

Witteveen+Bos
Van Twickelostraat 2
Postbus 233
7400 AE Deventer
telefoon 0570 69 79 11
fax 0570 69 73 44
www.witteveenbos.nl

onderwerp effectbeoordeling veiligheid primaire waterkering
project uiterwaardvergraving Meinerswijk
opdrachtgever Rijkswaterstaat, Ruimte voor de Rivier
projectcode RW1809-303-70
referentie RW1809-303-70/torm/055
opgemaakt door ir. J. Lansink
goedgekeurd door R. Lohrmann
status definitief
datum opmaak 26 maart 2012
bijlagen I grafiek sterkte waterkering;
II uitvoer macrostabiliteitsberekening;
III uitvoer stabiliteit voorland;
IV bespreekverslag I;
V bespreekverslag II.

paraaf



aan Rijkswaterstaat
Ruimte voor de Rivier projecten (RvR)
kopie Witteveen+Bos

R. Nieuwenhuis
mw. D. Vliegenthart
mw. H. Albers-Schouten
R. Lohrmann
F.J. Schuurman

1. INLEIDING

Door de combinatie van maatregelen in het kader van Ruimte voor de Rivier op de IJssel zou de IJssel teveel water gaan afvoeren ten opzichte van de Neder-Rijn. Dit effect wordt gecompenseerd door deze uiterwaardvergraving. Om bij maatgevend hoogwater (MHW) het rivierwater beter te verdelen over de Neder-Rijn en de IJssel, is een uiterwaardvergraving gepland ter hoogte van Meinerswijk (afbeelding 1.1). Deze bevindt zich enkele kilometers benedenstrooms van het splitsingspunt IJsselkop.

De vergraving bij Meinerswijk leidt bij hoogwater tot een waterstandsdeling op de as van de Neder-Rijn. In de Groene Rivier neemt, echter als gevolg van de vergraving de waterstand tijdens maatgevend hoogwater langs de dijk toe (afbeelding 1.3).

Om te bepalen wat de effecten zijn op de primaire waterkering wordt in deze notitie ingegaan op de faalmechanismen van een dijk, zoals die ook in de veiligheidstoetsing van primaire waterkeringen aan bod komen, te weten:

- hoogte (HT);
- macrostabiliteit binnenwaarts (STBI);
- macrostabiliteit buitenwaarts (STBU);
- piping en heave (STPH);

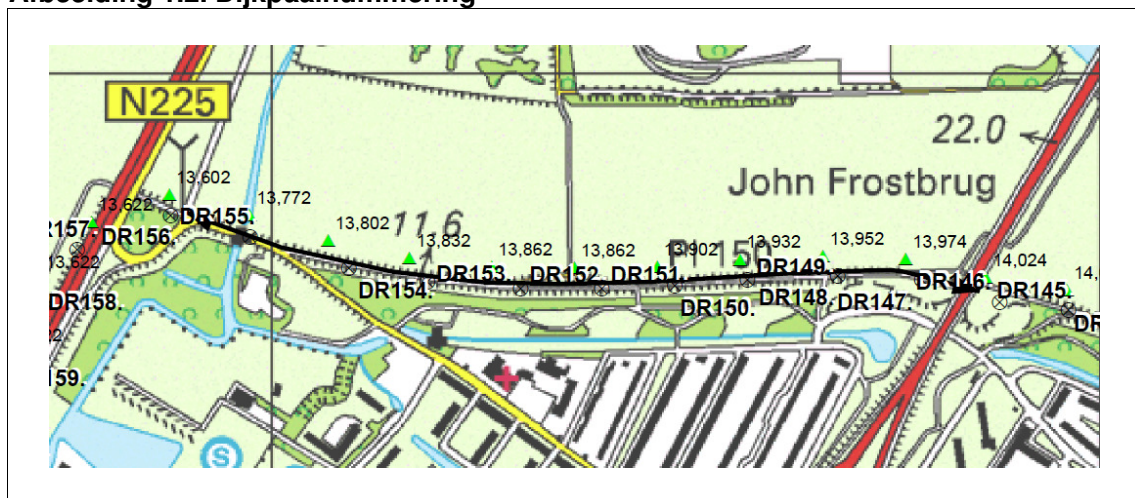
- microstabiliteit (STMI);
- stabiliteit van de bekleding (STBK);
- stabiliteit van het voorland (STVL).

Afbeelding 1.1. Plangebied en globale ligging Groene Rivier



Per faalmechanisme wordt in de notitie aangegeven wat het effect is van de voorkeursvariant (de VKV). Tussen de John Frostbrug en de Nelson Mandelabrug zal langs de dijk opstuwing plaatsvinden als gevolg van de gewijzigde geometrie van de geul door het graven van de Groene Rivier (afbeelding 1.3). De scope van deze exercitie wordt dan ook beperkt tot de primaire waterkering tussen de bruggen van dijkpaal DR146 en DR156 (afbeelding 1.2).

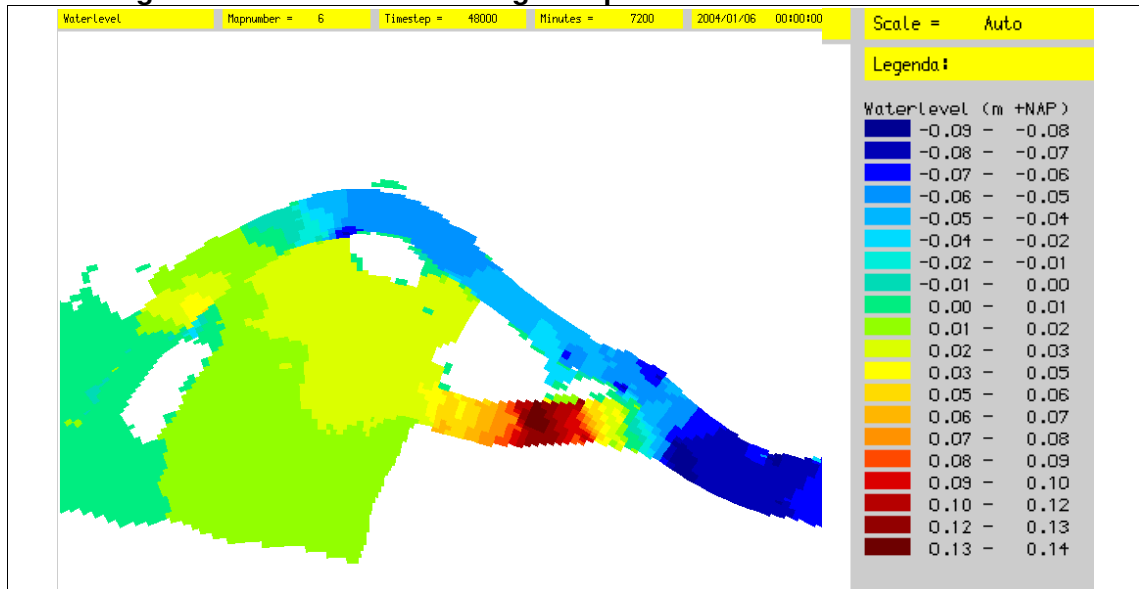
Afbeelding 1.2. Dijkpaalnummering



Het traject ten zuiden van de Groene Rivier tussen DR 146 en DR156 maakt onderdeel uit van de Malburgsedam. Deze is in de jaren 70 versterkt en in driemaal uitvoerig getoetst in de eerste, tweede en derde ronde veiligheidstoetsing in het kader van de Wet op de

Waterkering [lit. 3.], [lit. 5.] en [lit. 6.]. Deze notitie bevat een relatieve veiligheidsbeoordeling ten opzichte van de huidige situatie.

Afbeelding 1.3. Waterstandverandering ten opzichte van de referentiesituatie



2. UITGANGSPUNTEN EFFECTBEPALING VEILIGHEID PRIMAIRE WATERKERING

In het volgende hoofdstuk worden de uitgangspunten behandeld die ten grondslag liggen aan de effectbepaling.

Proces van tot stand komen van dit advies

Bij de laatste toetsronde aan HR2006 is de bandijk bij de uiterwaard Meinerswijk als veilig beoordeeld. In overleg met het waterschap Rivierenland heeft het waterschap een toelaatbare waterstand beschikbaar gesteld. De toelaatbare waterstand geeft de maximale waterstand weer waarbij voor het waterschap geldt dat de dijk veilig is. De toelaatbare waterstand moet worden gebruikt om te bepalen of de waterstanden die in de uiterwaard Meinerswijk voor gaan komen door het uitvoeren van de rivierverruimingsmaatregelen, leiden tot een veilige of onveilige situatie. Aan de hand van twee verschillende berekeningsmethoden (WAQUA en ECO 05) van de waterhoogten in de uiterwaard Meinerswijk zijn de maximale rivierwaterstanden tegen de bandijk bepaald. De berekeningsmethode die de hoogste waterstand als gevolg van de riviermaatregel oplevert is als bindend voorgeschreven door het waterschap. Deze maximale (berekende) waterstanden zijn afgezet tegen de toelaatbare waterstand en leiden tot de conclusie dat de toelaatbare waterstand niet wordt overschreden; bij de berekende maximale waterhoogte blijft het oordeel over de dijk veilig. Ten opzichte van de actuele situatie zal, door het treffen van de rivierverruimingsmaatregelen Meinerswijk, de waterstand tegen de bandijk maximaal met circa 13 cm stijgen. Deze stijging past binnen de toelaatbare waterstand

2.1. Algemene uitgangspunten

In de derde ronde toetsing op veiligheid van de primaire waterkering is de waterkering tussen DR146 en DR156 goed bevonden, met uitzondering van het gemaal juist ten oosten van de Mandelabrug en de aansluitende grondlichamen (DR154 - DR156 afgekeurd op macrostabiliteit binnenwaarts [lit. 1.]). Voor dit deel is een verbeteringstraject gestart door de eigenaar van het gemaal, gemeente Arnhem. De scope van deze effectbeoordeling beperkt zich daarom tot het deel tussen DR146 en DR154.

2.2. Hydraulische uitgangspunten

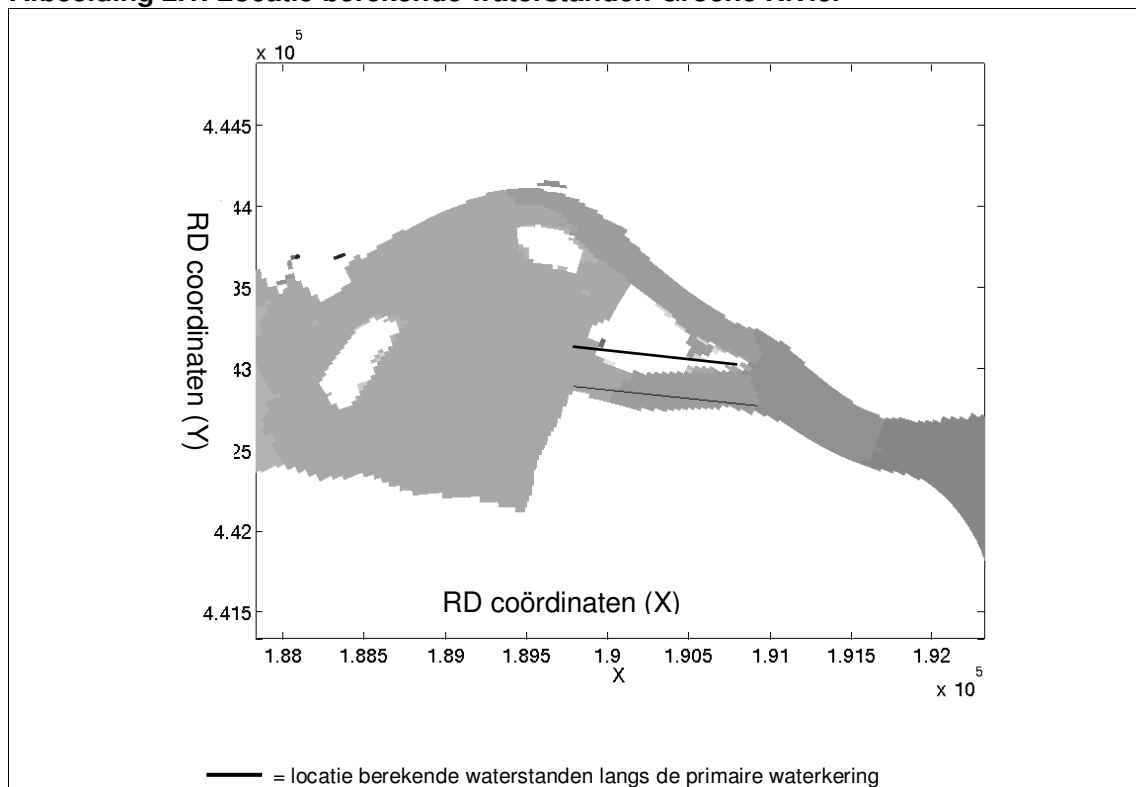
In de derde toetsronde is de hoogte beoordeeld aan de hand van de Hydraulische randvoorwaarden 2006. De waterstand na uitvoering van het VKV is bepaald en gerapporteerd in een hydraulica rapport [lit. 2.].

