende punten aangepast om de situatie zoals beoogd met het voorkeursalternatief (VKA) te verkrijgen:

- **Vergravingen in de uiterwaarden:** In alle vier de uiterwaarden wordt gegraven om het VKA te kunnen realiseren. De verlagingen zijn nodig voor het realiseren van het geulenpatroon. Bij het geulenpatroon is reeds rekening gehouden met de kwel door de diepe geulen zo ver mogelijk van de dijk af te leggen. Behalve verlagingen die leiden tot een afname van de deklaagweerstand (vergelijk Figuur 6.6 en Figuur 8.9), worden ook delen van de uiterwaarden opgehoogd met klei. Ter plaatse van de verhogingen neemt de deklaagweerstand daardoor toe. De verhogingen liggen voornamelijk direct langs of tegen de dijk en hebben als doel om de kweleffecten te beperken. De weerstand die wordt verwijderd bedraagt 50⁵ dg/m verlaging. Voor de ophogingen worden de fracties

⁵ De uiterwaarden bestaan uit een combinatie zandige en kleiige afzettingen, zowel in verticale als in horizontale richting. Op basis van expert judgement is voor deze afzettingen een gemiddelde hydraulische weerstand van 50 dg/m ingeschat.

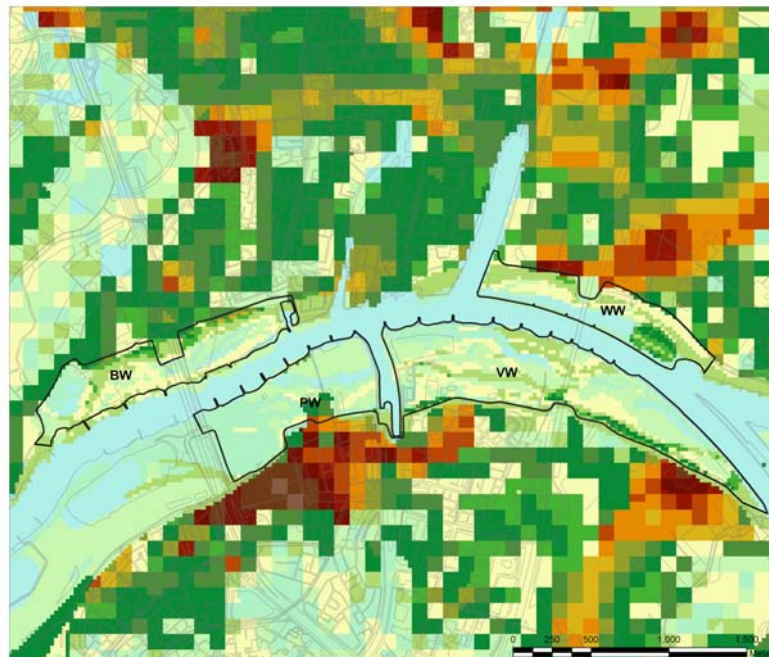
met de hoogste lutumgehaltenes gebruikt. De weerstand die wordt toegevoegd als gevolg van de verhogingen bedraagt daardoor minimaal 100 dg/m⁶. Deze toename of afname van de weerstand is bij de deklaag weerstand van de huidige situatie opgeteld. Het inrichtingsplan geeft een beeld van de vergravingen. In Figuur 8.9 is een kaart met de deklaag weerstand na vergraving opgenomen.

- Leikaden Merwedekanaal: De leikaden van het Merwedekanaal worden verlaagd tot 3,00 m + NAP. Hierdoor loopt de Vianense Waard reeds bij een lagere rivierwaterstand onder water. Dit betekent dat de inundatiefrequentie van de Vianense waard toeneemt tot circa eenmaal per jaar.
- Opheffen zomerpolder Bossenwaard: De zomerpolder van de Bossenwaard wordt opgeheven. De Bossenwaard inundeert vanuit het nieuw te graven geulenpatroon dat in open verbinding met de Lek staat. Het waterpeil in de Bossenwaard is daardoor gelijk aan het peil van de Lek. De inundatiefrequentie van de Bossenwaard neemt toe.
- Aanbrengen zomerkade tussen de buitenstad van Vianen en het Merwedekanaal: In de Pontwaard wordt tussen de buitenstad en het Merwedekanaal een kade aangebracht die bedoeld is om enige bescherming te bieden tegen de stroming rondom de buitenstad van Vianen. De zomerkade krijgt een hoogte van 4,5 m + NAP.
- Aanbrengen kleiplaat Vianense Waard: In de Vianense Waard wordt als mitigerende maatregel vanaf de dijk tot aan de noordelijke oever van de geul een kleiplaat aangebracht. Deze kleiplaat bestaat uit 1 m klei met een hydraulische weerstand van 100 dg/m. De kleiplaat wordt ingegraven op de plaatsen waar verlaging van de uiterwaarden plaatsvindt. Vanuit de ingraving loopt de kleiplaat geleidelijk op richting de dijk en gaat over in de ophoging. Vanaf een ophoging van meer dan 1,5 m (1 m klei + 0,5 m leeflaag) ligt de kleiplaat geheel op het bestaande maaiveld. Als de ophoging meer dan 1,5 m bedraagt is de kleiplaat dikker dan 1 m en kan de weerstand groter zijn dan 100 dagen.

⁶ Voor het model is als conservatieve benadering een weerstand van 100 dg/m aangehouden voor de ophogingen.

Figuur 8.9

Deklaagweerstand VKA



Deklaagweerstand (dagen)

< 10
11 - 100
101 - 200
201 - 300
301 - 400
401 - 500
501 - 600
601 - 700
701 - 800
801 - 900
901 - 1000
1001 - 1100
1101 - 1200
1201 - 1300
1301 - 1400
1401 - 1500
1501 - 2000
2001 - 2500
2501 - 5000
5001 - 10000
10001 - 15000
15001 - 25000
25001 - 50000

8.4

BESCHOUWDE SCENARIO'S

Het model van de huidige situatie en van het voorkeursalternatief worden doorgerekend voor de volgende situaties:

- Een hoogwatersituatie die gemiddeld 1x per jaar voorkomt (T=1 jaar). De hoogwatergolf van november 2002 representeert deze situatie goed. De berekening is dynamisch.
- Een hoogwatersituatie die gemiddeld 1x per 10 jaar voorkomt (T=10 jaar) waarbij de Vianense Waard onder water komt te staan. De hoogwatergolf van januari 2003 representeert deze situatie goed. In werkelijkheid is de zomerkade van de Vianense Waard in die periode echter niet overstroomd. Om het effect van een overstroomde Vianense zomerpolder te kunnen beschouwen is in de simulaties aangenomen dat deze zomerpolder onder water komt te staan bij de 1/10 afvoergolf. De berekening is dynamisch.

- Een laagwatersituatie die gemiddeld 1x per 10 jaar voorkomt (droogtescenario). Het laagwater van augustus 2003 representeert deze situatie goed. Vooral de lange duur van deze laagwaterperiode is uitzonderlijk. Dergelijke lange periodes met laagwater komen maar weinig voor. De berekening is dynamisch.
- Een maatgevend hoogwatersituatie (T=1250 jaar). Het is gebruikelijk deze maatgevende afvoer te gebruiken voor de analyses binnen de Ruimte voor de Rivier projecten. Deze situatie heeft zich in de recente geschiedenis niet voorgedaan. Hier wordt gerekend met een theoretisch bepaalde waterstand op de Lek van 6,55 m + NAP (rivier kilometer 948) op het moment dat er 16.000 m³/s bij Lobith passeert. De berekening is stationair. De gebruikte afvoer staat overigens los van de maatgevend4e afvoer voor de hoogte van de primaire waterkeringen in dit gebied (T=2000 jaar).

De T=1 en T=10 jaar hoogwatersituatie worden gebruikt voor het berekenen van de kwel- en grondwaterstandstoenames als gevolg van de vergravingen en kadeverlagingen. De laagwatersituatie wordt gebruikt om mogelijke verdrogingseffecten in beeld te brengen. Het maatgevende hoogwaterscenario is hydrologisch niet interessant. Deze berekening is bedoeld als input voor de dijkstabiliteitsberekeningen.

8.5

RESULTATEN EN ANALYSE GEOHYDROLOGISCHE BEREKENINGEN

Dit hoofdstuk bevat een beschrijving van de systeemeffecten die optreden als gevolg van de ingreep. Het is een feitelijke beschrijving van de berekende geohydrologische effecten zonder hier een waardeoordeel aan te geven. Volgens een aantal criteria zijn de effecten van de ingreep op de werking van het watersysteem in beeld gebracht. De criteria zijn de volgende:

- Verandering van de grondwaterstanden in de deklaag;
- Verandering van de stijghoogte in het watervoerend pakket;
- Verandering van de kwelintensiteit [mm/dag] in de tijd;
- Relatie tussen verandering van de kwelintensiteit [mm/dag] en de afvoercapaciteit van het afwateringssysteem.

De systeembeoordeling levert de input voor de effectbeoordeling in paragraaf 8.5.

In onderstaande paragrafen is iedere situatie (T=1 jaar, T=10 jaar en droogtescenario) in een aparte paragraaf beschreven. Achtereenvolgens zijn per situatie de volgende figuren gepresenteerd en toegelicht:

- Grondwaterstanden ten opzichte van maaiveld in de huidige situatie;
- Verandering (toename en afname) van de stijghoogte;
- Verandering van de grondwaterstanden;
- Verandering van de afvoeren per afwateringsgebied.

8.5.1

T=1 JAAR HOOGWATERGOLF

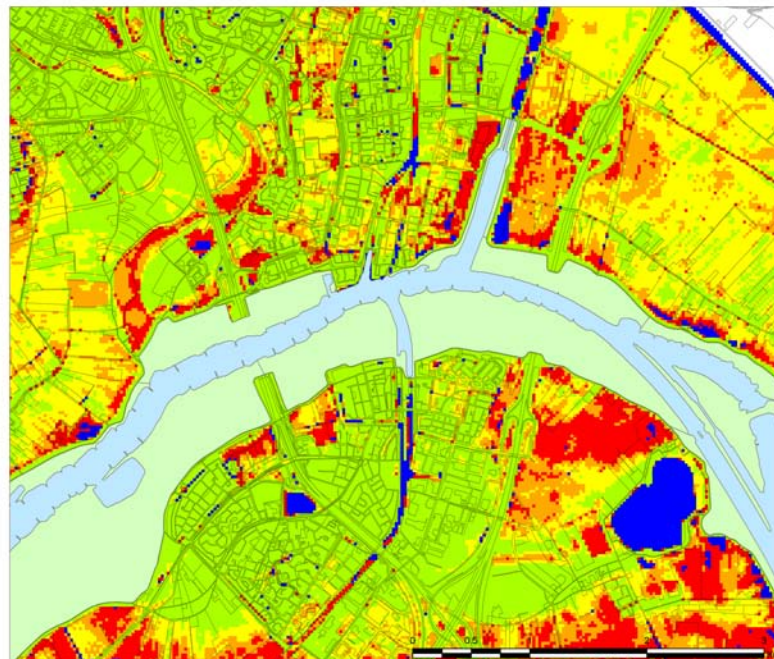
In deze paragraaf staan de effecten van het VKA op de grondwateroverlast beschreven die optreden bij een hoogwatersituatie van de Lek die gemiddeld 1x per jaar voorkomt. Hierbij is gebruik gemaakt van verschillende figuren. De hoogwatergolf van november 2002 is gebruikt om de effecten te simuleren.

Huidige situatie

Figuur 8.10 toont de grondwaterstanden ten opzichte van maaiveld in de huidige situatie. De kleur groen geeft aan dat de grondwaterstanden zich op meer dan 1 m onder maaiveld bevinden. De kans op wateroverlast is hier zeer gering.

Figuur 8.10

Grondwaterstanden ten opzichte van maaiveld, T=1 jaar, referentiesituatie



Legenda

Grondwaterstand [m-mv]

	Oppervlaktewater
	0 - 0.5
	0.5 - 0.7
	0.7 - 1
	> 1 m-mv

Effect op de stijghoogte

In Figuur 8.11 is de verandering van de stijghoogte weergegeven. We zien effecten optreden in de Bossenwaard, 't Waalse Waard en de Vianense Waard. Bij de Bossenwaard is dit het gevolg omdat de zomerpolder plaats maakt voor een stelsel van getijdengeulen die in verbinding staan met de Lek. Het peil op de Lek is daarmee gelijk aan het peil in de geulen. De geulen snijden door de deklaag heen en staan in hydraulisch contact met het watervoerend pakket. De stijghoogte onder de geul neemt daardoor toe. De stijghoogte is hier bij benadering gelijk aan het peil in geul (en de Lek). De Lek wordt in feite "dichter bij de dijk gebracht". De effecten (tot maximaal 25 cm verhoging) die we binnendijs zien zijn het gevolg van de verhoging van de stijghoogte ter plaatse van de geul. Door het grote doorlaatvermogen (kD) van het watervoerende pakket kunnen de effecten relatief ver reiken.

In 't Waalse Waard ontstaan de effecten op een vergelijkbare wijze.. De uiterwaard is in de huidige situatie relatief hoog gelegen en overstroomt slechts gedeeltelijk tijdens een T=1 jaar hoogwatergolf. Ook hier wordt een stelsel van getijdengeulen aangelegd die in verbinding staan met de Lek, waardoor de stijghoogte ter plaatse van de geul verhoogd wordt met de

bijbehorende, uitstralende effecten. De stijghoogte neemt hier binnendijks maximaal 25 cm toe.

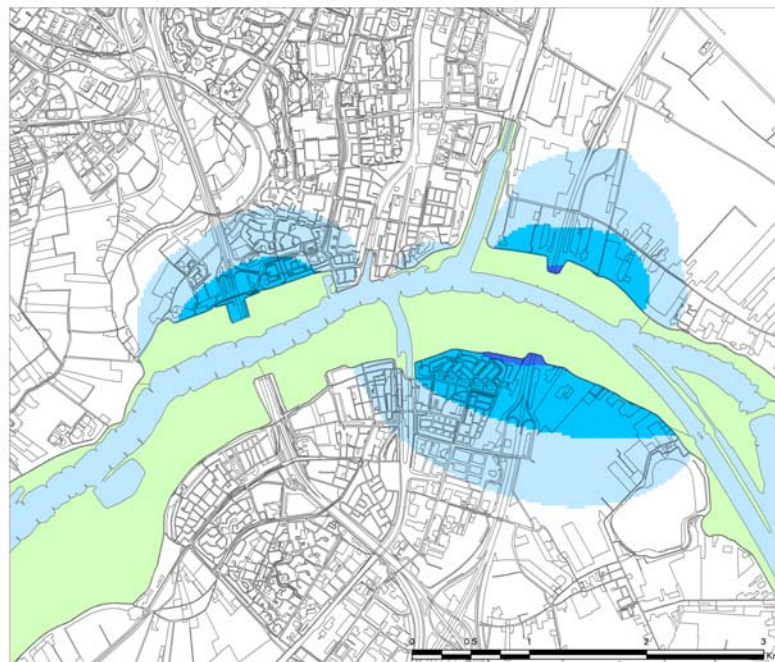
In de Vianense Waard wordt een geul aangelegd. Deze staat echter niet in directe verbinding met de Lek. In de Vianense Waard neemt de inundatiefrequentie echter wel toe als gevolg van het verlagen van de leikade van het Merwedekanaal. De Vianense Waard inundeert daardoor reeds bij lagere Lekwaterstanden dan in de huidige situatie. Via de geul en de vergravingen aan de noordzijde van de geul is het hydraulisch contact tussen de Lek en het watervoerend pakket verbeterd (zie uitleg Bossenwaard). De stijghoogte neemt hier binnendijks maximaal 30 cm toe tijdens een T=1 jaar hoogwatergolf.

Bij de Pontwaard en de Mijnsheerenwaard zien we geen binnendijkse effecten. De inundatie van deze uiterwaarden verandert voor deze hoogwatergolf niet of nauwelijks. En ook de vergravingen blijven beperkt.

Concluderend kan gesteld worden dat de berekende effecten van deze hoogwatergolf veroorzaakt worden door een combinatie van vergraven en inunderen van de uiterwaard.

Figuur 8.11

Verandering stijghoogten, T=1 jaar



De verhoogde stijghoogten resulteren in een toename van de kwel. Deze kwel zorgt ervoor dat de grondwaterstanden stijgen en dat de afvoer naar het oppervlaktewatersysteem toeneemt. Beide afgeleide effecten zijn hieronder in beeld gebracht.

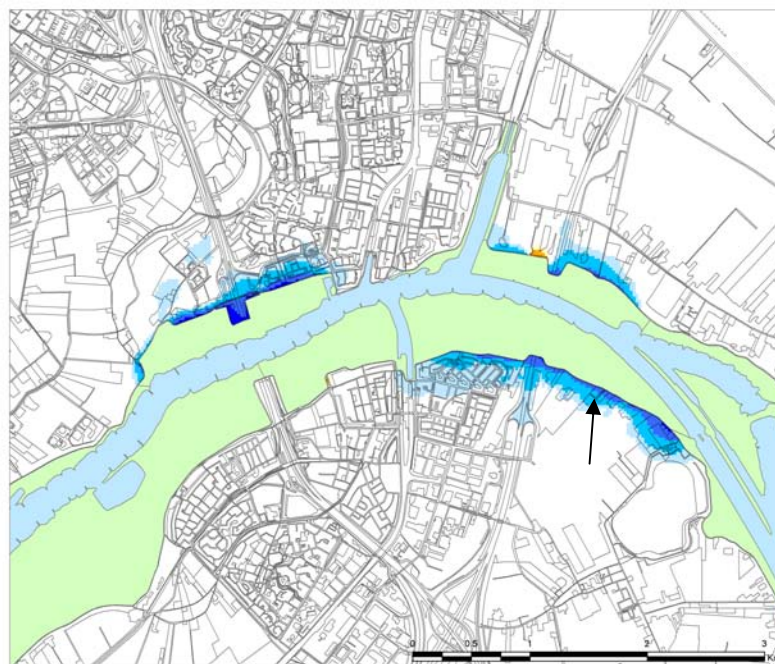
Effect op de grondwaterstanden

In Figuur 8.12 geeft het effect van de ingrepen in de uiterwaarden op de grondwaterstanden weer. De effecten treden op in een relatief smalle zone langs de dijk, op de locaties waar ook een toename van de stijghoogte is berekend (Figuur 8.11). De toename van de grondwaterstanden zijn het gevolg van een toename van de stijghoogte. De grondwaterstanden zijn in absolute zin lager dan de stijghoogten en de grondwaterstand wordt op peil gehouden met drainage of sloten. Hierdoor ontstaat stroming van water in opwaartse richting (kwel). Op de plekken waar voldoende drainage en sloten liggen, zal er nauwelijks een toename van de grondwaterstand optreden, maar op de plekken met geen of onvoldoende ontwateringsmiddelen zal deze kwel resulteren in verhoogde grondwaterstanden.

Bij de Bossenwaard neemt de grondwaterstand tot circa 0,5 m toe bij een T=1 jaar hoogwatergolf. Dit leidt niet tot problemen, omdat het gebied tussen de Lekboulevard en de Zandveldseweg (gemeente Nieuwegein) is opgehoogd. Bij 't Waalse Waard bedraagt bij de bedrijfswoningen achter de dijk (gemeente Nieuwegein en gemeente Houten) het effect 10 tot 25 cm. Bij de Vianense Waard nemen de grondwaterstanden vlak achter de dijk met maximaal 0,5 m toe. De bebouwing achter de Lekdijk dient rekening te houden met een toename van de grondwaterstand van circa 25 cm, wat mogelijk tot kweloverlast kan leiden..

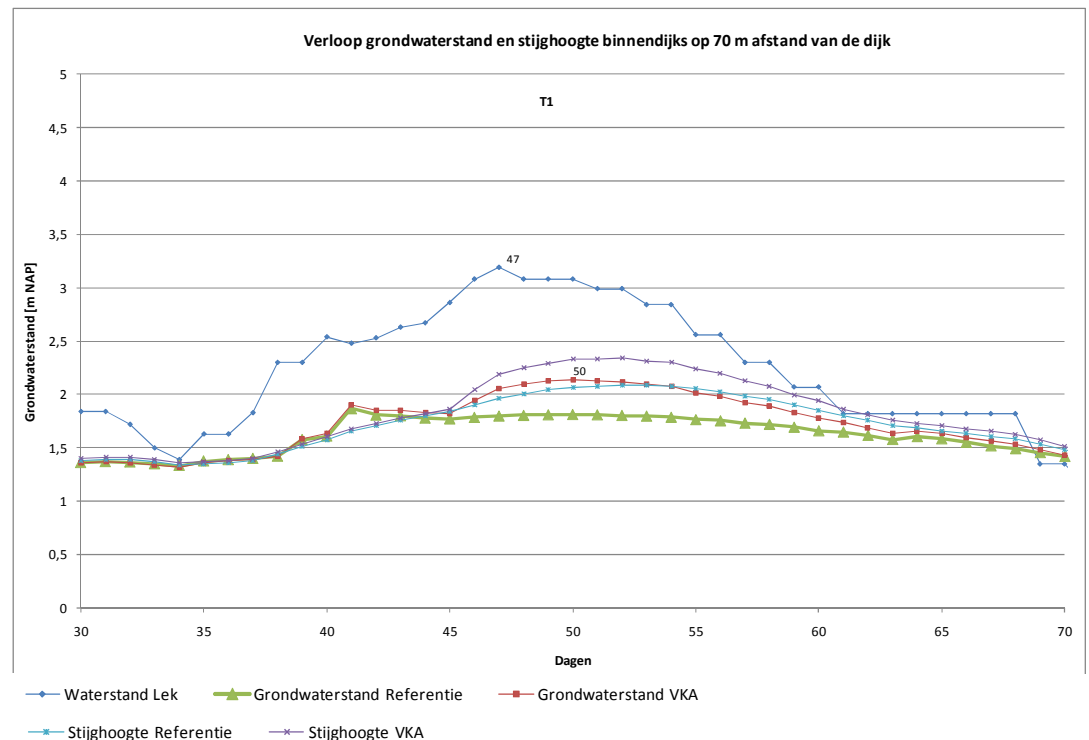
Figuur 8.12

Verandering grondwaterstanden, T=1 jaar (pijl: zie Figuur 8.13 met toelichting).



Figuur 8.13

Verloop grondwaterstanden en stijghoogten, binnendijs, op 70 m afstand van de dijk.



Figuur 8.13 geeft het verloop van de stijghoogten en grondwaterstanden ter plaatse van de pijl in Figuur 8.12. We zien in de figuur vanaf dag 45 een toename van de grondwaterstand en de stijghoogte als gevolg van het inunderen van de Vianense Waard door het verlagen van de leikade van het Merwedekanaal. Tevens zien we hier dat de grondwaterstand piekt op drie dagen na de hoogwatergolf en dat de stijghoogte nog een dag later piekt.

Ter vergelijking met Figuur 8.10 zijn in onderstaande figuur (Figuur 8.14) de grondwaterstanden ten opzichte van maaiveld weergegeven voor het VKA. De beide figuren zijn nagenoeg identiek. Dit betekent dat:

1. De berekende toename van de grondwaterstand nauwelijks tot een verschuiving in de gepresenteerde klassen leidt. De toename leidt dus tot een opvulling van de klasse. Echter het feit dat er nauwelijks klasse verschuivingen plaatsvinden duidt erop dat, als er opvulling is, deze slechts zeer gering is. De grootste toename van de grondwaterstanden vindt plaats onder of direct achter de dijk. Het maaiveld is hier (binnen het stedelijk gebied van Vianen en Nieuwegein) relatief hoog en de grondwaterstanden blijven ook na 25 cm toename meer dan 1 m onder maaiveld.
2. De kans dat het areaal waar grondwateroverlast optreedt niet groter wordt. Het aantal woningen waar een kans op wateroverlast bestaat neemt niet toe.

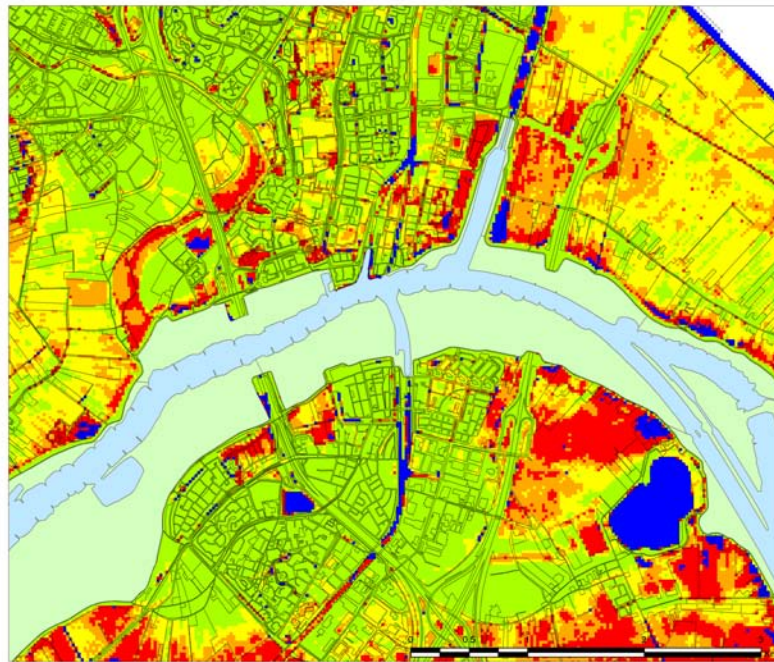
Samenvattend neemt de kans op grondwateroverlast⁷ door de ingrepen van Ruimte voor de Lek niet of nauwelijks toe. De locaties waar de grondwaterstand op minder dan 1 m beneden maaiveld wordt berekend zijn na genoeg gelijk aan de referentie en zijn veelal

⁷ We spreken hier van kans op grondwateroverlast indien de grondwaterstand zich op minder dan 1 m beneden maaiveld bevindt. Er wordt rekening gehouden met woningen met kruipruimte tot 70 cm- mv en maximaal 30 cm modelonzekerheid.

onbebouwd. Alleen ten oosten van de A27 (gemeenten Houten, Nieuwegein en Vianen) kan direct achter de dijk de bestaande overlast toenemen.

Figuur 8.14

Grondwaterstanden ten opzichte van maaiveld, T=1 jaar, VKA



Legenda

Grondwaterstand [m-mv]

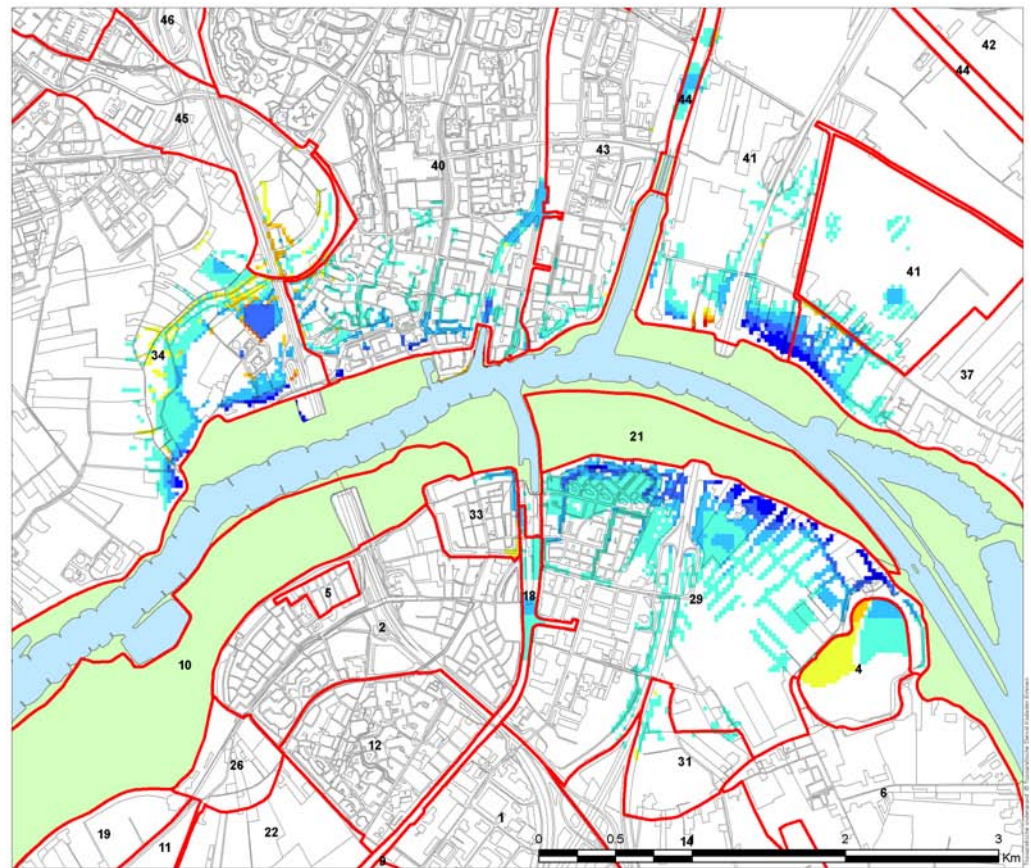
Blue	Oppervlaktewater
Red	0 - 0.5
Orange	0.5 - 0.7
Yellow	0.7 - 1
Green	> 1 m-mv

Afvoer naar oppervlaktewatersysteem

Zoals hierboven beschreven kan een toename van de stijghoogte resulteren in een verhoging van de grondwaterstanden en/of in een toename van de afvoer van het oppervlaktewatersysteem. In Figuur 8.15 is weergegeven welke ontwateringsmiddelen (drainage, sloten) een grotere afvoer te verwerken krijgen. Uit voorgaande beschrijvingen mag duidelijk zijn dat de grootste toename van de afvoeren vlak achter de dijk zijn berekend. Tabel 8.7 geeft per afwateringsgebied de toename van de afvoer weer. De nummers in de tabel komen overeen met de nummers in de figuur. De afvoeren zijn berekend voor de piek van de afvoergolf. De verschilwaarden (in m³/dg) zijn afgerond op tientallen. In deze tabel staat WSRL voor Waterschap Rivierenland en HDSR voor het Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden.

Figuur 8.15

Verandering afvoer naar oppervlaktewater (in m³/dag), T=1 jaar, VKA ten opzichte referentiesituatie.



Tabel 8.7

Verandering afvoer per afwateringseenheid, T=1 jaar

ID afwateringsgebied	Beheerder	Vershil [m3/dag]	Vershil [%]
2	WSRL	0	0%
4	WSRL	30	15%
5	WSRL	0	0%
29	WSRL	550	9%
33	WSRL	20	3%
34	HDSR	300	2%
37	HDSR	170	1%
40	HDSR	170	3%
41	HDSR	360	4%
43	HDSR	50	4%
45	HDSR	30	2%

8.5.2

T=10 JAAR HOOGWATERGOLF

In deze paragraaf is een vergelijkbare serie figuren gepresenteerd als in paragraaf 8.2. De figuren verbeelden de effecten die optreden bij een hoogwatersituatie van de Lek die gemiddeld 1x per 10 jaar voorkomt. De hoogwatergolf van januari 2003 is gebruikt om de effecten te simuleren. De verklaring van de effecten komt grotendeels overeen met de beschrijving in paragraaf 8.2 en is hier niet herhaald. Daar waar andere verklaringen zijn voor de berekende effecten is dat bij de figuren beschreven.

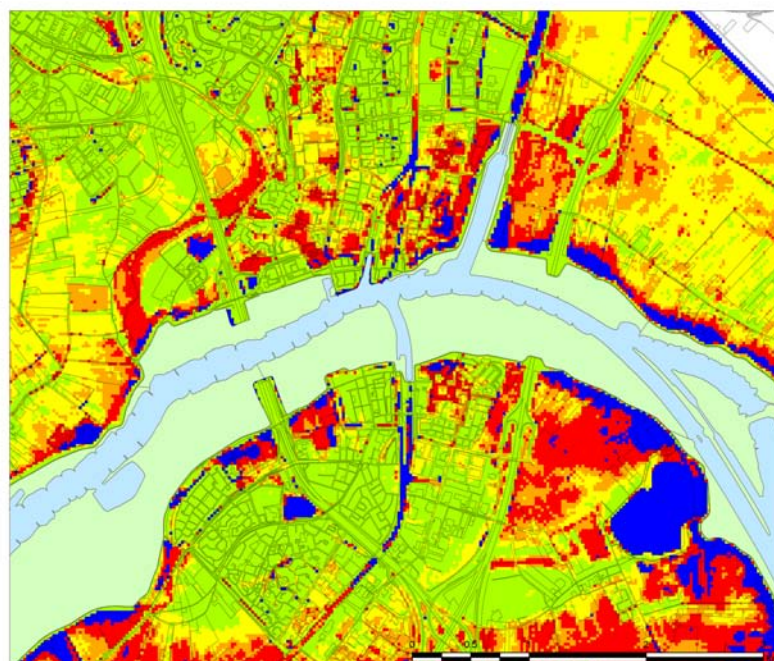
Voor de T=10 jaar hoogwatergolf worden de effecten alleen veroorzaakt door de vergravingen van de uiterwaarden. Verandering van de inundatie, zoals bij de T=1 jaar hoogwatergolf, speelt geen rol omdat alle uiterwaarden in zowel de referentiesituatie als in het VKA zijn overstromd. We zien daardoor dat de veranderingen van de grondwaterstanden ten opzichte van de referentie situatie als gevolg van de T=10 jaar hoogwatergolf beperkter zijn. Dit geldt zowel voor de ruimtelijke verspreiding als de toename van de grondwaterstanden en stijghoogten.

Huidige situatie

In Figuur 8.16 komt binnen de stedelijke gebieden van Vianen en Nieuwegein de kleur rood (grondwaterstand 0 -50 cm onder maaiveld) vaker terug dan in Figuur 8.10. Dit betekent dat in de huidige situatie, tijdens een T=10 jaar hoogwatergolf, de kans op wateroverlast op een aantal plaatsen aanwezig is. Zowel de gemeente Vianen als de gemeente Nieuwegein hebben aangegeven klachten over wateroverlast te ontvangen als de Vianense Waard respectievelijk de Bossenwaard is geïnundeerd.

Figuur 8.16

Grondwaterstanden ten opzichte van maaiveld, T=10 jaar, referentiesituatie

**Legenda****Grondwaterstand [m-mv]**

	Oppervlaktewater
	0 - 0.5
	0.5 - 0.7
	0.7 - 1
	> 1 m-mv

Effecten op stijghoogten en grondwaterstanden

Bij de Bossenwaard is bij de monding van de Kromme IJssel (IJsseldam) een behoorlijke verhoging van de stijghoogten te zien (Figuur 8.17). Ter plaatse van de woningen en bedrijven aan Het Klaphek (gemeente IJsselstein) neemt de grondwaterstand met circa 25 cm toe. Als gevolg hiervan neemt de grondwaterstand 10 tot 25 cm toe. Dit wordt veroorzaakt door flinke vergraving van de deklaag in de uiterwaard ter hoogte van de monding. Dit gedeelte van de uiterwaard blijft beschermd achter een zomerkade, waardoor het effect van de vergraving niet zichtbaar is bij de T=1 jaar hoogwatergolf.

Bij 't Waalse Waard (gemeente Nieuwegein en gemeente Houten) is een toename berekend van de stijghoogte van maximaal 25 cm. De kwel neemt hierdoor toe. Het dichte netwerk van sloten voert de af kwel, waardoor er geen noemenswaardige toename van de grondwaterstand is berekend.

In Figuur 8.18 zien we bij de Vianense Waard een verlaging van de grondwaterstanden optreden. Deze verlaging wordt veroorzaakt door het aanbrengen van een kleiplaat tussen de geul en de dijk in combinatie met een onderafdichting van de geul⁸. Vlak achter de dijk bedragen de verlagingen circa 25 cm.

De effecten op de grondwaterstanden zijn beperkt (Figuur 8.18), waardoor het beeld van de grondwaterstanden ten opzichte van maaiveld (Figuur 8.16) nauwelijks wijzigt ten opzichte van de referentie situatie. Dit betekent dat:

1. De berekende toename van de grondwaterstand nauwelijks tot een verschuiving in de gepresenteerde klassen leidt. De toename leidt dus tot een opvulling van de klasse. Echter het feit dat er nauwelijks klasse verschuivingen plaatsvinden duidt erop dat, als er opvulling is, deze slechts zeer gering is. De grootste toename van de grondwaterstanden vindt plaats onder of direct achter de dijk. Het maaiveld is hier (binnen het stedelijk gebied van Vianen en Nieuwegein) relatief hoog en de grondwaterstanden blijven ook na 25 cm toename meer dan 1 m onder maaiveld.
2. Het gebied waarin kans op grondwateroverlast optreedt niet significant groter wordt dan in de huidige situatie. Met andere woorden het aantal woningen met kans op wateroverlast neemt niet toe.

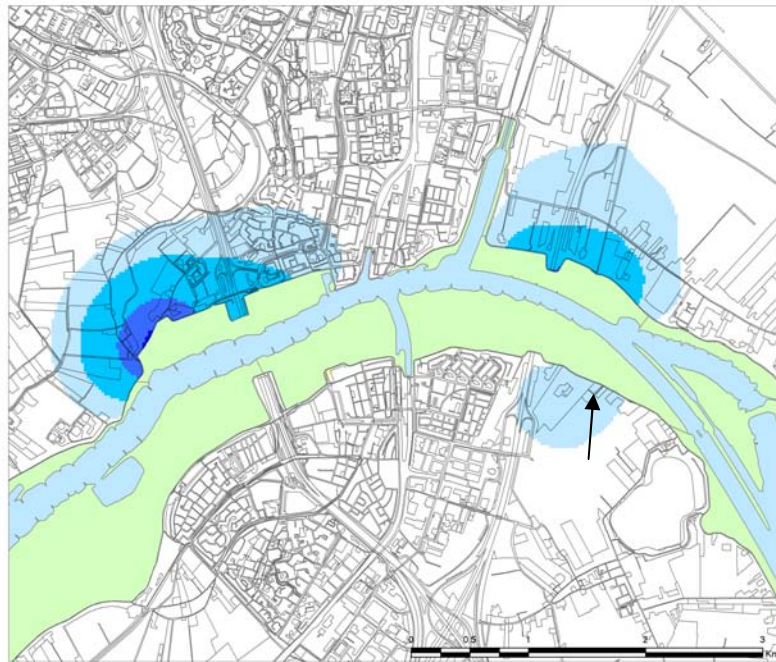
Samenvattend neemt de kans op grondwateroverlast⁹ door de ingrepen van Ruimte voor de Lek niet of nauwelijks toe. De figuur met de grondwaterstanden ten opzichte van maaiveld na het nemen van de maatregelen is hier niet opgenomen, omdat deze geen ander beeld laat zien (zoals ook het geval is bij Figuur 8.10 en Figuur 8.14).

⁸ Bij de T=1 jaar hoogwatergolf treedt hier geen verlaging van de grondwaterstanden op, omdat door de verandering van de inundatie altijd een verslechtering ontstaat ten opzichte van de referentie. De verslechtering wordt echter wel beperkt door de kleiplaat.

⁹ We spreken hier van kans op grondwateroverlast indien de grondwaterstand zich op minder dan 1 m beneden maaiveld bevindt. Er wordt rekening gehouden met woningen met kruipruimte tot 70 cm-mv en maximaal 30 cm modelonzekerheid.

Figuur 8.17

Verandering stijghoogten,
T=10 jaar



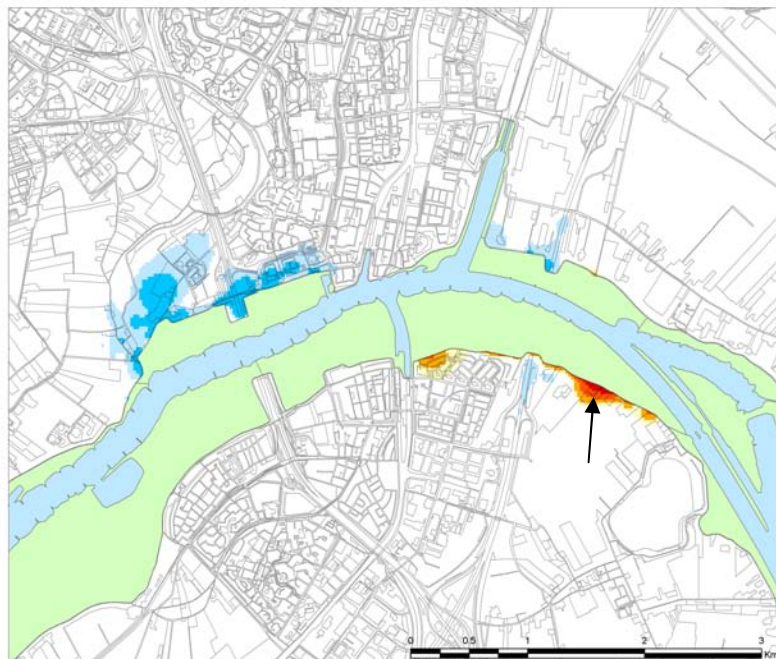
Legenda

Verandering stijghoogte WVP



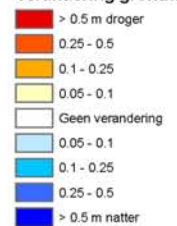
Figuur 8.18

Verandering
grondwaterstanden, T=10 jaar



Legenda

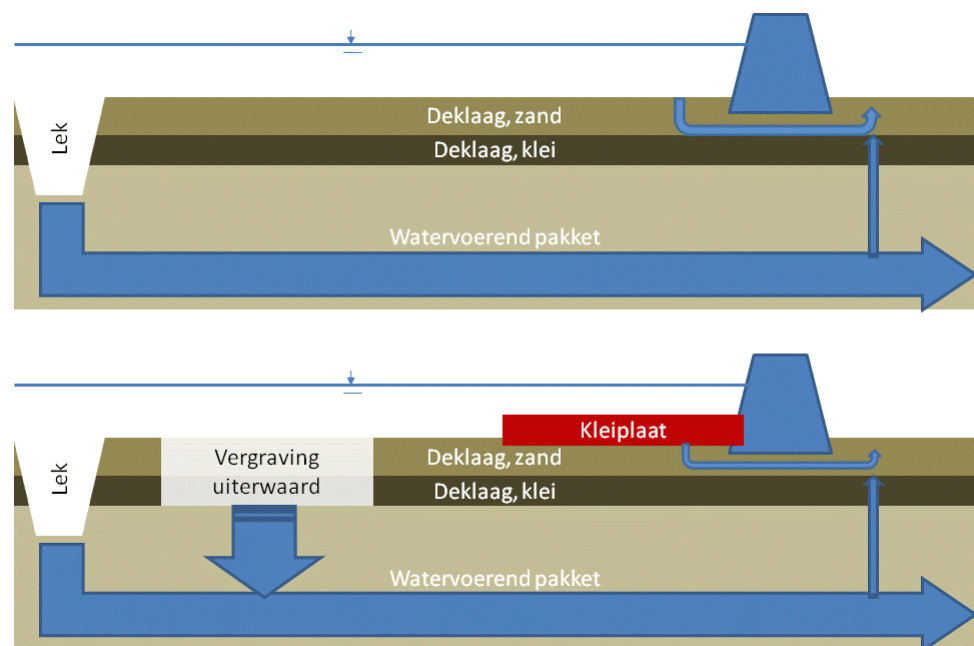
Verandering grondwaterstand



We zien in Figuur 8.17 en Figuur 8.18 ter hoogte van de pijl een verlaging van de grondwaterstanden en tegelijkertijd een verhoging van de stijghoogten. Dit is tegenstrijdig met de uitleg van de effecten in paragraaf 8.2. Hierin staat beschreven dat het effect in de grondwaterstanden wordt veroorzaakt door de stijghoogte. Dit klopt als de deklaag vooral kleiig van samenstelling is en daardoor de doorlatendheid in horizontale richting gering is. Als we te maken hebben met een zandbaan, zoals hier het geval, dan kan het effect zich ook via de deklaag verspreiden. Dit is schematisch weergegeven in Figuur 8.19.¹⁰ We zien een grote kwelstroom vanuit de Lek via het watervoerende pakket naar het binnendijkse gebied gaan. Tevens zien we een kleinere kwelstroom door het zandige deel van de deklaag. Als gevolg van de maatregelen in de uiterwaarden (vergravingen, kleiplaat), veranderen de kwelstromen. Door de vergraving neemt de kwelstroom door het watervoerende pakket toe, dit leidt tot een hogere stijghoogte binnendijks. Dit effect zien we in Figuur 8.17 terug. Als gevolg van de kleiplaat neemt de kwelstroom door de deklaag af, dit leidt tot lagere grondwaterstanden binnendijks. Dit effect zien we in Figuur 8.18 terug. Als gevolg van de modelschematisatie en conceptuele modelkeuzes komt dit effect op deze wijze naar voren. In de praktijk is het niet waarschijnlijk dat er een verhoging van de stijghoogten en een verlaging van de grondwaterstanden optreedt. Naar verwachting zal de grondwaterstandsverlaging van 5-10 cm minder groot zijn dan hier berekend.