Hoog water

Er zijn 2 situaties doorgerekend. De referentiesituatie betreft de situatie voor uitvoering van de uiterwaardvergraving. Tevens zijn de waterstanden berekend na uitvoering van uiterwaardvergraving Meinerswijk (aangeduid met VKV).

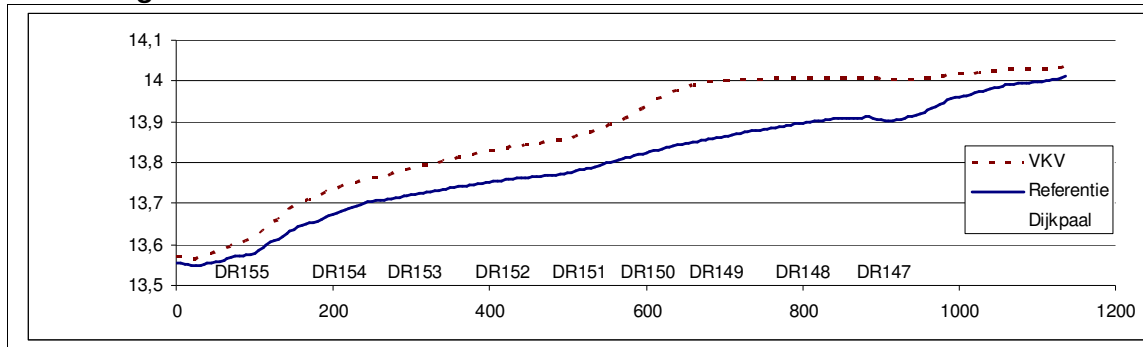
Beiden zijn het resultaat van een WAQUA-berekeningen met een Lobith-afvoer van 16.000 m³/s (vaste verdeling). Deze berekeningen zijn gerapporteerd in de notitie waterbeweging (hydraulica) [lit. 2.]. Deze berekende waterstand komt overeen met het ontwerppeil voor 2050 en 2100 dat 10-20 cm lager ligt dan toetspeil (HR2006).

Afbeelding 2.1. Locatie berekende waterstanden Groene Rivier



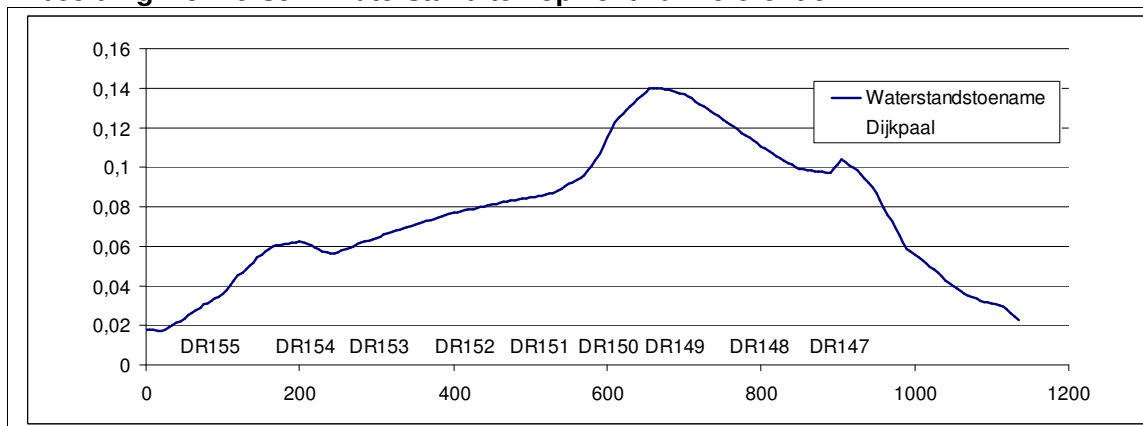
In afbeelding 2.2 is de berekende waterstand na uitvoering van de uiterwaardvergraving Meinerswijk (VKV) weergegeven voor de locatie die aangegeven staat in afbeelding 2.1. Hierbij is de locatie uitgezet ten opzichte van het regelwerk nabij de Nelson Mandelabrug. In de beoordeling van de veiligheid ten aanzien van de faalmechanismen zijn de berekende waterstanden (VKV) vergeleken met de toelaatbare waterstanden en getoetste waterstanden (HR2006) (hoofdstuk 3).

Afbeelding 2.2. Uitvoer waterstand Groene Rivier



In afbeelding 2.3 staat het verschil tussen de berekende waterstand na uitvoering van de uiterwaardvergraving Meinerswijk (VKV) en de waterstand zonder uiterwaardvergraving Meinerswijk (referentie) in cm.

Afbeelding 2.3. Verschil waterstand ten opzicht van referentie

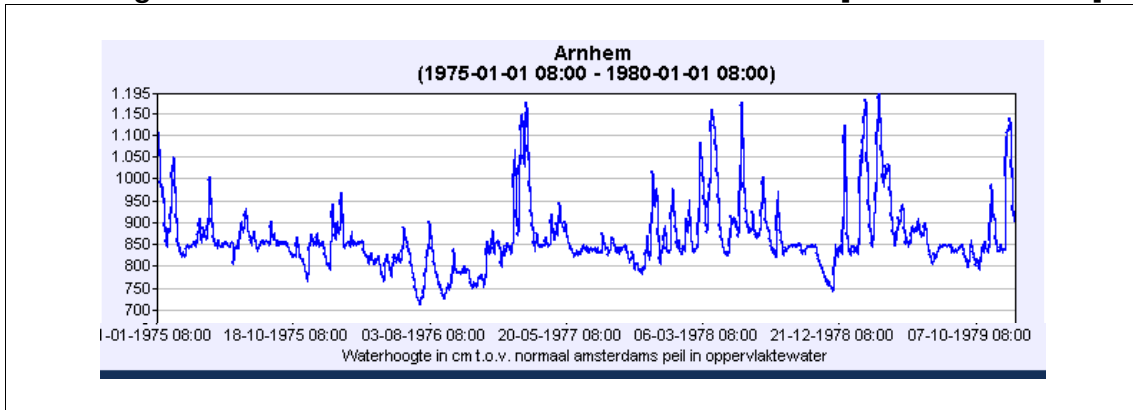


Laag water

Voor de faalmechanismen stabiliteit voorland en macrostabiliteit buitenwaarts is de laag waterstand van belang.

Op basis van beschikbare metingen uit het verleden is een inschatting gemaakt van de extreem laagwaterstand. Als extreem laagwaterstand is conservatief NAP + 6 m aangehouden. Hierbij valt het voorland en de Groene Rivier droog. Deze extreme worst case voldoet voor het huidige doel van de notitie. Er is dus geen aandacht besteedt om deze laagwaterstand verder te onderbouwen. Wanneer de maatgevend laagwaterstand lager is dan het voorland is voor het faalmechanisme macrostabiliteit buitenwaarts gerekend met val naar maaiveldniveau.

Afbeelding 2.4. Historische waterstanden tussen 1975 en 1980 [www.waterbase.nl]

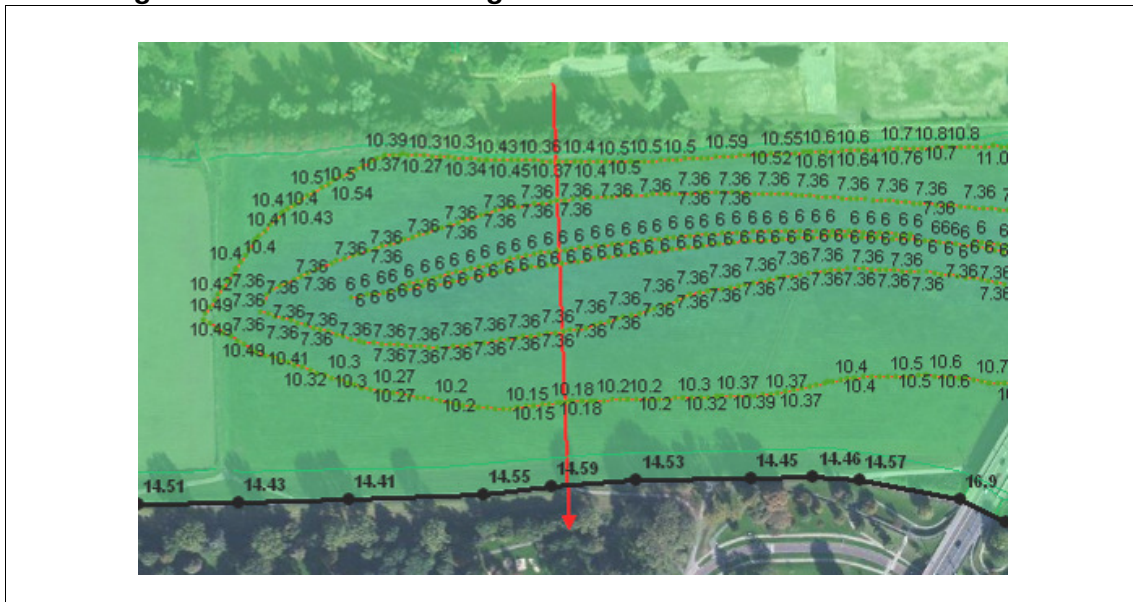


2.3. Geometrische uitgangspunten

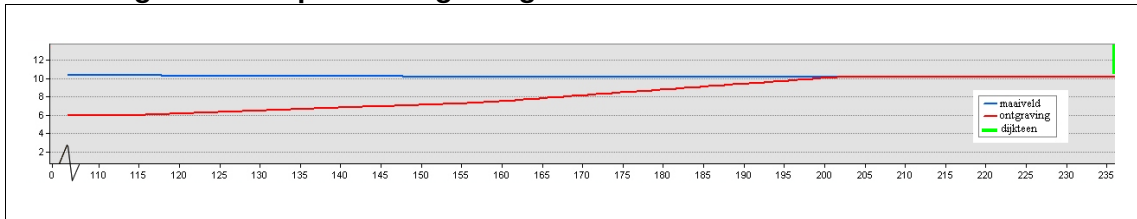
De maatgevende locatie voor macrostabiliteit binnenwaarts en buitenwaarts is gelegen ter hoogte van de dijkpaal DR149. Dit is bepaald tijdens de derde ronde toetsing op veiligheid [lit. 6.]. Dit maatgevende profiel is ook gebruikt tijdens de beoordeling van de stabiliteit van het voorland. Voor de beoordeling van de microstabiliteit is in de derde toetsronde aangegeven dat het ondertalud van het binnentalud flauwer is dan 1:5 [lit. 6.]. Deze bevindingen zijn overgenomen.

De geuldiepte is bepaald aan de hand van het te ontgraven profiel (afbeelding 2.5) De dwarsdoorsnede in afbeelding 2.6 is genomen ter hoogte van DR 149. Het onderwatertalud van de Groene Rivier ter plaatse van DR 149 is flauwer dan 1:15.

Afbeelding 2.5. Profiel dat wordt ontgraven voor de Groene Rivier



Afbeelding 2.6. Dwarsprofiel ontgraving Groene Rivier



2.4. Geotechnische uitgangspunten

Voor de berekeningen van het toetspoot macrostabiliteit en microstabiliteit is de schematisatie van de grondopbouw onder de dijk en het dijk materiaal overgenomen uit de Mstab-schematisatie, zoals gehanteerd in de derde ronde toetsing op veiligheid van de primaire waterkering [lit. 6.] aangeleverd door het waterschap Rivierenland. De keuze voor de maatgevende locatie voor macrostabiliteit binnenwaarts en buitenwaarts is tevens overgenomen en betreft locatie DR149.