Figuur 8.19

Schematisatie vergravingen en kleiplaat. Boven = voor maatregelen, Onder = na maatregelen

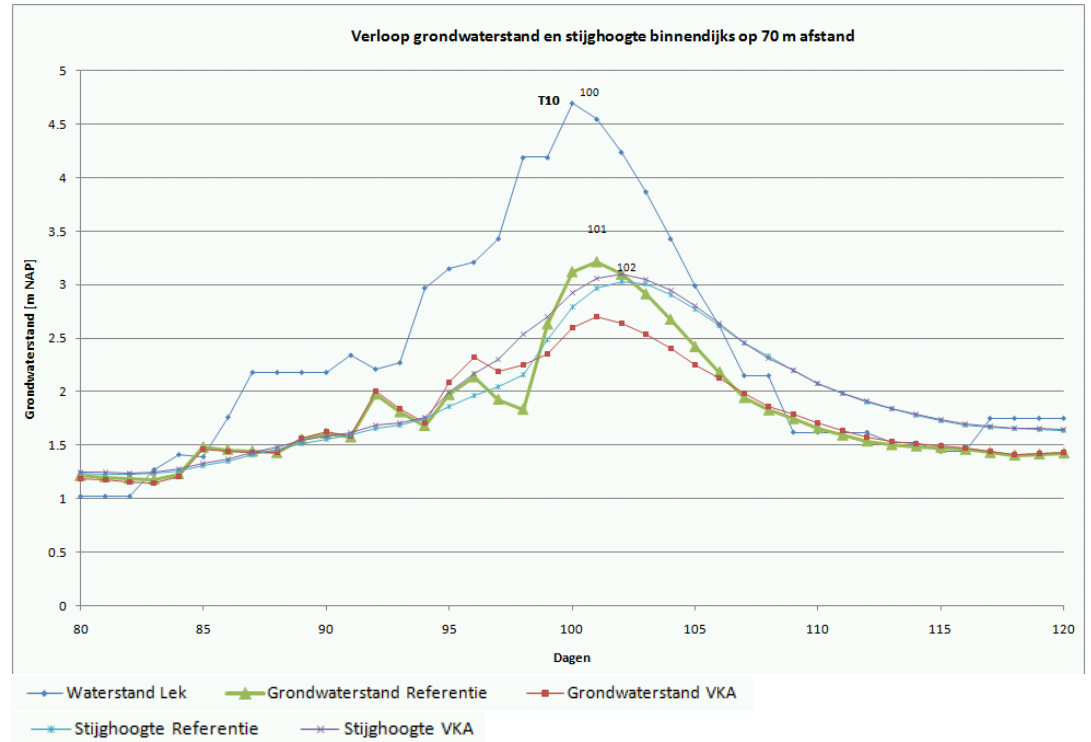


Figuur 8.20 geeft het verloop van de stijghoogten en grondwaterstanden ter plaatse van de pijl in Figuur 8.17 en Figuur 8.18. We zien in de figuur het effect op de grondwaterstand van eerder inunderen van de Vianense Waard als gevolg van het verlagen van de leikade van het Merwedekanaal. Tevens zien we hier dat de grondwaterstand piekt op één dag na de hoogwatergolf en dat de stijghoogte piekt twee dagen na het hoogwater.

¹⁰ De doorsnedens zijn principe doorsnedes om de optredende effecten uit te leggen en zijn geen representatie van een ontwerp.

Figuur 8.20

Verloop grondwaterstanden en stijghoogten, binnendijs, op 70 m afstand van de dijk.

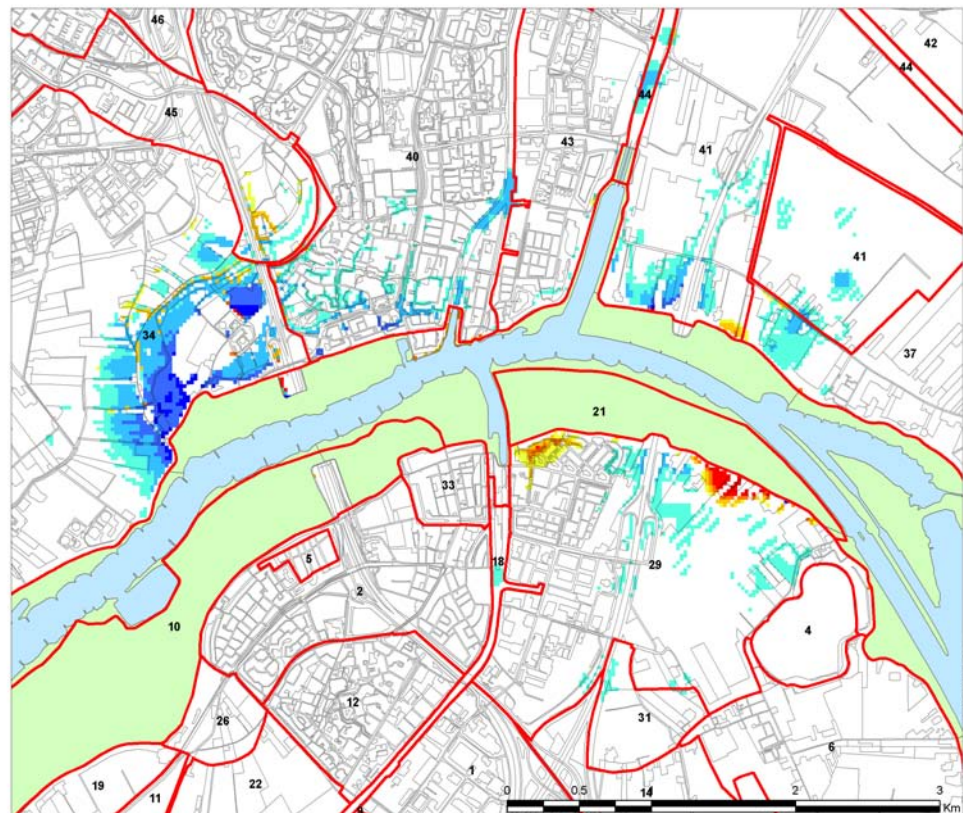


Afvoer naar oppervlaktewatersysteem

Zoals hierboven beschreven kan een toename van de stijghoogte resulteren in een verhoging van de grondwaterstanden of in een toename van de afvoer van het oppervlaktewatersysteem. In Figuur 8.21 is weergegeven welke ontwateringsmiddelen (drainage , sloten) een verandering in de te verwerken afvoer krijgen. Uit voorgaande beschrijvingen mag duidelijk zijn dat de grootste toename van de afvoeren vlak achter de dijk zijn berekend. In Tabel 8.8 is per afwateringsgebied berekend hoe groot de toename van de afvoer is. De verschillen in deze tabel zijn afgerond op tientallen. De getallen komen overeen met de nummer in de figuur. De afvoeren zijn berekend op de piek van de golf.

Figuur 8.21

Verandering afvoer naar oppervlaktewater (in m³/dag), T=10 jaar, VKA ten opzichte referentiesituatie.



Tabel 8.8

Verandering afvoer per afwateringseenheid, T=10 jaar

ID afwateringsgebied	Beheerder	Vershil [m3/dag]	Vershil [%]
2	WSRL	0	0%
4	WSRL	30	3%
5	WSRL	0	0%
29	WSRL	120	1%
33	WSRL	0	0%
34	HDSR	440	2%
37	HDSR	110	0%
40	HDSR	160	2%
41	HDSR	300	2%
43	HDSR	50	2%
45	HDSR	30	6%

8.5.3

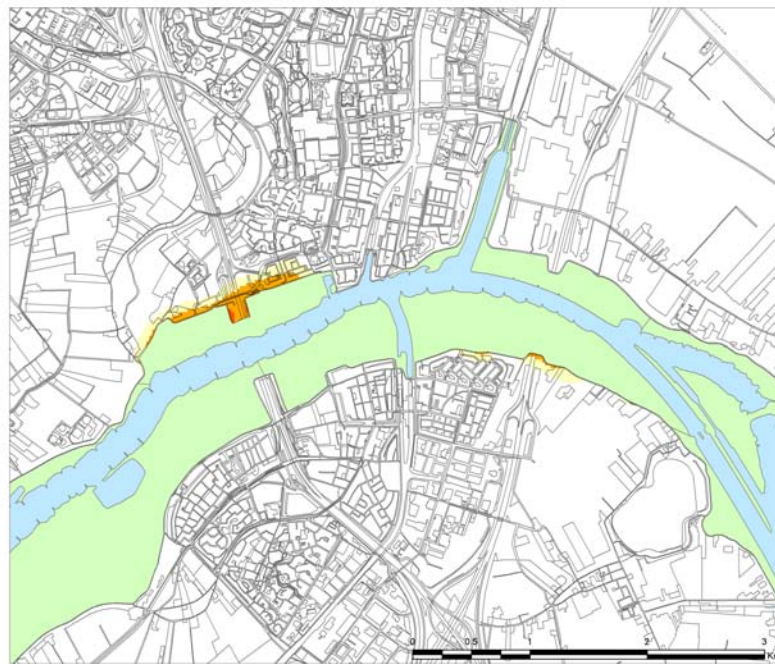
DROOGTESCENARIO

Deze paragraaf beschrijft en verbeeldt de effecten op de grondwaterstanden die optreden bij een laagwatersituatie van de Lek die gemiddeld 1x 10 per jaar voorkomt. Om dit droogtescenario te berekenen zijn de waterstanden uit de zomer van 2003 gebruikt.

Uit Figuur 8.22 blijkt dat bij de Bossenwaard en de Vianense Waard in een smalle zone achter de dijk lagere grondwaterstanden voorkomen dan in de referentiesituatie. De effecten treden vooral op doordat op deze locaties onvoldoende watergangen aanwezig zijn om water aan te voeren en de grondwaterstanden op peil te houden.

Figuur 8.22

Verandering
grondwaterstanden,
droogtescenario



Legenda

Verandering grondwaterstand

■	> 0.5 m droger
■	0.25 - 0.5
■	0.1 - 0.25
■	0.05 - 0.1
■	Geen verandering
■	0.05 - 0.1
■	0.1 - 0.25
■	0.25 - 0.5
■	> 0.5 m natter

In 't Waalse Waard is daarom ook geen effect te zien. Hier ligt een dicht netwerk van sloten die de grondwaterstanden op peil kan houden. Het model gaat er namelijk vanuit dat de ingestelde peilen ook daadwerkelijk gehandhaafd kunnen worden.

Of dit in de praktijk ook het geval is, is de vraag. Aannemelijker is dat in de praktijk, tijdens droogte, de peilen niet gehandhaafd kunnen worden door onvoldoende wateraanvoer omdat ook binnendijs sprake is van droge omstandigheden. Hierdoor zal, in tegenstelling tot de modelberekening, naar verwachting ook bij 't Waalse Waard enige verlaging van de grondwaterstanden optreden. De effecten bij de Bossenwaard en de Vianense Waard zijn in de modelberekening enigszins onderschat.

8.5.4

INUNDATIEFREQUENTIE UITERWAARDEN

De ingrepen in het projectgebied leiden tot een toename van de inundatiefrequentie van de uiterwaarden. Hieronder is per uiterwaard beschreven op welke wijze en in welke mate de inundatiefrequentie toeneemt.

Bossenwaard

De Bossenwaard wordt op dit moment beheerd als zomerpolder met een kadehoogte van 4,0 m + NAP. Grofweg betekent dit, dat de uiterwaard gemiddeld 1x per 5 jaar overstroomt. In de VKA-situatie verdwijnt de zomerpolder en is in de uiterwaard een geulensysteem aanwezig. Het geulensysteem staat in open verbinding met de Lek, waardoor de uiterwaard bij hoogwater via de geulen kan inunderen. Bij ieder hoogwater inundeert de uiterwaard in meer of mindere mate. Tevens zal onder invloed van eb en vloed de waterstand in de geul fluctueren, waarbij de oevers afwisselend inunderen of droog staan.

't Waalse Waard

De overstromingsfrequentie van 't Waalse Waard in de huidige situatie is niet bekend. De uiterwaard wordt niet beheerd als zomerpolder, maar is wel enigszins beschermd tegen hoogwater door de oeverwal van het winterbed. In 't Waalse Waard wordt een geulensysteem gegraven die in open verbinding staat met de Lek. Bij ieder hoogwater zal 't Waalse Waard vanuit de geul in meer of mindere mate overstroomen. Tevens zal onder invloed van eb en vloed de waterstand in de geul fluctueren, waarbij de oevers afwisselend inunderen of droog staan.

Pontwaard

De overstromingsfrequentie van de Pontwaard in de huidige situatie is niet bekend. De uiterwaard wordt niet beheerd als zomerpolder, maar is wel enigszins beschermd tegen hoogwater door de oeverwal van het winterbed. In de Pontwaard wordt een geul gegraven die in open verbinding staat met de Lek. Bij ieder hoogwater zal de Pontwaard vanuit de geul in meer of mindere mate overstroomen. Het volkstuincomplex ten oosten van de buitenstad Vianen blijft beschermd door een kade met een hoogte van 4,50 m + NAP. Binnendijks zijn geen wateroverlastsituaties bekend, waarvan bij toename van de inundatiefrequentie, de overlastfrequentie kan toenemen. Tevens zal onder invloed van eb en vloed de waterstand in de geul fluctueren, waarbij de oevers afwisselend inunderen of droog staan.

Vianense Waard

De kade langs het Merwedekanaal wordt verlaagd naar 3,0 m + NAP. Dit betekent dat de overstromingsfrequentie van de Vianense Waard toeneemt van gemiddeld 1x 10 jaar naar 1x per jaar. In Vianen, ten oosten van het Merwedekanaal, komen kwelsituaties in de toekomst vaker voor dan in de huidige situatie. De toegenomen inundatiefrequentie kan hier leiden tot een toename van de wateroverlastfrequentie. De overlast zal dan vaker voorkomen, maar gemiddeld minder zwaar zijn. In deze uiterwaard is geen getijdeninvloed.

8.6 ANALYSE DIJKSTABILITEIT VKA

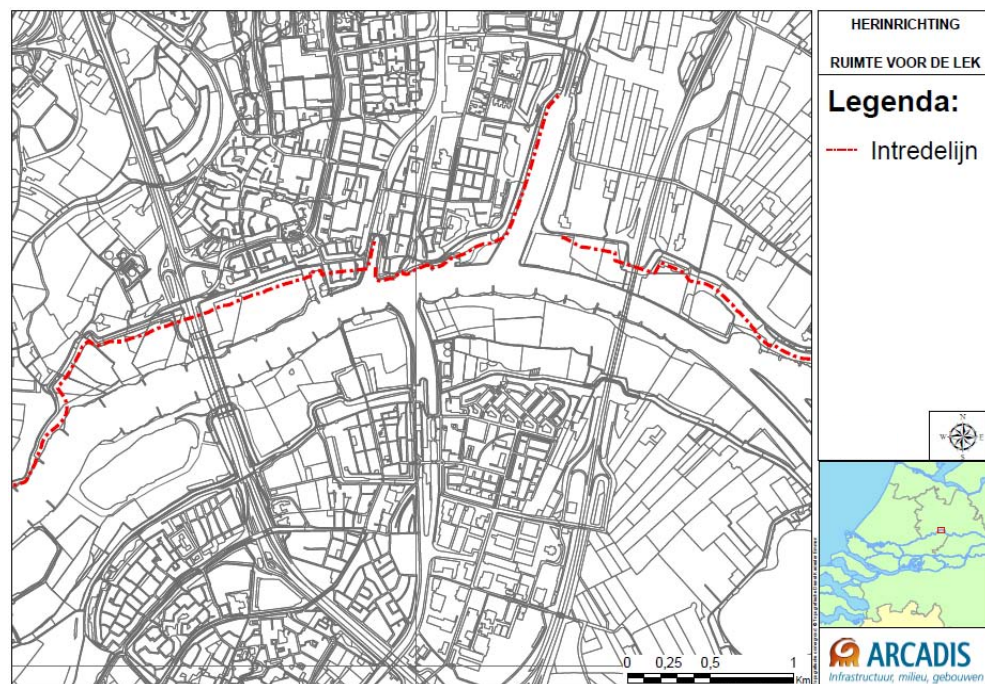
8.6.1 NOORDOEVER

Invloedslijnen

Langs de primaire waterkering heeft het Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden (HDSR) de invloedslijnen voor piping en heave en macrostabiliteit binnen- en buitenwaarts beschikbaar gesteld. De buitendijkse invloedslijn voor piping is het theoretische intreepunt in de pipingberekeningen. Dit theoretische intreepunt bepaalt niet alleen de aanwezige kwelweglengte maar heeft ook invloed op de hoogte van de (theoretische) potentiaal in het eerste watervoerend pakket. De hoogte van de potentiaal in het watervoerend pakket bepaalt samen met de het gewicht van de deklaag de opbarstveiligheid. De potentiaal in het watervoerend pakket heeft mede daardoor een grote invloed op de binnenwaartse macrostabiliteit.

Figuur 8.23

Intredelijn noordoever



De intreelijn ligt op circa 30 m uit de buitenteen van de dijk (Figuur 8.23). Tussen de intreelijn en de dijk is overal een kleilaag met een dikte van tenminste 1,5 m aanwezig. Deze klei kan van nature aanwezig zijn of zijn aangebracht in het kader van dijkversterking. In de toetsberekeningen is de theoretische potentiaal berekend op basis van een eenvoudig, stationair, 2D stromingsmodel (formules uit het Technisch Rapport Waterspanning bij Dijken). De weerstand van de kleilaag tussen de intreelijn en de dijk is meegenomen in dit eenvoudige stromingsmodel. Het stromingsmodel neemt de weerstand die buiten deze 30 m aanwezig is niet mee. Het gebruikte stromingsmodel is een conservatieve benadering.

Piping & heave

De voorgenomen vergravingen in de Bossenwaard en 't Waalse Waard blijven buiten de intredelijn. De aanwezige kwelweglengte wordt dus niet beïnvloed door de vergravingen. De weerstand in de uiterwaarden neemt door de vergravingen echter wel af. Deze

weerstand wordt bij de toetsberekeningen van de opbarstveiligheid niet meegenomen. De uitgangspunten van de berekening veranderen daarom niet. De vergravingen hebben dus geen invloed op de toetsing van het faalmechanisme piping en heave.

Macrostabieliteit binnenwaarts

De voorgenomen vergravingen blijven buiten de theoretische intreelijn. De uitgangspunten voor de berekening van de potentiaal in het watervoerend pakket veranderen daarom niet. De vergravingen hebben daarom geen invloed op de het faalmechanismen macrostabieliteit binnenwaarts. In de praktijk neemt de potentiaal in het watervoerend pakket wel toe. Deze zal echter nog steeds lager zijn dan op basis van het eenvoudige 2D model is berekend.

Macrostabieliteit buitenwaarts Bossenwaard

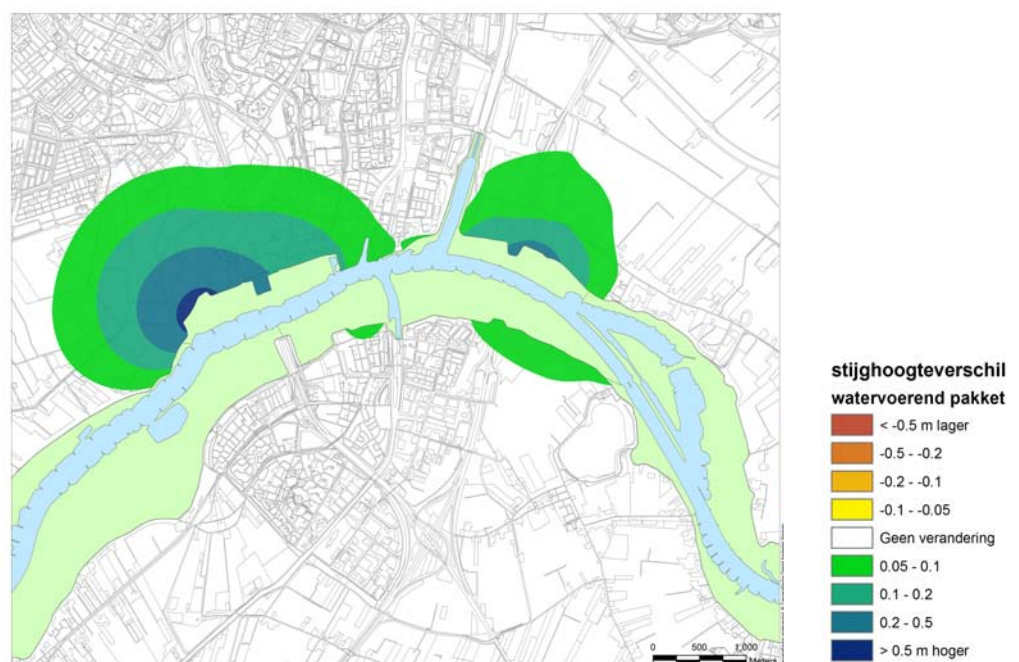
De vergravingen in het voorland vinden plaats buiten de intredelijn. De intredelijn ligt in de gehele bossenwaard tenminste 30 m uit de buitenteen. De vergraving heeft daarom geen invloed op macrostabieliteit buitenwaarts.

Uitbreidbaarheid waterkering

In de huidige toets- en ontwerpsystematiek wordt gerekend met de formule van Bligh of de formule van Sellmeijer. Als uitgangspunt geldt dat een kwelweglengte van minimaal 18 maal de kerende hoogte voldoende veiligheid biedt tegen piping. Indien deze rekenregel aangepast wordt kan er meer kwelweglengte benodigd zijn. Door de vergravingen in het voorland wordt het in de toekomst moeilijker om de kwelweglengte te vergroten met kleiingravingen.

Figuur 8.24

Toename stijghoogte, tijdens MHW bij het VKA, stationair berekend



8.6.2

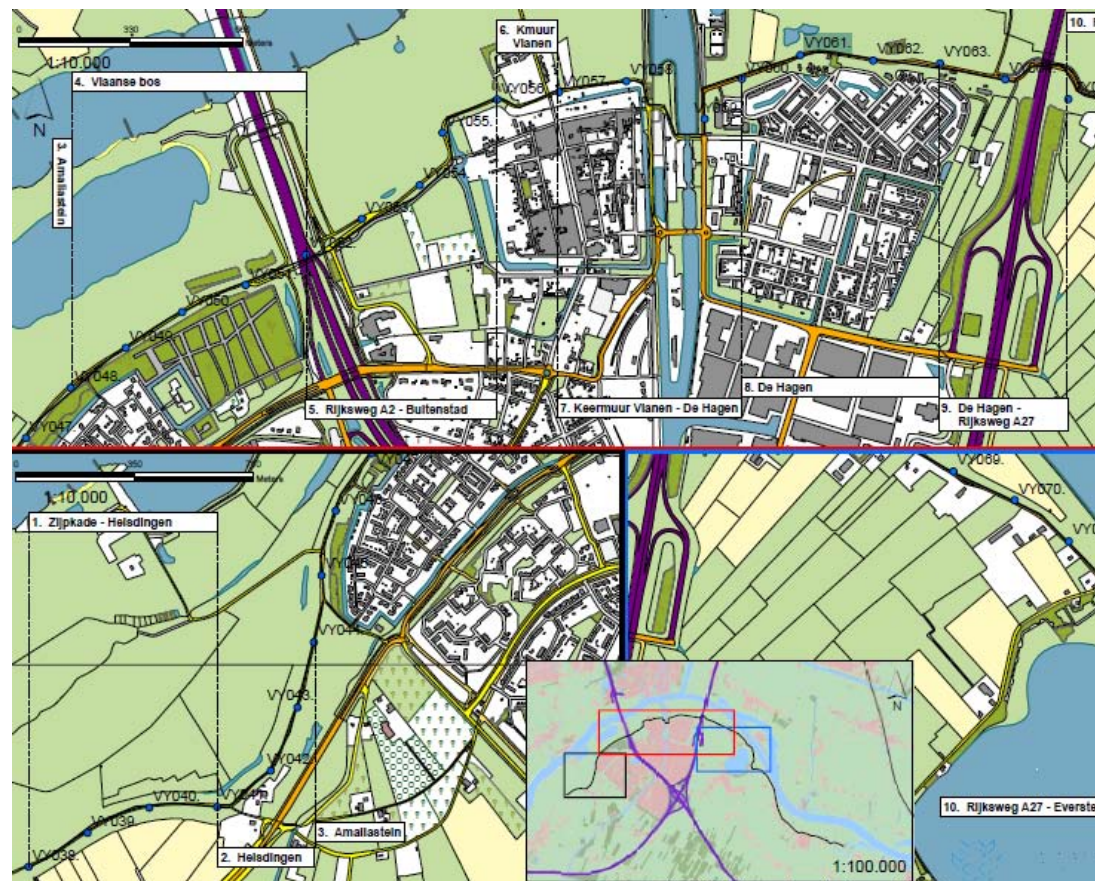
ZUIDOEVER

Figuur 8.25 presenteert de locaties van de dijkpalen langs de zuidoever. Waterschap Rivierenland (WSRL) heeft voor de berekening van de potentiaal in het watervoerend pakket gebruik gemaakt van een quasi 3D grondwaterstromingsmodel van Deltares, specifiek voor de toetsing van de waterkeringen bij Vianen. Dit model is gebaseerd op

gemeten grondwaterstanden¹¹. Deze grondwaterstanden zijn gemeten middels binnendijks gelegen peilbuizen. De reactie van de binnendijkse peilbuizen op de buitendijkse waterstand wordt mede bepaald door de weerstand van de deklaag in de uiterwaarden. Vergraving van de uiterwaard wijzigt de weerstand van de deklaag en beïnvloedt daarmee ook de reactie van de binnendijkse waterstand op de buitendijkse waterstand. Vergravingen op geruime afstand van de dijk kunnen nog invloed hebben op de binnendijkse potentiaal in het watervoerend pakket.

Figuur 8.25

Dijkpalen langs de zuidoever



- Door ARCADIS is ten behoeve van het SNIP3 onderzoek een nieuw geohydrologisch model gemaakt ten behoeve van het bepalen van de geohydrologische effecten. Met dit model is met een stationaire som het effect van de vergravingen op de stijghoogte in het watervoerend pakket berekend. Het effect is opgeteld bij de grondwaterstanden berekend door Deltares. De nieuw verkregen potentialen zijn gebruikt bij de toetsing van de dijkstabiliteit.

De hoogte van deze potentialen in het watervoerend pakket ter plaatse van de binnentoe van de dijk is bepalend voor het wel of niet voldoen van de dijk. Voor de zuidoever is gedetailleerd onderzocht of het voorkeursalternatief een negatieve invloed heeft op de mechanismen piping en heave en macrostabiliteit binnenwaarts.

¹¹ Metingen beschikbaar via Deltares, contactpersoon Dhr. J. Blinde

- Het geohydrologisch model kan een groter effect berekenen dan in werkelijkheid kan optreden. Het geohydrologisch model houdt namelijk geen rekening met de invloed van opbarsten van de deklaag op de potentiaal. De berekende stijghoogten in het watervoerend pakket betreffen daarom de theoretische potentialen in het eerste watervoerend pakket. Indien er sprake is van opbarsten kan de potentiaal niet verder stijgen dan de grenspotentiaal¹². Bekend is dat er zandvoerende wellen optreden wanneer de Vianense overstroemd is.

De resultaten van de onderzoeken zijn tussentijds gerapporteerd in verschillende memo's. Deze memo's zijn besproken met het waterschap. Het waterschap heeft een review laten uitvoeren door Deltares. De review en memo's zijn verwerkt in deze rapportage. Het betreft de volgende memo's:

- Invloed ingrepen ruimte voor de Lek op macrostabiliteit, 6 oktober 2010;
- Potentiële maatregelen ruimte voor de Lek op macrostabiliteit, 26 oktober 2010;
- Dijkstabiliteit Vianen, 2 november 2010;
- Ruimte voor de Lek, invloed VKA op piping, 24 november 2010.

Na het bespreken van de verschillende memo's is het voorkeursalternatief op een aantal punten gewijzigd. Ter plaatse van de Vianense waard zijn de belangrijkste wijzigingen aangebracht. De volgende aanpassingen zijn gedaan:

- Tussen de geul en de dijk wordt een kleiplaat ingegraven van tenminste 1 m dik¹³;
- Onder de geul wordt een kleiafdichting aangebracht.
-

Deze maatregelen zorgen ervoor dat de stijghoogte in het watervoerend pakket tussen VY060 en VY065 door het voorkeursalternatief maximaal 0,05 tot 0,10 m toeneemt (Figuur 8.24).

8.6.3

PIPING

Voor het kunnen optreden van piping dient aan twee voorwaarden voldaan te worden:

- Er dient een cohesieve deklaag aanwezig te zijn en deze dient op te barsten tijdens maatgevende omstandigheden; ook bij een kleidijk direct op een zandondergrond kan piping ontstaan;
- De aanwezige kwelweglengte dient kleiner te zijn dan de benodigde kwelweglengte.
-
- Het Voorkeursalternatief heeft voor een deel van de dijk een positieve invloed op de aanwezige kwelweglengte. Tussen de vergraving en de dijk wordt een kleiplaat ingegraven. De vergravingen zelf vinden plaats ruim buiten de bestaande aanwezige kwelweglengte. Het Voorkeursalternatief leidt lokaal echter wel tot een verhoging van de potentiaal in het achterland. Door deze lokale verhogingen neemt de opbarstveiligheid af. Voor locaties die in de huidige situatie net niet opbarsten kan dit betekenen dat ze in het Voorkeursalternatief net wel opbarsten. Voor deze locaties dient de aanwezige kwelweglengte gecontroleerd te worden.
-

¹² De grenspotentiaal is de potentiaal waarbij er nog net sprake is van verticaal evenwicht. De opwaartse druk van de potentiaal is gelijk aan het gewicht van de deklaag.

¹³ Voor de inschatting van de hydraulische weerstand (c-waarde) van de kleiplaat en de geulafdichting is een conservatieve aanname gedaan van 100 dg/m. Zie paragraaf 6.5

Uit de beschikbare gegevens blijkt dat alleen in het traject VY061-VY064 geen rekening is gehouden met opbarsten. Voor alle locaties waarbij reeds rekening is gehouden met opbarsten heeft het VKA geen nadelig effect, de aanwezige kwelweglengte wordt niet beïnvloed. Het traject VY061-VY064 is gedetailleerd onderzocht. De stijghoogte in het watervoerend pakket neemt toe met 0,05 tot 0,10 m. Deze stijging is berekend met een stationair model. De afname van de opbarstveiligheid is erg klein.

Traject VY061 – VY064

Voor dit traject is slechts één legger dwarsprofiel beschikbaar, profiel VY061+177m. Dit profiel is maatgevend gesteld voor het gehele traject. De aanwezige kwelweglengte bedraagt 59,0 m. Dit is inclusief een uitgevoerde voorlandverbetering. De maaiveldhoogte is ook uit dit leggerprofiel overgenomen.

De dikte van de binnendijkse deklaag is bepaald aan de hand van de beschikbare sonderingen. De toetsing is, conform de VTV2006, uitgevoerd met onderstaande formule:

Vergelijking 8.1

Formule van Bligh

$$(\Delta H - 0,3d) \leq \Delta H_c = \frac{L}{C_{creep}}$$

- ΔH = kerende hoogte [m];
- ΔH_c = kritieke kerende hoogte [m];
- d = dikte van de cohesieve deklaag [m];
- L = aanwezige kwelweglengte [m];
- C_{creep} = creepfactor van Bligh

Waarbij gerekend is met $C_{creep} = 18$, dit is volgens de huidige toetsregels de grootste creepfactor.

Voor deze toetsing is de aanwezige kwelweglengte vergeleken met de minimaal benodigde kwelweglengte. In Tabel 8.9 zijn de belangrijkste invoergegevens en resultaten van de berekening weergegeven. Gerekend is met de Hydraulische Randvoorwaarden 2006 (verder: HR2006, Ministerie van V&W, 2007) en een binnendijkse waterstand gelijk aan het maaiveld. In het Voorkeursalternatief wordt er klei ingegraven tussen (en onder) de nieuwe geul en de dijk. Deze ingraving is opgenomen in de kwelweglengte en is overal tenminste 50 m breed. Deze lengte is opgeteld bij de aanwezige kwelweglengte.

Tabel 8.9

Invoerd VKA op piping

Dijkpaal	Sondering	Dikte deklaag [m]	Huidig overschot kwelweg [m]	Score huidige situatie	Overschot kwelweg VKA [m]	Score VKA situatie	Invoerd VKA
VY061	47	1,5	-6,9	onvoldoende	43,1	goed	positief
	49	4,5	9,3	goed	59,3	goed	positief
	52	4,0	6,6	goed	56,6	goed	positief
VY062	54	6,5	20,1	goed	70,1	goed	positief
	57	5,5	14,7	goed	64,7	goed	positief
VY063	58	4,0	6,6	goed	56,6	goed	positief
	61	4,5	9,3	goed	59,3	goed	positief

Conclusis

Op enkele locaties voldoet de bestaande dijk aan de toetsing op basis van het Voorschrift Toetsen op Veiligheid Primaire Waterkeringen 2007 (verder: VTV2006, Ministerie van V&W, 2007). De kwelweglengte ter plaatse van dijkspaal VY061 voldoet in de huidige situatie niet bij een MHW van 6,35 m + NAP (HR2006). In het voorkeursalternatief wordt er klei ingegraven tussen de nieuwe geul en de bestaande dijk. Door deze ingraving voldoet het profiel wel. Ook voor de overige profielen heeft het voorkeursalternatief een positief effect. De opbarstveiligheid daalt marginaal, echter de aanwezige kwelweglengte wordt met minimaal 50 m verlengd.

8.6.4**MACROSTABILITEIT VAN HET BINNENTALUD**

Voor de beoordeling van de invloed van het voorkeursalternatief op het faalmechanisme macrostabiliteit binnenwaarts is gebruik gemaakt van de MStab berekeningen opgesteld door Deltares. In deze berekeningen is uitsluitend de stijghoogte in het watervoerend pakket gewijzigd. In de berekeningen is uitgegaan van HR2006.

VY052-VY060

Binnen dit traject is de stabiliteit van de volgende secties mogelijk problematisch:

- 054+110 – 056+000 de afschuifveiligheid bedraagt 1,21
- 056+050 – 056+080 de afschuifveiligheid bedraagt 1,11

In de huidige situatie barst de binnendijkse deklaag ter plaatse van deze profielen op. Dit betekent dat de stijghoogte beperkt is tot de grenspotential. De stijghoogte ter plaatse van het opbarstpunt neemt in het Voorkeursalternatief niet toe. De stijghoogte onder de berm en de dijk kan mogelijk enkele centimeters hoger worden tijdens maatgevende omstandigheden. Dit heeft echter geen significante invloed op de binnenwaartse macrostabiliteit.

Traject VY061 – VY064

Binnen dit traject is de stabiliteit van profiel VY063+117 mogelijk problematisch. De afschuifveiligheid bedraagt in de huidige situatie 1,19.

Door het Voorkeursalternatief neemt de stijghoogte in dit traject toe met naar verwachting 0,05 tot 0,10 m. In de beschikbare MStab berekening is een stijging van de potential van 0,10 m toegepast. De stijging is opgeteld bij de in de originele berekening aangehouden stijghoogte. De afschuifveiligheid daalt hierdoor naar 1,18, maar is hoger dan de minimaal vereiste afschuifveiligheid van 1,16. Gerekend is met de ontwerpberekening die door Geodelft is opgesteld.

VY065 – VY072

Binnen dit traject heeft profiel VY068+54 de hoogste stabiliteitsfactor (1,21). De stijghoogte neemt in dit traject niet toe door het Voorkeursalternatief. Het Voorkeursalternatief heeft daarom geen invloed op de stabiliteit binnen dit traject. Het geohydrologisch model van ARCADIS berekent bovendien een lagere stijghoogte dan is toegepast in de beschikbaar gestelde berekening van Deltares.

Conclusie macrostabiliteit binnentalud

Voor de beschouwde trajecten heeft het Voorkeursalternatief op één traject (VY061 – VY064) een negatieve invloed (zie Tabel 8.10). Deze negatieve invloed is minimaal, de afschuifveiligheid daalt 0,01 maar blijft boven de minimaal vereiste afschuifveiligheid.

Tabel 8.10

Invloed VKA op macrostabiliteit binnenwaarts

Traject	Invloed VKA op stijghoogte	Invloed VKA op macrostabiliteit binnenwaarts
VY052-060	Het achterland barst op in de bestaande situatie reeds op, de stijghoogte is beperkt tot de grenspotentiaal, VKA heeft geen invloed	Geen significante invloed op stabiliteit tijdens MHW
VY061-064	Stijghoogte neemt maximaal 0,1 m toe	Kleine negatieve invloed op stabiliteit, afschuifveiligheid daalt 0,01
VY065-072	Stijghoogte neemt af	Positieve invloed

8.6.5**TOETSING WATERKERING BUITENSTAD VIANEN**

In de Pontwaard wordt de historische haven van Vianen ten noorden van de Buitenstad uitgegraven. De buitenwaardse stabiliteit is gecontroleerd van:

- De kade rond de Buitenstad;
- De kade die ten zuiden van de geul door de Pontwaard ligt.

In bijlage 5 is een memo met de onderbouwing van de geostabiliteit van deze kades opgenomen. Hieruit blijkt dat de stabiliteit van beide kades in het ontwerp niet voldoet. OM die reden is in het Projectontwerp een nadere optimalisatie uitgewerkt en besproken met WSRL (zie paragraaf 9.4). Uitgangspunt voor deze optimalisatie is dat de oevers van de passantenhaven zodanig worden ontworpen dat de geostabiliteit van de rond de haven liggende kades niet negatief wordt beïnvloed.

8.6.6**MORFOLOGISCHE EFFECTEN GEUL PONTWAARD**

Op basis van de uitkomsten van modelberekeningen, expert judgement en het ontwerp van de nevengeul in de Pontwaard verwachten wij dat deze nevengeul zich niet of nauwelijks gaat verplaatsen. Een toelichting op onze inzichten is hierna uitgewerkt.

Het Rivierkundig Beoordelingskader (RKB) zegt het volgende over erosie in het winterbed: erosie in het winterbed, bijvoorbeeld bij nevengeulverlegging, kan de stabiliteit van kunstwerken zoals kribben en sluisjes, en de hoogwaterkering in gevaar brengen. Uitgangspunt is dat de waterkerende functie van de hoogwaterkering niet in gevaar komt en dat er geen ongewenste zijdelingse verplaatsing van de nevengeul plaatsvindt.

Acceptatie van de stroomsnelheden en eventuele morfologische activiteit van de nevengeul is, conform het RKB, ter beoordeling van de beheerder van de hoogwaterkering en/of de rivierbeheerder. In principe is een nevengeul morfologisch stabiel indien de stroomsnelheid bij een bankfull afvoer door de nevengeul kleiner is dan de kritieke stroomsnelheid voor erosie van de rivierbodem. Voor een zandige rivierbodem van de Rijntakken wordt doorgaans een kritieke snelheid 0,3 m/s aangehouden, maar elders kan dit anders zijn omdat deze stroomsnelheid afhangt van de bodemsamenstelling. Bankfull afvoer is de zogenaamde "geulvullende" afvoer.

De insteeklijn van de geul in de Pontwaard varieert in hoogte, maar is ten westen van de brug naar de Ponthoeve zo'n 3 m+NAP. Dit betekent dat een Bovenrijnafvoer van 6.000

m³/s de geulvullende (bankfull) afvoer is. Uit onze hydraulische modelberekeningen blijkt dat bij deze afvoer in de geul stroomsnelheden tot zo'n 0,5 m/s optreden. Echter, langs de zuidelijke oever en zomerkade niet. Daar treden stroomsnelheden op die geringer zijn dan 0,3 m/s, de kritieke stroomsnelheid. Op basis daarvan stellen wij dat, conform de uitgangspunten in het RKB, de nevengeul stabiel is. Hierbij is uitgegaan van een zandige bodemsamenstelling, wat ook te verwachten is.

Bij hogere afvoeren (bv. 10.000 m³/s bij Lobith) gaat vrijwel de gehele Pontwaard gaat meestromen en treden lokaal hogere stroomsnelheden op. Of deze hogere stroomsnelheden aanleiding geven voor erosie/verplaatsing van de nevengeul/ zomerkade hangt af van vele locatiespecifieke factoren, zoals stroomrichting, bodembedekking, bodemsamenstelling (fijn of grof zand). In het ontwerp zijn, om erosie/verplaatsing van de nevengeul of delen ervan te voorkomen, mitigerende maatregelen genomen. Zo is de nevengeul op drie plaatsen door oeverbeschermende maatregelen gefixeerd. Daarnaast is de nevengeul voorzien van oevers met een zeer flauw talud (1:8) waardoor stroomsnelheden lokaal minder erosie tot gevolg hebben en is het door de stroming onder normale omstandigheden en de ondergrond te verwachten dat er sprake is van een zandbodem.