Voor de beoordeling van de microstabiliteit is in de derde toetsronde aangegeven dat een zandig binnentalud aanwezig is [lit. 6.]. Dit is gecontroleerd aan de hand van de rapportage van de eerste toetsronde en de achterliggende geotechnische lengteprofielen [lit. 4.].

Voor de dijkveiligheid is en kan geen afdekkend pakket in rekening worden gebracht als de deklaag dunner is dan 1,0 m. Er is in de huidige situatie voor de maatgevende locaties voor piping geen afdekkende laag aangetroffen in het voorland. Er is dus geen negatieve invloed te verwachten van het graven van de geul in de Groene Rivier op 30 m uit de buitenteen van de dijk op het stijghoogteverloop onder de dijk. Het intrepunt in de stabiliteitsom is gekozen ter plaatse van de buitenteen.

Deze effectbeoordeling dijkveiligheid gaat niet in op de effecten ten aanzien van kwel, aangezien deze effecten apart zijn beschouwd in de effectbeoordeling geohydrologie en waterkwaliteit [lit. 8.].

3. RESULTATEN

In dit hoofdstuk wordt elk faalmechanisme kort beschreven. Vervolgens wordt het huidige toetsoordeel beschreven en de invloed van de VKV op de veiligheid ten aanzien van het beschreven faalmechanisme. Per faalmechanisme wordt op deze manier bepaald of de waterstandstijging langs de dijk effect heeft op de veiligheid van de primaire waterkering.

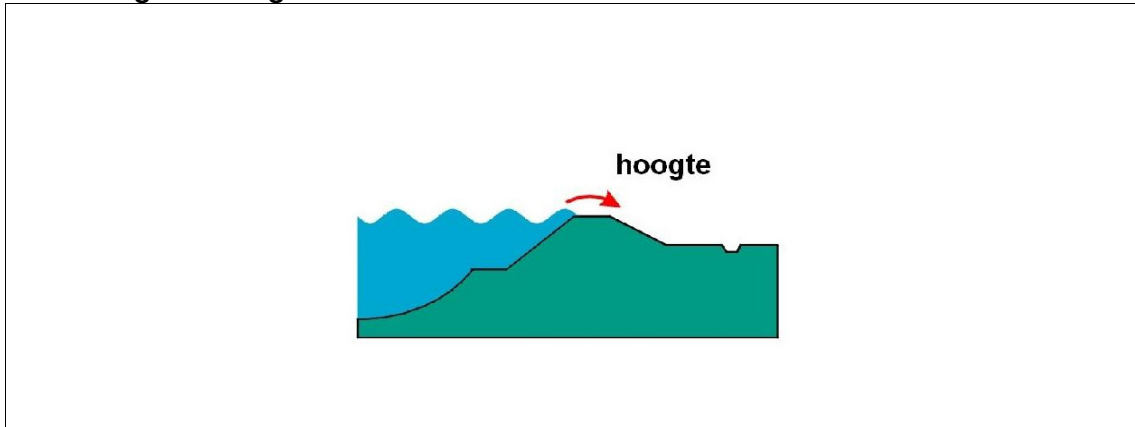
Als basis voor deze effectbepaling zijn de berekeningen gebruikt die zijn opgesteld voor de derde ronde toetsing op veiligheid. Deze toetsresultaten zijn aangeleverd door het waterschap Rivierenland. Er is met behulp van grafieken inzichtelijk gemaakt wat de toelaatbare waterstand is per faalmechanisme. Deze is vergeleken met de verwachte waterstanden tijdens een maatgevend hoogwater na realisatie van de VKV. Hiermee kan worden aangetoond of een waterstandstijging leidt tot een veiligheidsprobleem.

3.1. Hoogte

Wanneer de dijk niet hoog genoeg is om de veiligheid van de dijk bij hoogwater te garanderen is er sprake van falen op het faalmechanisme hoogte. Als de dijk niet hoog genoeg is kan bij een hoogwatersituatie water over de dijk stromen. Er is dan sprake van overloop

(gezien de geringe windbelasting). Uiteindelijk kan de dijk bezwijken vanwege de grote hoeveelheid water die binnendijs terecht komt en het binnentalud aantast.

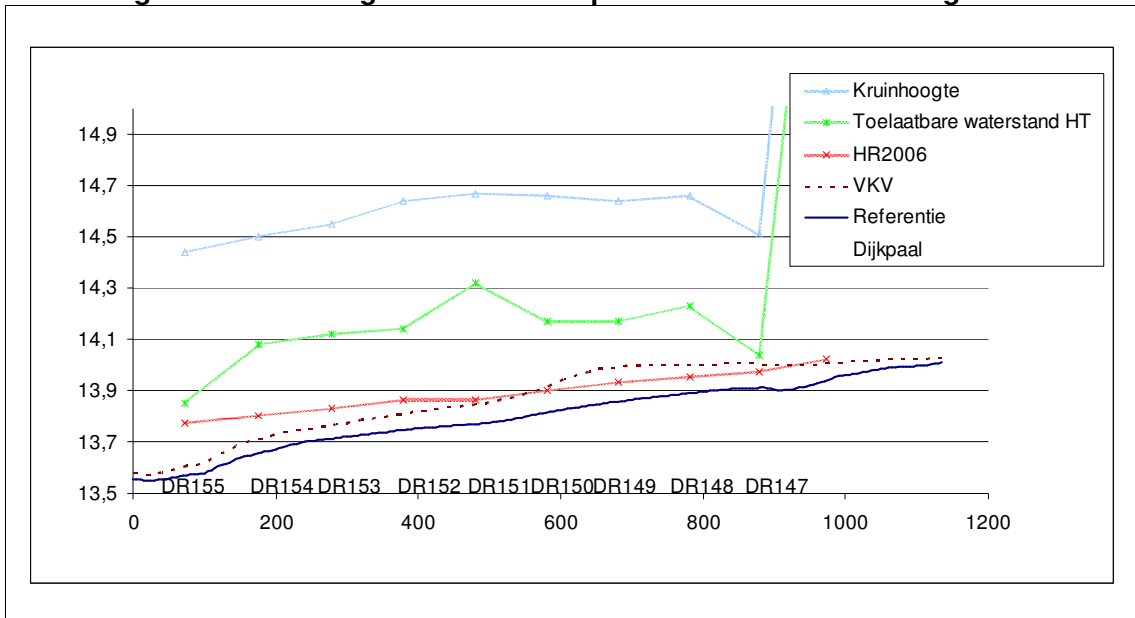
Afbeelding 3.1. Hoogte



Tijdens de derde ronde toetsing op veiligheid van de primaire waterkering heeft de waterkering tussen DR146 en DR156 op het toetsspoor hoogte het oordeel goed gekregen. In afbeelding 3.2 zijn waterstanden uitgezet tegen de afstand tot het regelwerk. De dijkpaalnummering is daarbij ingevoegd. Er is te zien dat de maatgevende hoogwaterstand, die is gehanteerd in de toetsing (rode lijn HR2006) tussen DR150 en DR154, hoger ligt dan de berekende waterstand na uitvoering van de VKV (onderbroken paarse lijn).

Tussen DR146 en DR150 is de waterstand toegenomen ten opzichte van de HR2006, maar blijft de waterstand kleiner dan de toelaatbare waterstand (groene lijn in afbeelding 3.2). Daarmee voldoet de dijk nog steeds aan de eisen ten aanzien van het faalmechanisme hoogte.

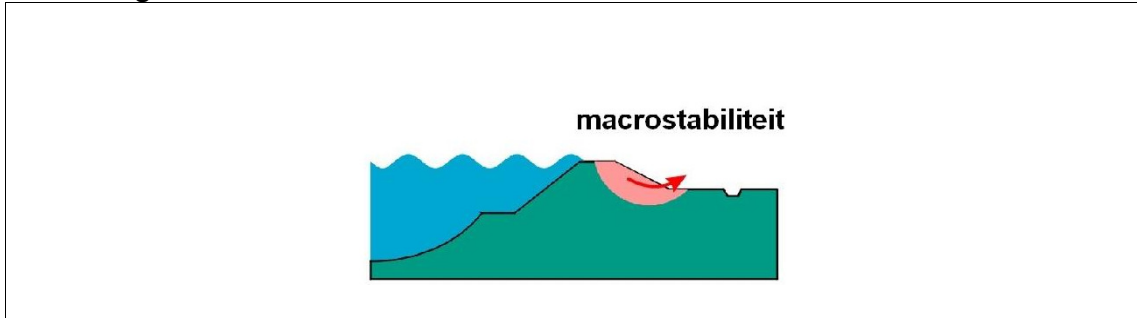
Afbeelding 3.2. Beoordeling van het effect op het faalmechanisme hoogte



3.2. Macrostabilliteit

Bij het faalmechanisme macrostabilliteit bezwijkt de dijk doordat een deel van de dijk ten gevolge van langdurige hoge waterstanden instabiel wordt en afschuift. Het kan gaan om binnenwaartse stabilliteit (aan de landzijde) of buitenwaartse stabilliteit (aan de rivierzijde). De macrostabilliteit van de dijk wordt bepaald door de vorm van het dijklichaam (geometrie) en de ondergrond.

Afbeelding 3.3. Macrostabilliteit



Tussen DR146 en DR154 is sprake van een kleidijk op een zandondergrond [lit. 4.]. Gegeven de zandige ondergrond en de relatief flauwe taluds is de macrostabilliteit binnenwaarts en buitenwaarts tijdens de toetsing goed gebleken.

Ter hoogte van de maatgevende dwarsdoorsnede is een berekening gemaakt van de macrostabilliteit binnenwaarts en buitenwaarts. Ter plaatse van de maatgevende dwarsdoorsnede DR149 neemt de maatgevende hoogwaterstand toe van NAP + 13,93 m naar NAP + 14,0 m.

Het effect van deze waterstandtoename is berekend met behulp van de methode Bishop voor cirkelvormige glijvlakken (bijlage II).

Tabel 3.1. Resultaat berekening macrostabilliteit

stabilliteit	benodigde veiligheidsfactor	toetsing 2011	na VKV
binnenwaarts	1,10	1,83	1,82
buitenwaarts	1,03	1,22	1,20

Gezien de geringe toename van de maatgevende hoogwaterstand is het effect op de berekende veiligheidsfactor zeer klein. De veiligheidsfactor is ruim groter dan de benodigde veiligheidsfactor voor zowel het faalmechanisme stabilliteit binnenwaarts als macrostabilliteit buitenwaarts.

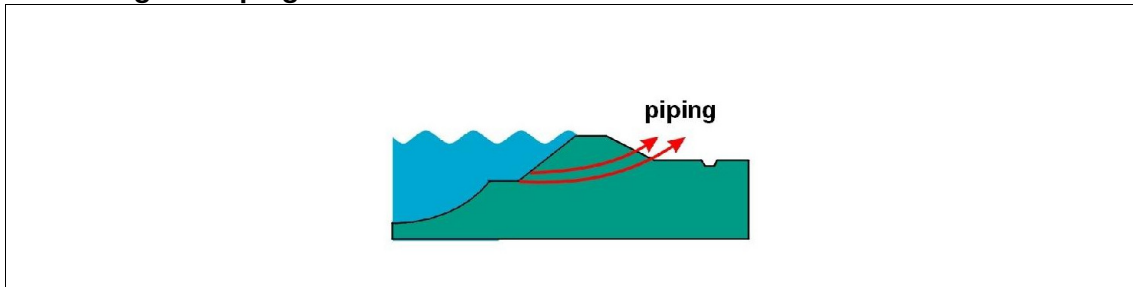
De ligging van de geul in de Groene Rivier op circa 30 m van de teen van de dijk met een flauw talud (flauwer dan 1:10) heeft geen invloed op de buitenwaartse stabilliteit van de waterkering (zie glijvlakberekening in bijlage II).

3.3. Piping

Bij het faalmechanisme piping bezwijkt de dijk doordat zand onder de dijk wegspoelt. Piping kan ontstaan bij (langdurige) hoge waterstanden. Als gevolg van het waterstandsverschil (verval) kan een kwelstroom ontstaan onder de dijk door. Door de druk van het water zal eerst, indien aanwezig, de afsluitende laag opbarsten. Vervolgens kunnen holle ruimtes ('pipes') ontstaan wanneer het water zand meevoert. Via de 'pipes' kan een open verbin-

ding ontstaan tussen de rivier en het binnendijkse gebied, waarna de pipes snel in grootte toenemen en de dijk ondermijnen. Als vuistregel kan gehanteerd worden dat per meter verval tussen 10 m en 20 m kwelweglengte benodigd is.

Afbeelding 3.4. Piping



De toelaatbare waterstand ten aanzien van het faalmechanisme piping (groene lijn) is vergeleken met de waterstand die is gehanteerd in de toetsing (rode lijn, HR2006), zoals weergegeven in afbeelding 3.5. Deze beschouwing is relatief ten opzichte van de veiligheid die is bepaald in de laatste toetsronde Royal Haskoning [lit. 5.]. In deze toetsing is een stijghoogteberekening en opbarstberekening uitgevoerd die resulteert in een toelaatbare waterstand. De groene lijn in afbeelding 3.5 en afbeelding 3.6 geeft deze toelaatbare waterstand voor piping. Er is te zien dat tussen DR146 en DR150 de maatgevende waterstand hoger ligt dan de waterstand die is gehanteerd in de toetsing. Er is op dit traject een hogere toelaatbare waterstand voor piping berekend. Dit houdt in dat dit traject na uitvoering van de VKV nog voldoet op het faalmechanisme piping.

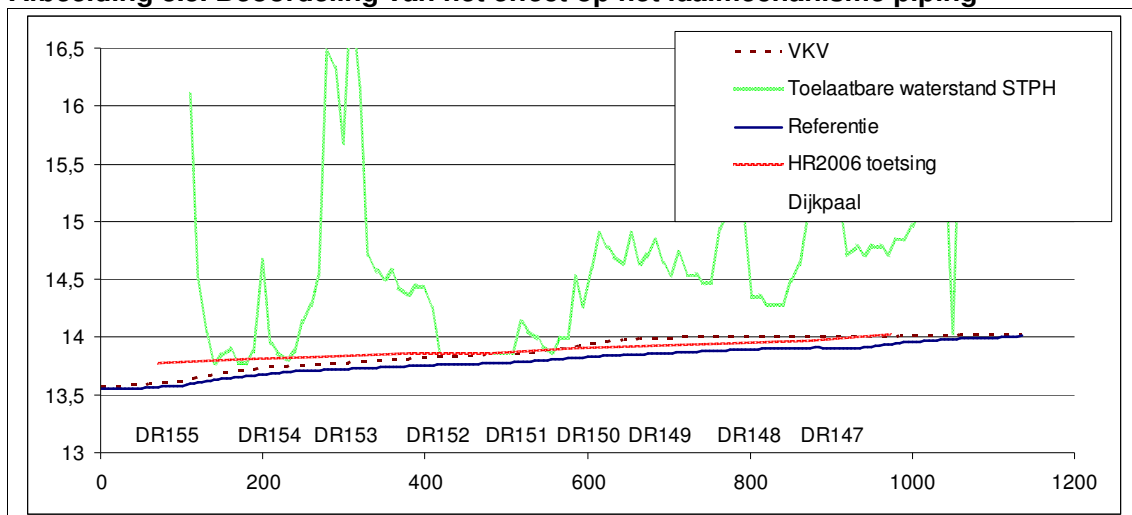
Tussen DR150 en DR152 is in de toetsing op basis van de gehanteerde schematisatie een zeer gering kwelweglengtetekort berekend. Op basis van de gehanteerde schematisatie en de onzekerheidsmarge van de beoordelingsmethodiek is op basis van ervaring door het waterschap Rivierenland geconcludeerd dat deze locatie voldoet ten aanzien van het toetspiping.

Om dit beter in beeld te brengen is een verticale verscaling van de vorige afbeelding opgenomen (afbeelding 3.6).

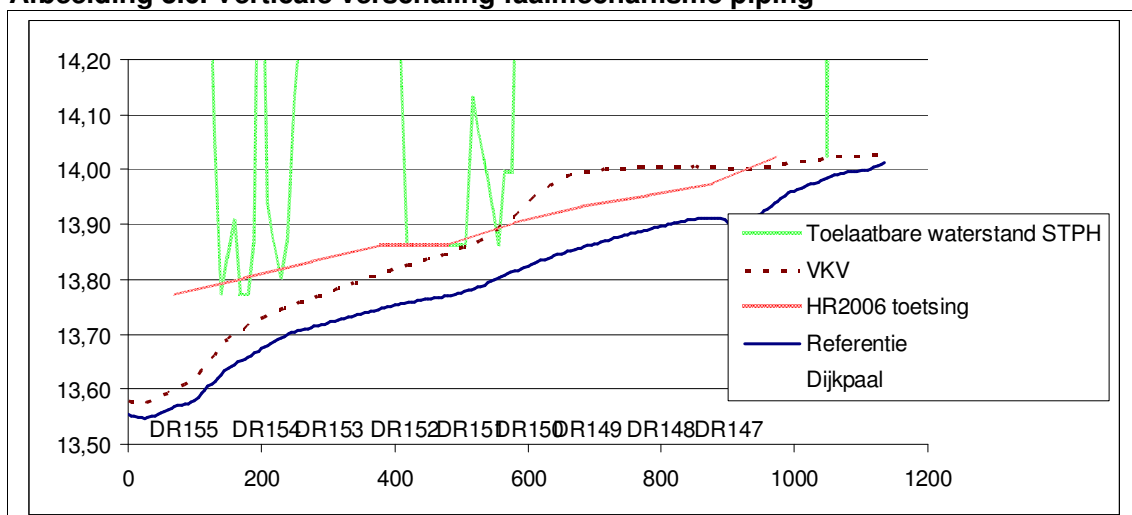
De maatgevende waterstand op dit traject na uitvoering van de VKV is lager dan de getoetste waterstand (HR2006). Dit houdt in dat de veiligheid ten opzichte van de getoetste situatie niet verslechtert en dus op basis van het toetsoordeel geconcludeerd mag worden dat dit deel nog steeds voldoet ten aanzien van het faalmechanisme piping.

Tussen DR152 en DR155 is de maatgevende waterstand lager dan de getoetste waterstand (HR2006, rode lijn). Dit houdt in dat de veiligheid ten opzichte van de getoetste situatie niet verslechtert en dus op basis van het toetsoordeel geconcludeerd mag worden dat ook dit deel voldoet ten aanzien van het faalmechanisme piping.

Afbeelding 3.5. Beoordeling van het effect op het faalmechanisme piping



Afbeelding 3.6. Verticale verschaling faalmechanisme piping



Aanvullende exercitie, intreeweerstand

Naar aanleiding van een vraag van het waterschap is op verzoek een aanvullende exercitie uitgevoerd. Op basis van het grondonderzoek dat is uitgevoerd ten behoeve van de rivierverruiming Meinerswijk is onderzocht of kan worden aangetoond dat meer voorland in rekening gebracht kan worden. Op basis van de handboringen die zijn uitgevoerd op een afstand van circa 30 m uit de teen van de dijk is niet aan te tonen dat een afdekkende kleilaag aanwezig is in het voorland. Aanvullend is gekeken naar het grondonderzoek dat is uitgevoerd naar aanleiding van de eerste toetsronde [lit. 3.] en [lit. 4.]. De boringen zijn op 10 m uit de teen uitgevoerd en tonen zandige grondopbouw met afwisselend enkele dunne kleilaagjes (< 0,5 m dik). Eventuele intreeweerstand die hierdoor aanwezig is, mag niet in rekening worden gebracht, aangezien deze dunner is dan 1,0 m. Op basis van deze aanvullende exercitie kan de intreelijn niet worden aangepast en blijft de aanwezige kwelweglengte nagenoeg gelijk aan de benodigde kwelweglengte.

3.4. Microstabiliteit

Uit de Mstab-schematisatie, zoals opgesteld ten behoeve van de derde ronde veiligheidstoetsing [lit. 6.] is geconstateerd dat sprake is van een kleidijk op een zandondergrond. Tevens is het binnentalud onder het niveau van 0,25 H flauwer dan 1:5.

Er wordt voldaan aan minimaal 1 van de voorwaarden, zoals genoemd in stap 1 van de eenvoudige toets op microstabiliteit in het Voorschrift Toetsen op Veiligheid 2006 (VTV2006) [lit. 7.]. De dijk voldoet daarom aan de eisen voor het faalmechanisme micro-instabiliteit. Dit oordeel is niet afhankelijk van de toename van de maatgevende hoogwaterstand.

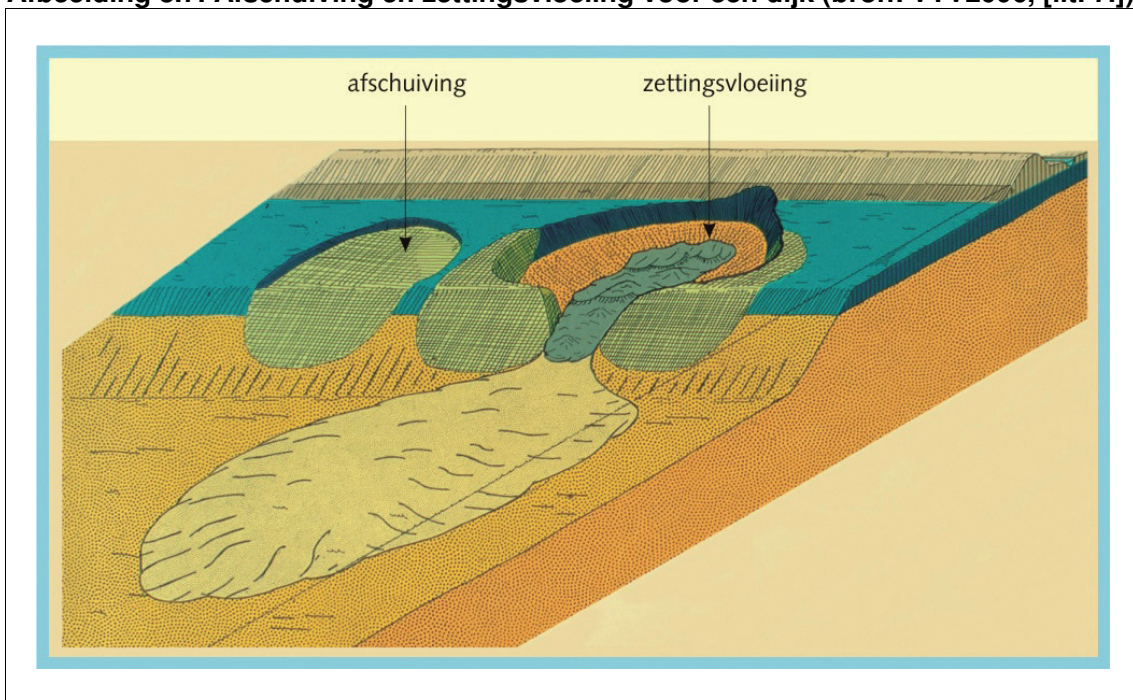
3.5. Stabiliteit bekleding

De toename van de waterstand heeft geen dusdanige invloed op de stroomsnelheden langs de dijk dat de veiligheid van de bekleding negatief wordt beïnvloed. De toename van de waterstand zou in theorie kunnen leiden tot een toename van de golfbelasting. Gezien de dijknormaal (noord) en de voorlandhoogte is dit effect verwaarloosbaar klein.

3.6. Stabiliteit voorland

Bij de beveiliging tegen hoogwater wordt meestal de stabiliteit van de waterkering zelf bekeken. Ook buiten de invloedzone van de waterkering is een aantal mechanismen van belang, die de waterkering kunnen bedreigen. Hieronder valt ook de instabiliteit van het voorland die tot een inscharing tot in of vlakbij de waterkering kan leiden. In dit kader dient een beschouwing van 2 mechanismen te worden uitgevoerd; afschuiving en zettingsvloeiing (afbeelding 3.7). Het beoordelingskader van dit faalmechanisme is beschreven in katern 9 van het Voorschrift Toetsen op Veiligheid (VTV2006) [lit. 7.].

Afbeelding 3.7. Afschuiving en zettingsvloeiing voor een dijk (bron: VTV2006, [lit. 7.]