8.7

MER BEOORDELING VAN HET VKA

In paragraaf 5.2.1 is aangegeven wanneer op een bepaald aspect positief dan wel negatief wordt beoordeeld. Tabel 8.11 presenteert de MER beoordeling van het VKA. In deze tabel is het effect van de grondwateroverlast tijdens de T=1 en de T=10 hoogwaters samengevat.

Tabel 8.11

MER beoordeling van het VKA

Thema	Aspect	Beoordelingscriterium	VKA
Water	Grondwater	Invloed op grondwateroverlast bebouwing	0/-
		Invloed op de binnendijkse waterhuishouding	-
		Invloed ontwatering landbouw	0/-
	Dijkstabiliteit	Invloed op waterveiligheid	+

Invloed op grondwateroverlast bebouwing

Dit criterium scoort licht negatief omdat:

- De ontwateringsdiepten in de stedelijke gebieden van Vianen en Nieuwegein niet of nauwelijks veranderen. De kans op grondwateroverlast neemt daardoor niet toe. Dit scoort neutraal.
- De grondwaterstanden achter de dijk bij de Bossenwaard, 't Waalse Waard en de Vianense Waard toenemen in de T=1 jaar hoogwatersituatie, als gevolg van een toegenomen inundatiefrequentie. Dit scoort negatief. In Nieuwegein treedt de grondwaterstandverhoging op in een opgehoogde woonwijk. Dit scoort neutraal.
- De grondwaterstanden achter de dijk bij de Bossenwaard en 't Waalse Waard toenemen in de T=10 jaar hoogwatersituatie, als gevolg van de vergraving van die uiterwaarden. Dit scoort licht negatief.
- Voor extreme hoogwatersituaties (minder dan 1x per 10 jaar) is de situatie bij de Vianense Waard verbeterd. Dit scoort positief. Op dit vlak voldoet het VKA aan de projectdoelstelling om geen vergroting van de grondwateroverlast te accepteren. Hierbij zijn de kosten van het VKA echter niet meegenomen.

Invloed op binnendijkse waterhuishouding

Dit criterium scoort negatief omdat de afvoeren uit de afwateringseenheden grenzend aan de primaire waterkeringen toenemen, waardoor in ieder geval normopvulling optreedt. In hoeverre dit tot problemen leidt in het watersysteem als gevolg van onvoldoende afvoercapaciteit en onvoldoende gemaalcapaciteit, is ter beoordeling aan de waterschappen. Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden (mondelijke mededeling Dhr. Herman van Rooijen d.d. 15-02-2010) heeft reeds aangegeven bij deze afvoertoenames geen problemen te voorzien met afvoer- en gemaalcapaciteit.

Invloed op ontwatering landbouw

Dit criterium scoort licht negatief omdat:

- De ontwateringsdiepten in grote delen van het landbouwareaal in de directe omgeving van het projectgebied niet of nauwelijks veranderen. Dit scoort neutraal.
- De grondwaterstanden achter de dijk stijgen zowel aan de Noord- als aan de Zuidzijde tijdens hoogwatersituaties.
- Ook de inundatiefrequentie van de uiterwaarden toe neemt (met uitzondering van de Pontwaard), waardoor de verminderde ontwatering ook langer kan aanhouden.
- Voor extreme hoogwatersituaties (minder dan 1x per 10 jaar) verbetert de situatie bij de Vianense Waard.
-
-

Invloed op waterveiligheid

Dit criterium scoort positief, omdat ter plaatse van dijkpaal VY061 de kwelweglengte in het VKA wel voldoet aan de toetsnormen voor piping en in de referentiesituatie niet. Op alle andere primaire waterkeringen verandert de toetsing niet.

HOOFDSTUK 9

Effectbeoordeling Projectontwerp en uitvoeringsvarianten

9.1

VAN VOORKEURSAALTERNATIEF (VKA) NAAR PROJECTONTWERP

Op basis van de resultaten van de effectbeoordeling van het VKA heeft een laatste optimalisatieslag plaats gevonden om te komen tot het Projectontwerp. Specifieke aandachtspunten bij deze optimalisatieslag waren het voorkomen van grondwateroverlast in Vianen en het beperken van de kosten. Deze optimalisatieslag resulteert in het Projectontwerp (zie Tabel 9.12 en Figuur 9.26).

Voor het Projectontwerp is het ontwerp van de Vianense Waard geheel herzien. De andere deelgebieden zijn niet gewijzigd. Aan het Projectontwerp zijn drie uitvoeringsvarianten toegevoegd.

In het Projectontwerp wordt de zomerkade aan de Noordwesthoek van de Vianense Waard tot ca. 3.0 m + NAP verlaagd en wordt er in deze hoek diagonaal een nieuwe zomerkade aangelegd op 4.70 m + NAP (conform de hoogte van de huidige zomerkade). Het maaiveld in de Vianense Waard blijft grotendeels gehandhaafd op het huidige niveau. De geïsoleerde geul, het riet, de amfibiepoelen en de ophoging tegen de winterdijk (allen onderdeel van het VKA) maken geen onderdeel uit van het Projectontwerp. Het ooibos en de meidoornhagen blijven wel in het ontwerp van de Vianense Waard, evenals de recreatieve voorzieningen zoals de wandel- en ruiterspaden. Ook de toegangen tot de uiterwaard blijven gehandhaafd zoals in het VKA. In onderstaande tabel zijn de belangrijkste wijzigingen weergegeven:

Tabel 9.12

Optimalisaties in het VKA die leiden tot het Projectontwerp

Nr	Locatie	Wijziging	Motivatie
1	Vianense Waard	Zoveel mogelijk handhaven van de huidige maaiveldhoogte; dat wil zeggen geen geulen, geen amfibieënpoelen, geen nieuwe sloten, geen maaiveldverlagingen en geen ophoging langs de winterdijk. Ten oosten van de RWZI wordt de bodem wel iets verhoogd ten behoeve van de aanleg van oobos. Dit geldt ook voor twee locaties tegen de bandijk waar deze kruist met de rijksweg A27. De kilsloot blijft behouden.	Voorkomen van kweloverlast in Vianen
2	Vianense Waard	Aanleg van een nieuwe zomerkade op 4.70 m + NAP en verlaging van de bestaande zomerkade en de Oostelijke leikade van het Merwedekanaal naar 3.0 m + NAP. In de driehoek tussen de oude en de nieuwe kade wordt het huidige maaiveld gehandhaafd. Achter de nieuwe zomerkade aanleg van een ondiepe kwelsloot.	Rivierkundige taakstelling en voorkomen van kweloverlast in Vianen
3	Vianense Waard	Ligging van het ruiterspad 4 m buiten keurzone van het Waterschap.	Voldoen aan de Keur en Beheer en onderhoud van de dijk
4	Vianense Waard	Ontwateringssluisje in de leikade (aanwezig in huidige situatie) blijft gehandhaafd. Ter plaatse van het sluisje wordt de leikade niet verlaagd. Ook het bestaande peil van 1.60 m + NAP blijft gehandhaafd.	Waterhuishouding uiterwaard
5	Vianense Waard	De vegetatie van het gebied krijgt de ruwheid "natuurlijk grasland". Ook de oeverwal zal als natuurlijk grasland beheerd worden. De doelstelling stroomdalgrasland blijft voor de oeverwal gehandhaafd. Op de ophogingen is oobos voorzien.	Rivierkundige taakstelling
6	Vianense Waard	Aanbrengen ontlastingsplaat voor effluentleiding.	Vereisten Kabels en leidingen

Figuur 9.26

Inrichting Projectontwerp



9.1.1 UITVOERINGSVARIANTEN

De uitvoerende werkzaamheden voor het project Ruimte voor de Lek bestaan voor het grootste deel uit grondverzet en het aanleggen van kunstwerken zoals in- en uitlaatwerken en bruggen. De milieueffecten van deze werkzaamheden hangen vooral af van de uitvoeringsmethode en de totale uitvoeringsduur. Om te toetsen of de uitvoering voldoet aan wet- en regelgeving zijn er drie uitvoeringsvarianten ontwikkeld op basis van de uitvoeringsmethode en de uitvoeringsduur.

Dit zijn:

1. Traditioneel ontgraven met een uitvoeringsduur van een half jaar tot maximaal een jaar. In de 4 verschillende uiterwaarden worden de werkzaamheden tegelijkertijd, parallel, uitgevoerd. Deze methode vindt in den droge plaats (middels een hydraulische rupskraan). Het vrijkomende materiaal wordt met dumpkarren/dumpers afgevoerd naar de plaats van verwerking of naar de losplaats om verder per schip af te voeren.
2. Traditioneel ontgraven met een uitvoeringsduur van twee jaar De werkzaamheden worden per uiterwaard successievelijk uitgevoerd in twee jaar tijd.
3. Onderzuigen met een duur van twee jaar. Vanwege beperkte beschikbaarheid van zuigers is deze techniek niet parallel uit te voeren. Onderzuigen is een baggermethode voor het verlagen van de bodem. Kenmerkend is dat niet de bovenste bodemlaag wordt vergraven, maar een zandlaag eronder, waarbij een zuigbuis door de deklaag heen prikt en het zand wegzuigt.

Een andere uitvoeringsmethode die in de toetsing niet is meegenomen is zuigen in de natte. De verwachting is dat de effecten van deze methode in het midden zullen liggen van de getoetste methoden. In onderstaande tabel is kort het onderscheid tussen de drie uitvoeringsvarianten aangegeven. Het doel van de toetsing is komen tot voorwaarden voor de uitvoering. Het is aan de aannemer om een keuze te maken in uitvoeringsmethoden. Bezien vanuit realisatie kan de aannemer een betere keuze maken, en daarmee een betere aanbidding doen.

Tabel 9.13

Kenmerken van de uitvoeringsvarianten

Uitvoeringsduur	Traditioneel	Onderzuigen
½ jaar	X	
Tot 2 jaar	X	X

9.2 OPTIMALISATIE VANUIT GEOHYDROLOGIE EN DIJKSTABILITEIT

In afwijking van het VKA is in het Projectontwerp de inrichting van de Vianense Waard aangepast. De beoogde vergravingen uit het VKA maken geen onderdeel uit van het Projectontwerp. Het handhaven van de huidige maaiveldhoogte in een groot deel van deze waard zorgen ervoor dat de veranderingen in de geohydrologische situatie veel beperkter zijn dan bij het VKA (zie Tabel 9.12).

De weerstandbiedende deklaag van de Vianense Waard blijft geheel intact. Op drie locaties neemt de weerstand zelfs beperkt toe als gevolg van het aanbrengen van de ecologische leeflaag. Een klein deel van de Vianense Waard gaat vaker inunderen, maar de zomerpolder blijft als buffer tussen de noordwestelijke hoek en het binnendijkse gebied liggen.

9.3

BEOORDELING GEOHYDROLOGIE IN PROJECTONTWERP

De volgende maatregelen zijn onderdeel van het Projectontwerp:

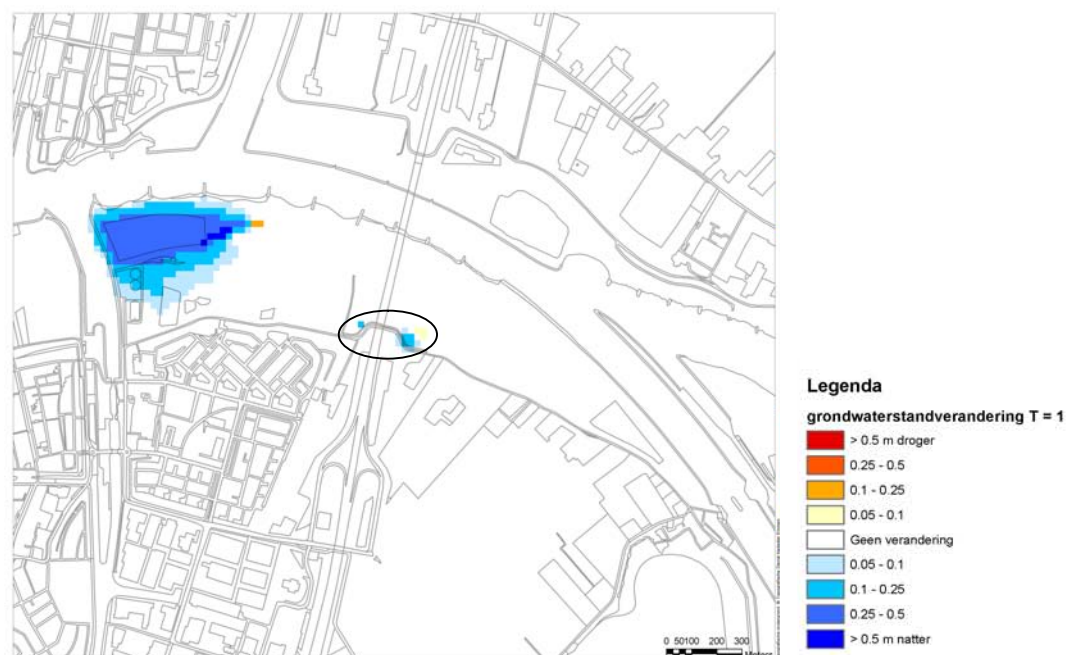
- Terugleggen van de zomerkade in de noordwestelijke hoek van de Vianense Waard. Dit betekent dat de zomerpolder grotendeels in stand blijft.
- De huidige zomerkade en de leikade van de het Merwedekanaal wordt in de noordwestelijke hoek van de Vianense Waard verlaagd tot 3,0 m + NAP. De overstromingsfrequentie van de noordwestelijke hoek komt daarmee op gemiddeld 1x per jaar.
- Langs de dijk worden op drie locaties het maaiveld opgehoogd om een leeflaag te creëren voor het aanplanten van vegetatie.

Geohydrologisch wijkt daardoor alleen de T=1 jaar hoogwatersituatie af van de huidige situatie, omdat een klein deel van de Vianense Waard dan is geïnundeerd. De T=10 hoogwatersituatie en de Maatgevend Hoogwater (MHW) situatie zijn geohydrologisch identiek aan de huidige situatie. De uiterwaard is geheel geïnundeerd en de hydraulische weerstand deklaag is niet veranderd.

In Figuur 9.27 zien we het effect op de grondwaterstanden dat gemiddeld 1x per jaar optreedt als gevolg van een hoogwatergolf op de Lek. We zien een verhoging van de grondwaterstanden, daar waar de Vianense Waard ook is overstromd, met een klein uitstralend effect naar de zomerpolder. Binnendijks blijven de grondwaterstanden ongewijzigd ten opzichte van de huidige situatie. De grondwatersituatie verandert niet. De kleine vlekjes langs de dijk bij de A27 (omcirkeld) zijn het gevolg van de ophogingen. In de berekening worden de bestaande watergangen gedeeltelijk gedempt, waardoor lokaal de grondwaterstand iets toeneemt. Om dit te mitigeren is in het inrichtingsplan opgenomen dat de bestaande watergang om de ophogingen heen worden geleid. Het berekende effect treedt dan niet op.

Figuur 9.27

Verandering
grondwaterstanden, T=1 jaar



Figuur 9.28

Verandering
grondwaterstanden, T=10 jaar



Figuur 9.28 geeft het effect op de grondwaterstanden weer tijdens een T=10 jaar hoogwatersituatie. We zien dat er nauwelijks verandering van de grondwaterstand optreedt. De enkele verhogingen en verlagingen zijn het gevolg van het aanbrengen van de leeflagen, het verlagen van de bestaande zomerkade of het verdwijnen van een stukje watergang uit de berekening.

Effecten op de stijghoogte

Alleen tijdens een T=1 jaar hoogwatersituatie kan de stijghoogte in het watervoerend pakket verhoogd zijn. De uitstraling blijft echter beperkt en leidt niet tot een toename van de grondwaterstanden in het binnendijkse gebied (zie Figuur 9.27).

De stijghoogte in het watervoerende pakket is voor de T=10 jaar en MHW hoogwatersituaties gelijk aan de huidige situatie. Er is daardoor geen effect van het Projectontwerp op de stijghoogte van het watervoerende pakket.

9.4

BEOORDELING DIJKSTABILITEIT IN PROJECTONTWERP

Piping en macrostabiliteit

In voorgaande paragraaf is geconcludeerd dat de stijghoogte tijdens MHW niet verandert ten opzichte van de huidige situatie. Tevens vinden geen klei-ingravingen plaats, zoals in het VKA. Dit betekent dat de uitgangspunten hydraulische weerstand en stijghoogte voor berekeningen van macrostabiliteit en piping ten opzichte van de huidige situatie niet veranderen.

Dit betekent dat de dijk voor de macrostabiliteit voldoet.

Voor piping voldoet het gehele traject met uitzondering van het profiel van dijkspaal VY061. Hier voldoet in de huidige situatie de kwelweglengte niet bij een MHW van 6,35 m+NAP

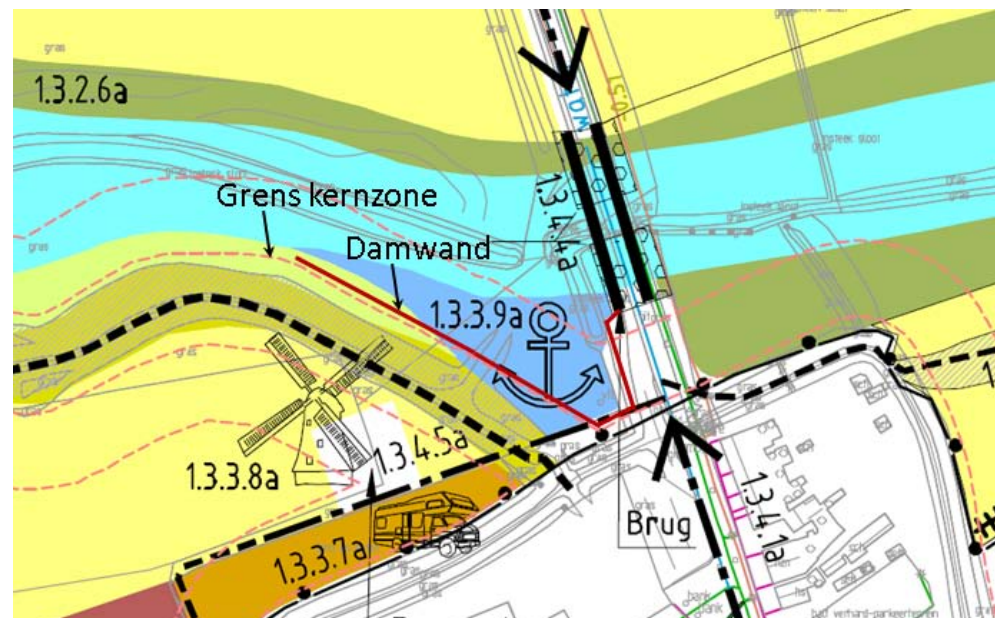
(HR2006). Na uitvoering van het Projectontwerp zal de kwelweglengte nog steeds niet voldoen.

Damwand passantenhaven

Zoals reeds genoemd in paragraaf 8.6.5 voldeed het ontwerp van het VKA niet aan de eisen voor de geostabiliteit van de kaden rond de passantenhaven van Vianen. Om die reden is een nadere analyse uitgevoerd waarin een ontwerp voor een damwand is uitgewerkt die net buiten de kernzone van de kade rond de buitenstad van Vianen en de kade in de Mijnsherenwaard moet worden geplaatst om de geostabiliteit te kunnen garanderen. Deze analyse is opgenomen in bijlage 6. WSRL heeft als eis aan deze damwand gesteld dat deze niet binnen de kernzone van de zomerkaden mogen worden aangebracht (dus op minimaal 4 m afstand van de teen van de kade) om ruimte te behouden voor onderhoud aan de kaden (zie Figuur 9.29).

Figuur 9.29

Damwand passantenhaven
Vianen



Verlegde zomerkade Vianense Waard

De teruggelegde zomerkade wordt een kade die in principe geheel uit klei bestaat, met een kruinbreedte van 4 m en binnen- en buitentalud van 1:2,5. De toetsing van het ontwerp van de nieuwe zomerkaden is vastgelegd in Bijlage 6.

In het Projectontwerp is een kwelsloot aangebracht direct achter de nieuwe zomerkade in de Vianense Waard. Voor het Projectontwerp is een nadere analyse uitgevoerd van de afstand die minimaal tussen de teen van deze nieuwe zomerkade en de insteek van de reeds aanwezige sloot aanwezig moet zijn. Deze analyse is vastgelegd in Bijlage 6. De conclusie is dat om piping tegen te gaan, de insteek van de (kwel)sloot op een afstand van minimaal 31 m van de binnenteen van de nieuwe kade moet komen te liggen. Uit nader grondonderzoek kan blijken dat de sloot dichterbij de kan liggen of dat de damwand minder diep kan zijn.

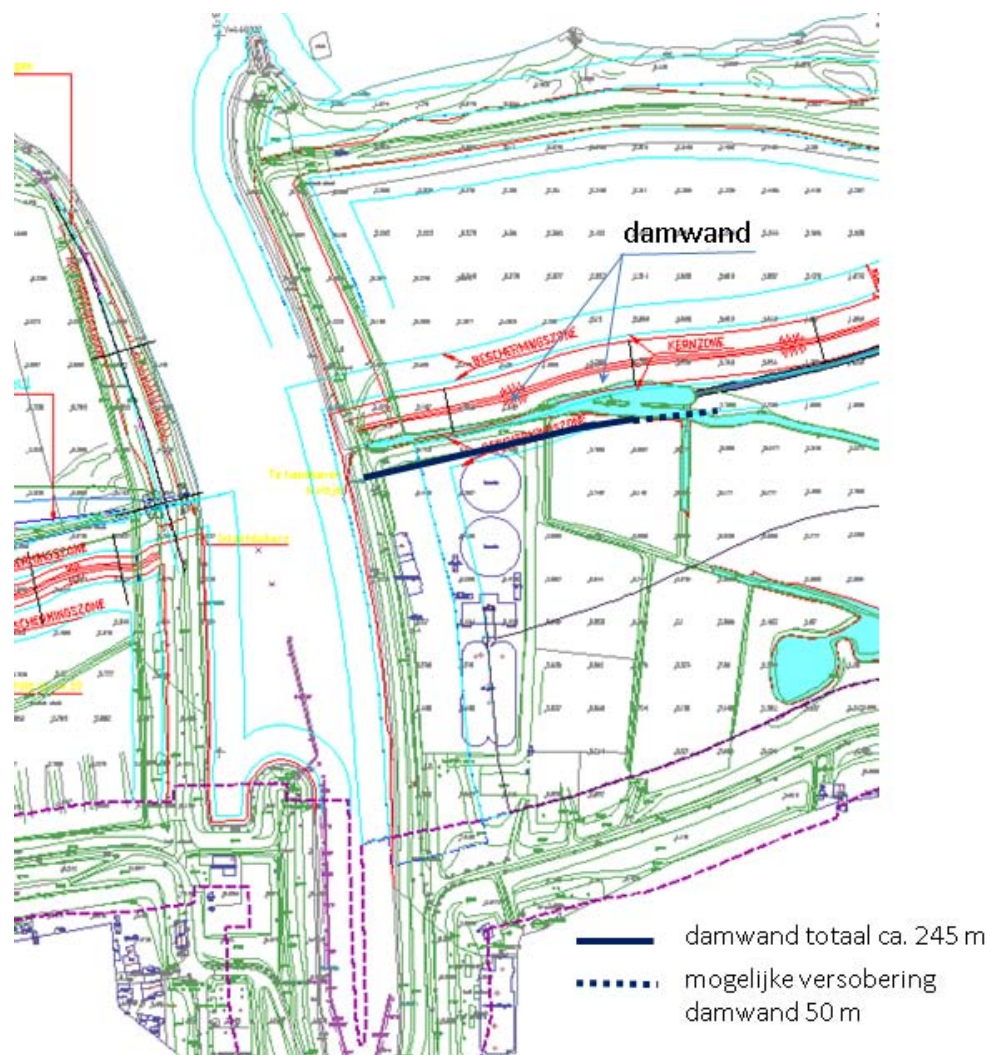
Tijdens de uitvoering zal zorg voor moeten worden gedragen dat de kwelsloot aan dit criterium voldoet. In het traject waar reeds een sloot aanwezig is zoals de in bijlage 6 genoemde worst-case benadering genoemde optie voor het aanbrengen van een damwand opgenomen (zie Figuur). In principe heeft het Waterschap Rivierenland de voorkeur voor het uitwerken van een maatregel "in de grond", maar gezien het feit dat tijdens de uitvoering hiervoor nog kan worden gekozen (WSRL zal toestemming moeten geven aan het door de uitvoerende aannemer op te stellen bestek) heeft WSRL geen bezwaar dat de conservatieve keuze voor een damwand in het ontwerp is opgenomen.

Indien blijkt dat de kwelsloot in SNIP4 moet worden verplaatst om aan deze eis ten behoeve van de afstand tot de kade te voldoen, dan zou nader kunnen worden bekeken of de kwelsloot daadwerkelijk nodig is. Dit zal een marginaal effect hebben op de geohydrologie.

De mogelijke versobering die in figuur Figuur 9.30 is genoemd kan worden verkregen indien de reeds aanwezige poel ten westen van de RWZI gedeeltelijk kan worden gedempt. In dat geval zou de damwand enigszins worden ingekort.

Figuur 9.30

Damwand Vianense Waard als worst-case benadering



9.5

MER BEOORDELING VAN HET PROJECTONTWERP

Tabel 9.15 presenteert de MER beoordeling van het Projectontwerp.

Tabel 9.14

Effectbeoordeling
Projectontwerp

Thema	Aspect	Beoordelingscriterium	Projectontwerp
Water	Grondwater	Invloed op grondwateroverlast bebouwing	0/-
		Invloed op de binnendijkse waterhuishouding	-
		Invloed ontwatering landbouw	0/-
	Dijkstabiliteit	Invloed op waterveiligheid	0

Invloed op grondwateroverlast bebouwing

Dit criterium scoort licht negatief omdat:

- De ontwateringsdiepten in de stedelijke gebieden van Vianen en Nieuwegein niet of nauwelijks veranderen.
- De grondwaterstanden achter de dijk bij de Bossenwaard en 't Waalse Waard toenemen in de T=1 jaar hoogwatersituatie, als gevolg van een toegenomen inundatiefrequentie. Dit scoort licht negatief, want bij 't Waalse Waard is maar weinig bebouwing aanwezig. In Nieuwegein treden de grondwaterstandverhoging op in een opgehoogde woonwijk. Dit scoort neutraal.
- De grondwaterstanden achter de dijk bij de Bossenwaard en 't Waalse Waard toenemen in de T=10 jaar hoogwatersituatie, als gevolg van de vergraving van die uiterwaarden. Dit scoort licht negatief.
- Bij de Vianense Waard verandert er niets. Er treedt geen verslechtering op van de bestaande grondwateroverlast, maar er treedt ook geen verbetering op zoals bij het VKA. Dit scoort neutraal.

Voorgesteld wordt om mogelijke veranderingen van de grondwaterniveaus in Nieuwegein met behulp van het bestaande meetnet te gaan monitoren.

Invloed op binnendijkse waterhuishouding

Dit criterium scoort hetzelfde als in het VKA. De afvoeren uit de afwateringseenheden nemen grenzend aan de primaire waterkeringen toe, waardoor in ieder geval normopvulling optreedt. In hoeverre dit tot problemen leidt in het watersysteem als gevolg van onvoldoende afvoercapaciteit en onvoldoende gemaalcapaciteit, is ter beoordeling aan de waterschappen. Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden (mondlinge mededeling Dhr. Herman van Rooijen d.d. 15-02-2010) heeft reeds aangegeven bij deze afvoertoenames geen problemen te voorzien met afvoer- en gemaalcapaciteit.

Invloed op ontwatering landbouw

Dit criterium scoort licht negatief omdat:

- De ontwateringsdiepten in grote delen van het landbouwareaal in de directe omgeving van het projectgebied niet of nauwelijks veranderen.
- De grondwaterstanden achter de dijk stijgt tijdens hoogwatersituaties.
- De inundatiefrequentie van de uiterwaarden aan de noordzijde neemt toe, waardoor de verminderde ontwatering ook langer kan aanhouden.

Invloed op waterveiligheid

Dit criterium scoort neutraal. Ten opzichte van de huidige situatie verandert de toetsing niet. Ter plaatse van dijkpaal VY061 blijft de kwelweglengte onvoldoende en voldoet het mechanisme piping niet aan de toetsnormen. Het VKA scoorde hier positief omdat in het traject waar de dijk niet aan het faalmechanisme voor piping voldeed langs de winterdijk een ophoging werd aangebracht waarmee het piping probleem werd ondervangen. In het Projectontwerp is deze verhoging langs de winterdijk niet voorzien en wordt de situatie daarom niet verbeterd ten opzichte van de huidige situatie.

9.6**MER BEOORDELING VAN DE UITVOERINGSVARIANTEN**

De effecten van de uitvoeringsvarianten tijdens en na uitvoering ten opzichte van de referentie situatie zijn beschreven in Tabel 9.15. Hierbij is onderscheid gemaakt tussen de effecten die de twee uitvoeringsmethoden hebben TIJDENS de uitvoering en NA de uitvoering. In deze tabel is het effect van de grondwateroverlast tijdens de T=1 en de T=10 hoogwaters samengevat.

Bij traditioneel ontgraven neemt het effect van de vergraving op het grondwater geleidelijk aan toe. Na afronding van de uitvoering is het effect gelijk aan het effect zoals dat bepaald is in de hoofdstukken 8 en 9. Vanwege het geleidelijke karakter wordt deze methode tijdens de uitvoering licht negatief (0/-) beoordeeld.

Tijdens de uitvoering kan de onderzuigtechniek wordt een combinatie van zand en grondwater opgepompt en afgevoerd. Dit kan tijdelijk leiden tot verdroging, wat een negatief effect is. Vanwege het tijdelijke karakter wordt dit effect tijdens de uitvoering als licht negatief (0/-) beoordeeld.

De traditionele methode leidt ertoe dat de relatief ondoorlatende afdeklaag niet in stand wordt gehouden. Bij de onderzuigtechniek kan deze laag wel in stand worden gehouden. Om die reden heeft de traditionele methode na de uitvoering een negatiever effect op het grondwater. Hoewel het traditioneel afgraven na de uitvoering negatiever scoort dan het onderzuigen wordt het effect van de onderzuigtechniek na ook licht negatief beoordeeld. De reden is dat beide technieken worden ingezet om het maaiveld te verlagen, wat in beide gevallen zal leiden tot hogere grondwaterstanden. Om die reden is ook de onderzuigtechniek na uitvoering als licht negatief beoordeeld.

Tabel 9.15

Geohydrologische effecten uitvoeringsvarianten

	Traditioneel	Onderzuigen
Tijdens uitvoering	Effect op de grondwaterstand geleidelijk tot het uiteindelijk in de hoofdstukken 8 en 9 berekende effecten	Tijdelijke verlaging van de grondwaterstand met mogelijk kans op verdroging
Na uitvoering	De deklaag verdwijnt op veel plaatsen geheel of gedeeltelijk. Dit is uitgangspunt voor de effectberekeningen van VKA en Projectontwerp. De effecten die optreden zijn weergegeven in hoofdstuk 8 en 9.	De bestaande deklaag, en bijbehorende hydraulische weerstand, blijft grotendeels intact. De geohydrologische effecten zijn hierdoor kleiner dan bij traditioneel ontgraven. Voor extremere hoogwatersituatie (minder dan 1x per 10 jaar) is het effect vergelijkbaar met de huidige situatie.

De uiteindelijke beoordeling van de uitvoeringstechnieken voor het onderdeel grondwater is een gewogen effectbeoordeling van de tijdelijke effecten tijdens de uitvoering en de langdurige effecten na uitvoering (zie Tabel 9.17).

De uitvoeringsmethode traditioneel ontgraven is als negatief beoordeeld omdat de bestaande afdeklaag, die op lange tot minder grondwateroverlast zou kunnen leiden, bij deze methode wordt verwijderd.

De methode van onderzuigen wordt in totaal licht negatief beoordeeld. De tijdelijke kans op verdroging en het effect na uitvoering zijn beiden licht negatief beoordeeld wat leidt tot een overall licht negatieve beoordeling.

Zoals ook in paragraaf 9.1.1 verwoord is het aan de aannemer om een keuze te maken in uitvoeringsmethoden omdat we denken dat deze een betere keuze kan maken gezien vanuit de realisatie, en dus een betere aanbidding kan doen.

Tabel 9.16

Effectbeoordeling uitvoeringsvarianten

	Traditioneel	Onderzuigen
Tijdens uitvoering	0/-	0/-
Na uitvoering	-	0/-
Totaal	-	0/-

HOOFDSTUK 10 Risicoanalyse

Tabel 10.18 geeft een opsomming van de grootste risico's die tijdens de uitvoering kunnen optreden.

Tabel 10.17

Risicotabel geohydrologie en dijkstabiliteit

Risico	Beheersmaatregel	Consequentie	Risicohouder
Tijdens uitvoering blijkt dat er onvoldoende klei vrijkomt bij de vergravingen om de ophogingen en zomerkades van te kunnen realiseren.	Het ontwerp van de zomerkades gaat uit van een kern en buitenlaag van klei. Het ontwerp kan aangepast worden (deel van de kern van zand) zonder afbreuk te doen aan een veilig ontwerp.	Geen (zie Grondstromenplan)	Provincie Utrecht
Tijdens uitvoering blijkt dat het lutumgehalte van de vrijkomende klei (te) laag is, waardoor niet zeker is of de gewenste hydraulische weerstand van de ophogingen en klei-ingravingen gerealiseerd kunnen worden.	1. Tijdens de berekeningen is een conservatieve aanname gedaan voor de weerstand van de klei. Als kan worden aangetoond met kleianalyses dat de gewenste weerstand gehaald wordt is geen verdere actie nodig. 2. De op te brengen of in te graven kleilaag moet dikker zijn.	1. Geen 2. Kosten en planning	Provincie Utrecht
Er komen voor of tijdens de uitvoering extra wensen naar voren om maatregelen te treffen tegen grondwateroverlast.	Door gebruik van vrijkomende klei kunnen beheersmaatregelen worden meegenomen tijdens de uitvoering	Kosten en planning	Realisator
Nog voor of tijdens de uitvoering komen er aanvullende wensen om maatregelen te nemen ten behoeve van de dijkstabiliteit en of piping.	De vrijkomende grond zou op een andere manier kunnen worden gebruikt ten behoeve van de dijkstabiliteit en piping.	Kosten en planning	Realisator

HOOFDSTUK 11 Conclusies en aanbevelingen

Op basis van het uitgevoerde onderzoek gelden onderstaande conclusies en aanbevelingen ten aanzien van het Projectontwerp. De belangrijkste keuzes die in het Projectontwerp zijn doorgevoerd vanuit het aspect geohydrologie, dijkstabiliteit en kwel betreft de inrichting van de Vianense Waard. De inrichting van dit deelgebied is zodanig dat er geen negatieve verandering is in de grondwateroverlast in Vianen.

Modelinstrumentarium

- Het dynamische grondwatermodel simuleert de dynamiek in het grondwater tijdens perioden met hoge waterstanden op de Lek goed.
- Onzekerheden over berekende grondwaterstanden blijven aanwezig, met name in het gebied tussen het Merwedekanaal en de stuw Hagestein. Hier staan nauwelijks bruikbare meetpunten om het model mee te kalibreren.
- De effectkaarten in dit rapport zijn het resultaat van verschilberekeningen van de nieuwe situatie minus de huidige situatie. De modelonzekerheden van de absolute grondwaterstanden in de nieuwe en huidige situatie vallen als gevolg van de verschilberekening tegen elkaar weg. Het berekende effect (verandering van de grondwaterstanden, niet de uiteindelijke absolute hoogte van het grondwater) heeft daarmee een betrouwbaarheid van + of - 5 cm.

Systeemeffecten Projectontwerp

- De geohydrologische effecten tijdens hoogwatersituaties die relatief vaak voorkomen (1x per 5 tot 10 jaar) zijn het gevolg van de toename van de inundatiefrequentie in combinatie met de vergraving van de weerstandbiedende deklaag. Dit geldt met name in de Bossenwaard, 't Waalse Waard en de Pontwaard/Mijnsherenwaard. In de Vianense Waard vindt geen afgraving plaats in het Projectontwerp.
- De geohydrologische effecten van extremere hoogwatersituatie (minder dan 1x per 10 jaar) zijn in het Projectontwerp alleen het gevolg van de vergraving van de deklaag.
- Als gevolg van de vergravingen van de uiterwaarden neemt de overstromingsfrequentie in de Bossenwaard en 't Waalse Waard toe. Blevden deze uiterwaarden in de huidige situatie droog, na uitvoering van de maatregelen staan de uiterwaarden gemiddeld 1x per jaar onder water. Dit verschil zorgt voor een aanzienlijk geohydrologisch effect op de binnendijkse stijghoogten en grondwaterstanden.
- De vergroting van de inundatiefrequentie in het uiterst westelijke puntje van de Vianense Waard in het Projectontwerp heeft geen effecten op het grondwater in Vianen. Dit is conform de projectdoelstelling dat in Vianen, met name woonwijk De Hagen, geen toename van de grondwateroverlast mag optreden.

Dijkstabiliteit Projectontwerp

- De maatregelen ten behoeve van het Projectontwerp in de uiterwaarden aan de noordzijde worden buiten de intreelijn uitgevoerd. Hierdoor veranderen de uitgangspunten voor de toetsing van de primaire waterkeringen niet ten opzichte van de huidige situatie. Dit betekent dat de dijkstabiliteit (piping en macrostabiliteit) voor het Projectontwerp voldoet.
- Het Projectontwerp voldoet aan de zuidzijde op het gehele traject qua macrostabiliteit van de dijk. Ten oosten van het Merwedekanaal, bij de Vianense Waard, treedt geen verandering op van de huidige situatie.
- Bij dijkpaal VY061 is in de huidige situatie onvoldoende kwelweglengte aanwezig. Ter plaatse van VY061 voldoet de dijk daarom niet aan de pipingnorm. In het Projectontwerp zijn geen maatregelen opgenomen waardoor de kwelweglengte verbetert. De rest van dijktracé binnen het projectgebied voldoet wel aan de norm.

Conclusie opgave grondwateroverlast en dijkstabiliteit

- Bij de start van het project is op bestuurlijk niveau afgesproken dat het project Ruimte voor de Lek niet mag leiden tot een toename van de grondwateroverlast in het gebied en ook niet mag leiden tot het verslechteren van de dijkstabiliteit. Uit het onderzoek naar de geohydrologie, kwel en dijkstabiliteit kan worden geconcludeerd dat het Projectontwerp niet leidt tot meer droogte of meer grondwateroverlast. Om die reden wordt aan de bestuurlijke afspraak voldaan.

Aanbevelingen

- Het aantal grondwaterstandsmetingen en peilbuizen in het projectgebied is beperkt. Uitbreiden van het aantal metingen en het verhogen van de meetfrequentie is aan te bevelen. Met name in het gebied tussen het Merwedekanaal en de stuw bij Hagestein, waarvan bekend is dat dit gebied kwelgevoelig is, ontbreken op dit moment bruikbare meetpunten. De metingen dienen meerdere doelen:
 - Reduceren van de onzekerheden in het geohydrologisch model;
 - Vaststellen van een goede geohydrologische nulsituatie alvorens met de uitvoering te beginnen;
 - Volgen van de grondwaterstanden tijdens en na realisatie om eventuele discussies over optredende effecten met meetgegevens te kunnen onderbouwen.
- Om alle risico's t.a.v. kweloverlast te beperken en anticiperend op de vergunningverlening in het kader van de ontgrondingen vergunning moet een grondwatermonitoringsplan worden opgesteld na SNIP3. Het monitoringsplan richt zich op de gebieden in IJsselstein en Nieuwegein waar de geohydrologische berekening aangeven dat er een beperkte stijging in grondwaterstanden kan optreden. In het monitoringsplan moet ten minste worden opgenomen welke bestaande meetpunten bruikbaar zijn voor de monitoring, zo nodig moeten aanvullende meetpunten worden ingericht (in IJsselstein). De metingen moeten beginnen voor de uitvoering van het project Ruimte voor de Lek en moeten na afronding van Ruimte voor de Lek worden geëvalueerd. De betreffende gemeenten en Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden moeten worden betrokken bij het opstellen en het uitvoeren van het monitoringsplan.

BIJLAGE 1

Overzicht van geraadpleegde documenten en personen

Documenten

Geohydrologie en kwel	
Zandbanenkaart, Wateratlas provincie Gelderland, 2010	
1.	Aanpassing van Uiterwaarden van de Lek te Vianen, studie kweloverlast en dijkstabiliteit, Deltares, 2009
2.	Kwelproblematiek Vianen, Hydrologische modelstudie, Geodelft, februari 2003, CO-396601.0020
3.	Toetsing op Veiligheid 2010, primaire waterkeringen dijkkring 16, Deltares, 2009, kernmerk 1001329-005-GEO-0002, versie 4
4.	Toetsing primaire waterkeringen Dijktraject Lexmond – Vianen, definitief, Geodelft, november 2000, CO-293801/5
5.	Technisch Rapport Zandmeevoerende Wellen, TAW, maart 1999
6.	Legger, Noodvak Vianen (DP VY030.+000m – DP VY064.+020m), Waterschap Rivierenland, situatie en dwarsprofielen
7.	Hydraulische Randvoorwaarden 2006, voor het toetsen van primaire waterkeringen, Ministerie van Verkeer en Waterstaat, 2007
8.	Voorschrift Toetsen op Veiligheid Primaire Waterkeringen, Ministerie van Verkeer en Waterstaat, september 2007
9.	160354.G10 287 Grondmechanische tekeningen (boringen, sonderingen) Vianen, 1988-1994 (pdf format)
10.	Technisch Rapport Waterspanning bij Dijken, TAW, 1 september 2004

Overzicht geraadpleegde personen en instanties

Instantie	Naam	Datum	Onderwerp
Waterschap Rivierenland	Dhr. J. van de Braak Mevr. H. Schippers	24-06-2010	Afstemmingsoverleg
Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden Provincie Utrecht	Dhr. P. Neijenhuis Dhr. H. Mankor		
Waterschap Rivierenland PDR Provincie Utrecht	Dhr. J. van de Braak Dhr. D. Heineke Dhr. H. Mankor	25-08-2010	Kalibratie van het geohydrologisch model - 1
Waterschap Rivierenland Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden	Dhr. H. Kool Dhr. J. van de Braak Dhr. J. Heijkers	13-09-2010	Bespreking eerste concept-rapportage
Waterschap Rivierenland Hoogheemraadschap de Stichtse Rijnlanden	Dhr. H. Kool Dhr. J. van de Braak Dhr. J. Heijkers	20-09-2010	Kalibratie van het geohydrologisch model – 2

Instantie	Naam	Datum	Onderwerp
Waterschap Rivierenland Provincie Utrecht	Dhr. H. Kool Mevr. M. Noij Dhr. H. Mankor	27-10-2010	Overleg maatregelen dijkstabiliteit
Waterschap Rivierenland Gemeente Vianen Provincie Utrecht	Dhr. J. van de Braak Mevr. H. Schippers Dhr. de Bruijn Peilbeheerder Mevr. M. Kruijt Dhr. D. Martens Dhr. H. Mankror	3-11-2010	Overleg maatregelen kwel Vianen
Waterschap Rivierenland Gemeente Vianen Provincie Utrecht PDR	Mevr. H. Schippers Dhr. van den Berg Mevr. M. Kruijt Dhr. D. Martens Dhr. H. Mankor Dhr. D. Heineke Mevr. M. Bouwman Dhr. R. Kuggeleijn Dhr. C. Beekmans	7-12-2010	Deskundige overleg over kwel in Vianen
Waterschap Rivierenland Provincie Utrecht	Dhr. J. van de Braak Mevr. H. Schippers Dhr. H. Mankor	8-12-2010	Bespreking kalibratieresultaten
Hoogheemraadschap de Stichtse Rijnlanden Provincie Utrecht	Dhr. J. Heijkers Dhr. H. Mankor	9-12-2010	Bespreking kalibratieresultaten
Waterschap Rivierenland Hoogheemraadschap de Stichtse Rijnlanden Provincie Utrecht	Dhr. J. van de Braak Mevr. H. Schippers Dhr. P. Neijenhuis Dhr. H. Mankor	20-12-2010	Bespreking resultaten VKA
Waterschap Rivierenland Hoogheemraadschap de Stichtse Rijnlanden Provincie Utrecht Gemeente Nieuwegein Gemeente Vianen	Mevr. H. Schippers Dhr. J. van de Braak Dhr. H. Kool Dhr. P. Neijenhuis Dhr. H. de Jong Dhr. H. Mankor Dhr. L. van Miltenburg Dhr. H. Stevense Mevr. M. Kruijt	10-02-2011	Bespreking tweede concept rapportage
Gemeente Nieuwegein Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden PDR Provincie Utrecht	Dhr. H. Stevense Dhr. M. Broersma Dhr. L. van Miltenburg Dhr. Herman van Rooijen Mevr. M. Bouwman Dhr. D. Heineke Dhr. H. Mankor Dhr. D. Martens	15-02-2011	Bespreking grondwateroverlast gemeente Nieuwegein
Provincie Utrecht Deltares	Dhr. H. Mankor Dhr. J. Blinde	16-02-2011	Bespreking gebruikte grondwatermodellen en uitkomsten voor dijkstabiliteitsbere- keningen

BIJLAGE 2

Verificatie

Eisen uit handboek SNIP

In het Handboek SNIP heeft de Programmadirectie Ruimte voor de Rivier de vereiste onderdelen voor Geohydrologie en Kwel benoemd. Onderstaande tabel geeft weer waar deze vereisten zijn terug te vinden. De nummering verwijst naar de nummering in het Handboek.