In de bijlage is een beoordeling gemaakt van de veiligheid ten aanzien van het faalmechanisme stabiliteit voorland. De dijk voldoet voor zowel afschuiving als zettingsvloeiing na stap 2 (schadelijkheids criterium) aan de veiligheidseisen. De ontgraving van de geul is dus op voldoende afstand en met een voldoende flauw talud vormgegeven dat een eventuele afschuiving of zettingsvloeiing geen schade toebrengt aan de dijk.

4. CONCLUSIE

Veiligheid

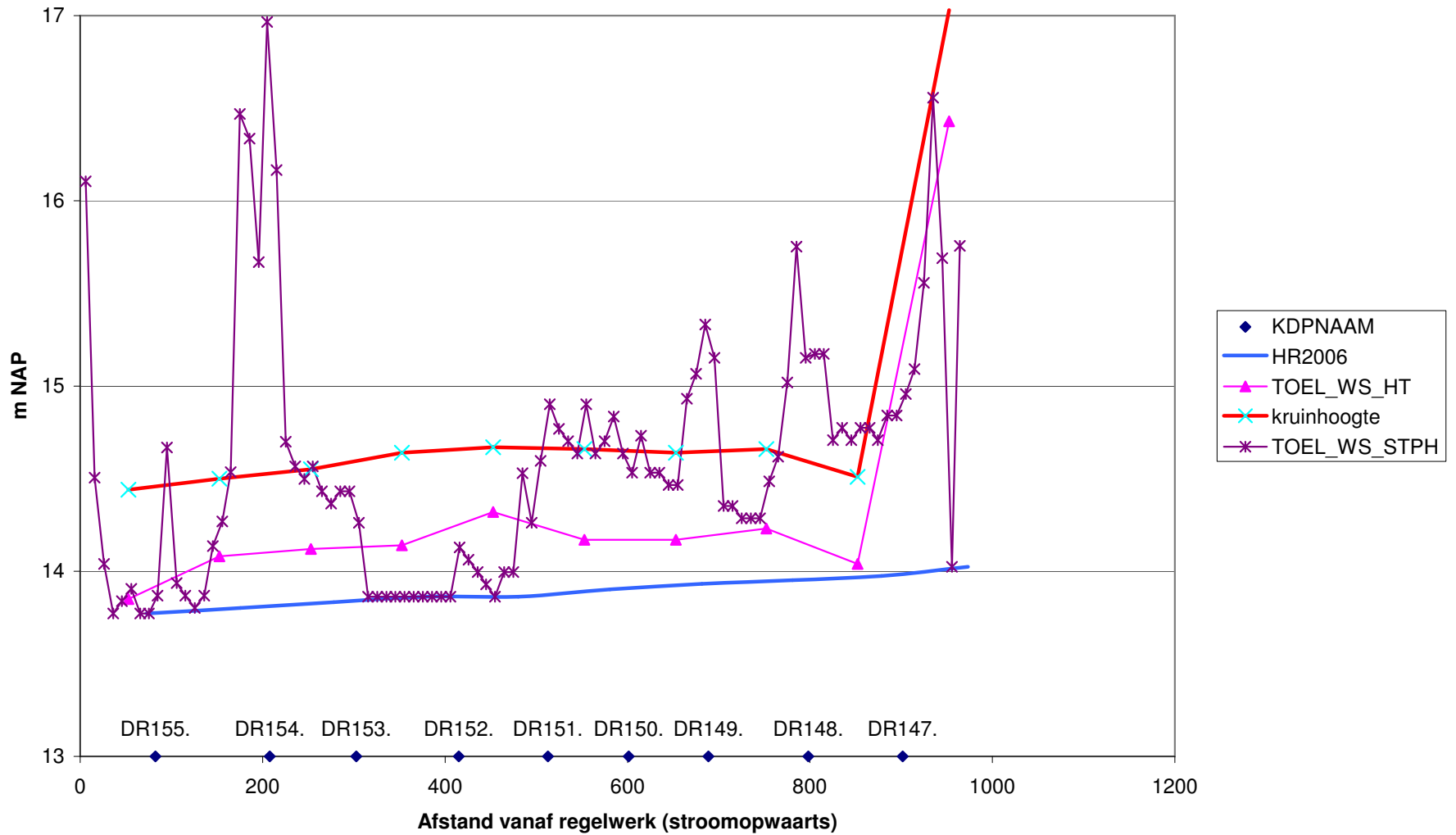
Op basis van de resultaten (hoofdstuk 3), gegeven de uitgangspunten (hoofdstuk 2), kan worden geconcludeerd dat de dijk, na uitvoering van het de maatregelen in de VKV, voldoet op alle faalmechanismen.

5. LITERATUUR

1. Arcadis (2011), Voorkeursalternatief Meinerswijk, Ruimte voor de Rivier, Uiterwaardvergraving Meinerswijk, in opdracht Rijkswaterstaat PDR, d.d. 18 maart 2011.
2. Witteveen+Bos (2011), Waterbeweging (hydraulica) TVvza, referentie RW1809-188-22/dijw/007, d.d. 13 juli 2011.
3. GeoDelft (1999), Rijnbanddijk: Malburgse dam en Eldensedijk, Grondmechanisch onderzoek veiligheidstoetsing.
4. Grondonderzoek Rijnbanddijk dijkvak Malburgse Dam, definitief factual report, CO287150/16, d.d. juli 1999, Bks/fr387150.16.doc.
5. Royal Haskoning (2006), Betuwe, Tieler- en Culemborgerwaarden toetsing op veiligheid 2006, Waterschap Rivierenland, Royal Haskoning, referentie 9R3403.A0, d.d. 4 oktober 2005.
6. Arcadis (2009), Derde toetsronde dijkkring 43 stabiliteit, in opdracht van Waterschap Rivierenland, d.d. 18 november 2009, referentie 074396006:0.1, C03011.200009/GF.
7. Ministerie van Verkeer en Waterstaat (2007). Voorschrift Toetsen op Veiligheid Primaire Waterkeringen (VTV2006).
8. Witteveen+Bos (2011) Rapportage geohydrologie en waterkwaliteit, referentie RW1809-188-50/dijw/046, d.d. 20 oktober 2011.

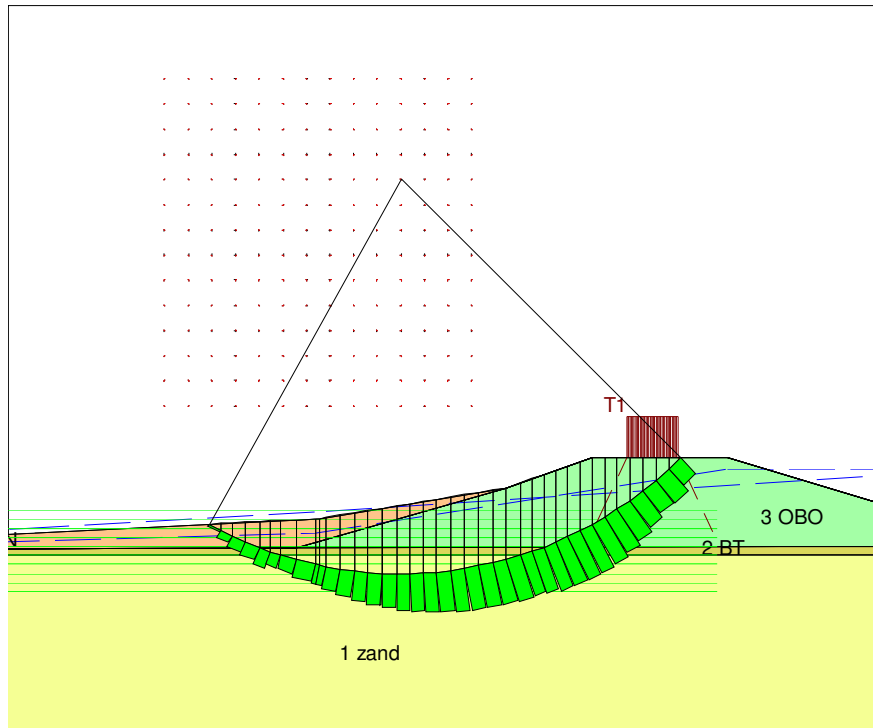
BIJLAGE I GRAFIEK STERKTE WATERKERING

Sterkte waterkering in m NAP



BIJLAGE II UITVOER MACROSTABILITEITSBEREKENING

Shear Stress Bishop



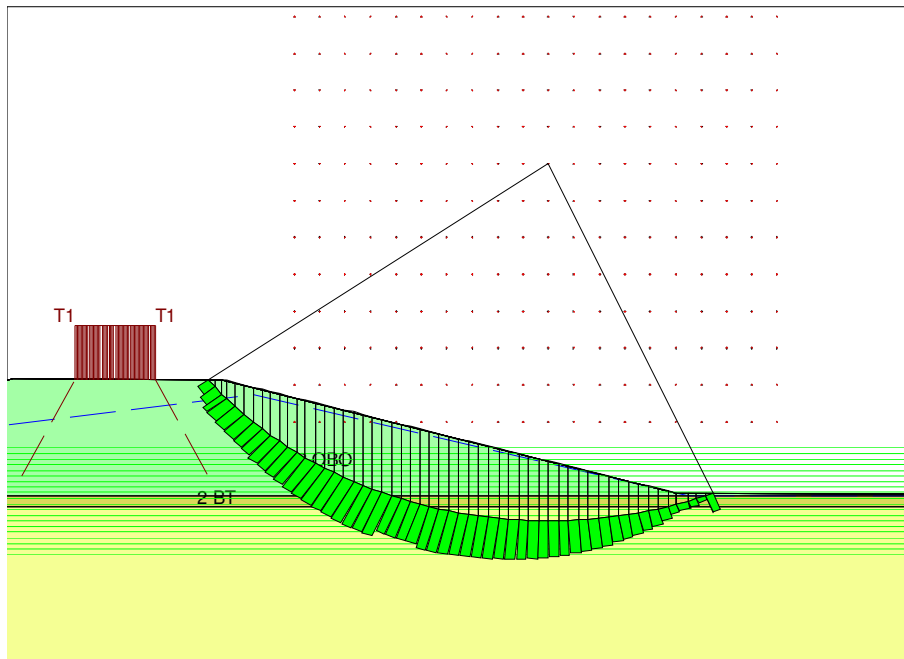
- Materials
- 4 OBN
 - 2 BT 0
 - 3 OBO
 - 2 BT
 - 1 zand

(m : -15,91 [m]
/m : 28,16 [m]

Radius : 19,28 [m]
Safety : 1,82

Max. stress : 11,393 [kN/m²]
Min. stress : 0,644 [kN/m²]

Shear Stress Bishop



- Materials
- 4 OBN
 - 2 BT 0
 - 3 OBO
 - 2 BT
 - 1 zand

Xm : 10,22 [m]
Ym : 22,64 [m]

Radius : 13,37 [m]
Safety : 1,20

Max. stress : 10,948 [kN/m²]
Min. stress : 1,150 [kN/m²]

BIJLAGE III UITVOER BEREKENING STABILITEIT VOORLAND

Ondersteuning voorlandtoets (STVL)

VTV2006

Witteveen + Bos

project: Uiterwaardvergraving Meinerswijk
 code: RW1809-188
 locatie: Malburgerdam
 datum: 22-jul-11

bepaling fictieve geuldiepte (zie bijlage 9-1 VTV2006)

hoogte dijk	h_dijk	<input type="text" value="14,5"/>	m+NAP
bodem geul	h_geul	<input type="text" value="6"/>	m+NAP
hoogte voorland	h_voorland	<input type="text" value="10"/>	m+NAP
breedte voorland	B	<input type="text" value="30"/>	m
waterpeil extreem laag water	h_water	<input type="text" value="6"/>	m+NAP
talud dijk	t_boven	<input type="text" value="3"/>	1:x
	alpha boven	0,32	rad
talud geul	t_onder	<input type="text" value="15"/>	1:x
	alpha onder	0,07	rad
fictief talud	alpha'_boven	0,16	rad
fictieve geuldiepte	h_fictief	29,32	m

schadelijkheids criterium afschuiving (zie bijlage 9-2 VTV2006)

beoordelingsniveau	H_beoord	8,00	m+NAP
signaleringspunt zonder bestorting	S_sign	18	m vanaf buitenteen
afschuivingspunt zonder bestorting	S_af	60	m vanaf buitenteen

voldoet

lengte bestorting horizontaal	M_bestorting	<input type="text" value="0"/>	m
signaleringspunt met bestorting	S_sign	18	m vanaf buitenteen
afschuivingspunt met bestorting	S_af	60	m vanaf buitenteen

voldoet**bestortingscriterium (zie pag. 377 VTV2006)**

bestorting aanwezig		<input type="text" value="0"/>	1' is ja, '0' is nee
lengte bestorting horizontaal	M_bestorting	0	m
talud geul lokaal steiler?		<input type="text" value="0"/>	1' is ja, '0' is nee
talud geul	t_onder	15,00	1:x

voldoet**optredingscriterium afschuiving (zie bijlage 9-3 VTV2006)**

Drie voorwaarden

- Gemiddelde helling is steiler dan of gelijk aan 1:2, over een hoogte van minimaal 5 m, tenzij ter plaatse van een kleilaag zonder zand 1' is ja, '0' is nee
- de gemiddelde helling is steiler dan of gelijk aan 1:1, over een hoogte van minimaal 5 m, mits ter plaatse van een kleilaag zonder zand 1' is ja, '0' is nee
- de totale helling (geulrand-geulbodem) is gemiddeld steiler dan of gelijk aan 1:4,5 0 1' is ja, '0' is nee

afschuiving niet mogelijk

schadelijkheids criterium zettingsvloeiing (zie bijlage 9-4 VTV2006)

beoordelingsniveau	H_beoord	7,3 m+NAP
helling signaleringsprofiel	A	15 1:x
signaleringspunt zonder bestorting	S_sign	48 m vanaf buitenteen
zettingsvloeiingspunt zonder bestorting	S_zv	70 m vanaf buitenteen

voldoet

lengte bestorting horizontaal	M_bestorting	<input type="text" value="0"/> m
signaleringspunt met bestorting	S_sign	48 m vanaf buitenteen
zettingsvloeiingspunt met bestorting	S_zv	70 m vanaf buitenteen

voldoet

optredingscriterium zettingsvloeiing (zie bijlage 9-5 VTV2006)

Drie voorwaarden

- 1) Gemiddelde helling is steiler dan of gelijk aan 1:4, over een hoogte van minimaal 5 m 1' is ja, '0' is nee
- 3) de totale helling (geulrand-geulbodem) is gemiddeld steiler dan of gelijk aan 1:7 0 1' is ja, '0' is nee

zettingsvloeiing niet mogelijk

BIJLAGE IV BESPREEKVERSLAG I

Witteveen+Bos
Louis Armstrongweg 6
Postbus 10095
1301 AB Almere
telefoon 036 548 29 00
telefax 036 533 38 83
www.witteveenbos.nl

onderwerp effectbeoordeling veiligheid primaire waterkering
project planstudie Meinerswijk
verslagnummer 11/01-b
datum 30 juni 2011
tijd 09.00 uur
plaats waterschap Rivierenland te Tiel
projectcode RW1809-188-30
referentie RW1809-188-30/dijw/016
opgemaakt door ir. J. Lansink
datum opmaak 28 juli 2011
bijlagen 1. verhanglijn groene rivier
2. sterkte waterkering/toetsresultaten

aanwezig	waterschap Rivierenland (WSRL) Rijkswaterstaat Ruimte voor de Rivier projecten (RvR) Witteveen+Bos (W+B)	Johan van der Meulen (beleidsmedewerker) Sander Kapinga (adviseur Waterkeringen) Rob Nieuwenhuis (technisch manager Meinerswijk) Joost Lansink (adviseur Waterkeringen)
afwezig kopie	- Witteveen+Bos (W+B)	Wendy Dijkstra (projectsecretaresse) Rianne Schouten (projectsecretaris) Frans-Jan Schuurman (projectleider Meinerswijk)

nummer afspraken
actie door
datum

1. OPENING EN AGENDA

Johan opent de vergadering en heet iedereen welkom bij waterschap Rivierenland.

Joost (W+B) geeft aan dat wij bij elkaar zitten voor 2 zaken:

- bijpraten over de status, voortgang en risicobeheersing van de planstudie Meinerswijk en afstemmen van een werkwijze om te bepalen wat de mogelijke effecten zijn van de planstudie Meinerswijk op de primaire waterkering in het beheersgebied van waterschap Rivierenland;
- verzamelen van gegevens ten behoeve van de beoordeling van het effect op de primaire waterkering. Inzicht verkrijgen in de huidige situatie,

nummer
actie door
datum

afspraken

staat en toetsresultaten van de primaire waterkering van waterschap Rivierenland.

Johan geeft aan dat de dijk in de jaren '50 is aangelegd door de gemeente. Er is toen besloten dat de polder werd beveiligd tegen overstromingen. Er zijn tekeningen van het ontwerp beschikbaar. Daarnaast zijn er aanpassingen gedaan aan de dijk in de jaren '70.

2. EFFECT OP DE WATERSTAND

W+B

In de eerste plaats wordt vastgesteld dat het effect van de planstudie op de veiligheid van de waterkering zich beperkt tot de zuidelijke Rijndijk tussen de Nelson Mandelabrug en de John Frostbrug. Voor deze locatie zijn verhanglijnen (bijlage I) en toetsresultaten (bijlage II) meegenomen als input van dit overleg.

Joost (W+B) laat zien door middel van verhanglijnen in de rivier (zie bijlage) wat de verwachte waterstandsstijging in de groene rivier is. De hoogste waterstand in de groene rivier neemt circa 3 cm toe. In het midden van de groene rivier neemt de waterstand circa 13 cm toe ten opzichte van de referentiesituatie.

Dit betekent volgens Johan (WSRL) formeel dat er 2 mogelijkheden zijn:

- mitigeren;
- compenseren.

Rob geeft aan dat zal worden gekeken in hoeverre mitigerende maatregelen nog mogelijk zijn. Er zijn misschien mogelijkheden om de uitstroom uit de strang (tussen John Frostbrug en Nelson Mandelabrug) aan te passen op een manier die voor minder opstuwung zorgt. Witteveen+Bos kan dit onderzoeken in de hydraulische studie.

Sander (WSRL) laat zien dat de hoogte en sterkte van de primaire waterkering op dit moment overal voldoet.

Piping

Daarbij is door Sander (WSRL) wel aangetekend dat het oordeel voor piping is geoptimaliseerd bij de toetsing. Het oordeel was onvoldoende, maar er is geconstateerd dat het kwelwegtekort wegvalt tegen de conservatief aangenomen beschikbare kwelweglengte in het voorland. Piping is een aandachtspunt, aangezien de toelaatbare waterstand voor piping tussen DR 152 en DR 153 samenvalt met het toetspeil. De gebruikte randvoorwaarden voor de toetsing kunnen eventueel worden aangevuld met het grondonderzoek dat reeds is uitgevoerd voor de planstudie. Mogelijk toont dit grondonderzoek aan dat meer kwelweglengte aanwezig is dan nu is aangenomen. Hiermee zou het effect voor piping gecompenseerd kunnen worden. Dit wordt in juli nader beschouwd en toegelicht door Joost (W+B). Een maatregel zou op beleidsniveau kunnen betekenen dat de intreelijnen en de legger aangepast dienen te worden.

nummer
actie door
datum

afspraken

Hoogte

Wanneer de toename van de maatgevende hoogwaterstand wordt uitgezet tegen de toetsresultaten lijkt voldoende kruinhoogtemarge aanwezig om bij een waterstandsstijging. Dit wordt in juli nader beschouwd en toegelicht door Joost (W+B).

Witteveen+Bos zal de effecten op de veiligheid van de primaire waterkering rapporteren.

In algemene zin is nog geen uitspraak gedaan in de discussie of de aanwezige overhoogte kan worden ingezet om Ruimte voor de Rivier mogelijk te maken.

Macrostabieliteit

Er zal een som worden aangeleverd door WSRL om de effecten op macrostabieliteit binnenwaarts en buitenwaarts te kunnen inschatten.

Bekleding

Sander (WSRL): de golfaanval is gezien de ligging van de dijk zeer gering. Hier worden geen significante effecten verwacht.

Gemaal

Op dit moment voldoet het gemaal ten oosten van de Nelson Mandela brug niet in de kunstwerken toets. Dit betekent dat de waterkerende functie niet voldoet. Er loopt reeds een traject tussen de gemeente en WSRL over de verbetermogelijkheden, de volgende opties worden beschouwd:

- kistdam in de dijk;
- betonnen constructie opwaarderen;
- gemaal verwijderen.

Rob (RWS) vraagt of RWS hierbij kan aanschuiven en of W+B hierbij aanwezig kan zijn.

Regelwerk

Rob (RWS) geeft aan dat RWS meer zal gaan toezien dat de gemeente handhaaft dat de schotten in de winter worden verwijderd. WSRL hoort graag wat het effect op de waterstand is als de schotten toch blijven zitten, zodat ze hier in de calamiteitenzorg rekening mee kunnen houden.

Rob (RWS) zal de hydraulische rapportage met deze effecten opsturen.

3. DATUM VOLGEND OVERLEG

Er is een principe afspraak voor 25 augustus 2011 09.00-11.00 uur bij WSRL te Tiel. In dit overleg worden de uitkomsten van de effectbepaling voor de veiligheid van de waterkering besproken.

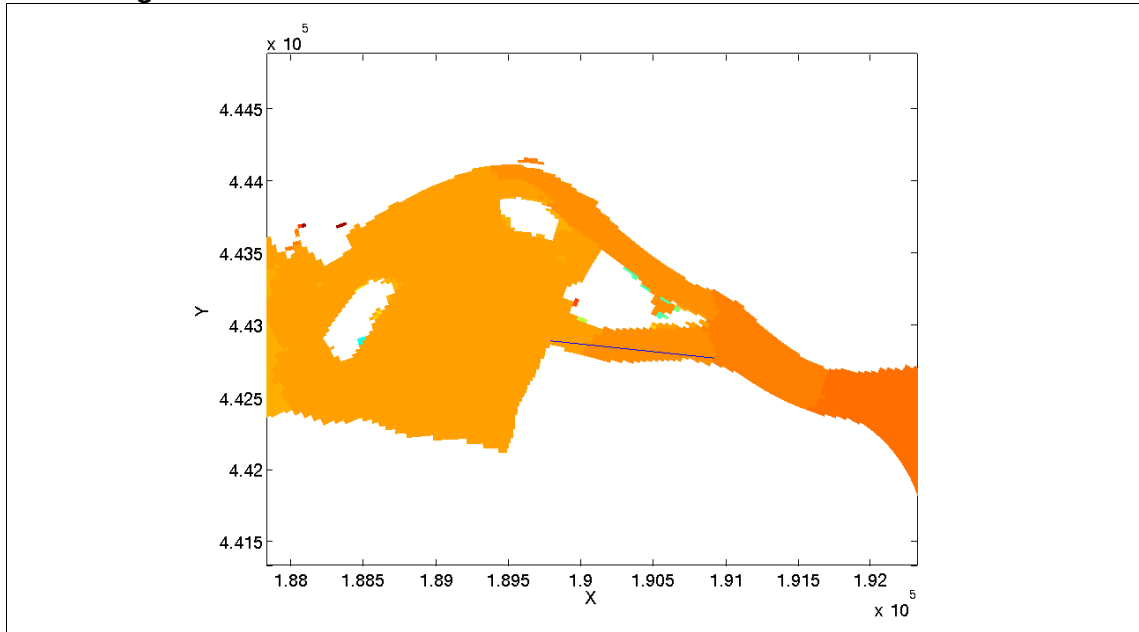
Tabel 1.1. Actielijst

wk-actie	onderwerp	actie	gepland	wie
26-1	piping	intreelijn opnieuw bepalen op basis van grondonderzoek en bepalen invloed waterstandsstijging	juli	W+B
26-2	macrostabiliteit	berekenen invloed op macrostabiliteit binnenwaarts		W+B
26-3	macrostabiliteit	berekenen invloed op macrostabiliteit buitenwaarts		W+B
26-4	hoogte	kruinhoogtemarge vergelijken met de waterstandstoename		W+B
26-5	mitigerende maatregel	ruwheden in de groene rivier minimaliseren, uitstroom optimaliseren		W+B
26-6	gemaal	aansluiten RWS bij overleg gemeente over toekomst/verbetering gemaal dat onvoldoende is bevonden in de laatste toetsronde		RWS
26-7	beschikbare informatie	WSRL zal aansluitend aan het overleg alle benodigde informatie ten behoeve van de effectbepaling aanleveren aan W+B	30 juni	WSRL