Vereisten uit Handboek SNIP	Is te vinden in:
5.3.1. uitgangspunten geohydrologie	Hoofdstuk 6
5.3.2. eventueel additioneel onderzoek	n.v.t.
5.3.3. gedetailleerde effectenbepaling van projectontwerp	Hoofdstuk 8 en 9
5.3.4. modelberekeningen	Hoofdstuk 8 en 9
5.3.5. beschouwing van de verwerking van de optimalisatiemogelijkheden	Paragraaf 8.2 en 9.2
5.3.6. bijdrage geohydrologie aan inrichtsplan en projectnota/MER	Hoofdstuk 7, 8 en 9
5.3.7. bijdrage vanuit geohydrologie aan uitvoeringsplan	Uitvoeringsplan
5.3.8. bijdrage vanuit geohydrologie aan concept beheerplan	Beheer- en onderhoudsplan
5.3.9. risico's geohydrologie met beheersmaatregelen	Hoofdstuk 10
5.3.10. kostenraming geohydrologie	PR1 raming
5.3.11. planning geohydrologie	Uitvoeringsplanning

Verwerking van opmerkingen uit het SNIP 2a advies voor zover relevant voor dit basisrapport

Aandachtspunten uit SNIP 2a	Hoe meegenomen in SNIP 3
Het in kaart brengen van de gevolgen van de uiterwaardvergravingen, onder andere met betrekking tot 'piping';	Berekeningen piping&heave (hoofdstuk 8 en 9)
Zorgen voor een uitwerking waarbij negatieve effecten op de scheepvaart zoveel mogelijk worden voorkomen;	*n.v.t
Het maken van een ruimtelijke visie met aandacht voor de uiterwaarden als ruimtelijke eenheid, cultuurhistorie en specifieke locatiekenmerken;	*n.v.t
Aandacht voor een zorgvuldig afwegingsproces en juridische en planmatige aanpak bij de mogelijke aanpassing van de Ecologische Hoofdstructuur (EHS);	*n.v.t
Grondgerelateerde informatie vastleggen in een grondstromenplan en een uitvoeringsplan, om te voorkomen dat in een later stadium waardevol betonen metselzand gebruikt gaat worden als ophoogzand;	*n.v.t
Inzicht geven in de beheer- en onderhoudskosten en zorgdragen voor een akkoord van alle beheerders met de keuze van onderhoud en de te dragen	*n.v.t
Regelen van de bevoegdheden in verband met de benodigde inpassing van het plan in het Provinciaal inpassingplan;	*n.v.t

Aandachtspunten uit SNIP 2a	Hoe meegenomen in SNIP 3
Aandacht voor de marktbenadering en voor welke overheidspartij de realisator van de maatregel zal zijn;	*n.v.t
Advies om een ambtelijke werkgroep bevoegd gezag op te starten, om in een vroegtijdig stadium een aantal cruciale zaken zoals vergunningverlening en beheer tijdig bij de betrokken partijen onder de aandacht te brengen.	*n.v.t

* Dit aandachtspunt is niet relevant voor dit rapport. Een totaaloverzicht met alle verwerkte aandachtspunten is opgenomen in de Adviesnota.

BIJLAGE 3

Achtergronden bij gevoeligheidsanalyse en kalibratie

MEMO

Onderwerp:
Gevoeligheidsanalyse en kalibratie grondwatermodel RvdL

Apeldoorn,
19 oktober 2010

Projectnummer:
C03021.000044

Van:
H. van de Werfhorst

Opgesteld door:
H. van de Werfhorst

Afdeling:
Kennis en Beleidsadvies

Ons kenmerk:

Aan:
J. van de Braak
J. Heijkers

Kopieën aan:
A. Pors
J. Helder

In de calibratie is onderscheid gemaakt tussen een stationaire calibratie en een dynamische calibratie.

Om inzicht te krijgen in de gevoeligheid van de parameters waar het model op reageert, is er een gevoeligheidsanalyse uitgevoerd voor de volgende parameters:

- Conductance van de drains
- Conductance van de rivers
- Leakance
- kD-waarden

Om een gevoeligheidsanalyse en calibratie uit te voeren is het model voor de bovenstaande parameters in zones en reaches (trajecten) ingedeeld.

Drains

Voor de drains is er gekeken naar de stage of drain ten opzichte van maaiveld. Op basis daarvan is er een indeling gemaakt. Echter is er voor de drainage voor het stedelijk gebied van Vianen een andere reach opgegeven, zodat dit in de gevoeligheidsanalyse en calibratie afzonderlijk kan worden berekend. In afbeelding B3.1 staat de indeling van de drain-reaches ruimtelijk weergegeven.

Rivers

Voor de rivers is er gekeken naar de peilen die in het model zitten. Hier waren duidelijk vlakken met gelijke peilen in te onderscheiden. Voor het deel ten noorden van de Lek lukte dat niet en daarvoor is de peilvakkenkaart gebruikt die is aangeleverd door HDSR. Deze reachnummers die zijn ingevoerd in het model komen dan ook overeen met de ID van de peilvakken van HDSR. Voor de ruimtelijke verdeling van de river-reaches zie afbeelding

B3.2. Omdat de peilen ook niet overal klopte in het noordlijke deel zijn deze aangepast op basis van de peilvakkenkaart.

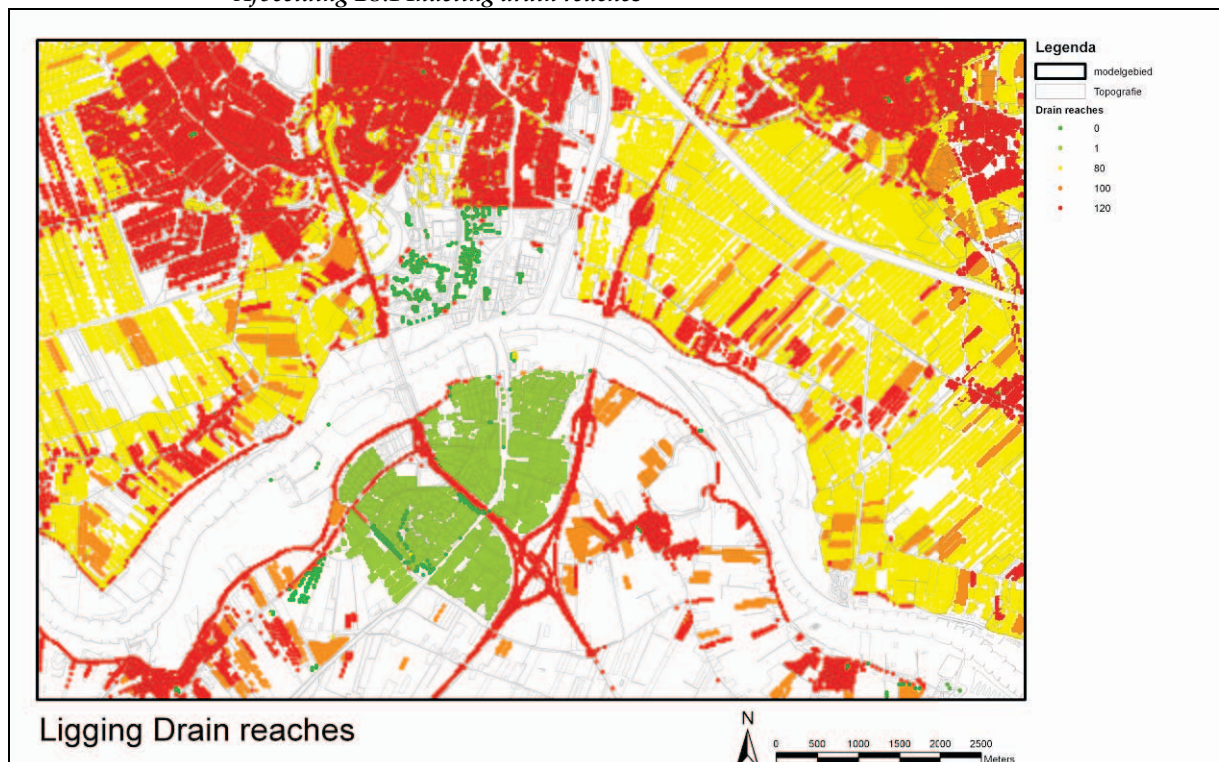
Leakance

Voor de Leakance is met name gekeken naar de deklaag aangezien deze het meest bepalend is voor de freatische grondwaterstanden. De indeling van de zones van de leakance zijn in afbeelding B3.3 te bekijken.

KD-waarden

Voor de kD-waarden is met name gekeken naar de kD-waarden van het 1^e watervoerende pakket. Deze indeling van de kD-zones staat in afbeelding B3.4.

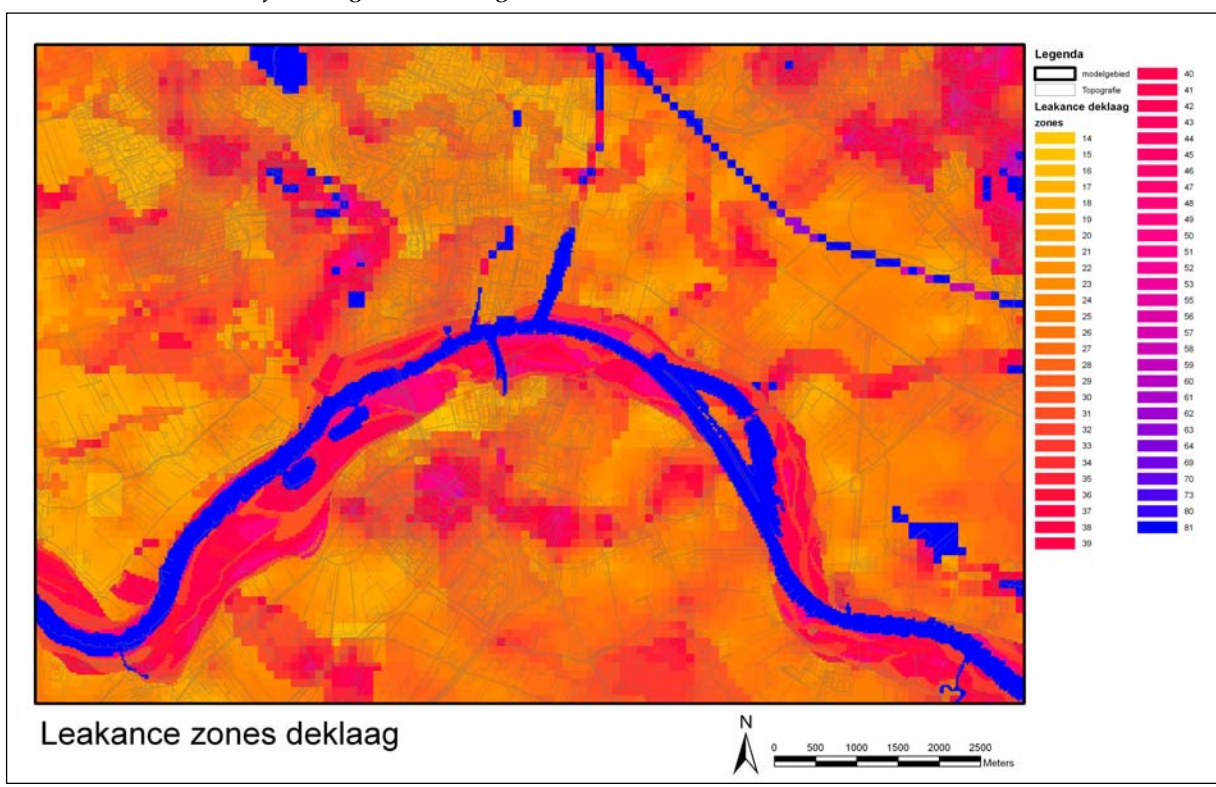
Afbeelding B3.1 Indeling drain reaches



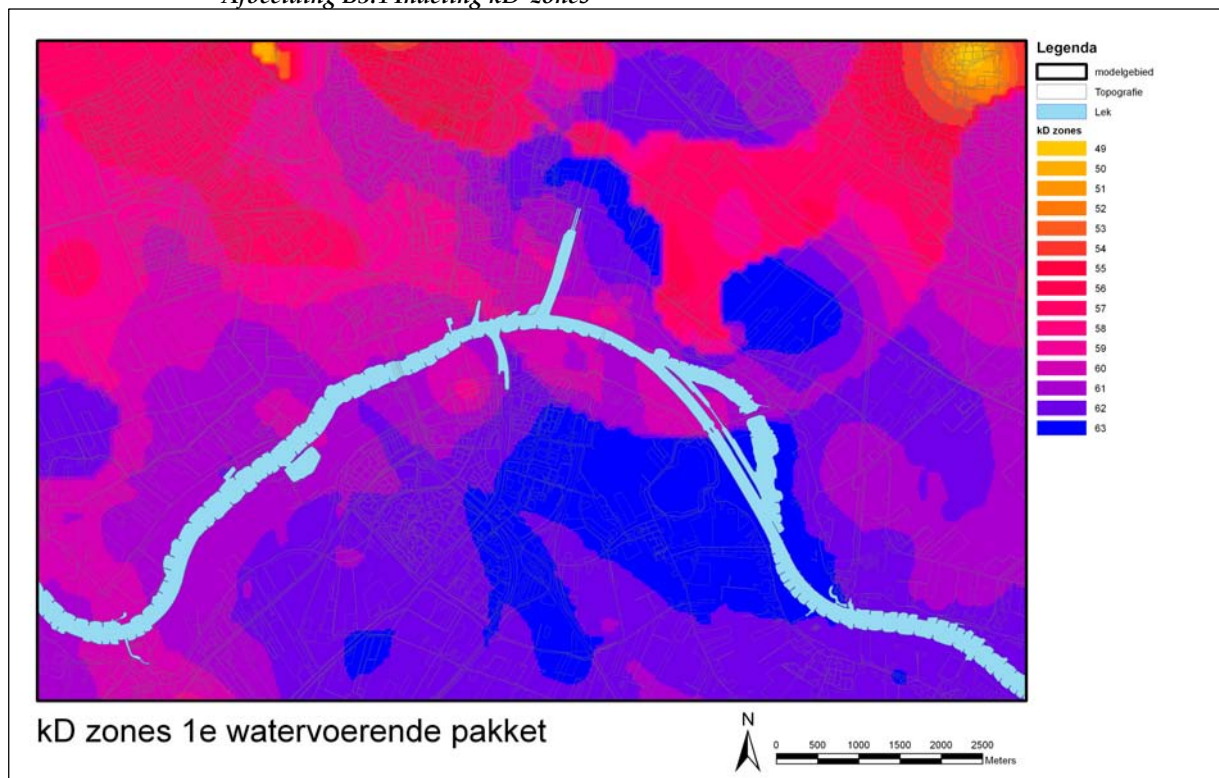
Afbeelding B3.2 Indeling River reaches



Afbeelding B3.3 Indeling zones leakance



Afbeelding B3.4 Indeling kD-zones



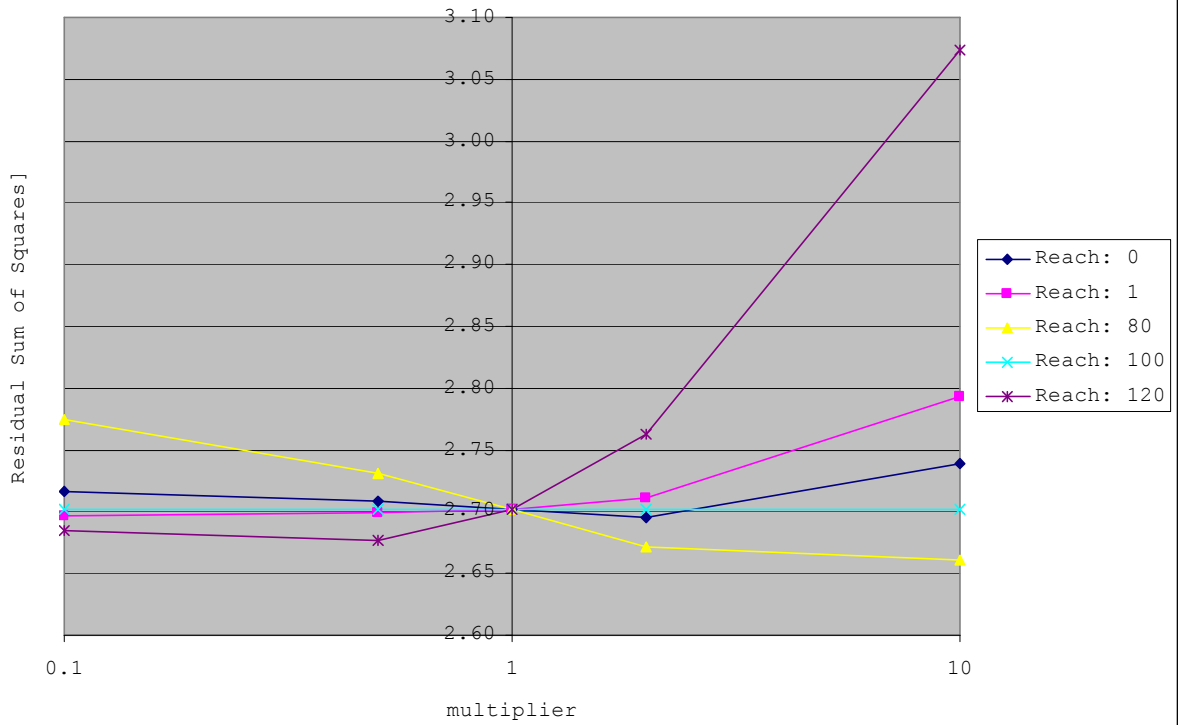
De bovenstaande parameters zijn in een bandbreedte van extremen doorgerekend.

Daarvoor zijn de volgende multipliers gebruikt:

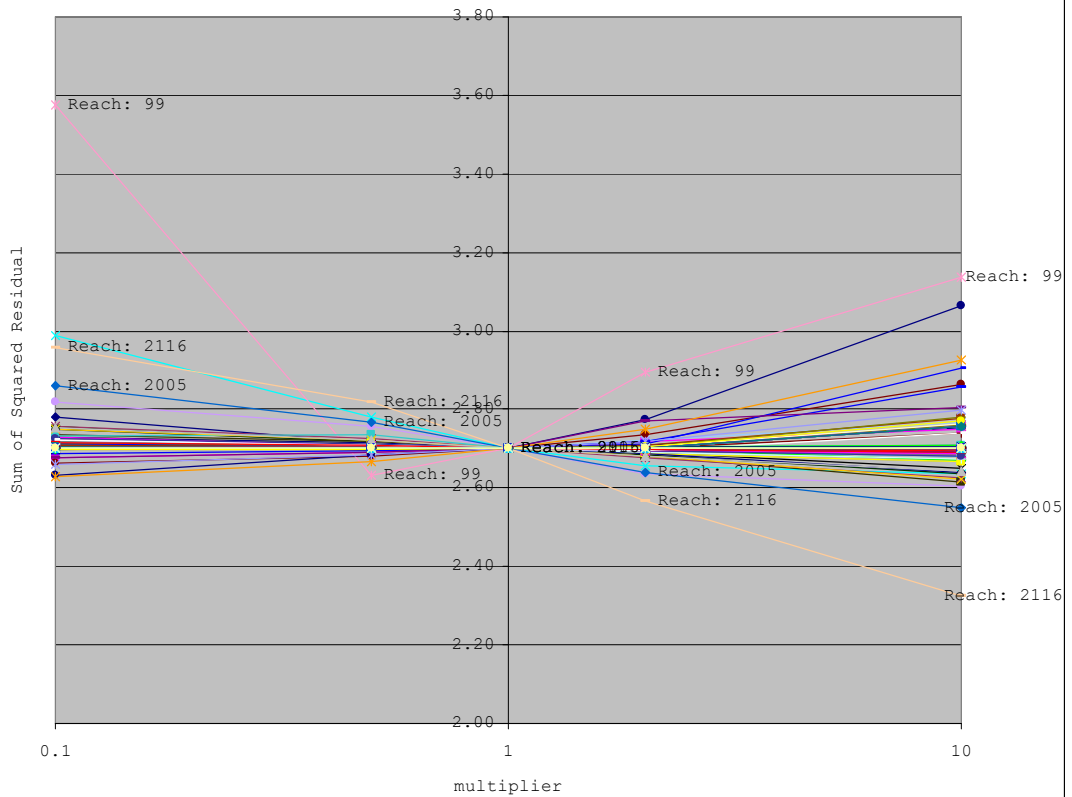
- 0,1
- 0,5
- 1
- 2
- 10

De resultaten van de gevoeligheidsanalyse zijn in de onderstaande grafieken weergegeven.

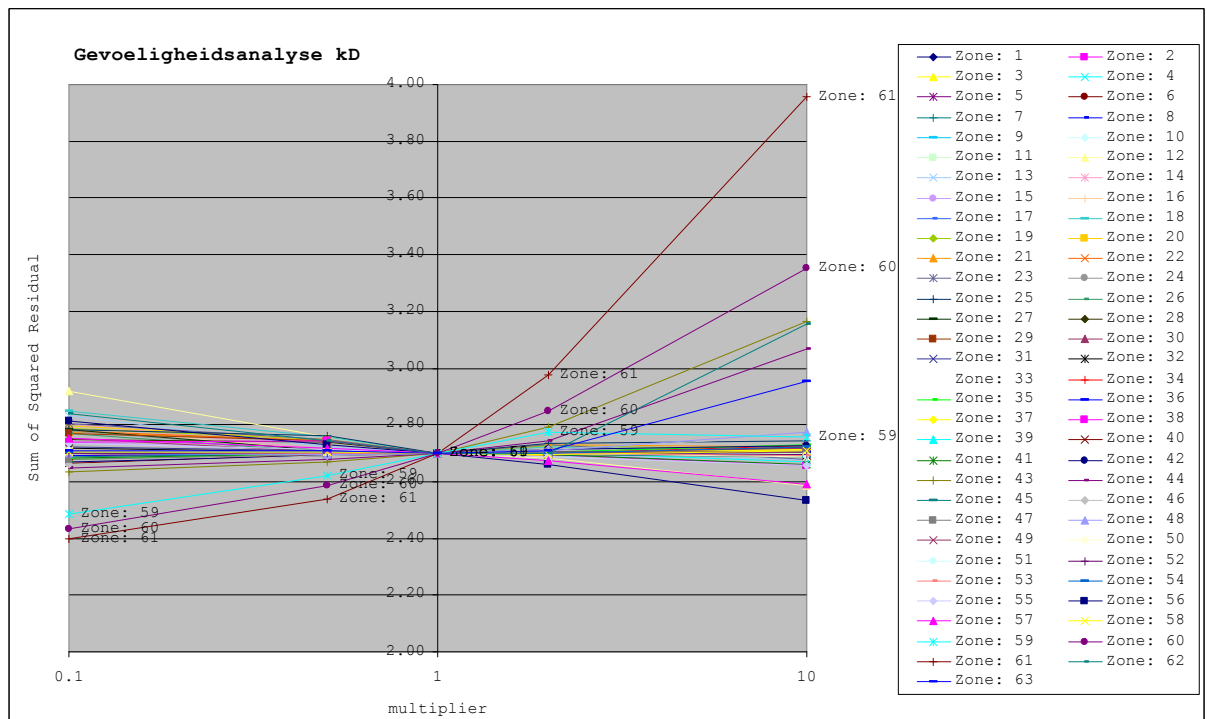
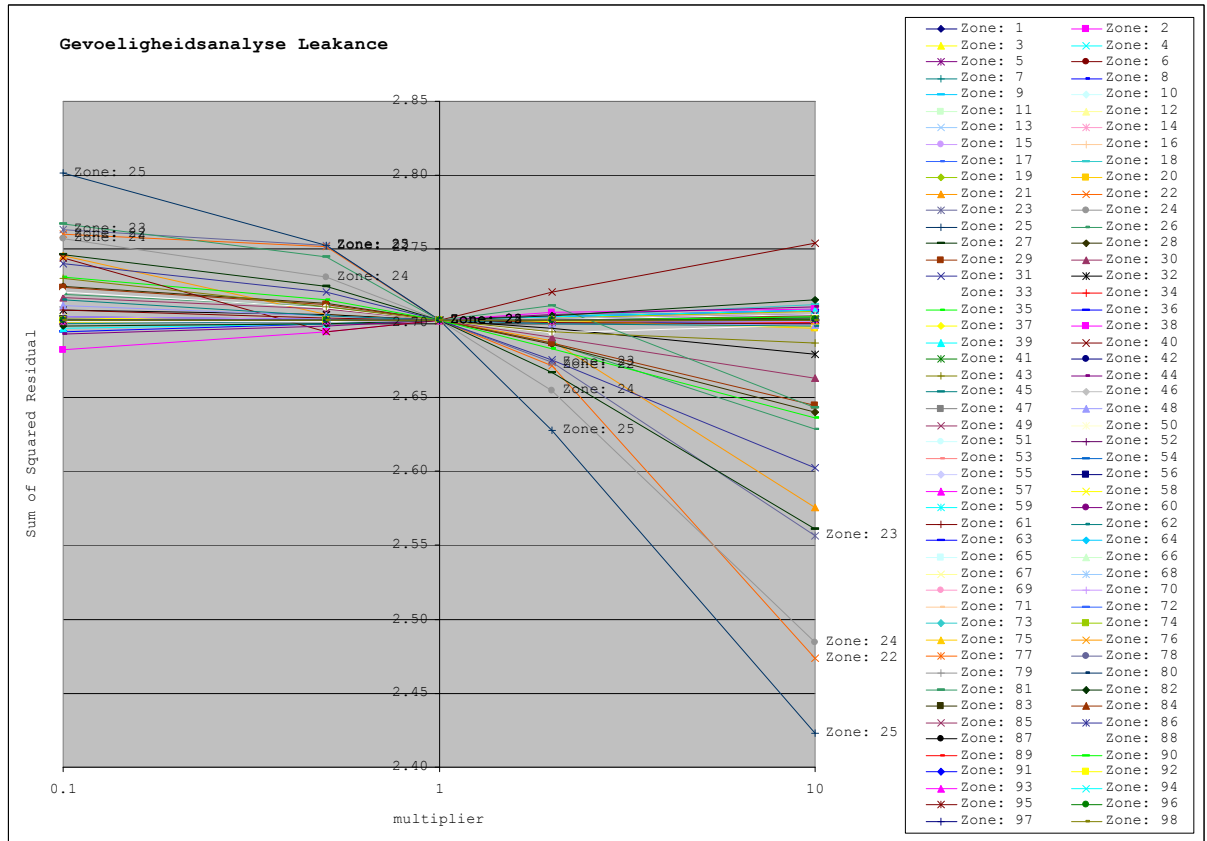
Gevoeligheidsanalyse conductance drains



Gevoeligheidsanalyse conductance rivers



- Reach: 0
- Reach: 9
- Reach: 30
- Reach: 1468
- Reach: 1477
- Reach: 1489
- Reach: 1514
- Reach: 1531
- Reach: 1578
- Reach: 1609
- Reach: 1614
- Reach: 1626
- Reach: 1641
- Reach: 1646
- Reach: 1652
- Reach: 1659
- Reach: 1700
- Reach: 1906
- Reach: 1959
- Reach: 1970
- Reach: 1996
- Reach: 2002
- Reach: 2018
- Reach: 2068
- Reach: 2073
- Reach: 2116
- Reach: 2125
- Reach: 2148
- Reach: 2154
- Reach: 2161
- Reach: 2166
- Reach: 2172
- Reach: 2177
- Reach: 2362
- Reach: 2421
- Reach: 2455
- Reach: 1
- Reach: 10
- Reach: 40
- Reach: 1472
- Reach: 1482
- Reach: 1510
- Reach: 1515
- Reach: 1532
- Reach: 1589
- Reach: 1610
- Reach: 1617
- Reach: 1635
- Reach: 1642
- Reach: 1647
- Reach: 1654
- Reach: 1660
- Reach: 1701
- Reach: 1907
- Reach: 1960
- Reach: 1971
- Reach: 1997
- Reach: 2003
- Reach: 2021
- Reach: 2069
- Reach: 2074
- Reach: 2117
- Reach: 2125
- Reach: 2136
- Reach: 2150
- Reach: 2155
- Reach: 2162
- Reach: 2167
- Reach: 2173
- Reach: 2178
- Reach: 2381
- Reach: 2424
- Reach: 2456
- Reach: 2
- Reach: 12
- Reach: 50
- Reach: 1473
- Reach: 1486
- Reach: 1511
- Reach: 1516
- Reach: 1536
- Reach: 1606
- Reach: 1611
- Reach: 1619
- Reach: 1638
- Reach: 1643
- Reach: 1648
- Reach: 1656
- Reach: 1697
- Reach: 1702
- Reach: 1909
- Reach: 1961
- Reach: 1972
- Reach: 1998
- Reach: 2004
- Reach: 2022
- Reach: 2070
- Reach: 2075
- Reach: 2119
- Reach: 2140
- Reach: 2151
- Reach: 2156
- Reach: 2163
- Reach: 2169
- Reach: 2174
- Reach: 2330
- Reach: 2402
- Reach: 2452
- Reach: 3
- Reach: 16
- Reach: 99
- Reach: 1474
- Reach: 1487
- Reach: 1512
- Reach: 1517
- Reach: 1607
- Reach: 1612
- Reach: 1621
- Reach: 1639
- Reach: 1644
- Reach: 1649
- Reach: 1657
- Reach: 1698
- Reach: 1703
- Reach: 1957
- Reach: 1962
- Reach: 1973
- Reach: 1999
- Reach: 2005
- Reach: 2066
- Reach: 2071
- Reach: 2097
- Reach: 2122
- Reach: 2141
- Reach: 2152
- Reach: 2157
- Reach: 2164
- Reach: 2170
- Reach: 2175
- Reach: 2332
- Reach: 2402
- Reach: 2453
- Reach: 8
- Reach: 20
- Reach: 100
- Reach: 1476
- Reach: 1488
- Reach: 1513
- Reach: 1526
- Reach: 1608
- Reach: 1613
- Reach: 1622
- Reach: 1640
- Reach: 1645
- Reach: 1651
- Reach: 1658
- Reach: 1699
- Reach: 1708
- Reach: 1958
- Reach: 1963
- Reach: 1994
- Reach: 2000
- Reach: 2006
- Reach: 2067
- Reach: 2072
- Reach: 2113
- Reach: 2123
- Reach: 2142
- Reach: 2158
- Reach: 2165
- Reach: 2171
- Reach: 2176
- Reach: 2350
- Reach: 2415
- Reach: 2454



Op basis van de gevoeligheidsanalyse zijn de volgende parameters in de stationaire calibratie meegenomen:

- Leakance van de deklaag
- Kd van het 1^e watervoerende pakket
- Conductance van de riviers
- Drainhoogtes

Voor de leakance was is eerste instantie gekozen voor de aanpassing van de zones die met de zandbanen overeenkomen. Hoewel er op basis van de gevoeligheid aanvullend nog een aantal zones zijn de meer gevoelig zijn is er voor gekozen niet verder te gaan met de stationaire kalibratie. Dit omdat de stationaire kalibratie weinig verbeteringen laat zien. En omdat het tienjarig gemiddelde niet representatief is voor de berekende periodes. Wel zijn deze zones in de dynamische kalibratie meegenomen.

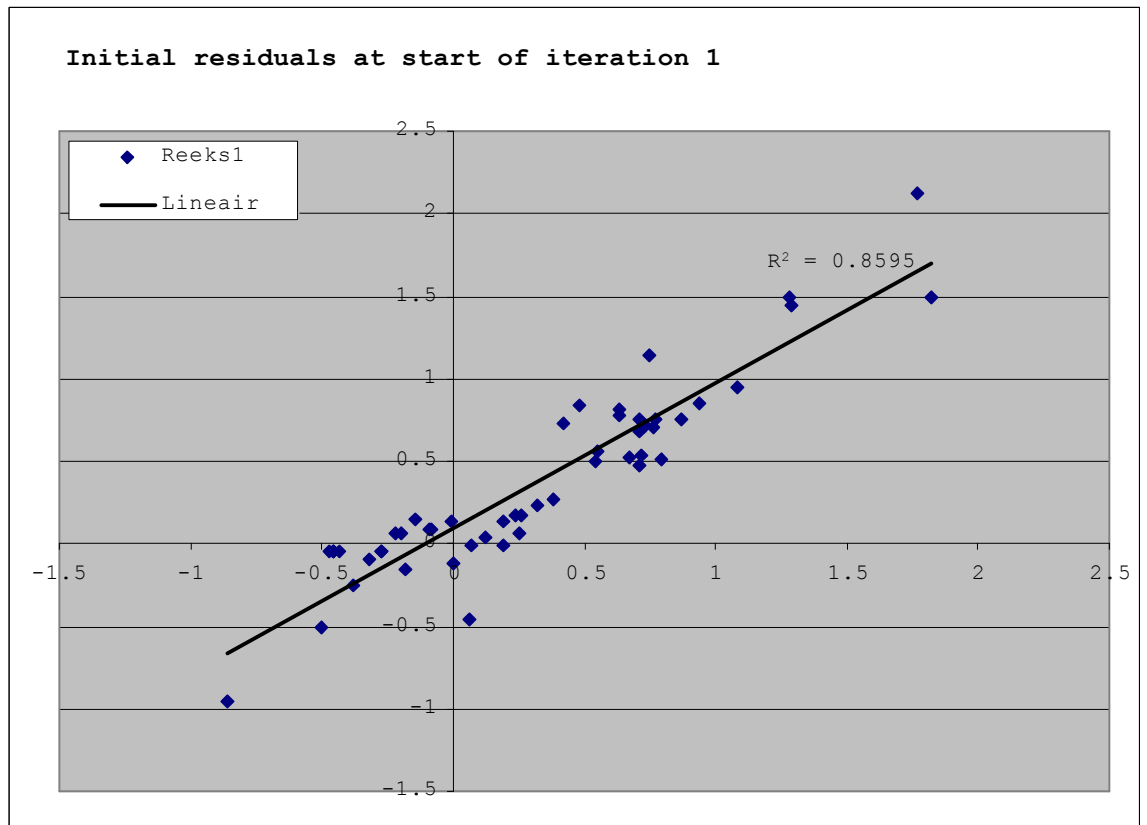
Voor de stationaire calibratie zijn de volgende bandbreedtes aangehouden:

Parameter	Zone/Reach	Min. Value	Max. Value
-----	-----	-----	-----
Leakance	27	0.5	1.5
Leakance	28	0.5	1.5
Leakance	29	0.5	1.5
Leakance	30	0.5	1.5
Leakance	31	0.5	1.5
Leakance	32	0.5	1.5
Leakance	33	0.5	1.5
Leakance	34	0.5	1.5
Leakance	35	0.5	1.5
Leakance	36	0.5	1.5
Leakance	37	0.5	1.5
Leakance	38	0.5	1.5
Leakance	39	0.5	1.5
Leakance	40	0.5	1.5
Leakance	41	0.5	1.5
Leakance	42	0.5	1.5
Leakance	43	0.5	1.5
Kx	56	0.5	1.5
Kx	57	0.5	1.5
Kx	58	0.5	1.5
Kx	59	0.5	1.5
Kx	60	0.5	1.5
Kx	61	0.5	1.5
Kx	62	0.5	1.5
Kx	63	0.5	1.5
Drain Head	0	0.85	1.15
Drain Head	80	0.85	1.15
Drain Head	100	0.85	1.15
Drain Head	120	0.85	1.15

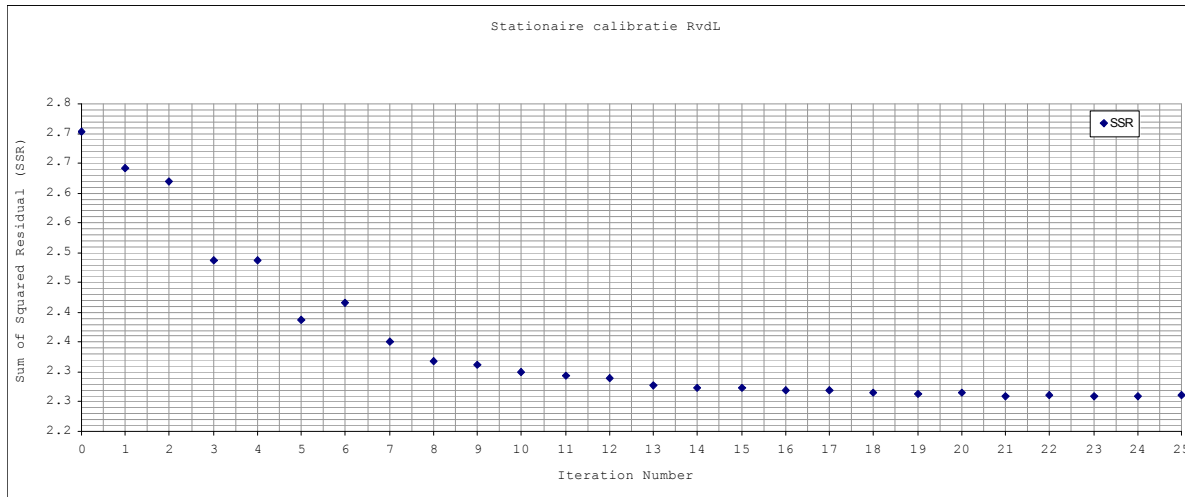
Aan het begin van de stationaire calibratie waren statistieken van de modelresultaten als volgt:

Sum of Squared Residuals =	2.702206
Residual Mean =	-0.03892
Absolute Resid. Mean =	0.2011
Residual Standard Dev. =	0.2572
Minimum Residual =	-0.42
Maximum Residual =	0.9404

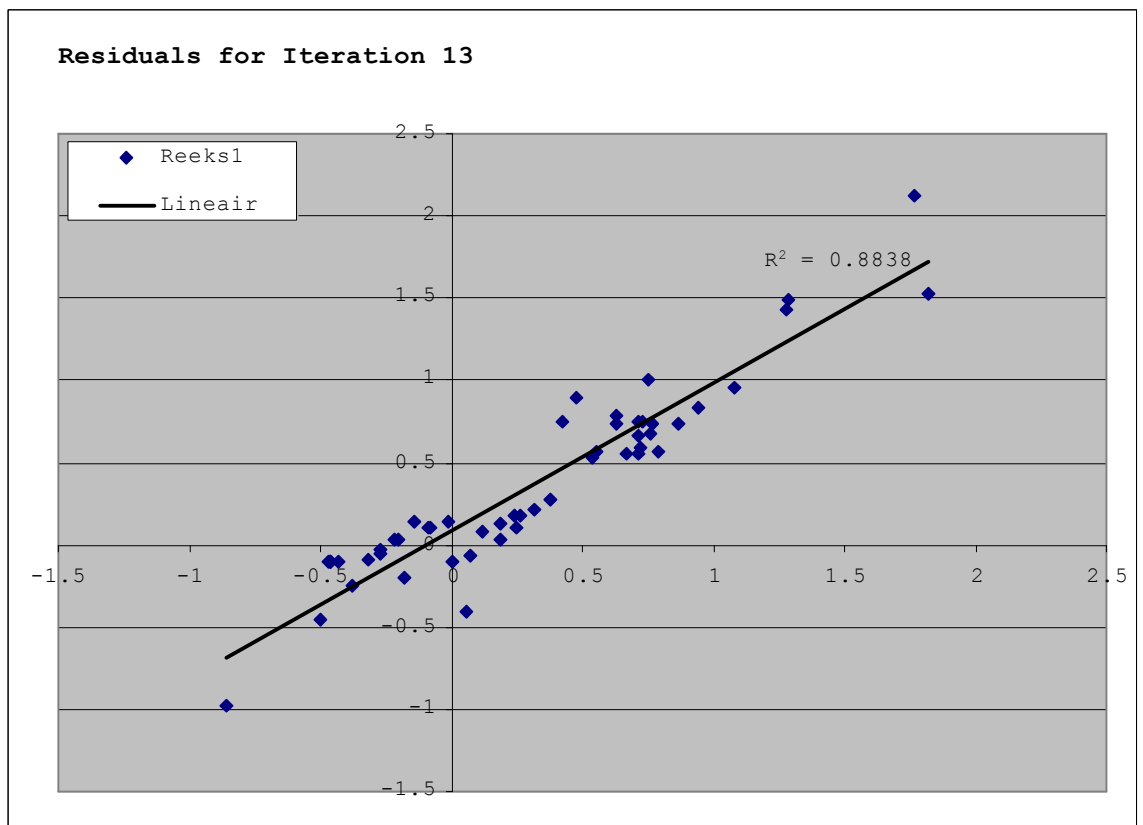
De grafiek waar de berekende grondwaterstanden en stijghoogtes tegen de gemeten grondwaterstanden en stijghoogtes zijn uitgezet is hieronder weergegeven.