BIJLAGE I WATERSTANDEN IN DE GROENE RIVIER

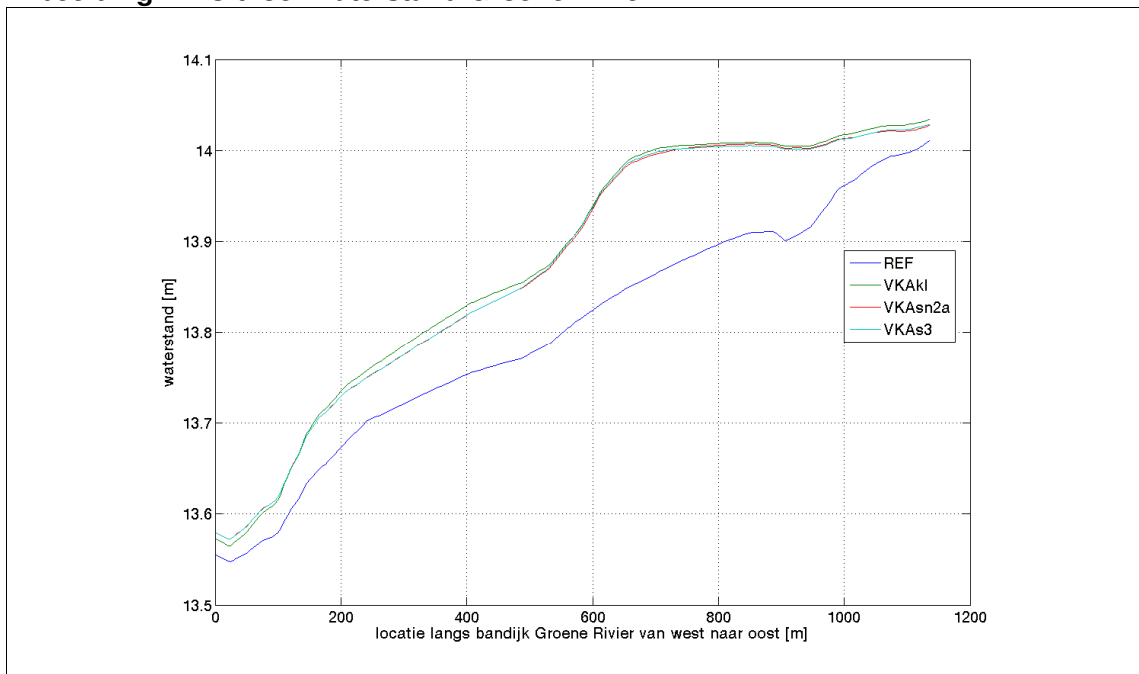
In afbeelding I.1 staat de polygoon afgebeeld waarlangs de uitvoer van de referentie, het VKA SNIP2A, het VKA SNIP3 en het VKA-klein is gegenereerd.

Afbeelding I.1. Locatie uitvoer Groene Rivier



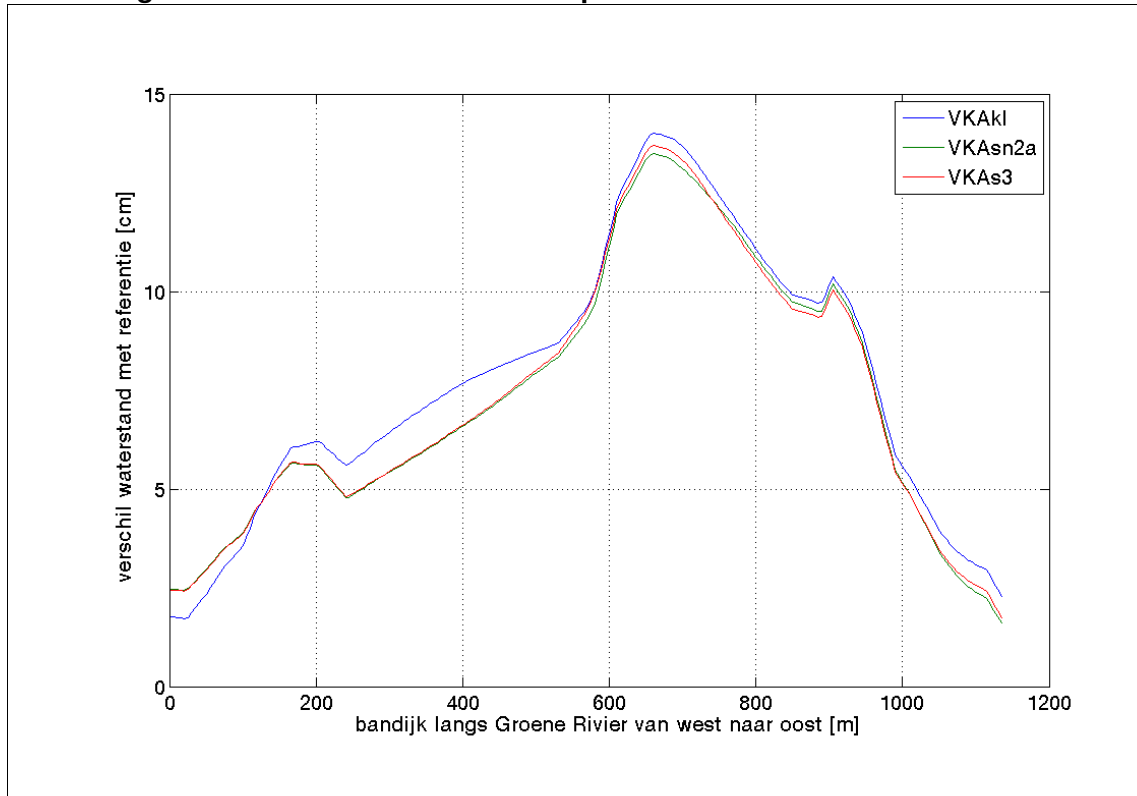
In afbeelding I.2 staat de uitvoer van de verschillende alternatieven die langs de locatie die aangegeven staat in afbeelding 1 weergegeven. De vermelde waterstanden (in m) zijn het resultaat van een WAQUA berekeningen met een Lobith-afvoer van 16.000 m³/s (vaste verdeling).

Afbeelding I.2. Uitvoer waterstand Groene Rivier



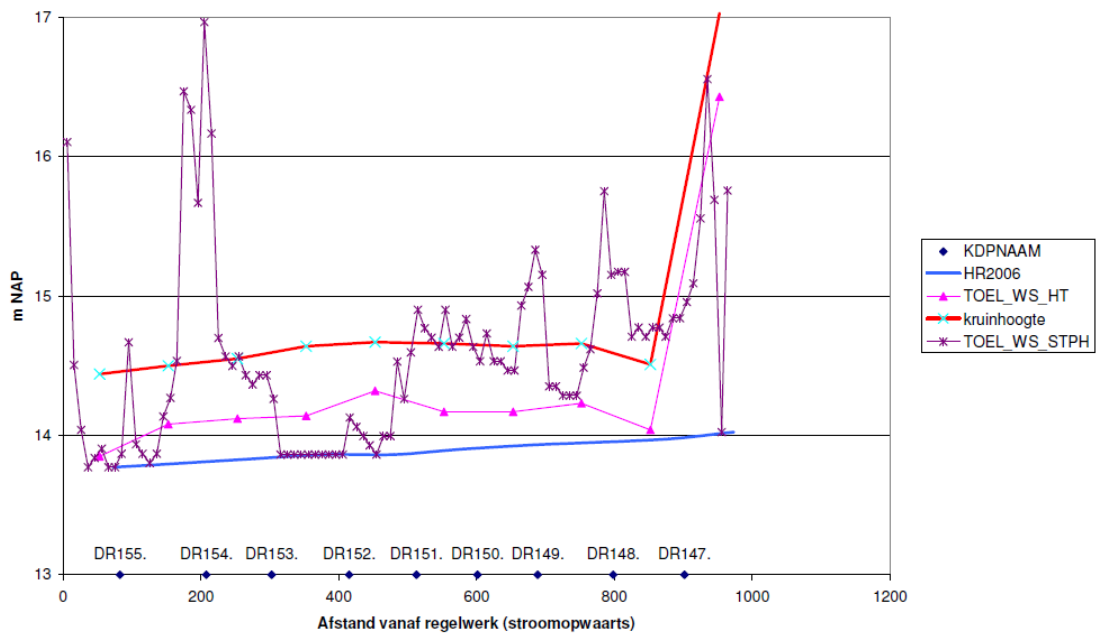
In afbeelding I.3 staan de verschillen van de VKA's ten opzicht van de referentie (in cm).

Afbeelding I.3. Verschil waterstanden ten opzicht van referentie



BIJLAGE II TOETSRESULTAAT/STERKTE WATERKERING

Sterkte waterkering in m NAP



BIJLAGE V BESPREEKVERSLAG II

Witteveen+Bos
Louis Armstrongweg 6
Postbus 10095
1301 AB Almere
telefoon 036 548 29 00
telefax 036 533 38 83
www.witteveenbos.nl

onderwerp effectbeoordeling veiligheid primaire waterkering
project uiterwaardvergraving Meinerswijk
verslagnummer 11/02
datum 25 augustus 2011
tijd 11.00 uur
plaats Waterschap Rivierenland te Tiel
projectcode RW1809-188-30
referentie RW1809-188-30/dijw/025
opgemaakt door ir. J. Lansink
datum opmaak 30 augustus 2011
bijlagen -

aanwezig	Waterschap Rivierenland (WSRL)	J. van der Meulen (beleidsmedewerker) S. Kapinga (adviseur waterkeringen) D. Willems (projectleider plannen) R. Nieuwenhuis
	Rijkswaterstaat Ruimte voor de Rivier projecten (RWS) Witteveen+Bos (W+B)	(technisch manager Meinerswijk) J. Lansink (adviseur Waterkeringen)
afwezig	-	
kopie	Witteveen+Bos (W+B)	mw. W. Dijkstra (projectsecretaresse) mw. H. Schouten (projectsecretaris) F.J. Schuurman (projectleider Meinerswijk)

1. OPENING EN AGENDA

Johan (WSRL) opent de vergadering en heet iedereen welkom bij waterschap Rivierenland.

Joost (W+B) geeft aan dat wij bij elkaar zitten voor 3 zaken:

- bespreken van de resultaten van de acties uit het vorige overleg;
- bijpraten over de status, voortgang en risicobeheersing van de planstudie Meinerswijk;
- bepalen wat de effecten zijn van de planstudie Meinerswijk op de primaire waterkering in het beheersgebied van waterschap Rivierenland;

Tabel 1. Actielijst week 26

wk-actie	onderwerp	actie	wie
26-1	piping	intreelijn opnieuw bepalen op basis van grondonderzoek en bepalen invloed waterstandstijging	W+B
26-2	macrostabiliteit	berekenen invloed op macrostabiliteit binnenwaarts	W+B
26-3	macrostabiliteit	berekenen invloed op macrostabiliteit buitenwaarts	W+B
26-4	hoogte	kruinhoogte marge vergelijken met de waterstandtoename	W+B
26-5	mitigerende maatregel	ruwheden in de groene rivier minimaliseren, uitstroom optimaliseren	W+B
26-6	gemaal	aansluiten RWS bij overleg gemeente over toekomst/verbetering gemaal dat onvoldoende is bevonden in de laatste toetsronde	RWS
26-7	beschikbare informatie	WSRL zal aansluitend aan het overleg alle benodigde informatie ten behoeve van de effectbepaling aanleveren aan W+B	WSRL

Actie 26-1 tot en met 26-4

Zijn samengevat in een notitie, die is opgesteld door Witteveen+Bos, waarbij het effect van de maatregel op de veiligheid van de waterkering is bepaald (referentienummer: RW1809-188-30/dijw/017). Deze is in hardcopy verstrekt aan de aanwezigen en zal onder punt 2 inhoudelijk worden besproken.

Actie 26-5

Witteveen+Bos heeft in een eerder stadium mitigerende maatregelen ingepast om de opstuwung langs de dijk als gevolg van de geul in de Groene Rivier te verminderen. Verder optimalisaties zijn niet op realistische wijze in te passen. Actie kan geschrapt worden.

Actie 26-6

Johan (WSRL) geeft aan dat er op dit moment nog geen nieuw overleg gepland staat voor het Brinkman-Vissergemaal. Hij geeft ook aan dat de gemeente een private partij probeert te interesseren voor koop en verbouw als alternatief voor sloop. Deze beslissing wordt binnenkort genomen. Contactpersoon bij de gemeente voor dit project is Hans van Ammers. Rob (RWS) geeft aan dat voor Meinerswijk de hydraulische ruwheid en de passeerbaarheid voor vee belangrijk zijn. Rob (RWS) geeft aan dat RWS de ontwikkelingen blijft volgen.

Actie 26-7

Alle informatie is aansluitend aan het vorige overleg op stick door het waterschap Rivierenland geleverd aan Witteveen+Bos.

Alle acties zijn behandeld en afgerond in dit overleg.

2. EFFECT OP DE WATERKERING

Witteveen+Bos heeft een notitie geschreven, waarin het effect op de veiligheid van de waterkering als gevolg van de planstudie Meinerswijk is beschouwd.

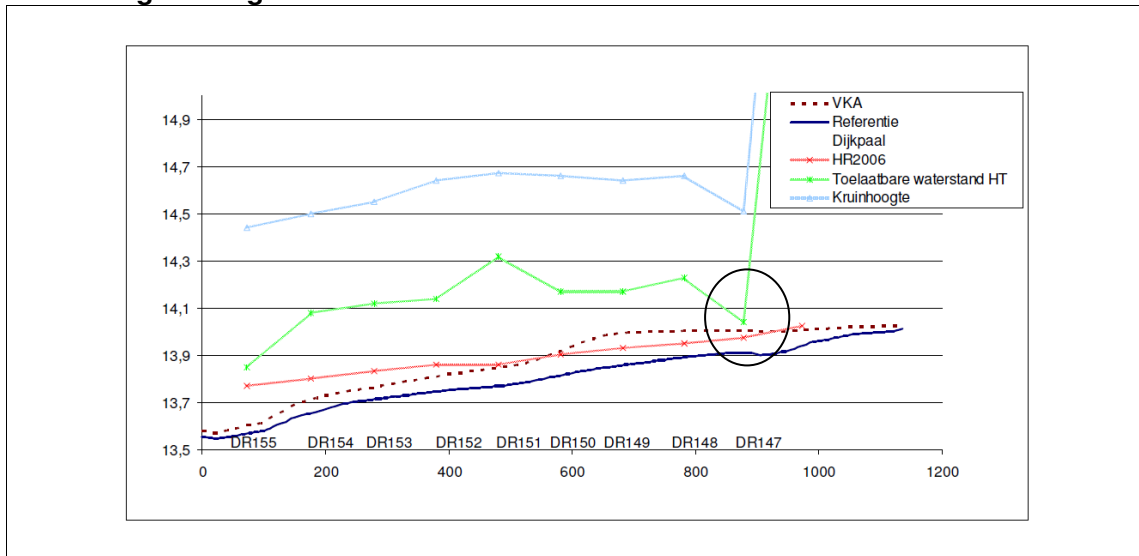
De uitgangspunten zijn doorgenomen. Daarbij ontstond de vraag hoe dicht de geul bij de dijk is gelegen. De geul in de Groene Rivier begint buiten de beschermingszone (op minimaal 30 m uit de teen van de dijk) met een talud flauwer dan 1:10. Bij de vaststelling van het VKA is na afstemming met het waterschap overeengekomen dat de oever van de geul aan de zuidzijde flauwer vormgegeven werd om effect op de waterkering te voorkomen. Dit is toegepast. Johan en Sander geven aan dat het talud nu flauw genoeg is.

Johan (WSRL) geeft aan dat in de buitenbeschermingszone van de dijk niet gegraven mag worden tenzij hiervoor een vergunning wordt verleend. Hij stelt echter dat, omdat de ontgraving in de buitenbeschermingszone is vormgegeven met een talud flauwer dan 1:10, het plan op dit punt vergunbaar is.

Hoogte

Joost (W+B) geeft aan dat de conclusie van de beoordeling van het toetsspoor hoogte is dat er geen veiligheidsprobleem ontstaat. Sander merkt op dat er een verschil bestaat tussen de referentieberekening en de HR2006 als gehanteerd in de toetsing. De waterstand HR2006 betreft uitvoer uit Hydra-R op de oeverlocatie. De referentielijn betreft uitvoer uit het model dat is aangeleverd om de effectbepaling mee door te rekenen. Joost (W+B) geeft aan dit verschil niet te kunnen verklaren. Hij geeft aan navraag te doen bij zijn collega (expert hydraulica). Rob (RWS) zal ditzelfde doen bij collega's bij de PDR.

Afbeelding 1. Hoogte



Er ontstaat discussie over de gehanteerde hydraulische randvoorwaarden.

Er wordt gezamenlijk geconcludeerd na discussie over de te hanteren referentie dat aangetoond dient te worden dat het juist is om de gemodelleerde referentielijn te hanteren alvorens kan worden geconcludeerd dat er geen onacceptabel effect is op de waterkering.

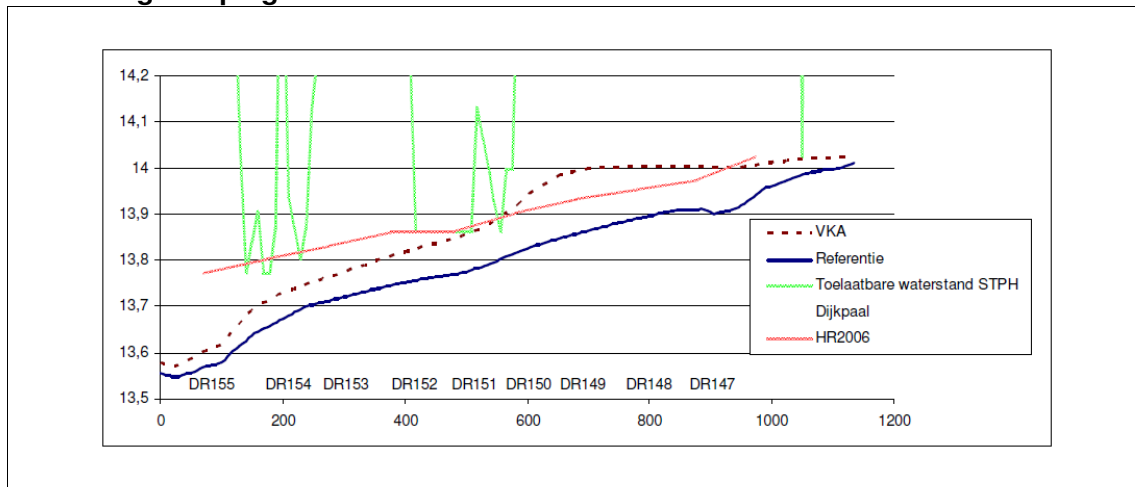
Johan (PDR) geeft aan dat indien kan worden aangetoond dat de referentielijn juist is, er wat betreft het waterschap voldoende is aangetoond dat:

1. er geen veiligheidsprobleem ontstaat als gevolg van de planstudie Meinerswijk;
2. er geen compenserende maatregel noodzakelijk is.

Als de referentielijn niet juist is, zou het conservatieve alternatief zijn om de opstuwingshoogte te tellen bij de HR2006 om te komen tot de waterstand voor de effectbeoordeling. Hierdoor zou over 100 m lengte een hoogtetekort ontstaan ter plaatse van DR147-DR148 van 10 cm. Eventueel op te lossen met een asfaltlaag. En er ontstaat dan een kwelweglengtetekort dat opgelost kan worden met een buitendijkse kleiingraving.

Piping

Afbeelding 2. Piping



In de notitie van Witteveen+Bos is aangegeven dat de waterstand na uitvoering van het VKA lager ligt dan de getoetste waterstand (HR2006) op de locaties waar piping een kritiek faalmechanisme betreft. Onder het voorbehoud dat kan worden aangetoond dat de referentielijn juist bepaald is en ook voor dit onderzoek kan worden gehanteerd in plaats van HR2006, is het waterschap het eens met de conclusie dat er geen veiligheidsprobleem is ten aanzien van het faalmechanisme piping.

Sander merkt op dat de volgende zinsnede uit de notitie geen juiste weergave is:

‘Tussen DR150 en DR152 is in de toetsing berekend dat de benodigde kwelweglengte nagenoeg gelijk is aan de aanwezige kwelweglengte. Op basis van het feit dat een conservatieve aanname is gedaan dat het intreepunt direct bij de teen van de dijk in het voorland is gelegen is door het waterschap Rivierenland geconcludeerd dat deze locatie voldoet ten aanzien van het toetsspoor piping.’

Hij geeft aan dat geen conservatieve aanname is gedaan van het intreepunt, maar een realistische en dat de aanwezige kwelweglengte tussen DR150 en DR152 op delen zelfs lager was dan de benodigde kwelweglengte op basis van geavanceerde toetsing. Hij geeft aan dat het kwelweglengtetekort echter zo klein was dat dit binnen de onzekerheidsmarge van de bepaling van de kwelweglengte valt en dat voor deze locatie is besloten om het oordeel voldoende te geven.

Ook hier wordt gezamenlijk geconcludeerd na discussie over de te hanteren referentie dat indien aangetoond kan worden dat het juist is om de gemodelleerde referentielijn te hanteren er geen veiligheidsprobleem ontstaat ten aanzien van het faalmechanisme piping.

Overige faalmechanismen

Sander geeft aan dat het waterschap Rivierenland zich voor de overige faalmechanismen (macrostabiliteit binnenwaarts en buitenwaarts, stabiliteit voorland, stabiliteit bekleding en microstabiliteit) kan vinden in de conclusie dat Meinerswijk geen significant negatief effect heeft op de veiligheid van de waterkering.

Er wordt nog opgemerkt dat indien blijkt dat een compenserende maatregel nodig zou zijn om een veiligheidsprobleem te verhelpen dit gevolgen heeft voor:

- uitvoering in het voorland in verband met explosievenonderzoek en archeologisch onderzoek;
- omgang met nieuwe (toekomstige) pipingregels voor ontwerp;
- meekoppelprojecten als bouwblok achter de dijk, Johan zal uitzoeken wat de status is van de plannen voor bebouwing.

Beheer en onderhoud

Johan (Waterschap Rivierenland) bevestigt dat in ieder geval de dijk van teen tot en teen en waarschijnlijk de onderhoudsstrook van 4 m in eigendom en beheer zijn van het waterschap. Het waterschap zal het beheer en onderhoud aan de dijk ongewijzigd voortzetten.

3. DATUM VOLGEND OVERLEG

Er is voor de zekerheid een principeafspraken bij:

Locatie

Ruimte voor de Rivier te Utrecht (Westraven)

Datum

2 september 2011

Tijd

14.00 uur - 16.00 uur

In dit overleg zal de status van de referentielijn worden vastgesteld.

Het streven is om de onduidelijkheid over de referentieberekening van de waterstanden per mail af te handelen. Dit wordt door Rob (RWS) gecoördineerd.

Tabel 2. Actielijst week 34

wk-actie	onderwerp	actie	gepland	wie
34-1	waterstanden	Witteveen+Bos gaat intern na waarom er een verschil zit tussen de waterstand uit Hydra oeverlocaties (HR2006) en de referentielijn uit de modelberekeningen.	augustus	W+B
34-2	waterstanden	RWS gaat intern na of het juiste model is aangeleverd aan Witteveen+Bos en of het verschil tussen de HR2006 en referentielijn kan worden verklaard.	augustus	RWS
34-3	plannen bouwblok	WSRL gaat na wat de plannen zijn ten aanzien van woningbouw ter plaatse van de primaire waterkering en koppelt deze informatie terug naar RWS en Witteveen+Bos.	begin september	WSRL
34-4	waterstanden	Rob koppelt eindconclusie terug naar het waterschap Rivierenland en stelt noodzaak tot compenserende maatregelen vast in samenspraak met het waterschap Rivierenland.	begin week 35	RWS