In de calibratie zijn de parameters constant veranderd binnen de opgegeven bandbreedte. In de onderstaande grafiek is het resultaat van de totale calibratie weergegeven. In de grafiek is te zien dat tot ongeveer de 13^e iteratie de sum of squared residual kleiner wordt. Vandaar dat de multipliers voor de 13^e iteratie zijn gebruikt als eindresultaat van de stationaire calibratie.



Wanneer de gemeten grondwaterstanden/stijghoogtes tegen de berekende grondwaterstanden/stijghoogtes voor de 13^e iteratie worden uitgezet ziet dat er als volgt uit:



Als deze grafiek wordt vergeleken met de grafiek waar de residuals van het begin van de calibratie staan weergegeven, dan is te zien dat de punten dicht bij de lijn komen te liggen. De statistieken van de stationaire calibratie zijn ook verbeterd:

Sum of Squared Residuals =	2.278114
Residual Mean =	-0.03803
Absolute Resid. Mean =	0.1881
Residual Standard Dev. =	0.2409
Minimum Residual =	-0.4157
Maximum Residual =	0.9356

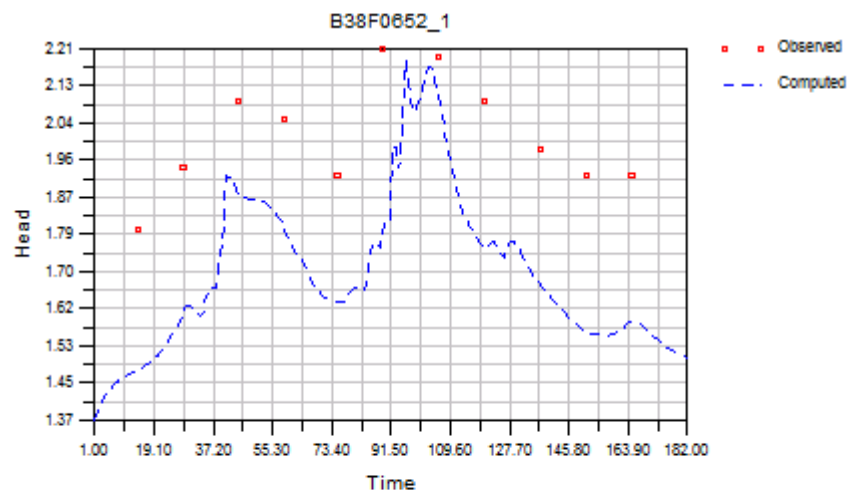
De multipliers die zijn gebruikt voor iteratie 13 staan in onderstaande tabel:

Parameter	Zone/Reach	New Multiplier
Leakance	27	1.5
Leakance	28	0.5
Leakance	29	0.5
Leakance	30	0.5
Leakance	31	1.5
Leakance	32	1.5
Leakance	33	0.5
Leakance	34	1.5
Leakance	35	1.5
Leakance	36	0.5
Leakance	37	0.5
Leakance	38	0.5
Leakance	39	0.5
Leakance	40	0.5648039
Leakance	41	0.5
Leakance	42	1.5
Leakance	43	1.5
Kx	56	1.5
Kx	57	0.5
Kx	58	1.5
Kx	59	0.5
Kx	60	0.5
Kx	61	0.5
Kx	62	1.5
Kx	63	1.5
Drain Head	0	0.85
Drain Head	80	0.85
Drain Head	100	1.122298
Drain Head	120	0.85

Opvallend in de bovenstaande gegevens is dat een groot aantal parameters de maximale verandering toegekend heeft gekregen. Het verder oprekken van de grenzen waarbinnen de gekozen parameters kunnen wijzigen geeft onrealistische waarden voor deze parameters. Het doet ook geen recht aan het feit dat deze parameters in het aangeleverde model al gekalibreerd zijn.

Na de stationaire calibratie zijn de parameterverbeteringen doorgevoerd in het dynamische model. In het stationaire model zijn de gemeten grondwaterstanden/stijghoogtes in de tijd vergeleken met de berekende grondwaterstanden/stijghoogtes. Op basis daarvan zijn er de volgende modelverbeteringen toegepast:

- Het Amsterdam Rijn kanaal heeft een min of meer vast peil dat overeenkomt met de stijghoogtes direct in de omgeving. Het Amsterdamrijkanaal wordt als randvoorwaarde voor het model gekozen; ten noorden van het Amsterdam-Rijnkanaal is het model No Flow gemaakt, daardoor komen de volgende peilbuizen te vervallen: B38F0366, B38F0703 en B38F0531.
- Bij peilbuis B38F0652 zit er nog een conceptuele fout in het model. Deze peilbuis ligt ten westen van de zandwinplas Everstein. De aanname was dat het peil in de plas meefluctueert met de Lek, en in de winter hoger is dan het peil van 1,75m. Navraag bij waterschap Rivierenland levert echter de verzekering dat het peil in de plas op een peil gehouden wordt. Deze gegevens komen niet overeen met de stijghoogte in de peilbuis die hoger is.



In het peilbesluit staat de put Everstein (bij Hagestein) op 1,75 m+NAP. Dit is het maximale peil. De overloop wordt in de huidige situatie op 1,55 m+NAP gehouden. Er loopt dan altijd een beetje water over de overloop, ook om Hoef en Haag door te spoelen. De overloop zit bij de Hoevenweg. Er zit ook nog een afsluitbare duiker bij de

- Bij peilbuis B38F0562, B38F0713 en B38F0616 lokaal wat draincellen verwijderd. De berekende grondwaterstand zat ingeklemd door de randvoorwaarde.
- Bij peilbuis B38F0575 en B38F0654 river peil aangepast van -0,05 m NAP naar 0,5 m NAP. Aangezien dit aan het einde van het peilvak zit en opstuwung in het peilvak niet is meegenomen. De overgang van het hoge naar het lage peil wordt door het model veel te abrupt berekend.
- De volgende peilbuizen zijn uit het model gehaald i.v.m. het feit dat ze te dicht bij de rand liggen: B38E0089, B39A0226, B39A00224.
- De volgende peilbuizen zijn eruit gehaald doordat ze precies op of vlakbij een onttrekking zitten: B38F0561 en B38F0557. De onttrekking is in het model opgenomen met een constant vergund debiet. De peilbuizen vertonen echter fluctuaties die wijzen op een variabel debiet in de onttrekking.
- De volgende peilbuis is niet meegenomen omdat die in een zomerpolder ligt: B38F0620.

- De Constand Head randvoorwaarde aan de randen van het model zijn verwijderd.

De dynamische calibratie had aan het begin van de calibratie de volgende statistieken.

Sum of Squared Residuals =	1.21E+02
Residual Mean =	7.11E-02
Absolute Resid. Mean =	2.64E-01
Residual Standard Dev. =	3.78E-01
Minimum Residual =	-2.22E+00
Maximum Residual =	1.21E+00

De dynamische calibratie is voor de volgende parameters en bandbreedtes uitgevoerd.

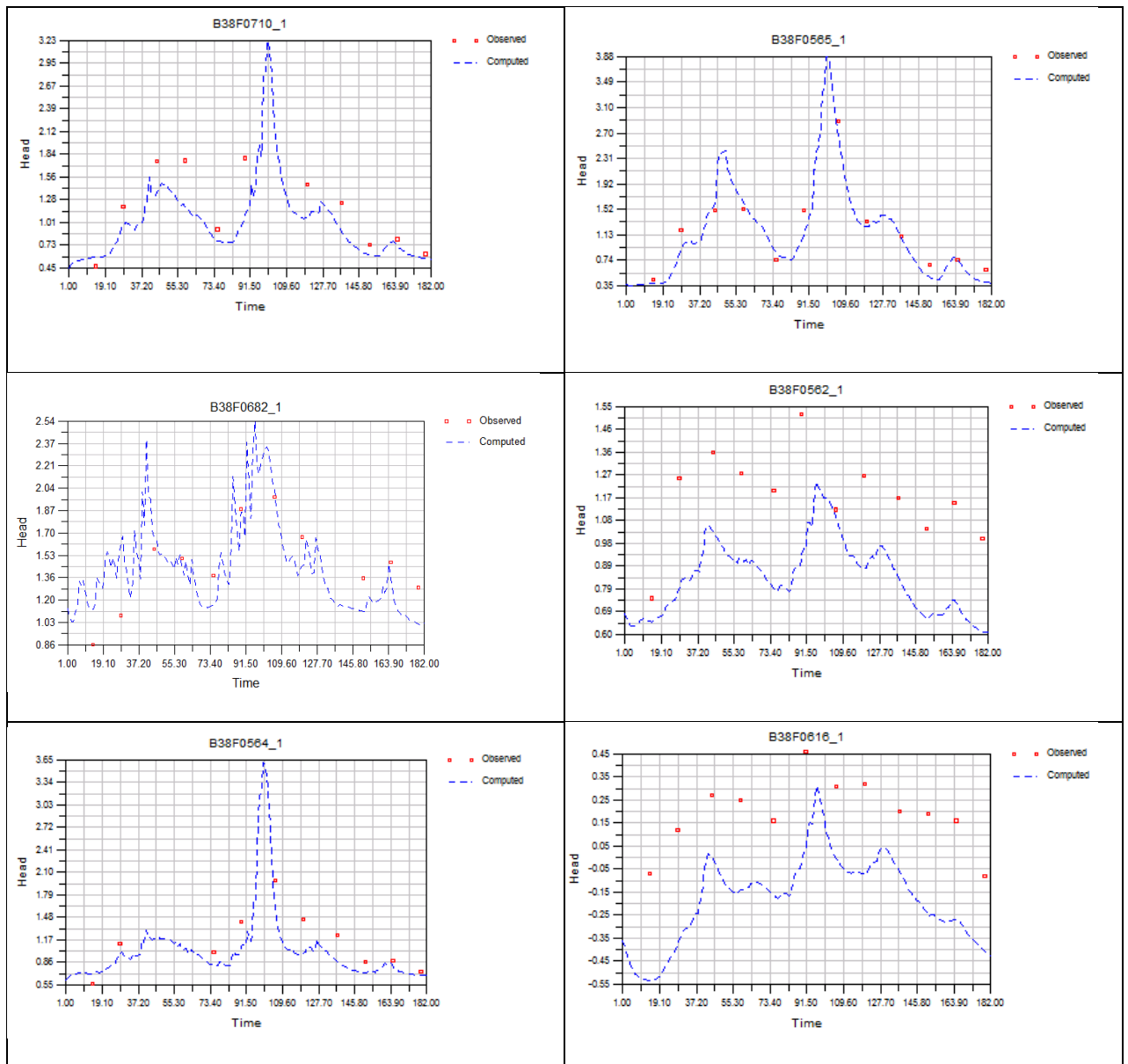
Parameter	Zone/Reach	Min. Value	Max. Value
-----	-----	-----	-----
Storage	2	1.00E-04	1.00E+03
Specific Yield	2	1.00E-04	1.00E+03
Leakance	36	1.00E-01	1.00E+01
Leakance	40	1.00E-01	1.00E+01
Leakance	40	1.00E-01	1.00E+01
Leakance	22	1.00E-01	1.00E+01
Leakance	23	1.00E-01	1.00E+01
Leakance	24	1.00E-01	1.00E+01
Leakance	25	1.00E-01	1.00E+01
River Cond.	2116	1.00E-01	1.00E+01
River Stage	2116	1.00E-01	1.00E+01

De resultaten van de dynamische calibratie leverden geen verbetering op voor het model, echter door de aanpassingen van het model komen de statistieken voor de dynamische calibratie er als volgt uit te zien:

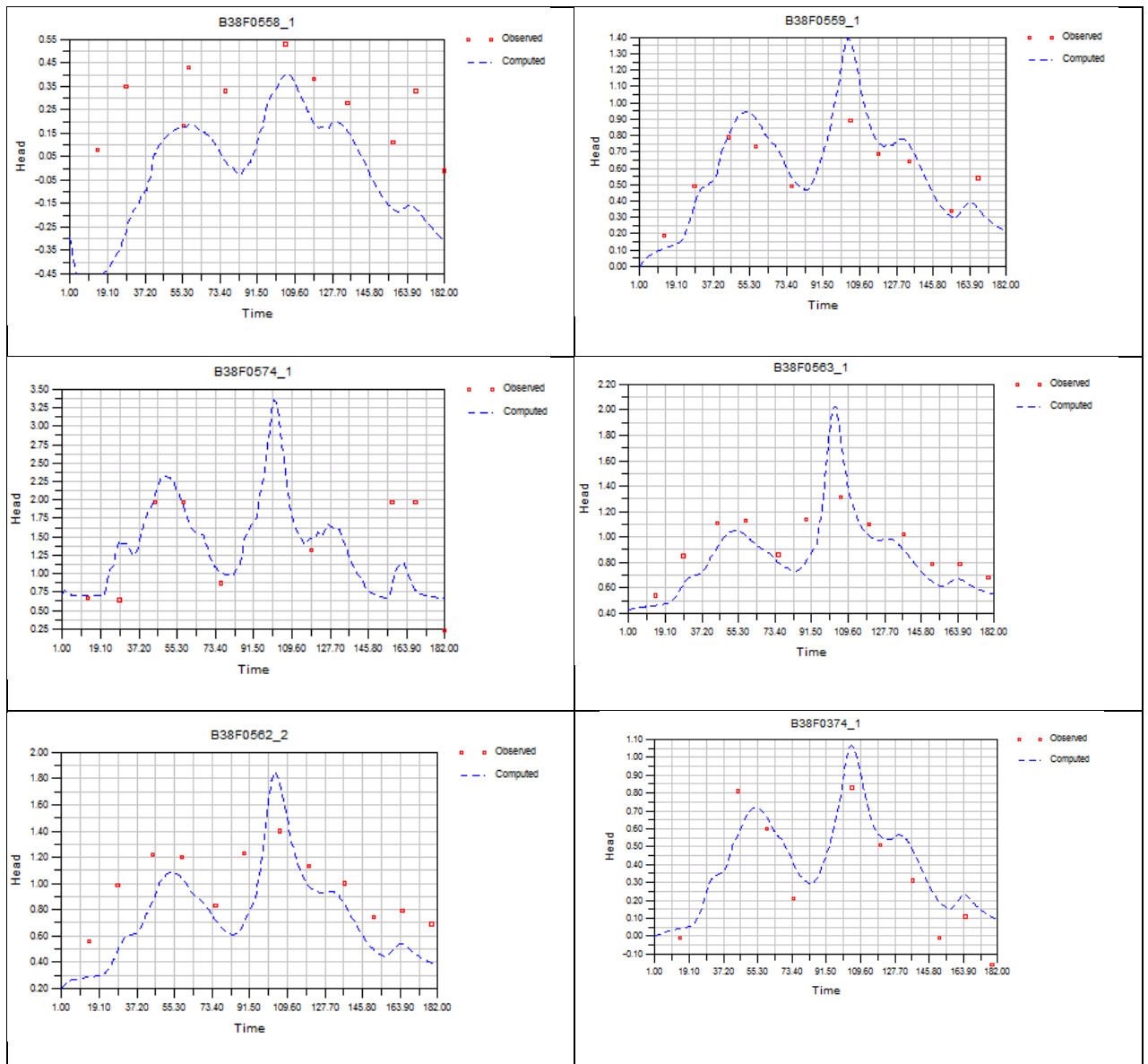
Sum of Squared Residuals =	127.352486
Residual Mean =	-0.003336
Absolute Resid. Mean =	0.286031
Residual Standard Dev. =	0.391287
Minimum Residual =	-2.173280
Maximum Residual =	1.206137

Het bepalen van de RMS en de residuals, uitgedrukt als één getal heeft voor een dynamisch grondwatermodel beperkte waarde. Het zegt iets over de afwijking van alle grondwaterstandsmetingen gezamenlijk. De individuele grafieken van gemeten versus berekende grondwaterstanden geven een beeld van hoe de berekening ter plaatse in is hoe het stijghoogteverloop in de tijd is.

Laag1



Laag2



In bovenstaande grafieken zijn gemeten versus berekende waarden weergegeven. Over het algemeen vertonen deze een verloop waarin de berekende waarden de gemeten reeks redelijk tot goed volgen.

Een beter resultaat is op basis van deze meetreeksen moeilijk realiseerbaar. De reeksen zijn 14 daagse metingen; het kan zijn dat de hoogste pieken gemist worden. Het verklaren van de afwijking is daardoor niet goed mogelijk.

Op basis van de statistische kenmerken en de grafieken achten wij het modelresultaat geschikt om de effecten adequaat in beeld te brengen. Beter resultaten zijn mogelijk door metingen op dagbasis te gebruiken. Ook betrouwbaarder metingen op dagbasis in het belangrijkste interessegebied (Vianen) zijn noodzakelijk om te komen tot betere modelresultaten.

BIJLAGE 4

Verficatie aan meetnet gemeente Nieuwegein

MEMO

Onderwerp:
Verificatie grondwatermodel Ruimte voor de Lek

's-Hertogenbosch,
14 maart 2011

Projectnummer:
C03021.000044.4060

Van:
Robbert van Montfoort

Opgesteld door:
Robbert van Montfoort

DIVISIE WATER

Afdeling:
Divisie Water Den Bosch

Ons kenmerk:
075398921:0.1

Aan:
Provincie Utrecht; Gemeente Nieuwegein

Kopieën aan:
Maartje Donkers; Eric Schellekens;
Arnold Pors; Jeroen Helder

Inleiding

De Provincie Utrecht heeft aan ARCADIS gevraagd om aanvullend de werking van het grondwatermodel, dat gebruikt wordt in het project Ruimte voor de Lek, voor de wijken Hoog-Zandveld en Vreeswijk te verifiëren. Hiervoor heeft de Gemeente aanvullende grondwaterstanden en stijghoogtemetingen aangeleverd.

In deze memo zijn de uitgangspunten voor de geohydrologische berekeningen opgenomen. Ook wordt er kort ingegaan op de gebruikte gegevens en verwerking en bewerking van deze gegevens. In de paragraaf plan van aanpak is de werkwijze voor de modelbouw opgenomen. In de laatste paragraaf vindt u de resultaten, discussie en conclusie, gevolgd door enkele aanbevelingen.

Inhoud:

- Inleiding	1.
- Samenvatting	2.
- Uitgangspunten grondwatermodellering	3.
- Plan van aanpak modelverificatie	6.
- Resultaten	9.
- Conclusie	12.
- Referenties	12.
Bijlage 1	13.

Doel en vraagstelling

Het doel van deze verificatie is om het vertrouwen in het model te verhogen. Om vertrouwen in het model en de modelresultaten te hebben moeten de gemiddelde afwijkingen in berekende grondwaterstanden acceptabel en verklaarbaar zijn. Daarnaast moet de grondwaterdynamiek goed genoeg gesimuleerd worden. 'Acceptabel' en 'goed genoeg' zijn subjectieve begrippen die overeenstemming tussen opdrachtgever, opdrachtnemer, belanghebbenden en andere betrokkenen vereisen. In deze verificatie wordt de modelnauwkeurigheid aan de hand van twee vragen in beeld gebracht:

1. Wat is de gemiddelde afwijking tussen de berekende grondwaterstanden en de gemeten grondwaterstanden, en is dit acceptabel?
2. Berekent het grondwatermodel, onder invloed van de rivierwaterstanden, de grondwaterdynamiek goed genoeg?

Samenvatting

De Provincie Utrecht heeft aan ARCADIS gevraagd om aanvullend de werking van het grondwatermodel, dat gebruikt wordt in het project Ruimte voor de Lek, voor de wijken Hoog-Zandveld en Vreeswijk te verifiëren. Hiervoor heeft de Gemeente aanvullende grondwaterstanden en stijghoogtemetingen aangeleverd.

Het doel van deze verificatie is om het vertrouwen in het model te verhogen. Om vertrouwen in het model en de modelresultaten te hebben moeten de gemiddelde afwijkingen in berekende grondwaterstanden acceptabel en verklaarbaar zijn. Daarnaast moet de grondwaterdynamiek goed genoeg gesimuleerd worden.

Om deze verificatie uit te voeren is met het grondwatermodel de winter van 2006/2007 doorgerekend. De berekende grondwaterstanden zijn op twee manieren vergeleken met de gemeten grondwaterstanden:

1. Overeenkomst van de gemiddeld berekende grondwaterstanden ten opzichte van de gemiddeld gemeten grondwaterstanden.
2. Overeenkomst tussen de berekende grondwaterdynamiek en waargenomen grondwaterdynamiek.

Uit de modelverificatie is naar voren gekomen dat de berekende grondwaterstanden en grondwaterdynamiek door het deelmodel van Ruimte voor de Lek nauwkeurig genoeg zijn om voor verschilberekeningen (superpositie) te gebruiken. Daarnaast zijn de volgende deelconclusies te trekken:

- De absolute gemiddelde afwijking in berekende grondwaterstanden is 22 centimeter.
- De afwijking (plus/min) over alle peilbuizen is gemiddeld 5 centimeter te laag.
- De maximale gemiddelde afwijking is 45 centimeter en de minimale gemiddelde afwijking 1 centimeter.
- Slechts 3 berekende gemiddelde grondwaterstanden liggen buiten de laagste en hoogste grondwaterstand gemeten op die locatie.
- Bij 7 peilbuizen wordt een grondwaterdynamiek berekend die ook in de gemeten grondwaterstanden is af te leiden.
- De verdeling tussen te-hoog-te-laag berekende grondwaterstand ten opzichte van de verificatiepunten is evenredig. Er is dus geen systematische onderschatting of overschatting door het grondwatermodel.

Lokaal kunnen grotere verschillen optreden door modelaannamen zoals peilbeheer, drainage en grondwateraanvulling. Voor de grondwaterberekeningen zijn enkele aannames gedaan voor de grondwateraanvulling om het ontbreken van voorradige gegevens te vervangen. Hierdoor is de dynamiek in het watersysteem als gevolg van neerslag en verdamping niet in de berekening meegenomen. Ook is door het gebruik van een gemiddelde grondwateraanvulling voor een winterhalfjaar de grondwateraanvulling onderschat. In de variantenstudie (ARCADIS, *in prep.*) is wel gebruik gemaakt van en gerekend met een dynamische grondwateraanvulling. Voor een betere verificatie van de berekende grondwaterstanden is het gebruik van een dynamische grondwateraanvulling aan te bevelen.

Uitgangspunten grondwatermodellering

In deze paragraaf wordt het hydrologisch systeem beschreven en de manier waarop dit al in een bestaand numeriek rekenmodel is vertegenwoordigd, het conceptuele model.

Systeembeschrijving

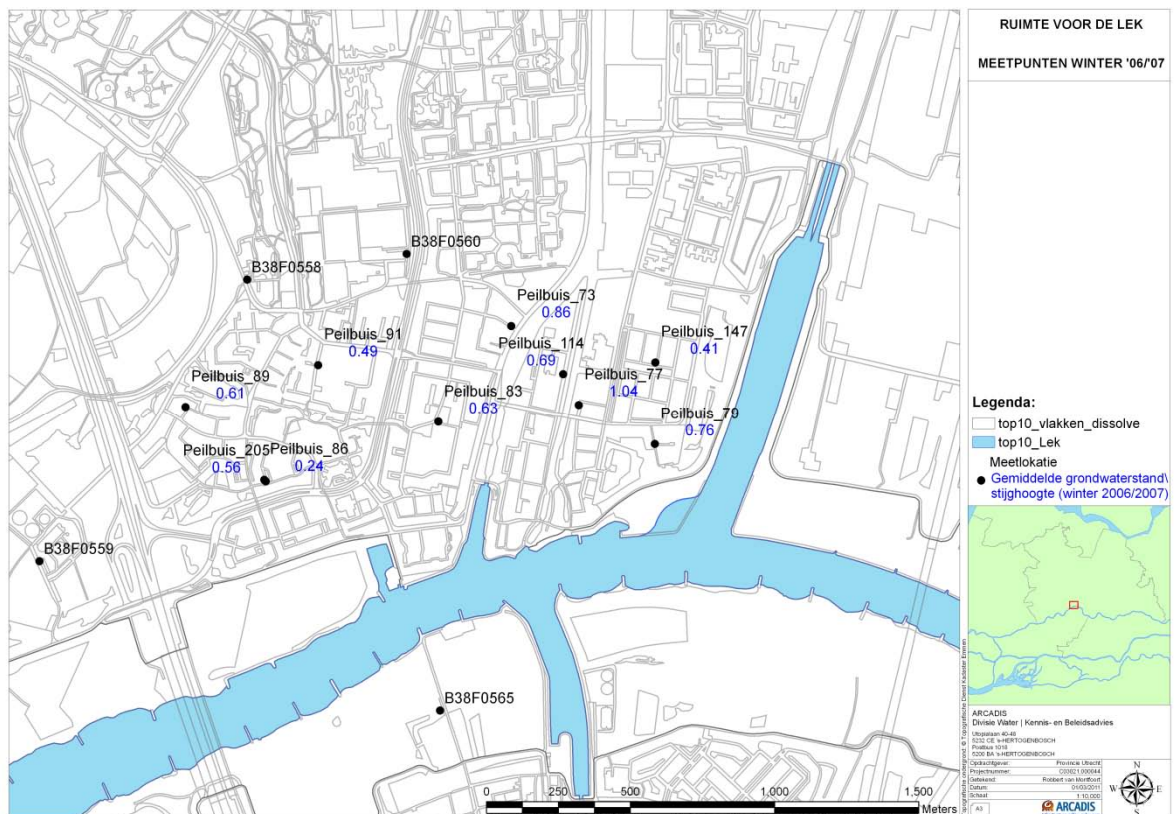
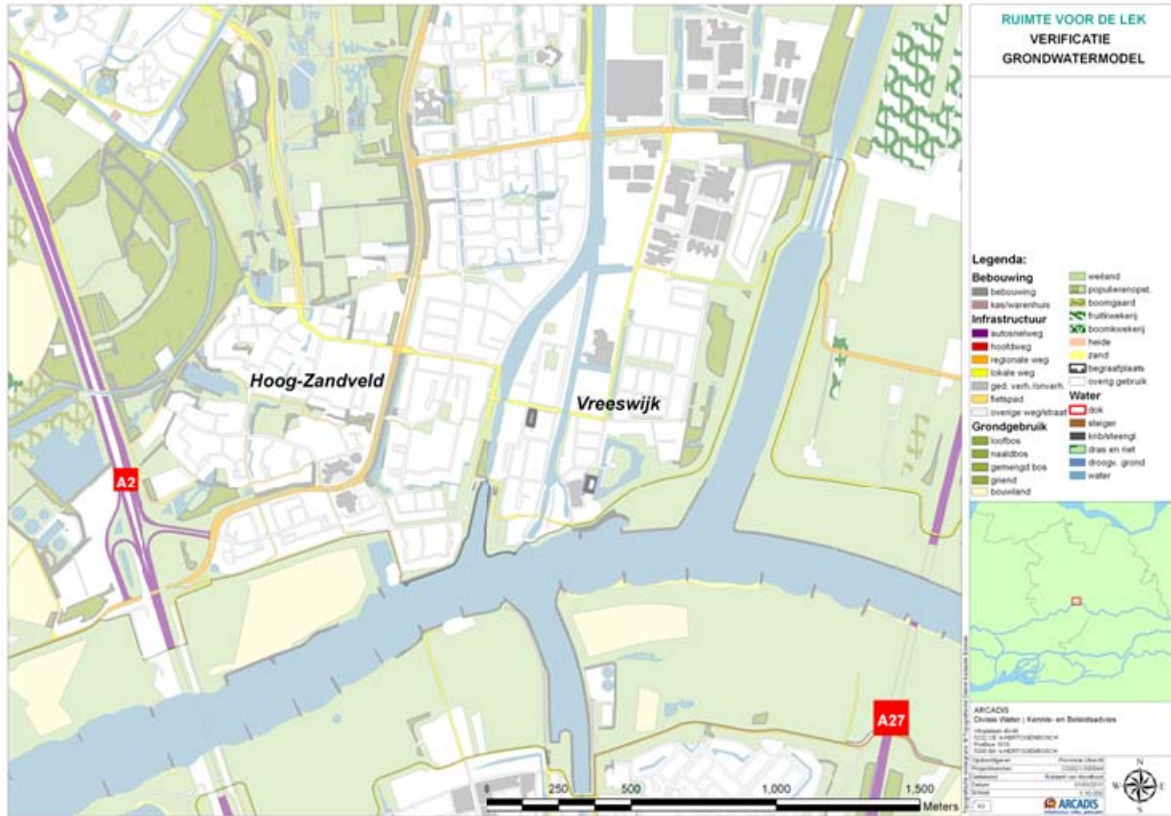
De wijken Hoog-Zandveld en Vreeswijk van Nieuwegein zijn gelegen langs de Lek tussen de A2 (west) en het Lekkanaal (oost). Het maaiveld bevindt zich tussen de 0.0 en +3.0 meter NAP. Het oppervlaktewater in de wijken hebben een peil van -0.10 tot +0.55 meter NAP (zie tabel 1). In figuur 1 is een topografisch overzicht de meetlocaties opgenomen.

Tabel 1 | Eigenschappen van de waarnemingsfilters van de Gemeente Nieuwegein

Peilbuis-nummer	Locatie	X-coördi-naat	Y-coördi-naat	OW-peil max.	OW-peil min.	Kop buis	Maaiveld-hoogte	Boven-kant filter	Onder-kant filter
Peilbuis 86	Violier - Zinniastraat	133999.875	446366.726	+0.40	-0.10	+1.051	+1.250	-0.949	-1.949
Peilbuis 205	Violier - Zinniastraat	134004.719	446361.694	+0.40	-0.10	+1.087	+1.142	-5.913	-6.913
Peilbuis 73	Zuiderstraat-Handelskade	134857.566	446903.311	+0.55	+0.55	+1.508	+1.550	---	---
Peilbuis 77	Bernardstraat	135091.547	446628.537	+0.55	+0.55	+1.495	+0.700	---	---
Peilbuis 79	Klaverkamp	135356.223	446491.587	+0.45	+0.45	+1.466	+1.550	---	---
Peilbuis 83	Iepstraat-Lijsterbesstraat	134604.303	446569.639	+0.10	+0.10	+1.183	+1.250	---	---
Peilbuis 89	Anjerhof	133726.263	446622.108	+0.40	+0.40	+1.145	+1.250	---	---
Peilbuis 91	Kamille-Klaproosstraat	134187.152	446767.441	+0.10	+0.10	+1.249	+1.250	---	---
Peilbuis 114	Prins Hendriklaan	135038.101	446736.355	+0.55	+0.55	+1.602	+1.650	---	---
Peilbuis 147	Burg.de Geerplantsoen-Vechtstraat	135357.752	446776.476	+0.45	+0.45	+1.522	+1.619	---	---

Afhankelijk van de lokale bodemopbouw kan er een drukhoogteverschil optreden tussen de grondwaterstand en de stijghoogte van het eerste watervoerende pakket (wvp1). In peilgestuurde gebieden en/of gedraineerde gebieden is vooral de aanwezigheid\afwezigheid van een klei- of leempakket in de deklaag hierop van invloed. Bij afwezigheid van een verticale weerstand zal het piëzometrisch verschil tussen het grondwater en de stijghoogte nihil zijn. Een verschil in piëzometrisch niveau tussen het grondwater en de stijghoogte in wvp1 geeft inzicht in de mate van kwel en wegzijging in het gebied.

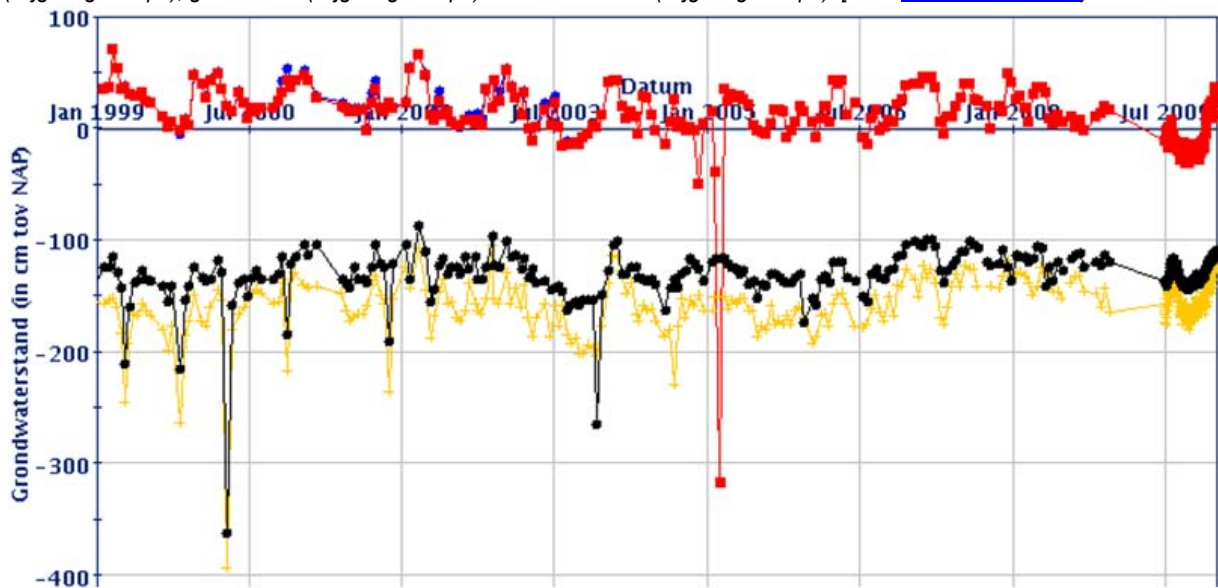
Figuur 1 | Topografisch overzicht en ligging van de peilbuizen inclusief de gemiddeld gemeten grondwaterstand voor de periode 1 oktober 2006 tot en met 31 maart 2007. [Bron: Gemeente Nieuwegein]



ARCADIS

Ter plaatse van meetpunt B38F0558 van VITENS (zie figuur 2) vertonen de gemeten grondwaterstand en de stijghoogte uit het eerste watervoerende pakket (wvp1) geen drukhoogteverschil. Beide piëzometrische niveaus bevinden zich binnen een meter ten opzichte van maaiveld (circa 0,0 tot + 1,0 meter NAP). De stijghoogte uit buis 8 is het piëzometrisch niveau van het tweede watervoerende pakket (wvp2). Tussen het tweede en derde watervoerend pakket is wel een stijghoogteverschil waar te nemen. Deze geohydrologische pakketten spelen geen rol van betekenis.

Figuur 2 | Grondwaterstand en stijghoogte van meetpunt B38F0558 (VITENS). Blauw: filter 1 (grondwaterstand; rood: filter 2 (stijghoogte wvp1); geel: filter 8 (stijghoogte wvp2) en zwart: filter 11 (stijghoogte wvp3). [Bron: www.DINOLoket.nl]



In onderstaande tabel zijn de gemeten grondwaterstanden en stijghoogten in de wijken Hoog-Zandveld en Vreeswijk opgenomen (winterperiode 2006-2007). Net zoals de gemeten grondwaterstanden en stijghoogten in peilbuis B38F0558 van VITENS treden er grondwaterstanden op rond de 0.0 tot +1.0 meter NAP.

Tabel 2 | Metingen tijdens de winter 2006/2007 (oktober tot en met maart) in de peilbuizen van de Gemeente Nieuwegein.

Naam	12-10-2006	15-11-2006	13-12-2006	16-1-2007	15-2-2007	15-3-2007
Peilbuis_86	-0.029	+0.201	+0.321	+0.281	+0.371	+0.321
Peilbuis_205	+0.497	+0.417	+0.617	+0.597	+0.587	+0.627
Peilbuis_73	+0.608	+0.788	+0.808	+0.758	+1.508	+0.708
Peilbuis_77	+0.905	+1.045	+1.095	+1.035	+1.135	+1.015
Peilbuis_79	+0.546	+0.686	+0.696	+0.836	+0.946	+0.846
Peilbuis_83	+0.103	+0.243	+0.803	+0.823	+0.983	+0.813
Peilbuis_89	+0.295	+0.475	+0.735	+0.675	+0.795	+0.695
Peilbuis_91	-0.181	+0.299	+0.559	+0.449	+1.249	+0.539
Peilbuis_114	+0.232	+0.422	+0.702	+0.842	+0.902	+1.032
Peilbuis_147	+0.312	+0.342	+0.452	+0.462	+0.522	+0.382

ARCADIS

Tussen peilbuis 86 en peilbuis 205 lijkt een piëzometrisch niveauverschil gemeten te worden van circa 20 tot 30 centimeter. Of dit een verschil is tussen de freatische grondwaterstand en de stijghoogte in wvp1 is onduidelijk. De diepere filterstelling van peilbuis 205 doet vermoeden dat hier de stijghoogte in wvp1 gemeten wordt. Dit is niet geverifieerd omdat in de aangeleverde gegevens geen informatie hierover bekend is. Aangenomen is dat beide peilbuizen (86 en 205) en ook de overige peilbuizen waarvan een filterstelling geheel ontbreekt, de freatische grondwaterstand wordt meten.

Omdat er met de meetgegevens geen uitsluitel kan worden gegeven over de mogelijke kwel in het gebied zijn de resultaten van het modelinstrumentarium MONA (Kroon e.a., 2001) geraadpleegd. Met dit modelinstrumentarium is een gemiddelde kwelflux van 0.3 tot 2.0 millimeter per dag berekend. Deze flux zal hoofdzakelijk veroorzaakt worden door het peilverschil tussen het Lekpeil en het binnendijkse waterpeil. Ook is een kwelflux vanuit de Utrechtse Heuvelrug een mogelijke bron.

Plan van aanpak modelverificatie

Voor de verificatie van het grondwatermodel voor de wijken Hoog-Zandveld en Vreeswijk is het gekalibreerde deelmodel van de Lek gebruikt (zie ARCADIS, *in prep.*). Dit is hetzelfde model dat ook gebruikt is voor de variantenstudies. Het grondwatermodel voor de studie Ruimte voor de Lek is door ARCADIS aanvullend gekalibreerd (niet in deze verificatie). Voor een beschrijving van de gevoeligheidsanalyse en kalibratie wordt verwezen naar de memo: "*Gevoeligheidsanalyse en kalibratie grondwatermodel Ruimte voor de Lek (RvdL)*" van 19 oktober 2010.

Het grondwatermodel is ingericht om scenarioberekeningen uit te voeren voor het aandachtsgebied van het project Ruimte voor de Lek. Dit is de directe omgeving bij Vianen en Nieuwegein. Het grondwatermodel is geschikt om effectberekeningen uit te voeren tot aan de tweede slecht doorlatende laag (sd12). Voor verdere details over het deelmodel en het regionale model MORIA wordt verwezen naar:

1. Deelmodel RvdL: ARCADIS, *in prep. Ruimte voor de Lek (snip 3): Basisrapport geohydrologie en kwel*. ARCADIS, 's-Hertogenbosch.
2. Regionaal model MORIA: Deltares, 2008. *Grondwatermodellering Rivierenland: Het grondwater modelinstrumentarium MORIA (Modellering Ondergrond Rivierenland Interactief en Actueel)*. Deltares/TNO-rapport, Deltares, Utrecht.

Gegevensbronnen

Voor de modelberekeningen zijn drie typen gegevens benodigd:

1. *Het deelmodel RvdL:*
 - Het standaard grondwatermodel RvdL (versie9) is gebruikt om de verificatie mee door te rekenen.
2. *Lekwaterstanden uit de database van MORIA:*
 - De Lekwaterstanden uit de database van MORIA zijn gebruikt om dynamische rivierwaterstanden voor de winterperiode van 2006/2007 in het model te simuleren.
3. *Gemiddelde grondwaterstand uit de database van MORIA:*
 - De database van MORIA bevat geen grondwateraanvulling voor de winterperiode van 2006/2007. Daarom is gebruik gemaakt van de stationaire grondwateraanvulling.
4. *Verificatiepunten voor de grondwaterstand*

- Gemeten grondwaterstanden in de wijken Hoog-Zandveld en Vreeswijk zijn aangeleverd door de Gemeente Nieuwegein.

Modelaanpassingen

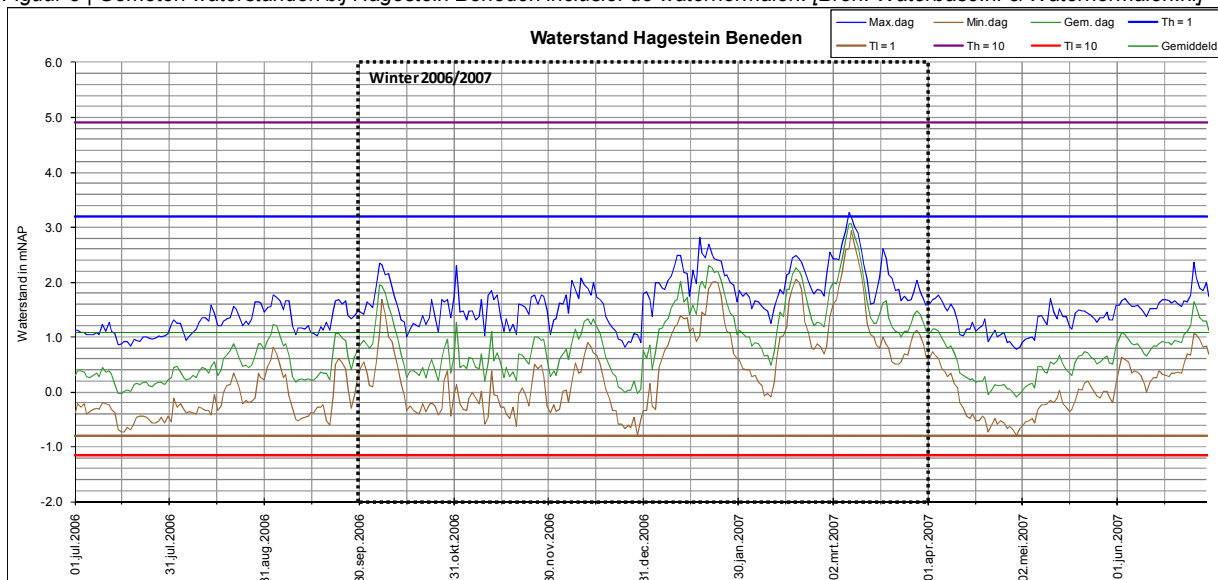
Voor de modelverificatie zijn de volgende modelaanpassingen doorgevoerd:

- Rivierwaterstanden van de Lek en het Lekkanaal (tot aan de sluisdeuren) uit de database van het MORIA model voor de periode 1 oktober 2006 tot en met 31 maart 2007. Hiervoor is voor iedere cel in het buitendijks gebied gekeken naar de rivierstijging en mogelijke overstroming van de uiterwaarden. Op basis van zomerkades is de overstromingsfrequentie bepaald.
- Stationaire grondwateraanvulling voor iedere tijdstap afkomstig uit de database van het MORIA model. De MORIA database bevat (nog) geen dynamische grondwateraanvulling voor de periode na 2004.
- Verificatiepunten met gemeten grondwaterstanden voor de periode 1 oktober 2006 tot en met 31 maart 2007. Aangeleverd door de Gemeente Nieuwegein.
- Om de rekensnelheid te verhogen zijn de modelcellen ten zuiden van de Lek op non actief gezet ('No-Flow').

Rivierwaterstanden

Het grondwatermodel bevat de periode 1 oktober 2006 tot en met 31 maart 2007 met een tijdstap van 1 dag. Hiervoor is gekozen om tenminste een natte periode door te kunnen rekenen. Op 8 maart 2007 is de jaarlijks hoogste rivierstand (T=1) gemeten bij Hagestein Beneden (bron: Rijkswaterstaat; www.waterbase.nl & www.waternormalen.nl). Een T = 10 hoogste en jaarlijks laagste rivierwaterstanden zijn niet voorgekomen in de winter van 2006/2007 (zie figuur 3).

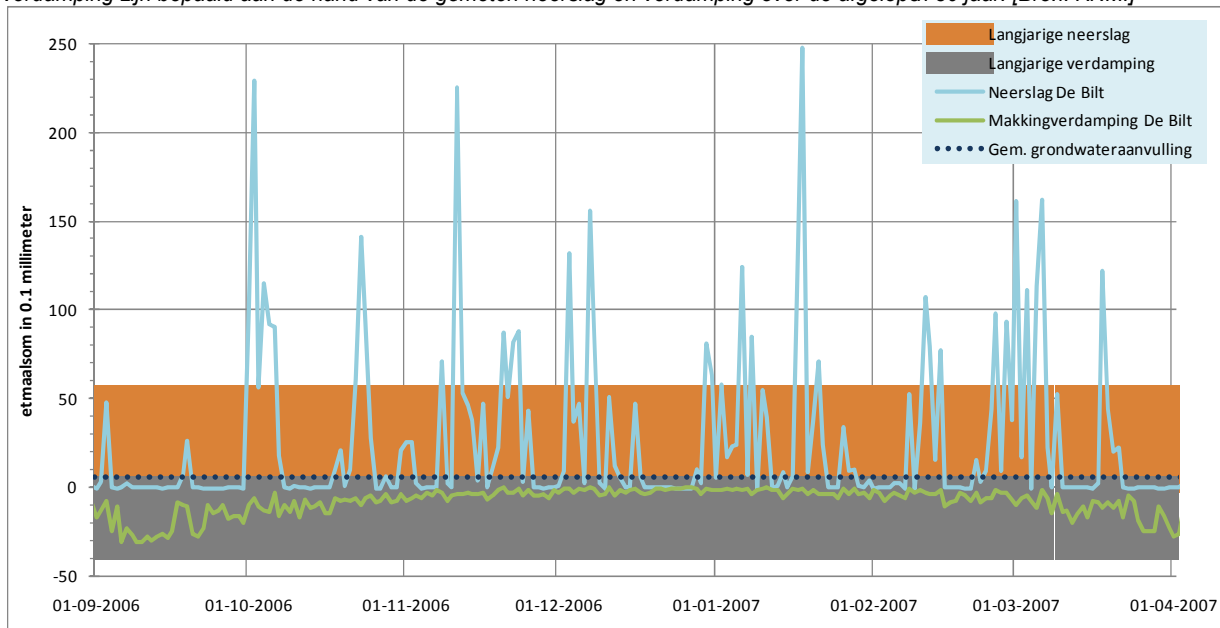
Figuur 3 | Gemeten waterstanden bij Hagestein Beneden inclusief de waternormalen. [Bron: Waterbase.nl & Waternormalen.nl]



Grondwateraanvulling

Het MORIA model bevat alleen grondwateraanvulling voor de periode 1994 tot en met 2004. Voor de berekening van het winterhalfjaar 2006/2007 is gebruik gemaakt van de stationaire grondwateraanvulling van het MORIA model. De grondwateraanvulling is afhankelijk van het landgebruik en is binnen het grondwatermodel gemiddeld 0.82 millimeter per dag (149 millimeter voor een half jaar). Voor de periode 1 oktober 2006 tot 1 april 2007 is bij meteorologisch station De Bilt circa 100 millimeter meer neerslag gemeten dan normaal (=langjarig gemeten neerslag over 30 jaar). De gemiddeld gemeten neerslag bij De Bilt was 535 millimeter ten opzichte van 431 millimeter normaal. De potentiële gewasverdamping was vergelijkbaar, 108 millimeter ten opzichte van 102 millimeter normaal. Het netto neerslagoverschot voor het winterhalfjaar 2006/2007 komt daarmee op 427 millimeter ten opzichte van 330 millimeter normaal, bijna 100 millimeter meer. In figuur 4 zijn deze gegevens grafisch weergegeven.

Figuur 4 | Etmaalsommen van de gemeten neerslag en Makkinkverdamping bij meteorostation De Bilt. De langjarige neerslag en verdamping zijn bepaald aan de hand van de gemeten neerslag en verdamping over de afgelopen 30 jaar. [Bron: KNMI]



Voor de bepaling van de gemiddelde grondwateraanvulling uit de MORIA database is ook rekening gehouden met oppervlakkige afspoeling en plantopname (zie ook bijlage F van Deltares, 2008). Hierdoor is de grondwateraanvulling, de neerslag die daadwerkelijk het freatisch grondwater bereikt, altijd lager dan het netto neerslagoverschot.

Door een gemiddelde grondwateraanvulling te gebruiken voor de grondwaterberekening van een winterhalfjaar wordt de grondwateraanvulling onderschat. Omdat het aandachtgebied van de modelverificatie in stedelijk gebied ligt is de gemiddelde grondwateraanvulling uit de MORIA database representatief verondersteld voor de modelberekening. Hiermee moet rekening worden gehouden bij de interpretatie van de modelresultaten.

Door gebruik te maken van een stationaire grondwateraanvulling zijn alleen de dynamische waterstanden van de Lek van invloed op het grondwaterregime. Het effect van hevige buien en droge perioden (verdamping) zijn niet meegenomen in de berekening.

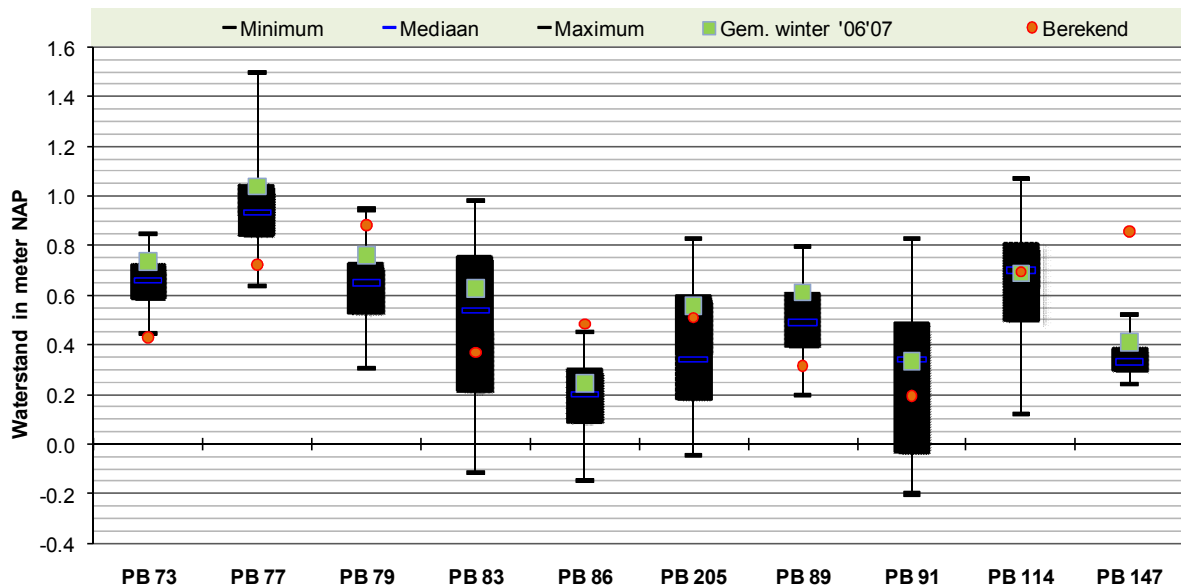
Verificatiepunten

De aangeleverde grondwaterstanden door de Gemeente Nieuwegein (zie “uitgangspunten”) zijn in het grondwatermodel geplaatst. Hierdoor kan maandelijks de gemeten grondwaterstand vergeleken worden met de berekende grondwaterstand.

Resultaten

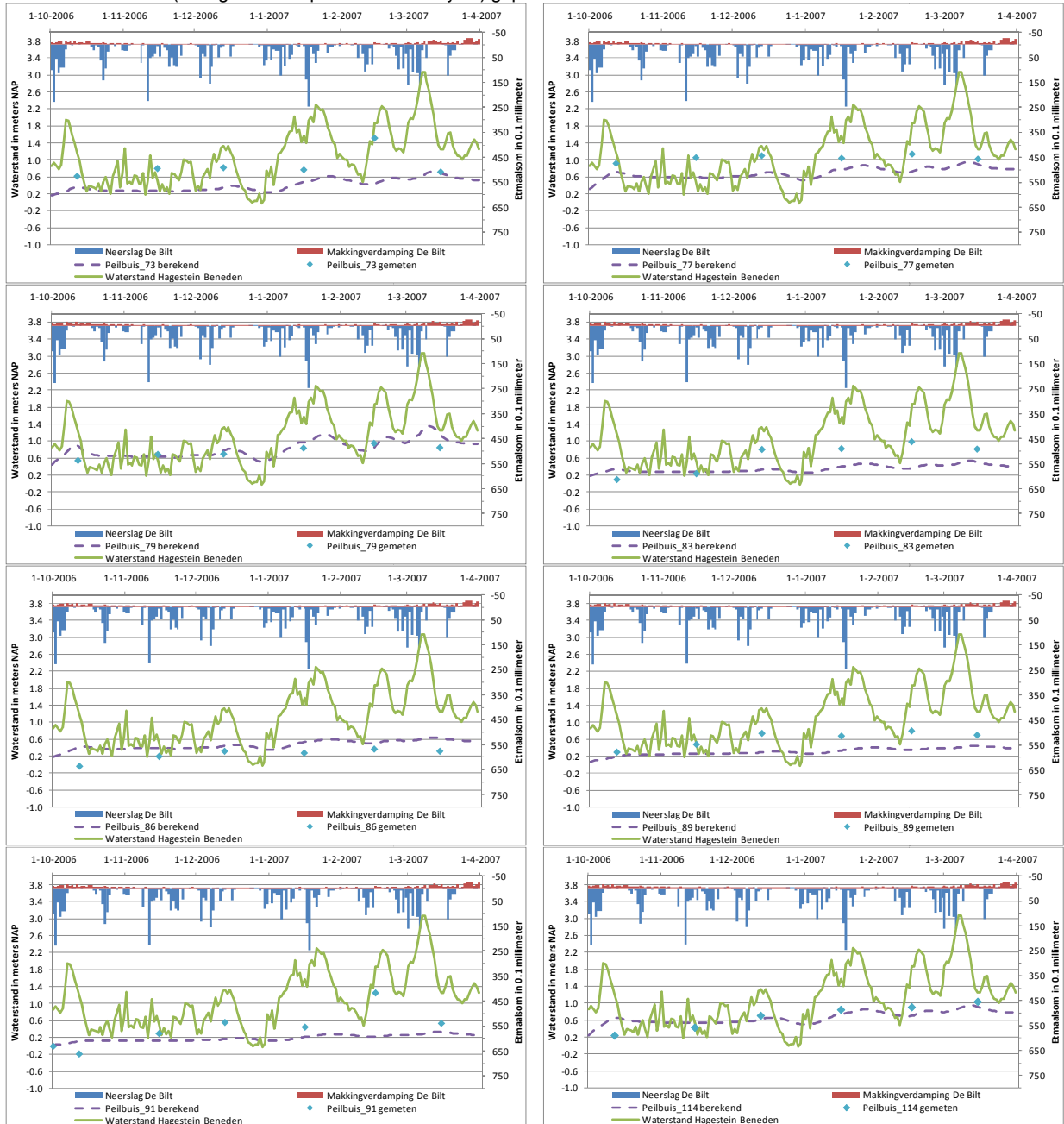
De absolute gemiddelde afwijking is 22 centimeter. De afwijking (plus/min) over alle peilbuizen is gemiddeld 5 centimeter te laag. De maximale afwijking is 45 centimeter (peilbuis 147) en de minimale afwijking 1 centimeter (peilbuis 114). In figuur 5 is dit grafisch weergegeven met boxplots. De boxplots geven inzicht in de dynamiek van de gemeten grondwaterstand in de peilbuis over de volledige meetperiode van oktober 2005 tot en met september 2009.

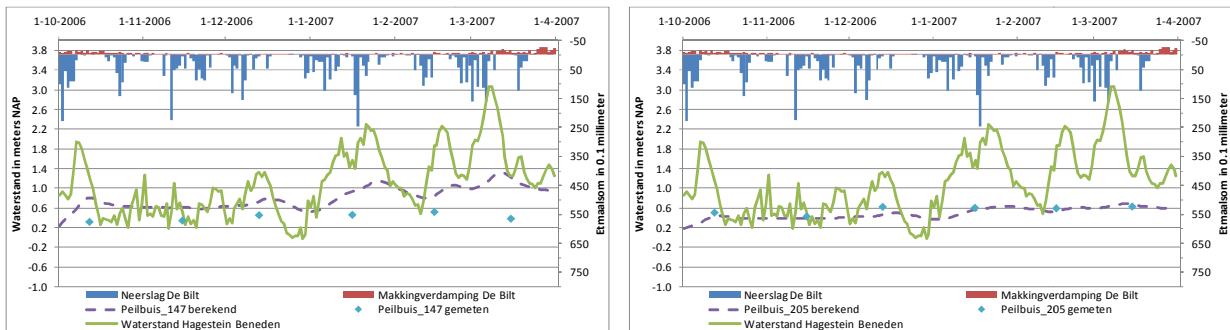
Figuur 5 | Gemiddelde afwijking tussen de berekende grondwaterstand (oranje punt) en gemeten grondwaterstand (groen vierkant) tussen 1 oktober 2006 en 1 april 2007. De boxplots geven het maximum, minimum, 25-percentiel, 75-percentiel en de mediaan (blauwe rechthoek) aan van de volledige meetreeks (oktober 2005 t/m september 2009).



In onderstaande figuren zijn de meetreeksen en berekende grondwaterstanden afgebeeld (voor grotere afbeeldingen zie Bijlage 1). Bij de helft van de peilbuislocaties (peilbuizen 73, 77, 83, 89 en 91) worden te lage grondwaterstanden berekend tussen de 20 en 40 centimeter. Bij peilbuizen 79, 114 en 205 liggen de berekende grondwaterstanden zowel boven als onder de gemeten grondwaterstand. Bij peilbuizen 86 en 147 is de berekende grondwaterstand te hoog berekend (tot 40 centimeter).

Figuur 6 | Berekende grondwaterstand (onderbroken lijn) ten opzichte van de gemeten grondwaterstand (wiebertjes). Ter vergelijking is ook de waterstand bij Hagestein Beneden (doorgetrokken lijn) en de gemeten neerslag en verdamping bij meteostation De Bilt (staafgrafieken op de secundaire y-as) geplot.





Vooral tijdens de neerslag- en afvoerpieken worden te lage of te hoge grondwaterstanden berekend. Dit is deels te verklaren doordat voor iedere tijdstap dezelfde grondwateraanvulling is gehanteerd. Het berekende (dynamische) effect is dan ook volledig toe te schrijven aan de dynamiek van de Lekwaterstanden. Met maandelijks gemeten grondwaterstanden is de kans groot dat de grondwaterdynamiek niet wordt waargenomen vanwege het tijdstip en intensiteit van meten.

Tabel 5 | Toelichting op de berekende grondwaterdynamiek als gevolg van de Lekwaterstanden.

Locatie	Toelichting	Overeenkomst met gemeten 'dynamiek'
Peilbuis 73	Duidelijke dynamiek van de Lekwaterstanden terug te zien in de berekende grondwaterstanden.	Ja
Peilbuis 77	Duidelijke dynamiek van de Lekwaterstanden terug te zien in de berekende grondwaterstanden.	Ja
Peilbuis 79	Duidelijke dynamiek van de Lekwaterstand terug te zien in de berekende grondwaterstanden. Daarnaast een goede overeenkomst tussen gemeten en berekende pieken in de grondwaterstand.	Ja
Peilbuis 83	De Lekwaterstanden beïnvloeden de berekende grondwaterstanden minimaal (lage dynamiek). De gemeten grondwaterstanden vertonen een groter onderling verschil in grondwaterstand (hogere dynamiek).	Nee
Peilbuis 86	Zowel de berekende grondwaterstanden als gemeten waterstanden laten een relatief lage grondwaterdynamiek zien.	Ja
Peilbuis 89	Zowel de berekende grondwaterstanden als gemeten waterstanden laten een relatief lage grondwaterdynamiek zien.	Ja
Peilbuis 91	De Lekwaterstanden beïnvloeden de berekende grondwaterstanden minimaal (lage dynamiek). De gemeten grondwaterstanden vertonen een groter onderling verschil in grondwaterstand (hogere dynamiek).	Nee
Peilbuis 114	Duidelijke dynamiek van de Lekwaterstand terug te zien in de berekende grondwaterstanden. Daarnaast een goede overeenkomst tussen gemeten en berekende pieken in de grondwaterstand.	Ja
Peilbuis 147	Duidelijke dynamiek van de Lekwaterstand terug te zien in de berekende grondwaterstanden. In de gemeten grondwaterstanden wordt deze dynamiek niet waargenomen.	Nee
Peilbuis 205	Zowel de berekende grondwaterstanden als gemeten waterstanden laten een relatief lage grondwaterdynamiek zien.	Ja

Conclusie

Zowel de gemiddelde afwijking als de grondwaterdynamiek worden goed genoeg door het grondwatermodel berekend. De absolute gemiddelde afwijking in berekende grondwaterstanden is 22 centimeter. De afwijking (plus/min) over alle peilbuizen is gemiddeld 5 centimeter te laag. De maximale afwijking is 45 centimeter en de minimale afwijking 1 centimeter. Slechts 3 berekende gemiddelde grondwaterstanden liggen buiten de gemeten laagste en hoogste grondwaterstand op die locatie. Bij 7 peilbuizen wordt een grondwaterdynamiek berekend die ook in de gemeten grondwaterstanden is af te leiden. De verdeling tussen te-hoog-te-laag berekende grondwaterstand ten opzichte van de verificatiepunten is evenredig. Er is dus geen systematische onderschatting of overschatting door het grondwatermodel. De berekende grondwaterstanden door het deelmodel zijn nauwkeurig genoeg om voor verschilberekeningen (superpositie) te gebruiken.

Discussie en aanbevelingen

Lokaal kunnen grotere verschillen optreden door modelaannamen zoals peilbeheer, drainage en grondwateraanvulling. Voor de grondwaterberekeningen zijn enkele aannames gedaan voor de grondwateraanvulling om het ontbreken van voorradige gegevens te vervangen. Hierdoor is de dynamiek in het watersysteem als gevolg van neerslag en verdamping niet in de berekening meegenomen. Ook is door het gebruik van een gemiddelde grondwateraanvulling voor een winterhalfjaar de grondwateraanvulling onderschat. In de variantenstudie (ARCADIS, *in prep.*) is wel gebruik gemaakt van en gerekend met een dynamische grondwateraanvulling. Voor een betere verificatie van de berekende grondwaterstanden is het gebruik van een dynamische grondwateraanvulling aan te bevelen. Een MetaSwap-berekening met het MORIA model heeft hierbij de voorkeur. Hierdoor wordt dezelfde werkwijze en berekening van de grondwateraanvulling uitgevoerd als voor de variantenstudies.

Referenties

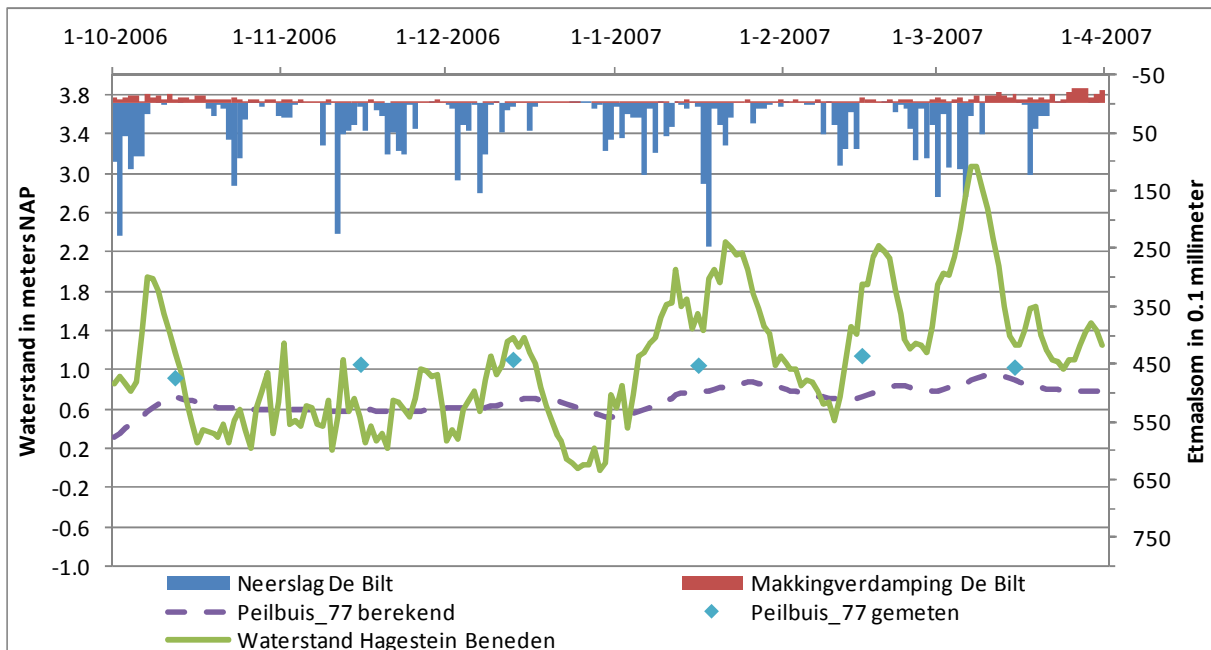
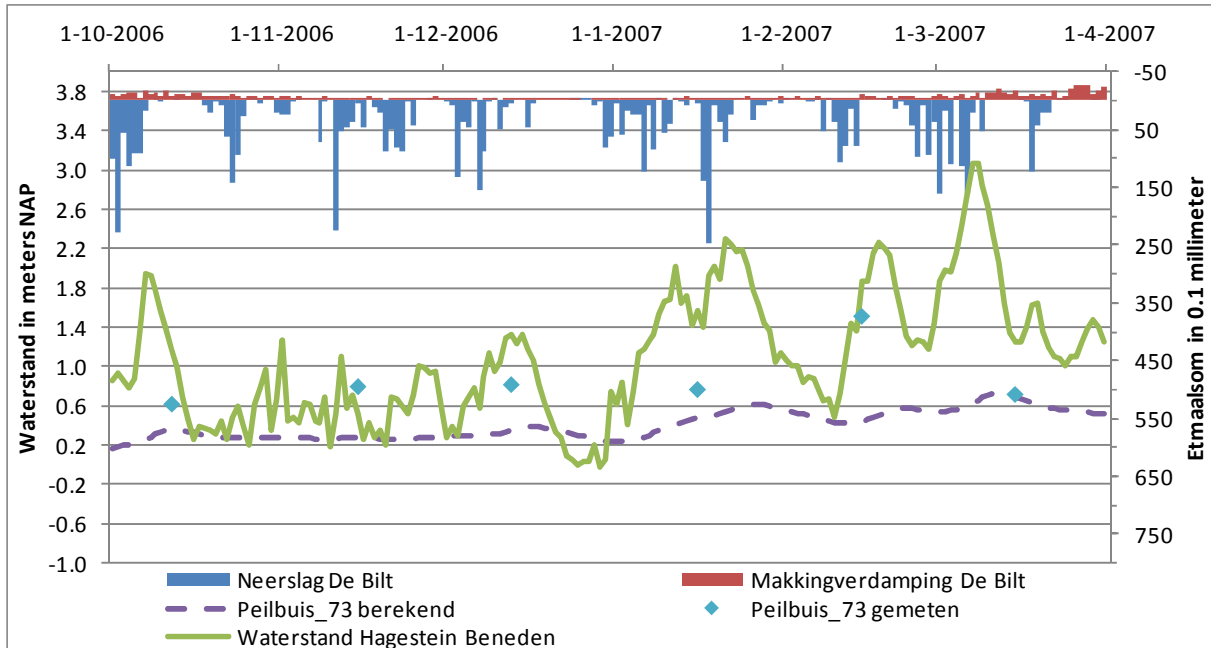
ARCADIS, *in prep.* *Ruimte voor de Lek (snip 3): Basisrapport geohydrologie en kwel.* ARCADIS, 's-Hertogenbosch.

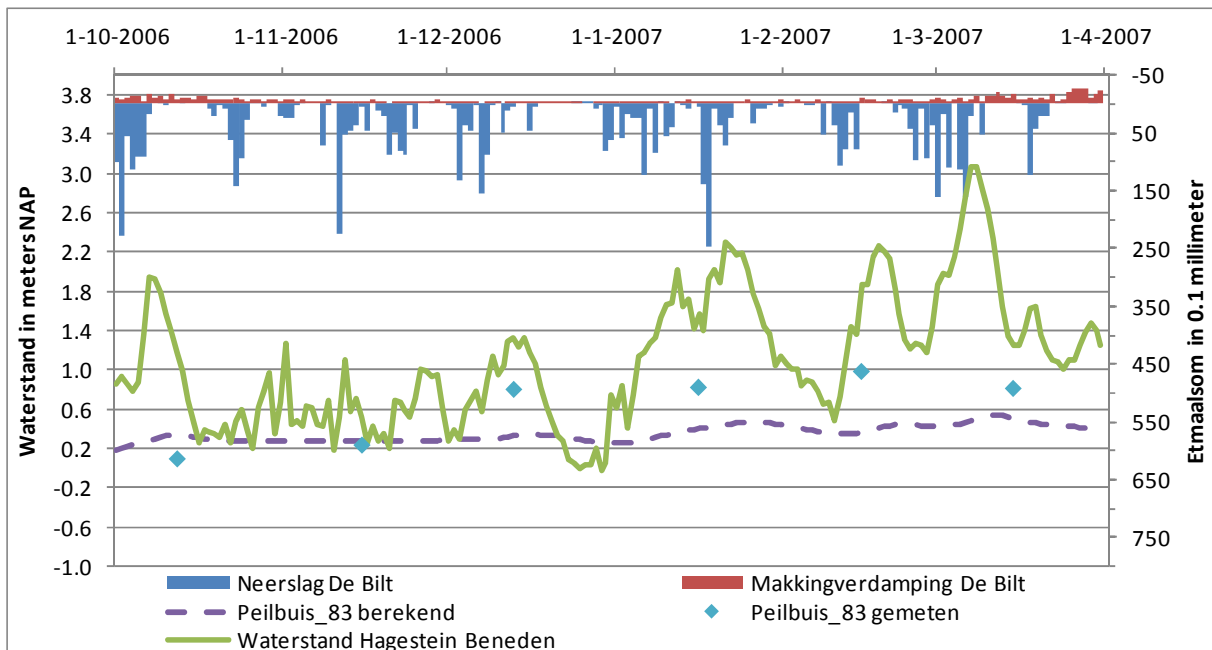
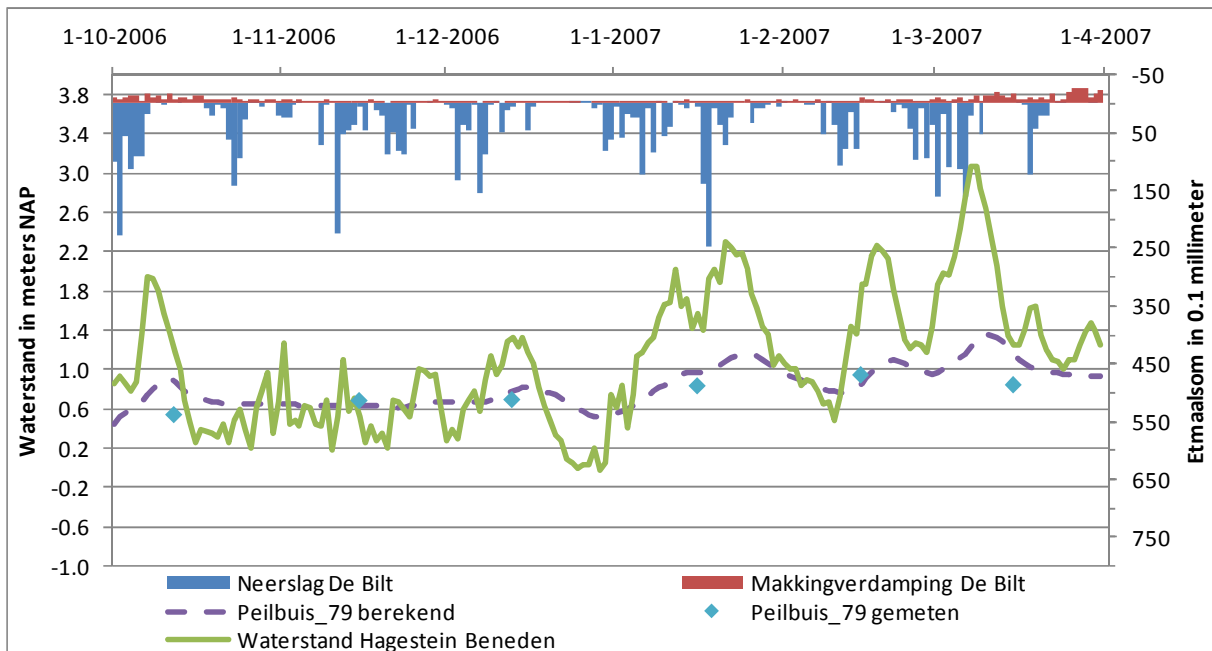
Deltares, 2008. *Grondwatermodellering Rivierenland: Het grondwater modelinstrumentarium MORIA (Modellering Ondergrond Rivierenland Interactief en Actueel).* Deltares/TNO-rapport, Deltares, Utrecht.

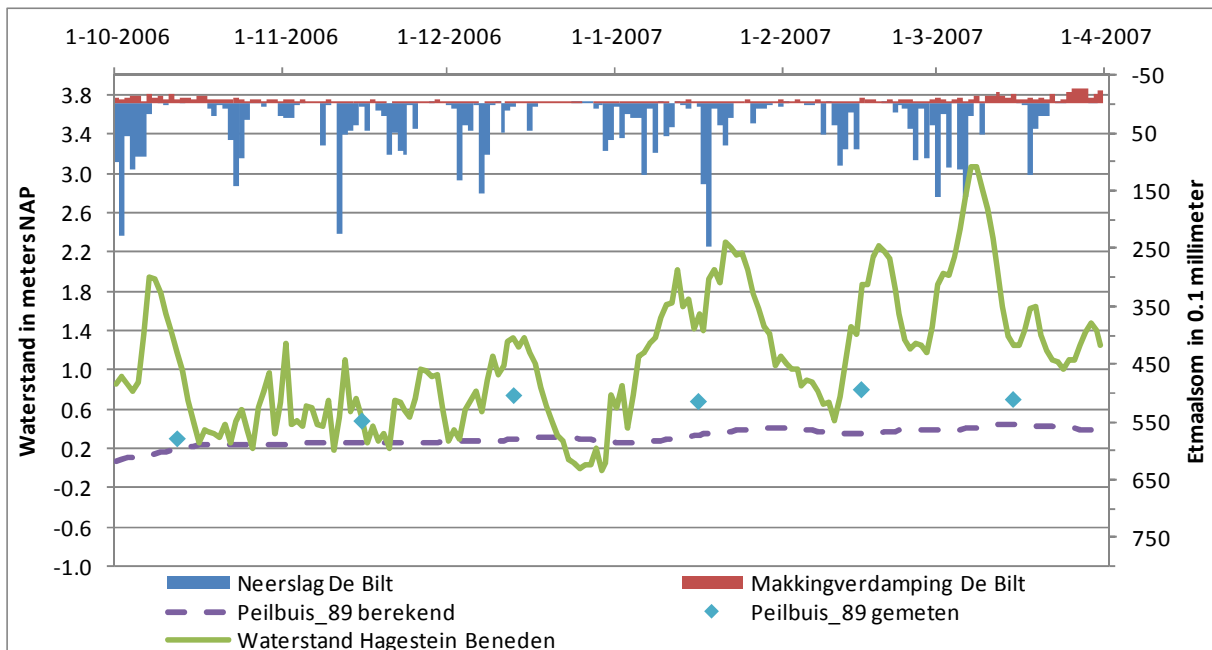
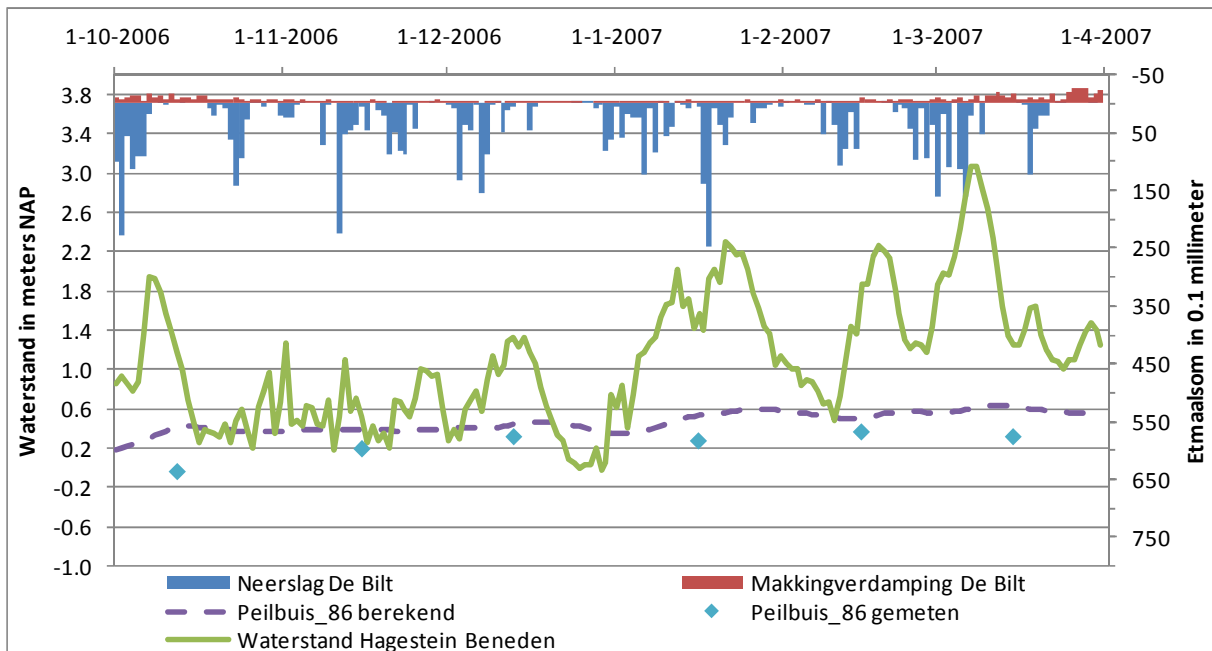
Kroon, T., P. Finke, I. Peereboom & A. Beusen, 2001. *Redesign STONE. De nieuwe schematisatie voor STONE: de ruimtelijke indeling en de toekenning van hydrologische en bodemchemische parameters.* RIZA rapport 2001.017. RIZA, Lelystad.

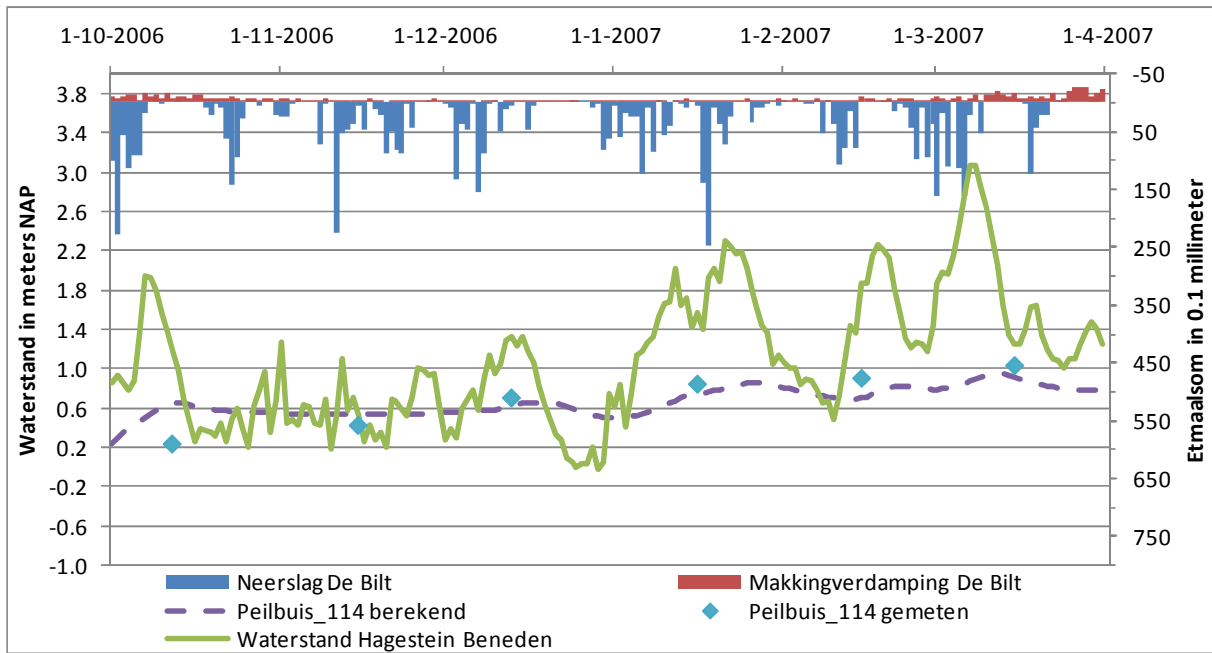
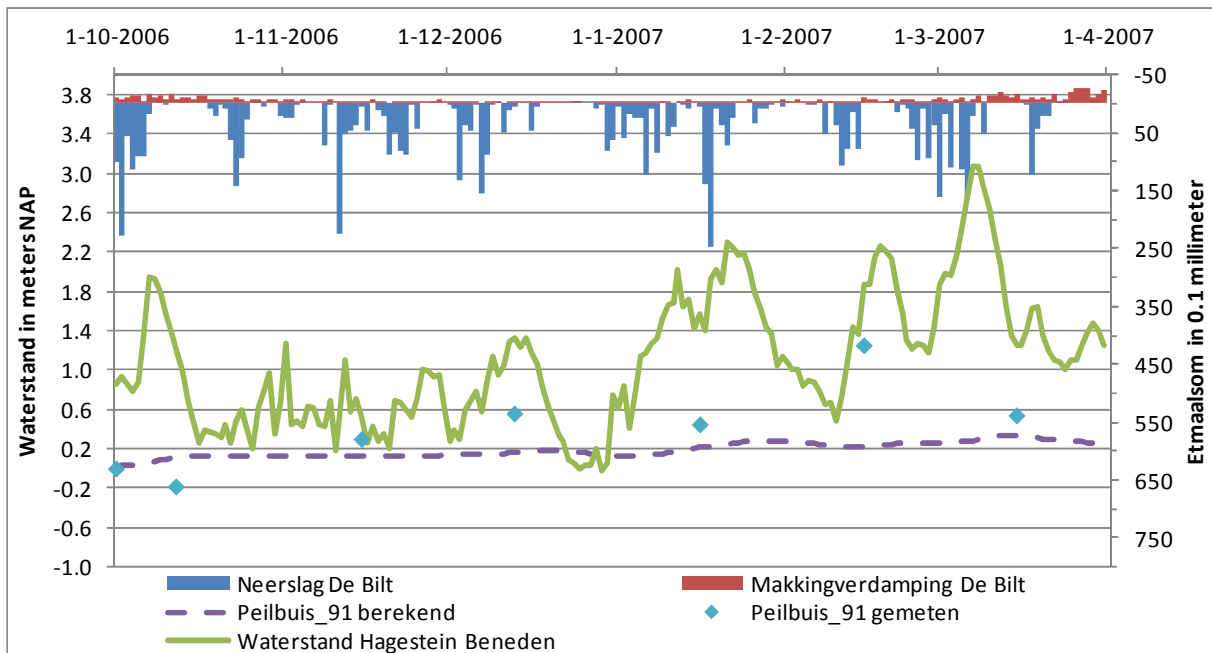
Bijlage 1 | Vergelijking berekende grondwaterstand en gemeten grondwaterstand

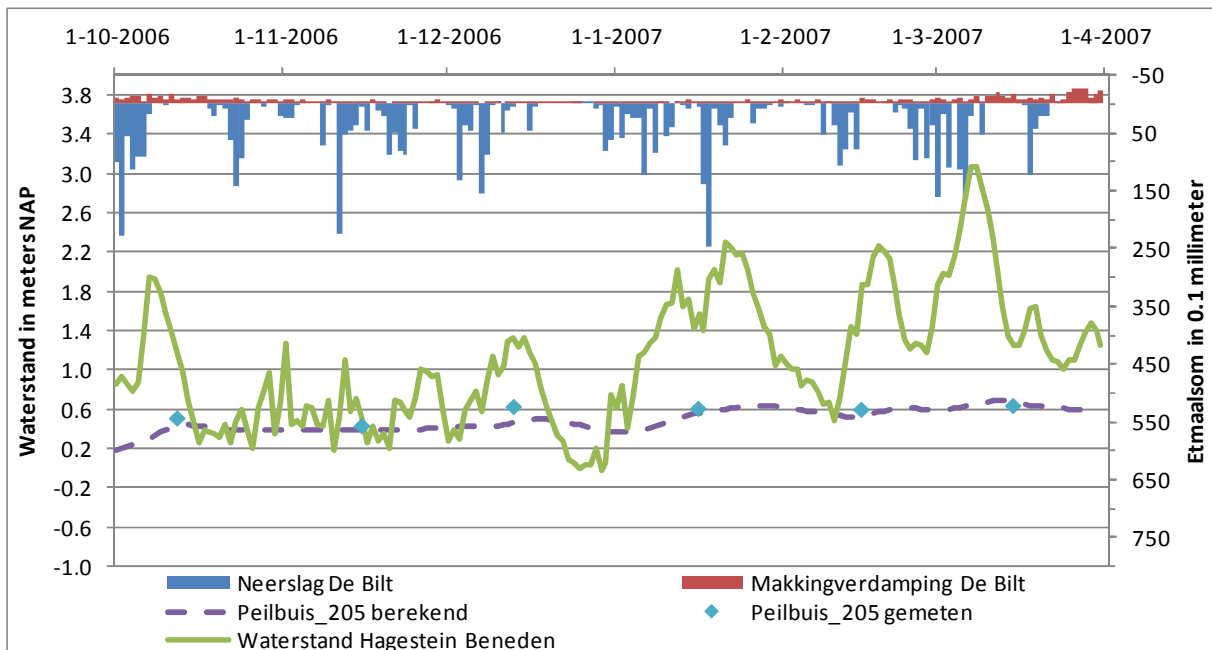
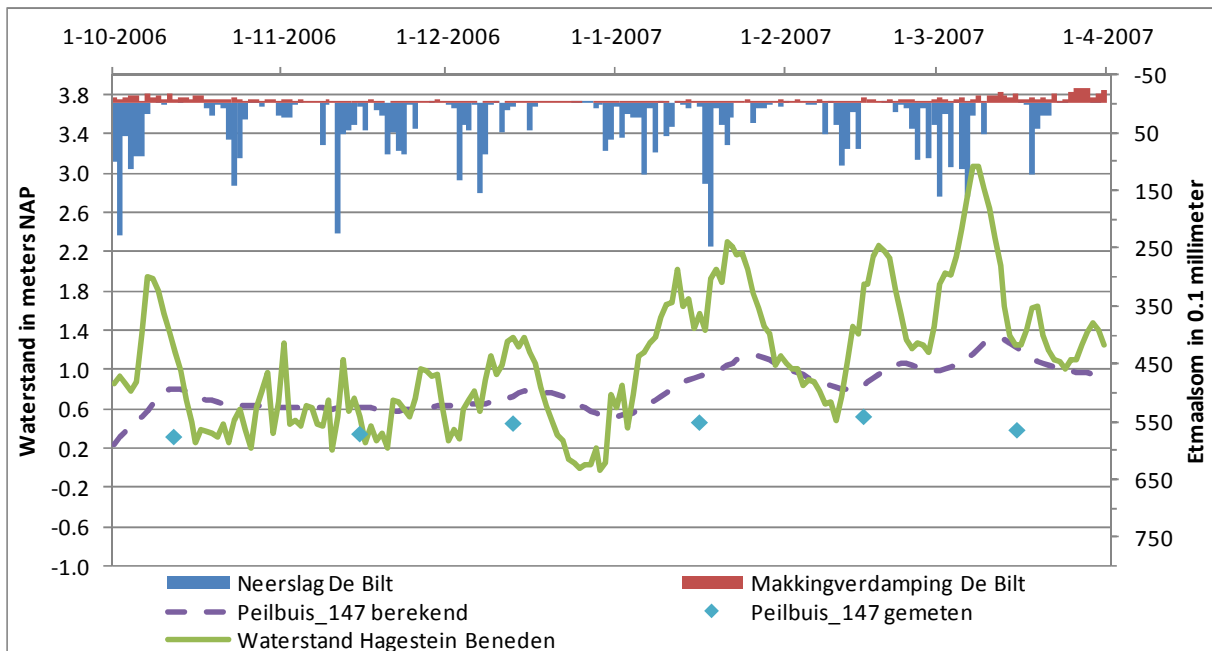
Berekende grondwaterstand (onderbroken lijn) ten opzichte van de gemeten grondwaterstand (wiebertjes). Ter vergelijking is ook de waterstand bij Hagestein Beneden (doorgetrokken lijn) en de gemeten neerslag en verdamping bij meteostation De Bilt (staafgrafieken op de secundaire y-as) geplott.











BIJLAGE 5

Onderbouwing toetsing geostabiliteit kade Buitenstad Vianen

MEMO

Onderwerp:
Stabiliteit buitentalud Zomerdijk Vianen

Apeldoorn,
15 februari 2011

Projectnummer:
C03021.000044

Van:
Hans Niemeijer

Opgesteld door:
Rianne Oudkerk

Afdeling:
Waterkeringen

Ons kenmerk:
075345847:0.1

Aan:
Jurriaan Lambeek

Kopieën aan:

Inleiding

In de plannen van het project Ruimte voor de Lek zit het uitgraven van de historische haven van Vianen. Het Waterschap Rivierenland heeft aan ARCADIS gevraagd of het weer aanleggen van de haven geen negatieve invloed heeft op:

1. De kade rond de Buitenstad (profiel 5);
2. De kade die ten zuiden van de geul ligt (profiel 6).

In het ontwerp is een talud van 1 op 2,5 opgenomen. In deze memo wordt de stabiliteit van dit talud gecontroleerd. Wanneer de helling niet voldoet zal een alternatief gezocht moeten worden. Hierbij kan worden gedacht aan het doortrekken van de damwand die al aan de oostelijke zijde van de haven is gepland.

Het gaat om de buitenwaartse stabiliteit en er is niet gekeken naar het effect van grondwater.

Uitgangspunten

Er is op deze locatie geen grondonderzoek voor dit project uitgevoerd. Daarom is met behulp van gegevens uit het DINO-loket een bodemschematisatie opgesteld. Er is een dwarsprofiel over verschillende boringen van noord naar zuid getrokken. Deze doorsnede is samen met twee boringen opgenomen in bijlage 2.

Het is niet bekend waaruit de Zomerdijk is opgebouwd. Deze dijk is echter zo klein, dat dit weinig invloed heeft op de stabiliteitsberekening. Voor de grondopbouw is gebruik gemaakt van de grondeigenschappen uit Tabel 1 van NEN6740. De materiaalfactoren van het Addendum bij het TR Waterkerende Grondconstructies zijn toegepast:

- zand; $\phi = 1,20$
- klei; $\phi = 1,20$
- klei, $c = 1,25$

Tabel 1: Grondopbouw

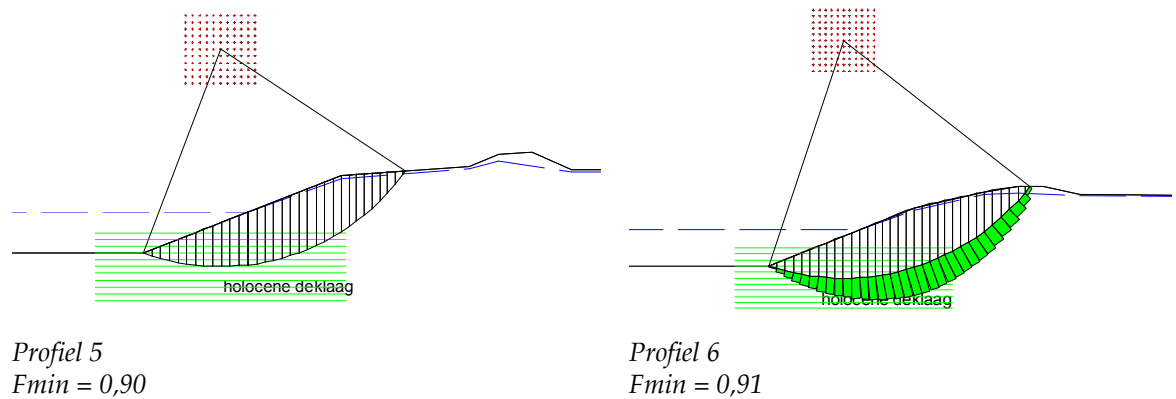
grondsoort	vol.gew. [kN/m ³]	cohesie [kN/m ²]	ϕ [°]
holocene deklaag	17/17	4,0	14,7
zand ondergrond	18/20	0,0	30,3

Voor de val wordt uitgegaan van 3,0 m. Afgaande op de hoogte van de Zomerdijk (circa NAP +5,0 m) en een waakhoogte van 0,5 m betekent dit dat de buitenwaterstand op een niveau van NAP +1,50 m is geschematiseerd.

Conclusie

De afschuifveiligheid is $F_{min} = 0,90$ en $F_{min} = 0,91$. De eis hiervoor is afhankelijk van het te kiezen veiligheidsniveau van de kade. Bij een veiligheidsniveau van 1/100 per jaar is de eis 1,03 indien een schematiseringsfactor van 1,1 aangehouden wordt. Bij een veiligheidsniveau van 1/250 per jaar is de eis 1,06. De profielen voldoen niet aan deze eis.

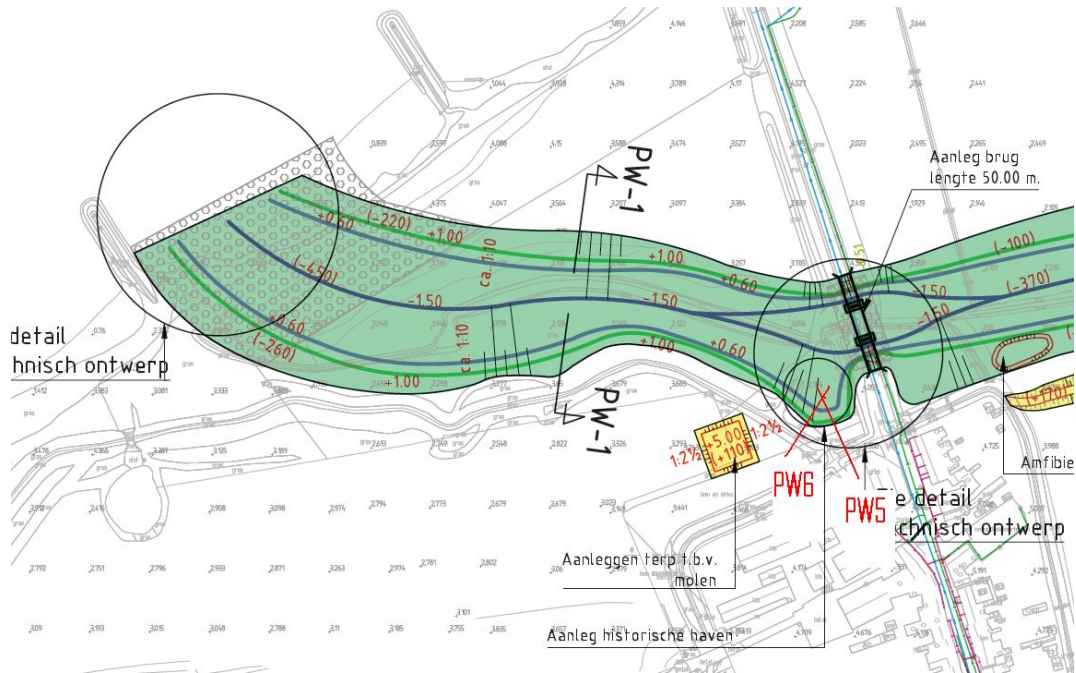
Figuur 1: Glijcirkels macrostabiliteit buitenwaarts



Ook bij een talud van 1 op 3 in plaats van 1 op 2,5 blijft de afschuifveiligheid onvoldoende ($F_{min} = 1,00$ en $F_{min} = 0,99$).

Aangezien langs de oostzijde van de haven al een damwand gepland staat, wordt geadviseerd deze ook langs de Zomerdijk te plaatsen. Als alternatief kan een nog flauwer talud dan 1:3 worden aangehouden.

Bijlage 1: Ligging van de Zomerdijk en de geplande haven



Bijlage 2: Gebruikte boringen van DINO-loket

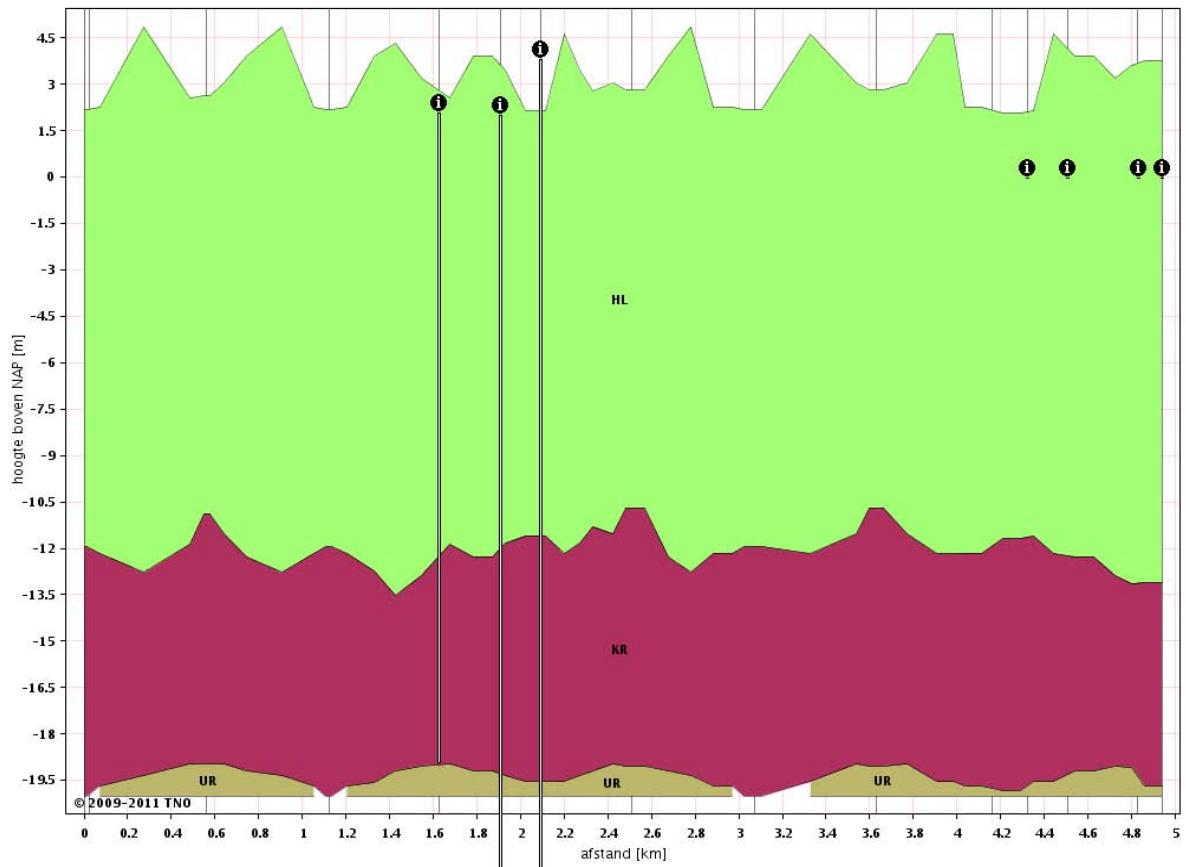
Boring: B38F0565
 Maaiveld: NAP +2,08 m
 +2,08 klei, grijs-bruin
 +0,08 zand, siltig, grijs, zeer fijn
 -0,92 zand, siltig, grijs, zeer grof

Boring: B38F0391
 Maaiveld: NAP +2,00 m
 +2,00 EC-k-1 (samendr)
 -0,40 EC-z (zand)
 -2,50 EC-k-2 (samendr)
 -5,25 NIHO-v-1 (samendr)
 -7,10 EC-k-3 (samendr)
 -14,50 KR-z-1+2+3+4+5+6 (zand)



Op de locatie van de haven lijkt een dunnere samendrukbare laag aanwezig te zijn dan in de rest van de omgeving (zuiden). Op de volgende pagina is te zien dat over de doorsnede van noord naar zuid toch overall een samendrukbaarpakket (HLC) van circa 12 m aanwezig is.

Figuur 2:
Doorsnede van noord naar zuid over boringen (i) B38F0565, B38F0391, B38F0164, B38F0174



BIJLAGE 6

Onderbouwing damwand passantenhaven Vianen en afstand tussen zomerkade Vianense Waard en insteek sloot

MEMO

Onderwerp:
Ruimte voor de Lek, zomerkades Pontwaard en
Viaanse Waard

Apeldoorn,
31 maart 2011

Van:
Hans Niemeijer

Afdeling:
Divisie Water Apeldoorn

Aan:
Henny Schippers, WSRL

Projectnummer:
C03021.000044.

Opgesteld door:
Rianne Oudkerk

Ons kenmerk:
:

Kopieën aan:
Maartje Donkers, Jurriaan Lambeek

ARCADIS NEDERLAND BV
Het Rietveld 59a
Postbus 673
7300 AR Apeldoorn
Tel 055 5815 999
Fax 055 5815 599
www.arcadis.nl

DIVISIE WATER

Inleiding

Voor het project Ruimte voor de Lek zijn in de Pontwaard en Vianense Waard bij Vianen verschillende berekeningen voor zomerkaden gemaakt:

- Doortrekken damwand in het buitentalud van de twee zomerkaden langs de passantenhaven;
- Bepaling afstand kwelsloot zomerkade Vianense Waard.

De verschillende berekeningen zijn op bovenstaande volgorde uitgevoerd en in deze memo gerapporteerd.

Damwand zomerkaden passantenhaven

In februari 2011 is het eerste ontwerp van het buitentalud gecontroleerd aan de stabiliteitseisen en toen bleek dat het talud met een helling van 1:2,5 hier niet aan voldeed. Het verflauwen van het talud naar 1:3 bood geen oplossing. Aangezien langs de oostzijde van de haven al een damwand gepland staat, is toen geadviseerd deze door te trekken langs de zomerkade rond de buitenstad en de zomerkade rond de Mijnsheerenwaard.

Er is, op basis van de bestaande stabiliteitsberekening met de grondopbouw uit tabel 1, een berekening gemaakt voor de benodigde lengte van de damwand.

Tabel 1: Grondopbouw

grondsoort	vol.gew. [kN/m ³]	cohesie [kN/m ²]	phi [°]
Holocene deklaag	17/17	4,0	14,7
zand ondergrond	18/20	0,0	30,3

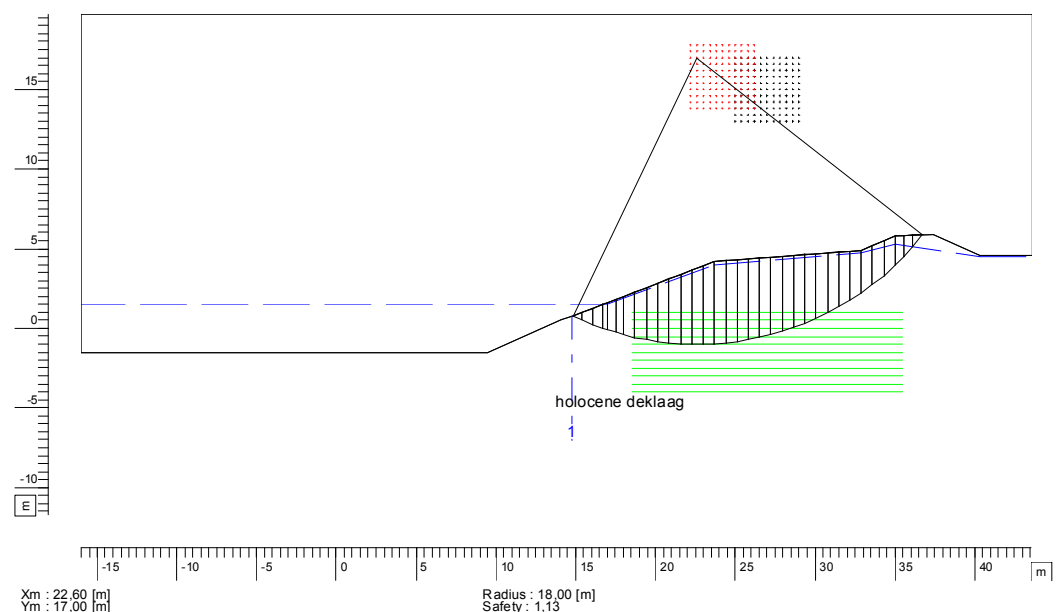
Voor de val is uitgegaan van 3,0 m. Afgaande op de hoogte van de Zomerdijk (circa NAP +5,0 m) en een waakhoogte van 0,5 m betekent dit dat de buitenwaterstand op een niveau van NAP +1,50 m is geschematiseerd. De eis voor de stabiliteitsfactor is 0,9 à 1,0 afhankelijk van de veiligheidsnorm die aan de kade is toegekend. De kop van de damwand bevindt zich daar, waarbij de glijcirkel van het boventalud een afschuifveiligheid heeft die voldoet aan de eis van $F_{min} \geq 1,00$. Uit tabel 2 blijkt dat de kop van de damwand zich minimaal op NAP +0,75 m moet bevinden.

Tabel 2: Kop damwand en afschuifveiligheid glijcirkel boventalud

kop damwand	F_{min} [-]
NAP +2,00 m	1,47
NAP +1,00 m	1,18
NAP +0,75 m	1,13
NAP +0,50 m	0,96

Figuur 1: Glijcirkel boventalud kade bij passantenhaven, $F_{min} = 1,13$

Critical Circle Bishop



Het inheinniveau van de damwand is berekend met MSheet. De damwand krijgt een grote bovenbelasting te verwerken. Bovendien kan een waterstandsverschil voor en achter de damwand ontstaan. Hiervoor is een verschil van 0,5 m aangehouden.

Uitgaande van veiligheidsklasse III volgens CUR166 is een inheinniveau van NAP - 8,25 m (lengte damwand 9 m) nodig. Als uitgegaan kan worden van veiligheidsklasse II dan volstaat een damwand met een inheinniveau van NAP - 7,25 m (lengte damwand 8 m).

Toetsing zomerkade Vianense Waard

Voor de stabiliteitsberekening van deze zomerkade is ook gebruik gemaakt van boring B38F0391 uit Dinoloket. Direct onder het maaiveld is een kleilaag met een dikte van 2 m aanwezig en daarna volgt een tussenzandlaag van 2 m. De nieuwe kade wordt opgebouwd uit klei, waarbij uitgegaan is van de in tabel 3 aangegeven grondparameters. Als buitenwaterstand is NAP +4,2 m aangehouden, omdat de kruinhoogte hier NAP +4,7 m is (waakhoogte van 0,5 m).

Tabel 3: Grondopbouw

grondsoort	vol.gew. [kN/m ³]	cohesie [kN/m ²]	phi [°]
holocene deklaag	17/17	4,0	14,7
tussenzandlaag	17/19	0,0	23,5
klei, nieuw	17/17	3,0	22,0

Boring:	B38F0391
Maaiveld:	NAP +2,00 m
+2,00	EC-k-1 (samendr)
-0,40	EC-z (zand)
-2,50	EC-k-2 (samendr)
-5,25	NIHO-v-1 (samendr)
-7,10	EC-k-3 (samendr)
-14,50	KR-z-1+2+3+4+5+6 (zand)

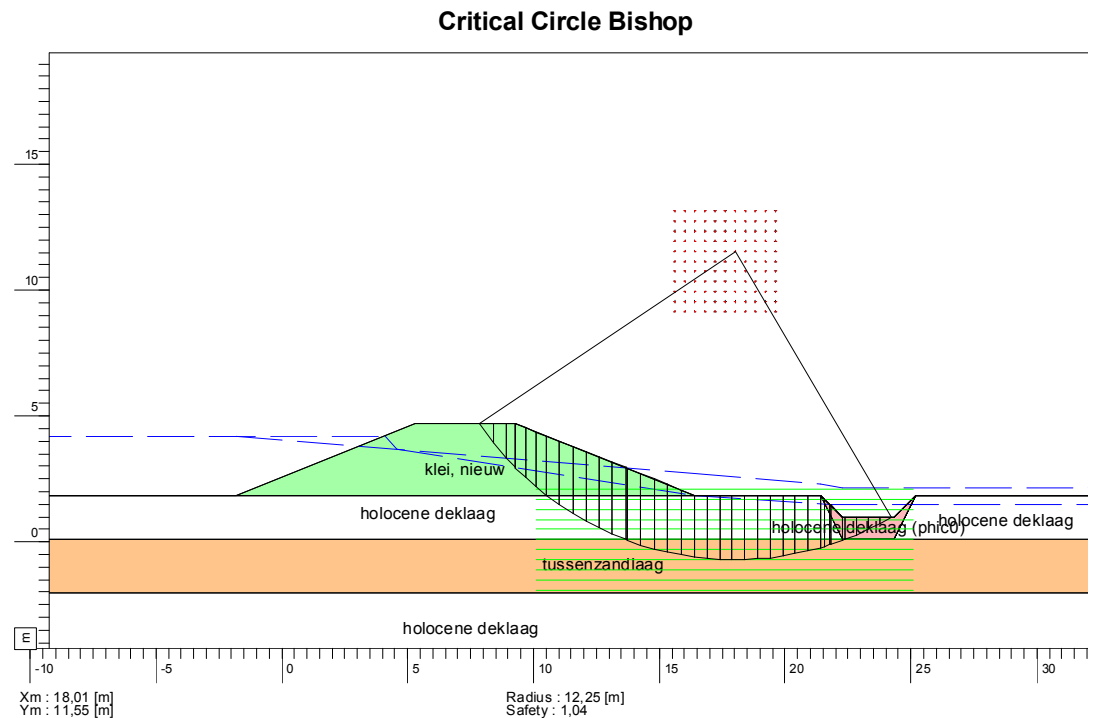
Het maaiveld is op basis van tekening "Inrichtingsplan Vianense Waard, 't Waalse Waard en Stuweiland – Streefbeeld" d.d. 02-03-2011 geschematiseerd op NAP +1,86 m. De hoogte van de bodem van de kwelsloot is ook overgenomen uit deze tekening en bedraagt NAP +1,00 m. Er is een 1:1 sloottalud geschematiseerd. Het slootpeil is aangenomen op NAP +1,50 m.

Stabiliteitsberekening

Om te bepalen bij welke afstand tussen de binnenteen en de insteek van de sloot voldaan wordt aan de stabiliteitseisen, zijn verschillende berekeningen gemaakt. De eis voor de stabiliteitsfactor is 0,9 à 1,0 afhankelijk van de veiligheidsnorm die aan de kade is toegekend. Met MStab is begonnen bij een afstand van 5 m en hierbij blijkt de afschuifveiligheid te voldoen aan de eis van $F_{min} \geq 1,0$. Bij een afstand van 4 m wordt niet meer voldaan aan een stabiliteitseis van 1,0.

Tabel 4: Afschuifveiligheid bij verschillende slootafstanden

slootafstand	F _{min} [-]
5 m	1,04
4 m	0,99

Figuur 2: Glijcirkel sloot op een afstand van 5m, F_{min} = 1,04

Pipingberekening

Een belangrijker faalmechanisme voor deze kade met de achterliggende kwelsloot is piping. Tussen de deklaag en de tussenzandlaag kan een zandmeevoerend kanaaltje ontstaan: een pipe. Er is voldoende veiligheid tegen piping als de deklaag niet opbarst of als een voldoende lange kwelweglengte aanwezig is. Bij een buitenwaterstand van NAP +4,2 m barst de slootbodem op. Om piping tegen te gaan moet dus een voldoende lange kwelweg aanwezig zijn. De aanwezige kwelweglengte bestaat uit de breedte van de kade en de afstand tussen de kade en de sloot.

De benodigde kwelweglengte is afhankelijk van de grofheid van de zandtussenlaag. Omdat hier geen informatie van beschikbaar is, is de veilige waarde van $18 \cdot H$ aangehouden. Het verval (H) is gelijk aan de buitenwaterstand minus het slootpeil en heeft in dit geval een grootte van 2,7 m. De benodigde kwelweglengte bedraagt 48,6 m. De kade heeft, uitgaande van een gemiddelde maaiveldhoogte van NAP +2,0 m, een breedte van slechts 17,5 m. Dat betekent dat het kwelweg tekort ruim 31 m bedraagt. Om piping tegen te gaan, moet de insteek van de kwelsloot op een afstand van minimaal 31 m van de binnenteen liggen. In maaiveld tussen de kade en de sloot kan ook piping optreden als de kleilaag hier opbarst. Door de aanleg van de sloot wordt dat echter voorkomen.

Daar waar de kwelsloot wordt aangelegd zou deze minimale afstand van 31 m moeten worden aangehouden in het ontwerp. Ter hoogte van het terrein van de RWZI wordt de nieuwe zomerkade aangelegd langs een bestaande sloot die doorloopt naar een bestaand sluisje waarmee water kan worden afgevoerd richting de monding van het Merwedekanaal. Deze sloot wordt op die manier ingesloten tussen het hoger gelegen terrein van de RWZI en de nieuwe zomerkade. Omdat de loop van de nieuwe zomerkade is ontworpen om tijdens hogere waterstanden de afvoer via de westelijke hoek van de Vianense Waard richting de geul in de Pontwaard te geleiden, hetgeen bepalend is voor het behalen van de MHW-taakstelling, is het niet mogelijk de zomerkade in noordelijke richting te verplaatsen. Om die reden wordt voorgesteld om in het traject waar de afstand tussen de binnenteen van de kade en de insteek van de sloot minder dan 31 m bedraagt een damwand te plaatsen. In een worst-case scenario zou die damwand een inheinniveau van NAP - 4,4 m moeten hebben. Bij een maaiveldniveau van NAP + 2 m is de damwandlengte dan 6,4 m. Deze damwand zou bij de boveninsteek van de sloot moeten komen. Bovenstaande maatregelen gaan uit van een worst-case benadering. Uit nader grondonderzoek kan blijken dat de sloot dichterbij de kade kan liggen of dat de damwand minder diep kan zijn.

BIJLAGE 7 Verslagen overleggen

VERSLAG

Onderwerp:

Projectnummer:

Afdeling:

K&B Noord Oost

Ons kenmerk:

Plaats/datum bespreking:

Den Bosch, 25 augustus 2010

Verslagnummer:

Opgesteld door:

Jeroen Helder

Verzenddatum:

25 augustus 2010

Aanwezig:

Daan Heineke (PDR)
Jan van de Braak (WS Rivierenland)
Hans Mankor (Provincie Utrecht)
Arnold Pors (ARCADIS)
Juriaan Lambeek (ARCADIS)
Jeroen Helder (ARCADIS)

Afwezig:

Joost Heijkers (vakantie)
Gerjan Verhoeff
Daniela Benedicto van Dalen
Henny Schippers (vakantie)

ARCADIS NEDERLAND BV
 Het Rietveld 59a
 Postbus 673
 7300 AR Apeldoorn
 Tel 055 5815 999
 Fax 055 5815 599
 www.arcadis.nl

DIVISIE WATER

Kopieën aan:

Maartje Donkers
Paul Nijenhuis
Harm Kool
Arjan de Gelder

Actie door: Nummer: Verslag:

[kort verslag, gericht op afspraken en acties]

1

Rondje en Mededelingen

Daan licht kort toe wat zijn rol is in het project, nl toetsen voor PDR.

Juriaan Lambeek vervangt Gerjan Verhoeff

Jeroen Helder vervangt Daniela Benedicto van Dalen

- Geohydrologie in dit project is ook voor de commissie MER in deze een belangrijk aandachtspunt.
- x-as aangeleverde grafiek met Lek waterstanden klopt niet en zal in een volgende versie worden verbeterd.
- Er ligt een bestuurlijke afspraak dat het project Ruimte voor de Lek geen toename van de kweloverlast mag veroorzaken. Er zal discussie ontstaan over wat wordt verstaan onder 'geen verslechtering van de kweloverlast' en welke grenzen hiervoor gelden. Uitgangspunt is dat de bestaande overlast mag niet toenemen.
- Geen oplossingen voor kweltoename doorrekenen voor 1 oktober, afgezien van de impliciete mitigerende maatregel (ophoging langs de dijk) dat onderdeel is van het VKA. Wel zal een advies worden afgegeven om mogelijke toename van kweloverlast tekunnen verminderen.
- Wateroverlast in Vianen in huidige situatie. Binnen Vianen is al weinig ruimte voor berging. Toename van kwel zal hier

Blad:

1/3

ARCADIS

Actie door:	Nummer:	Verslag:
		<p>snel tot meer/vaker overlast leiden.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Omdat momenteel al kweloverlast plaatsvindt in Vianen, zou er wellicht een mogelijkheid kunnen bestaan om o.b.v. een gezamenlijke financiering de (combinatie van de bestaande en na uitvoering RvdL) kweloverlast in Vianen aan te pakken.
	2	<p>Basis gegevens Winning in zuidelijk gebied is opgenomen, deze wordt ook in stand gehouden.</p> <p>Tijdens het dijkversterkingsproject in 2000 is er mogelijk lokaal een kwelscherm of een kleiingraving aangebracht ter hoogte van woonwijk de Hagen, Vianen. Jan laat dit bevestigen en zal kortsluiten richting Arcadis. Ook zal hij nieuwe dwarsprofielen aan Arcadis toesturen. Navraag kan ook worden gedaan bij Hennie Schipper en/of Harm Kol.</p>
JvdB		
AP		<p>Aanpassing hoogtes zomerkades Opvragen bij Saskia v Vuuren (HKV), zij zou het laatste model moeten hebben.</p>
JvdB		<p>Jan van de Braak zal nagaan wat de capaciteit is van het gemaal van de Vianense Waard en geeft dit door aan Arnold.</p>
JvdB		<p>Hoogwatergolf Jan stuurt memo inundatie zomerpolder en vraagt na welke gegevens bekend zijn over de werking van het gemaal.</p>
AP		<p>Navragen welke gegevens bij HDSR bekend zijn over de zomerpolder Bossenwaard</p> <p>Model De keuze voor Moria is vooral praktisch, de kwaliteit van beide modellen is niet doorslaggevend verschillend.</p> <p>Voor de kalibratie heeft ARCADIS de wens een reproductie van de kalibratie van Moria te doen, dit om te bepalen of de huidige modeluitsnede voldoet. Deze set is niet aangeleverd, hiervoor wordt verwezen naar DELTARES, ARCADIS vraagt de gegevens op.</p> <p>JvdB vraagt op welke wijze wordt rekening gehouden met de baggerwerkzaamheden in de Lek. Arcadis neemt intreeweerstand van de Lek mee in de kalibratie.</p> <p>Uitkomsten De kalibratie is nog niet af. Echter op 6 september moeten de</p>

Ons kenmerk:

Verslagnummer:

Blad:
2/3

ARCADIS

Actie door:

Nummer:

Verslag:

concept-resultaten worden gerapporteerd ten behoeve van het bestuurlijk overleg op 1 oktober. HM, JvdB, DH, stemmen in met het voorstel van Arcadis om in 2 parallelesporen verder te werken. Spoor 1: afronden kalibratie en vervolgens effectbeoordeling VVKA. Spoor 2: Huidige situatie en VKA doorrekenen met het dynamische model (zonder afgeronde kalibratie), om zodoende verschillen te kunnen berekenen. Deze verschillen worden gepresenteerd en toegelicht in de rapportage van 6 september. Absolute grondwaterstanden worden in de uitkomsten van 6 – 9 niet gepresenteerd.

Het dynamisch stijghoogteverloop wordt getoetst aan de peilbuizen, verloop moet overeenkomst laten zien ook als absoluut niveau afwijkt. Hoe beter de dynamiek wordt gesimuleerd hoe beter de verschil resultaten. Ook dit komt in de rapportage van 6 september aan de orde.

ARCADIS levert naast bovenstaande grafieken ook:

- kaarten kwelverschil (van wvp 1 naar deklaag)
- kaarten met kwel toename naar watergangen
- kaarten met verandering grondwaterstand

Daarnaast worden ook wijzigingen in inundatiefrequentie in beeld gebracht

Daan Heineke stelt de vraag of er tijdens lage rivierwaterstanden een probleem van wegzijging optreedt. Dit zal worden nagegaan met de augustus 2003 condities.

Scenario's

Hoogwatergolf T= 1 (nov. 2002) en T= 10 (jan. 2003) inclusief uitloop periode

Daarnaast ook een 1 per 10 jaar laagwater (aug. 2003), hoewel het peil hoger is dan dat van de waternormaal. De duur van het laagwater is hier bepalend.

De geselecteerde periode voldoet wel voor de gevraagde scenario's. De door te rekenen scenario's worden geaccepteerd door PDR en Waterschap Rivierenland.

AP

Afspraken

Bespreking concept resultaten: 8 september 's middags in Den Bosch Arnold verstuurd vergaderverzoek. Arcadis zorgt voor toelichting op resultaten. Rapportage wordt 6 sept. door Arcadis rechtsreeks en digitaal aan de groep gezonden.

Ons kenmerk:

Verslagnummer:

Blad:
3/3

VERSLAG

Onderwerp:
 Bespreking concept resultaten t.b.v. het
 Stuurgroepoverleg van 1 oktober

Projectnummer:
 C03021.000044

Afdeling:
 Rivier & Kust

Ons kenmerk:
 075116235:0.1

DIVISIE WATER

Plaats/datum bespreking:
 Den Bosch, 13 september 2010

Verslagnummer:
 Verslag 120910 Geohydrologie

Opgesteld door:
 Jurriaan LambEEK

Verzenddatum:
 12 oktober 2010

Aanwezig:
 Joost Heijkers (JH) (HDSR)
 Daan Heineke (DH) (PDR)
 Jeroen Helder (JE) (ARCADIS)
 Jurriaan LambEEK (JL) (ARCADIS)

Afwezig:
 Jan van den Braak (WSRL)
 Hans Mankor (Provincie Utrecht)
 Henny Schippers (WSRL)
 H. Kool (WSRL)
 Paul Nijenhuis (HDSR)
 Wim Keijkers (HDSR)
 Arnold Pors (ARCADIS)

Kopieën aan:
 Maartje Donkers

Actie door: Nummer: Verslag:

De insteek om op korte termijn (nog voordat de kalibratie is afgerond) voor het Stuurgroepoverleg van 1 oktober al inzicht te kunnen geven in de te verwachte effecten op de kweloverlast was om verschuilmrekeningen te maken met het nog niet volledig gekalibreerde model. Het doel van dit overleg was om de concept resultaten te bespreken.

De weerstand die op basis van de gegevens van Berendsen in het model zijn aangebracht is kritisch. De informatie uit de zandbanenkaart van 2010 is in het model opgenomen.

Het model berekent op dit moment nog te lage waterstanden. De indruk bestaat dat de afvoergolf wat traag door het grondpakket heengaat. Het verschil tussen de HS en het VVKA is het grootst tijdens de T1 afvoergolf. Oorzaak is het langer aanwezig zijn van water in de Vianense Waard door het verlagen van de leikade van het Merwedekanaal.

De opdracht van het geohydrologisch onderzoek is te zoeken naar mogelijkheden om de kweloverlast niet groter te laten worden als gevolg van de uitvoering van het project. ARCADIS stelt de vraag wat precies de definitie is van de verhoging

ARCADIS

Actie door:	Nummer:	Verslag:
JH/AP	GEO-01	van de overlast. Hierop is geen eenduidig antwoord. Afgesproken wordt dat bij de presentatie van de resultaten in ieder geval inzichtelijk zal worden gemaakt waar een verhoging van de grondwaterstand voorkomt als deze tot minder dan 70 cm onder het maaiveld komt.
JH/AP	GEO-02	In principe zal de volgende lijn moeten worden doorlopen: Allereerst zal de kalibratie verder moeten worden afgerond. Vervolgens moet inzichtelijk worden gemaakt of het areaal waar kweloverlast plaatsvindt na uitvoering van het project groter is geworden dan in de huidige situatie. Daarna dient inzichtelijk te worden gemaakt waar in de huidige situatie en de toekomstige situatie een vergroting van de kweloverlast plaats zal vinden en wat dit in absolute waarden voor wat betreft grondwaterstanden betekent. Op dit moment wordt er een gevoeligheidsanalyse uitgevoerd voor de parameterinstellingen. HDSR vraagt welk algoritme wordt gebruikt om de deklaagweerstand aan te pakken. Dit is een vereenvoudigde versie van 'pest'.
JH/AP	GEO-03	HDSR stelt voor om de gemeten fluxen mee te nemen in de kalibratie en geeft aan benieuwd te zijn naar wat het model doet met de oppervlaktewaterfluxen. ARCADIS (Jeroen Helder) stelt de vraag wanneer door de HDSR en WSRL wordt gedeeld dat de kalibratie als afgerond mag worden beschouwd. HDSR geeft aan dat dit niet zo concreet te beantwoorden is. Het gaat om het verkrijgen van een goed gevoel dat het model de dynamiek van het water buitendijks goed volgt. Als belangrijkste parameters worden de grondwaterstanden en de oppervlaktewaterfluxen tijdens hoge rivierwaterstanden genoemd.
JH JH	GEO-04 GEO-05	HDSR (Joost Heijkens) zal nagaan of gegevens van de oppervlaktewaterfluxen kunnen worden toegeleverd. ARCADIS zal nagaan of deze gegevens beschikbaar zijn bij WSRL. Het tweede Kalibratieoverleg is gepland op maandag 20 september tussen 9.30 en 11.30 uur in Den Bosch.

Ons kenmerk:
075116235:0.1

Verslagnummer:
Versgal 130910 Geohydrologie

Pagina
2/2

VERSLAG

Onderwerp: Tweede kalibratieoverleg Ruimte voor de Lek	Projectnummer: C03021.000044	
Afdeling: Rivier & Kust	Ons kenmerk: 075115817:0.2	
Plaats/datum bespreking: Den Bosch, 20 september 2010	Verslagnummer: Verslag 200910 Geohydrologie	DIVISIE WATER
Opgesteld door: Jurriaan Lambeek	Verzenddatum: 12 oktober 2010	
Aanwezig: Joost Heijkens (HDSR) Jan van de Braak (WSRL) Daan Heineke (PDR) Hans Mankor (Provincie Utrecht) Philip Visser (ARCADIS) Jurriaan Lambeek (ARCADIS)	Afwezig: Henny Schippers (WSRL) H. Kool (WSRL) Paul Nijenhuis (HDSR) Wim Keijkers (HDSR) Arnold Pors (ARCADIS) Jeroen Helder (ARCADIS)	Kopieën aan: Maartje Doinkers (ARCADIS)

Actie door: Nummer: Verslag:

Philip Visser vervangt Arnold Pors die op vakantie is. Philip geeft uitleg bij de stand van zaken van de kalibratie van het geohydrologische model. Zijn conclusie is dat de planning van de kalibratie een uitdaging is geweest qua tijd.

In het model is de informatie uit de nieuwe zandbanekaart van 2010 toegevoegd. Er zijn in het model 104 nieuwe kalibratiedoelen aangebracht voor de verschillende lagen. Er is ingestoken op een niet stationaire kalibratie. De som is pas zaterdag 18 september jl afgerond. ARCADIS (Philip Visser) geeft aan dat de kalibratie van het model op dit moment nog niet zodanig is afgerond dat kwantitatieve conclusies uit modelsimulaties kunnen worden opgemaakt. Er blijkt nog een behoorlijke spreiding van de grondwaterstanden te bestaan.

HDSR (Joost Heijkens) geeft aan dat het verschil kan zijn ontstaan doordat peilbuizen dicht bij watergangen zijn geplaatst. Ook kan het zijn dat de Polderpeilkaart niet klopt. WSRL geeft aan dat de Polderpeilkaart voor het zuidelijke gebied in ieder geval klopt.

HDSR (Joost Heijkens) stelt dat de beschikbare gxxg-waarden en fluxmetingen zouden moeten worden meegenomen in de kalibratie. De gxxg-waarden zijn in voorgaande overleggen nog niet aan de orde gesteld. HDSR stelt dat gestart zou

ARCADIS

Actie door:	Nummer:	Verslag:
		<p>moeten worden met een stationaire kalibratie op basis van de g_{xg}-waarden. De fluxmetingen van de poldergemalen en stuwen kunnen dan worden meegenomen als validatie.</p> <p>De conclusie wordt gedeeld dat het model weliswaar goed reageert op de dynamiek van de rivierwaterstanden, maar dat de kalibratie nog moet worden verbeterd.</p>
PV	KO2-01	<p>De afspraak wordt gemaakt om in week 38 een stationaire kalibratie op te zetten op basis van de gemiddelde waterstand van de 1994-2004 reeks. Het moria model was al wel gekalibreerd, maar omdat de weerstand van de deklaag is aangepast dient de kalibratie opnieuw te worden uitgevoerd. De g_{xg}-gegevens zullen voor de kalibratie worden gebruikt. De resultaten van de kalibratie zal aan alle partijen worden doorgemailed. Daarna zal een nieuwe afspraak worden gemaakt om de kalibratie te bespreken. Philip Visser zal vanmiddag de planning bespreken en zal terugkoppeling geven.</p>
AP/PV	KO2-02	<p>Gedeeld wordt dat het van groot belang is om de kalibratie goed af te ronden ten behoeve van de uitstraling naar buiten toe.</p> <p>Provincie Utrecht (Hans Mankor) brengt naar voren dat er eigenlijk al moet worden nagedacht aan een monitoringplan.</p> <p>Als het huidige ontwerp toch een vergroting van de kweloverlast tot gevolg zou hebben dan zou in de worst case kunnen worden gedacht aan 1) een afdeklaag van ca. 1,5 m klei met een doorlatendheid van 50 dg/m in de geul aanbrengen (ter vervanging van bestaande grond) of 2) de aanleg van een nieuwe zomerkade aan de zuidzijde van de nieuwe geul. Philip Visser brengt naar voren dat de mogelijkheid van onderzoigen moet worden meegenomen bij het Uitvoeringsplan.</p>
AP/JL	KO2-03	<p>Belangrijke vragen die moeten worden beantwoord zijn:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Wat zijn de kosten van omputten? 2. Wat zijn de kosten van het aanleggen van de klei in de geul? 3. Wat zijn de kosten voor een extra zomerkade? <p>Aan de orde komt waar de simulaties helderheid over moeten geven. De wens is om de volgende zaken inzichtelijk te krijgen:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Gebieden waar het project niet tot (vergroting van de) kweloverlast leidt en gebieden waar het project wel tot (een vergroting van de) kweloverlast leidt. 2. Parameters behorende bij de wateroverlast binnendijs (bv. Benodigde afvoercapaciteit in achterland). 3. Informatie over de dijkestabiliteit na uitvoering van het project. 4. De frequentie dat overlast zal voorkomen.
Ons kenmerk: 075115617:0.2		<p>Verslagnummer: Verslag 200910 Geohydrologie</p>
		<p>Pagina 2/3</p>

ARCADIS

Actie door:	Nummer:	Verslag:
		<p>ARCADIS (Philip Visser) brengt naar voren dat met de huidige insteek geen uitspraak kan worden gedaan over de verandering van de frequentie dat kweloverlast voor zal komen. De reden is dat het model niet met een langjarige reeks waterstanden rekent, maar enkel kijkt naar de T1 en de T10 afvoergolf. Over de duur tijdens de T1 en de T10-afvoergolf kan met de gekozen insteek wel een uitspraak worden gedaan. HDSR (Joost Heijkens) stelt dat hier wel behoefte aan is.</p>
HM	KO2-04	<p>ARCADIS geeft aan dat dit niet in de bestaande opdracht zit. Indien dit als meerwerk door de Provincie wordt gehonoreerd, dan zou een uitspraak kunnen worden gedaan over de verandering van de frequentie van voorkomen door voor de huidige situatie en de nieuwe situatie ontwerp de 1994 - 2004 waterstandsreeks door te rekenen.</p>

ARCADIS

Onderwerp: Ruimte voor de Lek en relatie tot dijkstabiliteit	Projectnummer: C03021.000044	
Afdeling: Rivier & Kust	Ons kenmerk: 075141206:0.2	
Plaats/datum bespreking: Tiel, 27 oktober 2010	Verslagnummer: WSRL-01	
Opgesteld door: Jurriaan LambEEK	Verzenddatum: 28 oktober 2010	
Aanwezig: Harm Kool (WSRL) Marika de Noij (WSRL) Hans Mankor (Provincie Utrecht) Arnold Pors (ARCADIS) Martin Arends (ARCADIS) Jurriaan LambEEK (ARCADIS)	Afwezig:	Kopieën aan: Maartje Donkers Henny Schippers

Actie door: Nummer: Verslag:

Het onderwerp van het overleg was de relatie van het project Ruimte voor de Lek met de dijkstabiliteit aan de zuidzijde van het projectgebied. ARCADIS heeft een memo opgesteld (zie bijlage bij dit verslag) waarin de dijkstabiliteit is bepaald na uitvoering van het project Ruimte voor de Lek.

Er zijn plannen geweest voor dijkversterking in het gebied, maar besloten is die niet door te laten gaan. De reden hiervoor is dat de maatgevende waterstanden ca 15 tot 20 cm zijn gedaald als gevolg van baggerwerkzaamheden in het traject Schoonhoven – Kinderdijk. Besloten is om die verlaging in de waterstanden mee te laten wegen in de beslissing of de versterking moest worden uitgevoerd.

ARCADIS heeft op basis van het beschikbare grondwatermodel berekend dat de stijghoogte in het watervoerend zandpakket met ca 0,35 zal toenemen. Door deze toename neemt de opbarstfactor van de deklaag achter de dijk af, waardoor opdrijven kan gaan optreden. De stabiliteitsfactor van de dijk wordt door de toename van de stijghoogte lager dan de schadefactor en voldoet niet meer. Op basis van het ARCADIS model moet worden geconcludeerd dat de dijk in de huidige situatie ook al niet stabiel is.

WSRL brengt naar voren dat peilbuismetingen zijn opgeleverd die gebruikt zouden kunnen worden om na te gaan of het model overeenkomt met de metingen uit de wijk De Hagen. Aangegeven wordt dat deze

HM WSRL-1.1 gegevens laat in het proces zijn toegeleverd en niet mee konden worden genomen in de dynamische calibratie die op basis van een afvoerreeks uit 2003 werd uitgevoerd. De metingen zijn overigens opgenomen in de zomermaanden, dus betreffen geen perioden waarin grondwateroverlast heeft plaatsgevonden. WSRL stelt dat de gegevens nog zouden kunnen worden gebruikt voor een validatie van het model. Provincie Utrecht zal nagaan of dit als meerwerk aan ARCADIS gegund zou kunnen worden.

MA WSRL-1.2 ARCADIS brengt naar voren of WSRL nog nut ziet in het uitvoeren van nader onderzoek naar de instelling van de parameters die in de stabiliteitsberekeningen zijn gebruikt. WSRL geeft aan dat deze parameterinstellingen vermoedelijk al scherp zijn ingesteld door Deltares en dat er weinig kans is dat een positiever resultaat wordt gevonden. De conclusie is dat nader onderzoek naar de parameterinstellingen te weinig kans heeft op een betere uitkomst en daarom niet nodig wordt geacht.

WSRL geeft aan dat het onderwerp piping nog mist in de memo over de stabiliteit en stelt voor hier nog aandacht aan te besteden. ARCADIS zal dit doen.

ARCADIS stelt de vraag of de woningen langs de dijk wel goed zijn getoetst. Hierop kan geen antwoord worden gegeven.

ARCADIS heeft een memo gemaakt waarin een aantal maatregelen zijn opgesomd om 1) de dijkstabiliteit te verbeteren en 2) de grondwateroverlast verminderen. Voor de dijkstabiliteit zijn de volgende maatregelen aan de orde gekomen:

1. Kwelscherm (bentoniet)
2. Kleidek op de geulbodem
3. Grindpalen
4. Deepwells
5. Steunberm binnendijks
6. Extra klei ingraven in het voorland van de dijk

Ad. 1 Kwelscherm (bentoniet)

En kwelscherm in de vorm van een damwand is uitvoeringstechnisch niet mogelijk vanwege het dikke zandpakket. Deze maatregel is veruit de duurste van de beschikbare maatregelen en heeft daarom niet de voorkeur.

Ad 2. Kleidek op de geulbodem

WSRL heeft bedenkingen of deze maatregel goed zal

uitwerken. Deze maatregel heeft daarom geen voorkeur.

Ad 3. Grindpalen en Ad 4. Deepwells

WSRL heeft geen voorkeur voor grindpalen of deepwells. Grindpalen zijn relatief duur en moeten worden gecombineerd met investeringen in het vergroten van de afvoercapaciteit in het achterland. Verder stelt WSRL dat er te veel risico bestaan in het beheer en onderhoud bij zowel de grindpalen als de deepwells en of de constructies echt zullen werken op het moment dat het er op aankomt. Deze maatregelen hebben om die reden geen voorkeur bij WSRL.

Ad 5. Steunberm binnendijks

Deze maatregel heeft de voorkeur bij WSRL. Er zijn door ARCADIS een 15-tal knelpunten geïdentificeerd waar binnendijks te weinig ruimte is voor een stabiliteitsberm. WSRL geeft aan dat op die plaatsen lokaal een damwand kan worden gebruikt voor de stabiliteit.

Ad 6. Extra klei ingraven in het voorland van de dijk

Het vermoeden bestaat dat het extra ingraven van klei niet voldoende effect heeft voor de stabiliteit. Als besloten wordt dit toch als een maatregel te overwegen dan zou een sommetje kunnen worden uitgevoerd waarbij de doorlatendheid van deze laag op nul wordt gezet om het maximale effect hiervan te bepalen. Op voorhand heeft een steunberm de voorkeur.

Het was al duidelijk dat dit traject een zwakke dijk heeft. Vanuit WSRL was al een verzoek richting Provincie Utrecht uitgesproken om te bekijken of een gedeelte van de dijkversterking zou kunnen worden meegenomen in het project Ruimte voor de Lek

De projectleider van het dijkversterkingsproject heeft een memo opgesteld waarin wordt afgewogen of kleiingraving buitendijks ten goede zou komen aan de dijkstabiliteit. De conclusie is dat enkel binnendijks wat kan worden gedaan aan de dijkstabiliteit. Omdat dit buiten het projectgebied Ruimte voor de Lek valt, zou dit enkel als een compenserende maatregel kunnen worden ingepast.

De conclusie wordt getrokken dat zo snel mogelijk duidelijkheid moet komen wat de dijkstabiliteit in zowel de huidige als de toekomstige situatie is (op basis van de gebruikte toetsingsmethode en ook op

basis van een meer traditionele toetsingsmethode). Daarna zal op bestuurlijk niveau overeenstemming moeten worden gevonden hoe de dijkstabiliteit kan worden opgepakt en waar financiering vandaan kan worden gehaald.

Henny Schippers heeft Marike de Noij doorgegeven over welke andere onderwerpen ARCADIS met WSRL in gesprek wil. Henny zal over de onderdelen waar het gaat om beheer en onderhoud een apart overleg inplannen. Tijdens het gevoerde overleg komen een aantal onderwerpen op tafel.

De inrichting rond de waterzuiveringsinstallatie.

JL WSRL-1.3 Door de verlaging van de leikade van het Merwedekanaal zal water langs de waterzuiveringsinstallatie de Vianense Waard instromen. WSRL vraagt aandacht voor de stroomsnelheden die ter plaatse zullen optreden.

Beheer zomerkade en aanleg maaipad

Vermoedelijk wordt het beheer van de zomerkade uitgevoerd door boeren. Dit onderwerp zal nader moeten worden besproken tijdens het overleg over het toekomstige beheer en onderhoud.

De aanleg van het ruitpad

JL WSRL-1.4 WSRL ziet geen problemen met de aanleg van het ruitpad in de Vianense Waard. Wel wordt als eis gesteld dat het ruitpad niet direct langs de teen van de dijk mag lopen en dat er aandacht moet worden besteed dat de overgang van de dijk naar het ruitpad niet te veel wordt uitgetrapt.

Loopbrug Vianense Waard

De loopbrug in de Vianense waard die de aan te leggen geul kruist zal korter zijn dan in de besproken tekening. De reden hiervoor is dat de geul niet onder de brug van de A27 zal doorlopen maar in de vorm van een sloot zal doorlopen. Het bruggetje zal dus enkel de sloot kruisen. WSRL heeft bezwaar tegen een dergelijke sloot.

Overgangen over de dijk

JL WSRL-1.5 WSRL geeft aan 4 overgangen over de dijk wel veel te vinden.

Begroeiing

WSRL stelt als eis dat ooibos niet direct bij de teen van de dijk kan worden aangelegd. Op de plaats waar de begroeiing wordt aangebracht moet een meter grond op het leggerprofiel worden aangebracht t.b.v. de wortels.

VERSLAG

Onderwerp:
**Accorderen kalibratie geohydrologisch model
 Project Ruimte voor de Lek**

Projectnummer:
C03021.000044

Afdeling:
Divisie Water

Ons kenmerk:
075232231:A!

Plaats/datum bespreking:
's-Hertogenbosch, 8 december 2010

Verslagnummer:

ARCADIS NEDERLAND BV
 Utopialaan 40-48
 Postbus 1018
 5200 BA 's-Hertogenbosch
 Tel 073 6809 211
 Fax 073 6144 606
 www.arcadis.nl

DIVISIE WATER

Opgesteld door:
A. Pors

Verzenddatum:
14 december 2010

Aanwezig:
**Arnold Pors - ARCADIS
 Jeroen Helder - ARCADIS
 Hans Mankor - Provincie Utrecht
 Juriaan Lambek - Arcadis
 Henny Schippers - Waterschap Rivierenland
 Jan van de Braak - Waterschap Rivierenland**

Afwezig:

Kopieën aan:
**Daan Heineke (PDR)
 Paul Neijenhuis (HDSR)
 Joost Heijkers (HDSR)
 Eric Schellekens
 Maartje Donkers**

Agenda

- 1 – Bespreken memo “gevoeligheidsanalyse en kalibratie grondwatermodel RvdL” dd 19-10-2010 van ARCADIS
 - 2 – Aanvullende kalibratie o.b.v. afvoeren oppervlaktewatersysteem
 - 3 – Memo Deltares “review invloed ingrepen ruimte voor de Lek op macrostabiliteit Vianen”
- 1 De grafieken met een afwijking tussen berekende en gemeten waarden op pagina 14 en 15 zijn besproken:
 Peilbuis B38F0562_1: Circa 30 cm te laag berekend in de deklaag. Deze peilbuis staat nabij de onttrekking in Vianen. De horizontale discretisatie kan te grof zijn om scherpe gradiënt van de grondwaterstand door afpompings nauwkeurig te benaderen. Bovendien is de onttrekking met de vergunde debieten opgenomen in het model. De werkelijk onttrokken hoeveelheden kunnen lager zijn. Peilbuis B38F0562_2: Filter in watervoerend pakket. Afwijking kleiner dan bij filter in deklaag (B38F0562_1). De berekende grondwaterstanden tijdens de hoogwatergolf van jan. 2003 zijn hoger dan de metingen.
 Peilbuis B38F0563_1: Ander peilbuisfilter in Vianen-West. Afwijkingen kleiner, 10-20 cm te laag berekend. Dynamiek goed.
 Peilbuis B38F0564_1: Staat in de uiterwaraden nabij Vianen-West. Opvallen geen/nauwelijks piek in grondwaterstand in november 2002. Uiterwaard staat (nog) niet onderwater bij Lekwaterstand van nov. 2002, waardoor grondwaterstand in de deklaag nauwelijks reageert. Piek in jan. 2003 juist heel heftig door 1 op 1 effect van de rivier.
 Peilbuis B38F0616_1 en B38F0558_1: Staan langs de Oude IJssel in

Blad:
 1/4

ARCADIS

Actie door:

Nummer:

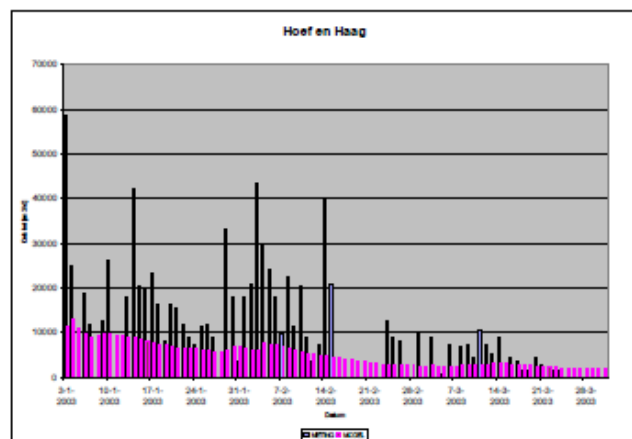
Verslag:

beheergebied van HDSR. Peil van Oude IJssel is gecontroleerd in model en klopt.

Peilbuis B38F0652_1: Staat nabij plas Everstein. Max. peil van plas Everstein is 1,75 m+NAP. Max. grondwaterstand tijdens hoogwater jan. 2003 is circa 2,20 m+NAP. Opbolling is dus 0,45 meter. Dit is veel maar niet onmogelijk. Deze hoek van de polder is volgens waterschap ook nat. Uitzakken grondwaterstanden na hoogwater gaat in model sneller dan de gemeten grondwaterstanden en berekeningen komen ook lager uit (30 cm).

Conclusie: Het model benadert de dynamiek in het grondwatersysteem redelijk goed. Op basis van enkele peilbuizen aan de zuidzijde van de Lek lijkt het model aan de droge kant. Onzekerheden over berekende grondwaterstanden blijft, met name tussen Merwedekanaal en stuw Hagestein wegens gebrek aan peilbuizen.

2

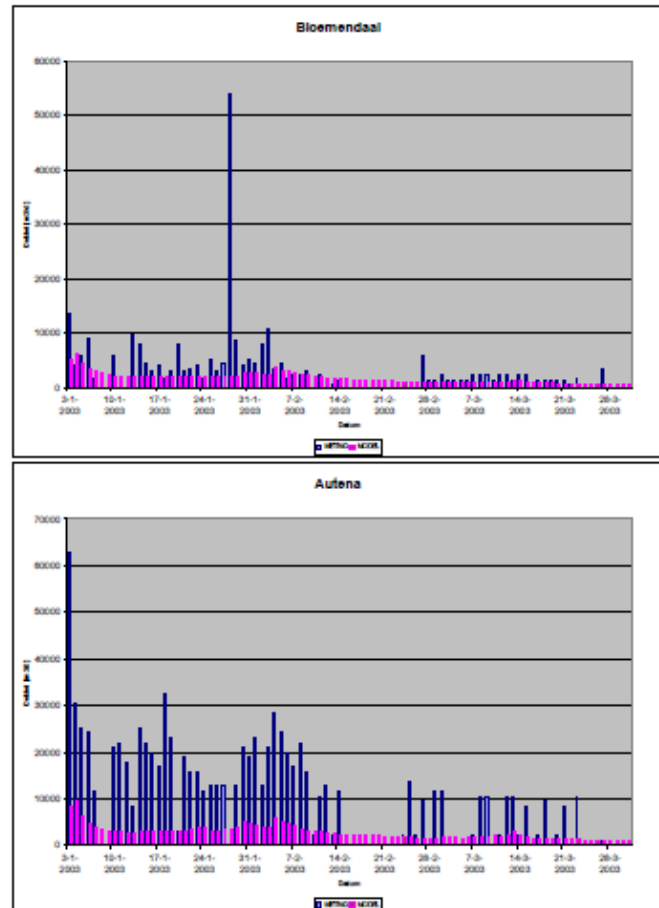


ARCADIS

Actie door:

Nummer:

Verslag:



Bovenstaand de grafieken van de 3 afwateringsgebieden waarvoor de berekende en gemeten afvoer van het oppervlaktewatersysteem zijn vergeleken.

-We zien dat de berekende afvoeren lager liggen dan de gemeten afvoeren.

-De berekende afvoeren zijn zonder run-off component.

-Onbekend is of er water aanvoer is naar de afwateringsgebieden in deze situaties (T=1 en T=10). 's Zomers is er wel aanvoer. Hoeveelheden zijn onbekend.

-Circa de helft van afwateringsgebied Hoef en Haag bestaat uit stedelijk gebied. Onbekend is welk deel van de run-off via de riolering en welk deel via het oppervlaktewater wordt afgevoerd.

-De gemeten afvoer is bepaald op basis van de theoretische

Ons kenmerk:

Verslagnummer:

Blad:

ARCADIS

Actie door:	Nummer:	Verslag:
	3	<p>gemaalcapaciteit maal de draaiuren. In de praktijk ligt de gemaalcapaciteit lager. Deze kan in de loop der jaren tot 50% afnemen.</p> <p>-Van gemaal Hoef en Haag is bekend dat deze op niet meer optimaal functioneert en aan vervanging toe is.</p> <p>Conclusie: De vergelijking van de gemeten en berekende afvoeren helpt straks bij de interpretatie en analyse van de berekende effecten, maar geeft geen aanleiding om het model aan te passen. Dit model is het beste wat op dit moment mogelijk is en goed genoeg om de effecten van dit project in beeld te brengen.</p> <p>Memo Deltares "review invloed ingrepen ruimte voor de Lek op macrostabiliteit Vianen"</p> <p>WSRL heeft de dijkstabiliteit berekening van Arcadis laten toetsen door Deltares. Deltares noemt in de memo het geohydrologisch model van RvdL te onnauwkeurig om de stijghoogten ten behoeve van de dijkstabiliteit te kunnen berekenen. Het model dat Deltares in het verleden zelf heeft gemaakt voor dit gebied is volgens hen beter, omdat dit is gekalibreerd met stijghoogte metingen van de periode 1993-1995.</p> <p>Deze metingen zijn bij WSRL, prov Utrecht en ARCADIS niet bekend en daarom niet gebruikt voor het geohydrologisch model.</p> <p>Hans Mankor plant een overleg met Deltares om de modellen te bespreken en te voorkomen dat dit in de voortoets pas naar boven komt.</p>
Actielijst		
Actie door:	Nummer:	Verslag:
H. Schipper	1	Praktijkpeilen van de plas Everstein aanleveren
H. Schipper	2	Gegevens over wateraanvoer naar peilgebieden aanleveren
Arcadis	3	Grafieken afvoeren aanvullen met neerslag en omrekenen naar mm/d
H. Mankor	4	Overleg plannen met Deltares over gebruikte modellen voor dijkstabiliteit en geohydrologie

ARCADIS

Actie door:

Nummer:

Verslag:



Gemiddelde grondwaterstanden maart/april 2003 ("GVG"):



Gemiddelde grondwaterstanden januari/februari 2003 ("GHG"):

Ons kenmerk:
075252037:A!

Verslagnummer:

Blad:
2/5

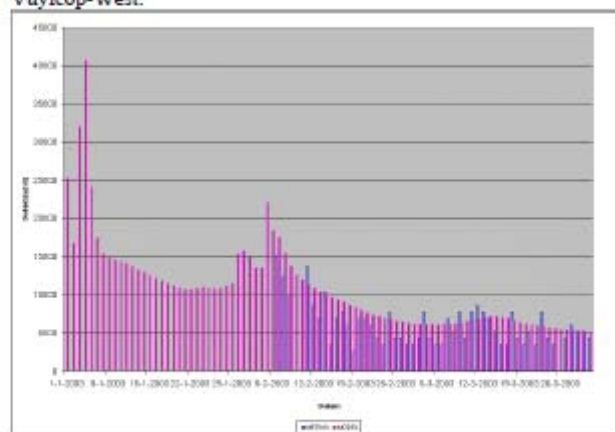
Actie door: Nummer: Verslag:



- Augustus 2003 was droger dan een GLG
- Model toch wat natter berekend dan GLG, doordat model er vanuit gaat dat peilen gehaald worden door aanvoer van water.
- Patronen beide GLG's op veel plaatsen herkenbaar/vergelijkbaar.
- Op basis van de GLG vergelijking lijkt het model aan de natte kant.

3

Afvoeren oppervlaktewatersysteem.
Vuylocop-West:



Ons kenmerk:
075252037:A!

Verslagnummer:

Blad:
3/5

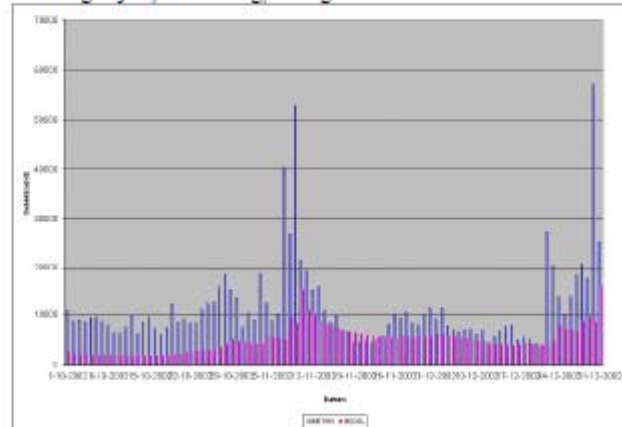
ARCADIS

Actie door:

Nummer:

Verslag:

Doorslag Vijzel, Fokkesteeg, Oudegein:



Bovenstaand de grafieken van de 4 afwateringsgebieden waarvoor de berekende en gemeten afvoer van het oppervlaktewatersysteem zijn vergeleken.

- Voor Vuylocop West liggen de berekende afvoeren hoger dan de gemeten. Afwateringsgebied is met name buitengebied.
- Voor Doorslag Vijzel, Fokkesteeg, Oudegein liggen de berekende afvoeren lager dan de gemeten. Dit afwateringsgebied ligt in het stedelijk gebied. In Vianen zagen we voor afwateringsgebied Hoef en Haag, ook grotendeels stedelijk gebied, ook te laag berekende afvoeren
- De berekende afvoeren zijn zonder run-off component. Onbekend is welk deel van de run-off via de riolering en welk deel via het oppervlaktewater wordt afgevoerd. Dit kan met name in stedelijk gebied een grote rol spelen.
- Onbekend is of er water aanvoer is naar de afwateringsgebieden in deze situaties (T=1 en T=10).
- De gemeten afvoer is bepaald op basis van de theoretische gemaalcapaciteit maal de draaiuren. In de praktijk ligt de gemaalcapaciteit lager.

4

Conclusie: Model is goed genoeg om effecten van RvdL in beeld te brengen. Afwijkingen in vergelijking afvoeren oppervlaktewatersysteem en vergelijking GxG's geven geen aanleiding parameter instelling van het model aan te passen. Deze analyse is wel noodzakelijk voor goede interpretatie van de berekende effecten.

Actielijst

Actie door:

Nummer:

Verslag:

Ons kenmerk:
075252037:A!

Verslagnummer:

Blad:
4/5

ARCADIS

Actie door:	Nummer:	Verslag:
Arcadis	1	Grafieken afvoeren aanvullen met neerslag en omrekenen naar mm/d

VERSLAGOnderwerp:
Effecten VKAAfdeling:
K&B Noord OostPlaats/datum bespreking:
Tiel, 22 december 2010Opgesteld door:
Jeroen HelderAanwezig:
Arnold Pors (ARCADIS)
Jeroen Helder (ARCADIS)
Hennie Schippers (WSRL)
Jan van Braak (WSRL)
Hans Mankor (prv Utrecht)
Paul Neijenhuis (HDSR)

Projectnummer:

Oms kenmerk:
075251705:0.1

Verslagnummer:

Verzenddatum:
22 december 2010Afwezig:
Joost Heijkers
Juriaan Lambeek
Daan Heineke
Maartje DonkersARCADIS NEDERLAND BV
Het Rietveld 59a
Postbus 673
7300 AR Apeldoorn
Tel 055 5815 999
Fax 055 5815 599
www.arcadis.nl

DIVISIE MILIEU & RUIJTE

Kopieën aan:

Actie door:	Nummer:	Verslag:
Arnold	1	Het verslag van beide eerdere bijeenkomsten waarin de kalibratie is besproken is nog niet verzonden. Arnold verexcuseerd zich hiervoor en zegt toe dit dit jaar nog te versturen
	2	Het VKA zoals dat is doorgerekend wordt besproken. Vianense Waard: Leikade Merwedekanaal wordt NAP +3m, zomerkade blijft op gelijke hoogte. Inundatie T=10 wel, T=1 niet Bossche Waard: Aanleg van getijdegeulen. Peil in getijdegeulen beweegt mee met de rivierwaterstanden. Zomerpolder verdwijnt, waardoor inundatiefrequentie toeneemt. Walse Waard: Aanleg van getijdegeulen. Peil in getijdegeulen beweegt mee met de rivierwaterstanden. In huidige situatie ligt de uiterwaard relatief hoog, door sterke vergravingen neemt hier ook inundatiefrequentie toe. Pontwaard: Aanleg van geul in het verlengde van de geul in de Vianense Waard. Buiten deze geul geen vergravingen. Hier is geen sprake van een zomerkade maar van een oeverwal die enige bescherming tegen frequente hoogwaters biedt. Oeverwal blijft zoveel mogelijk intact. Gebied tussen buitenstad Vianen en Merwedekanaal wordt in VKA beschermd door een kade. Overstromingsfrequentie van dit gedeelte is minder dan eenmaal per 10 jaar.

Blad:
1/3

ARCADIS

Actie door:	Nummer:	Verlag:
		<p>Alle uiterwaarden: Vergravingen zijn verwerkt in de weerstand, afgraven is 50 dagen per meter vermindering, aanbrengen klei is minimaal 100 dagen toegevoegd, bij ophogingen van meer dan 1,5 meter (ivm leeflaag) is dat verhoogd met 100 dagen per meter.</p> <p>Zie presentatie voor kaartbeeld van het VKA en ligging van verlagingen (groen) en ophogingen (geel).</p>
	3	<p>Grondwaterstanden tov maaiveld leveren veel discussie om als zodanig te presenteren. Gezocht wordt naar een wijze om ondanks de modelonzekerheid toch recht te doen aan de grondwaterstanden in relatie tot de gebruiksfunctie. De kaarten worden beperkt tot dat deel waar een effect berekend wordt.</p>
Arcadis	4	<p>Er is een opvallend 'schijnbaar' tegengesteld effect bij de Vianense Waard T=10 (oostelijk van de A27) met een verlaging van de freatische grondwaterstanden en verhoging van stijghoogte in wvp. ARCADIS gaat dit na en levert een toelichting.</p>
Arcadis		<p>Nav bovenstaande wordt ook om inzicht in stijghoogte/grondwaterstand verloop in de tijd gevraagd.</p>
	5	<p>Kwel naar de watergangen is noodzakelijk voor waterschappen voor inzicht. Op watergangniveau als een kaart met welke watergangen meer kwel te verwerken krijgen en in een tabel met de hoeveelheden kwel per peilgebied.</p>
	6	<p>De op te leveren kaarten en grafieken:</p> <p>T=1</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Gr.w.st tov mv referentie 2. Stijghoogte verschil 3. Grondwaterstand verschil 4. Afvoeren per afwateringsgebied (tabel +kaartje met sloten) <p>T=10</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Gr.w.st tov mv referentie 2. Stijghoogte verschil 3. Grondwaterstand verschil 4. Afvoeren per afwateringsgebied (tabel +kaartje met sloten) <p>Tijdstijghoogtelijnen ten oosten van A27 Vianense Waard</p>

Ons kenmerk:
075251705:0.1

Verlagnummer:

Blad:
2/3

ARCADIS

Actie door:	Nummer:	Verlag:
		Droogte (T=10) 1. Verschil grondwaterstand
		MHW 1. Stijghoogte verschil
	7	VKA+ In het VKA+ zijn Bossche Waard, Waalse Waard en Pontwaard gelijk aan VKA. Vianense Waard: teruglegging van de zomerkade in een driehoek ten noorden van RWZI. Achter deze zomerkade (in de zomerpolder) wordt een kwelsloot aangelegd die aantakt op het bestaande waterlopenstelsel in de uiterwaard, met hetzelfde peil (1,55 m+NAP). De zomerpolder blijft gehandhaafd, met huidige inundatiefrequentie. Er vinden nergens in de Vianense Waard vergravingen van de deklaag plaats. Op enkele locaties wordt ten behoeve van de landschappelijke inrichting het maaiveld met een leeflaag opgehoogd. Verwachting is dat er binnendijs geen geohydrologische effecten zijn; niet bij T=1, T=10 en MHW. De situatie ten aanzien van kweloverlast en dijksstabiliteit blijft daarmee ongewijzigd ten opzichte van de huidige situatie. De kwel in de zomerpolder neemt naar verwachting iets toe bij een T=1 hoogwatersituatie.
	8	Planning: <ul style="list-style-type: none">• 28-12 tot 7-1 doorrekenen VKA+• 10-1 terugkoppelen resultaten VKA+• 14-1 bestuurlijk overleg (koers VKA+/VKA)• 17-1 oplevering concept rapport met VKA• 9-2 oplevering concept notitie met VKA+• Begin maart bestuurlijk overleg (keuze VKA+/VKA)• Medio april voortoets PDR/Deltares
Jeroen		Aangezien Arnold op 10 jan 2011 niet aanwezig is spreken Jeroen en Hennie af dan te bellen voor de toelichting op de VKA+ berekeningen als voorbereiding voor HS voor het bestuurlijk overleg op 14 jan.
Ons kenmerk: 075251705:0.1	Verlagnummer:	Blad: 3/3

VERSLAG

Onderwerp:	Projectnummer:	
Overleg onderzoek geohydrologie Project Ruimte voor de Lek	C03021.000044	
Afdeling:	Ons kenmerk:	
Divisie Water		
Plaats/datum bespreking:	Verslagnummer:	
Tiel, 10 februari 2011		
Opgesteld door:	Verzenddatum:	
Hand Mankor		
Aanwezig:	Afwezig:	Kopieën aan:
Jurriaan LambEEK (Arcadis)	Arnold Pors	
Hans Niemeijer (Arcadis)		
Hans Mankor (provincie Utrecht)		
Henny Schippers (WSRL)		
Harm Kool (WSRL)		
Jan van de Braak (WSRL)		
Paul Nijenhuis (HDSR)		
Harm de Jong (HDSR)		
Laurens van Miltenburg (gemeente Nieuwegein)		
Huib Stevens (gemeente Nieuwegein)		
Marinke Kruit (gemeente Vianen)		

Harm Kool en Paul Nijenhuis zullen detailopmerkingen mailen naar Arcadis en/of Hans Mankor. WSRL heeft 16 december opmerkingen gemaakt t.a.v. memo's stabiliteit, deze zijn nog niet in commentaartabel verwerkt, Hans M zal dit doen.

	opmerking	Wat ermee te doen
1	Er is een inconsistentie tussen de hydrologische modeluitkomsten en de dijkstabiliteitsberekeningen wat betreft de stijghoogte stijging (VKA). Voor de eerste wordt 30 cm aangegeven voor de tweede 10 cm.	Moet consistent worden
2	Het positieve effect van de kleibedekking in de Vianense Waard (VKA) kan kleiner zijn dan het model aangeeft. Het kan tegenvallen met de te bereiken c-waarde. Reactie: Berekeningen hebben duidelijk gemaakt dat het effect van de geul, door zijn afstand tot de dijk, klein is. De toename in kwel (cq. het voorkomen daarvan) komt vooral door het vaker overlopen van de uiterwaard.	Beide punten opnemen in rapport
3	Waarom zijn er bij de Hagen geen opdrijfberekeningen gedaan? (VKA)	Verantwoorden waarom alleen Bishop is gebruikt.

4	<p>Er heeft nog geen toetsing van het stukje nieuwe zomerkade in de Vianense waard plaatsgevonden. Terzijde itt eerder berichten zit de kwelsloot onder deze kade nog steeds in het ontwerp. Hier is mee gerekend t.b.v. MHW. Stabiliteitsberekening wordt naar snip4 doorgeschoven. Als instabiel, dan uit ontwerp halen en MHW berekening over doen.</p> <p>WSRL zal accoord gaan met het Projectontwerp waar de kwelsloot in staat, maar zal daaraan een mits hangen dat in SNIP4 wordt aangetoond dat de kwelsloot geen geotechnisch probleem geeft voor de nieuwe zomerkade en dat indien dit wel het geval is de kwelsloot uit het ontwerp zal worden gehaald.</p>	Uitleggen in rapport
5	<p>WSRL heeft al aangegeven weinig te voelen voor het beheer van de nieuwe zomerkade in de Pontwaard. Vianen geeft aan dat deze kade een schijnveiligheid biedt. Het verhoogt de veiligheid niet bij echt hoog water. Misschien de de bewoners gewoon vertellen (Hans M: op bewoneravond??). Beter is het de kade rond Buitenstad te normeren, waar de provincie nu aan denkt (buiten RvL om).</p>	
6	<p>Toetsing zomerkade rond buitenstad heeft nog niet plaats gevonden. Ter plaatse van het haventje zou mogelijk instabiliteit van de bestaande kade kunnen voorkomen. Vianen geeft aan dat, wat hun betreft, mocht blijken dat sprake is van een instabiele situatie, het haventje niet als kom hoeft te worden aangelegd, maar dat een eenvoudige aanlegmogelijkheid kan worden gecreerd langs de langs de geul door de Pontwaard. Dit zou een beslissing zijn die in Snip4 genomen kan worden.</p>	Toetsing laten plaats vinden, ontwerp niet wijzigen.
7	<p>Aan noordzijde is alles opgehangen aan de (huidige) intreelijn. Deze lijn kan echter in toekomst wijzigen. Bij door wijzigen normering piping.</p>	Meer uitleg in rapport geven en de uitbreidbaarheid van de waterkering in verband met de toekomstige piping regels benoemen.
8	<p>Aan de buitenwaardse stabiliteit van de winterdijk ter plaatse van moeras Bossenwaard is aandachtspunt. Hier gaat gegraven worden! Tijdens MHW verandert er niets, tijdens lage waterstanden wel vanwege het vergraven.</p>	Uitleg, ev. Berekening uitvoeren.

9	<p>In Nieuwegein is wel degelijk een grondwaterprobleem. Meegebrachte foto's en meetgegevens illustreren dat. (NB er is een meetnet met 10 peilbuizen vanaf 2005). Officiële klachten zijn er niet, maar problemen zijn wel bekend bij gemeente. De problemen zijn nog niet heel groot, maar door de grondwaterstijgingen door het ontwerp worden extra problemen voorzien. De problemen betreffen (bijv. afgelopen januari): water in kruipruimten, kwelwater dat door de straatstenen omhoog komt (foto). Voorts zit het oppervlaktewatersysteem aan de rand van zijn kunnen. Bij regen stijgt het water al snel, nog meer stijging bij kwel is te verwachten en dan kan het regenwaterriool mogelijk zijn water niet kwijt op het oppervlaktewater.</p>	<p>Dit probleem was niet in deze omvang bekend en kan verstrekkende gevolgen hebben voor RvL. Hans en Juriaan zullen terugkoppelen met hun projectleiders.</p>
10	<p>H6 is te veel ingestoken op Mer beoordeling.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Dat grondwaterproblemen niet mogen toenemen als projectdoelstelling staat er niet hard genoeg in 2. de tabel in 6.2 is niet smart genoeg. Waar beoordelingscriterium staat, hoort eigenlijk subaspect te staan. <p>Dit alles werkt door in H8,9,10 en 11</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1 duidelijker formuleren 2. Kolom toevoegen
	<p>H7 ontbeert een uitleg over modelonzekerheden: waardoor en hoe groot.</p>	<p>Paragraaf van maken?? Op basis van de uitgevoerde gevoeligheidsanalyse conclusie in de hoofdtekst van het rapport opnemen over de onzekerheden van de modelresultaten.</p>
	<p>Het rapport is duidelijk geschreven voor het VKA. Het VKA+ komt slechts karig naar voren. Het zou beter zijn om per onderwerp een hoofdstuk te gebruiken waarin vervolgens het VVKA, het VKA en het Projectontwerp wordt beschreven. Dus niet voor iedere variant een hoofdstuk, maar juist andersom.</p>	<p>Opzet van het rapport aanpassen.</p>
	<p>Als een buitenstaander het rapport leest dan komt het vreemd over dat het rapport zowel het VVKA, het VKA als het Projectontwerp beschrijft.</p>	<p>Uitleg moet worden gegeven dat ten behoeve van de MER procedure alle varianten aan de orde moeten komen en moeten worden beoordeeld.</p>

	<p>H11 de twee ontwerpen VKA en VKA+ duidelijker tegen elkaar afzetten. Nu lijkt VKA+ zelfs slechter. Benoem explicieter waarom getoetst wordt. Wanneer noem je iets een plus en wanneer een min. Bijvoorbeeld ook aangeven dat er pas grondwateroverlas optreedt (een min krijgt) wanneer het grondwater minder dan 70 cm onder het maaiveld komt te staan.</p>	<p>Toevoeging geven wanneer de verschillende effecten negatief dan wel positief worden beoordeeld. Ook moet worden beargumenteerd waarom de effectbeoordeling voor het grondwater gelijk blijft terwijl langs de Vianense Waard geen grondwateroverlast meet optreedt.</p>
	<p>Plaatje 8.16 stemt niet overeen met het ontwerp (de sloot). Was bedoeld om het principe uit te leggen, werkt daarin wel goed, maar zal bij bewoners voor verwarring zorgen.</p>	<p>Plaatje aanpassen aan ontwerp</p>
	<p>Model te nat, model te droog. Wat is het?</p>	<p>Verschilt per gebied, dit aangeven en ook echt laten zien. Niet bij de constatering laten.</p>
	<p>Plaatje 8.17 laat vertraging zien van reactie gws op rs bij T=10 op 70 m van dijk.</p>	<p>Graag ook plaatje voor T=1 (nabrander van Hans M: misschien ook plaatje op 150 m afstand)</p>
	<p>De politiek bestuurlijke randvoorwaarden moeten zwaarder worden benadrukt in het rapport</p>	<p>Tekst aanscherpen.</p>

COLOFON

RUIJTE VOOR DE LEK (SNIP 3)
BASISRAPPORT GEOHYDROLOGIE EN KWEL**OPDRACHTGEVER:**

PROVINCIE UTRECHT

STATUS:

Definitief

AUTEUR:Arnold Pors
Martin Arendse**GECONTROLEERD DOOR:**Aletta Lüchtenborg
Jurriaan Lambeek**VRIJEGEGEVEN DOOR:**

Eric Schellekens

19 mei 2011
074930474:DARCADIS NEDERLAND BV
Lichtenauerlaan 100
Postbus 4205
3006 AE Rotterdam
Tel 010 2532 222
Fax 010 4341 398
www.arcadis.nl
Handelsregister
9036504

©ARCADIS. Alle rechten voorbehouden. Behoudens uitzonderingen door de wet gesteld, mag zonder schriftelijke toestemming van de rechthebbenden niets uit dit document worden veelevoudigd en/of openbaar worden gemaakt door middel van druk, fotokopie, digitale reproductie of anderszins.